

# Análise da capacidade vital e da frequência respiratória, após o uso da TENS, em indivíduos submetidos à cirurgia cardíaca via esternotomia

LOUREIRO, Marco AN; SIMÕES<sup>1</sup>, Rudney F<sup>1</sup>; ROCHA, Wanize A<sup>2</sup>; HENRIQUE, José da S<sup>3</sup>; CAMILO Richardson M.<sup>4</sup>

## RESUMO

**Introdução:** Um dos acessos utilizado na cirurgia cardíaca é a esternotomia mediana, porém, este procedimento submete a musculatura do tórax a grande tensão e estresse proporcionando muita dor e, conseqüentemente, a redução de expansibilidade torácica e alteração da mecânica ventilatória, favorecendo o aparecimento de complicações no período pós-operatório. A estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) é um recurso fisioterapêutico empregado para o alívio da dor, de maneira não invasiva, o que contribui para a redução das complicações, advindas do quadro algico, apresentado pelos pacientes no período pós-operatório. **Objetivos:** Avaliar o efeito da TENS como facilitador na redução do quadro algico torácico em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca via esternotomia e analisar as variações da frequência respiratória e capacidade vital. **Materiais e Métodos:** O estudo foi realizado na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e nas enfermarias do Hospital Evangélico de Vila Velha – ES. Foram estudados indivíduos de ambos os sexos submetidos à cirurgia cardíaca via esternotomia, no período de fevereiro à abril de 2008, sendo divididos em 3 grupos: Grupo TENS (GT), que recebeu a intervenção com a TENS, Grupo sem TENS (GST), que não recebeu intervenção da TENS, e o Grupo Placebo (GP), que recebeu a intervenção da TENS porém desligada. A seleção dos pacientes foi realizada de maneira aleatória. As principais variáveis analisadas no estudo foram: a mensuração da dor, realizada através da Escala Visual Analógica (EVA), a frequência respiratória e a Capacidade Vital. **Resultados:** Observa-se que, no grupo TENS a frequência respiratória teve um aumento significativo estatisticamente antes da intervenção com a TENS (\*\*p< 0,01) e não obteve significância estatística após o uso da TENS, quando comparados aos valores do pré-operatório, porém, encontra-se uma redução de 28% e 18% no 2º e 3º dia de pós-operatório quando comparamos antes e após a aplicação da TENS. Na capacidade vital obteve significância estatística para redução de seus valores antes e após intervenção com a TENS quando comparado ao pré-operatório. Na avaliação da dor obteve significância estatística para o GT podendo-se observar uma redução de 25% da dor a cada dia de pós-operatório (\*p< 0,05, \*\*p< 0,01 e \*\*\*p<0,001). **Conclusão:** A estimulação nervosa transcutânea (TENS) reduziu significativamente o quadro algico, não podendo afirmar que a diminuição do quadro algico que promoveu a melhora da CV e FR dos grupos estudados.

**Palavras Chaves:** TENS, cirurgia cardíaca, esternotomia.

## INTRODUÇÃO

A cirurgia cardíaca sofreu grandes avanços devido a estudos médicos no século XX<sup>[1]</sup>. Desde então vem se destacando como uma das especialidades médicas que apresenta inovações constantes e tem desenvolvido diversos procedimentos terapêuticos ao longo dos anos, tornando este procedimento o menos lesivo possível, minimizando as possíveis complicações que poderão surgir no período pós-operatório<sup>[1]</sup>.

Um dos recursos utilizado para se ter acesso a cavidade torácica na cirurgia cardíaca é a esternotomia mediana que consiste da divisão do esterno, sendo este retraído no plano mediano através de afastadores, proporcionando um bom acesso às estruturas torácicas. Os afastadores, associado há um tempo prolongado de cirurgia, colocam a musculatura do tórax sobre grande tensão e estresse proporcionando muita dor ao paciente no período pós-operatório<sup>[2,3]</sup>. Outro fator que pode promover prejuízo às funções pulmonares em um pós-operatório de cirurgia cardíaca é o uso da circulação extracorpórea (CEC), sendo responsável por respostas inflamatórias sistêmicas e pulmonares levando à disfunções na mecânica respiratória<sup>[4,5]</sup>.

A maior parte dos pacientes submetidos a cirurgia cardíaca se queixa de dores na região torácica no período pós-operatório<sup>[6]</sup>, sendo estas as principais causas de morbidade e mortalidade<sup>[7]</sup>. Esta dor, provavelmente, é decorrente da incisão cirúrgica (esternotomia) e da colocação do dreno torácico que dificultam a movimentação de braço de bomba e alça de balde do gradil costal levando o paciente a desenvolver uma respiração superficial, apical e posteriormente a um quadro de hipoventilação alveolar e hipoxemia<sup>[8]</sup> com conseqüente diminuição do Volume Corrente (VC), da Capacidade Vital (CV) e da Capacidade Residual Funcional (CRF)<sup>[9]</sup>.

Rotineiramente utilizam potentes medicamentos para reprimir a dor pós-operatória como, por exemplo, a morfina (analgésico), porém deve ser evitado quando há

hipotensão arterial, e o Fentanil (sedativo), que pode causar bradicardia e rigidez da parede torácica<sup>[10]</sup>.

Considerando a importância do completo alívio da sensação dolorosa no pós-operatório e a existência de efeitos colaterais advindos da administração de medicamentos analgésicos, é de grande valia o estudo de outros métodos para o controle da dor capazes de contribuir para o retorno precoce da função pulmonar e auxiliar na redução das morbidades apresentadas no período pós-cirúrgico<sup>[11]</sup>.

A estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) é um recurso fisioterapêutico usado para o alívio da dor durante o pós-operatório de cirurgias torácicas ou abdominais<sup>[11]</sup>, ela consiste em uma corrente de baixa frequência reservada para o tratamento da dor de maneira não invasiva, através da colocação de eletrodos na superfície da pele, estimulando as fibras nervosas grossas A-β mielinizadas de condução rápida, ativando o Sistema Nervoso Central (SNC)<sup>[12,13]</sup>.

Essas fibras são sensíveis a ondas bifásicas e monofásicas interrompidas como às da TENS, promovendo analgesia pela inibição da transmissão nociceptiva conduzida pelas fibras não mielinizadas do tipo C, de pequeno calibre, reduzindo, dessa forma, o quadro doloroso<sup>[13]</sup>.

<sup>1</sup> Acadêmicos do 10º período do Curso de Graduação em Fisioterapia da Faculdade Novo Milênio em Vila Velha-ES.

<sup>2</sup> Fisioterapeuta, Mestre em Ciências Fisiológica pelo PPG-UFES/ES. Professora da disciplina de osteomioarticular I e II e recursos terapêuticos da Faculdade Novo Milênio de Vila Velha-ES.

<sup>3</sup> Médico cirurgião cardíaco do Hospital Evangélico de Vila Velha-ES.

<sup>4</sup> Fisioterapeuta, especialista em pneumo-funcional, supervisor do estágio saúde do adulto III da Faculdade Novo Milênio de Vila Velha-ES, Coordenador da equipe de fisioterapia da SAMEDLAR (home car), proprietário do Centro de Referência em Reabilitação (CRER) e fisioterapeuta do Hospital Evangélico de Vila Velha-ES.

<sup>5</sup> Endereço para correspondência: Av. S<sup>ta</sup> Leopoldina, 840, Coqueiral de Itaparica – Vila Velha/ES – Tel. (27) 33995555.

e-mail Marco: [blackloureiro@hotmail.com](mailto:blackloureiro@hotmail.com)

e-mail Rudney: [rudneyfiguereado@bol.com.br](mailto:rudneyfiguereado@bol.com.br)

Existe outra teoria que descreve o alívio da dor através da liberação de opióides no líquido lombar inibindo a transmissão dos impulsos dolorosos através da medula como consequência da eletroestimulação de baixa frequência [14].

O seu uso, não só proporciona o alívio da dor no pós-operatório, avaliados pela escala visual analógica (EVA), como também promove a diminuição do uso de analgésicos pelos pacientes contribuindo para redução de custos hospitalares [12].

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da TENS como facilitador na redução do quadro algico torácico em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca via esternotomia e analisar as variações da frequência respiratória e capacidade vital.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Hospital Evangélico de Vila Velha – ES, no período de fevereiro a abril de 2008, realizado pelos acadêmicos do 10º período do curso de fisioterapia da Faculdade Novo Milênio.

Foram avaliados 16 pacientes com indicação cirúrgica de correção cardíaca via esternotomia mediana, sendo 13 enquadrados nos critérios de inclusão deste estudo. Destes 2 foram excluído 1 evoluiu ao óbito e 1 para complicações severas no período pós-operatório. Esses pacientes foram, aleatoriamente, divididos em três grupos.

Os critérios de inclusão foram: indivíduos com indicação de cirurgia cardíaca via esternotomia, na faixa etária de 39 a 75 anos e que não possuíam contra indicação a aplicação da TENS.

Os critérios de exclusão foram: todos os indivíduos que se recusarem a assinar o termo de consentimento livre e esclarecido, portadores de marcapasso cardíaco, que apresentarem alguma doença pulmonar severa prévia, pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), obesos mórbidos, que apresentarem alguma complicação severa no período pós-operatório e que possuírem alteração de sensibilidade cutânea ou outra contra indicação a aplicação da TENS.

Cada grupo foi constituído da seguinte forma: Grupo Tens (GT), com 2 homens e 2 mulheres; Grupo placebo (GP), 2 homens e 1 mulher; Grupo sem Tens (GST) 3 homens e 1 mulher.

Vale ressaltar que não houve alteração do tratamento medicamentoso em nenhum dos grupos estudados.

Todos os voluntários foram submetidos à avaliação pré e pós-operatória, sendo avaliados no pré-operatório frequência respiratória (FR) contada em um minuto e a capacidade vital (CV) através da ventilometria, com o ventilômetro da marca fdE® Pro Médico, com o paciente posicionado em sedestação, utilizando um bocal que foi acoplado ao ventilômetro, para não haver escape aéreo foi utilizado um clipe nasal, na mensuração da CV o paciente realizou uma inspiração máxima seguida de uma expiração máxima forçada, ao termino da avaliação foi explicado ao paciente sobre a escala visual analógica da dor (EVA), consistindo em uma escala subjetiva da dor graduada de 0 a 10, em que 0 significa ausência de dor e 10 dor muito intensa, servindo como parâmetro para o paciente quantificar sua dor no período pós-operatório.

No 2º, 3º, 4º, e 5º dia de pós-operatório os pacientes foram submetidos a avaliação da dor através da EVA,

seguido da mensuração da capacidade vital e frequência respiratória (FR). Após, foi realizado a aplicação da TENS seguido da reavaliação da dor, capacidade vital (CV) e da frequência respiratória (FR)

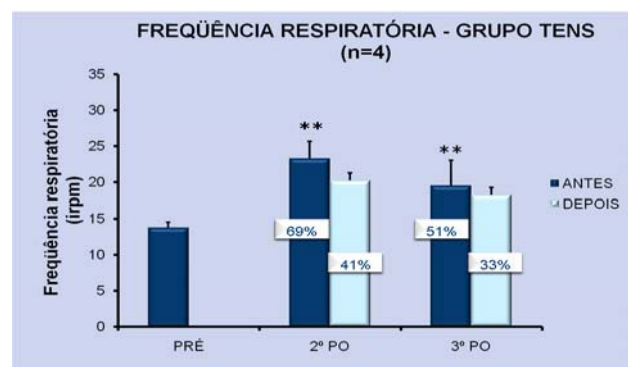
Os eletrodos da TENS foram disposto de forma pericatricial cruzada, a cerca de 2 cm da incisão cirúrgica, sendo estes confeccionados com borracha condutora de silicone tratada com carbono de formato retangular (6x3 cm), como meio de contato foi utilizado gel aquoso. A duração do tratamento com a TENS foi de 15 minutos e a frequência utilizada para o tratamento foi de 150Hz com largura de pulso 50µs, utilizando-se dois canais. A intensidade da estimulação foi modificada de acordo com a sensação relatada pelo paciente, com intuito de promover estimulação intensa sem provocar desconforto ao paciente.

Os dados foram expressos com média ± erro padrão da média (EPM). A inferência sobre diferenças entre duas médias dentro do grupo será feita pelo teste *t-Student* para amostra pareada e entre os grupos para amostras não pareadas. Significância estatística foi definida para um valor de  $p < 0,05$ . O programa de análise estatística utilizado foi o Graph Pad Prism (San Diego, CA, USA).

## RESULTADOS

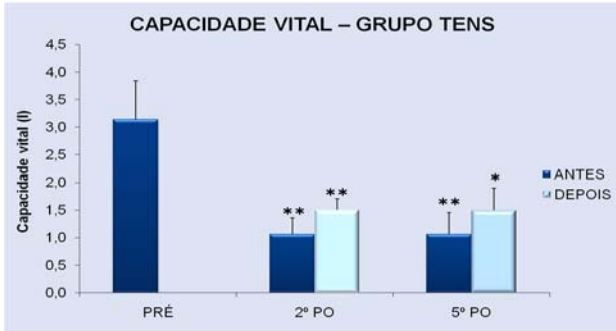
Foram avaliados neste estudo 11 pacientes, sendo 7 (63,6%) do sexo masculino e 4 (36,3%) do sexo feminino, com idade média de ± 60 anos no (GT), ± 52 anos (GP); ± 60 anos (GST).

O gráfico 1 mostra significância estatística para aumento da frequência respiratória no 2º e 3º PO antes da intervenção com a tens, já no 2º e 3º PO após intervenção com a TENS, embora não tenha ocorrido significância estatística, observa-se uma redução percentual na FR de 28% no 2º PO e 18% no 3º PO quando comparado com valores encontrados antes da intervenção com a TENS.



**Gráfico 1:** Freqüência respiratória no pré-operatório (pré) e pós-operatório (PO) de indivíduos submetidos a cirurgia cardíaca via esternotomia antes e após a estimulação elétrica neuromuscular transcutânea (TENS). Valores expressos como média ± erro padrão da média. \*\* $p < 0,01$  vs o pré-operatório, (n=4).

No gráfico 2 obteve significância estatística para redução dos valores de capacidade vital antes e após intervenção com a TENS comparados ao pré operatório.



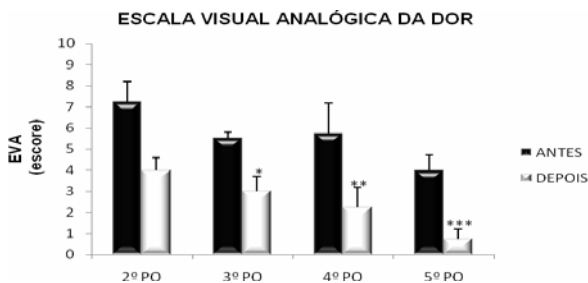
**Gráfico 2:** Capacidade vital em litros (L) no pré-operatório (PRÉ) e pós-operatório (PO), de indivíduos submetidos à cirurgia cardíaca via esternotomia antes e após a aplicação da estimulação elétrica neuromuscular transcutânea (TENS). Valores expressos como média ± erro padrão da média. \*\* p<0,01 antes a aplicação da TENS e \*\* p<0,01 e \* p<0,05 depois da aplicação da TENS vs o PRÉ (n=4).

No gráfico 3 verificam-se os valores de capacidade vital após a intervenção com a TENS comparado ao pré-operatório, obteve significativa estatística para redução da CV no 2º PO para o grupo sem TENS. O grupo TENS e grupo placebo não apresentaram diferença, permanecendo com seus valores pré-operatório.



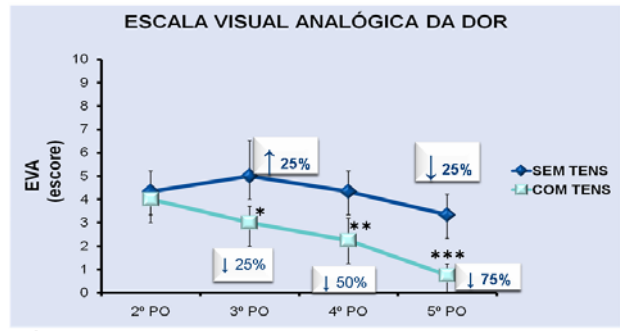
**Gráfico 3:** Capacidade vital em litros (L) nos períodos pré-operatório (PRÉ) e pós-operatório (PO), de indivíduos submetidos a cirurgia cardíaca via esternotomia. Grupo que não recebeu a TENS (SEM TENS), grupo que recebeu a TENS (COM TENS) e grupo que recebeu a TENS desligada (PLACEBO). Valores expressos como média ± erro padrão da média. \*p<0,05 vs o PRÉ.

No gráfico 4 foi comparado a dor antes com após a intervenção com a TENS, havendo significância estatística no 3º, 4º e 5º PO, após intervenção com a TENS no grupo TENS (GT).



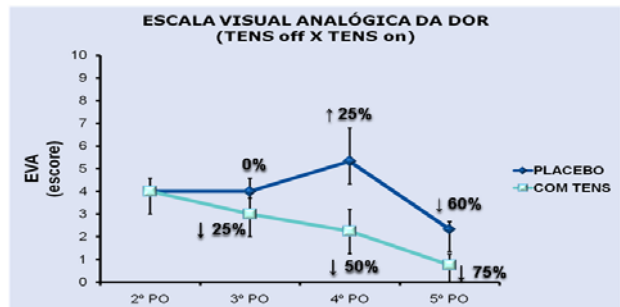
**Gráfico 4:** EVA indica escala visual analógica da dor nos indivíduos que realizaram a TENS (n=4) no pós-operatório (PO) de cirurgia cardíaca via esternotomia. Valores expressos como média ± erro padrão da média. \*p<0,05, \*\*p<0,01 e \*\*\*p<0,001 vs 2º PO.

No gráfico 5 os grupos foram comparados ao 2º PO. Pode-se observar significância estatística na redução da dor, de 25%, 50% e 75% no 3º, 4º e 5º PO para o grupo TENS (GT). No grupo sem tens (GST) observa-se aumento de 25% no 3º PO e redução de 25% no 5º PO.



**Gráfico 5:** EVA indica escala visual analógica da dor nos indivíduos que realizaram a TENS (n=4) e que não realizaram a TENS (n=3) no pós-operatório (PO) de cirurgia cardíaca via esternotomia. Valores expressos como média ± erro padrão da média. \*p<0,05, \*\*p<0,01 e \*\*\*p<0,001 vs 2º PO.

No gráfico 6 os grupos foram comparados ao 2º PO. No grupo TENS (GT) do 2º ao 5º PO não houve significância estatística quando comparado ao grupo placebo (GP) porem, houve redução de 25%, 50% e 75% no 3º, 4º e 5º PO no grupo TENS.



**Gráfico 6:** EVA indica escala visual analógica da dor dos indivíduos que realizaram a TENS (n=4) e que realizaram TENS desligada (n=4) no pós-operatório (PO) de cirurgia cardíaca via esternotomia. Valores expressos como média ± erro padrão da média. \*p<0,05, \*\*p<0,01 e \*\*\*p<0,001 vs 2º PO.

## DISCUSSÃO

A dor torácica, apresentada pelo paciente no período pós-operatório, tem causado grande preocupação à toda equipe de saúde, visto que esta dor dificulta a intervenção fisioterapêutica [7,15]. A TENS é um recurso fisioterapêutico que pode ser usado como coadjuvante da analgesia [13].

O presente estudo demonstrou que a aplicação da TENS diminui o quadro algico torácico apresentado no período pós-operatório de pacientes submetidos a cirurgia cardíaca via esternotomia, demonstrando ser uma ferramenta de importante valor nas mãos do fisioterapeuta na unidade hospitalar.

Em estudo de revisão bibliográfica feito por SABINO et al [11], cita quatro estudos onde foram realizadas avaliações e comparações da TENS em relação a TENS placebo e intervenção controle no consumo de analgésicos. Em três, houve redução significativa do consumo de analgésicos com o uso da TENS, enquanto um único estudo não encontrou diferença nesta variável. Portanto, há evidências de que a TENS é eficaz na redução do consumo de analgésicos até 72 horas após realização da cirurgia torácica ou abdominal [11].

Outro estudo realizado por MARIN et al [16], comprovou que o uso da TENS, no alívio da dor pós-operatória, favorece a movimentação precoce dos pacientes, sendo esta de extrema importância, pois reduz

o tempo de internação hospitalar e complicações durante o pós-operatório<sup>[16]</sup>.

Na figura 1, Observa-se elevação da FR no 2º e 3º PO, após a intervenção com a TENS os valores de frequência respiratória tornaram-se similares aos valores pré-operatório.

No pós-operatório de cirurgia cardíaca, o valor do volume minuto pode se manter dentro dos valores de referência, porém, à custa de um baixo volume corrente e de uma elevada frequência respiratória, que pode levar o paciente a fadiga dos músculos respiratórios, baixa saturação de oxigênio e até, em alguns casos, insuficiência respiratória<sup>[17]</sup>.

Segundo BRODNER et al<sup>[18]</sup>, o aumento da FR ocorre como resposta ao estímulo doloroso, certamente devido à limitação causada pela intervenção cirúrgica<sup>[18]</sup>.

De acordo com Guizilini et al, os procedimentos cirúrgicos onde envolve circulação extracorpórea (CEC) favorece a disfunção pulmonar mais grave, em relação aos volumes e capacidades pulmonares levando a queda significativa dos seus valores até o 5º dia de PO em ambos os grupos<sup>[8,19]</sup>. Entretanto, o grupo sem CEC apresentou menor queda desses parâmetros, quando comparado ao grupo com CEC<sup>[20]</sup>. O presente estudo mostra que já no 2º PO os grupos TENS ligado e TENS desligado já se encontravam em valores próximos aos pré-operatório, no grupo sem TENS só recuperou seus valores pré-operatório no 4º PO.

Quanto mais reduzido os volumes e capacidades pulmonares maiores são as chances de complicações pós-operatória, devido ao prejuízo na função pulmonar<sup>[20]</sup>, isto acarretara prejuízos nas trocas gasosas e alteração da mecânica pulmonar aumentando o trabalho respiratório, favorecendo o acúmulo de secreção, com maiores possibilidades de obstrução ao fluxo aéreo, podendo predispor ao desenvolvimento de pneumonias e atelectasias<sup>[21,22]</sup>.

Acreditamos que a redução da CV se deve ao fato da dor limitar a inspiração profunda diminuindo a ventilação pulmonar e promove respiração superficial o que, consequentemente, com a diminuição da dor promovida pela TENS, favorece inspiração profunda o que aumenta a ventilação pulmonar promovendo a melhora da CV.

Rakel e Frantz testaram a efetividade da TENS como recurso suplementar a analgesia farmacológica sobre a dor ao movimento e ao repouso depois da cirurgia abdominal<sup>[23]</sup>. Estas autoras avaliaram a intensidade da dor através da EVA, escala de avaliação da capacidade de deambulação e a CV através de espirometria em 33 indivíduos, neste estudo, randomizado e controlado, foram constituídos três grupos. Para o primeiro grupo, foi oferecido analgesia farmacológica e a TENS, para o segundo analgesia farmacológica e a TENS placebo (desligada) e para o terceiro, somente analgesia farmacológica. A utilização da TENS resultou em redução significativa da dor no grupo controle comparado ao grupo placebo, tanto durante a marcha como durante a execução de manobras para avaliação da CV. No grupo intervenção a TENS também produziu melhora mais significativa na velocidade da marcha do que o grupo controle e maior distância percorrida do que o grupo placebo. Entretanto, não foi verificada diferença significativa entre os três grupos em relação à intensidade da dor e avaliação da execução de manobras de CV ao repouso<sup>[23]</sup>.

Nosso resultado não corrobora com o estudo de Rakel e Frantz visto que apenas os indivíduos que realizaram TENS ligada apresentaram diminuição da dor

apesar dos valores entre os grupos não apresentaram diferença.

## CONCLUSÃO

A dor é um dos principais fatores responsáveis pelo aparecimento de complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia cardíaca. Em vista disto a TENS tem demonstrado ser uma ferramenta essencial na mão do fisioterapeuta em unidade hospitalar.

No presente estudo, a estimulação nervosa transcutânea (TENS) reduziu significativamente o quadro algico não podendo afirmar que a diminuição desta que promoveu a melhora da CV e FR dos grupos estudados.

## REFERÊNCIAS

1. BOTELHO, APV; LIMA, MRS. *Revascularização do miocárdio*. In: PULZ C, GUIZILINI S, PERES PAT. **Fisioterapia em cardiologia aspectos prático**. São Paulo: ed. Atheneu. 221 - 232, 2006.
2. MOORE KL, DALLEY AF. *Tórax*. In: **Anatomia orientada para a clínica**. Ed. Guanabara. Rio de Janeiro. 29 - 112, 2001.
3. LOURES DR, MULINARI LA, TYSZKA AL, RIBEIRO E, CARVALHO RG. Esternotomia parcial mediana em H. um novo aspecto para cirurgia cardíaca. **Arq Brás Cardiol**. Paraná, setembro – outubro, 70(2): 71 – 73, 1998.
4. AMBROZIN ARP, CATANEO AJM. Aspectos da função pulmonar após revascularização do miocárdio relacionados com riscos pré-operatório. **Jornal Brasileiro de Cirurgia Cardiovascular**, São Paulo, Junho – setembro, 20(4): 408 – 415, 2005.
5. BARBOSA RAG, CARMANA MJC. Avaliação da função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea. **Revista Brasileira anesthesiologia**, São Paulo, Agosto – Março, 52(6): 689 – 699, 2002.
6. FONSECA NM, MANDIM BLS, AMORIM CG. Analgesia pós toracotomia com associação de morfina por via peridural e venosa. **Revista Brasileira de Anesthesiologia**, Minas Gerais, Setembro – Outubro, 52(5): 549 – 561, 2002.
7. LEGUISAMO CP, KALIL RAK, FURLANI AP. a efetividade de uma proposta fisioterapêutica pré operatória para cirurgia de revascularização do miocárdio. **Jornal Brasileiro de Cirurgia Cardiovascular**. Rio Grande do Sul, fevereiro – maio, 20(2): 134 – 141, 2005.
8. GIACOMAZZI CM, LAGNI VB, MONTEIRO MB. A dor pós operatória como contribuinte do prejuízo na função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. **Jornal Brasileiro de Cirurgia Cardiovascular**. Rio grande do Sul, julho – setembro, 21(4): 386 – 392, 2006.
9. GUIZILINI S, GOMES WJ, FARESIN SM, BOLZAN BW, ALVES FA. Avaliação da função pulmonar em pacientes submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio com e sem circulação extracorpórea. **Jornal Brasileiro de Cirurgia Cardiovascular**. São Paulo, Março – Junho, 20(3): 310 – 316 2005.
10. JOÃO PRD, JUNIOR FF. Cuidados imediatos no pós-operatório de cirurgia cardíaca. **Jornal de Pediatria**. Paraná, 79(2): 213 – 222, 2003.
11. SABINO GS, SOUZA MVS, RESENDE MA. Estimulação elétrica nervosa transcutânea no pós-

- operatório de cirurgia cardíaca ou abdominal. **Revista Fisioterapia em movimento**. Paraná, janeiro – março, 19(1): .59 – 71, 2006.
12. FERREIRA CHJ, BELEZA ACS. Abordagem fisioterapêutica na dor pós operatória. **Revista Col. Bras. Cir.** São Paulo, Março – Abril, 34(2): 127 – 130, 2007.
  13. TONELLA RM, ARAÚJO S, SILVA AMO. Estimulação elétrica transcutânea no alívio da dor pós-operatória relacionada com procedimentos fisioterapêuticos em pacientes submetidos a intervenções cirúrgicas abdominais. **Revista Brasileira de anestesiologia**. São Paulo, Novembro – Dezembro, 56(6): 630 – 642, 2006.
  14. AGNE, JE. *Mecanismo de eletroanalgesia*. In: **Eletroterapia teórica e prática**. ed. Orium. Rio Grande do Sul. 115 - 117, 2004.
  15. RIDLEY, SC; Cirurgia em Adultos, em: Pryor JÁ, WEBBER BA. **Fisioterapia para problemas respiratórios e cardíacos**. Rio de Janeiro: 2 ed, Guanabara Koogan. 210 – 233, 2002.
  16. MARIN, LI, CASTRO, CES. Estimulação elétrica nervosa transcutânea no controle da dor pós laparotomia. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, 1986;36: 207 – 214.
  17. WEST, JB. Fisiologia respiratória moderna. 3ª Ed. São Paulo: Manole. 1990, 11-20
  18. BRODNER, G. Pain management in patients undergoing thoracic surgery. **Curr Opin Anaesthesiol**, 1997; 10:54 – 59.
  19. GUIZILINI S, GOMES WJ, FARESIN SM, BOLZAN BW, ALVES FA. Efeitos do local de inserção do dreno pleural na função pulmonar no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. **Revista Brasileira de cirurgia cardiovascular**. 2004; 19: 47-54.
  20. SILVA EF, GUEDES RP, RIBEIRO EC. Estudo das repercussões das cirurgias abdominais sobre os músculos respiratórios. **Revista Fisioterapia em movimento**. Paraná, janeiro – março, 16(1): 51 – 56, 2003.
  21. TAGGART, DP, EL-FIKY, M, CARTER, R, BOWMAN, A, WHEATLEY, DJ. Respiratory dysfunction after uncomplicated cardiopulmonary bypass. **Ann thorac Surg**; 1993; 56; 5: 1123-8.
  22. WYNNE, R, BOTTI, M. Postoperative pulmonary and implications for practice. **Am j Crit Care**. 2004; 13;5:384-93.
  23. RAKEL, B, FRANTZ. Effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation on postoperative pain with movement. **J Pain**. 2003;4;8: 455 - 64.