
EFEITOS DA TENS ACUPUNTURAL NO LIMIAR DA DOR INDUZIDA PELO FRIO

Effects of the acupunctural TENS in the threshold of cold induced pain

**Patrícia Clara Pereira dos Santos¹, João Luiz de Oliveira Ramos²,
Mauricy Alves da Motta³, Eduardo José Nepomuceno Montenegro⁴**

¹ Discente do Curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE - Brasil, e-mail: patriciaacps@yahoo.com.br

² Fisioterapeuta da Unidade do Coração (UNICORDS), Hospital Alfa e Hospital Nossa Senhora do Ó. Recife, PE - Brasil, e-mail: jlramos@yahoo.com.br

³ Prof. Dr. Associado I do Departamento de Biofísica e Radiobiologia da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE - Brasil, e-mail: motta632000@gmail.com

⁴ Prof. Dr. Adjunto II do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE - Brasil, e-mail: eduardo.montenegro@ufpe.br

Resumo

A estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) é frequentemente aplicada para o alívio de dores, embora evidências a cerca da sua eficiência sejam inconclusivas. O objetivo deste estudo é avaliar o efeito da TENS Acupuntural com dois posicionamentos de eletrodos e o efeito placebo no limiar de dor (latência) provocado pela baixa temperatura (0-2^o) em voluntárias jovens saudáveis. Vinte participantes foram recrutadas e submetidas a ciclos de indução térmica utilizando a crioestimulação na mão dominante com o objetivo de provocar uma resposta dolorosa. Os eletrodos foram localizados próximos ao local de aplicação do estímulo térmico e na região do dermatomo correspondente à área estimulada ipsilateral. A frequência de estimulação utilizada no aparelho foi de 10Hz com onda bifásica assimétrica balanceada, intensidade forte, porém confortável e com duração de pulso de 1ms. Os dados mostram que a colocação dos eletrodos, próximos ao local do estímulo, na região do dermatomo e o placebo foram efetivos no aumento do limiar de dor ao estímulo térmico. Além disso, foi constatado que a TENS aplicada na região local e do dermatomo apresentaram aumento significativo no limiar de dor em relação ao momento placebo, mas não apresentaram significância entre si. Concluímos que a aplicação da TENS Acupuntural é efetiva no aumento do limiar doloroso (latência) promovido pela estimulação de baixa temperatura.

Palavras-chave: TENS; Dor; Frio.

Abstract

Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) is frequently applied in the therapy of chronic pains, although evidences to around its efficiency are inconclusive. The aim of this study is to evaluate the increase the pain threshold (latency) provoked by acupunctural TENS and sham-TENS is compare two positioning of the electrodes in that threshold in healthy young volunteers. Twenty participants were recruited and submitted to cycles of thermal induction utilizing to cold induced pain in the dominant hand with the objective of provoke an aching answer of the voluntary. The electrodes were placed near to the thermal stimulus site application and in the dermatome region corresponding to the area stimulated and of the same side. The frequency of stimulation utilized in the device was of 10 Hz with a strong, however comfortable intensity and with duration of pulse set in 1ms. The data show that as both the placement of the electrodes near to the localities of stimulate as regards placement in the dermatome region, such as sham-TENS are effective in the increase of the threshold of pain of the stimulating thermal. Furthermore is to evidence that TENS placed near to thermal stimulated and dermatome region significantly increase the pain threshold with regard to sham-TENS, but not significantly between itself. We conclude that low frequency TENS is effective in increase pain threshold induced cold.

Keywords: TENS; Cold; Pain-induced.

INTRODUÇÃO

A estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) é definida pela Associação de Terapia Física Americana como aplicação de estímulos elétricos na superfície da pele para controle da dor. É um método não invasivo, de baixo custo, seguro e de fácil uso (1). Há dois tipos de TENS mais utilizados clinicamente, o de baixa frequência e alta intensidade, TENS Acupunctural (<10Hz) e o de alta frequência e baixa intensidade, TENS Convencional (>50Hz) (2, 3, 4).

Embora o uso da TENS seja muito comum, o mecanismo analgésico não é totalmente entendido, apesar do conhecimento sobre este método tenha aumentado e atualmente é considerada a mais comum e importante forma de eletroanalgesia clínica para aliviar a dor aguda e crônica (1).

Diferentes teorias têm sido propostas para o mecanismo de ação da TENS, a principal é a teoria da comporta da dor proposta por Melzack e Wall em 1965. A teoria do controle da comporta é através do envolvimento da inibição segmental pelos neurônios localizados na substância gelatinosa no corno dorsal da medula espinhal. Entretanto a teoria original sugere que padrões inibitórios descendentes possam existir e que esses neurônios espinhais estão sob influência descendente (5).

Especificamente, a TENS Acupunctural ativa receptores opióides à enquanto que a TENS Convencional ativa receptores opióides ã na medula espinhal e na medula ventro-medial rostral (6).

A modulação da dor provocada pela TENS Acupunctural está associado à opióides endógenos que são liberados por uma via inibitória descendente que é responsável pela atividade das fibras Aã (delta) (7, 8).

A TENS Acupunctural estimula fibras aferentes Aã e C (nociceptora polimodal), provocando liberação de opióides endógenos no sistema nervoso central (9), por isso é largamente utilizada nas algias em quadro crônico, mas, Sluka (10) demonstraram que este tipo de TENS, quando aplicada com baixa intensidade recruta fibras Aãã (alfa e beta) e quando aplicada com alta intensidade (em nível motor) recruta fibras Aãã e Aã (delta). Com isto, este modo de estimulação pode teoricamente atuar tanto em processos álgicos no quadro crônico como no agudo. Para investigarmos esta hipótese, com base no que foi exposto, o presente estudo teve como objetivo investigar o efeito da TENS Acupunctural sobre o limiar de dor (latência) em um quadro álgico agudo provocado por um estímulo térmico (água gelada a 0^o-2^oC) e como o posicionamento dos eletrodos interfere nesse limiar.

MÉTODOS

Foram utilizadas no estudo vinte voluntários, do gênero feminino, com idade entre 18 e 24 anos que não apresentaram nenhum estado patológico na região submetida à crioestimulação, não sofriam de processo alérgico ou fobia a baixa temperatura e/ou ao gel de aplicação e que não tiveram experiência prévia com a TENS. Elas foram devidamente acomodadas em uma sala climatizada, em uma postura confortável e livre de qualquer situação que pudesse provocar distração e, dessa forma, interferir nos resultados do experimento. Todas elas tiveram um momento de habituação com o ambiente onde os experimentos foram realizados. Nenhuma informação acerca do objetivo do presente trabalho foi explicada as voluntárias para não interferir nos resultados. As informações referentes ao objetivo do experimento só foram devidamente fornecidas após o término do mesmo. Elas foram questionadas sobre possíveis contra-indicações relevantes: desordens cardíacas ou neuromusculares, neuropatia periférica ou cirurgia prévia nas mãos, períodos de tensão pré-menstrual ou fluxo catamenial. Nenhuma voluntária apresentou qualquer alteração que comprometesse o desenvolvimento do estudo e todas assinaram o termo de consentimento onde concordaram com as condições do trabalho. O trabalho foi aprovado pelo comitê de ética sob o registro CEP/CCS/UFPE N° 305/05.

TENS

Foi aplicada uma forma de onda bifásica assimétrica balanceada, gerada pelo equipamento KDL Biosistemas ECOR ET 876, devidamente calibrado e avaliado através de um osciloscópio, gerando uma estimulação elétrica de baixa frequência (10Hz) com duração de pulso de 1.0ms e com intensidade de estimulação expressa pelas voluntárias como forte, porém confortável (o suficiente para gerar abalos musculares visíveis). Essa onda foi administrada as voluntárias através de um único canal contendo dois eletrodos de material à base de borracha carbonada, umedecida com gel de acoplamento à base de água e conectadas a pele através de esparadrapos.

Crioestimulação

Inicialmente, as voluntárias fizeram à imersão da mão dominante no recipiente com água morna a 37°C por um período de cinco minutos. Após a retirada da mão da água morna, a mesma foi imersa no recipiente com água gelada a (0°C -2°C). O controle da temperatura foi mantido pela adição de cubos de gelo e monitorado através de um termômetro de mercúrio (INCOTERM L-212/04) garantindo, com isso, a manutenção do estímulo na temperatura inicialmente determinada. As voluntárias permaneceram com a mão imersa até que o incômodo gerado pela baixa temperatura alcançasse uma intensidade máxima subjetiva, obrigando-as a retirar a mão. O tempo de permanência na água gelada foi mensurado através do cronômetro CRONOBIO SW2018. O tempo entre a imersão e a retirada do membro foi considerado como a mensuração do limiar doloroso ao estímulo térmico ou tempo de latência (medido em segundos). Este procedimento foi adotado em todas as fases da eletroestimulação (placebo, região local e dermatomo).

PROCEDIMENTO

Um canal com dois eletrodos foi disposto em duas posições em momentos distintos: o primeiro posicionamento próximo ao local de aplicação do estímulo doloroso, a 10cm da prega do punho, sobre a parte interna e externa do antebraço. Na segunda posição os eletrodos foram dispostos na região do dermatomo, abrangendo a área de C6, C7 e C8 no mesmo lado do segmento (mão) crioestimulado. Antes da conexão dos eletrodos, a pele, foi devidamente limpa com álcool etílico hidratado diluído 46° INPM. Os eletrodos foram fixados utilizando esparadrapos de uso cirúrgico.

Após o término da primeira crioestimulação (controle) com seu respectivo tempo registrado, as voluntárias, permaneceram dez minutos de repouso para que a sensibilidade da mão retornasse ao normal. Após este período, a TENS placebo foi aplicada com os eletrodos colocados no primeiro posicionamento, em seguida foi aplicada a TENS na região local e na região do dermatomo. O tempo de repouso foi mantido em cada etapa experimental. Na TENS placebo, as voluntárias foram induzidas a pensar que estavam sendo submetidas a um tratamento de microcorrente. Como este tipo de eletroterapia não é sentido através da pele, as voluntárias deveriam se concentrar nas luzes do equipamento ligado quando as mesmas imergissem suas mãos na água gelada (o canal ativo não estava conectado a voluntária). No ambiente havia apenas o experimentador e a voluntária, para que toda a atenção fosse despendida exclusivamente no experimento.

Na TENS Acupuntural conectada a região local e posteriormente no dermatomo, o ambiente e o procedimento foram os mesmos. Foi solicitado que agora a atenção durante o experimento fosse dedicada à sensação de abalo muscular promovido por este tipo de eletroestimulação. O tempo total de experimentação foi de aproximadamente uma hora. Testes pilotos realizados com outro grupo de voluntárias sem aplicação da TENS ou placebo, demonstrou que essas imersões sucessivas não interferem no limiar de dor das voluntárias. Foram utilizados testes estatísticos para avaliação dos resultados (dados não apresentados).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise dos dados foi realizada utilizando o software do BioStat© versão 1.0. Os resultados obtidos nos diferentes momentos foram expressos em valores absolutos das respectivas médias aritmética e desvio padrão da média. Foram utilizados os testes de ANOVA de dois critérios e o teste *post-hoc* de Student-Newman-Keuls. O nível de significância adotado no estudo foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os dados na Tabela 1 apresentam a média aritmética e o desvio padrão da média dos momentos experimentais. Quando os resultados do limiar de dor do momento placebo ($44,4 \pm 10,64$), local ($56,9 \pm 9,63$) e no dermatomo ($57,15 \pm 11,77$) são comparados com o controle ($27,7 \pm 10,40$) verifica-se um aumento significativo destes.

TABELA 1 - Relação dos momentos experimentais (os valores são expressos em segundos)

Momentos experimentais	Média \pm desvio padrão	Significância
Controle/Placebo	$27,7 \pm 10,40 / 44,4 \pm 10,64$	$p < 0,05$
Controle/local	$27,7 \pm 10,40 / 56,9 \pm 9,63$	$p < 0,05$
Controle/Dermátomo	$27,7 \pm 10,40 / 57,15 \pm 11,77$	$p < 0,05$
Placebo/Local	$44,4 \pm 10,64 / 56,9 \pm 9,63$	$p < 0,05$
Placebo/Dermátomo	$44,4 \pm 10,64 / 57,15 \pm 11,77$	$p < 0,05$
Local/Dermátomo	$56,9 \pm 9,63 / 57,15 \pm 11,77$	$p > 0,05$

O limiar de dor alcançado durante a aplicação na região local e no dermatomo foi significativamente maior quando comparada ao momento placebo e não foi verificada diferença significativa entre as aplicações local e no dermatomo.

Na Figura 1 é observado os valores individuais dos limiares de dor das voluntárias nos momentos controle, placebo, aplicação local e aplicação no dermatomo. É constatado que em todas as voluntárias os valores dos momentos de tratamento foram superiores ao controle.

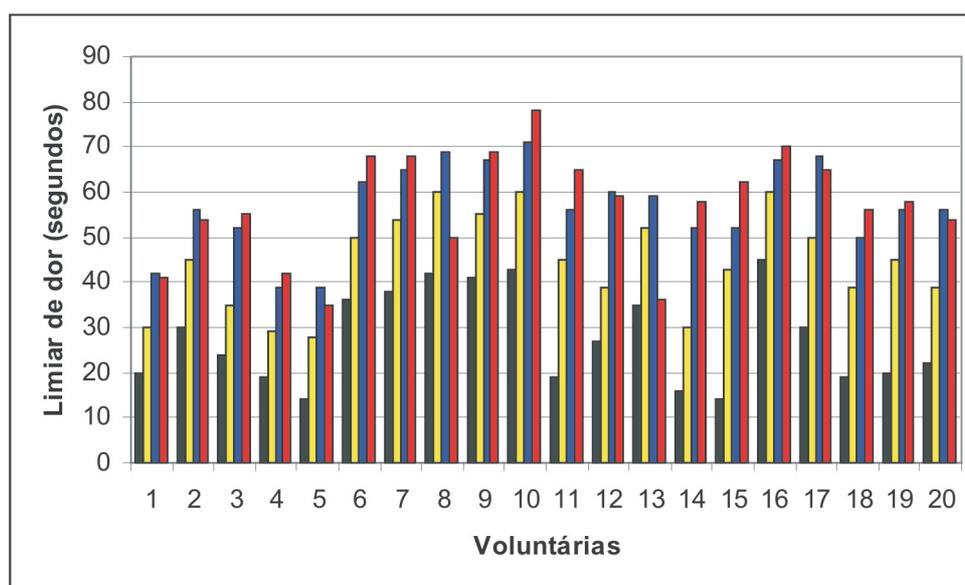


FIGURA 1 - Limiares de dor (em segundos) das voluntárias nos respectivos momentos: controle (preto), placebo (amarelo), local (azul) e dermatômo (vermelho)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos deste estudo constaram da análise da TENS Acupuntural na sensação da dor aguda provocada pelo frio e na determinação do melhor posicionamento dos eletrodos, comparando aplicação próxima ao local de estímulo da dor, na região do dermatômo correspondente à área estimulada e a estimulação placebo em humanos saudáveis.

Em nossos resultados observamos que posicionando os eletrodos próximos ao local do estímulo térmico como também na região do dermatômo, ocorre aumento significativo do limiar de dor em relação ao controle e a aplicação placebo. O mesmo ocorreu entre a comparação dos posicionamentos e o placebo. Entre os posicionamentos não foi encontrado diferenças estatísticas.

Podemos constatar que a TENS Acupuntural que notoriamente é reconhecida por ativar fibras do tipo A α (delta) e fibras do tipo C (11), foi capaz de aumentar a latência da sensação doloroso (limiar de dor) em um estímulo que promoveu uma dor aguda. Sluka (10) demonstraram que este tipo de TENS é capaz de estimular fibras de aferentes de tecidos profundos, tanto fibras A $\alpha\alpha$ como também fibras A α , que são dependentes da intensidade de estimulação.

Com a ativação destas fibras aferentes nociceptivas (A α e C), ocorre um efeito analgésico através da liberação de opióides endógenos pelo sistema nervoso central, ativando os receptores de opióides através da dinorfina como também receptores serotoninérgicos. Por este motivo, a TENS acupuntural é largamente utilizada para processos algicos em estado crônico (7).

Estudos anteriores investigaram a possível capacidade deste tipo de TENS atuar em processos agudos de dor induzida experimentalmente. Tommaso (12), utilizando um laser de CO₂ estimulou as fibras A α e C, em 16 voluntários. Eles aplicaram o LASER antes e após a aplicação da TENS de alta e baixa frequência. Foi observado que ambos as frequências são eficazes em reduzir significativamente a intensidade da dor ao estímulo térmico, embora a TENS de alta frequência tenha sido mais eficiente, nesse estudo. Deve ser observado que nesse desenho experimental o estímulo não concorria diretamente com a aplicação da TENS. A intensidade da estimulação elétrica foi relatada como sensitiva nas duas aplicações, ou seja, não apresentaram abalo e nem contração muscular.

No nosso trabalho usamos intensidades relativamente altas, pois obtemos com facilidade o abalo muscular, com isso, baseado em evidências de outros estudos acima citados, possivelmente estimulamos tanto fibras A $\alpha\alpha$, A α e Tipo C. O que foi verificado é que ocorreu um aumento significativo

do limiar doloroso (latência). Sugerimos que este aumento tenha ocorrido através da concorrência das fibras grossas (A α) com as fibras finas (Tipo C) e que as próprias fibras A α e Tipo C por carregarem estímulos da TENS Acupuntural, tenha se encontrado em períodos refratários relativos, reduzindo com isso seu potencial de transmissão nervosa.

A dor induzida pela baixa temperatura (0-2^o) tem característica predominantemente aguda, fazendo com que o voluntário sinta uma forte tendência em retirar sua mão da área de estimulação (13). Com a metodologia utilizada neste trabalho, colocando a mão no local do estímulo com a TENS ligada, verificou-se que esta forma de eletroanalgesia pode, de forma teórica, atuar através de mecanismos neurais que não estejam totalmente dependentes de receptores serotoninérgicos, adrenérgicos, muscarínicos e opioidérgicos, que normalmente atuam na aplicação deste tipo de TENS (9). Sugerimos que uma forte inibição segmentar esteja envolvida na atuação da TENS Acupuntural, como a que ocorre com a TENS Convencional. Um fato interessante, mais que não foi submetido a análise nesse trabalho (mensurado e analisado com testes estatísticos), foi o relato das voluntárias de sentirem mais dor (intensidade) durante o processo de crioestimulação quando a TENS estava ligada, mas mesmo com o aumento (não se sabe se é estatístico) na sensação dolorosa, o limiar de dor (latência em segundos) foi aumentado significativamente.

A colocação dos eletrodos no nosso estudo foi irrelevante, ambas as colocações aumentaram o limiar de dor, provavelmente pelos mesmos mecanismos. Mais estudos são necessários para que se tenha uma opinião acerca deste fato, que é extremamente relativo, principalmente quando se trata casos clínicos.

O efeito placebo foi bem claro durante este procedimento experimental. As voluntárias no momento da aplicação da TENS placebo, que para elas era uma microcorrente, prestaram muita atenção nos leds do equipamento, no qual, era a única garantia do funcionamento e aplicação desta em seu tecido. O ambiente favorável, sem barulho e qualquer outro estímulo que lhe chamasse a atenção auxiliou em sua concentração. Durante o primeiro momento de aplicação, que foi apenas a crioestimulação, toda atenção das voluntárias foi dada exclusivamente à sensação de dor.

Johnson (14) avaliando o efeito analgésico da TENS sobre um grupo placebo na dor induzida por estímulo térmico em vinte e quatro humanos saudáveis oriundos do Reino Unido, Ásia e Anglo-Saxões, observou que os asiáticos produziram um aumento significativo no limiar de dor provocado pelo gelo e uma diminuição na intensidade da dor durante a aplicação do placebo quando comparado aos outros voluntários. Isso pode demonstrar que valores ético-culturais são importantes determinantes na analgesia induzida sobre o grupo placebo pesquisado. Nós constatamos que o efeito placebo é também dependente do grau de atenção (concentração) que o indivíduo consegue impor a se mesmo diante de um quadro algico. No primeiro momento experimental no quais, as voluntárias apenas se concentravam na dor promovida pela baixa temperatura, o tempo de permanência (latência) foi reduzido significativamente quando comparado com o momento placebo, em que ocorria a atenção direcionada por parte das voluntárias as luzes (leds) do equipamento. Este fenômeno é potencializado quando de fato o equipamento está funcionando, ou seja, ativo, demonstrando significância entre o TENS e o placebo (momentos). Verificando os valores (tempo em segundos) individuais das voluntárias, constata-se que todos os valores no momento placebo foram maiores do que no momento controle, o que ocorreu também quando a TENS estava ligada em relação ao placebo.

Os momentos experimentais apresentaram características peculiares, fazendo com que os voluntários criassem um mundo particular diante da situação encontrada, mas todas elas tiveram como base a credibilidade do fato, ou seja, acreditaram fielmente que o estímulo térmico a baixa temperatura iria provocar uma dor intensa, que o equipamento ligado apesar de não ter sensação, estava agindo para aliviar sua dor, que o estímulo elétrico com intensidade sensitiva era real, capaz até de desviar a sua atenção momentaneamente daquela sensação tão desagradável. Observamos que a TENS Acupuntural age em processos algicos agudos, mas a conduta do paciente em relação ao tratamento é de fundamental importância.

Concluímos através destes resultados que a TENS Acupuntural aplicada com estes parâmetros e independente do local de aplicação (local ou dermatomo) dos eletrodos é eficiente em elevar o limiar da dor aguda promovida pela crioestimulação e que o efeito placebo pode ter influência significativa nos resultados do tratamento quando aplicado em situações favoráveis.

REFERÊNCIAS

1. Electrotherapy Standards Committee: Electrotherapeutic terminology in physical therapy (report). Section on clinical electrophysiology and American Physical Therapy Association, Alexandria, VA: APTA Publications; 2001.
2. Robinson AJ, Snyder-Mackler L. Clinical electrophysiology: electrotherapy and electrophysiological testing. 2nd ed. Baltimore, MD: Williams and Wilkins; 1995.
3. Walsh D. TENS: Clinical applications and related theory. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone; 1996.
4. King EW, Audette K, Athman GA, Nguyen HOX, Sluka K, Fairbanks CA. Transcutaneous electrical nerve stimulation activates peripherally located alpha-2A adrenergic receptors. *Pain*. 2005;115(3):364-73.
5. Radhakishnan R, Sluka K. Deep tissue afferents, but not cutaneous afferents, mediate transcutaneous electrical nerve stimulation-induced antihyperalgesia. *J Pain*. 2005;6(10):673-80.
6. Kalra A, Urban MO, Sluka KA. Blockade of opioid receptors in rostral ventral medulla prevents antihyperalgesia produced by transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). *J Pharmacol Exp Ther*. 2001;298(1):257-63.
7. Chen SR, Pan HL. Spinal endogenous acetylcholine contributes to the analgesic effect of systemic morphine in rats. *Anesthesiology*. 2001;95(2):525-30.
8. Sjölund BH, Eriksson MB. The influence of naloxone on analgesia produced by peripheral conditioning stimulation. *Brain Res*. 1979;173(2):295-301.
9. Sluka K, Walsh D. Transcutaneous electrical nerve stimulation: basic science mechanisms and clinical effectiveness. *J Pain*. 2003;4(3):109-21.
10. Sluka KA, Vance CGT, Lisi TL. High-frequency, but not low-frequency, transcutaneous electrical nerve stimulation reduces aspartate and glutamate release in the spinal cord dorsal horn. *Journal of Neurochemistry*. 2005;95:1794-801.
11. Low J, Ward A, Robertson V. *Electrotherapy explained*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann; 2006.
12. Tommaso M de, Fiore P, Camporeale A, Guido M, Libro G, Losito L et al. High and low frequency transcutaneous electrical nerve stimulation inhibits nociceptive responses induced by CO₂ laser stimulation in humans. *Neurosci Lett*. 2003;342(1-2):17-20.
13. Johnson MI, Wilson H. The analgesic effects of different swing patterns of interferential currents on cold-induced pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84(3):350-7.
14. Johnson M, Din A. Ethnocultural differences in the analgesic effects of placebo transcutaneous electrical nerve stimulation on cold-induced pain in healthy subjects: a preliminary study. *Complementary Therapies in Medicine*. 1997;5:74-79.

Recebido: 26/05/2008

Received: 05/26/2008

Aprovado: 25/07/2008

Approved: 07/25/2008