

Estimulação diafragmática elétrica transcutânea na ventilação mecânica invasiva

Diaphragmatic stimulation transcutaneous electrical in vent mechanics invasive

Elenice Gomes Ferreira, Marcela Cantagalli, Ênio Teixeira Molina Filho, Jefferson Fischer, Mateus Dias Antunes, Daniel Eduardo da Cunha Leme e Daniel Vicentini de Oliveira

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da EDET no processo de desmame ventilatório e na redução do tempo da utilização do suporte ventilatório invasivo. Trata-se de um ensaio clínico randomizado, realizado em hospital privado no município de Sarandi/PR. Amostra composta por 20 pacientes, sendo nove pertencentes ao grupo intervenção e 11 ao grupo controle. A aplicação da EDET teve início no primeiro dia após a avaliação dos pacientes, as sessões foram realizadas até a extubação, uma vez ao dia e com um período de duração de quinze minutos. Verificou-se diminuição significativa ($p=0,0434$) do tempo de permanência do grupo intervenção (média de 8,4 dias) quando comparado com o grupo controle (média de 14 dias). Conclui-se que a EDET pode diminuir o tempo de permanência do paciente na ventilação mecânica.

Descritores: Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea, Respiração Artificial, Fisioterapia.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effect of EDET on the ventilatory weaning process and on the reduction of the time of the use of the invasive ventilatory support. This is a randomized clinical trial conducted in a private hospital in the municipality of Sarandi / PR. Sample composed of 20 patients, nine belonging to the intervention group and 11 to the control group. The application of EDET began on the first day after the evaluation of the patients, the sessions were performed until extubation, once a day and with a duration of fifteen minutes. There was a significant decrease ($p = 0.0434$) in the length of stay of the intervention group (mean of 8.4 days) when compared to the control group (mean of 14 days). It is concluded that EDET can reduce the patient's time spent in mechanical ventilation.

Descriptors: Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation, Artificial Breathing, Physiotherapy.

Como citar este artigo:

Ferreira, EG; Cantagalli, M; Molina, ET; Fischer, J; Antunes, MD; Leme, DEC; Oliveira, DV; Estimulação diafragmática elétrica transcutânea na ventilação mecânica invasiva. Revista Saúde (Sta. Maria). 2018; 44 (3).

Autor correspondente:

Nome: Elenice Gomes Ferreira
Formação Profissional: Doutoranda em Ciências da Saúde pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná, Brasil.
Filiação Institucional: Universidade Estadual de Maringá (UEM)
E-mail: elenicegomes@gmail.com
Link para o currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5281558739894882>

Endereço para correspondência:
Av. Guedner, 1610 - Jardim Aclimação, Maringá - PR, 87050-900

Data de Submissão:
27/06/2017

Data de aceite:
15/12/2018

Conflito de Interesse: Não há conflito de interesse



Introdução

A ventilação mecânica é uma técnica que substitui ou auxilia a função ventilatória do paciente, promovendo uma pressão positiva nas vias aéreas, objetivando a correção da hipoxemia e revertendo ou evitando a fadiga da musculatura respiratória, reduzindo o desconforto respiratório¹.

O tempo que o paciente permanece em assistência ventilatória depende da incapacidade em manter adequada troca gasosa e/ou falência da bomba ventilatória. Assim, retirar o paciente da ventilação invasiva pode ser mais difícil que o manter, pois o processo de retirada do suporte ventilatório ocupa cerca de 40% do tempo total de ventilação mecânica³.

O desmame ventilatório pode ser definido como o processo de transição da ventilação mecânica para a ventilação espontânea, ou seja, refere-se à readaptação, passando do processo mecânico para o espontâneo nos pacientes que permanecem em ventilação invasiva³. O sucesso do desmame está relacionado com a conservação da ventilação espontânea durante pelo menos 48 horas após a interrupção da ventilação artificial³. Assim, deve ser iniciado quando o quadro do paciente estiver estabilizado e quando apresentar completa reversão da insuficiência respiratória⁴.

Neste momento o fisioterapeuta tem uma importante participação, pois auxilia toda a condução da ventilação mecânica, preparando e ajustando o ventilador artificial para a intubação, acompanhando a evolução do paciente durante a ventilação mecânica invasiva, e ainda na interrupção e desmame do suporte ventilatório e extubação⁵. Portanto, as equipes hospitalares devem estar atentas para que o paciente seja liberado da ventilação mecânica o mais rápido possível, com um planejamento adequado e seguro, iniciando um processo de treinamento muscular respiratório assim que o paciente estiver com o prognóstico de desmame^{4,6}.

A fisioterapia deve atuar com o objetivo de treinar a musculatura respiratória, restabelecendo a função muscular, melhorando sua força e endurance. Em pacientes submetidos à ventilação invasiva por tempo prolongado, o treinamento visa minimizar a atrofia e fraqueza dos músculos respiratórios, evitando a fadiga que pode retardar o processo de desmame⁴.

O diafragma é o principal músculo respiratório, atuando 24 horas por dia, de forma ininterrupta, contribuindo em aproximadamente 70% da alteração do volume torácico que ocorre durante a respiração calma, sendo essencialmente inspirador^{7,8}. Tem como principal característica a resistência ao trabalho, ou seja, ele é capaz de realizar sua função durante um longo período de tempo sem se fadigar, pois é composto por cerca de 55% de fibras musculares oxidativas do tipo I, altamente resistentes à fadiga⁹.

No entanto, durante o suporte ventilatório invasivo e controlado, essa musculatura encontra-se passiva, ficando atrofiada e perdendo rapidamente a força, consequentemente o tempo que o paciente permanece no ventilador é um dos principais fatores de risco para o fracasso do desmame^{10,11}.

Assim, pode-se considerar que disfunção diafragmática é a incapacidade parcial ou total de contrair o diafragma ou realizar inspiração profunda, que ocorre por diferentes causas, como pacientes com doença pulmonar crônica, em pacientes submetidos à ventilação mecânica por longo período ou outras doenças que acometam o músculo diafragma^{12,13}.

Um dos recursos disponíveis na fisioterapia respiratória é a estimulação diafragmática elétrica transcutânea (EDET), que tem como objetivo melhorar a força muscular respiratória e consequentemente volumes pulmonares,

por meio do desencadeamento de contrações musculares por estímulos elétricos, auxiliando pacientes que estejam submetidos à ventilação mecânica ou com fraqueza dos músculos respiratórios, em especial o diafragma, minimizando o processo de hipotrofia muscular respiratória^{4,14-16}.

Para a aplicação da EDET é necessário o conhecimento da mecânica respiratória e do funcionamento diafragmático, pois devem ser sincronizados com os momentos da eletroestimulação, utilizando os pontos motores na região paraxifoídea ou na linha axilar média, situados entre sexto, sétimo e oitavo espaço intercostal para produzir contração do diafragma, objetivando o seu retraining e recrutamento de fibras^{9,15-18}.

A reabilitação respiratória ou a EDET deve ser direcionada conforme as necessidades de cada paciente, sendo aplicado um protocolo de resistência, de força ou ambos, sendo programado de acordo com a condição clínica e o objetivo da reabilitação muscular¹⁵. Deste modo, a EDET é contra indicada para pacientes com lesão dérmica e que façam uso de marcapasso cardíaco⁴.

Sendo assim, a EDET é um recurso que, por atuar na contração da musculatura respiratória, pode contribuir para a melhora da movimentação do gradil costal e manutenção da força muscular inspiratória, melhorando a qualidade de vida de pacientes com disfunção diafragmática, além da possibilidade de usá-la para despertar o diafragma com paralisia, e a partir disso, voltar à atividade normal^{16,17}.

Portanto, este estudo surgiu da necessidade de se analisar o efeito do recurso de eletroestimulação diafragmática em pacientes sob suporte ventilatório invasivo, uma vez que o recurso é há muito tempo conhecido, entretanto, pouco estudado. Este estudo teve como principal objetivo avaliar o efeito da EDET no processo de desmame ventilatório e na redução do tempo da utilização do suporte ventilatório invasivo.

Métodos

Trata-se de um estudo do tipo ensaio clínico randomizado, no qual a amostra foi composta por 20 pacientes internados na UTI de um hospital privado, sendo nove pacientes para o grupo intervenção e 11 para o grupo controle. Os pacientes foram selecionados ao darem entrada na UTI, desde que apresentassem idade igual ou maior que 18 anos e tivessem a necessidade de utilização de suporte ventilatório invasivo.

Nas primeiras 24 horas após a admissão do paciente na UTI, foi utilizada a escala de Acute Physiology and Chronic Health Evaluation - APACHE II¹⁹ como critério de inclusão no presente estudo. Esse índice foi adotado pelo Ministério da Saúde como critério de classificação em UTIs brasileiras²⁰, dessa forma torna-se um instrumento de avaliação confiável. Nessa pesquisa foram selecionados os pacientes classificados com pontuação menor ou igual a 25, ou seja, pacientes com um menor risco de óbito de forma a proporcionar uma amostra homogênea. Como critérios de exclusão, estavam os pacientes que apresentaram score de APACHE II acima de 25, menores de 18 anos, tumores, fraturas que impossibilitavam a troca de decúbito, pacientes com marcapassos cardíacos e suspeita de morte encefálica.

Após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) por um familiar ou responsável pelo enfermo, os pacientes foram divididos em dois grupos através de números randômicos gerados por computador, o grupo

intervenção e o grupo controle, sendo o primeiro submetido a tratamento fisioterapêutico associado à EDET e o segundo grupo tratado apenas com a fisioterapia convencional.

A randomização foi realizada previamente ao início dos tratamentos, sendo que o sorteio dos números foi realizado por um estatístico que utilizou um programa de computador disponível na internet. Esses números foram armazenados em envelopes lacrados, que foram abertos somente após a assinatura do TCLE.

A aplicação da EDET teve início no primeiro dia após a avaliação dos pacientes, ou seja, após 48 horas da admissão do paciente, desde que o mesmo se encontrasse nos critérios de inclusão. Os atendimentos com EDET foram realizados até a extubação, de segundas a sextas-feiras, uma vez ao dia e com um período de duração de 15 minutos. O indivíduo permaneceu posicionado em decúbito dorsal, o qual foram utilizados eletrodos auto-adesivos posicionados entre o sexto e oitavo espaços intercostais na linha axilar anterior, e também próximo a segunda vértebra lombar bilateralmente.

O aparelho Dualpex 994 modelo Phrenix, foi graduado¹⁷ com rampa de 0,7 segundos, largura de pulso de 1,2 milissegundos, frequência de 30 Hertz, com intensidade necessária para contração muscular diafragmática visível e aplicação com disparador manual, ou seja, seguindo a frequência respiratória determinada pelo ventilador mecânico.

Deve-se ressaltar que não foi alterada a rotina da UTI quanto à conduta de médicos, enfermeiros e principalmente fisioterapeutas, pois a EDET apenas foi incluída de forma a complementar a atuação da fisioterapia. Dessa forma, o pesquisador verificou o período de permanência na ventilação mecânica invasiva nos grupos intervenção e controle, a fim de se comprovar estatisticamente o efeito da EDET.

Os dados obtidos foram organizados em planilha do Microsoft Excel 2010 e analisados posteriormente no Software Statistica 8.0. Foi utilizado o teste Exato de Fisher para verificar possíveis associações entre variáveis qualitativas no estudo. Também foi utilizado o teste t para comparação de médias. O nível de significância estatística utilizado foi de 5%, ou seja, a significância estatística ocorre quando $p < 0,05$.

O presente estudo foi realizado após a aprovação da direção da Unidade de Terapia Intensiva (UTI) do Hospital Metropolitano de Sarandi - Paraná e do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR, sob parecer número 10169/2012.

Resultados

Com o índice de mortalidade APACHE II foi avaliado um total de 71 prontuários de pacientes no período de abril a agosto de 2012, sendo que apenas 20 fizeram parte deste estudo. Dos 51 pacientes excluídos, 36 encontravam-se com APACHE II acima de 25, um era menor de 18 anos, quatro excluídos por apresentarem tumores, seis por fraturas que impossibilitavam a troca de decúbito, um paciente com marcapasso cardíaco e três com suspeita de morte encefálica.

Fizeram parte deste estudo 20 pacientes, o qual foram randomizados 55% (n=11) para o grupo controle e 45% (n=9) para o grupo intervenção. Da amostra geral 65% (n=13) dos pacientes eram do gênero masculino e 35% (n=7) do feminino.

Os comprometimentos neurológicos foram prevalentes na amostra geral, estando em 70% (n=14) dos casos. Já complicações cardíacas (n=3), respiratórias (n=3), digestivas (n=2), renais (n=2), ferimentos com arma branca ou fogo (n=2) e outras complicações (n=1) apresentaram-se em menor número, estando essas associadas ao comprometimento nervoso ou não (tabela 1).

TABELA 1 – Comprometimentos encontrados na amostra

Diagnóstico	N	%
Abcesso cervical	1	5,0
AVEi/ BCP/ Alzheimer	1	5,0
AVEh	2	10,0
AVEi	1	5,0
Cirrose hepática/ HDA	1	5,0
FAB	1	5,0
FAF	1	5,0
HAS/ AVEi	1	5,0
HAS/ IRpA/ Neurocisticercose	1	5,0
PO de HSA	1	5,0
ICC/ EAP/ IRA	1	5,0
PO Aneurisma gigante	1	5,0
PO de HSD	1	5,0
Renal crônico	1	5,0
TCE	4	20,0
TCE/ etilismo crônico	1	5,0
Total	20	100

A média de idade da amostra geral foi de $49,8 \pm 17,1$ anos, sendo que 20% (n=4) tinham de 20 e 40 anos, 55% (n=11) pacientes de 41 a 60 anos e 25% (n=5) de 61 a 80 anos. O grupo controle apresentou média de idade de $47,7 \pm 20,4$ anos, já no grupo intervenção a média foi de $52,3 \pm 12,7$ anos, não apresentando diferença estatística entre os mesmos (p=0,2730).

Com relação à classificação do índice de mortalidade APACHE II, 45% (n=9) tiveram risco de mortalidade de aproximadamente 15%, enquanto 35% (n=7) e 20% (n=4) deles tiveram risco de aproximadamente 40% e 55% respectivamente.

A média do APACHE II do grupo controle foi de 21,5, enquanto que o grupo intervenção apresentou 20,7, ambos estando com uma média de risco de mortalidade de 40%. O coeficiente de variação da amostra foi de 13,9% para o grupo controle e de 14,3% para o grupo intervenção, caracterizando a homogeneidade do grau de comprometimento dos indivíduos.

O tempo de ventilação mecânica do grupo intervenção variou entre 2,3 a 19 dias, enquanto que o grupo controle

variou de 2,8 a 30 dias. Dessa forma, o tempo médio de permanência no suporte ventilatório apresentou diferença estatisticamente significativa ($p=0,0434$) entre os grupos (figura 1).

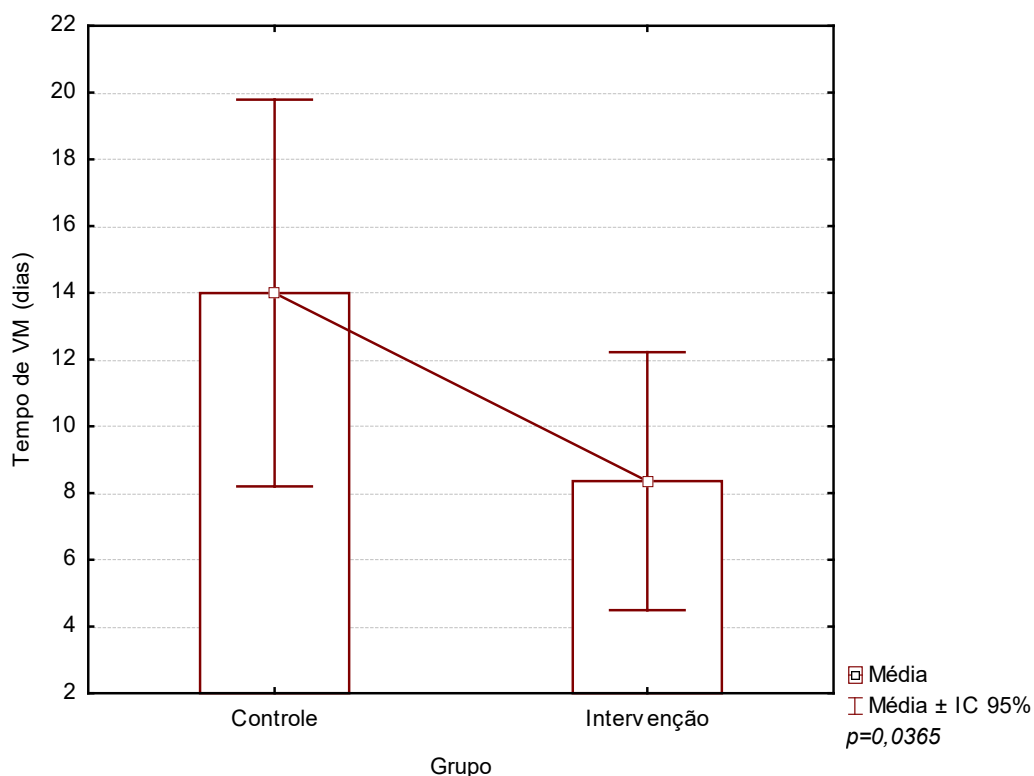


FIGURA 1 – Média do tempo de permanência na ventilação mecânica nos grupos controle e intervenção

Quanto à traqueostomia, 70% ($n=14$) não passaram pelo procedimento enquanto que 30% ($=6$) o realizaram, sendo quatro do grupo controle e dois para intervenção. Destes, apenas uma era mulher e pertencente ao grupo controle. Dos pacientes traqueostomizados quatro evoluíram para óbito.

Analisando a figura 2, pode ser observado que quanto maior foi o tempo de permanência no suporte ventilatório maior foi a chance para a realização da traqueostomia ($p=0,0001$).

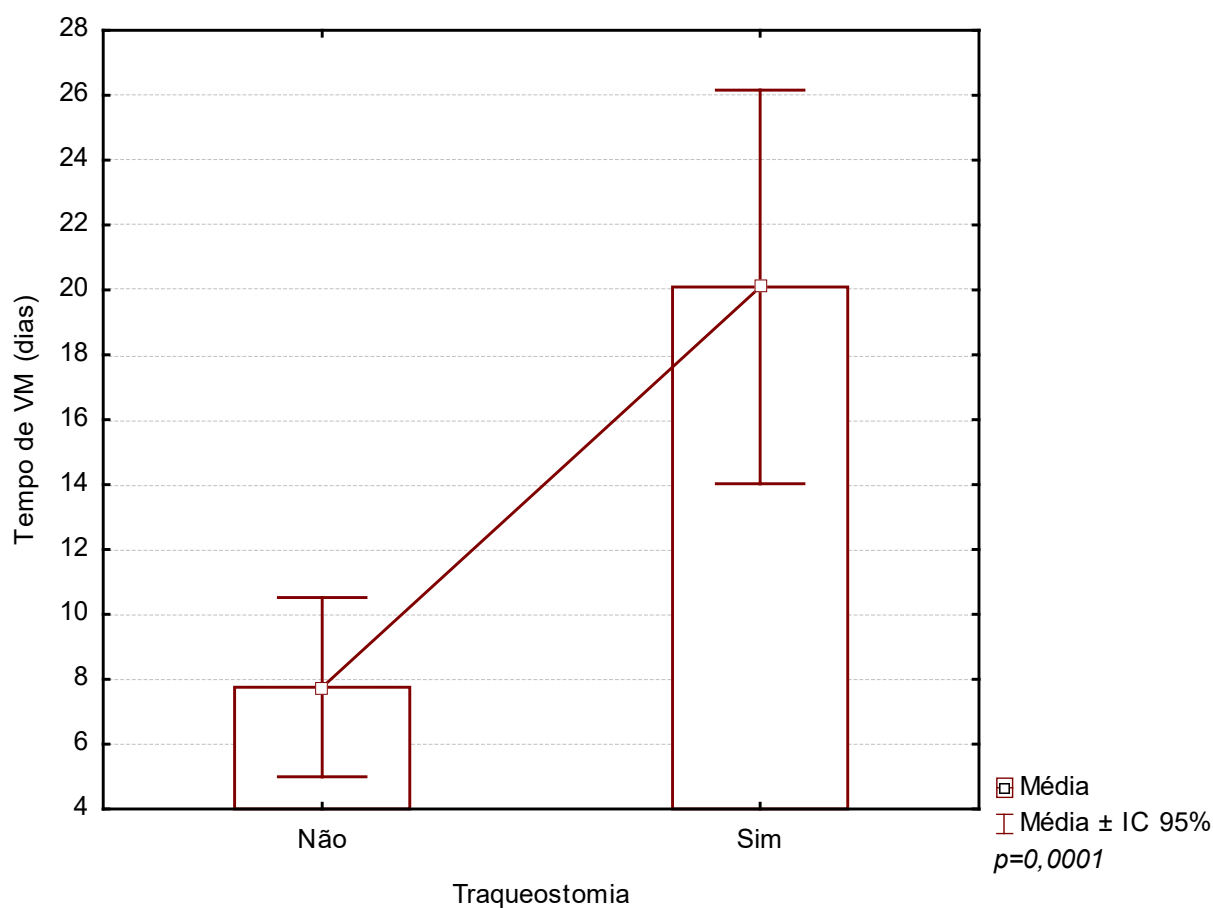


FIGURA 2 – Médias do tempo de permanência na ventilação invasiva e a traqueostomia

Quanto à resolução do caso (tabela 2), 40% (n=8) dos pacientes tiveram alta da UTI e 60% (n=12) evoluíram para óbito, sendo que destes, 75% (n=9) antes da extubação e 25% (n=3) após a extubação.

TABELA 2 – Óbitos nos grupo controle e intervenção

ÓBITO	Controle	Intervenção	TOTAL
Antes da extubação	4	5	9
Após a extubação	2	1	3
TOTAL	6	6	12

Discussão

A pontuação 25 para o índice de mortalidade APACHE II corresponde a 55% de risco de mortalidade¹⁹. Assim utilizou-se esse valor limite para que os pacientes com melhor prognóstico fizessem parte do estudo e para que fosse possível a comprovação da eficácia da EDET, pois em um estudo²¹ que quanto maior o escore de APACHE II, maior foi

a mortalidade entre os pacientes.

A vantagem desse critério de inclusão permitiu que pacientes com os mais diversos comprometimentos fizessem parte deste estudo, pois esse índice de mortalidade avalia a condição fisiológica do indivíduo, além de pontuar idade e co-morbidades, selecionando os pacientes dentro de uma mesma probabilidade de risco para óbito.

Sabe-se que quanto maior o escore do APACHE II pior é o prognóstico do paciente, aumentando assim a necessidade da utilização da ventilação mecânica e associados a isto surgem os efeitos deletérios da mesma, como por exemplo, a disfunção diafragmática. As implicações clínicas desta disfunção podem variar desde atrofia muscular, lesão estrutural e remodelação da fibra muscular, sendo encontrado mesmo depois de períodos curtos de ventilação mecânica, o que explica a diminuição de força diafragmática^{10,11,22}.

No presente estudo, os pacientes do grupo controle e intervenção permaneceram 14 e 8,4 dias respectivamente no suporte ventilatório invasivo, fato que expõe os pacientes ao desenvolvimento de uma fraqueza muscular respiratória, sendo um importante fator de risco para o atraso do desmame.

Em estudo²³ com simulações com suínos, demonstraram que a combinação de sedação, inatividade diafragmática e ventilação mecânica por cinco dias produzem uma severa alteração na contratilidade de fibras musculares diafragmáticas. Outro estudo²⁴ os indivíduos doadores de órgãos com morte cerebral, submetidos à ventilação invasiva por períodos de 18 a 69 horas desenvolveram atrofia de fibras do tipo I e tipo II no diafragma humano, com alterações que podem levar a uma redução de suas propriedades contráteis.

Observaram em pesquisas²⁵ que o grau de atrofia diafragmática está diretamente proporcional ao tempo em que o indivíduo permanece em ventilação mecânica. Dessa forma, pacientes críticos que necessitam de suporte ventilatório por longos períodos apresentam um processo de extubação mais difícil.

Contudo, o principal achado desse estudo foi uma diminuição significativa do tempo de permanência do grupo intervenção quando comparado com o grupo controle. Sendo possível inferir que a melhora da força muscular diafragmática pode ter reduzido o tempo de ventilação mecânica no grupo intervenção em média de 6,6 dias²⁵.

Os resultados encontrados corroboram nos estudos²⁶, onde ao tratar 14 pacientes em suporte ventilatório invasivo com EDET por sete dias encontrou melhora na força inspiratória do grupo experimental, enquanto que o grupo controle perdeu quase 50% da força muscular diafragmática no mesmo período. Esses autores afirmam que o desuso da musculatura provocou a perda da força muscular, levando a um ciclo vicioso, em que a piora da mecânica respiratória, aumentou os dias de ventilação mecânica.

Sabendo que EDET gera estímulos elétricos para o diafragma, isso conseqüentemente favorecerá melhores pressões e melhores volumes pulmonares diminuindo as chances de complicações pulmonares, fato este que pode ser comprovado em outro estudo¹⁷.

A média de idade do grupo intervenção apresentou-se mais alta em relação ao grupo controle, porém sem significância. Este fato poderia estar refletindo em um maior tempo de intubação, já que estudos apontam que o tempo de suporte ventilatório está ligado diretamente a idade do paciente, ou seja, quanto maior a idade maior é o tempo de ventilação mecânica invasiva²⁷. Entretanto, o grupo intervenção apresentou melhores resultados quanto ao tempo de

permanência no suporte invasivo, ressaltando a eficácia da EDET.

Na presente pesquisa a traqueostomia também foi observada, em um total de seis pacientes, sendo quatro para o grupo controle, e que estatisticamente foi comprovado que quanto maior o tempo de ventilação invasiva, maiores foram às chances de traqueostomia. Isso comprova que o grupo controle permaneceu um maior tempo no suporte ventilatório, o que foi necessário à técnica para prevenção de complicações associadas ao tubo orotraqueal. Embora, para alguns autores³ a traqueostomia apresente como principal benefício a diminuição da resistência e do trabalho ventilatório, facilitando o desmame dos pacientes com alterações da mecânica respiratória.

A alta taxa de mortalidade em UTI foi comprovada²⁸ no qual encontrou 49% de óbitos entre os pacientes pesquisados durante 6 meses. Fato este que corrobora com o nosso trabalho, visto que grande parte da amostra evoluiu para o óbito. Esse viés pode ter interferido no resultado final deste estudo, porém a quantidade de mortes entre os grupos foi à mesma, o qual os autores acreditam que é um importante dado a ser observado.

Assim, a aplicação da EDET deve ser direcionada conforme as necessidades de cada paciente, sendo programado de acordo com a condição clínica e o objetivo da reabilitação muscular. Existem poucos estudos realizados com o intuito de analisar a eficiência da EDET sobre a função do músculo diafragma e, ainda menos estudos que avaliam o efeito da mesma quanto à redução do tempo de ventilação invasiva. Isto pode ser devido ao reaparecimento recente da técnica de eletroestimulação no meio fisioterapêutico, o que faz com que poucos profissionais e estudantes de fisioterapia conheçam essa técnica⁹.

É importante ressaltar que a maior dificuldade para a realização desse estudo foi quanto à seleção de pacientes, pois para se verificar a eficácia da EDET é necessário que o paciente apresente prognóstico favorável, e conseqüentemente que seu risco de mortalidade não seja alto, além de ausência de contra-indicação, o que reflete um grupo minoritário em uma UTI.

Os estudos na área da fisioterapia hospitalar são realizados em humanos, o que leva a escassez de estudos relacionados à EDET, devido também à dificuldade em obter a autorização familiar, levando em conta a fragilidade emocional vivenciada pelos mesmos.

Mesmo com um número pequeno de pacientes, os resultados foram satisfatórios, pois atendeu o objetivo proposto, porém, fica como sugestão a repetição do trabalho com uma amostra maior de indivíduos.

Considerações finais

Conclui-se que a fisioterapia respiratória convencional associada à EDET pode ter contribuído no ganho de força muscular diafragmática, reduzindo o tempo de permanência do paciente sob o suporte ventilatório.

Referências

1. Carvalho CRR, Toufen Junior C, Franca SA. Ventilação mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. *J Bras de Pneumol.* 2007;33:54-70.
2. Goldwasser R, David C. Desmame da ventilação mecânica: promova uma estratégia. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2007;19(1): 107-12.
3. Goldwasser R, Farias A, Freitas EE, Saddy F, Amado V, Okamoto V. Desmame e interrupção da ventilação mecânica- III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. *J Bras de Pneumol.* 2007;19(3):385-92.
4. Cunha CS, Santana ERM, Fortes RA. Técnicas de Fortalecimento da Musculatura Respiratória Auxiliando o Desmame do Paciente em Ventilação Mecânica Invasiva. *Tecnicas for the Strengthening os Respiratory Muscles to Help the Weaning from Patients under Mechanical Ventilation. Cadernos UniFOA.* 2008; 6:80-6.
5. Jerre G, Silva TdJ, Beraldo MA, Gastaldi A, Kondo C, Leme F, et al. Fisioterapia no paciente sob ventilação mecânica. *J Bras de Pneumol.* 2007;33 (2):142-50.
6. Costa ADd, Rieder MdM, Vieira SRR. Desmame da ventilação mecânica utilizando pressão de suporte ou tubo T: comparação entre pacientes cardiopatas e não cardiopatas. *Arq Bras de Cardiol.* 2005;85(1):32-8.
7. Azeredo CAC. *Fisioterapia Respiratória Moderna.* 2nd ed. São Paulo: Manole; 2000.
8. Tarantino AB. *Doenças Pulmonares.* 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara ;2002.
9. Fernandes G. A eficácia de um protocolo utilizando a estimulação diafragmática elétrica transcutânea (edet) sobre a força muscular do diafragma, avaliada através da pimax, e sobre a expansibilidade torácica, verificada através da cirtometria dinâmica. Cascavel; 2004. Monografia [Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de graduação em Fisioterapia]-Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2004.
10. Sassoos CS, Caiozzo VJ, Manka A, Sieck GC. Altered diaphragm contractile properties with controlled mechanical ventilation. *Journal of applied physiology.* 2002;92(6):2585-95.
11. Sassoos CS, Zhu E, Caiozzo VJ. Assist-control mechanical ventilation attenuates ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. *American journal of respiratory and critical care medicine.* 2004;170(6):626-32.
12. Cancellero K, Costa D, Silva C. Estimulação diafragmática elétrica transcutânea melhora as condições metabólicas dos músculos respiratórios de ratos. *Brazilian Journal of Physical Therapy.* 2006;10(1):59-65.
13. Nohama P, Jorge RF, Valenga MH. Efeitos da estimulação diafragmática transcutânea sincronizada em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC): um estudo piloto. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica.* 2012;28(2):103-15.
14. Sarmento GJV. *Fisioterapia Respiratória no Paciente Crítico: Rotinas Clínicas.* 3rd ed. Barueri; 2005.

-
15. Cancelliero KM. Estimulação diafragmática elétrica transcutânea (EDET) em ratos. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 2007.
 16. Silva EG. Estimulação Diafragmática Elétrica Transcutânea na melhora do metabolismo da musculatura respiratória: revisão. *Revista Mineira de Ciências da Saúde*. 2009;1(1):69-80.
 17. Forti EMP. Estimulação diafragmática elétrica transcutânea (EDET) em mulheres obesas mórbidas submetidas à derivação gástrica em Y de Roux (DGYR) com anel de contenção, por laparotomia. São Paulo. Tese [Doutorado em Fisioterapia]–UNIFESP-Universidade Federal de São Paulo. 2008.
 18. Peres PCN, Kojina TY. Uso de eletroestimulação transcutânea diafragmática em pós-operatório de revascularização do miocárdio. *Saúde e Pesquisa*. 2009;2(1):53-7.
 19. Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE. APACHE II: a severity of disease classification system. *Critical care medicine*. 1985;13(10):818-29.
 20. Brasil. Portaria nº 466 de 04 de junho de 1998: Regulamento técnico para o funcionamento dos serviços de tratamento intensivo. Ministério da Saúde. Brasília: Diário Oficial da União. 1998.
 21. Castro Junior MAMd, Castro MAMd, Castro APd, Silva ALd. O sistema Apache II e o prognóstico de pacientes submetidos às operações de grande e pequeno porte. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*. 2006;33(5):272-8.
 22. Richard JC, Lefebvre JC, Tassaux D, Brochard L. Update in mechanical ventilation 2010. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2011;184(1):32-6.
 23. Ochala J, Renaud G, Llano Diez M, Banduseela VC, Aare S, Ahlbeck K, et al. Diaphragm Muscle Weakness in an Experimental Porcine Intensive Care Unit Model. *PLoS ONE*. 2011;6(6):e20558.
 24. Levine S, Nguyen T, Taylor N, Friscia ME, Budak MT, Rothenberg P, et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *The New England journal of medicine*. 2008;358(13):1327-35.
 25. Jaber S, Petrof BJ, Jung B, Chanques G, Berthet JP, Rabuel C, et al. Rapidly progressive diaphragmatic weakness and injury during mechanical ventilation in humans. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2011;183(3):364-71.
 26. Generoso FdAM, Pelegrino PR, Cavalheiro LV. Análise da eficácia da eletroestimulação diafragmática em pacientes submetidos à ventilação mecânica prolongada. *Reabilitar*. 2005;7(28):28-34.
 27. Ambrozini ARP, Vicente MMT. Associação entre o tempo de ventilação mecânica no pós-operatório de Revascularização do miocárdio e as variáveis de risco pré-operatório. *Ensaio e Ciência*. 2008;12(1):113-30.
 28. Moraes RS, Fonseca M, Leoni C. Mortalidade em UTI, fatores associados e avaliação do estado funcional após a alta hospitalar. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2005;17(2):80-4.