

MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA EM SAUDÁVEIS: ESCOLHER A MÉDIA DOS VALORES OU O MAIOR VALOR MENSURADO?

Maryne Ramos Silva¹
Catherine Correa Peruzzolo¹
Jéssica Canizelli Gonçalves¹
Thais Martins Albanaz da Conceição¹
Dayane Montemezzo¹
Elaine Paulin Ferrazecane¹

SILVA, M. R.; PERUZZOLO, C. C.; GONÇALEZ, J. C.; CONCEIÇÃO, T. M. A.; MONTEMEZZO, D.; FERRAZEANE, E. P. Mobilidade diafragmática em saudáveis: escolher a média dos valores ou o maior valor mensurado?. *Arq. Cienc. Saúde UNIPAR*, Umuarama, v. 23, n. 3, p. 209-213, set./dez. 2019.

RESUMOS: A mobilidade diafragmática é essencial para a ventilação pulmonar. Pela ultrassonografia sua mensuração é direta, porém o processamento das medidas encontra-se em divergência na literatura. Indica-se pelo valor médio das três incursões respiratórias máximas ou o maior valor dentre elas restringindo à variações de 10%. Dessa forma, não existe um consenso em relação ao processamento da medida de mobilidade diafragmática máxima. **Objetivo:** Comparar dois diferentes processamentos das medidas pela ultrassonografia para o maior valor de mobilidade diafragmática. **Materiais e métodos:** Estudo observacional transversal. Avaliou-se a mobilidade diafragmática pela ultrassonografia, com um transdutor convexo (3 MHz) posicionado anteriormente na região subcostal e leve inclinação cranial, em decúbito dorsal. Visualizou-se o hemidiafragma direito pelo ponto médio entre a linha médio clavicular e axilar anterior. Para visualizar a janela do diafragma e mensurar sua mobilidade foi utilizado o modo B, seguido do modo M. Os participantes realizaram inspirações máximas e os maiores valores com diferença máxima de 10% entre eles mensurados e registrados. Para análise, o maior valor e o valor médio obtido das três medidas foram considerados. Para normalidade dos dados foi realizado o teste de *Shapiro Wilk*. Para diferenças entre os registros, o teste de *t student*. **Resultados:** 30 indivíduos (30,33 ± 9,7 anos), 16 mulheres e 14 homens. A medida da mobilidade diafragmática pelo maior valor em comparação ao valor médio apresentou diferença estatisticamente significativa (8,11 ± 1,43 cm *versus* 7,79 ± 1,43 cm; *p*<0,001). **Conclusão:** O valor máximo da mobilidade diafragmática foi obtido por meio da análise do maior valor. Ao escolher a média, a mobilidade diafragmática pode ser subestimada.

PALAVRAS-CHAVE: Diafragma. Movimento. Respiração. Ultrassonografia.

DIAPHRAGMATIC MOBILITY ON HEALTHY INDIVIDUALS: CHOOSING BETWEEN MEAN OR THE HIGHEST MEASURED VALUES

ABSTRACT: Diaphragmatic mobility is essential to pulmonary ventilation. It can be directly measured by using ultrasonography, but the processing of the measurements can be found described differently in the literature. It can be measured as the average of at least three different cycles or from the greatest value among them restricting it to a 10% variation. Thus, there is no consensus about the processing of the maximum measurement of diaphragmatic mobility. **Objective:** Comparison of two different ultrasound measurement processings aiming at the diaphragmatic mobility maximum value. **Methodology:** Cross-sectional observational study. The diaphragmatic mobility was assessed by ultrasonography with convex transducer (3MHz) placed on the subcostal region between the midclavicular and anterior axillary. In order to explore the right diaphragmatic window and mobility, the B mode was used, followed by the M mode. The participants made maximum inspiration, and the highest value with a maximum difference of 10% was recorded. For statistical analysis, the mean and the highest value of three measurements were considered. The data distribution was analyzed with a Shapiro Wilk test and differences among records by the *t student* test. **Results:** 30 participants (30.33 ± 9.7 years) - 16 women and 14 men. The measurement of the diaphragmatic mobility obtained by the highest value compared against the mean value presented a statistically significant difference (8.11 ± 1.43 cm vs 7.79 ± 1.43 cm; *p*<0.001). **Conclusions:** The maximum value of diaphragmatic mobility was obtained by the analysis of the highest value. By choosing to use the mean value, diaphragmatic mobility may be underestimated.

KEYWORDS: Diaphragm. Ultrasonography. Movement. Breath.

Introdução

Na prática clínica a avaliação da mobilidade diafragmática é essencial para avaliar o grau de envolvimento muscular em doenças respiratórias e neuromusculares, pois quando a disfunção diafragmática é identificada, é possível estabelecer estratégias terapêuticas mais direcionadas e efetivas (BRÜGGEMANN *et al.*, 2018; PEDRINI *et al.*, 2018). A excursão craniocaudal do músculo diafragma favorece a ventilação pulmonar (BRÜGGEMANN *et al.*, 2018; AYOUB *et al.*, 2001; BOUSSUGES; GOLE; BLANC, 2009). Por outro lado, seu comprometimento é comumente observado em condições como distrofias musculares, doenças torácicas, respiratórias, abdominais, lesões de nervo frênico, cirurgias

abdominais, entre outras (BRÜGGEMANN *et al.*, 2018; AYOUB *et al.*, 2001; CHINALI *et al.*, 2009).

Diferentes formas de avaliação da mobilidade diafragmática são descritas na literatura, dentre elas a fluoroscopia, a tomografia axial computadorizada, a ressonância nuclear magnética, a radiografia de tórax e a ultrassonografia (US) (BOUSSUGES; GOLE; BLANC, 2009; SANTANA *et al.*, 2016; TOLEDO *et al.*, 2003). Contudo, a US tem sido amplamente utilizada, tanto na pesquisa quanto na prática clínica, por apresentar uma série de vantagens, como a ausência de radiação ionizante, a avaliação direta e em tempo real do valor da mobilidade diafragmática de forma não invasiva, rápida, reprodutível, portátil de fácil transporte e sem necessidade de cálculos corretivos (KANTARCI *et al.*, 2004;

DOI: 10.25110/arqsaude.v23i3.2019.7182

¹Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina. Centro de Ciências da Saúde e do Esporte (CEFID) Programa de Pós Graduação em Fisioterapia / Laboratório de Fisioterapia (LAFIR). e-mail: laineipaulin@gmail.com

GRAMS, et al., 2014; FERRARI et al., 2014).

Entretanto, a obtenção dos valores máximos da mobilidade diafragmática pela US é exposto na literatura de duas formas, pelo valor médio de três incursões respiratórias máximas ou pelo maior valor obtido dentre elas, em variações limitadas no valor máximo de 10% entre si (AYOUB et al., 2001; SANTANA et al., 2016; KANTARCI et al., 2004; GRAMS et al., 2014; AYOUB et al., 1997). Sendo assim, não há um consenso na literatura em relação a escolha de qual medida devemos utilizar para obter a máxima mobilidade diafragmática em indivíduos saudáveis. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi comparar se há diferença na escolha de avaliação da mobilidade diafragmática, entre o maior valor obtido ou o valor médio, para obtenção do valor da máxima mobilidade diafragmática em indivíduos saudáveis.

Material e Método

Trata-se de um estudo observacional transversal realizado no Laboratório de Fisioterapia Respiratória (LAFIR) da Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC) com aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da instituição, sob o número CAAE 76879617.5.0000.0118. Os participantes foram recrutados de forma aleatória e por conveniência, considerando os seguintes critérios de inclusão: sujeitos acima de 18 anos, de ambos os sexos, saudáveis, com valores espirométricos dentro da normalidade (Pereira et al. 2007), ausência, por auto relato, de qualquer tipo de doenças e conhecimento de gravidez. Foi considerado como critério de exclusão a impossibilidade de mensurar a mobilidade diafragmática por razões anatômicas no momento da avaliação. A partir da avaliação da mobilidade diafragmática dos 10 primeiros sujeitos da amostra, foi realizado um cálculo amostral, considerando a variável mobilidade diafragmática, com poder estatístico de 0,70 e nível de significância de 0,05. Sendo assim, 30 sujeitos foram incluídos no estudo (Portney; Watiins, 2008).

Primeiramente foram aferidos os parâmetros antropométricos, pelo estadiômetro e balança previamente calibrados, em seguida foram analisados os parâmetros cardiopulmonares (pressão arterial, frequência cardíaca, frequência respiratória e saturação periférica de oxigênio). Na sequência, os sujeitos foram submetidos à prova de função pulmonar, que foi realizada com o espirômetro digital portátil *EasyOne* da marca NDD®, Suíça, previamente calibrado, seguindo os métodos e critérios recomendados pela *American Thoracic Society (ATS)* e *European Respiratory Society (ERS)* (GIBSON; WHITELAW; SIAFAKAS, 2002). Foram obtidos os parâmetros: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) e a razão VEF_1/CVF . Aqueles que não apresentaram alterações nos valores espirométricos (razão $VEF_1/CVF > 70\%$, e $CVF \geq 80\%$ do previsto e $VEF_1 \geq 80\%$ do previsto) foram recrutados para a avaliação da mobilidade diafragmática.

Os sujeitos recrutados foram posicionados em decúbito dorsal, em uma maca padronizada para a coleta da mobilidade diafragmática, membros superiores estendidos ao longo do corpo, e membros inferiores semifletidos sustentados por um rolo ortopédico sob os joelhos. A avaliação foi realizada pelo ultrassom portátil da marca *Nanomax*; So-

nosite, Bothell, WA, EUA com transdutor de 3MHz, sendo padronizado para todos os participantes da coleta o posicionamento anteriormente na região subcostal, no ponto médio entre a linha média clavicular e axilar anterior, com uma leve inclinação em direção cranial, visualizando o terço posterior do hemidiafragma direito (BOUSSUGES; GOLE; BLANC, 2009) (Figura 1).

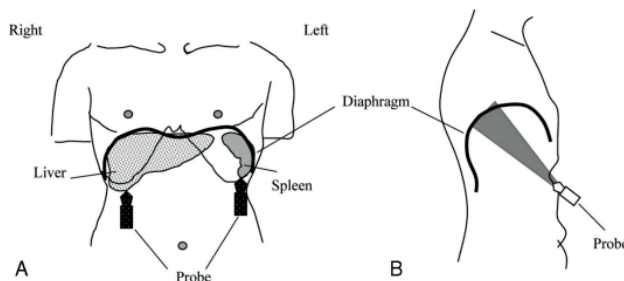


Figura 1: Demonstração do posicionamento e incidência do transdutor do Ultrassom. Letra A: Posicionamento de estudo do hemidiafragma direito. Letra B: Incidência inclinada, alcançando a parte posterior do diafragma. Fonte: (BOUSSUGES; GOLE; BLANC, 2009)

Para a visualização da janela do diafragma primeiramente foi utilizado o modo B do ultrassom, em seguida para mensurar a amplitude da mobilidade diafragmática utilizou-se o modo M (Figura 2). Foi solicitado que o sujeito realizasse três incursões respiratórias profundas, e mensurado três amplitudes da mobilidade diafragmática, sendo que essas não poderiam diferir mais que de 10% entre si, para assegurar a aferição do maior valor da mobilidade diafragmática de cada indivíduo. Na sequência, foi registrada o valor médio dessas três medidas e o maior valor foi obtido para o estudo.

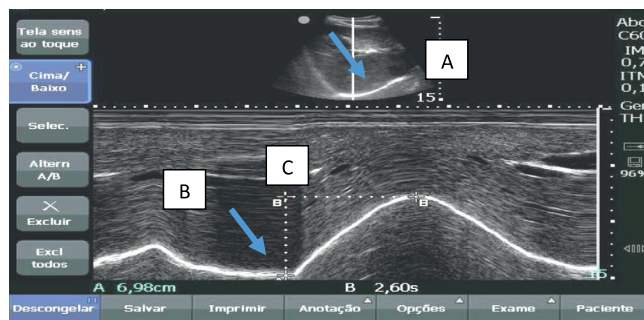


Figura 2: Visualização do diafragma pela ultrassonografia. A) Visualização do diafragma no modo 2D: a seta identifica o músculo diafragma. B) Demonstração do ultrassom modo M: a linha branca apontada pela seta é a representação do músculo diafragma. C) Intersecção das linhas pontilhadas: indica a amplitude de movimento do diafragma durante uma inspiração total.

Os resultados foram apresentados em frequência absoluta, medidas de tendência central e dispersão. Para verificar a distribuição normal dos dados foi realizado o teste *Shapiro Wilk*. O teste *t pareado* foi aplicado para comparar os valores de mobilidade diafragmática, ou seja: o maior valor da mobilidade diafragmática e o valor médio das três maiores medidas de mobilidade diafragmática, considerando que a diferença máxima entre elas não fosse maior que 10%. Foi considerado diferença estatisticamente significativa em

$p < 0,05$. A análise dos dados foi realizada pelo programa IBM SPSS *Statistics (Statistical Package for Social Sciences)* versão 20.0.

Resultados

Os 30 sujeitos recrutados foram incluídos na pesquisa, não sendo registrada perda amostral. Sendo 46% homens e 54% mulheres, adultos jovens, com IMC dentro dos parâmetros da normalidade. As variáveis espirométricas foram expressas em valor percentual dos valores previstos (Tabela 1).

Tabela 1: Caracterização dos sujeitos

Homens (n)	14
Mulheres (n)	16
Idade (anos)	30,33 ±9,7
IMC (Kg/m ²)	24,29 ±2,84
CVF/VEF ₁ %	84 ± 0,6
CVF (L)	4,42±0,89
CVF (%)	98,08±9,41
VEF ₁ (L)	3,73±0,74
VEF ₁ (%)	99,6±9,8

CVF: Capacidade Vital Forçada;

VEF₁: Volume Expirado no primeiro segundo;

IMC: Índice de Massa Corporal; n: Números; L: Litros Kg: quilogramas; m²: metros ao quadrado.

A mobilidade diafragmática através do maior valor e do valor médio estão representados na tabela 2. Houve diferença estatisticamente significativa entre a mobilidade diafragmática obtida pelo maior valor (8,11±1,43cm) e pelo valor médio dos 3 maiores valores (7,79±1,43cm), $p < 0,05$. A medida do erro foi calculada usando o desvio padrão dos escores de diferença entre o valor médio e o maior valor, através da seguinte fórmula: $ME = \frac{S_d}{\sqrt{2}}$ (Portney; Watkins, 2008) conforme tabela 2.

Tabela 2: Comparação da mobilidade diafragmática

	M±DP	CV	CV _{ME} %	IC 95%	
				LS	LI
VM [#]	7,78±1,39	17,8	11,0	0,99	0,98
MV [#]	8,10±1,38	17,0	11,0	0,99	0,97

M: média; DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; CVME%: coeficiente de variação do erro do método; IC95%: intervalo de confiança de 95% da média da diferença; LS: limite superior; LI: limite inferior; VM: valor médio; MV: média dos valores. #: unidade de medida em centímetros. * $p < 0,05$.

Discussão

No presente estudo foi observado que o maior valor da mobilidade diafragmática é estatisticamente significativo em relação ao valor médio obtido dos três valores coletados. Sendo assim, deve ser considerado o maior valor coletado e não o valor médio, isto porque, ao considerarmos a média, podemos estar subestimando o valor da mobilidade diafragmática. Neste sentido, análises complementares foram apli-

cadas a fim de avaliar erro de medida, como o coeficiente de variação e o coeficiente de variação do erro de medida. Segundo Portney e Watkins (2008), índices de coeficiente de variação pequenos refletem menor erro de medida, no caso 17% e 11% respectivamente, como visto anteriormente na tabela 2 dos resultados. Corroborando com os achados estatísticos dos resultados.

Conforme visto nos resultados do presente estudo, a diferença entre o maior valor e o valor médio foi de 0,32 cm. Ayoub *et al.* (2001) em seu estudo investigou a mobilidade diafragmática através do US, antes e após a realização de colecistectomia, e em seus achados encontraram uma diferença de 0,4 cm, semelhante ao deste estudo, durante a respiração tranquila, associado a isto, apresentaram diminuição da capacidade inspiratória e do volume inspiratório total após a cirurgia. Yamaguti *et al.* (2012) em seu estudo comparou a mobilidade diafragmática em indivíduos saudáveis e pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), antes e após intervenção utilizando o exercício diafragmático, sendo que, a diferença dos indivíduos com DPOC moderada e DPOC grave também foi de 0,4 cm. Trevisan *et al.* (2015) objetivou em seu trabalho analisar a mobilidade diafragmática de respiradores nasais em comparação a respiradores bucais, e em seus achados a diferença entre os dois grupos foi de 0,38 cm, sendo que os autores associaram os respiradores bucais a menor força muscular e capacidade de exercício, com efeito negativo na qualidade de vida. Sendo assim, apesar de parecer numericamente pequeno, toda diferença na mobilidade diafragmática deve ser considerada, sendo que repercute diretamente nas condições clínicas dos indivíduos.

Além disso, o valor da mobilidade do hemidiafragma direito em participantes saudáveis deste estudo foi semelhante aos valores relatados em estudos anteriores, com pouca variação entre os valores, como no estudo de Boussuges *et al.* (2009) que encontraram um valor médio de 6,13cm e de Cohen *et al.* (1994) que encontraram um valor médio de 6,7cm. É crucial medir a mobilidade do diafragma, sendo de suma importância um valor não subestimado, porque a disfunção desse músculo é comumente observada nas distrofias musculares; lesão do nervo frênico; pacientes que receberam ventilação mecânica prolongada; pacientes com lesão da medula espinhal superior; pacientes de cirurgia cardíaca, torácica e abdominal; e pacientes com sequelas de poliomielite, desnutrição e doença pulmonar obstrutiva crônica (GRAMS *et al.*, 2014; PALKAR *et al.*, 2018; LLOYD *et al.*, 2006).

Tendo em vista que para avaliar a mobilidade diafragmática podem ser utilizados diversos equipamentos, como a tomografia computadorizada, a ressonância magnética, a radiografia de tórax e a US, discute-se dentre os instrumentos e métodos qual proporciona a melhor avaliação (BOUSSEGES *et al.*, 2009; SANTANA *et al.*, 2016; TOLEDO *et al.*, 2003). Dentre os citados, a radiografia é um exame rotineiro para identificação de elevação de cúpulas diafragmáticas, porém apresenta como desvantagem a exposição à radiação e não possibilita uma avaliação dinâmica. Já a fluoroscopia, é capaz de avaliar em tempo real a mobilidade diafragmática, porém, a limitação também é a exposição frequente do indivíduo à radiação e o acesso ao aparelho. A ressonância magnética considerada como exame acurado para o estudo anatômico, detalhado de várias porções do diafragma, no entanto, devido a menor velocidade de aquisição

da imagem, o estudo do movimento diafragmático pode ficar prejudicado. Além disso, dificulta a acessibilidade, o porte e o custo dos equipamentos (HAJI *et al.*, 2016). Contudo, conhecer a mobilidade diafragmática do paciente, seja por qualquer método que o fisioterapeuta tiver a disposição, auxilia no direcionamento do tratamento e, conseqüentemente nos benefícios gerados. Sendo assim, mesmo a diferença entre o valor médio e o maior valor não serem, aparentemente grande, clinicamente é importante, pois diante de pequenas mudanças no movimento do principal músculo da respiração que é o diafragma, pode refletir na ventilação pulmonar e conseqüentemente na realização das atividades de vida diária.

Satisfazendo as necessidades de uma análise do maior valor absoluto, em tempo real, a não exposição à radiações ionizantes, o baixo custo, a US torna-se um recurso acessível, de fácil manuseio e aprendido. A US é um método utilizado em diversas áreas da fisioterapia, e tem se elevado no contexto de avaliação da mecânica respiratória atingindo inclusive a realidade de cuidados críticos, nos quais apontam seu uso no período do desmame de ventilação mecânica (PALKAR *et al.*, 2018). Atualmente, a avaliação da musculatura respiratória tem ganhado importância na prática clínica e assim tem-se aprimorado. Novos recursos tem sido apresentados na literatura e o fisioterapeuta ganha espaço no seu uso para a acurada avaliação e melhor planejamento da sua assistência (LLOYD *et al.*, 2006), contudo ao escolher uma ferramenta de avaliação é importante ter certeza que é válida e confiável, assim como garantir que o valor registrado é o máximo que pode ser realizado pelo sujeito.

Como limitação do estudo realizado, citamos o poder estatístico, de 70%. Como sugestão para estudos futuros, a realização novamente deste protocolo com um número maior de indivíduos, e por conseqüência um poder estatístico maior. E o fato de estudarmos apenas uma forma de medir a mobilidade diafragmática, apesar da literatura apresentar várias outras.

Conclusão

Ao analisar a mobilidade diafragmática de indivíduos saudáveis pelo método ultrassonográfico do deslocamento craniocaudal do músculo diafragma, deve ser considerado o maior valor obtido para não subestimar a mobilidade diafragmática.

Referências

AYOUB, J. *et al.* Non-invasive quantification of diaphragm kinetics using m-mode sonography. **Canadian Journal of Anesthesia**, v. 44, n. 7, p. 739-44, 1997.

AYOUB, J. *et al.* Diaphragm movement before and after cholecystectomy: a sonographic study. **Anesthesia & Analgesia**, v. 92, n. 3, p. 755-61, 2001.

BOUSSUGES, A.; GOLE, Y.; BLANC, P. Diaphragmatic motion studied by M-mode ultrasonography. **Chest**, v. 135 n. 2 p. 391-400, 2009.

BRÜGGEMANN, A. K. V. *et al.* Mobilidade diafragmática

direita e esquerda em indivíduos saudáveis e na doença pulmonar obstrutiva crônica. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 25, n. 2, p. 126-133, 2018.

CHINALI, C. *et al.* Inspirometria de incentivo orientada a fluxo e padrões ventilatórios em pacientes submetidos a cirurgia abdominal alta. **ConScientiae Saúde**, v. 8, n. 2, p. 203-210, 2009.

COHEN, E. *et al.* Excursion-volume relation of the right hemidiaphragm measured by ultrasonography and respiratory airflow measurements. **Thorax**, v. 49, p. 885-889, 1994.

FERRARI, G. *et al.* Diaphragm ultrasound as a new index of discontinuation from mechanical ventilation. **Critical Ultrasound Journal**, v. 7, n. 6, p. 8, 2014.

GIBSON, G. J.; WHITELAW, W.; SIAFAKAS, N. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 166, n. 4, p. 518-624, 2002.

GRAMS, S. T. *et al.* Assessment of the reproducibility of the indirect ultrasound method of measuring diaphragm mobility. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 34, n. 1, p. 18-25, 2014.

KANTARCI, F. *et al.* Normal diaphragmatic motion and the effects of body composition: determination with M-mode sonography. **Journal of Ultrasound in Medicine**, v. 23, n. 2, p. 255-60, 2004.

LLOYD, T. *et al.* Diaphragmatic paralysis: the use of M mode ultrasound for diagnosis in adults. **Spinal Cord**, v. 44, n. 8, p. 505-8, 2006.

PALKAR, A. *et al.* Serial Diaphragm Ultrasonography to Predict Successful Discontinuation of Mechanical Ventilation. **Lung**, v. 196, n. 3, p. 363-368, 2018.

PEDRINI, A. *et al.* Validade e confiabilidade da avaliação da mobilidade diafragmática pelo método da área radiográfica em sujeitos saudáveis. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 44, n. 3, p. 220-226, 2018.

PEREIRA, C. A. C.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. **J Bras Pneumol**. v. 33 n, 4 p 397-406, 2007

PORTNEY, L. G. Watkins MP. Sampling. *In*: Portney LG, Watkins MP, editors. **Foundations of Clinical Research Applications to Practice**. New Jersey: Pearson Prentice Hall; 2009: p. 608-611.

SANTANA, P. V. *et al.* Identificação da diminuição da mobilidade diafragmática e do espessamento diafragmático na doença pulmonar intersticial: utilidade da ultrassonografia. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 42, n. 2, p. 88-94, 2016.

TOLEDO, N. S. *et al.* Right hemidiaphragmatic mobility: assessment with US measurement of craniocaudal displacement of left branches of portal vein. **Radiology**, v. 228, n. 2, p. 389-94, 2003.

TREVISAN, M. A. *et al.* Diaphragmatic amplitude and accessory inspiratory muscle activity in nasal and mouth-breathing adults: A cross-sectional study. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 25 n. 3 p. 463 - 468

YAMAGUTI, W. P. *et al.* Diaphragmatic breathing training program improves abdominal motion during natural breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 93, n. 4, p. 571-577, 2012.

HAJI, K. *et al.* Interpreting diaphragmatic movement with bedside imaging, review article. **Journal of Critical care**, v. 34, p. 56-65, 2016.

Recebido em: 26/11/2018

Aceito em: 17/07/2019