

Estimulação elétrica transcutânea diafragmática pela corrente russa em portadores de DPOC

Transcutaneous electrical diaphragmatic stimulation by Russian current in COPD patients

Estimulación diafragmática eléctrica transcutánea por corriente rusa en pacientes con EPOC

Bruno Martinelli¹, Ieda Papille dos Santos², Sílvia Regina Barrile³, Helen Cristina Tiemi Iwamoto⁴, Camila Gimenes⁵, Deborah Maciel Cavalcanti Rosa⁶

RESUMO | A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) ocasiona prejuízos na mecânica pulmonar, interferindo na atuação, mobilidade e conformidade do diafragma. A estimulação elétrica diafragmática tradicional é capaz de gerar benefícios ao pneumopata; poderia a corrente russa ser outra opção? Objetivou-se identificar as alterações após estimulação diafragmática elétrica transcutânea pela corrente russa em indivíduos portadores de DPOC. Trata-se de estudo prospectivo, quase experimental, com os seguintes critérios de inclusão: estabilidade medicamentosa, cessação tabágica, DPOC grau III e IV e manutenção do estilo de vida. Foram avaliadas medidas antropométricas, respiratórias e funcionais. A estimulação diafragmática se deu pelo Endophasys R ET 9701 por quatro meses, duas vezes por semana, com 30 sessões. O tempo de terapia e frequência para cada sessão foram: 18 min. (20 a 30 Hz) e 12 min. (70 a 100 Hz), respectivamente. Para análise dos dados foi aplicado teste “t” de Student ($p < 0,05$). Participaram do tratamento 13 DPOC, sendo 11 (84,6%) do sexo masculino, todos brancos com idade de $68,46 \pm 11,11$ anos e carga tabágica de $74,03 \pm 56,2$ maços-ano. Ao final da intervenção houve mudanças no: volume minuto de $14,47 \pm 4,72$ para $13,03 \pm 4,00$ L/min.; índice BODE de $3,92 \pm 2,10$ para $3,23 \pm 1,87$; e distância no teste de caminhada de 6 minutos (TC6) de $336 \pm 76,36$ para $402,76 \pm 51,29$ m. Concluiu-se que a estimulação elétrica diafragmática por meio da corrente russa

promove benefícios significativos ao portador de DPOC, proporcionando melhora respiratória e funcional.

Descritores | Diafragma; Estimulação Elétrica; Terapia Respiratória.

ABSTRACT | Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) causes losses in lung mechanics, interfering in performance, mobility and conformity of the diaphragm, and traditional diaphragmatic electrical stimulation is able to generate benefits to the lung patient. Could Russian current be another option? We aimed to identify changes after transcutaneous diaphragmatic electrical stimulation through the Russian current in individuals with COPD. Prospective and nearly experimental study with inclusion criteria: drug stability, smoking interruption, COPD degrees III and IV and lifestyle maintenance. Anthropometric and functional measurements have been evaluated. Diaphragmatic stimulation occurred by Endophasys R ET 9701 for four months, twice a week, 30 sessions. Therapy time and frequency for each session were: 18 min. (20 to 30 Hz) and 12 min. (70 to 100 Hz), respectively. For data analysis Student's t-test was applied ($p < 0.05$). Thirteen individuals participated in the COPD treatment being 11 (84.6%) male, all white, aged 68.46 ± 11.11 years and with tobacco load of 74.03 ± 56.2 per year. At the end of the intervention, there were changes on minute volume from $14.47 \text{ min} \pm 4.72$ to 13.03 ± 4.00 l/min; BODE

¹Doutorando pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – São Carlos (SP). Docente do curso de Fisioterapia da Universidade do Sagrado Coração (USC) – Bauru (SP), Brasil.

²Aluna do curso de graduação em Fisioterapia da Universidade do Sagrado Coração (USC) – Bauru (SP), Brasil.

³Docente da graduação e pós-graduação do curso de Fisioterapia da Universidade do Sagrado Coração (USC) – Bauru (SP), Brasil.

⁴Especialista em fisioterapia respiratória e discente egresso da Universidade do Sagrado Coração (USC) – Bauru (SP), Brasil.

⁵Docente da graduação e pós-graduação do curso de Fisioterapia da Universidade do Sagrado Coração (USC) – Bauru (SP), Brasil.

⁶Pneumologista do Hospital Estadual de Bauru e doutora pela Faculdade de Medicina da Universidade Estadual Paulista (Unesp) – Botucatu (SP), Brasil.

index from 3.92 ± 2.10 to 3.23 ± 1.87 and distance on the 6-minute walk test from 336 ± 76.36 to 402.76 ± 51.29 m. As a conclusion, diaphragmatic electrical stimulation through Russian current promotes significant benefits to COPD patients, providing respiratory and functional improvement.

Keywords | Diaphragm; Electrical Stimulation; Respiratory Therapy.

RESUMEN | La enfermedad obstructiva crónica (EPOC) perjudica la mecánica pulmonar, interfiriendo en la acción, movilidad y conformidad del diafragma. La estimulación diafragmática eléctrica tradicional es benéfica a los portadores de enfermedades pulmonares, ¿es posible ser otra opción la corriente rusa? El propósito de este trabajo es identificar los resultados tras la estimulación diafragmática eléctrica transcutánea por corriente rusa en pacientes con EPOC. Se trata de un estudio prospectivo, casi experimental, con los siguientes criterios de inclusión: la estabilidad de fármaco, el abandono del tabaco, la EPOC grados III y IV y el mantenimiento

del estilo de vida. Se evaluaron medidas antropométricas, respiratorias y funcionales. La estimulación diafragmática fue realizada por el Endophasys R ET 9701 durante cuatro meses, dos veces semanales, con 30 sesiones. El tiempo de terapia y la frecuencia de cada sesión fueron los siguientes: 18 min. (20 a 30 Hz) y 12 min. (70 a 100 Hz), respectivamente. En el análisis de datos se empleó la prueba t de Student ($p < 0,05$). Del estudio participaron 13 portadores de EPOC, siendo 11 (84,6%) varones, blancos, cuya edad fue de $68,46 \pm 11,11$ años y el tiempo del tabaco fue de $74,03 \pm 56,2$ paquetes-año. Al final de la intervención ocurrieron cambios: en el volumen minuto de $14,47 \pm 4,72$ a $13,03 \pm 4,00$ L/min.; en el índice BODE de $3,92 \pm 2,10$ a $3,23 \pm 1,87$; y en la distancia de la prueba de caminata de 6 minutos (TC6) de $336 \pm 76,36$ a $402,76 \pm 51,29$ m. Se concluye que la estimulación diafragmática eléctrica por corriente rusa es benéfica a los portadores de EPOC y les proporciona mejoras respiratoria y funcional.

Palabras clave | Diafragma; Estimulación Eléctrica; Terapia Respiratoria.

INTRODUÇÃO

O principal órgão acometido pela doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é o pulmão, embora com o passar do tempo haja alterações no tórax e de estruturas adjacentes, em partes, pela fraqueza muscular^{1,2}. Os pulmões perdem sua retração elástica e o diafragma apresenta desvantagem mecânica, provocando alteração na forma e geometria da parede torácica, o que leva à redução crônica da zona de aposição diafragmática com anormal rebaixamento e horizontalidade e menor excursão vertical durante a inspiração, mudando a estrutura do diafragma, além do aumento da quantidade de fibras tipo I, diminuição das fibras tipo II e aumento da capacidade oxidativa de todas as fibras, insuficiente, entretanto, para restabelecer a capacidade de gerar força e resistência em níveis normais³⁻⁶.

Por sua vez, a estimulação diafragmática elétrica transcutânea (EDET) é utilizada com a finalidade de retrainar e recrutar o maior número de fibras musculares íntegras, gerando a contração muscular específica, e dessa forma promovendo o fortalecimento da musculatura e evitando a hipotrofia muscular, em especial nos pacientes com disfunções neuromusculares e no desmame ventilatório – neste último pode,

inclusive, melhorar a disfunção contrátil, além de ser indicada para induzir a respiração⁶⁻⁸.

Como pode se notar, os efeitos da EDET possuem relação com as variáveis respiratórias, entretanto, existe uma diferenciação entre os equipamentos e os parâmetros da corrente elétrica, e até mesmo dos protocolos de intervenção⁹.

Atualmente, alguns equipamentos de corrente elétrica usados para estímulo diafragmático não são mais fabricados, como o Phrenics, o qual era indicado para reeducação funcional por meio de estimulação diafragmática e intercostal. Então, houve a intenção de rever os equipamentos que poderiam ocasionar esse estímulo elétrico e propiciar melhora física e nos sinais e sintomas do portador de DPOC. Sendo assim, pensou-se na corrente russa como recurso terapêutico por se tratar de uma corrente benéfica à musculatura, a qual promove aumento na resistência e força da musculatura esquelética, proporcionando nas musculaturas sãs a eliminação de atrofia e fraquezas. Em suma, a corrente russa é uma proposta viável para realizar a EDET.

Estabelecendo uma relação entre a corrente russa e Phrenics, observam-se diferenças quanto à frequência, à largura de pulso (*burst*) e à modulação de ciclo de trabalho, sendo os diferenciais da corrente russa o formato de onda sinusoidal, frequência média

despolarizada (2.500 Hz, podendo ser modulada em 30 Hz), com baixas frequências (5 a 100 Hz) e duração variável de fases, com largura de pulso de 4 ms e o ciclo de trabalho variável em 20%, 35% e 50%. A aplicação da corrente russa favorece o estímulo proprioceptivo e também aumenta o limiar de contração, promovendo maior tensão intramuscular, e melhorando, assim, o tônus muscular^{10,11}. Por essa corrente ser de média frequência, apresenta maior capacidade de penetração no tecido adiposo e maior capacidade de impedância, podendo ser benéfica ao portador de DPOC.

O tema abordado nesta pesquisa é relevante, pois além de trazer inovação terapêutica sobre a estimulação diafragmática elétrica transcutânea em indivíduos com DPOC – principalmente acerca de sua ação nas alterações estruturais e hemodinâmicas –, até o presente momento não foram encontradas pesquisas que abordassem o tema. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da estimulação diafragmática elétrica transcutânea pela corrente russa em indivíduos portadores de DPOC.

METODOLOGIA

Esta pesquisa teve caráter quase experimental, prospectivo, e foi aprovada pelo CEP da Universidade do Sagrado Coração (nº 203/10), com amostragem intencional com estimativa de 20 sujeitos conforme estudo anterior⁹. Foram triados 19 pacientes portadores de DPOC da cidade de Bauru, sendo cinco excluídos por exacerbação do quadro respiratório e um por impossibilidade de comparecer às sessões. Esses pacientes foram abordados pelos pneumologistas do Hospital Estadual de Bauru e por campanha televisiva.

Os critérios de inclusão ao tratamento foram: estabilidade medicamentosa, cessação tabágica, classificação da DPOC grau III e IV¹ e manutenção do estilo de vida. Os critérios de exclusão foram: patologia instável, prótese metálica, marca-passo cardíaco e lesão dérmica⁸.

A avaliação respiratória específica constou de informações sobre histórico da doença, inquérito medicamentoso, antropometria, avaliação física e funcional. Os voluntários identificaram suas sintomatologias respiratórias por meio da escala MRC e pela escala de Borg. Depois do inquérito inicial, os voluntários permaneceram 5 minutos em postura sentada para a aferição da pressão arterial sistêmica

(PA), ausculta pulmonar, frequência respiratória (FR), saturação periférica de oxigênio (SpO₂) – Onyx 9500 – e frequência de pulso (FP), medição dos níveis máximos de pressão inspiratória (PI_{máx}) e expiratória (PE_{máx}) – Comercial Médica® –, do volume corrente (VC), capacidade vital lenta (CVL) e volume minuto (VM) – ventilômetro de Wright –, volumes e capacidades respiratórias – Spiro USB, com o *software* Spida 5 (United Kingdom)¹², além do índice de massa corpórea (IMC), com o peso e a estatura.

No dia seguinte, os voluntários foram submetidos ao teste de caminhada de seis minutos (TC6)¹³ para calcular o índice BODE¹⁴.

Ao terceiro dia, iniciou-se a intervenção pela estimulação elétrica transcutânea diafragmática pela corrente russa Endophasys R ET 9701 (KLD®, SP, Brasil)^{6,7,9,10,15}. Os eletrodos foram posicionados no tórax bilateralmente, seguindo a linha axilar média na altura do sétimo ao oitavo espaço intercostal⁸.

De acordo com o ritmo ventilatório de cada paciente, foi estabelecido o parâmetro individual⁷, como tempo de contração: de 1 a 6 segundos; tempo de relaxamento: duas vezes o tempo de contração; frequência moduladora da corrente: 2.500 Hz; tempo de terapia e frequência: 18 min. com frequência entre 20 a 30 Hz e 12 min. com frequência entre 70 a 100 Hz; porcentagem da corrente: de 20 a 50%, sendo iniciada com 20% e aumentando progressivamente a cada 10 sessões completas, com possibilidade máxima de até 50%. O tratamento totalizou 30 sessões, ocorrendo duas vezes por semana.

A normalidade de distribuição dos dados foi confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk, e os dados expressos de forma descritiva por média±desvio padrão e média e valores absolutos e relativos. Para as variáveis dependentes foi utilizado o teste “t” de Student pareado para comparação entre as variáveis pré e pós-tratamento (p<0,05) com uso do *software* SPSS 17 (IBM, Chicago, Illinois).

RESULTADOS

Dos 13 pacientes, 11 (84,6%) eram do sexo masculino, todos brancos e com idade de 68,46±11,11 anos, peso corporal de 70,78±14,85 kg, estatura de 1,67±0,06 m e IMC de 25,13±4,61 kg/m². Entre estes, um nunca fumou e o restante fora tabagista por 34,69±12,03 anos, e a carga tabágica foi de 74,03±56,2 maços/ano.

Todos (100%) faziam uso de broncodilatadores; 5 (38,46%) para o controle e prevenção de episódios hemorrágicos; 4 (30,76%) para o sistema cardiovascular; 5 pacientes (38,46%) eram ativos fisicamente (atividade física leve duas vezes por semana).

A Tabela 1 apresenta os valores iniciais e finais dos sinais vitais e antropométricos dos portadores de DPOC submetidos à estimulação elétrica diafragmática.

Tabela 1. Valores dos sinais vitais, respiratórios e antropométricos dos pacientes no início e ao final da intervenção

Variáveis	Inicial	Final	Valor de p*
PAS (mmHg)	161,0±15,5	126,6±18,4	0,4852
PAD (mmHg)	100,0±11,5	80,3±13,3	0,6415
FP (bpm)	82±18,3	78,5±16,5	0,8421
SpO ₂ (%)	95,5±0,7	94,5±3,6	0,5595
Borg - dispnea	2,4±1,6	2,2±1,3	0,387
FR (rpm)	17±5	16,0±4,3	0,4764
IMC (kg/m ²)	25,3±0,1	24,9±4,9	0,6708

* Comparação do momento inicial com o final

PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FP: frequência de pulso; SpO₂: saturação periférica de oxigênio; FR: frequência respiratória; IMC: índice de massa corpórea

Pode-se notar que não houve diferença estatisticamente significativa das variáveis estudadas quando comparado o momento inicial com o final.

Na Tabela 2 encontram-se os valores das variáveis respiratórias e o índice de BODE antes e depois da intervenção fisioterapêutica.

Tabela 2. Valores iniciais e finais da função respiratória e o índice de BODE

Variáveis	Inicial	Final	Valor de p
VEF ₁ /CVF%	49,7±14,6	48,0±14,7	0,4692
VEF ₁	35,7±9,7	37,3±10,9	0,2439
FEF _{25-75%}	17,3±8,0	17,3±9,2	1
PFE	39,5±10,7	44,6±13,0	0,0570
CVF	57,9±12,8	62,3±12,4	0,0616
Plmáx	64,0±22,1	61,4±25,8	0,7191
PEmáx	83,7±18,5	83,4±20,5	0,956
VM	14,4 ± 4,7	13,0±4,0	0,0191*
CVL	3,0 ± 0,8	3,3±0,8	0,8844
FR (rpm)	17 ± 5	16±4,3	0,4764
VC	0,8 ± 0,2	0,8±0,2	0,1984
BODE	3,9±2,1	3,2±1,8	0,006*

*p<0,05 para comparação entre o momento inicial com o final

VEF₁ (L): volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF (L): capacidade vital forçada; FEF_{25-75%}: fluxo expiratório forçado médio; PFE (l/seg): pico de fluxo expiratório; Plmáx (cmH₂O): pressão inspiratória máxima; PEmáx (cmH₂O): pressão expiratória máxima; VM (l/min): volume minuto; FR (rpm): frequência respiratória; CVL: capacidade vital lenta; VC: volume corrente

Observam-se mudanças estatisticamente significantes (p<0,05) com redução do volume minuto (l/min) de 14,47±4,72 para 13,03±4,00 e índice de BODE de 3,92±2,10 para 3,23±1,87.

Durante a realização do TC6, a média da distância inicial percorrida pelos pacientes foi de 336±76,36 m, enquanto ao fim foi de 402,76±51,29 m, diferença de 66,76 m (p<0,05).

DISCUSSÃO

Esta pesquisa contribui com a ciência pela inovação em utilizar a corrente russa como estimulador diafragmático e para maiores esclarecimentos sobre seus efeitos nos indivíduos portadores de DPOC.

Afonso et al.¹⁶ relatam que o sexo masculino tem maior probabilidade de risco no desenvolvimento de DPOC. A prevalência de DPOC é maior em indivíduos com mais de 40 anos, sendo o seu principal fator de risco modificável o tabagismo. A amostra estudada representa esse perfil, sendo que 84,6% eram do sexo masculino, com média de idade de 68,46±11,11, e 92,3% eram ex-tabagistas. O estudo de Carlos et al.¹⁷, realizado em modelos animais, comprovou os efeitos induzidos pela exposição à fumaça de cigarro. A princípio, a pesquisa aparenta ser repetitiva, entretanto, a colaboração foi que os principais efeitos observados foram o dano oxidativo no músculo diafragma e, obviamente, alterações morfológicas no tecido pulmonar, apontando que o diafragma se torna vulnerável à exposição da fumaça de cigarro e por isso as repercussões respiratórias, principalmente dos tabagistas.

O portador de DPOC apresenta diferenças de fibras tipo I e II, indicando adaptação aeróbia do diafragma diante da doença, insuficiente, no entanto, para restabelecer a capacidade de gerar força e resistência em níveis normais, assim aumentando sua carga mecânica^{5,6,18}. Em modelos animais, a estimulação elétrica diafragmática na frequência de 50 Hz; TON/TOF (contração/relaxamento tempo): 2/2 s; duração do pulso: 0.4 ms, intensidade: 5 mA a 1 mA com aumento a cada 3 min por 20 min., por eletrodo de superfície, durante 7 dias, promoveu mudanças no predomínio de fibras do músculo diafragma de ratos Wistar machos. As fibras tipo I reduziram 19,5% e as fibras tipo IIB aumentaram quase 50%¹⁹.

Cancellero et al.⁹ realizaram a estimulação elétrica transcutânea com dois protocolos diferentes em 21 mulheres saudáveis. As sessões ocorreram duas vezes por semana durante seis semanas, totalizando 12 sessões. Os aparelhos utilizados foram Dualpex, modelo Phrenics e Dualpex 961. Esses aparelhos,

respectivamente, propiciaram aumento da PEmáx de 44,7% e 60,9% e de 32,9% e 63,2% na PImáx. Os dois protocolos melhoraram a força muscular respiratória, tendo em vista que a média inicial das pressões foi: PImáx: 63,36 e da PEmáx de 76,93. O aumento das duas pressões foi explicado pelos autores devido à sobreposição da região estimulada e que a corrente elétrica aplicada gera um amplo campo elétrico, o qual seria suficiente para estimular outros grupos musculares⁹. No mesmo contexto, Nohama et al.²⁰ desenvolveram um instrumento para estimulação diafragmática em portadores de DPOC, sendo a única pesquisa que aplicou essa técnica especificamente em DPOC – o que a assemelha a pesquisa atual. No entanto, foram 10 sessões com duração de 20 minutos. Neste estudo houve aumento da PImáx de 66,67±12,11 para 91,67±25,03 (delta D:25) e PEmáx de 92,50±10,84 para 116,67±8,16 (D:24). A melhora na PI corroborou com a diminuição da sensação de dispneia, potencializando a capacidade dos músculos respiratórios e melhorando a capacidade funcional. A melhora da PE foi justificada pela adaptação muscular respiratória, otimizando a relação força-tensão. Neste estudo também houve aumento da SpO₂ e redução da FR, embora não tenham sido apresentados, o que limita nossa discussão²⁰.

Outro estudo²¹ envolveu 14 idosos e EDET, usando Dualpex 994, modelo Phrenics (Quark®, Piracicaba, SP, Brasil), durante duas semanas, uma vez por dia, totalizando 10 sessões com duração de 30 minutos. Novamente essa técnica propiciou aumento da PImáx, PEmáx e também no volume corrente. Nesta pesquisa os valores de PI e PE foram menores do que os outros estudos. A PImáx foi de 42,14±12,67 para 55,71±12,84 e a PEmáx de 63,21±19,18 para 83,57±20,52, e o volume corrente aumentou de 411,43±79,79 para 453,24±164,93 mL²¹. Debastiani e Aroca²² verificaram que a aplicação da EDET em idosos institucionalizados, depois de 10 sessões de 20 minutos, proporcionou um incremento de até 25% da PImáx²².

Diferentemente dos achados anteriores, este estudo identificou diminuição nos valores de PImáx e de PEmáx; porém, esses dados não foram estatisticamente significantes. Era de se esperar aumento dessas pressões, principalmente da PImáx, que retrata a força muscular inspiratória, uma vez que a estimulação elétrica foi direcionada para o principal músculo inspiratório; no entanto, isso não ocorreu. Para os próximos estudos

há de se rever dosagens, tempo de aplicação e técnicas avaliativas mais acuradas.

Furini e Longo¹⁰ relatam que quando utilizado de 10 a 30% da máxima contração voluntária muscular pode ocorrer um aumento de 20% da circulação sanguínea que ocorre em torno de um minuto depois do início da estimulação elétrica e que esse aumento pode perdurar por até 5 minutos após a cessação desse estímulo¹⁰. Outro estudo com estimulação elétrica respiratória em pacientes portadores de polineuromiopia constatou que a eletroestimulação pode levar ao aumento da pressão arterial e do débito cardíaco²³. Cancelliero et al.²⁴ realizaram um estudo experimental com ratos, e depois de cinco sessões de EDET, observaram que esse recurso não interferiu na dinâmica elétrica cardíaca e promoveu uma expressiva elevação de 42,85% na concentração de glicogênio no músculo diafragma, o que demonstra sua eficácia na melhora das condições energéticas da musculatura.

Nesta pesquisa, tendo como consideração a relevância clínica, o valor médio das medidas pressóricas arteriais sistêmicas teve redução importante, podendo ser classificado como normal – e não deixando de ser um benefício para o paciente, que muitas das vezes tem comprometimentos cardíacos e renais em virtude do problema respiratório.

Ghedini et al.²⁵ realizaram estimulação elétrica diafragmática direta por meio de eletrodos monocanais (Dualpex 961 Phrenics – corrente despolarizada, com forma de onda retangular, tipo de pulso alternado simétrico, frequência de 25 Hz (ciclos/s) e largura de rajada de 0,07 ms) em coelhos. Várias intensidades foram ministradas e pôde-se avaliar a relação entre o volume de ar expirado e a intensidade de corrente aplicada. Durante o procedimento foi possível alcançar volumes expiratórios de até 149% do valor basal.

Apesar das diferenças metodológicas dessas pesquisas, como, por exemplo, o tipo do modelo experimental – seres humanos e animais – e o período de intervenção ser diferente, neste estudo foi constatada diminuição do VM, o qual, quando está dentro de sua normalidade, de 5 a 6 L/min, contribui para obtenção de um trabalho respiratório eficiente. A estimulação elétrica contribuiu para a diminuição do VM, sendo um efeito positivo, pois os pacientes estavam com o VM elevado se comparado com os valores de referência.

Além disso, a distância percorrida no TC6 é um parâmetro sensível para detecção de mudanças

clínicas, e o índice BODE proporciona uma avaliação multifatorial^{1,18}. Pinto-Plata et al.²⁶ afirmaram que a distância percorrida no TC6 é um marcador de mortalidade mais significativo quando comparado ao VEF1, IMC ou em presença de comorbidades, o que reforça significância para a avaliação da capacidade funcional dos pacientes nas atividades de vida diária.

Depois da intervenção do tratamento, houve diminuição do índice de BODE de $3,92 \pm 2,10$ para $3,23 \pm 1,87$, proporcionando diferença significativa, a qual não sofreu influência do IMC. Essa constatação é totalmente positiva, pois indica que, por meio da intervenção, houve redução na probabilidade da ocorrência de mortalidade no grupo de pacientes com DPOC.

Especificamente para o TC6, Redelmeier et al. determinaram um referencial para a melhora clínica quando se faz a comparação das distâncias (pré e pós-intervenção): esse valor diferencial deve ser de 54 metros²⁷. Neste estudo, a distância inicial percorrida pelos pacientes durante o TC6 foi de $336 \pm 76,36$ m, enquanto a média da distância final percorrida pelos pacientes foi $402,76 \pm 51,29$ m. Ou seja, houve ganho da capacidade funcional desses pacientes, o que reflete positivamente em suas atividades de vida diária, em sua capacidade aeróbica para a prática de atividades, e em no estado funcional de seu sistema cardiovascular e/ou respiratório, como também nos índices de morbidade e mortalidade²⁸. Por esse parâmetro é possível monitorar a efetividade do tratamento e estabelecer o prognóstico desses indivíduos²⁹. Pode-se observar que em um curto espaço de tempo é possível obter resultados favoráveis pela eletroestimulação pela corrente russa.

Há unanimidade: todos os autores discorrem que a EDET é uma ferramenta efetiva na melhora do desempenho funcional respiratório, no entanto, somente esta pesquisa usou como recurso terapêutico a corrente russa.

Baseando-se nos resultados benéficos encontrados, é esperado que seja incitada a realização de mais estudos sobre esse tipo de protocolo como método de tratamento para portadores de DPOC, inclusive com número de voluntários, grupo controle e equipamentos avaliativos com maior precisão de valores. Pelas características específicas dos voluntários, não foi possível formar o grupo controle, pois o número de sujeitos era escasso e os poucos que estavam disponíveis se recusaram a permanecer no grupo caso fossem selecionados.

CONCLUSÃO

Por fim, conclui-se que a estimulação elétrica diafragmática por meio da corrente russa promove benefícios significativos ao portador de DPOC, interferindo em componentes respiratórios e funcionais.

REFERÊNCIAS

1. Vestbo J, Hurd SS, Agustí AG, Jones PW, Vogelmeier C, Anzueto A, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;187(4):347-65. doi: 10.1164/rccm.201204-0596PP.
2. Ottenheim CAC, Heunks LMA, Dekhuijzen RPN. Diaphragm adaptations in patients with COPD. *Respir Res*. 2008;9:12. doi: 10.1186/1465-9921-9-12.
3. Moore AJ, Stubbings A, Swallow EB, Dusmet M, Goldstraw P, Porcher R, et al. Passive properties of the diaphragm in COPD. *J Appl Physiol*. 2006;101:1400-5. doi: 10.1152/jappphysiol.01614.2005.
4. Macgowan NA, Evans KG, Road JD, Reid WD. Diaphragm injury in individuals with airflow obstruction. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;163(7):1654-9. doi: 10.1164/ajrccm.163.7.2001042.
5. Scanlan CL, Wilkins RL, Stoller JK. Fundamentos da terapia respiratória de Egan. 7. ed. São Paulo: Manole; 2000.
6. Azeredo CAC. Fisioterapia respiratória no hospital geral: expansão, reexpansão, recrutamento alveolar. São Paulo: Manole; 2000.
7. Azeredo CAC, Bezerra RMS. Estimulação diafragmática elétrica transcutânea durante a ventilação mecânica. In: Sarmento GJV. Fisioterapia respiratória no paciente crítico: rotinas clínicas. 2. ed. Barueri: Manole; 2007. p. 101-104.
8. Knobel E. Terapia intensiva: pneumologia e fisiologia respiratória. São Paulo: Atheneu; 2004.
9. Cancellero KM, Ike D, Sampaio LMM, Santos VLA, Stirbulov R, Costa D. Estimulação diafragmática elétrica transcutânea (EDET) para fortalecimento muscular respiratório: estudo clínico controlado e randomizado. *Fisioter Pesqui*. 2012;19(4):303-8. doi: dx.doi.org/10.1590/S1809-29502012000400002.
10. Furini N, Longo G. Corrente russa: fortalecimento e alongamento de músculos utilizando correntes elétricas. In: Cohen M, Abdalla R. Lesões nos esportes: diagnóstico, prevenção, tratamento. Rio de Janeiro: Revinter; 2003. p. 317-329.
11. Ward AR, Shkuratova N. Russian electrical stimulation: the early experiments. *Phys Ther*. 2002;82(10):1019-30.
12. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319-38. doi: 10.1183/09031936.05.00034805.
13. American Thoracic Society. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166:111-7. doi: 10.1164/ajrccm.166.1.at1102.

14. Celli BR, Cote CG, Marin JM, Casanova C, Montes de Oca M, Mendez RA, et al. The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med*. 2004;350(10):1005-12. doi: 10.1056/NEJMoa021322.
15. Costa D, Cancelliero KM, Silva CA. Perfil bioquímico de ratos durante sessão de estimulação diafragmática elétrica transcutânea. *Fisioter Mov*. 2006;19(1):41-9.
16. Afonso AS, Verhamme KM, Sturkenboom MC, Brusselle GG. COPD in the general population: prevalence, incidence and survival. *Respir Med*. 2011;105(12):1872-84. doi: 10.1016/j.rmed.2011.06.012.
17. Carlos SP, Dias AS, Forgiarini Junior LA, Patricio PD, Graciano T, Nesi RT, et al. Dano oxidativo induzido por exposição a fumaça de cigarro em camundongos: impacto sobre o pulmão e o músculo diafragma. *J Bras Pneumol*. 2014;40(4):411-20.
18. Yamaguti WPS, Paulin E, Salge JM, Chammas MC, Cukier A, CRF Carvalho. Disfunção diafragmática e mortalidade em pacientes portadores de DPOC. *J Bras Pneumol*. 2009;35(12):1174-81. doi: dx.doi.org/10.1590/S1806-37132009001200003.
19. Costa D, Cancelliero KM, Campos GE, Salvini TF, Silva CA. Changes in types of muscle fibers induced by transcutaneous electrical stimulation of the diaphragm of rats. *Braz J Med Biol Res*. 2008;41(9):809-11.
20. Nohama P, Jorge RF, Valenga MH. Efeitos da estimulação diafragmática transcutânea sincronizada em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC): um estudo piloto. *Rev Bras Eng Biomed*. 2012;28(2):103-15.
21. Santos LA, Borg JR, Daister JLN, Pazzianotto-Forti EM. Efeitos da estimulação diafragmática elétrica transcutânea na função pulmonar em idosos. *Rev Bras Geriatr Gerontol*. 2013;16(3):495-502. doi: dx.doi.org/10.4322/rbeb.2012.018
22. Debastiani M, Aroca JP. Eficácia da eletroestimulação neuromuscular diafragmática sobre a força dos músculos inspiratórios em idosos institucionalizados. *Anais do III Seminário de Fisioterapia da Uniamérica*. 2009 maio 25-26; Foz do Iguaçu, Paraná.
23. Sarnoff SJ, Maloney JV, Sarnoff LC, Ferris BG Jr, Whittenberger JL. Electrophrenic respiration in acute bulbar poliomyelitis: its use in management of respiratory irregularities. *J Am Med Assoc*. 1950;143(16):1383-90. doi: dx.doi.org/10.1001/jama.1950.02910510001001.
24. Cancelliero KM, Costa D, Silva CA. Estimulação diafragmática elétrica transcutânea melhora as condições metabólicas dos músculos respiratórios de ratos. *Rev Bras Fisioter*. 2006;10(1):59-65. doi: dx.doi.org/10.1590/S1413-35552006000100008
25. Ghedini RG, Espinel JO, Felix EA, Paludo AO, Mariano R, Holand ARR, et al. Efetividade da estimulação diafragmática com eletrodos monocanais em coelhos. *J Bras Pneumol*. 2013;39(4):490-4.
26. Pinto-Plata VM, Cote C, Cabral H, Taylor J, Celli BR. The 6-min walk distance: change over time and value as a predictor of survival in severe COPD. *Eur Respir J*. 2004;23(1):28-33.
27. Redelmeier DA, Bayoumi AM, Golstein RS, Guyatt GH. Interpreting small differences in functional status: the Six Minute Walk test in chronic lung disease patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997;155(4):1278-82. doi: 10.1164/ajrccm.155.4.9105067.
28. Pires SR, Oliveira AC, Parreira VF, Britto RR. Teste de caminhada de seis minutos em diferentes faixas etárias e índices de massa corporal. *Rev Bras Fisioter*. 2007;11(2):147-51. doi: dx.doi.org/10.1590/S1413-35552007000200010.
29. Rodrigues SL, Assis Viegas CA. Estudo de correlação entre provas funcionais respiratórias e o teste de caminhada de seis minutos em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. *J Bras Pneumol*. 2002;28(6):324-8. doi: dx.doi.org/10.1590/S0102-35862002000600005.