

ESTIMULAÇÃO DIAFRAGMÁTICA PELA CORRENTE RUSSA, CIRTOMETRIA E PADRÃO RESPIRATÓRIO NA DPOC

*Diaphragmatic stimulation with Russian
current, cirtometry and breath pattern in
COPD*

Ieda Papille dos Santos¹

Helen Cristina Tiemi Uwamoto²

Tatiana Monteiro Amery²

Deborah Maciel Cavalcanti Rosa³

Jacob Antonio Della Coletta³

Silvia Regina Barrile⁴

Camila Gimenes⁴

Bruno Martinelli⁴

¹ Graduanda do Curso de
Fisioterapia da Universi-
dade Sagrado Coração. R:
Irmã Arminda, 10-50, Jd
Brasil, Bauru/SP. ieda-pap-
ille@hotmail.com.

² Fisioterapeutas formadas
pelo Curso de Fisioterapia
da Universidade Sagrado
Coração.

³ Médica pneumologista
do Hospital Estadual de
Bauru/SP.

⁴ Professora Doutora do
curso de Fisioterapia e do-
cente da Pós-graduação.
Universidade Sagrado
Coração - Bauru.

Recebido em: 23/03/2015

Aceito em: 02/06/2015

SANTOS, Ieda Papille dos *et al.* Estimulação diafragmática pela corrente russa, cirtometria e padrão respiratório na DPOC. *SALUS-VITA*, Bauru, v. 34, n. 2, p. 265-275, 2015.

RESUMO

Introdução: A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) ocasiona prejuízos na mecânica toraco-pulmonar. Estudos comprovam que a estimulação elétrica diafragmática é capaz de gerar benefícios ao portador de DPOC. **Objetivo:** Avaliar a influência da estimulação diafragmática elétrica transcutânea pela corrente russa na expansibilidade torácica em DPOC. **Método:** Estudo prospectivo e quase experimental com DPOC grau III e IV que estavam com estabilidade

medicamentosa, cessação tabágica, e mantido o estilo de vida. Foram avaliados hábitos de vida, antropometria - IMC, escala de dispneia - Borg, frequência respiratória e cirtometria toraco-abdominal. Foi usada a corrente Endophasys R ET 9701 com tempo e frequência de 18 min. (20 a 30 Hz) e 12 min. (70 a 100 Hz), sendo de 1 a 6 seg de contração e o tempo de relaxamento duas vezes o tempo de contração, com a porcentagem da corrente de 20-50%, totalizando 30 sessões (2x/semana). Os dados foram expressos por frequência absoluta e relativa e as comparações pelo teste “t” Student ($p < 0,05$). **Resultados:** 13 DPOC, 11 (84,6%) homens, idade $68,46 \pm 11,11$ anos e IMC $25,13 \pm 4,61$ kg/m², BORG: inicial $2,46 \pm 1,66$ e final $2,23 \pm 1,30$ e a FR: inicial 17 ± 5 ipm e final $16 \pm 4,3$ ipm, diminuições na cirtometria (cm): axilar expiratória de $103 \pm 4,24$ para $97,69 \pm 10,18$; torácica de $98,25 \pm 2,47$ para $96,38 \pm 9,97$; torácica inspiratória de $99,25 \pm 3,88$ para $98,73 \pm 9,93$; umbilical expiratória de $99 \pm 2,82$ para $93,54 \pm 13,83$. **Conclusão:** A estimulação elétrica diafragmática por meio da corrente russa interfere na expansibilidade torácica e padrão respiratório de portadores de DPOC.

Palavras chaves: Diafragma. Estimulação elétrica. Modalidades de fisioterapia.

ABSTRACT

Introduction: Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) causes injuries in the thoracic-pulmonary mechanics. Studies show that diaphragmatic electrical stimulation is able to generate benefits for patients with COPD. Objective: to evaluate the influence of transcutaneous electrical diaphragmatic stimulation by Russian current in chest expansion in COPD. Methods: a prospective quasi-experimental study with COPD, classification grade III and IV, drug stability, smoking cessation, and maintain of the lifestyle. The style of life, anthropometry – BMI, dyspnea – Borg scale, respiratory rate (RR) and thoracic-abdominal cirtometry were evaluated. The Endophasys R ET 9701 was used with time and attendance of the 18 min. (20 to 30 Hz) and 12 min. (70-100 Hz), with 1-6 sec of contraction and relaxation time (2x of contraction, with the percentage of the current 20-50% to 30 sessions (2x / week). Data were expressed descriptively as absolute and relative frequency, and comparisons were made by “t” test. Results: 13 COPD, 11 (84.6%) males, age 68.46 ± 11.11 years, BMI 25.13 ± 4.61 kg / m², BORG: initial: 2.46 ± 1.66 and end: 2.23 ± 1.30 and the RR: initial: 17 ± 5 bpm and end: 16

SANTOS, Ieda Papille dos et al. Estimulação diafragmática pela corrente russa, cirtometria e padrão respiratório na DPOC. SALUSVITA, Bauru, v. 34, n. 2, p. 265-275, 2015.

SANTOS, Ieda Papille dos *et al.* Estimulação diafragmática pela corrente russa, cirtometria e padrão respiratório na DPOC. *SALUSVITA*, Bauru, v. 34, n. 2, p. 265-275, 2015.

± 4.3 ipm. *There were changes in cirtometry (cm): axillary expiratory of 103 ± 4.24 to $97.69 \pm 10, 18$; thoracic of 98.25 ± 2.47 to 96.38 ± 9.97 ; inspiratory thoracic of 99.25 ± 3.88 to 98.73 ± 9.93 ; expiratory umbilical 99 ± 2.82 to 93.54 ± 13.83 . Conclusion: diaphragmatic electrical stimulation through the Russian current promotes benefits in the components of respiratory mechanics as chest expansion and breathing pattern in patients with COPD.*

Key words: *Diaphragm. Electric stimulation. Physical therapy modalities.*

INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é caracterizada pela persistente limitação do fluxo aéreo associada à resposta inflamatória anormal dos pulmões decorrente a fatores individuais, internos e externos, como a inalação de partículas ou gases nocivos, deficiência de alfa-1 antitripsina e o tabagismo é o principal fator de risco. A limitação do fluxo aéreo é geralmente progressiva, não totalmente reversível e agravada por exacerbações. (GOLD, 2013; ATS/ERS, 2004).

A DPOC é passível de prevenção e de tratamento muito embora seja uma doença pulmonar, apresenta manifestações e co-morbidades sistêmicas significantes que contribuem para a gravidade individual do paciente, sendo considerada como um sério problema de saúde pública. (GOLD, 2013; ATS/ERS, 2004).

As alterações no tórax decorrentes da hiperinsuflação, associadas com os processos de inflamação sistêmicos, atingem o músculo diafragma modificando sua constituição e biomecânica de contração, de maneira prejudicial à ventilação pulmonar. O rebaixamento e retificação do diafragma reduz o comprimento das fibras, o qual é importante determinante da capacidade do músculo em gerar força. (YAMAGUTI *et al.*, 2009; DOURADO *et al.*, 2006). Com a alteração da relação tensão-comprimento, a capacidade de gerar tensão muscular e pressão inspiratória diminui. Em casos extremos se o diafragma não estiver fadigado pode atuar como fixador ao contrair-se isometricamente para impedir a transmissão da pressão intrapleural negativa ao abdome, evitando assim a sucção do diafragma para dentro do tórax. Caso este músculo torna-se incapaz, ocorre detrimento de sua função muscular e o paciente passa a expandir a caixa torácica pelo esforço dos músculos acessórios. (OTTENHEIJM; HEUNKS; DEKHUI-

JZEN, 2008; SCANLAN; WILKINS; STOLLER, 2000; GEA; BARREIRO, 2008).

Ao entender as alterações mecânicas ocorridas no portador de DPOC e saber dos diversos recursos fisioterapêuticos disponíveis para o tratamento desses indivíduos, torna-se instigante a utilização da estimulação diafragmática elétrica transcutânea para obtenção de um possível benefício nas fibras musculares diafragmáticas e consequentemente uma melhora no quadro clínico do paciente quanto a expansibilidade e sintomas respiratórios.

A estimulação diafragmática elétrica transcutânea (EDET) é utilizada com a finalidade de retrainar e recrutar o maior número de fibras musculares íntegras, que através da despolarização do nervo motor cria uma resposta simultânea em todas as unidades motoras, gerando a contração do músculo diafragma. (AZEREDO, 2000; KNOBEL, 2004; AZEREDO; BEZERRA, 2007).

Os efeitos da EDET possuem relação com variáveis respiratórias, ocorrendo na prática clínica uma diferenciação entre os equipamentos e os parâmetros da corrente elétrica, e utilização de diferentes protocolos fisioterapêutico. (CANCELLIERO *et al.*, 2012).

Enfim, até o presente momento, não foram encontradas pesquisas sobre os efeitos da estimulação elétrica transcutânea diafragmática pela corrente russa em pacientes portadores de DPOC.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da estimulação diafragmática elétrica transcutânea pela corrente russa na expansibilidade toracoabdominal e padrão respiratório de indivíduos portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa retrospectiva, quantitativa, quase-experimental com amostra por conveniência, aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Sagrado Coração, protocolo nº 203/10. Foram selecionados pacientes portadores de DPOC acompanhados pelos pneumologistas do Hospital Estadual de Bauru com os seguintes critérios de inclusão: estabilidade medicamentosa, cessação tabágica, Classificação da DPOC grau III e IV segundo o índice GOLD (GOLD, 2013) e manter estilo de vida durante a intervenção. Os critérios de exclusão foram: patologia instável, possuir prótese metálica, marca-passo e lesão dérmica torácica. (KNOBEL, 2004).

A avaliação constou de informações sobre história da moléstia progressa e atual, hábitos de vida, antropometria (índice de massa

SANTOS, Ieda Papille dos *et al.* Estimulação diafragmática pela corrente russa, cirtometria e padrão respiratório na DPOC. *SALUSVITA*, Bauru, v. 34, n. 2, p. 265-275, 2015.

SANTOS, Ieda Papille dos *et al.* Estimulação diafragmática pela corrente russa, cirtometria e padrão respiratório na DPOC. *SALUSVITA*, Bauru, v. 34, n. 2, p. 265-275, 2015.

corpórea – estadiômetro e balança FILIZOLAÒ), padrão respiratório por meio da inspeção visual torácica e abdominal, cirtometria toraco-abdominal (fita métrica de fibra elástica inextensível envolta nas regiões e sendo solicitada e registrada a inspiração e expiração máxima) e frequência respiratória (FR) pela contagem das incursões respiratórias em um minuto. (VASSOLER; SARMENTO, 2007; SCANLAN; WILKINS; STOLLER, 2000; JAMAMI *et al.*, 1999; KEYS *et al.*, 1972). Os voluntários identificaram suas sintomatologias respiratórias por meio da escala de Borg modificada, que avalia o nível de dispnéia referida pelo paciente (KOVELIS, 2008; TASK, 1982).

Os voluntários foram submetidos à intervenção pela estimulação elétrica transcutânea através do equipamento revisado Corrente Russa Endophasys R ET 9701 (KLD®) (KNOBEL, 2004). O tempo de contração foi 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 (fibras tipo I - tônicas) e 12 min. com frequência entre 70 a 100 Hz (fibras tipo II - fásicas); porcentagem da corrente: de 20 a 50%, sendo iniciado com 20% e aumentando progressivamente a cada 10 sessões completas, com possibilidade máxima de até 50%. As sessões foram realizadas duas vezes por semana, totalizando 30 sessões.

Os dados foram expressos de forma descritiva por frequência absoluta e relativa e média±desvio padrão. Foi utilizado o teste “t” de Student para comparação entre as variáveis ($p < 0,05$) pelo software estatístico SPSS 17.

RESULTADOS

Participaram deste estudo 13 portadores de DPOC, sendo 11 (84,6%) do sexo masculino e 2 (15,4%) do sexo feminino, todos eram brancos e com média de idade de $68,46 \pm 11,11$ anos.

Quanto aos dados antropométricos, os sujeitos possuíam o peso corporal de $70,78 \pm 14,85$ kg, com estatura de $1,67 \pm 0,06$ m e IMC de $25,13 \pm 4,61$ kg/m².

Entre esses apenas um nunca foi fumante e os outros doze foram tabagista em média de $34,69 \pm 12,03$ anos, com uma carga tabágica de cerca de $74,03 \pm 56,2$ maços-ano.

A Tabela 1 apresenta os valores iniciais e finais das medidas antropométricas e respiratórias 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
Borg	2,46±1,66	2,23±1,30	0,387
FR (rpm)	17 ± 5	16±4,3	0,4764
IMC (kg/m ²)	25,34 ± 0,17	24,96±4,91	0,6708

Legenda:; 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.

Todos os voluntários apresentaram padrão respiratório torácico no início da intervenção e ao final, 10 (77%) apresentaram padrão abdominal e 3 (23%) misto.

A Tabela 2 mostra os valores da cirtometria medida antes e após o protocolo de estimulação elétrica diafragmática.

Tabela 2 - Valores da cirtometria axilar, torácica e umbilical dos pacientes submetidos a intervenção fisioterapêutica.

Variáveis	Inicial	Final	Delta f-i	Valor de p
Axilar	102,5±3,53	99,12±10,25	-3,38±6,71	0,2824
Axilar insp	103,5±4,94	101,19±10,58	-2,30±5,63	0,2234
Axilar exp	103±4,24	97,69±10,18	-5,30±5,94	0,0307*
Torácica	98,25±2,47	96,38±9,97	-1,86±7,49	0,0196*
Torácica insp	99,25±3,88	98,73±9,93	-0,51±6,04	0,0218*
Torácica exp	98,25±2,47	95,15±9,80	-3,09±7,33	0,5306
Umbilical	98,5±0,7	95,58±13,65	-2,92±12,94	0,2208
Umbilical insp	99,5±0,7	96,77±13,77	-2,73±13,06	0,5653
Umbilical exp	99±2,82	93,54±13,83	-5,46±11,00	0,0060*

Legenda: insp = inspiração; exp = expiração; *= comparação pareada entre os momentos iniciais (i) e finais (f) (p<0,05)

Para as medidas da cirtometria, houve diminuição da medida axilar na expiração de 103 ± 4,24 para 97,69±10,18 cm (Δ : 5,3 cm); a medida torácica de repouso diminuiu de 98,25 ± 2,47 para 96,38 ± 9,97 (Δ : 1,86 cm); houve redução no nível torácico na inspiração de 99,25 ± 3,88 para 98,73 ± 9,93 cm (Δ : 0,51 cm); e para o nível umbilical houve diminuição de 99 ± 2,82 para 93,54 ± 13,83 cm (Δ : 5,46 cm), na expiração (p<005).

A diferença cirtométrica (cm) entre a inspiração e a expiração nos três compartimentos, axilar, torácico e umbilical, foram, respectivamente: 4,96 ± 7,47, 3,19 ± 1,73 e 3,26 ± 1,73 no início do tratamento; e no final, os valores foram 3,5 ± 1,83, 3,57 ± 2,11 e 3,69 ± 2,36 no fim do tratamento, sem significância estatística.

SANTOS, Ieda Papille dos *et al.* Estimulação diafragmática pela corrente russa, cirtometria e padrão respiratório na DPOC. *SALUSVITA*, Bauru, v. 34, n. 2, p. 265-275, 2015.

SANTOS, Ieda Papille dos *et al.* Estimulação diafragmática pela corrente russa, cirtometria e padrão respiratório na DPOC. *SALUSVITA*, Bauru, v. 34, n. 2, p. 265-275, 2015.

DISCUSSÃO

Esta pesquisa contribuiu para maiores esclarecimentos sobre os efeitos gerados por meio da estimulação diafragmática elétrica transcutânea pela corrente russa nos indivíduos portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica.

O portador de DPOC, em relação ao indivíduo sem patologia, apresenta diferenças de fibras tipo I e II como: o aumento da quantidade de fibras tipo I, diminuição das fibras tipo II e aumento da capacidade oxidativa de todas as fibras, indicando adaptação aeróbia do diafragma diante da doença, entretanto, insuficiente para restabelecer a capacidade de gerar força e endurance em níveis normais, assim aumentando a carga mecânica do diafragma. (AZEREDO, 2000; DOURADO *et al.*, 2006; SCANLAN; WILKINS; STOLLER, 2000). Em um estudo que avaliou a relação entre a disfunção diafragmática, caracterizada pela redução da mobilidade do diafragma, e mortalidade em pacientes portadores de DPOC evidenciou que a disfunção foi preditora para mortalidade. Ainda nesse estudo, a qualidade de vida pareceu não estar associado com a diminuição da função diafragmática. (YAMAGUTI *et al.*, 2009).

Muitas pesquisas confirmaram que a utilização da EDET é benéfica em casos de disfunção diafragmática em decorrência de diversas patologias, no entanto, ao relacionar esta com a DPOC, foi notado que o material é escasso, fato este que torna relevante o tema abordado nesta pesquisa. (AMBROSINO; PALMIERO; STRAMBI, 2007; BOUCHLA *et al.*, 2009; CORSO *et al.*, 2007; BUSTAMANTE *et al.*, 2010).

Existem estudos que demonstram a eficácia da estimulação elétrica neuromuscular em pacientes com DPOC, particularmente em níveis mais severos, para o fortalecimento da musculatura dos membros inferiores, apresentando melhoras significativas na força muscular, máxima resistência em exercícios de tolerância, dispneia, aumento na distância pelo Teste de caminhada de seis minutos, redução no número de dias acamados ou na cadeira de rodas, e também combinados com exercícios proporcionou alívio na dispneia durante desempenho das atividades de vida diárias em pacientes com DPOC severa com baixo IMC. (VIVODTZEV *et al.*, 2012; AMBROSINO *et al.*, 2008; NEDER *et al.*, 2002).

A atual pesquisa constatou mudanças na expansibilidade torácica, como a diminuição significativa nos valores das cirtometria axilar expiratória, torácica, torácica inspiratória e umbilical expiratória. A limitação e/ou diminuição da expansibilidade toraco-abdominal pode levar interferência no desempenho físico (BASSO *et al.*, 2011),

entretanto, na pesquisa atual não houve interferência na frequência respiratória e na dispneia e mesmo assim o padrão respiratório modificou para um predomínio abdominal. Dessa maneira, a corrente russa pode ser um o recurso fisioterapêutico para estes casos, pois tem a capacidade de recrutar os tipos de fibra separadamente. Além disso, obtendo-se uma melhor ativação diafragmática, por meio da estimulação elétrica, pretendia-se melhorar sua função e oferecer um estímulo sensorio-motor que no caso desta pesquisa favoreceu ao padrão respiratório abdominal.

Os autores, Costa (1999), Carvalho (1994) e Azeredo (1984) afirmaram que os valores considerados normais da expansibilidade seriam entre 3 a 7 cm. A variação das medidas da cirtometria no final do estudo foi de 3,5 a 3,69 cm, caracterizando a normalidade da amostra, contudo, era de se esperar que houvesse aumento da expansibilidade, principalmente do compartimento abdominal, mas isto não foi identificado. A pletismografia opticoeletrônica traria maior precisão com relação a essas medidas, entretanto, este instrumento possui alto custo e está indisponível até o presente momento.

Costa *et al.* (2003) avaliaram a mecânica respiratória de indivíduos obesos, após uma reeducação funcional respiratória; com orientação respiratória, exercícios de coordenação da respiração associados aos movimentos de tronco e membros, alongamento geral da musculatura e relaxamento muscular, 2 vezes por semana, durante 9 semanas, e foi constatado que houve melhora significativa nas amplitudes tóraco-abdominal nos níveis xifoidiano (torácico) e abdominal (umbilical), resultado contrário à pesquisa atual que obteve diminuição da expansibilidade, contudo, o tipo de voluntários foram diferentes.

CONCLUSÃO

A estimulação elétrica diafragmática por meio da corrente russa promove benefícios significativos ao portador de DPOC, interferindo nos componentes da mecânica respiratória como a expansibilidade torácica e padrão respiratório.

SANTOS, Ieda Papille dos *et al.* Estimulação diafragmática pela corrente russa, cirtometria e padrão respiratório na DPOC. *SALUSVITA*, Bauru, v. 34, n. 2, p. 265-275, 2015.

SANTOS, Ieda Papille dos *et al.* Estimulação diafragmática pela corrente russa, cirtometria e padrão respiratório na DPOC. *SALUSVITA*, Bauru, v. 34, n. 2, p. 265-275, 2015.

REFERÊNCIAS

AMBROSINO, N; PALMIERO, G; STRAMBI, S; New Approaches in Pulmonary Rehabilitation **Clin Chest Med.**, Philadelphia, v.28, p.629–638, 2007.

ATS/ERS. American Thoracic Society and European Respiratory Society. **Standards for the Diagnosis Management of Patients with COPD.** 2004.

AZEREDO, C. A. C. **Fisioterapia respiratória.** São Paulo: Manole, 1984.

AZEREDO, C. A. C. **Fisioterapia respiratória no hospital geral.** Barueri: Manole, 2000.

AZEREDO, C. A. C; BEZERRA, R. M. S. Estimulação Diafragmática Elétrica Transcutânea durante a ventilação mecânica. In: SARMENTO, G. J. V. **Fisioterapia respiratória no paciente crítico.** 2 ed. Barueri: Manole, 2007.

BASSO, R.P, *et al.* Relação da medida da amplitude tóraco-abdominal de adolescentes asmáticos e saudáveis com seu desempenho físico. *Fisioter. mov.*, Curitiba , v. 24, n. 1, p. 107-114. jan./mar. 2011.

BOUCHLA, A. *et al.* Neuromuscular electrical stimulation as an alternative means of exercise for the critically ill. **Archives of Hellenic Medicine.**, Atenas, v.26, p.759-777, 2009.

BUSTAMANTE, V. *et al.* Muscle training with repetitive magnetic stimulation of the quadriceps in severe COPD patients. **Respiratory Medicine.** London, v.104, p.237-245, 2010.

CANCELIERO, K. M. *et al.* Estimulação diafragmática elétrica transcutânea (EDET) para fortalecimento muscular respiratório: estudo clínico controlado e randomizado. **Fisioter Pesq.**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 3030-308, 2012.

CARVALHO, A. **Semiologia em reabilitação.** São Paulo: Atheneu, 1994.

CORSO, S. D. *et al.* Skeletal muscle structure and function in response to electrical stimulation in moderately impaired COPD patients. **Respiratory Medicine.** London, v.101, p.1236–1243, 2007.

COSTA, D. **Fisioterapia respiratória básica.** São Paulo: Atheneu, 1999.

COSTA, D. *et al.* Avaliação da força muscular respiratória e amplitudes torácicas e abdominais após a RFR em indivíduos obe-

sos. Rev. Latino-Am. Enfermagem. Ribeirão Preto, v. 11, n. 2, p. 156-160, 2003.

DOURADO, V.Z. et al. Manifestações Sistêmicas na Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. São Paulo, v.32, n. 2, p. 161-171, 2006.

GEA, J.; BARREIRO, E. Actualización en los mecanismos de disfunción muscular en la EPOC. **Archivos de Bronconeumología**, Madrid, v.44, n.6, p.328-37, 2008.

GOLD, **Global initiative for chronic obstructive lung disease**. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: updated 2013, cMedical Communications Resources, Inc.

JAMAMI et al. Efeitos da intervenção fisioterápica na reabilitação pulmonary de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). **Rev Fisioter Univ São Paulo**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 140-153, 1999.

KEYS, A. et al. Indices of relative weight and obesity. **J Chron Dis.**, St. Louis, v.25, p: 329-343, 1972.

KNOBEL, E. **Terapia Intensiva: Pneumologia e Fisiologia respiratória**. São Paulo: Atheneu, 2004.

KLD, Biosistemas equipamentos eletrônicos Ltda. **Manual de Operação**. 2010.

KOVELIS, D. et al. Validação do Modified Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire e da escala do Medical Research Council para o uso em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica no Brasil. **J Bras Pneumol**. Brasília, v.34 n.12, p.1008-1018, 2008.

NEDER, J. A. et al. Home based neuromuscular electrical stimulation as a new rehabilitative strategy for severely disabled patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). **Thorax**, Paris, v. 12, p. 1045-9, 2002.

OTTENHEIJM, C.A.C; HEUNKS, L.M.A; DEKHUIJZEN, R.P.N. Diaphragm adaptations in patients with COPD, **Respiratory Research**, London, v. 9, n. 12, 2008.

SCANLAN, C. L.; WILKINS, R. L.; STOLLER, J. K. **Fundamentos da Terapia Respiratória de Egan**. 7ª ed. Barueri: Manole, 2000.

TASK group on surveillance for respiratory hazards in the occupational setting, Brooks SM (Chairman). Surveillance for respiratory hazards. **ATS News**. v. 8, p. 12-16, 1982.

SANTOS, Ieda Papille dos et al. Estimulação diafragmática pela corrente russa, cirtometria e padrão respiratório na DPOC. **SALUSVITA**, Bauru, v. 34, n. 2, p. 265-275, 2015.

SANTOS, Ieda Papille dos *et al.* Estimulação diafragmática pela corrente russa, cirtometria e padrão respiratório na DPOC. *SALUSVITA*, Bauru, v. 34, n. 2, p. 265-275, 2015.

VASSOLER, C. A.; SARMENTO, G. J. V. Avaliação Fisioterapêutica em UTI. In: Sarmento, G.J.V. **Fisioterapia respiratória em paciente crítico**. 2^aed. Barueri: Manole, 2007.

VIVODTZEV, I *et al.* 2012. Functional and muscular effects of neuromuscular electrical stimulation in patients with severe COPD: a randomized clinical trial. *Chest*, [s.i], v. 141, n. 3, p. 716-725, 2012.

YAMAGUTI, W.P.S. *et al.* Disfunção Diafragmática e Mortalidade em Pacientes portadores de DPOC **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. São Paulo, v. 35, n. 12, p. 1174-1181, 2009.