

Valores descritivos de complacência estática e sua comparação entre pausas inspiratórias de 0,5 e 2,0 segundos em pacientes ventilados mecanicamente: um estudo transversal

Descriptive values of static compliance and their comparison between 0.5 and 2.0-second inspiratory pauses in mechanically ventilated patients: a cross-sectional study

Tainã de Jesus Cerqueira Santos¹ ; Thainá Regina dos Santos¹ ;
Bruno Moraes Gavazza¹ ; Bruno Prata Martinez² ; Helder Brito Duarte^{1,2*} 

Resumo

Introdução: Estudos apontam intervalos de complacência quasiestática do sistema respiratório (Cest) variando entre 50 a 70 ml/cmH₂O – independente do tempo de pausa inspiratória (0,5 ou 2,0 segundos), no entanto tem sido observado que esses valores são impraticáveis cotidianamente. **Objetivo:** descrever e comparar os valores de Cest através de pausas de 0,5 e 2,0 segundos, comparar as medidas de mecânica pulmonar entre pacientes com e sem alterações pulmonares e correlacionar dados antropométricos e ventilatórios com a Cest. **Método:** trata-se de um estudo transversal e prospectivo. Foram coletados dados antropométricos e de mecânica pulmonar, dentre eles a Cest e pressão de distensão pulmonar (DP), utilizando pausas inspiratórias de 0,5 e 2,0 segundos cada avaliação. A amostra foi caracterizada de acordo com presença de comorbidades. **Resultados:** Foram incluídos 35 pacientes, destes 47,5% (16) mulheres, mediana de idade de 62 (intervalo interquartil [IIQ] 47,0-74,0) anos, com mediana de 166,0cm (160,0-172,0) de altura, 80% eram perfil clínico. A mediana de Cest foi de 37,2ml/cmH₂O (30,2-46,6) e DP de 9,0 cmH₂O (7,8-10,9). Houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$) entre as pausas de 0,5 e 2,0 segundos nos valores de Cest (35,0 e 37,2 ml/cmH₂O) e DP (10,0 e 9,0 cmH₂O) na amostra total. As correlações entre Cest de 2,0 segundos com DP e altura foram moderadas e estatisticamente significantes ($p < 0,01$). **Conclusão:** A partir dos dados analisados, a mediana de Cest foi de 37,2 cmH₂O. Diferentes tempos de pausa inspiratória podem afetar valores de mecânica pulmonar em pacientes com afecções pulmonares devido às propriedades multicompartmentais do parênquima pulmonar, indicando uma possível heterogeneidade.

Palavras-chave: Complacência Pulmonar; Mecânica Respiratória; Valores de Referência; Ventilação Mecânica.

Abstract

Background: Studies point to quasi-static respiratory system compliance (Cest) intervals ranging from 50 to 70 ml/cmH₂O – independent of the inspiratory pause time (0.5 or 2.0 seconds), however it has been observed that these values are impractical in daily practice. **Aim:** To describe and compare Cest values using 0.5 and 2.0-second pauses, compare pulmonary mechanics measurements between patients with and without pulmonary alterations, and correlate anthropometric and ventilatory data with Cest. **Methods:** This was a cross-sectional and prospective study. Anthropometric and pulmonary mechanics data were collected, including Cest and driving pressure (DP), using inspiratory pauses of 0.5 and 2.0 seconds for each assessment. The sample was characterized according to the presence of comorbidities. **Results:** Thirty-five patients were included, of whom 47.5% (16) were women, with a median age of 62 (interquartile range [IQR] 47.0–74.0) years, and a median height of 166.0 cm (160.0–172.0). Eighty percent were clinical profile. The median Cest was 37.2 ml/cmH₂O (30.2–46.6) and DP was 9.0 cmH₂O (7.8–10.9). There was a statistically significant difference ($p < 0.01$) in Cest and DP values between the 0.5 and 2.0-second pauses in the total sample and in the group with pulmonary affection. The correlations between Cest at 2.0 seconds with DP and height were moderate and statistically significant ($p < 0.01$). **Conclusion:** Based on the analyzed data, the median Cest was 37.2 cmH₂O. Inspiratory pause may affect pulmonary mechanics values in patients with pulmonary affections due to the multicompartmental properties of the lung parenchyma, indicating a possible heterogeneity.

Keywords: Lung Compliance; Respiratory Mechanics; Reference Values; Mechanical Ventilation.

¹Residência em Fisioterapia Hospitalar com Ênfase em Terapia Intensiva, Hospital do Subúrbio, Salvador, BA, Brasil

²Programa de Pós-graduação em Medicina e Saúde, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, BA, Brasil

Como citar: Santos TJC, Santos TR, Gavazza BM, Martinez BP, Duarte HB. Valores descritivos de complacência estática e sua comparação entre pausas inspiratórias de 0,5 e 2,0 segundos em pacientes ventilados mecanicamente: um estudo transversal. Brazilian Journal of Respiratory, Cardiovascular and Critical Care Physiotherapy. 2026;17:e00712025. <https://doi.org/10.47066/2966-4837.e00712025pt>

Submissão em: Setembro 15, 2025

Aceito em: Março 30, 2026

Estudo realizado em: Hospital do Subúrbio, Salvador, BA, Brasil.

Aprovação ética: 57895516.8.1001.5028.

***Autor correspondente:**

Helder Brito Duarte.
E-mail: helderphysio@gmail.com

Editoras-Chefe:

Adriana Claudia Lunardi, Fernanda de Cordoba Lanza, Karina Couto Furlanetto



Copyright© 2026 Os autores. Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.



INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica (VM) consiste em uma intervenção terapêutica que substitui completa ou parcialmente a respiração espontânea do indivíduo, tornando-se um recurso indispensável no suporte a vida nas Unidades de Terapia Intensiva (UTI), com o objetivo de evitar ou reverter a fadiga muscular respiratória, melhorar as trocas gasosas, diminuir o consumo de oxigênio e permitir a aplicação de terapêuticas específicas¹⁻³.

Apesar de ser um recurso importante, a aplicação da VM deve ser criteriosa, pois traz riscos significativos devido à deterioração da mecânica ventilatória e favorecendo ao surgimento de Lesão Pulmonar Induzida pela VM (VILI – *Ventilator-Induced Lung Injury*)⁴. Sendo assim, a avaliação da mecânica ventilatória deve ser periódica para que seja detectada qualquer tipo de alteração e pode ser feita através das medidas que envolvem pressão, fluxo e volumes pulmonares. Neste caso, uma das principais medidas é complacência *quasiestática* (Cest), que é a distensibilidade pulmonar gerada pela quantidade de ar para cada unidade de pressão^{1,2,5}.

Para a realização do cálculo da Cest, é necessário que haja uma pausa inspiratória entre 0,5 ou 2 segundos, onde, havendo fluxo zerado, calcula-se por meio do volume corrente dividido pela Pressão de Distensão pulmonar (DP – *Driving Pressure*), que é formada pela subtração da Pressão de Platô (Pplato) e Pressão Positiva Expiratória Final (PEEP – *Positive End Expiratory Pressure*)^{1,2,5-7}.

Neste contexto, com os resultados gerados através das fórmulas de Cest e DP, sendo estes frutos de uma avaliação diária à beira do leito, permite-se diagnosticar pacientes portadores de alto recuo elástico pulmonar, minimizando a exposição à VILI através da estratégia de ventilação protetora^{5,8,9}. Esta, por sua vez, caracteriza-se pelo uso de baixo Volume corrente (VC), 6ml/kg de peso predito (KgPP), e uma Pplato abaixo de 30 cmH₂O. Esta relação de ajuste/resposta do sistema respiratório, permite a redução do estiramento pulmonar excessivo e o desencadeamento de volutrauma, barotrauma e biotrauma, que por sua vez, impactam diretamente em taxas de mortalidade hospitalar e dias livre da VM^{8,10}.

O uso cotidiano da Cest para avaliação e prevenção de VILI é feito apenas comparando o paciente com ele próprio. Contudo, dados de Cest descritos por estudos de revisões bibliográficas recentes^{1,2}, determinam valores entre 50 a 70 ml/cmH₂O como aceitáveis para indivíduos ventilados mecanicamente. No entanto, tais valores são tidos como impraticáveis a depender da altura e do sexo do paciente.

Devido a isto, o objetivo principal deste estudo foi descrever e comparar os valores de Cest através de pausas de 0,5 e 2,0 segundos. O objetivo secundário foi comparar as medidas de mecânica pulmonar entre pacientes com e sem alterações pulmonares e correlacionar dados antropométricos e ventilatórios com a Cest de pacientes internados num hospital público na capital da Bahia.

MÉTODO

Trata-se de um estudo transversal, realizado nas UTIs do Hospital do Subúrbio, Salvador - Bahia no período entre março de 2022 a janeiro de 2024. O presente estudo seguiu as premissas do STROBE¹¹ (*STrengthening the Reporting of OBservational studies in Epidemiology*) e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob CAAE 57895516.8.1001.5028. Os dados foram computados mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (físico ou virtual) pelos responsáveis dos respectivos pacientes.

Foram incluídos pacientes em uso de VM, de ambos os sexos, com idade igual ou superior a 18 anos, sem ou baixa interação com a prótese ventilatória visualizada através da análise gráfica no ventilador, com hemodinâmica estável, caracterizada pela ausência ou baixas doses de noradrenalina (0,5 µg/ml/kg/min), ausência de fraturas axiais e deformidades em caixa torácica e ausência de comprometimentos intratorácicos (pneumotórax e hemotórax não resolvidos). Foram excluídos aqueles pacientes que apresentaram, durante as mensurações da mecânica ventilatória, alteração da pressão arterial média maior que 20% em relação à avaliação basal, pressão arterial sistólica menor que 90 mmHg e Saturação periférica de Oxigênio (SpO₂) menor que 90%. A amostragem deste estudo foi por conveniência.

Quanto às fontes primárias de dados, foram coletados os registros das mensurações da mecânica respiratória: Pressão de Pico (Ppico), Pplato, Cest e Pressão Resistiva (Pres) e todos seus valores secundários obtido através de fórmulas matemáticas. Esta coleta foi feita em dois diferentes tempos de pausa inspiratória (0,5 e 2,0 segundos), com intervalo de 1 minuto cada. Os dados sociodemográficos como idade, sexo, motivo da internação, data da intubação e presença de comorbidades, foram extraídos dos prontuários de cada paciente.

O processo de mensuração da mecânica ventilatória *quasiestática* dos pacientes foi realizado nos VMs *Dräger Evita 4*[®] e *Dräger Savina*[®]. As coletas foram realizadas por fisioterapeutas pós-graduandos do Programa de Residência em Terapia Intensiva previamente treinados para execução da avaliação. Os parâmetros ventilatórios para esta mensuração foram: modo assistido controlado a volume (VCV); VC calculado através do peso predito por meio da fórmula da ARDSnet¹²: 50 + 0,91 (altura em centímetros – 152,4) para homens e 45,5 + 0,91 (altura em centímetros – 152,4) para mulheres, sendo multiplicado por 6 ml/kg; frequência respiratória (FR) 20 irpm; fluxo de 40 L/min com onda quadrada; pausa inspiratória ajustada inicialmente em 0,5 segundos para a primeira mensuração de mecânica ventilatória e 2,0 segundos para a segunda.

Todos os pacientes foram avaliados pelos dois tempos de pausa. Após os ajustes, foram calculados valores de Ppico, Pplato, Cest ($Cest = \frac{Vc}{Pplato - PEEP}$), DP



($DP = P_{plato} - PEEP$), Pres ($Pres = P_{pico} - P_{plato}$) e Fração Cest por KgPP ($CestPP$, $CestPP = Cest / KgPP$).

A partir da obtenção de todos os dados e devido ao seu aspecto pragmático, uma caracterização da amostra foi necessária para que fossem separados os pacientes com pulmões mais próximos da homogeneidade (Sem Afecção Pulmonar – SAP) daqueles com aspectos de heterogeneidade (Com Afecção Pulmonar – CAP). Portanto, foram alocados no grupo SAP aqueles pacientes com intubação eletiva para procedimento cirúrgico, rebaixamento de nível de consciência, acidente vascular cerebral e crise convulsiva. Os demais que tinham infecções pulmonares e/ou comorbidades como Insuficiência Cardíaca, tabagismo, obesidade e doença renal crônica foram alocados no grupo CAP.

Para a análise estatística, foi utilizado o teste de avaliação de distribuição *Shapiro Wilk* e gráficos de histograma¹³, aos quais determinaram uma distribuição não normal na grande maioria dos dados (apenas as variáveis altura, KgPP e VC tiveram distribuição normal). Sendo assim, para que as análises fossem feitas num mesmo plano, foi utilizada mediana como medida de tendência central e Intervalo Interquartil (IIQ) como medida de dispersão. Dados categóricos foram computados através das frequências absoluta e relativa. Para comparação de grupos, foram utilizados os testes não paramétricos *Wilcoxon Rank* para dados pareados e *Mann-Whitney* para dados não pareados.

As correlações utilizadas foram feitas através do teste não paramétrico de *Spearman*. O valor de $p < 0,05$ foi aceito como estatisticamente significativo.

RESULTADOS

A amostra foi composta por 35 pacientes, com mediana de 62 (47,0-74,0) anos de idade, dos quais 45,7% (16) eram do sexo feminino. Referente aos dados demográficos, foi encontrado uma mediana de altura de 166,0 (160,-172,0) cm e peso predito de 61,0 (52,0-67,0) kg. Quanto ao perfil destes pacientes 80% (28) apresentava perfil clínico, 20% (7) dos pacientes tinham um perfil cirúrgico e 34,3% (12) eram acometidos por alguma afecção pulmonar antes do internamento ou durante. Referente aos dados ventilatórios, foram encontradas as medianas: VC mediano de 360 (310-410) ml, Cest 37,2 (30,2-46,6) ml/cm²O, DP de 9,0 (7,8-10,9) cmH₂O e Cest/KgPP 0,67 (0,60-0,77) ml/cmH₂O/kg. Dentre as comorbidades, houve um predomínio da Hipertensão Arterial Sistêmica (22, 62,9%). Esses dados podem ser visualizados através da Tabela 1.

Referente à comparação intragrupo durante pausas inspiratórias de 0,5 e 2,0 segundos, foi observada diferença significativa na amostra total e nos pacientes CAP (possível influência nos dados gerais) nas variáveis Pplatô, Cest, Pres, DP e Cest/KgPP (todos com $p < 0,05$)

Tabela 1. Variáveis demográficas, clínicas e ventilatórias dos participantes da pesquisa. Salvador-BA, 2024.

Variáveis	Amostra (n=35)
Idade em anos, ME (IIQ)	62 (47,0-74,0)
Sexo feminino, n (%)	16 (45,7)
Altura em cm, ME (IIQ)	166,0 (160,0-172,0)
Peso predito em kg, ME (IIQ)	61,0 (52,0-67,0)
Perfil clínico, n (%)	28 (80,0)
Perfil cirúrgico, n (%)	7 (20,0)
Presença afecção pulmonar	12 (34,3)
Vc em ml, ME (IIQ)	360 (310-410)
Cest [#] em ml/cmH ₂ O, ME (IIQ)	37,2 (30,2-46,6)
DP [#] em cmH ₂ O, ME (IIQ)	9,0 (7,8-10,9)
Cest/KgPP [#] em ml/cmH ₂ O/kg	0,67 (0,60-0,77)
<i>Comorbidades</i>	
HAS, n (%)	22 (62,9)
IC, n (%)	17 (48,6)
DM, n (%)	13 (37,1)
FA, n (%)	6 (17,1)

Legenda: n: frequência absoluta; %: frequência relativa; ME: Mediana; IIQ: Intervalo Interquartil; cm: Centímetros; Kg: Quilogramas; Vc: Volume corrente; ml: mililitros; [#]Valores com pausa em 2 segundos; Cest: Complacência quasiestática; cmH₂O: Centímetros de água; DP: Driving Pressure; KgPP: Quilograma de Peso Predito; HAS: Hipertensão Arterial Sistêmica; DM: Diabetes Mellitus; IC: Insuficiência Cardíaca; FA: Fibrilação Atrial.

Fonte: autoria própria.



durante a pausa de 0,5 segundos. Os dados completos estão descritos na Tabela 2.

Na tabela 3 verifica-se a caracterização da amostra através das variáveis ventilatórias dos pacientes, dividindo-a em com e sem afecção pulmonar. Através desta, na comparação entre os grupos, apenas três variáveis apresentaram diferença estatisticamente significativa: Ppico ($p=0,04$), Pplato ($p=0,02$) e PEEP ($p=0,02$). Todas elas foram maiores no grupo de pacientes CAP.

A Tabela 4 expõe a análise de correlação da Cest durante a pausa de 2 segundos com as variáveis demográficas e ventilatórias. As variáveis descritas que possuíam correlação moderada e estatisticamente significativa foram VC ($p<0,01$), Ppico ($p<0,01$), Pplato ($p<0,01$), DP ($p<0,01$) e KgPP ($p<0,01$). A correlação de Cest com KgPP pode ser melhor visualizada através do gráfico de dispersão (Figura 1).

Além das análises de correlação de Cest com pausa de 2 segundos, foi feita também a mesma análise entre Cest com pausa de 0,5 segundos e o KgPP, a qual demonstrou uma moderada correlação positiva ($r=0,498$) estatisticamente significativa ($p<0,01$). Este dado pode ser visualizado através da Figura 2.

DISCUSSÃO

O presente estudo identificou em pacientes ventilados mecanicamente valores de mediana de Cest abaixo daqueles relatados por estudos prévios^{1,2}, mesmo em pacientes considerados sem afecções pulmonares existentes. Além disso, foi possível observar que os diferentes tempos de pausa (0,5 e 2,0 segundos) impactaram diretamente nos valores de Pplato, Cest, DP, Pres e KgPP na amostra geral e na categoria CAP. Outro dado importante que chamou atenção foi a correlação moderada com o peso predito, gerando um entendimento que esta variável pode ser dependente de dados antropométricos, como altura e sexo.

A necessidade de individualização de valores de Cest é fundamental para diagnóstico precoce de alterações de carga elástica no paciente sob VM. Tal estratégia é necessária para prevenir lesão pulmonar induzida pela VM, que tem impacto em prognóstico, no tempo de VM e estão fortemente associados aos riscos mortalidade^{2,8,14}.

Por se tratar de um componente importante na avaliação clínica do paciente sob VM, a faixa de valores considerados aceitáveis – 50 a 70 ml/cmH₂O¹, precisa ser repensada. De acordo com um estudo recentemente

Tabela 2. Variáveis ventilatórias de pacientes com e sem afecções pulmonares e suas comparações intragrupos. Salvador-BA, 2024.

Variáveis, mediana (IIQ)	Total (N=35)	Sem afecção pulmonar (n=23)	Com afecção pulmonar (n=12)
Ppico 2,0s (cmH ₂ O)	23,0 (21,0-28,0)	23,0 (20,0-25,0)	26,5 (23,0-30,75)
Ppico 0,5s (cmH ₂ O)	24,0 (20,0-28,0)	23,0 (20,0-25,0)	26,5 (22,0-31,0)
p value*	0,91	0,58	0,48
Pplato 2,0s (cmH ₂ O)	16,0 (14,0-18,0)	15,0 (13,0-16,0)	17,5 (15,2-21,7)
Pplato 0,5s (cmH ₂ O)	17,0 (13,0-20,0)	15,0 (12,0-18,0)	17,0 (14,0-20,0)
p value*	0,02	0,35	< 0,01
Cest 2,0s (ml/cmH ₂ O)	37,2 (30,2-46,6)	40,0 (33,1-46,6)	35,0 (29,1-46,1)
Cest 0,5s (ml/cmH ₂ O)	35,0 (28,2-44,2)	37,5 (31,0-51,0)	32,0 (24,3-39,5)
p value*	0,03	0,43	0,01
Pres 2,0s (cmH ₂ O)	8,0 (6,0-9,0)	8,0 (6,0-10,0)	8,5 (7,0-10,7)
Pres 0,5s (cmH ₂ O)	7,0 (6,0-9,0)	7,0 (6,0-9,0)	7,0 (6,2-8,7)
p value*	0,02	0,27	<0,01
DP 2,0s (cmH ₂ O)	9,0 (7,8-11,0)	9,0 (7,0-11,0)	9,5 (8,1-10,7)
DP 0,5s (cmH ₂ O)	10,0 (7,0-12,0)	9,0 (7,0-12,0)	10,5 (9,7-12,0)
p value*	0,01	0,36	<0,01
Cest/KgPP 2,0 (ml/cmH ₂ O/kg)	0,67 (0,60-0,77)	0,67 (0,60-0,84)	0,63 (0,56-0,73)
Cest/KgPP 0,5 (ml/cmH ₂ O/kg)	0,60 (0,50-0,84)	0,67 (0,50-0,85)	0,57 (0,49-0,62)
p value*	0,03	0,55	<0,01

Legenda: Ppico: Pressão de Pico; s: segundos; cmH₂O: Centímetros de água; Pplato: Pressão de Platô; Cest: Complacência Estática; Pres: Pressão Resistida; DP: Driving Pressure; Cest: Complacência Quasiestática; KgPP: Quilograma de Peso Predito; Kg: Quilograma; *Teste de Wilcoxon.

Fonte: autoria própria.

Tabela 3. Variáveis ventilatórias de pacientes com e sem afecções pulmonares e suas comparações intergrupos. Salvador-BA, 2024.

Variáveis, mediana (IIQ)	Total (n=35)	Sem afecção pulmonar (n=23)	Com afecção pulmonar (n=12)	p value*
Idade (anos)	62,0 (47,0-74,0)	58,0 (45,0-68,0)	70,0 (52,5-81,5)	0,07
Altura (cm)	166 (160-172)	166 (160-172)	165 (155-172)	0,64
Peso predito (kg)	61,0 (52,0-67,0)	61 (52,6-66,0)	60,0 (46,1-68,2)	0,54
Vc 6 ml/kg (ml)	360 (310-410)	360 (310-410)	359 (272-407)	0,64
Ppico# (cmH ₂ O)	23,0 (21,0-28,0)	23,0 (20,0-25,0)	26,5 (23,0-30,75)	0,04
Pplatô# (cmH ₂ O)	16,0 (14,0-18,0)	15,0 (13,0-16,0)	17,5 (15,2-21,7)	0,02
Cest# (ml/cmH ₂ O)	37,2 (30,2-46,6)	40,0 (33,1-46,6)	35,0 (29,1-46,1)	0,34
Pres# (cmH ₂ O)	8,0 (6,0-9,0)	8,0 (6,0-10,0)	8,5 (7,0-10,7)	0,17
DP# (cmH ₂ O)	9,0 (7,8-10,9)	9,0 (7,0-11,0)	9,5 (8,1-10,7)	0,46
PEEP (cmH ₂ O)	5,0 (5,0-8,3)	5,0 (4,9-7,9)	9,1 (5,0-11,4)	0,02
Cest/KgPP# (ml/cmH ₂ O/kg)	0,67 (0,60-0,77)	0,67 (0,60-0,84)	0,63 (0,56-0,73)	0,54

Legenda: cm: centímetros; Vc: Volume Corrente; ml: mililitros; #valores com pausa de 2,0 segundos; Ppico: Pressão de Pico; cmH₂O: Centímetros de água; Pplatô: Pressão de Platô; Cest: Complacência Estática; Pres: Pressão Resistida; DP: Driving Pressure; PEEP: Pressão Positiva Expiratória Final; KgPP: Quilograma de Peso Predito; Kg: Quilograma; *Teste de Mann-whitney.

Fonte: autoria própria.

Tabela 4. Teste de correlação entre variáveis demográficas e ventilatórias com Complacência quasiestática durante pausa de 2 segundos. Salvador-BA, 2024.

Variáveis	r	p value
Idade (anos)	-0,150	0,39
Altura (cm)	0,499	<0,01
Vc (ml)	0,574	<0,01
Ppico (cmH ₂ O)	-0,451	<0,01
Pplato (cmH ₂ O)	-0,621	<0,01
PEEP (cmH ₂ O)	-0,185	0,28
DP (cmH ₂ O)	-0,696	<0,01
KgPP (kg)	0,550	<0,01

Legenda: r: Coeficiente de correlação de Spearman; Vc: Volume corrente; ml: mililitros; cm: centímetros; Ppico: Pressão de Pico; Pplato: Pressão de Platô; PEEP: Pressão Positiva Expiratória Final; DP: *Driving Pressure*; cmH₂O: Centímetros de água; KgPP: Quilograma de Peso Predito; kg: Quilograma.

Fonte: autoria própria.

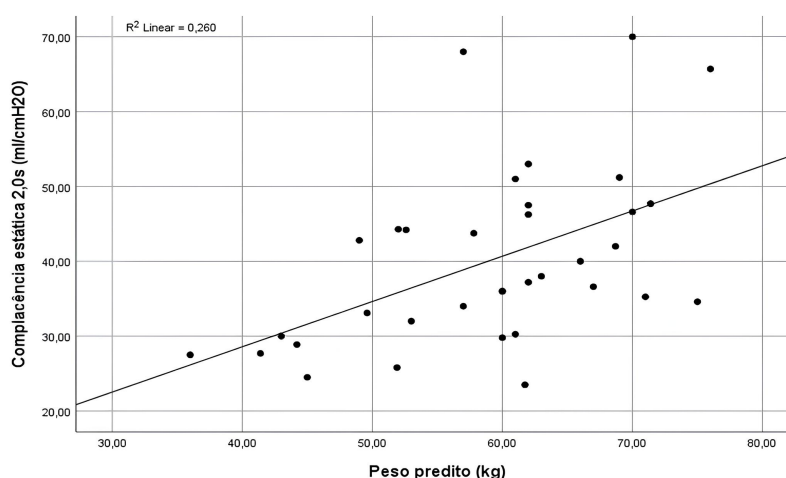


Figura 1. Gráfico de dispersão demonstrando a correlação entre complacência estática (Cest) avaliada em 2,0 segundos e Peso predito.

Fonte: autoria própria.

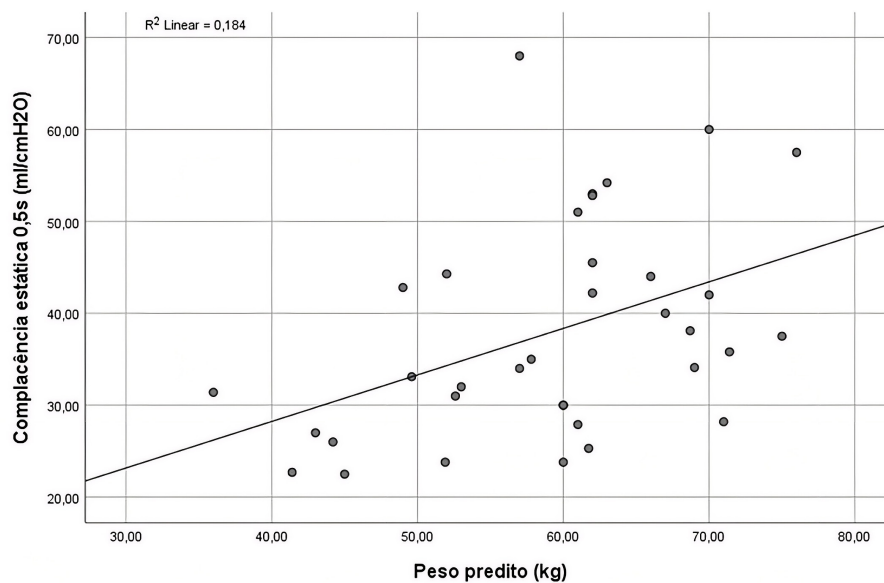


Figura 2. Gráfico de dispersão demonstrando a correlação entre complacência estática (Cest) avaliada em 0,5 segundos e Peso predito. **Fonte:** autoria própria.

publicado¹⁵, a Cest pode ser altamente dependente da altura e, conseqüentemente, do KgPP de um paciente. Neste caso, uma pessoa do sexo masculino com altura de 2,00m e outra de mesmo sexo com 1,50m possuirão, respectivamente, 559 ml e 286 ml¹² de VC a 6 ml/kg, portanto, considerando uma DP igual a 10 cmH₂O para ambas, a respectiva Cest dessas pessoas será de 55,9 ml/cmH₂O e 28,6 ml/cmH₂O¹⁵.

Outro fator importante que valores de Cest podem contribuir, é o resultado de extubação de pacientes sob desmame da VM. Um estudo realizado por Abplanalp et al.¹⁴ identificou que pacientes com Cest menor que 50 ml/cmH₂O desenvolveram uma maior chance de falha de extubação, impactando no desenvolvimento de problemas atreladas ao tempo de VM e na mortalidade.

Um outro aspecto importante a ser considerado é a contribuição dos valores de Cest com o prognóstico do paciente. A baixa Cest está associada a uma maior predição de mortalidade. Segundo um estudo realizado por Oliveira et al.¹⁰ em pacientes com COVID-19, valores de Cest menor que 30 ml/cmH₂O foram associados a maiores taxas de mortalidade, corroborando com o estudo de Kock e Maurici⁹ que, além de identificar uma relação de Pneumonia adquirida na VM com valores de mecânica pulmonar, associou também uma baixa Cest com alta probabilidade de mortalidade.

Portanto, a individualização da mecânica pulmonar é uma determinante na escolha de estratégias individualizadas. Neste caso, de acordo com a metodologia proposta no estudo de Xie et al.¹⁶ baseada na relação Cest por peso predito, é possível estimar um ponto de corte de 0,60 ml/cmH₂O/kg, onde abaixo disso seria baixa Cest e acima ou igual, alta Cest. O presente estudo identificou o

valor mediano de 0,67 ml/cmH₂O/kg, ao qual poderia se considerar como alta Cest.

Referente à pausa inspiratória, a sua utilização na prática clínica é extremamente importante, pois, a partir do bloqueio da válvula expiratória ao término da inspiração, é formada a Pplato através da eliminação do fluxo inspiratório e a resistência das vias aéreas¹⁷. Neste caso, o presente estudo demonstrou que houve alterações estatisticamente significantes nas variáveis Ppico, Pplato, DP, Cest, Pres e KgPP na amostragem geral e no grupo CAP. Estes valores podem estar ligados à presença de heterogeneidades pulmonares e, devido à sua situação pulmonar multicompartimental, pode ser necessária pausa inspiratória de 2 segundos para que haja total estabilização dos gases medicinais no parênquima pulmonar^{2,7}.

Este tipo de dado nos chama atenção sobre a importância da padronização das medidas de mecânica pulmonar de rotina, reforçando a utilização de pausas de 2 segundos para avaliação exclusiva de uma Pplato, excluindo interferências relacionadas à restrição de fluxo, aprisionamento aéreo e redistribuição de gases intrapulmonares.

A utilização da pausa inspiratória vai muito além de uma medida avaliativa da mecânica pulmonar. De acordo com o estudo de Aguirre-Bermeo et al.¹⁸, valores de pausa próximos a 0,7 segundos permitiu que o VC fosse reduzido com uma manutenção dos níveis de PaCO₂ em pacientes com SDRA. Já López-Herrera et al.¹⁹, numa população de pacientes cirúrgicos, identificou que a utilização da pausa inspiratória de 30% do tempo inspiratório promoveu uma melhora significativa de Pplato, DP, Cest, PaO₂ e relação PaO₂/FiO₂.



A melhora da mecânica pulmonar, melhora da oxigenação e estabilização de gases pode ser explicada pelo modelo descrito previamente por Uttman e Jonson²⁰, ao qual trata-se da relação do aumento no tempo médio de distribuição (TMD) e a permanência gasosa no alvéolo, ou seja, definido como o tempo ao qual o gás inspirado permanece na zona de troca gasosa. Neste caso, à medida que o TMD aumenta o espaço morto é atenuado, melhorando a ventilação alveolar e a redistribuição de gases das unidades alveolares hiperdistendidas às colapsadas^{19,20}. Este tipo de explicação, somado à teoria multicomportamental e o perfil heterogêneo amostral do presente estudo, ratifica a ocorrência das diferenças exibidas dos valores entre as pausas de 0,5 e 2,0 segundos.

Além dos achados sobre variação do tempo de pausa e seu impacto na mecânica pulmonar, os pacientes do grupo CAP apresentaram, ainda, uma diferença estatisticamente significativa maior referente à variável Ppico sobre o grupo SAP. Este valor, por mais que esteja dentro da normalidade, precisa ser analisado cotidianamente com cuidado, uma vez que, segundo um estudo realizado por Simonis et al.²¹, pacientes sem Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA) e com valores elevados de Ppico tiveram maior risco de desenvolvimento de VILI e uma maior mortalidade. Neste contexto, a predição deste desfecho poderia estar associada a questões clínicas importantes, como presença de doenças restritivas e alterações de resistência das vias aéreas.

O presente estudo possui algumas limitações: 1) amostra por conveniência e tamanho amostral pequeno, podendo afetar a generalização dos resultados; 2) a possibilidade de presença de comorbidades ocultas até o momento da avaliação da mecânica pulmonar; 3) a caracterização amostral entre pacientes CAP e SAP de acordo com o motivo da intubação pode não ter sido ideal para determinar a condição do parênquima pulmonar; e 4) a ordem de escolha do tempo de pausa não foi sorteada podendo ser considerado um viés de coleta de dados.

CONCLUSÃO

Os valores descritos como próximos a realidades por meio deste estudo são de Cest mediana de 37,2 cmH₂O, mesmo em pacientes com alguma afecção pulmonar presente. Além disso, valores de Cest podem ser influenciados por medidas antropométricas como altura e sexo, que impactam diretamente no ajuste do Vc. Referente ao tempo de pausa, sugere-se que sejam utilizados 2,0 segundos, uma vez que é o tempo necessário para uma melhor estabilização dos gases no parênquima pulmonar heterogêneo. Acredita-se que mais estudos sobre a temática devam ser realizados no futuro para auxiliar uma melhor individualização de avaliação de mecânica pulmonar.

FONTE DE FINANCIAMENTO

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código Financeiro 001.

CONFLITO DE INTERESSES

Nada a declarar.

DISPONIBILIDADE DOS DADOS DA PESQUISA

Os dados de pesquisa estão disponíveis somente mediante solicitação.

DECLARAÇÃO DE USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Os autores declaram que não utilizaram inteligência artificial em nenhuma etapa neste estudo.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Conceitualização: H.B.D.; B.P.M.; Curadoria de dados: Todos os autores; Análise formal: H.B.D.; Aquisição de financiamento: H.B.D.; B.P.M.; B.M.G.; Investigação: T.J.C.S.; T.R.S.; B.M.G.; Metodologia: H.B.D.; B.P.M.; B.M.G.; Administração do projeto: H.B.D.; Recursos: Todos os autores; Software/programas de computador: H.B.D.; B.P.M.; Supervisão: H.B.D.; B.P.M.; Validação: Todos os autores; Visualização: Todos os autores; Escrita - esboço original: H.B.D.; B.P.M.; B.M.G.; Escrita - revisão e edição: Todos os autores.

REFERÊNCIAS

1. Zhou JX, Yang YL, Li HL, Chen GQ, He X, Sun XM, et al. Respiratory Mechanics. In: Zhou JX, Chen GQ, Li HL, Zhang L, editors. Respiratory monitoring in mechanical ventilation. Singapore: Springer; 2021. p. 35-125. https://doi.org/10.1007/978-981-15-9770-1_2.
2. Gertler R. Respiratory mechanics. *Anesthesiol Clin*. 2021;39(3):415-40. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2021.04.003>.
3. Tobin MJ. Principles and practice of mechanical ventilation. 3rd ed. New York: McGraw Hill; 2012.
4. Wu HP, Leu SW, Lin SW, Hung CY, Chen NH, Hu HC, et al. Role of Changes in Driving Pressure and Mechanical Power in Predicting Mortality in Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. *Diagnostics*. 2023;13(7):1226. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13071226>. PMID:37046444.
5. Roca O, Goligher EC, Amato MBP. Driving pressure: applying the concept at the bedside. *Intensive Care Med*. 2023;49(8):991-5. <https://doi.org/10.1007/s00134-023-07071-2>.
6. Amato MBP, Meade MO, Slutsky AS, Brochard L, Costa ELV, Schoenfeld DA, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2015;372(8):747-55. <https://doi.org/10.1056/NEJMsa1410639>. PMID:25693014.



7. Menezes Jr JN, Silva LM, Santos LJM, Correia HF, Lopes W, Silva VEP, et al. Reproducibility of respiratory mechanics measurements in patients on invasive mechanical ventilation. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2020;32(3):398-404. PMID:33053029.
8. Reddy MP, Subramaniam A, Chua C, Ling RR, Anstey C, Ramanathan K, et al. Respiratory system mechanics, gas exchange, and outcomes in mechanically ventilated patients with COVID-19-related acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Respir Med*. 2022;10(12):1178-88. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(22\)00393-9](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(22)00393-9).
9. 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. <https://doi.org/10.5492/wjccm.v7.i1.24>. PMID:29430405.
10. Oliveira JPA, Costa ACT, Lopes AJ, Ferreira AS, Reis LFF. Fatores associados à mortalidade em pacientes ventilados mecanicamente com síndrome respiratória aguda grave por evolução da COVID-19. *Crit Care Sci*. 2023;35(1):19-30. <https://doi.org/10.5935/2965-2774.20230203-pt>.
11. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Bull World Health Org*. 2007;85:867-72. <https://doi.org/10.2471/BLT.07.045120>.
12. Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, Wheeler A. Acute respiratory distress syndrome: ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2000;342(18):1301-8. <https://doi.org/10.1056/NEJM200005043421801>. PMID:10793162.
13. Demir S. Comparison of normality tests in terms of sample sizes under different skewness and kurtosis coefficients. *Int J Assess Tool Educ*. 2022;9(2):397-409. <https://doi.org/10.21449/ijate.1101295>.
14. Abplanalp LA, Ionescu F, Calvo-Ayala E, Yu L, Nair GB. Static respiratory system compliance as a predictor of extubation failure in patients with acute respiratory failure. *Lung*. 2023;201(3):309-14. <https://doi.org/10.1007/s00408-023-00625-7>. PMID:37300706.
15. Duarte HB, Santos LJM, Menezes JDN Jr, Santos TJC, Dos Santos TR, Reiz RLO, et al. Prediction of static compliance of the respiratory system based on anthropometric measurements in patients on mechanical ventilation: a cross-sectional pragmatic study. *Respir Med*. 2025;248:108368. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2025.108368>. PMID:40976449.
16. Xie J, Jin F, Pan C, Liu S, Liu L, Xu J, et al. The effects of low tidal ventilation on lung strain correlate with respiratory system compliance. *Crit Care*. 2017;21(1):23. <https://doi.org/10.1186/s13054-017-1600-x>. PMID:28159013.
17. Hess DR. Respiratory mechanics in mechanically ventilated patients. *Respir Care*. 2014;59(11):1773-94. <https://doi.org/10.4187/respcare.03410>. PMID:25336536.
18. Aguirre-Bermeo H, Morán I, Bottiroli M, Italiano S, Parrilla FJ, Plazolles E, et al. End-inspiratory pause prolongation in acute respiratory distress syndrome patients: effects on gas exchange and mechanics. *Ann Intensive Care*. 2016;6(1):81. <https://doi.org/10.1186/s13613-016-0183-z>. PMID:27558174.
19. López-Herrera D, De La Matta M. Influence of the end inspiratory pause on respiratory mechanics and tidal gas distribution of surgical patients ventilated under a tailored open lung approach strategy: a randomised, crossover trial. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2022;41(2):101038. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2022.101038>. PMID:35183806.
20. Uttman L, Jonson B. A prolonged postinspiratory pause enhances CO₂ elimination by reducing airway dead space. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2003;23(5):252-6. <https://doi.org/10.1046/j.1475-097X.2003.00498.x>. PMID:12950321.
21. Simonis FD, Barbas CSV, Artigas-Raventós A, Canet J, Determann RM, Anstey J, et al. Potentially modifiable respiratory variables contributing to outcome in ICU patients without ARDS: a secondary analysis of PROVENT. *Ann Intensive Care*. 2018;8(1):39. <https://doi.org/10.1186/s13613-018-0385-7>. PMID:29564726.