

RENATA PLETSCH ASSUNÇÃO

**Análise dos critérios para ajuste do suporte ventilatório
da ventilação mecânica**

**Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Doutor em Ciências**

Programa de Pneumologia

Orientador: Profº. Dr. Pedro Caruso

São Paulo

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Assunção, Renata Pletsch
Análise dos critérios para ajuste do suporte ventilatório da ventilação
mecânica / Renata Pletsch Assunção. -- São Paulo, 2016.
Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Pneumologia.
Orientador: Pedro Caruso.

Descritores: 1.Respiração artificial 2.Fisiologia respiratória 3.Sistema
respiratório 4.Mecânica respiratória 5.Insuficiência respiratória 6.Desmame do
respirador

USP/FM/DBD-317/16

Ao meu filho Pedro, sua alegria e amor são meu
incentivo diário.

Ao meu marido Fabiano pela paciência, pela
compreensão, carinho e companheirismo nos
momentos mais difíceis.

Aos meus pais Eliane e Renato e irmão Felipe pelo
incentivo, apoio, confiança e amor sempre.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof^o. Dr. Pedro Caruso por estar sempre disponível durante as dificuldades técnicas, por dar espaço para que eu expressasse minhas ideias e ser fundamental na organização das informações colhidas e por dar forma a toda essa pesquisa. Agradeço por respeitar minhas limitações e pela generosidade em dividir seu conhecimento.

Ao Prof^o. Dr. Carlos Carvalho que me deu a oportunidade e acreditou no meu potencial quando estava recém de chegada de Porto Alegre. Por me propiciar o ingresso ao Grupo Temático de Músculo e, por isso, estar finalizando esse doutorado. Pela generosidade e tempo despendido nos ATS, me dando apoio emocional e intelectual nas apresentações dos pôsteres.

Ao Prof^o. Dr. André Albuquerque pela acolhida no grupo desde o início quando nos reuníamos com o engenheiro da Lynx para aprender a utilizar os programas. Obrigada pela paciência e pelos conhecimentos sempre compartilhados.

A todos os meus colegas do Grupo de Músculo Respiratório, Mayra Pereira, Jeferson Ferreira, Letícia Cardenas, Pauliane Santana, Vinícius lamonti, Marcelo Machionne, Patrícia Trevizan, Elena Prina por compartilharem seus dias, por auxiliarem nas coletas, por serem generosos repassando descobertas e pela amizade.

A minha colega Fábria que compartilhou comigo as coletas na UTI.

Aos médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem, residentes da UTI da Pneumologia que me ajudaram durante as coletas.

Obrigada a Carmem, Rose, André sempre dispostos a ajudar e também pela generosidade.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo fomento que tornou possível a realização desse estudo.

A meus pais Renato e Eliane por terem sempre incentivado o hábito do estudo em nossa casa. Apesar de todas as mudanças de cidade, casas que tivemos ao longo dos anos, sempre tentaram nos inserir no contexto de cada lugar fazendo com que as transições fossem o mais suave possível. Obrigada pelos princípios de honestidade, amor que sempre pautaram nosso lar e, principalmente pelos exemplos que sempre foram e continuam sendo.

Ao meu marido, pelos dias e horas dedicadas à nossa família apesar do cansaço do dia a dia. Obrigada por estar conosco em todos os finais de tarde possíveis para compartilharmos um pouco do nosso dia antes do nosso filho dormir. Agradeço principalmente a essas últimas semanas pela paciência, companheirismo e apoio enquanto eu escrevia e finalizava essa tese.

Ao meu pequeno filho Pedro que faz tanta diferença na minha vida, sua luz, alegria e amor são um incentivo diário.

Ao meu irmão Felipe que sempre esteve por perto nas brincadeiras e brigas da infância, nas intempestividades da adolescência e na amizade e companheirismo da vida adulta.

Aos meus avós pelo amor dispensado a vida inteira. Saudades dos que já se foram.

Aos meus sogros Milton e Mariza pelo incentivo e motivação.

Um agradecimento especial a todos os pacientes e responsáveis que aceitaram participar desse estudo pela confiança e que sem eles nada teria sido possível.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO.....	2
1.1 Pressão de Suporte Ventilatório.....	2
1.2 Assistência Ventilatória.....	3
1.2.1 Assistência Ventilatória Insuficiente (“ <i>underassistance</i> ”).....	3
1.2.2 Assistência Ventilatória Excessiva (“ <i>overassistance</i> ”).....	3
1.3 Variáveis já estudadas para definir assistência ventilatória em PSV..	4
1.3.1 Variáveis do padrão respiratório.....	4
1.3.2 Trabalho Respiratório.....	5
1.3.3 Pressão de Oclusão das Vias Aéreas ($P_{0.1}$).....	5
1.3.4 Eletromiografia diafragmática.....	6
1.4 Variáveis possíveis e não estudadas para definir assistência ventilatória em PSV.....	6
1.4.1 Assincronia paciente ventilador.....	7
1.4.2 PEEP intrínseca.....	7
1.5 Racional do Estudo.....	8
2. HIPÓTESES.....	10
3. OBJETIVO.....	12

4. MÉTODOS.....	14
4.1 Delineamento.....	14
4.2 Aspectos Éticos.....	14
4.3 Pacientes.....	14
4.3.1 Critérios de Inclusão.....	14
4.3.2 Critérios de Exclusão.....	15
4.4 Coleta de Dados.....	15
4.4.1 Dados dos Pacientes.....	15
4.4.2 Sistema de Aquisição e Análise de Dados.....	16
4.4.3 Monitorização dos Pacientes.....	17
4.5. Variáveis calculadas posteriormente com os dados coletados.....	20
4.6 Variáveis avaliadas.....	21
4.7 Protocolo.....	23
4.8 Definições de assistência ventilatória excessiva ou insuficiente.....	24
4.9 Análise Estatística.....	25
5. RESULTADOS.....	28
5.1 Fluxograma do estudo e caracterização dos pacientes incluídos.....	28
5.2 Quantificação dos níveis de suporte estudados.....	29
5.3 Caracterização dos níveis de suporte estudados.....	30
5.3.1 Níveis de suporte com assistência ventilatória excessiva.....	30
5.3.2 Níveis de suporte com assistência ventilatória insuficiente.....	31
5.4 Correlação entre P0.1 traqueal e esofágica	32
5.5 Comportamento das variáveis nos diferentes níveis de pressão de suporte.....	33

5.6 Acurácia das variáveis para diagnóstico de assistência ventilatória excessiva.....	38
6. DISCUSSÃO.....	50
6.1 Critérios para diagnosticar assistência ventilatória.....	50
6.2 Assistência ventilatória insuficiente.....	51
6.3 Assistência ventilatória excessiva.....	51
6.4 Relevância do Clínica.....	53
6.5 Limitações do estudo.....	54
7. CONCLUSÃO.....	56
8. ANEXOS.....	58
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS

% - porcentagem

ANOVA – Análise de variância

Bpm – batimentos por minuto

Cappesq - Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa

cmH₂O – centímetros de água

CV – capacidade vital

DP – desvio padrão

DPOC – doença pulmonar obstrutiva crônica

ECM - esternocleidomastóide

FiO₂ – fração inspirada de oxigênio

FR – frequência respiratória

HCFMUSP – Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da

Universidade de São Paulo

lpm – Incursões por minuto

IRpA – insuficiência respiratória aguda

IRS – índice de respiração rápida e superficial

J/L – joules por litro

Kg – quilograma

L/min – litros por minuto

LTDA – limitada

ml/kg – mililitros por quilograma

mmHg – milímetros de mercúrio

ms – milissegundos

P_{0.1} – pressão de oclusão das vias aéreas

PA – pressão arterial

PCO₂ – pressão parcial de gás carbônico

Pes – pressão esofágica

PEEP – pressão positiva expiratória final

pH - potencial hidrogeniônico

PS – pressão de suporte

PSV – pressão de suporte ventilatório

RASS - Richmond Agitation-Sedation Scale

ROC - Receiver Operation Characteristics

ROI – Região de Interesse

SAPS - Simplified Acute Physiology Score

TCLE – termo de consentimento livre e esclarecido

VC – volume corrente

VE – volume minuto

VM – ventilação mecânica

UTI – unidade de terapia intensiva

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tela gerada pelo programa AqDados 7.02 durante coleta de dados.....	17
Figura 2. Fluxograma da rotina da passagem do cateter esofágico.....	19
Figura 3. Pneumotacógrafo e Válvula de oclusão das vias aéreas.....	19
Figura 4. Foto de paciente monitorizada para a coleta de dados.....	20
Figura 5. Foto de paciente monitorizada e sendo acompanhada durante a coleta de dados.....	21
Figura 6. Tela de análise de dados gerada no programa Labview 7.1	24
Figura 7. Fluxograma do protocolo.....	28
Figura 8. Fluxograma dos participantes do estudo.....	33
Figura 9. Concordância dos valores de $P_{0.1}$ traqueal e esofágica.....	34
Figura 10. Média das frequências respiratórias em diferentes níveis de pressão de suporte.....	34
Figura 11. Médias dos volumes correntes em diferentes níveis de pressão de suporte.....	35
Figura 12. Médias dos volumes minutos em diferentes níveis de pressão de suporte.....	35
Figura 13. Médias das saturações periféricas de oxigênio em diferentes níveis de pressão de suporte.....	36
Figura 14. Médias dos índices de respiração rápida e superficial em diferentes níveis de pressão de suporte.....	36

Figura 15. Médias das frequências cardíacas em diferentes níveis de pressão de suporte.....	37
Figura 16. Médias das pressões arteriais médias em diferentes níveis de pressão de suporte.....	37
Figura 17. Médias dos deltas da pressão esofágica em diferentes níveis de pressão de suporte.....	38
Figura 18. Médias das pressões de oclusão esofágica e traqueal em diferentes níveis de pressão de suporte.....	38
Figura 19. Curva ROC da Frequência Respiratória.....	40
Figura 20. Histograma de Pontos da Frequência Respiratória.....	40
Figura 21. Curva ROC do Volume Corrente.....	41
Figura 22. Histograma de Pontos do Volume Corrente.....	41
Figura 23. Curva ROC do Volume Minuto.....	42
Figura 24. Histograma de Pontos do Volume Minuto.....	42
Figura 25. Curva ROC da Saturação Periférica de Oxigênio.....	43
Figura 26. Histograma de Pontos da Saturação Periférica de Oxigênio....	43
Figura 27. Curva ROC do Índice de Respiração Rápida e Superficial.....	44
Figura 28. Histograma de Pontos do Índice de Respiração Rápida e Superficial.....	44
Figura 29. Curva ROC da Frequência Cardíaca.....	45
Figura 30. Histograma de Pontos da Frequência Cardíaca.....	45
Figura 31. Curva ROC da Pressão Arterial Média.....	46
Figura 32. Histograma de Pontos da Pressão Arterial Média.....	46
Figura 33. Curva ROC do Delta da Pressão Esofágica.....	47
Figura 34. Histograma de Pontos do Delta da Pressão Esofágica.....	47

Figura 35. Curva ROC da Pressão de Oclusão das Vias Aéreas.....	48
Figura 36. Histograma de Pontos da Pressão de Oclusão das Vias Aéreas.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Critérios de definição de assistência ventilatória.....	25
Tabela 2. Características clínicas e antropométricas da população.....	29
Tabela 3. Quantidade de períodos registrados em cada nível de pressão de suporte.....	30
Tabela 4. Critérios para diagnosticar assistência ventilatória excessiva.	31
Tabela 5. Causas da interrupção precoce do protocolo.....	32
Tabela 6. Ponto de corte para definição de assistência excessiva.....	39

RESUMO

Assunção RP. Análise dos Critérios para Ajuste do Suporte Ventilatório da Ventilação Mecânica [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2016.

Introdução: A assistência ventilatória adequada é imprescindível para o tratamento do paciente ventilado artificialmente. A busca por parâmetros para realizar o ajuste ótimo e que tenham aplicação fácil a beira leito como, por exemplo, métodos não-invasivos, são desejáveis. **Objetivo:** analisar a acurácia diagnóstica das variáveis do padrão respiratório, da $P_{0.1}$ esofágica e traqueal, para o ajuste da assistência ventilatória em pressão de suporte. **Métodos:** Vinte e sete pacientes internados em unidade de terapia intensiva foram consecutivamente incluídos no estudo. Todos pacientes estavam no modo de pressão de suporte, que foi aumentada para 20 cmH₂O e diminuí em passos de 3 cmH₂O, até 2 cmH₂O ou antes se o paciente apresentasse sinais de desconforto respiratório. Os pacientes foram monitorizados com cateteres para medidas de pressão esofágica e gástrica, com uma peça proximal ao tubo para mensurar a pressão traqueal a partir da oclusão da via aérea e com um pneumotacógrafo para medidas de fluxo. Durante todos níveis de suporte, foram gravados os dados dos cateteres esofágicos, gástricos, da traquéia, dados hemodinâmicos e do padrão respiratório. O ajuste da assistência ventilatória foi classificado como adequado, insuficiente e excessivo de acordo com critérios pré-estabelecidos. **Resultados:** Foram analisados 210 períodos com diferentes pressões de suporte e em 49% destes períodos a assistência foi excessiva, enquanto em 3,8% a assistência foi insuficiente. No início do estudo, enquanto os pacientes ainda estavam com a assistência ventilatória ajustada pela equipe assistente, 48,2% apresentavam assistência ventilatória excessiva. Pela pequena incidência de períodos com assistência ventilatória insuficiente, não foi avaliado a acurácia das variáveis para diagnóstico de assistência insuficiente. Para diagnosticar assistência ventilatória excessiva, a variável do padrão respiratório que se mostrou mais acurada foi a frequência respiratória, com

sensibilidade de 90% e especificidade de 88% quando a frequência respiratória foi menor que 17 incursões por minuto. Outras variáveis do padrão respiratório não mostraram elevada acurácia. Também para o diagnóstico de assistência excessiva, foi elevada a acurácia da $P_{0.1}$ esofágica (sensibilidade de 81% e especificidade de 70% quando $P_{0.1} \leq 1,9$) e da $P_{0.1}$ traqueal (sensibilidade de 81% e especificidade de 70% quando $P_{0.1} \leq 2,1$). **Conclusão:** A ocorrência de assistência ventilatória excessiva foi significativamente maior que a assistência ventilatória insuficiente. A frequência respiratória menor que 17 foi a variável do padrão respiratório com maior acurácia para diagnosticar assistência ventilatória excessiva. As $P_{0.1}$ esofágica e traqueal também tiveram acurácia elevadas, mas menores que a frequência respiratória.

Descritores: respiração artificial; fisiologia respiratória; sistema respiratório; mecânica respiratória; insuficiência respiratória; desmame do respirador.

ABSTRACT

Assunção RP. Analysis of criteria for ventilatory support adjustment of Mechanical Ventilation [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2016.

Introduction: The adequate assistance is essential for the treatment of mechanically ventilated patient. The search of parameters to achieve the optimal adjustment and with easy application to bedside, for example, non-invasive methods. **Objective:** Analyze the diagnostic accuracy of the breathing pattern variables, esophageal and tracheal $P_{0.1}$ for adjustment of mechanical ventilation in pressure support ventilation. **Methods:** Twenty-seven patients in intensive care unit were consecutively included in the study. All patients were in the pressure support mode, which was raised to 20 cmH₂O and decreased in steps of 3 cmH₂O up to 2 cmH₂O or earlier if the patient had signs of respiratory distress. Patients were monitored with catheters for esophageal and gastric pressure measurements, with the T-piece was used close to the tube to measure tracheal pressure during an airway occlusion and a pneumotachograph for flow measurements. Data was recorded for all support levels to esophageal, gastric, and tracheal pressures, also hemodynamic data and ventilatory pattern. The adjustment of mechanical ventilation was classified as adequate assistance, overassistance and underassistance according to pre-established criteria. **Results:** Two hundred and ten periods were analyzed with different pressures of support and 49% of these periods were overassistance, while 3,8% these periods were underassistance. At baseline, while patients were still ventilatory assistance set by assistance staff, 48,2% had overassistance. Due to the low incidence of periods with underassistance, the variables accuracy has not been evaluated. The variable breathing pattern that was more accurate diagnosing overassistance was the respiratory rate (90% sensitivity and specificity of 88 % when the respiratory rate was less than 17 breaths per minute). Other variables of the breathing pattern did not show high accuracy although esophageal $P_{0.1}$ (sensitivity 81 % and specificity of 70 % when $P_{0.1} \leq 1,9$) and tracheal $P_{0.1}$

(sensitivity 81 % and specificity of 70 % when $P_{0.1} \leq 2,1$) were high accuracy diagnosing overassistance. **Conclusion:** The occurrence of overassistance was significantly higher than underassistance. The respiratory rate below 17 was the variable breathing pattern more accurate to predict overassistance. The esophageal and tracheal $P_{0.1}$ also had high accuracy but lower than the respiratory rate.

Descriptors: mechanical ventilation, respiratory physiology, respiratory system; respiratory mechanics; respiratory distress; weaning.

1 INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Na insuficiência respiratória, um dos objetivos da ventilação mecânica (VM) é o alívio do trabalho respiratório excessivo¹, porém a assistência ventilatória excessiva pode levar a atrofia diafragmática por desuso e causar pressão positiva expiratória final (PEEP) intrínseca², enquanto a assistência ventilatória insuficiente pode perpetuar a insuficiência respiratória³.

A VM é empregada através de vários modos, sendo que predominam as modalidades assistidas sobre as controladas, nas quais o paciente mantém um controle sobre a frequência respiratória e o volume corrente³. A ventilação por pressão de suporte (PSV) é o modo de ventilação assistida mais usado^{2,4-7}.

1.1 Pressão de Suporte Ventilatório

A PSV é o modo de VM assistida onde o ventilador assiste à ventilação através da manutenção de uma pressão positiva durante a inspiração até que o fluxo inspiratório do paciente se reduza a um nível predeterminado. Isto permite que o paciente controle a frequência respiratória, o tempo inspiratório e o volume corrente. Assim, o volume corrente depende do esforço inspiratório do paciente, da pressão de suporte (PS) predeterminada e da mecânica do sistema respiratório¹.

A PSV é frequentemente empregada quando o paciente passa de um modo de ventilação controlado para um modo assistido e também durante o desmame da VM³, que ocupa aproximadamente 40% do tempo total da VM^{8,9}.

A ventilação por PSV deve ser ajustada para que haja equilíbrio entre a demanda e a capacidade do sistema respiratório, especialmente dos músculos inspiratórios³. Quando o ajuste adequado da PSV não é alcançado, dois extremos podem ocorrer¹⁰:

- a) Excesso de assistência ventilatória ou “*overassistance*”;

b) Assistência ventilatória insuficiente ou “*underassistance*”

1.2 Assistência ventilatória

A assistência ventilatória adequada é imprescindível para o tratamento do paciente grave ventilado artificialmente¹¹⁻¹³. Quando a assistência é insuficiente ou excessiva pode causar efeitos deletérios ao paciente¹⁴.

1.2.1 Assistência ventilatória insuficiente (“*underassistance*”)

A assistência ventilatória insuficiente não alivia completamente a carga sobre os músculos respiratórios, perpetuando ou acentuando a insuficiência respiratória³. Pode resultar na piora da mecânica respiratória^{10,11}, causar desconforto respiratório ao paciente¹⁰, aumentar o trabalho respiratório¹⁵, causar agitação psicomotora, assincronia¹⁴ e aumentar o tempo de VM¹⁶.

A assistência ventilatória insuficiente está entre as principais causas de dispneia durante a VM¹⁰, além de estar associada a um tipo de assincronia chamada de duplo disparo¹⁷. O desconforto respiratório e a dispneia geram ansiedade e são uma fonte de sequelas neuropsicológicas tardias como estresse pós-traumático^{3,18-20}.

1.2.2 Assistência ventilatória excessiva (“*overassistance*”)

Quando o paciente apresenta sinais de desconforto respiratório, a tendência é aliviá-lo através do aumento da assistência ventilatória, o que aumenta o risco de excesso de assistência^{12,14,21}, que pode causar relaxamento muscular excessivo, hiperinsuflação pulmonar^{11,22}, volumotrauma²², assincronia

paciente-ventilador (principalmente esforços perdidos¹¹) e disfunção diafragmática induzida pelo ventilador²³.

1.3 Variáveis já estudadas para definir assistência ventilatória adequada em PSV

1.3.1 Variáveis do padrão respiratório

Atualmente não há definição de assistência ventilatória adequada em PSV, justamente pela dificuldade em reconhecer quando a assistência ventilatória está excessiva ou insuficiente. A literatura que procurou a definição de assistência ventilatória adequada é escassa, antiga e não traz uma resposta conclusiva sobre quais as melhores variáveis para o ajuste desse suporte^{13, 24-30}.

Para tentar ajustar adequadamente a assistência em PSV, variáveis não invasivas medidas pontualmente como volume minuto (VE)²⁴⁻²⁶, volume corrente (VC)^{24, 25}, frequência respiratória (FR)^{24, 25}, capacidade vital (CV)²⁶, uso de musculatura inspiratória acessória^{2, 25, 27} e conforto do paciente¹³ não mostraram boa acurácia quando comparados à medida do trabalho respiratório. O “Índice de Respiração Rápida e Superficial” (IRS) utilizado para auxiliar na decisão do desmame da VM³¹, é a razão da frequência respiratória sobre volume corrente em litros³¹. Por sua capacidade de prever o sucesso da respiração espontânea, o IRS poderia ser útil no ajuste da assistência em PSV, porém o IRS mostrou baixa acurácia para determinar a assistência adequada³².

Como as variáveis do padrão respiratório não mostraram boa acurácia para ajustar o nível de assistência em PSV, outras variáveis foram estudadas, no entanto estas variáveis são invasivas e menos disponíveis a beira leito.

1.3.2 Trabalho Respiratório

Do ponto de vista da investigação clínica, a medida de trabalho respiratório é útil no campo da ventilação mecânica e tem contribuído para a otimização e compreensão dos efeitos de ajustes do ventilador, tais como disparo, PEEP, pico de fluxo inspiratório, etc³³.

Um estudo avaliou as relações entre trabalho respiratório e variáveis do padrão respiratório em PSV. Todas as variáveis foram pobres preditoras de variação de trabalho respiratório. A FR previu 22% das variações de trabalho respiratório, o IRS 20%. O estudo sugere que se meça diretamente o trabalho respiratório, pois as variáveis do padrão respiratório são má preditoras do trabalho respiratório²⁵. Outro estudo avaliou pacientes em PSV após cirurgia de revascularização do miocárdio, quanto às mudanças de padrão respiratório e trabalho respiratório medido utilizando diagrama de Campbell. Os pacientes foram colocados em PS 0, 10, 20 e 30 cmH₂O. O aumento da PS não alterou o VE, pressão parcial de gás carbônico (PCO₂) ou potencial hidrogeniônico (pH), mas alterou o trabalho respiratório e associou-se a ocorrência de assincronia paciente ventilador²⁶.

1.3.3 Pressão de oclusão das vias aéreas (P_{0.1})

A P_{0.1} avalia a atividade do centro respiratório e, é definida como a pressão negativa gerada durante os primeiros 100 milissegundos (ms) de uma inspiração ocluída²⁴. O tempo de 100ms foi escolhido uma vez que foi demonstrado que um indivíduo saudável normalmente requer, pelo menos, de 150ms para detectar a oclusão e reagir contra o processo²⁷.

Um estudo com oito pacientes com insuficiência respiratória aguda (IRpA) investigou se as mudanças no padrão de respiração, P_{0.1} e do trabalho respiratório podiam ajudar a definir o nível adequado individual de PS. A P_{0.1} e o trabalho respiratório aumentaram com a diminuição da PS, mostrando uma correlação positiva entre elas (r=0,87), enquanto a correlação entre trabalho

respiratório e FR foi menos significativa ($r=0,53$). Durante a PSV, sugerindo que a $P_{0.1}$ pode ser uma variável mais sensível do que a avaliação do padrão respiratório. Embora a $P_{0.1}$ tenha sido medida com um balão esofágico nesse estudo, as técnicas não invasivas podem também ser utilizadas^{24, 34}.

Outro estudo avaliou as mudanças do padrão respiratório, $P_{0.1}$ e atividade do músculo esternocleidomastóide (ECM) durante a redução gradual da PSV. A $P_{0.1}$ aumentou significativamente em níveis baixos de PSV e a contração do ECM apareceu quando os valores de $P_{0.1}$ foram superiores a 2,9 cmH₂O. Os valores de $P_{0.1}$ foram mais úteis que os do padrão respiratório para definir o melhor valor de pressão em PSV²⁷.

1.3.4 Eletromiografia diafragmática

A eletromiografia diafragmática é útil para detectar fadiga diafragmática³⁵,³⁶, avaliar o impulso neural³⁷⁻³⁹ bem como ajustar a ventilação mecânica⁴⁰.

Um único estudo com EMG diafragmática com onze pacientes em VM por PSV em doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) definiu como pressão de suporte ótima a que se associava a ausência de fadiga diafragmática na eletromiografia. Nesse estudo, a única variável do padrão respiratório que mostrou boa correlação com o aparecimento da fadiga diafragmática foi a elevação da FR⁴¹.

1.4 Variáveis possíveis e não estudadas para definir assistência ventilatória adequada em PSV

Todos os estudos feitos com variáveis não invasivas demonstraram baixa acurácia no ajuste da assistência adequada^{13, 24-27}, no entanto, a busca por variáveis não invasivas e de alta acurácia deve continuar, porque estas variáveis serão clinicamente úteis e aplicáveis a beira leito.

1.4.1 Assincronia paciente ventilador

Quando há desproporção entre o tempo inspiratório do paciente e o tempo inspiratório programado, acontece a assincronia paciente ventilador^{42, 43}. Num estudo já citado, que avaliou o ajuste da PSV através do trabalho respiratório, mostrou que altos níveis de PSV estão associados ao aumento da assincronia paciente ventilador²⁶ e já foi mostrado que quando há um excesso de assistência ventilatória ocorrem esforços perdidos¹³.

De maneira não invasiva, podemos obter o número de esforços perdidos que ocorrem durante a ventilação do paciente em VM. Um índice de assincronia foi descrito e é definido como o número de eventos de assincronias dividido pelo número total de respirações computadas como a soma do número de ciclos do ventilador e os esforços perdidos¹⁴. Um alto índice de assincronia por esforços perdidos pode ser considerado quando o índice de assincronia for maior ou igual que 10%¹⁴.

$$\text{Índice de Assincronia (\%)} = \frac{\text{número de eventos}}{\text{FR}} \times 100$$

A maior causa de esforços perdidos é a hiperinsuflação dinâmica que leva ao aparecimento da PEEP intrínseca⁴⁴.

1.4.2 PEEP intrínseca

Os mecanismos fisiológicos que conduzem a PEEP intrínseca (ou auto-PEEP) estão relacionados aos fatores que determinam o final da expiração, o volume pulmonar e a taxa de esvaziamento pulmonar⁴⁵. Em níveis elevados, a PEEP intrínseca causa prejuízo à hemodinâmica e à função dos músculos respiratórios⁴⁶.

Num estudo que avaliou quais as variações no padrão respiratório influenciavam nos valores de PEEP intrínseca, o coeficiente de variação da medida da PEEP intrínseca foi 123%⁴⁶.

É possível obter os valores da PEEP intrínseca através do fluxo e da pressão esofágica⁴⁶ e também é possível determiná-la não invasivamente através da pressão traqueal e do fluxo.

1.5 Racional do estudo

Embora a PSV seja o modo de ventilação assistida mais utilizado nas UTIs, o ajuste da assistência ventilatória foi pouco explorado e, na prática clínica, baseia-se na observação do padrão respiratório. A acurácia das variáveis do padrão respiratório para o ajuste ótimo da pressão de suporte é desconhecida, apesar de ser essencial para a prática clínica.

Considerando que, provavelmente, nenhuma variável do padrão respiratório terá acurácia elevada para garantir um bom ajuste da PSV, fica garantida a pesquisa da acurácia de outras variáveis que não, as do padrão respiratório. Para que estas outras variáveis tenham aplicação fácil a beira leito é desejável que sejam métodos não invasivos.

Outra questão importante é o pouco enfoque dado à assistência ventilatória excessiva. Sua ocorrência parece ser frequente, porém ela foi menos estudada que a assistência ventilatória insuficiente. Talvez porque não cause sinais de desconforto respiratório evidentes e acabe passando despercebida em algumas situações.

2 HIPÓTESES

2. HIPÓTESES

Nenhuma variável isolada do padrão respiratório tem boa acurácia para o ajuste do suporte ventilatório.

A $P_{0.1}$ medida na traqueia é uma medida não invasiva que pode ter boa acurácia para o ajuste do suporte ventilatório.

3 OBJETIVO

3. OBJETIVO

Analisar a acurácia diagnóstica das variáveis do padrão respiratório e da $P_{0.1}$ esofágica e traqueal para o ajuste da assistência ventilatória em pressão de suporte ventilatório.

4 MÉTODOS

4. MÉTODOS

4.1 Delineamento

Estudo clínico, transversal, realizado na unidade de terapia intensiva (UTI) Respiratória da Disciplina de Pneumologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP).

4.2 Aspectos Éticos

Aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa (Cappesq) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, (0835/11).

Os pacientes e/ou responsáveis pelo paciente foram devidamente informados sobre os procedimentos realizados durante o estudo, o motivo para realização do estudo, riscos potenciais e da participação voluntária através do termo de consentimento livre e esclarecido.

4.3 Pacientes

Os pacientes foram incluídos consecutivamente.

4.3.1 Critérios de Inclusão

- a) pacientes em VM a mais de 48h e que não tenham como objetivo o repouso completo da musculatura respiratória;
- b) pacientes com intubação oro traqueal, em ventilação em pressão de suporte e sem indicação de teste de respiração espontânea nas 24 horas seguintes;

- c) acima de 18 anos;
- d) clinicamente estáveis, assim definidos: sem vasopressores ou com baixas doses destas drogas, hemoglobina acima de 8 g/dl, ausência de distúrbios hidroeletrólíticos graves, ausência de infecção ou infecção controlada e
- e) pacientes e/ou responsáveis que concordarem e assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, assim obedecendo às normas éticas vigentes no Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo para realização do estudo com seres humanos conforme aprovação prévia da Comissão de Ética.

4.3.2 Critérios de Exclusão

- a) doença neuromuscular prévia;
- b) doença estrutural do sistema nervoso central que possa levar a alteração do padrão respiratório e
- c) sedação profunda, definida com medida da Escala de Richmond Agitation Sedation Scale (RASS) de -3, -4 ou -5.

4.4 Coleta de dados

4.4.1 Dados dos pacientes

- a) Dados pessoais: nome, data de nascimento, sexo.
- b) Dados antropométricos: ideal, altura.
- c) Dados de internação: data de internação na UTI, causa da internação na UTI.
- d) Dados clínicos:, motivo da ventilação mecânica, escore fisiológico agudo simplificado (SAPS 3), escore de sedação - RASS, presença de delirium, tempo de ventilação mecânica, desfecho (alta/óbito na UTI).
- e) Dados do sistema respiratório: fluxo inspiratório e expiratório, pressão de vias aéreas superiores (traqueal), pressão esofágica e pressão gástrica.

4.4.2 Sistemas de aquisição e análise de dados

Antes da monitorização do paciente foi realizada a calibração dos transdutores de pressão dos cateteres esofágicos e gástricos utilizando uma coluna de água graduada em centímetros. O sensor dos fluxos respiratórios foi calibrado com auxílio de uma seringa de precisão com volume de 3 litros.

Foi utilizado para aquisição de dados o programa AqDados 7.02 da empresa Lynx Tecnologia Eletrônica LTDA (São Paulo, SP, Brasil) (Figura 1), especialmente desenvolvido para as necessidades do projeto. O sistema possui canais para medida simultânea de pressão esofágica, pressão gástrica, pressão traqueal e fluxos respiratórios. Os sinais foram enviados para um computador pessoal que permitia a visualização em tempo real e também armazenava os sinais para análise posterior (*off-line*).

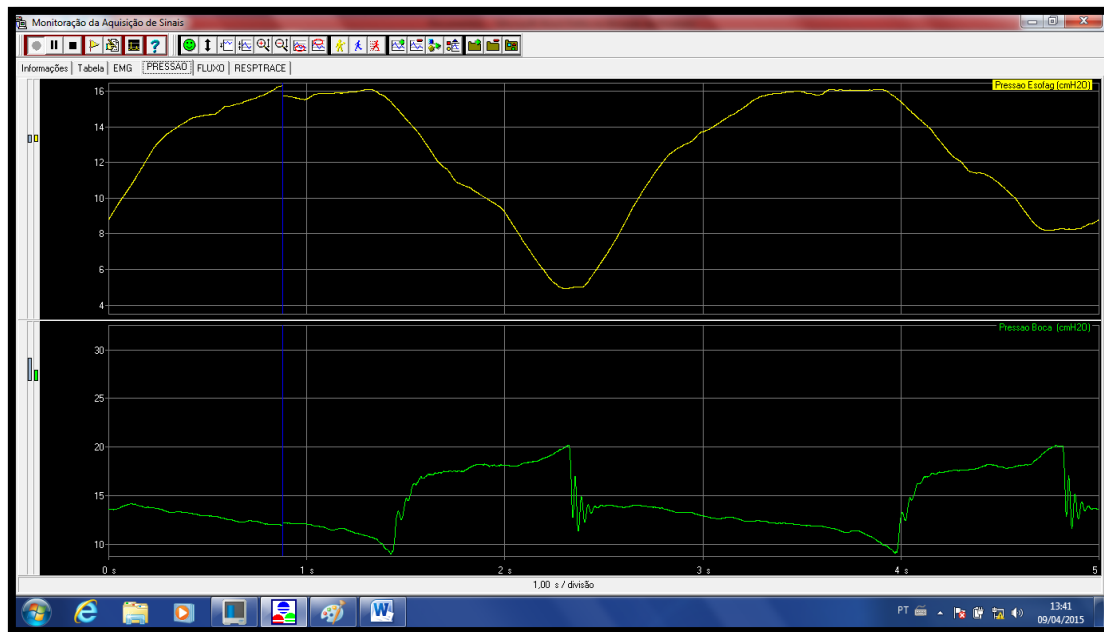


Figura 1. Tela gerada pelo programa AqDados 7.02 durante coleta de dados.

4.4.3 Monitorização do paciente

a) Pressão esofágica e gástrica

Os pacientes foram monitorizados com cateter esofágico e gástrico com balão distal de silicone de 9 cm (Coopersurgical Inc, Trumbull, CT, USA) para obtenção da pressão esofágica (Pes) e pressão gástrica (Figura 2). Os cateteres foram conectados a transdutores de pressão absoluta (TruStability® Standard Accuracy Silicon Ceramic (SSC) Series, Honeywell, USA).

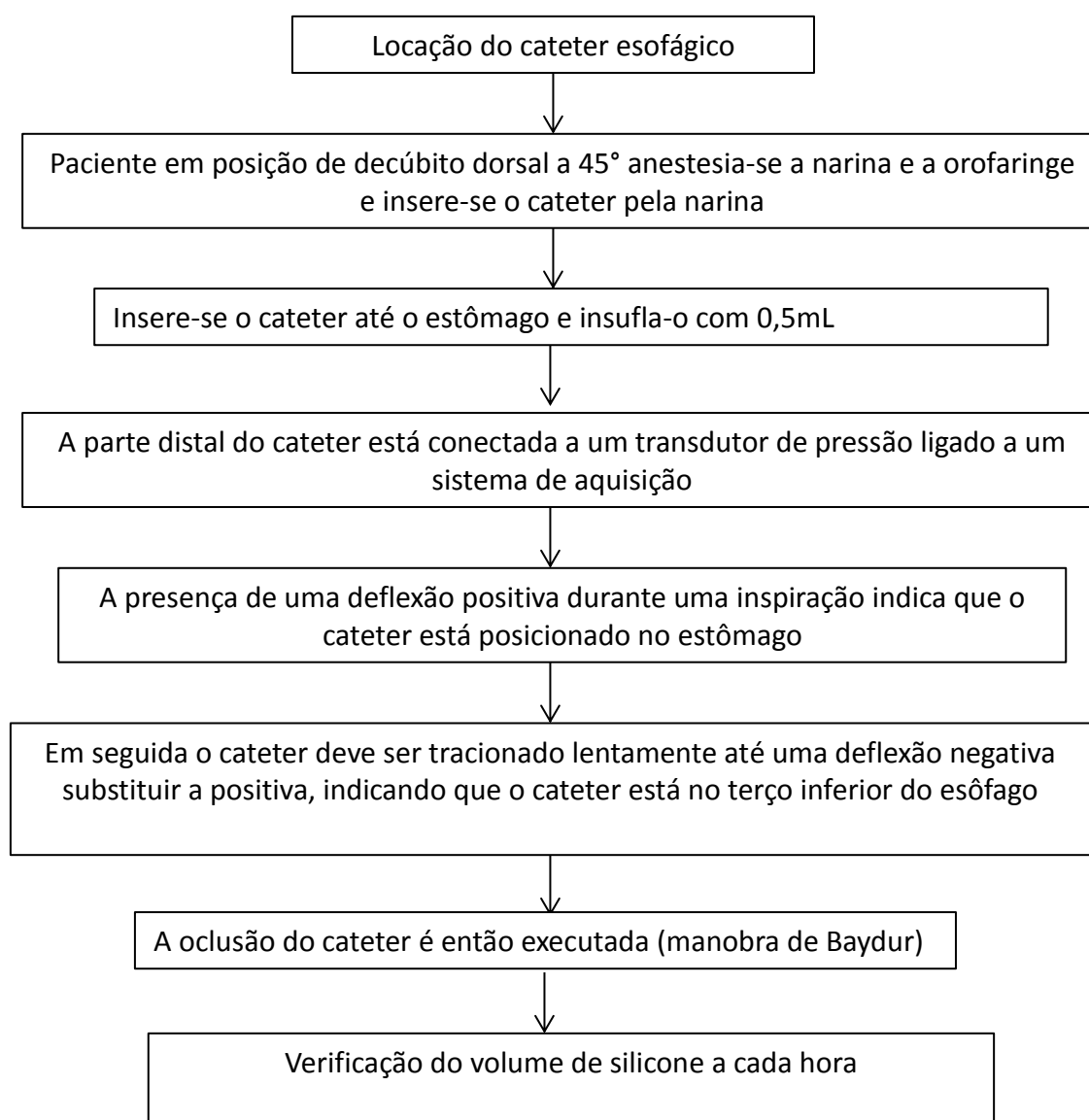


Figura 2. Fluxograma de passagem do cateter de balão esofágico

O cateter esofágico foi posicionado no 1/3 distal do esôfago e o cateter gástrico no estômago refletindo as mudanças na pressão pleural e abdominal, respectivamente⁴⁷. A pressão esofágica é uma medida indireta que expressa a pressão gerada no espaço pleural e traduz a força da musculatura diafragmática e inspiratória acessória⁴⁸.

Os transdutores de pressão foram calibrados usando-se três pontos de pressão em uma coluna com água⁶ (0,10 e 20 cmH₂O) e apenas calibrações com linearidade do transdutor acima de 98% foram aceitas. Os sinais analógicos foram digitalizados através de uma placa de conversão analógica/digital e processados no software AqDados 7.02 (Lynx, São Paulo – Brasil). A manobra final para assegurar a posição correta do cateter esofágico foi a comparação da pressão traqueal com a pressão esofágica com a via aérea ocluída. A posição do cateter só foi considerada correta quando a variação da Pes foi, pelo menos, 80% da variação da pressão traqueal. Este teste confirmatório é conhecido como teste de Baydur e é validado para diferentes volumes pulmonares e posições posturais⁴⁹.

b) Pressão traqueal

Medida através de uma peça em T colocada proximalmente ao tubo traqueal do paciente e conectada a um sensor de pressão presente no sistema de aquisição. Os sinais analógicos foram digitalizados através de uma placa de conversão analógica/digital e processados no software AqDados 7.02 (Lynx, São Paulo – Brasil), o que possibilita a análise dinâmica e instantânea das pressões geradas. O transdutor de pressão foi calibrado usando-se três pontos de pressão em uma coluna com água (0,10 e 20 cmH₂O) e apenas calibrações com linearidade do transdutor acima de 98% foram aceitas (Figuras 3 e 4).

c) Fluxos e Volumes

Os fluxos ins e expiratório foram medidos por pneumotacógrafo (Hans Rudolph - modelo 3813/4813, Shawnee, KS, EUA) com capacidade para

medidas de fluxo entre 0 e 800L/min e com espaço morto de 88mL. Os volumes ins e expiratórios foram obtidos pela integral do fluxo no tempo. Junto ao pneumotacógrafo foi acoplada uma válvula de três vias (3-Way Stopcock, Hans Rudolph, Shawnee, KS, EUA) posicionada proximalmente ao tubo e capaz de realizar oclusão da via aérea. (Figura 3 a 5)

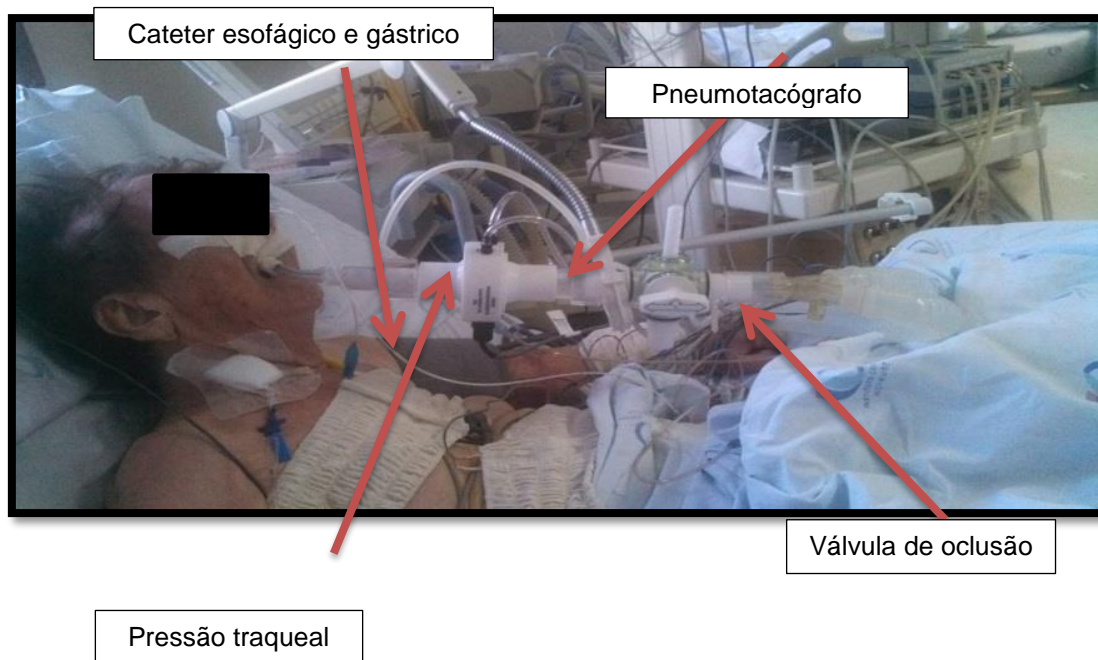


Figura 3. Foto de paciente monitorizada para a coleta de dados.



Figura 4. Paciente monitorizada e sendo acompanhada durante a coleta de dados.

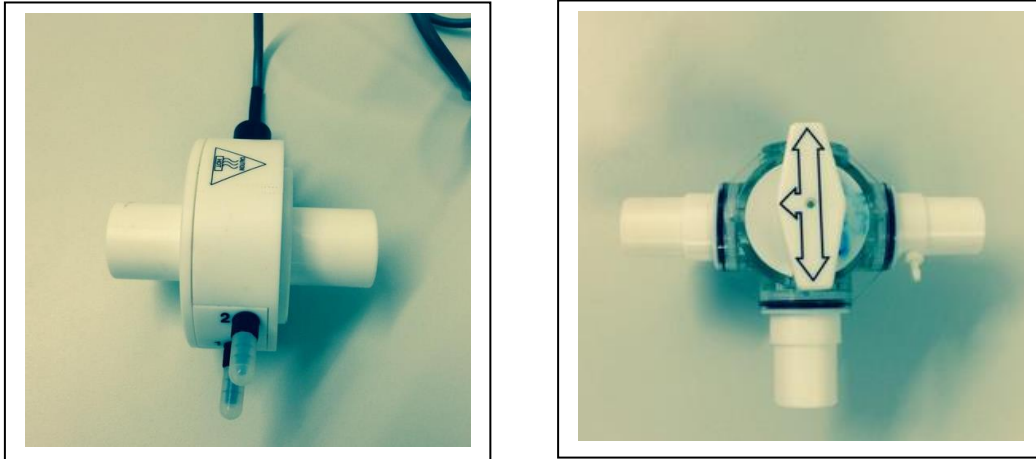


Figura 5. Pneumotacógrafo e válvula de oclusão das vias aéreas

4.5 Variáveis calculadas posteriormente com os dados coletados

O cálculo posterior dos dados coletados durante o experimento foi realizado no programa Labview 7.1 (National Instruments, Austin, TX, EUA) configurado para realizar as análises dos dados necessárias (Figura 6).

Escolha dos trechos para análise:

a) Geração de ciclo médio:

Foi escolhido para geração do ciclo médio o último minuto de aquisição de dados garantindo que o sinal das variáveis se encontravam estáveis, sem artefatos como tosse ou deglutições.

Foram analisadas através do ciclo médio: FR, VC, volume minuto, delta da pressão esofágica, pressão gástrica, trabalho respiratório, PEEP intrínseca e ocorrência de esforços inspiratórios perdidos (assincronia).

b) Geração de uma Região de Interesse (ROI):

Foram isoladas ROIs das cinco oclusões realizadas no último minuto de aquisição de dados em cada nível de suporte. Após a geração das ROIs, essas eram analisadas separadamente e, posteriormente, realizada a média aritmética para obtenção da $P_{0.1}$ esofágica, $P_{0.1}$ traqueal.

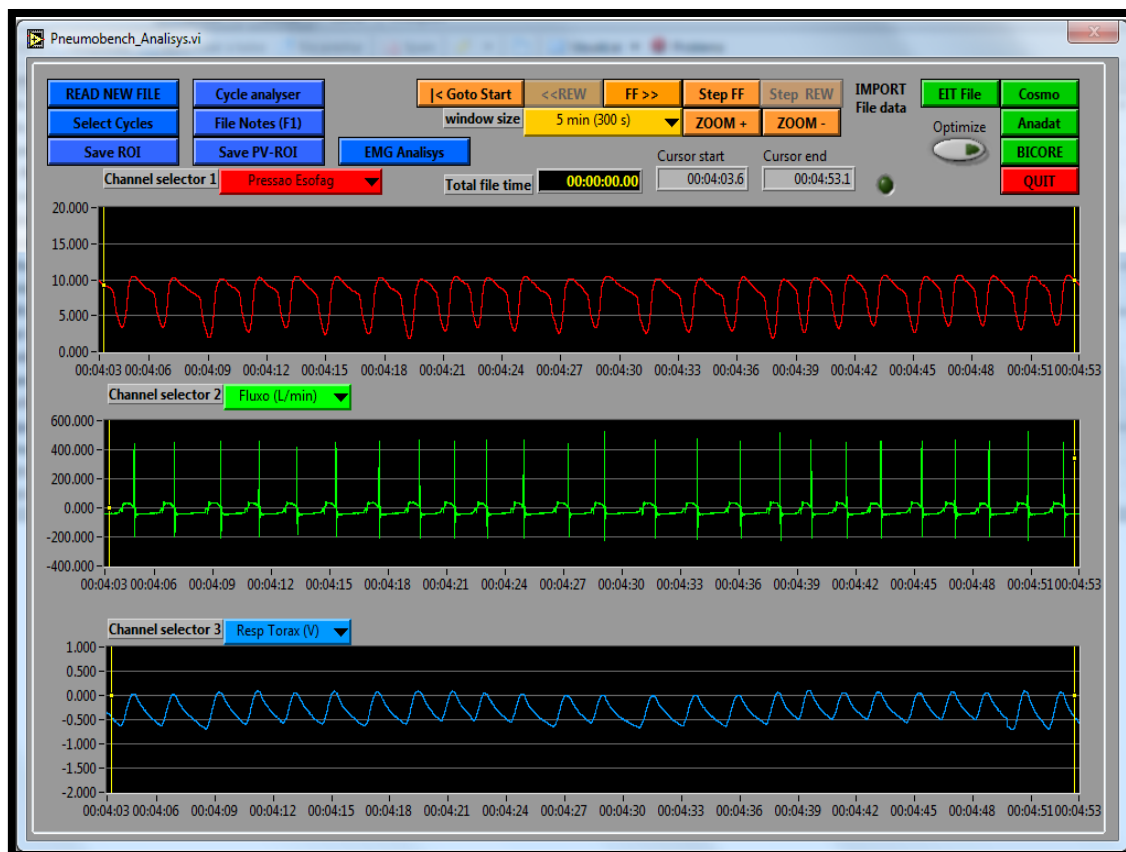


Figura 6. Tela de análise de dados gerada no programa Labview 7.1

4.6 Variáveis avaliadas

a) *Frequência Respiratória em incursões por minuto*

Obtida através da análise off-line do sinal de fluxo respiratório.

b) *Frequência Cardíaca em batimentos por minutos*

Obtida do monitor multiparamétrico Philips Healthcare MX-800.

c) *Pressão arterial sistólica e média em mmHg*

Obtida do monitor multiparamétrico Philips Healthcare MX-800.

d) *Saturação periférica de oxigênio em %*

Obtida do monitor multiparamétrico Philips Healthcare MX-800.

e) *Volume corrente em ml/Kg de peso ideal*

Obtido através da análise off line do sinal de fluxo respiratório.

f) *Volume minuto em litros por minuto*

Obtido através da análise off line do sinal de fluxo respiratório.

g) *Índice de Respiração Rápida e Superficial*

Obtida através da razão FR / VC.

h) *Delta da Pressão Esofágica durante a inspiração em cmH₂O*

Obtido através da análise off line do sinal da pressão esofágica.

i) *Pressão de oclusão das vias aéreas (P_{0.1}) em mmHg*

A P_{0.1} foi medido em dois locais:

- esôfago (invasiva), neste estudo referida como P_{0.1} esofágica. É a mudança da pressão esofágica, medida através de balão esofágico, durante os primeiros 100 ms de uma respiração, pela técnica de oclusão da via aérea.

- traquéia (não invasiva), neste estudo referida como P_{0.1} traqueal, medida através da pressão traqueal e da mesma maneira que a P_{0.1} esofágica.

j) *Trabalho Respiratório em J/L*

Os valores de trabalho respiratório foram obtidos pelo Diagrama de Campbell, ferramenta que utiliza o gráfico de pressão volume⁵¹ para obter o trabalho inspiratório (elástico e resistivo) e expiratório (quando presente).

k) *Sincronia paciente-ventilador em % de esforços inspiratórios perdidos*

Realizada inspeção visual¹⁴ dos dados gravados durante um minuto, preferencialmente o último minuto de gravação de cada nível de suporte com sinais estáveis, para verificação da existência de esforços perdidos, definido por queda da pressão esofágica sem que tenha havido disparo do ventilador. Foi considerada assincronia quando exista a ocorrência de esforços perdidos iguais ou em mais que 10% das respirações durante este minuto¹³.

l) *PEEP intrínseca em cmH₂O*

Realizada a detecção da PEEP intrínseca na ferramenta Labview 7.1 utilizando os valores de pressão esofágica e fluxo. Quando presente, o PEEP

intrínseca foi definido como a queda da pressão esofágica antes do aparecimento de fluxo inspiratório⁴⁶.

4.7 Protocolo

Após a inclusão do paciente no estudo foram anotados os dados pessoais, antropométricos e clínicos do paciente (item 4.3.1). A seguir o paciente foi monitorizado e a gravação dos sinais foi iniciada com as variáveis do ventilador como ajustados pela equipe assistente, sem nenhuma mudança na fração inspirada de oxigênio (FiO₂), PEEP e valor da pressão de suporte. A gravação durou 20 minutos e este período foi nomeado como período basal.

Ao fim da gravação do período basal, a FiO₂ e PEEP foram mantidas constantes até o fim do experimento, mas a pressão de suporte foi aumentada para 20 cmH₂O e, se o paciente não apresentasse sinais de desconforto clínico, a pressão de suporte era diminuída em 3 cmH₂O a cada 20 minutos (20, 17, 14, 11, 08, 05, 02) (Figura 8) Se antes do final do período de 20 minutos o paciente apresentasse desconforto respiratório era reconduzido à pressão de suporte prévia que garantia conforto. O desconforto respiratório foi definido como o aparecimento de pelo menos um dos seguintes sinais: frequência cardíaca maior que 140 batimentos por minuto (bpm), incremento ou decremento de 50% da frequência respiratória basal, hipotensão arterial (PA sistólica < 90mmHg) ou hipertensão arterial (PA sistólica > 180mmHg), uso de musculatura inspiratória acessória, arritmia cardíaca, diaforese, agitação psicomotora, aparecimento de respiração paradoxal abdominal ou torácica e queda da saturação arterial ≤ 90%⁴.

Em cada valor de pressão de suporte, a partir do penúltimo minuto (19º minuto) eram registradas as variáveis clínicas, ventilatórias, hemodinâmicas e da pressão esofágica e traqueal. Após estes registros, eram feitas 5 oclusões da via aérea usando a válvula unidirecional sem que o paciente percebesse a ação. Entre as oclusões eram permitidas 3 a 4 respirações não ocluídas. Os pacientes que apresentaram desconforto respiratório tiveram o registro de suas variáveis clínicas registradas e cinco oclusões da via aérea realizadas imediatamente.

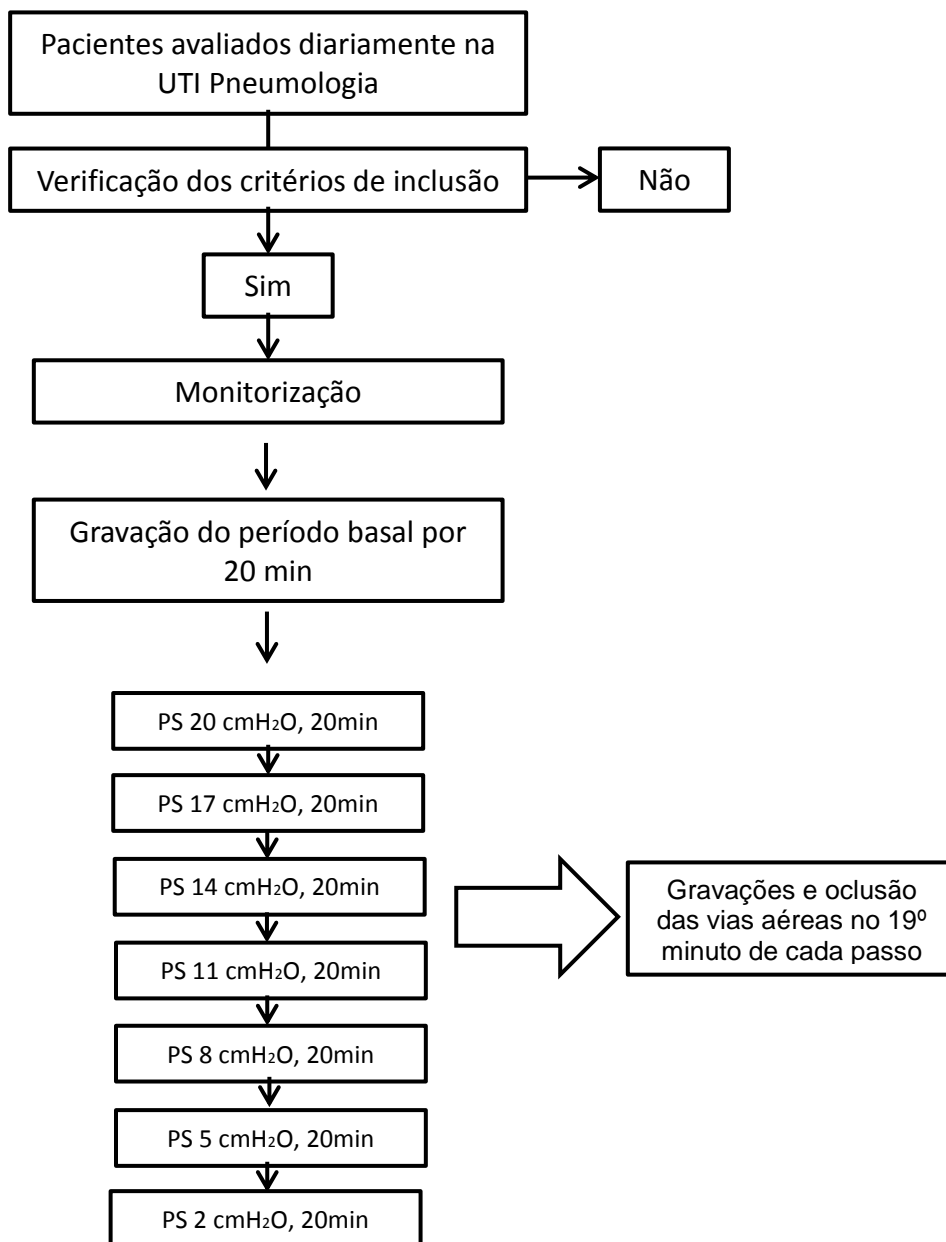


Figura 7. Fluxograma do protocolo

4.8 Definições de assistência ventilatório excessiva ou insuficiente

Para a definição de assistência ventilatória excessiva utilizamos os seguintes três critérios: trabalho respiratório $< 0,3 \text{ J/L}^{50}$, aparecimento ou aumento da PEEP intrínseca em $120\%^{46}$, presença de esforço perdido em $\geq 10\%$ (14). A presença de assistência ventilatória insuficiente foi diagnosticada quando o trabalho $>0,7\text{J/L}^{50}$ (Tabela 1).

Tabela 1. Critérios de definição de assistência ventilatória

Critério	Assistência insuficiente	Assistência Excessiva
Trabalho respiratório		<0,3 J/L ⁵⁰
Sincronia paciente ventilador		≥ 10% de esforços perdidos ¹⁴
PEEP intrínseca		Aumento > 120 % em relação ao nível de suporte anterior ⁴⁶
Critérios clínicos de falência	FC > 140 bpm, FR > 50% da FR basal, PA sistólica < 90mmHg ou > 180mmHg, uso de musculatura inspiratória acessória, arritmia cardíaca, diaforese, agitação psicomotora, aparecimento de respiração paradoxal abdominal ou torácica, queda da saturação arterial ≤ 90% ⁴	

Legenda: PEEP = pressão positiva expiratória final; J/L = joule por litro; % = porcentagem; cmH₂O = centímetros de água, FC = frequência cardíaca , FR = frequência respiratória; PA = pressão arterial; mmHg = milímetros de mercúrio.

4.9 Análise Estatística

Trata-se de uma amostra de conveniência, coletada consecutivamente de abril de 2013 a fevereiro de 2016.

Os dados foram analisados usando o programa estatístico SPSS 17.0 e o programa Sigmaplot 12.3.

Todas as variáveis foram testadas para avaliar se apresentavam distribuição normal, através do teste de Kolgomorov-Smirnov. De acordo com o tipo de distribuição, os dados foram expressos em média \pm desvio padrão ou mediana e intervalo interquartil de 25%/75%. Para verificar a tendência linear de aumento ou diminuição destas variáveis com a variação da pressão de suporte foi usado o teste “Linear-by-Linear Association”.

Para avaliar a correlação entre a $P_{0.1}$ traqueal e a $P_{0.1}$ esofágica foi realizada a Análise de Concordância entre Métodos de Bland-Altman.

Nos níveis de pressão de suporte em que o paciente apresentava suporte ventilatório excessivo ou insuficiente, foram calculadas a sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e negativo das seguintes variáveis: frequência respiratória, frequência cardíaca, pressão arterial sistólica, volume corrente, volume minuto, trabalho respiratório, índice de respiração rápida e superficial e $P_{0.1}$ (esofágica e traqueal). Foi utilizada a curva ROC (*Receiver Operation Characteristics*) para determinar o melhor ponto de corte destas variáveis.

Um valor de $p < 0,05$ foi considerado significante.

5 RESULTADOS

5. RESULTADOS

5.1 Fluxograma do estudo e caracterização dos pacientes incluídos

Foram recrutados 35 pacientes e excluídos oito pacientes, resultando em 27 pacientes incluídos (Figura 8).

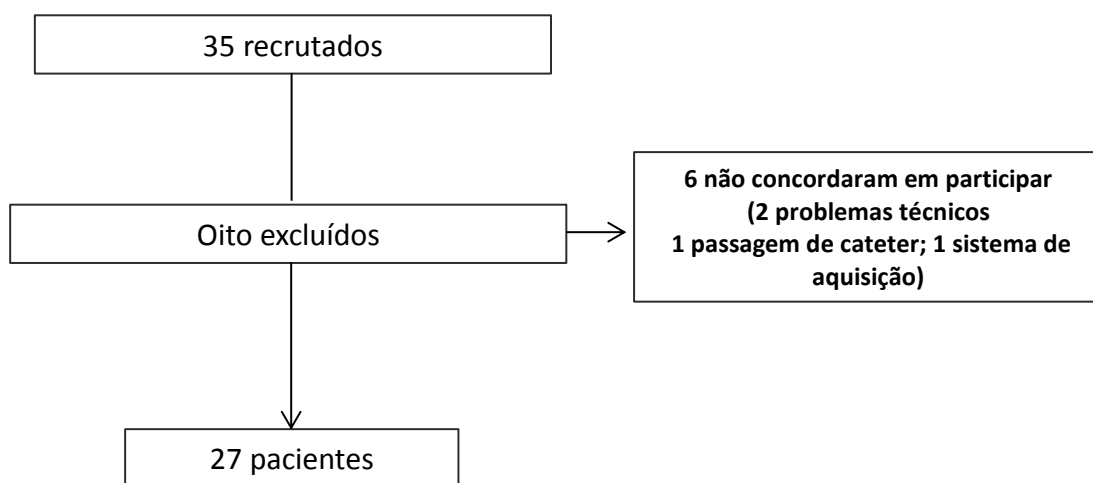


Figura 8. Fluxograma dos participantes do estudo

Em 25 coletas o ventilador utilizado foi o Servoi ® da marca Siemens e em 2 coletas foi utilizado o ventilador Puritan Bennett™ 840 da marca Covidien.

A tabela 2 apresenta as características clínicas e antropométricas dos pacientes. Estão descritas idade, sexo, peso ideal, índice de massa corpórea (IMC), Escore Fisiológico Agudo Simplificado (SAPS 3), motivo da internação do paciente, existência ou não de delirium, Escala de sedação Richmond Agitation Sedation Scale (RASS), tempo de internação na UTI, tempo de intubação, tempo de intubação até a realização do protocolo, desfecho dos pacientes na UTI e no hospital.

Tabela 2. Características clínicas e antropométricas da população

Característica	n = 27
Idade, anos	60±16
Sexo, feminino (%)	15 (55,6)
Peso ideal, kg	55 ± 10
Índice de massa corporal (kg/m ²)	24,3 ± 4,6
SAPS 3	60±19
<i>Motivo da internação (%)</i>	
Insuficiência Respiratória hipoxêmica	18 (66,7)
Insuficiência Respiratória hipercápnica	9 (33,3)
Delirium (%)	8 (29,6)
<i>Escala de RASS (%)</i>	
-2	4 (14,8)
-1	9 (33,3)
0	11 (40,7)
1	3 (11,1)
Tempo de VM até o protocolo	7 (3-18)
Tempo de internação na UTI, dias	18 (6-36)
Tempo de internação no Hospital	42 (18-87)
Tempo de intubação, dias	11 (4-29)
Óbito UTI (%)	8 (29,7)
Óbito Hospitalar	9 (33,3)

Legenda: n = número de pacientes; % porcentagem; Kg – quilogramas; kg/m² = quilogramas por metro quadrado; SAPS 3. Escore fisiológico agudo simplificado; RASS – Richmond Agitation Sedation Scale; UTI – unidade de terapia intensiva, VM = ventilação mecânica. Dados contínuos mostrados em média ± desvio padrão ou mediana e intervalo interquartil.

5.2 Quantificação dos níveis de suporte estudados

Ao todo foram registrados 210 períodos de 20 minutos em pressão de suporte, distribuídos segundo a tabela 3.

Tabela 3. Quantidade de períodos registrados em cada nível de pressão de suporte.

Nível de pressão de suporte	Número de períodos registrados
Basal (8 ± 2 cmH ₂ O)	27
20 cmH ₂ O	27
17 cmH ₂ O	27
14 cmH ₂ O	27
11 cmH ₂ O	26
8 cmH ₂ O	26
5 cmH ₂ O	26
2 cmH ₂ O	24
Total	210

Legenda: cmH₂O = centímetros de água

5.3 Caracterização dos níveis de suporte estudados

A pressão de suporte durante o período basal foi de 8 ± 2 cmH₂O. Dos 210 períodos avaliados, em 99 (47,2%) foi diagnosticada assistência ventilatória adequada, em 103 (49,0%) foi diagnosticada assistência ventilatória excessiva e em 8 (3,8%) foi diagnosticada assistência ventilatória insuficiente.

5.3.1 Níveis de suporte com assistência ventilatória excessiva

Os critérios utilizados para caracterizar assistência ventilatória excessiva estão descritos na tabela 4.

Tabela 4. Critérios para diagnosticar assistência ventilatória excessiva

Critério	n, (%)
Assincronia paciente ventilador	6 (5,8)
Trabalho respiratório	36 (35)
Assincronia paciente ventilador + Trabalho Respiratório	35 (34)
PEEP intrínseca + Trabalho Respiratório	13 (12,6)
Assincronia paciente ventilador + PEEP intrínseca + trabalho respiratório	13 (12,6)
Total	103 (100)

Legenda: n = número de pacientes; % = porcentagem; PEEP = pressão positiva expiratória final

5.3.2 Níveis de suporte com assistência ventilatória insuficiente

Dos 27 pacientes estudados, 19 pacientes foram estudados em todos os níveis de pressão de suporte predeterminados (20 a 2 cmH₂O) sem preencher nenhum critério de interrupção que obrigou o fim do protocolo. Uma paciente teve o protocolo interrompido em 11 cmH₂O de suporte, dois pacientes tiveram interrompido o protocolo em 5 cmH₂O de suporte e cinco pacientes tiveram o protocolo interrompido em 2 cmH₂O de suporte, antes de completar os 20 minutos do período (Tabela 5).

Tabela 5. Causas da interrupção precoce do protocolo

Pressão de interrupção cmH ₂ O	FR ipm	% FR Basal	FC bpm	PAS mmHg	SpO ₂ %	Uso MM acessória	Agitação psicomotora
PS 11	39	50	121	149	88	Sim	Sim
PS 5	18	10	105	128	95	Sim	Sim
PS 5	40	52,5	100	142	95	Sim	Sim
PS 2	43	55	101	116	90	Sim	Não
PS 2	29	8	118	109	96	Sim	Não
PS 2	44	50	108	140	99	Sim	Não
PS 2	36	25	130	142	90	Sim	Sim
PS 2	35	57,5	93	155	93	Sim	Sim

Legenda: PS = pressão de suporte; cmH₂O = centímetros de água; FR = frequência respiratória; ipm = incursões por minuto; mmHg= milímetros de mercúrio; SpO₂ = saturação periférica de oxigênio; % = porcentagem; VC = volume corrente; L = Litros; MM = musculatura.

5.4 Correlação entre P0.1 traqueal e esofágica

A correlação entre as medidas de P_{0.1} esofágica e traqueal apresentou valor de bias -3 ± 6 com limites de concordância entre -1,4 e 0,9 (Figura 9).

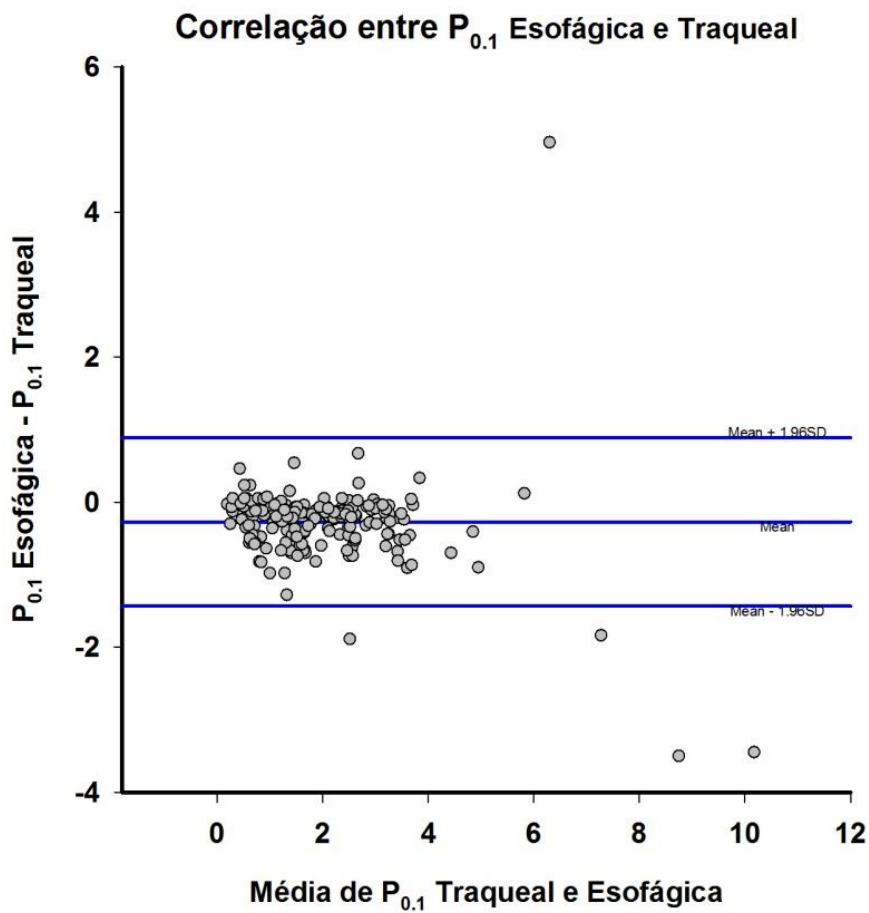


Figura 9. Correlação entre os valores de $P_{0.1}$ traqueal e esofágica

5.5 Comportamento das variáveis nos diferentes níveis de pressão de suporte

O comportamento das variáveis foi medido através das médias e desvios padrões das variáveis de cada nível de pressão de suporte.

A frequência respiratória aumentou significativamente com a diminuição da pressão de suporte ($p = 0,01$) (Figura 10).

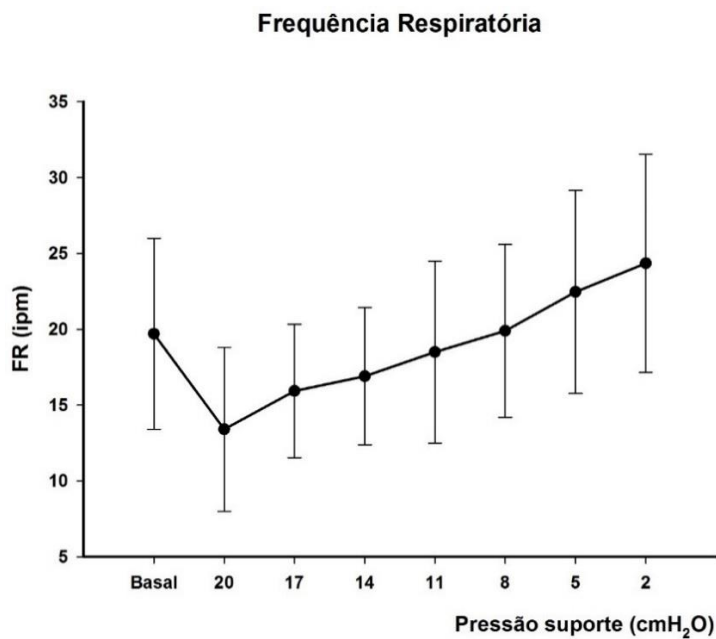


Figura 10. Média das frequências respiratórias em diferentes níveis de pressão de suporte.

O volume corrente diminuiu significativamente com a diminuição da pressão de suporte ($p = 0,01$) (Figura 11).

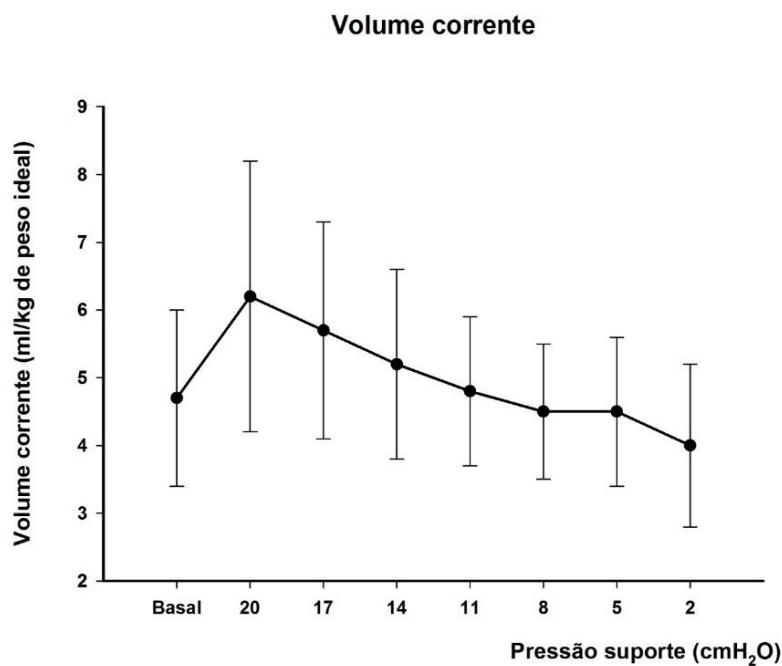


Figura 11. Médias dos volumes correntes em diferentes níveis de pressão de suporte.

O volume minuto não variou com a diminuição da pressão de suporte ($p = 0,27$) (Figura 12).

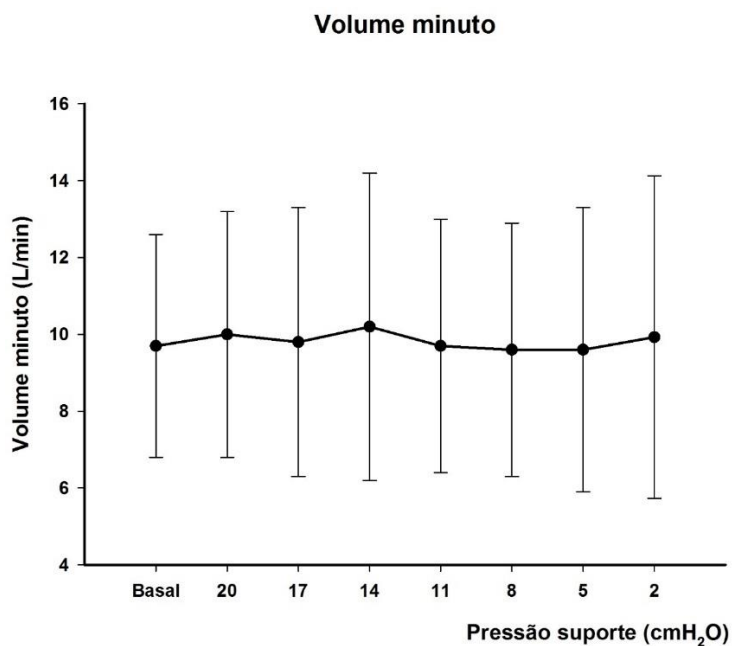


Figura 12. Médias dos volumes minutos em diferentes níveis de pressão de suporte.

A saturação arterial periférica de oxigênio não variou com a diminuição da pressão de suporte ($p=0,23$) (Figura 13).

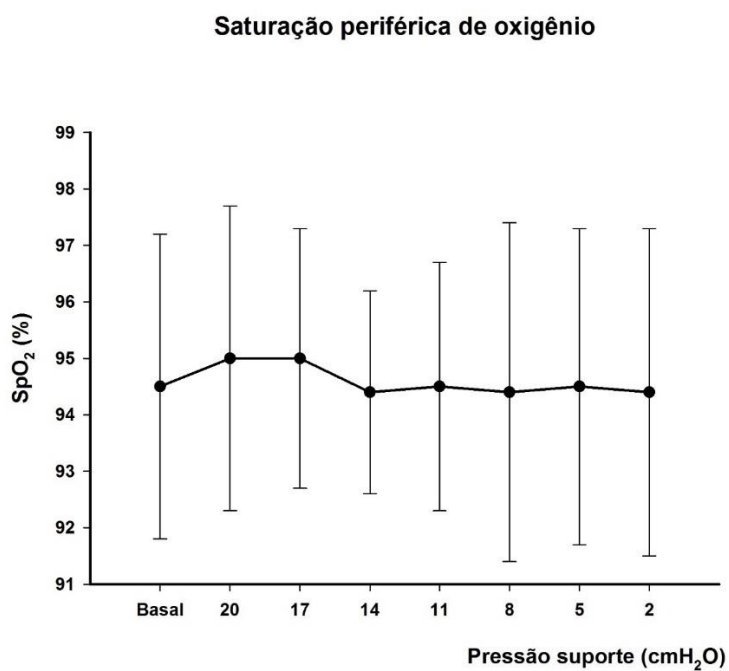


Figura 13. Médias das saturações periféricas de oxigênio em diferentes níveis de pressão de suporte.

O índice de respiração rápida e superficial aumentou significativamente com a diminuição da pressão de suporte ($p < 0,02$) (Figura 14).

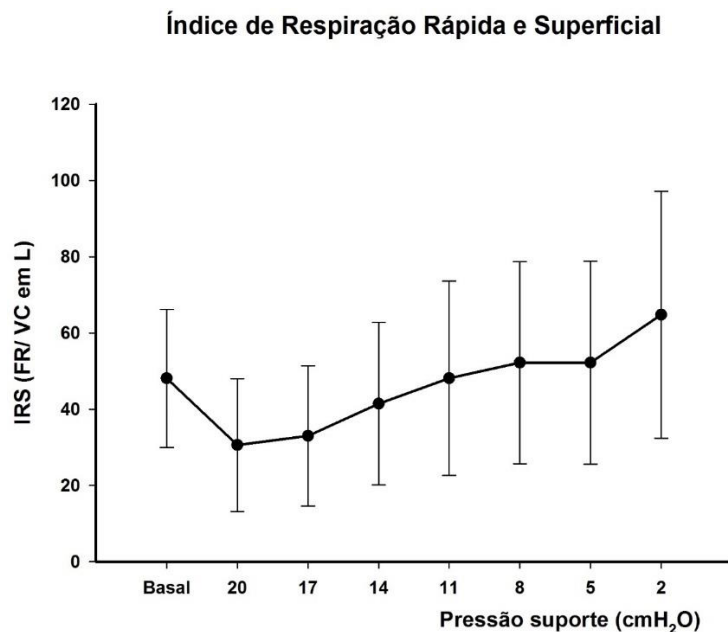


Figura 14. Médias dos índices de respiração rápida e superficial em diferentes níveis de pressão de suporte.

A frequência cardíaca não variou com a diminuição da pressão de suporte ($p = 0,22$) (Figura 15).

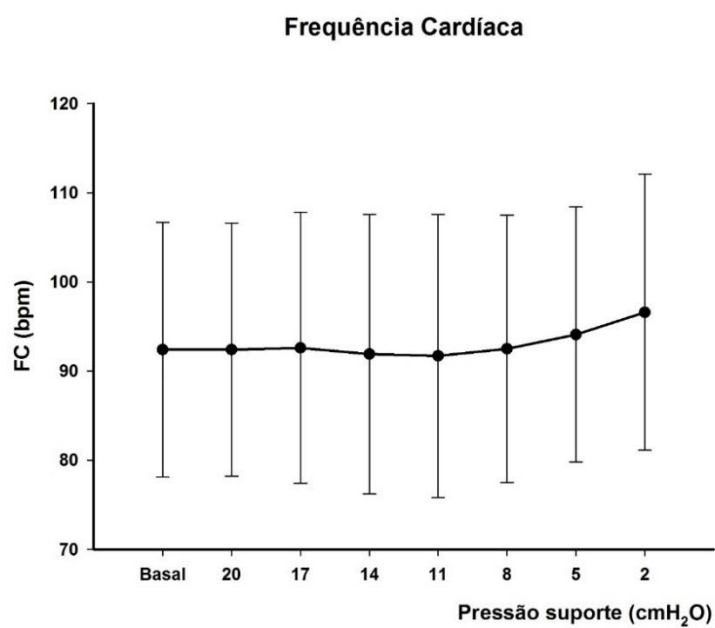


Figura 15. Médias das frequências cardíacas em diferentes níveis de pressão de suporte.

A pressão arterial média não variou com a diminuição da pressão de suporte ($p=0,06$) (Figura 16).

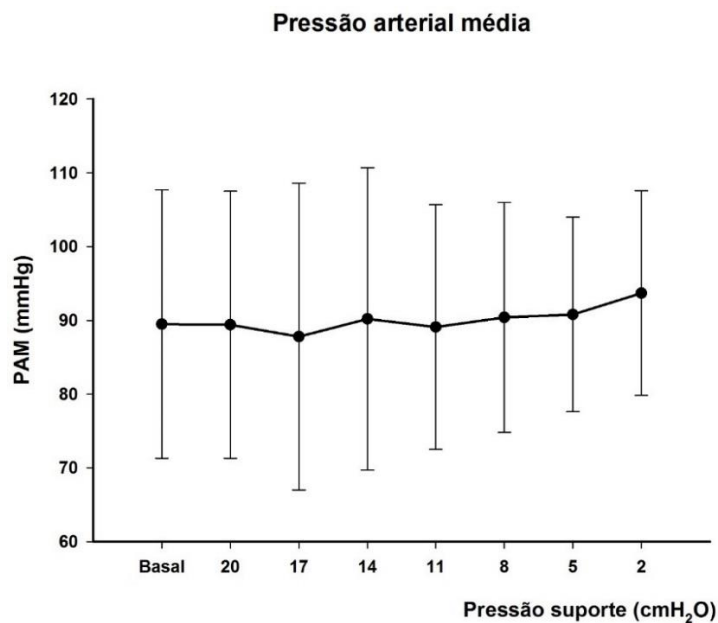


Figura 16. Médias das pressões arteriais médias em diferentes níveis de pressão de suporte.

O delta da pressão esofágica aumentou significativamente com a diminuição da pressão de suporte ($p < 0,05$) (Figura 17).

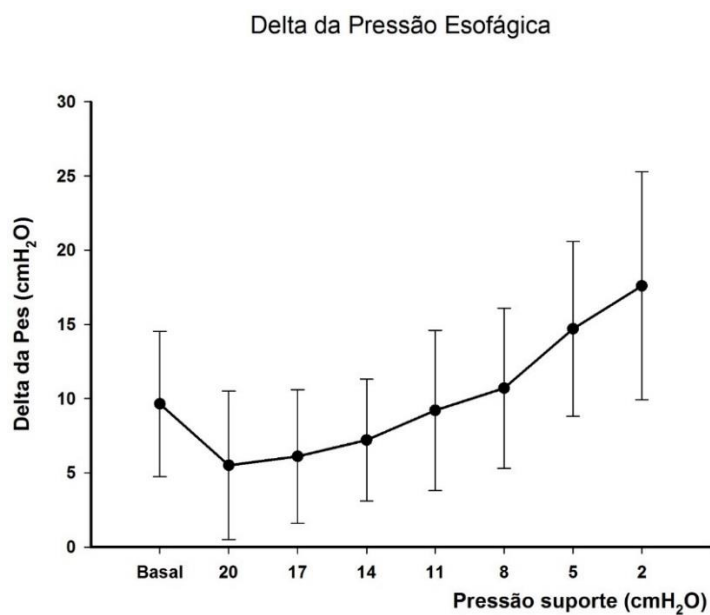


Figura 17. Médias dos deltas da pressão esofágica em diferentes níveis de pressão de suporte.

A pressão de oclusão das vias aéreas ($P_{0.1}$) esofágica e traqueal variaram significativamente com a diminuição da pressão de suporte ($p=0,02$ e $p<0,02$, respectivamente) (Figura 18).

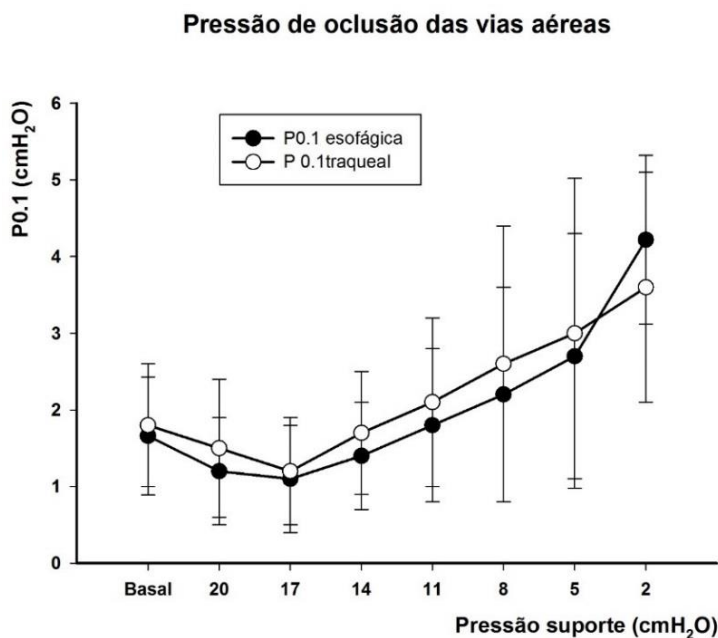


Figura 18. Médias das pressões de oclusão esofágica e traqueal em diferentes níveis de pressão de suporte.

5.6 Acurácia das variáveis para diagnóstico de assistência ventilatória excessiva

No presente estudo, não foram avaliadas as acurácias diagnósticas para diagnóstico da assistência ventilatória insuficiente, devido ocorrerem em apenas em 3,8% da população estudada. Assim serão apresentadas apenas as acurácias diagnósticas dos pacientes em assistência ventilatória excessiva.

As acurácias diagnósticas das variáveis foram medidas com as curvas ROC através dos valores das áreas sob a curva, valores de sensibilidade e especificidade e valores preditivos positivos e negativos. Os valores preditivos foram calculados após o teste de sensibilidade pré-teste. Após as análises foram determinados os valores de ponto de corte onde foi encontrado o melhor compromisso entre os dados, ou seja, a combinação da melhor sensibilidade com a melhor especificidade (Tabela 6).

Tabela 6. Ponto de corte para definição de assistência excessiva

Medida	Ponto de corte	Sensibilidade % (IC%)	Especificidade % (IC%)	VPP (%)	VPN (%)	Figuras
FR (ipm)	<17	90 (83-95)	82 (73-88)	85	88	19/20
VC (ml/kg peso ideal)	<4,8	57 (48-67)	62 (52-71)	60	59	21/22
VE (L/min)	<9	61 (51-70)	61 (51-70)	57	62	23/24
SpO ₂ (%)	>95	71 (61-79)	52 (42-62)	68	56	25/26
IRS (ipm/L)	<38	76 (66-84)	80 (72-87)	73	83	27/28
FC (bpm)	<92	66 (56-75)	66 (56-75)	66	66	29/30
PAM (mmHg)	<89	61 (51-70)	52 (42-63)	52	61	31/32
Δ Pressão Esofágica (cmH ₂ O)	<9	72 (62-80)	70 (60-79)	64	77	33/34
P _{0.1} esofágica (cmH ₂ O)	<1,9	81 (73-89)	70 (61-79)	80	72	35/36
P _{0.1} traqueal (cmH ₂ O)	<2,1	81 (73-89)	70 (61-79)	71	80	35/36

Legenda: % = porcentagem; IC = intervalo de confiança; VPP = valor preditivo positivo; VPN = valor preditivo negativo; FR = frequência respiratória; ipm = incursões por minuto; FC = frequência cardíaca; bpm = batimentos por minuto; VC = volume corrente; ml?kg = mililitros por kilograma; VE = volume minuto; L/min = litros por minuto; PAM = pressão arterial média; mmHg = milímetros de mercúrio; SpO₂ = saturação periférica de oxigênio; IRS = índice de respiração rápida e superficial; Δ = delta; cmH₂O = centímetros de água P_{0.1} = pressão de oclusão das vias aéreas

A área sob a curva correspondente a frequência respiratória foi de 0,92, com intervalo de confiança de 0,88 a 0,96 (Figura 19). O histograma de pontos ilustra o comportamento dos períodos registrados durante a assistência ventilatória excessiva e adequada (Figura 20).

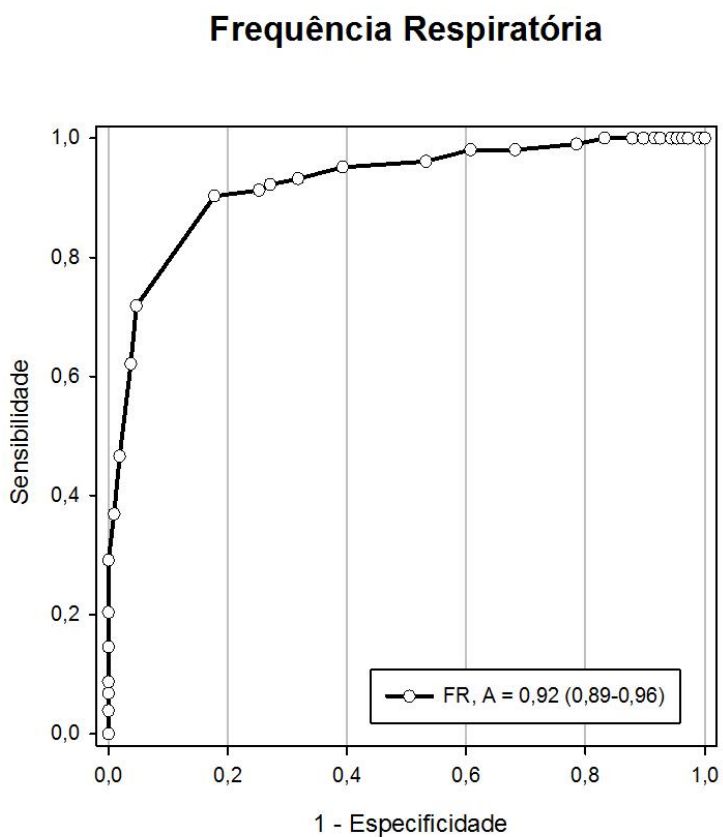


Figura 19. Curva ROC da Frequência Respiratória

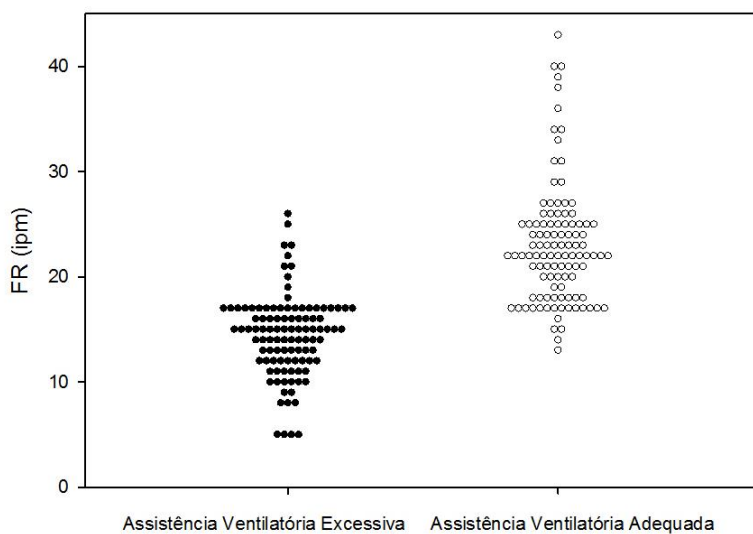


Figura 20. Histograma de Pontos da Frequência Respiratória

A área sob a curva correspondente ao volume corrente foi de 0,66, com intervalo de confiança de 0,61 a 0,72 (Figura 21). O histograma de pontos ilustra o comportamento dos períodos registrados durante a assistência ventilatória excessiva e adequada (Figura 22).

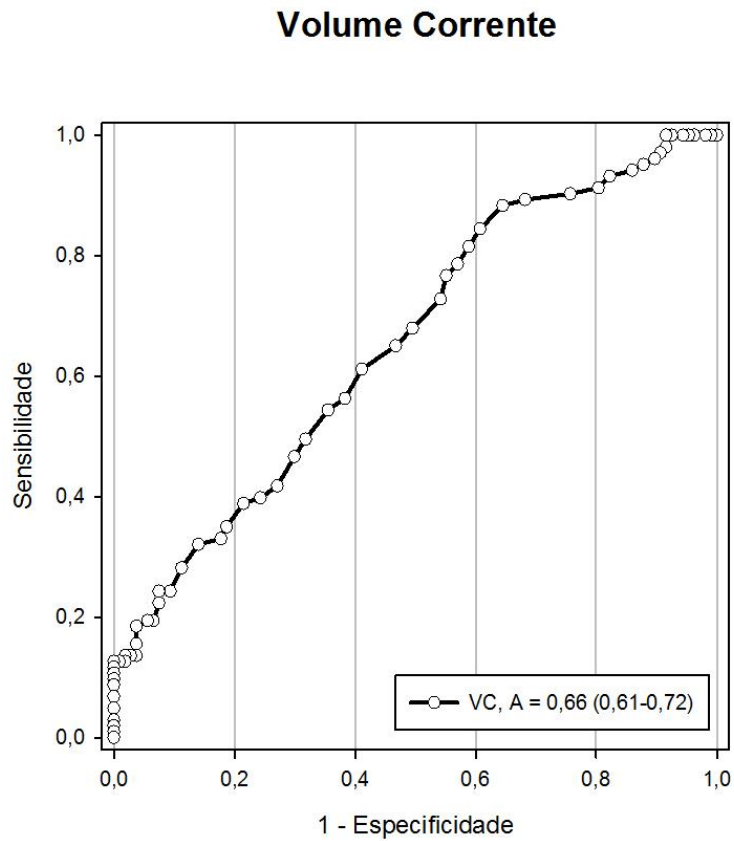


Figura 21. Curva ROC do Volume Corrente

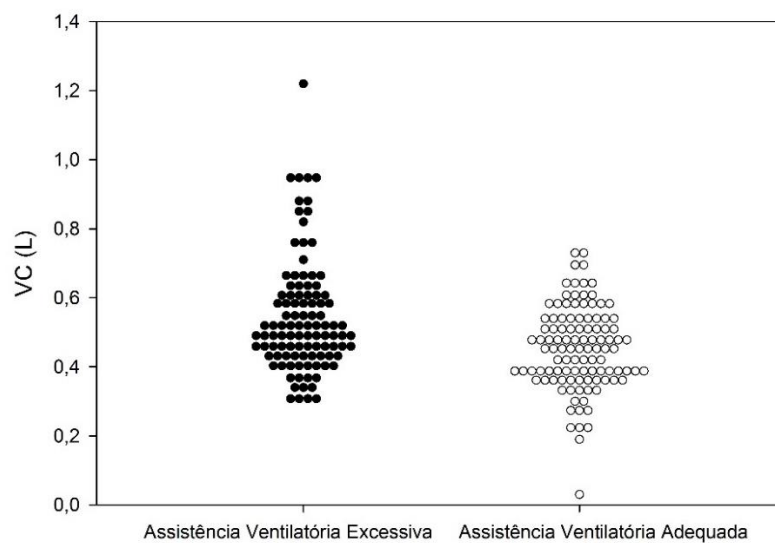


Figura 22. Histograma de Pontos do Volume Corrente

A área sob a curva correspondente ao volume minuto foi de 0,64, com intervalo de confiança de 0,56 a 0,71 (Figura 23). O histograma de pontos ilustra o comportamento dos períodos registrados durante a assistência ventilatória excessiva e adequada (Figura 24).

Volume Minuto

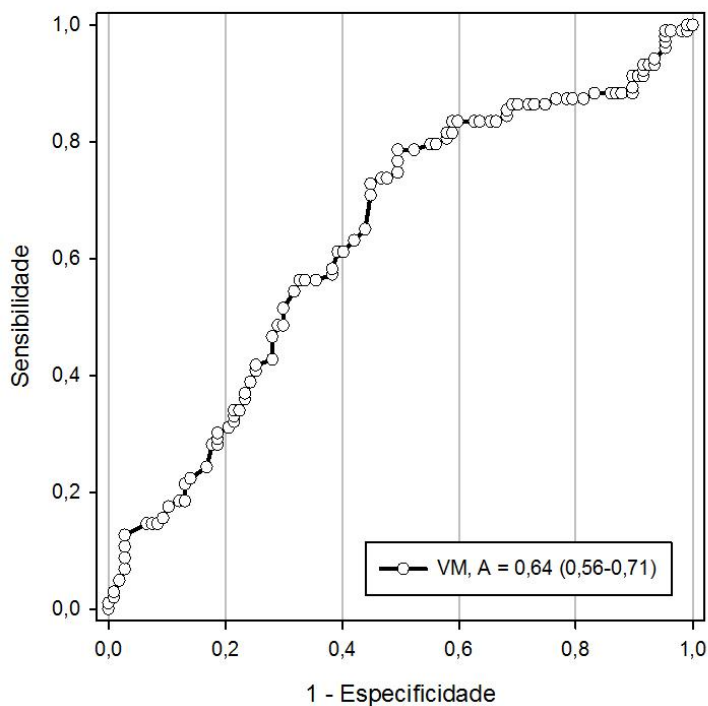


Figura 23. Curva ROC do Volume Minuto

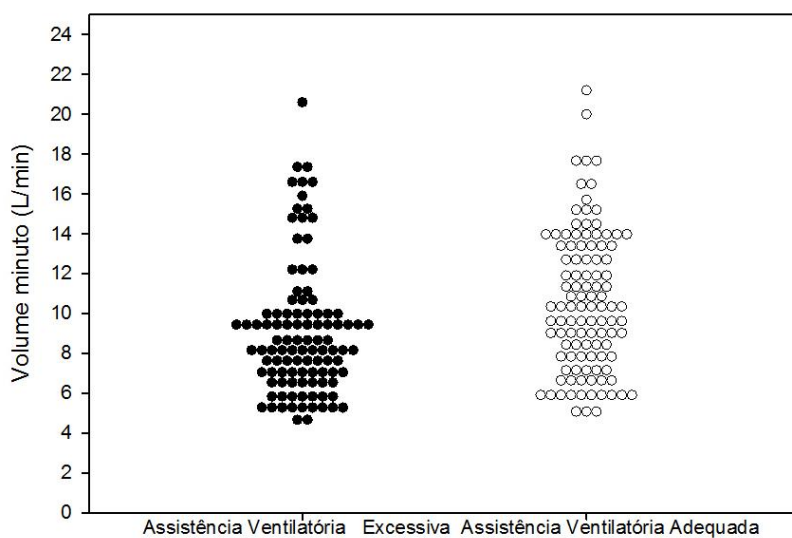


Figura 24. Histograma de Pontos do Volume Minuto

A área sob a curva correspondente a saturação periférica de oxigênio foi de 0,62, com intervalo de confiança de 0,59 a 0,7 (Figura 25). O histograma de pontos ilustra o comportamento dos períodos registrados durante a assistência ventilatória excessiva e adequada (Figura 26).

Saturação Periférica de Oxigênio

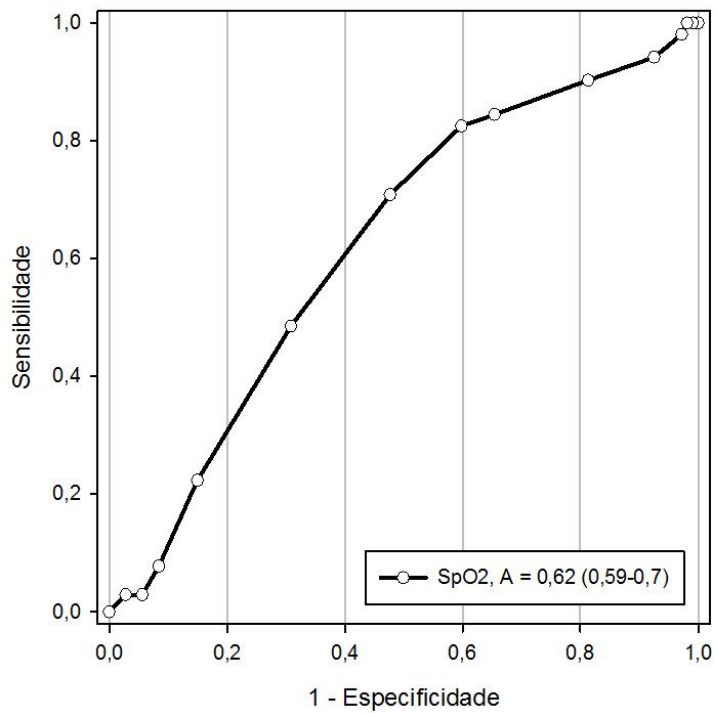


Figura 25. Curva ROC da Saturação Periférica de Oxigênio

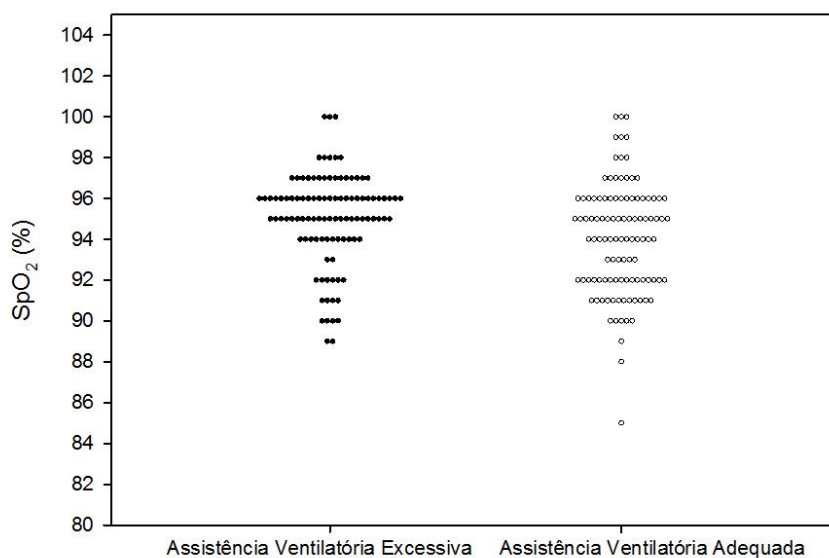


Figura 26. Histograma de Pontos da Saturação Periférica de Oxigênio

A área sob a curva correspondente ao índice de respiração rápida e superficial foi de 0,84, com intervalo de confiança de 0,79 a 0,90 (Figura 27). O histograma de pontos ilustra o comportamento dos períodos registrados durante a assistência ventilatória excessiva e adequada (Figura 28).

Índice de Respiração Rápida e Superficial

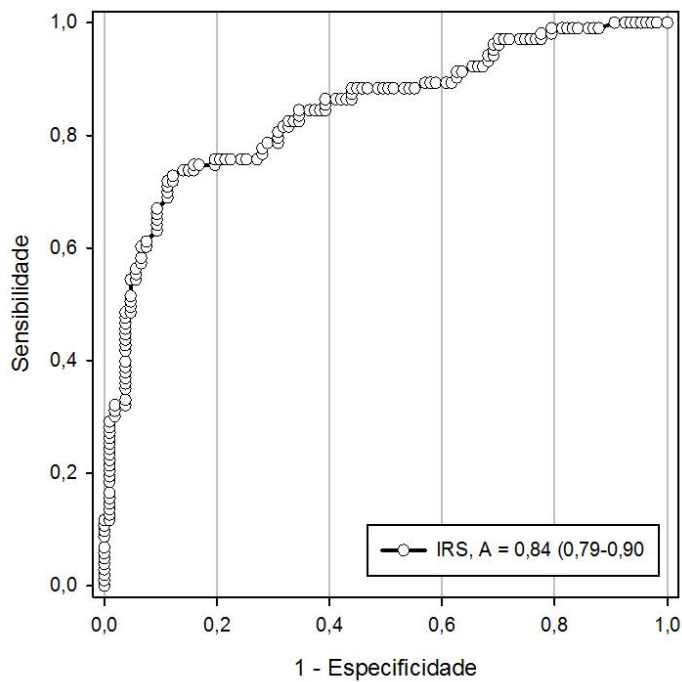


Figura 27. Curva ROC do Índice de Respiração Rápida e Superficial

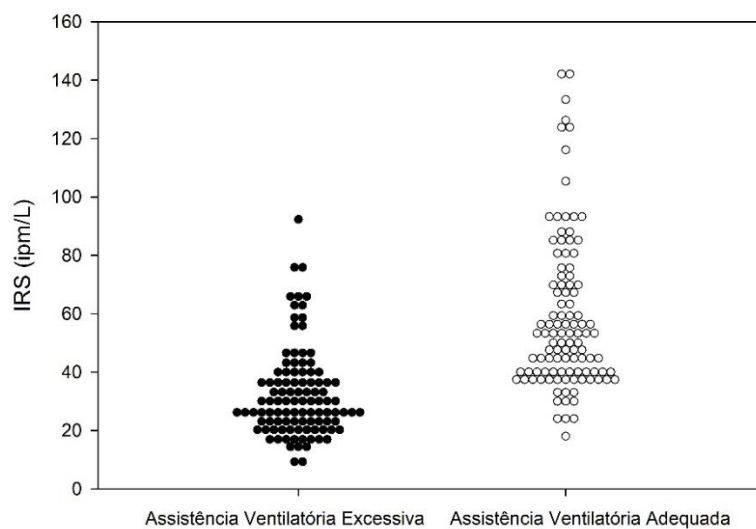


Figura 28. Histograma de Pontos do Índice de Respiração Rápida e Superficial

A área sob a curva correspondente à frequência cardíaca foi de 0,67, com intervalo de confiança de 0,59 a 0,74 (Figura 29). O histograma de pontos ilustra o comportamento dos períodos registrados durante a assistência ventilatória excessiva e adequada (Figura 30).

Frequência Cardíaca

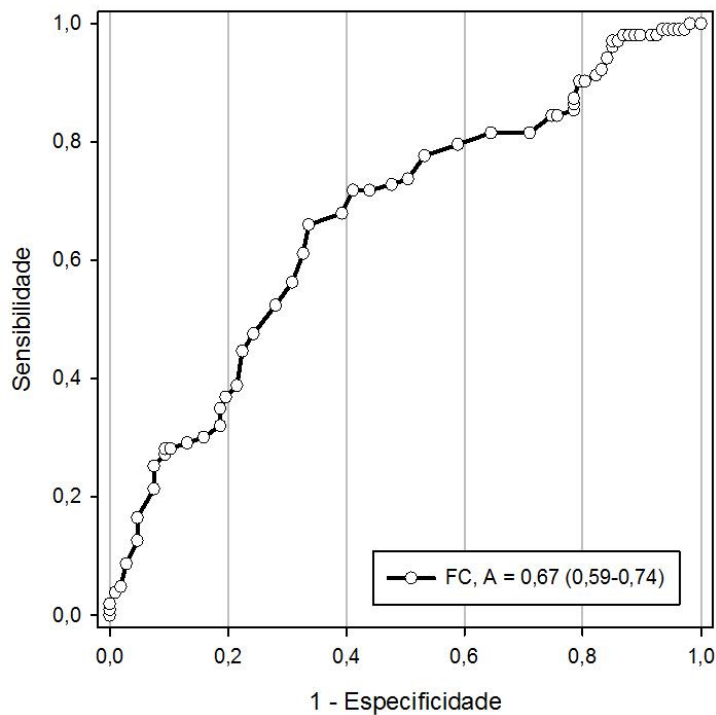


Figura 29. Curva ROC da Frequência Cardíaca

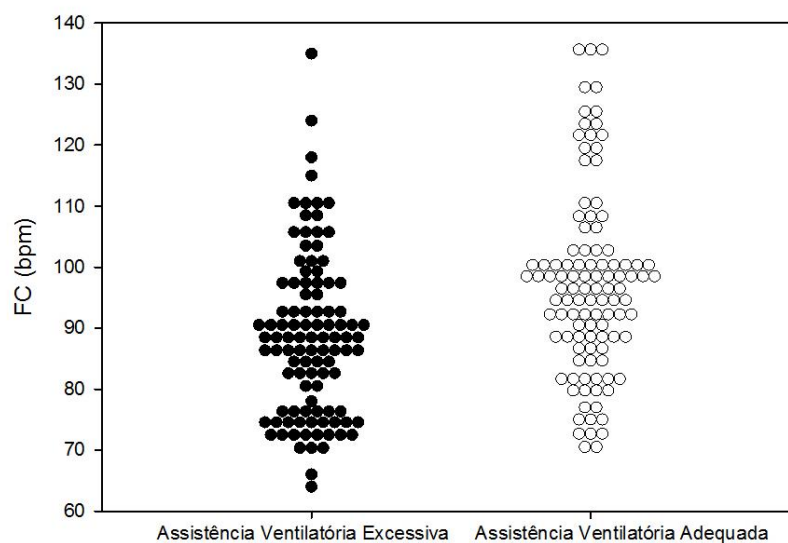


Figura 30. Histograma de Pontos da Frequência Cardíaca

A área sob a curva correspondente à pressão arterial média foi de 0,58, com intervalo de confiança de 0,51 a 0,66 (Figura 31). O histograma de pontos ilustra o comportamento dos períodos registrados durante a assistência ventilatória excessiva e adequada (Figura 32).

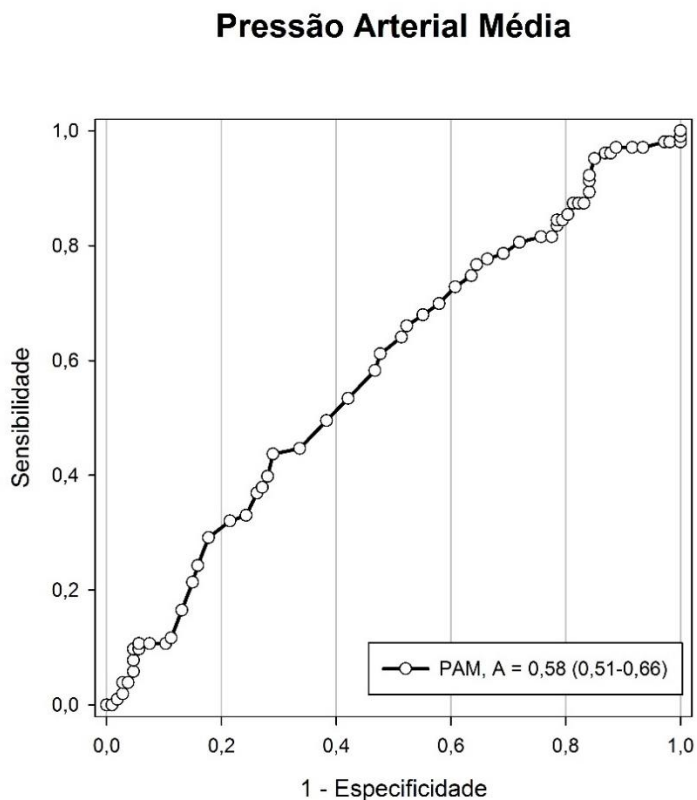


Figura 31. Curva ROC da Pressão Arterial Média

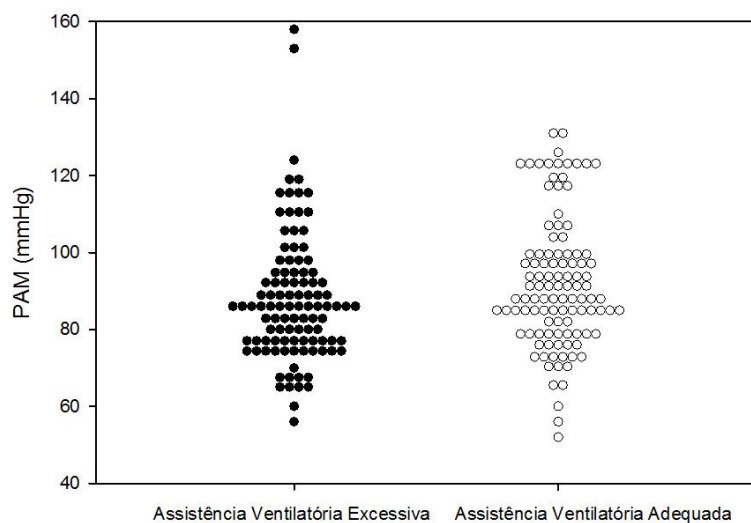


Figura 32. Histograma de Pontos da Pressão Arterial Média

A área sob a curva correspondente ao delta da pressão esofágica foi de 0,75, com intervalo de confiança de 0,69 a 0,82 (Figura 33). O histograma de pontos ilustra o comportamento dos períodos registrados durante a assistência ventilatória excessiva e adequada (Figura 34).

Delta da Pressão Esofágica

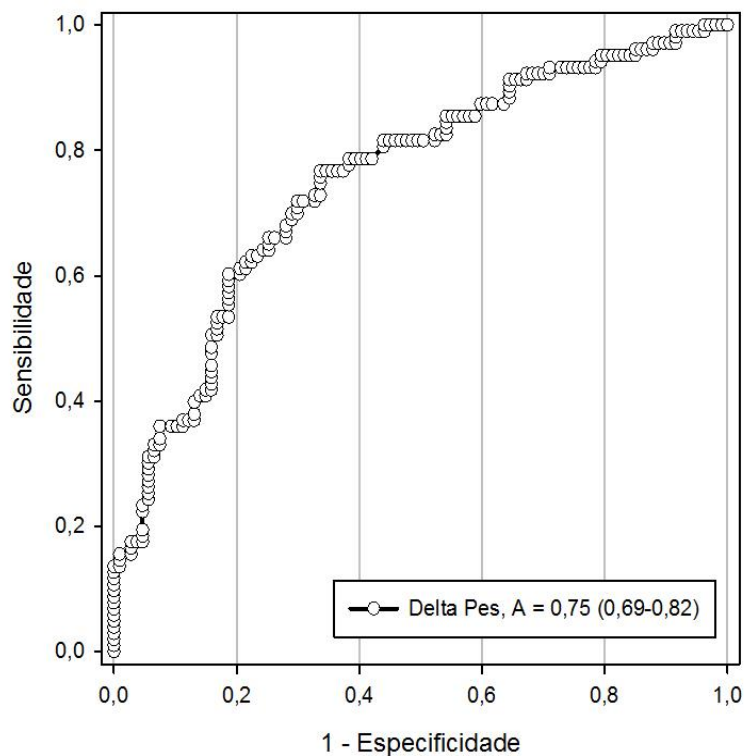


Figura 33. Curva ROC do Delta da Pressão Esfágica

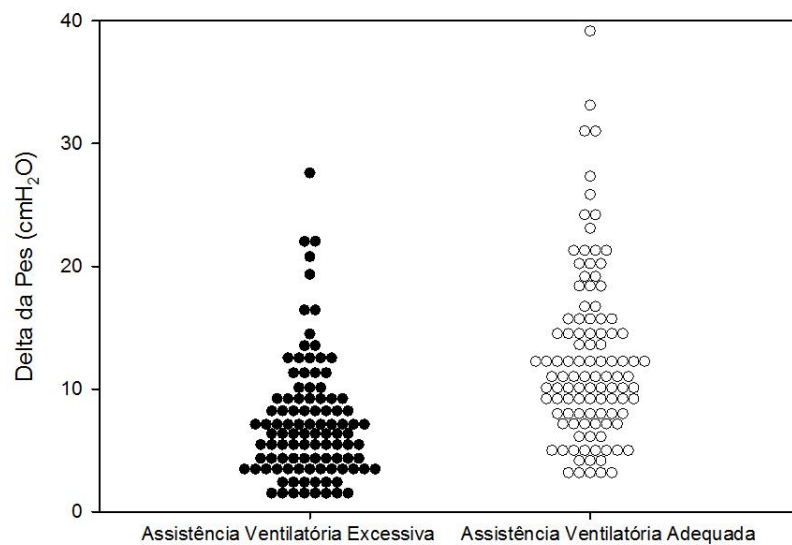


Figura 34. Histograma de Pontos do Delta da Pressão Esfágica

A área sob a curva correspondente à pressão de oclusão das vias aéreas foi de 0,81 para a medida esofágica, com intervalo de confiança de 0,75 a 0,87 e de 0,82, com intervalo de confiança de 0,73 a 0,85 para a medida traqueal (Figura 35). O histograma de pontos ilustra o comportamento dos períodos registrados durante a assistência ventilatória excessiva e adequada (Figura 36).

Pressão de Oclusão das Vias Aéreas

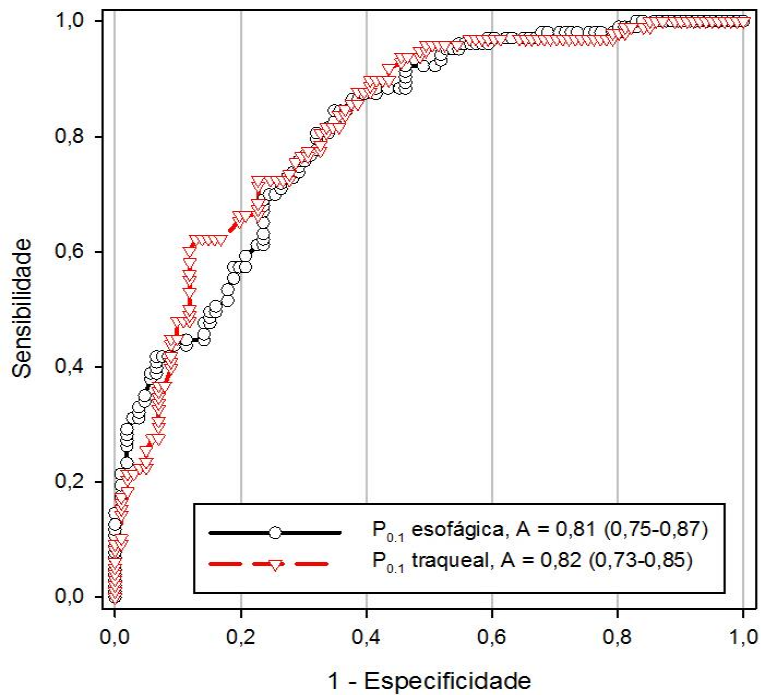


Figura 35. Curva ROC da Pressão de Oclusão das Vias Aéreas

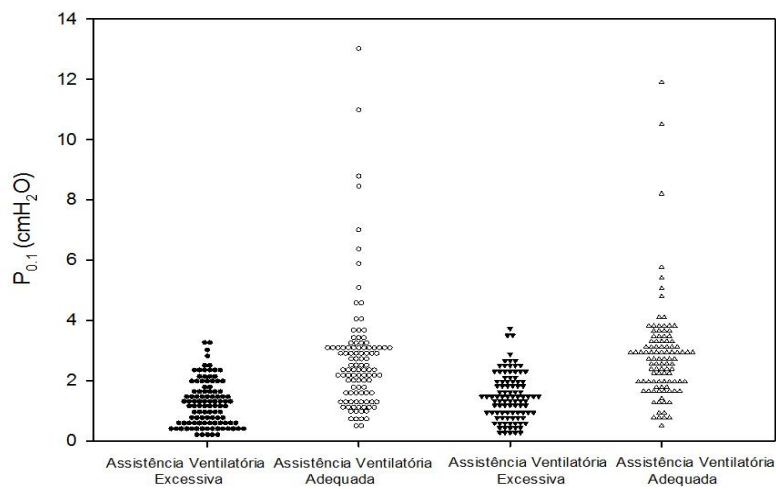


Figura 36. Histograma de Pontos da Pressão de Oclusão das Vias Aéreas

6 DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

Na prática clínica, o nível de assistência é, muitas vezes, baseado em medidas como troca gasosa, FR, VC e sinais de conforto ou desconforto do paciente²³.

O presente estudo buscou uma nova abordagem para avaliação dos ajustes da PSV, pois além de avaliar as variáveis do padrão respiratório e a $P_{0.1}$ esofágica, avaliou a $P_{0.1}$ traqueal, uma medida não invasiva e factível para utilização a beira leito.

6.1 Critérios para diagnosticar assistência ventilatória

A assistência ventilatória excessiva ocorreu em 49% dos períodos estudados. Quanto aos critérios utilizados para diagnosticar assistência ventilatória excessiva, o trabalho respiratório abaixo de 0,3J/L sozinho foi capaz de prever 35% dos casos de assistência ventilatória excessiva. Já foi demonstrado que trabalho respiratório abaixo de 0,3 J/L significa que o paciente está recebendo muita ajuda do ventilador e pode desenvolver atrofia⁵⁰. A ocorrência de esforços perdidos $\geq 10\%$ foi capaz de prever sozinha 5,8% dos casos de assistência ventilatória excessiva. Pacientes com ocorrência de esforços $\geq 10\%$ somada a trabalho respiratório $< 0,3\text{J/L}$ aconteceu em 34% dos pacientes com assistência ventilatória excessiva. Estudos mostram que durante a ventilação assistida, a combinação de pressões e volumes excessivos pode levar a ocorrência de esforços perdidos⁵²⁻⁵⁴. Outro estudo mostrou que em altos níveis de assistência ocorre o aumento significativo no número de esforços perdidos (de 36 pacientes avaliados, 26 apresentaram esforços perdidos em altos níveis de PS)¹³. O monitoramento da Pes é útil para reconhecer e tratar a causa dos esforços perdidos¹², que está associada ao aumento da duração da VM⁵⁵. O aumento da PEEP intrínseca $\geq 120\%$ em relação ao nível de suporte anteriormente utilizado foi capaz de juntamente com a ocorrência de trabalho

respiratório $< 0,3\text{J/L}$, a PEEP intrínseca predizer a ocorrência de assistência ventilatória excessiva em 12,6% dos casos. Um estudo já demonstrou que a assistência ventilatória excessiva pode levar a atrofia diafragmática por desuso e causar PEEP intrínseca².

6.2 Assistência ventilatória insuficiente

Não foi avaliada a acurácia das variáveis respiratórias e das medidas de $P_{0.1}$ esofágica e traqueal para diagnosticar a assistência ventilatória insuficiente devido aos poucos casos (3,8%) que ocorreram nessa população. A média da PS no nível de suporte basal foi de $8\pm 2\text{ cmH}_2\text{O}$, valor muito próximo ao indicado para realizar teste de respiração espontânea, $7\text{ cmH}_2\text{O}$ ⁵⁶, portanto nossos pacientes estavam muito próximos a extubação e, por isso, menos propensos a apresentarem assistência ventilatória insuficiente.

6.3 Assistência ventilatória excessiva

A assistência ventilatória excessiva foi frequente. Na nossa população, 48,2% dos pacientes no nível suporte basal estava em assistência ventilatória excessiva. Surpreendentemente a ocorrência da assistência ventilatória excessiva não foi estudada até agora⁵⁷. Para isso, analisamos as médias das variáveis do padrão respiratório, o delta da pressão esofágica, a $P_{0.1}$ esofágica e $P_{0.1}$ traqueal durante as mudanças de níveis de suporte e a sua acurácia para diagnosticar assistência ventilatória excessiva.

Quando analisadas as médias das variáveis do padrão respiratório durante as mudanças de nível de pressão de suporte, verificamos que a FR e o IRS aumentam conforme se diminui o nível de pressão de suporte. Já o VC diminui com a diminuição do nível de PS. As demais variáveis estudadas VE, PAM, SpO_2 não se alteram com as mudanças de nível de suporte. Um estudo

que buscou o ajuste da assistência ventilatória ótima em pacientes com DPOC mensurou a FR, IRS, VC durante as PS de 20, 15, 10 e 5 cmH₂O. O estudo mostrou que a FR e o IRS aumentaram significativamente com a redução das PS, enquanto o VC reduziu significativamente com a redução da assistência ventilatória e a pressão arterial sistólica não mudou durante as modificações da PS⁵⁸. Em estudo que buscou ajustar a pressão de suporte ideal foi determinado que os valores ideais estariam no nível de suporte onde fosse encontrado o menor valor de Pes, os resultados mostraram que a FR diminuiu com o aumento da PS⁵⁹. Outro estudo que mostrou que a única variável que mostrou correlação com o aparecimento da fadiga foi a FR que se elevou⁴¹. Estudos que avaliaram mudanças nos níveis de pressão de suporte mostraram que o volume minuto²⁶, frequência cardíaca e pressão arterial média⁶⁰ não variaram. Foi estudada também a ativação do músculo inspiratório acessório ECM relacionada com alterações do padrão respiratório, porém não houve mudanças significativas²⁷. Um estudo sugeriu que as variáveis do padrão respiratório não são capazes de realizar uma avaliação precisa da assistência ventilatória em pressão de suporte²⁴.

A P_{0.1} já foi estudada e demonstrada como boa preditora de sucesso de desmame de VM, altos níveis de P_{0.1} estão associados com a incapacidade da ventilação espontânea com sucesso⁶¹⁻⁶⁴. No nosso estudo a P_{0.1} esofágica e traqueal aumentaram com a diminuição do nível da pressão de suporte. Assim como em outros estudos onde a P_{0.1} também variou com valores inversamente proporcionais aos níveis de PSV^{27,64}. Quando a P_{0.1} foi estreitamente relacionada com o trabalho respiratório, descobriu, a partir de uma análise de regressão linear, que um valor de P_{0.1} de 3,2 cm H₂O corresponde a um trabalho respiratório de 0,75 J/L. Não foi feita a mesma relação para assistência ventilatória excessiva²⁴. A pressão traqueal não foi utilizada para o ajuste da assistência ventilatória, porém os estudos já validaram a concordância entre a P_{0.1} esofágica e P_{0.1} medida na via aérea superior^{48,65}. No nosso estudo a P_{0.1} esofágica e traqueal mostraram boa concordância.

Quanto a acurácia das variáveis do padrão respiratório, neste estudo, os valores de FR e IRS foram os que apresentaram mais elevada acurácia diagnóstica para detectar assistência ventilatória excessiva. As outras variáveis

do padrão respiratório estudadas não apresentaram boa acurácia. Nosso estudo mostrou a alta acurácia da $FR \leq 17$ ipm para o diagnóstico de assistência ventilatória excessiva. Um estudo mostrou que frequências respiratórias entre 15 e 25, que são considerados valores adequados para a assistência ventilatória, valores menores podem predispor a atrofia muscular⁶⁶. Quando foi proposto encontrar o ajuste ótimo da assistência ventilatória foi mostrado que a FR ideal foi de $19,7 \pm 5,5$ ipm⁶⁰, que é um valor próximo ao encontrado no nosso estudo. O IRS é um índice utilizado para prever sucesso de desmame. No nosso estudo, o valor de IRS de 38 ipm/L apresentou alta acurácia para prever assistência ventilatória excessiva, enquanto as demais variáveis do padrão respiratório, exceto a FR, não tiveram boa acurácia diagnóstica para diagnosticar assistência ventilatória excessiva.

A $P_{0.1}$ esofágica $\leq 1,9$ e a $P_{0.1}$ traqueal $\leq 2,1$ apresentaram boa acurácia diagnóstica para prever a assistência ventilatória excessiva. Um estudo mostrou que valores de $P_{0.1}$ esofágica acima de 2,9 foram relacionados a uso de musculatura inspiratória acessória²⁷. Outro estudo avaliando a $P_{0.1}$ traqueal mostrou que valores abaixo de 3,2 cmH₂O são bons preditores de desmame⁶⁷. Um resultado do nosso estudo, que consideramos clinicamente relevante, foi a boa correlação da $P_{0.1}$ esofágica e $P_{0.1}$ traqueal e a possibilidade de utilizar a $P_{0.1}$ traqueal, uma variável não invasiva, para prever assistência ventilatória excessiva.

6.4 Relevância Clínica

A avaliação da assistência ventilatória é imprescindível para o sucesso da VM. Nosso estudo conseguiu analisar a acurácia para diagnosticar assistência ventilatória excessiva, uma condição provavelmente comum, porém ainda não estudada em pacientes em PSV⁵⁷.

É importante que seja detectada a assistência ventilatória excessiva porque ela leva a efeitos deletérios como:

- a) PEEP intrínseca que pode causar barotraumas, instabilidade hemodinâmica⁶⁸⁻⁷⁰ e assincronia paciente ventilador⁶⁹;
- b) Assincronia paciente ventilador, principalmente esforços perdidos, que podem levar a aumento da necessidade de sedação⁷¹, aumento do tempo de VM^{76,77} e podem causar disfunção diafragmática induzida pelo ventilador⁷²;
- c) Baixo trabalho respiratório que pode levar a atrofia muscular⁵⁰.

Por todos esses efeitos deletérios fica garantida a importância desses achados e a importância do diagnóstico da assistência ventilatória excessiva.

6.5 Limitações do Estudo

As limitações desse estudo foram, principalmente, o momento em que os pacientes foram incluídos no estudo. Apesar de terem sido incluídos assim que colocados em PSV e estáveis hemodinamicamente, os pacientes, em geral, evoluíram em seguida para baixos níveis de suporte. Seria interessante que os pacientes tivessem sido incluídos quando ainda necessitassem de elevadas assistências ventilatórias, mas não conseguimos incluir os pacientes neste momento, provavelmente porque na UTI Respiratória os pacientes são trocados de um modo controlado para PSV quando já estão próximos do momento da extubação.

Outra limitação é que o estudo foi conduzido em apenas um centro, portanto os resultados podem ter sido influenciados por práticas e protocolos particulares do nosso centro.

7 CONCLUSÃO

7. Conclusão

A frequência respiratória e o índice de respiração rápida e superficial são variáveis do padrão respiratório que apresentaram alta acurácia para diagnóstico da assistência ventilatória excessiva. As outras variáveis do padrão respiratório estudadas não demonstraram boa acurácia para diagnosticar assistência ventilatória excessiva. Também apresentaram boa acurácia a $P_{0.1}$ esofágica e a $P_{0.1}$ traqueal, esta última medida não invasiva e, assim de uso mais factível na prática clínica.

8. ANEXOS

Anexo 1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME:

IDENTIDADE Nº: SEXO: M F DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO Nº APTO:

BAIRRO:.....CIDADE:.....

CEP:.....TELEFONE:(.....)

2. RESPONSÁVEL LEGAL

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)

IDENTIDADE Nº:.....SEXO: M F DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO:..... Nº..... APTO:

BAIRRO:.....CIDADE:

CEP:.....TELEFONE:(.....).....

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA . Análise dos Critérios para Ajuste no Desmame da Ventilação Mecânica

PESQUISADOR RESPONSÁVEL :Prof. Dr. Carlos Roberto Ribeiro de Carvalho

CARGO/FUNÇÃO Diretor Técnico de Serviço da Saúde.

INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº CRM 31143:

UNIDADE DO HCFMUSP: Serviço de Pneumologia

PESQUISADOR EXECUTANTE: Renata Pletsch Assunção

CARGO/FUNÇÃO Aluna de Pós-Graduação

INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº CREFITO 82563-F

UNIDADE DO HCFMUSP: .Serviço de Pneumologia

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

2. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO	<input checked="" type="checkbox"/>	RISCO MÉDIO	<input type="checkbox"/>
RISCO BAIXO	<input type="checkbox"/>	RISCO MAIOR	<input type="checkbox"/>

3. DURAÇÃO DA PESQUISA : 04 anos

Essas informações estão sendo fornecidas para o consentimento da inclusão do paciente, por você assistido, no estudo acima citado.

Estudos de literatura mostraram que o ajuste do nível de pressão de suporte baseado em exames laboratoriais, exame físico e observação do ventilador mecânico é significativamente diferente do ajuste baseado na medida invasiva (cateter esofágico) de parâmetros como trabalho respiratório e do produto pressão-tempo; bem como no uso da eletromiografia diafragmática e/ou esternocleidomastóidea sugerindo um mau desempenho do ajuste clínico. Desta forma apesar de clinicamente o paciente parecer “bem ajustado” na ventilação mecânica, o mesmo pode estar sendo submetido a uma situação de fadiga respiratória, prejudicial ao processo desmame da ventilação mecânica.

O uso de medidas invasivas como taxa de relaxamento máximo da pressão esofágica, trabalho respiratório, P 0.1 e eletromiografia diafragmática são mais úteis que a verificação do padrão respiratório para ajuste do nível da pressão de suporte. No entanto, são medidas que exigem a presença de uma sonda esofágica. Como a P 0.1 e a taxa de relaxamento muscular podem ser medidas na via aérea superior, elas constituem-se em alternativa interessante para o ajuste do nível da pressão de suporte. A P 0.1 medida na traquéia tem boa correlação com a medida esofágica e a taxa de relaxamento da pressão traqueal também tem boa correlação com a medida esofágica, exceto nos pacientes com alteração da mecânica pulmonar.

O presente estudo tem como objetivos: 1. Avaliar a acurácia das variáveis do padrão respiratório para ajuste da pressão de suporte e 2. Avaliar a acurácia da P 0.1 e a taxa de relaxamento muscular medidas na traquéia para ajuste da pressão de suporte.

As hipóteses deste estudo são: 1. Nenhum parâmetro isolado do padrão respiratório tem acurácia para manter o nível da pressão de suporte no intervalo ideal e 2. A P 0.1 e a taxa de relaxamento muscular medidas na traquéia podem ser úteis para manter o nível da pressão de suporte no intervalo ideal.

O protocolo constará de várias fases que estão descritas na monografia, a qual estará disponível integralmente na unidade de terapia intensiva para a sua consulta em relação ao estudo e/ou dúvidas.

A sua participação voluntária neste estudo, procura estabelecer critérios de segurança e imparcialidade durante o transcorrer do protocolo, visando o bem estar do paciente.

O estudo consta da passagem de uma sonda por via nasal, sendo o procedimento de baixo risco e, que poderá causar leve desconforto ao paciente.

O protocolo de estudo terá um tempo de duração de no máximo 120 minutos, durante este período o paciente será acompanhado pelo pesquisador responsável e por você médico assistente do paciente na unidade de terapia intensiva.

É garantida a liberdade de retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do trabalho. Caso julgue que o protocolo ofereça riscos e/ou que durante seu transcorrer ocorra situação em que seja necessário a sua interrupção, o estudo será interrompido.

Em qualquer etapa do estudo você terá acesso ao profissional responsável pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O pesquisador é o Dr Carlos Roberto Ribeiro de Carvalho que pode ser encontrado no endereço Instituto do Coração (Incor) do Hospital das Clínicas e no telefone(s) 26615802 ou 26615695. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: 2661-5802 ramais 16, 17, 18 ou 20, FAX: 2661-6442 ramal 26 – E-mail: cappesq@hcnet.usp.br.

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

As informações obtidas serão analisadas em conjunto, não sendo divulgada a identificação. A instituição tem o direito

de ser mantida atualizada sobre os resultados parciais das pesquisas quando em estudos abertos ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores.

Não há despesas pessoais para o paciente em qualquer fase do estudo, e também não há compensação financeira relacionada à sua participação.

Eu, Renata Pletsch, comprometo-me a utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo "Análise das Variáveis Fisiológicas para Ajuste da Pressão de Suporte".

Eu discuti com o Dr. Carlos Roberto Ribeiro de Carvalho sobre a minha decisão do paciente a meus cuidados participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que a participação é isenta de despesas e que tenho garantia de interromper o protocolo se julgar necessário. Concordo voluntariamente em o paciente sob meus cuidados participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no atendimento ao paciente neste Serviço.

Assinatura do paciente/representante legal

Data ____ / ____ / ____

Assinatura da testemunha

Data ____ / ____ / ____

para casos de pacientes menores de 18 anos, analfabetos, semi-analfabetos ou portadores de deficiência auditiva ou visual.

Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

Assinatura do responsável pelo estudo

Data ____ / ____ / ____

Anexo 2. Ficha de Coleta**FICHA DE COLETA****DADOS PESSOAIS**

Nome: _____

Data de nascimento ____/____/____ Sexo: () M () F Raça: _____

Registro: _____ Peso (kg): _____ Peso ideal(kg): _____

Altura: _____ IMC: _____

DADOS INTERNAÇÃO

DI Hospitalar: ____/____/____ DI UTI: ____/____/____

Data de Alta/ óbito UTI: ____/____/____ Data de Alta/ Óbito Hospitalar: ____/____/____

Causa da admissão UTI:

Causa da VM: _____

Data da IOT: ____/____/____ Data da Extubação: ____/____/____

Comorbidades: _____

Causa do óbito: _____

SAPS 3: _____

Uso de drogas vasoativas: () SIM () NÃO

Se sim, qual (is)? _____ Dose: _____

Suporte ventilatório da chegada: _____

Gasometria arterial da chegada:

pH____ PO2____ PCO2____ HCO3____ SpO2____ exbase____

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carvalho CR, Toufen C, Jr., Franca SA. [Mechanical ventilation: principles, graphic analysis and ventilatory modalities]. *J Bras Pneumol*. 2007;33 Suppl 2S:S54-70. PubMed PMID: 18026665. Ventilacao mecanica: principios, analise grafica e modalidades ventilatorias.
2. Brochard L, Harf A, Lorino H, Lemaire F. Inspiratory pressure support prevents diaphragmatic fatigue during weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis*. 1989 Feb;139(2):513-21.
3. Esteban A, Anzueto A, Alia I, Gordo F, Apezteguia C, Palizas F, et al. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000 May;161(5):1450-8.
4. Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J*. 2007 May;29(5):1033-56.
5. Brochard L, Rauss A, Benito S, Conti G, Mancebo J, Rekik N, et al. Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994 Oct;150(4):896-903.
6. Esteban A, Frutos F, Tobin MJ, Alia I, Solsona JF, Valverdu I, et al. A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. Spanish Lung Failure Collaborative Group. *N Engl J Med*. 1995 Feb 9;332(6):345-50.
7. Vaghegghini G, Mazzoleni S, Vlad Panait E, Navalesi P, Ambrosino N. Physiologic response to various levels of pressure support and NAVA in prolonged weaning. *Respir Med*. 2013 Nov;107(11):1748-54.

8. Esteban A, Alia I, Ibanez J, Benito S, Tobin MJ. Modes of mechanical ventilation and weaning. A national survey of Spanish hospitals. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Chest*. 1994 Oct;106(4):1188-93.
9. Esteban A, Anzueto A, Frutos F, Alia I, Brochard L, Stewart TE, et al. Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. *JAMA*. 2002 Jan 16;287(3):345-55.
10. Schmidt M, Demoule A, Polito A, Porchet R, Aboab J, Siami S, et al. Dyspnea in mechanically ventilated critically ill patients. *Crit Care Med*. 2011 Sep;39(9):2059-65.
11. Schmidt M, Kindler F, Gottfried SB, Raux M, Hug F, Similowski T, et al. Dyspnea and surface inspiratory electromyograms in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med*. 2013 Aug;39(8):1368-76.
12. Thille AW, Cabello B, Galia F, Lyazidi A, Brochard L. Reduction of patient-ventilator asynchrony by reducing tidal volume during pressure-support ventilation. *Intensive Care Med*. 2008 Aug;34(8):1477-86.
13. Vitacca M, Bianchi L, Zanotti E, Vianello A, Barbano L, Porta R, et al. Assessment of physiologic variables and subjective comfort under different levels of pressure support ventilation. *Chest*. 2004 Sep;126(3):851-9.
14. Thille AW, Rodriguez P, Cabello B, Lellouche F, Brochard L. Patient-ventilator asynchrony during assisted mechanical ventilation. *Intensive Care Med*. 2006 Oct;32(10):1515-22.
15. Schmidt M, Banzett RB, Raux M, Morelot-Panzini C, Dangers L, Similowski T, et al. Unrecognized suffering in the ICU: addressing dyspnea in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med*. 2014 Jan;40(1):1-10.

16. El-Khatib MF, Bou-Khalil P. Clinical review: liberation from mechanical ventilation. *Crit Care*. 2008;12(4):221.
17. Chanques G, Kress JP, Pohlman A, Patel S, Poston J, Jaber S, et al. Impact of ventilator adjustment and sedation-analgesia practices on severe asynchrony in patients ventilated in assist-control mode. *Crit Care Med*. 2013 Sep;41(9):2177-87.
18. Hug F, Raux M, Morelot-Panzini C, Similowski T. Surface EMG to assess and quantify upper airway dilators activity during non-invasive ventilation. *Respir Physiol Neurobiol*. 2011 Sep 15;178(2):341-5.
19. Gayan-Ramirez G, Testelmans D, Maes K, Racz GZ, Cadot P, Zador E, et al. Intermittent spontaneous breathing protects the rat diaphragm from mechanical ventilation effects. *Crit Care Med*. 2005 Dec;33(12):2804-9.
20. Putensen C, Zech S, Wrigge H, Zinserling J, Stuber F, Von Spiegel T, et al. Long-term effects of spontaneous breathing during ventilatory support in patients with acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001 Jul 1;164(1):43-9.
21. Colombo D, Cammarota G, Bergamaschi V, De Lucia M, Corte FD, Navalesi P. Physiologic response to varying levels of pressure support and neurally adjusted ventilatory assist in patients with acute respiratory failure. *Intensive Care Med*. 2008 Nov;34(11):2010-8.
22. Dreyfuss D, Soler P, Basset G, Saumon G. High inflation pressure pulmonary edema. Respective effects of high airway pressure, high tidal volume, and positive end-expiratory pressure. *Am Rev Respir Dis*. 1988 May;137(5):1159-64.
23. Vincent J. *Annual Update in Intensive Care and Emergency Medicine*. 2013. Springer.

24. Alberti A, Gallo F, Fongaro A, Valenti S, Rossi A. P0.1 is a useful parameter in setting the level of pressure support ventilation. *Intensive Care Med.* 1995 Jul;21(7):547-53.
25. Banner MJ, Kirby RR, Kirton OC, DeHaven CB, Blanch PB. Breathing frequency and pattern are poor predictors of work of breathing in patients receiving pressure support ventilation. *Chest.* 1995 Nov;108(5):1338-44.
26. Van de Graaff WB, Gordey K, Dornseif SE, Dries DJ, Kleinman BS, Kumar P, et al. Pressure support. Changes in ventilatory pattern and components of the work of breathing. *Chest.* 1991 Oct;100(4):1082-9.
27. Perrigault PF, Pouzeratte YH, Jaber S, Capdevila XJ, Hayot M, Boccard G, et al. Changes in occlusion pressure (P0.1) and breathing pattern during pressure support ventilation. *Thorax.* 1999 Feb;54(2):119-23.
28. Jubran A, Van de Graaff WB, Tobin MJ. Variability of patient-ventilator interaction with pressure support ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995 Jul;152(1):129-36.
29. Kimura T, Takezawa J, Nishiwaki K, Shimada Y. Determination of the optimal pressure support level evaluated by measuring transdiaphragmatic pressure. *Chest.* 1991 Jul;100(1):112-7.
30. Stroetz RW, Hubmayr RD. Tidal volume maintenance during weaning with pressure support. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995 Sep;152(3):1034-40.
31. Yang KL, Tobin MJ. A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med.* 1991 May 23;324(21):1445-50.

32. Meade M, Guyatt G, Cook D, Griffith L, Sinuff T, Kergl C, et al. Predicting success in weaning from mechanical ventilation. *Chest*. 2001 Dec;120(6 Suppl):400S-24S.
33. Cabello B, Mancebo J. Work of breathing. *Intensive Care Med*. 2006 Sep;32(9):1311-4.
34. Murciano D, Aubier M, Bussi S, Derenne JP, Pariente R, Milic-Emili J. Comparison of esophageal, tracheal, and mouth occlusion pressure in patients with chronic obstructive pulmonary disease during acute respiratory failure. *Am Rev Respir Dis*. 1982 Nov;126(5):837-41.
35. Bower JS, Sandercock TG, Rothman E, Abbrecht PH, Dantzker DR. Time domain analysis of diaphragmatic electromyogram during fatigue in men. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*. 1984 Sep;57(3):913-6.
36. Aldrich TK, Adams JM, Arora NS, Rochester DF. Power spectral analysis of the diaphragm electromyogram. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*. 1983 Jun;54(6):1579-84.
37. Lopata M, Evanich MJ, Lourenco RV. Quantification of diaphragmatic EMG response to CO₂ rebreathing in humans. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*. 1977 Aug;43(2):262-70.
38. Luo YM, Moxham J. Measurement of neural respiratory drive in patients with COPD. *Respir Physiol Neurobiol*. 2005 Apr 15;146(2-3):165-74.
39. Lahrmann H, Wild M, Wanke T, Tschernko E, Wisser W, Klepetko W, et al. Neural drive to the diaphragm after lung volume reduction surgery. *Chest*. 1999 Dec;116(6):1593-600.

40. Sinderby C, Beck J, Spahija J, de Marchie M, Lacroix J, Navalesi P, et al. Inspiratory muscle unloading by neurally adjusted ventilatory assist during maximal inspiratory efforts in healthy subjects. *Chest*. 2007 Mar;131(3):711-7.
41. Hilbert G, Choukroun ML, Gbikpi-Benissan G, Guenard H, Cardinaud JP. Optimal pressure support level for beginning weaning in patients with COPD: measurement of diaphragmatic activity with step-by-step decreasing pressure support level. *J Crit Care*. 1998 Sep;13(3):110-8.
42. Tassaux D, Gainnier M, Battisti A, Jolliet P. Impact of expiratory trigger setting on delayed cycling and inspiratory muscle workload. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005 Nov 15;172(10):1283-9.
43. Du HL, Yamada Y. Expiratory asynchrony. *Respir Care Clin N Am*. 2005 Jun;11(2):265-80.
44. Nilsestuen JO, Hargett KD. Using ventilator graphics to identify patient-ventilator asynchrony. *Respir Care*. 2005 Feb;50(2):202-34; discussion 32-4.
45. Rossi A, Polese G, Brandi G, Conti G. Intrinsic positive end-expiratory pressure (PEEPi). *Intensive Care Med*. 1995 Jun;21(6):522-36.
46. Patel H, Yang KL. Variability of intrinsic positive end-expiratory pressure in patients receiving mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 1995 Jun;23(6):1074-9.
47. Benditt JO. Esophageal and gastric pressure measurements. *Respir Care*. 2005 Jan; 50(1): 68-75; discussion 7.
48. Caruso P, Albuquerque ALP, Santana PV, Cardenas LZ, Ferreira JG, Pletsch R. Diagnostic methods to assess inspiratory and expiratory muscle strength. *J Bras Pneumol*. 2015 Mar; 41(2): 110-23.

49. Baydur A, Behrakis PK, Zin WA, Jaeger M, Milic-Emili J. A simple method for assessing the validity of the esophageal balloon technique. *Am Rev Respir Dis.* 1982 Nov;126(5):788-91.
50. Younes M. Proportional assist ventilation, a new approach to ventilatory support. Theory. *Am Rev Respir Dis.* 1992 Jan;145(1):114-20.
51. Loring SH, Garcia-Jacques M, Malhotra A. Pulmonary characteristics in COPD and mechanisms of increased work of breathing. *J Appl Physiol.* 2009 Jul; 107(1): 309-14.
52. Leung P, Jubran A, Tobin MJ. Comparison of assisted ventilator modes on triggering, patient effort, and dyspnea. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997 Oct;155:1940–48.
53. Chao DC, Scheinhorn DJ, Stearn-Hassenp M. Patient–ventilator trigger asynchrony in prolonged mechanical ventilation. *Chest.* 1997 Dec; 112:1592–99.
54. de Wit M, Miller KB, Green DA, Ostman HE, Gennings C, Epstein SK. Ineffective triggering predicts increased duration of mechanical ventilation. *Crit Care Med.* 2009 Oct; 37:2740–45.
55. Akoumianaki E1, Maggiore SM, Valenza F, Bellani G, Jubran A, Loring SH, Pelosi P, Talmor D, Grasso S, Chiumello D, Guérin C, Patroniti N, Ranieri VM, Gattinoni L, Nava S, Terragni PP, Pesenti A, Tobin M, Mancebo J, Brochard L. The application of esophageal pressure measurement in patients with respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med.* 2014 Mar ;189(5):520-31.
56. Gnanapandithan K1, Agarwal R, Aggarwal AN, Gupta D. Weaning by gradual pressure support (PS) reduction without an initial spontaneous breathing trial

(SBT) versus PS-supported SBT: a pilot study. *Rev Port Pneumol*. 2011 Nov-Dec;17(6):244-52.

57. Carteaux G, Mancebo J, Mercat A, Dellamonica J, Richard JC, Aguirre-Berneo H, Kouatchet A, Beduneau G, Thille AW, Brochard L. Bedside adjustment of proportional assist ventilation to target a predefined range of respiratory effort. *Crit Care Med*. 2013 Sep; 41: 2125-32.

58. Ozgültekin A, Durmus Y, Turan G, Bafali M, Akgün N. Optimum pressure support (Ps) during the weaning of COPD patients: changes in airway occlusion pressure (P_{0,1}), breathing patterns, hemodynamics and blood gases. *European Journal of Anaesthesiology*. 2004 Jun; 21: 163.

59. Kimura T, Takezawa J, Nishiwaki K, Shimada Y. Determination of the optimal pressure support level evaluated by measuring transdiaphragmatic pressure. *Chest*. 1991 Jul;100(1):112-7.

60. Cruz MR, Camilo LM, Paula LF, Japiassú AM, Beda A, Carvalho AR, Bozza FA, Medeiros DM. Effects of different levels of pressure support on intra-individual breath-to-breath variability. *Respir Care*. 2014 Dec;59(12):1888-94.

61. Sassoon CHS, Te TT, Mahutte CK, et al. Airway occlusion pressure. An important indicator for successful weaning in patient with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1987;135:107–13.

62. Murciano D, Boczkowski J, Lecocguic Y, et al. Tracheal occlusion pressure: a simple index to monitor respiratory muscle fatigue during acute respiratory failure in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med* 1988; 108:800–5.

63. Capdevila X, Perrigault PF, Perey P, et al. Occlusion pressure and its ratio to maximum inspiratory pressure are useful predictors for successful extubation following T-piece weaning trial. *Chest* 1995;108:482–9.
64. Capdevila X, Perrigault PF, Ramonatxo M, et al. Changes in breathing pattern and respiratory muscle performance parameters during difficult weaning. *Crit Care Med* 1998;26:79–87.
65. Kuhlen R, Mohnhaupt R, Slama K, Hausmann S, Pappert D, Rossaint R, Falke K. Validation and clinical application of a continuous P0.1 measurement using standard respiratory equipment. *Technol Health Care*. 1996 Dec;4(4):415-24.
66. Banner MJ, Kirby RR, Blanch PB. Breathing frequency is a poor predictor of work of breathing. *Anesthesiology* 1993;79:A238.
67. Okamoto K, Sato T, Morioka T. Airway occlusion pressure (P0.1)-a useful predictor for the weaning outcome in patients with acute respiratory failure. *J Anesth*. 1990;4(2):95-101.
68. Reddy VG. Auto-PEEP: how to detect and how to prevent-a review. *Middle East J Anaesthesiol*. 2005 Jun;18(2):293-312.
69. Marini JJ. Dynamic hyperinflation and auto-positive end-expiratory pressure: lessons learned over 30 years. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011 Oct (1);184(7):756-62.
70. Perchiazzi G, Rylander C, Pellegrini M, Larsson A, Hedenstierna G. Monitoring of total positive end-expiratory pressure during mechanical ventilation

by artificial neural networks. *J Clin Monit Comput.* 2016 Apr; 11. [Epub ahead of print].

71. Scott K Epstein. How Often Does Patient-Ventilator Asynchrony Occur and What Are the Consequences? *Respiratory Care.* 2011 Jan; 56(1): 25-38.

72. Branson RC, Blakeman TC, Robinson BRH. Asynchrony and Dyspnea. *Respiratory Care.* 2013 Jun; 58(6): 973-89.