

Pausas inspiratórias de 0,5 e 2,0 segundos durante avaliação de mecânica respiratória não produzem alterações hemodinâmicas em pacientes sob ventilação mecânica: estudo transversal

Inspiratory pauses of 0.5 and 2.0 seconds during respiratory mechanics assessment do not produce hemodynamic changes in mechanically ventilated patients: cross-sectional study

Thainá Regina dos Santos¹ 

Tainã de Jesus Cerqueira Santos² 

Bruno Prata Martinez³ 

Helder Brito Duarte⁴ 

^{1,2}Hospital da Cidade (Salvador). Bahia, Brasil. Hospital do Subúrbio (Salvador). Bahia, Brasil.

³Universidade Federal da Bahia (Salvador). Bahia, Brasil.

⁴Autor para correspondência. Universidade Federal da Bahia (Salvador). Bahia, Brasil. helderphysio@gmail.com.

RESUMO | INTRODUÇÃO: A interação coração-pulmão influenciada pela Ventilação Mecânica (VM), que impacta diretamente no retorno venoso e débito cardíaco através, e não somente, de ajustes da Pressão Positiva Expiratória Final (PEEP) e Pressão média nas vias aéreas (Pmed). Além disso, as pausas inspiratórias para avaliação da mecânica pulmonar interrompem o movimento torácico, pode impactar mais nesta interação. **OBJETIVO:** Comparar as alterações hemodinâmicas durante os tempos de 0,5 e 2,0 segundos de pausa inspiratória durante as mensurações de mecânica respiratória. **MÉTODOS:** Trata-se de um estudo transversal, realizado nas unidades de terapia intensivas de um hospital público de Salvador/BA. Foram incluídos pacientes em uso de VM e acima de 18 anos. Os excluídos foram aqueles que apresentassem instabilidade hemodinâmica e hipoxemia sustentada durante a avaliação. Para caracterização amostral, os pacientes foram divididos em grupos daqueles com e sem afecções pulmonares. Os principais dados coletados e analisados foram PEEP, Pmed, Pressão Arterial Sistólica (PAS), Pressão Arterial Diastólica (PAD), Pressão Arterial Média (PAM), Frequência Cardíaca (FC). Para comparação de dados foram utilizados os testes *Wilcoxon-Rank* e *Mann-Whitney* para dados pareados e não pareados, respectivamente. **RESULTADOS:** Foram incluídos 37 pacientes, mediana de idade 63 anos, 19 (51,4%) do sexo masculino, 30 (81,1%) com diagnóstico admissional de natureza clínica. Não foram identificadas alterações hemodinâmicas estatisticamente significantes entre os tempos de pausa inspiratória de 0,5 e 2,0 segundos nas variáveis PAS ($p=0,99$), PAD ($p=0,11$), PAM ($p=0,29$) e FC ($p=0,25$). **CONCLUSÃO:** Não foram identificadas variações hemodinâmicas durante as mensurações da mecânica respiratória nas pausas de 0,5 e 2,0 segundos.

PALAVRAS-CHAVE: Mecânica Respiratória. Fisioterapia. Monitorização Hemodinâmica.

ABSTRACT | INTRODUCTION: The heart-lung interaction is influenced by Mechanical Ventilation (MV), which directly impacts venous return and cardiac output through, but not limited to, adjustments in Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) and mean airway pressure (Pmean). Additionally, inspiratory pauses for the assessment of pulmonary mechanics interrupt thoracic movement, potentially further impacting this interaction. **OBJECTIVE:** To compare hemodynamic changes during 0.5 and 2.0-second inspiratory pauses during respiratory mechanics measurements. **METHODS:** This is a cross-sectional study conducted in the intensive care units of a hospital in Salvador/BA. Patients on MV and over 18 years old were included. Exclusions were made for those with hemodynamic instability and sustained hypoxemia during the evaluation. For sample characterization, patients were divided into groups with and without pulmonary conditions. The main data collected and analyzed were PEEP, Pmean, Systolic Blood Pressure (SBP), Diastolic Blood Pressure (DBP), Mean Arterial Pressure (MAP), and Heart Rate (HR). For data comparison, Wilcoxon-Rank and Mann-Whitney tests were used for paired and unpaired data, respectively. **RESULTS:** Thirty-seven patients were included, with a median age of 63 years, 19 (51.4%) males, and 30 (81.1%) with an admission diagnosis of a clinical nature. No statistically significant hemodynamic changes were identified between the 0.5 and 2.0-second inspiratory pause times in the variables SBP ($p=0.99$), DBP ($p=0.11$), MAP ($p=0.29$), and HR ($p=0.25$). **CONCLUSION:** No hemodynamic variations were identified during respiratory mechanics measurements at 0.5 and 2.0-second inspiratory pauses.

KEYWORDS: Respiratory Mechanics. Physiotherapy. Hemodynamic Monitoring.

Como citar este artigo: Santos TR, Santos TJC, Martinez BP, Duarte HB. Pausas inspiratórias de 0,5 e 2,0 segundos durante avaliação de mecânica respiratória não produzem alterações hemodinâmicas em pacientes sob ventilação mecânica: estudo transversal. Rev Pesqui Fisioter. 2024;14:e5672. <http://dx.doi.org/10.17267/2238-2704rpf.2024.e5672>

1. Introdução

A mecânica ventilatória em pacientes sob ventilação mecânica (VM) é imprescindível durante a avaliação diária na unidade de terapia intensiva (UTI). Trata-se de uma mensuração da função pulmonar secundário às medidas variáveis de pressão, volume, fluxo e suas resultantes no sistema respiratório. Sendo assim, esta avaliação é possível através de uma pausa inspiratória por 0,5 a 2,0 segundos que, durante uma situação de fluxo quase zero, é possível calcular valores como complacência em situação quasi estática (Cest), *driving pressure* (DP), resistência do sistema respiratório (Rsr) e pressão resistida (Pres).¹⁻³

Os valores de pausa inspiratória entre 0,5 e 2,0 segundos são descritos como essenciais para avaliação de pacientes sob VM, onde a sua escolha pode estar ligada às características pulmonares, ou seja, a multicompartimentalidade relacionada a diferentes áreas de ventilação e até mesmo de perfusão/circulação pulmonar.⁴⁻⁶

No entanto, tratando-se da interação coração-pulmões, qualquer variação não fisiológica a nível pulmonar pode impactar diretamente no retorno venoso e débito cardíaco, onde algumas variáveis ventilatórias afetam diretamente esta interação.⁷ A principal e corriqueiramente estudada é a pressão positiva expiratória final (*positive end expiratory pressure* – PEEP), a qual seu ajuste a partir de 15 cmH₂O proporciona, extrinsecamente, um aumento da pressão transpulmonar, impactando diretamente na pré carga do ventrículo direito e, intrinsecamente, na compressão dos vasos sanguíneos da circulação pulmonar, gerando um aumento na pós carga do ventrículo direito e diminuindo a pós carga do ventrículo esquerdo.⁸

Além da PEEP, uma outra variável que infelizmente é pouco estudada e também possui uma relação íntima entre a pressão venosa central e débito cardíaco, é a pressão média nas vias aéreas (Pmed).^{2,9} Este tipo de avaliação aborda dados voltados tanto às pressões de enchimento e estabilização pulmonar, quanto o próprio ciclo respiratório em si (relação inspiração-exalação e tempo inspiratório), ligando-se de forma próxima com o funcionamento cardíaco.^{7,9}

Em adição às alterações no sistema cardiovascular causadas pela PEEP e refletidas na Pmed, entende-se que, por se tratar de uma interrupção respiratória de curta duração, a pausa inspiratória também pode ocasionar algumas variações hemodinâmicas, podendo-se alterar diretamente os volumes e pressões nas câmaras cardíacas.⁸ No entanto, poucos estudos¹⁰⁻¹² avaliaram o efeito da pausa inspiratória na hemodinâmica de pacientes sob VM e, até o presente momento, nenhum estudo analisou os seus efeitos durante a avaliação da mecânica pulmonar. Assim, o objetivo deste estudo é investigar a provável existência de alterações nas variáveis hemodinâmicas durante a avaliação da mecânica respiratória entre os tempos de pausa inspiratória de 0,5 e 2 segundos.

2. Método

Trata-se de um estudo transversal, prospectivo e construído de acordo com as premissas do STROBE (*STrengthening the Reporting of OBservational studies in Epidemiology*)¹³, realizado nas UTIs do Hospital do Subúrbio, Salvador – Bahia, no período entre março de 2022 a janeiro de 2024. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob CAAE 57895516.8.0000.5028. 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 com baixa interação com a prótese ventilatória visualizada através da análise gráfica no ventilador, com hemodinâmica estável, caracterizada pela ausência ou baixas doses de drogas vasoativa (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, instabilidade hemodinâmica grave, avaliada através de uma pressão arterial sistólica (PAS) menor que 90 mmHg e hipoxemia sustentada analisada através de uma saturação periférica de oxigênio (SpO₂) menor que 90%.

Quanto às fontes primárias de dados, foram coletados os registros das mensurações da mecânica respiratória (pressão de pico [Ppico], pressão de platô [Pplato], Cest e Rsr) com dois diferentes tempos de pausa inspiratória (0,5 e 2,0 segundos), bem como os parâmetros de saturação periférica de oxigênio (SpO₂) e função hemodinâmica (PAS, pressão arterial diastólica [PAD], pressão arterial média [PAM] e frequência cardíaca [FC]). Os dados secundários 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 dos pacientes foi realizado nos VMs Dräger Evita 4® e Dräger Savina®. As coletas foram feitas 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 assisto controlado a volume (VCV); volume corrente (Vc) calculado através da fórmula da ARDSnet¹⁴ (Equação 1), calculado 6 ml/kg de peso predito; frequência respiratória (FR) ajustada em 15 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, em sequência, 2,0 segundos para a segunda. Foi realizada apenas uma mensuração para cada pausa. Após os ajustes, foram calculados valores de DP, Equação 2; Ppico, Pplato e Cest, conforme Equação 3; Pressão Resistiva (Pres), conforme Equação 4; e Pmed, conforme Equação 5^{2,15}.

$$\text{Peso Predito}_{\text{Homem}} = (\text{Altura}-152,4) \times 0,95 + 50$$
$$\text{Peso Predito}_{\text{Mulher}} = (\text{Altura}-152,4) \times 0,95 + 45,5$$

Equação 1: Fórmula para cálculo do peso predito.

$$\text{DP} = \text{Pplato} - \text{PEEP}$$

Equação 2. Fórmula para cálculo da Driving Pressure (DP). PEEP: Pressão Positiva Expiratória Final

$$\text{Cest} = \text{Vc} / \text{Pplato} - \text{PEEP}$$

Equação 3. Fórmula para cálculo da Complacência quasi estática do sistema respiratório (Cest). Vc: Volume corrente; Pplato: Pressão de Platô; PEEP: Pressão Positiva Expiratória Final

$$\text{Pres} = \text{Ppico} - \text{Pplato}$$

Equação 4. Fórmula para cálculo da Pressão resistiva (Pres). Ppico: Pressão de Pico; Pplato: Pressão de Platô

$$\text{Pmed} = (\text{Ppico} - \text{PEEP}) / 2 \times (\text{Tins} / \text{Ttot}) - \text{PEEP}$$

Equação 5. Fórmula para cálculo da Pressão media nas vias aéreas (Pmed). Ppico: Pressão de Pico; PEEP: Pressão Positiva Expiratória Final; Tins: Tempo inspiratório; Ttot: Tempo total do ciclo respiratório

A partir da obtenção de todos os dados, os pacientes foram divididos em 2 grupos: com afecção pulmonar, incluídos aqueles que tinham infecções pulmonares e/ou comorbidades como insuficiência cardíaca, tabagismo, obesidade, doença renal crônica; e sem afecção pulmonar, intubação determinada como pós-operatório-operatório que não envolviam cirurgia abdominal alta ou em caixa torácica, rebaixamento de nível de consciência, acidente vascular cerebral e crise convulsiva.

Para a análise estatística, foi utilizado o teste de avaliação de distribuição Shapiro Wilk e gráficos de histogramas.¹⁶ Constatando a maioria dos dados como sendo de distribuição não normal, foi utilizada mediana (ME) 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, foi utilizado os testes não paramétricos de *Wilcoxon Rank* para dados pareados e Mann-Whitney para dados não pareados. As correlações utilizadas foram feitas através do teste não paramétrico de *Spearman*.

Os dados foram armazenados no software Excel e analisados no software IBM SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). Os valores de p<0,05 foram considerados estatisticamente significantes.

3. Resultados

Um total de 37 pacientes foram incluídos no estudo e nenhum apresentou instabilidade hemodinâmica durante a avaliação. Os dados da amostra encontram-se na tabela 1, sendo que a maioria eram do sexo masculino com total de 19 (51,4%), 30 (81,1%) internados por questões clínicas e a principal comorbidade identificada foi a hipertensão arterial sistêmica em 24 (64,9%) dos participantes (Tabela 1).

Tabela 1. Variáveis demográficas e clínicas dos participantes da pesquisa alterações nas variáveis hemodinâmicas durante a avaliação da mecânica respiratória entre os tempos de pausa inspiratória de 0,5 e 2 segundos

Variáveis	Amostra (n=37)
Idade em anos, ME (IIQ)	63 (47,5-75,5)
Sexo masculino, n (%)	19 (51,4)
Altura em cm, ME (IIQ)	166,0 (158,5-171,5)
Peso predito em kg, ME (IIQ)	60,0 (51,0-66,5)
Perfil clínico, n (%)	30 (81,1)
Perfil cirúrgico, n (%)	7 (18,9)
Presença de afecção pulmonar, n (%)	13 (35,1)
<i>Comorbidades</i>	
HAS, n (%)	24 (64,9)
IC, n (%)	18 (48,6)
DM, n (%)	14 (37,8)
FA, n (%)	6 (16,2)

Legenda: ME: Mediana; IIQ: Intervalo Interquartil; cm: Centímetros; Kg: Quilogramas; HAS: Hipertensão Arterial Sistêmica; DM: Diabetes Mellitus; IC: Insuficiência Cardíaca; FA: Fibrilação Atrial.
Fonte: os autores (2024).

Em relação à comparação de valores ventilatórios e hemodinâmicos durante as pausas de 0,5 e 2,0 segundos, a Tabela 2 demonstra que não foram identificadas variações estatisticamente significantes em PAS ($p=0,99$), PAD ($p=0,11$), PAM ($p=0,29$) e FC ($p=0,25$). No entanto, os valores ventilatórios demonstraram ter diferenças estatisticamente significantes entre os dois tempos de pausas, onde Pmed durante pausa de 0,5 segundos retornou valores de 8,4 (6,9-12,7) cmH_2O versus 9,3 [7,6-12,2] cmH_2O durante pausa de 2,0 segundos ($p<0,01$) e relação Cest pelo peso predito traduzindo os valores durante a pausa de 0,5 segundos de 0,60 (0,50-0,80) $\text{ml/cmH}_2\text{O/kg}$ versus 0,67 (0,60-0,76) $\text{ml/cmH}_2\text{O/kg}$ na pausa de 2,0 segundos ($p=0,01$).

Já as comparações entre os grupos com afecção pulmonar e sem afecção pulmonar sobre valores de pausas de 0,5 segundos versus 2,0 segundos, houve diferença estatisticamente significativa nas variáveis Pmed (grupo sem afecção pulmonar, pausa de 0,5 segundos resultando em 8,7 [6,9-13,1] cmH_2O versus 9,4 [7,8-12,2] cmH_2O durante pausa de 2,0 segundos, $p<0,01$) e relação Cest pelo peso predito (grupo com afecção pulmonar, pausa de 0,5 segundos com valores de 0,55 [0,47-0,61] $\text{ml/cmH}_2\text{O/kg}$ versus 0,63 [0,56-0,73] $\text{ml/cmH}_2\text{O/kg}$ durante pausa de 2,0 segundos). Os presentes dados são encontrados na Tabela 3.

Tabela 2. Variáveis ventilatórias e hemodinâmicas durante pausa inspiratória de 0,5 e 2,0 segundos

Variáveis, ME (IIQ)	Pausa 0,5s	Pausa 2,0s	p value ^{&}
Pmed (cmH_2O)	8,4 (6,9-12,7)	9,3 (7,6-12,2)	<0,01
Cest/KgPP ($\text{ml/cmH}_2\text{O/kg}$)	0,67 (0,60-0,76)	0,60 (0,50-0,80)	0,01
PAS (mmhg)	125,0 (109,0-143,5)	129,0 (113,0-142,0)	0,99
PAD (mmhg)	66,0 (53,0-78,5)	65,0 (53,0-75,0)	0,11
PAM (mmhg)	81,0 (76,0-97,5)	85,0 (72,0-96,5)	0,29
FC (bpm)	86,0 (68,5-97,5)	87,0 (68,5-97,5)	0,25

Legenda: ME: Mediana; IIQ: Intervalo Interquartil; s: segundos; cmH_2O : Centímetros de água; Cest: Complacência Estática; KgPP: Quilograma de Peso Predito; ml: mililitros; PAS: Pressão Arterial Sistólica; PAD: Pressão Arterial Diastólica; PAM: Pressão Arterial Média; FC: Frequência Cardíaca; &: Teste de Wilcoxon.
Fonte: os autores (2024).

A partir da identificação dos valores de PEEP elevados no grupo com afecção pulmonar, foram avaliados também o impacto de parâmetros elevados de PEEP na hemodinâmica dos pacientes. No entanto, mesmo com a categorização em grupos com ponto de corte de PEEP em 8 cmH₂O e em 10 cmH₂O, não foram encontrados valores estatisticamente significantes em PAS, PAM, PAD e FC entre os grupos.

Além das descrições e testes comparativos dos dados, foram realizadas também correlações entre as variáveis hemodinâmicas e os parâmetros ventilatórios que mais se associam com suas alterações, como PEEP e Pmed durante pausa inspiratória de 2,0 segundos. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes na hemodinâmica *versus* valores de PEEP (PAS [p=0,26], PAM [p=0,46], PAD [p=0,91] e FC [p=0,68]) e *versus* valores de Pmed (PAS [p=0,62], PAD [p=0,35], PAM [p=0,78]).

Tabela 3. Variáveis ventilatórias e hemodinâmicas de pacientes divididos em grupos com e sem afecções pulmonares e suas comparações entre as pausas de 0,5 e 2,0 segundos

Variáveis, ME (IIQ)	Sem afecção pulmonar (n=24)	Com afecção pulmonar (n=13)
Pmed 2,0 (cmH ₂ O)	9,4 (7,8-12,2)	9,0 (7,3-12,7)
Pmed 0,5 (cmH ₂ O)	8,7 (6,9-13,1)	8,5 (7,0-12,3)
p value^{&}	<0,01	0,30
Cest/KgPP 2,0*	0,67 (0,60-0,84)	0,63 (0,56-0,73)
Cest/KgPP 0,5*	0,67 (0,50-0,85)	0,55 (0,47-0,61)
p value^{&}	0,44	<0,01
PAS 2,0 (mmhg)	125,5 (107,2-142,0)	129,0 (107,0-142,0)
PAS 0,5 (mmhg)	129,0 (106,5-147,5)	123,0 (113,5-143,5)
Δ	1 (-0,7-4,0)	-1,0 (-5,0-1,0)
p value^{&}	0,25	0,13
PAD 2,0 (mmhg)	64,0 (55,2-81,0)	65,0 (49,0-74,5)
PAD 0,5 (mmhg)	66,0 (50,0-78,5)	69,0 (51,5-79,2)
Δ	1,0 (-1,5-3,0)	1,0 (-1,0-3,5)
p value^{&}	0,24	0,23
PAM 2,0 (mmhg)	79,5 (72,0-99,5)	85,0 (79,5-93,5)
PAM 0,5 (mmhg)	80,5 (75,2-100,7)	82,0 (78,2-97,2)
Δ	0,0 (-2,0-3,0)	1,0 (-0,5-3,0)
p value^{&}	0,17	0,95
FC 2,0 (bpm)	85,0 (67,0-106,0)	84,5 (67,2-94,5)
FC 0,5 (bpm)	84,0 (68,0-103,0)	82,0 (78,2-97,2)
Δ	-1,0 (-2,0-1,0)	0 (-3,0-2,0)
p value^{&}	0,48	0,30

Legenda: ME: Mediana; IIQ: Intervalo Interquartil; cmH₂O: Centímetros de água; Cest: Complacência Estática; KgPP: Quilograma de Peso Predito; Kg: Quilograma; *: valores em ml/cmH₂O/kg; Δ: comparação entre instante 2,0 e 0,5 segundos; ml: mililitros; PAS: Pressão Arterial Sistólica; PAD: Pressão Arterial Diastólica; PAM: Pressão Arterial Média; FC: Frequência Cardíaca; &: Teste de Wilcoxon.

Fonte: os autores (2024).

4. Discussão

A partir dos dados analisados neste estudo, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes nos valores hemodinâmicos de PAS, PAD, PAM e FC durante a avaliação de mecânica ventilatória nas pausas de 0,5 e 2,0 segundos. Além disso, também não foram identificadas correlações significantes entre valores de PEEP e Pmed com as variáveis hemodinâmicas. A partir dessas comparações realizadas e ausência de eventos adversos hemodinâmicos durante a avaliação da mecânica respiratória, o presente estudo sugere que as variações de pressão arterial e FC não apresentaram impacto durante os ajustes de pausa inspiratória, independente do tempo de pausa.

Os achados sobre pausa inspiratória e alterações hemodinâmicas clinicamente relevantes para avaliações também são corroborados por outros estudos¹⁰⁻¹² que realizaram tal manobra para outros tipos de estratégias. Neste caso, o estudo de Galhardo e colaboradores¹² demonstrou que a manobra de hiperinsuflação pulmonar na VM com pausa inspiratória de 2,0 segundos ocasionou alteração da PAD em comparação com a mesma manobra sem pausa inspiratória, sem alterações clínicas significativas. No entanto, estas alterações podem estar relacionadas à incidência de AutoPEEP. Concordando com a ausência de sintomatologia clínica, os estudos de Venezian e colaboradores¹¹ e Chicayban¹⁰ não encontraram diferenças significantes na hemodinâmica durante pausa inspiratória de 2,5 segundos e 3,0 segundos, respectivamente, associada à hiperinsuflação pulmonar no VM. Estes dados corroboram com o presente estudo, ao qual também não identificou instabilidade e nem diferenças hemodinâmicas estatisticamente significantes entre pausas de 0,5 e 2,0 segundos.

Referente a reprodutibilidade de valores avaliados, o estudo de Menezes Júnior e colaboradores⁴ demonstrou que, tanto a utilização de 0,5 segundos, quanto 2,0 segundos, são parâmetros reprodutíveis e que geram resultados semelhantes em pacientes com pulmões mais próximos da homogeneidade. Esse estudo ainda ressalta que a utilização de tempos de pausa inadequadas ou até mesmo fora de protocolos institucionais podem gerar medidas incorretas e, tempos maiores que o necessário, podem expor o paciente a maior estresse pulmonar e em seus capilares. No entanto, nosso estudo sugere que a mensuração da mecânica ventilatória é

hemodinamicamente segura, mesmo utilizando 2,0 segundos de pausa inspiratória.

Portanto, a determinação sobre qual tempo de pausa deve-se utilizar, depende das características pulmonares, sobretudo das condições patológicas agudas e crônicas. Segundo Henderson e colaboradores⁵, pulmões afetados pela Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo se beneficiam com pausas prolongadas (entre 2 e 5 segundos) para que sejam eliminadas as questões heterogêneas destes parênquimas, como resposta às propriedades viscoelásticas gasosas e recrutamento alveolar devido à redistribuição de gases. Contudo, segundo Menezes Júnior⁴, pacientes com pulmões próximos à homogeneidade possuem valores reprodutíveis tanto nas pausas de 0,5 segundos quanto nas de 2,0 segundos.

Em relação às variações hemodinâmicas durante a VM, Long e colaboradores⁹ determinaram em seu estudo que a relação entre parâmetros ventilatórios e hemodinâmica está mais próxima da Pmed do que apenas variações de Vc ou pausas inspiratórias. Segundo esses autores, a manutenção de Pmed elevada (acima de 9,64 cmH₂O) altera significativamente a pressão venosa central, que está associada ao aumento da pré carga no ventrículo direito, impactando diretamente no fluxo sanguíneo sistêmico e pulmonar. No presente estudo, além de não serem identificadas alterações em macro hemodinâmica, a Pmed mediana dos pacientes foi de 9,3 cmH₂O.

Neste contexto, além de performar mudanças significativas na pressão venosa central, a Pmed pode ser uma variável importante na determinação do prognóstico do paciente crítico sob VM. Segundo o estudo de Sahetya e colaboradores¹⁵, a mediana de Pmed foi de 13,0 cmH₂O em pacientes que foram a óbito em 90 dias de acompanhamento. Além disso, os mesmos autores afirmam que este parâmetro se assemelha à Pplato e DP referente à predição de mortalidade.

Além da Pmed, a PEEP também interfere diretamente na hemodinâmica de pacientes sob VM. Tal parâmetro, se ajustado próximo ou acima de 15 cmH₂O, aumenta-se a pressão transpulmonar após a expiração, dificultando o retorno venoso e sobrecarregando a função do ventrículo direito devido à resistência vascular imposta.⁵ Neste caso, segundo os dados relatados pelo ART *trial*¹⁷, pacientes que receberam manobra de recrutamento alveolar máximo com PEEP

até 45 cmH₂O apresentaram maior incidência de barotraumas, pneumotórax e necessidade de vasopressores do que o grupo PEEP baixa guiada pela tabela PEEP x Fração Inspirada de Oxigênio. No entanto, o grupo de pacientes com afecção pulmonar apresentou o maior valor mediano de PEEP em 9,1 cmH₂O, ao qual parece não ter efeito significativo na hemodinâmica durante a avaliação da mecânica pulmonar.

É importante ressaltar que, dada a escassez de outros estudos na literatura que abordem comparações na variabilidade hemodinâmica, este estudo também propões subsidiar novas discussões sobre este tema.

Este estudo possui algumas limitações: ausência de cálculo amostral e tamanho amostral pequeno podendo limitar a generalização dos dados para uma população mais ampla; ausência de escore de dados de gravidade, ou seja, pacientes com maior gravidade clínica podem apresentar instabilidade hemodinâmica mais facilmente do que pacientes sem uso de vasopressores, por exemplo.

5. Conclusão

Através dos dados obtidos por meio do presente estudo, não se evidenciaram eventos adversos e diferenças estatisticamente significantes entre os resultados nos valores de PAS, PAD, PAM e FC durante a mensurações da mecânica respiratória em pausas inspiratórias de 0,5 e 2,0 segundos.

Contribuições dos autores

Os autores declaram ter feito contribuições substanciais ao trabalho considerando a concepção ou desenho da pesquisa; a aquisição, análise ou interpretação de dados para o trabalho; e a redação ou revisão crítica de conteúdo intelectual relevante. Todos os autores aprovaram a versão final a ser publicada e concordaram em assumir a responsabilidade pública por todos os aspectos do trabalho.

Conflitos de interesses

Nenhum conflito financeiro, legal ou político envolvendo terceiros (governo, empresas e fundações privadas, etc.) foi declarado para nenhum aspecto do trabalho submetido (incluindo, mas não se limitando a subvenções e financiamentos, participação em conselho consultivo, desenho de estudo, preparação de manuscrito, análise estatística, etc.).

Indexadores

A Revista Pesquisa em Fisioterapia é indexada no [DOAJ](#), [EBSCO](#), [LILACS](#) e [Scopus](#).



Referências

1. Marini JJ, Rocco PRM, Gattinoni L. Static and dynamic contributors to ventilator-induced lung injury in clinical practice. Pressure, energy, and power. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020;201(7):767-774. <https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1545CI>
2. Gertler R. Respiratory Mechanics. *Anesthesiol Clin*. 2021;39(3):415-440. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2021.04.003>
3. Hickey SM, Sankari A, Giwa AO. Mechanical Ventilation. Florida: StatPearls; 2024.
4. Menezes Júnior JN, Silva LM, Santos LJM, Correia HF, Lopes W, Silva VEP, et al. Reprodutibilidade das mensurações da mecânica respiratória em pacientes sob ventilação mecânica invasiva. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2020;32(3):398-404. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbti/a/xtS76H9LgDxd3dR7hXhrDv/?format=pdf&lang=pt>
5. Henderson WR, Chen L, Amato MPB, Brochard LJ. FIFTY YEARS OF RESEARCH IN ARDS. Respiratory Mechanics in Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;196(7):822-33. <https://doi.org/10.1164/rccm.201612-2495CI>
6. West JB. Fisiologia Respiratória: Princípios Básicos. Porto Alegre: Artmed Panamericana; 2013.
7. Su L, Pan P, Liu D, Long Y. Mean airway pressure has the potential to become the core pressure indicator of mechanical ventilation: Raising to the front from behind the clinical scenes. *J Intensive Med*. 2021;1(2):96-8. <https://doi.org/10.1016%2Fj.jointm.2021.04.002>
8. Salmorán HO, Martínez IM, Palos DC, Bautista KSL, Greene EJD. De la fisiología al ventilador, interacción corazón pulmón durante la ventilación mecánica. *Med Crit*. 2020;34(5):283-92. <https://dx.doi.org/10.35366/96459>
9. Long Y, Su L, Zhang Q, Zhou X, Wang H, Cui N, et al. Elevated mean airway pressure and central venous pressure in the first day of mechanical ventilation indicated poor outcome. *Crit Care Med*. 2017;45(5):e485-92. <https://doi.org/10.1097/ccm.0000000000002290>

10. Chicayban LM. Acute effects of ventilator hyperinflation with increased inspiratory time on respiratory mechanics: randomized crossover clinical trial. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2019;31(3):289–95. Citado em: PMID: [31618346](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31618346/)
11. Venezian IC. Efeito de duas modalidades ventilatórias para obtenção de flow bias expiratório na mecânica respiratória, oxigenação e hemodinâmica de pacientes submetidos à ventilação mecânica [dissertação] [Internet]. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista; 2023. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/c485ee0b-b2a6-4a17-93a0-c35689b7a61c>
12. Galhardo MM, Chermont SLSMC, Venancio ICDL, Lopes AJ, Guimaraes FS. Examining the haemodynamic repercussions of ventilator hyperinflation in elderly patients: An explanatory study. *Respir Physiol Neurobiol*. 2023;318(23). <https://doi.org/10.1016/j.resp.2023.104165>
13. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *BMJ*. 2007;35(7624):806-8. <https://doi.org/10.1136/bmj.39335.541782.AD>
14. Brower RG, Matthay MA, Morris A, et al. 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>
15. Sahetya SK, Wu TD, Morgan B, Herrera P, Roldan R, Paz E, et al. Mean Airway Pressure As a Predictor of 90-Day Mortality in Mechanically Ventilated Patients. *Crit Care Med*. 2020;48(5):688–95. <https://doi.org/10.1097/ccm.0000000000004268>
16. Demir S. Comparison of Normality Tests in Terms of Sample Sizes under Different Skewness and Kurtosis Coefficients. *International Journal of Assessment Tools in Education*. 2022;9(2):397–409. <https://doi.org/10.21449/ijate.1101295>
17. Cavalcanti AB, Suzumura ÉA, Laranjeira LN, Paisani DM, Damiani LP, Guimarães HP, et al. Effect of lung recruitment and titrated Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) vs low PEEP on mortality in patients with acute respiratory distress syndrome: A randomized clinical trial. *JAMA*. 2017;318(14):1335–45. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.14171>