

José da Natividade Menezes Júnior¹, Ludmilla Mota Silva¹, Leonardo José Moraes Santos², Helena França Correia², Wende Lopes³, Virgínia Eugênia Pinheiro e Silva⁴, Jorge Luis Motta dos Anjos¹, Bruno Prata Martinez^{3,5}

Reprodutibilidade das mensurações da mecânica respiratória em pacientes sob ventilação mecânica invasiva

Reproducibility of respiratory mechanics measurements in patients on invasive mechanical ventilation

1. Hospital Geral Roberto Santos - Salvador (BA), Brasil.

2. Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas, Universidade Federal da Bahia - Salvador (BA), Brasil.

3. Universidade do Estado da Bahia - Salvador (BA), Brasil.

4. Hospital Universitário Professor Edgard Santos - Salvador (BA), Brasil.

5. Programa de Pós-Graduação em Medicina e Saúde, Universidade Federal da Bahia - Salvador (BA), Brasil.

RESUMO

Objetivo: Avaliar a reprodutibilidade intra e interexaminador das mensurações da resistência e das complacências estática e dinâmica do sistema respiratório em pacientes sob ventilação mecânica.

Métodos: Trata-se de estudo analítico realizado com indivíduos com idade ≥ 18 anos, em ventilação mecânica invasiva, que não tinham diagnóstico clínico de doença do aparelho respiratório e/ou anormalidade de caixa torácica. Foram realizadas três aferições da mecânica respiratória com intervalo de 1 minuto entre elas. A primeira e a terceira aferições foram realizadas pelo avaliador A e a segunda aferição, pelo avaliador B. A comparação dos valores de resistência e complacências estática e dinâmica do sistema respiratório foi calculada por meio do coeficiente de correlação intraclasse.

Resultados: Foram realizadas 198 aferições da mecânica respiratória em 66 pacientes sob ventilação mecânica, com idade média de $52,6 \pm 18,6$ anos, índice de massa corporal médio de $21,6 \pm 2,1 \text{ kg/m}^2$, predomínio do perfil cirúrgico (61,5%) e sexo feminino (53,8%). Foram obtidos valores médios das três aferições para resistência do sistema respiratório (A1: $15,7 \pm 6,8 \text{ cmH}_2\text{O/L/s}$; B1: $15,7 \pm 6,4 \text{ cmH}_2\text{O/L/s}$ e A2:

$15,9 \pm 6,2 \text{ cmH}_2\text{O/L/s}$), para complacência estática do sistema respiratório (A1: $42,1 \pm 13,7 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$; B1: $42,4 \pm 14,6 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$ e A2: $42,2 \pm 14,5 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$) e para complacência dinâmica do sistema respiratório (A1: $21,3 \pm 7,3 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$; B1: $21,4 \pm 7,5 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$ e A2: $21,3 \pm 6,2 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$). Também foram encontrados valores do coeficiente de correlação intraclasse para resistência do sistema respiratório ($R = 0,882$ e $p = 0,001$; $R = 0,949$ e $p = 0,001$ - interexaminadores A1 versus B e B versus A2, respectivamente; $R = 0,932$ e $p = 0,001$ - intraexaminador); complacência estática do sistema respiratório ($R = 0,951$ e $p = 0,001$; $R = 0,958$ e $p = 0,001$ - interexaminadores A1 versus B e B versus A2, respectivamente; $R = 0,965$ e $p = 0,001$ - intraexaminador) e complacência dinâmica do sistema respiratório ($R = 0,957$ e $p = 0,001$; $R = 0,946$ e $p = 0,001$ - interexaminadores A1 versus B e B versus A2 respectivamente; $R = 0,926$ e $p = 0,001$ - intraexaminador).

Conclusão: A mensuração de mecânica respiratória apresenta boa reprodutibilidade intra e interexaminador para as aferições de resistência e complacências estática e dinâmica do sistema respiratório em pacientes ventilados.

Descritores: Mecânica respiratória; Respiração artificial; Reprodutibilidade dos testes

Conflitos de interesse: Nenhum.

Submetido em 19 de setembro de 2019

Aceito em 1 de março de 2020

Autor correspondente:

Bruno Prata Martinez

Universidade Federal da Bahia

Avenida Reitor Miguel Calmon, s/n - Canela

CEP: 40231-300 - Salvador (BA), Brasil

E-mail: brunopmartinez@hotmail.com

Editor responsável: Leandro Utino Taniguchi

DOI: 10.5935/0103-507X.20200068

INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica (VM) é um recurso frequentemente utilizado no cuidado com o paciente crítico, no intuito de promover repouso da musculatura respiratória e permitir adequada oferta tecidual de oxigênio. Embora essencial para a sobrevivência, esse suporte não está isento de riscos, e deve-se ter atenção à monitorização dos



parâmetros de mecânica respiratória, já que alterações desses parâmetros podem aumentar o risco de lesão pulmonar induzida pela VM. Atualmente, há uma preocupação crescente quanto à chamada lesão pulmonar induzida pela VM, gerada pelo estresse mecânico, que é imposto ao parênquima pulmonar e pode gerar consequências tanto no nível pulmonar quanto no sistêmico.^(1,2)

O entendimento sobre a mecânica respiratória permite utilizar os parâmetros avaliados como norteadores para os ajustes da VM no intuito de reduzir a lesão a ela associada,⁽¹⁾ além de auxiliar na indicação e na avaliação de intervenções fisioterapêuticas.⁽²⁾

A lesão pulmonar induzida pelo ventilador é uma forma de lesão iatrogênica causada pela manutenção inadequada da ventilação, especialmente em pacientes com mecânica respiratória comprometida. Esse processo leva à liberação de mediadores inflamatórios e gera perpetuação da dependência do suporte ventilatório.⁽³⁾ Com o intuito de minimizar esses riscos, foram desenvolvidas estratégias de ventilação, com o objetivo de prevenção da lesão pulmonar. A monitorização e a análise do sistema respiratório fornecem subsídios para entender a dinâmica ventilatória e, assim, otimizar o suporte ventilatório.^(4,5)

A mecânica pulmonar refere-se ao estudo das forças que agem sobre o sistema respiratório. As medidas utilizadas são a complacência e a resistência.⁽⁶⁾ A complacência está associada com a capacidade de distensibilidade pulmonar e é resultado da variação de volume dividido pela variação de pressão. A resistência está relacionada com a condução de ar, sendo influenciada por fatores como presença de secreção em vias aéreas e estreitamento destas. O acompanhamento dessas variáveis permite a comparação longitudinal dos dados ao longo do período durante o qual o paciente permanece em VM.^(1,6,7) Para isso, deve haver boa reprodutibilidade entre os avaliadores, com a finalidade de conferir significância clínica ao manejo de pacientes críticos.

Apesar de ser um parâmetro relevante para monitorização da impedância do sistema respiratório, não há estudos que descrevam a reprodutibilidade das mensurações da mecânica respiratória: resistência (Raw) e complacências estática (Cest sr) e dinâmica (Cdyn sr) do sistema respiratório. Desta forma, este estudo teve como objetivo avaliar a reprodutibilidade intra e interexaminador das mensurações da Raw, Cest sr e Cdyn sr em pacientes sob VM.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo analítico, realizado nas unidades de terapia intensiva (UTI) de um hospital

público de grande porte na cidade de Salvador (BA). Foram incluídos participantes com idade ≥ 18 anos, em uso de VM invasiva, em modos assisto-controlados, sedados e sem interação com o ventilador mecânico (totalmente entregues ao ventilador) visualizada pela análise gráfica das curvas de fluxo *versus* tempo e pressão *versus* tempo, hemodinâmica estável caracterizada por ausência ou necessidade de baixas doses de drogas vasoativas ou inotrópicas (até 0,3mg/kg), sem fraturas recentes (caixa torácica, coluna vertebral e quadril) e que não tivessem diagnóstico clínico de doença do aparelho respiratório e/ou anormalidades de caixa torácica. Foram excluídos aqueles que apresentaram alteração da pressão arterial média maior que 20% em relação à avaliação basal, pressão arterial sistólica (PAS) < 90 mmHg visualizada por mensuração da pressão arterial de forma invasiva e queda de saturação de oxigênio (SpO₂) $< 90\%$ durante as mensurações.

O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Geral Roberto Santos, sob CAAE 57895516.8.1001.5028. Após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelo familiar e/ou responsável, foram realizadas três aferições da mecânica respiratória por dois avaliadores, com intervalo de 1 minuto entre as mesmas. A primeira e a terceira mensurações foram realizadas pelo avaliador A e a segunda, pelo avaliador B.

A avaliação da mecânica do sistema respiratório foi realizada por meio do método de interrupção do fluxo ao final da inspiração, sendo necessários o uso do modo ventilatório a volume e o tempo de pausa inspiratória de 0,5 segundos.⁽⁷⁾ Os valores usados para essas mensurações foram volumes correntes (VC) de 6mL/kg de peso ideal, fluxo de 40 - 60L/minuto, em torno de 10% do VC e frequência respiratória de 15 incursões por minuto.⁽⁷⁾

O valor de Cest sr foi obtido pela fórmula (Cest sr) = VC/Pplatô - pressão positiva expiratória final (PEEP), ao passo que, para a avaliação da Cdyn sr, foi utilizada a fórmula (Cdyn sr) = VC/(Ppico-PEEP). Os valores de Raw foram avaliados pela fórmula Rva = (Ppico-Pplatô)/fluxo (L).

As comorbidades descritas na tabela 1 referem-se a hipertensão arterial sistêmica, *diabetes mellitus*, insuficiência renal crônica, dislipidemia, síndrome da imunodeficiência adquirida, acidente vascular encefálico prévio, fibrilação atrial e doença arterial obstrutiva crônica.

Foi utilizado o *software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), versão 22.0, para *Windows*, para análise e tabulação dos dados. A normalidade dos dados foi mensurada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. A comparação dos valores de Raw, Cest sr e Cdyn sr entre as três aferições foi calculada pelo coeficiente de correlação

intraclasse (CCI), sendo considerado significância estatística valor de $p < 0,05$.

O CCI é uma ferramenta utilizada para mensurar a confiabilidade de medidas. Quanto mais próximo o CCI estiver de 1, maior é a correlação.⁽⁸⁾ Ele pode ser classificado como de razoável reprodutibilidade se entre 0,4 e 0,59, boa reprodutibilidade se entre 0,6 e 0,74 e excelente reprodutibilidade se acima de 0,74.⁽⁹⁾

RESULTADOS

Foram realizadas 198 aferições da mecânica respiratória em 66 pacientes sob VM incluídos no estudo (Figura 1). Destes, 53,8% eram do sexo feminino, com idade média de $52,6 \pm 18,6$ anos, índice de massa corporal (IMC) médio de $21,6 \pm 2,1 \text{ kg/m}^2$, predomínio de perfil cirúrgico (59,1%) e das cirurgias neurológicas, conforme dados descritos na tabela 1.

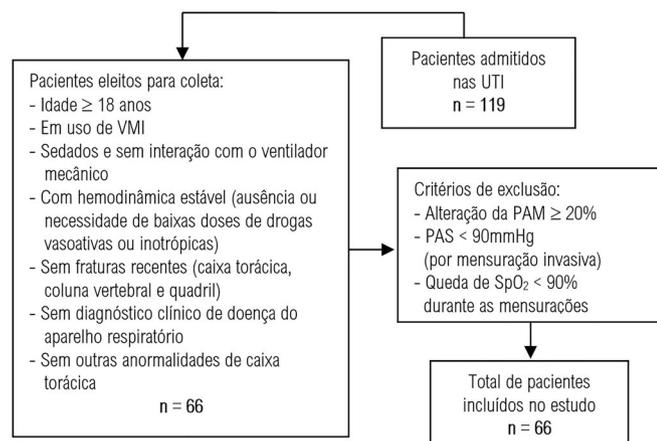


Figura 1 - Fluxograma do recrutamento dos pacientes do presente estudo. UTI - unidade de terapia intensiva; VMI - ventilação mecânica invasiva; PAM - pressão arterial média; PAS - pressão arterial sistólica; SpO₂ - saturação de oxigênio.

Foram encontrados para Cest sr (A1: $42,1 \pm 13,7$; A2: $42,2 \pm 14,5$ e B: $42,4 \pm 14,6 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$), Cdyn sr (A1: $21,3 \pm 7,3$; A2: $21,3 \pm 6,2$ e B: $21,4 \pm 7,5 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$) e Raw (A1: $15,7 \pm 6,8$; A2: $15,9 \pm 6,2$ e B: $15,7 \pm 6,4 \text{ cmH}_2\text{O/L/s}$). Na análise do CCI, foi observado excelente reprodutibilidade, conforme indicado nas figuras 2 a 4. Os seguintes valores do CCI foram encontrados para Raw interexaminadores (A1 x B: $R = 0,882$ e $p = 0,001$); (B x A2: $R = 0,949$ e $p = 0,001$); para Raw intraexaminador, foram encontrados (A1 x A2: $R = 0,932$ e $p = 0,001$); para Cest sr interexaminadores (A1 x B: $R = 0,951$ e $p = 0,001$) e (B x A2: $R = 0,958$ e $p = 0,001$); para Cest sr intraexaminador (A1 x A2: $R = 0,965$ e $p = 0,001$); para Cdyn sr interexaminadores (A1 x B: $R = 0,957$ e $p = 0,001$); (B x A2: $R = 0,946$ e $p = 0,001$) e para Cdyn intraexaminador (A1 x A2: $R = 0,926$ e $p = 0,001$).

Tabela 1 - Dados clínicos e demográficos dos pacientes incluídos

Variáveis	n (%)	Média e DP
Idade		$52,6 \pm 18,6$
IMC (kg/m^2)		$21,6 \pm 2,1$
Sexo		
Masculino	31 (46,2)	
Feminino	35 (53,8)	
Perfil admissional		
Clínico	27 (40,9)	
Cirúrgico	39 (59,1)	
Motivo da internação na UTI		
Pós-operatório de cirurgias neurológicas	27 (40,9)	
Doenças neurológicas	18 (27,3)	
Pós-operatório de cirurgias abdominais	8 (12,1)	
Sepses	5 (7,5)	
Pós-operatório de cirurgias vasculares	3 (4,5)	
Insuficiências renais	2 (3)	
Insuficiências hepáticas	1 (1,5)	
Neoplasias	1 (1,5)	
Complicações pós-parto	1 (1,5)	
Presença de comorbidades	33 (50)	

DP - desvio padrão; IMC - índice de massa corporal; UTI - unidade de terapia intensiva.

DISCUSSÃO

O presente estudo identificou uma boa reprodutibilidade e precisão intra e interexaminador para aferições da mecânica pulmonar em pacientes mecanicamente ventilados, o que reforça a confiabilidade dessa medida na prática clínica diária para o diagnóstico e o acompanhamento longitudinal das alterações de impedância do sistema respiratório.

Um aspecto relevante do estudo é que não houve diferença significativa, do ponto de vista clínico, para as três mensurações de mecânica respiratória para Cest sr, Cdyn sr e Raw, o que pode reforçar a necessidade de apenas uma medida – e não três, como comumente realizada. Isso agrega valor à assistência da equipe, já que reduz o tempo necessário para aferição dessas medidas.

Os métodos utilizados para realização da medida de mecânica respiratória podem ser dinâmicos ou estáticos. Na medida dinâmica, o fluxo não é interrompido, ou seja, o próprio algoritmo do ventilador mecânico oferece o resultado, com base das curvas obtidas, associando-as à equação do movimento.⁽¹⁰⁾ No presente estudo, foi utilizada a monitorização estática, a qual é a forma mais utilizada na prática clínica,⁽¹⁰⁾ na qual o fluxo é interrompido e se obtém, de forma direta, o valor da complacência pulmonar, além da Raw. Outro ponto a

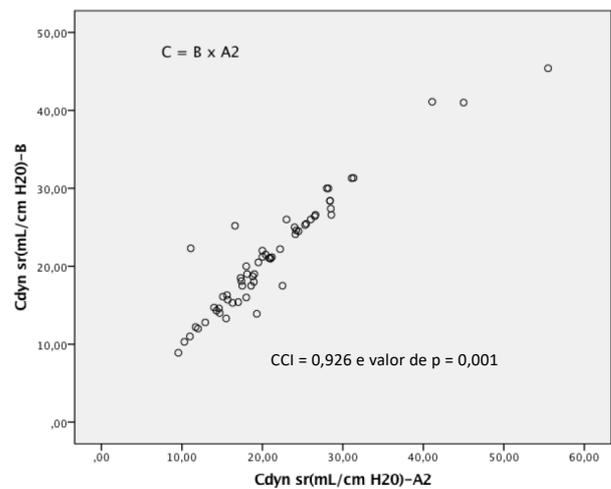
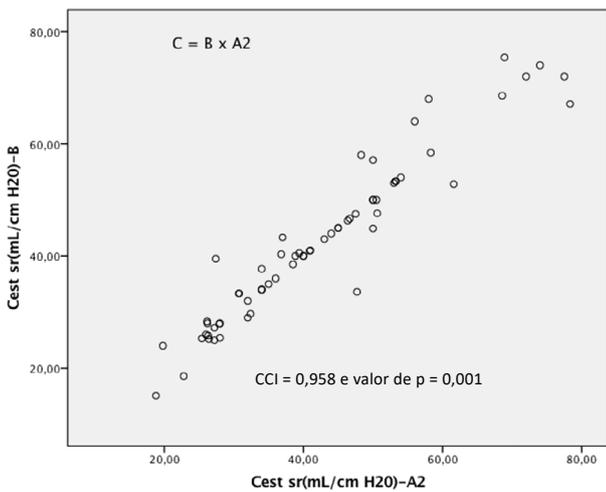
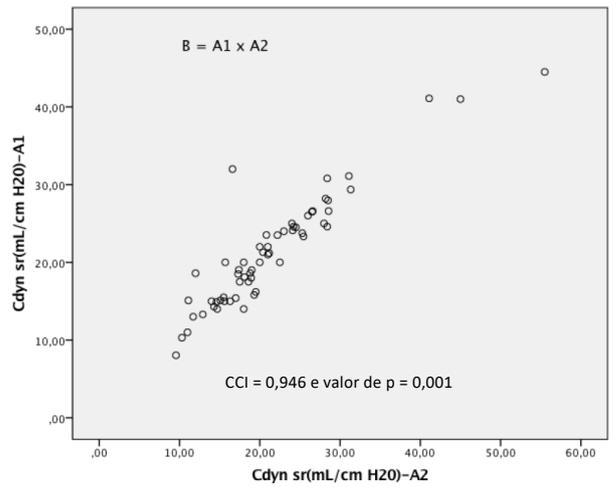
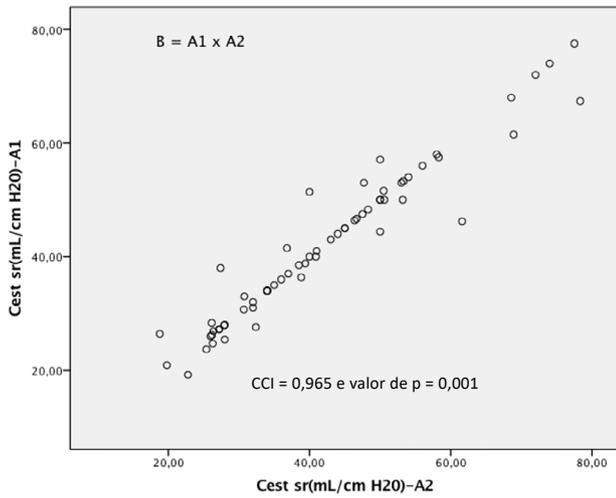
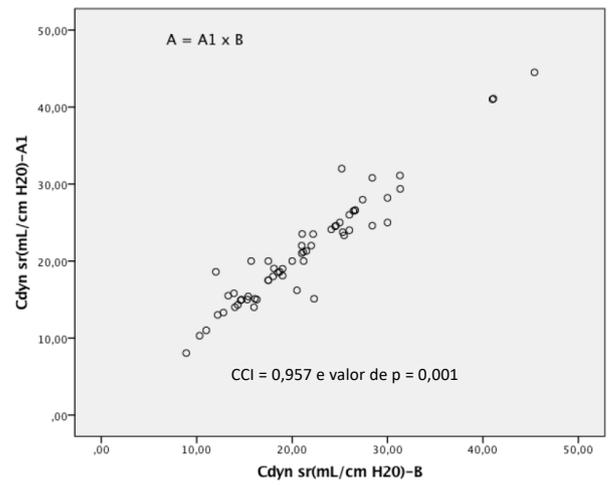
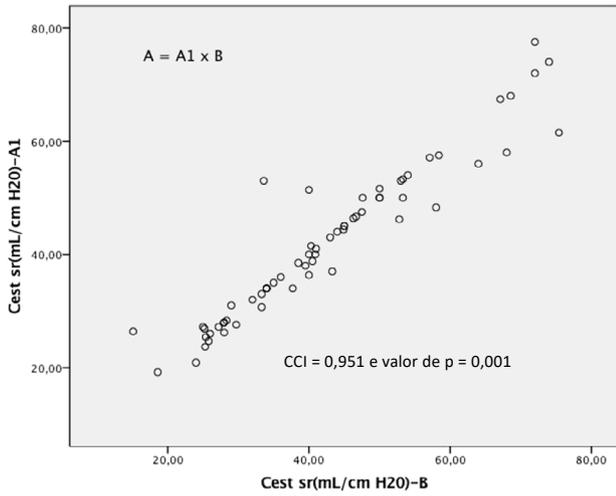


Figura 2 - Análise dos coeficientes de correlação intraclassa entre as mensurações da complacência estática do sistema respiratório para os interavaliadores (A = A1 x B e C = B x A2) e os intra-avaliadores (B = A1 x A2), com n = 66. CCI - coeficiente de correlação intraclassa; Cest sr - complacência estática do sistema respiratório.

Figura 3 - Análise dos coeficientes de correlação intraclassa entre as mensurações da complacência dinâmica do sistema respiratório para os interavaliadores (A = A1 x B e C = B x A2) e os intra-avaliadores (B = A1 x A2). CCI - coeficiente de correlação intraclassa; Cdyn sr - complacência dinâmica do sistema respiratório.

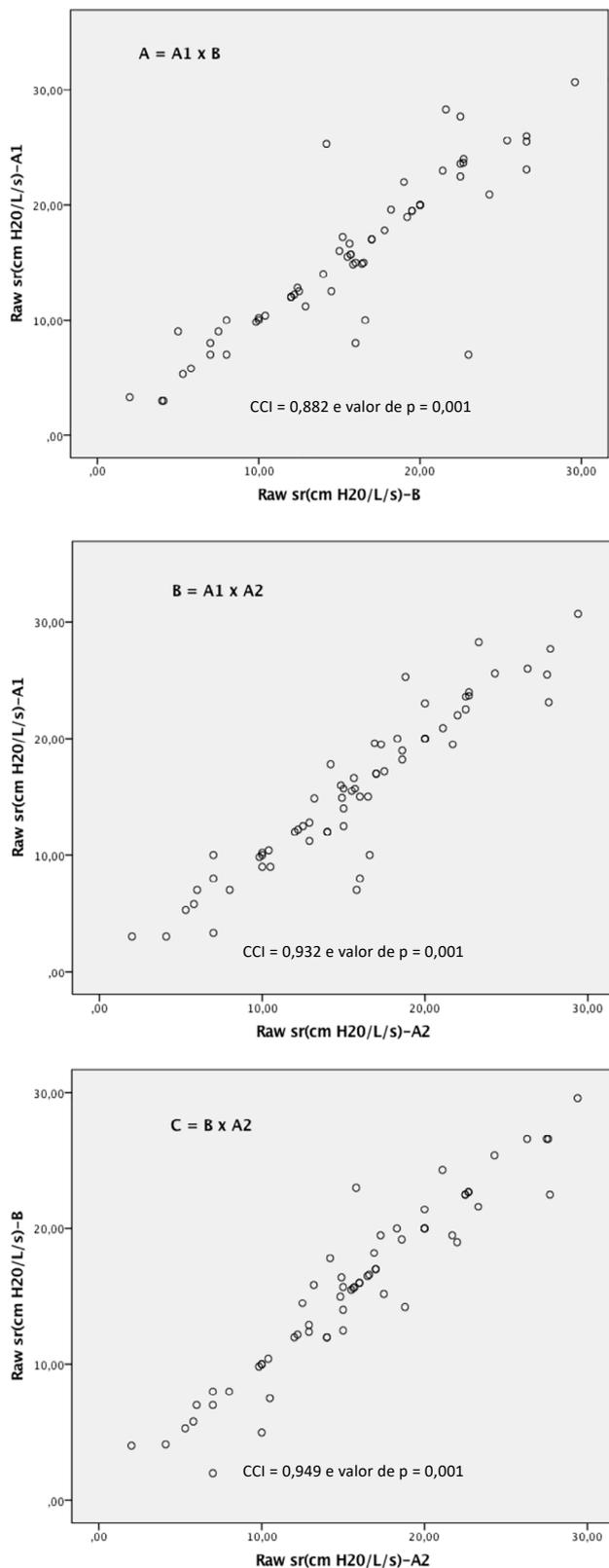


Figura 4 - Análise dos coeficientes de correlação intraclass entre as mensurações da resistência do sistema respiratório para os interavaliadores (A = A1 x B e C = B x A2) e os intra-avaliadores (B = A1 x A2). CCI - coeficiente de correlação intraclass; Raw - resistência das vias aéreas.

ser relatado é que o tempo de pausa para obtenção dessa interrupção de fluxo e consequente aferição da Cest sr foi de 0,5 segundo, o que difere de algumas literaturas que relatam tempo de 2,0 segundos.^(7,11) A justificativa para tal foi que o tempo de 0,5 segundo foi suficiente para estabilização do ar nos alvéolos para obtenção da pressão de platô. O uso de tempo de pausa inadequados pode gerar medidas incorretas, bem como expor o paciente a um possível maior estresse pulmonar no uso de tempos maiores que o necessário.

Daoud et al.⁽¹²⁾ avaliaram a acurácia das mensurações da mecânica pulmonar exibidas pelo ventilador mecânico por meio do método dos mínimos quadrados, o qual utiliza a equação do movimento junto dos dados de pressão, volume e fluxo, para estimativa da complacência e da resistência pulmonar. Os autores observaram que esses valores não são confiáveis, principalmente durante a respiração ativa, pois geram superestimação da complacência e subestimação da resistência. A opção da realização das medidas pelo método de oclusão ao final da inspiração se configura como fácil e rápido de ser realizado na prática clínica,⁽¹²⁾ sendo a medida realizada em todas aferições no presente estudo para não ocorrência desse viés de aferição.

No presente estudo, os valores médios obtidos para Cest sr foram semelhantes ao encontrado por outros autores⁽⁶⁾ e permaneceram abaixo de valores encontrados por outros.^(11,13) A complacência total do sistema respiratório em pacientes ventilados e anestesiados é de aproximadamente 70 - 80mL/cmH₂O, o que é superior e quase o dobro da medida encontrada no presente estudo.⁽¹⁴⁾ Já Arnal et al., ao descreverem as propriedades da mecânica respiratória de pacientes ventilados, observaram valores médios de 54mL/cmH₂O de Cest sr em sujeitos sem doença pulmonar.⁽¹⁵⁾ Embora já esteja bem estabelecida a importância clínica das avaliações, a equipe assistencial se depara com a ausência de valores preditivos para realização de comparação com o valor encontrado, permitindo apenas a comparação longitudinal destes. Isso reforça a necessidade do desenvolvimento de equações preditivas para a mecânica respiratória.

Em relação à importância da mensuração da mecânica respiratória na prática diária, alguns autores relatam que a medida de complacência pulmonar estática está associada com o prognóstico dos pacientes sob uso de VM, no que diz respeito aos tempos de VM e de internamento na UTI.⁽¹⁶⁾ Já Kock et al., ao avaliarem o risco das alterações da mecânica respiratória para predição de desfechos como mortalidade, observaram que os resultados das medidas estão fortemente associados com o risco de morte.⁽⁶⁾ Esses dados fortalecem a importância clínica das mensurações para o manejo de pacientes críticos.

Já está bem estabelecida a aplicabilidade da mensuração estática da mecânica respiratória na realização da estratégia para prevenção de lesão induzida pela VM, principalmente em pacientes com *síndrome do desconforto respiratório agudo*.⁽¹⁷⁾ Essa estratégia visa reduzir o biotrauma, no qual há resposta inflamatória gerada por forças biofísicas aplicadas ao parênquima pulmonar e que está associada à hiperdistensão e à abertura e ao fechamento cíclico dos alvéolos. Para tanto, recomenda-se utilização de VC, pressão de distensão < 15cmH₂O e manutenção da pressão de platô < 30cmH₂O.^(1,3,7)

Este foi o primeiro estudo que se propôs a avaliar a reprodutibilidade inter e intraexaminador das mensurações da mecânica pulmonar, sendo que a excelente confiabilidade encontrada por meio dos valores obtidos do CCI (> 0,75) asseguram que há uniformidade entre as avaliações. Além disso, o método utilizado para realização da mensuração é o mais acessível e comum na prática clínica.

Uma das limitações encontradas nesse estudo foi a necessidade de o paciente estar totalmente sedado para

mensuração da mecânica, o que limitou um maior tamanho amostral, pois, para a mensuração mais acurada, há necessidade de ausência do esforço muscular respiratório do paciente. Esse fator também é algo que influencia no uso das mensurações da mecânica respiratória de forma mais rotineira na prática diária, já que, cada vez mais, os pacientes encontram-se sem sedação e participando da VM. No presente estudo, não houve solicitação para aumento de sedação e nem foi realizada hiperventilação alveolar para inibição de *drive* respiratório e posterior aferição da mecânica. Outra limitação é que foram usados diferentes ventiladores mecânicos, o que pode ter interferido nos valores obtidos.

CONCLUSÃO

A mensuração da mecânica respiratória apresentou boa reprodutibilidade intra e interexaminador para as aferições de resistência e das complacências estática e dinâmica do sistema respiratório em pacientes sob ventilação mecânica invasiva.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the intra- and interexaminer reproducibility of measurements of the resistance and static and dynamic compliance of the respiratory system in patients on mechanical ventilation.

Methods: This was an analytical study conducted with individuals aged ≥ 18 years who were on invasive mechanical ventilation and had no clinical diagnosis of respiratory system disease and/or chest abnormality. Three measurements of respiratory mechanics were performed with a 1-minute interval between them. The first and third measurements were performed by examiner A, the second by examiner B. The values for the resistance and static and dynamic compliance of the respiratory system were compared using the intraclass correlation coefficient.

Results: A total of 198 measurements of respiratory mechanics were performed for 66 patients on mechanical ventilation. The patients had a mean age of 52.6 ± 18.6 years and a mean body mass index of 21.6 ± 2.1 kg/m²; a surgical profile (61.5%) and female sex (53.8%) were predominant. Mean values were obtained for the three measurements of respiratory system resistance (A1: 15.7 ± 6.8 cmH₂O/L/s;

B1: 15.7 ± 6.4 cmH₂O/L/s and A2: 15.9 ± 6.2 cmH₂O/L/s), respiratory system static compliance (A1: 42.1 ± 13.7 mL/cmH₂O; B1: 42.4 ± 14.6 mL/cmH₂O and A2: 42.2 ± 14.5 mL/cmH₂O) and respiratory system dynamic compliance (A1: 21.3 ± 7.3 mL/cmH₂O; B1: 21.4 ± 7.5 mL/cmH₂O and A2: 21.3 ± 6.2 mL/cmH₂O). The intraclass correlation coefficient was also calculated for respiratory system resistance (R = 0.882 and p = 0.001; R = 0.949 and p = 0.001 - interexaminer A1 versus B and B versus A2, respectively; R = 0.932 and p = 0.001 - intraexaminer); respiratory system static compliance (R = 0.951 and p = 0.001; R = 0.958 and p = 0.001 - interexaminer A1 versus B and B versus A2, respectively; R = 0.965 and p = 0.001 - intraexaminer) and respiratory system dynamic compliance (R = 0.957 and p = 0.001; R = 0.946 and p = 0.001 - interexaminer A1 versus B and B versus A2, respectively; R = 0.926 and p = 0.001 - intraexaminer).

Conclusion: The measurements of resistance and static and dynamic compliance of the respiratory system show good intra- and interexaminer reproducibility for ventilated patients.

Keywords: Respiratory mechanics; Respiration, artificial; Reproducibility of results

REFERÊNCIAS

- García-Prieto E, Amado-Rodríguez L, Albaiceta GM; por el grupo de Insuficiencia Respiratoria Aguda de la SEMICYUC. [Monitorization of respiratory mechanics in the ventilated patient]. *Med Intensiva*. 2014;38(1):49-55.
- Faustino EA. Mecânica pulmonar de pacientes em suporte ventilatório na unidade de terapia intensiva. Conceitos e monitorização. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2007;19(2):161-9.
- Goligher EC, Brochard LJ, Reid WD, Fan E, Saarela O, Slutsky AS, et al. Diaphragmatic myotrauma: a mediator of prolonged ventilation and poor patient outcomes in acute respiratory failure. *Lancet Respir Med*. 2019;7(1):90-8.

4. Goldwasser R, Farias A, Freitas EE, Saddy F, Amado V, Okamoto V. Desmame e interrupção da ventilação mecânica. *J Bras Pneumol*. 2007;33(Supl 2):128-36.
5. Fernandes CR. A importância da pressão pleural na avaliação da mecânica respiratória. *Rev Bras Anesthesiol*. 2006;56(3):287-303.
6. Kock KS, Maurici R. Respiratory mechanics, ventilator-associated pneumonia and outcomes in intensive care unit. *World J Crit Care Med*. 2018;7(1):24-30.
7. Hess DR. Respiratory mechanics in the mechanically ventilated patients. *Respir Care*. 2014;59(11):1773-94.
8. Vituri DW, Évora YD. Fidedignidade de indicadores de qualidade do cuidado de enfermagem: testando a concordância e confiabilidade interavaliadores. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2014;22(2):234-40.
9. Fleiss JL. Reliability of measurement. In: Fleiss JL. *The design and analysis of clinical experiments*. New York (USA): John Wiley; 1999. p. 1-31.
10. Lucangelo U, Bernabè F, Blanch L. Respiratory mechanics derived from signals in the ventilator circuit. *Respir Care*. 2005;50(1):55-65; discussion 65-7.
11. Henderson WR, Sheel AW. Pulmonary mechanics during mechanical ventilation. *Respir Physiol Neurobiol*. 2012;180(2-3):162-72.
12. Daoud EG, Katigbak R, Ottochian M. Accuracy of the ventilator automated displayed respiratory mechanics in passive and active breathing conditions: a bench study. *Respir Care*. 2019;64(12):1555-60.
13. Lucangelo U, Bernabè F, Blanch L. Lung mechanics at the bedside: make it simple. *Curr Opin Crit Care*. 2007;13(1):64-72.
14. Lu Q, Rouby JJ. Measurement of pressure-volume curves in patients on mechanical ventilation. Methods and significance. *Minerva Anesthesiol*. 2000;66(5):367-75.
15. Arnal JM, Garnero A, Saoli M, Chatburn RL. Parameters for simulation of adult subjects during mechanical ventilation. *Respir Care*. 2018;63(2):158-68.
16. Matic I, Pavicic F, Sakic-Zdravcevic K, Danic D, Jurjevic M. Pulmonary compliance values provide prognosis in mechanically ventilated patients--a randomized prospective study. *Coll Antropol*. 2007;31(3):829-36.
17. Mauri T, Lazzeri M, Bellani G, Zanella A, Grasselli G. Respiratory mechanics to understand ARDS and guide mechanical ventilation. *Physiol Meas*. 2017;38(12):R280-H303.