
ANALGESIA POR ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA TRANSCUTÂNEA NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA

ANALGESIA USING TRANSCUTANEAL ELECTRICAL NERVOUS STIMULATION IN THE POSTOPERATIVE OF CARDIAC SURGERY

JÉSSICA DE LIMA SANTOS^{1#}, CELINA LUMI KUSHIDA², ARTUR HENRIQUE DE SOUZA³,
GIULLIANO GARDENGHI⁴

1. Fisioterapeuta, especialista em Fisioterapia Cardiopulmonar e Terapia Intensiva
2. Fisioterapeuta, coordenadora do serviço de Fisioterapia do Hospital ENCORE/GO
3. Médico, cirurgião cardíaco do Hospital ENCORE/GO
4. Fisioterapeuta, Doutor em Ciências, Coordenador Científico do Serviço de Fisioterapia do Hospital ENCORE/GO, Coordenador Científico do CEAFI Pós-Graduação/GO e Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Fisioterapia Hospitalar do Hospital e Maternidade São Cristóvão, São Paulo/SP – Brasil.
#jbessica_ls@hotmail.com

RESUMO: Verificar as repercussões do uso da TENS sobre a dor e sobre o comportamento cardiovascular e respiratório de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca por esternotomia mediana. Trata-se de um estudo transversal quantitativo incluindo 15 pacientes, submetidos à cirurgia cardíaca por esternotomia mediana, que no primeiro dia de pós-operatório, já extubados, foram avaliados com relação à sensação dolorosa na região do esterno, por meio da escala visual analógica de dor (EVA), à frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), saturação de oxigênio (SatO₂), pico de fluxo de tosse (PFT), e ao traçado do eletrocardiograma (ECG). Os pacientes foram submetidos a TENS por um período de 20 minutos (frequência de 80 a 110 Hz e largura de pulso entre 50 e 80 μ s) e imediatamente reavaliados. A análise estatística dos dados paramétricos utilizou teste “t” de Student assumindo como significantes valores $<0,05$. Idade: 54 ± 13 anos, 11 do sexo masculino, nenhum dos pacientes apresentou alteração no ECG durante a aplicação da TENS. A sensação dolorosa diminuiu de 4 ± 2 para 1 ± 1 pontos pela EVA ($p < 0,01$). A FC diminuiu de 104 ± 20 para 97 ± 16 bpm ($p = 0,02$). A FR diminuiu de 26 ± 5 para 20 ± 2 rpm ($p < 0,01$). A SatO₂ subiu de 93 ± 2 para $96 \pm 1\%$ ($p < 0,01$). O PFT aumentou de 143 ± 64 para 190 ± 80 L/min ($p < 0,01$).
Conclusões: O uso da TENS foi capaz de minimizar a sensação dolorosa em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. Houve melhora significativa de todas as variáveis avaliadas. Não foram constatadas alterações eletrocardiográficas com o uso dessa técnica, que deve ser considerada como alternativa para controle da dor após cirurgia cardíaca.

PALAVRAS-CHAVE: Cirurgia Torácica; Analgesia; Fisioterapia

ABSTRACT: To verify the effects of the use of TENS on pain and on the cardiovascular and respiratory patients undergoing cardiac surgery by median sternotomy. This is a quantitative cross-sectional study including 15 patients undergoing cardiac surgery with median sternotomy, which on the first day after surgery and already extubated were evaluated in the following parameters: the painful sensation in the sternum region, through visual scale analog pain (VAS), heart rate (HR), respiratory rate (RR), oxygen saturation (SpO₂), peak cough flow (PCF), and

the electrocardiogram tracing (ECG). Patients underwent TENS (frequency of 80 to 110 Hz and pulse width between 50 and 80 μ s) for a period of 20 minutes and were reevaluated immediately. The statistical analysis of parametric data used Student "t" test assuming as significant values $<0,05$. Age: 54 ± 13 years, 11 males, none of the patients had abnormal ECG during the application of TENS. The painful sensation decreases of 4 ± 2 to ± 1 1 points by VAS ($p < 0,01$). FC decreased from 104 ± 20 to 97 ± 16 bpm ($p = 0,02$). FR decreased from 26 ± 5 to 20 ± 2 rpm ($p < 0,01$). The SpO₂ rose from 93 ± 2 to $96 \pm 1\%$ ($p < 0,01$). The PCF increased from 143 ± 64 to 190 ± 80 L / min ($p < 0,01$). The use of TENS was able to minimize the soreness in patients undergoing cardiac surgery. There was a significant improvement in all variables. No ECG changes were observed using this technique, which should be considered as an alternative for pain control after cardiac surgery.

KEYWORDS: Thoracic Surgery; Analgesia; Physical Therapy.

INTRODUÇÃO

A revascularização cirúrgica do miocárdio (RVM) foi introduzida como tratamento da doença isquêmica aterosclerótica coronariana há mais de 40 anos.¹ A esternotomia mediana, abordagem mais utilizada para o procedimento da cirurgia de revascularização, promove alterações significativas da função pulmonar pela conseqüente instabilidade do tórax superior, leva a alterações da mecânica ventilatória e tosse ineficaz.²

Chung et al³ ressaltam que de 47 a 75% dos pacientes relataram algum tipo de dor no pós-operatório (PO), caracterizando-se como dor aguda, comumente associada a dano tecidual, podendo manifestar-se de forma intensa ou moderada em 40 a 60% dos casos.

A dor é definida pela Associação Internacional para o Estudo da Dor (IASP) como uma experiência sensitiva emocional desagradável relacionada à lesão tecidual ou descrita em tais termos. Trata-se de uma manifestação subjetiva, que envolve mecanismos físicos, psíquicos e culturais.⁴⁻⁶

Para que seja possível um adequado manejo da dor, é essencial que a dor seja avaliada sistematicamente em intervalos regulares, permitindo os ajustes necessários ao tratamento. A terapia antálgica deve ser sempre multimodal, com a associação de dois ou mais agentes ou técnicas analgésicas periféricas ou centrais, incluindo os métodos não farmacológicos, pois o sinergismo entre as diferentes técnicas permite o uso de menores quantidades de fármacos, minimizando seus efeitos colaterais e aumentando a sua atividade analgésica.⁷

Lima et al⁸ afirmam que a maioria dos pacientes submetidos a cirurgias de grande porte queixa-se de dor intensa, capaz de gerar complicações pós-operatórias advindas de respiração superficial como a retenção de secreções, atelectasias e processos infecciosos, bem como a deambulação tardia e o imobilismo podem resultar em trombozes.

A dor originada de procedimentos de rotina do pós-operatório, associada ao grande estímulo nociceptivo da esternotomia, torna-se fonte importante de morbidade e mortalidade neste período, por influenciar a capacidade de tossir, respirar e movimentar-se adequadamente, podendo resultar em atelectasias de lobo inferior esquerdo (90%) e ainda com a ocorrência de pneumonias (29%)^{9,10}

As complicações pulmonares têm sido descritas por vários autores como a maior causa de morbidade no pós-operatório. As principais complicações podem ser a diminuição dos seguintes

parâmetros: volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), capacidade residual funcional (CRF), volume corrente (VC), pressão arterial de oxigênio (PaO₂), e o aumento de atelectasias.¹¹⁻¹³

Vale discorrer em seu estudo que a eletricidade pode ser utilizada na produção da analgesia por meio de estimulação por eletrodos transcutâneos (TENS) fixados à pele e ligados a um gerador de alta frequência e baixa intensidade, através de vias aferentes espinais, segundo a teoria da comporta de Melzack e Wall⁵, em que a substância cinzenta espinal do corno dorsal modula o tráfico sensitivo aferente. A (TENS), através de sua corrente elétrica, estimula as fibras subjacentes sem causar lesões à pele, produzindo parestesias não dolorosas e proporcionando analgesia pós-operatória com evidente redução no consumo de analgésicos.¹⁴ Essa forma de estimulação não produz efeitos sistêmicos, não é invasiva, nem farmacológica, não causa dependência, não apresenta efeitos colaterais e contraindicações absolutas e é um procedimento de baixo custo, além de permitir ao paciente que ele participe mais completamente do tratamento fisioterapêutico.¹¹

Esses achados nos levam a buscar desenvolver diferentes estratégias no tratamento da dor por meio de intervenções não invasivas, como a eletroterapia, que possam interferir na sensibilidade dolorosa, com conseqüente melhora da função pulmonar.⁶ Considerando a importância da dor na prevenção das complicações respiratórias após as cirurgias cardíacas e na qualidade de vida destes pacientes e que existem dados em literatura mostrando a variabilidade dos parâmetros da eletroanalgesia, optou-se por realizar esse estudo para verificar as repercussões do uso da TENS sobre a dor e sobre o comportamento cardiovascular e respiratório de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca por esternotomia mediana.

MÉTODOS

Esta pesquisa é um estudo transversal quantitativo, realizado no Hospital Encore em Aparecida de Goiânia-GO. Baseou-se em uma série de casos, com amostra de quinze¹⁵ pacientes pós-revascularização do miocárdio. Foram incluídos na pesquisa pacientes após o primeiro dia de pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio, maiores de 18 anos e que aceitaram participar da pesquisa. Foram excluídos pacientes com déficit cognitivo, com sintomatologia dolorosa de causa não diagnosticada, com presença de implantes metálicos ou marca-passos, presença de infecção local, pacientes sob efeito de bloqueador neuromuscular, os que fizeram uso de ventilação mecânica não invasiva no período pós-operatório, como a respiração com pressão positiva intermitente (RPPI) e os que não se adaptaram ao uso da TENS. Foi utilizada como instrumento de coleta de dados a Escala Visual Analógica (EVA) para avaliação da dor, graduada de zero a dez, onde zero significa ausência de dor e dez, dor muito intensa, sendo aplicada antes e depois do uso do TENS. O Peak Flow Meter da marca Medicate® foi usado para medir o pico de fluxo expiratório máximo, tendo sido realizada a medição antes e depois do uso do TENS. Para demonstração da área de dor foi utilizada a imagem anatômica do corpo humano dividido em áreas e cada área com seu número respectivo. O paciente visualizou a área de dor e apontou com o dedo.

Foi utilizada uma unidade de eletroestimulação que contém a TENS da marca FisioBras®, com dois canais, com eletrodos de silicone, de formato retangular (5 X 3,5 cm). Como meio de contato foi utilizado gel aquoso e, para a fixação, fita antialérgica micropore. Foram utilizados dois canais,

onde os eletrodos ficaram dispostos de forma pericatricial e paralela a 4 cm da incisão cirúrgica. A pele dos pacientes foi limpa com água e sabão e seca a seguir, antes da colocação dos eletrodos. Os pacientes não apresentavam pelos no peito, no caso dos homens, pela realização de tricotomia prévia à cirurgia cardíaca. A duração da aplicação foi de 20 minutos, sendo realizada no 1^a DPO. A frequência utilizada na TENS foi de 80 a 110 Hz, com largura de pulso entre 50 e 80 μ s. A intensidade da estimulação foi modificada de acordo com o relato do paciente, sendo ajustada com base em uma sensação de parestesia intensa que não causou desconforto. A coleta de dados foi realizada após aprovação do comitê de ética indicado pela Plataforma Brasil, sob o número CAAE n^o10217013.20000.0030 e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Os pacientes foram abordados de forma direta e individual, no primeiro dia de pós-operatório (1^o DPO) na UTI cardíaca e já extubados. Após serem informados sobre os procedimentos aos quais seriam submetidos, foi realizada a coleta de dados. Avaliados antes e após o uso da TENS quanto à sensação dolorosa na região do esterno, por meio (EVA). Avaliou-se também o comportamento da frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), saturação de oxigênio (SatO₂) e pico de fluxo de tosse (PFT), além do traçado do eletrocardiograma (ECG). A análise estatística dos itens EVA, FC, FR, SatO₂ e PFT utilizou teste t de Student pareado, assumindo como significantes valores $>0,05$. A avaliação de eventuais alterações eletrocardiográficas durante a aplicação da TENS foi realizada de maneira observacional pela equipe de pesquisadores, por meio do monitor de sinais vitais ligado ao paciente, avaliando a derivação II do eletrocardiograma (ECG), incluindo nela a participação de cardiologista com formação específica para interpretação dos traçados.

RESULTADOS

Neste estudo os pacientes apresentavam idade média de 54 ± 13 anos, sendo 11 do sexo masculino e quatro do sexo feminino, em um total de 15 participantes. Todos os pacientes relataram melhora da dor após o uso da TENS.

A Tabela 01, que indica os valores das variáveis estudadas, nos relata melhora significativa da dor de 4 ± 2 para 1 ± 1 pontos pela EVA ($p < 0,01$). A FC diminuiu de 104 ± 20 para 97 ± 16 bpm ($p = 0,02$), e a frequência respiratória diminuiu de 26 ± 5 para 20 ± 2 rpm ($p < 0,01$). A SatO₂ subiu de 93 ± 2 para $96 \pm 1\%$ ($p < 0,01$).

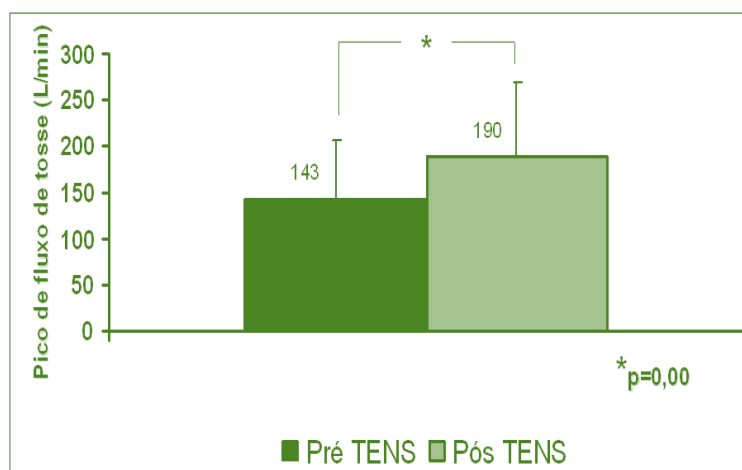
A Figura 01 revela também resultados significantes no pico de fluxo de tosse que, antes da aplicação da TENS nos pacientes pós-cirurgia cardíaca, era baixo, dificultando a tosse. Foi observado nos mesmos pacientes que, logo após 20 minutos de uso da técnica TENS, o comportamento do PFT aumentou de 143 ± 64 para 190 ± 80 L/min ($p = 0,00$). Não foram observadas alterações do ECG durante a realização da TENS. Todos os pacientes mantiveram o mesmo padrão eletrocardiográfico prévio ao início da intervenção.

TABELA 1. Valores das diversas variáveis estudadas, antes e após a aplicação da TENS

Itens Avaliados no Protocolo	Pré (n = 15)	Pós (n = 15)	*p
Dor – EVA (pontos)	4 ± 2	1 ± 1	<0,01
FC (bpm)	104 ± 20	97 ± 16	0,02
FR (rpm)	26 ± 5	20 ± 2	<0,01
SatO2 (%)	93 ± 2	96 ± 1	<0,01

EVA – escala visual analógica de dor; FC – frequência cardíaca; FR – frequência respiratória; SatO2 - saturação arterial de oxigênio. Valor de “p” baseado no teste t de Student (5%)

FIGURA 01. Comportamento do pico de fluxo de tosse antes e depois da aplicação da TENS



DISCUSSÃO

Estudos preliminares evidenciaram que a TENS é efetiva no controle da dor no PO de cirurgia cardíaca.¹⁷ A TENS tem sido usada desde o início da década de 1970 como um complemento para controle da dor aguda e crônica, permitindo maior redução da dor pós-operatória (PO), função e recuperação mais rápida, diminui ingestão de analgésico. Além disso, o tratamento com a TENS é seguro e barato¹⁸. Ressaltando os achados de Gregorini et al¹⁹, os quais evidenciaram em seu estudo melhora da dor após o uso da TENS²⁰, permitindo aos pacientes que realizassem inspirações mais profundas, obtendo melhora da capacidade vital, comparado ao grupo placebo.^{11,14,21} Tais dados corroboram os resultados de nosso estudo, em que a sensação dolorosa relatada pelos pacientes diminuiu com a aplicação da TENS, o que poderia diminuir a necessidade de medicamento analgésico nessa população, permitindo ainda que os pacientes respirassem melhor pela ausência da dor.

Miranda et al²² afirmam que a dor no período pós-operatório é grande influenciador na função pulmonar.

A Tabela 01, que ilustra os valores das variáveis estudadas antes e após a aplicação da TENS, mostra que o valor da FR diminuiu, com concomitante aumento da SatO₂, mostrando que houve melhora no estado taquipneico e melhor ventilação alveolar, diminuindo riscos de atelectasias e outras complicações. Andrade et al²³ verificaram uma associação significativa e correlação positiva entre a dor e a presença de alterações fisiológicas nos pacientes avaliados, onde 45% dos pacientes apresentaram taquipneia. Ressaltando também o estudo de Gregorini et al¹⁹ que evidenciou aumento de 23% do volume corrente, comparado ao grupo placebo, enquanto a frequência respiratória diminuía após o uso da TENS, fazendo que o volume minuto apresentasse discreta melhora. Sasseron et al¹⁶ descreveram que a hipoventilação alveolar decorrente da dor na região da esternotomia é uma causa frequente de atelectasia no pós-operatório, havendo também comprometimento na tosse nesse período.¹² A tosse é um mecanismo complexo de proteção da árvore brônquica, tendo um importante papel na manutenção da via aérea livre de secreção e de corpos estranhos, podendo ser iniciada de forma reflexa ou voluntária e sua efetividade na remoção do muco é dependente da magnitude do pico do fluxo gerado durante a tosse, sendo um PFT mínimo de 160 L/min, necessário para manutenção da clearance brônquica.²⁴ A Figura 1, que ilustra o comportamento do pico de fluxo de tosse antes e depois da aplicação da TENS nos permite constatar que pacientes que fizeram uso da TENS obtiveram aumento significativo do pico de fluxo de tosse (PFT), diminuindo o risco de retenção de secreção nas vias aéreas, e possíveis complicações pulmonares no pós-operatório; o que vai de encontro ao estudo de Fiorellia et al¹⁷ cujo relato aponta que a dor pode inibir a tosse efetiva, a respiração profunda e ainda restringir a mobilização no pós-operatório imediato.¹² Pacientes que fizeram uso da TENS obtiveram melhora com relevância estatisticamente significativa da capacidade vital forçada (CVF) e do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), quando comparados ao grupo controle¹⁷ Erdogan et al²⁵, em estudo controlado, prospectivo randomizado e duplo cego, onde foi avaliada a eficácia da TENS em cirurgias torácicas, constataram o benefício trazido pela eletroestimulação em seus pacientes, de modo a necessitarem de menos analgésicos opióides e ainda aumentarem a capacidade de tossir durante a fisioterapia.

É importante considerar que a dor influencia as respostas neurovegetativas e que, associada à ansiedade, aumenta a frequência de pulso, o consumo de oxigênio e a sobrecarga cardíaca com apresentação da FC acima de 100 batimentos/minuto, sendo a complicação frequente no pós-operatório.²²

A Tabela 1 nos mostra também que o valor da FC diminuiu significativamente após 20 minutos de uso da TENS, diminuindo a sobrecarga e consumo de oxigênio do miocárdio. Corroborando com a descrição de alguns autores em suas pesquisas, os quais relatam a importância dos sinais vitais para direcionar a sensibilidade algica, pois na ocorrência de dor, repercutem-se modificações nos valores da pressão arterial, nas frequências respiratória e cardíaca.^{22,23,26} O uso da TENS, em nosso estudo, promoveu diminuição da FC associada à diminuição da dor, isso sem apresentar nenhuma alteração no ECG durante a aplicação da técnica. Por desconhecimento das frequências elétricas utilizadas durante a aplicação da TENS, distintas daquelas que norteiam o comportamento elétrico do coração, diversos cardiologistas, intensivistas e cirurgiões cardíacos, em nossa experiência,

apresentam receio quanto à ocorrência de alterações eletrocardiográficas durante a aplicação da TENS em pacientes cardiopatas. A realização desse estudo em nosso serviço serviu como base para que os médicos assistentes compreendessem que não há qualquer efeito colateral relacionado ao uso da TENS em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca, desde que esses não tenham implantados dispositivos cardíacos eletrônicos implantáveis, como marca-passos ou cardiodesfibriladores implantáveis (DCEI). O uso de correntes elétricas com objetivo analgésico na região do tórax em pacientes cardiopatas portadores de DCEI ainda precisa ser melhor investigado, não sendo recomendado no momento pelos autores desse manuscrito.

Nosso estudo tem importantes limitações. Não foi realizado de maneira a ter um grupo controle TENS placebo ou ainda um grupo recebendo exclusivamente medicação analgésica. Também não foi realizado de maneira randomizada, o que pode interferir nos resultados encontrados. Os pacientes estudados estavam, no momento da aplicação da TENS, há pelo menos quatro horas sem usar nenhum analgésico, mas poderíamos ter a diminuição da dor sendo causada por algum efeito residual de medicamentos prévios utilizados nesse sentido.

CONCLUSÃO

O uso da TENS em uma sessão foi capaz de minimizar a sensação dolorosa em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, permitindo melhora da força muscular respiratória e aumento dos volumes e capacidade pulmonar, diminuindo a sobrecarga do coração e o risco de retenções de secreções pelo aumento do pico de fluxo de tosse. Não foram constatadas alterações eletrocardiográficas com o uso dessa técnica. Deve-se considerar a TENS como alternativa para controle da dor após cirurgia cardíaca, desde que observada a técnica correta de aplicação, conforme descrito nos métodos desse artigo.

REFERÊNCIAS

1. Oliveira TML, Moraes GMO, Henrique CK, Souza AS, Henrique PG. Letalidade e Complicações da Cirurgia de Revascularização Miocárdica no Rio de Janeiro, de 1999 a 2003. *Arq Bras Cardiol* 2010; 95(3): 303-312
2. Morsch KT, Leguisamo CP, Carmargo MD, Colonel CC, Matos W, Ortiz LDN, Lima GG. Perfil ventilatório dos pacientes submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio. *Rev Dor. São Paulo*, 2013; 14(2):106-10
3. Chung JWY, Lui JCZ. Postoperative pain management: study of patients level of pain and satisfaction with health care providers responsiveness to their reports of pain. *Nurs Health Sciences*. 2003; 3(10):295-299.
4. Kopf A, Patel NB. Guia para o Tratamento da Dor em Contextos de Poucos Recursos. International Association for the Study of Pain, USA, 2011. Disponível em: http://www.iasp-pain.org/files/Content/ContentFolders/Publications2/FreeBooks/GuidetoPainManagement_Portuguese.pdf

5. Pedroso RA, Celish KLS. Dor: quinto sinal vital, um desafio para o cuidar em enfermagem. Texto contexto - Enferm. 2006;15(2):270-276.
6. Hanke FB, Teresinha RF. A dor como quinto sinal vital: utilização da escala de avaliação por enfermeiros de um hospital geral. Texto Contexto Enferm, Florianópolis, 2010;19(2): 283-90.
7. Moreira L, Truppel YM, Kozovits FGP, Santos VAS, Atet V. Analgesia no pós-cirúrgico: panorama do controle da dor. Rev Dor. São Paulo, 2013; 14(2):106-10.
8. Lima LR, Stival MM, Maria Alves Barbosa MA, Pereira LV. Controle da dor no pós-operatório de cirurgia cardíaca: uma breve revisão. Rev. Eletr.Enf. [Internet]. 2008;10(2):521-Disponível em: <http://www.fen.ufg.br/revista/v10/n2/v10n2a23.htm>
9. Giacomazzi CM, Lagni VB, Monteiro MB. A dor pós-operatória como contribuinte do prejuízo na função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. Braz J Cardiovasc Surg 2006; 21(4): 386-392.
10. Bassalobre JCB, Leandra DMPF, Marcos SRC, Sérgio AM, Ramos RA, Augusto MMS. Avaliação da intensidade de dor e da funcionalidade no pós-operatório recente de cirurgia cardíaca. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2006;21(4): 393-402.
11. Lima PMB, Aciana RT, Farias FB, Carvalho ACA, Silva PNA, Filho NAF, Brito RF. Estimulação elétrica nervosa transcutânea após cirurgia de revascularização miocárdica/ Rev Bras Cir Cardiovasc 2011;26(4): 591-6.
12. Baumgarten MCS, Garcia GK, Frantzski MH, Giacomazzi CM, Lagni VB, Dias AS, Monteiro MB. Comportamento da dor e da função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca via esternotomia. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2009; 24(4): 497-505.
13. Alencar JR, Costa RV, Braz MR. Fisioterapia respiratória na disfunção pulmonar pós-cirurgia cardíaca. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2008;23(4): 562-569.
14. Vale NB, TSA. Analgesia Adjuvante e Alternativa. Revista Brasileira de Anestesiologia. 2006;56(5): 530-555
15. Melzack R, Wall PD. Pain Mechanisms: A New Theory a gate control system modulates sensory input from the skin before it evokes pain perception and response. Science new series.1965;150(3699): 971-979.
16. Sasseron AB, Figueiredo LC, Trova K, Cardoso AL, Lima NMFV, Olmos SC, et al. A dor interfere na função respiratória após cirurgias cardíacas? Rev Bras Cir Cardiovasc. 2009;24(4):490-6.

17. Luchesa CA, Guega FH, Sousa LCG, Santos JLV, Aquim EL. Papel da eletroanalgesia na função respiratória de pacientes submetidos à operação de revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009;24(3):391-396.
18. Fiorelli A, Morgillo F, Milione R, Pace MC, Passavanti MP, Laperuta P, Aurilio C, Santini M. Control of post-thoracotomy pain by transcutaneous electrical nerve stimulation: effect on serum cytokine levels, visual analogue scale, pulmonary function and medication. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery.* 2012; 41: 861–868.
19. Gregorini C, Cipriano GJ, Moraes LA, Nelson JRB, França GB. Estimulação elétrica nervosa transcutânea de curta duração no pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Arq. Bras. Cardiol.* 2010; 94(3):345-351.
20. Sbruzzi G, Azeredo SS, Vidaletti DS, Correa CC, Della RMP. Estimulação elétrica nervosa transcutânea no pós-operatório de cirurgia torácica: revisão sistemática e metanálise de estudos randomizados. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2012; 27(1):75-87.
21. Cipriano G, Carvalho ACC, Bernardelli GF, Peres PT. Short-term transcutaneous electrical nerve stimulation after cardiac surgery: effect on pain, pulmonary function and electrical muscle activity. *Interact Cardio Vasc Surg.* 2008; 7: 539-43.
22. Miranda ADFA, Silva LF, Caetano JA, Sousa AC, Almeida PC. Avaliação da intensidade de dor e sinais vitais no pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Rev Esc Enferm USP* 2011; 45(2): 327-33.
23. Andrade EVD, Barbosa MH, Barichello E. Avaliação da dor em pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Rev Acta Paul Enferm.* 2010; 23(2):224-9.
24. Freitas FS, Parreira VF, Ibiapina CC. Aplicação clínica do pico de fluxo da tosse: uma revisão. *Rev Fisioter Mov.* 2010;23(3): 495-502.
25. Erdogan M, Erdogan A, Erbil N, Karakaya H, Demircan A. Prospective, randomized, placebo-controlled study of the effect of TENS on postthoracotomy pain and pulmonary function. *World J Surg.* 2005; 29: 1563-70.
26. Chaves LD, Leão ER. Dor: 5º sinal vital – reflexões e intervenções de enfermagem. Curitiba: Ed. Maio; 2004.75-85.