

# EFEITO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA SOBRE A PLASTICIDADE NEURAL: UM ESTUDO EM PACIENTES COM DÉFICIT SENSORIAL DECORRENTE DE ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO

Angélica Moises Arthur\*  
Tamara Martins\*\*  
Luciano Chingui\*\*\*

**RESUMO:** Este artigo apresenta o estudo e desenvolvimento de técnicas de estimulação elétrica buscando a recuperação sensorial em pacientes com lesão nervosa, vítimas de acidente vascular encefálico. Uma avaliação inicial foi realizada com monofilamento de nylon (estesiômetro). Por meio da classificação neurológica, foram avaliados nos membros superiores pontos-chave sensoriais correspondentes aos dermatômos C6, C5 e T1. Após a avaliação, foram feitas aplicações com estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS), com o objetivo de enviar informações sensitivas ao sistema nervoso central (SNC) pelas fibras aferentes. A partir de testes realizados com 8 pacientes voluntários, com idades entre 54 e 77 anos e todos em fase crônica, constatou-se que o dermatômo com maior grau de hipoestesia foi o C6, por essa razão, este foi considerado como o mais importante para se avaliar o progresso do tratamento. Além disso, o limiar de intensidade médio do TENS, que indica a sensibilidade dos pacientes ao tratamento, utilizando modulação com variação de intensidade e frequência (VIF), foi de 6 mA. A partir dos resultados encontrados na reavaliação, foi obtido o nível médio de melhora de sensibilidade de 34% nos pacientes voluntários.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hemiparesia. Hipoestesia sensorial. Acidente vascular encefálico. Estimulação elétrica.

---

\* Graduanda em Fisioterapia pela Faculdade Anhanguera. Campinas, SP, Brasil. E-mail: [angelicamoises@ig.com.br](mailto:angelicamoises@ig.com.br)

\*\* Orientadora. Fisioterapeuta. Mestre em Clínica Médica pela Unicamp. Coord. e Profª do Curso de Fisioterapia pela Faculdade Anhanguera. Campinas, SP, Brasil. E-mail: [tamara.martins@unianhanguera.edu.br](mailto:tamara.martins@unianhanguera.edu.br)

\*\*\* Orientador. Fisioterapeuta. Doutorando em Fisioterapia pela UFSCar. Mestre e, Fisioterapia pela Unimep. Prof. do Curso de Fisioterapia da Faculdade Anhanguera de Campinas e da Faculdade Anhanguera de Piracicaba. E-mail: [ljchingui@yahoo.com.br](mailto:ljchingui@yahoo.com.br)

Recebido em: Setembro/2008

Aprovado em: Outubro/2008

## EFFECT OF ELECTRICAL STIMULATION ON NEURAL PLASTICITY: A STUDY IN PATIENTS WITH SENSORIAL DEFICIT CAUSED BY ENCEFALIC VASCULAR ACCIDENT.

**ABSTRACT:** This article presents the study and development of electrical stimulation seeking to sensory recovery in patients with nerve injury, victims of stroke. An initial assessment was done with nylon monofilament (esthesiometry). Through neurological classification were evaluated in the upper key corresponding to the sensory dermatomes C6, C5 and T1. After evaluation, applications were made with transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) with the aim of sending sensitive information to the central nervous system (CNS) by afferent fibers. From tests with 8 volunteer patients, aged between 54 and 77 years and all in a chronic phase, it was found that the dermatome with the highest level of hypoesthesia was the C6, for that reason, this was considered the most important for to evaluate the progress of treatment. Moreover, the average threshold of intensity of TENS, which indicates the sensitivity of patients to treatment, using modulation with variation of intensity and frequency (VIF), was 6 mA. From the results in the reassessment, was obtained the average level of improvement in sensitivity of 34% in patients volunteers.

**KEY WORDS:** Hemiparesis. Sensory hypoesthesia. Stroke. Electrical stimulation.

### 1 INTRODUÇÃO

As doenças cerebrovasculares têm grande impacto sobre a saúde, e um dos principais fatores geradores é o Acidente Vascular Encefálico (AVE). O AVE é definido pela Organização Mundial da Saúde como uma síndrome de rápido desenvolvimento com sinais clínicos de perturbação focal ou global da função cerebral, podendo ser de origem isquêmica ou hemorrágica. A hemiplegia causada pelo acidente vascular encefálico gera no indivíduo incapacidades de executar as funções motoras e sensitivas.

A porção somática do sistema sensorial transmite informações a partir dos receptores da superfície do corpo e são conduzidos ao sistema nervoso central pelos nervos periféricos. Segundo Machado (2000), os mecanorreceptores são especializados pelo tato, pressão e vibração, já os termorreceptores correspondem a variações de temperatura. Os nociceptores, por outro lado, respondem ao estímulo de lesão tecidual. Após um acidente vascular encefálico a comunicação entre os receptores sensitivos e o córtex fica comprometida. Porém, estudos atuais mostram uma capacidade de recuperação neural através de novas conexões sinápticas.

A Plasticidade Neural pode ser trabalhada por meio de manipulações periféricas, modificações somatotópicas das partes corporais envolvidas sendo o tato, a propriocepção, a dor e a temperatura as principais, e também pela estimulação elétrica.

A estimulação elétrica é um recurso que tem sido amplamente utilizado nas diferentes áreas de intervenção da fisioterapia. Assim, muitos estudos têm avaliado os efeitos da estimulação elétrica na recuperação de diversos tecidos biológicos.

Diversos pesquisadores têm utilizado esse recurso em pacientes neurológicos, sendo a grande maioria das pesquisas voltada para a melhora da motricidade, por meio de eletroestimulação (RESENDE; GREENE, 2008; SERENA et al, 2008; SQUECCO, 2008). Outros autores como Maly e Petrofsky (2007) têm utilizado esse recurso para a recuperação de feridas ou úlceras, tendo encontrado resultados muito significantes.

É nesse contexto que esse estudo objetiva avaliar os efeitos da estimulação elétrica transcutânea (TENS) a neuroplasticidade de pacientes que sofreram acidente vascular encefálico (AVE).

## 2 OBJETIVO

Avaliar o efeito da TENS sobre a hipoestesia presente em pacientes acometidos por acidente vascular encefálico.

## 3 METODOLOGIA

Inicialmente foram selecionados os pacientes vítimas de AVE que estavam cadastrados na Clínica de Fisioterapia da Faculdade Comunitária de Campinas - Unidade 3. Dos 8 pacientes voluntários, 7 foram vítimas de AVE isquêmico e 1 de AVE hemorrágico (Paciente 7).

Na avaliação inicial foi utilizado o monofilamento de *nylon* (estesiômetro), mostrado na Figura 1, com espessuras e cores específicas para avaliação sensorial táctil, de acordo com as referências. (BELL-KROTOSKI, 1990 e SEMMES, WEISTEIN 1960)



Fig. 1 - Estesiômetro

Fonte: PAULA, A. R., *Uma questão de sensibilidade*. Disponível em: <http://www.sorri.com.br/bauruProdutos.asp> >. Acesso em 27 de julho de 2008.

A TENS foi realizada com o equipamento Tens/Vif 993, (Figura 2), utilizada após a avaliação sensorial. A corrente utilizada foi bifásica, frequência de 200Hz, largura de pulso de 100 µs e modulação de Variação de Intensidade e Frequência (VIF) para minimizar a acomodação da corrente. Isso para que fosse atingida apenas a primeira camada da derme, correspondente exatamente à zona de sensibilidade. A duração de cada sessão foi de 20 minutos, com intensidade ajustada de forma crescente a cada 5 min, de acordo com o limiar sensitivo de cada paciente.



Fig. 2 - Aparelho de eletroestimulação TENS (Fabricante: Quark ®), modelo Tens/Vif 993.

Após 6 meses de tratamento, realizado uma vez por semana, repetiu-se o teste com o estesiômetro para se comprovar a eficácia da técnica proposta. Considerando-se uma distribuição uniforme, foram obtidos os valores médios de sensibilidade dos pacientes antes e após o tratamento. A partir disso aplicou-se a equação a seguir para se encontrar o nível de melhora em cada paciente.

$$Ganho = \frac{(valor\_novo - valor\_antigo)}{valor\_antigo} \quad (1)$$

sendo valor\_antigo e valor\_novo os valores médios de sensibilidade antes e após o tratamento.

#### 4 DESENVOLVIMENTO

O sistema nervoso central possui um suprimento permanente e elevado de glicose e oxigênio para seu metabolismo, o que requer um fluxo sanguíneo intenso. A irrigação sanguínea dos hemisférios cerebrais é organizada a partir do conhecido polígono de Willis (Figura 3).

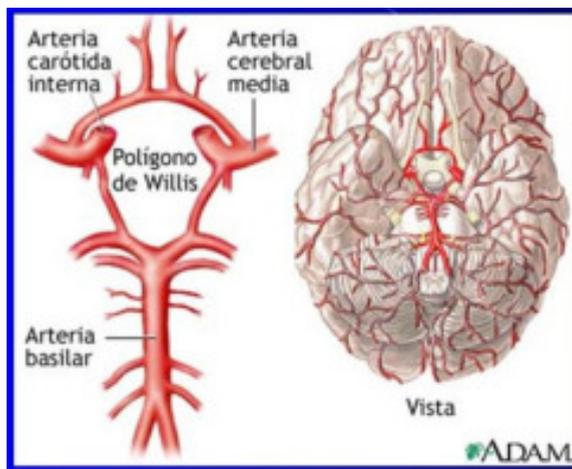


Fig. 3 - Posição encefálica do Polígono de Willis.

Fonte: HOCH, D. B., *The circle of willis*, Medical Encyclopedia. Disponível em: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/imagepages/18009.htm>. Acesso em: jun. 2008.

Quando ocorrem quedas na concentração de glicose e oxigênio, ou suspensão do fluxo sanguíneo, são toleráveis 7s até a perda da consciência. Após 5 min. começam a aparecer lesões cerebrais. Essas lesões interrompem a circulação em áreas encefálicas, causando necrose e amolecimento do tecido nervoso com alterações motoras e sensoriais ou psíquicas. (MACHADO, 2000)

Um dos processos patológicos que acometem os vasos cerebrais é o AVE. O AVE é causado devido a má circulação esquêmica ou hemorrágica com sinais focais por 24h. Segundo Lundy-Ekman (2004) o AVE pode ocorrer em 4 formas diferentes: AVE isquêmico transitório, AVE completo, AVE progressivo e AVE hemorrágico. No primeiro deles, no AVE isquêmico, ocorre uma diminuição da irrigação sanguínea, podendo a vítima ter uma recuperação completa em 24h. No AVE completo, ocorrem *déficits* neurológicos por distúrbios vasculares por um período de mais de um dia e que permanecem estáveis. No AVE progressivo, as pessoas têm *déficits* que aumentam intermitentemente com o passar do tempo. Tais efeitos podem ser causados por embolias sucessivas (coágulos de sangue que, formados em outras partes, foram transportados pelo sangue a um novo local) ou por formação contínua de um trombo (coágulo de sangue que permanece onde é formado). O trombo pode estar relacionado com a aterosclerose, que corresponde ao acúmulo de gordura nas paredes do vaso. No último deles, o AVE hemorrágico, ocorre ruptura nos vasos, com extravasamento de sangue devido ao aumento da pressão intracraniana no encéfalo. Os maiores fatores de risco

para a ocorrência do AVE são hipertensão, obesidade, tabagismo, sedentarismo, stress e colesterol alto.

Os principais efeitos do AVE são *déficits* neurológicos como disfunção sensorial e motora e alteração cognitiva, com comprometimento do lado contralateral da lesão. Os principais sintomas são dores de cabeça súbitas, fraqueza e enformigamento nos membros superiores e inferiores, paralisia da face, dificuldades na fala, perdas de visão e tonturas.

Muitas pesquisas têm sido realizadas para se amenizar ou reverter os danos causados pelo AVE. Uma das técnicas mais recentes é a aplicação de um trombolítico, medicamento usado para dissolver o trombo (OTERO, 2008). Porém, tal procedimento é eficaz se executado em no máximo 3h após a ocorrência do acidente. Outro estudo, da mesma pesquisadora, é baseado na terapia celular utilizando células tronco adultas extraídas da medula óssea. Neste caso, as células são encaminhadas por cateterismo à artéria cerebral média, onde começam a atuar. Porém, o processo se mostra eficaz somente na fase aguda do acidente.

O uso da TENS também pode ser utilizado para reabilitação sensorial de pacientes. O desenvolvimento da TENS está baseado diretamente no trabalho de Melzack e Wall (1965), que constitui a teoria da comporta para explicar o controle e modulação da dor. As pesquisas realizadas sobre as alterações patológicas constatadas em nervos após lesões, levou a justificação científica para a aplicação de impulsos elétricos, com a finalidade de modificar suas respostas anormais. Esses achados, e a teoria do controle da ponte, formam a base de boa parte da compreensão dos mecanismos da dor, e esclarecem o valor terapêutico da estimulação nervosa elétrica.

Durante séculos, a estimulação elétrica vem sendo utilizada para o alívio da dor. A estimulação nervosa elétrica transcutânea é uma corrente de baixa frequência, quando comparada a todo o espectro das frequências da corrente elétrica disponíveis para usos terapêuticos. Com a proposição de novas teorias neurológicas que explicam a dor e os mecanismos de analgesia, admitiu-se a TENS como sendo uma estimulação sensitiva transcutânea diferencial das fibras proprioceptivas do tato, a grande velocidade de condução (DAMIANE, 1998). Outros pesquisadores, entre eles Lampe (1993), Basford (1994), Basford (2002), Robinson e Snyder-Mackler (2002), e Gassen (2004), propuseram o uso da TENS para promover sensações sensoriais aferentes. O objetivo disso foi estimular e tentar recuperar o sistema sensorial comprometido de pacientes. A partir disso, busca-se neste trabalho, utilizar a estimulação TENS na tentativa de recuperação das funções sensoriais de pacientes vítimas de AVE.

Na fase inicial do projeto, foi avaliado o grau de sensibilidade de cada paciente.

Isso foi possível graças ao uso de um equipamento conhecido por estesiômetro, que representa uma forma de avaliação amplamente utilizada na prática clínica para avaliação tátil e discriminação entre dois pontos. (BELL-KROTOSKI, 1990)

O estesiômetro é composto de monofilamentos de nylon de diversas cores, sendo que cada cor se refere a uma determinada espessura. A lista apresentada na Tabela 1 define o grau de sensibilidade obtido em cada caso.

Cor	Força específica	Avaliação
Verde	0,05 g	Sensibilidade normal
Azul	0,2 g	Sensibilidade diminuída
Violeta	2,0 g	Sensibilidade diminuída com dificuldade na discriminação
Vermelho	4,0 g	Perda de sensação
Laranja	10,0 g	Perda de sensação, com leve sensibilidade à pressão
Rosa	300 g	Perda de sensação, com sensibilidade à pressão profunda

Quadro 1 - Cor do filamento e respectivas avaliações do estesiômetro utilizado.

Os pacientes vítimas de acidente vascular encefálico (AVE) foram selecionados, com idade de 54 a 77 anos e todos em fase crônica, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e foram avaliados com o estesiômetro. Durante a avaliação, os pacientes permaneceram sentados confortavelmente e com os olhos vendados. A avaliação se iniciou com o monofilamento na cor verde de menor espessura, aumentando-se gradativamente as espessuras, até se chegar ao de cor rosa. Aplicou-se sobre os dermatomos selecionados C6 (correspondente à porção lateral do antebraço), C5 (correspondente à porção lateral do braço) e T1 (correspondente à porção medial do antebraço, respectivamente).

Cada monofilamento foi aplicado sobre a pele até que o mesmo sofresse uma deformação e o paciente relatasse uma resposta sensitiva. O tempo desta fase variou de paciente para paciente, sendo que a sua resposta oral determinou o fim da aplicação da pressão e a troca de filamento. As mudanças de filamento foram realizadas em sequência, sem intervalo de tempo entre um teste e outro. O grau de sensibilidade 2 revela que a sensibilidade do paciente na região testada é normal; o grau 1 revela sensibilidade alterada. Já o grau 0, revela sensibilidade ausente.

## 5 RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados dos testes da reavaliação com o aparelho estesiômetro em cada paciente.

Com base nos dados obtidos, constatou-se que o dermatomo com maior grau de hipoestesia foi o C6 na avaliação inicial. Porém, após a reavaliação, houve melhora na sensibilidade nos filamentos violeta, vermelho, laranja e rosa como pode ser observado nas tabelas de 2 a 10. Os valores negativos, presentes em alguns casos, revelam que não houve melhora com o tratamento, mas sim piora. Tal piora ocorreu principalmente em alguns pacientes nos dermatomos C5 e T1 que não foram eletroestimulados diretamente (apenas o dermatomo C6 foi estimulado). No caso do paciente 5, houve piora da sensibilidade no C6, provavelmente por se tratar de um AVE hemorrágico e ter um elevado grau de hipoestesia.

No quadro 11, são mostrados os níveis mínimos de intensidade aplicados em cada paciente, utilizando o aparelho de eletroestimulação TENS, que revelam o limiar sensitivo para o tratamento. O objetivo foi aumentar a intensidade gradualmente em 1 mA a cada 5 min, a partir do nível de sensibilidade mínimo, durante 20 min. O tratamento foi aplicado durante 6 meses.

Cor do Filamento	Paciente 1					
	antes	após	antes	após	antes	após
	C5	C5	C6	C6	T1	T1
Verde 0,05 g	1	1	1	1	1	1
Azul 0,2 g	2	1	1	1	1	1
Violeta 2,0 g	2	2	1	2	1	2
Vermelho 4,0 g	2	2	1	2	1	2
Laranja 10,0 g	2	2	1	2	2	2
Rosa 300 g	2	2	2	2	2	2
Média	1,83	1,66	1,16	1,66	1,33	1,66
Ganho	-9,09%		42,85%		25%	

Quadro 2 - Reavaliação do grau de sensibilidade com o aparelho estesiômetro Paciente 1.

Cor do Filamento	Paciente 2					
	antes	após	antes	após	antes	após
	C5	C5	C6	C6	T1	T1
Verde 0,05 g	1	1	1	1	1	1
Azul 0,2 g	1	1	1	1	1	2
Violeta 2,0 g	2	2	1	2	1	2
Vermelho 4,0 g	2	2	1	2	2	2
Laranja 10,0 g	2	2	1	2	2	2
Rosa 300 g	2	2	1	2	2	2
Média	1,66	1,66	1	1,66	1,5	1,83
Ganho	0%		66,66%		22,22%	

Quadro 3 - Reavaliação do grau de sensibilidade com o aparelho estesiômetro - Paciente 2.

Cor do Filamento	Paciente 3					
	antes	após	antes	após	antes	após
	C5	C5	C6	C6	T1	T1
Verde 0,05 g	1	1	1	1	1	1
Azul 0,2 g	1	1	1	2	1	1
Violeta 2,0 g	2	1	1	1	2	2
Vermelho 4,0 g	2	2	1	1	2	2
Laranja 10,0 g	2	2	2	2	2	2
Rosa 300 g	2	2	2	2	2	2
Média	1,66	1,5	1,33	1,5	1,66	1,66
Ganho	-10%		12,5%		0%	

Quadro 4 - Reavaliação do grau de sensibilidade com o aparelho estesiômetro - Paciente 3.

Cor do Filamento	Paciente 4					
	antes	após	antes	após	antes	após
	C5	C5	C6	C6	T1	T1
Verde 0,05 g	2	2	0	1	0	1
Azul 0,2 g	2	2	0	1	0	1
Violeta 2,0 g	2	2	1	2	1	1
Vermelho 4,0 g	2	2	1	1	1	2
Laranja 10,0 g	2	2	1	1	1	1
Rosa 300 g	2	2	2	2	2	2
Média	2	2	0,83	1,33	0,83	1,33
Ganho	0%		60%		60%	

Quadro 5 - Reavaliação do grau de sensibilidade com o aparelho estesiômetro - Paciente 4.

Cor do Filamento	Paciente 5					
	antes	após	antes	após	antes	após
	C5	C5	C6	C6	T1	T1
Verde 0,05 g	1	0	1	0	1	0
Azul 0,2 g	1	0	1	0	1	1
Violeta 2,0 g	2	2	1	1	1	1
Vermelho 4,0 g	2	2	1	1	2	1
Laranja 10,0 g	2	2	1	2	2	2
Rosa 300 g	2	2	2	2	2	2
Média	1,66	1,33	1,16	1	1,5	1,16
Ganho	-20%		-14,29%		-22,22%	

Quadro 6 - Reavaliação do grau de sensibilidade com o aparelho estesiômetro - Paciente 5.

Cor do Filamento	Paciente 6					
	antes	após	antes	após	antes	após
	C5	C5	C6	C6	T1	T1
Verde 0,05 g	0	1	0	1	0	1
Azul 0,2 g	1	2	1	1	1	1
Violeta 2,0 g	1	1	1	2	1	1
Vermelho 4,0 g	1	2	1	2	2	2
Laranja 10,0 g	2	2	1	2	2	2
Rosa 300 g	2	2	2	2	2	2
Média	1,16	1,66	1	1,66	1,33	1,5
Ganho	42,85%		66,66%		12,5%	

Quadro 7 - Reavaliação do grau de sensibilidade com o aparelho estesiômetro - Paciente 6.

Cor do Filamento	Paciente 7					
	antes	após	antes	após	antes	após
	C5	C5	C6	C6	T1	T1
Verde 0,05 g	0	1	1	1	1	1
Azul 0,2 g	1	1	1	1	1	2
Violeta 2,0 g	1	2	1	2	1	2
Vermelho 4,0 g	1	2	2	2	1	2
Laranja 10,0 g	1	2	1	2	2	2
Rosa 300 g	2	2	2	2	2	2
Média	1	1,66	1,33	1,66	1,33	1,83
Ganho	66,66%		25%		37,5%	

Quadro 8 - Reavaliação do grau de sensibilidade com o aparelho estesiômetro - Paciente 7.

Cor do Filamento	Paciente 8					
	antes	após	antes	após	antes	após
	C5	C5	C6	C6	T1	T1
Verde 0,05 g	1	1	1	1	1	1
Azul 0,2 g	1	1	1	1	1	1
Violeta 2,0 g	2	1	1	1	2	2
Vermelho 4,0 g	2	2	2	2	2	2
Laranja 10,0 g	2	2	1	2	2	2
Rosa 300 g	2	2	2	2	2	2
Média	1,66	1,5	1,33	1,5	1,66	1,66
Ganho	-10%		12,5%		0%	

Quadro 9 - Reavaliação do grau de sensibilidade com o aparelho estesiômetro - Paciente 8.

	C5	C6	T1
Ganho Médio	7,55%	33,98%	16,87%

Quadro 10 - Ganhos médios gerais do grau de sensibilidade dos 8 pacientes.

Paciente	1	2	3	4	5	6	7	8
Limiar de Intensidade (W/cm <sup>2</sup> )	6	5	5	6	12	6	5	6

Quadro 11 - Limiar de intensidade do TENS para sensibilidade de cada paciente.

A partir desses resultados, pode-se observar uma predominância da intensidade de 6 mA no nível de limiar de sensibilidade dos pacientes analisados. Com isso, pode-se definir um protocolo de eletroestimulação com este nível inicial de intensidade. Além disso, o dermatomo C6 por ser o mais afetado nos pacientes avaliados, se configurou como um importante alvo dessa pesquisa.

A Figura 4 mostra as variações de sensibilidade média antes e após o tratamento proposto. Pode-se perceber que em apenas um caso, referente ao Paciente 5 e que possuía o maior grau de hipoestesia, o tratamento não foi eficaz. Apesar de ser uma amostra mínima, esse resultado abre uma oportunidade para trabalhos futuros, uma vez que o Paciente 5 foi o único dentro do grupo estudado vítima de AVE hemorrágico.

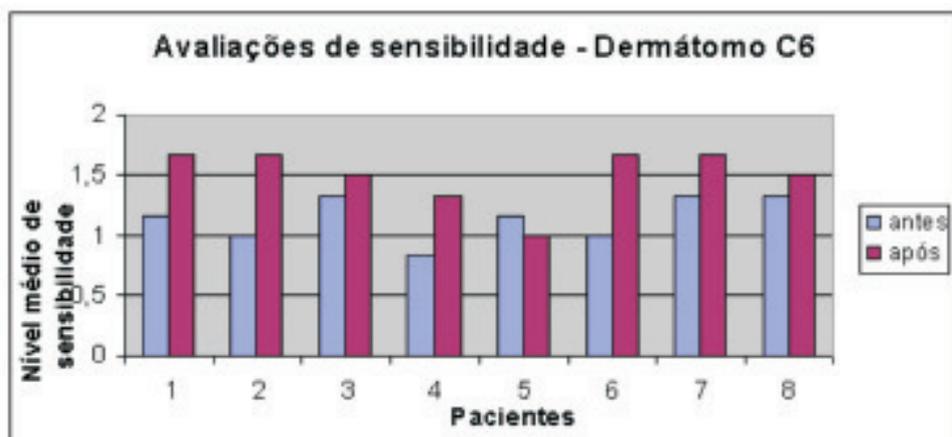


Fig. 4 - Níveis médios de sensibilidade antes e após o tratamento

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa abordou o desenvolvimento de técnicas para estimulação elétrica transcutânea almejando a recuperação sensitiva de pacientes com lesão nervosa vítimas de acidente vascular encefálico. Os testes com estesiômetro em dermatômos dos membros superiores permitiram definir um ponto específico para a eletroestimulação, o que direcionou uma melhor análise da eficácia do tratamento proposto. O limiar de intensidade do TENS encontrado poderá ser uma importante ferramenta para futuros estudos nessa área, bem como valor de referência para tratamentos de pacientes com diferentes graus de hipoestesia.

A partir dos resultados encontrados na reavaliação, foi encontrado o nível médio de melhora de sensibilidade de 34% nos pacientes voluntários. Tal melhora foi encontrada no dermatomo C6, no qual a eletroestimulação foi aplicada e justamente aquele que apresentava o maior grau de hipoestesia.

Para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação da técnica proposta em um maior número de pacientes, bem como na fase aguda de acidente vascular encefálico, buscando da mesma forma a melhoria da qualidade de vida. Além disso, é sugerido trabalhar com dois grupos de pacientes voluntários, sendo um deles de vítimas de AVE isquêmico e o outro de AVE hemorrágico.

## PARECER DE APROVAÇÃO DE COMITÊ

Pesquisa autorizada pelo Comitê de Ética da Anhanguera Educacional S/A - CEP/AESA - em 13/05/2008 por meio do parecer: 53/2008.

## REFERÊNCIAS

- BASFORD, J. R. Eletroterapia. In: KOTTKE, F. J.; LEHMANN, J. F. **Tratado de medicina física e reabilitação de Krusen**. 4. ed. São Paulo: Manole, 1994.
- BASFORD, J. R. Agentes físicos. In: DELISA, J. A.; GANS, B. M. **Tratado de medicina de reabilitação princípios e prática**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2002. v. 1
- BELL-KROTOSKI J. Light touch-deep pressure testing using semmes-weinstein monofilaments. In: SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT M. **Controle motor: teoria e aplicações práticas**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2003.
- DAMIANE, C.; DAMIANE, G. TENS: Eletroanalgesia. In: RODRIGUES, E. M.; MACHADO, A.; **Neuroanatomia funcional**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1998.

- GASSEN, P. H. **Avaliação da eficácia de protocolo de estimulação elétrica sobre a recuperação do sistema sensorial de pacientes com lesão nervosa periférica.** 2004. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, 2004.
- HOCH, D. B. **The circle of willis**, Medical Encyclopedia. Disponível em: <<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/imagepages/18009.htm>>. Acesso em: jun. 2008.
- LAMPE, G. Estimulação elétrica nervosa transcutânea. In: O'SULLIVAN, S. B.; SCHMITZ, T. J. **Fisioterapia avaliação e tratamento.** 2. ed. São Paulo: Manole, 1993.
- LUNDY-EKMAN: **Neurociência: fundamentos para a reabilitação.** Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000.
- MACHADO, A. B. M. **Neuroanatomia funcional.** 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2000.
- MALTY, Abdul-Majeed al ; PETROFSKY, Jerrold S. The effect of electrical stimulation on a normal skin blood flow in active young and older adults. **Medical Science Monitor**, New York, v. 13, n. 4, p.147-55, 2007.
- MELZACK, R.; WALL, P. D. Pain mechanism: a new theory. **Science**, Washington DC, n. 150, p. 971-979, 1965.
- OTERO, R. **Células tronco: Brasil todo coleta de cordão e sangue umbilical.** Rio de Janeiro: Agência UFRJ de Notícias, 2008.
- PAULA, A. R. **Uma questão de sensibilidade.** Disponível em: <<http://www.sorri.com.br/bauruProdutos.asp>>. Acesso em: 27 de jul. de 2008.
- RESENDE, M. M.; GREENE, A. S. Effect of angiotensin II on endothelial cell apoptosis and survival and its impact on skeletal muscle angiogenesis after electrical stimulation. **American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology**, USA, v. 25, 2008.
- ROBINSON, A. J. SNYDER-MACKLER, L. **Eletrofisiologia clínica: eletroterapia e teste eletrofisiológico.** 2. ed. São Paulo: Artmed, 2002.
- SEMMES, J., WEINSTEIN, S. Somatosensory changes after penetrating brain wounds in man. In: SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. **Controle motor: teoria e aplicações práticas.** 2. ed. São Paulo: Manole, 2003.
- SERENA, E. et al. Electrophysiologic stimulation improves myogenic potential of muscle precursor cells grown in a 3D collagen scaffold. **Neurol Res.**, Padova, Italy, v. 30, n. 2, p. 207-14, 2008.
- SQUECCO, R. et al. Mechano-sensitivity of normal and long term denervated soleus muscle of the rat. **Neural Res**, Florence, Italy, v. 30, n. 2, p. 155-9, 2008.