

Interação toracoabdominal e sua relação com os fatores de risco biológico em recém-nascidos prematuros

Thoracoabdominal interaction and its relationship with biological risk factors in premature newborns

Interacción toracoabdominal y su relación con los factores de riesgo biológico en recién nacidos prematuros

Simone Nascimento Santos Ribeiro¹, Lorena Batista Lourenço², Giuliana de Souza Sena³,
Sabrinne Suelen Santos Sampaio⁴, Silvana Alves Pereira⁵

RESUMO | O objetivo do estudo foi avaliar a participação toracoabdominal durante a respiração e sua relação com os fatores de risco clínicos em recém-nascidos prematuros (RNPT). Trata-se de um estudo multicêntrico, transversal, realizado em duas unidades de cuidado intermediário neonatal com RNPT entre 26-35 semanas, estáveis hemodinamicamente, que fizeram uso de oxigênio ou suporte ventilatório durante a fase da internação. O movimento lateral do tronco foi filmado por 2 minutos e os vídeos foram avaliados no *software* MATLAB® para interpretação quantitativa da participação toracoabdominal, por um pesquisador cego sobre os dados da amostra. Os dados foram expressos graficamente em cm² representando os valores máximos, mínimos e médios da participação de tórax e abdômen. O coeficiente de Pearson foi usado para avaliar a correlação entre as variáveis neonatais com a mobilidade. Foram avaliados 2.080 *frames* de 26 RNPT com idade gestacional média de 31 semanas $\pm 2,34$. Quanto maior a idade e o peso, maior a participação do tórax na respiração ($r=0,55$; $p=0,001$); e quanto maior o tempo de internação, menor é a sua participação ($r=-0,40$; $p=0,04$). A participação do abdômen aumenta de acordo com o aumento do número de dias em uso de oxigênio ($r=0,33$; $p=0,001$) e diminui com o aumento da idade e do peso ($r=-0,41$;

$p=0,001$). A participação toracoabdominal tem relação direta com a idade gestacional e o peso. Como fatores externos, o uso prolongado de oxigênio e o tempo de internação interferem negativamente no padrão respiratório, uma vez que o aumento da participação abdominal durante a biomecânica respiratória pode representar um gasto energético.

Descritores | Recém-Nascido Prematuro; Mecânica Respiratória; Parede Torácica; Parede Abdominal; Fotogrametria.

ABSTRACT | The objective of this study was to assess the participation of thoracoabdominal muscles in breathing and its relationship with clinical risk factors in preterm newborns (PTNBs). This is a multicenter, cross-sectional study conducted in two neonatal intermediate care units with PTNBs between 26 and 35 weeks of age, hemodynamically stable, who used oxygen or ventilatory support during hospital stay. The lateral movements of the thorax were filmed for 2 minutes and the videos were quantitatively evaluated by a researcher blinded to sample data using the MATLAB Software for assessing thoracoabdominal participation patterns. Data for the maximum, minimum and mean values of the participation of the thorax and abdomen were expressed graphically in cm². The Pearson

Estudo desenvolvido no Hospital Sofia Feldman, Belo Horizonte (MG), e na Maternidade Escola Januário Cicco, Natal (RN), Brasil.

¹Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais (FCMMG) – Belo Horizonte (MG), Brasil. E-mail: simonensribeiro@gmail.com. Orcid: 0000-0002-9364-7836

²Hospital Sofia Feldman – Belo Horizonte (MG), Brasil. E-mail: lorenalourencolbl@gmail.com. Orcid: 0000-0002-9364-7836

³Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – Natal (RN), Brasil. E-mail: giulianasena_29@hotmail.com. Orcid: 0000-0002-9555-684X

⁴Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – Natal (RN), Brasil. E-mail: sabrinne.suelen@gmail.com. Orcid: 0000-0002-8915-7412

⁵Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – Natal (RN), Brasil. E-mail: apsilvana@ccs.ufrn.br. Orcid: 0000-0002-6226-2837

Endereço para correspondência: Silvana Alves Pereira – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Fisioterapia, Campus Universitário Lagoa Nova – Natal (RN), Brasil – CEP: 59078-970 – E-mail: apsilvana@ccs.ufrn.br – Fonte de financiamento: nada a declarar – Conflito de interesses: nada a declarar – Apresentação: 25 mar. 2019 – Aceito para publicação: 12 jul. 2019 – Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Facisa/UFRN) sob o protocolo nº 2.283.210.

correlation coefficient was used to assess the correlation between neonatal variables and mobility. We evaluated 2,080 frames of 26 newborns with an average gestational age of 31 weeks \pm 2.34. The greater the age and weight, the greater the participation of the thorax in breathing ($r=0.55$, $p=0.001$); and the longer the hospital stay, the lower the thoracic participation ($r=-0.40$, $p=0.04$). The participation of the abdomen increases according to the increase in the number of days of oxygen use ($r=0.33$, $p=0.001$) and decreases with higher age and weight ($r=-0.41$, $p=0.001$). The thoracoabdominal participation pattern is directly related to gestational age and weight. Prolonged use of oxygen and the length of hospital stay adversely affect the respiratory pattern, since increasing abdominal participation in respiratory biomechanics may increase energy expenditure.

Keywords | Infant, Premature; Respiratory Mechanics; Thoracic Wall; Abdominal Wall; Photogrammetry.

RESUMEN | El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la participación toracoabdominal durante la respiración y su relación con los factores de riesgo clínico en recién nacidos prematuros (RNPT). Este es un estudio transversal, multicéntrico, realizado en dos unidades de cuidados intermedios neonatales con RNPT entre 26-35 semanas, hemodinámicamente estables, que utilizaron oxígeno o soporte ventilatorio durante la hospitalización.

El movimiento lateral del tronco se filmó durante 2 minutos, y un investigador a ciegas sobre los datos de la muestra evaluó los videos por medio del *software* MATLAB® para la interpretación cuantitativa de la participación toracoabdominal. Los datos se reprodujeron gráficamente en cm^2 representando los valores máximos, mínimos y promedio de la participación del tórax y el abdomen. El coeficiente de Pearson se utilizó para evaluar la correlación entre las variables neonatales con la movilidad. Se evaluaron 2.080 *frames* de 26 RNPT con una edad gestacional promedio de 31 semanas \pm 2,34. Cuanto mayor es la edad y el peso, mayor es la participación del tórax en la respiración ($r=0,55$; $p=0,001$), y cuanto más largo es el tiempo de hospitalización, menor será su participación ($r=-0,40$; $p=0,04$). La participación del abdomen aumenta conforme aumenta la cantidad de días utilizando oxígeno ($r=0,33$; $p=0,001$) y disminuye con el aumento de la edad y el peso ($r=-0,41$; $p=0,001$). La participación toracoabdominal está directamente relacionada con la edad gestacional y el peso. Como factores externos, el uso prolongado de oxígeno y el tiempo de hospitalización afectan negativamente al patrón de respiración, ya que el aumento de la participación abdominal durante la biomecánica respiratoria puede representar un gasto de energía.

Palabras clave | Recién Nacido Prematuro; Mecánica Respiratoria; Pared Torácica; Pared Abdominal; Fotogrametría.

INTRODUÇÃO

As condições anatômicas da mecânica respiratória de um recém-nascido prematuro (RNPT) não são favoráveis para manter um volume pulmonar estável sem gasto energético^{1,2}. As costelas são cartilaginosas e horizontalizadas, a caixa torácica é complacente e circular, há redução no número de alvéolos e uma ventilação colateral quase inexistente³.

O músculo diafragma é mais achatado e seu ângulo de inserção na caixa torácica é horizontalizado, o que dificulta o mecanismo de alavanca durante a contração muscular além da musculatura pulmonar enfraquecida e dos demais músculos esqueléticos, em decorrência da redução do tamanho e do número de fibras musculares^{1,4}.

Todas essas características diminuem a eficiência da ventilação pulmonar e implicam aumento do seu gasto energético, despertando maior preocupação quanto ao seu prognóstico².

O aperfeiçoamento de tecnologias e procedimentos não invasivos em Unidades de Terapia Intensiva (UTI),

para monitorização dessa mecânica respiratória, contribui para uma avaliação mais precisa e permite uma análise da mobilidade toracoabdominal^{5,6}. Há muito tempo são considerados clinicamente úteis na avaliação de desconforto respiratório em recém-nascidos e são usados rotineiramente em escores que medem o grau de dificuldade respiratória na neonatologia⁷⁻¹¹.

Um dos métodos que têm demonstrado precisão na descrição da mobilidade toracoabdominal e permitido estabelecer uma avaliação acessível com boa reprodutibilidade e um baixo custo é a videogrametria¹²⁻¹⁴.

Apesar de a avaliação videogramétrica inferir comportamentos mecânicos respiratórios de relevante utilidade clínica para a fisioterapia respiratória^{9,11-13} – como a evolução do controle muscular respiratório em estratégias complementares ao tratamento de doenças respiratórias e situações clínicas associadas às condutas fisioterapêuticas^{3,10,14} –, ainda não há estudos que abordam os aspectos relacionados ao RNPT. Nesta perspectiva, este estudo se propõe a avaliar, através de uma análise videogramétrica, a participação toracoabdominal durante

a respiração e sua relação com os fatores de risco clínicos em RNPT.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo multicêntrico, transversal, realizado em unidades de cuidado intermediário neonatal de dois hospitais, um localizado na região Sudeste e outro na região Nordeste do Brasil.

A amostragem foi feita por conveniência e o recrutamento ocorreu entre abril e dezembro de 2017. Todos os RNPT inclusos na pesquisa fizeram uso de algum suporte ventilatório (ventilação mecânica invasiva, ventilação não invasiva intermitente, pressão positiva contínua em vias áreas), possuíam idade gestacional inferior a 37 semanas e seis dias, peso superior a 1,3kg, faziam uso da dieta enteral plena e respiravam em ambiente no dia da avaliação.

Procedimentos para as filmagens

Para refinamento do experimento de coleta entre os dois hospitais, um treinamento por vídeo conferência foi realizado entre as duas unidades e envolveu a avaliação de cinco RNPT, que não entraram no estudo. O ajuste do cenário de coleta e o posicionamento dos recém-nascidos foram idênticos e todos os cinco experimentos foram discutidos entre as duas equipes.

O cenário foi construído sobre uma estrutura de madeira com espessura de 1,5cm, 56cm de altura e 61cm de largura. A estrutura foi revestida com folhas de Etil Vinil Acetato (EVA) na cor preta. Os RNPT foram posicionados em supino, sem roupa, sobre a estrutura com os membros superiores dispostos em flexão, abdução e rotação externa, quadril flexionado a aproximadamente 110° com exposição máxima da região toracoabdominal, e foram fixados três marcadores adesivos circulares da cor verde escura na parede lateral do tronco^{3,6}.

Três avaliadores participaram do experimento. O primeiro ficou ao nível da região cefálica do RNPT, garantindo um posicionamento correto. O segundo foi posto ao nível da região podálica, mantendo o quadril maior que 90° e evitando que os membros inferiores (MMII) estivessem em contato com o abdome. O terceiro esteve no comando da câmera para a realização dos vídeos, que foram feitos com uma câmera de celular sobre um tripé com altura de 1m e calibrada para captar todo o movimento lateral do tronco.

Os recém-nascidos foram filmados durante 120 segundos uma única vez e, quando necessário, utilizou-se, antes da coleta do vídeo, sucção não nutritiva com solução diluída de glicose (0,1mL de sacarose a 24%) para acalmar os RNPT⁷. O modelo metodológico descrito neste estudo foi adaptado do estudo de Ricieri e Rosário Filho⁵, Ripka et al.¹².

Interpretação dos vídeos e análise estatística

Os vídeos foram avaliados no *software* MATLAB® para interpretação quantitativa da participação toracoabdominal por um pesquisador cego sobre os dados da amostra. Os dados foram expressos graficamente em cm² representando os valores máximos, mínimos e médios da participação do tórax e do abdômen, e foram utilizadas médias e desvios-padrão para análise das variáveis descritivas. Para examinar a normalidade das variáveis quantitativas, utilizou-se o teste Kolmogorov-Sminov. O coeficiente de correlação de Pearson (r) foi usado para avaliar e mensurar a correlação linear entre as variáveis quantitativas neonatais com a mobilidade, adotando como classificação para interpretação da magnitude das correlações: r=0,1 até 0,3 (fraco); r=0,4 até 0,6 (moderado); r=0,7 até 1 (forte).

RESULTADOS

Foram avaliados 2.320 *frames* de 29 RNPT e, destes, três foram excluídos por falha na análise dos vídeos, sendo incluídos no estudo 2.080 *frames* correspondentes a 26 RNPT. Todos os recém-nascidos usaram algum suporte ventilatório e a média em dias de uso de oxigênio foi de 11 (± 19) dias. Os dados descritivos da amostra estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados demográficos da amostra

	Mínimo	Máximo	Média	DP
Idade gestacional (semanas)	26	35	31	2,34
Peso ao nascimento (g)	750	2.240	1.398	383
Dias de internação	6	84	22	18,11
Mobilidade Abdominal (cm ²)	45	245	116	62,65
Mobilidade Torácica (cm ²)	98	294	184	49,62

A participação do abdômen apresentou correlação negativa com a idade gestacional e o peso ao nascimento e positiva com os dias de uso de oxigênio. A participação do tórax apresentou correlação positiva com a idade gestacional e negativa com dias de internação. Todas as correlações foram

fracas, exceto a participação torácica × peso ao nascimento. Os coeficientes de correlação de Pearson para as correlações selecionadas estão demonstrados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Correlação da participação do abdômen com as variáveis selecionadas

Participação Abdômen vs	r*	p
Idade gestacional	-0,41	0,01
Peso ao nascer	-0,57	0,01
Dias de O ₂	0,33	0,04

*: coeficiente de correlação de Pearson.

Tabela 3. Correlação da participação do tórax com as variáveis selecionadas

Participação Tórax vs	r*	p
Idade gestacional	0,55	0,01
Peso ao nascer	0,96	0,01
Dias de internação	-0,4	0,04

*: coeficiente de correlação de Pearson.

DISCUSSÃO

A participação do tórax foi maior quanto maior o peso e a idade gestacional, diminuindo com o aumento de dias de internação. A participação abdominal só é maior quanto maior for o uso de oxigênio. Essa participação foi medida pela mensuração do movimento toracoabdominal, anteriormente citado por outros autores^{3,5,6,12-14} e recentemente usado na área de neonatologia^{3,9,10}.

Em todos esses estudos^{3,5,6,12-14} o movimento respiratório foi medido a partir do deslocamento lateral do compartimento toracoabdominal e, apesar de estudarem diferentes sujeitos e situações clínicas, todos apresentaram resultados satisfatórios na diferenciação do contorno torácico e abdominal, corroborando nossos resultados.

A análise videogramétrica foi utilizada recentemente por Gomes et al.⁹ e Gomes et al.¹⁰. Nestes estudos, os autores filmaram o recém-nascido por 60 segundos e avaliaram, a partir dos fotogramas extraídos da filmagem, o comportamento toracoabdominal antes e após diferentes manobras da fisioterapia respiratória, demonstrando ser uma metodologia efetiva para a aquisição de medições e informações numéricas em aplicações clínicas neonatais^{9,10}.

Nos RNPT, as alterações mecânicas e musculares do sistema respiratório contribuem para um aumento da mobilidade abdominal e, conseqüentemente, um maior gasto energético e uma piora clínica progressiva³.

O movimento abdominal faz parte da mecânica respiratória neonatal e acontece de forma predominante

devido às desvantagens biomecânicas da caixa torácica, como aumento da complacência, horizontalização das costelas e diafragma, diminuição da zona de aposição diafragmática e imaturidade da musculatura abdominal e intercostal¹. Em nosso estudo, a participação abdominal foi maior quanto menor a idade e o peso, corroborando a ideia da imaturidade do sistema¹, e reforçando a hipótese de uma alteração da mecânica respiratória e assincronia da caixa torácica¹⁵.

Outro achado do estudo foi a relação entre o uso de oxigênio e o aumento da mobilidade abdominal. Estudos demonstram que RNPT que usam oxigênio por mais de 10 dias apresentam depressão respiratória, vasodilatação pulmonar, vasoconstrição sistêmica arterial e fibrose pulmonar¹⁵⁻¹⁷. Uma hipótese para justificar nossos achados está relacionada ao processo de fibrose pulmonar, o que deixaria a caixa torácica mais rígida, aumentando a participação da área abdominal na respiração e corroborando os achados de Rocha¹⁵ e Pereira¹⁶. O que também justifica o fato de o tempo de internação ter relação negativa com a participação torácica. Quanto maior o tempo de internação, maior a exposição aos fatores que aumentam o estresse oxidativo e a liberação de radicais livres^{18,19}.

Esse estresse oxidativo é decorrente do desenvolvimento incompleto dos sistemas antioxidantes do RNPT, que favorece o desencadeamento de lesões teciduais. Com isso, os radicais tóxicos oxidam enzimas, quebram a estrutura do DNA, inibem as proteases e induzem a peroxidação lipídica. Todos esses fatores geram reações inflamatórias que provocam a interrupção do crescimento e desenvolvimento pulmonar¹⁶⁻¹⁹.

A alteração da mobilidade toracoabdominal é um achado comumente perceptível em recém-nascidos em terapia intensiva²⁰. Frequentemente, avalia-se esse padrão respiratório por meio do número de incursões respiratórias e da qualidade da expansibilidade torácica: quanto menor a mobilidade torácica e maior a frequência respiratória, pior a condição clínica do recém-nascido²⁰. No entanto, pacientes neonatais não controlam voluntariamente a sinergia do trabalho muscular durante a respiração, e os estudos que descrevem estas alterações se limitam a dados retrospectivos ou subjetivos, o que compromete a interpretação dos resultados e valoriza a utilização de metodologias objetivas, como a indicada em nosso estudo.

Apesar das unidades de alta complexidade neonatais terem modificado sua assistência²¹, na prática clínica, métodos não invasivos capazes de quantificar de forma objetiva a evolução respiratória são preferíveis e mais

confiáveis, quando comparados à avaliação subjetiva da qualidade da expansibilidade torácica²².

Neste estudo, apresentamos um modelo objetivo e quantitativo e demonstramos que fatores externos, como uso prolongado de oxigênio e tempo de internação, interferem negativamente no padrão respiratório de RNPT, aumentando a participação abdominal durante a respiração espontânea.

Porém apesar de o estudo apontar resultados promissores quanto à mensuração da mobilidade respiratória em RNPT, algumas limitações devem ser consideradas. Esse método de avaliação exige que o recém-nascido permaneça imóvel em decúbito dorsal, o que pode causar irritação e dificultar a coleta, exigindo um número maior de avaliadores ou até mesmo a indicação de sucção não nutritiva para contenção dos movimentos. Para o futuro, espera-se quantificar a mobilidade respiratória a partir de uma avaliação seriada com a incorporação da filmagem em equipamentos rotineiramente usados na unidade neonatal, como incubadoras e monitores multiparamétricos, e, dessa forma, possibilitar a identificação precoce de alterações da mobilidade em recém-nascidos de diferentes idades e condições clínicas.

Apesar das limitações inerentes à coleta das filmagens, o método foi suficiente para demonstrar que a participação toracoabdominal tem relação direta com idade gestacional e o peso; e os fatores externos, como uso prolongado de oxigênio e tempo de internação, interferem negativamente no padrão respiratório, uma vez que o aumento da participação abdominal durante a biomecânica respiratória pode representar um gasto energético.

REFERÊNCIAS

- Gaultier C. Respiratory muscle function in infants. *Eur Respir J*. 1995;8:150-3. doi: 10.1183/09031936.95.08010150
- Rugolo LMSS. Growth and developmental outcomes of the extremely preterm infant. *J Pediatr*. 2005;81(1):S101-10. doi: 10.1590/S0021-75572005000200013
- Guerra JIA, Nagem DAP, Moran CA, Gomes VLS, Carvalho JMC, Pereira SA. Avaliação da mobilidade toracoabdominal por fotogrametria em recém-nascidos após a técnica de aumento do fluxo expiratório. *Fisioter Mov*. 2017;30(4):789-95. doi: 10.1590/1980-5918.030.004.a014
- Dimitriou G, Fouzas S, Vervenioti A, Tzifas S, Mantagos S. Prediction of extubation outcome in preterm infants by composite extubation indices. *Pediatr Crit Care Med*. 2011;12(6):e242-9. doi: 10.1097/PCC.0b013e3181fe3431
- Ricieri DV, Rosário Filho NA. Efetividade de um modelo fotogramétrico para a análise da mecânica respiratória toracoabdominal na avaliação de manobras de isovolume em crianças. *J Bras Pneumol*. 2009;35(2):144-50. doi: 10.1590/S1806-37132009000200007
- Oliveira HB, Pereira SA, Vale BEC, Nagem DAP. Sistema de reconhecimento de imagens para avaliação do movimento toracoabdominal em recém-nascidos. *Rev Bras Inov Tecnol Saúde*. 2016;6(1):1-10. doi: 10.18816/r-bits.v6i1.9998
- Sivan Y, Deakers TW, Newth CJL. Thoracoabdominal asynchrony in acute upper airway obstruction in small children. *Am Rev Respir Dis*. 1990;142(3):540-4. doi: 10.1164/ajrccm/142.3.540
- Fernandes BP, Quaresma PA, Franco JDA. Atuação da fisioterapia no esforço respiratório em crianças hospitalizadas com infecção respiratória aguda: um estudo comparativo. *Fisioter Bras*. 2017;18(2):140-7.
- Gomes VLS, Farias PHS, Nagem DAP, Gomes DC, Silva GFA, Moran CA, et al. Impact of type of delivery on thoracoabdominal mobility of newborns. *J Hum Growth Dev*. 2018;28(2):148-53. doi: 10.7322/jhgd.127865
- Gomes DC, Fonseca Filho GG, Araújo AGF, Gomes VLS, Medeiros Júnior NB, Cavalcanti BE, et al. Avaliação biofotogramétrica da mobilidade toracoabdominal de recém-nascido após fisioterapia respiratória. *Fisioter Bras*. 2018;19(1):28-34. doi: 10.33233/fb.v19i1.2179
- Mohan V, Perri M, Paungmali A, Silitertpisan P, Joseph LH, Jathin R, et al. Intra-rater and inter-rater reliability of total faulty breathing scale using visual observation and videogrammetry methods. *J Bodyw Mov Ther*. 2017;21(3):694-8. doi: 10.1016/j.jbmt.2016.10.007
- Ripka WL, Ulbricht L, Gewehr PM. Application of a photogrammetric kinematic model for prediction of lung volumes in adolescents: a pilot study. *Biomed Eng Online*. 2014;13(1):21. doi: 10.1186/1475-925X-13-21
- Fekr AR, Janidarmian M, Radecka K, Zilic Z. Movement analysis of the chest compartments and a real-time quality feedback during breathing therapy. *Netw Model Anal Health Inform Bioinform*. 2015;4-21. doi: 10.1007/s13721-015-0093-2
- Ricieri DV. Princípios processuais da biofotogrametria e sua adaptação para medidas em estudos sobre movimentos respiratórios toracoabdominais [tese] [Internet]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2008 [cited 2020 Jun 16]. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/259620336>
- Rocha G. Stress oxidativo na lesão pulmonar neonatal. *Rev Port Pneumol*. 2008;14(1):113-26. doi: 10.1016/S0873-2159(15)30221-X
- Pereira SA. O uso do oxigênio em prematuros: o que os olhos não veem o pulmão sente. *Movimenta* [Internet]. 2012 [cited 2020 Jun 16];5(3):207-8. Available from: <https://www.revista.ueg.br/index.php/movimenta/article/view/7069/4839>
- McEvoy CT, Jain L, Schmidt B, Abman S, Bancalari E, Aschner JL. Bronchopulmonary dysplasia: NHLBI workshop on the primary prevention of chronic lung diseases. *Ann Am Thorac Soc*. 2014;11 Suppl 3:S146-53. doi: 10.1513/AnnalsATS.201312-424LD
- Weinberger B, Laskin DL, Heck DE, Laskin JD. Oxygen toxicity in premature infants. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2002;181(1):60-7. doi: 10.1006/taap.2002.9387

19. Seddon P. Options for assessing and measuring chest wall motion. *Paediatr Respir Rev.* 2015;16(1):3-10. doi: 10.1016/j.prrv.2014.10.006
20. Hammer J, Newth CJL. Assessment of thoraco-abdominal asynchrony. *Paediatr Respir Rev.* 2009;10(2):75-80.
21. Arakaki VDSNM, Gimenez IL, Correa RM, Santos RSD, Sant'anna CC, Ferreira HC. Mapeamento demográfico e caracterização do perfil de assistência fisioterapêutica oferecida nas unidades de terapia intensiva neonatais do Rio de Janeiro (RJ). *Fisioter Pesq.* 2017;24(2):143-8. doi: 10.1590/1809-2950/16470124022017
22. Silva ROE, Campos TF, Borja RO, Macêdo TMF, Oliveira JS, Mendonça KMP. Valores de referência e fatores relacionados à mobilidade torácica em crianças brasileiras. *Rev Paul Pediatr.* 2012;30(4):570-5.