

EFEITO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NERVOSA TRANSCUTÂNEA EM PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA

Francis Igor Ribeiro da Silva

Centro Universitário Cesmac, Mestrado
Profissional Pesquisa em Saúde, Maceió-Alagoas

Diego Figueiredo Nóbrega

Centro Universitário Cesmac, Mestrado
Profissional Pesquisa em Saúde, Maceió-Alagoas

Kevan Guilherme Nóbrega Barbosa

Centro Universitário Cesmac, Mestrado
Profissional Pesquisa em Saúde, Maceió-Alagoas

Rodrigo Neves Silva

Centro Universitário Cesmac, Mestrado
Profissional Pesquisa em Saúde, Maceió-Alagoas

Kristiana Cerqueira Mousinho

Centro Universitário Cesmac, Mestrado
Profissional Pesquisa em Saúde, Maceió-Alagoas

Tâminez de Azevedo Farias

Centro Universitário Cesmac, Mestrado
Profissional Pesquisa em Saúde, Maceió-Alagoas

Cláudia Vivian de Oliveira

Centro Universitário Cesmac, Mestrado
Profissional Pesquisa em Saúde, Maceió-Alagoas

Sylvia Marques da Silva

Centro Universitário Cesmac, Mestrado
Profissional Pesquisa em Saúde, Maceió-Alagoas

Renata Marinho de Albuquerque

Centro Universitário Cesmac, Mestrado
Profissional Pesquisa em Saúde, Maceió-Alagoas

Natanael Barbosa dos Santos

Centro Universitário Cesmac, Mestrado
Profissional Pesquisa em Saúde, Maceió-Alagoas

RESUMO: A doença cardiovascular (DCV) é responsável por cerca de 30% de todas as mortes no mundo. A cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM) é feita em pessoas com doença arterial coronariana (DAC) para alívio de isquemia e sintomas não tratáveis de angina. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) convencional sobre a função pulmonar e quadro algico agudo em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. A presente pesquisa é caracterizada como um estudo clínico, randomizado, paralelo, controlado e cego onde foram coletados dados sobre dor e ventilometria no pós-operatório de cirurgia cardíaca. A amostra foi composta por 20 sujeitos, de ambos os gêneros, dos quais 10 receberam aplicação da TENS inoperante (grupo controle) e 10 sujeitos receberam aplicação da TENS convencional (grupo Estudo) após realização da coleta da escala visual analógica (EVA). As variáveis dor, volume minuto (V_{min}), volume corrente (VC), frequência respiratória (FR) e capacidade vital (CV) foram avaliadas. Testes paramétricos e não paramétricos foram utilizados para analisar os dados, a significância estatística foi fixada em 5% ($p < 0,05$). Após a TENS foi observado uma diminuição estatisticamente significativa na dor (valor de $p: 0,002$) e melhora do volume corrente (valor de $p: 0,048$). A TENS reduziu o quadro algico dos pacientes em pós-operatório

de cirurgia cardíaca e permitiu a melhora do volume corrente.

PALAVRAS-CHAVE: Estimulação elétrica nervosa transcutânea. Cirurgia cardíaca. Período pós-operatório.

EFFECT OF TRANSCUTANEOUS ELECTRICAL NERVE STIMULATION IN POST-CARDIAC SURGERY

ABSTRACT: Cardiovascular disease (CVD) is responsible for about 30% of all deaths worldwide. Coronary artery bypass grafting (CABG) is done in people with coronary artery disease (CAD) for relief of ischemia and symptoms of intractable angina. The objective of this study was to evaluate the effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on conventional lung function and acute pain symptoms in patients undergoing cardiac surgery. This research is characterized as a clinical, randomized, parallel, controlled and blind where data were collected on pain and ventilometry postoperative cardiac surgery. The sample consisted of 20 subjects, of both genders, of which 10 received application of inoperative TENS (control group) and 10 subjects received application of conventional TENS (study group) after blood sampling the visual analogue scale (VAS). The pain variables, minute volume (Vmin), tidal volume (VT), respiratory rate (RR) and vital capacity (VC) were evaluated. Parametric and non-parametric tests were used to analyze the data, the statistical significance was set at 5% ($p < 0.05$). After TENS was observed a statistically significant reduction in pain (p -value: 0.002) and improvement in tidal volume (p -value: 0.048). TENS reduced the pain symptoms of patients in cardiac surgery postoperative period and allowed the improvement of the current volume.

KEYWORDS: Transcutaneous electrical nerve stimulation. Cardiac surgery. Postoperative period.

INTRODUÇÃO

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) são responsáveis por cerca de 60% das causas de mortes em todo mundo, afetando cerca de 35 milhões de pessoas por ano e, para a próxima década, espera-se que haja um aumento de 17% na mortalidade causada pelas DCNT. Dentre os principais tipos de DCNT, a doença cardiovascular (DCV) é a que tem o maior impacto epidemiológico, sendo responsável por cerca de 30% de todas as mortes no mundo¹. A DCV tem aumentado progressivamente, por conta do acúmulo de fatores de risco tradicionais como hipertensão e diabetes², bem como pelo envelhecimento e aumento da expectativa de vida, decorrentes da transição demográfica observada nas últimas décadas³.

A cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM) é feita em pessoas com doença arterial coronariana (DAC) para alívio de isquemia e sintomas não tratáveis de angina. A cirurgia também pode ser indicada para aumentar a sobrevivência a longo prazo por preservar a função ventricular esquerda e prevenir infarto do miocárdio. O sucesso da angioplastia coronária transluminal percutânea para dilatar artérias

coronárias estenosadas tem aumentado acentuadamente desde sua introdução em 19774. Desde então, os pacientes selecionados para cirurgia cardíaca passaram a ser mais graves, quase sempre com função ventricular esquerda baixa, tornando o pós-operatório (PO) mais trabalhoso, aumentando a mortalidade⁵.

A esternotomia mediana é a incisão torácica predominantemente realizada sendo melhor para a exposição da região, porém, pode alterar significativamente a função pulmonar pela extensão da incisão, seccionando as estruturas do músculo peitoral maior e gerar consequente instabilidade do tórax superior^{6, 7,8,9}. As toracotomias lateral, anterior e póstero-lateral estão indicadas para procedimentos específicos ou para atender as características inerentes dos pacientes⁶.

Os danos na parede torácica devido à esternotomia, associados ao processo de envelhecimento, geram queda na força muscular respiratória, o que afeta o desempenho ventilatório e comprometem a capacidade funcional pulmonar (CRF) ¹⁰. As complicações pulmonares têm sido descritas por vários autores como a maior causa de morbidade no pós-operatório^{5,11}. Ocorrem complicações como a diminuição do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), da CRF, do volume corrente (VC), da pressão parcial de oxigênio (PaO₂), além do aumento de atelectasias instaladas^{5,12,13}. Entretanto, poucos estudos são encontrados relatando o efeito na força da musculatura respiratória ^{5,14}. Além disso, a anestesia geral esta associada a depressão do estímulo respiratório, resultando em hipoventilação alveolar e redução da capacidade residual funcional. Alterações nesses parâmetros funcionais pulmonares estão relacionadas a um aumento no tempo de internação hospitalar, o que gera uma menor rotatividade de pacientes e aumenta o custo dos centros hospitalares ¹⁵.

A análise dos volumes pulmonares pode ser realizada pela prova de função pulmonar, através do ventilômetro, com a finalidade de analisar o volume minuto (VM), o VC e a capacidade vital (CV) através dos valores por ele fornecidos ¹⁶. Apesar de a cirurgia cardíaca ser um dos procedimentos mais extensivamente estudados, a dor no período pós-operatório PO continua sendo um desafio e necessita ser mais bem estudada ^{17,18}.

O paciente no PO necessita ser mobilizado, estimulado a tossir no sentido de prevenir infecções do trato respiratório e todas essas atividades podem ser prejudicadas pela presença da dor. A presença de dor após a intervenção causa desconforto ao paciente, impedindo seu relaxamento, levando à ventilação superficial, ineficiência da tosse, diminuição da força muscular respiratória, dos volumes e capacidades pulmonares, e ao aumento de complicações pulmonares e infecções, as quais interferem no quadro evolutivo do paciente e são consideradas as principais causas de morbidade e mortalidade ^{7,11,19,20}. Dentre as causas dessas complicações pulmonares, que incluem circulação extracorpórea (CEC), anestesia geral, o próprio procedimento cirúrgico, drenos pleurais, dentre outros, a dor tem sido uma constante na literatura como uma dessas principais causas ^{4,5,11,12,19,21,22,23}. Segundo a

Associação Internacional para Estudos da Dor, a dor é definida como “uma experiência sensorial e emocional desagradável associada a um dano real ou potencial dos tecidos, ou descrita em termos deste”²¹. A dor de pós-operatório tem origem totalmente multifatorial podendo ser causada devido à incisão cirúrgica, tubos pleurais, além de procedimentos a que o paciente é submetido²².

No passado, a analgesia pós-operatória consistia principalmente de opiáceos orais, parenterais, intramusculares ou intravenosos. Embora esse regime tenha trazido algum alívio, com frequência ocorria depressão respiratória com dosagens de pico e em outros momentos a analgesia era inadequada⁴. Dessa forma, é de grande valia o estudo de outros métodos para o controle da dor, capazes de contribuir para o retorno precoce da função e auxiliar na redução das morbidades do quadro pós-cirúrgico²³.

A Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea (TENS) é um recurso fisioterápico amplamente utilizado no alívio sintomático da dor, podendo ser um coadjuvante útil no manuseio da dor no pós-operatório^{12,19}. Um estudo realizado em 2008, a eletroanalgesia, através da TENS, se mostrou eficaz no controle da dor pós-operatória em pacientes no primeiro dia de pós-operatório (1ºDPO) de cirurgia cardíaca, evitando a utilização excessiva de analgésicos, bem como, na melhora da força muscular respiratória²⁴. Esta forma de estimulação não produz efeitos sistêmicos, não é invasiva, nem farmacológica, não causa dependência, nem apresenta efeitos colaterais e contra-indicações absolutas e, é um procedimento de baixo custo, além de permitir ao paciente que ele participe mais completamente do tratamento fisioterápico^{12,25}. Tem sido descrito na literatura, que o alívio da dor no pós-operatório pelo uso da tens está associado ainda à redução do uso de opiáceos^{13,19,23,26,27}.

A TENS estimula as fibras nervosas que transmitem sinais ao encéfalo, interpretados pelo tálamo como dor. Os impulsos transmitidos de forma transcutânea, estimulam as fibras A, mielinizadas, transmissoras de informações ascendentes proprioceptivas, sendo sensíveis aos estímulos da TENS. A base do efeito da TENS se dá conforme a Teoria das Comportas, desenvolvida em 1965 por Melzack e Wall, onde se afirmava que a superestimulação das fibras tipo A promove o bloqueio da entrada do estímulo pelas fibras tipo C nas comportas do corno posterior da medula espinhal, na substância gelatinosa e nas células de transmissão (células T)¹⁹.

A presença de dor contribui para instalação de complicações pulmonares e dificulta a atuação fisioterápica mais enérgica, no sentido de realizar manobras de higiene brônquica e exercícios precoces no leito¹⁹. Assim, essa pesquisa teve como objetivo avaliar a efetividade da TENS convencional sobre a função pulmonar e quadro algico agudo em pacientes submetidos ao pós-operatório de cirurgia cardíaca.

METODOLOGIA

A presente pesquisa é caracterizada como um estudo clínico, randomizado, controlado, paralelo e cego. O estudo foi realizado na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) do Hospital de referência em Cirurgia Cardíaca de Maceió-AL.

Os sujeitos foram recrutados, na supracitada instituição, obedecendo aos critérios de inclusão da pesquisa, concordando com a sua participação através da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido - TCLE (Resolução N° 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde - CNS/MS) e aprovação do comitê de ética e pesquisa com número 781.027, CAAE: 34022514.4.0000.0039. O paciente recebeu as informações necessárias quanto à realização do estudo em todas as suas etapas. O mesmo esteve ciente de que sua participação foi de acordo com sua vontade, podendo desistir a qualquer momento. Todos os dados coletados da pesquisa foram mantidos em sigilo e usados para fins científicos.

A amostra foi composta por pacientes submetidos à cirurgia cardíaca atendidos na UTI do Hospital de referência em Cirurgia Cardíaca de Maceió-AL. A seleção da amostra foi por conveniência baseada na probabilidade de atendimento do local selecionado para a pesquisa, durante um período de dois meses. O referido serviço realiza, em média, 06 cirurgias por semana, de segunda a sexta-feira, no qual obtivemos um número total de 20 pacientes, sendo 10 alocados no grupo estudo e os outros 10 no grupo controle.

Como critérios de inclusão foram selecionados indivíduos de ambos os gêneros, com idade superior a 18 anos, submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio e troca de válvulas por meio de esternotomia mediana, com uso de circulação extracorpórea e anestesia geral sem bloqueio neuromuscular. Uso de drenos de tórax e mediastino, apresentando índice igual ou superior a três na escala analógica visual (EVA), sem cirurgia cardíaca prévia.

Os critérios de exclusão utilizados foram: indivíduos fora da faixa etária preconizada, com déficit cognitivo, com sequelas neurológicas de natureza central e/ou periférica, sintomatologia dolorosa de causa não diagnosticada, presença de implantes metálicos, marcapassos, não adaptação ao uso da TENS pelo paciente, indivíduos submetidos à revascularização do miocárdio por meio da toracotomia, os que apresentem infecção e/ou inflamação local, pacientes com utilização de balão intra-aórtico ou que apresentem instabilidade hemodinâmica no dia da avaliação do primeiro dia pós-operatório (1ºDPO).

Os pacientes foram abordados no primeiro 1º DPO na UTI do Hospital de referência em Cirurgia Cardíaca de Maceió-AL, de acordo com os critérios de inclusão, e informados sobre os procedimentos a que serão submetidos, e, diante da concordância em participar, serão obtidas as assinaturas do consentimento livre e esclarecido (apêndice A).

Os pacientes foram divididos em dois grupos: Grupo Controle (A) que obedeceu

a rotina habitual de analgésico e TENS inoperante e Grupo Estudo (B) que obedeceu a rotina habitual de analgésico e TENS convencional. O analgésico de rotina utilizado pelo serviço foi a dipirona via oral (VO) de oito em oito horas. O horário de coleta dos dados sempre foi a partir das 19 horas onde o ambiente estava mais tranquilo de se realizar a pesquisa e os pacientes já estavam medicados. Cada grupo foi composto por 10 pacientes de ambos os gêneros. Foi realizada a aleatorização onde na semana inicial da coleta de dados, os dias pares da semana foram coletados dados dos pacientes pertencentes ao Grupo Controle e os números ímpares ao Grupo Estudo. Na semana subsequente a seleção foi invertida e assim sucessivamente. Um dos pesquisadores ficou responsável pela aplicação da TENS e da ventilometria onde os sujeitos da pesquisa do grupo controle não sabiam que a estimulação elétrica estava inoperante, enquanto o outro explorador avaliou a dor através da escala visual analógica (EVA) caracterizando o estudo em ensaio clínico randomizado cego. O pesquisador foi padronizado de acordo com a metodologia adotada.

Para avaliação da dor foi utilizada a EVA conforme figura 2 (ANEXO B), graduada de 0 a 10, onde zero significa ausência de dor e dez dor muito intensa (SOUSA, 2002). O Pesquisador que realizou a avaliação da EVA antes e após a aplicação da TENS foi diferente daquele que aplicou a TENS. Foi realizada a mensuração do volume corrente (VC), volume minuto (Vmin), capacidade vital (CV) e frequência respiratória (FR) nos dois grupos antes e após a aplicação da TENS através da ventilometria. O aparelho utilizado para a avaliação da função pulmonar foi o Spire Wright® Mark8 – EUA, 2010.

Para a coleta do Vmin, o paciente permaneceu na maca com cabeceira elevada em angulação de 90° com os membros inferiores em extensão. Foi acoplado ao ventilômetro uma máscara facial de silicone e solicitado ao paciente a respirar normalmente com incursões inspiratórias e expiratórias sem esforços, por um tempo de um minuto marcado em cronômetro. Já para a medida do VC foi utilizada a seguinte equação: $VC = VM/FR$, onde a FR foi registrada no ventilômetro durante a realização da coleta do volume-minuto. Para a verificação da CV o paciente foi instruído a realizar uma inspiração máxima seguida de uma expiração máxima lenta e não forçada, próxima do volume residual.

Foi utilizada uma unidade de eletroestimulação que contém a TENS convencional devidamente calibrado (Neurodyn Portable Tens/Fes, Ibramed, Amparo-SP) com dois canais, com eletrodos de silicone, de formato retangular (5 x 3,5 cm). Como meio de contato foi utilizado gel aquoso (RMC gel clínico. Gel para meios de contato) e para fixação a fita crepe adesiva (Eurocel 19mm x 50m). Foram utilizados dois canais onde os eletrodos permaneceram fixados, de forma pericicatricial e paralela, a quatro centímetros da incisão cirúrgica. O primeiro par de eletrodos foi fixado a 3 cm abaixo da articulação esternoclavicular, e o segundo par de eletrodos a 2 cm acima do processo xifoide do esterno. A duração da aplicação da estimulação elétrica foi de trinta minutos sendo realizada no primeiro dia de pós – operatório 1ºDPO após a aplicação da EVA e da ventilometria nos dois Grupos, sendo que inoperante no Grupo Controle.

A frequência utilizada na TENS foi de 100 Hz, com largura de pulso 75 μ s. A intensidade da estimulação foi ajustada, de acordo com o relato do paciente, no que se refere à sensação de parestesia moderada, mas sem que o mesmo sinta algum desconforto. Esses dados foram registrados em uma ficha de coleta, desenvolvida especificamente para a pesquisa, que contém informações sobre o paciente, nome, idade, sexo, avaliação dos escores de dor e da ventilometria (Apêndice B).

Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas (Microsoft Excel 2010 para Windows) e analisados utilizando-se o programa estatístico BioEstat® 5.1 (Belém – PA, 2014). A estatística inferencial foi realizada através da aplicação dos testes Wilcoxon, Teste t pareado e Correlação de Pearson, com nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Após a coleta dos dados pode-se observar abaixo os resultados descritivos e analíticos. A população pesquisada foi composta por 20 pacientes, o grupo controle (n controle =10) por 7 componentes do gênero masculino e 3 do feminino, enquanto que o grupo estudo (n estudo= 10) foi representado por 6 componentes do gênero masculino e 4 do feminino. Quando observada a idade dos pacientes os grupos apresentaram as seguintes idades médias: Grupo controle = 49,8 \pm 10,42 anos e o Grupo estudo = 48 \pm 6,34 anos.

Nos dados acima descritos observamos que 65% da amostra do estudo é do gênero masculino corroborando com a literatura onde existe maior presença de DAC nos indivíduos com idade mais avançada e do gênero masculino 29,30,31,32,33. O estudo de Framingham³⁴ demonstra que a incidência da DAC é menor nas mulheres, tanto na pré como após a menopausa, além de existir um intervalo de sete a dez anos de proteção na incidência da DAC nas mulheres. Admite-se que esta diferença decorra do estado hormonal, pois se sabe que a incidência da DAC é menor na pré-menopausa, provavelmente devido ao efeito protetor do estrogênio, aumentando significativamente após a menopausa.

Na tabela 1 abaixo são apresentados os dados que dizem respeito às variáveis de análise submetidas ao uso da TENS convencional e inoperante.

VARIÁVEIS	GRUPOS			
	Controle (n=10)		Estudo (n=10)	
Escala de DOR - EVA	Antes 5,5 \pm 1,71	Depois 4,2 \pm 1,87	Antes 7,2 \pm 1,87 (a)	Depois 4,3 \pm 1,70 (b)
Volume minuto (Vmin)	12,69 \pm 4,92	10,26 \pm 3,34	12,01 \pm 3,17	11,94 \pm 3,31
Capacidade Vital (L)	1,60 \pm 0,36	1,71 \pm 0,35	1,46 \pm 0,22	1,62 \pm 0,19
Volume Corrente (mL)	526,1 \pm 228,27	438,9 \pm 104	478,6 \pm 103,80	470,6 \pm 84,94

Frequência Respiratória (rpm)	23,3 ± 7,43	23,7 ± 6,32	25,4 ± 6,70	25,4 ± 6,00
Índice de Tobin (rpm/L)	47,68 ± 25,57	56,42 ± 19,47	55,77 ± 20,56	56,14 ± 17,82

Tabela 1. Valores médios representativos das variáveis pesquisadas de acordo com cada grupo analisado, antes e depois da aplicação da TENS.

EVA: Escala Visual Analógica; Grupo Controle = TENS inoperante; Grupo Estudo = TENS convencional; Letras diferentes implicam resultado estatisticamente significativo (Teste Wilcoxon; $p=0,004$).

DISCUSSÃO

Segundo a Associação Internacional para Estudos da Dor, a dor é definida como “uma experiência sensorial e emocional desagradável associada a um dano real ou potencial dos tecidos, ou descrita em termos deste”²¹. A dor de pós-operatório tem origem totalmente multifatorial podendo ser causada devido à incisão cirúrgica, tubos pleurais, além de procedimentos a que o paciente é submetido²².

Na pesquisa em tela utilizamos a EVA para a avaliação de intensidades de dor, recurso amplamente difundido entre os profissionais e pesquisadores, sendo o seu uso justificado pela facilidade de aplicação, alta precisão e alta sensibilidade (em pequenas variações de dor)^{35,36}.

Em estudos anteriores, a TENS foi usada imediatamente após o término da operação^{13,37,38}, no dia seguinte³⁹ e no terceiro dia⁴⁰. Neste estudo, a TENS foi aplicada no segundo dia após a operação porque o paciente colabora melhor para a avaliação do efeito. O modo convencional foi o escolhido de acordo com a literatura sendo eficaz no tratamento de lesão aguda de tecido mole, dor associada com distúrbios musculoesqueléticos, dor pós-operatória, inflamatória e miofascial⁴¹.

A TENS é um recurso não farmacológico para o alívio da dor aguda e crônica, baseado na Teoria das Comportas, proposta por Melzack e Wall⁴². Ela consiste na aplicação de eletrodos percutâneos que emitem uma corrente elétrica com forma de onda tipicamente bifásica, simétrica ou assimétrica, com o objetivo de excitar as fibras nervosas, com mínimos efeitos adversos para o paciente^{43,44}. Apresenta, como principal efeito, a analgesia. Apesar de não estar completamente elucidado seu mecanismo fisiológico de ação, é postulado que o estímulo elétrico através da pele inibiria as transmissões dos impulsos dolorosos através da medula espinhal, bem como a liberação de através da medula espinhal, bem como a liberação de opiáceos endógenos, como endorfinas, pelo cérebro ou medula espinhal^{45,46,47}.

A redução da dor foi estatisticamente significante como observado no gráfico 2, corroborando com os estudos de Klin et al.,⁴⁸ Bayindir et al.,⁴⁹ Erdogan et al.,¹³ e Benedetti et al.,⁵⁰ onde avaliaram o benefício da TENS e constataram que a eletroestimulação reduz o nível de dor pós-operatório e diminui a quantidade de analgésicos quando comparada com o grupo placebo ou controle. Outros trabalhos

como os de Bjordal et al.,²⁷ publicaram uma meta-análise com estudos que utilizaram a TENS como recurso analgésico no período pós-operatório entre 1966 a 2001. Nessa meta-análise mostraram que a TENS reduziu o consumo de medicação analgésica durante os três primeiros dias de pós-operatório, diminuindo os efeitos colaterais da medicação, e um desses efeitos é o de deprimir o centro respiratório. Também demonstraram uma diferença importante na avaliação da dor em pacientes que realizaram a TENS placebo versus tratamento.

Em contrapartida, algumas revisões sistemáticas não encontraram eficácia ou foram inconclusivos^{51,52}. Essas tem sido atribuídas a falhas metodológicas nos estudos clínicos controlados e randomizados, não levando em consideração os parâmetros efetivos da TENS e as medidas dos resultados não eram padronizadas⁵¹. Em relação à mecânica e função pulmonar encontramos neste estudo valores de redução nos volumes e capacidades pulmonares corroborando com a literatura pesquisada onde pacientes submetidos a cirurgia cardíaca (CC) desenvolvem, em sua maioria, disfunção pulmonar no pós-operatório PO⁵³ com redução importante dos volumes pulmonares^{53,54,55,56,57,58}, prejuízos na mecânica respiratória^{59,60}, diminuição na complacência pulmonar e aumento do trabalho respiratório^{61,62}. A redução dos volumes e capacidades pulmonares contribui para alterações nas trocas gasosas, resultando em hipoxemia^{54,58,63,64,65} e diminuição na capacidade de difusão⁵⁵.

Os resultados da presente pesquisa não mostraram correlação, estatisticamente significativas, entre parâmetros da função pulmonar: volume minuto, frequência respiratória e capacidade vital; e dor, resultado este diferente do observado por Gregorini et al.⁶⁶ e Ali et al.⁶⁷. Não houve correlação entre a redução do quadro algico e aumento do volume corrente (Pearson, $p=0,048$) corroborando com Gregorini et al.,⁶⁶. Embora não exista consenso sobre a utilização da TENS em PO, mais especificadamente em cirurgia cardíaca, observamos uma melhora significativa no quadro de dor e função pulmonar.

CONCLUSÃO

A utilização da estimulação elétrica nervosa transcutânea reduziu o quadro algico dos pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca e permitiu a melhora do volume corrente. Tal resultado sugere a viabilidade da aplicação da TENS para a redução da dor nesses pacientes, podendo ser uma técnica utilizada como rotina do serviço em pós-operatório como auxiliar na diminuição da dor.

REFERÊNCIAS

1 – World Health Organization. **2008-2013 Action Plan for the Global Strategy for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases**. WHO Global Report, 2005.

2 - Vigitel Brasil 2011. **Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. Ministério da Saúde, 2012.

- 3 - IBGE. **Projeção da população do Brasil por sexo e idade para o período 1980-2050. Revisão 2004.** Rio de Janeiro, IBGE, 2004 Malta DC. Panorama atual das doenças crônicas no Brasil. Brasília, SVS/Ministério da Saúde, 2011.
- 4 – Imle PC. Fisioterapia em pacientes com problemas cardíacos, torácicos ou abdominais após cirurgia ou trauma. In: Irwin S, Tecklin JS. **Fisioterapia Cardiopulmonar.** 3ª ed. São Paulo: Manole; 2003. p. 375 – 403.
- 5 - Botelho APV, Lima MRS. Revascularização do Miocárdio. In: Pulz C, Guizilini S, Peres PAT. **Fisioterapia em Cardiologia.** São Paulo: Atheneu; 2006. p. 221 – 232.
- 6 – Coimbra VRM, Rodrigues MVH, Nozawa E, Feltrim MIZ. Rotinas do atendimento fisioterapêutico no pós-operatório de cirurgia cardíaca. In: Auler, Júnior, JOC, Oliveira SA. **Pós-operatório de cirurgia torácica e cardiovascular.** Porto Alegre: Artmed; 2004. p. 174 – 182.
- 7 – 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.
- 8 – Pryor JA, Webber BA. **Fisioterapia para problemas respiratórios e cardíacos.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
- 9 – Regenga MM. **Fisioterapia em cardiologia: da unidade de terapia intensiva à reabilitação.** São Paulo: Roca; 2000.
- 10 – Rodrigues AMS, Caldeira JA, Albernaz LF, Tavares LM, Nicomedes NM, Sousa SB, et al. **Análise das correlações entre a capacidade funcional, força inspiratória e ventilometria no pós-operatório de cirurgia cardíaca.** Anais XIII Simpósio Internacional de Fisioterapia Respiratória. Rev Bras Fisioter. São Carlos, supl., set 2006.
- 11 – Sofia RR, Almeida LG. Complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgia cardíaca. In: Regenga MM. **Fisioterapia em cardiologia: da UTI à reabilitação.** São Paulo: Roca; 2000. p. 31-45.
- 12 – Dean E. Complicações, síndrome do desconforto respiratório do adulto, choque, sepse e falência de múltiplos órgãos. In: Dean E, Frownfelter D. **Fisioterapia Cardiopulmonar.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2004. p. 485-96.
- 13 – Erdogan M, Erdogan A, Erbil N, Karakaya HK, Demircan A. Prospective, randomized, placebo-controlled study of the effect of TENS on postthoracotomy pain and pulmonary function. **World J Surg.** 2005 December; 29(12):1563–70.
- 14 – Vieira GB, Bregagnol RK, Santos ACB, Paiva DN. Avaliação da eficácia da estimulação elétrica nervosa transcutânea sobre a intensidade da dor, volumes pulmonares e força muscular respiratória no pós-operatório de cirurgia abdominal: estudo de caso. **Rev Bras Fisioter.** 2004;8(2):145-8.
- 15 – El-Ansary D, Adams R, Ghandi A. Musculoskeletal and neurological complications following coronary artery bypass graft surgery: a comparison between saphenous vein and internal mammary artery grafting. **Aust J Physiother.** 2000; 46:19-25.
- 16 – Azeredo C.A.C. **Desmame no Ventilador Mecânico.** São Paulo: Manole; 2002. p. 292-5.
- 17 – Arcêncio L, Souza MD, Bortolin BS, Fernandes ACM, Rodrigues AJ, Évora PRB. Cuidados pré e pós-operatórios em cirurgia cardiotorácica: uma abordagem fisioterapêutica. **Rev Bras Cir Cardiovasc.** 2008; 23(3):400-10.
- 18 – Schuller D, Morrow LE. Pulmonary complications after coronary revascularization. **Curr Opin**

Cardiol. 2000; 15(5):309-15.

19 – Tonella RM, Araújo S, Silva AMO. Estimulação elétrica nervosa transcutânea no alívio da dor pós-operatória relacionada com procedimentos fisioterapêuticos em pacientes submetidos a intervenções cirúrgicas abdominais. **Rev. Bras. Anesthesiol.** nov/dez 2006; 56(6):630-42.

20 – Baumgarten MC, Garcia GK, Frantzeski MH, Giacomazzi CM, Lagni VB, Dias AS, et al. Pain and pulmonary function in patients submitted to heart surgery via sternotomy. **Rev Bras Cir Cardiovasc.** 2009; 24(4):497-505.

21 – Slullitel A, Souza AM. **Analgesia, sedação e bloqueio neuromuscular em UTI.** II Simpósio de Medicina Intensiva. [Ribeirão Preto online]. out/dez 1998; 31(4):507-16.

22 – Lima FVSO. Fisioterapia em cirurgia cardíaca. In: Sarmento GJV. **Fisioterapia respiratória no paciente crítico.** São Paulo: Manole; 2005. p. 300-6.

23 – Sabino GS, Souza MVS, Resende MA. Estimulação elétrica nervosa transcutânea no pós-operatório de cirurgia torácica ou abdominal. **Revista de fisioterapia da PUC-PR.** jan/mar 2006; 19(1):59-71.

24 – Lima PMB, Brito RTF. **Avaliação da estimulação elétrica nervosa transcutânea sobre a dor e força muscular respiratória no pós-operatório de revascularização do miocárdio.** [trabalho de conclusão de curso]. Maceió: Fundação Educacional Jayme de Altavila – FEJAL; 2009.

25 – Johnson M. Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea (TENS). In: Bazin S, Kitchen S. **Eletroterapia: prática baseada em evidências.** 11^a ed. São Paulo: Manole; 2003. p. 259-62.

26 – Marin LI, Castro CES. Estimulação elétrica nervosa transcutânea no controle da dor pós-laparotomia: estudo preliminar. **Rev Bras Anesthesiol.** maio/jun 1986; 36(3):207-14.

27 – Bjordal JM, Johnson MI, Ljunggreen AE. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) can reduce postoperative analgesic consumption. A meta-analysis with assessment of optimal treatment parameters for postoperative pain. **Eur J Pain.** 2003; 7(2):181-8.

28 – Sousa FAEF. Dor: o quinto sinal vital. **Rev Lat Am Enfermagem.** maio/jun 2002; 10(3): 446-7.

29 – Piegas LS, Avezum A, Pereira JC, Neto JM, Hoepfner C, Farran JA, et al. Risk factors for myocardial infarction in Brazil. **Am Heart J.** 2003; 146: 331-8.

30 – Avezum A, Piegas LS, Pereira JC. Fatores de risco associados com infarto agudo do miocárdio na região metropolitana de São Paulo: uma região desenvolvida em um país em desenvolvimento. **Arq Bras Cardiol.** 2005; 84: 206-13.

31 – Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Dans T, Avezum A, Lanas F et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. **Lancet.** 2004; 364: 937-52.

32 – Dórea EL, Lotufo PA. Framingham Heart Study e a teoria do Contínuo de Pickering. **Rev Bras Hipertens.** 1992; 8:195-200.

33 – Caramelli B, Ballas D, Ramires JAF. **Doença coronária e aterosclerose: clínica, terapia intensiva e emergências.** São Paulo: Atheneu; 1998.

34 - Kannel WB, Hjortland MC, McNamara PM, Gordon T. Menopause and risk of cardiovascular disease: The Framingham Study. **Ann Intern Med.** 1976; 85:447-52.

- 35 – Ferreira-Bacci AV. **Comparação da Escala CR10 de Borg com a Escala Analógica Visual (VAS) na avaliação da Dor em Pacientes com Disfunções Têmporo-mandibulares.** [dissertação de mestrado] Ribeirão Preto: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP, 2004.
- 36 – Moreno BGD, Maluf SA, Marques AP, Crivello-Júnior O. Avaliação clínica e da qualidade de vida de indivíduos com disfunção temporomandibular. **Rev Bras Fisioter.** jun 2009; 13(3):210-4.
- 37 – Solak O, Turna A, Pekcolaklar A, Metin M, Sayar A, Solak O, et al. Transcutaneous electric nerve stimulation for the treatment of postthoracotomy pain: a randomised prospective study. **Heart Surg.** 2009; 12:E266-E271.
- 38 – Chandra A, Banavaliker JN, Das PK et al. – Use of transcutaneous electrical nerve stimulation as an adjunctive to epidural analgesia in the management of acute thoracotomy pain. **Indian J Anaesth.** 2010; 54:116-20.
- 39 – Rakel B, Frantz R. Effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation on postoperative pain with movement. **J Pain,** 2003; 4:455-464.
- 40 – Cipriano G, Carvalho AC, Bernadelli GF et al. – Short-term transcutaneous electrical nerve stimulation after cardiac surgery: effect on pain pulmonary function and electrical muscle activity. **Interact Cardiovasc Thorac Surg,** 2008; 7:539-543.
- 41 – Starkey C. **Recursos Terapêuticos em Fisioterapia.** Barueri: Manole; 2001.
- 42 – Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. **Science.** 1965; 150(699):971-9.
- 43 – Lampe GE. Estimulação elétrica nervosa transcutânea. In: O´Sullivan SB. **Fisioterapia: avaliação e tratamento.** 2ª ed. São Paulo: Manole; 1993. p. 739-60.
- 44 – Guirro E, Guirro R. Eletroterapia. In: Guirro E, Guirro R. **Fisioterapia dermatofuncional: fundamentos, recursos e patologias.** 3ª ed. São Paulo: Manole; 2004. p. 107-74.
- 45 – Van Der Spank JT, Cambier DC, De Paepe HM, Danneels LA, Witvrouw EE, Beerens L. Pain relief in labour by transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). **Arch Gynecol Obstet.** 2000; 264(3):131-6.
- 46 – Ferreira CHJ, Payno SMA. Eletroestimulação nervosa transcutânea como recurso de alívio da dor no trabalho de parto. **Femina.** 2002; 30(2):83-6.
- 47 – Breit R, Van Der Wall H. Transcutaneous electrical nerve stimulation for postoperative pain relief after total knee arthroplasty. **J Arthroplasty.** 2004; 19(1):45-8.
- 48 – Klin B, Uretzk G, Magor F. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) after open heart surgery. **J Cardiovasc Surg.** 1984; 25: 445-8.
- 49 – Bayindir O, Paker T, Akpınar B, Erenturk S, Askin D, Aytac A. Use of transcutaneous electrical nerve stimulation in the control postoperative chest pain after cardiac surgery. **J Cardiothorac Vasc Anesth.** 1991; 5(6): 589-91.
- 50 – Benedetti F, Amanzio M, Casadio C, Cavallo A, Cianci R, Giobbe R, et al. Control of postoperative pain by transcutaneous electrical nerve stimulation after thoracic operation. **Ann Thorac Surg.** 1997; 63 (3):773-6.
- 51 – Reeve J, Menon D, Corabian P. Estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS): a avaliação de tecnologia. **Int J Technol Avaliar Health Care.** 1996; 12:299-324.

- 52 – Dubinsky RM, Miyasaki J. Avaliação: eficácia da estimulação elétrica nervosa transcutânea no tratamento da dor em doenças neurológicas (uma revisão baseada em evidências): relatório da Terapêutica e Tecnologia de Avaliação Subcomissão da Academia Americana de Neurologia. **Neurology**. 2010; 74: 173-6.
- 53 – Braun SR, Birnbaum ML, Chopra PS. Pre and postoperative pulmonary function abnormalities in coronary artery revascularization surgery. **Chest**. 1978; 73(3):316-20.
- 54 – Locke TJ, Griffiths TL, Mould H, Gibson GJ. Rib cage mechanics after median sternotomy. **Thorax**. 1990; 45(6):465-8.
- 55 – Westerdahl E, Lindmark B, Almgren SO, Tenling A. Chest physiotherapy after coronary artery bypass graft surgery: a comparison of three different deep breathing techniques. **J Rehabil Med**. 2001; 33(2):79-84.
- 56 – Westerdahl E, Lindmark B, Eriksson T, Friberg O, Hedenstierna G, Tenling A. Deep-breathing exercises reduce atelectasis and improve pulmonary function after coronary artery by-pass surgery. **Chest**. 2005; 128(5):3482-8.
- 57 – Matte P, Jacquet L, Van Dyck M, Goenen M. Effects of conventional physiotherapy, continuous positive airway pressure and non-invasive ventilatory support with bilevel positive airway pressure after coronary artery bypass grafting. **Acta Anaesthesiol Scand**. 2000; 44(1):75-81.
- 58 – Guizilini S, Gomes WJ, Faresin SM, Bolzan DW, Alves FA, Catani R, et al. Avaliação da função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio com e sem utilização de circulação extracorpórea. **Rev Bras Cir Cardiovasc**. 2005; 20(3):310-6.
- 59 – Berrizbeitia LD, Tessler S, Jacobowitz IJ, Kaplan P, Budzilowicz L, Cunningham JN. Effect of sternotomy and coronary bypass surgery on postoperative pulmonary mechanics. Comparison of internal mammary and saphenous vein bypass grafts. **Chest**. 1989; 96(4):873-6.
- 60 – Van Belle AF, Wesseling GJ, Penn OC, Wouters EF. Postoperative pulmonary function abnormalities after coronary artery bypass surgery. **Respir Med**. 1992; 86(3):195-9.
- 61 – Wynne R, Botti M. Postoperative pulmonary dysfunction in adults after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: clinical significance and implications for practice. **Am J Crit Care**. 2004; 13(5):384-93.
- 62 – Weissman C. Pulmonary function after cardiac and thoracic surgery. **Anesth Analg**. 1999; 88(6):1272-9.
- 63 – Guizilini S, Gomes WJ, Faresin SM, Carvalho ACC, Jaramillo JI, Alves FA, et al. Efeitos do local de inserção do dreno pleural na função pulmonar no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. **Rev Bras Cir Cardiovasc**. 2004; 19(1):47-54.
- 64 – Westerdahl E, Lindmark B, Eriksson T, Hedenstierna G, Tenling A. The immediate effects of deep breathing exercises on atelectasis and oxygenation after cardiac surgery. **Scand Cardiovasc J**. 2003; 37(6):363-7.
- 65 – Andrejaitiene J, Sirvinskas E, Bolys R. The influence of cardiopulmonary bypass on respiratory dysfunction in early postoperative period. **Medicina**. 2004; 40(Suppl 1):7-12.
- 66 – Cristie Gregorini, Gerson Cipriano Junior, Leticia Moraes de Aquino, João Nelson Rodrigues Branco, Graziella França Bernardelli. **Arq Bras Cardiol**. 2010; 94(3):345-35.
- 67 – Ali J, Weisel RD, Layug AB, Kripke BJ, Hechtman HB. Consequences of postoperative alterations

in respiratory mechanics. **Am J Surg.** 1974; 128:376-83.