Anais do V Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia e X Simpósio de Engenharia Biomédica - ISBN: 978-85-5722-065-2 - DOI: 10.29327/cobecseb.78924

DESAFIOS NA CAPTAÇÃO DO SINAL DE ELETROMIOGRÁFICO DO MÚSCULO DIAFRAGMA

L.R.S.M. Kawamura[*], B.S. Silva[*], J.F.L.S. Júnior*, V.R.F. Marães[**]

[*]Mestranda em Engenharia Biomédica, Universidade de Brasília, Distrito Federal, Brasil

[**]Docente do colegiado de Fisioterapia e Pós Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade de Brasília, Distrito Federal, Brasil

e-mail: lorena.kawamura@gmail.com

Resumo: Nos últimos anos, o interesse na análise de sinais de eletromiografia dos músculos respiratórios tem aumentado devido ao número de doenças neuromusculares e respiratórias que impactam na força diafragmática e sobrecarregam os músculos acessórios. Porém o registro adequado da excursão diafragmática é um grande desafio. O presente artigo busca e apresentar os desafios a respeito da viabilidade do uso da eletromiografia (EMG) de superfície para análise da atividade elétrica muscular do diafragma. Com esse propósito foram procurados na literatura artigos com possíveis padronizações de posicionamento de eletrodos, e realizado as mensurações de cinco pacientes sendo três idosos portadores da doença de Parkinson e dois jovens saudáveis. O aparelho utilizado foi o Miotool (Empresa Miotec®, eletrodos em formato Jacaré). Observou-se que a falta de um consenso a cerca do opcionalmente dos eletrodos de superfície dificulta uma metodologia eficaz para que se obtenha a captação do sinal eletromiográfico do músculo diafragma. Sendo assim, sugere-se a criação de um protocolo para posicionamento da musculatura diafragmática para melhor captação e análise dos sinais.

Palavras-chave: diafragma, eletromiografia, eletrodo.

Abstract: I*n recent years, interest in the analysis of respiratory muscle electromyography signals has increased due to the number of neurological and respiratory diseases that impact the diaphragmatic excursion and overload the accessory muscles. However, the proper diaphragmatic excursion record is a major challenge. This paper aims to present the challenges regarding the feasibility of the use of surface electromyography (EMG) to analyze the muscular electrical activity of the diaphragm. With this purpose, we have searched in the literature for articles with possible electrode positioning standardization, developed with measurements of five patients, three elderly patients with Parkinson's disease and two healthy youngsters. The used device was Miotool (Miotec® Company, alligator clip electrodes). It was observed that the lack of a consensus about the surface electrodes positioning hinders an effective methodology to obtain the capture of the diaphragm muscle electromyographic signal. Therefore, we suggest the creation of a protocol for the diaphragmatic muscles positioning to a better capture and analyzation of the signals.*

Keywords: *diaphragm, electromyographic, electrode.*

Introdução

A eletromiografia (EMGs) de superfície é um método de registro da atividade elétrica muscular. A aquisição desse registro se dá por meio do posicionamento de eletrodos sobre a pele [1]. Por se tratar de um método não invasivo e indolor sua aplicação pode ser feita sempre que necessária [2]. Alguns autores usaram a técnica de eletromiografia de superfície tentando obter êxito nos estudos de músculos profundos posicionando os eletrodos em regiões específicas onde músculos profundos apresentam uma porção superficial [3].

O diafragma é um músculo único e transversal, separa a caixa torácica do abdômen, e possui duas partes, uma parte muscular e a periférica (tendinosa). O músculo se origina na coluna e costelas e tem sua inserção no centro tendinoso da aponeurose central. A porção muscular do diafragma se subdivide em: porção vertebral, porção esternal e porção costal. A porção costal é toda a porção lateral, sua origem é na parte externa das costelas. [4]

A musculatura ventilatória é acometida em doenças neuromusculares e respiratórias [5]. O baixo recrutamento muscular do diafragma propicia a morbidez. Quando há uma restrição mecânica

diafragmática, há o comprometimento do equilíbrio ventilação/perfusão o que resulta em hipoventilação [6].

O diafragma é o principal músculo da respiração e várias doenças tem impacto direto sobre seu desempenho. Estudos que analisem a excursão diafragmática são escassos na literatura devido a dificuldade em se avaliar o músculo por causa de seu posicionamento anatômico. Dessa forma o objetivo desse estudo é apresentar os desafios a respeito da viabilidade do uso da eletromiografia (EMG) de superfície para análise da atividade elétrica muscular do diafragma.

Materiais e métodos

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade da Saúde da Universidade de Brasília CAAE (66951316.0.0000.0030), fazendo parte de um projeto maior financiado pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Biomédica – UnB. A pesquisa foi dividida em duas etapas: pesquisa de padronização de posicionamento na literatura e a segunda a realização da captação de sinais eletromiográficos em indivíduos com Parkinson e saudáveis.

Na primeira etapa foi realizado a busca em bases de dados eletrônicas: PubMed, SciELO, Lilacs, BVS, Dedalus e BCE, com uso de palavras chave: eletromiografia, posicionamento, diafragma. Na segunda etapa, foram realizadas análises sobre a dificuldade na captação de sinais eletromiográficos, sendo recrutados para o estudo dois jovens (20 e 24 anos) e três idosos (56, 64 e 68 anos) portadores da doença de Parkinson, tendo em vista que os critérios de inclusão eram indivíduos jovens sadios entre 18 e 25 anos e portadores da doença de Parkinson entre18 e 70 anos, objetivando comparar entre indivíduos jovens saudáveis e idosos com uma patologia que afeta o musculo diafragma as dificuldades no posicionamento dos eletrodos e na captação de sinal, sendo excluídos idosos que não fossem portadores da doença de Parkinson, jovens com quaisquer patologia. Para a captação do sinal eletromiográfico do diafragma foi usado o aparelho o Miotool (Empresa Miotec®, eletrodos em formato Jacaré). Os pacientes foram orientados a respeito do procedimento de colocação dos eletrodos e manutenção da respiração basal, foi realizado a tricotomia, antissepsia e colocação dos eletrodos em pontos estratégicos baseando-se na literatura.

Os eletrodos eram não invasivos com formato duplo (Miotec®) e o eletrodo referência (Kendall®) com polo único. O local de aplicação dos eletrodos foram no músculo esternocleidomastóideo direito e esquerdo, diafragma direito e esquerdo, reto do abdômen do lado direito e esquerdo. A colocação no eletrodo no diafragma direito foi entre o sexto espaço intercostal. A colocação do eletrodo no diafragma esquerdo foi no sétimo espaço intercostal na linha hemiclavicular [7], tendo em vista que durante três coletas de dados de cada indivíduo os melhores resultados foram no sexto espaço e sétimo. Tentamos manter a simetria, mas devido à área cardíaca, quando o eletrodo é colocado no diafragma esquerdo no sexto espaço intercostal os batimentos cardíacos do paciente interferem. A equipe considerou o conhecimento anatômico e fisiológico juntamente com estudo que demonstrou bons resultados [7], para adotar uma padronização a cerca do posicionamento dos eletrodos no sexto e sétimo espaço intercostal em nosso estudo. O eletrodo referência foi colocado na crista ilíaca esquerda. A coleta dos sinais foi realizada uma única vez em cada individuo.

Resultados

Na primeira etapa do estudo foram incluídos 24 artigos, sendo observado que os posicionamentos dos artigos apresentam diferentes pontos como referência para a musculatura do diafragma, sendo que 17 artigos (71%) apresentaram como o 6 e 7º e 8º espaço intercostal direito e esquerdo respectivamente, como pontos de captação e apenas 7 (29%) como o 8º e 9º espaço intercostal direito e esquerdo, respectivamente. Em relação a padronização da musculatura acessória respiratória, foram utilizados a padronização do Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM).

No grupo dos idosos os eletrodos se mostraram de difícil retirada, ocasionado pela textura da pele do idoso sendo mais fina em comparação aos indivíduos adultos saudáveis, causando desconforto durante a retirada.

A gordura subcutânea se demonstrou determinante na captura de sinais, independentemente da idade do sujeito avaliado. Um dos sujeitos jovens apresentava quadro de sedentarismo, apresentando gordura subcutânea abdominal e torácica maior, dificultando a captação do sinal elétrico muscular, não ocorrendo nos demais voluntários ativos fisicamente, que apresentavam pouca gordura subcutânea.

Outro fator limitador, são as gotículas de suor, pois impedem a aderência do eletrodo na pele, sendo que um dos idosos da nossa amostra transpirou após a colocação dos eletrodos, sendo observado uma perda do posicionamento do eletrodo, interrompendo imediatamente a captação dos sinais elétricos da musculatura da excursão diafragmática.

Os idosos do estudo eram portadores da doença de Parkinson. A alteração postural na doença de Parkinson é um sintoma frequente. Na doença de Parkinson é comum a camptocormia e a síndrome de Pisa [8]. Alterações posturais dificultam a colocação e fixação dos eletrodos na pele.

Para a captação de musculatura acessória da respiração, como os músculos esternocleidomastoideo direito e esquerdo houve fácil localização e colocação dos eletrodos, assim como o reto abdominal, pois ambos músculos possuem padronização de aplicação dos eletrodos pelo SENIAM.

As origens do músculo diafragma ficam próximas a outros músculos, tais como intercostais, reto do abdômen, oblíquos internos e externos. Com essa proximidade de vários músculos torna-se difícil isolar os sinais do músculo diafragma.

O diafragma esquerdo, apresenta maior grau de dificuldade em comparação ao lado direito, devido ao bombeamento sanguíneo e alta contratilidade do coração. Após testar a localização do sexto espaço intercostal, do sétimo espaço intercostal, constatou-se que o sétimo espaço intercostal é o espaço de mais eficiência para se obter a captura de sinais do músculo do diafragma esquerdo.

Discussão

Na literatura não há um protocolo estabelecido para a localização dos eletrodos. A SENIAM não possui recomendações para o uso do EMG nos músculos respiratórios [9]. A eletromiografia pode ser um exame com muitas vantagens, mas para avaliação diafragmática pode haver abrangência de mais de uma unidade motora, por ser um musculo profundo a proximidade de músculos na inserção do diafragma podem comprometer o sinal adquirido por contaminação, a gordura abdominal subcutânea pode dificultar a captação de sinal, alterações posturais também dificultam a fixação dos eletrodos [9, 10].

Muitos estudos elegem o posicionamento dos eletrodos no diafragma de acordo com o conhecimento anatômico do pesquisador. Na literatura há artigos que contemplam o posicionamento dos eletrodos no diafragma em EMGs, e cada um desses artigos trazem posicionamentos diferentes. Porém locais próximos [8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34].

O tórax é uma região que por conter órgãos vitais importantes em constante funcionamento se apresenta com temperatura um pouco mais elevada que o restante do corpo e com isso a transpiração dessa área ocorre com frequência dificultando a aderência do eletrodo no tórax e consequentemente a captação adequada de sinais. O suor é condutivo, pode estabelecer contato entre eletrodos próximos [35].

A alteração postural é um desafio na colocação dos eletrodos, pois nos idosos do estudo por serem portadores da doença de Parkinson apresentavam a camptocormia e com isso o excesso de pele e rachadura afetam a textura da pele. Os eletrodos de superfície são colocados na pele e a alteração postural pode causar deslocamento após o eletrodo ser posicionado.

O EMG pode ser usado também de forma invasiva, com o uso do eletrodo intramuscular onde seu formato é em forma de agulha, fio ou até mesmo gancho [9]. Seria uma forma de minimizar a dificuldade na análise da excursão diafragmática. Porém é importante ressaltar a dificuldade na fixação dos eletrodos, pois tal técnica é dolorosa, desconfortável e por ser invasiva acarreta em riscos para o paciente [36].

Conclusão

Os estudos que fazem uso do EMGs para avaliar os músculos respiratórios apresentam limitação da técnica por não haver consenso para posicionamento dos eletrodos. O estado da arte atual, compromete comparações da excursão diafragmática quando se utiliza o EMG de superfície [37].

Estudos que apontem a dificuldade em se avaliar a excursão diafragmática por meio do uso do EMG são necessários, pois podem fornecer uma base para que diretrizes sejam criadas visando otimizar estudos onde se faz necessária a avaliação do músculo diafragma. A criação de um protocolo para aplicabilidade dos eletrodos para análise do diafragma se faz necessário, dessa forma estudos poderão ser comparados e realizados de forma que não haja divergência entre as técnicas [37].

Referências

[1] Merletti R.; Rainoldi A.; Farina D. Surface electromyography for noninvasive characterization of muscle. Exercise and sport sciences reviews, 2001; 29 (1): 20-25 .

[2] Crary MA, Carnaby GD, Groher ME. Biomechanical correlates of surface electromyography signals obtained during swallowing by healthy adults. J Speech Lang Hear Res. 2006; 49(1):186-93.

[3] Watanabe, K. Cross-talk from adjacent muscle has a negligible effect on surface electromyographic activity of vastus intermedius muscle during isometric contraction. Journal of Electromyography Kinesiology. 2009; 19(4): 280-289.

[4] Souchard PE. Anatomia descritiva. In: Souchard PE. O diafragma3rd ed. São Paulo: Summus, 1989, p.12-14.

[5] Laghi F, Tobin MJ. Disorders of the respiratory muscles. Am J Respir Crit Care Med. 2003 1;168(1):10-48.

[6] Campos PS. Avaliação da excursão diafragmática em um modelo experimental da doença de Parkinson [dissertação] Brasília: Universidade de Brasília; 2015.

[7] Duranti R, Misuri G, Gorini M, Goti P, Gigliotti F, Scano G. Mechanical loading and control of breathing in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. Thorax. 1995; 50(2): 127-33.

[8] Doherty KM, van de Warrenburg BP, Peralta MC, Silveira-Moriyama L, Azulay JP, Gershanik OS, et al. Postural deformities in Parkinson's disease. Lancet Neurol. 2011;10:538-49.

[9] ATS/ERS. American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on respiratory muscle testing. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2002; 166(4):518–624.

[10]Luo, YM, Moxham J, Polkey MI. Diaphragm electromyography using an oesophageal catheter: current concepts. Clin Sci. 2008; 115(7-8):233-44.
[11]White JE, Drinnan MJ, Smithson AJ, Griffiths CJ, Gibson GJ. Respiratory muscle activity during rapid eye movement (REM) sleep in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Thorax. 1995; 50(4): 376-82.
[12]Zattara-Hartmann MC, Badier M, Guillot C, Tomei C, Jammes Y. Maximal force and endurance to fatigue of respiratory and skeletal muscles in chronic hypoxemic patients: the effects of oxygen breathing. Muscle nerve. 1995; 18(5): 495-502.
[13]Meessen NE, van der Grinten CP, Luijendijk SC, Folgering HT. Histamine induced bronchoconstriction and end tidal inspiratory activity in man. Thorax. 1996; 51(12): 1192-8.
[14]McEvoy RD, Popovic RM, Saunders NA, White DP. Effects of sustained and repetitive isocapnic hypoxia on ventilation and genioglossal and diaphragmatic EMGs. J Appl Physiol (1985). 1996; 81(2): 866-75.
[15]Tzelepis GE, Zakynthinos S, Vassilakopoulos T, Geroulanos S, Roussos C. Inspiratory maneuver effects on peak expiratory flow. Role of lung elastic recoil and expiratory pressure. Am J Respir Crit Care Med. 1997; 156(5): 1399-404.
[16]Field SK, Evans JA, Price LM. The effects of acid perfusion of the esophagus on ventilation and respiratory sensation. Am J Respir Crit Care Med. 1998 Apr;157(4 Pt 1):1058-62.
[17]Lake FR, Finucane KE, Hillman DR. Diaphragm inhibition with positive pressure ventilation: quantification of mechanical effects. Respiration physiology. 1999; 118(2-3): 149-61.
[18]Worsnop C, Kay A, Kim Y, Trinder J, Pierce R. Effect of age on sleep onset-related changes in respiratory pump and upper airway muscle function. J Appl Physiol (1985). 2000; 88(5): 1831-9.
[19]Serra A, Polese G, Braggion C, Rossi A. Non-invasive proportional assist and pressure support ventilation in patients with cystic fibrosis and chronic respiratory failure. Thorax. 2002; 57(1): 50-4.
[20]Jounieaux V, Parreira VF, Aubert G, Dury M, Delguste P, Rodenstein DO. Effects of hypocapnic hyperventilation on the response to hypoxia in normal subjects receiving intermittent positive-pressure ventilation. Chest. 2002; 121(4): 1141-8.
[21]Ergun P, Aydin G, Turay UY, Erdogan Y, Caglar A, Biber C. Short-term effect of nasal intermittent positive-pressure ventilation in patients with restrictive thoracic disease. Respiration. 2002; 69(4): 303-8.
[22]Puckree T, Cerny F, Bishop B. Does Intercostal Stretch Alter Breathing Pattern and Respiratory Muscle Activity in Conscious Adults? Physiotherapy. 2002; 88(2): 89-97.
[23]Duiverman ML, van Eykern LA, Vennik PW, Koeter GH, Maarsingh EJ, Wijkstra PJ. Reproducibility and responsiveness of a noninvasive EMG technique of the respiratory muscles in COPD patients and in healthy subjects. J Appl Physiol (1985). 2004; 96(5): 1723-9.
[24]Reynaud-Gaubert M, Guillot C, Faucher M, Jammes Y, Fuentes P, Badier M. Increased diaphragmatic strength and tolerance to fatigue after bilateral lung transplantation: an electromyographic study. J Electromyogr Kines. 2004; 14(2): 179-85.
[25]Stoohs RA, Blum HC, Knaack L, Butsch-von-der-Heydt B, Guilleminault C. Comparison of pleural pressure and transcutaneous diaphragmatic electromyogram in obstructive sleep apnea syndrome. Sleep. 2005; 28(3): 321-9.
[26]de Andrade AD, Silva TN, Vasconcelos H, Marcelino M, Rodrigues-Machado MG, Filho VC, et al. Inspiratory muscular activation during threshold therapy in elderly healthy and patients with COPD. J Electromyogr Kines. 2005; 15(6): 631-9.
[27]Knaack L, Blum HC, Hohenhorst W, Ryba J, Guilleminault C, Stoohs RA. Comparison of Diaphragmatic EMG and Oesophageal Pressure in Obstructed and Unobstructed Breathing during Sleep. Somnologie. 2005;9:159-65.
[28]Alonso JF, Mananas MA, Hoyer D, Topor ZL, Bruce EN. Evaluation of respiratory muscles activity by means of cross mutual information function at different levels of ventilatory effort. IEEE Trans Biomed Eng. 2007; 54(9): 1573-82.
[29]Hawkes EZ, Nowicky AV, McConnell AK. Diaphragm and intercostal surface EMG and muscle performance after acute inspiratory muscle loading. Respir Physiol Neurobiol. 2007; 155(3): 213-9.
[30]Eckert DJ, McEvoy RD, George KE, Thomson KJ, Catcheside PG. Effects of hypoxia on genioglossus and scalene reflex responses to brief pulses of negative upper-airway pressure during wakefulness and sleep in healthy men. J Appl Physiol (1985). 2008; 104(5): 1426-35.
[31]Chien MY, Wu YT, Lee PL, Chang YJ, Yang PC. Inspiratory muscle dysfunction in patients with severe obstructive sleep apnoea. European Respir J. 2010; 35(2): 373-80.
[32]Segizbaeva MO, Pogodin MA, Lavrova IN, Balykin MV, Aleksandrova NP. Effect of head-down tilt on respiratory responses and human inspiratory muscles activity. Human Physiol. 2011; 37(2): 52-9.
[33]Da Gama AE, de Andrade Carvalho L, Feitosa LA, do Nascimento Junior JF, Da Silva MG, Amorim CF, et al. Acute effects of incremental inspiratory loads on compartmental chest wall volume and predominant activity frequency of inspiratory muscle. J Electromyogr Kines. 2013; 23(6): 1269-77.
[34]Porszasz J, Cao R, Morishige R, Van Eykern LA, Stenzler A, Casaburi R. Physiologic effects of an ambulatory ventilation system in chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med. 2013; 188(3): 334-42.
[35]Basmajian J. & De Luca C. Muscles alive. Their functions revealed by electromyography. 5º ed., Baltimore: William & Wilkins, 1985. 561p.
[36]Hutten GJ, Van Thuijl HF, Van Bellegem ACM, Van Eykern LA & Van Aalderen WMC. A literature review of the methodology of EMG recordings of the diaphragm. Journal of Electromyogr Kinesiology. 2010; 20(2):185-90.
[37]Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, Shekelle P, Stewart LA and PRISMA-P Group. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. Systematic reviews, *4*(1), 1.