

RELATO DE CASO

Os efeitos da estimulação elétrica nervosa transcutânea no pós-operatório de cirurgias torácicas e abdominais - revisão de literatura e relato de casos*

The effects of transcutaneous electric nerve stimulation (tens) in thoracic and abdominal postoperative surgeries - literature review and case report

Ana Amélia Moraes Antunes⁽¹⁾,
Maira Simão Bonfante⁽¹⁾,
Ricardo Batista Simão⁽¹⁾,
Marcos Antônio de Resende⁽²⁾,
Verônica Franco Parreira⁽³⁾

* Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

⁽¹⁾ Graduando do Curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

⁽²⁾ Professor do Curso de Fisioterapia Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Co-orientador do estudo.

⁽³⁾ Professora do Curso de Fisioterapia Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Orientadora do estudo.

Endereço para correspondência:
Profa. Dra. Verônica Franco Parreira.
Departamento de Fisioterapia da UFMG. Unidade Administrativa II – 3º andar. Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha. 31.270-901. Belo Horizonte, Minas Gerais.
e-mail: parreira@eef.ufmg.br
parreira@metalink.com.br

RESUMO: O objetivo deste estudo é fazer uma revisão da literatura sobre a influência da estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) no pós-operatório de cirurgias torácicas e abdominais. Nós relatamos o uso da eletroestimulação em quatro pacientes submetidas a laparotomias no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As pacientes foram avaliadas no período pré-operatório e acompanhadas no 1º e 2º dia de pós-operatório (DPO). As duas pacientes submetidas a cirurgias supra-umbilicais realizaram prova de função pulmonar. A TENS foi aplicada na modulação convencional duas vezes ao dia durante trinta minutos. A dor foi mensurada através de uma Escala Visual Analógica Padronizada. Pôde-se observar que a paciente nº 1 apresentou alterações espirométricas similares ao encontrado na literatura revisada, havendo diminuição dos valores de VEF₁, CVF, VEF₁/CVF e *peak-flow* nos dias subseqüentes à cirurgia. Os resultados obtidos na espirometria da paciente nº 2 demonstraram que houve aumento nos valores no 1º DPO, com queda subseqüente no 2º DPO, valores estes próximos aos obtidos no pré-operatório. Todas as pacientes relataram melhora da dor à movimentação. Esta observação coincide com a hipótese de que a TENS irá atuar de maneira eficaz na dor de origem cutânea, relacionada a movimentos voluntários, não sendo necessariamente eficiente para dores de origem visceral. Foi observado que o uso da TENS viabiliza, em determinadas cir-

cunstâncias uma maior cooperação por parte do paciente, fator crucial para que possam ser atingidos os objetivos terapêuticos e funcionais do atendimento fisioterápico.

DESCRITORES: Cirurgia torácica, Literatura de revisão, Pós-operatório, Terapia por estimulação.

ABSTRACT: The purpose of this study is to review the literature concerning the effects of transcutaneous electric nerve stimulation (TENS) following major thoracic and abdominal surgeries. TENS has been used as a complementary analgesics for pain relief after surgery. We described the use of TENS in patients undergoing laparotomy at the Clinical Hospital of Universidade Federal de Minas Gerais. Four patients were enrolled in this observation. Patients were evaluated on day before surgery and on the first and second postoperative days. TENS using conventional modulation was performed twice a day, during thirty minutes. Visual Analogue Standardized Scale assessed pain. Patient number 1 had impairments on pulmonary function as described on the literature, with decreases in FEV₁, FVC FEF₁/FVC and *peak-flow* after surgery. The results observed on patient number 2 showed increase of values on the first postoperative day followed by decrease, close to the obtained on the preoperative

evaluation. All patients showed decrease of pain associated with movement. This improvement is in accord with the hypothesis about the effectiveness of TENS on the control of pain related to voluntary movement, not necessarily on pain from organ origin. The use of TENS leads to a best patient's cooperation, which is very important

to reach the therapeutics and functional goals during physical therapy.

KEYWORDS: Electric stimulation therapy, Postoperative period, Review of literature, Thoracic surgery.

INTRODUÇÃO

Uma das indicações da intervenção fisioterapêutica em hospitais é o acompanhamento pré e pós-operatório de pacientes submetidos a cirurgias torácicas e abdominais^{1,5,15,33}, uma vez que esses procedimentos provocam alterações na função pulmonar e conseqüente aumento da morbidade e mortalidade destes^{3,6,9,10,11,19,21,40}.

As alterações da função pulmonar e da hematose, decorrentes de procedimentos cirúrgicos torácicos e abdominais, já foram amplamente descritas na literatura^{9,11,15,19,20,21,29,33,40}. As provas de função pulmonar realizadas no período pós-operatório demonstraram diminuição das seguintes medidas: capacidade vital forçada (CVF), capacidade pulmonar total (CPT), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), volume corrente (VC), capacidade residual funcional (CRF) e pico de fluxo expiratório (*peak-flow*)^{1,5,6,17,19,26,40}. A análise dos gases do sangue arterial demonstra redução dos valores de pressão parcial de oxigênio (PaO₂) e saturação de oxigênio na hemoglobina (SaO₂)^{5,19}. O tipo e a duração da anestesia, o tipo de incisão cirúrgica (maior proximidade da incisão cirúrgica em relação ao diafragma trará maior repercussão funcional), o tempo de cirurgia, a restrição mecânica pela dor, o aumento da pressão intra-abdominal, o uso de analgésicos e características individuais do paciente são variáveis que influenciam a magnitude destas alterações^{6,8,9,11,18,19,20,21,29,33,35,40}.

Esta conjunção de fatores é responsável pelas complicações pulmonares pós-operatórias. Entretanto, é necessário salientar outros fatores que influenciam a evolução do pós-operatório, tais como: alterações no estado nutricional, obesidade, pneumopatias prévias, alterações respiratórias atuais (*e.g.* tosse e broncoespasmo), presença de doenças clínicas associadas (*e.g.* doenças imunológicas ou metabólicas) e tabagismo atual ou prévio^{15,19,29,33,34,35}. Devemos também considerar a disfunção do diafragma que acompanha estes procedimentos^{9,18,36}. Pacientes

submetidos a cirurgias torácicas e abdominais geralmente desenvolvem um padrão pulmonar restritivo e tal padrão possui vários fatores contribuintes sendo o principal deles a dor no pós-operatório^{6,11,20,21,36}.

Infecção traqueobrônquica e pneumonia, atelectasia, broncoespasmo, insuficiência respiratória aguda, derrame pleural e síndrome da angústia respiratória do adulto (SARA) são as complicações pulmonares no pós-operatório mais citadas pela literatura^{5,11,15,29,33,34,35,39}.

A intervenção fisioterapêutica tem sido realizada com o objetivo de contribuir na diminuição das complicações já citadas e conseqüentemente da morbimortalidade destes pacientes. As condutas mais utilizadas têm sido as técnicas de higiene brônquica e reexpansão pulmonar, o auxílio à mobilização e deambulação precoce, com objetivo de manter a perviedade de vias aéreas, melhorar a hematose, e promover independência, evitando os efeitos adversos do pós-operatório^{1,5,10,15,33}.

A fim de atingir esses objetivos devemos nos ater à disfunção diafragmática e à dor ocasionadas por estes procedimentos cirúrgicos^{11,21,23,35,40}. Ford et al.⁹, demonstraram que em pacientes submetidos a colecistectomia ocorre uma diminuição da contribuição do diafragma na inspiração, associada a uma alteração no padrão respiratório destes pacientes sugerindo como causa desta disfunção uma possível inibição reflexa do nervo frênico^{20,40}. De Troyer e Estennes⁸, associam esta disfunção no funcionamento do diafragma ao aumento da pressão intra-abdominal (edema pós-operatório) com conseqüente diminuição da zona aposicional. A distensão excessiva do diafragma irá prejudicar a sua contração de forma eficaz.

Procedimentos cirúrgicos produzirão lesão tecidual local em maior ou menor grau, com conseqüente liberação de mediadores químicos que vão ativar os nociceptores e os impulsos serão transmitidos até o Sistema Nervoso Central (SNC) através das fibras nervosas A-delta (A δ) e C^{2,14,17,23,30,41}.

Um recurso amplamente utilizado por fisioterapeutas no controle da dor em diversos quadros clínicos é a estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS, do inglês *Transcutaneous Electric Nerve Stimulation*), que poderá atuar como adjunto na conduta terapêutica, visto que a dor ocasionada pela cirurgia faz com que ocorra inibição voluntária da inspiração profunda e da tosse, favorecendo a instalação da síndrome restritiva respiratória que freqüentemente acompanha estes procedimentos^{1,5,16,17,26,27}.

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão bibliográfica sobre a efetividade da TENS no pós-operatório de cirurgias torácicas e abdominais, sua influência no controle da dor e nas alterações da função pulmonar; assim como relatar nossa própria experiência com a aplicação da TENS em quatro pacientes submetidas a laparotomia no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (HC-UFMG).

DOR E ELETROANALGESIA

Existem provas datadas da idade antiga, mais especificamente por volta do ano 46 d.C., nas quais se relata que entre os elementos naturais utilizados pelos egípcios para o tratamento de determinadas enfermidades era utilizado uma forma primitiva de estimulação elétrica, com enguias ou peixes que produzem descargas elétricas. Porém a utilização sistemática deste recurso de maneira eficaz e com respaldo científico foi realmente incorporada à prática clínica a partir da década de 60 deste século^{13,22,31}.

Na TENS, eletrodos são acoplados à pele através de uma fina camada de gel para que ocorra transmissão dos impulsos elétricos de baixa voltagem à derme e aos tecidos subjacentes^{13,22}. A dor, como percepção mediada pelo sistema nervoso é conduzida por fibras Aδ e C e os estímulos táteis são conduzidos pelas fibras A-beta (A-β) mielinizadas. Está descrita na literatura a teoria proposta por Melzack e Wall em 1965, que explica o funcionamento das comportas espinhais como mecanismo neurofisiológico da dor. Estes autores postulam que os sinais aferentes de dor são modificados em um mecanismo de comporta localizado na substância gelatinosa do corno dorsal da medula. É sugerido que a conexão entre as fibras periféricas e o SNC ocorra nesta região. Interneurônios inibitórios ativos seriam responsáveis pela manutenção desta comporta fechada a partir da estimulação das

fibras de tato, ou seja, não permitindo transmissão ao SNC da sensação de dor. Os estímulos dolorosos que excitam fibras Aδ e C, abririam esta comporta, resultando em dor através da inibição destes interneurônios. A TENS induziria ao alívio da dor por interação sensorial, uma vez que sua aplicação estimula as fibras táteis (A-β), ativando os interneurônios e bloqueando o estímulo doloroso no nível medular, na substância gelatinosa. A este processo de redução ou minimização da transmissão da dor se dá o nome de neuromodulação^{2,14,22,23,30,41}.

Além da participação do mecanismo da comporta espinhal na analgesia induzida pela TENS, alguns estudos mostram que a estimulação elétrica nervosa transcutânea é capaz de ativar o sistema descendente inibitório da dor e modular a atividade dos neurônios no corno dorsal da medula a partir da liberação de peptídeos opióides endógenos como as endorfinas e encefalinas^{37,38}.

A principal indicação para a TENS é a presença de dor, seja ela aguda ou crônica. É consenso que quanto mais aguda e localizada for a dor, maior será a eficiência deste recurso. Desta maneira, uma das indicações clássicas da TENS é a dor aguda pós-operatória^{13,22,28}.

As contra-indicações da TENS são similares às da eletroterapia em geral. Sua indicação é contra-indicada de forma absoluta na presença de marcapasso cardíaco, pela possibilidade de interferência entre os aparelhos; ou na região dos seios carotídeos, pelo risco de elicitação do reflexo vagovagal e conseqüente resposta hipotensora. Outros problemas cardíacos não contra-indicam o uso da TENS, porém pacientes com história progressiva ou sintomatologia de qualquer distúrbio desta natureza devem passar por uma avaliação criteriosa que inclui eletrocardiograma e monitorização da freqüência cardíaca. A TENS não deve ser aplicada de forma transcraniana em pacientes com história de acidente vascular cerebral, ataque isquêmico transitório, epilepsias ou outras formas de convulsão; e nunca deve ser aplicada diretamente sobre os olhos. Desde que supervisionada por profissional competente, a TENS pode ser utilizada em mulheres grávidas com lombalgias e/ou dores na região sacrococcígea, devendo porém ser evitada nos primeiros três meses de gestação ou sobre a região abdominal com o útero grávido^{6,13,22}.

Existem quatro tipos principais de modulação da corrente na TENS: convencional, acupuntura, trens de

pulso e breve-intensa. A diferença entre elas se dá na regulação dos parâmetros de frequência e intensidade. Na modulação convencional, são utilizadas alta frequência e baixa intensidade (no limiar sensorial) a fim de induzir a analgesia pelo bloqueio do estímulo doloroso na medula espinhal, enquanto que nos outros três são utilizadas intensidades bem mais altas com frequências baixas, (exceto na breve-intensa em que também a frequência é alta), para induzir o organismo à liberação de analgésicos endógenos. A corrente convencional tem como mecanismo de ação prioritário a estimulação de fibras aferentes de grande calibre (A- β mielinizadas)^{6,13,22}. Nas outras formas de aplicação da TENS, a eletroanalgesia seria resultado da liberação de substâncias como as beta-endorfinas. Não obstante, a TENS convencional também promoveria a estimulação aferente no SNC em áreas mesencefálicas por vias não-opioidérgicas como as serotoninérgicas, induzindo também a liberação de outros tipos de substâncias analgésicas endógenas^{2,6,17,25,28,41}.

Os benefícios trazidos por este recurso são vários: baixo custo, facilidade na técnica de aplicação, possibilidade de ser aplicado como forma de analgesia contínua, número reduzido de contra-indicações e principalmente o fato de não provocar efeitos colaterais^{1,3,13,22}.

Os analgésicos opióides produzem analgesia devido aos seus efeitos agonistas sobre os receptores opiáceos no SNC que apresentam distribuição na medula espinhal nas mesmas áreas de transmissão das fibras A δ e C. Muitos dos efeitos colaterais dos analgésicos também são resultado da interação opióide-receptor. De importante repercussão são as ligações entre os hipnoanalgésicos e o sistema de controle respiratório no tronco encefálico¹⁴. Estas ligações levam a uma depressão do centro respiratório, diminuição do reflexo de tosse e diminuição do nível de consciência com possível retenção de secreções e aspiração de saliva e conteúdo gástrico, além de outros efeitos colaterais tais como náuseas, vômitos, retenção urinária, prurido e constipação^{4,10,12,27,30,35}. Desta maneira, a aplicação da TENS visando a redução da quantidade de opióides necessários para o adequado controle da dor tem se mostrado benéfica^{6,16,24,25,39}.

REVISÃO DA LITERATURA: A UTILIZAÇÃO DA TENS NO PÓS-OPERATÓRIO

Alguns estudos avaliaram os benefícios do uso da

TENS na redução da dor pós-operatória, assim como sobre os volumes pulmonares do período pós-operatório partindo da hipótese de que esta auxiliaria na redução da síndrome restritiva secundária à cirurgia^{1,3,4,10,16,17,18,24,25,26,27,31,35,39}.

Cirurgias Torácicas

Em um estudo com 31 pacientes submetidos à cirurgia cardíaca como cirurgia de revascularização do miocárdio (CRVM) ou troca de válvula mitral ou aórtica, Navarathnam et al.²⁶, aplicaram a TENS nas primeiras 72 horas de pós-operatório. Foram posicionados dois pares de eletrodos sendo um de forma paraincisional e outro na região torácica posterior correspondente ao dermatomo da área esternal. Os pacientes foram alocados aleatoriamente em dois grupos: um com aplicação da TENS efetiva e outro com TENS placebo. Foram observadas diminuições nos valores de CVF, VEF₁ e *peak-flow* em ambos os grupos. Nos primeiros três dias de pós-operatório, os valores de *peak-flow* foram estatisticamente maiores no grupo TENS efetivo. A CVF foi relativamente maior no grupo TENS apenas no segundo dia de pós-operatório e o VEF₁ não apresentou diferença significativa entre os grupos. A incidência de complicações pulmonares foi similar para os dois grupos²⁶.

Ho et al.¹⁷, realizaram um estudo aplicando a TENS em 15 pacientes submetidos à toracotomia nos três primeiros dias de pós-operatório, duas vezes ao dia durante 15 minutos em cada aplicação. Os autores deste trabalho utilizaram a Escala Visual Análoga Padronizada (EVAP) para avaliar a dor e provas de função pulmonar para verificar os benefícios da analgesia na melhora do padrão respiratório destes pacientes. O alívio da dor foi constatado. Já os valores de CVF, VEF₁ e *peak-flow* foram maiores no grupo TENS que no grupo controle na maior parte das aplicações. Como a aplicação da TENS não obedeceu a parâmetros pré-estabelecidos, mas sim à tolerância do paciente, foi observado que a maior parte deles preferiu a eletroestimulação com frequência de média a alta (150-200 Hz) e intensidade média.

McMicham et al.²⁴, acompanharam, num período de 12 meses, 141 pacientes submetidos à toracotomia, alocados em 3 grupos, sendo o primeiro um grupo controle (I) e dois grupos com aplicação de TENS nas frequências de 110 Hz (II) e 65 Hz (III). Foram

avaliados o tempo de permanência da Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e o total de dias de hospitalização, além da ingestão de medicação analgésica (calculada utilizando como parâmetro o peso corporal pré-operatório). Os autores não encontraram diferença significativa entre os grupos em relação à permanência na UTI e dias de hospitalização. No entanto, houve diferença significativa em relação à necessidade de analgésicos: o grupo I necessitou de maior quantidade de analgésico pós-operatório em relação aos grupos II e III, assim como o grupo II quando comparado ao grupo III. Os autores sugerem que talvez uma frequência de 65 Hz proporcionaria melhor analgesia.

No estudo realizado por Foster et al.¹⁰, foram acompanhados 45 pacientes após CRVM, divididos de forma aleatória em três grupos: TENS efetivo, TENS placebo e grupo controle. O tratamento foi aplicado nas primeiras 72 horas de pós-operatório e foram avaliados os seguintes parâmetros: dor durante o repouso e durante a tosse, uso de medicação analgésica complementar, CVF, VEF₁ e *peak-flow*. Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que não houve diferença significativa entre os grupos, exceto na dor durante o repouso, que foi menor no grupo TENS efetivo em relação ao grupo controle e ao grupo de TENS placebo. A conclusão dos autores foi de que a TENS aplicada de forma contínua durante o período de pós-operatório de CRVM não apresentava vantagens para o controle da dor ou na prevenção de alterações pulmonares.

Benedetti et al.³, realizaram um estudo randomizado acompanhando 324 pacientes submetidos a diferentes tipos de cirurgia torácica. A intensidade da dor no pós-operatório foi classificada em severa, moderada e leve em função da técnica cirúrgica empregada, respectivamente: toracotomia póstero-lateral; costostomia, toracotomia com afastamento muscular e esternotomia; videotoracoscopia. Em cada um destes grupos os pacientes foram divididos em três subgrupos de tratamento: TENS efetivo aplicado nas primeiras doze horas de pós-operatório com uma hora de aplicação e uma de repouso alternadamente, TENS placebo e grupo controle. A eficácia da TENS foi analisada considerando o tempo em que o paciente, após o início do tratamento, não necessitou de analgesia complementar e o total de medicação administrada até 12 horas após a cirurgia. A conclusão do estudo foi que a TENS é ineficaz para analgesia em

procedimentos cirúrgicos que levam a dor severa, não obstante é um recurso útil quando utilizado em conjunto com a medicação para o pós-operatório com dor moderada e deve ser o tratamento de escolha, sem administração de drogas, após cirurgias que causam dor leve³.

Cirurgias Abdominais

Ali et al.¹, se propuseram a determinar a efetividade da TENS no controle da dor pós-operatória e sua repercussão nas alterações dos volumes pulmonares. Quarenta pacientes submetidos a colecistectomia eletiva, com incisão na linha média do abdômen superior foram avaliados no período pré e pós-operatório (radiografia de tórax, análise de escarro, espirometria e gasometria), e subdivididos em 3 grupos: aplicação da TENS efetivo, TENS placebo e grupo controle. Os resultados demonstraram haver menor redução de CV, CRF e PaO₂ bem como retorno mais precoce aos valores pré-operatórios no grupo que recebeu TENS em relação aos demais grupos sugerindo que a aplicação da TENS é eficiente em minimizar as alterações pulmonares decorrentes da cirurgia. Houve diferença significativa na necessidade de analgésicos, sendo maior nos pacientes dos grupos controle e TENS placebo do que naqueles alocados no grupo TENS.

Galloway et al.¹², realizaram um estudo aleatório para verificar o valor da TENS como técnica de analgesia para controle da dor em pós-operatório de pacientes submetidos a colecistectomia. Participaram do estudo 40 pacientes que também foram divididos em três grupos: controle, TENS e placebo TENS. Os seguintes parâmetros foram avaliados no pré e pós-operatório: dor, através da EVAP e necessidade de uso de analgésicos opióides e função ventilatória, através da medida de *peak-flow*. O tratamento com a TENS foi iniciado na sala de recuperação e permaneceu em aplicação contínua até 48 horas de pós-operatório. Como resultado, os pacientes no grupo controle relataram dor mais severa em comparação com o grupo que recebeu o TENS e placebo TENS. Entretanto não houve diferença significativa entre os grupos em relação à redução na demanda de opióides e na melhora na função ventilatória no pós-operatório.

Reuss et al.³¹, avaliaram 64 pacientes submetidos a colecistectomia eletiva, alocados em grupo controle, com 34 pacientes e grupo TENS com 30 pacientes. Os eletrodos foram colocados a dois centímetros da

incisão e a eletroestimulação era iniciada ainda no bloco cirúrgico. Ao grupo controle foi ministrado meperidina intramuscular a cada três horas. Os autores concluíram que não houve redução do uso de narcóticos ou redução de complicações pós-operatórias com o uso da TENS.

Aplicando a TENS em doze pacientes no pós-operatório de colecistectomia, duas vezes ao dia, Jones et al.¹⁸, procuraram definir o melhor local de posicionamento dos eletrodos no alívio da dor: a forma paraincisional, ao longo da ferida operatória, ou em um ponto de acupuntura localizado a 1 cm da linha média ao nível do espaço intervertebral entre a décima e a décima primeira vértebra torácica (T₁₀-T₁₁). A dor foi avaliada através dos resultados obtidos com a EVAP para dor: antes, imediatamente e 30 minutos após a aplicação da eletroanalgesia. Foram realizadas aplicações da TENS, por 20 minutos, duas vezes ao dia. Os autores concluíram que não houve diferença significativa relacionada ao posicionamento dos eletrodos, no alívio da dor pós-operatória.

Sim³⁵, em 1991, realizou um estudo randomizado com o objetivo de verificar a efetividade do TENS na redução da dor pós-operatória em pacientes submetidos a colecistectomia com incisão paramediana direita superior (classificada como a incisão mais dolorosa). Trinta pacientes foram alocados em dois grupos, dos quais um grupo recebia doses autocontroladas de analgésico intramuscular e o outro utilizava a TENS de forma contínua ou intermitente; esta última realizada com tempo mínimo de intervalo entre cada aplicação de 1 hora. A efetividade da TENS foi avaliada a partir de seus efeitos analgésicos e a influência sobre a função pulmonar, sendo estes parâmetros avaliados no 1º, 2º e 5º dia de pós-operatório. A dor era mensurada no repouso, após uma inspiração profunda e após a tosse usando a EVAP. A função pulmonar foi mensurada através da medida da CVF e do FEV₁. Segundo o autor, para este tipo de cirurgia, a TENS apresentou benefícios limitados, não justificando seu custo adicional e nem o tempo necessário gasto à sua aplicação³⁵.

Cirurgias Ginecológicas

Solomon et al.³⁹, realizaram um estudo randomizado com 46 pacientes submetidos a três tipos de cirurgia: na coluna lombar, no quadril ou ginecológica. O grupo controle foi composto de 115 pacientes submetidos a

procedimentos cirúrgicos do mesmo tipo. O objetivo do estudo foi verificar se a TENS aplicada de maneira contínua durante 48 horas após a cirurgia, reduzia a necessidade do uso de narcóticos neste período. Como resultado encontraram que a TENS reduz a necessidade de medicação no pós-operatório somente nos pacientes que não faziam uso regular de tais analgésicos no pré-operatório. Este dado sugere que pacientes usuários regulares de narcóticos no pré-operatório apresentam-se resistentes aos efeitos analgésicos da TENS.

Chen et al.⁴, realizaram um estudo comparando quatro grupos de pacientes: grupo placebo, TENS na região dos ombros (ponto de não-acupuntura), TENS no ponto de acupuntura (ponto de Zusanli, na região da panturrilha) e TENS no dermatomo correspondente a incisão abdominal. Houve aumento significativo nos dois primeiros grupos da quantidade necessária de analgésico para o controle adequado da dor, da incidência de efeitos colaterais dos analgésicos opióides (desconforto, náusea, prurido e vômitos), bem como dos escores da EVAP, em relação aos dois últimos.

Hanza et al.¹⁶, realizaram um estudo com 100 mulheres submetidas a cirurgia ginecológica: histerectomia ou miomectomia, com incisão abdominal inferior horizontal ou vertical. O objetivo deste estudo foi avaliar se o parâmetro frequência, um dos utilizados na eletroestimulação, influenciava o efeito da TENS sobre a quantidade de medicação opióide necessária para a adequada analgesia. Partindo desta premissa, as pacientes foram aleatoriamente alocadas em quatro grupos: um grupo com aplicação de TENS em baixa frequência (2 Hz), outro em alta frequência (100 Hz), um terceiro com frequência mista (alternando 2 e 100 Hz em intervalos de 3 segundos) e um grupo com TENS placebo. Todos os grupos receberam analgesias padronizadas por um dispositivo autocontrolável, que consiste em uma bomba de infusão conectada ao acesso venoso para administração da medicação de acordo com a necessidade do paciente. Concluiu-se que com a aplicação da TENS houve diminuição significativa da quantidade de opióides necessária no período pós-operatório bem como da incidência dos seus efeitos colaterais (e.g. náuseas, depressão respiratória e vômitos), quando usado como coadjuvante aos analgésicos opióides.

Em um estudo realizado com 50 parturientes, Nuñez e Carrasco²⁷, compararam a eficácia da TENS em relação à administração de 1g de Dipirona endovenosa

objetivando reduzir a dor pós-operatória imediata (as primeiras quatro horas após a cesárea). O estudo foi realizado com dois grupos de 25 mulheres cada, sendo a TENS aplicada da seguinte forma: 5 minutos na primeira meia hora, a cada 15 minutos durante a hora seguinte e a cada 30 minutos até o final da 4ª hora. A conclusão do estudo foi de que a TENS mostrou-se eficaz para reduzir a intensidade e duração da dor de origem cutânea, assim como a dor relacionada a movimentos voluntários; entretanto, em 13 das 25 mulheres que utilizaram a TENS, o tratamento foi insuficiente para reduzir a dor de origem visceral.

Relato de casos: a estimulação elétrica transcutânea no pós-operatório

Realizamos a aplicação da TENS em pacientes internadas no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (HC-UFMG), em Belo Horizonte, Minas Gerais, acompanhadas pelo Serviço de Fisioterapia utilizando o aparelho Physiotonus II (BIOSET, Indústria de Tecnologia Eletrônica Ltda, Rio Claro, São Paulo, Brasil).

Procedimento de Avaliação

Inicialmente foram avaliados 11 pacientes para a observação clínica, dentre os quais, um não apresentou dor no pós-operatório, três tiveram a cirurgia adiada, um faleceu durante o procedimento cirúrgico, um recebeu alta antes do tempo previsto e um recebeu analgésicos antes da aplicação da TENS, assim sendo, acompanhamos quatro pacientes submetidas a laparotomia (duas com incisão supra-umbilical e duas submetidas à cesárea). As pacientes não apresentaram dificuldade na compreensão quanto ao procedimento nem alergia ao gel e/ou eletrodos e não pertenciam ao grupo de pacientes com contra-indicações para o uso da TENS.

A função pulmonar foi mensurada no período pré-operatório e no primeiro e segundo dias de pós-operatório (Vitalograph, Inglaterra). As medidas espirométricas foram realizadas conforme o estudo elaborado por Sim³⁵. Os testes foram realizados três vezes com as pacientes assentadas no leito. O período de descanso de dois minutos entre cada prova foi permitido, conforme o Consenso sobre Espirometria⁷. Foram selecionados os melhores valores entre as três provas. Todas as provas de função pulmonar foram

realizadas pelo mesmo avaliador e no mesmo horário, no pré-operatório e no primeiro e segundo dias de pós-operatório. As pacientes relataram que nunca haviam realizado prova de função pulmonar anteriormente à avaliação pré-operatória.

Foram realizadas avaliação fisioterápica, e mensuração da dor através da EVAP, utilizada para medida de dor em seres humanos. Esta escala, validada por Revill et al.³², foi utilizada previamente, logo após o início e ao término da aplicação (30 minutos), e consiste em uma linha horizontal traçada em uma folha de papel branca com 20 cm de comprimento, escalonada gradualmente, sendo o marco zero equivalente à ausência de dor e o marco dez referente a maior ou pior dor que o paciente possa imaginar. Intervalos intermediários representam quadros de dor leve, moderada e intensa, classificadas de acordo com os escores obtidos pela EVAP. Desta maneira, de zero a três, de quatro a seis e de sete a dez, significam respectivamente dor leve, moderada e intensa. Outro dado registrado foi a necessidade de analgésicos demonstrada pelos pacientes durante o pós-operatório. As pacientes submetidas à cesárea permanecem no Hospital somente nas primeiras 24 horas pós-parto enquanto que as pacientes submetidas a cirurgias abdominais altas permanecem por um período maior; o que justifica o uso da TENS somente no primeiro dia de pós-operatório nas pacientes submetidas à cesárea.

PROCEDIMENTO DE APLICAÇÃO DA TENS

Os ajustes dos parâmetros da TENS foram selecionados a fim de se obter uma corrente bifásica, assimétrica, balanceada com pulsos quadráticos, obedecendo-se a critérios específicos com a finalidade de eletroanalgesia.

A forma de onda escolhida, a quadrática, implica em um estímulo com surgimento adequadamente abrupto a fim de não permitir a acomodação tecidual à estimulação elétrica, sendo essa bifásica, ou seja com pulsos acima e abaixo da linha isoelétrica, alternando um componente negativo e um positivo para impedir a ionização da pele (o que freqüentemente é responsável pelo rubor cutâneo sob os eletrodos)^{13, 22}. A forma de estimulação da TENS selecionada foi aquela, de acordo com a literatura revisada, conhecida como convencional.

Desta forma, a eletroestimulação foi realizada dentro de parâmetros estabelecidos como sendo os mais

adequados, baseando-se nos estudos revisados:

- a largura de pulso em torno de 100 a 120 μ s, pois estudos demonstram que estes valores propiciam um máximo acoplamento às fibras A- β e mínimo as fibras C e motoras;
- a frequência necessária para este tipo de estimulação é alta, de 100 Hz;
- a intensidade da corrente (amperagem) respeitou sempre a tolerância do paciente, de acordo com sua percepção do estímulo. O paciente foi orientado quanto à sensação da corrente elétrica para suportar a mais intensa possível desde que não causasse desconforto.

A utilização da TENS foi realizada em duas aplicações diárias durante 30 minutos contínuos em cada aplicação, seguindo, em parte, o protocolo desenvolvido por Jones et al.¹⁸. Os eletrodos foram posicionados de forma paraincisional e aplicação realizada sempre no mesmo horário. As pacientes receberam atendimento fisioterápico em função do quadro clínico apresentado e das necessidades específicas individuais, no que se referia às disfunções respiratórias e/ou motoras.

Abaixo descrevemos os casos:

Caso nº 1

M.C.S, sexo feminino, 56 anos, peso 47 Kg, altura

1,55 m, Índice de Massa Corporal (IMC) de 19,5 kg/m², com diagnóstico de câncer de cabeça de pâncreas, sem história de tabagismo, etilismo, pneumopatias prévias ou doenças associadas. Em 21/05/2001 foi realizada cirurgia de gastrojejunostomia, hepatojejunostomia e colecistectomia com incisão transversal de aproximadamente 23 cm, tendo como tempo de duração 255 minutos, sob anestesia geral balanceada com os seguintes medicamentos: Clonidina 45mg + 45mg, Fentanil 5mL, Nilperidol 0,3mL, Tiopental 10mL, Atracirio 3 ampolas, Cefalotina 2g + 1g + 1g, Dipirona 2 g, com duração de 315 minutos. À avaliação fisioterápica pré-operatória apresentava-se em bom estado geral, ictérica, cooperativa, com via de entrada de ar nasal (em ar ambiente), padrão respiratório toracoabdominal sem sinais de esforço, ritmo regular, tórax normolíneo, expansibilidade superior, média e inferior preservadas; diafragma, intercostais e abdominais aparentemente normocinéticos. Dados vitais: FR = 12irpm, FC = 84bpm, PA = 140 x 80 mmHg, temperatura = 36°C. Ausculta Respiratória com sons respiratórios normais. As Tabelas 1 e 2 demonstram, respectivamente, os valores de espirometria no pré-operatório e, no 1º e 2º dia de pós-operatório (DPO) e os escores de dor.

A paciente fez uso de medicação analgésica após a cirurgia uma vez no 1º DPO: Dipirona Sódica 500mg/ml, 2 ml ao meio-dia por via endovenosa. Não fez uso de analgésicos no 2º DPO.

Tabela 1 - Valores de espirometria no pré e pós-operatório

Valores Espirométricos	Pré-operatório		1º DPO		2º DPO	
	Med.	%Pred.	Med.	% Pred.	Med.	% Pred.
VEF ₁ (L/min)	3,79	168	0,96	42,7	0,97	43
CVF (L)	3,87	137	1,3	46	1,22	43
VEF ₁ /CVF (%)	98	123	74	93	80	100
peak-flow (L/min)	550	160	178	52	121	35

VEF (L/min) = volume expiratório forçado no 1º segundo, em litros por minuto; CVF (L) = capacidade vital forçada, em litros; *peak-flow* = pico de fluxo expiratório, em litros por minuto; Med. = valor medido; % Pred. = porcentagem do valor predito; DPO = dia de pós-operatório.

Tabela 2 - Escores da escala visual analógica padronizada (EVAP) de dor no pós-operatório

Escore da EVAP	1º DPO – 22/05/01		2º DPO – 23/05/01	
	1ª Aplic.***	2ª Aplic.	1ª Aplic.	2ª Aplic.
Previamente	5	9	8	8
Imediatamente após	5	5	8	5
Após 30 minutos	3,5	7	8	7

1ª aplic. e 2ª aplic. refere-se às duas aplicações da TENS; DPO = dia de pós-operatório. ***refere-se à aplicação da TENS onde houve coincidência de horário com a medicação analgésica.

Caso nº 2

M.J.S.S., sexo feminino, 65 anos, peso 55 Kg, altura 1,65 m, IMC de 20,2 kg/m², com diagnóstico de doença de Chagas, sem história de tabagismo, etilismo ou pneumopatias prévias. Relata hipertensão arterial sistêmica controlada com medicação. Em 24/05/2001 foi realizada cirurgia de esofagocardiomiectomia extramucosa e funduplicadura, com incisão longitudinal supra-umbilical, de aproximadamente 15 cm, com duração de 225 minutos, sendo realizada sob anestesia geral balanceada utilizando os seguintes medicamentos: Fentanil 3mL + 2mL, Plasil 10mg, Xilocaína 1% 6mL, Tiopental 25/mL 12mL, Esmeron 50mg + 25mg, Forane 30mL, Atropina 1,0mg, Dipirona 0,2g com duração de 290 minutos.

Durante a avaliação fisioterápica pré-operatória, a paciente apresentava-se em bom estado geral e ansiosa em relação à cirurgia. Encontrava-se na posição assentada no leito, com via de entrada de ar nasal (em ar ambiente), padrão respiratório toracoabdominal, sem sinais de esforço, ritmo regular, tórax normolíneo, expansibilidade superior, média e inferior preservadas; diafragma, intercostais e abdominais aparentemente normocinéticos. Dados vitais: FR = 18irpm, FC = 72bpm, PA = 140 x 100mmHg, temperatura = 36°C. Ausculta Respiratória com sons respiratórios normais nos dois terços superiores dos pulmões e crepitações teleinspiratórias basais bilateralmente. As Tabelas 3 e 4 apresentam, respectivamente, os valores de espirometria no pré-operatório e no 1º e 2º dia de pós-operatório, e os escores de dor.

Tabela 3 - Valores de espirometria no pré e pós-operatório

Valores Espirométricos	Pré-operatório		1º DPO		2º DPO	
	Med.	%Pred.	Med.	% Pred.	Med.	% Pred.
VEF ₁ (L/min)	0,75	31,2	1,17	47,8	0,73	30,76
CVF (L)	1,05	34	1,32	42	0,90	29
VEF ₁ /CVF (%)	72	92	89	114	81	104
peak-flow(L/min)	63	18	132	39	79	22

VEF (L/min) = volume expiratório forçado no 1º segundo, em litros por minuto; CVF (L) = capacidade vital forçada, em litros; *peak-flow* = pico de fluxo expiratório, em litros por minuto; Med. = valor medido; % Pred. = porcentagem do valor predito; DPO = dia de pós-operatório.

Tabela 4 - Escores da escala visual analógica padronizada (EVAP) de dor no pós-operatório

Escore da EVAP	1º DPO – 22/05/01		2º DPO – 23/05/01	
	1ª Aplic.***	2ª Aplic.	1ª Aplic.	2ª Aplic.
Previamente	7	7	5	5
Imediatamente após	5	4	3	4
Após 30 minutos	3	4	3	4

1ª aplic. e 2ª aplic. refere-se às duas aplicações da TENS; DPO = dia de pós-operatório. ***refere-se à aplicação da TENS onde houve coincidência de horário com a medicação analgésica.

A paciente fez uso de medicação analgésica após a cirurgia por 2 vezes: às 14 horas no 1º DPO utilizou 2ml de Dipirona Sódica 500mg/ml e no 2º DPO utilizou a mesma medicação às 17:00 horas.

Casos nº 3 e 4

Realizamos a aplicação da TENS em duas pacientes que se submeteram à cesariana. Considerando que as

alterações na função pulmonar de pacientes submetidas a cirurgias do abdômen inferior são de menor relevância clínica²⁰, nosso objetivo foi verificar a efetividade da TENS na redução da dor pós-operatória.

A paciente J.D.R, 17 anos, primigesta, 68Kg, 1,68m, IMC de 24,1 kg/m², fez uso de medicação analgésica após a cirurgia duas vezes no 1º DPO: N-Butilescopolamina 10mg (Buscopan®) às 08:30 e 14:00 por via oral.

A paciente G.C.C.R., 31 anos, segundo filho, 63,9Kg, 1,54m, IMC de 26,9kg/m², fez uso de medicação analgésica após a cirurgia uma vez no 1º DPO: N-Butilescopolamina 10mg (Buscopan ®) às 07:30 por via oral.

As tabelas 5 e 6 que mostram os valores obtidos antes e após a aplicação da TENS no 1º DPO.

Tabela 5 - Escores da escala visual analógica padronizada (EVAP) após a cesárea

Escore da EVAP	Paciente J. D. R.	
	1ª Aplic.	2ª Aplic.
Previamente	8	5
Imediatamente após	4	2
Após 30 minutos	8	2

J. D. R. refere-se às iniciais da paciente; 1ª aplic. e 2ª aplic. refere-se às duas aplicações da TENS

Tabela 6 - Escores da escala visual analógica padronizada (EVAP) após a cesárea

Escore da EVAP	Paciente G. C. C. R.	
	1ª Aplic.	2ª Aplic.
Previamente	3	3
Imediatamente após	2	1,5
Após 30 minutos	1,5	2,5

G. C. C. R. refere às iniciais da paciente; 1ª aplic. e 2ª aplic. refere-se às duas aplicações da TENS

DISCUSSÃO

O objetivo principal deste estudo foi realizar uma revisão da literatura sobre a efetividade da TENS no pós-operatório de cirurgias torácicas e abdominais assim como relatar o uso da TENS em quatro pacientes submetidas a cirurgias abdominais no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais. Os estudos revisados avaliaram a efetividade da TENS utilizando como parâmetros: prova de função pulmonar, Escala Visual Analógica Padronizada para dor e a necessidade do uso de medicação analgésica. Dentre os estudos revisados, três estabelecem que a TENS é efetiva no intuito de melhorar a função pulmonar no pós-operatório de cirurgias torácicas ou abdominais^{1,17,26}. O estudo de ALI et al.¹, foi o único em que foi avaliado CRF e CV além da PaO₂. Estes

autores encontraram diferença significativa entre os grupos, sugerindo que a TENS é efetiva em minimizar as alterações pulmonares em pacientes submetidas a colecistectomia. Nos outros dois estudos foram utilizadas medidas espirométricas como CVF, VEF₁, VEF₁/CVF e *peak-flow*. Navarathnam et al.²⁶ e Ho et al.¹⁷, observaram melhores resultados com a aplicação da TENS, na prova de função pulmonar das pacientes submetidas às cirurgias torácicas. Os demais autores que pesquisaram o efeito da eletroanalgesia na redução das alterações pulmonares pós-operatórias e complicações subsequente, não relatam tais benefícios em seus estudos^{10,12,31,35}.

A diferença entre o estudo de Ali et al.¹, e os demais talvez possa ser atribuída à metodologia empregada para avaliação da função pulmonar. O primeiro utilizou a técnica de diluição de hélio em circuito fechado (pletismografia corporal), ao passo que os demais realizaram espirometrias seriadas no período de internação. Outro aspecto relevante que pode ter influenciado a diferença observada é o fato de que os estudos não avaliaram pacientes submetidos ao mesmo tipo de cirurgia, podendo haver diferentes graus de comprometimento entre cirurgias torácicas e abdominais. Entre as laparotomias, aquelas em que existe maior proximidade ao diafragma induzem a maior repercussão pulmonar²⁰.

A utilização da espirometria como forma de quantificação da função pulmonar é controversa. Hall et al.¹⁵, postulam que a prática da espirometria em pacientes após cirurgias abdominais não é válida, uma vez que os pacientes não apresentam condição de realizá-la de forma correta por não conseguirem nem atingir a CPT, nem produzir expirações forçadas máximas. O Consenso sobre Espirometria de 1996²⁹, e o trabalho publicado por Rezaiguia e Jayr³³, afirmam que não existem evidências de que a espirometria tenha melhor valor preditivo para complicações pulmonares pós-operatórias além daqueles fornecidos pelos dados clínicos.

Utilizamos prova de função pulmonar na avaliação com as duas pacientes que se submeteram à cirurgia laparotomia supra-umbilical. Pudemos observar que a paciente do caso nº 1 apresentou alterações espirométricas similares ao encontrado na literatura revisada, ou seja, houve diminuição dos valores de VEF₁, CVF, % VEF₁/CVF e *peak-flow* nos dias subsequentes à cirurgia, sendo que a maior diminuição

ocorreu no segundo dia de pós-operatório. Os resultados obtidos na espirometria da paciente do caso nº 2 demonstraram que houve aumento nos valores no primeiro dia de pós-operatório, com queda subsequente no segundo dia de pós-operatório (valores estes próximos aos obtidos no pré-operatório).

Levando-se em consideração que a utilização de prova de função pulmonar no pós-operatório de cirurgias abdominais é controversa^{7,15,33} e aliado a isto o fato de que provas espirométricas com tempo de duração inferior a 6 segundos não asseguram boa qualidade ao teste⁷, nossos achados se mostram com pouca expressividade.

De igual relevância, é o fato de que ausência de experiências prévias na realização da espirometria pode induzir a uma distorção dos resultados pois pode haver um efeito de treinamento na repetição seriada das provas, ocorrendo melhora no desempenho, mesmo com a restrição imposta pela dor. Além disso, uma vez que a espirometria não é realizada de forma rotineira na avaliação fisioterápica dos pacientes acompanhados pelo Serviço de Fisioterapia do HC-UFG, talvez seja interessante refletir sobre a necessidade de uma nova abordagem. Ao invés de dados espirométricos, dados relacionados ao volume corrente ou à capacidade inspiratória poderiam trazer informações de relevância clínica para a avaliação fisioterápica e plano de tratamento.

Os parâmetros utilizados para aplicação da TENS, descritos anteriormente, foram selecionados a partir dos protocolos utilizados nos estudos revisados e que se mostraram compatíveis com a realidade do Serviço de Fisioterapia do HC-UFG.

Não constam no relato de casos, dados de exames complementares, como radiografia de tórax ou gasometria, uma vez que estes exames não foram solicitados pela equipe médica, e nossa observação não interferiu na propedêutica destas pacientes durante o período de internação.

Os estudos descritos na revisão bibliográfica sobre a utilização da TENS no pós-operatório de cirurgias abdominais se referem a colecistectomias abertas. Entretanto, nosso relato de casos descreve pacientes submetidas a outros tipos de cirurgia abdominal, já que, neste serviço, aproximadamente 95% das colecistectomias são realizadas por videolaparoscopia, (segundo comunicação pessoal do Coordenador da equipe da Gastroenterologia, Nutrição e Cirurgia do Aparelho Digestivo, GEN-CAD), não apresentando, na

maioria das vezes, repercussões pulmonares relevantes.

Todos os autores avaliaram a propriedade terapêutica da TENS, mensurando a dor através da EVAP e da quantidade de medicação analgésica necessária, e foram unânimes em estabelecer que a mesma é de grande valor terapêutico na diminuição da dor presente no pós-operatório. Todas as pacientes por nós acompanhadas relataram melhora da dor à movimentação, mesmo quando apontaram valor idêntico a EVAP antes e após a aplicação. Esta observação coincide com a hipótese abordada por Nuñez e Carrasco²⁷, de que a TENS irá atuar de maneira eficaz na dor incisional, ou seja, de origem cutânea, relacionada a movimentos voluntários, não sendo necessariamente eficiente para dores de origem visceral. Este efeito deve-se à estimulação das fibras periféricas do tipo A (dor somática), sendo insuficiente na estimulação das fibras do tipo C (dor de origem profunda). Além disso, a função nociceptora é alterada na região em que o tecido foi lesado, ou seja, na ferida operatória. A analgesia local e regional proporcionada pela TENS pode prevenir que a nocicepção se torne dor.

Este dado é de suma importância no atendimento fisioterápico já que as pacientes estarão mais capacitadas a realizar as atividades propostas durante o mesmo. Estas atividades consistem em exercícios respiratórios que visam a reexpansão pulmonar realizados através de recursos manuais ou instrumentais, cinesioterapia geral, incluindo exercícios ativos de diversos grupos musculares e deambulação. O atendimento poderá ser mais adequado uma vez que o estímulo doloroso poderá ser devidamente controlado, contribuindo para a recuperação pós-operatória.

Do ponto de vista da mensuração da dor talvez seja de relevância clínica a avaliação da dor em atividades funcionais como durante a mudança de decúbito, e.g., passar de deitado para sentado, ou ainda durante a tosse, além de mensuração da dor em repouso antes e após a aplicação da TENS.

Apesar de sua fácil técnica de aplicação, a TENS apresenta, sob nosso ponto de vista, algumas limitações para seu uso no cotidiano dos pacientes em pós-operatório. Para uma aplicação efetiva de 30 minutos é necessário tempo adicional para preparação do aparelho, acoplamento dos eletrodos, limpeza do aparelho e do paciente após seu uso. Este procedimento torna-se, portanto, oneroso como rotina no cotidiano

de hospitais com demanda elevada e nem sempre com número suficiente de recursos humanos capacitados, já que requer grande disponibilidade de tempo por parte do fisioterapeuta, o que não é, na maioria das vezes, a realidade de trabalho.

Outra questão que merece reflexão é qual o ganho efetivo sobre a utilização da TENS, além de quais os pacientes realmente serão beneficiados com a sua aplicação. A efetividade para alívio da dor no pós-operatório já foi demonstrada, mas dentro da nossa realidade é necessário buscar rotinas terapêuticas mais dinâmicas e que possam garantir maior independência e função no tratamento ao paciente. Não nos parece justificável a utilização da eletroanalgesia com pacientes nos quais a dor não é um obstáculo para se alcançar os objetivos terapêuticos durante o atendimento fisioterápico (e.g. ventilação pulmonar adequada, higiene brônquica e

mobilização precoce). Julgamos ser de grande valor o uso da TENS nos pacientes em que a dor é intensa e torna-se um fator prejudicial a um adequado atendimento. Nestes casos a analgesia proporcionada pela corrente elétrica é um fator de grande importância que auxiliará na recuperação do mesmo.

Como conclusão, nos parece que a TENS é eficaz no controle da dor de origem cutânea, entretanto, não há consenso no que se refere à diminuição das alterações da função pulmonar após procedimentos cirúrgicos torácicos e abdominais. Baseando-nos apenas na aplicação da TENS nestas quatro pacientes submetidas a cirurgias abdominais, pensamos que seu uso viabiliza em determinadas circunstâncias uma maior cooperação por parte do paciente, fator crucial para que se possa atingir os objetivos terapêuticos e funcionais do atendimento realizado pelo fisioterapeuta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ali, J.; Yaffee, C.S.; Serrette, C. The effect of transcutaneous electric nerve stimulation on postoperative pain and pulmonary function. *Surgery*, v.89, n.4, p.507-12, 1981.
2. Besson, J.M. The neurobiology of pain. *Lancet*, v.353, n.8, p.1610-5, 1999.
3. Benedetti, F.; Amanzio, M.; Casadio, C.; Cavallo, A.; Cianci, R.; Giobbe, R.; Mancuso, M.; Ruffini, E.; Maggi, G. Control of postoperative pain by transcutaneous electrical nerve stimulation after thoracic operations. *Ann. Thorac. Surg.*, v.63, p.773-6, 1997.
4. Chen, L.; Tang, J.; Sloninsky, A.; Wender, R.H.; Naruse, R.; Kariger, R.T. The effect of location of transcutaneous electrical nerve stimulation on postoperative opioid analgesic requirement: acupoint versus nonacupoint stimulation. *Anesth. Analg.*, n.87, p.1129-34, 1998.
5. Chumillas, S.; Ponce, J.L.; Delgado, F.; Viciano, V.; Mateu, M. Prevention of postoperative pulmonary complications through respiratory rehabilitation: a controlled clinical study. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, v.79, p.5-9, 1992.
6. Coleman, D.L. Control of postoperative pain: nonnarcotic and narcotic alternatives and their effects on pulmonary function. *Chest*, v.92, n.3, p.520-7, 1987.
7. I Consenso Brasileiro de Espirometria, São Paulo, 1996. *J. Pneumol.*, v.22, n.3, p.105-60, 1996.
8. De Troyer, A.; Estennes, M. Functional anatomy of the respiratory muscles. *Clin. Chest Med.*, v.9, n.2, p.175-93, 1988.
9. Ford, G.T., Whitelaw, W.A., Rosenal, T.W., Cruse, P.J., Guenter, C.A. Diaphragm function after upper abdominal surgery in humans. *Am. Rev. Respir. Dis.*, v.127, p.431-1346, 1983.
10. Foster, E.L.; Kramer, J.F.; Lucy, D.; Scudds, R.A.; Novick, R.J. Effect of TENS on pain, medications and pulmonary function following coronary artery bypass graft surgery. *Chest*, v.106, n.5, p.1343-8, 1994.
11. Furrer, M.; Rechsteiner, R.; Eigenmann, V.; Sigener, C.; Althaus, U.; Ris, H.B. Thoracotomy and thoracoscopy: postoperative pulmonary function, pain and chest wall complaints. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.*, n.12, p.82-7, 1997.
12. Galloway, D.J.; Boyle, P.; Burns, H.J.G.; Davidson, P.M.; Georg, W.D. A clinical assessment of electroanalgesia following abdominal operations. *Surg. Gynecol. Obstet.*, v.159, p.453-6, 1984.
13. Gersh, M.R. *Electrotherapy in rehabilitation*. Philadelphia, F.A. Davis, 1992.
14. Gilbert, H. C. Tratamento da dor no pós-operatório. In: Vender, J.S.; Spiess, B.D. *Recuperação pós-anestesia*. Rio de Janeiro, Revinter, 1995. p.297-320.
15. Hall, J.C.; Tarala, R. A.; Hall, J.L.; Mander, J. A multivariate analysis of the risk of pulmonary complications after laparotomy. *Chest*, v.99, n.4, p.923-7, 1991.
16. Hanza, M.A.; White, P.F.; Ahmed, H.E.; Ghoname, E.A. Effect of the frequency of transcutaneous electrical nerve stimulation on the postoperative opioid analgesic requirement and recovery profile. *Anesthesiology*, v.91, n.5, p.1232-8, 1999.
17. Ho, A.; Hui, P.W.; Cheung, J.; Cheung, C. Effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation in relieving pain following thoracotomy. *Physiotherapy*, v.73, n.1, p.33-5, 1987.
18. Jones, A.Y.M.; Lee, R.; Holzberger, D.; Jones, R.D.M. A comparison of different electrode placements on TENS in pain relief for post-cholecystectomy patients. *Physiotherapy*, v.76, n.9, p.567-70, 1990.
19. Joris, J.L.; Hinque, V.L.; Laurent, P.E.; Desai, C.J.; Lamy, M.L. Pulmonary function and pain after gastropasty via laparotomy or laparoscopy in morbidity obese patients. *Br. J. Anaest.*, v.30, p.283-8, 1998.

20. Joris, J.; Kaba, A.; Lamy, M.; Postoperative spirometry after laparoscopy for lower abdominal or upper abdominal surgical procedures. *Br. J. Anaesth.*, v.79, p.422-6, 1997.
21. Karayiannakis, A.J.; Makri, G.G.; Mantzioka, A.; Karousos, D.; Karatzas, G. Postoperative pulmonary function after laparoscopic and open cholecystectomy. *Br. J. Anaesth.*, n.77, p.448-52, 1996.
22. Lampe, G. Estimulação elétrica nervosa transcutânea. In: Irwin, S. *Reabilitação física: avaliação e tratamento*. São Paulo, Manole, 1993. p.739-58.
23. Loeser, J.D.; Melzack, R. Pain: an overview. *Lancet*, v.353, n.8, p.1607-9, 1999.
24. McMichan, J.C.; Oliver, W.C.; Holtackers, T.R.; Pairolero, P. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for the relief of pain following thoracotomy. *Anesth. Analg.*, v.64, p.256, 1985.
25. Mignon, A.; Laudenbach, V.; Guischard, F.; Limoge, A.; Desmonts, J.M.; Mantz, J. Transcutaneous cranial electrical stimulation (Limoge's currents) decreases early buprenorphine analgesic requirements after abdominal surgery. *Anesth. Analg.*, v.83, p.771-5, 1996.
26. Navarathnam, R.G.; Wang, I.Y.S.; Thomas, D.; Klineberg, P.L. Evaluation of the transcutaneous electrical nerve stimulator for postoperative analgesia following cardiac surgery. *Anaesth. Intens. Care*, v.12, n.4, p.345-50, 1984.
27. Nuñez, C.N.; Carrasco, M.F.P. Estimulación eléctrica transcutánea para reducir el dolor después de la cesárea. *Ginecol. Obstetr. México*, v.68, p.60-3, 2000.
28. O'Brien, W.; Rutan, F.M.; Sanborn, C.; Omer, G.E. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on human blood β -endorphin levels. *Phys. Ther.*, v.64, n.9, p.1367-94, 1994.
29. Pereira, E.D.B.; Faresin, S.M.; Juliano, Y.; Fernandes, A.L.G. Fatores de risco para complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia abdominal alta. *J. Pneumol.*, v.22, n.1, p.19-26, 1996.
30. Ready, L.B. Dor pós-operatória aguda. In: Miller, R.D. *Anestesia*. 3.ed. São Paulo, Artes Médicas, 1993. v.2, p.2135-46.
31. Reuss, R.; Cronen, P.; Ablanalp, L. Transcutaneous electrical nerve stimulation for pain control after cholecystectomy: lack for expected benefits. *South. Med. J.*, v.81, n.11, p.1361-3, 1988.
32. Revill, S.I.; Robinson, J.O.; Rosen, M.; Hogg, M.I.J. The reliability of a linear analogue for evaluating pain. *Anaesthesia*, v.91, p.1191-8, 1976.
33. Rezaiguia, S.; Jayr, C. Prévention des complications respiratoires après chirurgie abdominale. *Ann. Fr. Anesth. Réanim.* v.15, p.623-46, 1996.
34. Roukema, J.A.; Carol, E.J.; Prins, J.G. The prevention of pulmonary complications after upper abdominal surgery in patients with noncompromised pulmonary status. *Arch. Surg.* v.123, p.30-4, 1988.
35. Sim, D.T. Effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation following cholecystectomy. *Physiotherapy*, v.77, n.10, p.715-22, 1991.
36. Simonneau, G.; Vivien, A.; Sartene, R.; Kunstlinger, F.; Samii, K.; Noviat, Y.; Duroux, P. Diaphragm dysfunction induced by upper abdominal surgery. *Am. Rev. Resp. Dis.*, v.128, p.899-903, 1983.
37. Sjolund, B. H. Increased cerebrospinal fluid levels of endorphins after electro-acupuncture. *Acta Physiol. Scand.*, v.100, p.382-4, 1977.
38. Sluka, K.A.; Deacon, M.; Stibal, A.; Strissel, S.; Terpstra, A. Spinal blockade of opioid receptors prevents the analgesia produced by TENS in arthritic rats. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, v.289, p.840-6, 1999.
39. Solomon, R.A.; Viernstein, M.C.; Long, D.M. Reduction of postoperative pain and narcotic use by transcutaneous electrical nerve stimulation. *Surgery*, v.87, n.2, p.142-6, 1980.
40. Weissman, C. Pulmonary function after cardiac and thoracic surgery. *Anesth. Analg.* v.88, p.1272-9, 1999.
41. Yaksh, T.L.; Malmberg, A.B. Central pharmacology of nociceptive transmission. In: Wall, P.D.; Melzack, R.; Bonica, J.J. *Textbook of pain*. Edinburgh, Churchill Livingstone, 1994. p.165-96.

Recebido para publicação: 25/01/2002

Aceito para publicação: 01/02/2002