



# EFEITOS DA APLICAÇÃO DA ELETROESTIMULAÇÃO NERVOSA TRANSCUTÂNEA (TENS) SOBRE A DOR E VOLUMES PULMONARES EM INDIVÍDUOS SUBMETIDOS À CIRURGIA CARDÍACA

EFFECTS OF THE APPLICATION OF TRANSCUTANEOUS ELECTRICAL NERVE STIMULATION (TENS) ON PAIN AND PULMONARY VOLUMES IN INDIVIDUALS SUBMITTED TO CARDIAC SURGERY.

Caroline Lopes Machado<sup>1</sup>, Renata Mendes Brito<sup>1,2</sup>, Luana Meneghini Belmonte<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) Palhoça (SC), Brasil.

<sup>2</sup>Instituto de Cardiologia de Santa Catarina (ICSC) São José (SC), Brasil.

## RESUMO

---

**Introdução:** A cirurgia cardíaca é o prognóstico de muitas cardiopatias, mas em decorrência da agressividade deste procedimento, a ocorrência de dor perincisional e por consequência, a diminuição dos volumes e capacidades pulmonares no pós-operatório é frequente, aumentando o risco de complicações e os índices de morbimortalidade. **Objetivos:** Analisar os efeitos da TENS sobre a dor e volumes pulmonares em indivíduos submetidos a cirurgia cardíaca. **Materiais e Métodos:** Foram incluídos ao estudo todos os indivíduos submetidos a cirurgia cardíaca em janeiro de 2016, em um hospital da grande Florianópolis, que aceitaram participar do estudo e atenderam os critérios de inclusão. Foi realizada a avaliação da dor, volume corrente e volume minuto antes e após a aplicação da TENS. Para a análise estatística, foi utilizado o software Statistical Package for the Social Sciences versão 20.0 (SPSS). **Resultados:** Na avaliação pré-TENS foi observado média da EVA  $7,4 \pm 0,9$ , na reavaliação a média foi de  $5,5 \pm 0,8$ , deste modo houve redução estatisticamente significativa da dor após a TENS ( $p < 0,05$ ). Decorrente a diminuição do quadro algico, obtivemos aumento significativo do VC e VM, no pré-TENS a média encontrada foi, respectivamente,  $310,07 \pm 145,46$  ml e  $6460,8 \pm 2629,05$  ml/min, após a aplicação da corrente os valores foram, na ordem,  $475,25 \pm 138,23$  ml e  $8294,2 \pm 2259,9$  ml/min ( $p < 0,001$ ). **Conclusões:** No presente estudo a utilização da TENS demonstrou ser eficaz no controle da dor, e por consequência, no aumento dos volumes pulmonares. Sugere-se que novos estudos sejam realizados.

**Palavras-chave:** Cirurgia Cardíaca; Dor; Volumes pulmonares; Estimulação elétrica nervosa transcutânea; Fisioterapia.

---

## ABSTRACT

---

**Introduction:** Cardiac surgery is the prognosis of many cardiopathies, but as a consequence of the invasiveness of this procedure, the occurrence of perinatal pain and, consequently, a decrease in pulmonary volumes and capacities in the postoperative is frequent, increasing the risk of complications and morbimortality rates. **Objectives:** To analyze the effects of TENS on pulmonary pain and volumes in individuals undergoing

cardiac surgery. **Materials and Methods:** All subjects submitted to cardiac surgery in January 2016, in a hospital in great Florianópolis, Brazil, that accepted to participate in the study and met the inclusion criteria were included in the study. An evaluation of pain, tidal volume and minute volume was performed before and after the TENS application. For statistical analysis, the Statistical Package for the Social Sciences version 15.0 (SPSS) software was used. **Results:** In the pre- TENS evaluation it was observed the EVA average of  $7,4 \pm 0,9$ , in the reevaluation the average was  $5,5 \pm 0,8$ ; therefore, there was a statistically significant reduction of pain after TENS ( $p < 0,05$ ). As a consequence of the decrease in pain, we obtained a significant increase in TV and MV, in the pre-TENS the average was  $310.07 \pm 145.46$  ml and  $6460.8 \pm 2629.05$  mL / min, respectively, after an application of current the values were, in the order,  $475.25 \pm 138.23$  ml and  $8294.2 \pm 2259.9$  ml / min ( $p < 0.001$ ). **Conclusion:** In the present study, the use of TENS shows to be effective in the pain control, and consequently, in the increase of pulmonary volumes. It is suggested that further studies are performed.

**Key words:** Cardiac Surgery; Pain; Transcutaneous electrical nerve stimulation; Physiotherapy

---

## INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares prevalecem como as principais causas de mortalidade no Brasil e no mundo, em 2015, 346.896 pessoas foram a óbito no Brasil devido a esta condição, dando destaque para as cardiopatias isquêmicas<sup>1</sup>. Estes índices estão relacionados ao perfil da população, que apresenta altos níveis de estresse, motivados pela extenuante jornada de trabalho, sedentarismo, maus hábitos alimentares, tabagismo e etilismo<sup>2</sup>.

Boa parte das doenças cardiovasculares tem prognóstico cirúrgico. A insuficiência coronariana, estenose e/ou insuficiência valvar, aneurisma do ventrículo esquerdo, aneurisma aórtico e tamponamento cardíaco são os principais motivos para realização deste procedimento<sup>3</sup>.

A presença de dor é muito frequente após o procedimento cirúrgico, e sua origem é multifatorial, podendo ser decorrente à incisão cirúrgica e presença dos drenos pleurais<sup>4</sup>. Um estudo apontou que no 7º dia após a operação, cerca de 51% dos pacientes ainda apresentavam dor na região da esternotomia<sup>5</sup>.

A presença de dor perincisional é um fator importante na morbidade e mortalidade no pós-operatório de cirurgias cardíacas, uma vez que ela provoca alterações na mecânica respiratória, através da diminuição da expansibilidade pulmonar e da efetividade da tosse, levando ao acúmulo de secreções. Somado a não colaboração do paciente ao tratamento fisioterapêutico, tais disfunções podem levar a graves complicações, como atelectasia e pneumonia, prolongando o tempo de internação e aumentando, consequentemente, os índices de morbimortalidade<sup>2,3,6</sup>.

A dor pós-esternotomia geralmente é muito intensa, e seu tratamento requer o uso de opioides, os quais provocam efeitos colaterais como náuseas, vômitos e sedação, podendo comprometer a evolução do paciente<sup>7</sup>. A escala visual analógica (EVA) é o instrumento mais utilizado na avaliação da intensidade da dor, os protocolos que utilizam esta escala normalmente solicitam ao paciente que indique a intensidade da sua dor em uma linha de 10 cm barradas de 0 a 10, sendo 0 ausência total de dor e 10 como dor totalmente insuportável. A EVA é uma ferramenta muito importante para quantificar a dor e verificar a eficácia de uma terapêutica analgésica<sup>8</sup>.

A estimulação elétrica nervosa transcutânea, traduzida do inglês "*Transcuaneous Electrical Nerve Stimulation*" (TENS) é uma modalidade de corrente elétrica que promove eletroanalgesia, seu princípio de funcionamento está fundamentado na teoria das portas da dor postulada por Melzack e Wall em 1965. A TENS hiperestimula as fibras do tipo A a fim de bloquear

a transmissão das fibras tipo C nas comportas do corno posterior da medula. A concorrência destes estímulos, elétrico e algico, favorece a liberação do neurotransmissor ácido gama-aminobutírico (GABA) na substância gelatinosa o qual será responsável pelo fechamento do portão para a condução do estímulo nociceptivo<sup>8</sup>.

A utilização da TENS no pós-operatório de cirurgia cardíaca tem como finalidade proporcionar analgesia, fazendo com que o paciente tenha maior confiança, melhorando sua ventilação para realizar inspirações profundas e tossir. Deve-se respeitar a individualidade de cada paciente, pois tais particularidades podem contraindicar a terapia<sup>2</sup>.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar os efeitos da estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) sobre a dor, volume minuto e volume corrente em indivíduos submetidos a cirurgia cardíaca.

## METODOLOGIA

Caracteriza-se como um estudo de delineamento quase-experimental, desenvolvido no Instituto de Cardiologia de Santa Catarina durante o mês de janeiro de 2016. A amostra, do tipo não probabilística intencional, foi composta por indivíduos submetidos a cirurgia cardíaca neste período, internados na unidade de terapia intensiva que apresentaram os critérios de inclusão.

Foram incluídos indivíduos adultos, com idade acima de 18 anos, de ambos os sexos, submetidos a cirurgia cardíaca por esternotomia mediana, extubados até 6 horas após a chegada na UTI, que apresentaram dor maior que zero na escala visual analógica, lúcidos e colaborativos e que não se enquadraram em nenhum dos seguintes critério de exclusão: possuir marca-passo cardíaco e/ou prótese metálica, acesso cirúrgico via toracotomia, ausência de dor na avaliação, alteração de sensibilidade, permanência prolongada em ventilação mecânica, ou seja, igual ou superior a 12 horas, sinais clínicos de instabilidade hemodinâmica, utilização de balão intra-aórtico, ter recebido qualquer tipo de analgesia no período de até 4 horas, apresentar déficit neurológico de origem central, periférica ou cognitivo, possuir sintomatologia dolorosa de causa não diagnosticada, alergia a corrente elétrica, não adaptação a TENS, estar sob efeito de bloqueador neuromuscular, apresentar diagnóstico de infecção e/ou diabetes mellitus descompensada.

O presente estudo recebeu aprovação pelos comitês de ética em pesquisa das instituições envolvidas (UNISUL nº parecer 1.229.610 e ICSC nº parecer 1.306.495). Todos os pacientes assinaram previamente o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), após serem elucidados quanto aos procedimentos realizados no estudo.

Foi realizada avaliação antes (pré-TENS) e após (PÓS-TENS) o protocolo de tratamento, na qual os seguintes itens foram avaliados: dor, através da EVA; volume minuto e volume corrente através do ventilômetro da marca Spire. O protocolo de tratamento foi composto pela aplicação da corrente de TENS por meio do aparelho Neurodyn II da Ibramed®. Utilizou-se o modo convencional, por ser o mais indicado para dor aguda<sup>(8)</sup> frequência de 120 Hz, largura de pulso 50 µs, tempo: 30 minutos e intensidade: até o indivíduo referir parestesia. Foram posicionados na região perincisional 4 eletrodos de silicone de 3x5 cm, com o uso de gel a base de água como meio condutor e fixados na pele do paciente através de esparadrapos. A variação de intensidade e frequência (VIF) estava desabilitada.

Os dados obtidos foram inseridos em um banco de dados eletrônico do programa Excel® da Microsoft® e transportados para o software *Statistical Package for the Social Sciences*

versão 20.0 (SPSS). Inicialmente, todas as variáveis foram analisadas descritivamente através de frequência simples e medidas de posição. A comparação das médias pré-TENS e pós-TENS das variáveis dor, volume minuto e volume corrente foi realizada através do teste T para amostras pareadas. Adotou-se um nível de significância de 5%. Para verificar a distribuição dos dados (normalidade), foi realizado o teste Shapiro-Wilk.

## RESULTADOS

Durante o período preestabelecido para a coleta de dados, 13 cirurgias cardíacas foram realizadas, destas, apenas um paciente não foi incluído no estudo, pois apresentou choque cardiogênico com necessidade de balão intra-aórtico, sendo assim, a amostra foi composta por 12 indivíduos, cuja a distribuição de gêneros foi igual. A média de idade dos pacientes foi de  $60 \pm 15$  anos. Quanto ao tipo de procedimento realizado, predominou a revascularização do miocárdio ( $n=7$ ), seguida pela troca de válvula mitral ( $n=2$ ) e troca de válvula aórtica ( $n=2$ ) e apenas um caso de revascularização do miocárdio e troca de válvula mitral na mesma cirurgia, sendo este o único a apresentar complicação pós-operatória (derrame pleural).

Em relação ao quadro algíco, como apresentado na **Figura 1**, a média da EVA pré-TENS foi 7,4 e pós-TENS foi 5,5. Após a aplicação da eletroestimulação transcutânea houve diminuição significativa da dor ( $p < 0,05$ ).

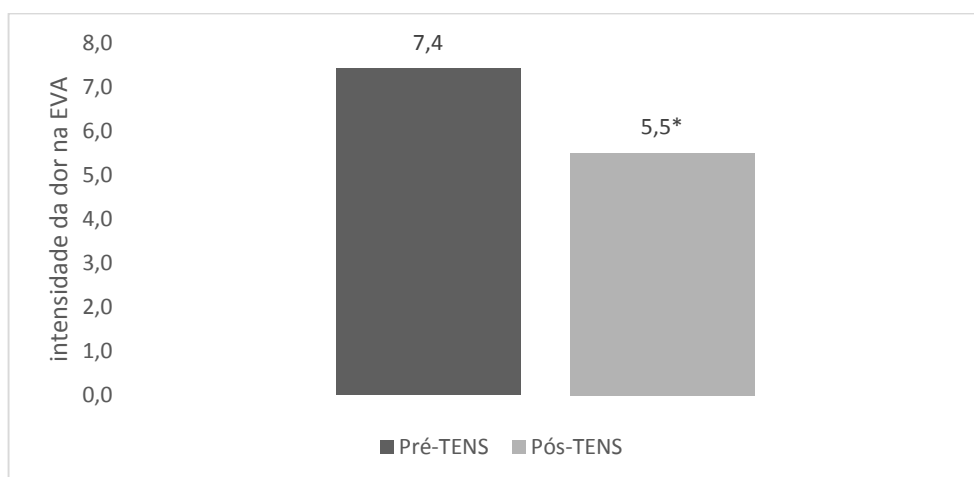


Figura 01: Intensidade da dor, mensurada através da EVA, antes e após a aplicação da TENS.

Quanto aos volumes pulmonares, **Figura 2**, a média do volume minuto antes da intervenção foi  $6460,8 \pm 2629,05$  ml/min. Após a aplicação da TENS, a média do volume minuto foi  $8294,2 \pm 2259,9$  ml/min, resultando em um aumento de 1833,4 ml/min. Houve um aumento significativo do volume minuto pós-Tens ( $p < 0,001$ ).

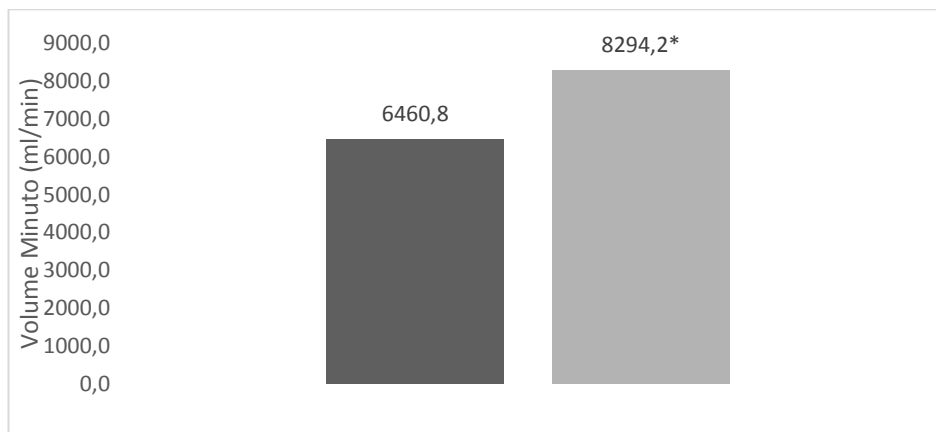


Figura 02: Relação do volume minuto, mensurado através da ventilometria, antes e após a aplicação da TENS.

O volume corrente, apresentado na **Figura 3**, também apresentou aumento significativo, representado pelo aumento de 165,2 ml. Antes da aplicação da TENS, os valores obtidos foram  $310,07 \pm 145,46$  e após  $475,25 \pm 138,23$  ( $p < 0,001$ ).

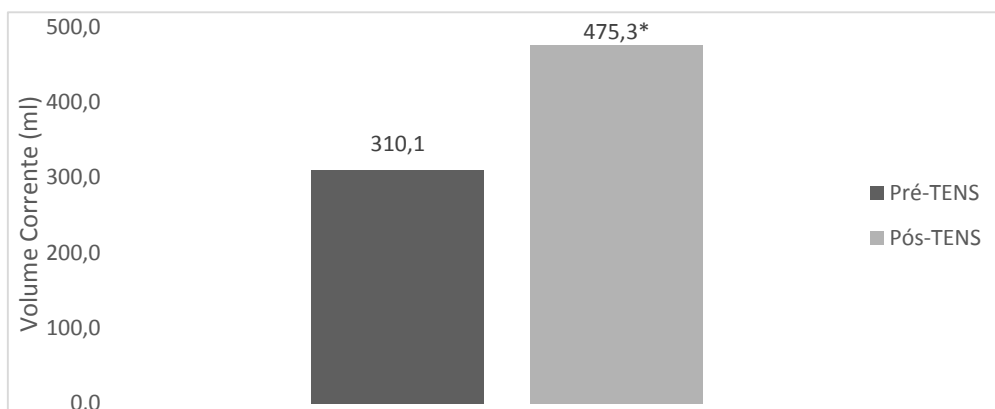


Figura 03: Relação do volume corrente, mensurado através da ventilometria, antes e após a aplicação da TENS.

## DISCUSSÃO

A cirurgia cardíaca é um procedimento extremamente agressivo, que acarreta em dor, e por consequência, disfunções ventilatórias como diminuição do volume corrente, volume minuto, capacidade pulmonar total, volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada, tais alterações estão relacionadas, a inspirações superficiais e tosse ineficaz em decorrência do quadro algico<sup>3</sup>.

Neste estudo, não houve associação quando relacionou-se a variável dor com as características dos indivíduos, como idade, sexo e etnia, o mesmo ocorreu nos estudos de Baumgarten e colaboradores<sup>7</sup> e Giacomazzi, Lagni e Monteiro<sup>9</sup>.

Do mesmo modo, não observamos predomínio de gênero, o que contradiz os estudos de Mueller e colaboradores<sup>5</sup> Giacomazzi, Lagni e Monteiro<sup>9</sup>, Sasseron e associados<sup>10</sup>, Andrade, Barbosa e Barichello<sup>11</sup>, Mello, Rosatti e Hortense<sup>12</sup> nos quais prevaleceu o sexo masculino em cirurgias cardíacas. O que pode ser explicado pelo tamanho da amostra do presente estudo.

A média da idade da amostra do presente estudo vai ao encontro a média apresentada no estudo de Mueller e colaboradores<sup>5</sup> de 60 anos aproximadamente.

Quanto ao tipo de procedimento cirúrgico, a revascularização do miocárdio foi a mais incidente, seguida pela troca valvar e não houve associação quando relacionado com a intensidade da dor. Tal situação também foi constatada nos trabalhos de Sasseron e colaboradores<sup>10</sup> e Giacomazzi, Lagni e Monteiro<sup>9</sup>.

A esternotomia foi o local do corpo onde os pacientes mais referiram dor<sup>9-11</sup>. No presente estudo, a intensidade da dor antes a aplicação da TENS foi classificada como moderada. O mesmo também ocorreu na pesquisa realizada por Giacomazzi, Lagni e Monteiro<sup>9</sup>, onde a maioria dos indivíduos que participaram da amostra relataram dor moderada no primeiro dia de pós-operatório permanecendo assim até o quinto dia de pós-operatório. Ao compararmos os valores da dor antes e após a aplicação do tratamento, verificamos que os pacientes submetidos a eletroanalgesia demonstraram uma redução significativa da intensidade do quadro algico, corroborando com os estudos apresentados por Gregorini e colaboradores<sup>6</sup>, Lima e colaboradores<sup>13</sup> e Luchesa e associados<sup>14</sup> demonstrando a eficácia do uso da TENS para o controle da dor em indivíduos submetidos a cirurgia cardíaca.

As disfunções pulmonares ocorrem principalmente nas primeiras 48 horas de pós-operatório, decorrentes do ato cirúrgico, da anestesia e da dor na região da esternotomia, causando acentuada diminuição dos volumes e capacidades pulmonares, resultando em redução da expansibilidade pulmonar, favorecendo o surgimento de atelectasias e outras afecções respiratórias<sup>15</sup>.

Ao analisar os valores obtidos através da ventilometria antes e após a aplicação da eletroanalgesia, observamos aumento no volume corrente e volume minuto, Gregorini e colaboradores<sup>6</sup> e Lima e associados<sup>13</sup> analisaram estas variáveis e acrescentaram a avaliação da força muscular respiratória através da manovacuometria e verificaram melhora estatisticamente significativa. Já no estudo de Luchesa e colaboradores<sup>14</sup> obteve-se, através da espirometria, os valores de capacidade vital forçada, pico de fluxo expiratório e volume expiratório forçado no primeiro segundo, entretanto observou melhora significativa apenas na dor, quando comparado ao grupo controle.

Em uma revisão bibliográfica realizada por Souza e Saint<sup>16</sup> sete artigos foram incluídos, ao final da pesquisa concluíram que o TENS é uma terapia eficaz para controle do quadro algico decorrente da cirurgia cardíaca e que por consequência tem-se a melhora da ventilação pulmonar e da força dos músculos respiratórios.

Além das variáveis já avaliadas, Fiorelli e colaboradores<sup>17</sup> analisaram a atuação da TENS sobre os níveis de citocinas séricas e a administração de analgésicos em 58 indivíduos. Ao final do estudo, o autor concluiu que a TENS é uma estratégia valiosa, pois teve resultado positivo em todas as variáveis, obtendo diminuição do quadro algico, melhora da função pulmonar, redução da produção de citocinas séricas e do consumo de analgésicos. No estudo de Cipriano e

colaboradores<sup>18</sup> observou-se a atividade elétrica dos músculos peitoral maior e trapézio antes e após a aplicação da TENS em indivíduos submetidos a esternotomia e também obteve resultados estatisticamente significativos. Tais estudos contribuem para assegurar que a eficácia da TENS através do controle de dor, auxilia na melhora da função pulmonar, marcadores inflamatórios e atividade elétrica muscular.

## CONCLUSÃO

A eletroanalgesia através da TENS gerou diminuição da dor e aumento do volume corrente e volume minuto, demonstrando ser eficaz no controle da dor na região da esternotomia em indivíduos submetidos a cirurgia cardíaca. Não houve intercorrências durante ou após a aplicação da TENS, o que faz desta terapia possivelmente segura.

Sugerimos que novas pesquisas sobre esta temática sejam realizadas, utilizando uma amostra maior e mais homogênea, realizando uma avaliação respiratória minuciosa, analisando a administração de analgésicos, tempo de internação hospitalar e índices de morbidade e mortalidade, comparando estes dados com um grupo placebo e que compare e determine a modalidade de TENS mais eficiente para este objetivo.

## REFERÊNCIAS

1. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Mortes por doenças cardiovasculares no Brasil [Internet]. 2016 [citado 16 de fevereiro de 2016]. Recuperado de: <http://www.cardiometro.com.br/>
2. Sarmiento GJV. Fisioterapia Em Cirurgia Cardíaca - Fase Hospitalar. Manole, organizador. 2012.
3. Regenga M de M. Fisioterapia em cardiologia: da unidade de terapia intensiva à reabilitação. 2º ed. Roca, organizador. São Paulo; 2012.
4. Sarmiento G. Fisioterapia no paciente crítico. Manole, organizador. São Paulo; 2005.
5. Mueller XM, Tinguely F, Tevaearai HT, Revelly JP, Chioléro R, Von Segesser LK. Pain location, distribution, and intensity after cardiac surgery. *Chest*. 2000;
6. Gregorini C, Cipriano GJ, Aquino LM de, Branco JNR, Bernadelli GF. Artigo Original Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea de Curta Duração no pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Arq Bras Cardiol*. 2010;94(3):345–51.
7. Mukerrem MAE. Prospective, Randomized, Placebo-controlled study of the effect of TENS on postthoracotomy pain and Pulmonary Function. *World Journal Surg*. 2005;
8. AGNE JE. Eletrotermofototerapia. Santa Maria; 2013.
9. Giacomazzi CM, Lagni VB, Monteiro MB. A dor pós-operatória como contribuinte do prejuízo na função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2006;21(4):386–92.

10. Sasseron AB, Figueiredo LC De, Trova K, Cardoso AL, Maria N, Vieira F, et al. A dor interfere na função respiratória após cirurgias cardíacas? Rev Bras Cir Cardiovasc. 2009;24(4):490–6.
11. Andrade ÉV De, Barbosa MH, Barichello E. Avaliação da dor em pós-operatório de cirurgia cardíaca\*. 2010;23(2):224–9.
12. Mello LC De, Fernando S, Rosatti C, Hortense P. Avaliação da dor em repouso e durante atividades no pós-operatório de cirurgia cardíaca Introdução. Rev Lat Am Enfermagem. 2014;22(1):1–8.
13. Lima PMB, Farias RTF de B, Araújo AC, Carvalho, Silva PNC da, Filho NAF, et al. Estimulação elétrica nervosa transcutânea após cirurgia de revascularização miocárdica Transcutaneous electrical nerve stimulation after coronary artery bypass graft surgery. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2011;26(4):591–6.
14. Luchesa CA, Greca FH, Guarita-souza LC, Luiz J, Aquim EE. Papel da eletroanalgesia na função respiratória de pacientes submetidos à operação de revascularização do miocárdio. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2009;24(3):391–6.
15. Müller AP, Olandoski M, Macedo R, Costantini C, Guarita-Souza LC. Estudo comparativo entre a pressão positiva intermitente (Reanimador de Müller) e contínua no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. Arq Bras Cardiol 2016;86(3):232–9.
16. Souza PAA, Clair S. Eficácia da eletroestimulação nas cirurgias cardíacas e abdominais: Revisão sistemática. universidade católica de brasília - UCB; 2015.
17. Fiorelli A, Morgillo F, Milione R, Pace MC, Passavanti MB, Laperuta P, et al. Control of post-thoracotomy pain by transcutaneous electrical nerve stimulation: effect on serum cytokine levels, visual analogue scale, pulmonary function and medication. Eur J Cardiothorac Surg 2012;41(4):861–8;
18. Cipriano G, de Camargo Carvalho AC, Bernardelli GF, Tayar Peres PA. Short-term transcutaneous electrical nerve stimulation after cardiac surgery: effect on pain, pulmonary function and electrical muscle activity. Interact Cardiovasc Thorac Surg 2016;7(4):539–43.

---

**Endereço para correspondência:**

Luana Meneghini Belmonte  
UNISUL - Curso de Fisioterapia - Avenida Pedra Branca, 25, Cidade Universitária Pedra Branca, CEP 88137-270.  
Palhoça, SC  
E-mail: [luanabelmonte@gmail.com](mailto:luanabelmonte@gmail.com)

---