

## EFEITO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR SOBRE GRUPO EXTENSOR DE PUNHO EM PACIENTE COM SEQÜELA DE AVE: RELATO DE CASO

João Ricardo Cray da Costa\*  
Márcio Augusto Schramm Volpe\*  
Sérgio Jorge\*\*

COSTA, J.R.C.; VOLPE, M.A.S.; JORGE, S. Efeito da estimulação elétrica neuromuscular sobre grupo extensor de punho em paciente com seqüela de ave: relato de caso. *Arq. Ciênc. Saúde Unipar*, Umuarama, 8(2), mai./ago. p.129-134, 2004.

**RESUMO:** O Acidente Vascular Encefálico pode ser definido como um déficit neurológico focal súbito devido a uma lesão vascular, e constitui a terceira causa de morte no mundo. Sendo uma das complicações o aparecimento de um aumento do tônus na musculatura antigravitária, resultante de lesões “piramidais”, denominado espasticidade. A estimulação elétrica foi usada no controle da espasticidade quando descrito a respeito dos efeitos da ativação elétrica do antagonista ao músculo espástico. O presente estudo teve como objetivo verificar a redução da espasticidade e o aumento da amplitude de movimento. O paciente foi submetido a um protocolo de eletroestimulação, sendo os parâmetros utilizados: corrente elétrica de média frequência, 2500 Hz, 400 µs de largura de pulso, 50 Hz de frequência tetânica, 50% de corrente por ciclo, 9/27 segundos da relação contração/relaxamento. Tendo como resultados, aumento na amplitude de movimento ativa e passiva de extensão de punho, seguido de um aumento de despolarização da musculatura antagonista. A estimulação elétrica neuromuscular neste estudo de caso demonstrou eficácia no controle à espasticidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Acidente vascular encefálico. Espasticidade. Eletroestimulação. Despolarização. Musculatura antagonista.

### THE NEUROMUSCULAR ELECTRIC STIMULATION EFFECT ON FIST EXTENSOR GROUP OF STROKE SEQUEL PATIENTS: STUDY CASE

COSTA, J.R.C.; VOLPE, M.A.S.; JORGE, S. The neuromuscular electric stimulation effect on fist extensor group of stroke sequel patients: study case. *Arq. Ciênc. Saúde Unipar*, Umuarama, 8(2), mai./ago. p.129-134, 2004.

**ABSTRACT:** The encephalic vascular accident can be defined as a sudden focal neurological deficit due to a vascular injury, and constitutes the third cause of death in the world. One of the complications is the appearance of an increase of the antigravitary musculature caused by “pyramidal” injuries called spasticity. The electric stimulation was used to control the spasticity when described regarding the effect of the electric activation of the antagonist of the espastical muscle. The present study aimed at the reduction of the spasticity and the increase of the movement amplitude. The patient was submitted to the electric stimulation protocol and the parameters used were: average frequency electric chain, 2500 Hz, 400 ms of pulse width, 50 Hz of tetanic frequency, 50% of stimulations per cycle, 9/27 seconds of the relation contraction/relaxation. The results were an increase in the active and passive movement amplitude of the fist extension followed by an increase of antagonistic musculature depolarization. The neuromuscular electric stimulation in this study of case showed effectiveness to control the spasticity.

**KEY WORDS:** Encephalic vascular accident. Spasticity. Electric stimulation. Depolarization. Antagonistic musculature.

#### Introdução

O Acidente Vascular Encefálico (AVE) pode ser definido como um déficit neurológico focal súbito devido a uma lesão vascular, decorrente de obstrução ou rompimento de um vaso.

As doenças cérebro-vasculares constituem a terceira causa de morte no mundo atrás somente das cardiopatias em geral e do câncer. As complicações do AVE

podem ser: alterações na fala, campo visual, capacidade cognitiva, alterações sensitivo-motoras, exacerbação de reflexos posturais e aparecimento de um aumento do tônus na musculatura antigravitária no hemicorpo contralateral à lesão (ANDRÉ, 1999).

A hipertonía resultante de lesões “piramidais” é denominada espasticidade, fundamentando-se no fato de que nas lesões “piramidais” são acometidos o tracto

\*Discente do curso de Fisioterapia - UNIPAR.

\*\*Docente da disciplina de Neurologia aplicada a Fisioterapia e Fisioterapia Geral – UNIPAR, Docente e diretor do curso de Fisioterapia – UNOESTE.

Endereço para correspondência: João Ricardo Cray da Costa, Rua Coronel Bitencourt 567, Centro, Ponta Grossa Paraná, 84010-290, [jrcray@brturbo.com](mailto:jrcray@brturbo.com);

Márcio Augusto Schramm Volpe, Praça Mascarenhas de Moraes 5075 apt.201, Centro, Umuarama Paraná, 87502-210.

piramidal, o rubroespinal e o reticuloespinal inibidor, resultando em desativação dos motoneurônios “flexores”, liberando os motoneurônios “extensores” devido à ação do tracto vestibuloespinal, o qual se encontra “livre” de seus opositores. Desta forma, ocorre o aumento do tônus da musculatura antigravitária. (extensora dos mmII e flexoras e dos mmss). A hipertonia é explicada pela preponderância nítida do sistema vestibuloespinal, liberado pela ausência da ação das vias corticoespinal, rubroespinal e retículo lateral (DORETTO, 1996).

A hemiplegia pós-acidente vascular encefálico é uma das formas mais frequentes de incapacidade. Em relação aos aspectos motores, a paresia espástica, a perda da seletividade do movimento, as retrações músculo-ligamentares e as deformidades são problemas que podem ser melhor tratados com a inclusão de técnicas de eletroestimulação no arsenal de recursos terapêuticos utilizadas no processo reabilitativo. A aplicação de estímulos seletivos de modo repetitivo sobre grupos musculares antagonistas aos hipertônicos, leva a uma melhora na tonicidade muscular e produz um mecanismo de inibição recíproca diminuindo o tônus da musculatura agonista (LIANZA, 1993).

“A estimulação elétrica foi usada no controle da espasticidade antes de 1971, quando se relatou a respeito dos efeitos da ativação elétrica do antagonista ao músculo espástico...” (Levine *et al*; *apud* ROBINSON & SNYDER-MACKLER, 2001).

Particularmente, nas últimas duas décadas, o uso da Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) difundiu-se bastante entre a comunidade científica e, contrariamente às suas aplicações anteriores, seu uso passou a incluir músculos inervados. Dois fatores contribuíram para isso: o primeiro foi a popularização dos geradores de corrente elétrica, e o segundo foram os trabalhos do cientista russo Yakov Kots, que afirmava que a EENM seria capaz de produzir ganhos de força significativos em sujeitos saudáveis (Alon *apud* NELSON *et al*, 1999).

Kots afirmou que era necessário que se cumprissem algumas exigências, para que a EENM pudesse aumentar a força de músculos saudáveis de forma satisfatória: primeiro, a amplitude usada na EENM deveria ser em intensidades suficientes para recrutar o máximo de fibras musculares; segundo, que o recrutamento de todas as fibras musculares deveria ocorrer em sua máxima frequência de ativação. Kots afirmou ainda que a “técnica russa” utilizada para EENM produziria um bloqueio relativo das fibras sensoriais aferentes, permitindo uma estimulação suficiente dos axônios motores de modo a recrutar todas as fibras em sua máxima frequência de ativação, com pouca ou nenhuma sensação de dor (Swearinger *apud* NELSON *et al*, 1999).

De acordo com Robinson *apud* ROBINSON & SNYDER-MACKLER (2001), um trabalho atual nessa área focalizou não somente os efeitos da EENM no músculo normal, como também sua utilidade no controle de uma variedade de distúrbios musculares, que podem levar a limitações na amplitude ativa e passiva do movimento articular.

Existe uma grande variedade de formas de corrente de média frequência, porém as mais conhecidas e utilizadas na reabilitação física são as Correntes Interferenciais,

para tratamento analgésico e a Corrente Russa para eletroestimulação muscular (ADEL & LUYKX, 1997).

O uso de frequências de estimulação de 2.200 e 2.500 Hz pode ser atribuída aos trabalhos de Kots. Estas correntes, conhecidas popularmente como “corrente russa”, são administradas sob forma de envelopes a 50 Hz, o que minimizaria o desconforto sensorial na pele, e permitiria assim, uma estimulação motora de maior intensidade, resultando em maior força de contração. Estudos recentes, entretanto, têm demonstrado que não existe diferença na efetividade das contrações geradas por correntes de 2.500 Hz, comparando-as com as de baixa frequência, quando elas são usadas para produzir contrações musculares (HOLCOMB *et al.*, 2000; BRASILEIRO *et al.*, 2001).

Em contrações voluntárias, as unidades motoras de contração lenta são recrutadas primeiro, seguidas pelas rápidas, à medida que a demanda da força aumenta. A estimulação elétrica tem preferência de recrutamento pelas unidades motoras rápidas, com fibras musculares tipo II. As maiores evidências vêm de experimentos com motoneurônios de animais. Quando a estimulação é aplicada diretamente em um motoneurônio, as unidades motoras que são recrutadas primeiro são aquelas inervadas por axônios com menor resistência à estimulação, ou seja, aqueles de grandes diâmetros, que inervam as fibras rápidas; esta ordem de recrutamento é oposta à da contração voluntária (SINACORE *et al.*, 1990).

Uma outra diferença importante entre as contrações voluntárias e aquelas induzidas eletricamente é a ativação sincrônica de todas as unidades motoras nas contrações estimuladas conhecido como *lei do tudo ou nada*; o processo de excitação/acoplamento ocorrerá aproximadamente ao mesmo tempo. Desta forma, todos os axônios do mesmo tamanho e a uma mesma distância do eletrodo de estimulação serão ativados sincronicamente. Clinicamente, a contração muscular como um todo, quando produzida eletricamente, pode perder suas características de suavidade e de ativação gradual, devido não apenas à ordem inversa de recrutamento de unidades motoras, mas também ao sincronismo das mesmas; como resultado, a fadiga muscular ocorrerá mais rapidamente nas contrações eletricamente estimuladas do que nas voluntárias (Swearinger *apud* NELSON *et al*, 1999).

De uma forma geral, os protocolos normalmente envolvem estimulações em intensidades máximas durante dez a quinze segundos, seguidos por um período de repouso entre 30 e 60 segundos. O número de repetições em uma única sessão pode ser determinado pelo tempo da sessão ou número de contrações, e o número de sessões diárias pode variar de uma a três. A maioria dos estudos, frequentemente, aponta para um número de três a cinco sessões por semana e o período de treinamento irá variar muito em função dos objetivos do programa, bem como das respostas do paciente frente a EENM (CURRIER & MANN, 1983; LAUGHMAN *et al.*, 1983; LIEBER *et al.*, 1996).

Segundo LOW & REED (2001), os aparelhos de eletromiografia construídos especialmente para *biofeedback*, em geral proporcionam tanto respostas auditivas quanto visuais, normalmente movendo a agulha de um medidor em vez de um traço no osciloscópio. O movimento homogêneo da agulha é conseguido com a retificação e a média da

atividade elétrica das atividades motoras provenientes dos músculos, deste modo, produzindo uma saída que varia homogeneamente com a atividade muscular média. Como costumam ser usados eletrodos de superfície, a localização do sinal do eletromiograma não é exato, aplicando-se apenas aos músculos razoavelmente superficiais.

SOARES (1998) relata que o biofeedback eletromiográfico, registra a intensidade da atividade elétrica dos músculos esqueléticos e permite identificar regiões de tensão muscular exagerada através de eletrodos aplicados superficialmente na pele. O dispositivo de EMG (eletromiografia) registra a despolarização do sarcolema e não a tensão muscular, pois a partir do momento que o SNC (sistema nervoso central) tem a intenção de mover-se, a informação desloca-se pela medula espinhal, a célula do corno anterior descarrega-se e o nervo motor despolariza-se conduzindo sua corrente elétrica em direção ao músculo.

Para Krebs *apud* O'SULLIVAN (1993), após todas as ramificações do nervo motor serem descarregadas, o potencial de ação entra em contato com a junção neuromuscular e libera acetilcolina na fenda sináptica, cujos receptores provocam a ocorrência de um segundo potencial de ação, desta vez no sarcolema, que é mais lento que o potencial de ação nervosa. Depois que a excitação elétrica percorre o músculo, o potencial de ação atinge uma área de armazenamento para íons cálcio, despolariza e o cálcio é liberado, ocorrendo a contração muscular. Normalmente, embora nem sempre, o potencial de ação elétrica do músculo resulta na produção de tensão (força) pelo músculo. Portanto, é importante salientar que a mensuração da atividade elétrica de um músculo não é o mesmo que medir a tensão muscular, já que o sinal do eletromiograma surge antes e, ocasionalmente, de modo independente da atividade mecânica do músculo.

Uma vantagem do aparelho, segundo Binder-Macleod *apud* ROBINSON & SNYDER-MACKLER (2001), é a velocidade e a continuidade com que a informação é fornecida ao terapeuta e ao paciente. O mesmo possui a habilidade de prover o feedback contínuo, em uma menor velocidade, o que difere do comando verbal que necessita de um período maior para ser processado e apresentado ao paciente.

“Middaugh, em 1978, em sua pesquisa, além de mediar a amplitude de movimento, mediu a atividade EMG no músculo e foi, portanto capaz de monitorar as alterações na atividade muscular total...”(LOW & REED, 2001).

O presente estudo teve por objetivo verificar o efeito da eletroestimulação muscular de média frequência para a redução da espasticidade e aumento da amplitude de movimento ativa no grupo muscular extensor de punho em paciente com seqüela de AVE.

### Casística e Metodologia

Este trabalho foi realizado na Clínica de Fisioterapia da Universidade Paranaense, com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos desta instituição.

O paciente A. S. M. 51 anos, sexo masculino, portador de seqüela de Acidente Vascular Encefálico há, aproximadamente, dezoito meses, com déficit de controle

motor de membro superior esquerdo decorrente da hipertonía grau dois da Escala de Aschworth Modificada (dado utilizado com fins somente de inclusão e nunca com o interesse de pesquisa escala esta que foi utilizada somente para critérios de inclusão) e com quadro clínico estável e adequado para realização do estudo.

O mesmo foi submetido a uma avaliação inicial, utilizando um goniômetro para mensurar a amplitude de movimento ativo e passivo de extensão de punho, a partir da posição neutra aferida por três vezes consecutivas, com intervalos de um minuto. Na seqüência, foi utilizado Biofeedback EMG (eletromiográfico) avaliativo, de movimentação ativa de extensão de punho, a partir da posição neutra, com tempo de contração de 10 segundos (recebendo estímulos verbais e visuais) e 30 segundos de relaxamento, solicitando três contrações a cada teste, por três vezes consecutivas, com intervalos de um minuto, onde foram aferidos somente os picos de cada contração.

Para avaliação EMG, foram utilizados eletrodos de superfície acoplados ao ventre muscular, (técnica miofacial), ligados ao aparelho de biofeedback da marca Pathway, modelo MR-20 acoplado ao microcomputador.

O paciente foi submetido ao protocolo de tratamento eletroterapêutico durante 20 sessões, com frequência de cinco vezes por semana, uma vez ao dia.

Para eletroestimulação, foi utilizado o aparelho de marca KLD modelo Endophasys – R., utilizando uma corrente elétrica de média frequência, com frequência portadora de 2500 Hz, 400  $\mu$ s de largura de pulso, 50 Hz de frequência tetânica, 50% de estímulos por ciclo, 9/27 segundos da relação contração relaxamento, com intensidade ajustada de acordo com a sensibilidade do paciente, até causar uma contração muscular máxima. O protocolo estabelecido respeitará o tempo de 30 minutos ou até o aparecimento dos sinais de fadiga, podendo sofrer variações de duração entre as sessões.

Foi utilizado um canal de eletroestimulação, com dois eletrodos acoplados com gel na pele tricotomizada, fixados com fita adesiva, utilizando a técnica mioenergética (figura 1).



**Figura 1 - Contração máxima e posicionamento dos eletrodos da eletroestimulação.**

Após a décima e vigésima sessão, o paciente foi submetido à reavaliação da goniometria ativa e passiva e

biofeedback eletromiográfico (figura 2), para se observar a ocorrência ou não de alteração em relação ao início do tratamento.

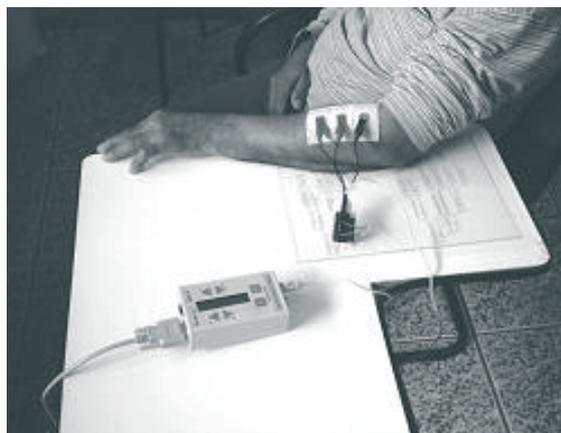


Figura 2 - Avaliação do Biofeedback Eletromiográfico.

Os resultados foram obtidos a partir das médias aferidas de cada uma das três avaliações, onde os valores foram confrontados para análise dos resultados.

### Resultados

Após vinte sessões de EENM, sem alteração no tempo de aplicação, os resultados do estudo de caso demonstraram um aumento na amplitude de movimento, onde se observou ganho entre os períodos pré e pós-tratamento, onde as médias das avaliações se mantiveram de forma crescente entre este período (Tabela 1); já o movimento ativo de extensão de punho, porém com maior evolução durante o período compreendido entre as avaliações intermediária e final e o aumento na amplitude de movimento passivo de extensão de punho no período entre as avaliações inicial e intermediária (Tabela 2),

Tabela 1 - Avaliação através de Goniometria ativa e passiva de um indivíduo com seqüela de AVE, tratado na Clínica de Fisioterapia da UNIPAR, Umuarama – PR, 2003 (Aferidos em graus)

Avaliação	Ativo	Passivo
A	41,00	58,33
B	41,67	76,67
C	48,00	83,33

Legenda: A=início, B=meio, C=final. Fonte: Clínica de Fisioterapia da UNIPAR – Umuarama – PR

Tabela 2 - Diferença entre as médias das avaliações da goniometria ativa e passiva de um indivíduo com seqüela de AVE, tratado na Clínica de Fisioterapia da UNIPAR, Umuarama – PR, 2003 (Aferidos em graus)

Avaliação	Ativo	Passivo
C-A	7,00	15,00
C-B	6,33	6,67
B-A	0,67	8,33

Legenda: A=início, B=meio, C=final. Fonte: Clínica de Fisioterapia da UNIPAR – Umuarama – PR

O aumento da despolarização muscular obtida pelo Biofeedback EMG, durante o teste de extensão ativa de punho manteve-se crescente da primeira a última avaliação, porém com maior evidência entre a avaliação inicial e intermediária, onde se obteve a maior diferença de valores da despolarização muscular em comparação à fase intermediária e final de tratamento (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3 - Avaliação através de Biofeedback EMG de um indivíduo com seqüela de AVE, tratado na Clínica de Fisioterapia da UNIPAR, Umuarama – PR, 2003 (Contração aos 0”, 30” e 60”, aferidos em µs)

Avaliação	0”	30”	60”
A	64,33	59,00	70,00
B	87,33	86,33	93,67
C	99,67	109,33	110,33

Legenda: A=início, B=meio, C=final.

Fonte: Clínica de Fisioterapia da UNIPAR – Umuarama – PR

Tabela 4 - Diferença entre as médias das avaliações do Biofeedback EMG de um indivíduo com seqüela de AVE, tratado na Clínica de Fisioterapia da UNIPAR, Umuarama – PR, 2003 (Contração aos 0”, 30” e 60”, aferidos em µs)

Avaliação	0”	30”	60”
C-A	35,33	50,33	40,33
C-B	12,33	23,00	16,67
B-A	23,00	27,33	23,67

Legenda: A=início, B=meio, C=final.

Fonte: Clínica de Fisioterapia da UNIPAR – Umuarama – PR

Diante disso, sugere-se que o aumento da amplitude de movimento na goniometria ativa de punho foi maior entre as médias das avaliações intermediária e final, pelo ganho de força muscular do grupo extensor. Além do aumento da despolarização muscular, o que indica um aumento da força muscular, levando a uma possível redução da hipertonia flexora de punho, pelo mecanismo de inibição recíproca.

### Discussão

Na literatura consultada, há muitos relatos de trabalhos utilizando diversos tipos de corrente elétrica na musculatura tibial anterior, antagônica ao músculo tríceps sural objetivando a diminuição do tônus muscular e melhora da função. (Apkarian & Naumann *apud* ROBINSON & SNYDER-MACKLER, 2001). Sendo que o presente estudo utilizou os mesmos fundamentos, porém em grupos musculares diferentes.

MACKENZIE-KNAPP (1999), utilizaram uma corrente bifásica retangular assimétrica com uma largura de pulso de 30 µs e uma frequência de 50 Hz. O total em tempo eram oito segundos, consistindo de 2s de subida, 5s de descida e 1s de descida. A intensidade foi ajustada tão forte quanto possível, sem causar desconforto ao paciente. A excitação elétrica era aplicada durante 10 a 20 minutos por dia, cinco dias por semana, num tempo total de aproximadamente quatro horas. Observando uma melhora nos músculos tratados com frequência diária o que no presente estudo

apresentou evolução com esta forma de tratamento.

Pandyan *apud* LOW & REED (2001) relataram os resultados da estimulação elétrica aplicada em disparos de três segundos nos extensores de punho e dedos de dois pacientes hemiplégicos. Eles foram tratados por várias semanas e fizeram seu próprio controle. A amplitude ativa do movimento do punho aumentou e a postura do punho e o edema da mão melhoraram.

HUMMELSHEIM *et al.* (1997), em seu trabalho com doze pacientes pós-AVE, estudaram o efeito da excitação elétrica do músculo extensor e flexor radial do carpo no desempenho de parâmetros de movimentos básicos da mão e em capacidade motora funcional de braço e mão. A estimulação realizada com uma corrente monofásica num período de 15 minutos, com intensidade necessária para obter uma contração máxima. Foi observada uma diminuição da espasticidade na avaliação dos flexores de punho através da escala de Ashworth modificada.

WANG *et al.* (2000) estudaram dez pacientes pós-AVE, com hipertonia de músculo extensor de joelho, estimulados eletricamente com eletrodos de superfície aplicados à pele, na décima segunda vértebra torácica e primeira área lombar, com período de 45 minutos. As excitações elétricas tiveram modulação de amplitude de corrente alternada, com uma frequência portadora de 2500 Hz, modulada em 20 Hz. Foi elevada a amplitude de excitação para extrair estimulação sensorial. Os resultados indicaram que nove de dez pacientes demonstraram uma diminuição na escala Ashworth Modificada. A atividade de EMG do quadríceps espasmódico durante flexão de joelho ativa foi diminuída, comparada com o valor antes do tratamento.

PETERSON & KLEMAR (1988) utilizaram uma corrente pulsada monofásica de 33 a 50 Hz, com tempo de contração de 2 a 3 segundos por 10 de relaxamento, com duração de 30 minutos, 2 vezes ao dia por 4 semanas, para estimular o músculo tibial anterior de 22 pacientes com hipertonia de flexores plantares. Tendo como resultados, diminuição na resistência passiva ao alongamento e possível redução da hipertonia.

BAKER *et al.* (1979) utilizaram a EENM em 16 pacientes hemiplégicos, no grupo extensor de punho e dedos, inicialmente com duração de 15 minutos, 2 vezes ao dia, até chegar a 30 minutos, 3 vezes ao dia, durante quatro semanas. Utilizando uma corrente de pulsos monofásico retangulares com duração de pulso de 200 $\mu$ s e frequência de 33 pps, com tempo de estímulos de 7s por 10s de relaxamento, onde essa contração era produzida por toda a ADM disponível. Como resultado apresentaram um aumento da ADM passiva de punho em resposta rápida a alongamentos manuais, e observaram que a redução da hipertonia persistia durante 30 minutos após a eletroestimulação.

Para LIANZA (1993), a redução da espasticidade dos antagonistas flexores, através de estimulação elétrica, acontece pela produção de movimentos extensores evocados repetitivos, obtendo-se a manutenção do ganho funcional mesmo depois de cessada a aplicação do estímulo. Este estudo baseia-se na produção de um mecanismo de ação inibitória recíproca que promove a diminuição do tônus do grupo muscular antagonista.

COZEAN *et al.*, (1988), em seu estudo com 32

indivíduos com seqüela de AVE, dividido em quatro grupos iguais sendo o primeiro o controle; o segundo submetido ao tratamento com biofeedback; no terceiro utilizou eletroestimulação; e no quarto grupo a associação do biofeedback com a eletroestimulação em quadríceps e tibial anterior. Estes tratamentos foram promovidos semanalmente, durante 12 sessões de 30 minutos. Observou ganho de amplitude de movimento e redução do tempo para a marcha em todos os grupos, em comparação ao grupo controle, com maior significância estatística no quarto grupo onde foi associado às técnicas de biofeedback com eletroterapia.

Confrontando os resultados desse estudo com alguns dos resultados relatados na literatura consultada, nota-se que houve uma redução do tônus flexor de punho, já que houve aumento no grau de amplitude de movimento tanto ativa quanto passiva de extensão de punho.

Na literatura, não há homogeneização dos parâmetros de eletroestimulação, portanto este estudo foi baseado em função de técnicas de vários autores, desta forma, elaborando um novo protocolo. Portanto, independente das características da corrente e métodos de aferição, os autores citados neste trabalho relatam melhoras significativas na aplicação de eletroestimulação neuromuscular em vários grupos musculares.

Este fato sugere uma redução do tônus, possivelmente pelo mecanismo de inibição recíproca, como citado por alguns dos autores consultados. Podendo ser confirmado esse aumento de atividade elétrica no grupo muscular antagonista ao espástico, através do Biofeedback EMG. No entanto, quanto ao aspecto funcional, seria necessário um acompanhamento por um período prolongado, a fim de se observar se o efeito seria mantido. Não foram ainda encontrados relatos de efeitos colaterais que pudessem prejudicar o paciente ao longo do tratamento.

Nota-se ainda, que a utilização de corrente de média frequência bifásica balanceada não trouxe nenhum desconforto ao paciente, provocando uma contração bastante evidente e sem dor sendo, portanto, adequada para este tipo de estimulação, fato que está de acordo os resultados obtidos pelos autores.

## Conclusão

A estimulação elétrica neuromuscular, com corrente elétrica bifásica simétrica balanceada de média frequência, demonstrou ser um recurso benéfico para o paciente estudado em relação à redução da hipertonia pois, após vinte sessões de terapia, verificou-se um aumento na amplitude de movimento e um aumento na despolarização muscular, com conseqüente melhora na função do membro.

A presente pesquisa não teve por objetivo afirmar que apenas a estimulação elétrica neuromuscular pode aumentar a amplitude de movimento e a despolarização muscular com conseqüente diminuição da hipertonia, mas que esta pode ser utilizada como uma forma de tratamento onde se conseguem bons resultados.

Os resultados obtidos foram decorrentes de um tratamento de curto prazo e, com uma amostra única, deixando abertos os caminhos para novas investigações.

## Referências

- ADEL, R. V.; LUYKK, R. H. J. *Eletroterapia de frecuencia baja e media*. Holanda: Enraf-Nonions, 1997. p. 32-41
- ALON, G. The Pinciples of the electrical stimulation. In: NELSON, R. M.; HAYES, K. W.; CURRIER, D. P. *Clinical Electrotherapy*. Stamford: Applleton & Lange; 1999. p.29-80.
- ANDRÉ, C. *Manual de AVC*. Rio de Janeiro: Revinter, 1999. p. 3-5; 112-118.
- APKARIAN, J. A.; NAUMANN, S. Stretch reflex inhibition using electrical stimulation in normal subjects and subjects with spasticity. In: ROBINSON, A. J.; SNYDER-MACKLER, L. *Eletrofisiologia clínica: eletroterapia e teste eletrofisiológico*. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2001. p.158.
- BAKER, L. L. et al. Electrical stimulation of wrist and fingers for hemiplegics patients. *Physical Therapy*, v. 59, n.12, p. 1496-1499, 1979.
- BINDER-MACLEOD, S. A. Biofeedback eletromiografica para melhorar o controle motor voluntário. In: ROBINSON, A. J.; SNYDER-MACKLER, L. *Eletrofisiologia clínica: eletroterapia e teste eletrofisiológico*. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2001. p. 384.
- BRASILEIRO, J. S. et al. Estudo comparativo entre a capacidade de geração de torque e o desconforto sensorial produzido por duas formas de estimulação elétrica neuromuscular em sujeitos sadios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS EM FISIOTERAPIA E SUAS APLICAÇÕES, 1., 2001, São Carlos. *Anais...* São Carlos, 2001. p.13.
- COZEAN, C. D.; PEASE, W. S.; HUBBELL, S. D. Biofeedback and functional etecric stimulation in stroke rehabilitation. *Arch Physiological Medical Rehabilitation*, v. 69, n. 6, p. 401-405, 1988.
- CURRIER, D. P.; MANN, R. Muscular strength development by electrical stimulation in healthy Individuals. *Physical Therapy*, v. 63, n. 6, p. 915-921, 1983.
- DORETTO, D. *Fisiopatologia clínica do sistema nervoso "fundamentos da semiologia*. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1996. p. 67.
- HOLCOMB, W. R.; GOLESTANI, S.; HILL, S. A Comparison of knee-extension torque production with biphasic versus Russian Current. *Journal of Sport Rehabilitation*, v. 9, n. 3, p. 229-239, 2000.
- HUMMELSHEIM, H.; MAIER-LOTH, M. L.; EICKHOF, C. The functional value of electrical muscle stimulation for the rehabilitation of the hand in stroke patients. *Scandinavian Journal Rehabilitation Medical*, v. 29, n. 1, p. 03-10, 1997.
- KREBS, D. E. Biofeedback. In: O'SULLIVAN, S. B.; SCHIMITZ, T. J. *Fisioterapia avaliação e tratamento*. 2. ed. São Paulo: Manole, 1993. p. 723-724.
- LAUGHMAN, R. K. et al. Strength changes in the normal quadriceps femoris muscle as a result of electrical stimulation. *Physical Therapy*, v. 63, n. 4, p. 494-499, 1983.
- LEVINE, M. G.; KNOTT, M.; KABOT, H. Relaxation of spasticity by electrical of antagonist muscle. In: ROBINSON, A. J.; SNYDER-MACKLER, L. *Eletrofisiologia clínica: eletroterapia e teste eletrofisiológico*. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2001. p.156.
- LIANZA, S. *Estimulação elétrica funcional – FES e reabilitação*. São Paulo: Atheneu, 1993. p. 27-28.
- LIEBER, R. L.; SILVA, P. D.; DANIEL, D. M. Equal effectiveness of electrical and volitional strength training for quadriceps femoris muscles after anterior cruciate ligament surgery. *Journal of Orthopaedic Research*, v. 14, n.1, p. 131-138, 1996.
- LOW, J.; REED, A. *Eletroterapia explicada: princípios e prática*. 3. ed. São Paulo: Manole, 2001. p.174-185.
- MACKENZIE-KNAPP, M. Electrical stimulation in early stroke rehabilitation of the upper limb with inattention. *Australian Journal of Physiotherapy*, v. 41, n.1, p. 223-227, 1999.
- PANDYAN, A. D. et al. Effects of electrical stimulation on the wrist of wrist oh hemiplegic patients. In: LOW, J.; REED, A. *Eletroterapia explicada: princípios e prática*. 3. ed. São Paulo: Manole, 2001. p. 89.
- PETERSON, T.; KLEMAR, K. B. Electrical stimulation as a treatment of lowel limb sparticity. *Journal Neurologyc Rehabilitation*, v. 2, n.1, p. 103-108, 1988.
- ROBINSON, A. J. Estimulação elétrica neuromuscular no controle da postura e movimento. In: ROBINSON, A. J.; SNYDER-MACKLER, L. *Eletrofisiologia clínica: eletroterapia e teste eletrofisiológico*. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2001. p.147.
- SINACORE, D. R. et al. Type II fiber activation with electrical stimulation: a preliminary report. *Physical Therapy*, v. 70, n. 7, p. 416-422, 1990
- SOARES, A. V. Biofeedback eletromiográfico na recuperação do pé caído. *Revista Fisioterapia Universidade São Paulo*, v. 5, n. 2, p. 104-109, 1998.
- SWEARINGER, J. V. Electrical stimulation for improving muscle performance. In: NELSON, R. M.; HAYES, K. W.; CURRIER, D. P. *Clinical Electrotherapy*. Stamford: Applleton & Lange; 1999. p.147-172.
- WANG, R. Y.; CHAN, R. C.; TSAI, M. W. Effects of thoraco-lumbar eletric sensory stimulation knee extensor spasticity of persons who survive cerebrovascular accident (CVA). *Journal Realilitation Res. Dev.* v. 37, n. 1, p. 73-79, 2000.

Recebido para publicação em: 03/12/2003

Received for publication on: 03/12/2003

Aceito para publicação em: 11/07/2004

Accepted for publication on: 11/07/2004