

Analgesia por Eletro - Estimulação Nervosa Transcutânea

Henrique José de Almeida Torres ¶

Torres H J A: Analgesia por eletro - estimulação nervosa transcutânea. Rev Bras Anest 30:4:289 - 296, 1980

Neste artigo é feita uma revisão sobre o emprego da eletro - estimulação nervosa transcutânea (EENT) no tratamento da dor. Após um breve resumo histórico, é feita uma compilação e explanação dos dados técnicos referentes a esta modalidade terapêutica. São discutidas as bases neurofisiológicas da EENT à luz do conhecimento atual e feitas considerações a respeito do seu uso na prática clínica.

Unitermos: TÉCNICA DE ANESTESIA; eletro - estimulação nervosa transcutânea, DOR; tratamento

HÁ ALGUNS ANOS vem sendo empregada, e despertando crescente interesse, a técnica da eletro-estimulação nervosa transcutânea (EENT) para fins de controle da dor em diversas situações clínicas.

Em vista do interesse que a matéria apresenta para os anestesiológicos, e na falta de trabalhos na literatura brasileira, elaboramos este artigo de revisão, onde apresentamos de forma esquemática os princípios desta modalidade terapêutica.

HISTÓRICO (20, 53)

A EENT, como é executada é uma técnica recente, mas o seu emprego com fins analgésicos é bem antigo.

Aristóteles, Plínio e Plutarco mencionam certas espécies de peixes eletrogênicos como causadores de "dormência". No séc I D.C., Scribonius Largus preconizava o emprego desses peixes para alívio das dores da artrite e de cefaléias. Seu relato é, provavelmente, a primeira referência escrita sobre a analgesia produzida por estimulação elétrica. Os efeitos terapêuticos dos peixes elétricos foram muito estudados ao longo da Idade Média até o séc XVIII. A partir de meados do séc XVIII, a "eletroterapia", com geradores artificiais de eletricidade estática, tornou-se popular na Europa, sendo recomendada não apenas para analgesia, mas para o tratamento de diversas doenças.

Na primeira metade do séc XIX, apesar do advento da pilha elétrica, a eletroterapia passou por uma fase de descrédito, até 1858, quando foram relatadas as primeiras extrações dentárias e pequenas cirurgias sob analgesia elétrica; J B Francis, na Filadelfia, depois por Garrat, em Boston e W G Oliver, em Buffalo. Na Inglaterra, a técnica foi introduzida por Julius Authaus, ainda em 1858. Interessante relato sobre a controvérsia gerada por estes trabalhos encontra-se em outra publicação²⁰. A posterior difusão da analgesia elétrica na Europa foi prejudicada pela sua inconstância e irreproduzibilidade e, a técnica foi desacreditada e abandonada.

Até o princípio deste século, os efeitos analgésicos da estimulação elétrica de nervos foram pouco estudados, mas a partir de 1918 um estimulador elétrico, proposto para o tratamento de estados dolorosos, foi comercializado e obteve êxito popular nos EUA: o "Electreat", "redescoberto" recentemente por Shealy⁴⁸. A teoria do "controle do portão" da dor, de Melzack e Wall³⁴, trouxe base teórica para novas avaliações.

Wall e Sweet⁵⁹ e Shealy e col^{48, 49} conseguiram o alívio temporário de dores de origens diversas, pela estimulação elétrica de nervos periféricos. O relativo êxito de suas experiências fez renascer o interesse médico em torno das técnicas de estimulação elétrica do sistema nervoso para produção de analgesia.

A EENT, inicialmente empregada como método auxiliar para pacientes que se beneficiariam de um implante de eletrodo, logo mostrou-se capaz de, por si, promover analgesia²⁸ e tornar-se mais um instrumento ao alcance do médico interessado no tratamento da dor.

ASPÉCTOS TÉCNICOS

A EENT consiste na aplicação controlada de impulsos elétricos sobre a pele, por meio de eletrodos superficiais, visando atingir estruturas subjacentes - nervos, plexos nervosos ou raízes sensitivas da medula. É técnica não invasiva, distinguindo-se da eletro - acupuntura e da eletro - estimulação nervosa percutânea que empregam agulhas. A EENT não inclui as aplicações de correntes elétricas sobre o cérebro: estas têm outras características e implicações que fogem ao âmbito desta comunicação.

O termo "eletro-estimulação nervosa transcutânea" é o que melhor define a técnica, embora outros sejam de uso corrente. "Estimulação elétrica transcutânea", "estimulação nervosa transcutânea" e "eletro - analgesia transcutânea" são outros termos existentes.

O equipamento básico para a EENT compõe-se de um estimulador, que é um gerador de corrente elétrica, ligado a dois ou mais eletrodos. O estimulador produz uma determinada forma de onda, e deve prover controles para os demais parâmetros: duração de pulso, frequência e

¶ Anestesiologista do Hospital de Messejana - INAMPS e do Hospital Geral Dr. César Cals, da Fundação de Saúde do Estado do Ceará - Fortaleza - Ceará

Correspondência para Henrique José de Almeida Torres
Caixa Postal 1180 - S - 60.000 - Fortaleza, CE

Recebido em 16 de abril de 1980

Aceito para publicação em 09 de junho de 1980

© Direitos Reservados à Sociedade Brasileira de Anestesiologia

intensidade. A obtenção de analgesia depende fundamentalmente da adequada localização dos eletrodos e da seleção da mais eficaz combinação de parâmetros elétricos ("otimização")^{25, 38}.

Forma de onda

As formas de onda mais empregadas em EENT são a quadrada, a retangular modificada e a bipolar. As opiniões sobre a forma de onda mais eficaz são divergentes. Boas e Hatangdi⁵ consideram a onda bipolar mais efetiva que a unidirecional; Lébl e col²⁴ preferem a onda quadrada associada a corrente galvânica direta; Procacci e col⁴⁰, a onda quadrada negativa; Shealy⁴⁸ confirma a eficácia da onda quadrada, mas prefere a onda espicular. Não temos conhecimento de nenhum estudo específico sobre a relação entre a forma de onda e a eficácia de EENT.

Eletrodos

O eletrodo ideal para EENT deve ser seguro, resistente, re-utilizável, flexível, hipo-alergênico e barato, e não deve reagir com os eletrólitos para formar substâncias nocivas à pele^{39, 42}. Atualmente, os eletrodos de silicone impregnado de carvão são os que mais se aproximam desses critérios⁴². A área mínima do eletrodo deve ser de 4 cm², para evitar queimaduras causadas por altas densidades elétricas (acima de 20 mA/cm²)⁴². Deve ser utilizada pasta eletrolítica para homogeneizar a interface eletrodo - pele³².

Localização dos eletrodos

Os eletrodos podem ser colocados: a) sobre a área dolorosa, b) sobre o nervo que serve a área dolorosa, e c) em outras áreas do corpo. A maioria dos autores atribui maior eficácia às duas primeiras localizações, mas tem-se observado que a estimulação de zonas afastadas, contralaterais ou não, também pode ser eficaz^{23, 31, 46, 55}. Segundo Laitinen²³, a estimulação contralateral é mais eficaz que a ipsilateral, que estaria contra indicada em caso de dor associada a deficit sensorial, como ocorre em certas patologias.

Geralmente se empregam dois eletrodos, mas podem ser necessários três ou mais^{25, 48}. Procacci e col⁴⁰ utilizam um eletrodo ativo, de pequenas dimensões (3 a 10 cm²), colocado sobre a zona dolorosa, e um eletrodo neutro, de 20 cm², a pelos menos 10 cm de distância do primeiro. A exata localização dos eletrodos muitas vezes é fator crítico para a eficácia da EENT^{4, 25, 26}. Pesquisar, em cooperação com o paciente, aquelas zonas cujas estimulação proporciona maior efeito é parte integrante da técnica.

Intensidade, Frequência e Duração de Pulso

Os autores têm empregado as mais variadas combinações de parâmetros elétricos (Quadro I), mas Linzer e Long²⁵, que tentaram estabelecer a importância desses parâmetros na obtenção de analgesia, observaram que os valores mais eficazes estão bem dentro de uma faixa relativamente estreita (Quadro II).

QUADRO I

Parâmetros elétricos empregados no tratamento da dor pela EENT

Tipo de dor	Intensidade (mA)	Frequência (Hz)	Duração de Pulso (mseg)	Autor (ref)
Parto	0-40	40-50	0,25	(4)
Crônica	variável	10-100	-	(13)
Lombalgia	0-25	20-200	0,1-1	(14)
Pos-op.	20-40	100-150	0,25-0,4	(17)
Crônica	0-50	10-100	0,4 ou 0,8	(23)
Crônica	0-20	80	0,05-0,4	(29)
Aguda	0-50	12-100	0,05-0,4	(35)
Pos-hétpet.	variável	15-180	0,05-0,5	(36)
Pos-op.	20-24	80-120	2,5-3,0	(39)
Diversos	0-10	50	1,0	(40)
Diversos	0-80	10-150	0,1-0,5	(47)
Pos-op.	0-100	10-100	0,12-0,2	(51)
Crônica	0-50	15-180	0,05-0,5	(54)
Pos-op.	20-35	100-150	0,25-0,4	(57)

QUADRO II

Parâmetros elétricos mais eficazes no tratamento da dor pela EENT*

Parâmetro	Faixa de Variação	% de pacientes beneficiados**
Intensidade	20-30 mA	26%
	50-60 mA	31%
Frequência	0-60 Hz	74%
Duração de Pulso	0,05-0,1 mseg	74%

* Complilação de histogramas apresentados por Linzer e Long²⁵.

** Pacientes que obtiveram alívio "bom" (mais de 25% da dor) ou "excelente" (mais de 75% da dor).

Poucos estudaram o papel específico dos diversos parâmetros elétricos na EENT. Pike³⁹ observou que a faixa de intensidade mais efetiva era a de 20 a 24 mA; a frequência, de 80 a 120 Hz. Mannheim e col³¹ observaram maior eficácia com intensidades mais altas, capazes de provocar parestesias. Talvez a estimulação de receptores profundos seja importante para a obtenção de efeito analgésico^{4, 31}. Andersson e col² observaram, em pacientes com lombalgia, que a estimulação em frequência alta (50 - 100 Hz) é muito mais eficaz que em frequência baixa (2 Hz).

A combinação ótima de parâmetros parece variar de paciente para paciente³⁸. Assim, devem ser tentados, em cada caso, diferentes colocações de eletrodos e ajustes de parâmetros, por tempo suficiente - 30 a 45 minutos antes de se concluir se a EENT será ou não eficaz^{25, 38}. Certo número de insucessos com a EENT se deve à não observação desta prática²⁶.

Sistemática das Aplicações

Uma EENT bem sucedida se acompanha de uma sensação de "formigamento" ou "vibração" por todo o território do nervo estimulado^{2, 14}; esta sensação vai gradativamente substituindo a dor^{24, 25, 36}. Há um período de latência, geralmente de alguns minutos, entre o início da estimulação e o aparecimento do efeito analgésico. Em alguns casos relatados por Laitinen, a EENT teve efeito tardio, chegando a manifestar-se até dois dias após a estimulação²³.

A analgesia produzida pela EENT pode durar de alguns minutos a muitas horas ou dias após a cessação do estímulo^{2, 36, 38, 59}. Alguns casos de alívio permanente, ou pelo menos muito duradouro, têm sido relatados^{3, 14}. O regime das aplicações vai depender da resposta do paciente: podem ser necessárias uma ou mais aplicações por dia, ou apenas algumas por semana. As sessões duram, em geral, de 20 a 45 minutos. Nos EUA, os pacientes crônicos, após um período - teste de 2 a 3 semanas, adquirem seus estimuladores portáteis para uso permanente: após algumas semanas o próprio paciente pode determinar o seu regime de aplicações.

MECANISMO DE AÇÃO

Está demonstrado experimentalmente que a EENT re-

almente afeta a percepção dolorosa^{9, 33, 46}, mas o processo pelo qual isto se dá não é conhecido. Vários mecanismos de ação têm sido invocados:

Neuromodulação aferente

A teoria de "controle do portão" da dor, de Melzack e Wall³⁴, propõe que a atividade das fibras grossas mielinizadas, transmissoras de impulsos não-dolorosos, inibe a transmissão dos impulsos dolorosos pelas fibras finas A e C. Essa inibição ocorreria nas sinapses do corno dorsal, e seria mediada pelas células da substância gelatinosa. A atividade aumentada das fibras grossas tende a "fechar o portão" para a dor e a sua diminuição tende a "abrir".

Uma das implicações da teoria do "portão" é que a estimulação deliberada das fibras aferentes de grosso calibre deve reduzir a dor. No que diz respeito à EENT, a corrente elétrica estimularia as fibras grossas, aumentando o seu influxo de modo a "fechar" o portão. De fato, foi à luz da teoria do "portão" que ressurgiram as técnicas de estimulação elétrica do sistema nervoso para alívio da dor, em fins da década de 60^{48, 49, 59}.

A hipótese da modulação dos impulsos dolorosos pela estimulação das fibras grossas é capaz de explicar muitas das características da analgesia produzida pela EENT. O período de latência seria o prazo necessário para que os impulsos dos neurônios grossos vençam o influxo das fibras menores, "fechando" o portão. A analgesia pós-estimulação seria função do grau de integridade do nervo estimulado: um efeito duradouro dependeria de uma quantidade diminuída de neurônios, incapaz de "reabrir" rapidamente o portão; se, ao contrário, os axônios periféricos estão intactos, o influxo das fibras delgadas será suficientemente intenso para "reabrir" o portão pouco tempo após cessado o estímulo⁵⁹. Além disso, se o número de fibras mielínicas é pequeno em relação ao de fibras finas, como ocorre em certas neuropatias periféricas, a EENT pode agravar a dor, porque a corrente elétrica estimulará muito mais as fibras finas que as grossas³⁶. O raciocínio é válido para explicar ineficácia e agravamento observados em caso de dor associada a deficit sensitivo^{23, 26}. A eficácia da estimulação contralateral também é explicável, pois a neuromodulação do impulso doloroso se daria a nível segmentar medular.

Esta teoria não fornece explicação para a diminuição do efeito analgésico da EENT, que freqüentemente ocorre após alguns meses de uso. Contudo, as principais restrições que se fazem a esta hipótese são aquelas dirigidas à própria teoria do "controle do portão", que carece de confirmação experimental^{37, 60}. Além disso, novas evidências apontam para outros mecanismos de ação.

Bloqueio das fibras sensitivas pela corrente elétrica

Ignelzi e Nyquist¹⁸ demonstraram, em nervos isolados de gatos, que a estimulação elétrica, de parâmetros similares aos usados clinicamente, reduz a velocidade de condução e a amplitude do potencial de ação composto das fibras A α e β e δ (as fibras C não puderam ser estudadas). Os autores concluem que o bloqueio periférico das fibras A δ deve contribuir para a analgesia, e sugerem que a eletro-estimulação causa diminuição da sensibilidade cutânea não nociceptiva, por redução da atividade das fibras A α e A β .

Pacientes tratados pela EENT experimentam alívio localizado da dor, mas sua tolerância máxima em outras áreas do corpo não é afetada, o que apoia a hipótese de um mecanismo de ação periférico⁵².

Esses achados, embora se oponham a muitos aspectos da teoria da neuromodulação aferente, não excluem a participação de mecanismos centrais de inibição do impulso doloroso, o que parece ocorrer quando a analgesia é obtida à distância da zona estimulada^{46, 55, 31} ou proximalmente à estimulação⁵⁵.

Liberação de substâncias morfínomiméticas endógenas

A liberação de endorfinas e encefalinas, substâncias endógenas com propriedades semelhantes às da morfina, vem sendo apontada como um dos mecanismos da analgesia pela acupuntura^{15, 37}, o que sugere a possibilidade da EENT também agir por esse mecanismo. De fato, é possível que a EENT envolva a estimulação indireta de pontos de acupuntura³⁹, e para alguns as duas técnicas atuam por um mecanismo comum^{5, 15}.

Wang⁶⁰, baseado na organização neuranatômica das vias dolorosas, postula que uma adequada estimulação periférica pode ativar o Sistema Analgésico Central, um conjunto de estruturas nervosas centrais que, por mediação encefalinérgica, bloqueia o impulso doloroso em diversos níveis do SNC, inclusive na medula^{6, 37, 60}. Entretanto, até o momento, os estudos sobre a liberação de endorfinas e encefalinas pela EENT são discordantes.

Chapman e Benedetti⁹, trabalhando com dor experimental no homem, observaram que a naloxona, promove reversão parcial, mas não total, da analgesia por EENT. Há especulações que a EENT agiria por duplo mecanismo, um dos quais envolvendo a liberação de endorfinas. Woolf e col⁶¹ ministraram naloxona a 6 pacientes com fraturas de costelas, submetidos a analgesia por EENT e apenas um houve significativa reversão da analgesia. A dose de naloxona que empregaram (0,8 mg), igual à que reverte a analgesia por eletro-acupuntura, talvez não seja suficiente para antagonizar os efeitos da EENT⁶¹, admitido por Chapman e Benedetti, em relação à dose que empregaram (0,4 mg)⁹.

É evidente que mais estudos são necessários para se estabelecer o verdadeiro papel da liberação de opióides

endógenos na analgesia pela EENT.

Efeito placebo

Tem-se considerado a possibilidade da ação antiálgica da EENT dever-se a um efeito placebo. O principal argumento a favor dessa hipótese seria a considerável diminuição da eficácia da EENT após alguns meses de uso⁵⁴.

Aceita-se que 30 a 33% dos êxitos de qualquer forma de tratamento da dor se devem a efeito placebo^{26, 55, 58}. No caso da EENT, o efeito placebo pode estar reforçado por alguns fatores, como a crença do paciente em aparatos eletrônicos e a oportunidade que se lhe dá de participar ativamente no seu próprio tratamento⁵¹. Segundo Thorsteinsson e col^{55, 56}, o efeito placebo da EENT não é maior que aquele observado com outros métodos analgésicos. Não obstante, admite-se que o efeito placebo é de grande relevância nas fases iniciais do tratamento pela EENT²⁵, ou nos tratamentos de curta duração⁵¹.

Contudo, algumas evidências clínicas indicam que algum mecanismo fisiológico está presente na analgesia pela EENT. O índice de eficácia alcançado pela maioria dos autores supera de muito o que seria esperado de um placebo²⁸. Certo número de pacientes pode ser beneficiado durante muitos meses, enquanto o efeito placebo não perdura além de seis semanas⁵⁸. A localização dos eletrodos e os parâmetros da corrente são fatores críticos para a eficácia da EENT^{4, 25, 26}. Pode sobrevir alívio da dor em pontos distantes do sítio estimulado, e a estimulação "real" em áreas não relacionadas à dor é significativamente mais eficaz que a estimulação "placebo". Estes fatos se opõem fortemente à hipótese de um efeito placebo preponderante na EENT.

APLICAÇÕES CLÍNICAS

Dor Crônica

A EENT tem se mostrado útil como terapia primária ou coadjuvante de todas as formas de dor crônica. A EENT oferece alívio total ou parcial a cerca de 50% dos pacientes com dor crônica de diversos tipos^{5, 23, 29, 38, 54, 55, 56}. Vários autores têm citado algumas síndromes dolorosas como as mais beneficiadas pela EENT: nevralgia pós-herpética^{23, 28}, neuropatias periféricas^{38, 55, 56}, dor do "membro fantasma", dor talâmica²³, nevralgias⁵, lombalgias²⁸ e cervicalgias^{5, 28}. Os resultados são, às vezes, opostos. Para Long e Hagfors²⁸ as neuropatias periféricas e a dor "central" raramente respondem à EENT, contrariando outros autores^{23, 38, 55}. O que confirma a afirmação de Loeser e col²⁶ de que a categoria diagnóstica não é bom critério para prognóstico da terapia. Um alto índice de eficácia pode ser obtido em lombalgias¹⁴, cefaléias³, artrite neumatóide³¹ e neuropatia pós-herpética³⁶.

Têm sido referida uma progressiva redução do efeito da EENT, na incidência e na qualidade do alívio^{23, 26, 54, 55, 56, 59}. Esse declínio parece mais evidente nos pacientes com quadro de depressão^{23, 55}. Segundo Burton⁷, o fenômeno seria subjetivo: a EENT não traria, na verdade, alívio total da dor, e a fração não aliviada inicialmente desprezível, vai-se tornando cada vez mais relevante, assumindo após alguns meses caráter tão severo quanto o do quadro inicial. Outros, porém, conseguiram manter a eficácia da EENT muito próxima dos índices iniciais,

após períodos de 6 meses a um ano^{5, 28}, e é certo que alguns pacientes se beneficiam da EENT por longos períodos⁵².

Por outro lado, tem sido relatada cura definitiva da síndrome dolorosa após algumas sessões de EENT^{14, 36}, e não faltam relatos de casos em que a EENT teve efeitos dramáticos no tratamento de dores crônicas^{3, 14, 26, 43}.

Dor aguda

A EENT apresenta excelentes resultados no controle da dor pós-operatória de diversos tipos de cirurgia. A analgesia incide sobre cerca de 80% dos pacientes^{10, 30, 51, 57}, e sua qualidade é considerada superior à da analgesia por narcóticos^{30, 39}; o consumo de analgésicos é reduzido de 75 a 100%^{16, 30, 39, 51}; a mobilização precoce, a tosse e os exercícios respiratórios são melhor tolerados e a hospitalização pode ser abreviada¹⁶. Hymes, um dos primeiros a empregar EENT no tratamento da dor pós-cirúrgica, observou uma significativa redução da incidência pós-operatória de atelectasia e fleo paralítico¹⁷, mas não confirmado por outros autores^{10, 57}.

Em pacientes com fraturas de costelas, a EENT alivia a dor e melhora a expansibilidade torácica em elevada percentagem dos casos tratados³⁵. Jerva e col aplicaram EENT em seis pacientes com cervicalgia aguda de origem muscular, obtendo excelente resposta em cinco¹⁹. Roesser e col⁴⁴ têm empregado EENT no tratamento de dores oriundas de contusões esportivas diversas, com efeito favorável, de maior ou menor grau, em todos os casos. O emprego da EENT em medicina esportiva também é mencionado²⁴.

A EENT eleva o limiar da dor à contração uterina, de 3,32 kPa (25 mm Hg) antes da estimulação para 6,38 kPa (48 mm Hg) após¹¹. As dores da primeira fase do trabalho de parto são adequadamente controladas pela EENT, com eletrodos paravertebrais^{4, 11, 21} na maioria dos casos. Mas a dor do período expulsivo não é satisfatoriamente bloqueada^{4, 11, 21}. A EENT parece interferir mais com os impulsos dolorosos transmitidos pelas fibras C, do que pelas fibras A δ ⁴. A EENT aumenta a força e a frequência das contrações uterinas, abreviando o trabalho de parto²¹. A EENT elevou significativamente o fluxo sanguíneo placentário em pacientes com diversos graus de insuficiência placentária²². A técnica foi completamente inócua para mães e fetos.

Há relato de uma diminuição do efeito analgésico, se mantida a estimulação por algumas horas ("fading") e que requeria incrementos da intensidade elétrica para manutenção da analgesia⁴. O fenômeno aparentemente não constituiu limitação séria à técnica. Não encontramos qualquer outra referência a este fenômeno.

LIMITAÇÕES E EFEITOS ADVERSOS

Não há registro de óbito ou acidente grave atribuível à EENT, e as complicações descritas são raras e de pouca importância.

A estimulação elétrica, como empregada, não é lesiva às fibras nervosas⁴¹. Estimulação crônica sobre o mesmo sítio pode causar hipertrofia localizada de músculo ou tecido mamário subjacente, mas sem importância clínica⁴⁷. Estimulação contínua por mais de 24 horas deter-

mina hiperemia local, o que contribui para aumentar o sangramento capilar no caso de feridas cirúrgicas³⁹. Alguns pacientes desenvolvem reações cutâneas aos eletrodos ou aos adesivos; a incidência é de 1,6%⁷.

A EENT parece não se prestar à produção de anestesia cirúrgica. Não há nenhum informe sobre o uso da EENT como técnica anestésica em qualquer tipo de cirurgia.

Vários autores relatam que a EENT, na grande maioria dos casos, torna-se parcial ou totalmente ineficaz após alguns meses de uso. Esta seria a principal limitação da técnica, com respeito à dor crônica.

Certos tipos de dor são agravados durante a aplicação da EENT. Esse efeito pode estar relacionado com a presença de déficit sensorial na zona álgica^{23, 36}, mas principalmente se relaciona à carga psicológica associada ao estado doloroso. Quando a dor tem um componente psicológico predominante, a EENT costuma ser mal tolerada²⁶, além de ineficaz^{26, 28}. Com base nesta observação, Vanderlinden⁵⁸ sugere o emprego da EENT como método auxiliar no diagnóstico diferencial entre dores "orgânicas" e "psicogênicas". Thorsteinsson e col^{55, 56} não encontraram diferença significativa entre as incidências de agravamento resultantes da estimulação "real" e da estimulação "placebo".

Em alguns casos, a EENT causa aumento discreto e passageiro da hiperestesia local². Certas dores que causam limitação de movimento podem recrudescer de forma mais intensa, passado o efeito analgésico da EENT: pois, na ausência da dor, o paciente pode movimentar em demasia a zona afetada³¹.

A EENT estará limitada se o local não permitir conveniente acomodação dos eletrodos e se, para obtenção de analgesia, for necessário estimular extensas áreas cutâneas, nervo inacessível ou medula espinhal²⁶.

A EENT pode ser considerada uma técnica inócua, embora haja um caso¹ em que teve efeitos adversos importantes, mas reversíveis. Após 3 meses de tratamento o paciente passou a apresentar hipotermia, hiperestesia e dor em queimação por todo o membro tratado. O paciente sempre apresentava queda da temperatura no membro tratado, após as estimulações. Esse efeito e os sintomas acima foram suprimidos por bloqueio do gânglio estrelado. Com base nestas observações clínicas, o autor sugere que a EENT causa estimulação aferente com hiperatividade simpática reflexa o que, a longo prazo, originou o quadro.

Há estudos dos efeitos da EENT sobre o sistema nervoso autônomo (SNA). Dooley e Kasprak¹² mostraram, com estudos pletismográficos, que a neuro-estimulação elétrica aumenta o fluxo sanguíneo das extremidades, se aplicada na medula cervical ou torácica, mas não quando são estimulados nervos periféricos ou medula lombar. O efeito se deve à estimulação de fibras simpáticas no interior da medula, e a eletro-estimulação medular estaria indicada no tratamento das alterações vasculares periféricas.

A atividade do SNA, medida através da pressão arterial, frequência cardíaca, diâmetro pupilar e impedância da pele, não foi modificada pela EENT; apenas a impedância cutânea sofreu queda discreta (3%), embora estatisticamente significativa¹³. A EENT não modifica os padrões expiratórios de pacientes asmáticos⁵⁰

Algumas precauções devem ser tomadas. Devido a possibilidade de ocasionar contratura muscular local, não é recomendável a estimulação sobre a zona dos músculos laríngeos e faríngeos. Deve ser evitada a estimulação sobre o seio carotídeo, para não desencadear reflexo vasovagal⁷. Estimulação na face ou crânio deve ser extremamente cautelosa; a passagem de corrente elétrica pelo cérebro pode causar convulsões. Desconexão brusca dos eletrodos ou súbita alteração dos controles do estimulador causam sensação característica de "choque" elétrico, o que pode ter conseqüências adversas se o indivíduo estiver dirigindo um veículo ou operando máquina potencialmente perigosa^{7, 26}. Apesar de não haver relatos de complicações cardíacas, a técnica tem sido evitada em cardiopatas^{28, 35}. A estimulação interfere com os traçados de ECG e EEG^{14, 26}. Está contra indicada nos portadores de marca-passo e durante o primeiro trimestre da gravidez⁷.

DISCUSSÃO

A EENT alinha-se, juntamente com a acupuntura e suas variantes e as demais técnicas de neuro-estimulação elétrica (percutânea e implantes de eletrodos), no rol das chamadas formas não-convencionais de terapia da dor. Cada uma tem suas vantagens e limitações^{8, 15, 27, 28, 45}, e certamente há situações em que o efeito de uma delas supera o das demais. Quanto à EENT, seu principal mérito é o de prover um meio simples, não invasivo e atóxico de controlar diversos tipos de dor.

Segundo Shealy, a segurança da EENT é muito bem ilustrada pelo fato de ter sido o "Electreat" usado nos EUA por milhares de pessoas, por muitos anos, sem que jamais seus fabricantes tivessem sofrido qualquer processo ou ação judicial⁴⁸. Por outro lado, o mesmo autor observa que a inocuidade, aliada à aparente simplicidade técnica e excessiva facilidade de aquisição do equipamento, pode contribuir para o seu descrédito. De fato, esses fatores favorecem a proliferação de "terapeutas" não habilitados, bem como o uso indiscriminado pela população, por "orientação" de parentes ou amigos usuários. Nestas circunstâncias, altos índices de insucesso advêm com previsíveis efeitos sobre a sua credibilidade. Assim, recomendações contra esta prática devem ser acrescentadas aquelas que são rotineiras feitas aos futuros usuários de aparelhos de EENT. Nos EUA, onde tais aparelhos são comercializados por cerca de 20 firmas, a venda de

unidades portáteis só é permitida sob prescrição médica.

A inexistência desses aparelhos no mercado nacional constitui importante obstáculo a sua implantação em nosso meio. A solução deste problema poderia estar na fabricação artesanal dos aparelhos, tarefa exequível se confiada a pessoa altamente qualificada em eletrônica. Estimuladores de fabricação artesanal têm sido usados mesmo em trabalhos científicos, com performance plenamente satisfatória⁴⁵.

A EENT é particularmente eficaz no tratamento da dor aguda e da dor crônica localizada, mas tem valor na terapia de outros tipos de dor isolada ou em conjunto com outros recursos terapêuticos. Apesar do reconhecimento da EENT pela Food and Drug Administration nos EUA⁷, há restrições pelo seu índice de eficácia, inicialmente alto, declinar acentuadamente a longo prazo. Face às controvérsias, a verdade ainda está por ser esclarecida. Deve-se levar em conta, que a maioria dos estudos são realizados em pacientes crônicos, já submetidos a outras formas de tratamento da dor. Isso mostra que as terapias convencionais também tiveram, nesses pacientes, efeito passageiro ou nulo²⁶ e demonstra que a EENT tem algo a acrescentar ao armamentário atual para tratamento da dor. A dor crônica é um problema médico complexo, que leva o paciente a percorrer longo itinerário por hospitais e consultórios submetendo-se a numerosos exames e tentando repetidos tratamentos clínicos, fisioterápicos ou cirúrgicos. Na opinião de Loeser²⁶, esse penoso processo pode ser sustado, em pelo menos 1 entre 8 pacientes, pelo emprego da EENT.

O seu valor clínico poderá aumentar significativamente, pelo aperfeiçoamento do instrumental, principalmente dos eletrodos^{7, 48}, e pela definição de critérios prognósticos precisos para utilização da técnica. Isto deixa para o futuro uma definitiva avaliação da eficácia da EENT.

Os resultados desta revisão mostram que a EENT está longe de ser uma panacéia contra a dor, mas é um recurso adicional a ser tentado. Atualmente, a única maneira de se saber se um paciente irá ou não beneficiar-se da EENT, é aplicá-la, pois não traz prejuízo algum. Justifica-se a opinião de Shealy⁴⁸, de que a técnica deveria ser tentada, no tratamento da dor, antes de qualquer droga. Assim, o dado que melhor retrata a sua validade ou não é o benefício oferecido aqueles que puderam ser tratados eficazmente por um método simples e virtualmente inócuo.

Torres H J A — Analgesia by transcutaneous electrical nerve stimulation. *Rev Bras Anest*

In this paper, a review is made on the use of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in the treatment of pain. After a brief historical abridgement, technical data concerning this therapeutic modality are collected and explained. The neurophysiological basis of TENS are discussed in the light of present knowledge, and some considerations are made about its use on clinical practice.

Key - Words: ANESTHETIC TECHNIQUE; transcutaneous electrical nerve stimulation, PAIN; treatment.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abram S E – Increased sympathetic tone associated with transcutaneous electrical stimulation. *Anesthesiology* 45: 5: 575 – 577, 1976.
2. Andersson S A, Hansson G, Holmgren E, Renberg O – Evaluation of the pain suppressive effect of different frequencies of peripheral electrical stimulation in chronic pain conditions. *Acta Orthop Scand* 47: 2: 149 – 157, 1976.
3. Appenzeller O, Atkinson R – La stimolazione nervosa transcutanea nel trattamento dell'emicrania e delle altre cefalee. *Minerva Med* 67: 31: 2023 – 2025, 1976.
4. Augustinsson L E, et al. – Pain relief during delivery by transcutaneous electrical nerve stimulation. *Pain* 4: 1: 59 – 65, 1977.
5. Boas R A, Hatangdi V S – Electrical stimulation in the relief of pain: a pilot study. *N Z Med J* 84: 572: 230 – 233, 1976.
6. Bonica J J – Mecanismos da dor. *Rev Bras Anest* 26: 4: 476 – 502, 1976.
7. Burton C – Transcutaneous electrical nerve stimulation to relieve pain. *Postgrad Med* 59: 6: 105 – 108, 1976.
8. Campbell J N, Long D M – Peripheral nerve stimulation in the treatment of intractable pain. *J Neurosurg* 45: 6: 692 – 699, 1976.
9. Chapman C R, Benedetti C – Analgesia following transcutaneous electrical stimulation and its partial reversal by a narcotic antagonist. *Life Sci* 21: 11: 1645 – 1648, 1977.
10. Cooperman A M, Hall B, Sadar E S, Hardy R W – Use of transcutaneous electrical stimulation in control of postoperative pain. *Surg Forum* 26: 77 – 78, 1975.
11. Delecour M, et al. – Analgésie loco-régionale au cours du travail par stimulation électronique. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)* 5: 3: 427 – 429, 1976.
12. Dooley D M, Kasprak M – Modification of blood flow to the extremities by electrical stimulation of the nervous system. *Suth Med J* 69: 10: 1309 – 1311, 1976.
13. Ebersold M J, Laws Jr. E R, Albers J W – Measurements of autonomic function before, during, and after transcutaneous stimulation in patients with chronic pain and in control subjects. *Mayo Clin Proc* 52: 4: 228 – 232, 1977.
14. Ersek R A – Low-back pain: prompt relief with transcutaneous neuro-stimulation. A report of 35 consecutive cases. *Orthopaedic Review* 5: 12: 27 – 31, 1976.
15. Gibb J W G – Papel atual da acupuntura em medicina. *Rev Bras Anest* 29: 3: 263 – 288, 1979.
16. Harvie K W – A major advance in the control of portoperative knee pain. *Orthopedics* 2: 1: 26 – 27, 1979.
17. Hymes A C, et al. – Electrical surface stimulation for control of acute portoperative pain and prevention of ileus. *Surg Forum* 24: 447 – 449, 1973.
18. Ignelzi R J, Nyquist J K – Direct effect of electrical stimulation on peripheral nerve evoked activity: implications in pain relief. *J Neurosurg* 45: 2: 159 – 165, 1976.
19. Jerva M J, Zavala G, Umoren D – Transcutaneous neurostimulation. *Proc Inst Med Chic* 31: 2: 35 – 36, 1976.
20. Kane K, Taub A – A history of local electrical analgesia. *Pain* 1: 2: 125 – 138, 1975.
21. Kubista E, Kucera H, Riss P – The effect of transcutaneous electric nerve stimulation (TNS) on labour pain. In *Proceedings of the Fifth International Symposium of Electrotherapeutic Sleep and Electroanesthesia*, ed. F. M. Wageneder and R. H. Germann, Amsterdam, Excerpta Medica, 145 – 148, 1978.
22. Kubista E, Philipp K, Riss P – The effect of transcutaneous electric nerve stimulation (TNS) on uteroplacental flow. In *Proceedings of the Fifth International Symposium of Electrotherapeutic Sleep and Electroanesthesia*, ed. F. M. Wageneder and R. H. Germann, Amsterdam, Excerpta Medica, 129 – 131, 1978.
23. Laitinen L – Placement des electrodes dans la stimulation transcutanée de la douleur chronique. *Neurochirurgie* 22: 5: 517 – 526, 1976.
24. Lébl M, Pokorny J, Skruzny J – Local electroanalgesia therapeutic system. In *Proceedings of the Fifth International Symposium of Electrotherapeutic Sleep and Electroanesthesia*, ed. F. M. Wageneder and R. H. Germann, Amsterdam, Excerpta Medica, 171 – 177, 1978.
25. Linzer M, Long D M – Transcutaneous neural stimulation for relief of pain. *IEEE Trans Biomed Eng* 23: 4: 341 – 345, 1976.
26. Loeser J D, Black R G, Christman A – Relief of pain by transcutaneous stimulation. *J Neurosurg* 42: 3: 308 – 314, 1975.
27. Long D M – Uses of percutaneous electrical stimulation of the nervous system. *Med Prog Technol* 5: 1: 47 – 50, 1977.
28. Long D M, Hagfors N – Electrical stimulation in the nervous system: the current status of electrical stimulation of the nervous system for relief of pain. *Pain* 1: 2: 109 – 123, 1975.
29. Magora F, Olshwang D, Aladjemoff L, Magora A – Five years experience with transcutaneous electrical stimulation (TES) in a pain. In *Proceedings of the Fifth International Symposium of Electrotherapeutic Sleep and Electroanesthesia*, ed. F. M. Wageneder and R. H. Germann, Amsterdam, Excerpta Medica, 227 – 231, 1978.
30. Magora F, Olshwang D, Uretzky G, Klar A – Relief of pain by transcutaneous electrical stimulation after open heart surgery. In *Proceedings of the Fifth International Symposium of Electrotherapeutic Sleep and Electroanesthesia*, ed. F. M. Wageneder and R. H. Germann, Amsterdam, Excerpta Medica, 221 – 225, 1978.
31. Mannheim C, Lund S, Carlsson C A – The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TNS) on joint pain in patients with rheumatoid arthritis. *Scand J Rheumatol* 7: 1: 13 – 16, 1978.
32. Mason J L, Mackay N A M – Pain sensations associated with electrocutaneous stimulation. *IEEE Trans Biomed Eng* 23: 5: 405 – 409, 1976.
33. McCreery D R, Bloedel J R – A quantitative approach to evaluating the effect of stimulating devices on the perception of noxious stimuli. *Med Instrum* 9: 5: 205 – 208, 1975.
34. Meizack R, Wall P D – Pain mechanisms: a new theory. *Science* 150: 971 – 979, 1965.
35. Myers R A, Woolf C J, Mitchell D – Management of acute traumatic pain by peripheral transcutaneous electrical stimulation. *S Afr Med J* 52: 8: 309 – 312, 1977.
36. Nathan P W, Wall P D – Treatment of post-herpetic neuralgia by prolonged electrical stimulation. *Br Med J* 3: 5932: 645 – 647, 1974.
37. Oliveira L F – Dor: fisiopatologia. *Rev Bras Anest* 29: 3: 227 – 246, 1979.
38. Picaza J A – Peripheral nerve stimulation for pain control. *J Fla Med Assoc* 63: 11: 903 – 905, 1976.
39. Pike P M W – Transcutaneous electrical nerve stimulation. Its use in the management of portoperative pain. *Anaesthesia* 33: 165 – 171, 1978.
40. Procacci P, Zoppi M, Maresca M – La terapia delle sindromi dolorose con stimolazione elettrica (elettroanalgesia). *Clin Ter* 73: 5: 465 – 474, 1975.
41. Pudenz R H – Adverse effects of electrical energy applied to the nervous system. *Neurosurgery* 1: 2: 190 – 191, 1977.
42. Ray C D, Maurer D D – A review of neural stimulator system components useful in pain alleviation. *Med Prog Technol* 2: 121 – 125, 1974.
43. Richlin D M, et al. – Reflex sympathetic dystrophy: successful treatment by transcutaneous nerve stimulation. *J Pediatr* 93: 1: 84 – 86, 1978.
44. Roeser W M, Meeks L W, Venis R, Strickland G – The use of transcutaneous nerve stimulation for pain control in athletic medicine. A preliminary report. *Am J Sports Med* 4: 5: 210 – 213, 1976.
45. Rutkowski B, Niedzialkowska T, Otto J – Electrical stimulation in chronic low-back pain. *Br J Anaesth* 49: 6: 629 – 632, 1977.

46. Satran R, Goldstein M N – Pain perception: modification of threshold in intolerance and cortical potentials by cutaneous stimulation. *Science* 180: 1201, 1973.
47. Shealy C N – Electrical stimulation: the primary method of choice in pain relief. *Compr Ther* 1: 1: 41 – 45, 1975.
48. Shealy C N – Transcutaneous electrical stimulation for control of pain. *Clin Neurosurg* 21: 0: 269 – 277, 1974.
49. Shealy C N, Mortimer J T, Reswick J B – Electrical inhibition of pain by stimulation of the dorsal columns: preliminary clinical report. *Anesth Analg (cleve)* 46: 489 – 491, 1967.
50. Sovijarvi A R, Poppius H – Acute bronchodilating effect of transcutaneous nerve stimulation in asthma. A peripheral reflex or psychogenic response. *Scand J Respir Dis* 58: 3: 164 – 169, 1977.
51. Stabile M L, Mallory T H – The management of postoperative pain in total joint replacement. *Orthopaedic Review* 7: 11: 121 – 123, 1978.
52. Sternbach R A, Ignelzi R J, Deems L M, Timmermans G – Transcutaneous electrical analgesia: a follow-up analysis. *Pain* 2: 1: 35 – 41, 1976.
53. Stillings D – A survey of the history of electrical stimulation for pain to 1900. *Med Instrum* 9: 6: 255 – 259, 1975.
54. Stonnington H H, et al. – Transcutaneous electrical stimulation for chronic pain. A pilot study. *Minn Med* 59: 10: 681 – 683, 1976.
55. Thorsteinsson G, Stonnington H H, Stillwell G K, Elveback L R – Transcutaneous electrical stimulation: a double-blind trial of its efficacy for pain. *Arch Phys Med Rehabil* 58: 1: 8 – 13, 1977.
56. Thorsteinsson G, Stonnington H H, Stillwell G K, Elveback L R – The placebo effect of transcutaneous electrical stimulation. *Pain* 5: 1: 31 – 41, 1978.
57. VanderArk G D, McGrath K A – Transcutaneous electrical stimulation in treatment of postoperative pain. *Am J Surg* 130: 338 – 340, 1975.
58. Vanderlinden R G – Transcutaneous stimulation in the treatment of pain. *Compr Ther* 1: 6: 46 – 50, 1975.
59. Wall P D, Sweet W H – Temporary abolition of pain in man. *Science* 155: 108 – 109, 1967.
60. Wang J K – Stimulation-produced analgesia. *Mayo Clin Proc* 51: 1: 28 – 30, 1976.
61. Woolf C J, Mitchell D, Myers R A, Barrett G D – Failure of naloxone to reverse peripheral transcutaneous electro-analgesia in patients suffering from acute trauma. *S Afr Med J* 53: 5: 179 – 180, 1978.

Resumo de Literatura

NORADRENALINA; SEROTONINA E CORNO DORSAL

A importância do uso de neurotransmissores no controle de alterações sensitivas levaram os autores a estudarem a participação da noradrenalina e serotonina no controle do processamento sensitivo segmentar.

Foram usados 60 gatos, anestesiados e ventilados artificialmente, submetidos à preparação para isolamento de células únicas do corno medular dorsal, sensíveis a estímulos nocivos ou inócuos, isoladamente. A L DOPA foi utilizada para induzir liberação de noradrenalina ou serotonina. Para separarem os efeitos da noradrenalina e da serotonina liberadas as células do corno dorsal foram empregados vários compostos, como a 6-hidroxi-dopamina, que é neurotoxina da célula catecolaminérgica, o inibidor da dopamina beta hidroxilase-ácido fusárico e o inibidor do triptofano hidroxilase a paraclorofenilalanina.

Os resultados mostraram que a noradrenalina facilita as respostas das células do corno dorsal aos estímulos cutâneos inócuos e tem efeito inibidor às respostas dos estímulos nocivos. A serotonina por sua vez, inibe as respostas das células do corno dorsal que respondem aos estímulos nocivos, tendo com estímulos nocivos como inócuos.

Os autores concluem que existem evidências de que os sistemas descendentes do tronco encefálico utilizam tanto a noradrenalina como a serotonina, no controle dos processos segmentares da sensibilidade.

(Noradrenalin, serotonin and dorsal horn - Hodge C J, Woods C I, Delatizky - J Neurosurg 52: 674 - 685, 1980) (Cremonesi E).