

ELETROESTIMULAÇÃO PARA PROMOÇÃO DA RESPOSTA DIAFRAGMÁTICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Renata Italiano da Nóbrega Figueiredo (1); Gabriela Magalhães Pereira (2) Nayron Medeiros Soares (3)

1 Mestranda em Ciência e Tecnologia em Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde, renata.italiano@gmail.com

2 Mestranda em Neurociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, gabrielamagalhaes.p@gmail.com

3 Mestre em Ciência e Tecnologia em Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde, nayronn@gmail.com

Introdução: A eletroestimulação é uma técnica comumente aplicada pelo fisioterapeuta para reversão do quadro do indivíduo como coadjuvante ao exercício ativo e na prevenção da perda da força muscular em pacientes. Objetivo: Analisar os desfechos propiciados pela eletroestimulação e revelar as evidências científicas sobre os efeitos da eletroestimulação em pacientes com fraqueza diafragmática. Metodologia: Trata-se de uma revisão sistemática, realizada nas bases de dados: *Wiley Online Library*, *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (PubMed/MEDLINE)*, *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)* e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), através da combinação dos descritores: “*Diafragma*”, “*Estimulação Elétrica*”, “*Reabilitação*” e “*Diaphragm*”, “*Electric Stimulation*”, “*Rehabilitation*”. As variáveis analisadas foram o perfil clínico, o tempo de aplicação, a quantidade de sessões, os parâmetros utilizados e o desfecho da aplicação da eletroestimulação. Resultados: Da análise inicial de 1732 estudos, apenas 84 contemplaram os critérios de seleção e abordaram os desfechos pretendidos. O tamanho amostral variou entre 1 a 100 sujeitos, de ambos os gêneros. Os artigos analisados indicaram benefícios significativos da eletroestimulação, em pacientes com fraqueza muscular e como melhora na força muscular periférica, em contrapartida, obtivemos resultados como fadiga muscular. A técnica foi bem tolerada e apresentou-se segura na aplicação em humanos. Conclusão: A aplicação de eletroestimulação promove uma resposta benéfica nos pacientes. A aplicação da eletroestimulação poderá recuperar músculos enfraquecidos ou retardar o processo de perda muscular, no entanto, os parâmetros publicados encontrados não foram suficientes para sistematizar a técnica.

Palavras Chave: Modalidades de Fisioterapia; Estimulação Elétrica; Nervo Frênico.

INTRODUÇÃO

A eletroestimulação pode promover melhorar a capacidade ao exercício, melhorando a força muscular periférica (BORGES *et al.*, 2009), auxilia no controle e na produção de contração funcional do músculo, assim como, mecanismos reflexos necessários à reorganização da atividade motora (MARQUES, BOLLMANN e NOGUEIRA, 2011).

Na década de 80, Mortimer demonstrou que poderia estimular o diafragma diretamente em pontos motores, localizados no nervo frênico, para fornecer ventilação. Estes pontos foram identificados pela estimulação elétrica da superfície abdominal do diafragma, e sua força de contração estava relacionada com a proximidade de estimulação dos pontos motores para o nervo frênico (JAROSZ *et al.*, 2002).

A condição de imobilidade gerada por uma doença, pode comprometer a irrigação sanguínea, capacidade oxidativa, força muscular, redução de glicogênio e adenosina trifosfato (ATP), estes fatores reunidos promovem disfunções consideráveis no músculo (PEDROSO *et al.*, 2010).

A atrofia do músculo diafragma resultante de uma doença, pode contribuir para problemas de ventilação, especialmente em pacientes criticamente enfermos. A

eletroestimulação do nervo frênico resulta em contrações do diafragma e pode minimizar a atrofia desse músculo (DiMarco, 2005).

No entanto, não há dados confiáveis sobre a produção de contrações do diafragma com eletroestimulação em humanos (SANDER *et al.*, 2010). Desse modo, o objetivo deste estudo foi analisar os desfechos proporcionados pela eletroestimulação para fortalecimento do músculo diafragma e revelar as evidências científicas.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão sistemática, realizada nas bases de dados *Wiley Online Library*, *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (PubMed/MEDLINE)*, *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)* e *Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS)*, no período de janeiro a maio de 2016, através da combinação dos descritores: “Diafragma”, “Estimulação Elétrica”, “Reabilitação” e “*Diaphragm*”, “*Electric Stimulation*”, “*Rehabilitation*”.

Foram excluídos os artigos duplicados e que não abordaram a temática, assim como, procedimentos invasivos e estudos com fundamentos metodológicos não fidedignos que impossibilitassem reprodução e disseminação do estudo.

As estratégias de buscas seguiram as seguintes etapas: 1ª etapa, houve uma leitura dos títulos dos artigos; 2ª etapa, realizou-se a leitura dos resumos selecionados, de acordo com os critérios de inclusão da pesquisa; e na 3ª etapa, houve a leitura dos artigos selecionados na íntegra para análise, conforme descritos na figura 1.

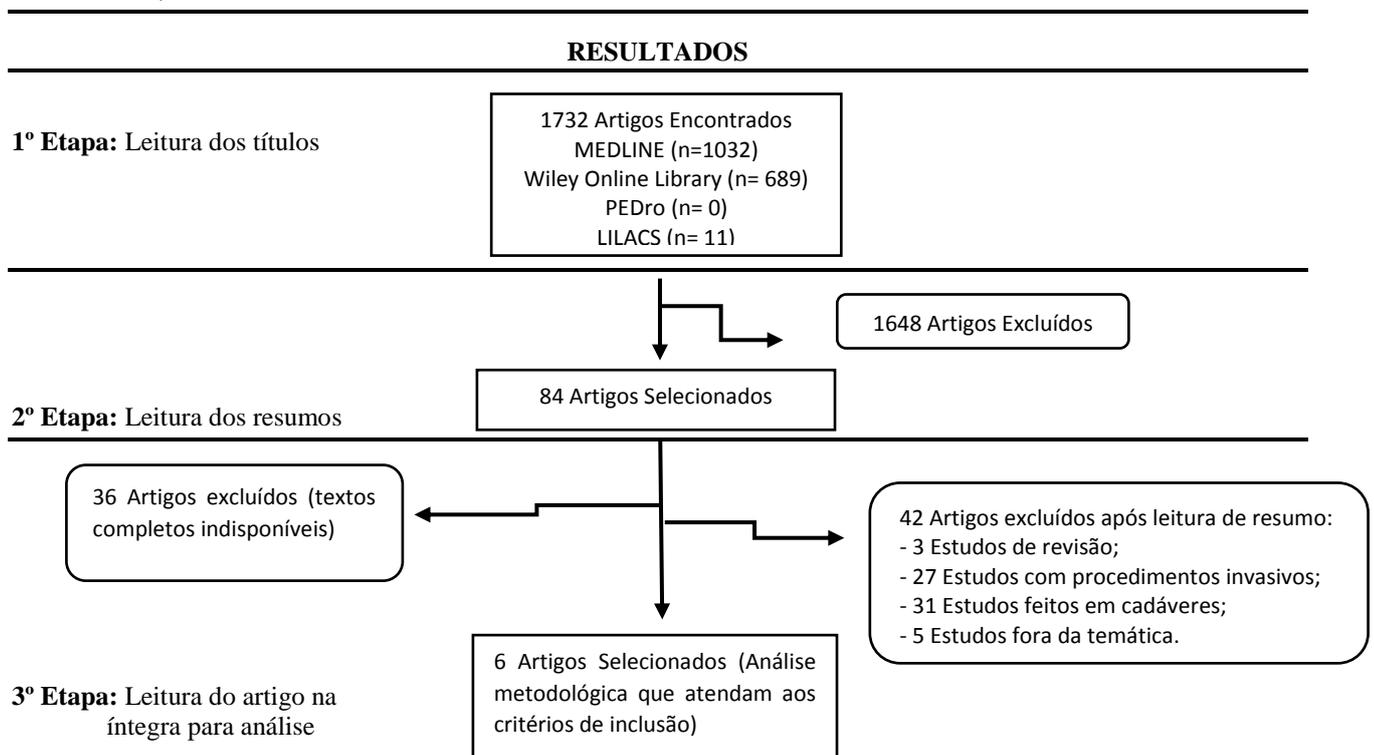
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a pesquisa nos bancos de dados com os descritores estabelecidos, foram encontrados 1732 artigos, destes 84 foram pré-selecionados para leitura do resumo, porém 36 artigos completos não estavam disponíveis, reduzindo para 48, onde foram

excluídos 42 artigos após leitura, por não se enquadrarem nos critérios de inclusão, sobrando 6 artigos para leitura na íntegra para análise, como demonstrado na figura 1.

A população estudada nos artigos foi paciente com tetraplegia, paralisia diafragmática idiopática e indivíduos normais. A partir dos artigos selecionados, em 5 artigos os testes eram executados a partir da eletroestimulação aplicada no pescoço, atingindo diretamente o nervo frênico e obtendo respostas de contração na musculatura do diafragma e, em 1 artigo, o procedimento é executado diretamente nos pontos motores do diafragma.

Figura 1. Procedimento de seleção dos artigos publicados com o descritor *Diaphragm, Electric Stimulation, Phrenic Nerve*.



Fonte: dados da pesquisa

Tabela 1. Características dos estudos encontrados.

Autores	Amostra	Idade	Objetivo	Avaliação/Testes	Resultados
1987. Mier et al.	110	21-89	Estabelecer a velocidade de contração através a estimulação do nervo frênico e poderia ser aplicado rotineiramente.	Os nervos frênicos foram estimulados na borda posterior do músculo esternomastoideo, com um par de eletrodos bipolares, com pontas de feltro de 5mm. A frequência 1Hz isolada com onda quadrada impulsos foi 0-1 ms de duração.	Dos 24 pacientes com fraqueza muscular diafragmática, 04 obtiveram um prolongado tempo de condução do nervo frênico. Essa técnica foi tolerada e bem-sucedida em 95% dos participantes.
1991. Carvalho et al	19	25-70	Comparar duas técnicas diferentes de estimulação percutânea; avaliar possíveis diferenças entre os nervos frênicos esquerdo e direito; correlacionar as latências da resposta motora com a idade e a altura.	Para estimular o nervo frênico foram usados eletrodos superficiais bipolares e monopolares. Os estímulos foram pulsos quadrados com uma duração de 0,5 segundos.	A amplitude da resposta motora foi significativamente maior com a estimulação bipolar. A comparação dos valores obtidos por estimulação dos nervos frênicos direito e esquerdo e pelas duas técnicas mostrou serem aqueles resultados estatisticamente iguais.
2006. Pereira et al	1	44	Relato de caso de um paciente com paresia diafragmática bilateral idiopática	Para avaliar a função diafragmática foram realizados a eletroestimulação externa do diafragma, eletroestimulação externa dos nervos frênicos.	A eletroestimulação do nervo frênico pode demonstrar inequivocamente o comprometimento do eixo frênico-diafragmático.
1994. Jean e Bellemare	7		Determinar o potencial de ação do diafragmática como um índice não invasivo de produção de força diafragmática.	Os nervos frênicos foram estimulados transcutaneamente no pescoço com 0,1 ms pulsos de onda quadrada entregues por um estimulador de corrente constante dual-output e intensidades de corrente no intervalo de 1-50 mA.	Em 4 dos 5 sujeitos em que foi estudado, a carga inspiratória, sob a forma de respiração resistência inspiratória alvo, causou fadiga do diafragma.
2002. Elefteriades et al.	12		Avaliar os resultados a longo prazo da estimulação diafragmática contínua em um grupo maior de pacientes tetraplégicos que atingiram condicionado diafragma	Estimulação bilateral do nervo frênico. O ritmo foi iniciado a 11 Hz, diminuindo progressivamente para 7,1 Hz. Foi utilizada uma duração de trem de pulsos de 1,3 segundos para adultos e 0,9 segundos para as crianças.	Apesar das preocupações teóricas sobre a lesão do nervo longo prazo, nenhum paciente perdeu a capacidade de andar pelo nervo frênico.
2010. Sander et al	10		Avaliar se a estimulação eletromagnética pode ser usada para ventilar os seres humanos.	Estimulação magnética na lateral do pescoço. Mais de 63 s que estimulou nove vezes com uma frequência de 25 Hz por 1,1 s utilizando 600 V, 900 V e 1.200 V. O tempo mínimo de estimulação para cada voluntário foi de 9 min	Estimulação eletromagnética foi bem tolerado e seguro. Pode ser utilizado para ventilar os seres humanos suficientemente, podendo desenvolver a um novo modo de ventilação.

Fonte: dados da pesquisa.

(83) 3322.3222

contato@conbracis.com.br

www.conbracis.com.br

Dentre os artigos estudados, observou-se efeitos positivos com a eletroestimulação na resposta do músculo diafragma. Propondo avaliar a estimulação do nervo fênico e a resposta diafragmática, Mier *et al.*, (1987) avaliaram 110 pacientes, com idade 21 a 89 anos, com fraqueza do diafragma e constataram que a terapia foi tolerada e bem-sucedida em 95% dos pacientes. Pereira, *et al.*, (2006) constataram que a estimulação diretamente no diafragma demonstra uma resposta contrátil do músculo. Em paralelo, Sander *et al.*, (2010) avaliaram os efeitos da estimulação magnética na ventilação pulmonar de humanos, sendo portanto, bem tolerado e de aplicabilidade segura, e que pode ser desenvolvido a um novo modo de ventilação pulmonar artificial.

Em contrapartida, Jean e Bellemare (1994) utilizaram a intensidade da corrente em um intervalo de 1-50 mA e destacou que 4 dos 5 sujeitos em que foi estudado a carga inspiratória, sob a forma de respiração resistência inspiratória alvo, causou fadiga do diafragma.

Os valores da frequência aplicadas geralmente variam na faixa de 10Hz à 100Hz, ou em frequências elevadas como de 2.500Hz (PIRES, 2004). Este fato deve ser levado em consideração ao realizar alguma intervenção terapêutica com o paciente. Segundo Elefteriades *et al.*, (2002), a escolha adequada

da frequência deve ser observada, pois acredita-se que frequências elevadas podem levar à fadiga muscular.

Pode-se constatar que, dentre os estudos que utilizaram a eletroestimulação, obtiveram resultados satisfatórios aqueles realizados tardiamente, com pacientes mais crônicos e debilitados (ZANOTTI, *et al.*, 2003; GRUTHER, *et al.*, 2010).

Os pacientes que receberam eletroestimulação tiveram um grande aumento no escore de força muscular e necessitaram de poucos dias para ser transferido da cama para a cadeira em comparação com os indivíduos que receberam apenas fisioterapia (BORGES 2009).

Devido a heterogeneidade dos grupos, variedade de protocolos e características diferentes dos instrumentos utilizados, se torna inviável o agrupamento dos estudos para a realização de uma metanálise. No entanto, há fortes evidências dos benefícios promovidos pela eletroestimulação para auxiliar no fortalecimento da musculatura diafragma.

Estudos futuros poderão investigar um protocolo ideal para a eletroestimulação a fim de promover o fortalecimento da musculatura do diafragma.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise metodológica realizada neste estudo comprovou que os artigos abordam a eletroestimulação como agente terapêutico que proporciona melhora na função motora do diafragma através da eletroestimulação do nervo frênico e, por consequência, pode minimizar os efeitos deletérios da imobilização prolongada no leito, mas poucos ensaios clínicos formados por dois grupos independentes e distribuídos randomicamente.

O pequeno número de artigos encontrados e selecionados, pode interferir nos resultados apresentados neste estudo. Diante disto, sugere-se a elaboração de mais estudos randomizados com a finalidade de entender melhor os mecanismos neurofisiológicos da estimulação.

Os desfechos mais utilizados no paciente envolveram as de eletroestimulação do nervo frênico e diretamente no diafragma, tendo a grande maioria apresentado respostas positivas no paciente. O nível de evidência atualmente disponível acerca do impacto da utilização da eletroestimulação para fortalecimento do diafragma é pequeno, sendo necessários novos estudos.

Protocolos bem elaborados e que façam uso das técnicas de estimulação elétrica surgem como uma possibilidade de acelerar a recuperação do paciente, fornecendo respostas

positivas que mantêm o foco na funcionalidade e qualidade de vida no sujeito sob terapia intensiva.

REFERÊNCIAS

BJORN H.; SANDER, M. D.; THORBEN DIECK, X. X.; FELIX HOMRIGHAUSEN, X. X.; CHRISTOPH, A.; TSCHAN, M. D.; *et al.*,. Electromagnetic ventilation: first evaluation of a new method for artificial ventilation in humans. **Muscle Nerve**. v. 42, p. 305–310. 2010.

BORGES, V. M.; OLIVEIRA, L. R. C. de; PEIXOTO, E.; CARVALHO, N. A. A. Fisioterapia motora em pacientes adultos em terapia intensiva. **Rev. Bras. Ter. Intensiva**. v. 21, n.4, p. 446-452, 2009.

DIMARCO, A. F. Restoration of respiratory muscle function following spinal cord injury: review of electrical and magnetic stimulation techniques. **Respir Physiol Neurobiol** v. 147, p. 273–287, 2005.

ELEFTERIADES, J. A.; QUIN, J. A.; HOGAN, J. F.; HOLCOMB, W. G.; LETSOU, G. V.; CHLOSTA, W. F.; *et al.*, Long-Term Follow-Up of Pacing of the Conditioned Diaphragm in Quadriplegia. **Pacing Clin Electrophysiol**. v. 25, n. 6, p. 897-906, 2002.

GRUTHER, W.; KAINBERGER, F.; FIALKA-MOSER, V.; PATERNOSTRO-SLUGA, T.; QUITTAN, M.; SPISS, C.; *et al.*,. Effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle Layer thickness of knee extensor muscles in intensive care unit patients: a pilot study. **J Rehabil Med**. v. 42, n. 6, p. 593-7, 2010.

JAROSZ, R.; LITTLEPAGE, M. M.; CREASEY, G.; MCKENNA, S. L. Functional Electrical Stimulation in Spinal Cord Injury Respiratory Care. **Top Spinal Cord Inj Rehabil.** v. 18, n. 4. p. 315-321, 2012.

JEAN, M. P.; BELLEMARE, F. Phonomyogram of the diaphragm during unilateral and bilateral phrenic nerve stimulation and changes with fatigue. **Muscle Nerve.** v. 17, n. 10, p. 1201-9, 1994.

MARQUES, P. DA S., BOLLMANN, S. P. E NOGUEIRA, O. Efeitos da Eletroestimulação Funcional e Kabat na Funcionalidade do Membro Superior de Hemiparéticos = Effects of functional electrical stimulation and Kabat on functionality of the upper limb of hemiparetic. **Rev Neurocienc;** v.19, n.4, p. 694- 701, 2011.

PEDROSO, A. I. B. et al. Efeitos do treinamento muscular esquelético em pacientes submetidos à ventilação mecânica prolongada. **Cogitare Enferm.** v.15, n.1, p.164-8 2010

PEREIRA, M. C.; MUSSI, R. F. M.; MASSUCIO, R. A. C; CAMINO, A. M.; BARBEIRO, A. S.; VILLALBA, W. O.; PASCHOAL, I. A. Paresia diafragmática bilateral idiopática. **J Bras Pneumol.** v.32, n. 5, p. 481-5, 2006.

PIRES, K. F. Análise dos efeitos de diferentes protocolos de eletroestimulação neuromuscular através da frequência mediana. **R. Bras. Ci. e Mov.** v. 12, n. 2, p. 25-28, 2004.

SANDER, B. H.; DIECK, T.; HOMRIGHAUSEN, F.; TSCHAN, C. A.; STEFFENS, J.; RAYMONDOS, K. Electromagnetic Ventilation: First Evaluation Of A New Method For Artificial Ventilation In Humans. **Muscle Nerve.** v. 42, n. 3, p. 305-10, 2010.

ZANOTTI E, FELICETTI G, MAINI M, FRACCHIA C. Peripheral muscle strength training in bed-bound patients with COPD receiving mechanical ventilation: effect of electrical stimulation. **Chest.** v. 124, n. 1, p. 292-6, 2003.