

EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA FUNCIONAL NOS MÚSCULOS DO PUNHO E DEDOS EM INDIVÍDUOS HEMIPARÉTICOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

ARANTES NF¹, VAZ DV², MANCINI MC³, PEREIRA MSDC¹, PINTO FP¹ E PINTO TPS⁴

¹ Fisioterapeuta

² Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, MG - Brasil

³ Departamento de Terapia Ocupacional, UFMG

⁴ Fundação Mineira de Educação e Cultura, Nova Lima, MG - Brasil

Correspondência para: Daniela Virgínia Vaz, Av. Antônio Carlos, 6627, CEP 31270-010, Belo Horizonte, MG – Brasil,
e-mail: danielavvaz@gmail.com

Recebido: 18/03/2006 - Revisado: 16/04/2007 - Aceito: 05/10/2007

RESUMO

Contextualização: Faz-se necessária sistematização das evidências disponíveis sobre os efeitos da estimulação elétrica em pacientes hemiplégicos após o acidente vascular cerebral. **Objetivo:** Realizar uma revisão sistemática da literatura referente aos efeitos da eletroestimulação funcional para os músculos do punho e dedos de pacientes hemiplégicos adultos. **Métodos:** Uma busca foi realizada nas bases de dados Medline, Lilacs e PEDro, no período de fevereiro a março de 2006, por trabalhos que documentassem os efeitos da intervenção nas características neuromusculares, musculoesqueléticas e funcionais. Dados foram extraídos de forma padronizada de cada estudo, e a qualidade metodológica foi avaliada utilizando-se a escala PEDro. **Resultados:** Oito estudos aleatorizados foram revisados. Em relação à avaliação da qualidade da evidência dos trabalhos, as pontuações variaram entre 3/10 e 7/10 na escala PEDro. Apesar da diversidade de protocolos, características de participantes e instrumentos utilizados terem impedido o agrupamento dos resultados, a síntese em níveis de evidência demonstrou que há forte evidência de efeitos positivos da eletroestimulação na força muscular, tônus, função motora e uso do membro na rotina diária. Há evidência moderada para efeitos na destreza e evidência limitada para efeitos na coordenação motora e independência em atividades de autocuidado. Não há evidências para ganhos na amplitude de extensão ativa de punho. **Conclusão:** Apesar de apresentarem limitações metodológicas, estudos aleatorizados relatam efeitos positivos do uso da eletroestimulação no punho e dedos, o que sugere que essa terapia seja eficaz para a promoção de função do membro superior afetado de indivíduos hemiplégicos.

Palavras-chave: Acidente vascular cerebral; hemiplegia; punho; estimulação elétrica funcional.

ABSTRACT

Effects of functional electrical stimulation applied to the wrist and finger muscles of hemiparetic subjects: a systematic review of the literature

Background: a systematization of the available evidence regarding the effects of electrical stimulation for hemiplegic patients following stroke is needed. **Objective:** to conduct a systematic review of the literature related to the effects of functional electrical stimulation for the wrist and finger muscles of adult hemiplegic patients. **Method:** a search for studies documenting the effects of electrical stimulation on neuromuscular, musculoskeletal and functional characteristics was carried out in Medline, Lilacs and PEDro databases between February and March 2006. Data were extracted in a standardized manner from each study, and methodological quality was assessed using the PEDro scale. **Results:** Eight randomized studies were reviewed. The scores on the methodological quality of revised studies were between 3/10 and 7/10 in the PEDro scale. Although the diversity of protocols, participants' characteristics and instrumentation prevented pooling of results, a synthesis in levels of evidence demonstrated strong evidence for positive effects of electrical stimulation on muscle strength, tonus, motor function and use of the upper limb in daily life. Moderate evidence was found for effects on dexterity and limited evidence for effects on motor coordination and independence in self-care activities. There was no evidence for gains in range of active wrist extension. **Conclusion:** Despite methodological limitations, randomized studies reported positive effects of electrical stimulation on wrist and fingers, suggesting that this therapy might be effective for promoting function of the affected upper limb of hemiplegic individuals.

Key words: Cerebrovascular accident; hemiplegia; wrist; functional electrical stimulation.

INTRODUÇÃO

O acidente vascular cerebral (AVC) é uma condição que pode resultar em prejuízo neurológico e levar à incapacidade e morte¹. Suas manifestações frequentemente envolvem fraqueza muscular, espasticidade e padrões motores atípicos². Na maioria dos casos, ocorre uma lesão da região irrigada pela artéria cerebral média com maiores danos funcionais ao membro superior³. As conseqüências neuromusculares do AVC dificultam ou impossibilitam o uso funcional do membro superior, o que pode comprometer as atividades de vida diária⁴.

Uma das técnicas utilizadas na reabilitação após o AVC é a estimulação elétrica funcional (EEF), que induz potenciais de ação no nervo motor, provocando ativação de unidades motoras⁵. Efeitos como fortalecimento da musculatura estimulada⁶, facilitação do controle motor voluntário⁶ e diminuição da espasticidade^{6,7} têm sido relatados após a aplicação da EEF.

Apesar da possibilidade de benefícios do uso da EEF nos membros superiores de pacientes hemiparéticos, esse recurso tem tido uso limitado na clínica, o que pode ser atribuído à falta de conhecimento dos efeitos da EEF e dos parâmetros adequados de estimulação⁸. Diversos ensaios clínicos documentam os efeitos da EEF aplicada no punho e dedos de pacientes hemiparéticos⁹⁻¹¹. Dessa forma, uma revisão sistemática da literatura auxiliaria no planejamento das intervenções ao disponibilizar uma síntese das evidências sobre os efeitos desse recurso terapêutico¹². Diante da questão clínica relativa aos efeitos da EEF administrada em músculos do punho e dedos de pacientes com hemiparesia decorrente de AVC, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão sistemática da literatura por meio da seleção e análise criteriosa de artigos científicos que investigaram os efeitos dessa modalidade terapêutica.

METODOLOGIA

As bases eletrônicas Medline, Lilacs e PEDro foram pesquisadas no período de fevereiro a março de 2006. As palavras-chave utilizadas foram: "electrical stimulation" ou "electric stimulation" ou "electrostimulation" e "wrist" ou "hand" ou "forearm" em combinação com "stroke", "hemiplegic", "hemiplegia", "cerebrovascular accident" e "CVA" (maiores informações sobre a eficácia de diferentes estratégias de busca, ver Freitas et al.¹³). As buscas foram realizadas sem restrição de data inicial ou língua. Os trabalhos foram selecionados por três pesquisadores, por meio dos seguintes critérios de inclusão: 1) trabalhos publicados em inglês, espanhol ou português, 2) participantes com diagnóstico de AVC, apresentando hemiplegia ou hemiparesia, 3) intervenção definida como EEF utilizando eletrodos de superfície, aplicada exclusivamente nos músculos do complexo punho-mão, 4) intervenção compatível com a realidade clínica

brasileira, 5) presença de grupo controle, com ou sem aleatorização, 6) desfechos relativos a características neuromusculares, musculoesqueléticas e funcionais, 7) análise estatística dos resultados. Devido ao quarto critério, estudos que utilizavam luvas ou órteses acopladas a dispositivos de estimulação foram excluídos. Discordâncias entre os pesquisadores para a inclusão foram resolvidas por consenso considerando-se os critérios de inclusão.

As informações dos trabalhos foram resumidas de forma padronizada, com base nos seguintes tópicos: autor(es), características dos participantes, desfechos avaliados, desenho metodológico, características da intervenção (frequência e duração das sessões, tempo total do tratamento e características da estimulação), análise estatística utilizada e efeitos encontrados.

Os estudos foram submetidos a uma avaliação da qualidade metodológica, utilizando-se a escala PEDro¹⁴. Essa escala é composta de 11 itens, sendo que cada item contribui com 1 ponto (com exceção do item 1 que não é pontuado). O escore total varia de 0 (zero) a 10 (dez).

Dois autores avaliaram independentemente cada artigo com relação à presença ou ausência dos indicadores de qualidade da escala. Níveis moderados de confiabilidade entre examinadores (ICC= 0,68; IC95%= 0,57-0,76) têm sido demonstrados pela escala PEDro¹⁵. Para a classificação final dos artigos, as divergências eram discutidas até atingir um consenso entre os autores.

Uma vez que não foi possível a realização de metanálise devido à heterogeneidade em relação às características dos pacientes, protocolos de intervenção e desfechos mensurados ou ausência de dados quantitativos (médias de desvios-padrão) suficientes nos trabalhos revisados, foi utilizada uma sumarização dos resultados por meio de um sistema de classificação por níveis de evidência. A classificação, utilizada previamente em revisão sistemática da área de reabilitação neurológica, inclui cinco categorias de evidência científica de acordo com a pontuação da escala PEDro e os resultados disponibilizados nos estudos¹⁶ (Anexo 1).

RESULTADOS

Oitenta e oito trabalhos foram pré-selecionados pelo conteúdo do título. Após a leitura dos resumos, foi feita a seleção de 25 artigos dos quais 17 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão. Dessa forma, 8 estudos, todos controlados e aleatorizados, foram incluídos para a etapa de apreciação crítica. A Tabela 1 apresenta os dados extraídos de cada artigo. A pontuação dos artigos em cada item da escala PEDro está disponibilizada na Tabela 2.

Características dos participantes

Metade dos estudos analisados^{4,9-11} utilizou uma amostra composta por sujeitos com diagnóstico de AVC agudo, com o tempo pós-lesão cerebral de zero⁹ a 7 semanas⁴. Quatro

Tabela 1. Resumo das informações contidas nos artigos selecionados.

| Autores | Participantes | Desfechos avaliados | Desenho metodológico | Intervenção | Análise estatística | Efeitos encontrados (referidos de acordo com a numeração dos desfechos) |
|--------------------------------------|---|--|--|--|---|---|
| Chae et al.⁹ | Diagnóstico clínico: AVC agudo (0 a 4 semanas). Gravidade: Paresia moderada a severa (pontuação do Fugl-Meyer < 44). n= 28, M= 59,7, DP= 13,0 anos (TTO: 14, Controle: 14). 13 D, 15 E. | 1) Função motora (Fulg-Meyer). 2) Autocuidado (FIM). | Prospectivo, controlado, randomizado; avaliações pré/pós-intervenção e follow-up (4ª e 12ª semanas). | TTO: EE no extensor comum dos dedos e extensor radial do carpo, 1h/dia, por 15 dias (15 sessões). I= 0 à 60mA, T= 300µs, F= 25 a 50Hz, Ton e Toff de 10s e RS e RD= 2s. Controle: EE placebo, com eletrodos colocados fora dos pontos motores. | Teste t Independente e Qui-quadrado. | 1) TTO > Controle após intervenção (p= 0,05) e no follow-up de 4 semanas (p= 0,05). Efeitos ns no follow-up de 12 semanas. 2) Efeito ns. |
| Francisco et al.¹¹ | Diagnóstico clínico: AVC agudo (< 6 semanas). Gravidade: Sinal EMG > 5µV em extensores radiais do carpo e força de extensão ativa do punho < grau 3 (TMM). n= 9 (TTO: 4, M= 60,3, Controle: 5, M= 69,6 anos). 6 D, 3 E. | 1) Função motora (Fulg-Meyer). 2) Autocuidado (FIM). | Prospectivo, controlado, randomizado; avaliação pré/pós-intervenção. | TTO: 30 min de EE nos extensores radiais do carpo, 2 sessões/dia, 5 vezes/ semana, durante a internação hospitalar + terapia convencional. I= 0 a 60mA, F= 20 a 100Hz, Ton e Toff de 5s. Controle: 30 min, 2 sessões/dia de exercícios de ADM e força para o punho + terapia convencional. | Mann-Whitney U, ANOVA. | 1) TTO > Controle (p= 0,01). 2) TTO > Controle (p= 0,02). |
| Powell et al.¹⁰ | Diagnóstico clínico: AVC agudo (TTO: M= 23,9 dias, Controle: M= 22,9 dias). Gravidade: TMM de extensores do punho ≤ grau 4. n= 48 (TTO: 25, M= 69, DP= 10,8; Controle: 23, M= 66,4, DP= 12,6 anos). 32 D, 38 E. | 1) Força isométrica de extensores a 0°, 15° e 30° de extensão do punho (aparelho desenvolvido pelo autor). 2) Função motora (ARAT). 3) ADM ativa e passiva de punho (aparelho desenvolvido pelo autor), ângulo de repouso do punho, tônus muscular (Escala de Ashworth), desconforto no punho em repouso e na extensão passiva (6-Point Rating Scale e 10cm Visual Analog Scale), negligência visuo-espacial (Star cancellation test), incapacidade e desabilidade globais (Rankin e Barthel), destreza manual (9-Hole Peg Test), força de preensão (Dinamômetro). | Prospectivo, controlado, randomizado; avaliações pré/pós-intervenção e no follow-up (32ª semana). | TTO: 30 min de EE nos extensores do punho e dedos, 3 vezes/ dia, durante 8 semanas + Terapia convencional (Bobath e "Movement Science") T= 300µs, F= 20Hz, Ton e Toff progressiva: 5/20s para 5/15s, 5/10s e 5/5s e RS= 1s e RD= 1,5s. Controle: Terapia convencional + visita de fisioterapeutas por 10 min, 3 vezes/semana para discutir o progresso da reabilitação. | Teste t Independente e Mann-Whitney U Test. | 1) TTO > Controle em 0° após intervenção (p= 0,004) e no follow-up (p= 0,014) e em 15° no follow-up (p= 0,009). Efeito ns a 30°. 2) TTO > Controle apenas para agarrar e segurar após intervenção (p= 0,0013 e p= 0,02). 3) Efeitos ns. |

Tabela 1. Continuação.

| Kimberley et al. ¹⁸ | Diagnóstico clínico: AVC crônico (>6 meses, M= 35,5, DP= 14,5 meses). Gravidade: Flexão e extensão ativa das articulações MCF e do dedo indicador $\geq 10^\circ$. n= 16, M= 60,1, DP= 14,5 anos. (TTO: 8, Controle: 8). 8 D, 8 E. | 1) Destreza manual (Box and Block Test e JTHFT). 2) Funcionalidade na vida diária (MAL). 3) Força isométrica de extensão dos dedos (dinamômetro). 4) Precisão no controle do movimento dos dedos (ressonância magnética funcional) | Prospectivo, controlado, randomizado; avaliações pré/pós-intervenção. | TTO: EE nos extensores do punho e dedos (EMG Triggered), 6h/dia, por 10 dias, durante 3 semanas, em domicílio. T= 200 μ s, F= 50Hz, Ton= 5s, Toff= 15s, RS e RD= 1s. Controle: EE placebo, sem passagem de corrente. | Teste t pareado, Wilcoxon Signed-Rank Test. | 1) TTO: \uparrow no Box and Block ($p= 0,039$) e \uparrow no desempenho de três subtestes do JTHFT ($p\leq 0,043$) após intervenção. Controle: efeitos ns. 2) TTO: \uparrow após intervenção nos dois domínios ($p\leq 0,003$) Controle: efeitos ns. 3) \uparrow no TTO (0,006) e Controle (0,01) após intervenção. 4) TTO: \uparrow apenas no GPoC ipsilateral ($p= 0,045$). Controle: efeitos ns. |
|--------------------------------|---|---|---|--|---|--|
| Cauraugh ¹⁹ | Diagnóstico clínico: AVC crônico (>12 meses). Gravidade: Extensão ativa do punho e dedos $\geq 10^\circ$ a partir de 90° de flexão. n= 26, M= 66,4, DP= 9,7 anos (TTO: subgrupo 1= 10, subgrupo 2= 10, Controle: 6). 11 D e 15 E. | 1) Destreza manual (Box and Block test). 2) Características de ativação: tempo de reação e contração muscular sustentada. | Prospectivo, controlado, randomizado; avaliação pré/pós-intervenção. | TTO: 30 repetições de EE dos extensores de punho e dedos com Ton= 5s (subgrupo 1) ou 10s (subgrupo 2) por sessão (90 min), 2 vezes/semana, por 2 semanas + movimentos bilaterais de extensão. T= 200 μ s, F= 50Hz e I= 17 a 28mA, RS e RD= 1s. Controle: Movimentos bilaterais de extensão. | ANOVA. | 1) Subgrupo 2: TTO > Controle (valor p ND). Subgrupo 1: efeito ns. 2) TTO < Controle no tempo de reação e TTO > Controle na contração sustentada (valor p ND). |
| Cauraugh et al. ¹⁷ | Diagnóstico clínico: AVC crônico (≥ 1 ano). Gravidade: Extensão ativa do punho $\geq 20^\circ$ a partir de 90° de flexão. n= 11, M= 61,64, DP= 9,57 anos. (TTO: 7, Controle: 4). 1 D, 10 E. | 1) Destreza manual (Box and Block Test). 2) Função motora (Motor Assessment Scale e Fulg-Meyer). 3) Características de ativação: tempo de reação e contração muscular sustentada. | Prospectivo, controlado, randomizado; avaliação pré/pós-intervenção. | TTO: 30 repetições de EE dos extensores de punho e dedos (EMG Triggered) por sessão (60 min), 2 vezes/dia, 3 vezes/semana por 2 semanas (12 sessões) + ADM passiva + estiramentos de flexores de punho e dedos. F= 50Hz, RS e RD= 1s, Ton= 5s e I= 14 a 29mA. Controle: Mesmo procedimento do TTO + EE placebo (sem passagem de corrente). | ANOVA. | 1) TTO > Controle ($p < 0,05$). 2) Efeito ns. 3) Efeito ns no tempo de reação. Contração sustentada: TTO > Controle ($p < 0,04$). |

Tabela 1. Continuação.

| Popovic et al. ⁴ | Diagnóstico clínico: AVC agudo (M= 7, DP= 2 semanas). Gravidade: Grupo AF: extensão ativa do punho, MCF e IF $\geq 20^\circ$. Grupo BF: extensão ativa do punho, MCF e IF do polegar e de no mínimo 2 outros dedos entre 10° e 20° . n= 28, M= 59,9, DP= 9,3 anos. (TTO: AF= 8, BF= 6, Controle: AF= 8, BF= 6). 21 D, 7 E. | 1) Desempenho nas AVDs (UEFT). 2) Coordenação motora (Drawing test). 3) Tonus (Escala de Ashworth). 4) Funcionalidade na vida diária (RUE/MAL). | Prospectivo, controlado, randomizado; avaliação pré/pós-intervenção e follow-up (6 ^a , 13 ^a , 26 ^a semanas). | TTO: 30 min de EE dos flexores e extensores dos dedos, extensor do polegar e músculos tenares por sessão, 7 vezes/semana, por 3 semanas, durante atividades funcionais, como escovar os dentes, pentear cabelo, entre outras + terapia convencional. F= 50Hz, T= 200 μ s, I= 20-50mA. Controle: 30 min das mesmas atividades funcionais do TTO + terapia convencional. | Mann-Whitney Rank Sum test e ANOVA. | 1) Grupo AF: TTO > Controle após intervenção (p= 0,04) e 26 semanas de follow-up (p= 0,01). Grupo BF: TTO > Controle após intervenção (p= 0,01) e 26 semanas de follow-up (p= 0,04). 2) Grupo AF: TTO > controle após intervenção (p= 0,01) e na 6 ^a (0,01), 13 ^a (p= 0,01) e 26 ^a (0,02) semana de follow-up. Grupo BF: TTO > controle somente na 13 ^a semana (p= 0,04). 3) Grupo AF: TTO < controle na 26 ^a semana (p= 0,05). Grupo BF: efeito ns. 4) Grupo AF: TTO > controle na 26 ^a semana (p= 0,02). Grupo BF: efeito ns. |
|-----------------------------|---|--|---|--|-------------------------------------|--|
| King ⁷ | Diagnóstico clínico: AVC crônico. Gravidade: ND n= 21, M= 67 anos. (TTO: 11, Controle: 10). | 1) Tonus dos flexores do punho (torque de resistência à movimentação passiva). | Prospectivo, controlado, randomizado; avaliação pré/pós-intervenção. | TTO: 10 min de EE no grupo flexor do punho (1 sessão). T= 259 μ s, F= 45Hz, RD e RS= 3s; Ton e Toff= 10s e I= 15 a 20mA. Controle: 10 min de alongamento passivo. | Teste t independente. | 1) TTO < Controle (p < 0,001) |

TTO: tratamento; M: média; n: número de participantes; D: direita; E: esquerda; EMG Triggered: eletroestimulação disparada quando o nível mínimo de ativação voluntária detectado pela eletromiografia é atingido; TMM: teste muscular manual; FIM: Functional Independence Measure; ARAT: Action Research Arm Test; EE: estimulação elétrica; F: frequência; T: largura de pulso; I: amplitude; Ton: tempo de estimulação; Toff: tempo de descanso; RD: rampa de descida; RS: rampa de subida; s: segundos; h: horas; min: minutos; ns: não significativo; grupo AF: grupo de alta funcionalidade; grupo BF: grupo de baixa funcionalidade; MCF: metacarpo-falangeanas; IF: interfalangeanas; JTHFT: Jebsen Taylor Hand Function Test; RUE/MAL: Reduced Upper Extremity Motor Activity Log; UEFT: Upper Extremity Function Test; AVDs: atividades de vida diária; ND: não descrito; AVC: acidente vascular cerebral; DP: desvio-padrão; GPoC: giro pós-central.

Tabela 2. Escores da Escala PEDro.

| | Powel et al. ¹⁰ | Kimberley et al. ¹⁸ | Chae et al. ⁹ | Popovic et al. ⁴ | King ⁷ | Cauraugh et al. ¹⁹ | Cauraugh et al. ¹⁷ | Francisco et al. ¹¹ |
|--|----------------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Especificação de critérios de inclusão (item não pontuado) | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Não | Não | Sim |
| Alocação aleatória | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Sigilo na alocação | Sim | Não | Não | Não | Não | Não | Não | Não |
| Similaridade inicial entre grupos | Sim | Sim | Sim | Sim | Não | Não | Não | Não |
| Mascaramento de participantes | Não | Sim | Não | Não | Não | Não | Não | Não |
| Mascaramento de terapeutas | Não | Não | Não | Não | Não | Não | Não | Não |
| Mascaramento de avaliadores | Sim | Sim | Sim | Sim | Não | Não | Não | Sim |
| Medidas de um desfecho primário (85% dos participantes) | Sim | Sim | Sim | Não | Sim | Não | Sim | Não |
| Análise de intenção de tratar | Não | Não | Não | Não | Não | Não | Não | Não |
| Comparação entre grupos em um desfecho primário | Sim | Não | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Tendência central e variabilidade de pelo menos uma variável | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Não | Não |
| Escore total | 7 | 6 | 6 | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 |

trabalhos^{7,17-19} possuíam amostra com diagnóstico de AVC crônico, com o tempo pós-lesão variando de 1¹⁷ a 4 anos e meio¹⁸. O tamanho das amostras variou de 9¹¹ a 48¹⁰ sujeitos, divididos entre grupos tratamento e controle. A faixa etária média dos participantes foi de 59⁹ a 69¹⁰ anos. Foram incluídos indivíduos com hemiparesia direita e esquerda. A gravidade do comprometimento foi caracterizada de diferentes formas. No entanto, em todos os estudos, os participantes deveriam apresentar um mínimo de 10° a 20° de extensão ativa do punho e dedos.

Características dos programas de intervenção

A duração da intervenção variou de 1⁷ a 120 sessões¹⁰, sendo que, na metade dos artigos, essa foi feita num período de 10 a 15 sessões^{4,15,18,19}. A frequência de aplicação da EEF variou de 1^{4,15} a 3¹⁶ vezes ao dia, de 2²⁰ a 5^{4,9-11} vezes por semana. A duração das sessões variou de 10 minutos⁷ a 6 horas¹⁸. Os parâmetros de corrente apresentaram variabilidade, sendo que a frequência variou de 20 a 100 Hz¹¹, a amplitude de 14¹⁷ a 60 mA⁹ e a largura do pulso de 200 a 300µs^{9,10}. Na maioria dos estudos, a EEF foi realizada sobre os músculos extensores^{9-11,17-19}; em um, sobre os flexores do punho e dedos⁷ e, em outro, sobre ambos os grupos musculares⁴.

Efeitos da EEF nas características neuromusculares e musculoesqueléticas

Força muscular

Dois ensaios clínicos aleatorizados (ECAs)^{10,18} mensuraram a força isométrica de extensão do punho e verificaram ganhos significativos no grupo que recebeu EEF.

Tal ganho foi superior ao observado no controle em um trabalho¹⁰. Os resultados demonstram forte evidência para ganhos de força isométrica dos extensores de punho após a EEF.

Tônus muscular

O tônus foi avaliado em três ECAs^{4,7,10} dos quais dois documentaram redução significativa do tônus. Popovic et al.⁴ observaram redução do tônus em relação ao controle somente no grupo alta função (mínimo 20° de extensão ativa de punho). No grupo baixa função (extensão ativa entre 10° e 20°), não foi observada redução significativa. King⁷ verificou uma redução do tônus de flexores após 10 minutos de EEF nesse grupo muscular em comparação a 10 minutos de alongamento. De acordo com o critério adotado nessa revisão, os resultados disponibilizam forte evidência para a redução do tônus após EEF, ressaltando que esse efeito pode se limitar a pacientes com extensão ativa de punho superior a 20° previamente à intervenção.

Amplitude de movimento (ADM)

A amplitude ativa de extensão de punho foi avaliada em um ECA¹⁰ que não observou ganhos significativos. Não há evidências de efeitos da EEF nesse desfecho.

Efeitos da EEF nas características funcionais

Função motora

Dos quatro ECAs^{9-11,17} que avaliaram função motora, três⁹⁻¹¹ demonstraram efeitos positivos após EEF. Powell et al.¹⁰ verificaram ganhos significativos nos subescores agarrar

(grip) e segurar (grasp) do *Action Research Arm Test* em relação ao grupo controle. Chae et al.⁹ e Francisco et al.¹¹ observaram ganhos motores significativos para o grupo intervenção comparado ao controle por meio de mensurações realizadas com o *Fulg-Meyer* (FM). Há forte evidência de ganhos de função motora após a EEF.

Destreza manual

Quatro ECAs avaliaram a destreza manual após a EEF^{10,17-19}. Powell et al.¹⁰ não verificaram ganhos significativos no desempenho do *9 Hole Peg test*. No entanto, Cauraugh e Kim¹⁹ avaliaram esse desfecho por meio do *Box and Block Test* após 4 sessões, observando ganhos significativos, com relação ao controle, apenas para o grupo que recebeu EEF com 10 segundos de sustentação. Não foram observados ganhos para o grupo que recebeu EEF com 5 segundos de sustentação. Cauraugh et al.¹⁷, utilizando o mesmo teste, reportaram um ganho de 129% no grupo EEF, significativamente superior ao controle. Kimberley et al.¹⁸ observaram um aumento significativo no desempenho do *Box and Block Test* e em subtestes do *Jebsen Taylor Hand Function Test* somente para o grupo EEF. De acordo com a qualidade dos resultados dos artigos revisados, há evidência moderada de efeitos da EEF na destreza manual.

Coordenação motora

A evidência de efeitos da EEF sobre a coordenação motora é limitada. Em um único ECA⁴ foi mensurada a coordenação motora do membro afetado por meio do *Drawing Test*, que avalia a habilidade em coordenar os movimentos do ombro e cotovelo enquanto a mão é movida em um plano horizontal. Foram observados ganhos superiores ao controle no grupo alta função após a EEF e em avaliações realizadas 3, 10 e 23 semanas após o término da intervenção⁴.

Uso dos membros superiores na rotina diária

Ambos os ECAs que mensuraram esse desfecho encontraram resultados favorecendo a EEF. Kimberley et al.¹⁸ utilizaram o *Motor Activity Log*, que avalia o “quanto” e o “quão bem” os sujeitos usam o braço parético em 30 atividades da vida diária. Foi verificada uma melhora significativa no desempenho do teste somente para o grupo EEF. Popovic et al.⁴ utilizaram o teste *Reduced Upper Extremity Motor Activity Log* e encontram ganhos significativos no grupo alta função em relação a seu controle. Esses autores utilizaram também o *Upper Extremity Function Test* e verificaram uma diferença significativa entre os sujeitos dos grupos de alta e baixa função que receberam EEF e seus respectivos controles. Há forte evidência de ganhos funcionais na rotina diária após EEF, sendo que a intervenção parece ter maior potencial para pacientes com, no mínimo, 20° de extensão ativa de punho anteriormente à intervenção.

Independência em atividades de autocuidado

Dois ECAs^{9,11} avaliaram esse desfecho por meio de itens de autocuidado do *Functional Independence Measure*. Os resultados foram conflitantes, sendo que foram observados ganhos significativos somente em um trabalho de baixa qualidade¹¹. Dessa forma, a evidência de efeitos da EEF na independência é insuficiente.

Outros desfechos

Powell et al.¹⁰ analisaram os efeitos da EEF no desconforto local do punho em repouso e na extensão passiva, incapacidades e desabilidades globais e negligência visuo-espacial. Os autores não verificaram diferenças significativas para essas medidas comparando os grupos tratamento e controle. Não há evidências de efeitos da EEF nesses desfechos.

Efeitos adversos

Desfechos relativos a efeitos adversos não foram mensurados de forma direta em sete dos oito trabalhos^{4,7,9,11,17-19}. Francisco et al.¹¹ e Chae et al.⁹ apenas sugeriram que a desistência de alguns participantes poderia estar ligada à presença de dor e desconforto provocados pela EEF. Dessa forma, não foi possível realizar a classificação em níveis de evidência para este desfecho.

DISCUSSÃO

Todos os estudos analisados utilizaram o desenho metodológico do tipo experimental, que compara dois ou mais tratamentos, havendo um grupo controle ou de referência²⁰. Esse tipo de estudo fornece uma estrutura para avaliar a relação de causa-efeito em um grupo de variáveis, evidenciando, dessa forma, a causalidade de possíveis mudanças observadas nos participantes²⁰.

Todos os estudos apresentaram também alocação aleatória dos sujeitos, caracterizando-se como ensaios clínicos aleatórios. A aleatorização evita que os resultados sejam influenciados por vícios de seleção, o que pode predispor um grupo a ser mais sensível aos efeitos da intervenção²⁰.

Apesar de cinco trabalhos^{4,9-11,18} pontuarem no mascaramento dos examinadores, apenas um¹⁸ realizou o mascaramento dos sujeitos, e três^{7,17,19} não realizaram nenhum tipo de mascaramento. O mascaramento é um aspecto relevante, pois as expectativas dos investigadores em relação aos desfechos avaliados e o conhecimento dos participantes sobre seu tratamento podem influenciar o resultado das medidas.

Dos trabalhos analisados, apenas os de Chae et al.⁹ e de Kimberley et al.¹⁸ são estudos experimentais, randomizados e duplo-cegos, sendo este considerado o padrão-ouro para se avaliar a eficácia de uma intervenção e a consistência dos

resultados²⁰. Chae et al.⁹ encontraram ganhos significativos na função motora (*Fulg-Meyer*) no pós-tratamento e na quarta semana do follow-up; Kimberley et al.¹⁸ relataram ganhos na destreza e funcionalidade na vida diária no grupo EEF em comparação com o controle.

Devido à diversidade de protocolos, características de participantes e instrumentos utilizados, não foi possível o agrupamento dos estudos para a realização de análises quantitativas dos resultados. No entanto, a classificação por níveis de evidência indica que há forte evidência de efeitos positivos da EEF na força muscular, tônus, função motora e uso do membro na rotina diária. Há evidência moderada para efeitos na destreza e evidência limitada para efeitos na coordenação motora e independência em atividades de autocuidado. Não há evidências para ganhos na amplitude de movimento ativa. Estudos futuros deverão investigar a influência de modificações em parâmetros como tempo e frequência de aplicação, intensidade da corrente e largura de pulso nos ganhos obtidos com a intervenção.

CONCLUSÃO

Estudos aleatorizados disponibilizaram evidências de efeitos positivos da EEF aplicada nos músculos do punho e dedos de pacientes hemiplégicos. Futuras investigações poderão esclarecer algumas inconsistências observadas nos resultados dos estudos, provavelmente devido a diferenças nos tipos de protocolos adotados, nas características dos pacientes e na instrumentação utilizada. Os resultados deste estudo de revisão sistemática sintetizam evidências sobre os efeitos da EEF que podem contribuir para subsidiar as ações clínicas de profissionais que trabalham com essa clientela e que utilizam de EEF, favorecendo a prática baseada em evidências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lewandowski C, Barsan W. Treatment of acute ischemic stroke. *Ann Emerg Med*. 2001;37:202-16.
- Teixeira-Salmela LF, Oliveira ESG, Santana EGS, Resende GP. Fortalecimento muscular e condicionamento físico em hemiplégicos. *Acta Fisiátrica*. 2000;7(3):108-18.
- Miyay I, Suzuki T, Kang J, Kubota K, Volpe BT. Middle cerebral artery stroke that includes the premotor cortex reduces mobility outcome. *Stroke*. 1999;30:1380-3.
- Popovic MB, Popovic DB, Sinkjaer T, Stefanovic A, Schwirtlich L. Clinical evaluation of functional electrical therapy in acute hemiplegic subjects. *J Rehabil Res Dev*. 2003;40(5):443-54.
- Lianza S. Medicina de reabilitação. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.
- Baker LL. Electrical stimulation to increase functional activity. In: Nelson RM, Courrier DP, Hayes KW. *Clinical Electrotherapy*. 3ª ed. New Jersey: Prentice Hall; 1999. p. 355-410.
- King TI. The effect of neuromuscular electrical stimulation in reducing tone. *Am J Occup Ther*. 1996;50(1):62-4.
- Weingarden HP, Zeilig G, Heruti R, Shemesh Y, Ohry A, Dar A, et al. Hybrid functional electrical stimulation orthosis system for the upper limb: effects on spasticity in chronic stable hemiplegia. *Am J Phys Med Rehabil*. 1998;77(4):276-81.
- Chae J, Bethoux F, Bohinc 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.
- Powell J, Pandyan AD, Granat M, Cameron M, Stott D. Electrical stimulation of wrist extensors in poststroke hemiplegia. *Stroke*. 1999;30(7):1384-9.
- Francisco G, Chae J, Chawla H, Kirshblum S, Zorowitz R, Lewis G, et al. Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation for improving the arm function of acute stroke survivors: a randomized pilot study. *Arch Phys Med Rehabil*. 1998;79:570-5.
- Mcneely ML, Torrance G, Magge DJ. A systematic review of physiotherapy for spondylolysis and spondylolisthesis. *Man Ther*. 2003;8(2):80-91.
- Freitas AE, Herbert RD, Latimer J, Ferreira PH. Searching the LILACS database for Portuguese- and Spanish-language randomized trials in physiotherapy was difficult. *J Clin Epidemiol*. 2005;58(3):233-7.
- PEDro The Physiotherapy Evidence Database [homepage na Internet]. Sydney: School of Physiotherapy, University of Sydney. [atualizada em 8 Out 2007; acesso em 16 Out 2007]. Disponível em: <http://www.pedro.fhs.usyd.edu.au/index.html>.
- Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003;83(8):713-21.
- Van Peppen RP, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, Hendriks HJ, Van der Wees PJ, Dekker J. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence? *Clin Rehabil*. 2004;18(8):833-62.
- Cauraugh JH, Light K, Kim S, Thigpen M, Behrman A. Chronic motor dysfunction after stroke: recovering wrist and finger extension by electromyography-triggered neuromuscular stimulation. *Stroke*. 2000;31(6):1360-4.
- Kimberley TJ, Auerbach EJ, Lojovich GM, Lewis SM, Dorsey LL, Carey JR. Electrical stimulation driving functional improvements and cortical changes in subjects with stroke. *Exp Brain Res*. 2004;154:450-60.
- Cauraugh JH, Kim SB. Chronic stroke motor recovery: duration of active neuromuscular stimulation. *J Neurol Sci*. 2003;215:13-9.
- Portney LG, Walkins MP. *Foundations of clinical research: applications to practice*. 2ª ed. New Jersey: Prentice Hall Health; 2000.

ANEXO 1

Critério de Síntese por Níveis de Evidência

Evidência forte

Desfecho com resultados estatisticamente significativos em:

- pelo menos dois ECA de alta qualidade, com escore PEDro de pelo menos quatro pontos*.

Evidência moderada

Desfecho com resultados estatisticamente significativos em:

- pelo menos um ECA de alta qualidade e
- pelo menos dois ECAs de baixa qualidade (3 ou menos pontos) ou um ECC de alta qualidade*.

Evidência limitada

Desfecho com resultados estatisticamente significativos em:

- pelo menos um ECA de alta qualidade ou
- pelo menos dois ECC de alta qualidade* (na ausência de ECA de alta qualidade).

Achados indicativos

Desfecho com resultados estatisticamente significativos em:

- um ECC de alta qualidade ou ECA de baixa qualidade* (na ausência de ECAs de alta qualidade) ou
- dois estudos de natureza não experimental com qualidade suficiente* (na ausência de ECAs e ECCs).

Evidência insuficiente ou ausente

- No caso de resultados dos estudos selecionados não atenderem os critérios de nenhum nível acima ou
- no caso de resultados conflitantes (positivamente significativos e negativamente significativos) entre ECAs e entre ECCs ou
- no caso de ausência de estudos.

* Se o número de estudos que demonstram evidência for inferior a 50% do número total de estudos dentro de uma mesma categoria de qualidade e desenho metodológico (ECA, ECC, não-experimental) não há classificação de evidência.