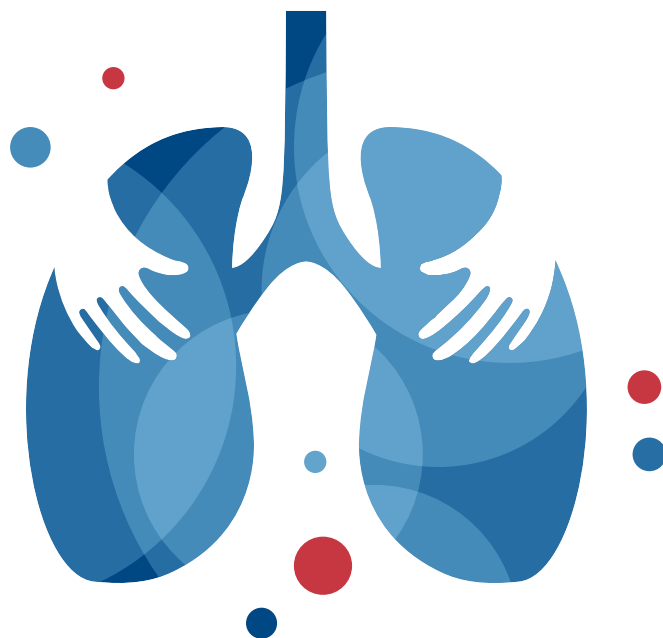


Orientações Práticas em  
**Ventilação Mecânica**  
**AMIB e SBPT**



**SBPT**  
Sociedade Brasileira de  
Pneumologia e Tisiologia



Orientações Práticas em  
**Ventilação Mecânica**  
**AMIB e SBPT**



**SBPT**  
Sociedade Brasileira de  
Pneumologia e Tisiologia

# DOC

RJ Estrada do Bananal, 56 - Freguesia/Jacarepaguá - CEP: 22745-012 - (21) 2425-8878  
SP (11) 97269-9516

[www.universodoc.com.br](http://www.universodoc.com.br) | [www.somosadoc.com.br](http://www.somosadoc.com.br) | [atendimento@universodoc.com.br](mailto:atendimento@universodoc.com.br)



CEO

**Renato Gregório**

Gerentes editoriais

**Marcello Manes e Thamires Cardoso**

Coordenadora editorial

**Mariana Lopes**

Coordenador médico

**Guilherme Sargentelli (CRM: 541480-RJ)**

Designers gráficos

**Clarissa Duarte, Jean Ferreira, Monica Mendes e Pablo Souza**

Marketing

**Alanderson Verissimo, Heryka Nascimento e Sergio Oliveira**

Revisão

**Juliana Temporal**

Gerente comercial

**Thiago Garcia**

Comercial

**Allan Gomes, Ana Sousa, Caio Miranda, Camila Diniz, Ingrid Faria,**

**Jéssica Oliveira e Sâmya Nascimento**

Produção gráfica

**Alberto Davis, Abraão Araújo, Lucelena Vidal, Sophie Blanco e Viviane Telles**

# Autores



Alexandre Biasi Cavalcanti  
Alexandre Marini Ísola  
Ana Maria Casati Nogueira da Gama  
Angelo Roncalli Miranda Rocha  
Antônio Gonçalves de Oliveira  
Arthur Vianna  
Ary Serpa-Neto  
Augusto Manoel de Carvalho Farias  
Bianca Rodrigues Orlando  
Bruno da Costa Esteves  
Bruno do Valle Pinheiro  
Bruno Franco Mazza  
Camila de Freitas Martins Soares Silveira  
Carlos Roberto Ribeiro de Carvalho  
Carlos Toufen Junior  
Carmen Silvia Valente Barbas  
Cassiano Teixeira  
Debora Dutra da Silveira  
Denise Machado Medeiros  
Edino Parolo  
Eduardo Leite Vieira Costa  
Eliana Bernardete Caser  
Ellen Pierre de Oliveira  
Eric Grieger Banholzer  
Erich Vidal Carvalho  
Fabio Ferreira Amorin  
Felipe Saddy  
Fernanda Alves Ferreira Gonçalves  
Filomena Regina Barbosa Gomes Galas  
Giovanna Carolina Gardini Zanatta  
Gisele Sampaio Silva  
Glauco Adrieno Westphal  
Gustavo Faissol Janot de Matos  
Israel Silva Maia  
João Claudio Emmerich de Souza  
João Manoel Silva Júnior  
Jorge Luis dos Santos Valiatti  
José Ribamar do Nascimento Júnior

José Rodolfo Rocco  
Juliana Carvalho Ferreira  
Ludhmila Abrahão Hajjar  
Luis Marcelo Sá Malbuisson  
Luiz Alberto Forgiarini Junior  
Marcelo Alcântara Holanda  
Marcelo Britto Passos Amato  
Marcelo Park  
Marco Antonio da Rosa e Oliveira  
Marco Antonio Soares Reis  
Marcos Soares Tavares  
Mario Henrique Dutra de Souza  
Marta Cristina Paulete Damasceno  
Marta Maria da Silva Lira Batista  
Max Morais Pattacini  
Murillo Santucci Cesar de Assunção  
Neymar Elias de Oliveira  
Oellen Stuani Franzosi  
Patricia Rieken Macedo Rocco  
Pedro Caruso  
Pedro Leme  
Pedro Mendes  
Péricles Almeida Delfino Duarte  
Renato Fábio Alberto Della Santa Neto  
Ricardo Goulart Rodrigues  
Ricardo Luiz Cordioli  
Roberta Fittipaldi Palazzo  
Rosane Sonia Goldwasser  
Sabrina dos Santos Pinheiro  
Sandra Justino  
Sérgio de Vasconcellos Baldisserotto  
Sergio Nogueira Nemer  
Vanessa Martins de Oliveira  
Vinicius Zacarias Maldaner da Silva  
Wagner Luis Nedel  
Wanessa Teixeira Bellissimo Rodrigues  
Wilson de Oliveira Filho

# Introdução

A ventilação mecânica invasiva e não invasiva segue como um método de suporte essencial aos pacientes com insuficiência respiratória aguda. Esse suporte salva muitas vidas, sendo necessário para tanto se conhecer ao máximo suas características como manuseio, indicação, contraindicação e cuidados. Por ser usado principalmente em situações de pacientes graves ou potencialmente graves, de forma eletiva e de forma emergencial, envolve toda equipe multiprofissional que atua nestas situações.

Em 2013, a Associação Brasileira de Medicina Intensiva e a Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia uniram-se para produzir as Recomendações Brasileiras de Ventilação Mecânica<sup>1-4</sup>. Em 2023, dentro de suas metas de oferecer apoio e conhecimento em suas áreas a seus associados e ao público da saúde em geral, ambas as Sociedades entenderam ser muito importante a elaboração de um documento atualizado, norteando as orientações práticas para serem aplicadas na beira-do-leito sobre Ventilação Mecânica, baseando-se nas publicações e evidências dos últimos vinte anos.

Ambas as Sociedades constituíram uma Comissão Organizadora do projeto, indicando membros envolvidos com seus respectivos Comitê de Insuficiência Respiratória e Ventilação Mecânica (AMIB) e Comitê de Terapia Intensiva (SBPT). A Comissão Organizadora (C.O.) ficou designada para elaborar todo projeto e coordenar sua execução até a publicação do texto final. Ela ficou assim composta:

**Alexandre Marini Ísola**  
*Coordenador*

**Israel Maia**  
*Representante AMIB*

**Arthur Vianna**  
*Representante SBPT*

**Juliana Carvalho Ferreira**  
*Representante AMIB*

**Bruno Valle Pinheiro**  
*Representante SBPT*

**Sergio Vasconcellos Baldisserotto**  
*Representante AMIB*

1. Barbas CSV, Ísola AM, Farias AM de C, Cavalcanti AB, Gama AMC, Duarte ACM, et al.. Recomendações brasileiras de ventilação mecânica 2013. Parte I. Rev bras ter intensiva [Internet]. 2014 Apr;26(2):89-121.

2. Barbas CSV, Ísola AM, Farias AM de C, Cavalcanti AB, Gama AMC, Duarte ACM, et al.. Recomendações brasileiras de ventilação mecânica 2013. Parte 2. Rev bras ter intensiva [Internet]. 2014 Jul;26(3):215-39.

3. Brazilian recommendations of mechanical ventilation 2013. Part I. J bras pneumol [Internet]. 2014;40(4):327-63.

4. Brazilian recommendations of mechanical ventilation 2013. Part II. J bras pneumol [Internet]. 2014;40(5):458-486

# Metodologia

A Comissão Organizadora selecionou 38 temas relacionados aos suportes ventilatórios não invasivo e invasivo em pacientes com insuficiência respiratória que foram abordados neste documento.

Os Comitês supracitados de cada Sociedade indicaram membros para serem convidados a participar do projeto, ligados à pesquisa e/ou ao ensino da Ventilação Mecânica no Brasil. Após convite formal e confirmação dos que puderam participar do projeto, foi fechado o Corpo de Relatores com 75 participantes. Estes foram divididos em duplas de trabalho.

Cada tema foi atribuído a uma dupla de relatores. O conteúdo a ser abordado por cada dupla em seu respectivo tema foi previamente determinado pela Comissão Organizadora no ato do convite. Foi levado em consideração para o convite para cada dupla a expertise e experiência prévia com seu tema.

As duplas realizaram uma busca dos artigos publicados sobre o tema nas bases de dados Medline e Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL). A busca foi limitada aos últimos vinte anos e às principais revistas com maior fator de impacto nas seguintes áreas: terapia intensiva, pneumologia e anestesiologia. As revistas das respectivas sociedades brasileiras dessas especialidades **Critical Care Science** (antiga *Revista Brasileira de Medicina Intensiva*), **Jornal Brasileiro de Pneumologia e Revista Brasileira de Anestesiologia** também foram incluídas, independentemente de estarem ou não entre as de maior fator de impacto. Referências relevantes encontradas em artigos selecionados na busca poderiam ser incorporadas.

Com base nos resultados encontrados, cada dupla produziu seu documento e enviou para a Comissão Organizadora, com suas respectivas referências bibliográficas, que obedeceram às regras de Vancouver.

## Formato recomendado

**Comentário:** breve explicação do tema a ser abordado, quando necessário.

**Sugestões e considerações,** definidas da seguinte forma:

**Sugere-se:** quando está ou não indicado o emprego de uma intervenção ou monitorização, baseado em pelo menos um estudo randomizado com baixo risco de viés ou em pelo menos uma metanálise com baixo risco de viés. Exemplo: **“Sugere-se o uso de volume corrente de 4-8ml/Kg de peso predito para pacientes com SARA”.**

Também foram feitas sugestões baseadas em recomendações de documentos desenvolvidos por autoridades de saúde nacionais e internacionais, como a Organização Mundial da Saúde ou o Ministério da Saúde, ou baseadas em diretrizes bem estabelecidas de Sociedades Médica, como as diretrizes de Suporte Avançado de Vida Cardiovascular (ACLS). Exemplo: **“Sugere-se colocar todos os componentes que serão enviados para desinfecção de alto nível (válvula respiratória, umidificador ativo, sensor de fluxo e tubo expiratório, se usado/indicado, e outros conectores/componentes) em um recipiente fechado designado para transporte a unidade de esterilização de materiais.”**

**Considerar:** quando pode-se considerar ou não o emprego de uma intervenção ou monitorização, baseado em estudos randomizados ou metanálises com alto risco ou risco indeterminado de viés, em estudos observacionais (coortes ou caso-controles) ou ainda na opinião dos relatores e editores. Exemplo: ***“Considerar o uso de Frequência Respiratória (f) inicial controlada entre 12-16 irpm, no ajuste inicial do ventilador mecânico.”***

O conteúdo preparado por cada dupla foi então compilado e resumido pela Comissão Organizadora que preparou todos os temas para que as duplas os apresentassem em reunião presencial, ocorrida em 20 e 21 de novembro de 2023, em Florianópolis, antecedendo ao Congresso Brasileiro de Medicina Intensiva. Durante a reunião, todas as duplas puderam apresentar seus documentos, submetendo-os à avaliação e apreciação de todos os presentes. A plenária realizou suas manifestações livremente e todas as sugestões foram discutidas e, quando não havia consenso ou a polêmica era presente, o item era votado de forma eletrônica por sistema individual e anônimo.

Finda esta etapa, a Comissão Organizadora realizou compilação de todos os documentos das duplas com os devidos ajustes após a sessão plenária. O documento revisado de cada dupla foi enviado a cada uma para leitura e manifestação sobre alguma sugestão ou ajuste finais, para que então a Comissão Organizadora realizasse a montagem do documento unificado com todos os temas, e encaminhe às respectivas Sociedades para divulgação ao público.

A AMIB e a SBPT agradecem a todos os envolvidos neste projeto pela dedicação e esforço e esperam que este documento seja de grande utilidade para os profissionais de saúde que atuam junto ao paciente que precisa do suporte ventilatório, de forma eletiva ou pela gravidade de seu quadro clínico.

# Sumário

## TEMA 1

### INDICAÇÕES DE SUPORTE VENTILATÓRIO NÃO INVASIVO (VNI) E INVASIVO (VMI)

- A. Principais indicações e contraindicações de VNI
- B. Principais indicações e contraindicações em VMI
- C. Como utilizar e quando interromper a VNI na prática clínica.
  - C.1 - Edema agudo de pulmão cardiogênico
  - C.2 - Doença pulmonar obstrutiva crônica exacerbada
  - C.3 - Asma exacerbada
  - C.4 - Insuficiência respiratória aguda hipoxêmica em imunocomprometidos
  - C.5 - Insuficiência respiratória aguda hipoxêmica em imunocompetentes
  - C.6 - Trauma torácico
  - C.7 - Desmame da VM
  - C.8 - Pós-operatório
  - C.9 - Durante broncoscopia e outros procedimentos
  - C.10 - Doença neuromuscular agudizada
    - C.10.1 - Crise miastênica
    - C.10.2 - Síndrome de Guillain Barré (polirradiculoneurite aguda)
  - C.11 - Síndrome de hipoventilação da obesidade
  - C.12 - Cuidados paliativos

## TEMA 2

### ESTRATÉGIAS NÃO INVASIVAS NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA

- A. Oxigenoterapia
  - A.1 - Indicações e contraindicações de oxigenoterapia convencional
  - A.2 - Cuidados na aplicação da oxigenoterapia convencional
  - A.3 - Monitorização e avaliação da resposta à oxigenoterapia convencional
  - A.4 - Manejo de efeitos adversos e retirada da oxigenoterapia convencional
  - A.5 - Métodos de fornecimento de oxigenoterapia convencional
- B. Terapia com Cânula Nasal de Alto Fluxo (CNAF)
  - B.1 - Indicações e limitações técnicas da terapia com CNAF
  - B.2 - Cuidados na aplicação de terapia com CNAF
  - B.3 - Monitorização, avaliação da resposta e critérios de falha da terapia com CNAF
  - B.4 - Manejo de efeitos adversos e retirada da terapia com CNAF
- C. Ventiladores e interfaces para aplicação de VNI
  - C.1 - Possibilidades técnicas dos ventiladores e acessórios de VNI
  - C.2 - Monitorização do volume corrente em VNI
- D. VNI com pressão positiva contínua de vias aéreas (CPAP)
  - D.1 - Aplicação da VNI com CPAP
  - D.2 - Monitorização, avaliação da resposta e critérios de falha de CPAP
  - D.3 - Manejo de efeitos adversos e retirada de CPAP
- E. VNI com dois níveis de pressão
  - E.1 - Aplicação da VNI com dois níveis de pressão
  - E.2 - Monitorização, avaliação da resposta e critérios de falha da VNI com dois níveis de pressão
  - E.3 - Manejo de efeitos adversos e retirada da VNI
- F. Posição prona no paciente não intubado
  - F.1 - Indicações e limitações da técnica da posição prona em paciente não intubado
  - F.2 - Eventos adversos e contraindicações da posição prona em paciente não intubado



## TEMA 3

### INTUBAÇÃO E TRAQUEOSTOMIA

- A. Indicações de intubação
- B. Algoritmos para manejo de via aérea
  - B.1 - Algoritmo geral para via aérea
  - B.2 - Algoritmo de via aérea em parada cardíaca
  - B.3 - Algoritmo para via aérea difícil
  - B.4 - Algoritmo para via aérea falha
- C. Material e técnica recomendada
  - C.1 - Organização da equipe e do ambiente
  - C.2 - Avaliação
  - C.3 - Pré-oxigenação
  - C.4 - Oxigenação apneica
  - C.5 - Oxigenação de resgate
  - C.6 - Descompressão com sonda nasogástrica
  - C.7 - Intubação com sequência rápida
  - C.8 - Drogas utilizadas na intubação com sequência rápida
  - C.9 - Laringoscopia
  - C.10 - Confirmação com prova
  - C.11 - Manejo pós-intubação
- D. Revisar técnicas de traqueostomia, vantagens, desvantagens e indicação, cuidados durante o procedimento
  - D.1 - Tempo de realização
  - D.2 - Técnicas de realização: cirúrgica x percutânea

## TEMA 4

### MODOS VENTILATÓRIOS CONVENCIONAIS E REGULAGEM INICIAL DO VENTILADOR INVASIVO

- A. Modos Ventilatórios Convencionais
  - A.1 - Ventilação volume-controlada (VCV)
  - A.2 - Ventilação pressão-controlada (PCV)
  - A.3 - Ventilação com pressão de suporte (PSV)
- B. Regulagem Inicial dos ajustes do Ventilador Invasivo
  - B.1 - Aspectos comuns aos modos VCV, PCV e PSV
    - B.1.2 - Condutas comuns a todos os modos de ventilação mecânica invasiva
  - B.2 - Aspectos específicos dos ajustes de VCV
  - B.3 - Aspectos específicos dos ajustes de PCV
  - B.4 - Aspectos específicos dos ajustes de PSV

## TEMA 5

### MODOS VENTILATÓRIOS AVANÇADOS

- A. Modos ventilatórios avançados, indicações, contraindicações e cuidados específicos no uso
  - A.1 - Volume controlado com pressão regulada (PRVC, *Pressure-Regulated Volume-Control*)
  - A.2 - Ventilação com liberação de pressão nas vias aéreas (APRV, *Airway Pressure-Release Ventilation*) e BiPAP (ou *Bilevel*, Ventilação com pressão positiva bifásica, ou *Biphasic intermittent positive airway pressure*)
  - A.3 - *Noisy PSV ventilation*
  - A.4 - PAV *mode* (Ventilação Assistida Proporcional, ou *Proportional Assisted Ventilation*)
  - A.5 - ATC (*Automatic Tube Compensation*, ou Compensação Automática do Tubo)
  - A.6 - NAVA (Ventilação Assistida Ajustada Neuralmente, ou *Neurally Adjusted Ventilatory Assist*)
  - A.7 - ASV (Ventilação de Suporte Adaptativa, *Adaptive Support Ventilation*)
  - A.8 - *Smartcare*

## TEMA 6

### ASSINCRONIA PACIENTE-VENTILADOR

- A. Como identificar, classificar e tratar assincronias em VMI
- B. Assincronias de disparo
  - B.1 - Disparo ineficaz
  - B.2 - Duplo disparo
  - B.3 - Disparo reverso
  - B.4 - Autodisparo
- C. Assincronias de fluxo
  - C.1 - Fluxo insuficiente
  - C.2 - Fluxo excessivo (“overshoot de entrada”)
- D. Assincronias de ciclagem
  - D.1 - Ciclagem precoce
  - D.2 - Ciclagem tardia

## TEMA 7

### MONITORIZAÇÃO DO PACIENTE COM SUPORTE VENTILATÓRIO

- A. Como fazer a monitorização da mecânica ventilatória à beira do leito
  - A.1 - Com curvas e medidas mecânicas
  - A.2 - Auto-PEEP
  - A.3 - Pressão Esofageana e Pressão Transpulmonar
- B. Métodos de Monitorização Regional
  - B.1 - Radiografia de Tórax
  - B.2 - Tomografia de Impedância Elétrica (EIT)
  - B.3 - TC convencional
  - B.4 - Ultrassonografia pulmonar
- C. Monitorização da função neuromuscular: drive ventilatório e esforço muscular
  - C.1 - p0.1
  - C.2 - Pocc
  - C.3 - Pmus na ventilação espontânea, Driving Pressure Transpulmonar Dinâmica

## TEMA 8

### MONITORIZAÇÃO DAS TROCAS GASOSAS

- A. Gasometria arterial (indicações, contraindicações, cuidados na realização e interpretação)
- B. Oximetria
- C. Capnografia

## TEMA 9

### ALARMES DO VENTILADOR

- A. Tipos
- B. Regulagem
- C. Limites e Interpretação

## TEMA 10

### SEDAÇÃO, ANALGESIA E BLOQUEIO NEUROMUSCULAR DURANTE A VENTILAÇÃO MECÂNICA

- A. Escalas de sedação e monitorização da sedação
- B. Quando indicar e como fazer
  - B.1 - Drogas e doses
- C. Retirada da sedação

## **TEMA 11**

### **VENTILAÇÃO MECÂNICA NA ASMA**

- A. Indicação da VM na crise asmática.
  - A.1 - Aspectos de analgesia, sedação e relaxamento muscular na asma
- B. Como ventilar o paciente em crise de asma
  - B.1 - Monitorização da mecânica ventilatória e das complicações da hiperinsuflação pulmonar
  - B.2 - Desmame da ventilação na asma: aspectos específicos
  - B.3 - Suporte respiratório extracorpóreo

## **TEMA 12**

### **VENTILAÇÃO MECÂNICA NO PACIENTE COM DPOC**

- A. Definição de exacerbação aguda da DPOC e critérios de internação em UTI
- B. Como ventilar o paciente com DPOC exacerbado

## **TEMA 13**

### **PNEUMONIA ASSOCIADA À VENTILAÇÃO MECÂNICA (PAV)**

- A. Definições e fatores de risco
- B. Medidas para prevenção na PAV

## **TEMA 14**

### **VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SÍNDROME DA ANGÚSTIA RESPIRATÓRIA AGUDA (SARA)**

- A. Diagnóstico e classificação atual
- B. Conceito de ventilação protetora na SARA
- C. Como ventilar o paciente com SARA
  - C.1 - Modos ventilatórios
  - C.2 - Volume corrente
  - C.3 - Fração inspiratória de oxigênio ( $FiO_2$ )
  - C.4 - Pressão de platô ( $P_{plat}$ )
  - C.5 - Frequência respiratória (f)
  - C.6 - Ajuste da PEEP
  - C.7 - Estratégias para titulação da PEEP que podem ser utilizadas à beira do leito
    - C.7.1 - Tabela PEEP baixa x  $FiO_2$ <sup>20</sup>
    - C.7.2 - Tabela PEEP alta x  $FiO_2$ <sup>24-25</sup>
    - C.7.3 - PEEP decremental, titulado pela complacência do sistema respiratório
  - C.8 - Bloqueador neuromuscular (BNM)
  - C.9 - Posição prona
  - C.10 - Manobras de recrutamento alveolar
  - C.11 - Ventilação com alta frequência

## **TEMA 15**

### **VENTILAÇÃO NA POSIÇÃO PRONA EM PACIENTE INTUBADO**

- A. Quando indicar e contraindicar a PRONA, em quem e como fazer.
- B. Cuidados na execução.
  - B.1 - Prevenção de complicações
  - B.2 - Quando suspender o uso da prona

## TEMA 16

### PREVENINDO A VILI

- A. Conceito de VILI
- B. Mecanismos e tipos de VILI
- C. Lesão auto-inflingida pelo paciente
- D. Potência mecânica (*mechanical power*) na prática clínica
- E. Ventilação protetora em pacientes com pulmão normal

## TEMA 17

### CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA (ECMO)

- A. Quando e em quem indicar / contraindicar circulação extracorpórea, dispositivos e recursos no mercado, cuidados especiais.
- B. Terapias de resgate por inalação de gases:
  - B.1. - Heliox
  - B.2. - Óxido Nítrico

## TEMA 18

### VENTILAÇÃO MECÂNICA NO TRAUMA TORÁCICO

- A. Ventilação mecânica no paciente com trauma torácico
  - A.1 - Oxigenoterapia e suporte ventilatório não invasivo
  - A.2 - Estratégias e métodos de ventilação mecânica invasiva
  - A.3 - Modos e estratégia de VM invasiva
  - A.4 - Ventilação pulmonar independente
  - A.5 - Desmame da VM/traqueostomia
- B. Condições especiais
  - B.1 - Tórax instável
  - B.2 - Fístula bronco-pleural
- C. Cuidados específicos
  - C.1 - Sedação e analgesia
  - C.2 - Posicionamento do paciente
  - C.3 - Métodos não ventilatórios de suporte em casos graves

## TEMA 19

### VENTILAÇÃO MECÂNICA DURANTE PROCEDIMENTOS CIRÚRGICOS

- A. Princípios de ventilação mecânica no intraoperatório
- B. Estratificação pré-operatória de risco de complicações pulmonares pós-operatórias
- C. Pré-oxigenação durante a indução anestésica
- D. Utilização de ventilação não invasiva (VNI) durante a indução anestésica
- E. Utilização de PEEP e manobra de recrutamento durante a indução anestésica
- F. Cuidados específicos de ventilação durante o intra-operatório

## TEMA 20

### VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA NOS PACIENTES OBESOS

- A. Cuidados específicos
  - A.1 - Indicações de ventilação mecânica invasiva no paciente obeso
  - A.2 - Posicionamento do paciente obeso em insuficiência respiratória aguda
  - A.3 Intubação traqueal
- B. Como ventilar o paciente obeso
  - B.1 - Monitorização do paciente
  - B.2 - Desmame da ventilação mecânica: aspectos específicos.

## **TEMA 21**

### **VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA NOS PACIENTES NEUROLÓGICOS**

- A. Ventilação mecânica no paciente com lesão encefálica aguda
  - A.1 - Cuidados específicos
  - A.2 - Manutenção da ventilação mecânica
- B. Ventilação mecânica no paciente potencial doador

## **TEMA 22**

### **VENTILAÇÃO MECÂNICA NOS PACIENTES NEUROMUSCULARES**

- A. Ventilação não invasiva nas doenças neuromusculares
- B. Intubação traqueal
- C. Suporte ventilatório invasivo
  - C.1 - Traqueostomia

## **TEMA 23**

### **VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA NOS CARDIOPATAS**

- A. Ventilação não invasiva
- B. Cânula nasal de alto fluxo
- C. Ventilação invasiva
- D. Desame da ventilação mecânica: aspectos específicos

## **TEMA 24**

### **VENTILAÇÃO MECÂNICA NO PACIENTE EM RESSUSCITAÇÃO CARDIOPULMONAR**

- A. Estratégias ventilatórias na RCP
  - A.1 - Ventilação durante a ressuscitação cardiopulmonar
  - A.2 - Manejo da via aérea na ressuscitação cardiopulmonar
  - A.3 - Relação entre ventilação e compressão torácica
- B. Parâmetros ventilatórios na RCP

## **TEMA 25**

### **DESMAME DO PACIENTE DA VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA**

- A. Conceitos e classificação de desmame
- B. Como identificar o paciente apto para iniciar o desmame
- C. Como conduzir o desmame
  - C1. Identificação do momento de extubação
  - C2. Falha após extubação
  - C3. Ventilação não invasiva (VNI) e cânula nasal de alto fluxo (CNAF) no desmame
  - C4. Utilização de ultrassonografia no desmame da ventilação mecânica

## **TEMA 26**

### **PACIENTE COM DESMAME PROLONGADO**

- A. Definição
- B. Causas de desmame prolongado
- C. Estratégias de condução do desmame prolongado
- D. Índices de desmame
- E. Cuidados de UTI no desmame prolongado

## **TEMA 27**

### **CUIDADOS HEMODINÂMICOS NOS PACIENTES SOB VMI**

- A.** Recursos de monitorização hemodinâmica baseados na influência da VM e cuidados na ventilação mecânica
  - A1.** Diagnóstico
  - A2.** Cuidados específicos
    - A.2.1** - Ventilação mecânica invasiva no paciente com falência do ventrículo esquerdo ou choque cardiogênico
    - A.2.2** - Ventilação mecânica invasiva no paciente com falência do ventrículo direito
  - A3.** Tratamento
    - A.3.1** - Tratamento adjuvante na hipoxia refratária

## **TEMA 28**

### **CUIDADOS DE FONOAUDIOLOGIA NA REABILITAÇÃO DO PACIENTE PÓS VENTILAÇÃO MECÂNICA**

- A.** Cuidados específicos no paciente após extubação
- B.** Diagnóstico do paciente disfágico antes e depois da retirada da VMI (não traqueostomizados e traqueostomizados)
- C.** Terapias efetivas minimizando o processo aspirativo
- D.** Integração multiprofissional no tratamento do paciente disfágico

## **TEMA 29**

### **CUIDADOS DE ENFERMAGEM NOS PACIENTES EM SUPORTE VENTILATÓRIO INVASIVO E NÃO INVASIVO**

- A.** Uso, troca de circuito, filtros, umidificadores e métodos de fixação da prótese ventilatória.
- B.** Limpeza e conservação dos equipamentos.
- C.** Cuidados durante banho e mudança de decúbito
- D.** Cuidados durante a mobilização no leito
- E.** Cuidados rotineiros de enfermagem na higiene bucal, alimentação oral e enteral
  - E.1** - Cuidados com dietas

## **TEMA 30**

### **CUIDADOS DE FISIOTERAPIA NOS PACIENTES EM SUPORTE VENTILATÓRIO**

- A** - Manobras e condutas fisioterapêuticas no paciente sob VM (SARA, Asma, DPOC, neuromuscular, neurológico, politrauma)
  - A.1** - Terapia de remoção de secreções em pacientes mecanicamente ventilados
  - A.2** - Terapia de expansão pulmonar
  - A.3** - Treinamento muscular inspiratório
- B.** Mobilização precoce na VMI e VNI
  - B1.** Indicação
  - B2.** Como realizar
  - B3.** Cuidados especiais
- C.** Terapia inalatória na respiração espontânea, VNI e VM invasiva
  - C.1** - Terapia inalatória na VNI
  - C.2** - Terapia inalatória em ventilação mecânica invasiva

## **TEMA 31**

### **CUIDADOS NUTRICIONAIS NO PACIENTE SOB VM**

- A** - Triagem e avaliação nutricional
  - A.1** - Método de determinação das necessidades calóricas
  - A.2** - Determinação das necessidades proteicas
  - A.3** - Vias de administração
  - A.4** - Início precoce de nutrição enteral
  - A.5** - Estratégias para otimizar a administração de nutrição enteral em pacientes graves em VM
    - A.5.1** - Cabeceira elevada
    - A.5.2** - Posicionamento da sonda
    - A.5.3** - Monitoramento do resíduo gástrico
    - A.5.4** - Nutrição enteral contínua comparada a outros métodos
    - A.5.5** - Estabelecimento de protocolo de terapia nutricional
- B**. Cuidados específicos
  - B.1** - Dieta enteral enriquecida
  - B.2** - Risco de síndrome de realimentação
  - B.3** - Micronutrientes (vitaminas e minerais)

## **TEMA 32**

### **FRAQUEZA ADQUIRIDA NA UTI**

- A**. Como diagnosticar
- B**. Como prevenir
- C**. Como tratar
- D**. Uso da ultrassonografia na avaliação e manejo nutricional

## **TEMA 33**

### **CUIDADOS ODONTOLÓGICOS NO PACIENTE SOB VM**

- A**. Avaliação e diagnósticos
- B**. Assistência odontológica

## **TEMA 34**

### **SUPORTE RESPIRATÓRIO PALIATIVO**

- A**. Estratégias de suporte não invasivo
  - A.1** - Sobre oxigenoterapia convencional
  - A.2** - Sobre ventilação não invasiva (VNI)
  - A.3** - Sobre Cateter Nasal de Alto Fluxo (CNAF)
- B**. Extubação paliativa

## **TEMA 35**

### **TRANSPORTE DO PACIENTE EM VENTILAÇÃO MECÂNICA**

- A.** Preparo do transporte
- B.** Contraindicações ao transporte
- C.** Cuidados durante o transporte
  - C.1** - Equipe de transporte
  - C.2** - Equipamentos de monitorização
  - C.3** - Ventiladores de transporte
  - C.4** - Sobre parâmetros ventilatórios
  - C.5** - Sobre cuidados após o transporte

## **TEMA 36**

### **VENTILAÇÃO MECÂNICA EM PROCEDIMENTOS NA UTI**

- A.** Durante a broncoscopia
  - A.1** - Sobre modos ventilatórios para realização da broncoscopia em ventilação não invasiva
  - A.2** - Modos ventilatórios para realização da broncoscopia em ventilação invasiva
- B.** Durante a endoscopia
- C.** Durante a traqueostomia percutânea

## **TEMA 37**

### **VENTILAÇÃO MECÂNICA NA GESTANTE**

- A.** Cuidados na intubação
- B.** Metas fisiológicas específicas
- C.** Particularidades na monitorização da troca gasosa e da mecânica ventilatória.
- D.** Cuidados específicos
  - D.1** - Posicionamento da paciente
  - D.2** - Cuidados com exames radiológicos
  - D.3** - Uso da prona na paciente gestante
  - D.4** - Profilaxia de TEP

## **TEMA 38**

### **SUPORTE VENTILATÓRIO AO PACIENTE COM COVID 19**

- A.** Oxigenioterapia no paciente com COVID- 19
- B.** Suporte não invasivo no paciente com COVID-19
- C.** Ventilação mecânica invasiva no paciente com COVID-19
- D.** Traqueostomia no paciente com COVID-19
- E.** ECMO em paciente com COVID-19



# Abreviaturas usadas neste documento



**2,3 DPG** = 2,3 difosfoglicerato

**AA** = ar ambiente

**AN** = Avaliação Nutricional

**aPDT** = Terapia Fotodinâmica Antimicrobiana

**APEV** = Água Pulmonar Extravascular

**APRV** = Airway Pressure Release Ventilation

**ASV** = Adaptative Support Ventilation

**ATC** = Automatic Tube Compensation

**BE** = excesso de base

**BiPAP ou BiLevel** = ventilação com dois níveis de pressão

**BNM** = Bloqueador Neuromuscular

**BNP** = Peptídeo Natriurético Cerebral

**CI** = Calorimetria indireta

**CNAF** = Cânula Nasal de Alto Fluxo

**CO<sub>2</sub>** = Gás carbônico

**CPAP** = Continuous Positive Air Pressure

**CRF** = Capacidade Residual Funcional

**C<sub>SR</sub>** = Complacência estática do sistema respiratório

**CV** = Capacidade Vital

**CVF** = Capacidade Vital Forçada

**DC** = Débito Cardíaco

**DGA** = disfunção gastrointestinal

**DO<sub>2</sub>** = Oferta de O<sub>2</sub>

**DPOC** = Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

**DRI** = Dietary Reference Intakes

**EADPOC** = Exacerbação Aguda da DPOC

**ECCO<sub>2</sub>R** = remoção extracorpórea de CO<sub>2</sub>

**ECMO** = Extracorporeal Membrane Oxygenation

**ECMO-VV** = ECMO veno-venosa

**EENM** = Estimulação Elétrica Neuromuscular

**EPAP** = Expiratory Positive Air Pressure

**f** = frequência respiratória

**FAUTI** = Fraqueza Muscular Adquirida na UTI

**FC** = Frequência Cardíaca

**FE** = Fração de Ejeção

**FEES** = avaliação endoscópica da deglutição

**FiO<sub>2</sub>** = Fração Inspirada de Oxigênio

**Gap pCO<sub>2</sub>** = gradiente veno-arterial de CO<sub>2</sub>

**Hb** = Hemoglobina

**HBPM** = Heparina de baixo peso molecular

**HCO<sub>3</sub>** = bicarbonato

**HIC** = Hipertensão intra-craniana

**HM** = Manobra de Hiperinsuflação manual  
**HME/F** = Filtro trocador de calor e umidade  
**HV** = Manobra de Hiperinsuflação no Ventilador  
**I:E** = Relação Inspiração: Expiração  
**IC** = Índice Cardíaco  
**IMC** = Índice de Massa Corpórea  
**IOT** = Intubação Orotraqueal  
**IPAP** = Inspiratory Positive Air Pressure  
**IPP** = Índice de Permeabilidade Pulmonar  
**IRpA** = Insuficiência Respiratória Aguda  
**irpm** = incursões respiratórias por minuto  
**ISR** = Intubação com Sequência Rápida  
**L/min** = Litros por minuto  
**mcg** = micrograma  
**ME** = Morte Encefálica  
**mg** = miligrama  
**mmHg** = milímetros de Mercúrio  
**MP** = Mechanical Power  
**MRC** = *Escore Medical Research Council*  
**NAVA** = Neurally Adjusted Ventilatory Assist  
**NE** = Nutrição enteral  
**NP** = Nutrição parenteral  
**O<sub>2</sub>** = Oxigênio  
**p0.1** = Pressão inspiratória nos primeiros 100 milissegundos  
**PA** = Pressão Arterial  
**PAC** = Pneumonia Adquirida na Comunidade  
**PaCO<sub>2</sub>** = Pressão Parcial Arterial de Gás Carbônico  
**PAM** = Pressão Arterial Média  
**PaO<sub>2</sub>** = Pressão Parcial Arterial de Oxigênio  
**PAV** = Pneumonia Associada à Ventilação Mecânica  
**PAV mode** = Modo de Ventilação Assistida Proporcional ou Proportional Assisted Ventilation  
**PCR** = *polymerase chain reaction*  
**PCV** = Pressure Controlled Ventilation  
**PEEP** = Pressão Positiva ao final da expiração  
**PEEPe** = PEEP extrínseca  
**PEEPi** = PEEP intrínseca  
**PEmax** = Pressão Expiratória Máxima  
**P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>** = Pressão Expiratória Final de Dióxido de Carbono  
**PIA** = Pressão intra-abdominal  
**PImax** = Pressão Inspiratória Máxima  
**P<sub>L,ee</sub>** = Pressão transpulmonar no final da expiração  
**P<sub>L,ei</sub>** = Pressão transpulmonar no final da inspiração  
**pMDI** = inaladores pressurizados dosimetrados  
**Pmus** = Pressão muscular  
**POAP** = Pressão de Oclusão de Artéria Pulmonar

**P<sub>occ</sub>** = Pressão de oclusão expiratória final  
**P<sub>pico</sub>** = Pressão de Pico nas vias aéreas  
**P<sub>pl</sub>** = Pressão pleural  
**P<sub>plat</sub>** = Pressão de Platô  
**P<sub>res</sub>** = Pressão resistiva  
**PRVC** = Pressure-Regulated Volume-Control  
**PS** = pressão de Suporte  
**PSV** = Pressure Support Ventilation  
**PVA** = Pressão de vias aéreas (ou Ppico)  
**PVC** = Pressão Venosa Central  
**RCP** = Reanimação cardiopulmonar  
**Relação V/Q** = Relação Ventilação/Perfusão  
**RNM** = Ressonância Nuclear Magnética  
**R<sub>VA</sub>** = Resistência das vias aéreas  
**RVP** = Resistência Vascular Pulmonar  
**SARA** = Síndrome da Angústia Respiratória Aguda  
**SBAR** = Situation, Background, Assesment, Recommendation  
**SpO<sub>2</sub>** = Saturação periférica de Oxigênio  
**SvcO<sub>2</sub>** = saturação venosa central  
**SvO<sub>2</sub>** = saturação venosa mista  
**TC** = Tomografia convencional  
**TIE** = tomografia de impedância elétrica  
**TMI** = treinamento muscular inspiratório  
**TN** = Triagem nutricional  
**TOT** = Tubo Orotraqueal  
**TQT** = Traqueostomia  
**TRE** = Teste de Respiração Espontânea  
**US** = Ultrassonografia  
**Vi** = fluxo inspiratório  
**VAC** = Controle de Volume assistido  
**VC** = Volume Corrente  
**VCV** = Volume Controlled Ventilation  
**VD** = Ventrículo Direito  
**VE** = Ventrículo Esquerdo  
**VEF1** = Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo  
**VM** = Volume Minuto  
**VMI** = Ventilação Mecânica Invasiva  
**VNI** = Ventilação Não invasiva  
**VO<sub>2</sub>** = Consumo de O<sub>2</sub>  
**VRG** = Volume Residual Gástrico  
**ΔP** = Driving Pressure ou Pressão de Distensão



## TEMA 1

# Indicações de suporte ventilatório não invasivo (VNI) e invasivo (VMI)

- A. Principais indicações e contraindicações de VNI
- B. Principais indicações e contraindicações em VMI
- C. Como utilizar e quando interromper a VNI na prática clínica
  - C.1 - Edema agudo de pulmão cardiogênico
  - C.2 - Doença pulmonar obstrutiva crônica exacerbada
  - C.3 - Asma exacerbada
  - C.4 - Insuficiência respiratória aguda hipoxêmica em imunocomprometidos
  - C.5 - Insuficiência respiratória aguda hipoxêmica em imunocompetentes
  - C.6 - Trauma torácico
  - C.7 - Desmame da VM
  - C.8 - Pós-operatório
  - C.9 - Durante broncoscopia e outros procedimentos
  - C.10 - Doença neuromuscular agudizada
    - C.10.1 - Crise miastênica
    - C.10.2 - Síndrome de Guillain Barré (polirradiculoneurite aguda)
  - C.11 - Síndrome de hipoventilação da obesidade
  - C.12 - Cuidados paliativos

## A. Principais indicações e contraindicações de VNI

**Comentário:** A ventilação não invasiva (VNI) é definida como o fornecimento de assistência ventilatória sem o uso de uma via aérea artificial invasiva. A principal vantagem da VNI é evitar complicações associadas à intubação e à ventilação mecânica invasiva (VMI). Ao evitar a intubação, a VNI deixa as vias aéreas superiores intactas, preserva as defesas das vias aéreas e, durante os intervalos, permite que os pacientes comam, vocalizem normalmente e expectorem secreções das vias aéreas. A principal desvantagem da VNI é o retardo da intubação nos pacientes nos quais o método falha, precoce ou tardiamente, causando aumento de morbimortalidade. A VNI pode ser aplicada utilizando diferentes interfaces e modalidades de ventilação, resultando em diferentes efeitos fisiológicos<sup>1-7</sup>.

### A.1 - Principais indicações de VNI

**Sugere-se<sup>1-8</sup>:**

- Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) exacerbada com hipercapnia e acidemia ( $\text{pH} \leq 7,35$ )
- Edema agudo de pulmão cardiogênico

- Pós-extubação em pacientes de alto risco de reintubação (VNI preventiva)

### **Considerar<sup>1-9</sup>:**

- Insuficiência respiratória aguda (IRpA) hipoxêmica em pacientes imunocomprometidos
- VNI de forma facilitadora para encurtar o tempo de VMI em pacientes hipercápnicos, com DPOC
- Insuficiência respiratória aguda hipoxêmica em imunocompetentes: SARA, pneumonia comunitária, incluindo pneumonia viral (Covid-19)
- Asma exacerbada
- Falha de extubação em DPOC
- Síndrome de hipoventilação da obesidade e apneia obstrutiva do sono
- Doenças neuromusculares agudizadas
- Trauma e queimaduras
- Pós-operatório de cirurgia torácica, abdominal e cardíaca
- Fibrose cística
- Obstrução de via aérea superior
- Doenças torácicas restritivas
- Decisão de não intubação em medicina paliativa
- Durante broncoscopia

## **A.2 - Principais contraindicações da VNI**

### **Sugere-se:**

#### **Absolutas<sup>4, 10, 11</sup>:**

- Parada cardíaca ou respiratória
- Necessidade de intubação imediata
- Escore de coma de Glasgow menor que 8

#### **Relativas<sup>4, 10, 11</sup>:**

- Rebaixamento do nível de consciência com incapacidade de proteger a via aérea (escore de coma de Glasgow < 11) nos casos de hipercapnia
- Falências orgânicas não respiratórias
  - Encefalopatia grave
  - Hemorragia digestiva
  - Arritmias malignas
  - Instabilidade hemodinâmica com ou sem angina instável
- Incapacidade de manejar secreções e alto risco de aspiração
- Anastomose recente de esôfago (não utilizar pressões maiores que 20cmH<sub>2</sub>O)
- Cirurgia facial ou deformidades faciais severas
- Queimaduras ou trauma de face
- Obstrução fixa de via aérea superior
- Disfunção cognitiva com incapacidade de cooperar
- Claustrofobia
- Resgate da insuficiência respiratória que se instala após a extubação eletiva
- Exacerbação de DPOC com hipercapnia, mas sem acidemia respiratória (pH  $\geq$  7,35)

## B. Principais indicações e contraindicações de VMI:

**Comentário:** A VMI, através de um tubo endotraqueal ou traqueostomia, está indicada na insuficiência respiratória aguda quando há hipoxemia grave, esgotamento da adaptação neuromuscular à demanda ventilatória, colapso circulatório, choque ou parada cardiorrespiratória e incapacidade de manter a patência da via aérea superior.

### B.1 – Principais indicações de VMI:

**Sugere-se<sup>12, 13:</sup>**

#### **Falência da oxigenação**

- Hipoxemia grave  $\text{PaO}_2 < 60\text{mmHg}$  ou  $\text{SaO}_2 < 90\%$  mesmo com  $\text{FiO}_2 > 0,6$

#### **Falência de ventilação**

- Parada cardíaca ou respiratória iminente
- Taquipneia grave ( $f > 40\text{irpm}$ ) ou bradipneia grave ( $< 5\text{irpm}$ )
- Hipercapnia com escore de coma de Glasgow  $< 8$
- Obstrução da via aérea
- Doenças neuromusculares

#### **Incapacidade de proteção de via aérea**

- Coma (escore de coma de Glasgow  $< 8$ )
- Hipersecreção de vias aéreas

### B.2 – Principais contraindicações de VMI:

**Sugere-se<sup>14:</sup>**

- Quando houver benefício com o uso de VNI
- Quando houver diretiva antecipada de não intubação

## C. Como utilizar VNI na prática clínica

### C.1 – Edema agudo de pulmão cardiogênico

**Comentário:** VNI, com pressões expiratórias entre 5 e  $15\text{cmH}_2\text{O}$ , recruta unidades alveolares, colapsadas ou cheias de fluido, melhorando a relação V/Q e as trocas gasosas. A estabilização alveolar também reduz o trabalho respiratório e aumenta a complacência pulmonar. Como efeito adicional, a VNI diminui a pré-carga e a pós-carga<sup>15</sup>. A terapia com VNI - dois níveis de pressão ou pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) - não deve retardar outras medidas terapêuticas.

**Sugere-se:**

- O uso de VNI como suporte ventilatório preferencial no manejo do edema pulmonar cardiogênico, junto com outras intervenções farmacológicas, na ausência de choque ou síndrome coronariana aguda com necessidade de terapia de revascularização imediata<sup>1,2,4,5</sup>.

**Comentário:** As modalidades CPAP e VNI com dois níveis de pressão são seguras e eficazes em pacientes com edema pulmonar cardiogênico<sup>16-18</sup>. A utilização precoce desses recursos na fase pré-hospitalar reduz a taxa de intubação e complicações relacionadas à ventilação invasiva<sup>19-23</sup>.

**Considerar:**

- Ajustar o CPAP entre 5 e 10cmH<sub>2</sub>O
- Ao utilizar dois níveis de pressão, ajustar EPAP entre de 5 a 10cmH<sub>2</sub>O e IPAP até 15cmH<sub>2</sub>O.

## C.2 – Doença pulmonar obstrutiva crônica exacerbada

**Comentário:** A VNI com dois níveis de pressão é considerada a modalidade ventilatória inicial de escolha para pacientes com exacerbações graves da DPOC. Neste cenário, VNI melhora as trocas gasosas, diminui a frequência respiratória, o trabalho respiratório, a gravidade da dispneia, as taxas de intubação, as complicações associadas à ventilação mecânica invasiva, o tempo de internação hospitalar e a mortalidade<sup>1,2,5,24-26</sup>.

**Sugere-se:**

- Utilizar VNI como suporte ventilatório preferencial no manejo da Exacerbação Aguda da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (EADPOC) com piora de acidose respiratória (pH ≤ 7,35)<sup>1,2,5,24-26</sup>.

**Considerar:**

- Ajustar a pressão de suporte para gerar VC adequado. Quando o equipamento permitir, ajustar também o percentual de ciclagem e o tempo de subida, objetivando relações I:E menores, com tempo expiratório longo o suficiente para evitar o alçaponamento aéreo e formação de autoPEEP durante a VNI na EADPOC.
- Não utilizar VNI com pH ≥ 7,35.

**Comentário:** A Cânula Nasal de Alto Fluxo (CNAF) tem justificativa fisiológica (oxigenação, pressão positiva, redução de espaço morto) para uso na exacerbação hipercápnica da DPOC, o que, somada à facilidade de uso e conforto do paciente, a torna uma alternativa à VNI. No entanto, o seu papel na DPOC e outras doenças que apresentam insuficiência respiratória hipercápnica aguda ainda não está bem estabelecido<sup>25</sup>.

## C.3 – Asma exacerbada

**Comentário:** Apesar da falta de evidência de alta qualidade, há um uso crescente da VNI na exacerbação de asma<sup>27,28</sup>. No entanto, nenhum ensaio clínico randomizado e controlado de alta qualidade demonstrou os benefícios da VNI na exacerbação grave da asma, sendo que o risco pode ser muito elevado em casos de insuficiência respiratória<sup>1,2,29,30</sup>.

**Considerar:**

- Realizar uma tentativa cautelosa de VNI em pacientes com asma brônquica exacerbada grave, cooperativos, em locais capazes de alta vigilância e com equipes experientes<sup>1,2,30</sup>.
- Utilizar os mesmos parâmetros usados na EADPOC para ajustes da VNI na asma brônquica exacerbada<sup>2,31</sup>.

## C.4 – Insuficiência respiratória aguda hipoxêmica em pacientes imunocomprometidos

**Comentário:** Em pacientes imunocomprometidos com IRpA hipoxêmica, alguns estudos demonstraram que a VNI reduziu intubação, infecções nosocomiais e mortalidade<sup>32,33</sup>. Contudo, estudos recentes falharam em demonstrar tais benefícios<sup>34,35</sup>.

**Sugere-se:**

- O uso inicial de VNI para insuficiência respiratória hipoxêmica aguda em pacientes imunocomprometidos, sob vigilância rigorosa, em função das altas taxas de falha<sup>1,2</sup>.

## C.5 - Insuficiência respiratória aguda hipoxêmica em imunocompetentes

### Pneumonia Comunitária Grave

**Comentário:** As evidências mostram benefícios da VNI em pacientes com PAC e DPOC hiper-cápnicos, com redução na taxa de intubação e do tempo de internação<sup>36-40</sup>.

#### Sugere-se:

- Realizar uma tentativa de VNI nos pacientes com Pneumonia Comunitária Grave (PAC), se forem portadores de DPOC, com monitorização clínica rigorosa da resposta para evitar retardos de intubação em caso de falha<sup>1,2</sup>.

#### Considerar:

- Realizar uma tentativa de VNI nos pacientes com PAC grave sem DPOC, com monitorização clínica rigorosa da resposta para evitar retardos de intubação em caso de falha<sup>1,2</sup>.

### Síndrome de Angústia Respiratória Aguda (SARA)

**Comentário:** Não há evidência que permita contraindicar ou recomendar o uso de VNI na SARA. Seu uso pode ser considerado em pacientes com SARA leve a moderada, em local com capacidade real de monitorização intensiva, equipe experiente, capaz de detecção imediata de falha evitando o retardo de intubação<sup>1,2,9,41-52</sup>.

#### Considerar:

- Na SARA leve a moderada, a VNI pode ser realizada em locais selecionados, com monitorização clínica rigorosa da resposta para evitar retardos de intubação em caso de falha<sup>1,2,41</sup>.
- Não utilizar VNI em casos de SARA grave com  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 100\text{mmHg}$ <sup>2,9,51,52</sup>.
- O uso de VNI com dois níveis de pressão com IPAP inicial de 10 a 12cmH<sub>2</sub>O e EPAP de 6cmH<sub>2</sub>O, titulados para obter um VC de 6-8ml/kg de peso predito.

## C.6 - Trauma de tórax

**Comentário:** Em metanálise, a VNI reduziu o risco de morte em comparação com o tratamento padrão assim como a taxa de intubação e tempo de internação na UTI<sup>53-55</sup>.

#### Sugere-se:

- A utilização de VNI em pacientes com trauma torácico contuso, com bom controle da dor e sem hipoxemia severa<sup>1,2,56</sup>.

#### Considerar:

- O uso de VNI com dois níveis de pressão com IPAP inicial de 10 a 12cmH<sub>2</sub>O e EPAP de 6cmH<sub>2</sub>O<sup>55</sup>.

## C.7 - Desmame da VM (consultar seção específica deste documento)

## C.8 - Pós-operatório

**Comentário:** Os objetivos da VNI no pós-operatório são melhorar a oxigenação, reduzir o risco de atelectasias, reduzir o risco de pneumonia nosocomial e suas complicações, prevenir reintubação e reduzir a mortalidade<sup>57-59</sup>.

#### Considerar:

- O uso de VNI no manejo da insuficiência respiratória aguda no período pós-operatório, incluindo cirurgias torácicas e abdominais<sup>1-3,60-63</sup>.



- O uso de VNI em pacientes em pós-operatório de cirurgia bariátrica, com diagnóstico prévio de Síndrome das Apneias Obstrutivas do Sono (SAOS) e Síndrome de Hipoventilação da Obesidade (SHO)<sup>1,2,64-67</sup>.

**Comentário:** Cirurgia esofágica é uma contraindicação relativa à VNI com pressões elevadas pelo risco potencial de perda da integridade das suturas esofágicas. Apesar de alguns autores sugerirem que níveis de IPAP até 20cmH<sub>2</sub>O e EPAP até 5cmH<sub>2</sub>O sejam seguros, os limites de segurança não foram adequadamente testados ou estabelecidos<sup>68-71</sup>.

**Considerar:**

- O uso criterioso de VNI em pós-operatório imediato de cirurgia esofágica, respeitando os limites máximos de 15cmH<sub>2</sub>O de pressão de suporte e 5cmH<sub>2</sub>O de PEEP, de acordo com as rotinas cirúrgicas institucionais.

**Sugere-se**<sup>61,72-77</sup>:

- O uso de VNI preventiva, com CPAP ou dois níveis de pressão, nos pacientes de alto risco em pós-operatório de cirurgia cardíaca<sup>3</sup>.

**Considerar:**

- O uso de VNI com pressão positiva na prevenção de atelectasias em pacientes hipoxêmicos pós-resssecção pulmonar<sup>3,63</sup>.
- O uso de VNI com pressão positiva em pacientes hipoxêmicos após transplante de órgãos sólidos<sup>3,32</sup>.

## C.9 - Durante broncoscopia e outros procedimentos

**Considerar:**

- O uso de VNI, com CPAP ou BiPAP, em pacientes hipoxêmicos graves em risco de intubação periprocedimento broncoscópico<sup>2,3,78-85</sup>.

**Comentário:** A VNI já foi utilizada com sucesso para evitar insuficiência respiratória em periprocedimentos em ablação cardíaca, ecografia transesofágica, fechamento de apêndice atrial, endoscopia digestiva alta, gastrostomia endoscópica percutânea<sup>86-93</sup>. Esses procedimentos utilizam interfaces especialmente desenhadas para permitir acesso à boca ou ao nariz dos pacientes (máscara Janus, adaptadores para broncoscopia). Apesar dos relatos de sucesso, ainda não foi publicada evidência de alta qualidade para esta indicação de VNI.

**Considerar:**

- O uso de VNI em outros procedimentos invasivos em pacientes considerados de alto risco de insuficiência respiratória periprocedimento<sup>2</sup>.

**Sugere-se:**

- Utilizar VNI na pré-oxigenação de pacientes antes da intubação orotraqueal, especialmente em obesos mórbidos e pacientes hipoxêmicos<sup>2,78,94-96</sup>.

## C.10 - Doença Neuromuscular Agudizada (DNMA)

**Comentário:** A VNI deve ser considerada na DNMA quando a capacidade vital (CV) for < 1L e a f > 20irpm, mesmo em pacientes normocápnicos. Na DNMA, o disparo do ventilador pode ser inefetivo, o uso de modos controlados pode ser necessário. Nas doenças neuromusculares progressivas, o escalonamento do suporte ventilatório para VMI deve sempre levar em conta os valores e desejos do paciente.

**Considerar:**

- Realizar uma tentativa de VNI nos quadros de doença neuromuscular agudizada (DNMA) com hipercapnia, enquanto medidas terapêuticas específicas são implementadas<sup>26</sup>.
- Intubação eletiva quando a pressão expiratória máxima (PEmax) for menor que 40cmH<sub>2</sub>O, a pressão inspiratória máxima (PImax) for mais fraca que -30 cm H<sub>2</sub>O (por exemplo: -20cmH<sub>2</sub>O) e a CV for menor que 20ml/kg, regra 40-30-20.
- PaCO<sub>2</sub> maior que 50mmHg um preditor de falha da VNI<sup>8,97-99</sup>.

### C.10.1 - Crise miastênica

**Comentário:** Pacientes em crise miastênica, por falha na placa neuromuscular e fraqueza bulbar, frequentemente desenvolvem hipercapnia e progridem para hipoxemia. A VNI pode aliviar os músculos respiratórios, promover recrutamento alveolar, normalização das trocas gasosas e melhorar a dispneia. Cerca de 20% dos pacientes com miastenia grave podem desenvolver CM necessitando VNI ou VMI<sup>100</sup>.

**Considerar:**

- O uso de VNI com dois níveis de pressão no manejo da crise miastênica, em local com capacidade de monitorização intensiva, equipe experiente, capaz de detecção imediata de falha evitando o retardo de intubação<sup>8,26</sup>.

**Comentário:** PImax atua como um marcador de fraqueza dos músculos inspiratórios, enquanto a Capacidade Vital Forçada (CVF) e a PEmax auxiliam na avaliação da efetividade da tosse e no manejo de secreções<sup>97-99</sup>. A falha da VNI em pacientes com crise miastênica pode ocorrer em até 60% dos casos<sup>98,100</sup>.

**Considerar:**

- Realizar monitorização clínica, gasométrica e funcional seriada dos pacientes com crise miastênica manejados com VNI<sup>8,26</sup>.

### C.10.2 - Síndrome de Guillain Barré (polirradiculoneurite aguda)

**Comentário:** De 6% a 33% dos pacientes com Síndrome de Guillain Barré (SGB) desenvolvem insuficiência respiratória e 30% destes necessitam de suporte VMI durante a hospitalização<sup>101-103</sup>. A fraqueza dos músculos respiratórios inspiratórios e expiratórios, o envolvimento dos nervos autônomos e a paralisia bulbar progressiva são os principais fatores envolvidos na insuficiência respiratória associada à SGB<sup>104</sup>. As medidas da CV, PImax e PEmax são úteis para determinar os melhores momentos para iniciar e interromper o suporte ventilatório<sup>105</sup>.

**Considerar:**

- O uso criterioso de VNI com monitorização rigorosa em pacientes com SGB e disfunção ventilatória, pelo alto risco de deterioração clínica súbita, falha da VNI e necessidade de intubação de emergência<sup>106</sup>.

**Sugere-se:**

- Que pacientes com SGB aguda devam ser avaliados periodicamente medindo-se a PImax a PEmax e a CV e que a intubação eletiva não seja postergada em caso de deterioração funcional<sup>8</sup>.

### C.11 - Síndrome de Hipoventilação e Obesidade (SHO)

**Sugere-se:**

- O uso de VNI no manejo da insuficiência respiratória hipercápnica aguda relacionada à SHO<sup>2,107,108</sup>.

- Que a indicação para início da VNI na agudização da SHO seja mesma da EADPOC - pH < 7,35 e PaCO<sub>2</sub> > 45mmHg. Pacientes obesos, com SHO agudizada, necessitam níveis de EPAP mais elevados e uma média de quatro dias a mais para atingir compensação do que pacientes não obesos com parâmetros de ventilação comparáveis<sup>78,109-112</sup>.

## C.12 - VNI em cuidados paliativos

### Considerar:

- O uso de VNI para de alívio de dispneia, como medida paliativa em pacientes terminais por câncer ou outras doenças, caso esta conduta esteja de acordo com os valores e desejos do paciente e seus familiares<sup>1,2,78,113-117</sup> (consultar seção específica deste documento).

### Referências bibliográficas – Tema 1

1. Rochweg B, Brochard L, Elliott MW, Hess D, Hill NS, Nava S, et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J*. 2017;50(2).
2. Westhoff M, Neumann P, Geiseler J, Bickenbach J, Arzt M, Bachmann M, et al. [Non-invasive Mechanical Ventilation in Acute Respiratory Failure. Clinical Practice Guidelines - on behalf of the German Society of Pneumology and Ventilatory Medicine]. *Pneumologie*. 2023.
3. Leone M, Einav S, Chiumello D, Constantin JM, De Robertis E, De Abreu MG, et al. Noninvasive respiratory support in the hypoxaemic peri-operative/periprocedural patient: a joint ESA/ESICM guideline. *Intensive Care Med*. 2020;46(4):697-713.
4. Barbas CS, Ísola AM, Farias AM, Cavalcanti AB, Gama AM, Duarte AC, et al. Brazilian recommendations of mechanical ventilation 2013. Part I. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2014;26(2):89-121.
5. Keenan SP, Sinuff T, Burns KE, Muscedere J, Kutsogiannis J, Mehta S, et al. Clinical practice guidelines for the use of noninvasive positive-pressure ventilation and noninvasive continuous positive airway pressure in the acute care setting. *CMAJ*. 2011;183(3):E195-214.
6. Roca O, Grieco DL, Munshi L. Non-Invasive Ventilation: Indications and Caveats. In: Bellani G, editor. *Mechanical Ventilation from Pathophysiology to Clinical Evidence*. 1 ed. Switzerland: Springer; 2022. p. 93-102.
7. Ahmed AA, Hill NS. Noninvasive positive-pressure ventilation. In: Vincent JL, Moore FA, Bellomo R, Marini JJ, editors. *Textbook of Critical Care*. 8 ed. Canada: Elsevier; 2024. p. 400-8.
8. Barbas CS, Ísola AM, Farias AM, Cavalcanti AB, Gama AM, Duarte AC, et al. Brazilian recommendations of mechanical ventilation 2013. Part 2. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2014;26(3):215-39.
9. Perkins GD, Ji C, Connolly BA, Couper K, Lall R, Baillie JK, et al. Effect of Noninvasive Respiratory Strategies on Intubation or Mortality Among Patients With Acute Hypoxemic Respiratory Failure and COVID-19: The RECOVERY-RS Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2022;327(6):546-58.
10. Nava S, Ceriana P. Causes of failure of noninvasive mechanical ventilation. *Respir Care*. 2004;49(3):295-303.
11. Shahul AS, Chauhan NK. Ventilatory Modes of Noninvasive Mechanical Ventilation: Technology and Clinical Implications. In: Esquinas AM, editor. *Noninvasive Mechanical Ventilation, Theory, Equipment and Clinical Applications*. 3 ed. Switzerland: Springer; 2023. p. 27-33.
12. Kondili E, Proklou A, Prinianakis G. Respiratory Failure and Respiratory Support. In: Duška F, Al-Haddad M, Cecconi M, editors. *Intensive Care Fundamentals: Practically Oriented Essential Knowledge for Newcomers to ICUs*. European Society of Intensive Care: Springer; 2023.
13. Barjaktarevic I, Cortes-Lopez R, Wang T. Acute Respiratory Failure. In: Vincent JL, Moore FA, Bellomo R, Marini JJ, editors. *Textbook of Critical Care*. 8 ed: Elsevier; 2024.
14. Zimmerman JJ, Harmon LA, Smithburger PL, Chaykosky D, Heffner AC, Hravnak M, et al. Choosing Wisely For Critical Care: The Next Five. *Crit Care Med*. 2021;49(3):472-81.
15. Chadda K, Annane D, Hart N, Gajdos P, Raphael JC, Lofaso F. Cardiac and respiratory effects of continuous positive airway pressure and noninvasive ventilation in acute cardiac pulmonary edema. *Crit Care Med*. 2002;30(11):2457-61.
16. Gray A, Goodacre S, Newby DE, Masson M, Sampson F, Nicholl J, Trialists CPO. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. *N Engl J Med*. 2008;359(2):142-51.
17. Bellone A, Monari A, Cortellaro F, Vettorello M, Arlati S, Coen D. Myocardial infarction rate in acute pulmonary edema: noninvasive pressure support ventilation versus continuous positive airway pressure. *Crit Care Med*. 2004;32(9):1860-5.
18. Nouira S, Boukef R, Boudia W, Kerkeni W, Beltaief K, Boubaker H, et al. Non-invasive pressure support ventilation and CPAP in cardiogenic pulmonary edema: a multicenter randomized study in the emergency department. *Intensive Care Med*. 2011;37(2):249-56.
19. Abubacker AP, Ndakotsu A, Chawla HV, Iqbal A, Grewal A, Myneni R, et al. Non-invasive Positive Pressure Ventilation for Acute Cardiogenic Pulmonary Edema and Chronic Obstructive Pulmonary Disease in Prehospital and Emergency Settings. *Cureus*. 2021;13(6):e15624.
20. Masip J, Roque M, Sanchez B, Fernandez R, Subirana M, Exposito JA. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema: systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2005;294(24):3124-30.
21. Collins SP, Mielniczuk LM, Whittingham HA, Boseley ME, Schramm DR, Storrow AB. The use of noninvasive ventilation in emergency department patients with acute cardiogenic pulmonary edema: a systematic review. *Ann Emerg Med*. 2006;48(3):260-9, 9 e1-4.
22. Winck JC, Azevedo LF, Costa-Pereira A, Antonelli M, Wyatt JC. Efficacy and safety of non-invasive ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema--a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2006;10(2):R69.
23. Weng CL, Zhao YT, Liu QH, Fu CJ, Sun F, Ma YL, et al. Meta-analysis: Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. *Ann Intern Med*. 2010;152(9):590-600.
24. Agusti A, Celli BR, Criner GJ, Halpin D, Anzueto A, Barnes P, et al. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease 2023 Report: GOLD Executive Summary. *Am J Respir Crit Care Med*. 2023;207(7):819-37.
25. Oczkowski S, Ergon B, Bos L, Chatwin M, Ferrer M, Gregoretti C, et al. ERS clinical practice guidelines: high-flow nasal cannula in acute respiratory failure. *Eur Respir J*. 2022;59(4).

26. Davidson AC, Banham S, Elliott M, Kennedy D, Gelder C, Glossop A, et al. BTS/ICS guideline for the ventilatory management of acute hypercapnic respiratory failure in adults. *Thorax*. 2016;71 Suppl 2:ii1-35.
27. Stefan MS, Nathanson BH, Lagu T, Priya A, Pekow PS, Steingrub JS, et al. Outcomes of Noninvasive and Invasive Ventilation in Patients Hospitalized with Asthma Exacerbation. *Ann Am Thorac Soc*. 2016;13(7):1096-104.
28. Stefan MS, Nathanson BH, Priya A, Pekow PS, Lagu T, Steingrub JS, et al. Hospitals' Patterns of Use of Noninvasive Ventilation in Patients With Asthma Exacerbation. *Chest*. 2016;149(3):729-36.
29. Althoff MD, Holguin F, Yang F, Grunwald GK, Moss M, Vandivier RW, et al. Noninvasive Ventilation Use in Critically Ill Patients with Acute Asthma Exacerbations. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020;202(11):1520-30.
30. Global Initiative for Asthma. Global Strategy for Asthma Management and Prevention 2023. Updated July 2023.2023. Available from: [www.ginasthma.org](http://www.ginasthma.org).
31. Pallin M, Naughton MT. Noninvasive ventilation in acute asthma. *J Crit Care*. 2014;29(4):586-93.
32. Antonelli M, Conti G, Bufi M, Costa MG, Lappa A, Rocco M, et al. Noninvasive ventilation for treatment of acute respiratory failure in patients undergoing solid organ transplantation: a randomized trial. *JAMA*. 2000;283(2):235-41.
33. Hilbert G, Gruson D, Vargas F, Valentino R, Gbikpi-Benissan G, Dupon M, et al. Noninvasive ventilation in immunosuppressed patients with pulmonary infiltrates, fever, and acute respiratory failure. *N Engl J Med*. 2001;344(7):481-7.
34. Molina R, Bernal T, Borges M, Zaragoza R, Bonastre J, Granada RM, et al. Ventilatory support in critically ill hematology patients with respiratory failure. *Crit Care*. 2012;16(4):R133.
35. Lemiale V, Mokart D, Resche-Rigon M, Pene F, Mayaux J, Faucher E, et al. Effect of Noninvasive Ventilation vs Oxygen Therapy on Mortality Among Immunocompromised Patients With Acute Respiratory Failure: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2015;314(16):1711-9.
36. Confalonieri M, Potena A, Carbone G, Porta RD, Tolley EA, Umberto Meduri G. Acute respiratory failure in patients with severe community-acquired pneumonia. A prospective randomized evaluation of noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;160(5 Pt 1):1585-91.
37. Cosentini R, Brambilla AM, Aliberti S, Bignamini A, Nava S, Maffei A, et al. Helmet continuous positive airway pressure vs oxygen therapy to improve oxygenation in community-acquired pneumonia: a randomized, controlled trial. *Chest*. 2010;138(1):114-20.
38. Carron M, Freo U, Zorzi M, Ori C. Predictors of failure of noninvasive ventilation in patients with severe community-acquired pneumonia. *J Crit Care*. 2010;25(3):540 e9-14.
39. Brambilla AM, Aliberti S, Prina E, Nicoli F, Del Forno M, Nava S, et al. Helmet CPAP vs. oxygen therapy in severe hypoxemic respiratory failure due to pneumonia. *Intensive Care Med*. 2014;40(7):942-9.
40. Jolliet P, Abajo B, Pasquina P, Chevrolet JC. Non-invasive pressure support ventilation in severe community-acquired pneumonia. *Intensive Care Med*. 2001;27(5):812-21.
41. Grasselli G, Calfee CS, Camporota L, Poole D, Amato MBP, Antonelli M, et al. ESICM guidelines on acute respiratory distress syndrome: definition, phenotyping and respiratory support strategies. *Intensive Care Med*. 2023;49(7):727-59.
42. Keenan SP, Sinuff T, Cook DJ, Hill NS. Does noninvasive positive pressure ventilation improve outcome in acute hypoxemic respiratory failure? A systematic review. *Crit Care Med*. 2004;32(12):2516-23.
43. Antonelli M, Conti G, Moro ML, Esquinas A, Gonzalez-Diaz G, Confalonieri M, et al. Predictors of failure of noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure: a multi-center study. *Intensive Care Med*. 2001;27(11):1718-28.
44. Ferrer M, Esquinas A, Leon M, Gonzalez G, Alarcon A, Torres A. Noninvasive ventilation in severe hypoxemic respiratory failure: a randomized clinical trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168(12):1438-44.
45. Zhan Q, Sun B, Liang L, Yan X, Zhang L, Yang J, et al. Early use of noninvasive positive pressure ventilation for acute lung injury: a multicenter randomized controlled trial. *Crit Care Med*. 2012;40(2):455-60.
46. Bellani G, Laffey JG, Pham T, Fan E, Brochard L, Esteban A, et al. Epidemiology, Patterns of Care, and Mortality for Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome in Intensive Care Units in 50 Countries. *JAMA*. 2016;315(8):788-800.
47. He H, Sun B, Liang L, Li Y, Wang H, Wei L, et al. A multicenter RCT of noninvasive ventilation in pneumonia-induced early mild acute respiratory distress syndrome. *Crit Care*. 2019;23(1):300.
48. Frat JP, Ragot S, Thille AW. High-Flow Nasal Cannula Oxygen in Respiratory Failure. *N Engl J Med*. 2015;373(14):1374-5.
49. Patel BK, Wolfe KS, Pohlman AS, Hall JB, Kress JP. Effect of Noninvasive Ventilation Delivered by Helmet vs Face Mask on the Rate of Endotracheal Intubation in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2016;315(22):2435-41.
50. Chaudhuri D, Jinah R, Burns KEA, Angriman F, Ferreyro BL, Munshi L, et al. Helmet noninvasive ventilation compared to facemask noninvasive ventilation and high-flow nasal cannula in acute respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Eur Respir J*. 2022;59(3).
51. Lemiale V, De Jong A, Dumas G, Demoule A, Mokart D, Pene F, et al. Oxygenation Strategy During Acute Respiratory Failure in Critically-Ill Immunocompromised Patients. *Crit Care Med*. 2020;48(9):e768-e75.
52. Shu W, Guo S, Yang F, Liu B, Zhang Z, Liu X, et al. Association between ARDS Etiology and Risk of Noninvasive Ventilation Failure. *Ann Am Thorac Soc*. 2022;19(2):255-63.
53. Chiumello D, Coppola S, Froio S, Gregoretti C, Consonni D. Noninvasive ventilation in chest trauma: systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2013;39(7):1171-80.
54. Duggal A, Perez P, Golan E, Tremblay L, Sinuff T. Safety and efficacy of noninvasive ventilation in patients with blunt chest trauma: a systematic review. *Crit Care*. 2013;17(4):R142.
55. Hernandez G, Fernandez R, Lopez-Reina P, Cuenca R, Pedrosa A, Ortiz R, Hiradier P. Noninvasive ventilation reduces intubation in chest trauma-related hypoxemia: a randomized clinical trial. *Chest*. 2010;137(1):74-80.
56. Parry NG, Moffat B, Vogt K. Blunt thoracic trauma: recent advances and outstanding questions. *Curr Opin Crit Care*. 2015;21(6):544-8.
57. Leone M, Einav S, Chiumello D, Constantin JM, De Robertis E, Abreu MG, et al. Noninvasive respiratory support in the hypoxaemic peri-operative/periprocedural patient: A joint ESA/ESICM guideline. *Eur J Anaesthesiol*. 2020;37(4):265-79.
58. Pelosi P, Jaber S. Noninvasive respiratory support in the perioperative period. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2010;23(2):233-8.
59. Jaber S, Lescot T, Futier E, Paugam-Burtz C, Seguin P, Ferrandiere M, et al. Effect of Noninvasive Ventilation on Tracheal Reintubation Among Patients With Hypoxemic Respiratory Failure Following Abdominal Surgery: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2016;315(13):1345-53.
60. Squadrone V, Coha M, Cerutti E, Schellino MM, Biolino P, Occella P, et al. Continuous positive airway pressure for treatment of postoperative hypoxemia: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2005;293(5):589-95.
61. Stephan F, Barrucand B, Petit P, Rezaiguia-Delclaux S, Medard A, Delannoy B, et al. High-Flow Nasal Oxygen vs Noninvasive Positive Airway Pressure in Hypoxemic Patients After Cardiothoracic Surgery: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2015;313(23):2331-9.

62. Jaber S, Delay JM, Chanques G, Sebbane M, Jacquet E, Souche B, et al. Outcomes of patients with acute respiratory failure after abdominal surgery treated with noninvasive positive pressure ventilation. *Chest*. 2005;128(4):2688-95.
63. Auriant I, Jallot A, Herve P, Cerrina J, Le Roy Ladurie F, Fournier JL, et al. Noninvasive ventilation reduces mortality in acute respiratory failure following lung resection. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;164(7):1231-5.
64. Romero-Corral A, Caples SM, Lopez-Jimenez F, Somers VK. Interactions between obesity and obstructive sleep apnea: implications for treatment. *Chest*. 2010;137(3):711-9.
65. Sareli AE, Cantor CR, Williams NN, Korus G, Raper SE, Pien G, et al. Obstructive sleep apnea in patients undergoing bariatric surgery--a tertiary center experience. *Obes Surg*. 2011;21(3):316-27.
66. Stefan MS, Hill NS, Raghunathan K, Liu X, Pekow PS, Memtsoudis SG, et al. Outcomes Associated with Early Postoperative Noninvasive Ventilation in Bariatric Surgical Patients with Sleep Apnea. *J Clin Sleep Med*. 2016;12(11):1507-16.
67. Tong S, Gower J, Morgan A, Gadbois K, Wisbach G. Noninvasive positive pressure ventilation in the immediate post-bariatric surgery care of patients with obstructive sleep apnea: a systematic review. *Surgery for obesity and related diseases : official journal of the American Society for Bariatric Surgery*. 2017;13(7):1227-33.
68. Esquinas AM. Non-invasive mechanical ventilation in postoperative esophagectomy. Is a safe and efficacy indication always? *J Thorac Dis*. 2014;6(5):E58-9.
69. Carron M. Safety considerations regarding noninvasive positive pressure ventilation following esophagectomy. *Chest*. 2015;147(3):e120.
70. Charlesworth M, Lawton T, Fletcher S. Noninvasive positive pressure ventilation for acute respiratory failure following oesophagectomy: Is it safe? A systematic review of the literature. *J Intensive Care Soc*. 2015;16(3):215-21.
71. Raman V, MacGlaflin CE, Erkmen CP. Noninvasive positive pressure ventilation following esophagectomy: safety demonstrated in a pig model. *Chest*. 2015;147(2):356-61.
72. Pieczkoski SM, Margarites AGF, Sbruzzi G. Noninvasive Ventilation During Immediate Postoperative Period in Cardiac Surgery Patients: Systematic Review and Meta-Analysis. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2017;32(4):301-11.
73. Wu Q, Xiang G, Song J, Xie L, Wu X, Hao S, et al. Effects of non-invasive ventilation in subjects undergoing cardiac surgery on length of hospital stay and cardiac-pulmonary complications: a systematic review and meta-analysis. *J Thorac Dis*. 2020;12(4):1507-19.
74. Liu Q, Shan M, Liu J, Cui L, Lan C. Prophylactic Noninvasive Ventilation Versus Conventional Care in Patients After Cardiac Surgery. *J Surg Res*. 2020;246:384-94.
75. Marcondi NO, Rocco IS, Bolzan DW, Pauletti HO, Begot I, Anjos NR, et al. Noninvasive Ventilation After Coronary Artery Bypass Grafting in Subjects With Left-Ventricular Dysfunction. *Respir Care*. 2018;63(7):879-85.
76. Miura MC, Ribeiro de Carvalho CR, Yamada da Silveira LT, de Moraes Regenga M, Petri Damiani L, Fu C. The effects of recruitment maneuver during noninvasive ventilation after coronary bypass grafting: A randomized trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;156(6):2170-7 e1.
77. Chen PK, Shih CC, Lin FC, Perng DW, Chou KT, Kou YR, Ko HK. Prolonged use of noninvasive positive pressure ventilation after extubation among patients in the intensive care unit following cardiac surgery: The predictors and its impact on patient outcome. *Sci Rep*. 2019;9(1):9539.
78. Chawla R, Dixit SB, Zirpe KG, Chaudhry D, Khilnani GC, Mehta Y, et al. ISCCM Guidelines for the Use of Non-invasive Ventilation in Acute Respiratory Failure in Adult ICUs. *Indian J Crit Care Med*. 2020;24(Suppl 1):S61-S81.
79. Da Conceicao M, Genco G, Favier JC, Bidallier I, Pitti R. [Fiberoptic bronchoscopy during noninvasive positive-pressure ventilation in patients with chronic obstructive lung disease with hypoxemia and hypercapnia]. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2000;19(4):231-6.
80. Maitre B, Jaber S, Maggiore SM, Bergot E, Richard JC, Bakthiari H, et al. Continuous positive airway pressure during fiberoptic bronchoscopy in hypoxemic patients. A randomized double-blind study using a new device. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;162(3 Pt 1):1063-7.
81. Antonelli M, Conti G, Rocco M, Arcangeli A, Cavaliere F, Proietti R, Meduri GU. Noninvasive positive-pressure ventilation vs. conventional oxygen supplementation in hypoxemic patients undergoing diagnostic bronchoscopy. *Chest*. 2002;121(4):1149-54.
82. Sircar M, Jha OK, Chhabra GS, Bhattacharya S. Noninvasive Ventilation-assisted Bronchoscopy in High-risk Hypoxemic Patients. *Indian J Crit Care Med*. 2019;23(8):363-7.
83. Baumann HJ, Klose H, Simon M, Ghabban T, Braune SA, Hennigs JK, Kluge S. Fiber optic bronchoscopy in patients with acute hypoxemic respiratory failure requiring noninvasive ventilation--a feasibility study. *Crit Care*. 2011;15(4):R179.
84. Clouzeau B, Bui HN, Guillon E, Grenouillet-Delacre M, Leger MS, Saggi T, et al. Fiberoptic bronchoscopy under noninvasive ventilation and propofol target-controlled infusion in hypoxemic patients. *Intensive Care Med*. 2011;37(12):1969-75.
85. Agarwal R, Khan A, Aggarwal AN, Gupta D. Bronchoscopic lung biopsy using noninvasive ventilatory support: case series and review of literature of NIV-assisted bronchoscopy. *Respir Care*. 2012;57(11):1927-36.
86. Zangrillo A, Mazzone P, Votta CD, Villari N, Della Bella P, Monaco F. Prolonged transesophageal echocardiography during percutaneous closure of the left atrial appendage without general anesthesia: the utility of the Janus mask. *Can J Anaesth*. 2016;63(8):962-5.
87. Bordes J, Goutorbe P, Cungi PJ, Boghossian MC, Kaiser E. Noninvasive ventilation during spontaneous breathing anesthesia: an observational study using electrical impedance tomography. *J Clin Anesth*. 2016;34:420-6.
88. Gedeon M, Gomes S, Roy K, Duclos-Miller P, Rose JS. Use of noninvasive positive pressure ventilation in patients with severe obesity undergoing esophagogastroduodenoscopy: a randomized controlled trial. *Surgery for obesity and related diseases : official journal of the American Society for Bariatric Surgery*. 2019;15(9):1589-94.
89. Zangrillo A, Mazzone P, Oriani A, Pieri M, Frau G, D'Angelo G, et al. Noninvasive ventilation during left atrial appendage closure under sedation: Preliminary experience with the Janus Mask. *Ann Card Anaesth*. 2019;22(4):400-6.
90. Vevecka A, Schwab C, Forkmann M, Butz S, Issam A, Turschner O, et al. Predictive Factors and Safety of Noninvasive Mechanical Ventilation in Combination With Propofol Deep Sedation in Left Atrial Ablation Procedures. *Am J Cardiol*. 2019;124(2):233-8.
91. Beccaria P, Votta CD, Lucchetta L, Silvetti S, Agostoni M, Zangrillo A. Two Different Endoscopic Procedures Made Feasible by the Janus Mask in a High-Risk Patient. *Indian J Crit Care Med*. 2017;21(9):613-5.
92. Sancho J, Servera E, Chiner E, Banuls P, Gomez-Merino E, Sancho-Chust JN, Marin J. Noninvasive respiratory muscle aids during PEG placement in ALS patients with severe ventilatory impairment. *J Neurol Sci*. 2010;297(1-2):55-9.
93. Boitano LJ, Jordan T, Benditt JO. Noninvasive ventilation allows gastrostomy tube placement in patients with advanced ALS. *Neurology*. 2001;56(3):413-4.
94. Jaber S, Jung B, Corne P, Sebbane M, Muller L, Chanques G, et al. An intervention to decrease complications related to endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective, multiple-center study. *Intensive Care Med*. 2010;36(2):248-55.
95. Futier E, Constantin JM, Pelosi P, Chanques G, Massone A, Petit A, et al. Noninvasive ventilation and alveolar recruitment maneuver improve respiratory function during and after intubation of morbidly obese patients: a randomized controlled study. *Anesthesiology*. 2011;114(6):1354-63.

96. Fong KM, Au SY, Ng GWY. Preoxygenation before intubation in adult patients with acute hypoxemic respiratory failure: a network meta-analysis of randomized trials. *Crit Care*. 2019;23(1):319.
97. Rabinstein A, Wijdicks EF. BiPAP in acute respiratory failure due to myasthenic crisis may prevent intubation. *Neurology*. 2002;59(10):1647-9.
98. Seneviratne J, Mandrekar J, Wijdicks EF, Rabinstein AA. Noninvasive ventilation in myasthenic crisis. *Arch Neurol*. 2008;65(1):54-8.
99. Varelas PN, Chua HC, Natterman J, Barmadia L, Zimmerman P, Yahia A, et al. Ventilatory care in myasthenia gravis crisis: assessing the baseline adverse event rate. *Crit Care Med*. 2002;30(12):2663-8.
100. Iori E, Mazzoli M, Ariatti A, Bastia E, Agnoletto V, Gozzi M, et al. Predictors of outcome in patients with myasthenic crisis undergoing non-invasive mechanical ventilation: A retrospective 20 year longitudinal cohort study from a single Italian center. *Neuromuscul Disord*. 2021;31(12):1241-50.
101. Ancona P, Bailey M, Bellomo R. Characteristics, incidence and outcome of patients admitted to intensive care unit with Guillain-Barre syndrome in Australia and New Zealand. *J Crit Care*. 2018;45:58-64.
102. Barnes SL, Herkes GK. Guillain-Barre syndrome: clinical features, treatment choices and outcomes in an Australian cohort. *Intern Med J*. 2020;50(12):1500-4.
103. Rees JH, Thompson RD, Smeeton NC, Hughes RA. Epidemiological study of Guillain-Barre syndrome in south east England. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1998;64(1):74-7.
104. Wijdicks EFM. The neurology of acutely failing respiratory mechanics. *Ann Neurol*. 2017;81(4):485-94.
105. Orlikowski D, Prigent H, Sharshar T, Lofaso F, Raphael JC. Respiratory dysfunction in Guillain-Barre Syndrome. *Neurocrit Care*. 2004;1(4):415-22.
106. Rabinstein AA. Noninvasive ventilation for neuromuscular respiratory failure: when to use and when to avoid. *Curr Opin Crit Care*. 2016;22(2):94-9.
107. Carrillo A, Ferrer M, Gonzalez-Diaz G, Lopez-Martinez A, Llamas N, Alcazar M, et al. Noninvasive ventilation in acute hypercapnic respiratory failure caused by obesity hypoventilation syndrome and chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2012;186(12):1279-85.
108. Masa JF, Corral J, Alonso ML, Ordax E, Troncoso MF, Gonzalez M, et al. Efficacy of Different Treatment Alternatives for Obesity Hypoventilation Syndrome. *Pickwick Study*. *Am J Respir Crit Care Med*. 2015;192(1):86-95.
109. Chebib N, Nesme P, Freymond N, Argaud L, Rimmelé T, Bohe J, et al. Acute Respiratory Failure in Obesity-Hypoventilation Syndrome Managed in the ICU. *Respir Care*. 2019;64(12):1545-54.
110. Nicolini A, Ferrando M, Solidoro P, Di Marco F, Facchini F, Braido F. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure of patients with obesity hypoventilation syndrome. *Minerva Med*. 2018;109(6 Suppl 1):1-5.
111. Duarte AG, Justino E, Bigler T, Grady J. Outcomes of morbidly obese patients requiring mechanical ventilation for acute respiratory failure. *Crit Care Med*. 2007;35(3):732-7.
112. Gursel G, Aydogdu M, Gulbas G, Ozkaya S, Tasyurek S, Yildirim F. The influence of severe obesity on non-invasive ventilation (NIV) strategies and responses in patients with acute hypercapnic respiratory failure attacks in the ICU. *Minerva Anesthesiol*. 2011;77(1):17-25.
113. Azoulay E, Kouatchet A, Jaber S, Lambert J, Meziani F, Schmidt M, et al. Noninvasive mechanical ventilation in patients having declined tracheal intubation. *Intensive Care Med*. 2013;39(2):292-301.
114. Curtis JR, Cook DJ, Sinuff T, White DB, Hill N, Keenan SP, et al. Noninvasive positive pressure ventilation in critical and palliative care settings: understanding the goals of therapy. *Crit Care Med*. 2007;35(3):932-9.
115. Diaz de Teran T, Barbagelata E, Cilloniz C, Nicolini A, Perazzo T, Perren A, et al. Non-invasive ventilation in palliative care: a systematic review. *Minerva Med*. 2019;110(6):555-63.
116. Hui D, Morgado M, Chisholm G, Withers L, Nguyen Q, Finch C, et al. High-flow oxygen and bilevel positive airway pressure for persistent dyspnea in patients with advanced cancer: a phase II randomized trial. *J Pain Symptom Manage*. 2013;46(4):463-73.
117. Nava S, Ferrer M, Esquinas A, Scala R, Groff P, Cosentini R, et al. Palliative use of non-invasive ventilation in end-of-life patients with solid tumours: a randomised feasibility trial. *Lancet Oncol*. 2013;14(3):219-27.



## TEMA 2

# Estratégias não invasivas na insuficiência respiratória aguda

- A. Oxigenoterapia
  - A.1 - Indicações e contraindicações de oxigenoterapia convencional
  - A.2 - Cuidados na aplicação da oxigenoterapia convencional
  - A.3 - Monitorização e avaliação da resposta à oxigenoterapia convencional
  - A.4 - Manejo de efeitos adversos e retirada da oxigenoterapia convencional
  - A.5 - Métodos de fornecimento de oxigenoterapia convencional
- B. Terapia com Cânula Nasal de Alto Fluxo (CNAF)
  - B.1 - Indicações e limitações técnicas da terapia com CNAF
  - B.2 - Cuidados na aplicação de terapia com CNAF
  - B.3 - Monitorização, avaliação da resposta e critérios de falha da terapia com CNAF
  - B.4 - Manejo de efeitos adversos e retirada da terapia com CNAF
- C. Ventiladores e interfaces para aplicação de VNI
  - C.1 - Possibilidades técnicas dos ventiladores e acessórios de VNI
  - C.2 - Monitorização do volume corrente em VNI
- D. VNI com pressão positiva contínua de vias aéreas (CPAP)
  - D.1 - Aplicação da VNI com CPAP
  - D.2 - Monitorização, avaliação da resposta e critérios de falha de CPAP
  - D.3 - Manejo de efeitos adversos e retirada de CPAP
- E. VNI com dois níveis de pressão
  - E.1 - Aplicação da VNI com dois níveis de pressão
  - E.2 - Monitorização, avaliação da resposta e critérios de falha da VNI com dois níveis de pressão
  - E.3 - Manejo de efeitos adversos e retirada da VNI
- F. Posição prona no paciente não intubado
  - F.1 - Indicações e limitações da técnica da posição prona em paciente não intubado
  - F.2 - Eventos adversos e contraindicações da posição prona em paciente não intubado

## A. Oxigenoterapia convencional

### A.1 - Indicações e contraindicações de oxigenoterapia convencional

**Comentário:** Não há evidência na literatura do limiar inferior exato da  $SpO_2$  para se iniciar oxigenoterapia, sendo comum adotar-se o valor de  $SpO_2 < 92\%^{1-3}$ .

**Considerar:**

- Iniciar O<sub>2</sub> nos pacientes com hipoxemia aguda, ainda que sem causa definida, que mantenham SpO<sub>2</sub> < 92% em ar ambiente.
- Iniciar O<sub>2</sub> nos pacientes com insuficiência respiratória hipercápica, como DPOC, se SpO<sub>2</sub> < 88%<sup>4</sup>.
- Não iniciar O<sub>2</sub> em pacientes com SpO<sub>2</sub> > 92% com infarto agudo do miocárdio e acidente vascular cerebral<sup>2</sup>.
- Evitar o uso isolado de O<sub>2</sub> em condições que cursam com hipoventilação alveolar como principal mecanismo da insuficiência respiratória, tais como doenças respiratórias neuromusculares e síndrome de hipoventilação da obesidade (SHO) devendo seu uso, quando indicado, ser adicionado à aplicação de VNI.

## A.2 - Cuidados na aplicação da oxigenoterapia convencional

**Considerar:**

- Não utilizar máscara facial simples não reinalante para pacientes que requerem baixa concentração ou fluxo de oxigênio (< 5 L/min) pelo risco de retenção de CO<sub>2</sub><sup>5</sup>.
- Iniciar O<sub>2</sub> suplementar para aqueles com dispneia de início agudo e SpO<sub>2</sub> < 85% sem fatores de risco ou condições de base, que cursam com hipercapnia por meio de máscara com reservatório a 15L/min mantendo um alvo entre SpO<sub>2</sub> de 92% a 96%<sup>6</sup>.
- Em caso de suspeita de retenção de CO<sub>2</sub>, o alvo de SpO<sub>2</sub> deve ser entre 88-92%.
- Caso não se disponha de oxímetro no primeiro atendimento, manter máscara com reservatório de 10 a 15L/min até o mesmo estar disponível titulando-se a oferta de O<sub>2</sub> de acordo com a SpO<sub>2</sub>.

## A.3 - Monitorização e avaliação da resposta à oxigenoterapia convencional

**Considerar:**

- Adotar o limite superior de SpO<sub>2</sub> em 96% para titulação da oxigenoterapia convencional.
- Medir SpO<sub>2</sub>, sinais vitais (pressão arterial, frequência cardíaca, frequência respiratória), nível de consciência, uso de músculos acessórios da respiração e o conforto do paciente, antes e cerca de 20 a 30 minutos depois do início e da titulação da oxigenoterapia para uma SpO<sub>2</sub> alvo entre 92% e 96%, ou 88% e 92% para potenciais ou retentores de CO<sub>2</sub>.
- Realizar uma gasometria arterial cerca de 20 a 30 minutos após a titulação da oxigenoterapia.

## A.4 - Manejo de efeitos adversos e retirada da oxigenoterapia convencional

**Considerar:**

- Cateter nasal de O<sub>2</sub> pode causar desconforto com fluxos acima de 4L/min.
- A oxigenoterapia deve ser reduzida assim que a SpO<sub>2</sub> se mantiver maior que 96% de forma sustentada.
- A oxigenoterapia pode ser retirada se a SpO<sub>2</sub> em ar ambiente se mantiver maior que 92% de forma sustentada, ou maior que 88% em pacientes com doenças pulmonares crônicas.
- A tabela 1 resume os efeitos e riscos da hipoxemia e hiperoxemia agudas.



**Tabela 1:** Efeitos e riscos da hipoxemia e hiperoxemia aguda<sup>6</sup>

	Hipoxemia		Hiperoxemia	
	Efeitos	Riscos	Efeitos	Riscos
<b>Sistema respiratório</b>	Aumento da ventilação alveolar	Hipertensão pulmonar	Diminuição da ventilação alveolar	Hipercapnia Piora relação V/Q
	Vasoconstricção pulmonar			Atelectasia de absorção
<b>Sistema cardiovascular</b>	Vasodilatação coronariana	Isquemia/infarto miocárdio		Isquemia miocárdica*
	Diminuição da resistência vascular sistêmica	Isquemia/infarto de outros órgãos criticamente perfundidos		Diminuição do fluxo coronariano
	Aumento do débito cardíaco	Hipotensão		Diminuição do débito cardíaco
	Taquicardia	Arritmias		Aumento da pressão arterial e resistência vascular periférica
<b>Sistema metabólico</b>	Aumento 2,3-DPG <sup>#</sup>	Acidose láctica	Diminuição da 2,3-DPG	Aumento de espécies que reagem ao oxigênio (superóxidos, peróxidos)
	Aumento do transporte de CO <sub>2</sub> (efeito Haldane)		Diminuição do transporte de CO <sub>2</sub> (efeito Haldane)	
<b>Sistema neurológico</b>	Aumento do fluxo sanguíneo cerebral por vasodilatação	Confusão mental	Diminuição do fluxo sanguíneo cerebral	
		<i>Delirium</i>		
		Coma		
<b>Sistema renal</b>	Ativação do eixo renina angiotensina	Necrose tubular aguda	Redução do fluxo sanguíneo renal	
	Aumento produção eritropoetina			

\*No contexto de diminuição do hematócrito

<sup>#</sup> 2,3 difosfoglicerato

## A.5 - Métodos de fornecimento de oxigenoterapia convencional

**Comentário:** A tabela 2 descreve os principais métodos de fornecimento de oxigênio ao paciente com hipoxemia.

**Tabela 2:** Métodos de fornecimento de oxigênio

Método	Fluxo	Concentração de Oxigênio	Observação
Máscara com reservatório de alta concentração (sem reinalação)	10 a 15L/min	60% a 90%	<ul style="list-style-type: none"><li>• A concentração de oxigênio fornecido é variável e dependerá do ajuste da máscara à face do paciente e do seu padrão respiratório.</li><li>• Indicada no primeiro atendimento do paciente crítico ainda sem informações completas sobre o quadro clínico e sem acesso à medida de SpO<sub>2</sub> ou informação do risco de hipercapnia.</li><li>• SpO<sub>2</sub> &lt; 85%.</li></ul>
Máscara facial simples	5 - 10L/min	40% - 60%*	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fluxo &lt; 5L/min pode causar aumento da resistência à respiração com possibilidade de reinalação de CO<sub>2</sub><sup>5</sup>.</li></ul>
Máscara de Venturi	Independente da taxa de fluxo	Concentração conforme indicação no dispositivo	<ul style="list-style-type: none"><li>• O aumento do fluxo de gás da máscara não aumenta a concentração de O<sub>2</sub> ofertada.</li><li>• Se a frequência respiratória do paciente for maior que 30irpm e a sua demanda de fluxo inspiratório for maior que a oferta de fluxo de gás fornecido pela máscara<sup>7</sup>, o arrastamento de ar ambiente será maior diluindo a concentração de O<sub>2</sub> e variando a FiO<sub>2</sub> ofertada. A adaptação facial inadequada também compromete a precisão da oferta de O<sub>2</sub><sup>8</sup>.</li></ul>
Cânula nasal de baixo fluxo	1 - 4L/min	24% - 40%	<ul style="list-style-type: none"><li>• A FiO<sub>2</sub> ofertada é imprecisa e pode variar entre 3% a 4% acima de 21% para cada L/min ofertado.</li><li>• Fluxo &gt; 4 L/min gera maior desconforto e resseca a mucosa nasal<sup>9</sup>.</li><li>• Método preferencial para níveis baixo a intermediário de necessidade de O<sub>2</sub> suplementar.</li></ul>

\*Depende do fluxo de oxigênio e do padrão respiratório do paciente

## B. Terapia com Cânula Nasal de Alto Fluxo (CNAF)

**Comentário:** A CNAF ou oxigênio nasal de alto fluxo (*High Flow Nasal Oxygen*, HFNO) é um método mais recente de suporte respiratório inicial que permite o fornecimento de alto fluxo contínuo de gás (até 70L/min) por meio de uma cânula nasal especialmente desenhada para encaixe confortável nas narinas, oferta de uma fração de oxigênio inspirado (FiO<sub>2</sub>) com precisão e alcançando até 100% se indicado, geração de uma baixa pressão expiratória final positiva (PEEP) e fornecimento de gás umidificado e aquecido entre 34<sup>o</sup> a 37<sup>o</sup>C. Essas características tornam a CNAF um dispositivo que se associa a maior conforto<sup>10-12</sup>. A CNAF melhora a oxigenação garantindo a entrega da FiO<sub>2</sub> ajustada no dispositivo, mesmo com a boca aberta, pois é capaz de suprir oferta de fluxo acima da demanda ventilatória do paciente diminuindo o arrastamento de ar ambiente e a consequente diluição da FiO<sub>2</sub> fornecida<sup>10,12</sup>. Outros efeitos fisiológicos importantes incluem aumento da depuração de CO<sub>2</sub> da via aérea superior, redução do efeito do espaço morto anatômico, redução do trabalho e da frequência respiratória e aumento da pressão faríngea e volume pulmonar, contribuindo para gerar níveis limitados de PEEP<sup>13,14</sup>. Além disso, a CNAF contribui para melhor conforto e adesão do paciente, permitindo que ele coma, beba, fale e tenha maior mobilidade no leito sem interrupção da terapia<sup>15,16</sup>.

## B.1 - Indicações e limitações técnicas da terapia com CNAF

**Comentário:** Há benefícios clínicos do uso do CNAF na insuficiência respiratória hipoxêmica quanto à necessidade de intubação e mortalidade em comparação à oxigenioterapia convencional, na profilaxia da reintubação em pacientes de risco para falência pós-extubação e no pós-operatório em diminuir a taxa de intubação, sendo não inferior à VNI no pós-operatório de cirurgia cardiotorácica em indivíduos com alto risco (obesos, cardiopatas)<sup>17-19</sup>. Na insuficiência respiratória aguda (IRpA) hipoxêmica, há um ensaio clínico randomizado que mostra o benefício do método em diminuir a taxa de intubação em 28 dias em pacientes com relação  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200\text{mmHg}$  e a mortalidade em 90 dias, quando comparado à VNI<sup>15</sup>. O papel da CNAF é incerto em quadros mais graves com  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  menores que 150. Há pouca ou quase nenhuma evidência para seu uso em exacerbação da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) e no Edema Agudo Pulmonar (EAP) de origem cardiogênica<sup>20</sup>.

### Sugere-se:

- Na hipoxemia leve a moderada com estabilidade hemodinâmica, podendo ser a primeira opção de suporte respiratório.
- No pós-extubação, como medida isolada ou em associação com VNI em pacientes de alto risco para reintubação: idade maior que 65 anos, obesos e portadores de doença cardíaca e/ou respiratória crônicas<sup>18</sup>.
- No pós-operatório, optar por CNAF em relação à oxigenoterapia convencional em pacientes de risco: obesos, cirurgia cardiotorácica, cardiopatas com fração de ejeção (FE) < 40%.

## B.2 - Cuidados na aplicação de terapia com CNAF

### Considerar:

#### Características favoráveis para utilização da CNAF:

- Nível de consciência adequado com escore de coma de Glasgow  $\geq 12$ .
- Hipoxemia evidenciada por  $\text{SpO}_2 < 90\%$  em ar ambiente, ou  $\text{PaO}_2 < 60\text{mmHg}$  em ar ambiente ou relação  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 < 315$  (equivalente a  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300\text{mmHg}$ ).
- Estabilidade hemodinâmica com pressão arterial sistólica (PAS)  $> 90\text{mmHg}$ ;
- Frequência respiratória  $> 24\text{irpm}$ .
- Sinais de esforço respiratório, como uso de musculatura respiratória acessória.
- Não existe uma contraindicação formal da utilização da CNAF, contudo, deformidades de face/nariz, lesões de pele perinasal, cirurgias locais e irritação de mucosa nasal com sangramento podem contraindicar seu uso e/ou dificultar sua aceitação.

#### Tamanho da cânula nasal

- Preferir tamanho médio ou grande para adultos sendo sua escolha a partir do diâmetro da pronga nasal. Esta não deve selar completamente a luz da narina, ocupando no máximo 50% do seu diâmetro.

#### Fluxo

- Orienta-se chegar ao fluxo máximo ofertado pelo dispositivo, iniciando com um valor mínimo de 30 a 40L/min, com aumento gradual de 5L/min a cada minuto até 60L/min, sempre observando a tolerância do paciente.

#### Temperatura

- Ideal para umidificação é de 37°C. Há opção de ajuste de temperaturas menores até 34°C em caso de intolerância por desconforto térmico.

### B.3 - Monitorização, avaliação da resposta e critérios de falha da terapia com CNAF

**Comentário:** É essencial reconhecer rapidamente a falha da terapia com CNAF, uma vez que um retardo do momento da intubação maior que 12h está relacionado a quase 1,5 vezes mais chance de óbito hospitalar<sup>21</sup>.

#### Considerar:

- Aplicar o índice ROX =  $SpO_2/FiO_2$  dividido pela f, validado para pacientes com IRpA. Valores abaixo de 4,88 em duas, seis e 12h de terapia com CNAF se associam a maior risco de falha e intubação, especialmente se esse número se reduz em medidas sequenciais<sup>21</sup>.
- Realizar reavaliação clínica constante, especialmente nas duas primeiras horas quando espera-se:
  - Melhora da tolerância ao dispositivo
  - Diminuição do desconforto torácico relacionado ao fluxo e à temperatura
  - Diminuição da f abaixo de 30 irpm<sup>22</sup>
  - Melhora da sensação de dispneia<sup>22</sup>
  - Manutenção do nível de consciência com escore de coma de Glasgow  $\geq 12$
  - Estabilidade hemodinâmica
  - Diminuição dos sinais de esforço respiratório (assincronia abdominal)<sup>22</sup>
  - Melhora da  $SpO_2$  com  $PaO_2/FiO_2 > 200\text{mmHg}$ <sup>22</sup>
- Indicações de intubação traqueal
  - Instabilidade hemodinâmica
  - Escore de coma de Glasgow  $\leq 8$
  - $f > 40\text{irpm}$ .
  - Persistência de acidose respiratória
  - $SpO_2 < 90\%$  apesar de  $FiO_2 \geq 60\%$
  - Julgamento clínico do médico à beira do leito

### B.4 - Manejo de efeitos adversos e retirada da terapia com CNAF

#### Considerar:

- O fluxo máximo tolerado deve ser mantido por pelo menos 24h.
- A redução da taxa de fluxo só deve ser iniciada após melhora clínica com redução da f, dos sinais de esforço respiratório e da redução progressiva da  $FiO_2$  para taxas  $\leq 30\%$ , desde que mantendo-se uma  $SpO_2$  estável  $\geq 92\%$ .
- Pode-se reduzir 5L/min a cada 30 minutos caso  $SpO_2 \geq 92\%$ .
- Retirada: Se  $FiO_2 \leq 30\%$  e fluxo  $\leq 25\text{L/min}$  com paciente mantendo  $f < 24\text{irpm}$  e  $SpO_2$  estável por pelo menos quatro horas pode se descalonar o suporte para cateter nasal de baixo fluxo.
- Eventos adversos: Não há eventos adversos graves publicados com o uso do CNAF<sup>23</sup>. Lesões cutâneas na região do nariz, desconforto nos primeiros minutos da terapia e epistaxe já foram reportados<sup>24,25</sup>.
- Em pacientes em cuidados paliativos, determinar objetivos da terapia com CNAF de acordo com os valores e diretivas dos pacientes ou de seus familiares, em caso de impossibilidade de comunicação<sup>26</sup> (consultar a seção específica deste documento).

## C. Ventiladores e interfaces para aplicação de VNI

**Comentário:** A escolha do ventilador e da interface adequados é decisiva para sucesso da VNI. Muitas falhas imediatas da VNI ocorrem em função de equipamentos e ajustes inapropriados. Os equipamentos diferem quanto ao tipo de circuito, à eficiência dos mecanismos de disparo e de ciclagem, à capacidade de compensação de fuga aérea não intencional, ao risco e à taxa de reinalação de  $\text{CO}_2$ , à acurácia e capacidade da monitorização ventilatória e à transportabilidade. Essas propriedades técnicas têm papel fundamental na segurança da aplicação de VNI em diferentes contextos cínicos<sup>27</sup>.

### C.1 - Possibilidades técnicas dos ventiladores e acessórios de VNI

#### Fonte dos gases

- Gases medicinais comprimidos (fonte de alta pressão)
- Compressor de ar ambiente ou turbina elétrica

#### Suprimento de $\text{O}_2$

- *Blender* (fontes de alta pressão)
- Suplementação no circuito do ventilador ou na máscara (fonte de baixa pressão)

#### Circuito, lavagem de $\text{CO}_2$

- Ramo único com válvula antireinalação (não ventilado)
- Ramo único com sistema de fuga intencional no circuito ou na máscara (ventilado)
- Ramo duplo (não ventilado)

#### Gatilho inspiratório

- Ajustável ou não
- Dependente de fluxo, pressão ou volume ou mecanismo misto
- Ajustado automaticamente

#### Ciclo expiratório

- Fluxo ou tempo dependente
- Ajustada automaticamente

#### Fluxo para pressurização

- Velocidade modificável (rampa, *rise time*) ou não

#### Frequência de retaguarda

- Ajustável ou não

#### Compensação de fuga

- Utilizada quando em ventilação em modo VNI nos ventiladores de UTI

#### Umidificação

- Sistemas aquecidos
- Filtros de umidificação (HME)
- Sistemas híbridos

#### Bateria

- Ausente
- Presente, interna ou externa

## Alarmes

- Ausentes, mínimo (desconexão) ou avançados

## Sistema de monitorização

- Parâmetros numéricos inspiratórios
- Parâmetros numéricos inspiratórios e expiratórios
- Curvas de pressão, fluxo e volume

## Modos de ventilação

- Espontâneos (CPAP, PSV ou dois níveis de pressão)
- Mandatórios (PCV, VCV)

## Interfaces e acessórios de VNI

A tabela 3 abaixo destaca especificidades das interfaces usadas para VNI.

**Tabela 3.** Interfaces usadas para VNI

Interface	Observação
<b>Máscara nasal</b>	Mais testada e usada em pacientes com DPOC e com doença neuromuscular em uso domiciliar. Baixa eficiência em pacientes com respiração bucal. Dor e lesão de pele em pontos de contato são comuns.
<b>Máscara facial ou oronasal</b>	Perde eficiência em casos de vazamentos excessivos e desconfortáveis, limitação comum quando se aplicam níveis de pressurização mais elevados como PEEP ou EPAP >10cmH <sub>2</sub> O. Dor e lesão de pele em pontos de contato são comuns.
<b>Máscara facial total</b>	Tem a vantagem de ter menos pontos de contato potencialmente dolorosos na face.
<b>Capacete (<i>Helmet</i>)</b>	Pode ser empregado com CPAP ( <i>Helmet</i> -CPAP com fluxo contínuo e válvula de PEEP na exalação) ou binível ( <i>Helmet</i> -VNI) em ventilador de UTI. Apresenta risco de reinalação de CO <sub>2</sub> , em especial <i>helmet</i> -VNI. Por se associar a mínimo ou nenhum vazamento, pôde minimizar a dispersão de aerossóis no ambiente. Possibilita a aplicação de pressões de via aérea mais elevada e por tempo mais prolongado que as máscaras. Desconforto por ruído excessivo pode requerer uso de protetores auriculares.

### Considerar:

- Escolher ventiladores com características técnicas que possibilitem VNI efetiva e segura, de acordo com contexto clínico do paciente e local de sua utilização (disponibilidade).
- Avaliar na escolha da interface tipo máscara os seguintes pontos:
  - Anatomia da face
  - Tamanho adequado
  - Presença ou não de dispositivos para vazamentos intencionais compatibilizando com o ventilador escolhido
  - Condição clínica de base do paciente

## C.2 - Monitorização do volume corrente em VNI

**Comentário:** Os principais parâmetros a serem monitorados durante a VNI são o VC expiratório e a frequência respiratória. Vazamentos não intencionais excessivos podem causar uma discrepância significativa entre o volume corrente (VC) inspiratório e expiratório<sup>28</sup>.

## Ventiladores de ramo duplo

**Comentário:** Ventiladores equipados com circuito de ramo duplo, em que o VC expiratório é obtido subtraindo-se os vazamentos do VC inspiratório, fornecem dados mais confiáveis que ventiladores de ramo único<sup>28</sup>.

## Ventiladores de ramo único com válvula de antireinalação (não ventilado)

**Comentário:** Ventiladores de ramo único com válvula de antireinalação (não ventilados) não são capazes de medir com precisão o VC expiratório, mas apenas fornecer uma estimativa de vazamentos e do VC expiratório. O ventilador fornece um VC inspiratório que é sempre uma medida verdadeira do volume fornecido pelo próprio ventilador. Os valores são computados no início da inspiração para que, na presença de vazamentos não intencionais, os vazamentos sejam considerados como parte do VC inspiratório administrado<sup>28</sup>.

## Ventiladores de ramo único com sistema de fuga intencional (ventilados)

**Comentário:** Em circuitos ventilados ou circuitos conectados a máscaras ventiladas, o ventilador fornece uma estimativa do VC expiratório, que deve ser o volume real inspirado pelo paciente sem vazamentos intencionais. Neste caso, o ventilador é capaz de fornecer uma estimativa precisa dos vazamentos. O valor de vazamento exibido pode ser o valor total de vazamentos (intencionais + não intencionais) ou apenas vazamentos não intencionais de acordo com o ventilador utilizado<sup>28</sup>.

### Considerar:

- O uso de ventiladores que possibilitem a monitorização efetiva de volume corrente (ramo duplo ou ramo único ventilado)

## D. VNI com pressão positiva contínua de vias aéreas (CPAP)

**Comentário:** A VNI com CPAP (*Continuous Positive Airway Pressure*) consiste na aplicação de uma pressão positiva contínua às vias aéreas tanto na inspiração quanto na expiração com variadas interfaces (máscara nasal, oronasal, facial total ou capacete). A aplicação de CPAP pode gerar diversos efeitos fisiológicos positivos sobre a troca gasosa, sobretudo na IRpA hipoxêmica<sup>20,29,30-40</sup>.

### D.1 - Aplicação da VNI com CPAP

#### Considerar:

- Indicar em quadros de IRpA ou crônica agudizada caracterizados por taquipneia,  $f > 24$  a 30irpm; uso de músculos acessórios da respiração; hipoxemia arterial ( $\text{PaO}_2 < 60\text{-}70\text{mmHg}$  ou  $\text{SpO}_2 < 92\%$  em uso de  $\text{O}_2$  ou índice  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 < 315$ ) e uma condição de base com potencial benefício da aplicação de CPAP (ver indicações de VNI no tema 1).
- A aplicação pode ser feita por interfaces como máscaras utilizando-se de ventiladores mecânicos (portáteis ou de UTI) ou por sistemas de oferta de fluxo contínuo em circuitos abertos, nesse caso podendo-se empregar também capacetes como interface.
- A escolha de máscaras, capacetes, circuitos, filtros e ventiladores deve ser cuidadosamente avaliada, caso a caso, e em conformidade às medidas recomendadas pelos fabricantes e segundo protocolo de cada unidade.
- O tamanho da máscara deve ser adequado às características da face do paciente.
- Sistemas com capacete requerem fonte de alto fluxo de oxigênio (pelo menos 40 a 60L/min) com capacidade de ofertar  $\text{FiO}_2$  de até 1.0 (100%  $\text{O}_2$ ), que pode ser misturado com ar comprimido medicinal ou com ar ambiente por meio de sistemas tipo Venturi, com uma válvula de PEEP ajustável de baixa resistência na saída exalatória. O uso do alto fluxo visa a lavagem gasosa do volume interno do dispositivo, reduzindo-se o risco de reinalação de  $\text{CO}_2$ <sup>41-43</sup>.

- Capacetes não devem ser usados com o modo CPAP em ventiladores mecânicos, uma vez que o fluxo de gás ofertado será equivalente ao volume minuto do paciente e, portanto, insuficiente para a lavagem adequada do CO<sub>2</sub> exalado<sup>41,43</sup>.
- Optar por o uso de capacetes em relação à máscara facial nos pacientes com IRpA, que requeiram PEEP elevada (8 a 12cmH<sub>2</sub>O) e sessões prolongadas e por vários dias, como nos quadros de SARA leve a moderada ou em outras causas de IRpA hipoxêmica similares.

## D.2 - Monitorização, avaliação da resposta e critérios de falha de CPAP

**Comentário:** A mensuração da pressão efetiva aplicada durante o suporte com CPAP é especialmente importante em dispositivos que fazem uso de válvulas de PEEP.

### Considerar:

- Avaliar a resposta à terapia com CPAP logo após o início de sua aplicação, checando os efeitos sobre o nível de consciência, dispneia, conforto, uso de musculatura acessória da respiração, SpO<sub>2</sub>, sinais vitais (f, FC e PA), e, se possível, volume corrente (no caso de uso de ventiladores mecânicos). Após uma a duas horas, deve-se coletar uma gasometria arterial em uso de CPAP para comparação com os valores pré-aplicação.

## D.3 - Manejo de efeitos adversos e retirada de CPAP

**Comentário:** Efeitos adversos associados às interfaces são muito comuns e incluem dor em pontos de contato, vazamentos indesejáveis, ressecamento bucal, claustrofobia, entre outros<sup>44</sup>.

### Considerar:

- Evitar o retardo da intubação traqueal em caso de falha da aplicação de CPAP em melhorar os parâmetros clínicos e gasométricos.
- Utilizar os seguintes critérios de falha da CPAP: intolerância, esgotadas as tentativas de adaptação, ao uso de interface de VNI disponível, piora das trocas gasosas com agravamento da acidose respiratória (pH < 7,25) ou hipoxemia severa (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 150mmHg), piora da condição clínica (instabilidade hemodinâmica com necessidade de vasopressores e/ou inotrópicos, surgimento de arritmias com instabilidade hemodinâmica ou coma), agitação (retirada frequente da interface ou necessidade de sedação profunda, *delirium*), falha na proteção da via aérea (ausência de reflexos de vias aéreas superiores e de tosse, secreção abundante, refluxo gastroesofágico intenso) ou piora da mecânica ventilatória com necessidade de pressões elevadas na ventilação.
- Uso de umidificação pode ser necessário para minimizar o ressecamento de vias aéreas superiores quando o uso for prolongado (> 6h).
- O emprego de capacetes em geral é mais bem tolerado que o uso de máscaras, favorecendo a aplicação de pressões de CPAP mais elevadas e por mais tempo, associando-se a menor vazamento indesejável e ausência de dor na face, embora possa causar desconforto cervical e nos fixadores nas axilas<sup>41,45</sup>.
- O uso de capacetes se associa à exposição a ruído intenso, devido à alta oferta de fluxo, e protetores de ouvido são recomendáveis.

## E. VNI com dois níveis de pressão

**Comentário:** A VNI com dois níveis de pressão (BiLevel ou BiPAP®) consiste em suporte ventilatório mecânico por meio de interfaces não invasivas para oferta de pressão positiva com dois níveis de pressão: um maior na fase inspiratória, com disparo a partir do esforço muscular respiratório do



paciente; e um menor na fase expiratória. Esse diferencial de pressões em sincronia com as fases do ciclo respiratório proporciona incremento de fluxo e volume corrente na inspiração, com impacto no trabalho muscular respiratório e na ventilação alveolar. A VNI com dois níveis de pressão foi amplamente estudada em diversos cenários clínicos, suas indicações e contraindicações estão especificadas no Tema 1 deste documento<sup>15,20,29,43,46-48</sup>.

### Considerar:

#### A indicação da VNI com base nos seguintes parâmetros:

- Condição de insuficiência respiratória aguda ou crônica agudizada associada às indicações cínicas, descritas no Tema 1, caracterizada por:
  - Taquipneia,  $f > 24$  a 30irpm
  - Uso de músculos acessórios da respiração
  - Hipoxemia arterial ( $\text{PaO}_2 < 60\text{-}70\text{mmHg}$  ou  $\text{SpO}_2 < 92\%$  em uso de  $\text{O}_2$  ou  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 < 315$ )
  - Hipercapnia com acidose respiratória ( $\text{PaCO}_2 > 46\text{mmHg}$  com  $\text{pH} \leq 7,35$ )

### E.1 - Aplicação da VNI com dois níveis de pressão

**Comentário:** No modo BiPAP® ou BiLevel, o parâmetro equivalente à pressão de suporte (PS) consiste na diferença entre a IPAP (*Inspiratory Positive Airway Pressure*) e a EPAP (*Expiratory Positive Airway Pressure*), ou seja,  $\text{PS} = \text{IPAP} - \text{EPAP}$  e  $\text{EPAP} = \text{PEEP}$ . Atentar que modificações isoladas na IPAP ou na EPAP alteram o diferencial pressórico que equivale a PS. As interfaces mais usadas no contexto agudo consistem nas máscaras oronasal e facial total e nos dispositivos tipo capacete. Aspectos como conforto, adaptabilidade, vazamentos, tempo de uso, risco de úlcera de pressão, necessidade de pressões elevadas devem ser levados em conta na escolha da interface<sup>44,49</sup>.

### Considerar:

- Levar em conta a compatibilidade entre ventilador, circuito e contexto da indicação na escolha dos equipamentos.
- Preferir ventiladores com recursos próprios para VNI com capacidade de compensar vazamentos desde que atendam requisitos para oferta de  $\text{FiO}_2$  necessária ao caso do paciente. Nos ventiladores de UTI, deve-se preferir os que ofertam a função “modo VNI”.
- Titular ajustes de pressão caso a caso visando redução do trabalho muscular respiratório, uma  $f < 25$  a 30irpm e assegurando a oferta de um VC entre 6 e 8ml/kg de peso predito. O modo de VNI mais usado é do tipo binível (BiLevel) ou o equivalente a PSV + PEEP.
- Na IRpA hipoxêmica, níveis de PEEP ou EPAP mais elevados podem ser necessários.
- Na IRpA hipercápnica, níveis de PS ou IPAP-EPAP devem ser empregados visando um VC entre 6 e 8ml/kg de peso predito iniciando-se com níveis de PEEP ou EPAP ao redor de 5cmH<sub>2</sub>O.
- Para usos prolongados de VNI, por mais de quatro a seis horas, recomenda-se uso de sistema de umidificação ativo.
- Para usos superiores a oito horas contínuas, considerar intercalar VNI com outro método de suporte ventilatório.
- Para uso de VNI com capacetes, deve-se acoplar o circuito inspiratório na conexão da entrada de gás e o expiratório na conexão de saída, evitando-se o emprego da peça em Y unindo os dois circuitos para minimizar o grau de reinalação de CO<sub>2</sub>. Atentar para o fato do VC medido nessa condição não ser confiável, sendo superestimado. Realizar os ajustes de sensibilidade de disparo, de ciclagem e do *rise time* ou tempo de subida preconizados para minimizar assincronias<sup>38</sup>.

## E.2 - Monitorização, avaliação da resposta e critérios de falha da VNI com dois níveis de pressão

### Considerar:

- Evitar o retardo da intubação traqueal em caso de falha da aplicação de VNI com dois níveis de pressão, para melhorar os parâmetros clínicos e gasométricos.
- Utilizar os seguintes critérios de falha da VNI com dois níveis de pressão: intolerância, esgotadas as tentativas de adaptação ao uso de interface de VNI disponível, piora das trocas gasosas com agravamento da acidose respiratória ( $\text{pH} < 7,25$ ) ou hipoxemia severa ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150\text{mmHg}$ ), piora da condição clínica (instabilidade hemodinâmica com necessidade de vasopressores e/ou inotrópicos, surgimento de arritmias com instabilidade hemodinâmica ou coma), agitação (retirada frequente da interface ou necessidade de sedação profunda, *delirium*), redução do nível de consciência, falha na proteção da via aérea (ausência de reflexos de vias aéreas superiores e de tosse, secreção abundante, refluxo gastroesofágico intenso) ou piora da mecânica ventilatória com necessidade de pressões elevadas na ventilação.

### Considerar:

- Devem ser monitorizados: nível de consciência, f,  $\text{SpO}_2$ , PA, FC, padrão de uso da musculatura respiratória, grau de dispneia e conforto, antes e durante a aplicação da VNI.
- O VC deve ser monitorado sempre que possível. Valores acima de  $9,5\text{ml/kg}$  de peso predito se associam à falha da VNI na IRpA hipoxêmica<sup>50</sup>. Alguns ventiladores próprios para VNI podem subestimar o VC.
- Uma gasometria arterial deve ser colhida antes de se aplicar a VNI e cerca de uma a duas horas após o seu início.
- O escore HACOR (*Heart rate, Acidosis, Consciousness, Oxygenation, Respiratory rate*) avalia FC, acidemia, nível de consciência, oxigenação e f, estimando o risco de falha da VNI na IRpA hipoxêmica, sendo maior risco com valor de escore  $> 5$  medido uma hora após o seu início<sup>51</sup>.

## E.3 - Manejo de efeitos adversos e retirada da VNI

**Comentário:** Lesões de pele em pontos de contato com as interfaces têm sido descritas entre 5% a 20% das aplicações de VNI e podem ser prevenidas por ajustes cuidadosos e trocas de interfaces. Assincronia paciente-ventilador é bastante frequente durante a VNI e relacionada à presença de vazamentos e associada a sua falha<sup>52</sup>.

### Considerar:

- Uma equipe multiprofissional - médico(a), fisioterapeuta e enfermeiro(a) - com experiência em VNI deve ser responsável pela sua condução.
- Realizar ajustes finos com base nas curvas de pressão e fluxo *versus* tempo na tela do ventilador mecânico para reduzir a assincronia paciente-ventilador em pacientes com DPOC, em especial com ajustes no tempo de subida e na sensibilidade de disparo e para ciclagem<sup>53</sup>.
- O uso de sedação e analgesia endovenosa leve e criteriosa em pacientes que apresentam sinais de desconforto ou intolerância à VNI para auxiliar na adaptação do paciente<sup>54-56</sup>.
- Avaliar a tolerância do paciente a períodos intermitentes de descontinuação da VNI para condução do seu desmame, respeitando as rotinas institucionais.

## F. Posição prona no paciente não intubado

**Comentário:** A posição prona em pacientes acordados passou a ser estudada a partir da pandemia de Covid-19, com estudos observacionais mostrando melhora da hipoxemia com potencial

para diminuição da taxa de intubação desses pacientes<sup>57</sup>. O mecanismo de ação é similar àquele da posição prona em pacientes intubados, melhorando a relação ventilação perfusão e diminuindo o estresse e *strain* sobre o parênquima pulmonar<sup>58,59,60</sup>.

## F.1 - Indicações e limitações da técnica da posição prona em paciente não intubado

**Comentário:** Os efeitos fisiológicos da prona levaram médicos e pesquisadores a tentar aplicá-la em pacientes com SARA (por causas diversas e por Covid-19) não intubados (prona acordada), habitualmente combinada ao uso de VNI e/ou CNAF. A evidência sobre a aplicação da prona acordada em pacientes com Covid-19 foi avaliada em uma revisão sistemática e não foram encontrados efeitos sobre a mortalidade, admissão em UTI ou duração de internação na UTI/hospitalar. Temos evidência de benefício da utilização de posição prona acordada na IRpA hipoxêmica com redução da taxa de intubação em pacientes hipoxêmicos com Covid-19<sup>59</sup>.

### Considerar:

- Prona acordada em pacientes com IRpA com e sem Covid-19 selecionados, prevenindo a necessidade de intubação orotraqueal, associada a suporte ventilatório com VNI ou CNAF e, preferencialmente, em ambiente de terapia intensiva<sup>59</sup>.
- Aplicar por pelo menos oito horas por dia, fracionadas de acordo com a tolerância do paciente<sup>60</sup>.

## F.2 - Eventos adversos e contraindicações da posição prona em paciente não intubado

**Comentário:** A técnica é considerada segura, uma vez que eventos adversos graves como parada cardiorrespiratória ou perda de dispositivos vasculares invasivos não foram relatados nos principais estudos<sup>60,61</sup>. Os principais eventos adversos relatados foram tolerância limitada às sessões de posicionamento em decúbito ventral, desconforto musculoesquelético, náusea/vômito, tosse e ansiedade<sup>62</sup>.

### Considerar:

- São contraindicações ao uso de prona em paciente não intubado:
  - Rebaixamento do nível de consciência com escore de coma de Glasgow < 12;
  - Ausência ou pouca colaboração do paciente por desconforto ou por alterações do nível de consciência;
  - Instabilidade hemodinâmica com necessidade de vasopressores.

## Referências bibliográficas – Tema 2

1. Beasley R, Chien J, Douglas J, Eastlake L, Farah C, King G, et al. Thoracic Society of Australia and New Zealand oxygen guidelines for acute oxygen use in adults: 'Swimming between the flags'. *Respirology*. 2015;20(8):1182-91.
2. Siemieniuk RAC, Chu DK, Kim LH, Guell-Rous MR, Alhazzani W, Soccia PM, et al. Oxygen therapy for acutely ill medical patients: a clinical practice guideline. *BMJ*. 2018;363:k4169.
3. Kallstrom TJ, American Association for Respiratory C. AARC Clinical Practice Guideline: oxygen therapy for adults in the acute care facility--2002 revision & update. *Respir Care*. 2002;47(6):717-20.
4. Austin MA, Wills KE, Blizzard L, Walters EH, Wood-Baker R. Effect of high flow oxygen on mortality in chronic obstructive pulmonary disease patients in prehospital setting: randomised controlled trial. *BMJ*. 2010;341:c5462.
5. Jensen AG, Johnson A, Sandstedt S. Rebreathing during oxygen treatment with face mask. The effect of oxygen flow rates on ventilation. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1991;35(4):289-92.
6. O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J, Mak V, British Thoracic Society Emergency Oxygen Guideline G, Group BTSEOGD. BTS guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *Thorax*. 2017;72(Suppl 1):ii1-ii90.
7. Jones HA, Turner SL, Hughes JM. Performance of the large-reservoir oxygen mask (Ventimask). *Lancet*. 1984;1(8392):1427-31.
8. Hunter J, Olson LG. Performance of the Hudson Multi-Vent oxygen mask. *The Medical journal of Australia*. 1988;148(9):444-7.
9. Waldau T, Larsen VH, Bonde J. Evaluation of five oxygen delivery devices in spontaneously breathing subjects by oxygraphy. *Anaesthesia*. 1998;53(3):256-63.

10. Drake MG. High-Flow Nasal Cannula Oxygen in Adults: An Evidence-based Assessment. *Ann Am Thorac Soc.* 2018;15(2):145-55.
11. Richards GN, Cistulli PA, Ungar RG, Berthon-Jones M, Sullivan CE. Mouth leak with nasal continuous positive airway pressure increases nasal airway resistance. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996;154(1):182-6.
12. Ritchie JE, Williams AB, Gerard C, Hockey H. Evaluation of a humidified nasal high-flow oxygen system, using oxygraphy, capnography and measurement of upper airway pressures. *Anaesth Intensive Care.* 2011;39(6):1103-10.
13. Mauri T, Turrini C, Eronia N, Grasselli G, Volta CA, Bellani G, Pesenti A. Physiologic Effects of High-Flow Nasal Cannula in Acute Hypoxemic Respiratory Failure. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;195(9):1207-15.
14. Mauri T, Alban L, Turrini C, Cambiaghi B, Carlesso E, Taccone P, et al. Optimum support by high-flow nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure: effects of increasing flow rates. *Intensive Care Med.* 2017;43(10):1453-63.
15. Frat JP, Thille AW, Mercat A, Girault C, Ragot S, Perbet S, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med.* 2015;372(23):2185-96.
16. Mauri T, Galazzi A, Binda F, Masciopinto L, Corcione N, Carlesso E, et al. Impact of flow and temperature on patient comfort during respiratory support by high-flow nasal cannula. *Crit Care.* 2018;22(1):120.
17. Ferreyro BL, Angriman F, Munshi L, Del Sorbo L, Ferguson ND, Rochweg B, et al. Association of Noninvasive Oxygenation Strategies With All-Cause Mortality in Adults With Acute Hypoxemic Respiratory Failure: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA.* 2020;324(1):57-67.
18. Fernando SM, Tran A, Sadeghirad B, Burns KEA, Fan E, Brodie D, et al. Noninvasive respiratory support following extubation in critically ill adults: a systematic review and network meta-analysis. *Intensive Care Med.* 2022;48(2):137-47.
19. Stephan F, Barrucand B, Petit P, Rezaiguia-Delclaux S, Medard A, Delannoy B, et al. High-Flow Nasal Oxygen vs Noninvasive Positive Airway Pressure in Hypoxemic Patients After Cardiothoracic Surgery: A Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2015;313(23):2331-9.
20. Munshi L, Mancebo J, Brochard LJ. Noninvasive Respiratory Support for Adults with Acute Respiratory Failure. *N Engl J Med.* 2022;387(18):1688-98.
21. Roca O, Caralt B, Messika J, Samper M, Sztrymf B, Hernandez G, et al. An Index Combining Respiratory Rate and Oxygenation to Predict Outcome of Nasal High-Flow Therapy. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019;199(11):1368-76.
22. Sztrymf B, Messika J, Bertrand F, Hurel D, Leon R, Dreyfuss D, Ricard JD. Beneficial effects of humidified high flow nasal oxygen in critical care patients: a prospective pilot study. *Intensive Care Med.* 2011;37(11):1780-6.
23. Corley A, Rickard CM, Aitken LM, Johnston A, Barnett A, Fraser JF, et al. High-flow nasal cannulae for respiratory support in adult intensive care patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;5(5):CD010172.
24. Roca O, Riera J, Torres F, Masclans JR. High-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Respir Care.* 2010;55(4):408-13.
25. Veiga VC, Silva L, Sady ERR, Maia IS, Cavalcanti AB. Epistaxis as a complication of high-flow nasal cannula therapy in adults. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2022;33(4):640-3.
26. Curtis JR, Cook DJ, Sinuff T, White DB, Hill N, Keenan SP, et al. Noninvasive positive pressure ventilation in critical and palliative care settings: understanding the goals of therapy. *Crit Care Med.* 2007;35(3):932-9.
27. Gregoretti C, Navalesi P, Ghannadian S, Carlucci A, Pelosi P. Choosing a ventilator for home mechanical ventilation. *Breathe.* 2013;9(5):394-409.
28. Carlucci A, Schreiber A, Mattei A, Malovini A, Bellinati J, Ceriana P, Gregoretti C. The configuration of bi-level ventilator circuits may affect compensation for non-intentional leaks during volume-targeted ventilation. *Intensive Care Med.* 2013;39(1):59-65.
29. Rochweg B, Brochard L, Elliott MW, Hess D, Hill NS, Nava S, et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J.* 2017;50(2).
30. Bersten AD, Holt AW, Vedig AE, Skowronski GA, Baggoley CJ. Treatment of severe cardiogenic pulmonary edema with continuous positive airway pressure delivered by face mask. *N Engl J Med.* 1991;325(26):1825-30.
31. Perkins GD, Ji C, Connolly BA, Couper K, Lall R, Baillie JK, et al. Effect of Noninvasive Respiratory Strategies on Intubation or Mortality Among Patients With Acute Hypoxemic Respiratory Failure and COVID-19: The RECOVERY-RS Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2022;327(6):546-58.
32. Squadrone V, Coxa M, Cerutti E, Schellino MM, Biolino P, Occella P, et al. Continuous positive airway pressure for treatment of postoperative hypoxemia: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2005;293(5):589-95.
33. Cosentini R, Brambilla AM, Aliberti S, Bignamini A, Nava S, Maffei A, et al. Helmet continuous positive airway pressure vs oxygen therapy to improve oxygenation in community-acquired pneumonia: a randomized, controlled trial. *Chest.* 2010;138(1):114-20.
34. Squadrone V, Massaia M, Bruno B, Marmont F, Falda M, Bagna C, et al. Early CPAP prevents evolution of acute lung injury in patients with hematologic malignancy. *Intensive Care Med.* 2010;36(10):1666-74.
35. Brambilla AM, Aliberti S, Prina E, Nicoli F, Del Forno M, Nava S, et al. Helmet CPAP vs. oxygen therapy in severe hypoxemic respiratory failure due to pneumonia. *Intensive Care Med.* 2014;40(7):942-9.
36. Osman A, Via G, Sallehuddin RM, Ahmad AH, Fei SK, Azil A, et al. Helmet continuous positive airway pressure vs. high flow nasal cannula oxygen in acute cardiogenic pulmonary oedema: a randomized controlled trial. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2021;10(10):1103-11.
37. Tomaz BS, Gomes GC, Lino JA, Menezes DGA, Soares JB, Furtado V, et al. ELMO, a new helmet interface for CPAP to treat COVID-19-related acute hypoxemic respiratory failure outside the ICU: a feasibility study. *J Bras Pneumol.* 2022;48(1):e20210349.
38. Coppadoro A, Zago E, Pavan F, Foti G, Bellani G. The use of head helmets to deliver noninvasive ventilatory support: a comprehensive review of technical aspects and clinical findings. *Crit Care.* 2021;25(1):327.
39. Cei F, Chiarugi L, Brancati S, Dolenti S, Montini MS, Rosselli M, et al. Clinical and Personal Predictors of Helmet-CPAP Use and Failure in Patients Firstly Admitted to Regular Medical Wards with COVID-19-Related Acute Respiratory Distress Syndrome (hCPAP-f Study). *Biomedicines.* 2023;11(1).
40. Colaïanni-Alfonso N, Montiel GC, Vega ML, Mazzinari G, Alonso-Inigo JM, Grieco DL. Helmet vs Facemask CPAP in COVID-19 Respiratory Failure: A Prospective Cohort Study. *Chest.* 2023;163(2):341-4.
41. Buell KG, Patel BK. Helmet noninvasive ventilation in acute hypoxic respiratory failure. *Curr Opin Crit Care.* 2023;29(1):8-13.
42. Holanda MA, Tomaz BS, Menezes DGA, Lino JA, Gomes GC. ELMO 1.0: a helmet interface for CPAP and high-flow oxygen delivery. *J Bras Pneumol.* 2021;47(3):e20200590.
43. Patel BK, Wolfe KS, Pohlman AS, Hall JB, Kress JP. Effect of Noninvasive Ventilation Delivered by Helmet vs Face Mask on the Rate of Endotracheal Intubation in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2016;315(22):2435-41.
44. Holanda MA, Reis RC, Winkler GF, Fortaleza SC, Lima JW, Pereira ED. Influence of total face, facial and nasal masks on short-term adverse effects during noninvasive ventilation. *J Bras Pneumol.* 2009;35(2):164-73.
45. Patel BK, Wolfe KS, MacKenzie EL, Salem D, Esbrook CL, Pawlik AJ, et al. One-Year Outcomes in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome Enrolled in a Randomized Clinical Trial of Helmet Versus Facemask Noninvasive Ventilation. *Crit Care Med.* 2018;46(7):1078-84.

46. Burns KEA, Stevenson J, Laird M, Adhikari NKJ, Li Y, Lu C, et al. Non-invasive ventilation versus invasive weaning in critically ill adults: a systematic review and meta-analysis. *Thorax*. 2022;77(8):752-61.
47. Grieco DL, Menga LS, Cesarano M, Rosa T, Spadaro S, Bitondo MM, et al. Effect of Helmet Noninvasive Ventilation vs High-Flow Nasal Oxygen on Days Free of Respiratory Support in Patients With COVID-19 and Moderate to Severe Hypoxemic Respiratory Failure: The HENIVOT Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2021;325(17):1731-43.
48. Arabi YM, Aldekhyl S, Al-Qahtani S, Al-Dorzi HM, Abdukahil SA, Al Harbi MK, et al. Effect of Helmet Noninvasive Ventilation vs Usual Respiratory Support on Mortality Among Patients With Acute Hypoxemic Respiratory Failure Due to COVID-19: The HELMET-COVID Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2022;328(11):1063-72.
49. Sadeghi S, Fakharian A, Nasri P, Kiani A. Comparison of Comfort and Effectiveness of Total Face Mask and Oronasal Mask in Noninvasive Positive Pressure Ventilation in Patients with Acute Respiratory Failure: A Clinical Trial. *Can Respir J*. 2017;2017:2048032.
50. Carreaux G, Millan-Guilarte T, De Prost N, Razazi K, Abid S, Thille AW, et al. Failure of Noninvasive Ventilation for De Novo Acute Hypoxemic Respiratory Failure: Role of Tidal Volume. *Crit Care Med*. 2016;44(2):282-90.
51. Duan J, Han X, Bai L, Zhou L, Huang S. Assessment of heart rate, acidosis, consciousness, oxygenation, and respiratory rate to predict noninvasive ventilation failure in hypoxemic patients. *Intensive Care Med*. 2017;43(2):192-9.
52. Vignaux L, Vargas F, Roeseler J, Tassaux D, Thille AW, Kossowsky MP, et al. Patient-ventilator asynchrony during non-invasive ventilation for acute respiratory failure: a multicenter study. *Intensive Care Med*. 2009;35(5):840-6.
53. Di Marco F, Centanni S, Bellone A, Messinesi G, Pesci A, Scala R, et al. Optimization of ventilator setting by flow and pressure waveforms analysis during noninvasive ventilation for acute exacerbations of COPD: a multicentric randomized controlled trial. *Crit Care*. 2011;15(6):R283.
54. Rocco M, Conti G, Alessandri E, Morelli A, Spadetta G, Laderchi A, et al. Rescue treatment for noninvasive ventilation failure due to interface intolerance with remifentanyl analgesedation: a pilot study. *Intensive Care Med*. 2010;36(12):2060-5.
55. Huang Z, Chen YS, Yang ZL, Liu JY. Dexmedetomidine versus midazolam for the sedation of patients with non-invasive ventilation failure. *Intern Med*. 2012;51(17):2299-305.
56. Devlin JW, Al-Qadheeb NS, Chi A, Roberts RJ, Qawi I, Garpestad E, Hill NS. Efficacy and safety of early dexmedetomidine during noninvasive ventilation for patients with acute respiratory failure: a randomized, double-blind, placebo-controlled pilot study. *Chest*. 2014;145(6):1204-12.
57. Fazzini B, Page A, Pearse R, Puthuchery Z. Prone positioning for non-intubated spontaneously breathing patients with acute hypoxaemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*. 2022;128(2):352-62.
58. Raouf S, Nava S, Carpati C, Hill NS. High-Flow, Noninvasive Ventilation and Awake (Nonintubation) Prone Positioning in Patients With Coronavirus Disease 2019 With Respiratory Failure. *Chest*. 2020;158(5):1992-2002.
59. Li J, Luo J, Pavlov I, Perez Y, Tan W, Roca O, et al. Awake prone positioning for non-intubated patients with COVID-19-related acute hypoxaemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Respir Med*. 2022;10(6):573-83.
60. Ehrmann S, Li J, Ibarra-Estrada M, Perez Y, Pavlov I, McNicholas B, et al. Awake prone positioning for COVID-19 acute hypoxaemic respiratory failure: a randomised, controlled, multinational, open-label meta-trial. *Lancet Respir Med*. 2021;9(12):1387-95.
61. Alhazzani W, Parhar KKS, Weatherald J, Al Duhailib Z, Alshahrani M, Al-Fares A, et al. Effect of Awake Prone Positioning on Endotracheal Intubation in Patients With COVID-19 and Acute Respiratory Failure: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2022;327(21):2104-13.
62. Touchon F, Trigui Y, Prud'homme E, Lefebvre L, Giraud A, Dols AM, et al. Awake prone positioning for hypoxaemic respiratory failure: past, COVID-19 and perspectives. *Eur Respir Rev*. 2021;30(160).



## TEMA 3

# Intubação e traqueostomia

- A. Indicações de intubação
- B. Algoritmos para manejo de via aérea
  - B.1 - Algoritmo geral para via aérea
  - B.2 - Algoritmo de via aérea em parada cardíaca
  - B.3 - Algoritmo para via aérea difícil
  - B.4 - Algoritmo para via aérea falha
- C. Material e técnica recomendada
  - C.1 - Organização da equipe e do ambiente
  - C.2 - Avaliação
  - C.3 - Pré-oxigenação
  - C.4 - Oxigenação apneica
  - C.5 - Oxigenação de resgate
  - C.6 - Descompressão com sonda nasogástrica
  - C.7 - Intubação com sequência rápida
  - C.8 - Drogas utilizadas na intubação com sequência rápida
  - C.9 - Laringoscopia
  - C.10 - Confirmação com prova
  - C.11 - Manejo pós-intubação
- D. Revisar técnicas de traqueostomia, vantagens, desvantagens e indicação, cuidados durante o procedimento
  - D.1 - Tempo de realização
  - D.2 - Técnicas de realização: cirúrgica x percutânea

## A. Indicações de intubação

**Comentário:** A intubação orotraqueal (IOT) é um procedimento frequente na unidade de terapia intensiva (UTI)<sup>1</sup>. Em pacientes críticos, este procedimento está associado a complicações potencialmente fatais em até metade dos casos. Instabilidade cardiovascular e hipoxemia são as complicações mais comuns e podem estar associadas ao aumento da mortalidade em 28 dias juntamente com parada cardíaca, anóxia cerebral e morte<sup>2-4</sup>. A decisão de intubar é baseada em critérios clínicos.

### Considerar:

- Intubar pacientes que apresentem falha (ou falha iminente) na patência ou proteção das vias aéreas, falha (ou falha iminente) de ventilação e/ou oxigenação e aqueles nos quais se antecipa que a evolução clínica venha exigir intubação em futuro próximo<sup>5</sup>.

## B. Algoritmos para manejo de via aérea

**Comentário:** O uso de algoritmos no manejo das vias aéreas descreve um conjunto reproduzível e ordenado de questões-chave e ações críticas para melhorar as chances de sucesso no manejo das vias aéreas em situações complexas. Contudo, os algoritmos não constituem um plano rígido e sim um caminho racional na tomada de decisões que, de acordo com o cenário clínico, podem necessitar adaptações conforme características do paciente, capacitação do operador e disponibilidade de equipamentos específicos.

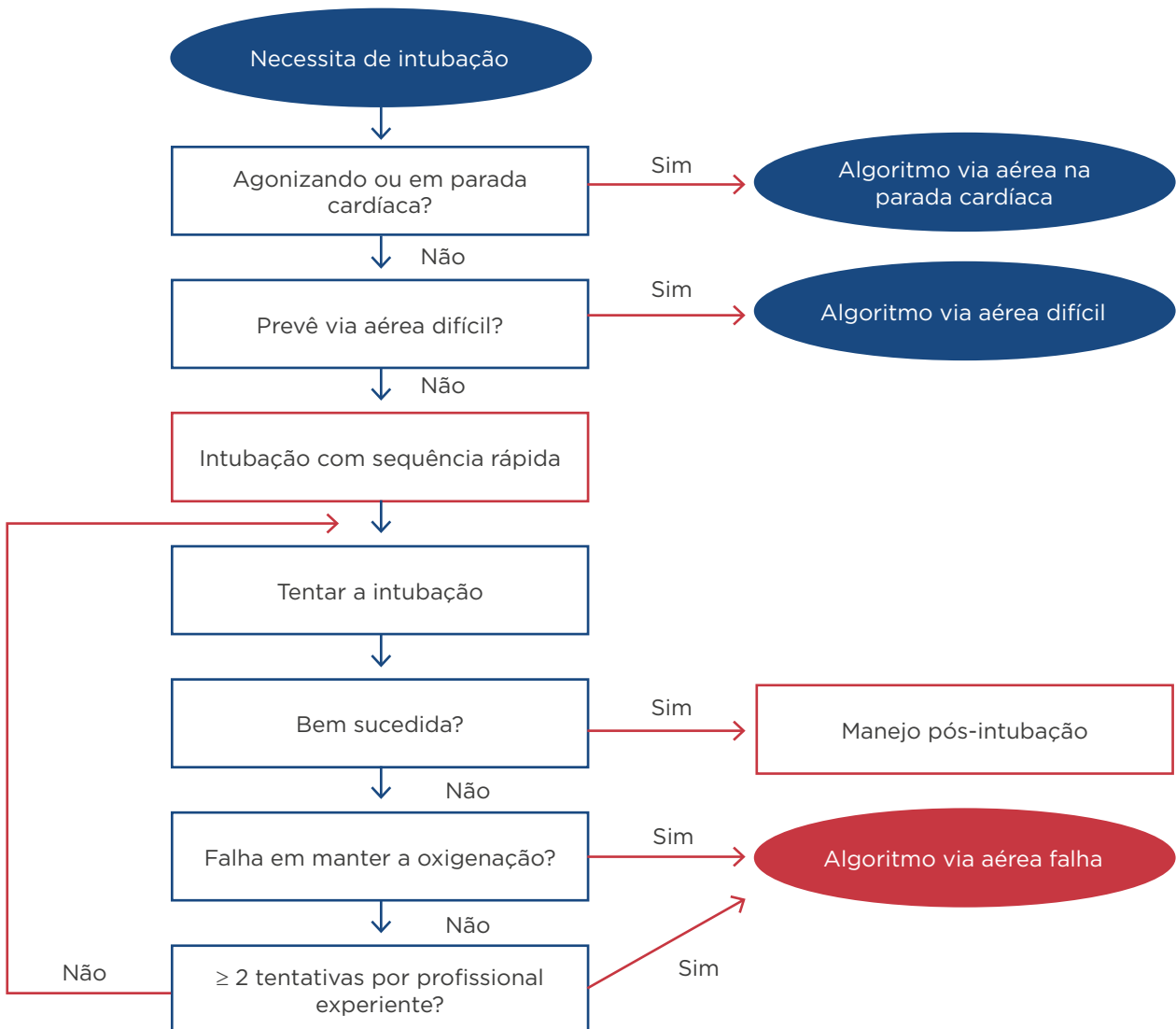
**Sugere-se:**

- O uso de algoritmos na avaliação e tomada de decisões durante o processo de manejo de vias aéreas no doente crítico.

### B.1 – Algoritmo geral para via aérea

**Comentário:** Após indicada a intubação, o passo seguinte é determinar se o paciente está agônico ou em situação de parada cardiorrespiratória, se apresenta uma via aérea anatomicamente ou fisiologicamente difícil ou se apresenta via aérea falha (ver figura 1).

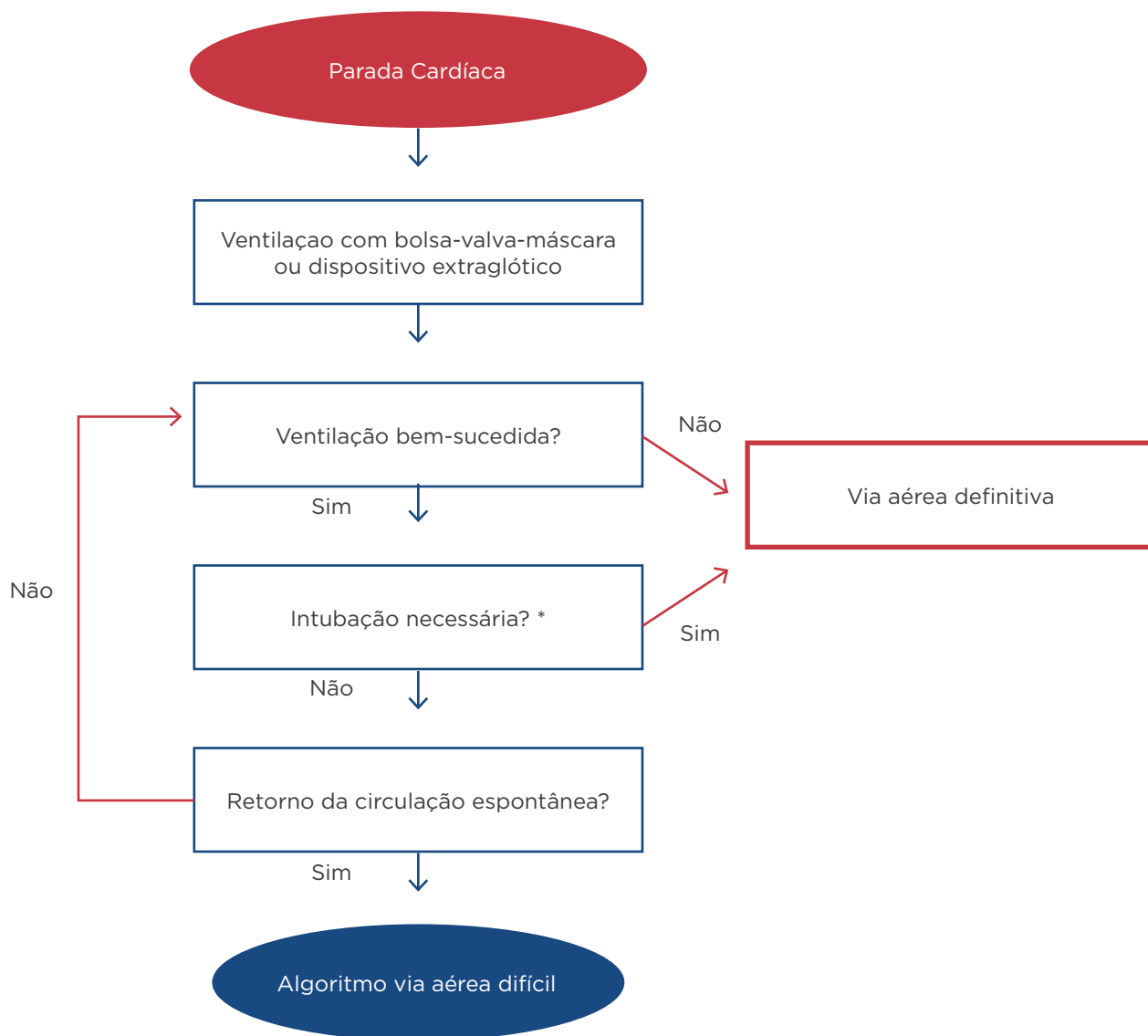
**Figura 1** – Algoritmo geral para o manejo da via aérea no doente crítico. Modificado de Brown III, CA<sup>6</sup>.



## B.2 - Algoritmo de via aérea em parada cardíaca

**Comentário:** Entrar neste algoritmo (figura 2) significa identificar que o paciente está em ventilação agônica ou em parada cardíaca com necessidade imediata de oxigenação e ventilação. Deve ser utilizado conforme algoritmo específico de ressuscitação, com foco na ressuscitação cardiopulmonar de alta qualidade de desfibrilação precoce quando indicada.

**Figura 2 -** Algoritmo para via aérea na parada cardíaca. Caso o paciente retorne à circulação espontânea, e não tenha sido intubado, pode-se passar para o algoritmo de via aérea difícil para planejar via aérea definitiva em caso de instabilidade periparada (dificuldade fisiológica). Modificado de Brown III, CA<sup>6</sup>.



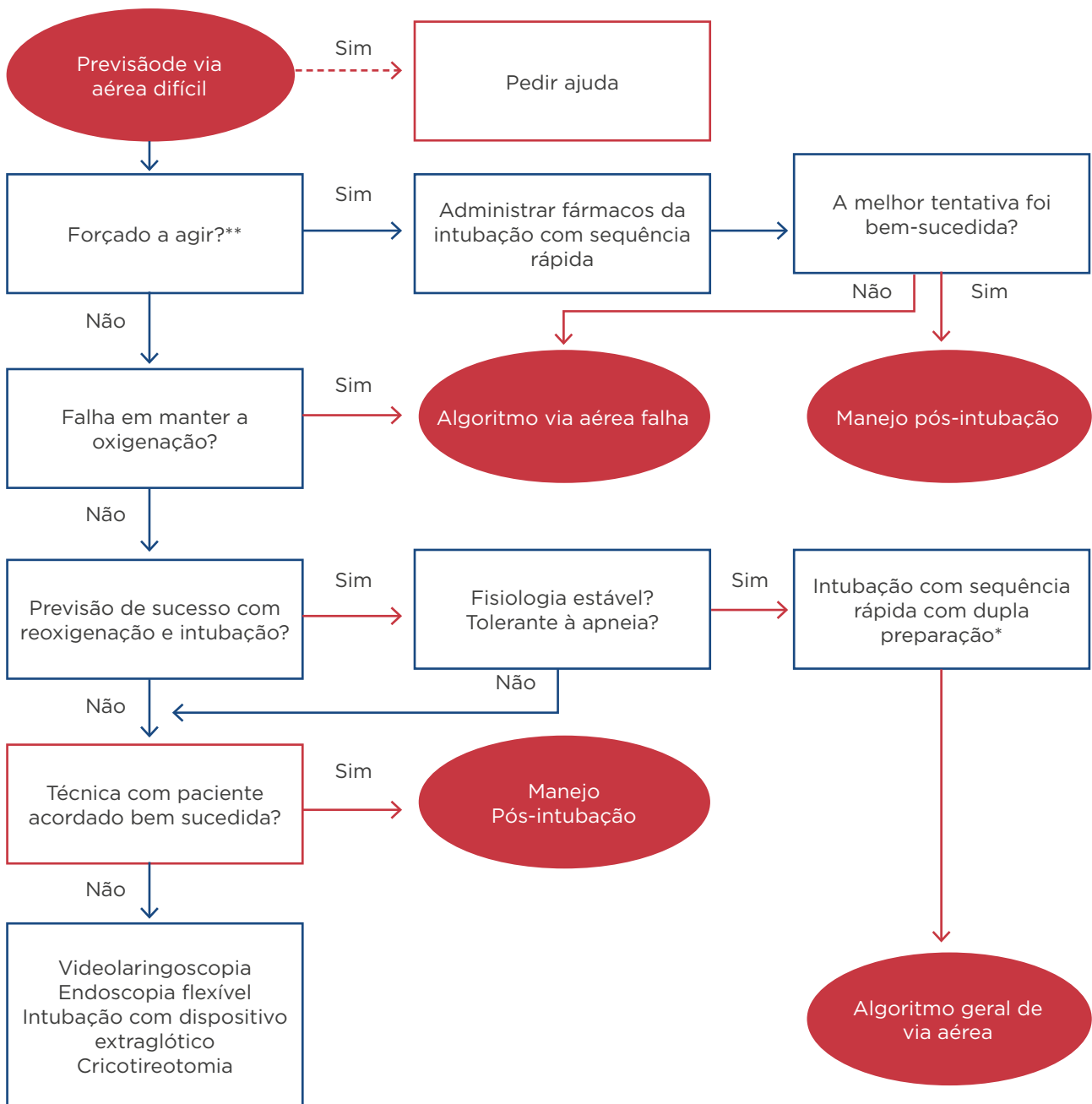
\*Ressuscitação prolongada, presença de sangue ou vômito na via aérea ou necessidade de ecografia transesofágica.



### B.3 - Algoritmo para via aérea difícil

**Comentário:** Entrar neste algoritmo (figura 3) significa que foi identificado paciente com via aérea potencialmente anatomicamente e/ou fisiologicamente difícil. Pacientes em risco de descompensação clínica (dessaturação, hipotensão e parada cardíaca), independentemente da presença ou ausência de preditivos anatômicos de dificuldade de intubação, define via aérea fisiologicamente difícil<sup>7</sup>. A avaliação de uma via aérea difícil anatômica deve ser considerada nos pacientes com risco ventilatório dentro da UTI.

**Figura 3** - Algoritmo para via aérea difícil. Modificado de Brown III, CA<sup>6</sup>.



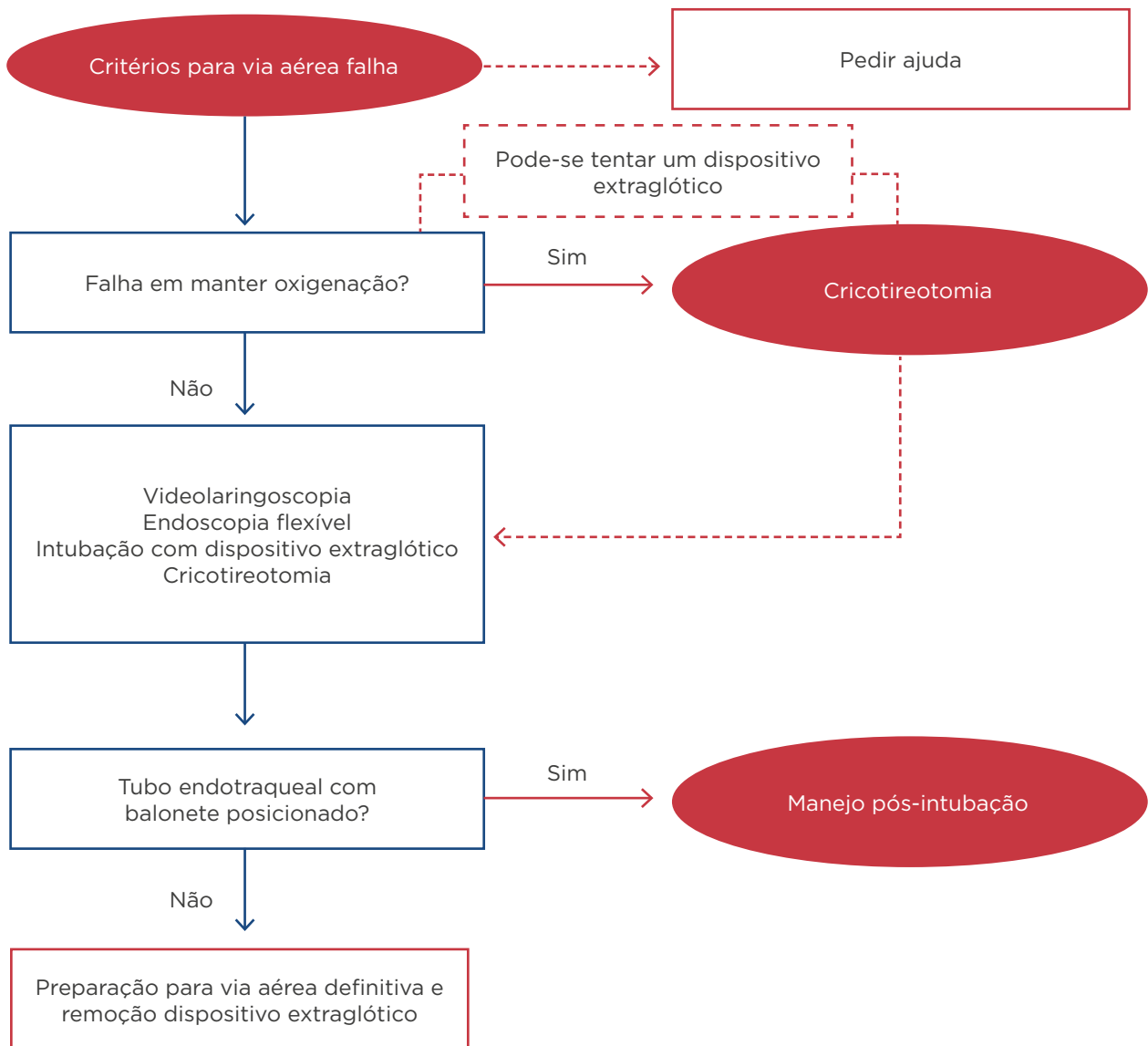
\*Intubação com sequência rápida com dupla preparação: técnica na qual um método de resgate é antecipadamente preparado, geralmente cricotireotomia, para ser utilizado em caso de falha da ISR.

\*\*Forçado a agir: situações nas quais o operador é obrigado a agir antes que haja deterioração clínica do paciente com rápida evolução para parada cardiorrespiratória (exemplo: reações anafiláticas).

## B.4 - Algoritmo para via aérea falha

**Comentário:** Falha de via aérea é definida pela presença de um dos três critérios a seguir: 1) falha de qualquer tentativa de intubação em paciente no qual a oxigenação não possa ser adequadamente mantida com bolsa-valva-máscara ou dispositivo extraglótico; 2) duas tentativas de intubação sem sucesso realizadas por profissional experiente, mas com oxigenação adequada; e 3) falha de intubação usando a melhor tentativa na situação “forçado a agir” (figura 4).

**Figura 4 -** Algoritmo para via aérea falha. Modificado de Brown III, CA<sup>6</sup>.



## C. Material e técnica recomendada

### C.1 - Organização da equipe e do ambiente

**Comentário:** Fatores humanos estão relacionados à metade dos eventos adversos que ocorrem na UTI<sup>8,9</sup>. Influências do ambiente, comportamento da equipe e performance individual, somados à necessidade de tomada de decisão imediata, tornam a IOT na UTI um procedimento

de alta complexidade e risco. O controle desses fatores é fundamental para mitigar o risco de desfechos adversos<sup>10</sup>.

**Sugere-se:**

- Que a via aérea seja manejada por um médico adequadamente treinado<sup>10,11</sup>.
- A presença de dois médicos durante a intubação orotraqueal, sendo um deles experiente<sup>10,11</sup>.
- A definição clara do líder e demais funções dos membros da equipe participando do procedimento. Idealmente, o líder deve ficar com a função de avaliação global do procedimento, a tomada de decisões e definição dos executantes<sup>10-12</sup>.
- Ter os protocolos de acionamento de ajuda previamente definidos<sup>10,11</sup>.
- Manter pronta disponibilidade de material necessário para via aérea difícil, dispositivos alternativos e via aérea cirúrgica<sup>10,11</sup>.
- O uso de *checklist* na manutenção dos equipamentos e durante a IOT<sup>10,11,13,14</sup>.

## C.2 - Avaliação

**Comentário:** A avaliação de dificuldade de intubação tem baixo valor preditivo positivo e especificidade<sup>15,16</sup>, contudo, o reconhecimento de pacientes em risco é recomendado e ajuda no planejamento da IOT, mesmo nas situações de urgência<sup>10,11</sup>. Até o presente momento, o único instrumento validado para avaliação de via aérea difícil na UTI é o escore Macocha (tabela 1)<sup>17</sup>.

**Tabela 1 – Escore Macocha<sup>17</sup>**

Fatores	Pontuação
<b>Fatores relacionados ao paciente</b>	
Escore de Mallampati III ou IV	5
Síndrome da apneia obstrutiva do sono	2
Mobilidade reduzida da coluna cervical	1
Abertura da boca limitada < 3cm	1
<b>Fatores relacionados à patologia</b>	
Coma	1
Hipoxemia grave (SpO <sub>2</sub> < 80%)	1
<b>Fator relacionado ao operador</b>	
Não anestesiológista	1
Total	12

Macocha: **M**allampati, síndrome da **A**pnéia do sono obstrutiva, limitação coluna **C**ervical, abertura da boca (**O**pening), **C**oma, **H**ipoxemia, não **A**nestesiológista. A pontuação varia de 0 a 12: 0 = fácil; 12 = muito difícil. Uma pontuação ≥ 3 prediz dificuldade de intubação no doente crítico.

**Sugere-se:**

- Utilizar instrumento validado na avaliação e identificação de potencial via aérea difícil no planejamento da intubação orotraqueal<sup>10</sup>.
- Identificar pacientes com via aérea difícil anatômica e/ou fisiológica<sup>10</sup>.
- A identificação da membrana cricotireoidea antes da IOT<sup>10</sup>.

**Comentário:** Hipotensão durante a intubação está associada à mortalidade na UTI. Apesar do racional teórico, a evidência de que o uso de vasopressores, em *bolus* ou infusão, quando comparada

à ressuscitação volêmica isolada, modifique a incidência de hipotensão e parada cardíaca é escassa e com resultados controversos<sup>18-22</sup>.

**Considerar:**

- Otimização hemodinâmica antes da indução para intubação com ressuscitação volêmica e/ou vasopressores<sup>10,23</sup>.

### C.3 – Pré-oxigenação

**Comentário:** A pré-oxigenação visa lavar o nitrogênio da capacidade residual funcional (CRF) do paciente, criando um reservatório nos pulmões com O<sub>2</sub> a 100%, aumentando o tempo para que a dessaturação ocorra após a indução de apneia durante a intubação orotraqueal (IOT).

**Sugere-se:**

- Pré-oxigenar todos os pacientes, exceto os agônicos ou em situação de parada cardíaca, com cabeceira elevada entre 25 e 30 graus (semi *Fowler*) ou posição sentada com O<sub>2</sub> a 100% por três a cinco minutos antes da intubação<sup>10,11,22,24-27</sup>.
- Pré-oxigenar pacientes sem doença pulmonar subjacente e com esforços inspiratórios próprios, com máscara não reinhalante com fluxo > 40L/min ou bolsa-valva-máscara com válvula unidirecional, fluxo de 10 a 15L/min, mantendo vedação hermética, sem compressão sincronizada da bolsa<sup>10,11,22,28,29</sup>.
- Pré-oxigenar pacientes com doença pulmonar subjacente e hipoxemia severa (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 150mmHg) ou obesidade grau 3, com ventilação não invasiva (VNI) sempre que disponível<sup>10,11,22,30-35</sup>.
- Monitorizar o paciente com oximetria de pulso, capnografia, monitor cardíaco (FC, pressão arterial, ECG)<sup>10,11,22</sup>.

**Considerar:**

- O uso ou a manutenção da Cânula Nasal de Alto Fluxo (CNAF) na pré-oxigenação de pacientes hipoxêmicos durante a intubação<sup>10,22,31,36,37</sup>.
- O uso de pré-oxigenação com CNAF quando se tem expectativa de laringoscopia difícil e prolongada<sup>38</sup>.

### C.4 – Oxigenação apneica

**Comentário:** Oxigenação apneica é a administração de O<sub>2</sub> durante a fase apneica da intubação com sequência rápida, aplicada com uma cânula nasal padrão (O<sub>2</sub> a 5L/min) sob o dispositivo principal de pré-oxigenação. Quando a máscara de pré-oxigenação é retirada para laringoscopia, a cânula nasal permanece no local com fluxo aumentado para 15L/min. Esta técnica visa reduzir o risco de hipoxemia grave durante o período apneico da intubação, principalmente em situações de laringoscopia prolongada, em pacientes com via aérea difícil anatômica e/ou fisiológica antecipada<sup>39-47</sup>.

**Considerar:**

- O uso de ventilação apneica durante a intubação com o objetivo de reduzir o risco de dessaturação e hipoxemia grave, em pacientes com via aérea difícil anatômica e/ou fisiológica antecipada<sup>10</sup>.
- Manter a CNAF para oxigenação apneica, caso esta já esteja sendo utilizada e não interfira com a vedação da máscara de pré-oxigenação<sup>10,48</sup>.
- O uso de medicações durante a pré-oxigenação de pacientes agitados, combativos ou em *delirium* antes da intubação com sequência rápida<sup>38</sup>.

## C.5 - Oxigenação de resgate

**Comentário:** Entende-se por oxigenação de resgate a aplicação de ventilações com bolsa-valva-máscara quando o paciente tiver queda de SpO<sub>2</sub> durante tentativas de intubação falhas. O objetivo é aumentar a SpO<sub>2</sub> o máximo possível e realizar novamente a pré-oxigenação permitindo tempo de apneia segura para as tentativas subsequentes. Há um atraso de 30 segundos entre o início das ventilações e a subida da saturação no oxímetro de pulso.

### Considerar:

- O uso de oxigenação de resgate com bolsa-valva-máscara sempre que a saturação de pulso de O<sub>2</sub> diminuir para valores ≤ 92% durante as tentativas de intubação.

## C.6 - Descompressão com sonda nasogástrica

**Comentário:** Descompressão gástrica com sonda nasogástrica (SNG) visa reduzir a chance de vômito e aspiração durante a intubação com sequência rápida (ISR). Embora o benefício desta intervenção não tenha sido testado em estudos de alta qualidade, pacientes com estômago cheio, avaliados clinicamente e com auxílio de ultrassonografia à beira do leito, podem se beneficiar do procedimento<sup>38,49-51</sup>.

### Considerar:

- Descompressão gástrica com SNG em pacientes de alto risco de vômitos e aspiração durante a ISR<sup>38</sup>.

## C.7 - Intubação com sequência rápida

**Comentário:** Intubação com sequência rápida (ISR) envolve a administração, após a pré-oxigenação e otimização fisiológica, de um agente indutor potente seguido imediatamente de um bloqueador neuromuscular (BNM) de ação rápida, a fim de induzir inconsciência e flacidez. Os procedimentos da ISR são ordenados em: preparação, pré-oxigenação, otimização fisiológica, indução com paralisia, posicionamento, passagem do tubo com comprovação e manejo pós-intubação.

### Sugere-se:

- O uso de ISR como técnica de escolha para intubação de emergência, se o paciente não apresentar características de via aérea difícil que contraindiquem o uso de BNM<sup>10,11,38</sup>.

## C.8 - Drogas utilizadas na intubação com sequência rápida

**Comentário:** Hipotensão durante a indução da ISR está associada à disfunção orgânica, ventilação mecânica prolongada, aumento de permanência na UTI e mortalidade. Portanto, a seleção de agentes indutores que atenuem a hipotensão é desejável. O uso de BNM aumenta a chance de intubação bem-sucedida na primeira tentativa e reduz a chance de colapso cardiovascular, parada cardíaca e necessidade de via aérea cirúrgica. As principais drogas utilizadas na ISR encontram-se listadas na tabela 2.

### Sugere-se:

- Durante o período de intubação, a sequência rápida com hipnóticos de curta ação e bem tolerados (etomidato ou cetamina) e um relaxante muscular de ação rápida (succinilcolina ou rocurônio)<sup>38</sup>.

**Tabela 2 - Drogas para intubação com sequência rápida**

Hipnóticos			Bloqueador neuromuscular		
Droga/Dose	Prós	Contras	Droga/Dose	Prós	Contras
Etomidato 0,3mg/kg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mais estabilidade hemodinâmica</li> <li>• Início rápido 15 a 45s</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insuficiência adrenal (cortisol)</li> </ul>	Succinilcolina 1,5mg/kg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Início rápido 45 a 60s</li> <li>• Melhora visualização glótica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risco de hipercalemia</li> <li>• Risco anafilático</li> <li>• Aumento de consumo de oxigênio</li> </ul>
Quetamina 1 a 2mg/kg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mais estabilidade hemodinâmica</li> <li>• Broncodilatador</li> <li>• Analgésico</li> <li>• Início rápido 15 a 45s</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alucinações</li> <li>• Uso controverso em situações de hipertensão intracraniana e hipertensão arterial</li> </ul>	Rocurônio 1,5mg/kg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sem risco de hipercalemia</li> <li>• Antídoto: sugammadex</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Início mais lento 45 a 90s</li> <li>• Risco anafilático</li> </ul>
Propofol 1,5 a 3mg/kg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Broncodilatador</li> <li>• Antiléptico</li> <li>• Melhor supressão dos reflexos das vias aéreas superiores</li> <li>• Início rápido 15 a 45s</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprometimento hemodinâmico</li> </ul>			
Midazolam 0,2 a 0,3mg/kg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efeito amnésico potente dose dependente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Depressão miocárdica dose dependente, hipotensão</li> </ul>			
Tiopental 3 a 5mg/kg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propriedades cérebro protetoras e anticonvulsivante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potente venodilatador e depressor miocárdico</li> </ul>			

## C.9 - Laringoscopia

**Comentário:** A laringoscopia visa criar uma linha reta de visualização das pregas vocais possibilitando passagem do tubo orotraqueal. Pode ser realizada de forma direta, com laringoscópio com lâmina curva (*Macintosh*) ou reta (*Miller*), ou com uso de um videolaringoscópio, com ângulo normal ou hiperangulado. A técnica varia conforme o equipamento utilizado. É ideal que se domine ambas as técnicas de laringoscopia.

### Sugere-se:

- Que o operador possua treinamento adequado e habilidade para realização de laringoscopia direta e videolaringoscopia.

### Considerar:

- Utilizar laringoscopia direta ou videolaringoscopia se o escore Macocha for < 3, conforme disponibilidade e preferência do operador<sup>52-54</sup>.
- Utilizar videolaringoscopia se o escore Macocha for ≥ 3, em pacientes sem secreção abundante e se o operador for experiente<sup>17</sup>.

## C.10 - Confirmação com prova

**Comentário:** A complicação mais grave da IOT é a intubação esofágica não identificada que, em persistindo oculta, provavelmente culminará em parada cardíaca e óbito. Portanto, é mandatória a confirmação da posição traqueal do tubo<sup>55</sup>. O método auscultatório e a observação dos movimentos torácicos não são confiáveis, principalmente em pacientes críticos<sup>56,57</sup>.

**Considerar:**

- Que a confirmação da posição traqueal do tubo seja feita com uso de capnógrafo, preferencialmente de onda contínua, pela persistência de onda quadrada por pelo menos cinco a sete ventilações, mesmo no caso de ressuscitação cardiopulmonar.
- Que o capnógrafo colorimétrico não seja utilizado para confirmação de posicionamento de tubo em situação de parada cardíaca.
- A incapacidade de detectar dióxido de carbono exalado sustentado deve levar à confirmação laringoscópica ou broncoscópica imediata da posição do tubo traqueal e/ou reintubação<sup>2</sup>.
- Seguir o algoritmo de via aérea falha (Figura 4) em caso de insucesso.

## C.11 - Manejo pós-intubação

**Comentário:** O manejo pós-intubação envolve fixação e checagem por exame de imagem da profundidade do tubo, estabilização hemodinâmica, estabelecimento de estratégias de sedoanalgesia e ajustes de ventilação mecânica que podem ser encontrados em seções específicas deste documento.

## D. Revisar técnicas de traqueostomia, vantagens, desvantagens e indicação, cuidados durante o procedimento

**Comentário:** A traqueostomia é um dos procedimentos cirúrgicos mais frequentes em pacientes criticamente enfermos. Devido ao seu desenho rígido, menor comprimento e, em alguns modelos, uma cânula interna removível (para permitir a evacuação de secreções), a resistência ao fluxo de ar e o trabalho ventilatório associado podem ser menores com traqueostomias em relação aos tubos endotraqueais, o que pode contribuir para o desmame dos pacientes da ventilação mecânica<sup>58</sup>.

### D.1 - Tempo de realização

**Comentário:** Há uma grande divergência na literatura médica sobre a definição de traqueostomia precoce ou tardia. Alguns definem como precoce aquela realizada até sete dias de ventilação mecânica enquanto outros estabelecem o tempo de 14 dias<sup>59,60</sup>. Isso acaba gerando uma falta de padronização nos trabalhos e dificulta a própria definição de precoce e tardia.

**Sugere-se:**

- Adiar a realização da traqueostomia por cerca de 10 a 14 dias após o início da insuficiência respiratória aguda<sup>61-63</sup>.

**Considerar:**

- Definição de traqueostomia precoce aquela realizada até sete dias de ventilação mecânica<sup>59,64,65</sup>.
- Adiantar a realização da traqueostomia para pacientes com via aérea difícil ou que tiveram falência de extubação repetidas.
- Personalizar cada caso, uma vez que pacientes com trauma raquimedular alto (C3-C5) podem se beneficiar da traqueostomia precoce pela redução da sedação e retirada do suporte ventilatório<sup>66</sup>.

### D.2 - Técnicas de realização: cirúrgica x percutânea

**Comentário:** Tradicionalmente, as traqueostomias são realizadas no centro cirúrgico, porém é possível realizar o procedimento de forma percutânea com segurança à beira do leito<sup>67,69</sup>. A traqueostomia cirúrgica pode ser realizada à beira do leito ou no centro cirúrgico dependendo da

estrutura de cada UTI. Em relação a complicações maiores e taxa de mortalidade, ambas as técnicas apresentam resultados semelhantes<sup>67,68</sup>. O custo é discutível quando se leva em consideração a utilização ou não da sala cirúrgica, bem como o custo do material.

### Considerar:

- Realizar traqueostomia percutânea ou cirúrgica de acordo com os recursos disponíveis e experiência da equipe. A traqueostomia percutânea pode ser realizada à beira do leito pela equipe da terapia intensiva. Apresenta custo maior e tem como maior vantagem a menor taxa de infecção no óstio.
- O uso de protocolos institucionais baseados na melhor evidência disponível, com foco na segurança do paciente.
- Evitar a realização do procedimento em pacientes com coagulopatia, alterações anatômicas no pescoço, trauma maxilofacial, uso prévio de traqueostomia, história de recente de trauma ou cirurgia na coluna cervical, obesidade mórbida e PEEP muito elevado.

### Referências bibliográficas – Tema 3

1. Cabrini L, Landoni G, Baiardo Redaelli M, Saleh O, Votta CD, Fominskiy E, et al. Tracheal intubation in critically ill patients: a comprehensive systematic review of randomized trials. *Crit Care*. 2018;22(1):6.
2. De Jong A, Myatra SN, Roca O, Jaber S. How to improve intubation in the intensive care unit. Update on knowledge and devices. *Intensive Care Med*. 2022;48(10):1287-98.
3. Jaber S, Amraoui J, Lefrant JY, Arich C, Cohendy R, Landreau L, et al. Clinical practice and risk factors for immediate complications of endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective, multiple-center study. *Crit Care Med*. 2006;34(9):2355-61.
4. Mort TC. The incidence and risk factors for cardiac arrest during emergency tracheal intubation: a justification for incorporating the ASA Guidelines in the remote location. *J Clin Anesth*. 2004;16(7):508-16.
5. Brown III CA. The Decision to Intubate. In: Brown III CA, Sakles JC, Mick NW, Mosier JM, Braude DA, editors. *The Walls Manual of Emergency Airway Management*. 6<sup>th</sup> ed: Wolters Kluwer Health Inc; 2023. p. 3-8.
6. Brown III CA. The Emergency Airway Algorithms. In: Brown III CA, Sakles JC, Mick NW, Mosier JM, Braude DA, editors. *The Walls Manual of Emergency Airway Management*. 6<sup>th</sup> ed: Wolters Kluwer Health Inc; 2023. p. 3-47.
7. Russotto V, Myatra SN, Laffey JG, Tassistro E, Antolini L, Bauer P, et al. Intubation Practices and Adverse Peri-intubation Events in Critically Ill Patients From 29 Countries. *JAMA*. 2021;325(12):1164-72.
8. Flin R, Fioratou E, Frerk C, Trotter C, Cook TM. Human factors in the development of complications of airway management: preliminary evaluation of an interview tool. *Anaesthesia*. 2013;68(8):817-25.
9. Reader T, Flin R, Lauche K, Cuthbertson BH. Non-technical skills in the intensive care unit. *Br J Anaesth*. 2006;96(5):551-9.
10. Higgs A, McGrath BA, Goddard C, Rangasami J, Suntharalingam G, Gale R, et al. Guidelines for the management of tracheal intubation in critically ill adults. *Br J Anaesth*. 2018;120(2):323-52.
11. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Connis RT, Abdelmalak BB, Agarkar M, Dutton RP, et al. 2022 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology*. 2022;136(1):31-81.
12. Haerkens MH, Jenkins DH, van der Hoeven JG. Crew resource management in the ICU: the need for culture change. *Ann Intensive Care*. 2012;2(1):39.
13. Harvey R, Foulds L, Housden T, Bennett KA, Falzon D, McNarry AF, et al. The impact of didactic read-aloud action cards on the performance of cannula cricothyroidotomy in a simulated 'can't intubate can't oxygenate' scenario. *Anaesthesia*. 2017;72(3):343-9.
14. Marshall SD, Mehra R. The effects of a displayed cognitive aid on non-technical skills in a simulated 'can't intubate, can't oxygenate' crisis. *Anaesthesia*. 2014;69(7):669-77.
15. Norskov AK, Rosenstock CV, Wetterslev J, Astrup G, Afshari A, Lundstrom LH. Diagnostic accuracy of anaesthesiologists' prediction of difficult airway management in daily clinical practice: a cohort study of 188 064 patients registered in the Danish Anaesthesia Database. *Anaesthesia*. 2015;70(3):272-81.
16. Yentis SM. Predicting difficult intubation--worthwhile exercise or pointless ritual? *Anaesthesia*. 2002;57(2):105-9.
17. De Jong A, Molinari N, Terzi N, Mongardon N, Arnal JM, Guitton C, et al. Early identification of patients at risk for difficult intubation in the intensive care unit: development and validation of the MACOCHA score in a multicenter cohort study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;187(8):832-9.
18. Ho AM, Mizubuti GB. Co-induction with a vasopressor "chaser" to mitigate propofol-induced hypotension when intubating critically ill/frail patients-A questionable practice. *J Crit Care*. 2019;54:256-60.
19. Janz DR, Casey JD, Semler MW, Russell DW, Dargin J, Vonderhaar DJ, et al. Effect of a fluid bolus on cardiovascular collapse among critically ill adults undergoing tracheal intubation (PrePARE): a randomised controlled trial. *Lancet Respir Med*. 2019;7(12):1039-47.
20. Russell DW, Casey JD, Gibbs KW, Ghamande S, Dargin JM, Vonderhaar DJ, et al. Effect of Fluid Bolus Administration on Cardiovascular Collapse Among Critically Ill Patients Undergoing Tracheal Intubation: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2022;328(3):270-9.
21. Russotto V, Tassistro E, Myatra SN, Parotto M, Antolini L, Bauer P, et al. Peri-intubation Cardiovascular Collapse in Patients Who Are Critically Ill: Insights from the INTUBE Study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2022;206(4):449-58.
22. Acquisto NM, Mosier JM, Bittner EA, Patanwala AE, Hirsch KG, Hargwood P, et al. Society of Critical Care Medicine Clinical Practice Guidelines for Rapid Sequence Intubation in the Critically Ill Adult Patient: Executive Summary. *Crit Care Med*. 2023;51(10):1407-10.



23. Jaber S, Jung B, Corne P, Sebbane M, Muller L, Chanques G, et al. An intervention to decrease complications related to endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective, multiple-center study. *Intensive Care Med.* 2010;36(2):248-55.
24. Altermatt FR, Munoz HR, Delfino AE, Cortinez LI. Pre-oxygenation in the obese patient: effects of position on tolerance to apnoea. *Br J Anaesth.* 2005;95(5):706-9.
25. Dixon BJ, Dixon JB, Carden JR, Burn AJ, Schachter LM, Playfair JM, et al. Preoxygenation is more effective in the 25 degrees head-up position than in the supine position in severely obese patients: a randomized controlled study. *Anesthesiology.* 2005;102(6):1110-5; discussion 5A.
26. Lane S, Saunders D, Schofield A, Padmanabhan R, Hildreth A, Laws D. A prospective, randomised controlled trial comparing the efficacy of pre-oxygenation in the 20 degrees head-up vs supine position. *Anaesthesia.* 2005;60(11):1064-7.
27. Ramkumar V, Umesh G, Philip FA. Preoxygenation with 20 masculine head-up tilt provides longer duration of non-hypoxic apnea than conventional preoxygenation in non-obese healthy adults. *J Anesth.* 2011;25(2):189-94.
28. Driver BE, Klein LR, Carlson K, Harrington J, Reardon RF, Prekker ME. Preoxygenation With Flush Rate Oxygen: Comparing the Nonrebreather Mask With the Bag-Valve Mask. *Ann Emerg Med.* 2018;71(3):381-6.
29. Driver BE, Prekker ME, Kornas RL, Cales EK, Reardon RF. Flush Rate Oxygen for Emergency Airway Preoxygenation. *Ann Emerg Med.* 2017;69(1):1-6.
30. Baillard C, Fosse JP, Sebbane M, Chanques G, Vincent F, Courouble P, et al. Noninvasive ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006;174(2):171-7.
31. Cressey DM, Berthoud MC, Reilly CS. Effectiveness of continuous positive airway pressure to enhance pre-oxygenation in morbidly obese women. *Anaesthesia.* 2001;56(7):680-4.
32. Delay JM, Sebbane M, Jung B, Nocca D, Verzilli D, Pouzeratte Y, et al. The effectiveness of noninvasive positive pressure ventilation to enhance preoxygenation in morbidly obese patients: a randomized controlled study. *Anesth Analg.* 2008;107(5):1707-13.
33. Futier E, Constantin JM, Pelosi P, Chanques G, Massone A, Petit A, et al. Noninvasive ventilation and alveolar recruitment maneuver improve respiratory function during and after intubation of morbidly obese patients: a randomized controlled study. *Anesthesiology.* 2011;114(6):1354-63.
34. Gander S, Frascarolo P, Suter M, Spahn DR, Magnusson L. Positive end-expiratory pressure during induction of general anesthesia increases duration of nonhypoxic apnea in morbidly obese patients. *Anesth Analg.* 2005;100(2):580-4.
35. Harbut P, Gozdzik W, Stjernfalt E, Marsk R, Hesselvik JF. Continuous positive airway pressure/pressure support pre-oxygenation of morbidly obese patients. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2014;58(6):675-80.
36. Your'h M, Baud G, Feuillet F, Blanchard C, Mirallie E, Guitton C, et al. High-flow Nasal Cannulae Versus Non-invasive Ventilation for Preoxygenation of Obese Patients: The PREOPTIPOP Randomized Trial. *EclinicalMedicine.* 2019;13:112-9.
37. Miguel-Montanes R, Hajage D, Messika J, Bertrand F, Gaudry S, Rafat C, et al. Use of high-flow nasal cannula oxygen therapy to prevent desaturation during tracheal intubation of intensive care patients with mild-to-moderate hypoxemia. *Crit Care Med.* 2015;43(3):574-83.
38. Acquisto NM, Mosier JM, Bittner EA, Patanwala AE, Hirsch KG, Hargwood P, et al. Society of Critical Care Medicine Clinical Practice Guidelines for Rapid Sequence Intubation in the Critically Ill Adult Patient. *Crit Care Med.* 2023;51(10):1411-30.
39. Pavlov I, Medrano S, Weingart S. Apneic oxygenation reduces the incidence of hypoxemia during emergency intubation: A systematic review and meta-analysis. *Am J Emerg Med.* 2017;35(8):1184-9.
40. Semler MW, Janz DR, Lentz RJ, Matthews DT, Norman BC, Assad TR, et al. Randomized Trial of Apneic Oxygenation during Endotracheal Intubation of the Critically Ill. *Am J Respir Crit Care Med.* 2016;193(3):273-80.
41. Oliveira JESL, Cabrera D, Barrionuevo P, Johnson RL, Erwin PJ, Murad MH, et al. Effectiveness of Apneic Oxygenation During Intubation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ann Emerg Med.* 2017;70(4):483-94 e11.
42. El-Orbany M. Apneic oxygenation during emergency airway management. *Can J Anaesth.* 2019;66(1):121.
43. Barbosa A, Mosier JM. Preoxygenation and Apneic Oxygenation in Emergency Airway Management. *Clin Exp Emerg Med.* 2024.
44. Napolitano N, Polikoff L, Edwards L, Tarquinio KM, Nett S, Krawiec C, et al. Effect of apneic oxygenation with intubation to reduce severe desaturation and adverse tracheal intubation-associated events in critically ill children. *Crit Care.* 2023;27(1):26.
45. Baker J, Khan N, Singh M, Kuza CM. The efficacy of apneic oxygenation to prevent hypoxemia during rapid sequence intubation in trauma patients. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2022;35(2):182-8.
46. Vaughan EM, Seitz KP, Janz DR, Russell DW, Dargin J, Vonderhaar DJ, et al. Bag-Mask Ventilation Versus Apneic Oxygenation During Tracheal Intubation in Critically Ill Adults: A Secondary Analysis of 2 Randomized Trials. *J Intensive Care Med.* 2022;37(7):899-907.
47. Moon TS, Tai K, Kim A, Gonzales MX, Lu R, Pak T, et al. Apneic Oxygenation During Prolonged Laryngoscopy in Obese Patients: a Randomized, Double-Blinded, Controlled Trial of Nasal Cannula Oxygen Administration. *Obes Surg.* 2019;29(12):3992-9.
48. Jaber S, Monnin M, Girard M, Conseil M, Cisse M, Carr J, et al. Apnoeic oxygenation via high-flow nasal cannula oxygen combined with non-invasive ventilation preoxygenation for intubation in hypoxaemic patients in the intensive care unit: the single-centre, blinded, randomised controlled OPTINIV trial. *Intensive Care Med.* 2016;42(12):1877-87.
49. Demaret C, David JS, Piriou V. [When should a nasogastric tube be inserted before a rapid sequence induction? Look at the x-rays]. *Can J Anaesth.* 2011;58(7):662-3.
50. Koenig SJ, Lakticova V, Mayo PH. Utility of ultrasonography for detection of gastric fluid during urgent endotracheal intubation. *Intensive Care Med.* 2011;37(4):627-31.
51. Perlas A, Arzola C, Van de Putte P. Point-of-care gastric ultrasound and aspiration risk assessment: a narrative review. *Can J Anaesth.* 2018;65(4):437-48.
52. Lascarrrou JB, Boisrame-Helms J, Bailly A, Le Thuaut A, Kamel T, Mercier E, et al. Video Laryngoscopy vs Direct Laryngoscopy on Successful First-Pass Orotracheal Intubation Among ICU Patients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2017;317(5):483-93.
53. Martin M, Decamps P, Seguin A, Garret C, Crosby L, Zambon O, et al. Nationwide survey on training and device utilization during tracheal intubation in French intensive care units. *Ann Intensive Care.* 2020;10(1):2.
54. Prekker ME, Driver BE, Trent SA, Resnick-Ault D, Seitz KP, Russell DW, et al. Video versus Direct Laryngoscopy for Tracheal Intubation of Critically Ill Adults. *N Engl J Med.* 2023;389(5):418-29.
55. Chrimes N, Higgs A, Hagberg CA, Baker PA, Cooper RM, Greif R, et al. Preventing unrecognised oesophageal intubation: a consensus guideline from the Project for Universal Management of Airways and international airway societies. *Anaesthesia.* 2022;77(12):1395-415.
56. Linko K, Paloheimo M, Tammisto T. Capnography for detection of accidental oesophageal intubation. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1983;27(3):199-202.

57. Frova G, Tuzzo D. [Anesthesia accidents: accidental esophageal intubation]. *Minerva Anesthesiol.* 1999;65(6):362-6.
58. Freeman BD. Tracheostomy Update: When and How. *Crit Care Clin.* 2017;33(2):311-22.
59. Hosokawa K, Nishimura M, Egi M, Vincent JL. Timing of tracheotomy in ICU patients: a systematic review of randomized controlled trials. *Crit Care.* 2015;19:424.
60. Mehta AB, Syeda SN, Bajpayee L, Cooke CR, Walkey AJ, Wiener RS. Trends in Tracheostomy for Mechanically Ventilated Patients in the United States, 1993-2012. *Am J Respir Crit Care Med.* 2015;192(4):446-54.
61. Andriolo BN, Andriolo RB, Saconato H, Atallah AN, Valente O. Early versus late tracheostomy for critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;1(1):CD007271.
62. Bice T, Nelson JE, Carson SS. To Trach or Not to Trach: Uncertainty in the Care of the Chronically Critically Ill. *Semin Respir Crit Care Med.* 2015;36(6):851-8.
63. Quinn L, Veenith T, Bion J, Hemming K, Whitehouse T, Lilford R. Bayesian analysis of a systematic review of early versus late tracheostomy in ICU patients. *Br J Anaesth.* 2022;129(5):693-702.
64. Terragni PP, Antonelli M, Fumagalli R, Faggiano C, Berardino M, Pallavicini FB, et al. Early vs late tracheotomy for prevention of pneumonia in mechanically ventilated adult ICU patients: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2010;303(15):1483-9.
65. Young D, Harrison DA, Cuthbertson BH, Rowan K, TracMan C. Effect of early vs late tracheostomy placement on survival in patients receiving mechanical ventilation: the TracMan randomized trial. *JAMA.* 2013;309(20):2121-9.
66. Mubashir T, Arif AA, Ernest P, Maroufy V, Chaudhry R, Balogh J, et al. Early Versus Late Tracheostomy in Patients With Acute Traumatic Spinal Cord Injury: A Systematic Review and Meta-analysis. *Anesth Analg.* 2021;132(2):384-94.
67. Brass P, Hellmich M, Ladra A, Ladra J, Wrzosek A. Percutaneous techniques versus surgical techniques for tracheostomy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;7(7):CD008045.
68. Battaglini D, Premraj L, White N, Sutt AL, Robba C, Cho SM, et al. Tracheostomy outcomes in critically ill patients with COVID-19: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Br J Anaesth.* 2022;129(5):679-92.
69. Vianna AOA, Silva FOB, Marques ACMGG. Broncofibroscopia e biópsia pulmonar cirúrgica no paciente crítico. In: Associação de Medicina Intensiva Brasileira; Dal-Pizzol F, Amorim FF, organizadores. PROAMI Programa de Atualização em Medicina Intensiva: Ciclo 21. Porto Alegre: Artmed Panamericana; 2024. p. 9-39. <https://doi.org/10.5935/978-85-514-1233-6.C0001>



## TEMA 4

# Modos ventilatórios convencionais e regulagem inicial do ventilador invasivo

### A. Modos Ventilatórios Convencionais

**A.1** - Ventilação volume-controlada (VCV)

**A.2** - Ventilação pressão-controlada (PCV)

**A.3** - Ventilação com pressão de suporte (PSV)

### B. Regulagem Inicial dos ajustes do Ventilador Invasivo:

**B.1** - Aspectos comuns aos modos VCV, PCV e PSV

**B.1.2** - Condutas comuns a todos os modos de ventilação mecânica invasiva

**B.2** - Aspectos específicos dos ajustes de VCV

**B.3** - Aspectos específicos dos ajustes de PCV

**B.4** - Aspectos específicos dos ajustes de PSV

## A. Modos ventilatórios convencionais

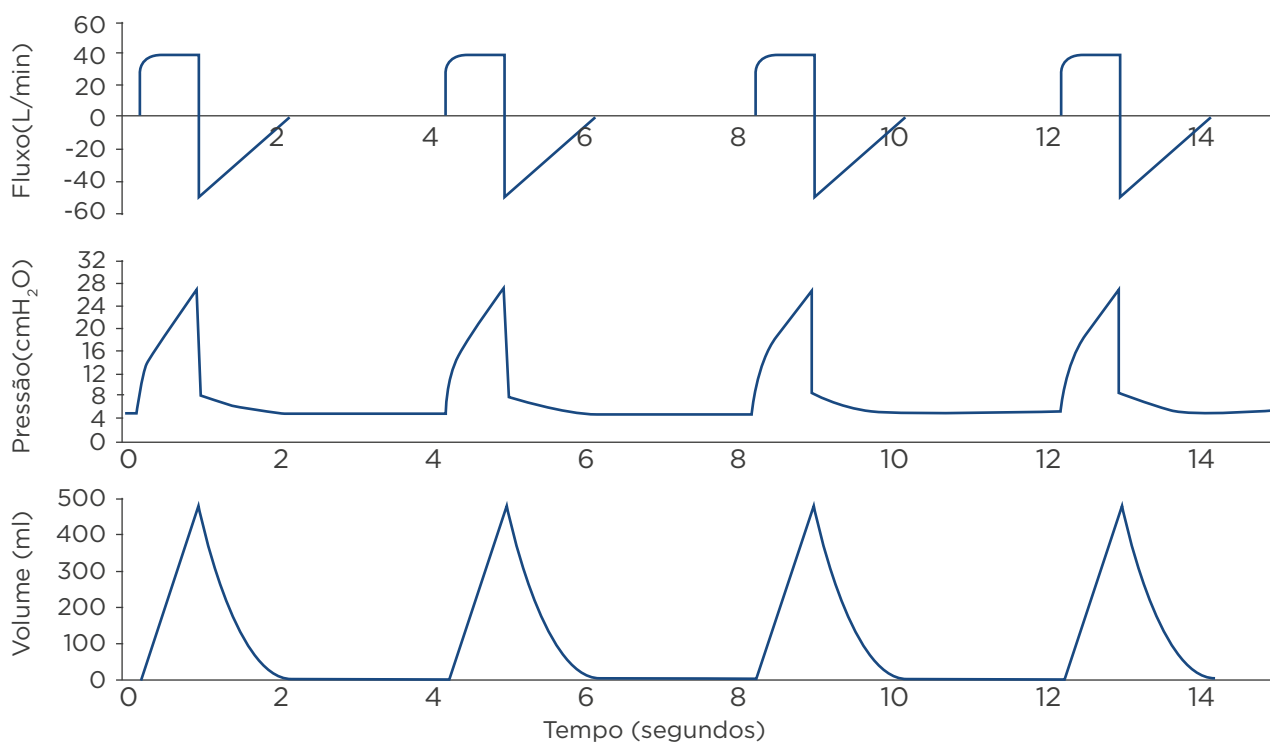
**Comentário:** A ventilação mecânica invasiva (VMI) é um dos pilares de manutenção da vida do paciente crítico enquanto medidas terapêuticas específicas são implementadas. Apesar disso, este método de suporte de vida agrega uma série de riscos aos pacientes que são inerentes a sua aplicação. Para mitigar seus efeitos adversos, conhecimentos sólidos sobre fisiopatologia, modalidades ventilatórias, operação dos equipamentos e avaliação clínica seriada da variabilidade de demanda ventilatória ao longo do tempo são cruciais.

### A.1 - Modo Volume Controlado (VCV)

#### Definição, critérios de disparo e ciclagem

**Comentário:** O VCV é um modo assistido - controlado em que a variável constante é o volume corrente. O disparo ocorre a tempo, nos ciclos controlados, ou por sensibilidade aos gatilhos pneumáticos à pressão e/ou fluxo, nos ciclos assistidos, deflagrados pelo esforço inspiratório do paciente. A ciclagem é determinada pela entrega do VC programado, diretiva primária do modo. Em VCV, a pressão inspiratória é variável, uma vez que o fluxo e o volume fornecidos são constantes a cada ciclo ventilatório (figura 1). Alterações na mecânica respiratória (resistência e complacência) e no esforço do paciente também fazem com que a pressão nas vias aéreas se modifique. No VCV, o operador define o VC, o padrão da onda de fluxo, o pico de fluxo inspiratório, a PEEP, a  $FiO_2$ , a frequência ventilatória e a sensibilidade do disparo. A relação I:E resultante dependerá da interação destas variáveis (volume e fluxo) com a f prescrita e/ou f realizada pelo paciente, no caso de ciclos assistidos<sup>1</sup>.

**Figura 1:** Curvas fluxo, pressão e volume em função do tempo em VCV. Nesta figura, todos os ciclos são controlados, disparados a tempo pelo ventilador<sup>2</sup>.



## Parâmetros específicos

### Volume corrente

**Comentário:** O volume corrente deve ser ajustado pela altura e sexo dos indivíduos, iniciando-se com 6 a 8ml/kg de peso predito. Uma vez que a inferência do volume de pulmão aerável é feita com base nestas variáveis, não utilizamos o peso real para o cálculo do volume corrente e sim o peso predito, utilizando as equações abaixo<sup>3</sup>:

Peso predito de homens =  $50 + 0,91 \times (\text{altura em centímetros} - 152,4)$ .

Peso predito de mulheres =  $45,5 + 0,91 \times (\text{altura em centímetros} - 152,4)$ .

### Sugere-se:

- O uso do peso predito para cálculo do volume corrente prescrito<sup>3-5</sup>.
- Utilizar o volume corrente inicial de 6 a 8ml/kg de peso predito<sup>3-5</sup>.

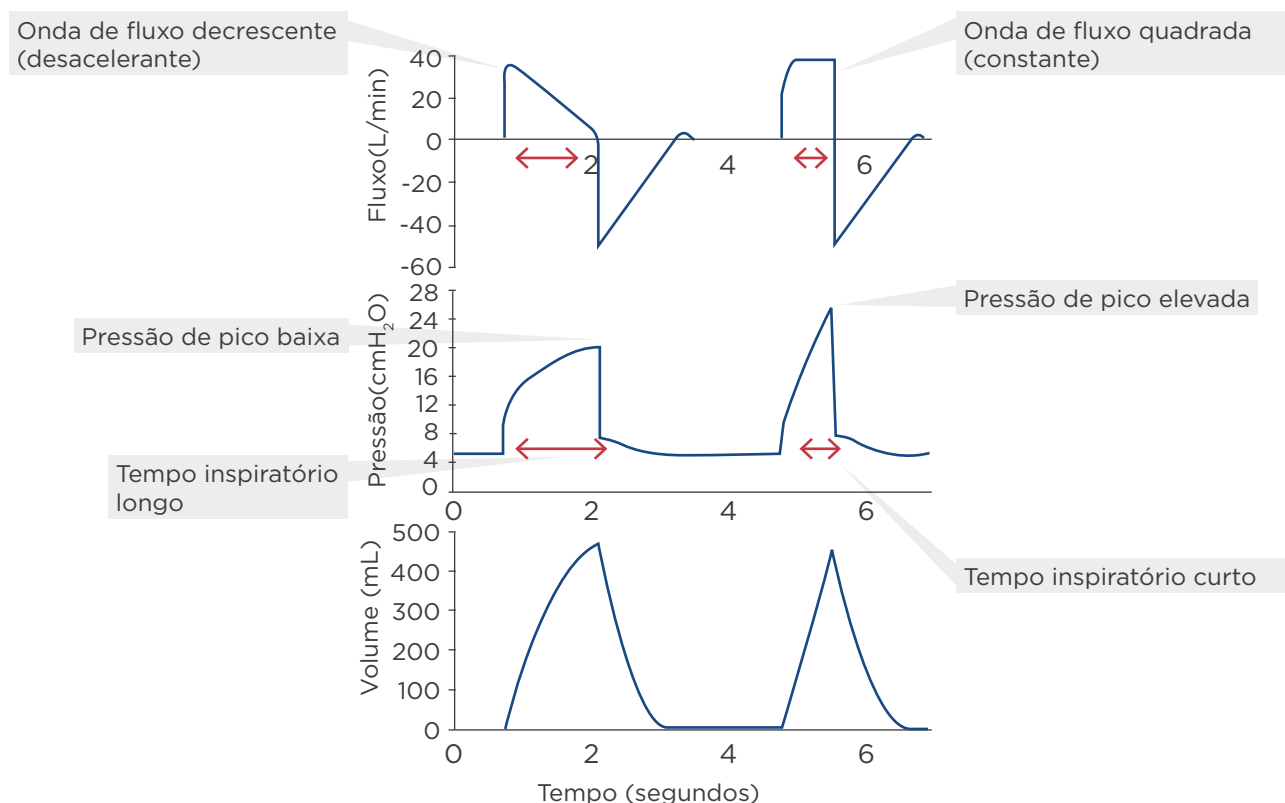
### Fluxo inspiratório

**Comentário:** Em alguns ventiladores, em VCV, é possível selecionar a forma da onda de fluxo inspiratório: onda quadrada (fluxo constante durante toda fase inspiratória), onda descendente (fluxo desacelerado durante a fase inspiratória), onda ascendente ou onda sinusoidal, pouco utilizadas, atualmente (figura 2). O uso de onda de fluxo descendente gera redução da pressão de pico e aumento do tempo inspiratório necessário para entregar o volume prescrito (figura 3). Devido a isso, deve-se utilizar VCV com fluxo quadrado para realização de medidas de mecânica ventilatória.

**Figura 2 - Formas da curva de fluxo**



**Figura 3:** Efeito das diferentes ondas de fluxo sobre a pressão de pico e o tempo inspiratório em VCV. No primeiro ciclo: onda de fluxo decrescente (desacelerada) gerando uma pressão de pico menor, em função da redução do componente resistivo, mas utilizando um tempo inspiratório maior para entrega do volume corrente. No segundo ciclo: onda de fluxo quadrada (constante) gerando uma pressão de pico mais elevada, porém com tempo inspiratório mais curto para entregar o mesmo volume corrente<sup>2</sup>.



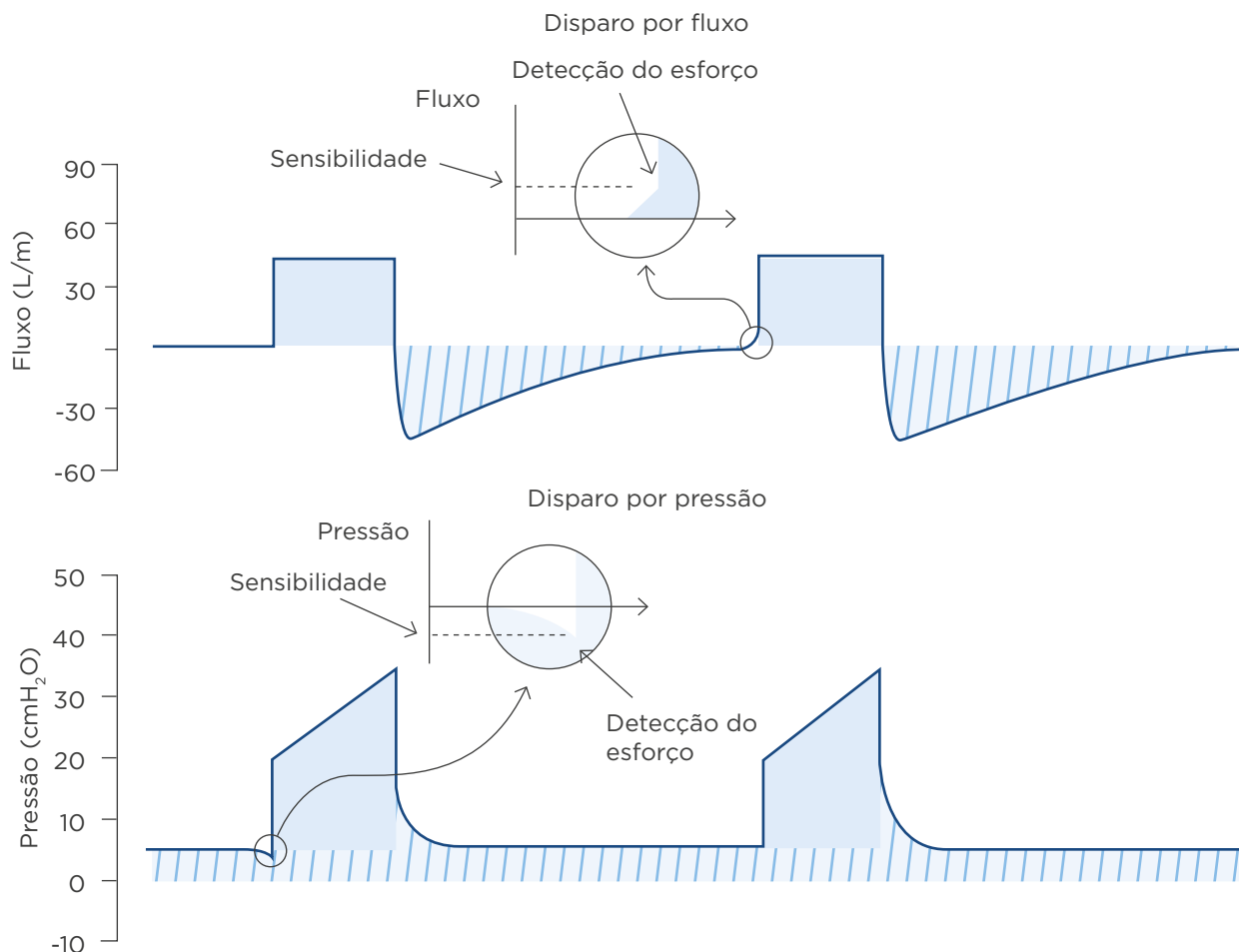
### Considerar:

- Em VCV, avaliar qual a melhor forma de onda de fluxo inspiratório levando-se em conta a sua influência no tempo inspiratório e na pressão de pico de vias aéreas, de acordo com o contexto clínico e a mecânica ventilatória de cada paciente.
- Utilizar fluxo alto quando se objetiva tempos inspiratórios mais curtos e fluxo menor para tempos inspiratórios mais longos.
- Após a intubação, realizar avaliação inicial da mecânica ventilatória do paciente, na modalidade VCV, aproveitando o efeito do bloqueio neuromuscular realizado durante a intubação com sequência rápida.

### Sensibilidade do disparo

**Comentário:** O ajuste da sensibilidade do disparo permite que ciclos assistidos sejam fornecidos ao paciente quando limiares de pressão negativa e/ou fluxo, gerados pelo esforço inspiratório do paciente, forem atingidos (figura 4). Em VCV, os ciclos assistidos têm a mesma configuração de volume, fluxo e forma de onda dos ciclos controlados. A única diferença é que nos ciclos controlados o disparo é do ventilador, a tempo, enquanto nos ciclos assistidos o disparo é realizado pelo paciente. Sensibilidade inadequadamente alta pode gerar autodisparo, enquanto sensibilidade inadequadamente baixa pode gerar assincronia de disparo ineficaz (ver seção específica de assincronias)<sup>6-9</sup>.

**Figura 4:** Gatilhos de disparo por fluxo e pressão. O ventilador dispara quando o esforço inspiratório do paciente causa modificações no fluxo e/ou pressão alcançando o limiar de disparo ajustado (sensibilidade)<sup>10</sup>.



#### Considerar:

- Ajustar a sensibilidade para que o ventilador fique o mais fácil possível de ser disparado, evitando o disparo ineficaz sem, contudo, gerar autodisparo.

#### PEEP e FiO<sub>2</sub>

**Comentário:** Em ventilação mecânica com pressão positiva, a PEEP e a FiO<sub>2</sub> são as maiores determinantes da PaO<sub>2</sub>. Contudo, a definição de PEEP ideal e o melhor método de ajuste seguem indefinidos<sup>11-15</sup>.

#### Sugere-se:

- Ajustar as relações de PEEP e FiO<sub>2</sub> de forma individualizada tendo com meta de SpO<sub>2</sub> de 92% a 96%<sup>16</sup>.

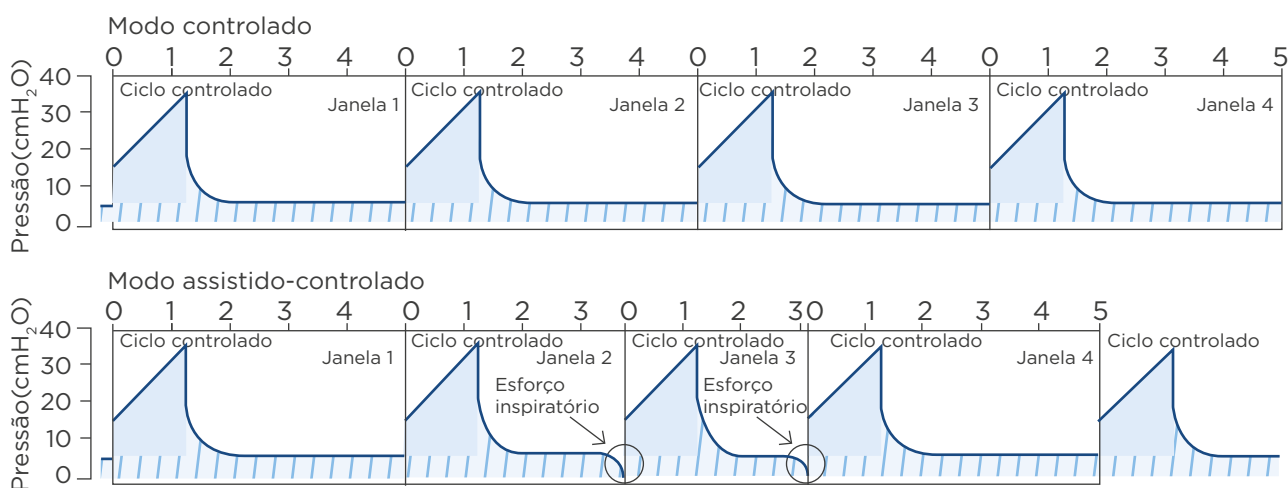
#### Cuidados específicos

**Comentário:** Uma vez que em VCV o volume corrente e o fluxo são as variáveis com ajuste fixo, as pressões geradas são as variáveis dependentes, influenciadas pelas características da mecânica do sistema respiratório (resistência e complacência) e do esforço inspiratório do paciente. Na utilização de VCV, deve-se realizar a monitorização das pressões de pico, platô e distensão alveolar.

Em VCV, a relação I:E é determinada pela f (janela de tempo), pelo volume corrente prescrito, pelo fluxo inspiratório e pelo formato da onda de fluxo selecionados pelo operador. A relação

I:E realizada será igual à definida somente se todos os ciclos forem controlados. Caso o paciente dispare o ventilador, gerando ciclos assistidos, a relação I:E realizada será diferente da ajustada nos parâmetros do ventilador (figura 5). Caso o paciente gere ciclos assistidos com frequência muito elevada, pode haver geração de autoPEEP por alçapamento aéreo em função de tempo expiratório insuficiente.

**Figura 5:** Influência dos ciclos assistidos na janela de tempo e na relação I:E. No modo controlado, notamos que cada ciclo ventilatório tem uma janela de tempo de cinco segundos, ou seja, a cada cinco segundos ocorre um disparo a tempo (ciclo controlado) com uma f ajustada de 12 disparos por minuto (janela de tempo =  $60/f$ ). Como no exemplo um segundo dos cinco disponíveis na janela de tempo é utilizado para fase inspiratória, sobram quatro segundos para que a expiração ocorra, portanto uma relação I:E de 1:4. Já no terceiro e quarto ciclos do gráfico inferior, os disparos são do paciente (ciclos assistidos) e ocorrem antes que os quatro segundos expiratórios dos ciclos controlados tenham transcorrido, gerando uma janela de tempo variável, modificando a relação I:E realizada<sup>10</sup>.



### Considerar:

- Monitorizar as diferenças entre a relação I:E ajustada e a realizada, avaliando seu impacto sobre o tempo expiratório e a possível geração de autoPEEP.

Obs: Em alguns equipamentos, em VCV, o ajuste de fluxo de forma direta não está disponível, sendo feito de forma indireta pelo ajuste da relação I:E definida pelo operador.

### Indicações

**Comentário:** As modalidades VCV e PCV apresentam cada uma vantagens e desvantagens. A escolha do modo ventilatório depende do contexto clínico e da experiência do operador. Até o presente momento, não se evidenciaram diferenças significativas entre as duas modalidades em parâmetros fisiológicos (mecânica do sistema respiratório, troca gasosa, parâmetros hemodinâmicos e trabalho ventilatório) ou desfechos clínicos (mortalidade e permanência na UTI)<sup>1</sup>.

### Considerar:

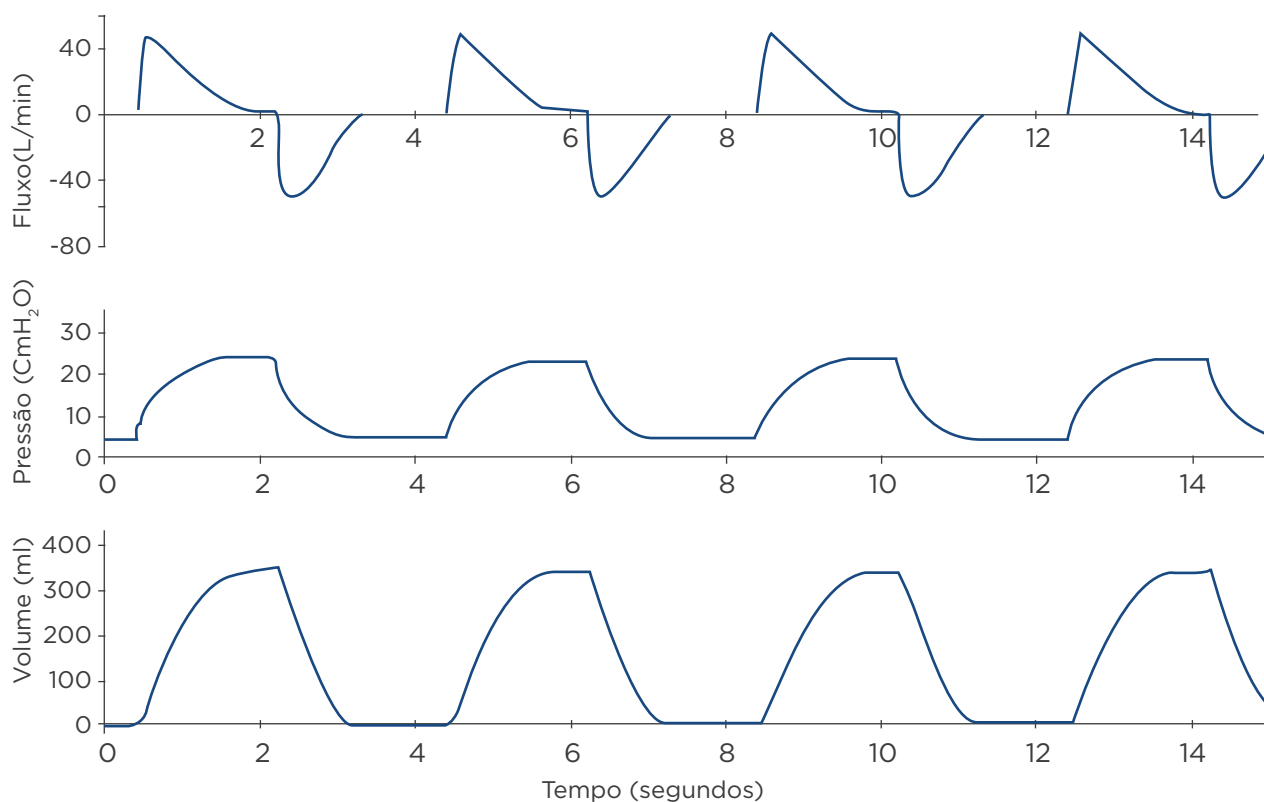
- O uso de VCV em situações nas quais o controle rígido de volume corrente e volume minuto forem necessários (por exemplo, para controle de PaCO<sub>2</sub>, pacientes neurocríticos, com hipertensão intracraniana).

## A.2 - Modo pressão controlada (PCV)

### Definição, critérios de disparo e ciclagem

**Comentário:** O PCV é um modo assistido-controlado no qual uma pressão limitada, fixa, é aplicada durante o tempo inspiratório definido pelo operador. O VC é a variável dependendo da pressão administrada, do tempo inspiratório, das propriedades mecânicas do sistema ventilado e do esforço do paciente. Durante a fase inspiratória, o fluxo é fornecido pelo ventilador até atingir o valor de pressão próxima à pré-determinada. Para tanto, o ventilador reduz o fluxo inspiratório gradativamente, visando manter o nível de pressão constante até o final da inspiração (figura 6). Em PCV, o operador define a pressão inspiratória (total ou sobre a PEEP), a PEEP, o tempo inspiratório, o tempo de subida (*rise time*), a  $FiO_2$ , a frequência respiratória e a sensibilidade de disparo (funcionamento igual ao descrito em VCV). A relação I:E resultante dependerá da interação entre o tempo inspiratório definido pelo operador com a  $f$  prescrita e/ou  $f$  realizada pelo paciente, no caso de ciclos assistidos<sup>1</sup>.

**Figura 6:** Curvas fluxo, pressão e volume em função do tempo em PCV com todos os ciclos disparados a tempo pelo ventilador. Note que nesta figura o tempo de subida (*rise time*) é lento, o que determina o formato curvo na porção ascendente do traçado pressão x tempo<sup>2</sup>.



### Parâmetros específicos

#### Pressão

**Comentário:** Em PCV, uma pressão fixa é ajustada durante um tempo inspiratório pré-determinado gerando um volume corrente variável. As mesmas premissas de prescrição de volume corrente em VCV se aplicam ao PCV. Em alguns ventiladores, a pressão definida representa o valor acima da PEEP (delta de pressão); em outros, representa a pressão acima da PEEP somada à PEEP ajustada (pressão total de vias aéreas).



### Sugere-se:

- Em PCV, ajustar a pressão e o tempo inspiratório de modo a gerar volume corrente de 6 a 8ml/kg de peso predito em situações de complacência normal<sup>21,22</sup>.

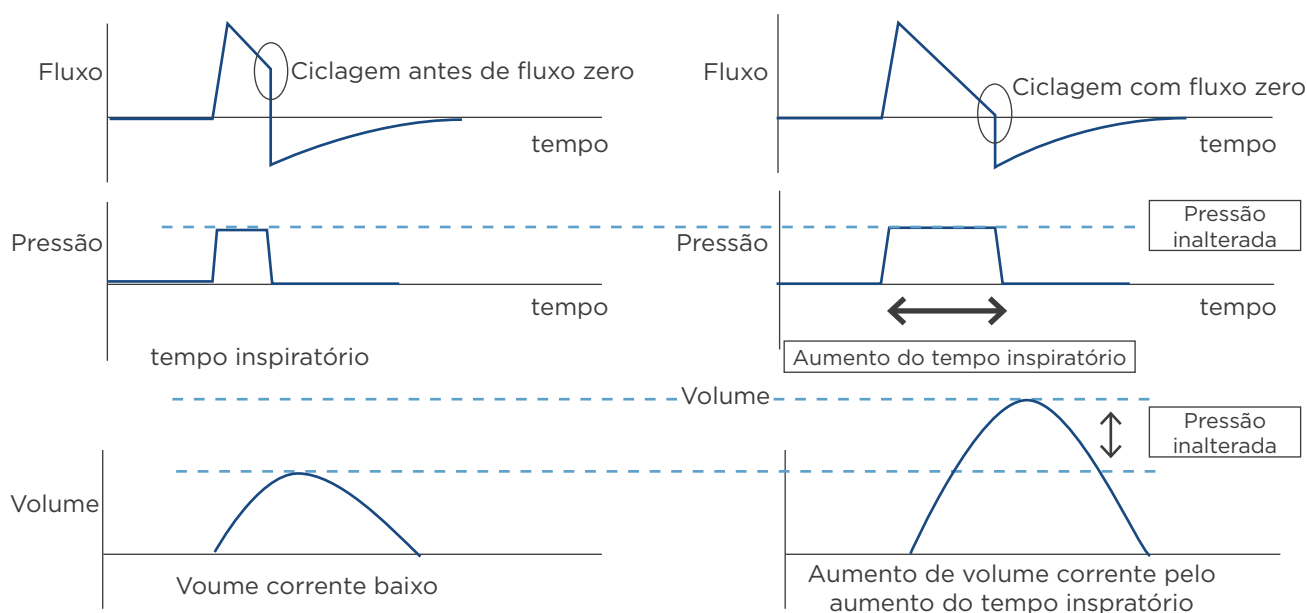
### Considerar:

- Monitorar continuamente o volume corrente gerado em PCV, uma vez que as propriedades mecânicas podem variar abruptamente alterando o volume corrente resultante.

### Tempo inspiratório

**Comentário:** Em PCV, muitas vezes, é possível modificar o volume corrente resultante sem alterar o delta de pressão. Se o ventilador ciclar antes que o fluxo inspiratório atinja zero, é possível aumentar o tempo inspiratório, resultando em aumento de volume corrente (figura 7).

**Figura 7:** Aumento do volume corrente com aumento do tempo inspiratório em PCV, quando a ciclagem está ocorrendo antes do zeramento do fluxo inspiratório. Note que com a mesma pressão é possível obter-se um aumento do volume corrente.



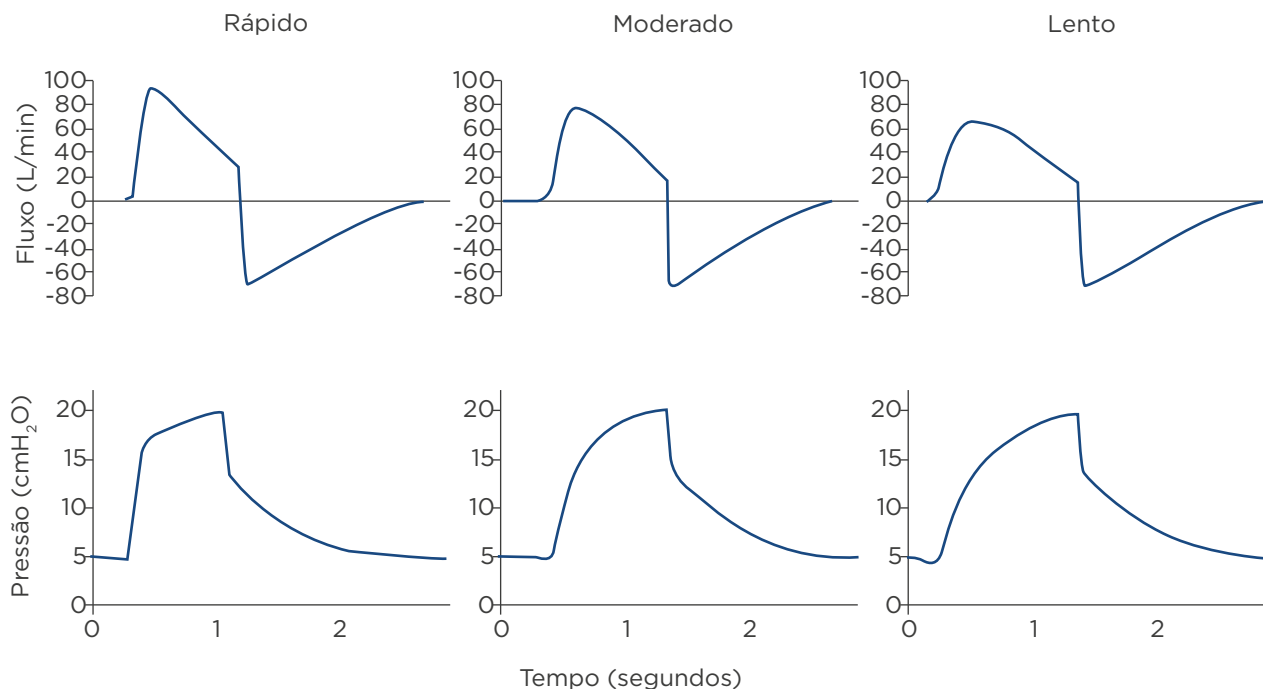
### Considerar:

- A monitorização gráfica simultânea e contínua das curvas de pressão, fluxo e volume em função do tempo, para avaliação do efeito dos ajustes de pressão e tempo inspiratório sobre o fluxo inspiratório e o volume corrente resultante.

### Aceleração de fluxo (tempo de subida, *rise time, slope*)

**Comentário:** Em PCV, um tempo de subida curto implica em um fluxo inspiratório inicial acelerado para atingir a pressão definida, enquanto um tempo de subida longo, em um fluxo inicial mais baixo e uma velocidade de pressurização mais lenta para atingir a meta de pressão ajustada (figura 8). Em alguns equipamentos, esse tempo é expresso em valores percentuais, enquanto, em outros, é expresso em segundos.

**Figura 8:** Efeito dos ajustes do tempo de subida nas ondas de fluxo e pressão em função do tempo. O tempo de subida rápido gera fluxo alto no início da inspiração e pico de fluxo inspiratório elevado. O aumento do tempo de subida gera fluxos mais lentos levando a queda no pico de fluxo inspiratório<sup>2</sup>.



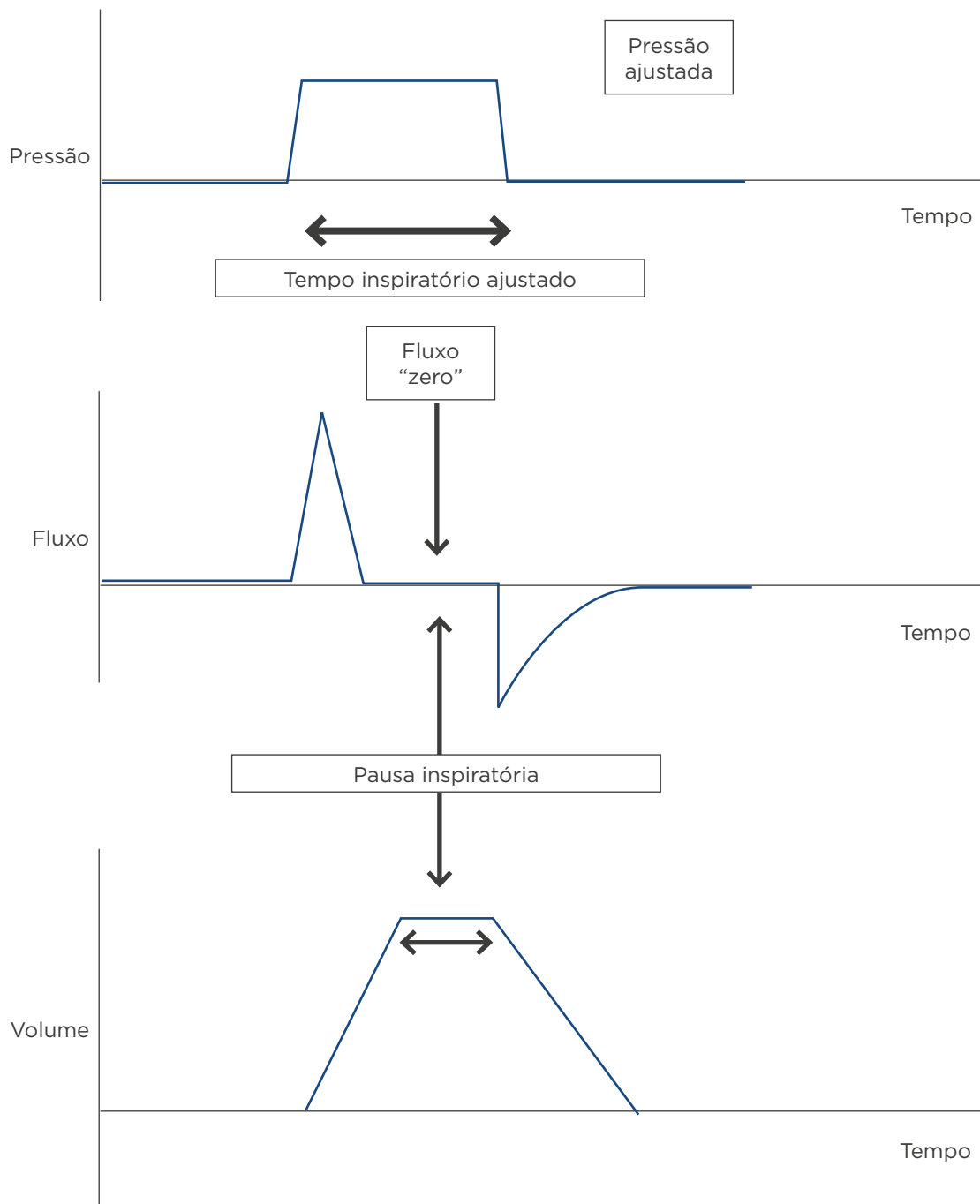
#### Considerar:

- Ajustar o tempo de subida de acordo com as condições de mecânica respiratória do paciente. Em situações de baixa complacência, utilizar tempos longos (percentuais baixos); em situações de alta complacência, utilizar tempos de subida curtos (percentuais altos).

#### Cuidados específicos

**Comentário:** Em situações de baixa complacência, o fluxo inspiratório cai de forma rápida podendo chegar a zero. Nessas situações, a pressão é mantida no nível definido durante tempo inspiratório ajustado, caracterizando uma pausa inspiratória não programada ou dinâmica (figura 9).

**Figura 9:** Representação gráfica da pausa inspiratória não programada (dinâmica) no PCV. Note que a pressão é mantida no valor ajustado durante o tempo inspiratório programado, mas, em função de baixa complacência e/ou pressurização insuficiente, o fluxo fica zerado durante parte desse tempo gerando a pausa inspiratória. Essa situação pode gerar volume corrente inadvertidamente baixo.



**Considerar:**

- Em PCV e situações de baixa complacência, monitorar a presença de pausas inspiratórias não programadas (dinâmicas) e o seu impacto sobre o volume corrente resultante.

**Comentário:** Em PCV, a relação I:E é determinada pela f (janela de tempo) e pelo tempo inspiratório definido pelo operador. A relação I:E realizada será igual a definida somente se todos os ciclos ventilatórios forem controlados. Caso o paciente dispare o ventilador, gerando ciclos assistidos, a

relação I:E realizada será diferente da ajustada nos parâmetros do ventilador. Caso o paciente gere ciclos assistidos com frequência muito elevada, pode haver geração de autoPEEP por alçapona-mento aéreo em função de tempo expiratório insuficiente.

**Considerar:**

- Em PCV, monitorizar as diferenças entre a relação I:E ajustada e a realizada, avaliando seu impacto sobre o tempo expiratório e a possível geração de autoPEEP.

Obs: Em alguns equipamentos, em PCV, o ajuste de tempo inspiratório de forma direta não está disponível. Ele é feito de forma indireta pelo ajuste da relação I:E definida pelo operador.

**Indicações**

**Comentário:** Como vantagens sobre VCV, o PCV apresenta fluxo livre decrescente, sendo menos desconfortável do que VCV, com fluxo constante (quadrado), para pacientes com esforços inspiratórios presentes, e reduz a possibilidade de lesões pulmonares por barotrauma ao limitar a pressão gerada. Como principal desvantagem, o PCV não permite assegurar o volume corrente gerado, que pode alterar de acordo com as variações da impedância (complacência e resistência) do sistema respiratório e esforço inspiratório do paciente, exigindo monitorização rigorosa por parte da equipe assistencial.

**Considerar:**

- O uso de PCV em pacientes com sedação leve e esforços inspiratórios preservados visando a maior conforto e sincronia.

**Comentário:** Como o PCV tem como diretiva a manutenção de pressão inspiratória constante, caso haja vazamento no sistema, seja por problemas no tubo/circuito ou por condição clínica (exemplo: fístula broncopleurálica com pneumotórax drenado, balonete do tubo desinsuflado), ocorre aumento do fluxo inspiratório para manutenção da pressão ajustada. Desta forma, há uma compensação parcial da perda de VC inspirado relacionada ao vazamento. No VCV, em função da diretiva primária ser o VC inspirado, esta compensação não ocorre.

**Considerar:**

- Escolher o PCV em situações clínicas de vazamento e perda do VC inspirado.
- Identificar e corrigir vazamentos relacionados a problemas de tubo e circuitos.

**Comentário:** A monitorização contínua da *driving pressure* ou pressão de distensão na prática clínica pode ser benéfica e necessária em alguns casos. O uso do PCV em algumas situações clínicas pode permitir tal monitorização. Principalmente em pacientes com complacência estática normal ou diminuída (como na SARA), é possível regular o tempo inspiratório de modo que o ventilador, visando manter a diretiva primária de pressão constante nas vias aéreas, execute fechamento gradual do fluxo inspiratório até zero, para então ciclar. Quando o operador conseguir ajustar o tempo inspiratório para terminar exatamente no momento em que o fluxo inspiratório estiver em zero, este fato permite que o delta de pressão programado seja numericamente igual à *driving pressure*, pois neste momento não haverá componente resistivo (fluxo zero), restando apenas a pressão decorrente do componente elástico em sistema. Como o delta de pressão oferecido é somado à PEEP, quando o fluxo for zero, ele equivalerá à *driving pressure*. Em pacientes obstrutivos, esse ajuste levaria a tempos inspiratórios muito longos e prejudiciais, principalmente nos pacientes muito complacentes como portadores de DPOC, devendo ser evitado. Nestes casos, será preciso recorrer à pausa inspiratória para se obter a pressão de platô e a *driving pressure* real (consultar seção específica deste documento).

### Considerar:

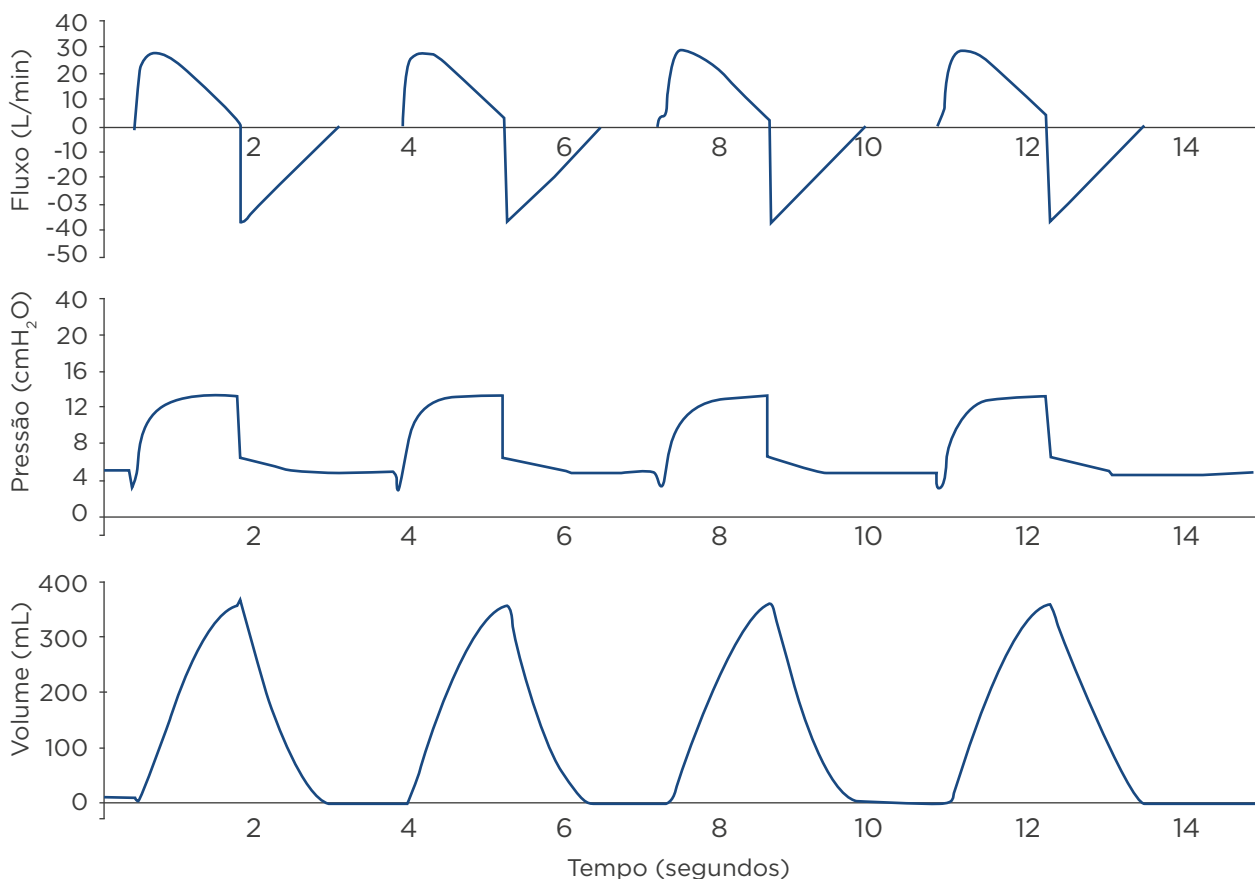
- Buscar regular o tempo inspiratório do ventilador no PCV no valor que coincida com o fechamento total da válvula de fluxo inspiratório no momento exato da expiração, em casos clínicos de pulmão normal ou restritivo, visando ganhar o máximo de volume corrente, usando o menor delta de pressão inspiratória, que, nesta situação, será equivalente ao valor da *driving pressure*. Não utilizar essa regulagem para pacientes obstrutivos ou com alta complacência estática.

## A.3 - Modo pressão de suporte (PSV)

### Definição, critérios de disparo e ciclagem

**Comentário:** O PSV é um modo ventilatório espontâneo, ou seja, não tem frequência predeterminada pelo operador, limitado à pressão e ciclado a fluxo. O nível de pressão de suporte (PS) é definido pelo operador e mantido constante durante toda a fase inspiratória por um autoajuste constante do fluxo inspiratório descendente (figura 10). Como padrão, a ciclagem é pré-ajustada em 25% do pico de fluxo inspiratório. Alguns ventiladores possuem ajuste automatizado do percentual de ciclagem. O volume corrente é livre e variável, dependendo do delta de PS, do percentual de ciclagem, do tempo de subida, do esforço inspiratório do paciente e da mecânica do sistema respiratório. No PSV, o operador define a pressão de suporte (delta de pressão sobre a PEEP), a PEEP, o percentual de ciclagem, o tempo de subida (*rise time*), a  $FiO_2$  e a sensibilidade do disparo. A *f* é livre, determinada pelo *drive* ventilatório do paciente<sup>17-19</sup>.

**Figura 10:** Curvas fluxo, pressão e volume em função do tempo em PSV. Note que todos os ciclos são assistidos, ou seja, deflagrados pelo esforço inspiratório do paciente ao atingir o limiar de sensibilidade de disparo estabelecido, neste caso com gatilho à pressão<sup>2</sup>.



## Parâmetros específicos em PSV

### Pressão de Suporte (PS)

**Comentário:** Em PSV, o esforço inspiratório do paciente é auxiliado pelo ventilador em um nível predefinido de pressão inspiratória. A interação entre esforço inspiratório do paciente, a mecânica ventilatória e o nível de PS ajustados influenciam a geração do volume corrente resultante. Portanto, para manter a ventilação protetora em PSV, o nível de PS ajustado deve ser titulado para o esforço do paciente evitando-se assistência excessiva ou insuficiente (consultar seção específica do tema neste documento).

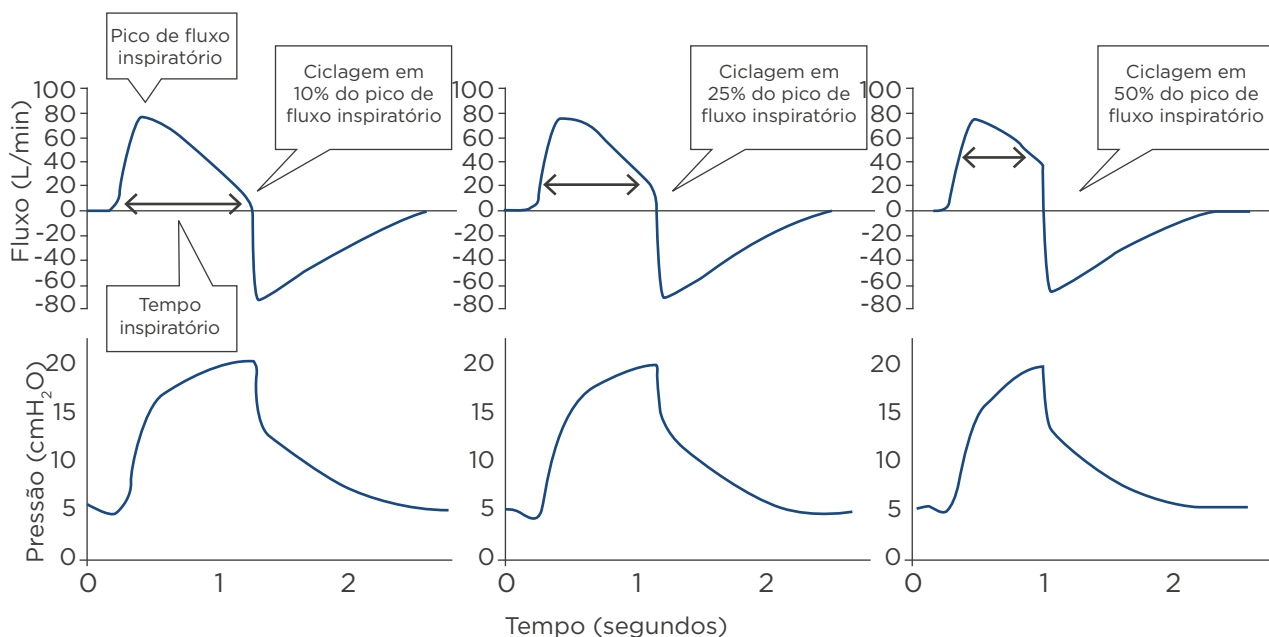
### Considerar:

- Em PSV, avaliar e ajustar o nível de assistência ofertada, evitando-se situações de assistência inspiratória excessiva ou insuficiente.

### Critério de ciclagem ou *trigger* expiratório ou percentual de ciclagem (*cycling off*)

**Comentário:** O ajuste do percentual para ciclagem é um critério adicional em relação à PS no ajuste do volume corrente em PSV. À medida que se aumenta o valor do percentual do pico de fluxo inspiratório para ciclagem, ocorre redução no tempo inspiratório (figura 11). O ventilador fecha a válvula inspiratória mais precocemente, produzindo volume corrente menor. É um recurso que permite também o ajuste indireto da relação I:E mais adequada para o paciente. Utilizam-se valores percentuais de acordo com a mecânica respiratória: valores baixos quando se almeja ciclagem mais tardia (maior tempo inspiratório), em situações de baixa complacência (por exemplo, SARA), e valores elevados quando se almeja ciclagem mais precoce, como em situações de complacência elevada (por exemplo, DPOC).

**Figura 11:** Influência do critério de ciclagem no tempo inspiratório<sup>2</sup>.



### Sensibilidade de disparo e aceleração de fluxo (*rise time*)

**Comentário:** A sensibilidade de disparo em PSV funciona de forma idêntica ao descrito em PCV e VCV, com gatilhos a fluxo e/ou pressão. A aceleração do fluxo de subida funciona de forma idêntica ao descrito em PCV. Para detalhes, consultar seções anteriores deste capítulo.

**Considerar:**

- A utilização de tempos de subida (*rise time*) curtos em situações de complacência elevada e tempos de subida longos em situações de complacência reduzida.

## Cuidados específicos em PSV

### Volume corrente

**Comentário:** O VC gerado em PSV é uma variável dependente de vários fatores: do delta de pressão, do percentual de ciclagem, da aceleração do fluxo inspiratório (*rise time*), das características mecânicas do sistema ventilado e do esforço inspiratório do paciente (Pmus). Deve-se buscar ajustes que contemplem a demanda ventilatória do paciente de forma segura, evitando-se volumes correntes excessivamente altos ou baixos<sup>20</sup>.

**Considerar:**

- Sempre monitorar o volume corrente gerado em PSV com o objetivo de manter a ventilação mecânica dentro dos limites considerados protetores.

### Ventilações de retaguarda (*backup* de apneia)

**Comentário:** Como em PSV todos os ciclos são obrigatoriamente disparados pelo *drive* ventilatório do paciente e não há frequência ajustada, é fundamental o ajuste dos alarmes e a configuração das ventilações de retaguarda (*backup*). Os ventiladores modernos permitem a configuração da ventilação de retaguarda em VCV ou PCV, disparados a tempo, caso ocorra apneia durante a PSV, mas esta é uma condição de alarme.

**Sugere-se:**

- Sempre revisar as telas de alarme e configurar o modo ventilatório de retaguarda (*backup* de apneia) quando em uso em PSV.

**Comentário:** Na presença de vazamentos, é possível que a queda de fluxo inspiratório necessária para determinar a ciclagem em PSV não seja alcançada, uma vez que o ventilador prioriza a diretiva primária de manutenção de pressão constante na via aérea durante a inspiração, liberando o fluxo inspiratório para compensar tal vazamento. Isso pode gerar tempos inspiratórios perigosamente elevados ou até impedir a ciclagem<sup>20</sup>.

**Considerar:**

- Na presença de vazamentos, sempre monitorar o tempo inspiratório e a ciclagem em PSV. Identificar e corrigir os vazamentos sempre que possível. Eventualmente, a mudança para PCV deve ser realizada até se resolver o vazamento, por segurança do paciente.

## Indicações de PSV

**Comentário:** Apesar do PSV ter sido desenvolvido como modo para retirada da ventilação mecânica, validado para realização de teste de respiração espontânea (TRE), nos ventiladores modernos, ele pode ser utilizado de forma segura em pacientes com *drive* ventilatório próprio, estável, respeitados os ajustes pertinentes de alarmes e ventilação de retaguarda (*backup*), mesmo sob sedoanalgesia leve. O PSV também é uma modalidade ventilatória muito utilizada em ventilação não invasiva (consultar seção específica do tema neste documento).

**Sugere-se:**

- Utilizar o PSV no processo de retirada da ventilação mecânica, como método de transição na redução do suporte ventilatório e na realização de teste de respiração espontânea (TRE), como alternativa ao teste com peça em T.

**Considerar:**

- O PSV como modalidade ventilatória possível em pacientes com *drive* ventilatório preservado e estável, de acordo com a avaliação clínica, respeitando-se os ajustes de alarmes e ventilação de retaguarda que garantam a segurança do suporte ventilatório ao paciente em caso de apneia.

## B. Ajustes na regulação inicial do ventilador invasivo

**Comentário:** As sugestões de ajustes iniciais representam um ponto de partida para iniciar a ventilação mecânica invasiva. Reavaliações clínicas e gasométricas seriadas orientarão modificações individualizadas com o objetivo de suprir a variabilidade de demanda ventilatória ao longo do tempo, de forma protetora e segura.

### B.1 – Aspectos comuns nos ajustes dos modos VCV, PCV e PSV

**Comentário:** Alguns parâmetros de ajuste e condutas em ventilação mecânica invasiva são comuns nas modalidades VCV, PCV e PSV. Os parâmetros comuns incluem: a meta de volume corrente, o ajuste da sensibilidade de disparo a fluxo e/ou pressão dos ciclos assistidos, o ajuste de frequência ventilatória (em VCV e PCV), a titulação da PEEP, o ajuste de  $FiO_2$  e o ajuste dos alarmes ventilatórios. Condutas comuns em VMI incluem: a manutenção de estratégia protetora, reavaliação clínica e gasométrica seriada, a humidificação do sistema, a monitorização gráfica contínua das curvas de VM, busca ativa e correção de assincronias, a avaliação e correção do impacto hemodinâmico da VMI com pressão positiva e, finalmente, a busca ativa diária dos pacientes elegíveis para retirada do suporte ventilatório.

#### Parâmetros ventilatórios comuns

**Sugere-se:**

- Em situações de complacência pulmonar normal, utilizar VC de 6 a 8ml/kg de peso predito<sup>3-5,21,22</sup>.

Obs: Valores de VC em situações de doença são tratados em seção específica do tema neste documento.

**Comentário:** Sempre realizar o ajuste dos parâmetros de alarmes do ventilador, de acordo com os objetivos clínicos e modalidade ventilatória utilizada (consultar seção específica do tema neste documento).

**Considerar:**

- Iniciar a ventilação com VC de 6 a 8mL/kg de peso predito.
- Ajustar a sensibilidade do disparo a fluxo (entre 2 e 6L/min) ou pressão (-1 ou - 2cmH<sub>2</sub>O). A escolha do tipo de disparo e ajuste de sensibilidade deve levar em conta a facilidade de disparo<sup>23-27</sup>.
- Para pacientes sem doença pulmonar, ajustar a frequência respiratória inicial que garanta um volume minuto entre 5 e 8L/min (volume/minuto = frequência respiratória x volume corrente). Ajuste inicial com f de 12 a 16irpm, que atenda às demandas metabólicas dos pacientes.
- Ajustar as frequências respiratórias mais altas, de 25 a 30irpm, em pacientes com baixa complacência pulmonar (SARA, fibrose pulmonar) e frequências respiratórias mais baixas, de 9 a 12irpm, em pacientes obstrutivos (DPOC e asma).
- Ajustar a PEEP inicial em 3-5cmH<sub>2</sub>O e titular conforme a indicação e necessidade clínica<sup>4,23,26,28,29</sup> (consultar seção específica do tema neste documento).
- Ajustar a  $FiO_2$  inicial em 1 e, posteriormente, titular seu valor para uma  $SpO_2$  entre 92 e 96%.
- Utilizar aquecedores e umidificadores passivos em pacientes sob VM. Nos pacientes que apresentam secreção espessa, deve-se utilizar umidificação e aquecimento ativos, se disponível,



com umidificação ótima, para evitar aumento de resistência das vias aéreas pelo acúmulo de secreções ou até mesmo oclusão do tubo orotraqueal<sup>30</sup>.

- Após 20 minutos de ventilação estável, deve-se colher uma gasometria arterial para observar se as metas de ventilação, troca gasosa e equilíbrio ácido básico foram atingidas<sup>23-26</sup>.

## B.1.2 – Condutas comuns a todos os modos de ventilação mecânica invasiva

### Considerar:

- Manter parâmetros protetores de VM, independentemente da modalidade ventilatória utilizada (consultar seção específica do tema neste documento).
- Realizar busca ativa de assincronias e suas correções a cada avaliação do paciente (consultar seção específica do tema neste documento).
- Realizar busca ativa diária dos pacientes elegíveis para retirada do suporte ventilatório (consultar seção específica do tema neste documento).
- Avaliar o impacto hemodinâmico da ventilação mecânica com pressão positiva e realizar os ajustes necessários conforme avaliação do paciente (reposição volêmica, vasopressores ou inotrópicos).
- Realizar um controle gasométrico 20 minutos após alterações significativas dos parâmetros ventilatórios.

## B.2 – Ajustes específicos iniciais do VCV

### Considerar:

- Ajustar o volume corrente para 6 a 8mL/kg de peso predito.
- Ajustar o fluxo inspiratório inicial entre 40 e 60L/min. Pacientes obstrutivos podem necessitar de fluxos inspiratórios mais elevados para garantir relações I:E menores<sup>4,23,26,28,29</sup>.
- Selecionar onda de fluxo inicial quadrada (constante) para a realização de medidas de mecânica ventilatória. Alterar para a onda de fluxo decrescente após as medidas da mecânica respiratória, caso a situação clínica permita.
- Ajustar uma relação I:E inicial em torno de 1:2 ou 1:3. Lembrar que em VCV o volume corrente, o fluxo, o formato da onda de fluxo e a frequência ajustada determinam o tempo inspiratório resultante. Utilizar relações I:E menores em pacientes obstrutivos<sup>22,23,24</sup>.

## B.3 – Ajustes específicos iniciais do PCV

### Considerar:

- Ajustar a pressão e o tempo inspiratório com uma meta inicial de 6 a 8mL/kg de peso predito de volume corrente resultante. Realizar os ajustes necessários de acordo com o quadro clínico, avaliação da mecânica ventilatória e controles gasométricos subsequentes.
- Ajustar o tempo inspiratório e a frequência respiratória inicial com objetivo de uma relação I:E de 1:2 a 1:3.
- Utilizar relações I:E menores em pacientes obstrutivos (1:3 a 1:5), ajustando tempo inspiratório menor e frequência respiratória mais baixa, permitindo tempo expiratório longo para evitar autoPEEP.
- Monitorizar a presença de autoPEEP em pacientes obstrutivos, e de pausa inspiratória não programada (dinâmica) em pacientes com baixa complacência pulmonar.
- Ajustar o tempo de subida conforme a mecânica ventilatória do paciente e presença de assincronias (consultar seção específica do tema neste documento).

## B.4 – Ajustes específicos iniciais do PSV

### Considerar:

- Ajustar a pressão e o percentual de ciclagem com uma meta inicial de 6 a 8ml/kg de peso predito de volume corrente resultante. Realizar os ajustes necessários de acordo com o quadro clínico, avaliação da mecânica ventilatória e controles gasométricos subsequentes.
- Ajustar a sensibilidade do disparo a fluxo (entre 2 e 6L/min) ou pressão (-1 ou - 2cmH<sub>2</sub>O). Meta: facilitar o disparo evitando o autodisparo.
- Ajustar o tempo de subida conforme a mecânica ventilatória do paciente e presença de assincronias.
- Ajustar percentual de ciclagem conforme mecânica ventilatória de cada caso. Padrão: em torno de 25% do pico de fluxo inspiratório; complacência elevada: percentuais mais altos (> 25%); complacência reduzida percentuais mais baixos (< 25%). Monitorar o volume corrente resultante, tempo inspiratório, presença de autoPEEP e assincronias (consultar seção específica deste documento).

### Sugere-se:

- Ajustar os alarmes e ventilação de retaguarda (*backup* de apneia) em PSV.

### Referências bibliográficas – Tema 4

1. Rittayamai N, Katsios CM, Beloncle F, Friedrich JO, Mancebo J, Brochard L. Pressure-Controlled vs Volume-Controlled Ventilation in Acute Respiratory Failure: A Physiology-Based Narrative and Systematic Review. *Chest*. 2015;148(2):340-55.
2. Hess DR, Kacmarek RM. Traditional Modes of Mechanical Ventilation. *Essentials of Mechanical Ventilation*. Fourth ed: McGraw-Hill Education; 2019. p. 50-60.
3. Acute Respiratory Distress Syndrome N, Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, Wheeler A. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2000;342(18):1301-8.
4. Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi-Filho G, et al. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 1998;338(6):347-54.
5. International consensus conferences in intensive care medicine: Ventilator-associated Lung Injury in ARDS. This official conference report was cosponsored by the American Thoracic Society, The European Society of Intensive Care Medicine, and The Societe de Reanimation de Langue Francaise, and was approved by the ATS Board of Directors, July 1999. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;160(6):2118-24.
6. Aslanian P, El Atrous S, Isabey D, Valente E, Corsi D, Harf A, et al. Effects of flow triggering on breathing effort during partial ventilatory support. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;157(1):135-43.
7. Sassoon CS, Giron AE, Ely EA, Light RW. Inspiratory work of breathing on flow-by and demand-flow continuous positive airway pressure. *Crit Care Med*. 1989;17(11):1108-14.
8. Sassoon CS, Del Rosario N, Fei R, Rheeman CH, Gruer SE, Mahutte CK. Influence of pressure- and flow-triggered synchronous intermittent mandatory ventilation on inspiratory muscle work. *Crit Care Med*. 1994;22(12):1933-41.
9. Hill LL, Pearl RG. Flow triggering, pressure triggering, and autotriggering during mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 2000;28(2):579-81.
10. Bonassa J. Princípios do funcionamento dos ventiladores artificiais. In: Valiatti JLS, Amaral JLG, Falcão LFR, editors. *Ventilação Mecânica Fundamentos e Prática Clínica*. 2 ed: GEN - Guanabara Koogan; 2021. p. 113-38.
11. Karbing DS, Panigada M, Bottino N, Spinelli E, Protti A, Rees SE, Gattinoni L. Changes in shunt, ventilation/perfusion mismatch, and lung aeration with PEEP in patients with ARDS: a prospective single-arm interventional study. *Crit Care*. 2020;24(1):111.
12. Gattinoni L, Collino F, Camporota L. Assessing lung recruitability: does it help with PEEP settings? *Intensive Care Med*. 2024.
13. Gattinoni L, Marini JJ. In search of the Holy Grail: identifying the best PEEP in ventilated patients. *Intensive Care Med*. 2022;48(6):728-31.
14. Kallet RH, Matthay MA. Hyperoxic acute lung injury. *Respir Care*. 2013;58(1):123-41.
15. Girardis M, Busani S, Damiani E, Donati A, Rinaldi L, Marudi A, et al. Effect of Conservative vs Conventional Oxygen Therapy on Mortality Among Patients in an Intensive Care Unit: The Oxygen-ICU Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2016;316(15):1583-9.
16. O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J, Mak V, British Thoracic Society Emergency Oxygen Guideline G, Group BTSEOGD. BTS guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *Thorax*. 2017;72(Suppl 1):iii-ii90.
17. Chiumello D, Pelosi P, Taccone P, Slutsky A, Gattinoni L. Effect of different inspiratory rise time and cycling off criteria during pressure support ventilation in patients recovering from acute lung injury. *Crit Care Med*. 2003;31(11):2604-10.
18. Chiumello D, Polli F, Tallarini F, Chierichetti M, Motta G, Azzari S, et al. Effect of different cycling-off criteria and positive end-expiratory pressure during pressure support ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Crit Care Med*. 2007;35(11):2547-52.
19. Yoshida T, Fujino Y, Amato MB, Kavanagh BP. Fifty Years of Research in ARDS. Spontaneous Breathing during Mechanical Ventilation. Risks, Mechanisms, and Management. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;195(8):985-92.
20. Ísola AM. Ventilação sob o modo Pressão de Suporte. In: Valiatti JLS, Amaral JLG, Falcão LFR, editors. *Ventilação Mecânica Fundamentos e Prática Clínica*. 2 ed: GEN - Guanabara Koogan; 2021. p. 151-6.

21. Neto AS, Simonis FD, Barbas CS, Biehl M, Determann RM, Elmer J, et al. Lung-Protective Ventilation With Low Tidal Volumes and the Occurrence of Pulmonary Complications in Patients Without Acute Respiratory Distress Syndrome: A Systematic Review and Individual Patient Data Analysis. *Crit Care Med*. 2015;43(10):2155-63.
22. Serpa Neto A, Cardoso SO, Manetta JA, Pereira VG, Esposito DC, Pasqualucci Mde O, et al. Association between use of lung-protective ventilation with lower tidal volumes and clinical outcomes among patients without acute respiratory distress syndrome: a meta-analysis. *JAMA*. 2012;308(16):1651-9.
23. Barbas CSV, Amato MBP, Rodrigues Jr M. Técnicas de Assistência Ventilatória. *Conduas do paciente grave*1998. p. 321-52.
24. Calfee CS, Matthay MA. Recent advances in mechanical ventilation. *Am J Med*. 2005;118(6):584-91.
25. Chiumello D, Pelosi P, Calvi E, Bigatello LM, Gattinoni L. Different modes of assisted ventilation in patients with acute respiratory failure. *Eur Respir J*. 2002;20(4):925-33.
26. Ruiz RM, Bigatello L, Hess D. Mechanical Ventilation. *Critical Care Handbook of the Massachusetts General Hospital*: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. p. 80-98.
27. MacIntyre NR. Patient-ventilator interactions: optimizing conventional ventilation modes. *Respir Care*. 2011;56(1):73-84.
28. Barbas CS, de Matos GF, Pincelli MP, da Rosa Borges E, Antunes T, de Barros JM, et al. Mechanical ventilation in acute respiratory failure: recruitment and high positive end-expiratory pressure are necessary. *Curr Opin Crit Care*. 2005;11(1):18-28.
29. Kao CC, Jain S, Guntupalli KK, Bandi V. Mechanical ventilation for asthma: a 10-year experience. *J Asthma*. 2008;45(7):552-6.
30. Doyle A, Joshi M, Frank P, Craven T, Moondi P, Young P. A change in humidification system can eliminate endotracheal tube occlusion. *J Crit Care*. 2011;26(6):637 e1-4.



## TEMA 5

# Modos ventilatórios avançados

- A.** Modos ventilatórios avançados, indicações, contraindicações e cuidados específicos no uso
- A.1** - Volume controlado com pressão regulada (PRVC, *Pressure-Regulated Volume-Control*)
  - A.2** - Ventilação com liberação de pressão nas vias aéreas (APRV, *Airway Pressure-Release Ventilation*) e BiPAP (ou *Bilevel*, Ventilação com pressão positiva bifásica, ou *Biphasic intermittent positive airway pressure*)
  - A.3** - *Noisy PSV ventilation*
  - A.4** - PAV mode (Ventilação Assistida Proporcional, ou *Proportional Assisted Ventilation*)
  - A.5** - ATC (*Automatic Tube Compensation*, ou Compensação Automática do Tubo)
  - A.6** - NAVA (Ventilação Assistida Ajustada Neuralmente, ou *Neurally Adjusted Ventilatory Assist*)
  - A.7** - ASV (Ventilação de Suporte Adaptativa, *Adaptive Support Ventilation*)
  - A.8** - *Smartcare*

## A. Modos ventilatórios avançados, indicações, contraindicações e cuidados específicos no uso

**Comentário:** A escolha do modo ventilatório deve ser baseada na gravidade do paciente e na familiaridade da equipe da UTI com o mesmo. Esses modos alternativos de ventilação mecânica buscam combinar ajustes de limites, compensações e ajustes automáticos adicionais aos modos tradicionais de ventilação, e têm sido cada vez mais estudados em diferentes situações clínicas.

### Considerar:

- Usar os modos alternativos de ventilação mecânica em situações clínicas individualizadas, desde que o usuário esteja familiarizado com seus ajustes e que o quadro clínico do paciente possa se beneficiar dos recursos específicos de cada modo.

### A.1 - Volume controlado com pressão regulada (PRVC - *Pressure-Regulated Volume-Control*)

**Comentário:** É um modo ventilatório ciclado a tempo e limitado à pressão. A cada ciclo o ventilador reajusta o limite de pressão, baseado no volume corrente (VC) obtido no ciclo prévio até alcançar o volume corrente alvo ajustado pelo operador<sup>1</sup>.

### Considerar:

- Indicar quando se almeja controle do (VC) com pressão limitada, visando ajustes automáticos da pressão inspiratória se a mecânica do sistema respiratório se modificar. Deve-se ter cuidado ao ajustar o (VC), pois esse ajuste pode levar a aumentos indesejados da pressão inspiratória.

## A.2 - Ventilação com liberação de pressão nas vias aéreas (APRV - *Airway Pressure-Release Ventilation*) e BiPAP® (ou *BiLevel*, ventilação com pressão positiva bifásica, ou *Biphasic Intermittent Positive Airway Pressure*)

**Comentário:** O APRV é limitado à pressão e ciclado a tempo, sendo considerado um modo espontâneo, pois graças a uma válvula de demanda expiratória, permite a ventilação espontânea em qualquer momento com dois níveis de pressão. O operador ajusta a pressão superior ( $P_{HIGH}$  ou  $PEEP_{HIGH}$ ), a pressão inferior ( $P_{LOW}$  ou  $PEEP_{LOW}$ ) e a relação  $PEEP_{HIGH}:PEEP_{LOW}$ , bem como a frequência de alternância entre os dois níveis de PEEP, podendo estar a  $PEEP_{HIGH}$  superior ao tempo de  $PEEP_{LOW}$ . O modo BiPAP®, BiLevel ou Bivent, diferente do APRV, também usa dois níveis de pressão nas vias aéreas, entretanto, a ventilação espontânea só acontece na  $PEEP_{LOW}$ . Pode-se adicionar pressão de suporte (PSV), cujo valor será somado ao valor de  $PEEP_{HIGH}$ , assim como a  $PEEP_{LOW}$ , se utilizado em BiLevel ou Bivent, sendo a pressão final nas vias aéreas ( $Paw$ ) a soma de PSV + PEEP, a partir da qual foi gerado o suporte em PSV. A utilização de PSV acoplada a esses modos tem principal efeito sobre o trabalho respiratório e  $PO_2$ <sup>2,3</sup>, assim como na pressão transpulmonar (o que leva ao efeito protetor durante a utilização desse modo)<sup>3,4</sup>.

### Considerar:

- O modo APRV e seus derivados (BiLevel, Bivent, BiPAP®) podem ser utilizados em situações como SARA leve a moderada, em que busca-se evitar desrecrutamento alveolar permitindo a ventilação espontânea e reduzindo a necessidade de sedação e bloqueio neuromuscular. Evidencia-se melhora da troca gasosa e da mecânica do sistema respiratório. Estudos experimentais mostram efeito protetor alveolar<sup>2,3</sup> e na musculatura diafragmática em animais com SARA leve a moderada<sup>3</sup>. Estudos clínicos randomizados com APRV na SARA são pequenos com diferentes ajustes de parâmetros, indicando a complexidade do método associado à heterogeneidade dos pacientes incluídos. Há possibilidade de redução do tempo de UTI em pacientes com SARA não Covid, porém não há evidência de redução de mortalidade até o momento<sup>5, 6</sup>. Sugere-se que esse modo seja utilizado de forma individualizada apenas por equipes experimentadas ou em situações de protocolos clínicos aprovados.

## A.3 - *Noisy PSV ventilation*

**Comentário:** Durante PSV, a ventilação espontânea é suportada por um nível de PSV fixo que gera um padrão ventilatório com (VC) relativamente fixo, com baixa variabilidade. Entretanto, a baixa variabilidade do VC pode estar associada à lesão pulmonar. Estudos experimentais sugerem que uma variabilidade de PSV, que resulte em variabilidade do VC de 30%, pode ser protetora com melhora da função pulmonar e redução da inflamação pulmonar<sup>7-9</sup>. Esse modo ventilatório é utilizado através de uma variação de PSV também em torno de 30% conforme algoritmo automático e randômico no respirador.

### Considerar:

- Usar em pacientes com insuficiência respiratória hipoxêmica, objetivando a menor assincronia, proteção alveolar e melhora da troca gasosa.

## A.4 - *PAV mode (Proportional Assisted Ventilation* ou ventilação assistida proporcional)

**Comentário:** O PAV é um modo espontâneo que utiliza a equação do movimento para oferecer pressão inspiratória ( $P_{vent}$ ) proporcional ao esforço do paciente ( $P_{mus}$ ). Caso o esforço do paciente se reduza, a ajuda do ventilador também será reduzida<sup>11,12</sup>. O PAV *plus* estima o trabalho ventilatório

(WOB) do paciente e do ventilador mecânico, usando a equação do movimento e calcula a complacência e resistência através da aplicação de micropausas inspiratórias de 300ms a cada 4-10 ciclos ventilatórios. A principal vantagem operacional do PAV *plus* é a sincronia automática com o esforço inspiratório do paciente e sua adaptabilidade a mudanças na demanda ventilatória. Há evidências de melhora em relação a taxas de desmame, duração da ventilação mecânica e tempo de UTI<sup>13,14</sup>.

**Considerar:**

- Utilizar PAV *plus* em pacientes com *drive* respiratório, apresentando assincronia significativa em modo espontâneo, em especial PSV e com características restritivas<sup>4</sup>, quando se almeja conhecer o WOB do paciente e medidas de mecânica durante ventilação assistida, por exemplo, estimativa de PEEP intrínseca em tempo real<sup>11,12</sup>. Usar valor de percentual de apoio inicial de 50% visando WOB<sub>pt</sub> entre 0,3 e 0,7j/L com adequado VC e f. Evitar ultrapassar 85% de apoio. Nesta situação, sugere-se optar por modos de ventilação controlados. Avaliar extubação se apoio de 30% ou menos. Deve-se evitar em pacientes sem estímulo respiratório e com vazamentos que prejudiquem as medidas de resistência e complacência.

### A.5 - ATC (*Automatic Tube Compensation* ou compensação automática do tubo)

**Comentário:** O ATC é um modo espontâneo que tem como objetivo diminuir o trabalho resistivo imposto ao paciente pela presença da via aérea artificial – tubo orotraqueal ou tubo de traqueostomia. Alguns estudos mostraram menor trabalho respiratório e maior conforto com o ATC quando comparado com o modo PSV. Metanálise recente sugere que o ATC pode levar à maior taxa de sucesso no desmame em relação ao modo PSV sem ATC ou ao tubo-T<sup>15-17</sup>.

**Considerar:**

- Utilizar, associado ou não à PSV, visando à compensação do aumento do trabalho resistivo relacionado à presença da prótese traqueal de forma automática. Em PSV, essa compensação deve ser calculada pelo cuidador em virtude do diâmetro da prótese (TOT ou TQT), oferecendo-se valores maiores de PS para tubos com diâmetros menores. Exemplo: PS = 5cmH<sub>2</sub>O para tubo de diâmetro 9 e PS = 9cmH<sub>2</sub>O para tubos de diâmetro 6. Contraindicado para pacientes sem *drive* respiratório e atenção ao excesso de secreções que interfiram com o fluxo inspiratório. É importante garantir que os alarmes de pressão de vias aéreas estejam bem ajustados.

### A.6 - NAVA (*Neurally Adjusted Ventilatory Assist* ou ventilação assistida ajustada neuralmente)

**Comentário:** O NAVA é um modo ventilatório que captura a atividade elétrica do diafragma e a utiliza como critério para disparar e ciclar o ventilador. Pode ser utilizado com interface invasiva ou não invasiva. Para funcionar, o modo NAVA requer a instalação de um cateter esofagogástrico (que pode ser utilizado para suporte nutricional) com sensores posicionados no um terço distal do esôfago, capazes de captar essa atividade elétrica<sup>11</sup>. Em estudos experimentais, pode se tratar de um modo protetor quando usado em SARA leve<sup>4</sup>. Em estudos clínicos, o NAVA associou-se à melhora da sincronia com o ventilador em comparação com PSV. Outros desfechos, como redução do tempo de ventilação mecânica, redução de falência de desmame e redução de mortalidade na UTI e hospitalar, apresentam resultados controversos entre diferentes estudos e metanálises e mais pesquisas são necessárias<sup>13,14,18,19</sup>.

**Considerar:**

- Usar como modo de ventilação mecânica espontâneo, em pacientes apresentando assincronia significativa (em especial esforços perdidos) e como modo de desmame. Maior cuidado em pacientes com doenças oronasais ou esofágicas que possam impedir a passagem ou

posicionamento adequado do cateter de NAVA. Deve-se posicionar e fixar bem o cateter de NAVA, verificando sua posição periodicamente. Após a fixação da sonda, iniciar a medida de Edi (atividade elétrica do diafragma) e ajustar o ganho de NAVA (NAVA *gain*) de acordo com o quadro do paciente, avaliando-se o VC, a frequência respiratória e a pressão nas vias aéreas (Edi x Nava *gain*)<sup>12,20</sup>.

## A.7 - ASV (*Adaptive Support Ventilation* ou ventilação de suporte adaptativa)

**Comentário:** O ASV é um modo de ventilação adaptativo que utiliza um algoritmo para ajustar automaticamente a combinação entre VC e frequência respiratória visando atingir o volume minuto regulado pelo cuidador, através de ciclos espontâneos e controlados, com a mínima pressão de vias aéreas possível. A versão denominada *Intellivent-ASV*, usa um sensor de CO<sub>2</sub> no final de expiração (ETCO<sub>2</sub>) e sensor de saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) para ajustar automaticamente PEEP e FiO<sub>2</sub> utilizando uma tabela<sup>20</sup>.

### Considerar:

- Usar para garantir um volume minuto com adequada proteção pulmonar em pacientes com controle ventilatório (*drive*) instável, com assincronia ou desconforto. Tende a necessitar de menor volume minuto para alcançar a mesma troca gasosa e pode reduzir o trabalho total da inspiração. Monitorizar ocorrência de vazamentos ou secreção excessiva que podem comprometer o seu funcionamento adequado. Em pacientes obesos com reduzida capacidade residual funcional, pode haver excessiva redução do VC, bem como pode haver elevação acima do tolerado em alguns pacientes obstrutivos<sup>21</sup>. Há necessidade de mais evidências para estabelecer se existe vantagem em termos de desmame em relação a outros modos de ventilação espontânea<sup>13</sup>.

## A.8 - *SmartCare*

**Comentário:** O *SmartCare* é baseado em algoritmos que monitoram continuamente as condições respiratórias do paciente, incluindo a frequência respiratória, a pressão das vias aéreas, o VC e a capnografia. Com base nessas informações, o ventilador ajusta automaticamente os parâmetros da ventilação, como o VC, a pressão e a frequência respiratória, para otimizar a ventilação do paciente.

### Considerar:

- Utilizar quando se deseja oferecer suporte respiratório personalizado que se adapta às necessidades individuais de cada paciente, reduzindo a necessidade de intervenção manual e permitindo que a equipe médica concentre-se em outros aspectos do tratamento do paciente. Há necessidade de mais evidências para estabelecer se existe vantagem em termos de desmame em relação a outros modos de ventilação espontânea<sup>13</sup>.

## Referências bibliográficas - Tema 5

1. Singer, B. D. & Corbridge, T. C. Pressure modes of invasive mechanical ventilation. *Southern medical journal* 104, 701-9 (2011).
2. Saddy F, Oliveira GP, Garcia CS, Nardelli LM, Rzezinski AF, Ornellas DS, Morales MM, Capelozzi VL, Pelosi P, Rocco PR: Assisted ventilation modes reduce the expression of lung inflammatory and fibrogenic mediators in a model of mild acute lung injury. *Intensive Care Med* 2010, 36:1417-1426.
3. Saddy F, Moraes L, Santos CL, et al. Biphasic positive airway pressure minimizes biological impact on lung tissue in mild acute lung injury independent of etiology. *Crit Care* 2013;17(5):R228
4. Saddy F, Sutherasan Y, Rocco PRM, Pelosi P. Ventilator associated lung injury during assisted mechanical ventilation. *Semin Respir Crit Care Med* 2014;35:409-417.
5. Othman, Fatmah, et al. "The Efficacy of Airway Pressure Release Ventilation in Acute Respiratory Distress Syndrome Adult Patients: A Meta-Analysis of Clinical Trials." *Annals of Thoracic Medicine*, vol. 16, no. 3, 2021, p. 245.

6. Roshdy, Ashraf, et al. "Airway Pressure Release Ventilation for Acute Respiratory Failure due to Coronavirus Disease 2019: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Journal of Intensive Care Medicine*, vol. 38, no. 2, 22, 2022.
7. Spieth PM, Carvalho AR, Pelosi P, et al. Variable tidal volumes improve lung protective ventilation strategies in experimental lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 2009;179(8):684-693
8. Spieth PM, Carvalho AR, Güldner A, et al. Pressure support improves oxygenation and lung protection compared to pressure-controlled ventilation and is further improved by random variation of pressure support. *Crit Care Med* 2011;39(4):746-755
9. Gama de Abreu M, Spieth PM, Pelosi P, et al. Noisy pressure support ventilation: a pilot study on a new assisted ventilation mode in experimental lung injury. *Crit Care Med* 2008;36(3):818-827
10. Spieth PM, Güldner A, Huhle R, et al. Short-term effects of noisy pressure support ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure. *Crit Care* 2013;17(5):R261
11. Kacmarek, R. Proportional assist ventilation and neurally adjusted ventilatory assist. *Respiratory care* 56, 140-148 (2011).
12. Lellouche, F. & Brochard, L. Advanced closed loops during mechanical ventilation (PAV, NAVA, ASV, SmartCare). Best practice & research. *Clinical anaesthesiology* 23, 81-93 (2009).
13. Kampolis, Christos F., et al. "Comparison of Advanced Closed-Loop Ventilation Modes with Pressure Support Ventilation for Weaning from Mechanical Ventilation in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Journal of Critical Care*, vol. 68, Apr. 2022, pp. 1-9.
14. Kataoka, Jun, et al. "Proportional Modes versus Pressure Support Ventilation: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Annals of Intensive Care*, vol. 8, no. 1, Dec. 2018.
15. Carvalho, CRR; Toufen Junior, Carlos; Franca, S. A. Ventilação mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. *Jornal Brasileiro de Pneumologia* 33, 54-70 (2007).
16. Oto, J., Imanaka, H., Nakataki, E., Ono, R. & Nishimura, M. Potential inadequacy of automatic tube compensation to decrease inspiratory work load after at least 48 hours of endotracheal tube use in the clinical setting. *Respiratory care* 57, 697-703 (2012).
17. Yi, Li-Juan, et al. "Comparative Efficacy and Safety of Four Different Spontaneous Breathing Trials for Weaning from Mechanical Ventilation: A Systematic Review and Network Meta-Analysis." *Frontiers in Medicine*, vol. 8, 22 Nov. 2021.
18. Yuan, Xueyan, et al. "Neurally Adjusted Ventilatory Assist as a Weaning Mode for Adults with Invasive Mechanical Ventilation: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Critical Care (London, England)*, vol. 25, no. 1, 29 June 2021, p. 222.
19. Wu, Mengfan, et al. "Neurally Adjusted Ventilatory Assist vs. Conventional Mechanical Ventilation in Adults and Children with Acute Respiratory Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Frontiers in Medicine*, vol. 9, 22 Feb. 2022.
20. Suarez Sippman F. Nuevos modos de ventilación: NAVA. *Med Intensiva*. 2008;32(8):398-403
21. Iotti, Giorgio A., et al. "Adaptive Support Ventilation versus Conventional Ventilation for Total Ventilatory Support in Acute Respiratory Failure." *Intensive Care Medicine*, vol. 36, no. 8, 26 May 2010, pp. 1371-1379.





## TEMA 6

# Assincronia paciente-ventilador

- A. Como identificar, classificar e tratar assincronias em VMI
- B. Assincronias de disparo
  - B.1 - Disparo ineficaz
  - B.2 - Duplo disparo
  - B.3 - Disparo reverso
  - B.4 - Autodisparo
- C. Assincronias de fluxo
  - C.1 - Fluxo insuficiente
  - C.2 - Fluxo excessivo (“overshoot de entrada”)
- D. Assincronias de ciclagem
  - D.1 - Ciclagem precoce
  - D.2 - Ciclagem tardia

## A. Como identificar, classificar e tratar assincronias em VMI

**Comentário:** Assincronia paciente-ventilador é o desacoplamento entre os esforços e/ou necessidades ventilatórias do paciente e o que é ofertado pelo ventilador. São eventos frequentes, muitas vezes não reconhecidos<sup>1</sup>, e estão associados a piores desfechos clínicos. Estudos observacionais demonstraram que pacientes com índices de assincronia acima de 10% apresentaram maior tempo de ventilação mecânica, disfunção de músculos ventilatórios<sup>2</sup>, disfunção cognitiva, pior qualidade do sono<sup>3</sup> e dispneia<sup>4</sup>, o que impacta diretamente em prolongamento da ventilação mecânica e da internação na unidade de terapia intensiva, e até em morte<sup>5,6,7</sup>. Não há estudos randomizados controlados em que as estratégias diagnósticas e de correção de assincronias tenham sido testadas para melhorar desfechos clinicamente importantes para pacientes. A primeira conduta em assincronia deve ser avaliação clínica e dos parâmetros ventilatórios. Ajustes na sedoanalgesia podem vir a ser necessários, mas não como primeira conduta.

### Considerar:

- Realizar a busca pela presença de assincronias e suas correções durante a avaliação do paciente em ventilação mecânica, observando-se a frequência de ocorrência e tipos.

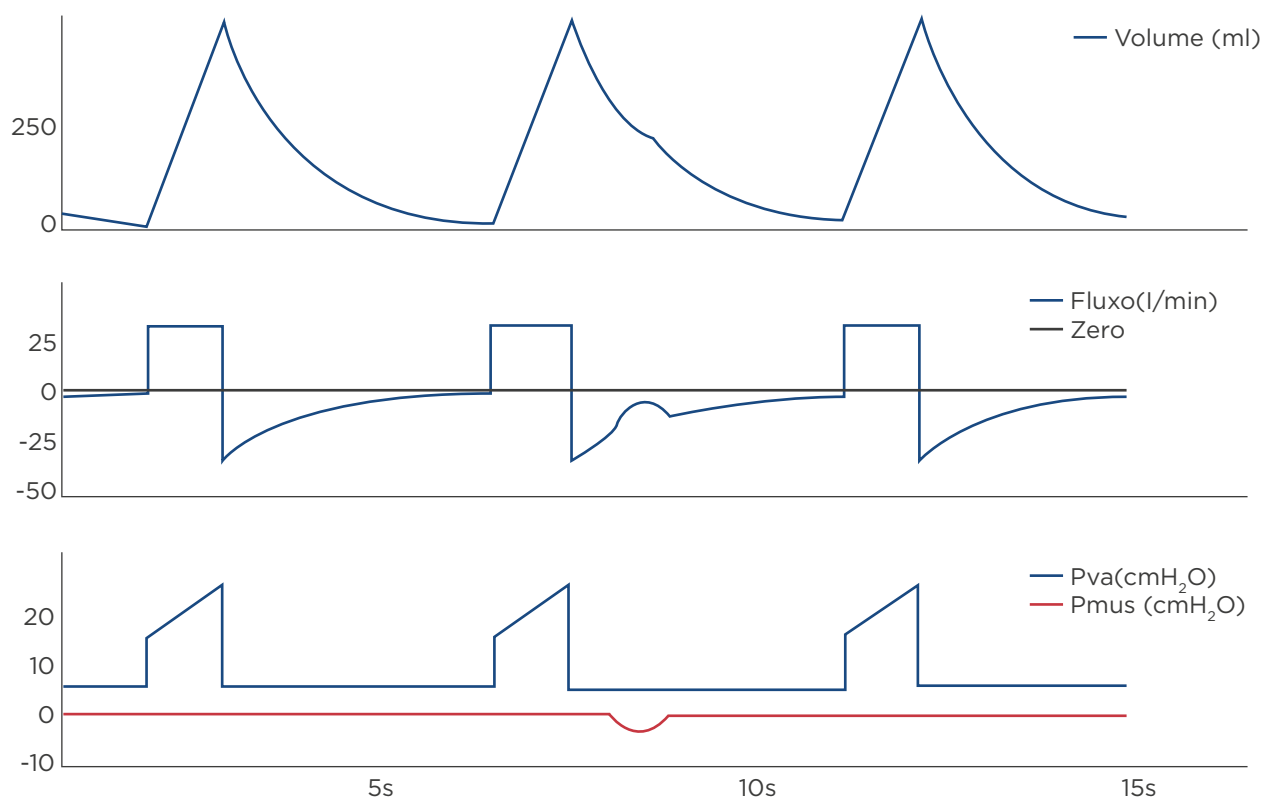
### Tipos de assincronia

## B. Assincronias de disparo

### B.1 - Disparo ineficaz

**Comentário:** O esforço inspiratório do paciente não é reconhecido ou não é suficiente para disparar o ventilador. Pode ocorrer por ajuste inadequado da sensibilidade ou por fatores do paciente, como fraqueza da musculatura respiratória, depressão do comando neural, presença de hiperinsuflação dinâmica (autoPEEP) ou tempo inspiratório mecânico prolongado maior que o tempo neural do paciente<sup>8</sup>. É o tipo mais comum de assincronia<sup>9,10</sup>. Não há estudos randomizados comparando estratégias de identificação e correção de ocorrência de disparo ineficaz. Clinicamente, percebe-se o esforço inspiratório do paciente tocando seu tórax ou abdome, observando que esforço não se acompanha de um ciclo fornecido pelo ventilador. A figura 1 mostra como identificar essa assincronia com as curvas do ventilador.

**Figura 1:** Assincronia de disparo ineficaz. Mesmo com paciente realizando esforço inspiratório (queda na Pmus, mostrada em vermelho, ou na linha mais inferior do gráfico) não houve sucesso no disparo de um ciclo assistido.



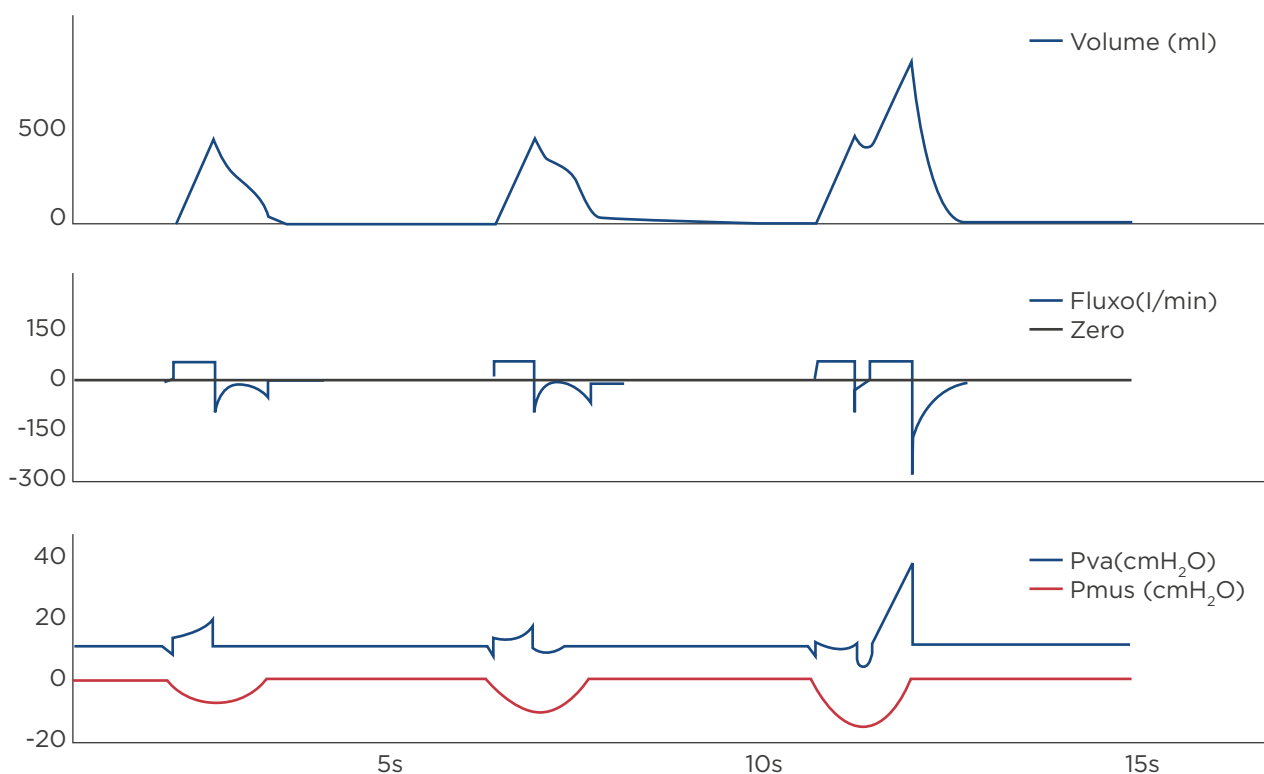
#### Considerar:

- Rastrear a presença de disparo ineficaz em pacientes com fatores de risco, como pacientes obstrutivos e/ou hiperinsuflados, e sua correção.
- Ajustar a sensibilidade para o valor mais sensível possível, evitando-se, porém, o autodisparo.
- No modo PSV, pode-se tentar a redução dos níveis de pressão administrados ou o aumento da porcentagem do critério de ciclagem<sup>11,12</sup>. Na modalidade pressão-controlada (PCV), pode-se tentar reduzir o tempo inspiratório; e na volume-controlada (VCV), aumentar o fluxo inspiratório ou diminuir a pausa, se houver.

## B.2 - Duplo disparo

**Comentário:** Ocorrem dois ciclos consecutivos com exalação incompleta entre os ciclos. Pode ser resultante de disparo reverso (a ser discutido adiante) ou por assistência insuficiente, em que há alta demanda ventilatória do paciente, associada a um tempo inspiratório mecânico do ventilador menor que o tempo inspiratório neural do paciente - ciclagem precoce (a ser discutida adiante). Pode causar empilhamento de ar, porque o volume corrente (VC) inspirado no primeiro ciclo não é exalado antes do início do segundo ciclo ventilatório<sup>13</sup>, o que pode ser deletério. Não há estudos randomizados comparando estratégias de identificação e correção de ocorrência de duplo disparo. Clinicamente, percebem-se dois ciclos consecutivos com intervalo curto, insuficiente para exalação completa do VC do primeiro ciclo, em um padrão que pode se repetir com frequência. A figura 2 mostra como identificar essa assincronia com as curvas do ventilador.

**Figura 2:** Demonstração de assincronia de ciclagem precoce e duplo disparo. Observe no terceiro ciclo que a Pmus (mostrada em vermelho) é prolongada e profunda, gerando um segundo disparo, que causa acúmulo de volume corrente (“empilhamento”).



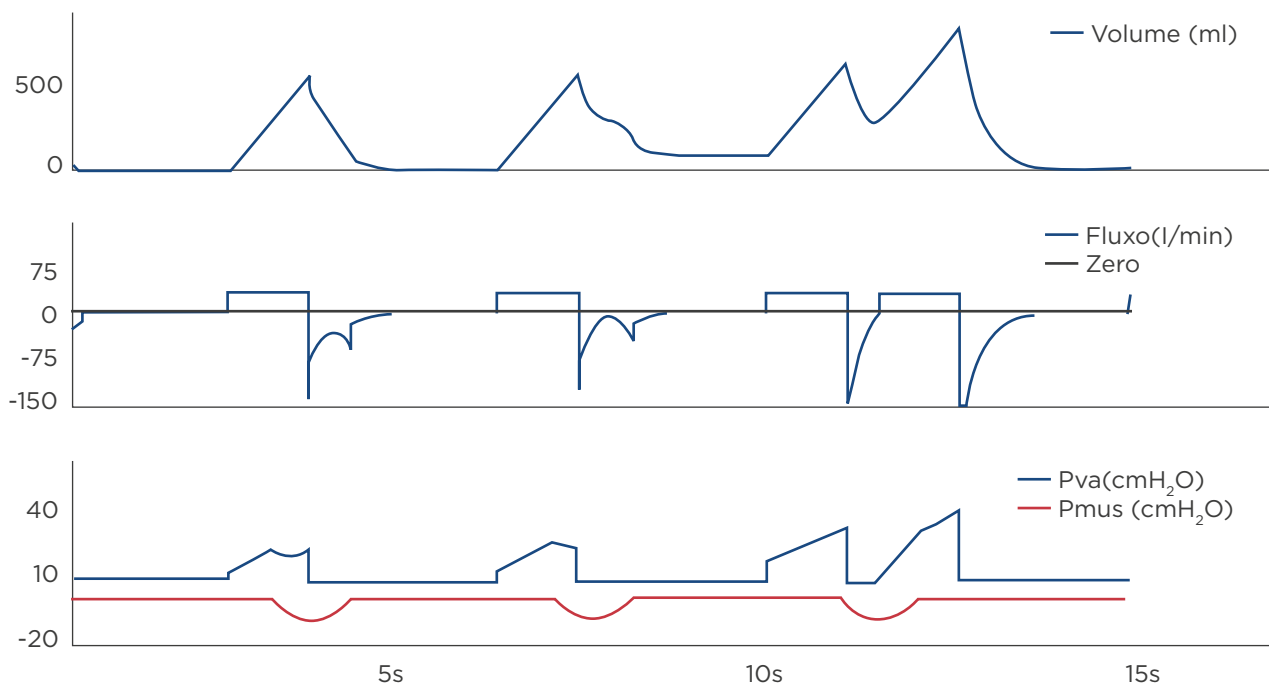
### Considerar:

- Rastrear a presença de duplo disparo em pacientes com fatores de risco, como pacientes com doenças restritivas ou SARA, e aqueles ventilados com baixos VC, e sua correção.
- Em VCV, pode-se diminuir o fluxo inspiratório e/ou aumentar o VC, respeitando-se os limites de segurança. Também pode ser adicionada uma curta pausa inspiratória. Outra opção é a mudança para a modalidade PCV ou PSV, na qual o fluxo inspiratório ofertado varia conforme os esforços do paciente. Caso o duplo disparo ocorra na PCV, pode-se aumentar o tempo inspiratório e/ou o valor da PC, respeitando-se os limites de segurança de VC. Na PSV, pode-se tentar aumentar o nível de pressão ou reduzir a porcentagem do critério de ciclagem.

### B.3 - Disparo reverso

**Comentário:** O disparo reverso ocorre quando o esforço muscular inspiratório do paciente decorre de mecanismos reflexos, deflagrados pela insuflação mecânica de um ciclo controlado pelo ventilador, por exemplo, distendendo a musculatura diafragmática<sup>14</sup>. No disparo reverso, o esforço do paciente começa durante a insuflação de um ciclo controlado e continua durante a expiração, podendo causar um novo ciclo. É mais comumente observado em pacientes profundamente sedados ou na transição de sedação para ventilação assistida. Essa forma de assincronia ainda pouco esclarecida é relativamente comum e pode passar despercebida clinicamente<sup>8</sup>. O disparo reverso só ocorre em modos controlados. Deve-se suspeitar de sua ocorrência quando observamos um pico de fluxo expiratório pouco intenso ou diminuição da pressão inspiratória do meio para o fim da fase inspiratória do ciclo controlado. Se o esforço inspiratório for forte o suficiente, pode ocorrer um ciclo assistido antes da exalação do VC do primeiro ciclo. Sendo assim, no disparo reverso, considera-se que o primeiro ciclo é controlado e o segundo é assistido (figura 3).

**Figura 3:** Demonstração de disparo reverso. Nos primeiros dois ciclos, nota-se a queda da pressão inspiratória quando o esforço do paciente (mostrado em vermelho na curva de Pmus) se inicia. No terceiro ciclo, a intensidade do esforço do paciente leva ao disparo de um ciclo assistido antes da exalação do ar do ciclo anterior, causando empilhamento de ar, mostrado na curva de volume.



#### Considerar:

- Rastrear a presença de disparo reverso em pacientes com fatores de risco, como pacientes muito sedados, ou naqueles em que observam duplo disparos em modos assistidos-controlados.
- Realizar a tentativa de reduzir a sedação de pacientes com disparo reverso, em especial quando este causa duplo disparo, pelo risco de hiperinsuflação e porque há recomendações atuais de evitar sedação profunda em pacientes críticos. O ajuste de frequência respiratória também foi efetivo em alguns casos<sup>14</sup>, mas não há consenso sobre quais estratégias podem ser eficazes para reduzir a ocorrência de disparo reverso<sup>8</sup>.
- Em pacientes que não tenham indicação ou possibilidade clínica de redução da sedação, e que apresentem taxa de ocorrência intensa de disparo reverso, a curarização pode ser considerada como última conduta.

## B.4 - Autodisparo

**Comentário:** O ventilador é disparado sem que haja esforço do paciente. Pode ocorrer por ajuste excessivamente sensível do ventilador, por vazamento no sistema, presença de condensado no circuito gerando alterações no fluxo, detecção dos batimentos cardíacos e de grandes variações da pressão torácica pela ejeção do volume sistólico. Não há estudos randomizados ou mesmo prospectivos focando especificamente no autodisparo. Clinicamente, observa-se frequência respiratória maior que a ajustada e sem que os ciclos sejam precedidos de indicadores de esforço do paciente.

### Considerar:

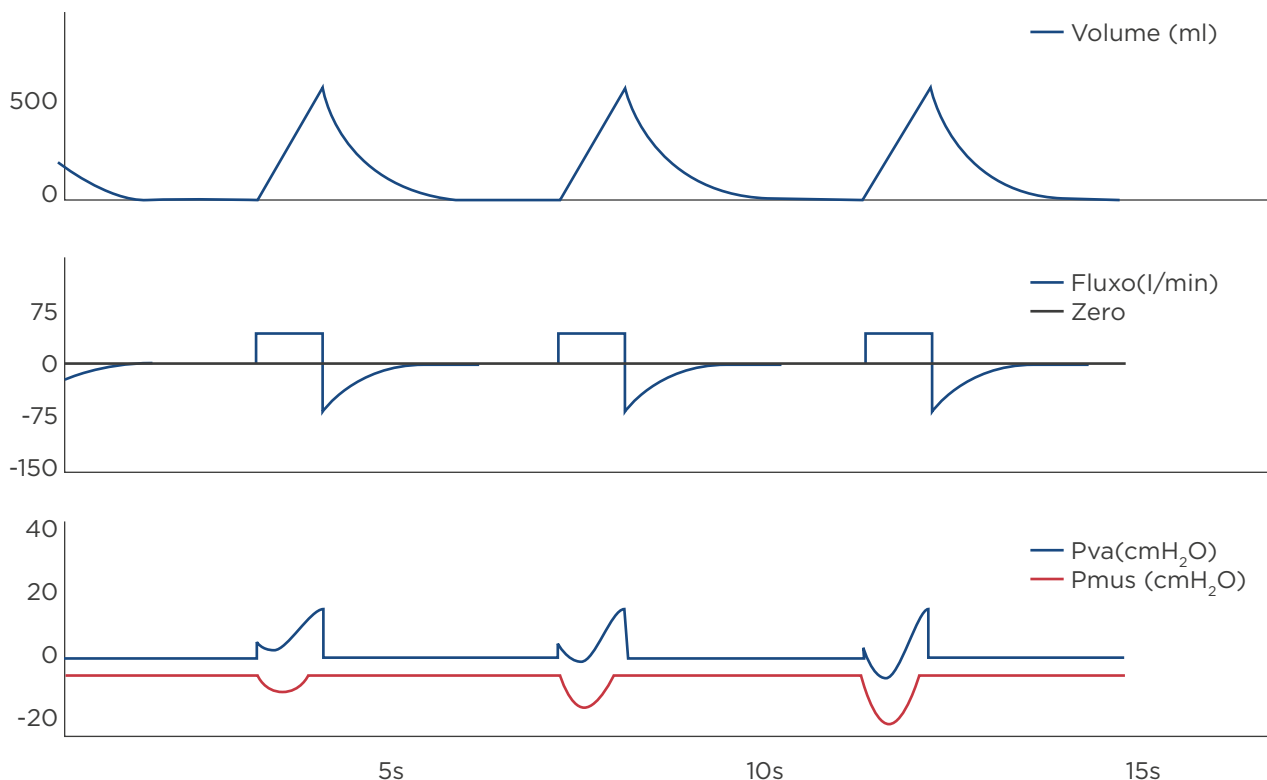
- Rastrear a presença de autodisparo em pacientes com fatores de risco, como frequência respiratória excessivamente alta não acompanhada de sinais clínicos de esforços respiratórios, para evitar hiperventilação iatrogênica.
- Descartadas ou corrigidas as presenças de vazamentos ou condensado no circuito, deve-se reduzir progressivamente a sensibilidade o suficiente para que autodisparos desapareçam, atentando para o impacto dessa medida no disparo de ciclos verdadeiramente iniciados pelo paciente<sup>8</sup>.

## C. Assincronias de fluxo

### C.1 - Fluxo insuficiente

**Comentário:** O fluxo recebido pelo paciente é inferior a sua demanda ventilatória, ocorrendo tipicamente quando o fluxo é ajustado pelo operador e não pode ser aumentado pelos esforços do paciente (VCV). Entretanto, pode ocorrer também nas modalidades limitadas à pressão (PCV e PSV), com pressão inspiratória aplicada baixa, levando para uma inadequada relação entre demanda e capacidade ventilatória do paciente. Clinicamente, o paciente pode encontrar-se clinicamente desconfortável, com utilização de musculatura acessória (excesso de demanda ventilatória e/ou comando neural elevado). Nas curvas do ventilador, observamos uma concavidade na curva de pressão de vias aéreas no modo VCV (figura 4), ou um padrão com dois picos de fluxo na curva de fluxo nos modos PCV e PSV.

**Figura 4:** Demonstração de assincronias de fluxo insuficiente. Neste caso, em modo VCV com fluxo quadrado. Em modos pressão limitada (PCV e PSV) e fluxo variável, durante a inspiração do paciente no momento da queda de fluxo, o ventilador irá responder aumentando o fluxo, formando a curva em “M”.



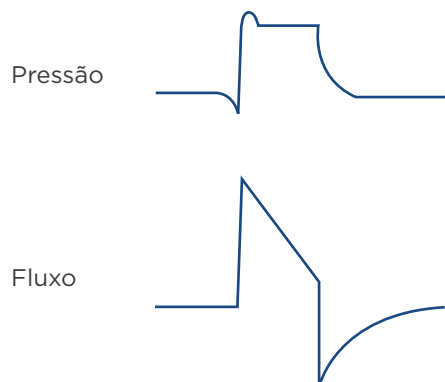
**Considerar:**

- Corrigir as causas de aumento da demanda ventilatória, tais como febre, dor, ansiedade e acidose. Aumentar o fluxo inspiratório na VCV, observando o conforto e a conformação da curva pressão *versus* tempo; mudança do modo para PCV ou PSV, que têm fluxo livre; ajuste da velocidade com que a pressão limite é atingida nas vias aéreas (*rise time* - tempo de subida ou ascensão) ou aumento do valor de pressão controlada.

**C.2 - Fluxo excessivo (“overshoot de entrada”)**

**Comentário:** Pode ocorrer em VCV, quando o fluxo é ajustado acima do desejado pelo paciente, ou em PCV ou PSV, pelo ajuste de pressões elevadas ou de um “*rise time* ou tempo de subida” mais rápido. Clinicamente, na VC, a curva pressão *versus* tempo mostrará o pico de pressão sendo alcançado precocemente. Na modalidade PCV ou PSV, a pressão nas vias aéreas ultrapassa o nível ajustado, fenômeno denominado “*overshoot de entrada*” (figura 5).

**Figura 5:** Demonstração do pico de pressão inicial dada à elevada aceleração de fluxo inspiratório. Notar que a curva de fluxo é praticamente perpendicular ao eixo de tempo. Dependendo da mecânica ventilatória e quadro clínico, poderá haver ultrapassagem do valor limitado de pressão. Por vezes, a depender da mecânica ventilatória do paciente e do ventilador, há um fechamento abrupto da válvula de fluxo gerando uma queda, que depois se lentifica, gerando uma outra espícula, agora na curva de fluxo.



**Considerar:**

- Em VCV, reduzir o fluxo inspiratório.
- Em modos PCV e PSV, reduzir a pressão inspiratória e aumentar o tempo de subida (ou diminuir o *rise time*).

## D. Assincronias de ciclagem

### D.1 - Ciclagem precoce

**Comentário:** Essa assincronia ocorre quando o ventilador mecânico termina a entrega do fluxo inspiratório antes do desejado pelo paciente. Ou seja, o tempo neural do paciente é maior que o tempo inspiratório do ventilador. Clinicamente, pode-se observar uma oscilação no fluxo expiratório, logo após a ciclagem, com redução rápida do valor do fluxo expiratório, que pode tender a zero, seguida de aumento do fluxo expiratório assim que cessa o esforço do paciente (figura 2, primeiro ciclo).

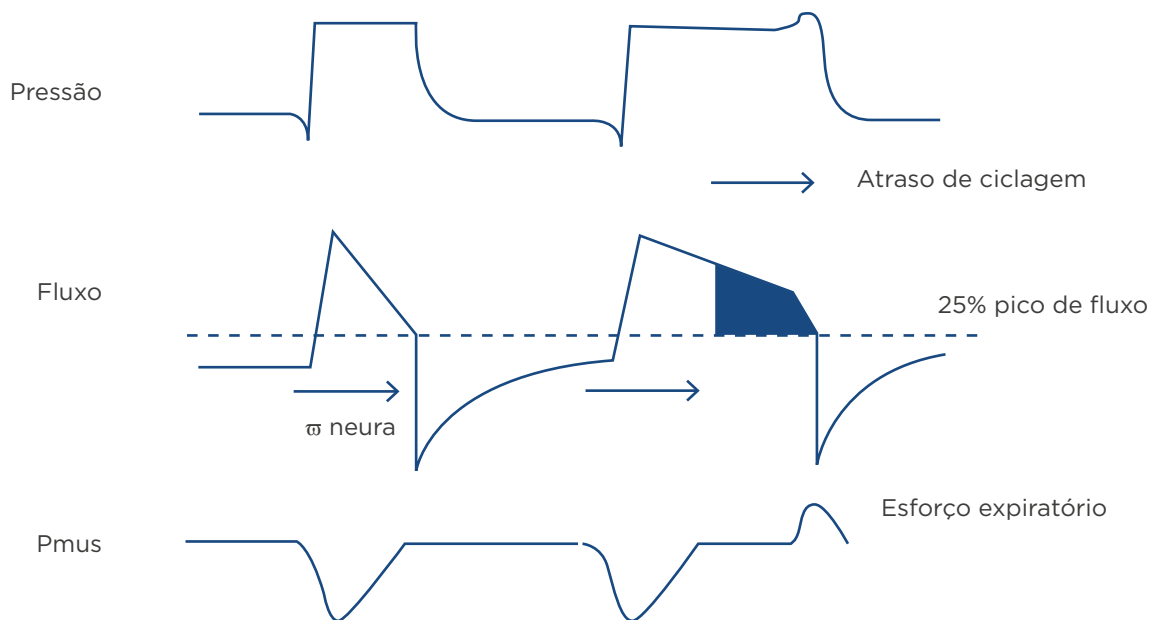
**Considerar:**

- Em modos VCV e PCV, o tempo inspiratório deve ser aumentado, com redução do fluxo (VCV) ou aumento do tempo inspiratório (PCV).
- Em modo PSV, sugere-se reduzir o limiar de ciclagem a fim de aumentar o tempo inspiratório e obter o acoplamento com o controle neural do paciente. (geralmente para valores abaixo de 25%).

### D.2 - Ciclagem tardia

**Comentário:** Esta assincronia ocorre quando o ventilador mecânico termina a entrega do fluxo inspiratório após o desejado pelo paciente. Ou seja, o tempo neural do paciente é menor que o tempo inspiratório do ventilador. Clinicamente, nos modos PCV e PSV, pode-se observar uma elevação da pressão de vias aéreas acima do ajustado ao final da inspiração, associado à mudança na inclinação da curva de fluxo inspiratório (figura 6).

**Figura 6:** Demonstração de ciclagem tardia (“overshoot de saída”) na qual o tempo inspiratório muito longo (superior ao tempo inspiratório do paciente) gera contração da musculatura expiratória e pico de pressão ao final do ciclo inspiratório, “ajudando” o ventilador a atingir o critério de ciclagem.



#### Considerar:

- Em modos VCV e PCV, o tempo inspiratório deve ser reduzido, com aumento do fluxo inspiratório (VCV) ou redução do tempo inspiratório (PCV).
- Em PSV, sugere-se aumentar o limiar de ciclagem (geralmente para valores acima de 50%), com objetivo de diminuir o tempo inspiratório e obter o adequado acoplamento.

#### Referências bibliográficas – Tema 6

- 1 - Colombo D, Cammarota G, Alemani M, Careno L, Barra FL, Vaschetto R, et al. Efficacy of ventilator waveforms observation in detecting patient-ventilator asynchrony. Crit Care Med 2011;39(11): 2452-2457.
- 2 - 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;34(11):2010-2018.
- 3 - Delisle S, Ouellet P, Bellemare P, Te' trault JP, Arsenault P. Sleep quality in mechanically ventilated patients: comparison between NAVA and PSV modes. Ann Intensive Care 2011;1(1):42.
- 4 - Gutierrez G, Ballarino GJ, Turkan H, Abril J, De La Cruz L, Edsall C, et al. Automatic detection of patient-ventilator asynchrony by spectral analysis of airway flow. Crit Care 2011;15(4):R167.
- 5 - Blanch L, Villagra A, Sales B, Montanya J, Lucangelo U, Luja'n M, et al. Asynchronies during mechanical ventilation are associated with mortality. Intensive Care Med 2015;41(4):633-641.
- 6 - Vaporidi K, Babalis D, Chytas A, Lilitis E, Kondili E, Amargianitakis V, et al. Clusters of ineffective efforts during mechanical ventilation: impact on outcome. Intensive Care Med 2017;43(2):184-191
- 7 - Sousa MLEA, Magrans R, Hayashi FK, Blanch L, Kacmarek RM, Ferreira JC. Clusters of Double Triggering Impact Clinical Outcomes: Insights From the Epidemiology of Patient-Ventilator aSYNChrony (EPISYNCh) Cohort Study. Crit Care Med. 2021 Sep 1;49(9):1460-1469.
- 8 - Holanda MA, Vasconcelos RDS, Ferreira JC, Pinheiro BV. Patient-ventilator asynchrony. J Bras Pneumol. 2018 Jul-Aug;44(4):321-333.8
- 9 - Blanch L, Villagra A, Sales B, Montanya J, Lucangelo U, Luja'n M et al. Asynchronies during mechanical ventilation are associated with mortality. Intensive Care Med 2015;41(4):633-641.
- 10 - Sousa MLA, Magrans R, Hayashi FK, Blanch L, Kacmarek RM, Ferreira JC. Predictors of asynchronies during assisted ventilation and its impact on clinical outcomes: The EPISYNCh cohort study. J Crit Care. 2020 Jun;57:30-35.
- 11 - Thille, A.W., Cabello, B., Galia, F. et al. Reduction of patient-ventilator asynchrony by reducing tidal volume during pressure-support ventilation. Intensive Care Med 34, 1477-1486 (2008).
- 12 - Tassaux D, Gannier 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
- 13 - Pohlman MC, McCallister KE, Schweickert WD, Pohlman AS, Nigos CP, Krishnan JA, Charbeneau JT, Gehlbach BK, Kress JP, Hall JB. Excessive tidal volume from breath stacking during lung-protective ventilation for acute lung injury. Crit Care Med. 2008 Nov;36(11):3019-23.
- 14 - Akoumianaki E, Lyazidi A, Rey N, Matamis D, Perez-Martinez N, Giraud R, Mancebo J, Brochard L, Richard JM. Mechanical ventilation-induced reverse-triggered breaths: a frequently unrecognized form of neuromechanical coupling. Chest. 2013;143:927-938.





## TEMA 7

# Monitorização do paciente com suporte ventilatório

- A. Como fazer a monitorização da mecânica ventilatória à beira do leito
  - A.1 - Com curvas e medidas mecânicas
  - A.2 - AutoPEEP
  - A.3 - Pressão esofageana e pressão transpulmonar
- B. Métodos de monitorização regional
  - B.1 - Radiografia de tórax
  - B.2 - Tomografia de Impedância Elétrica (EIT)
  - B.3 - TC convencional
  - B.4 - Ultrassonografia pulmonar
- C. Monitorização da função neuromuscular: drive ventilatório e esforço muscular
  - C.1 - pO<sub>2</sub>
  - C.2 - P<sub>oc</sub>
  - C.3 - P<sub>mus</sub> na ventilação espontânea, driving pressure transpulmonar dinâmica

## A. Como fazer a monitorização da mecânica ventilatória à beira do leito

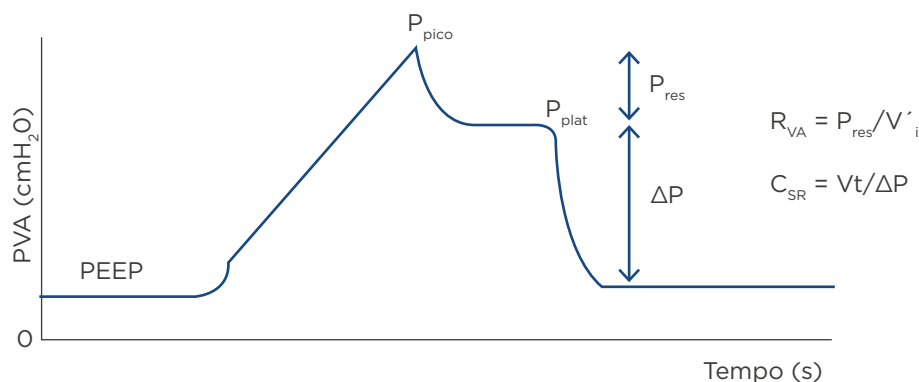
### A.1 - Com curvas e medidas mecânicas

**Comentário:** A monitorização da mecânica do sistema respiratório inclui a medida de volumes, fluxos e pressões, cujos resultados expressam aspectos da função pulmonar. Os resultados permitem: 1) inferir padrões de comprometimento da função que auxiliam no diagnóstico (exemplo: padrão de obstrução ao fluxo aéreo, padrão de redução da complacência do sistema respiratório); 2) avaliar a intensidade do comprometimento de função, sua evolução temporal e sua resposta a medidas terapêuticas; 3) ajustar parâmetros para que o suporte seja mantido em níveis seguros<sup>1-3</sup>.

#### Considerar:

- Monitorar regularmente a mecânica do sistema respiratório, sobretudo porque em determinadas condições, como na síndrome do desconforto respiratório agudo (SARA), a manutenção de parâmetros em níveis seguros associa-se à menor mortalidade<sup>4-6</sup>.
- Os seguintes parâmetros devem ser monitorados: pressão de pico ( $P_{\text{pico}}$ ), pressão de platô ( $P_{\text{plat}}$ ), pressão resistiva ( $P_{\text{res}}$ ), pressão de distensão (ou *driving pressure*, DP), autoPEEP, resistência das vias aéreas ( $R_{\text{VA}}$ ), complacência estática do sistema respiratório ( $C_{\text{SR}}$ ) (figura 1). Os valores de normalidade ou alvos de ventilação mecânica protetora estão listados na tabela 1.

**Figura 1:** Curva pressão de vias aéreas (PVA) ao longo do tempo, com uma manobra de pausa inspiratória. Estão representadas as  $P_{\text{pico}}$ ,  $P_{\text{plat}}$ ,  $P_{\text{res}}$ ,  $\Delta P$  e as fórmulas da  $R_{\text{VA}}$  e  $C_{\text{SR}}$ .



As pressões medidas derivam da equação do movimento:

$$PVA + P_{\text{mus}} = R_{\text{VA}} \times V_i + V_c / C_{\text{SR}} + PEEP_{\text{tot}}$$

Onde:

- **PVA:** pressão de vias aéreas ou  $P_{\text{pico}}$ ;
- **Pmus:** pressão muscular;
- **Vi:** fluxo inspiratório (medido em l/s);
- **VC:** volume corrente;
- **PEEP<sub>tot</sub>:** PEEP total (PEEP extrínseca + autoPEEP).

**Comentário:** Habitualmente, a  $P_{\text{mus}}$  não pode ser medida, portanto, o paciente deverá estar sedado e/ou sob bloqueio neuromuscular ( $P_{\text{mus}} = 0$ ) para não interferir nas medidas das pressões. Nessas condições, a PVA reflete o componente de vias aéreas ( $R_{\text{VA}} \times V'_i$ ), o componente elástico ( $VC/C_{\text{SR}}$ ) e a PEEP total.

$$PVA = R_{\text{VA}} \times V_i + VC / C_{\text{SR}} + PEEP_{\text{tot}}$$

Considerar:

- Usar modo VCV com fluxo quadrado para se poder calcular a resistência. Medir a  $P_{\text{plat}}$  realizando-se uma manobra de pausa inspiratória, de 0,5 a 2s até que se forme um platô na curva de PVA. A  $P_{\text{plat}}$  estima a pressão alveolar.
- Durante a pausa inspiratória, garantir que não haja vazamentos, com uma pressão de cuff adequada;

$$P_{\text{plat}} = VC / C_{\text{SR}} + PEEP_{\text{tot}}$$

A  $P_{\text{res}}$ ,  $\Delta P$ ,  $R_{\text{VA}}$  e  $C_{\text{SR}}$  são derivadas dessas medidas:

$$P_{\text{res}} = P_{\text{pico}} - P_{\text{plat}}$$

$$\Delta P = P_{\text{plat}} - PEEP$$

$$R_{\text{VA}} = P_{\text{res}} / V_i$$

$$C_{\text{SR}} = VC / \Delta P$$

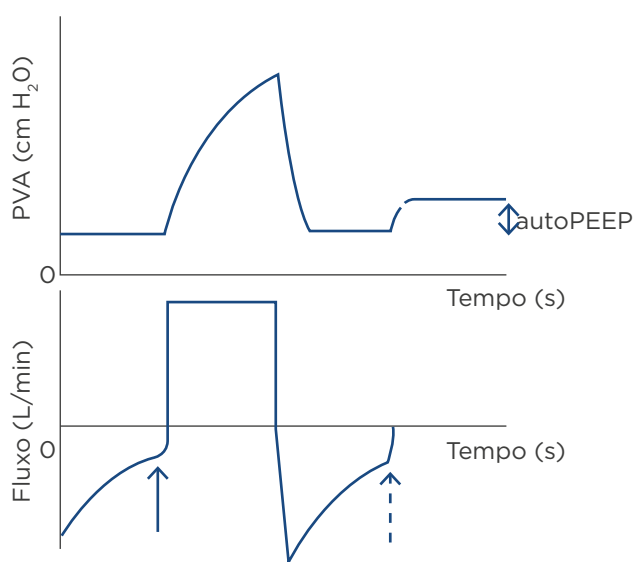
## A.2 - AutoPEEP

**Comentário:** A autoPEEP (PEEP-intrínseca ou oculta) é a presença de pressão alveolar maior que a PEEP ao final da expiração<sup>7</sup>. Em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica e crises de asma a autoPEEP é mais comum e pode ser mais intensa que em pacientes não obstrutivos.

### Sugere-se:

- Monitorizar a presença e o valor da autoPEEP regularmente.
- Sua presença pode ser identificada na curva fluxo-tempo, pelo não retorno do fluxo expiratório a zero antes do ciclo subsequente, mostrando que uma nova inspiração foi iniciada antes que a pressão alveolar se equilibrasse com a PEEP.
- Medir a autoPEEP realizando a manobra de pausa expiratória de 0,5 a 2s, durante a qual o paciente deve estar relaxado. O valor da autoPEEP será a medida da PVA ao final da pausa expiratória menos a PEEP aplicada (figura 2)<sup>7,8</sup>.

**Figura 2:** Curvas pressão de vias aéreas (PVA) e fluxo ao longo do tempo. A seta sólida mostra que o fluxo expiratório ainda não retornou a zero quando uma nova inspiração se iniciou, mostrando que a pressão alveolar ainda estava acima da PEEP ajustada, ou seja, mostrando a presença de autoPEEP. No ciclo seguinte, a seta com linha tracejada indica a manobra de pausa expiratória, durante a qual a PVA eleva-se acima da PEEP ajustada. O valor da PVA acima da PEEP ajustada é o valor da autoPEEP.



**Tabela 1.** Mecânica respiratória: valores normais ou alvos da ventilação mecânica protetora

Parâmetro	Valor normal ou alvo
$P_{\text{pico}}$	$\leq 40\text{cmH}_2\text{O}$
$P_{\text{plat}}$	$\leq 30\text{cmH}_2\text{O}$
$P_{\text{res}}$	Dependente do $V'_i$
DP	$\leq 15\text{cmH}_2\text{O}$
AutoPEEP	Idealmente $0\text{cmH}_2\text{O}$
$R_{\text{VA}}$	$< 10\text{cmH}_2\text{O/l/s}$
$C_{\text{SR}}$	$40\text{-}70\text{ml/cmH}_2\text{O}$

$P_{\text{pico}}$ : pressão de pico;  $P_{\text{plat}}$ : pressão de platô;  $P_{\text{res}}$ : pressão resistiva; DP: pressão de distensão; PEEP: pressão expiratória final positiva;  $R_{\text{VA}}$ : resistência das vias aéreas;  $C_{\text{SR}}$ : complacência estática do sistema respiratório;  $V'_i$ : fluxo inspiratório.

### A.3 - Pressão esofageana e pressão transpulmonar

**Comentário:** As pressões medidas na monitorização da mecânica respiratória, descritas anteriormente, referem-se às pressões geradas em todo o sistema respiratório, que inclui os pulmões e a parede torácica. Além disso, elas pressupõem que o paciente não fez esforço inspiratório durante

as medidas ( $P_{mus} = 0$ ). Para a separação dos dois componentes (pulmonar e parede torácica) e para identificação de esforços do paciente ( $P_{mus}$ ), é necessária a medida da pressão pleural ( $P_{pl}$ ), que pode ser estimada pela pressão medida por um balão inserido no terço inferior do esôfago (pressão esofágica). Esse recurso é reservado a pacientes selecionados<sup>9</sup>. Com a estimativa da  $P_{pl}$  pela pressão esofágica, é possível calcular a pressão transpulmonar no final da inspiração ( $P_{L,ei}$ ) e no final da expiração ( $P_{L,ee}$ ).

Ao final de uma pausa inspiratória (0,5 a 2s)

- $P_{L,ei} = P_{plat} - P_{pl}$
- $P_{L,ei}$ : pressão transpulmonar ao final da inspiração

Ao final de uma pausa expiratória (0,5 a 2s)

- $P_{L,ee} = PEEP - P_{pl}$
- $P_{L,ee}$ : pressão transpulmonar ao final da expiração

#### Considerar:

- Usar a medida da pressão esofágica e o cálculo das  $P_{L,ei}$  e  $P_{L,ee}$  em casos muito selecionados, quando houver disponibilidade. A  $P_{L,ei}$  pode ser utilizada em situações em que se suspeita de baixa complacência da caixa torácica (exemplo: obesidade, distensão abdominal), quando uma elevada  $P_{plat}$  pode não corresponder à grande distensão pulmonar. Nesse caso, pode-se ajustar o volume corrente para se obter uma  $P_{L,ei} < 25\text{cmH}_2\text{O}$ <sup>10</sup>. A  $P_{L,ee}$  pode ser empregada para titulação da PEEP na SARA, situação em a PEEP deve ser ajustada para a obtenção de  $P_{L,ee}$  entre 0 e  $2\text{cmH}_2\text{O}$ <sup>11,12</sup>.

## B. Métodos de monitorização regional

### B.1 - Radiografia de torax

**Comentário:** Os médicos geralmente solicitam exames de radiografias torácicas (RXT) em projeção ântero-posterior diários para pacientes em unidades de terapia intensiva (UTIs), devido a preocupações sobre a gravidade da doença cardiopulmonar, complexidade das intervenções médicas e para a detecção de complicações associadas à instalação e permanência de dispositivos, como tubos endotraqueais, cateteres venosos centrais, checagem de posição de sondas, entre outros<sup>14-19</sup>.

#### Considerar:

- Indicar radiografia de torax para situações de investigação diagnóstica ou acompanhamento a seguir<sup>14,20</sup>:
  - Doenças intersticiais
  - Pneumonia adquirida na comunidade, pneumonia associada à ventilação mecânica (diagnóstico e controle evolutivo)
  - Diagnóstico de SARA
  - Avaliação de hiperinsuflação e bolhas nos casos de DPOC
  - Suspeita de atelectasias, abscessos, neoplasias
  - Derrame pleural
  - Pneumotórax (diagnóstico, controle após procedimentos e evolução)
  - Hipervolemia/congestão
  - Checagem de posição de sondas, cateteres, próteses ventilatórias
  - Pneumomediastino
- Avaliar caso a caso a necessidade de radiografias diárias<sup>14,20</sup>.

## B.2 - Tomografia de Impedância Elétrica (EIT)

**Comentário:** A tomografia por impedância elétrica (TIE) é um método de diagnóstico por imagem não invasivo e livre de radiação, permitindo uma avaliação dinâmica da função pulmonar. Medições da impedância elétrica podem permitir que se ajuste a ventilação e as estratégias de tratamento em resposta às mudanças nas condições mecânicas do paciente, por exemplo, ajuste da PEEP em pacientes com SARA, monitorização de assincronias, da ventilação regional e suspeita de pneumotórax (começar a monitorar antes de iniciar procedimento de risco), apoio no desmame da ventilação mecânica, entre outros<sup>21-29</sup>.

### Considerar:

- O uso de TIE como ferramenta auxiliar na ventilação mecânica dos pacientes, quando disponível, em situações específicas<sup>21-29</sup>.

## B.3 - TC convencional

**Comentário:** Trata-se de um método radioativo de imagem que pode identificar detalhadamente o pulmão em densidades específicas, ossos, pleura e órgãos mediastinais<sup>30</sup>.

### Considerar:

- A utilização de TC convencional, quando disponível e com os devidos cuidados de segurança e transporte nas situações a seguir:
  - Insuficiência respiratória de origem não clara.
  - Suspeita e diagnóstico de embolia pulmonar<sup>30-32</sup>.
  - Investigação de imagens suspeitas de neoplasias<sup>30</sup>.
  - Monitorização do recrutamento alveolar, taxa de aeração durante a ventilação invasiva<sup>30-34</sup>.
  - Investigação de complicações pulmonares infecciosas e inflamatórias.
  - Na definição da extensão e gravidade do comprometimento pulmonar em pacientes com Covid-19<sup>35-39</sup>.

## B.4 - Ultrassonografia pulmonar

**Comentário:** A utilização da ultrassonografia pulmonar na Medicina Intensiva (LUS - *Lung Ultrasound*) no paciente grave com insuficiência respiratória aguda é um importante recurso. Seu uso pode ser realizado para diagnóstico e monitorização dos casos. Neste tópico, será abordado o papel do LUS<sup>40-44</sup>. O papel da US na avaliação hemodinâmica não está contemplada neste tópico.

### Considerar:

- Usar LUS nos casos a seguir:
  - Avaliação da espessura e funcionalidade da musculatura inspiratória e expiratória<sup>45,46</sup>.
  - Como ferramenta de apoio na condução nos casos de desmame difícil e prolongado<sup>45-47</sup>.
  - Avaliar congestão pulmonar e derrame pleural<sup>40-44</sup>.
  - Acompanhamento da reaeração pulmonar, bem como do surgimento de áreas de atelectasia<sup>40-44</sup>.
  - Como ferramenta auxiliar na condução de situações clínicas infecciosas, inflamatórias e em procedimentos<sup>40-44,48-53</sup>.
  - Ferramenta auxiliar no diagnóstico de SARA (em equipes treinadas e com recurso disponível)<sup>40-44</sup>.
  - Diagnóstico de pneumotórax<sup>40-44</sup>.

## C. Monitorização da função neuromuscular: *drive* ventilatório e esforço muscular

### C.1 - p0.1

**Comentário:** A medida da pressão inspiratória nos primeiros 100 milissegundos contra uma oclusão expiratória é denominada p0.1 e classicamente é usada para avaliar o *drive* ventilatório do paciente sob ventilação mecânica. Atualmente, tem se proposto seu uso também para avaliar o grau de assistência na ventilação espontânea de pacientes intubados.

#### Considerar:

- Utilizar a p0.1 para avaliar hiper ou subassistência em pacientes sob ventilação espontânea, por exemplo, em PSV. Ainda com baixo grau de evidência, valores entre 1,5 e 3,5cmH<sub>2</sub>O podem guiar o ajuste do ventilador em modos espontâneos, sendo valores < 1,5cmH<sub>2</sub>O associados à hiperassistência e > 3,5cmH<sub>2</sub>O associados à subassistência ventilatória. Deve haver cuidado especial em pacientes com autoPEEP, em que tal hiperinsuflação pode subestimar o valor real da p0.1<sup>54,55</sup>.

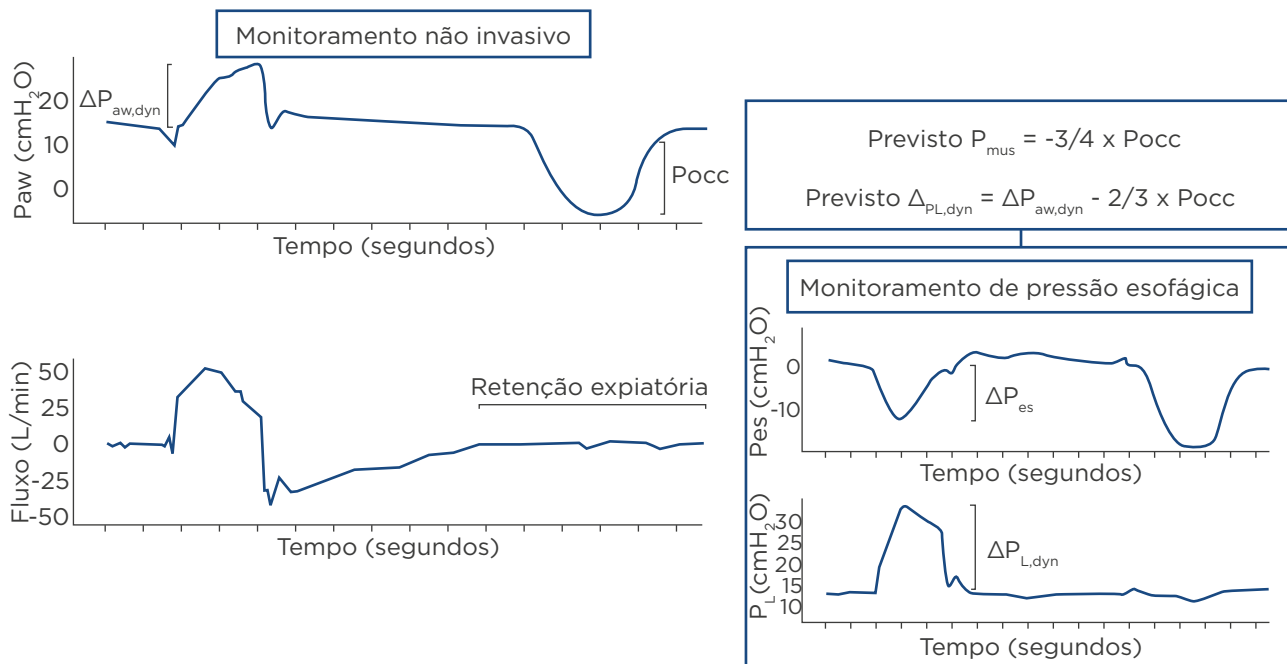
### C.2 - Pocc

**Comentário:** Quando uma oclusão expiratória final das vias aéreas (de até cinco segundos) é aplicada durante um único esforço inspiratório do paciente, tal esforço durante a oclusão gerará uma pressão negativa com deflexão na pressão das vias aéreas. A magnitude da deflexão de pressão negativa durante a oclusão é chamada de pressão de oclusão (Pocc) e está correlacionada com a Pmus. O uso da Pocc é uma opção disponível em quase todos os ventiladores. A Pocc pode ser usada para estimar tanto Pmus como a *driving pressure* transpulmonar dinâmica ( $\Delta PL_{dyn}$ ), uma medida da tensão mecânica dinâmica aplicada ao pulmão durante a inspiração. O valor final da Pmus predita é inferior ao da Pocc, propondo-se ser aproximadamente 75% da Pocc<sup>56,57</sup>.

#### Considerar:

- A realização de medida de Pocc para se estimar a Pmus em pacientes com *drive* ventilatório ativo, preferencialmente nos pacientes em modos espontâneos. A medida pode ser feita realizando-se pausa expiratória de até cinco segundos e registrando-se o máximo esforço inspiratório contra essa pausa. Este valor será a Pocc. A Pmus estimada será = -3/4 x Pocc, ou 75% da Pocc. Cuidados: Pode haver alguma imprecisão na medida, bem como ser afetada nos pacientes com autoPEEP<sup>56-58</sup> (figura 3).
- Considerar valores de Pmus aceitáveis pelo método da Pocc como entre 5-10cmH<sub>2</sub>O<sup>56-58</sup>. Tais valores ainda estão sob pesquisa e podem vir a sofrer alterações após esta publicação.

**Figura 3:** Demonstração do cálculo da Pmus predita e da driving pressure transpulmonar dinâmica. Dianti, J et al., *Intensive Care Med* (2020), 46:2338–234158.



### C.3 - Pmus na ventilação espontânea, *driving pressure* transpulmonar dinâmica

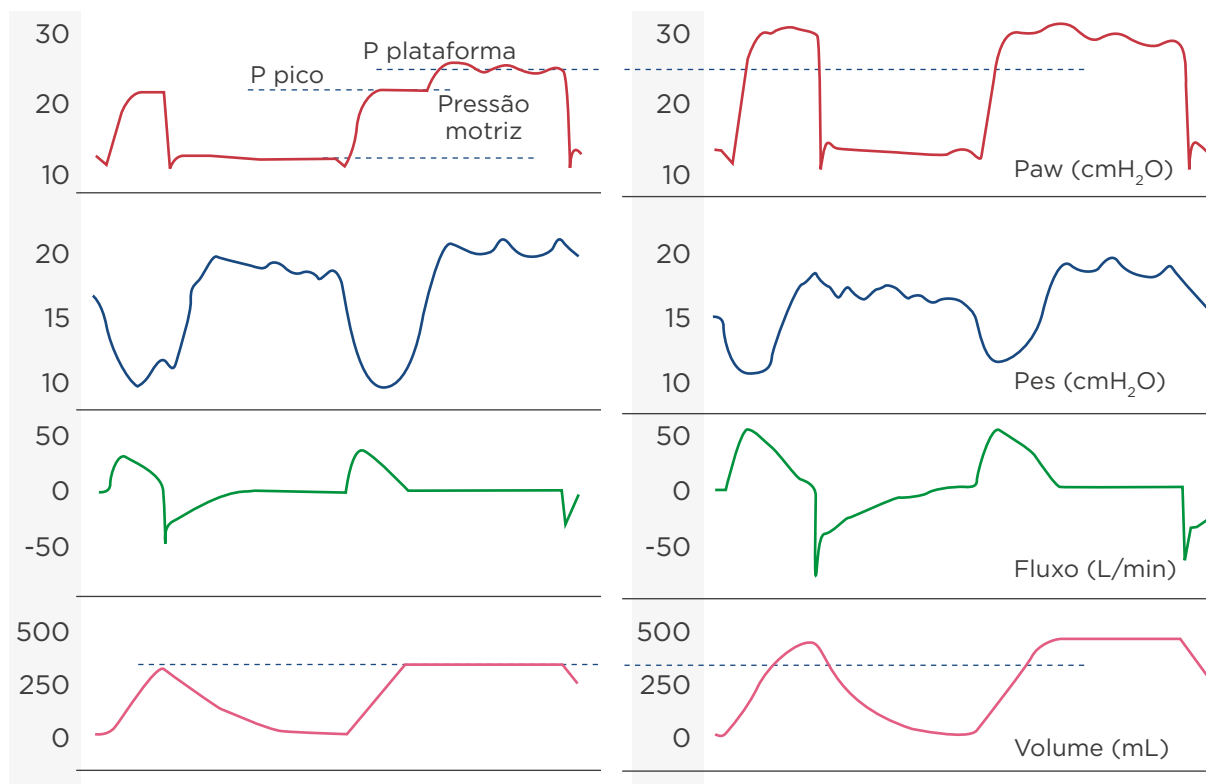
**Comentário:** Inspirações muito intensas podem levar à amplificação do estresse (tensão) de forma regional com aumento do *strain* (distensão), com aumento localizado de volume num efeito pendular. A amplitude desse estresse pode se refletir na *driving pressure* transpulmonar dinâmica. O esforço inspiratório quantifica-se pela pressão muscular respiratória, denominada Pmus. A medida da Pmus pode ser feita por algumas técnicas caras e invasivas ou alternativamente pela Pocc. Pressão de platô ( $P_{plat}$ ) e *driving pressure* são usadas para detectar estresse pulmonar excessivo, mas podem não ser confiáveis na presença de esforço inspiratório, uma vez que podem subestimar a verdadeira magnitude de estresse e tensão aplicada ao pulmão tanto globalmente quanto regionalmente. Uma pausa inspiratória durante uma respiração com pressão positiva, sem esforço espontâneo, pode resultar em uma ligeira diminuição na pressão inspiratória de forma estática (pressão de platô). Uma pausa inspiratória, durante uma pressão positiva com esforço espontâneo, pode resultar em um aumento na pressão das vias aéreas, que é a  $P_{plat}$ . É importante perceber que esta é a real  $P_{plat}$ , que reflete a quantidade de volume corrente decorrente da presença do gás devido à complacência estática, adicionada ao componente de volume corrente advindo de contribuição (oculta) do esforço espontâneo do paciente. Tal achado pode permitir obter a pressão de distensão total possibilitando, à beira do leito, ajustes de delta de pressão oferecida para garantir uma ventilação protetora<sup>54</sup>.

#### Considerar:

- Realizar uma manobra de pausa inspiratória em modo espontâneo (PSV) nos ventiladores que permitirem essa ação para obter-se o valor de pressão de platô. Pacientes com esforço inspiratório significativo podem gerar volume corrente extra devido a tal esforço, que vai além do volume corrente gerado pela complacência estática. O monitoramento permite acompanhar a *driving pressure* transpulmonar dinâmica, que deve ser ajustada a valores protetores. Valores de normalidade ainda estão em discussão, sugere-se manter abaixo de 20cmH<sub>2</sub>O (figura 4). Outra forma de obter a *driving pressure* transpulmonar dinâmica ( $\Delta P_{L,dyn}$ ) é subtrair a *driving pressure* dinâmica das vias aéreas ( $\Delta P_{aw,dyn}$ ) de 2/3 da Pocc (figura 3)<sup>54,59</sup>.

$$- \Delta P_{L,dyn} = \Delta P_{aw,dyn} - (2/3 \times Pocc)$$

**Figura 4:** Demonstração da técnica para se obter pressão de platô e *driving pressure* em paciente sob ventilação espontânea. Bertoni *et al.*, *Critical Care* (2020), 24:106<sup>54</sup>.



**Considerar:**

- Usar os valores da tabela 2 como valores propostos de normalidade.

Tabela 2 - Valores propostos como metas ou normais na monitorização com pressão esofageana e das manobras de oclusão

Obs: Tais valores ainda estão sob pesquisa e podem vir a sofrer alterações após esta publicação.

Técnica	Parâmetro	Valores de variação propostos para uma ventilação espontânea segura
Pressão esofageana	Pressão transpulmonar inspiratória	≤ 20cmH <sub>2</sub> O
	Pico máximo de P <sub>mus</sub> insp	≤ 5-10cmH <sub>2</sub> O
Manobras de oclusão	Pressão de P <sub>plat</sub> durante pausa inspiratória em ventilação espontânea	≤ 30cmH <sub>2</sub> O
	<i>Driving pressure</i> durante pausa inspiratória em ventilação espontânea	≤ 15cmH <sub>2</sub> O
	P <sub>mus</sub> obtida por oclusão expiratória (P <sub>occ</sub> )	5-10cmH <sub>2</sub> O
	PO.1	1,5 - 3,5cmH <sub>2</sub> O

Fonte: Bertoni *et al.*, *Critical Care* (2020), 24:106<sup>57</sup>.

**Referências bibliográficas - Tema 7**

1 - Silva PL, Rocco PRM. The basics of respiratory mechanics: ventilator-derived parameters. *Ann Transl Med.* 2018 Oct;6(19):376. doi: 10.21037/atm.2018.06.06.



- 2 - Hess DR. Respiratory mechanics in mechanically ventilated patients. *Respir Care*. 2014 Nov;59(11):1773-94. doi: 10.4187/respcare.03410.
- 3 - Rackley CR. Monitoring During Mechanical Ventilation. *Respir Care*. 2020 Jun;65(6):832-846. doi: 10.4187/respcare.07812.
- 4 - Acute Respiratory Distress Syndrome Network; Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, Wheeler A. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2000 May 4;342(18):1301-8. doi: 10.1056/NEJM200005043421801.
- 5 - Amato MB, Meade MO, Slutsky AS, Brochard L, Costa EL, Schoenfeld DA, Stewart TE, Briel M, Talmor D, Mercat A, Richard JC, Carvalho CR, Brower RG. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2015 Feb 19;372(8):747-55. doi: 10.1056/NEJMsa1410639.
- 6 - Goligher EC, Costa ELV, Yarnell CJ, Brochard LJ, Stewart TE, Tomlinson G, Brower RG, Slutsky AS, Amato MPB. Effect of Lowering Vt on Mortality in Acute Respiratory Distress Syndrome Varies with Respiratory System Elastance. *Am J Respir Crit Care Med*. 2021 Jun 1;203(11):1378-1385. doi: 10.1164/rccm.202009-3536OC.
- 7 - 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. doi: 10.1164/rccm.201102-0226PP.
- 8 - Demoule A, Brochard L, Dres M, Heunks L, Jubran A, Laghi F, Mekontso-Dessap A, Nava S, Ouanes-Besbes L, Peñuelas O, Piquilloud L, Vassilakopoulos T, Mancebo J. How to ventilate obstructive and asthmatic patients. *Intensive Care Med*. 2020 Dec;46(12):2436-2449. doi: 10.1007/s00134-020-06291-0.
- 9 - Umbrello M, Chiumello D. Interpretation of the transpulmonary pressure in the critically ill patient. *Ann Transl Med*. 2018 Oct;6(19):383. doi: 10.21037/atm.2018.05.31.
- 10 - Cortes GA, Marini JJ. Two steps forward in bedside monitoring of lung mechanics: transpulmonary pressure and lung volume. *Crit Care*. 2013 Mar 19;17(2):219. doi: 10.1186/cc12528.
- 11 - Talmor D, Sarge T, Malhotra A, O'Donnell CR, Ritz R, Lisbon A, Novack V, Loring SH. Mechanical ventilation guided by esophageal pressure in acute lung injury. *N Engl J Med*. 2008 Nov 13;359(20):2095-104. doi: 10.1056/NEJMoa0708638.
- 12 - Beitler JR, Sarge T, Banner-Goodspeed VM, Gong MN, Cook D, Novack V, Loring SH, Talmor D; EPVent-2 Study Group. Effect of Titrating Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) With an Esophageal Pressure-Guided Strategy vs an Empirical High PEEP-Fio2 Strategy on Death and Days Free From Mechanical Ventilation Among Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2019 Mar 5;321(9):846-857. doi: 10.1001/jama.2019.0555.
- 13 - Yoshida T, Amato MBP, Kavanagh BP. Understanding spontaneous vs. ventilator breaths: impact and monitoring. *Intensive Care Med*. 2018 Dec;44(12):2235-2238. doi: 10.1007/s00134-018-5145-5.
- 14 - Ganapathy A, Ahikari NKJ, Spiegelman J, Scales DC. *Critical Care* 2012, Routine chest x-rays in intensive care units: a systematic review and meta-analysis 16:R68
- 15 - Henschke CI, Yankelevitz DF, Wand A, Davis SD, Shiao M: Chest radiography in the ICU. *Clin Imaging* 1997, 21:90-103.
- 16 - Henschke CI, Yankelevitz DF, Wand A, Davis SD, Shiao M: Accuracy and efficacy of chest radiography in the intensive care unit. *Radiol Clin North Am* 1996, 34:21-31.
- 17 - Marini, T.J.; Rubens, D.J.; Zhao, Y.T.; Weis, J.; O'Connor, T.P.; Novak, W.H.; Kaproth-Joslin, K.A. Lung Ultrasound: The Essentials. *Radiol. Cardiothorac. Imaging* 2021, 3, e200564
- 18 - Schmidt, S.; Behnke, N.; Dieks, J.-K. Chest X-rays and Lung Ultrasound Are Not Interchangeable in Intensive Care Practice. *Diagnostics* 2024, 14, 82.
- 19 - Chiumello D, Sferazza Papa GF, Artigas A, et al. ERS statement on chest imaging in acute respiratory failure. *Eur Respir J* 2019; 54
- 20 - Adarve Castro A, Díaz Antonio T, Cuartero Martínez E, García Gallardo MM, Bermá Gascón ML, Domínguez Pinos D. Utilidad de la radiografía de tórax para evaluar el pronóstico de pacientes con COVID-19. *Radiología*. 2021;63:476-483.
- 21 - Krzych, LJ, Maciejewski D, Putowski Z, Czok M, Electrical impedance tomography as a tool for monitoring mechanical ventilation. An introduction to the technique. *Advances in Medical Sciences* 66 (2021) 388-395
- 22- Walsh BK & Smallwood CD, Electrical Impedance Tomography During Mechanical Ventilation. *Respiratory Care* , Oct 2016 Vol 61 (10)
- 23 - Li Ruiting, Wu Y, Zhang H, Wang A, Zhao X, Zhao Z et al. Effects of airway pressure release ventilation on lung physiology assessed by electrical impedance tomography in patients with early moderate-to-severe ARDS. *Critical Care* (2023) 27:178
- 24 - Pereira S, Tucci MR, Morais CCA, Simoes C, Tonelotto B, Amato MBP et al. Individual Positive End-expiratory Pressure Settings Optimize Intraoperative Mechanical Ventilation and Reduce Postoperative Atelectasis. *Anesthesiology*, V129 (6), Dec 2018.
- 25 - Shono A & Kotani T. Clinical implication of monitoring regional ventilation using electrical impedance tomography; *Journal of Intensive Care* (2019) 7:4
- 26 - Rauseo M, Navelesi P, Spadaro S, Spinelli E, Sella N, Longuini F, Giarratano A, Gilda C, Mauri T and SIAARTI Study Group. Expert opinion document: "Electrical impedance tomography: applications from the intensive care unit and beyond". *J Anesth Analg Crit Care* (2022) 2:28
- 27 - Putensen C, Hentze B, Muenster S, Muters T. Electrical Impedance Tomography for Cardio-Pulmonary Monitoring. *J. Clin. Med*. 2019, 8, 1176; doi:10.3390/jcm8081176
- 28 - Yoshida T, Torsani V, Gomes S, De Santis RR, Beraldo MA, Costa ELV, Tucci MR, Zin WA, Kavanagh BP, Amato MBP. Spontaneous Effort Causes Occult Pendelluft during Mechanical Ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* Vol 188, Iss. 12, pp 1420-1427, Dec 15, 2013
- 29 - Lima JNG, Fontes MS, Szmuskowicz T, Isola AM, Maciel AT (2019) Electrical impedance tomography monitoring during spontaneous breathing trial: physiological description and potential clinical utility. *Acta Anaesthesiol Scand* 63(8):1019-1027
- 30 - Ball L, Scaramuzzo G, Hermann J, Cereda M. Lung aeration, ventilation, and perfusion imaging. *Curr Opin Crit Care*. 2022 June 01; 28(3): 302-307. doi:10.1097/MCC.0000000000000942
- 31 - Elmokadem AH, Hedibah SA et al. Relationship of the pulmonary disease severity scoring with thromboembolic complications in COVID-19. *Emergency Radiology* (2022) 29:9-21
- 32 - Ippolito D, Sironi S et al. Acute pulmonary embolism in hospitalized patients with SARS-CoV-2-related pneumonia: multicentric experience from Italian endemic area. *La radiologia medica* (2021) 126:669-678
- 33 - Constantin JM, Futier M, Garcier JM, Pereira B, Rieu B, Audard J, Trembley A, Blondonnet R, Jabaudon M, Godet T. High frequency percussive ventilation increases alveolar recruitment in early acute respiratory distress syndrome: na experimental, physiological and CT scan study. *Critical Care* (2018) 22:3
- 34 - de Matos GFJ, Stanzani F, Passos RH, Fontana MF, Albaladejo R, Caserta RE, Santos DCB, Borges JB, Amato MBP, Barbas CSV. How large is the lung recruitability in early acute respiratory distress syndrome: a prospective case series of patients monitored by computed tomography. *Critical Care* 2012, 16:R4 <http://ccforum.com/content/16/1/R4>

- 35 - Pelosi P, Ball L, and GECOVID 19 group, Computed tomography assessment of PEEP-induced alveolar recruitment in patients with severe COVID-19 pneumonia. *Crit Care* (2021) 25:81. <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03477-w>
- 36 - Pellegrini M, Perchiazzi G, Mourtos E, Larina A et al. A quantitative analysis of extension and distribution of lung injury in COVID-19: a prospective study based on chest computed tomography *Crit Care* (2021) 25:276
- 37 - Szabó, I.V.; Simon, J.; Nardocci, C.; Kardos, A.S.; Nagy, N.; Abdelrahman, R.-H.; Zsarnóczay, E.; Fejér, B.; Futácsi, B.; Müller, V.; et al. The Predictive Role of Artificial Intelligence-Based Chest CT Quantification in Patients with COVID-19 Pneumonia. *Tomography* 2021, 7, 697–710. <https://doi.org/10.3390/tomography7040058>
- 38 - Gosangi B, Bader A, Cortopassi I et al. COVID-19 ARDS: a review of imaging features and overview of mechanical ventilation and its complications. *Emergency Radiology* (2022) 29:23–34
- 39 - González J Barbe F on behalf of the CIBERESUCICCOVID project; Pulmonary Function and Radiologic Features in Survivors of Critical COVID-19 :A 3-Month Prospective Cohort. *Chest*, 2021; 160(1) 187-198
- 40 - Karbing DS, Leonhardt S, Perchiazzi G, Bates JHT. What is new in respiratory monitoring? *Journal of Clinical Monitoring and Computing* (2022) 36:599–607
- 41 - Pelosi P, Barbas C, Bellomo R, Gattinoni L, Marini J, Schultz MJ, Teboul JL, Ball L, Rocco PM. Personalized mechanical ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care* (2021) 25:250
- 42 - Abbot M, Li Y, Brochard L, Zhang H. Precision Medicine Using Simultaneous Monitoring and Assessment with Imaging and Biomarkers to Manage Mechanical Ventilation in ARDS. *Intensive Care Research* (2023) 3:195–203
- 43 - Via G, Storti E, Gulati G, Neri L, Mojoli F, Braschi A. Lung ultrasound in the ICU: from diagnostic instrument to respiratory monitoring tool. *Minerva Anestesiologica* 2012;78:1282–96
- 44 - Bitker L, Tamor D, Richard JC. Imaging the acute respiratory distress syndrome: past, present and future. *Intensive Care Med* (2022) 48:995–100
- 45 - Zhong-Hua S, Heunks L et al. Expiratory muscle dysfunction in critically ill patients: towards improved understanding. *Intensive Care Med* (2019) 45:1061–1071
- 46 - Schepens T, Fard S, Goligher EC. Assessing Diaphragmatic Function. *Respir Care* 2020;65(6):807–819.
- 47 - Supinski GS, Callahan LA et al. Diaphragm Dysfunction in Critical Illness. *Chest*, 153(4):1040-1051
- 48 - Hess D. Recruitment Maneuvers and PEEP Titration. *Respir Care* 2015;60(11):1688 –1704
- 49 - Bouhemad B, Dransart-Rayé O, Mojoli F, Mongodi S. Lung ultrasound for diagnosis and monitoring of ventilator-associated pneumonia. *Ann Transl Med* 2018;6(21):418
- 50 - Le MP, Jozwiak M, Leghnam D. Current Advances in Lung Ultrasound in COVID-19 Critically Ill Patients: A Narrative Review. *J. Clin. Med.* 2022, 11, 5001
- 51 - Gil-Rodrigues J, Guirao-Arrabal E et al. Ultrasound findings of lung ultrasonography in COVID-19: A systematic review. *European Journal of Radiology* 148 (2022) 110156
- 52 - Carsetti A, Sorbello M, Adrario E, Donati A, Falcetta S. Airway Ultrasound as Predictor of Difficult Direct Laryngoscopy: A Systematic Review and Meta-analysis. *Anesth Analg* 2022;134:740–50.
- 53 - Bianchini A, Nardozi K, Nardi E, Scuppa MF. Airways ultrasound in predicting difficult face mask ventilation. *Minerva Anestesiologica* 2021 January;87(1):26-34
- 54 - Bertoni M, Telias I, Slutsky A, Ferguson ND, Brochard L, Goligher EC et al. A novel non-invasive method to detect excessively high respiratory effort and dynamic transpulmonary driving pressure during mechanical ventilation. Bertoni et al. *Critical Care* (2019) 23:346
- 55 - Telias I, Damiani F, Brochard L. The airway occlusion pressure (P0.1) to monitor respiratory drive during mechanical ventilation: increasing awareness of a not-so-new problem. *Intens Care Med.* 2018;195:438–4.
- 56 - Bellani, G., Grassi, A., Sosio, S. et al. Plateau and driving pressure in the presence of spontaneous breathing. *Intensive Care Med* 45, 97–98 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00134-018-5311-9>
- 57 - Bertoni et al. Monitoring Patient Respiratory Effort During Mechanical Ventilation: Lung and Diaphragm-Protective Ventilation. *Critical Care* (2020) 24:106
- 58 - Dianti J, Bertoni M, Goligher E. Monitoring patient-ventilator interaction by an end-expiratory occlusion maneuver. *Intensive Care Med* (2020) 46:2338–2341 <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06167-3>
- 59 - Rittayamai N, Beloncle F, Goligher EC, et al. Effect of inspiratory synchronization during pressure-controlled ventilation on lung distension and inspiratory effort. *Ann Intensive Care.* 2017;7:100.



## TEMA 8

# Monitorização das trocas gasosas

- A. Gasometria arterial (indicações, contraindicações, cuidados na realização e interpretação)
- B. Oximetria
- C. Capnografia

## A. Gasometria arterial

**Comentário:** A coleta da gasometria arterial em adultos deve ser realizada preferencialmente na artéria radial, podendo ser realizada na artéria braquial ou femoral, em todos os casos de falência respiratória aguda. Esse exame permite a avaliação do distúrbio ácido-básico e monitorização das trocas gasosas com medidas diretas do pH, pressão parcial arterial de gás carbônico ( $\text{PaCO}_2$ ), pressão parcial arterial de oxigênio ( $\text{PaO}_2$ ) e cálculo da  $\text{SaO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e excesso de base (BE)<sup>1</sup>.

### Considerar:

- Realizar a coleta de gasometria em todos os pacientes em ventilação mecânica, em torno 20 minutos após o ajuste dos parâmetros do ventilador e diariamente enquanto durar a fase aguda do quadro<sup>1</sup>.
- Evitar coleta de gasometria em situação de risco de isquemia tissular no território irrigado pela artéria a ser punccionada<sup>1</sup>.
- Evitar coleta de gasometria arterial se houver infecção ativa no sítio de punção<sup>1</sup>.
- Caso seja absolutamente necessária, pode ser coletada com cuidado nas coagulopatias, plaquetopenias<sup>1</sup> ou em uso de medicações anticoagulantes<sup>2</sup>.

**Comentário:** Dentre 473.327 punções arteriais, 669 apresentaram complicações graves (0,14%), dentre elas: embolia ou trombose (49,0%), aneurismas (15,4%), lesão do nervo (1,5%), fístulas arteriovenosas (0,6%), entre outros (33,5%). A chance de apresentar complicações mais graves foi maior em pacientes do sexo masculino (OR 1,41, 95% IC 1,20-1,64) e em uso de medicações anticoagulantes (OR 1,31, 95% IC 1,07-1,61)<sup>2,3</sup>.

### Cuidados na realização

#### Considerar:

- Utilizar kits padronizados ou seringas de 5ml com heparina lítica ou sódica em quantidades mínimas e agulha fina (23 a 25 gauge), de preferência com mecanismo de proteção<sup>1</sup>.
- Antes de realizar o procedimento, lavar as mãos de acordo com as boas práticas de higiene, determinada pela comissão de controle de infecção hospitalar local<sup>1</sup>.
- Antes de iniciar o procedimento, o coletador deve anotar em ficha própria como está sendo a ventilação do paciente em todos os detalhes: fração inspirada de oxigênio ( $\text{FiO}_2$ ), frequência

respiratória espontânea e, se sob ventilação artificial, o volume corrente, modo ventilatório e ciclagem, PEEP (pressão positiva ao final da expiração), oximetria de pulso ( $SpO_2$ ) e o  $P_{ET}CO_2$ , se em uso de capnógrafo.

- O coletador deverá sentar-se à beira do leito. Promover a extensão da mão do paciente para posicionar a artéria radial em um nível mais superficial. Inicialmente, palpar o processo estilóide do rádio. A seguir, palpar o tendão flexor radial do carpo localizado medialmente ao processo estilóide do rádio. A artéria radial está localizada entre o processo estilóide do rádio e o tendão flexor radial do carpo<sup>1</sup>. A artéria radial pode ser difícil de ser palpada em alguns pacientes, quando há edema ou na presença de vasoespasmos. Nesse contexto e na necessidade absoluta da realização da gasometria arterial, pode-se lançar mão do Doppler vascular portátil, a fim de localizar a artéria radial. Uma vez identificada, desinfetar a área com álcool 70% e inserir uma agulha fina para coleta da amostra do sangue. Segurar a seringa com a mão dominante, apontando a agulha para longe da mão do paciente em direção ao braço. Perfurar a pele em um ângulo de 30 a 45 graus, em um ponto logo abaixo dos dedos indicador e médio da mão não dominante do coletador. Avançar a agulha lentamente até que a seringa se encha fácil e passivamente de sangue vermelho brilhante e pulsante. Idealmente, deve-se obter pelo menos 1 a 2ml de sangue arterial. Se nenhum sangue for obtido, não puxe o êmbolo para trás; em vez disso, puxe a agulha lentamente até que esteja logo abaixo da pele e tente novamente o procedimento<sup>1</sup>. Uma vez removida a agulha, comprimir o local da punção com gaze ou algodão, seguida de curativo. Sempre que possível, o procedimento deve ser explicado ao paciente e realizado somente com seu consentimento<sup>1</sup>.
- Deve-se comprimir o local da punção por dois a três minutos, porém, pacientes com hipertensão arterial sistêmica ou problemas de coagulação podem necessitar de mais tempo (5-10 minutos)<sup>4</sup>. Durante a compressão do local da punção, com uma mão, retire bolhas de ar que estejam na seringa com a outra mão, pois podem afetar a leitura no aparelho de gasometria. Não puxe o embolo para retirar as bolhas, uma vez que isso afeta o resultado.
- Identificar a amostra com nome do paciente e setor, transportada e analisada cinco minutos após a coleta. Caso contrário, é necessário mantê-la refrigerada (temperatura de 8° C), porém não mais que 60 minutos. Após descongelar a amostra, analisar rapidamente, pois a  $PaCO_2$  aumenta 3-10mmHg por hora. A presença de bolhas na seringa aumenta a  $PaO_2$  e deve ser evitada, expelindo-as no ato da coleta, sem puxar o êmbolo e sugar ar ambiente<sup>1</sup>.

**Comentário:** É provável que uma amostra de sangue seja venosa se não for pulsátil, de cor escura e fluir lentamente. Deve-se notar, no entanto, que o sangue extremamente desoxigenado em um paciente com hipoxemia também pode parecer escuro, mesmo sendo arterial.

### Interpretação da gasometria

**Comentário:** A interpretação da gasometria arterial envolve três etapas: 1) validação da gasometria arterial (equação de Henderson-Hasselbalch) (acidose ou alcalose, respiratória ou metabólica); 2) diagnóstico dos distúrbios ácido-base primários; e 3) determinação do distúrbio dominante (distúrbio que desloca o pH de forma mais significativa)<sup>5</sup>.

### Considerar:

- Registrar os seguintes parâmetros no momento da coleta: fração inspirada de oxigênio ( $FiO_2$ ), volume corrente, frequência respiratória, pressão positiva ao final da expiração, oximetria de pulso ( $SpO_2$ ) e o  $P_{ET}CO_2$ , se em uso de capnógrafo. Os valores normais do pH,  $PaO_2$ ,  $PaCO_2$ , bicarbonato e  $SO_2$  são: 7,35-7,45; 75-100mmHg, 35-45mmHg; 22-26mEq/L e 95-100%, respectivamente, considerando-se altitudes de até 900m (tabela 1).

Realizar para todos os pacientes o cálculo da relação  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  para avaliação da oxigenação e análise da evolução clínica do paciente<sup>1</sup>.

Em pacientes que não estejam sob ventilação invasiva, é preciso o registro estimado da  $\text{FiO}_2$  no ato da coleta, de acordo com o fluxo de  $\text{O}_2$  utilizado e o método de oxigenação utilizado. Anotar este parâmetro.

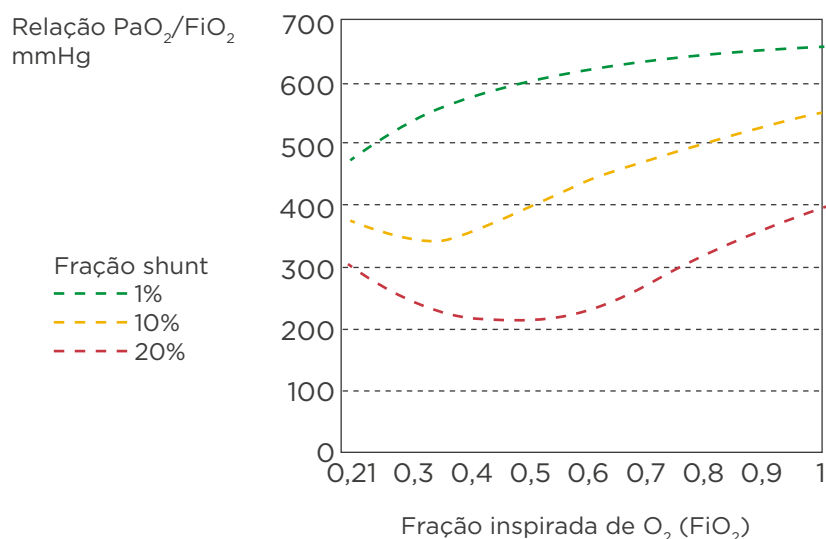
Tabela 1 - Fórmulas de compensação para os quatro distúrbios ácido-base primários

**Tabela 1:** As equações são escritas em termos da variável independente que é alterada pelo distúrbio ácido-base primário.  $\text{PaCO}_2$ , pressão parcial arterial de dióxido de carbono (mmHg);  $[\text{HCO}_3^-]$ , concentração de bicarbonato (mEq/L). Tabela adaptada de Yee e cols<sup>5</sup>.

Distúrbios ácido-base	Equação de compensação
<b>Acidose metabólica</b>	$\text{PaCO}_2 = 1,54 \times [\text{HCO}_3^-] + 8,36 \pm 2,2$
	$\downarrow \Delta \text{PaCO}_2 = 1,1 \times \downarrow \Delta [\text{HCO}_3^-]$
<b>Alcalose metabólica</b>	$\text{PaCO}_2 = 0,7 \times [\text{HCO}_3^-] + 20 \pm 5$
	$\uparrow \Delta \text{PaCO}_2 = 0,75 \times \uparrow \Delta [\text{HCO}_3^-]$
<b>Acidose respiratória aguda</b>	$\uparrow \Delta [\text{HCO}_3^-] = 0,1 \times \uparrow \Delta \text{PaCO}_2$
<b>Acidose respiratória crônica</b>	$\uparrow \Delta [\text{HCO}_3^-] = 0,35 \times \uparrow \Delta \text{PaCO}_2$
<b>Alcalose respiratória aguda</b>	$\downarrow \Delta [\text{HCO}_3^-] = 0,2 \times \downarrow \Delta \text{PaCO}_2$
<b>Alcalose respiratória crônica</b>	$[\text{HCO}_3^-] = 0,41 \times \text{PaCO}_2 + 9,1$
	$\downarrow \Delta [\text{HCO}_3^-] = 0,41 \times \downarrow \Delta \text{PaCO}_2$

**Comentário:** A relação  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  avalia o grau de hipoxemia independentemente da  $\text{FiO}_2$ . Infelizmente, devido à complexa relação matemática entre o nível de Hb, a curva de dissociação Hb- $\text{O}_2$  e a diferença entre o conteúdo de oxigênio do sangue arterial ( $\text{Hb} \times 1,34 \times \text{SaO}_2$ ) + ( $\text{PaO}_2 \times 0,0031$ ) e sangue venoso misto ( $\text{Hb} \times 1,34 \times \text{SvO}_2$ ) + ( $\text{PvO}_2 \times 0,0031$ ) ( $\text{CaO}_2 - \text{CvO}_2$ ) = 4 a 5ml/dl, a relação entre  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  e  $\text{FiO}_2$  não é linear e depende do grau de *shunt*<sup>6,7,8</sup> (figura 1).

**Figura 1:** A relação  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  plotada em função da  $\text{FiO}_2$  (0.21 a 1) considerando-se simulação de 1%, 10% e 20%, concentração de Hb = 10g/dl e diferença do conteúdo arteriovenoso de  $\text{O}_2$  = 3,5ml/dl. Adaptado de Feiner & Weiskopf<sup>7</sup>.



## B. Oximetria de pulso

### Considerar:

- Realizar a monitorização contínua por oximetria de pulso em todo o paciente sob suplementação de O<sub>2</sub>, ventilação não invasiva ou suporte ventilatório invasivo.

### Parâmetros derivados da oximetria de pulso

#### SpO<sub>2</sub>

#### Sugere-se:

- Valores basais de SpO<sub>2</sub> para pacientes com respiração espontânea em ar ambiente devem ser interpretados da seguinte forma: > 97%, função pulmonar normal; 91-96%, função pulmonar leve a moderadamente anormal; e < 90%, hipoxemia (indicando efeito *shunt*)<sup>9-12</sup>.
- Sempre avaliar a qualidade da curva de saturação no oxímetro e o acoplamento com a frequência cardíaca registrada em cardioscópio, a fim de garantir uma leitura confiável.

**Comentário:** Duas coortes evidenciaram frequência aproximadamente três vezes maior de hipoxemia oculta (SaO<sub>2</sub> < 88%, apesar da SpO<sub>2</sub> se apresentar entre 92 a 96%) em pacientes negros quando comparados a pacientes brancos, sugerindo que outras variáveis devem ser utilizadas para o diagnóstico de hipoxemia e titulação de níveis de oxigênio suplementar<sup>11</sup>. As principais limitações para o uso da oximetria de pulso são anemia, intoxicação por monóxido de carbono, metemoglobina, alta pressão venosa, pigmentos da pele, movimentos excessivos, hiperbilirrubinemia, hiperoxemia, baixa perfusão periférica e fontes externas de luz.

### Índice de saturação de oxigênio e índice de oxigenação

#### Considerar:

- Usar o índice de saturação de oxigênio (pressão média de via aérea × FiO<sub>2</sub> × 100 / SpO<sub>2</sub>). O índice de oxigenação (pressão média de via aérea × FiO<sub>2</sub> × 100 / PaO<sub>2</sub>). Ambos os índices evidenciaram valor preditivo positivo (risco de morte) em pacientes com SARA. Uma análise secundária de um estudo de coorte observacional concluiu que os pacientes com SARA diagnosticados por SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> tiveram desfechos semelhantes aos pacientes diagnosticados por PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, sugerindo que o SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> poderia ser um substituto para o diagnóstico de SARA<sup>13-15</sup>.

#### SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>

**Comentário:** Tanto a razão SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> quanto a razão PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> correlacionaram-se de forma semelhante com desfechos clínicos robustos, como o tempo de permanência na unidade de terapia intensiva (UTI) e o número de dias livres de ventilação mecânica, em estudo de coorte prospectiva em pacientes críticos<sup>16,17</sup>. Uma das principais limitações na correlação de SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> e PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, com consequências práticas, é quando qualquer forma de oxigênio suplementar é administrada e os valores de SpO<sub>2</sub> estão acima de 97%. Mesmo com limitações, a razão SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> tem se mostrado uma ferramenta clínica promissora. Um novo marcador que utiliza a SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, chamado de índice de frequência respiratória pela oxigenação (ROX), tem sido proposto.

#### Considerar:

- O uso de SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> no diagnóstico e classificação da SARA (vide tópico específico deste documento).

## Índice ROX

### Considerar:

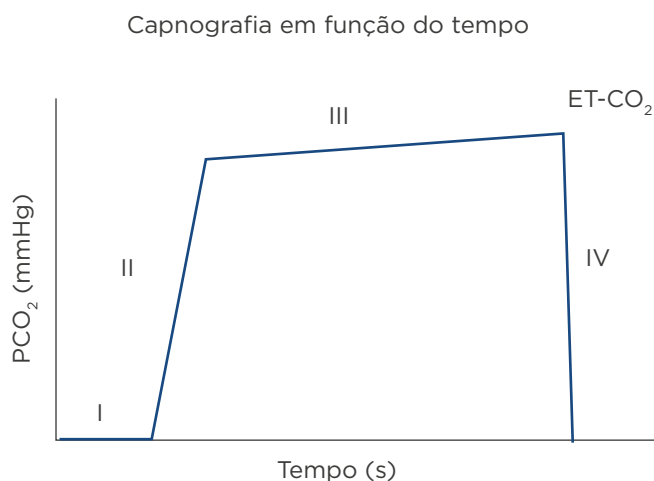
- Utilizar o índice ROX (definido como a  $SpO_2/FiO_2$  dividida pela frequência respiratória) como uma ferramenta prognóstica para intubação em pacientes hipoxêmicos sob terapia com cânula nasal de alto fluxo (CNAF)<sup>18-21</sup>.

**Comentário:** Outros fatores para determinar a intubação em pacientes hipoxêmicos não devem ser ignorados, tais como aumento do trabalho respiratório e alterações neurológicas (agitação, sonolência ou estupor).

## C. Capnografia

**Comentário:** O capnograma é dividido em quatro fases. Na fase I, o  $PCO_2$  é efetivamente zero, representando a porção de inspiração durante a qual o gás fresco e livre de  $CO_2$  entra nas vias aéreas e a parte inicial da expiração onde o gás do espaço morto (também livre de  $CO_2$ ) é exalado. A fase II representa os vestígios do espaço morto anatômico com gás alveolar, proveniente tanto do espaço morto alveolar quanto dos alvéolos ventilados. A fase III representa o platô alveolar, exibindo valores de  $PCO_2$  em grande parte dos alvéolos. Finalmente, a fase IV, como a fase I, reduz rapidamente para zero logo após o início da inspiração<sup>22</sup> (figura 2).

**Figura 2:** Capnografia em função do tempo. I, II, III e IV representam as diferentes fases do capnografia;  $ETCO_2 = CO_2$  ao final do volume corrente. Adaptado de Nassar & Schmidt<sup>22</sup>.



### Considerar:

- Usar a capnografia como medida e apresentação da pressão exalada de  $CO_2$  em função do tempo (mais usada) ou do volume exalado (menos usada). Caso haja disponibilidade, utilizar capnografia para todos os pacientes. Priorizar principalmente nas seguintes situações: em pacientes sob suporte ventilatório com doenças neurológicas, para confirmação de adequado posicionamento da prótese ventilatória ou desconexão com o ventilador mecânico, episódios de apneia, retorno da circulação espontânea durante a ressuscitação, bem como para prever a responsividade a fluidos, para monitorar quadros de distúrbios da relação ventilação/perfusão (exemplo: embolia pulmonar, SARA, DPOC)<sup>22</sup>.
- Utilizar as curvas de capnografia para obter mais informações do que somente considerar a capnometria (valores numéricos de  $ETCO_2$ ). Ao mesmo tempo, a capnografia tem limitações importantes, especialmente quando é considerado um indicativo da pressão parcial de  $CO_2$  ( $PaCO_2$ ).

## Referências bibliográficas – Tema 8

1. Dev SP, Hillmer MD, Ferri M. Videos in clinical medicine. Arterial puncture for blood gas analysis. *N Engl J Med.* 2011;364(5):e7.
2. Rowling SC, Flojstrup M, Henriksen DP, Viberg B, Hallenberg C, Lindholt JS, et al. Arterial blood gas analysis: as safe as we think? A multicentre historical cohort study. *ERJ Open Res.* 2022;8(1).
3. Sterne JA, Hernan MA, Reeves BC, Savovic J, Berkman ND, Viswanathan M, et al. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *Bmj.* 2016;355:i4919.
4. WHO Guidelines on Drawing Blood: Best Practices in Phlebotomy. WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. Geneva2010.
5. Yee J, Frinak S, Mohiuddin N, Uduman J. Fundamentals of Arterial Blood Gas Interpretation. *Kidney360.* 2022;3(8):1458-66.
6. Radermacher P, Maggiore SM, Mercat A. Fifty Years of Research in ARDS. Gas Exchange in Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;196(8):964-84.
7. Aboab J, Jonson B, Kouatchet A, Taille S, Niklason L, Brochard L. Effect of inspired oxygen fraction on alveolar derecruitment in acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med.* 2006;32(12):1979-86.
8. Feiner JR, Weiskopf RB. Evaluating Pulmonary Function: An Assessment of PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>. *Crit Care Med.* 2017;45(1):e40-e8.
9. Bellani G, Laffey JG, Pham T, Fan E, Brochard L, Esteban A, et al. Epidemiology, Patterns of Care, and Mortality for Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome in Intensive Care Units in 50 Countries. *Jama.* 2016;315(8):788-800.
10. Tusman G, Bohm SH, Suarez-Sipmann F. Advanced Uses of Pulse Oximetry for Monitoring Mechanically Ventilated Patients. *Anesth Analg.* 2017;124(1):62-71.
11. Sjoding MW, Dickson RP, Iwashyna TJ, Gay SE, Valley TS. Racial Bias in Pulse Oximetry Measurement. *N Engl J Med.* 2020;383(25):2477-8.
12. Si12. Semler MW, Casey JD, Lloyd BD, Hastings PG, Hays MA, Stollings JL, et al. Oxygen-Saturation Targets for Critically Ill Adults Receiving Mechanical Ventilation. *N Engl J Med.* 2022;387(19):1759-69.
13. Carvalho EB, Leite TRS, Sacramento RFM, Nascimento P, Samary CDS, Rocco PRM, et al. Rationale and limitations of the SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> as a possible substitute for PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> in different preclinical and clinical scenarios. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2022;34(1):185-96.
14. Chen WL, Lin WT, Kung SC, Lai CC, Chao CM. The Value of Oxygenation Saturation Index in Predicting the Outcomes of Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. *J Clin Med.* 2018;7(8).
15. Chen W, Janz DR, Shaver CM, Bernard GR, Bastarache JA, Ware LB. Clinical Characteristics and Outcomes Are Similar in ARDS Diagnosed by Oxygen Saturation/Fio2 Ratio Compared With Pao2/Fio2 Ratio. *Chest.* 2015;148(6):1477-83.
16. Pandharipande PP, Shintani AK, Hagerman HE, St Jacques PJ, Rice TW, Sanders NW, et al. Derivation and validation of Spo2/Fio2 ratio to impute for Pao2/Fio2 ratio in the respiratory component of the Sequential Organ Failure Assessment score. *Crit Care Med.* 2009;37(4):1317-21.
17. Fu ES, Downs JB, Schweiger JW, Miguel RV, Smith RA. Supplemental oxygen impairs detection of hypoventilation by pulse oximetry. *Chest.* 2004;126(5):1552-8.
18. Roca O, Caralt B, Messika J, Samper M, Sztrymf B, Hernandez G, et al. An Index Combining Respiratory Rate and Oxygenation to Predict Outcome of Nasal High-Flow Therapy. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019;199(11):1368-76.
19. Ricard JD, Roca O, Lemiale V, Corley A, Braunlich J, Jones P, et al. Use of nasal high flow oxygen during acute respiratory failure. *Intensive Care Med.* 2020;46(12):2238-47.
20. Fink DL, Goldman NR, Cai J, El-Shakankery KH, Sismey GE, Gupta-Wright A, et al. Ratio of Oxygen Saturation Index to Guide Management of COVID-19 Pneumonia. *Ann Am Thorac Soc.* 2021;18(8):1426-8.
21. Nova A, Rezoagli E, Eronia N, Foti G, Bellani G. Role of PEEP on the prognostic performance of the ROX index in hypoxemic respiratory failure due to COVID-19: any further gain in outcome prediction? *Intensive Care Med.* 2023:1-2.
22. Nassar BS, Schmidt GA. Capnography During Critical Illness. *Chest.* 2016;149(2):576-85.





## TEMA 9

# Alarmes do ventilador

- A. Tipos
- B. Regulagem
- C. Limites e interpretação

## A. Tipos

**Comentário:** Os alarmes em unidade de terapia intensiva são ferramentas importantes para o monitoramento do paciente crítico. O seu uso adequado permite a detecção precoce tanto de um quadro de deterioração clínica do paciente quanto de um mal funcionamento do dispositivo. Em contrapartida, o excesso de alarmes, o ajuste inadequado de parâmetros e o não conhecimento da importância dos alarmes podem propiciar uma falha na resposta aos sinais de aviso emitidos pelo aparelho. Assim, é importante que parâmetros mínimos de alarmes sejam ajustados de forma individualizada para cada paciente, visando evitar a fadiga de alarme e, principalmente, toda a equipe deve estar envolvida no ajuste e reconhecimento de alarmes e possíveis situações de risco<sup>1,2</sup>.

### Considerar:

- Desenvolver e garantir a adesão de protocolos institucionais que definam parâmetros mínimos adequados de ajuste de alarme a serem adotados a todos os pacientes<sup>3</sup>.
- A partir de um protocolo pré-definido, individualizar os limites de alarme de acordo com cada paciente e quadro clínico para reduzir a ocorrência de alarmes desnecessários<sup>3,4</sup>.
- Confirmar que os alarmes dos ventiladores mecânicos sejam audíveis para a equipe de saúde. Caso contrário, considere mudanças estruturais ou estratégias que permitam a equipe escutar o alarme do ventilador mecânico<sup>3</sup>.

**Comentário:** Ventiladores mecânicos podem sinalizar os eventos de acordo com os graus de prioridade e de diferentes maneiras. A definição da prioridade não é feita pelo profissional de saúde e sim pelo fabricante do equipamento. Sendo assim, podem ser:

### Prioridade alta

- São alarmes que sinalizam condições que podem ser ameaçadoras à vida. Podem ser relacionados a problemas técnicos ou a condições apresentadas pelos pacientes<sup>3</sup>.

### Prioridade média/baixa

- São alarmes que sinalizam condições que não representam risco imediato, mas que devem ser avaliados antes de uma deterioração clínica que exponha o paciente a risco imediato<sup>4</sup>.

**Considerar:**

- Garantir o treinamento de toda a equipe envolvida no cuidado, o reconhecimento dos alarmes de alta prioridade e da necessidade de urgência no atendimento desses eventos<sup>1-4</sup>.

**Com relação ao parâmetro de monitorização**

**Comentário:** Habitualmente, os ventiladores mecânicos apresentam alarmes para identificar variações de pressão, volume, frequência respiratória e apneia. Novos equipamentos disponibilizam alarmes que ajudam na monitorização de terapias específicas, como a garantia do volume corrente e pressão de distensão adequados em síndrome do desconforto respiratório agudo, por exemplo.

## B. Como regular

**Comentário:** O profissional de saúde deve lembrar que os parâmetros de alarmes inicialmente definidos pelo fabricante variam de acordo com o perfil do paciente (adulto/pediátrico). Sendo assim, é importante checar se o aparelho está ajustado de acordo com a população na qual será utilizado. Os ajustes iniciais podem ser feitos de forma genérica conforme a tabela 1. No entanto, após admissão e estabilização inicial do paciente, os limites de alarme devem ser revistos e individualizados para cada paciente. Desta forma, com a evolução e mudança do quadro clínico do paciente, é possível que os parâmetros precisem vir a ser reajustados para a nova condição. Pontos mais importantes dos alarmes podem ser rediscutidos em visita multidisciplinar.

**Considerar:**

- Os alarmes devem ser individualizados para cada paciente de acordo com o quadro clínico. Mudanças nos ajustes iniciais devem ser feitas de acordo com a necessidade individual.
- O volume dos alarmes do ventilador mecânico deve sempre ser ajustado para o valor máximo possível, independentemente da condição clínica do paciente.

## C. Limites e interpretação

**Comentário:** Não existe um valor único que possa ser definido como limites de alarmes que sirvam para todos os pacientes. Os ajustes podem ser feitos de forma genérica conforme a tabela 2, mas correções e individualizações devem ser feitas de acordo com a necessidade de cada paciente.

**Tabela 1.** Parâmetros e limites sugeridos para os alarmes em ventilação mecânica

Parâmetro	Limites sugeridos	Observação
<b>Volume corrente máximo</b>	10ml/kg de peso predito na ausência de SARA <sup>5</sup> 6-8ml/kg de peso predito em SARA <sup>6,7</sup>	Em pacientes que não estão em fase aguda de SARA ou estão em processo de desmame ventilatório, valores mais altos de VC podem ser tolerados.
<b>Volume corrente mínimo</b>	4ml/kg de peso predito	O ajuste depende da meta de PaCO <sub>2</sub> de cada paciente.
<b>Volume/minuto máximo</b>	5L/min acima do que está sendo feito pelo paciente ou 20L/min	O volume/minuto pode variar muito de acordo com a condição clínica do paciente. Considerar ajustar o alarme cerca de 3-5L/min acima do valor médio para o paciente naquele momento.
<b>Volume/minuto mínimo</b>	4-5 L/min	O volume/minuto pode variar muito de acordo com a condição clínica do paciente. Considerar ajustar o alarme cerca de 2-3L/min abaixo do valor médio para o paciente naquele momento.

<b>Frequência respiratória</b>	8 - 35ipm <sup>6</sup> Manter 10 -15ipm acima do valor feito pelo paciente que esteja taquipneico	Valores superiores a 35 estão menos estudados e podem estar associados à lesão. No entanto, podem ser utilizados em pacientes com condições específicas, principalmente no contexto de acidemia. Nesses casos, considerar manter 10-15ipm acima do valor feito pelo paciente.
<b>Pico de pressão inspiratória</b>	Manter o alarme de pressão de pico cerca de 10cmH <sub>2</sub> O acima do que está sendo feito pelo paciente	Não ultrapassar, de rotina, o limite máximo de 40-50cmH <sub>2</sub> O.
<b>PEEP Alto</b>	10-15cmH <sub>2</sub> O	O ajuste do alarme de PEEP tem como objetivo evitar a ocorrência de autoPEEP (elevando a PEEP total) sem que isso seja percebido pela equipe de saúde. Em caso de uso de PEEP extrínseca, o ajuste deve ser feito de acordo com a meta para o cuidado.
<b>Tempo de apneia</b>	20-30 segundos	Ajustar em conjunto a ventilação de reserva que será acionada em caso de apneia.
<b>Volume do alarme</b>	Volume máximo ou 100%	Intercorrências em ventilação mecânica são, geralmente, ameaçadoras à vida e, assim, o alarme deve ser sempre ajustado para o volume máximo.

## Como interpretar e ações imediatas

**Tabela 2.** Possíveis causas de disparo do alarme, nível de prioridade e ação imediata sugerida

Alarme	Possíveis situações clínicas	Prioridade	Ação imediata
<b>Pressão Alta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento da resistência de vias aéreas</li> <li>• Obstrução em algum ponto do circuito</li> <li>• Complacência pulmonar reduzida</li> </ul>	Alta	<p>Checar dobras e obstruções no TOT, filtros e circuito do VM.</p> <p>Checar aumento de resistência de vias aéreas (broncoespasmo, secreções).</p> <p>Avaliar o paciente em busca de piora da complacência (pneumotórax, IOT seletiva, piora da doença de base).</p> <p>Corrigir causa imediata de acordo com etiologia ou reduzir VC, se indicado.</p>
<b>Pressão baixa/ desconexão</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconexão do paciente com o ventilador mecânico</li> <li>• Extubação acidental</li> <li>• Escape aéreo</li> </ul>	Alta	<p>Checar todas as conexões do circuito em busca de vazamentos.</p> <p>Checar se não houve extubação ou deslocamento do TOT.</p> <p>Avaliar pressão de cuff.</p>
<b>Frequência respiratória alta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixos volumes correntes</li> <li>• Acidemia</li> <li>• Assincronia de autodisparo</li> <li>• Agitação/<i>delirium</i></li> </ul>	Média	<p>Descartar assincronia de autodisparo</p> <p>Avaliar se a f aumentada não está compensando um baixo VC - Rever ajuste de VC, se indicado.</p> <p>Atentar para distúrbios ácido-base. Não reduzir f em caso de acidemia importante.</p> <p>Controlar causa e base não relacionada a VM (agitação, dor etc.).</p>

Alarme	Possíveis situações clínicas	Prioridade	Ação imediata
<b>Frequência respiratória baixa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alto volume corrente</li> <li>Sedação (gerando baixa f e altos VC)</li> <li>Iatrogênico (em modos controlados)</li> </ul>	Média	Avaliar se o paciente não está mantendo volume/minuto com altos VC em associação a baixa f. Comum em despertar de sedação. Considerar reduzir VC (através da redução direta do VC ou da pressão de suporte). Reavaliar nível de sedação. Considerar modo controlado, se indicado.
<b>Volume corrente alto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suporte respiratório acima do necessário</li> <li>Acidemia</li> <li>Sedação (gerando baixas f e altos VC)</li> </ul>	Média	Reduzir VC ou pressão de suporte (considerar aumentar f, se indicado para corrigir PaCO <sub>2</sub> ). Corrigir distúrbio acido-base causador. Reduzir ou aprofundar sedação conforme indicação.
<b>Volume corrente baixo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento da resistência de vias aéreas</li> <li>Obstrução em algum ponto do circuito</li> <li>Complacência pulmonar reduzida</li> <li>Pressão de suporte ou VC ajustado baixos</li> <li>Sedação ou fraqueza muscular</li> </ul>	Alta	<p>Checar e corrigir dobras e obstruções no TOT, filtros e circuito do VM.</p> <p>Checar e corrigir aumento de resistência de vias aéreas (broncoespasmo, secreções).</p> <p>Avaliar o paciente em busca de piora da complacência (pneumotórax, IOT seletiva, piora da doença de base).</p> <p>Aumentar pressão de suporte ou VC no VM. Ajustar sedação, se indicado.</p>
<b>Volume/minuto baixo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vide VC baixo e f baixa</li> </ul>	Alta	O volume/minuto deve ser ajustado de acordo com o pH e PaCO <sub>2</sub> do paciente. Caso estejam dentro da faixa almejada, não há necessidade de ajuste.
<b>Volume/minuto alto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vide VC alto e f alta</li> </ul>	Média	O volume/minuto deve ser ajustado de acordo com o pH e PaCO <sub>2</sub> do paciente. Caso estejam dentro da faixa almejada, não há necessidade de ajuste.
<b>PEEP alto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ajuste acima do limite do alarme</li> <li>AutoPEEP</li> </ul>	Média Baixa	Avaliar presença de autoPEEP. Corrigir alarme caso o PEEP tenha sido ajustado pela equipe em valores diferentes do alarme ajustado.
<b>Apneia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sedação</li> <li>Bloqueio neuromuscular</li> </ul>	Alta	Avaliar se ventilação de reserva foi acionada e se está ajustada de forma segura para o paciente. Trocar a ventilação para modo controlado.
<b>Alarmes técnicos</b>			
<b>Concentração de O<sub>2</sub> alta</b>	Entrada em excesso de oxigênio no aparelho	Média	Ajustar válvula redutora de oxigênio.
<b>Concentração de O<sub>2</sub> baixa</b>	Baixa entrada de oxigênio no aparelho	Alta	Abrir válvula redutora. Avaliar rede de oxigênio local. Avaliar cilindro de oxigênio, se for o caso.
<b>Atuando com bateria</b>	Aparelho não conectado à fonte de energia	Alta	Conectar aparelho à fonte de energia.
Em situações de emergência considere aumentar a oferta de oxigênio do ventilador mecânico para 100% até adequada compreensão do quadro. A maioria dos equipamentos dispõe de um botão que permite ofertar oxigênio a 100% por um período pré-determinado (geralmente 2 minutos).			
Avalie se o limite do alarme está adequado e não precisa apenas ser reajustado para o paciente em questão.			

SARA: Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo; VC: volume corrente; PaCO<sub>2</sub>: pressão arterial de gás carbônico; PEEP: pressão positiva ao final da expiração; f: frequência respiratória; VM: ventilador mecânico.

## Referências bibliográficas - Tema 9

1. Chambrin MC, Ravoux P, Calvelo-Aros D, Jaborska A, Chopin C, Boniface B. Multicentric study of monitoring alarms in the adult intensive care unit (ICU): a descriptive analysis. *Intensive Care Med.* 1999;25(12):1360-6.
2. Scott JB, De Vaux L, Dills C, Strickland SL. Mechanical Ventilation Alarms and Alarm Fatigue. *Respir Care.* 2019;64(10):1308-13.
3. Love LC, Millin CJ, Kerns CD. Take precautions with audible alarms on ventilators. *Nursing.* 2011;41(9):65.
4. Cvach MM, Stokes JE, Manzoor SH, Brooks PO, Burger TS, Gottschalk A, et al. Ventilator Alarms in Intensive Care Units: Frequency, Duration, Priority, and Relationship to Ventilator Parameters. *Anesth Analg.* 2020;130(1):e9-e13.
5. Determann RM, Royakkers A, Wolthuis EK, Vlaar AP, Choi G, Paulus F, et al. Ventilation with lower tidal volumes as compared with conventional tidal volumes for patients without acute lung injury: a preventive randomized controlled trial. *Crit Care.* 2010;14(1):R1.
6. Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, Wheeler A, et al. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2000;342(18):1301-8.
7. Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi-Filho G, et al. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 1998;338(6):347-54.



## TEMA 10

# Sedação, analgesia e bloqueio neuromuscular durante a ventilação mecânica

- A. Escalas de sedação e monitorização da sedação
- B. Quando indicar e como fazer
  - B1. Drogas e doses
- C. Retirada da sedação
- D. Prevenção e manejo do *delirium*

## A. Escalas de sedação e monitorização da sedação

**Comentário:** O nível ideal de sedação varia de acordo com a condição clínica de cada paciente e com o tratamento proposto. O nível de sedação é medido por enfermeiros ou médicos através de escalas de sedação, como a escala de Ramsay<sup>1</sup> ou RASS<sup>2</sup> e uso de equipamentos sofisticados, como os que avaliam o índice bispectral<sup>3</sup>, a fim de titular apropriadamente os medicamentos sedativos. O uso de ferramentas, como a escala de sedação, tornou a titulação da sedação e analgesia mais precisa e econômica<sup>4</sup>.

**Considerar:**

- O uso da escala de agitação-sedação de Richmond (RASS) (tabela 1)<sup>2,5</sup>.

**Tabela 1-** Escala Richmond de agitação-sedação (RASS)

Alvo	Classificação	Descrição
+4	Combativo	Violento, representa perigo imediato para a equipe da UTI
+3	Muito agitado	Puxa ou retira tubos ou cateteres; agressivo
+2	Agitado	Movimentos não intencionais frequentes, briga com o ventilador
+1	Inquieto	Ansioso e apreensivo, mas os movimentos não são agressivos
0	Alerta e calmo	
-1	Confuso	Não está completamente desperto, mas consegue manter-se acordado (contato ocular $\geq$ 10s à voz)
-2	Sedação leve	Acorda por breves períodos com contato dos olhos à voz (abertura ocular < 10s)
-3	Sedação moderada	Movimento ou abertura dos olhos à voz, mas sem contato dos olhos
-4	Sedação profunda	Não responde à voz, mas apresenta movimentos ou abertura dos olhos com estímulo táctil
-5	Não acorda	Não responde à voz ou ao estímulo táctil

**Comentário:** Os sistemas de pontuação alternativos incluem a escala de avaliação da atividade motora (MAAS), a ferramenta de avaliação da sedação de Minnesota (MSAT), a escala de sedação de Ramsay (tabela 2), a escala de agitação Bizek, a escala de Sheffield e a escala COMFORT<sup>6,7</sup>.

**Tabela 2-** Escala de Ramsay

Pontos	Características
1	Ansioso e agitado
2	Cooperativo, tranquilo, orientado
3	Adormecido, responde a comandos verbais
4	Adormecido, com resposta mínima a estímulo tátil ou auditivo
5	Adormecido, resposta à dor
6	Não responsivo

**Sugere-se:**

- Entre os adultos criticamente doentes que são capazes de relatar a dor, usar a escala de avaliação numérica (NRS) de 0 a 10, administrada verbal ou visualmente, é uma escala de dor válida e viável<sup>8,9</sup>.

**Índice bispectral****Considerar:**

- Para pacientes que estão em uso de drogas que promovem o bloqueio neuromuscular, pode-se indicar monitorização com equipamentos de mensuração EEG simplificado, já que o monitoramento é difícil por sistemas de pontuação que não podem determinar o nível de dor, a profundidade da sedação ou a presença de *delirium*<sup>10,11</sup> (tabela 3).

**Tabela 3** - Monitoramento com BIS

Pontos	Características
100	(Consciente) Infusão contínua de propofol de até 35ug/kg/min
80	(Sonolento) Infusão contínua de propofol de até 70ug/kg/min
55	(Hipnose superficial) Infusão contínua de propofol de até 115ug/kg/min
40	(Hipnose intermediária) Infusão contínua de propofol de até 150ug/kg/min
< 40	(Hipnose profunda) Infusão contínua de propofol acima de 150ug/kg/min
zero	(Supressão de onda)

## B. Quando indicar e como fazer

**Comentário:** O excesso de medicamentos analgésicos-sedativos pode prolongar desnecessariamente a duração da ventilação mecânica<sup>12</sup>. Por esse motivo, deve-se determinar condutas adequadas para o uso de estratégia minimizando os efeitos colaterais dos sedativos<sup>13</sup>.

### Considerar (figura 1):

- Aplicar os itens a seguir para determinar a melhor analgesia e sedação dos pacientes:
  - Estabelecer alvos;
  - Reavaliar constantemente se está adequado;
  - Medir a intensidade da dor e sedação com escalas validadas;
  - Selecionar medicamentos baseados nas características dos pacientes;
  - Selecionar fármacos seguros para populações de risco;
  - Evitar sedação excessiva;
  - Controlar e identificar causas de agitação;
  - Tratamento multidisciplinar;
  - Escolher técnicas de fácil uso e aplicação;
  - Utilizar protocolos e algoritmos para dirigir a terapêutica adequadamente.

### B.1 - Drogas e doses

**Comentário:** As drogas mais habitualmente usadas para sedação, em pacientes sob ventilação mecânica na UTI, são benzodiazepínicos (midazolam ou lorazepam) ou propofol, comumente combinados com uma infusão de opiáceos para analgesia<sup>6</sup>.

### Considerar:

- Levantar em conta o quadro clínico do paciente na escolha de cada droga no esquema de analgo-sedação, as metas conforme a evolução, a disponibilidade local e a característica farmacológica de cada uma, sendo que:
  - O midazolam é um benzodiazepínico de curta ação, frequentemente usado para sedação prolongada em pacientes intubados na UTI<sup>14</sup>. A sedação de pacientes em UTI com benzodiazepínicos pode contribuir para confusão ou delírio<sup>15,16</sup>. Em pacientes com insuficiência renal ou hepática, as infusões de midazolam podem levar a períodos de despertar longos e imprevisíveis, devido ao metabolismo e eliminação prejudicados e ao acúmulo de metabólitos ativos<sup>17</sup>.
  - O propofol é rotineiramente usado para sedação e tem o benefício de duração da ação relativamente curta<sup>18,19</sup>. Altas doses de propofol aumentam o risco de síndrome de infusão de propofol e não são recomendadas<sup>20,21</sup>.



- O haloperidol é geralmente usado para tratamento de agitação, delírio e alucinações em pacientes de UTI, mas não está associado à melhora de *delirium*<sup>22,23</sup>.
- As infusões de barbiturato são usadas principalmente em pacientes com pressão intracraniana aumentada, mas devido ao acúmulo de gordura, raramente são usadas apenas para fins sedativos<sup>24</sup>.
- Os alfa 2-agonistas clonidina e dexmedetomidina parecem ser usados cada vez mais para sedação isolada ou em combinação com outros sedativos e são medicações relatadas que menos proporcionam *delirium* em pacientes de terapia intensiva<sup>5,25,26</sup>.
- O uso de agentes anestésicos inalatórios para sedação em UTI tem sido descrito para o tratamento de estado asmático, estado epiléptico ou em pacientes difíceis de sedar<sup>27,28</sup>.
- O uso de opioide deve ser na menor dose efetiva, para o tratamento da dor em adultos gravemente doentes, evitando complicações<sup>29,30</sup>.

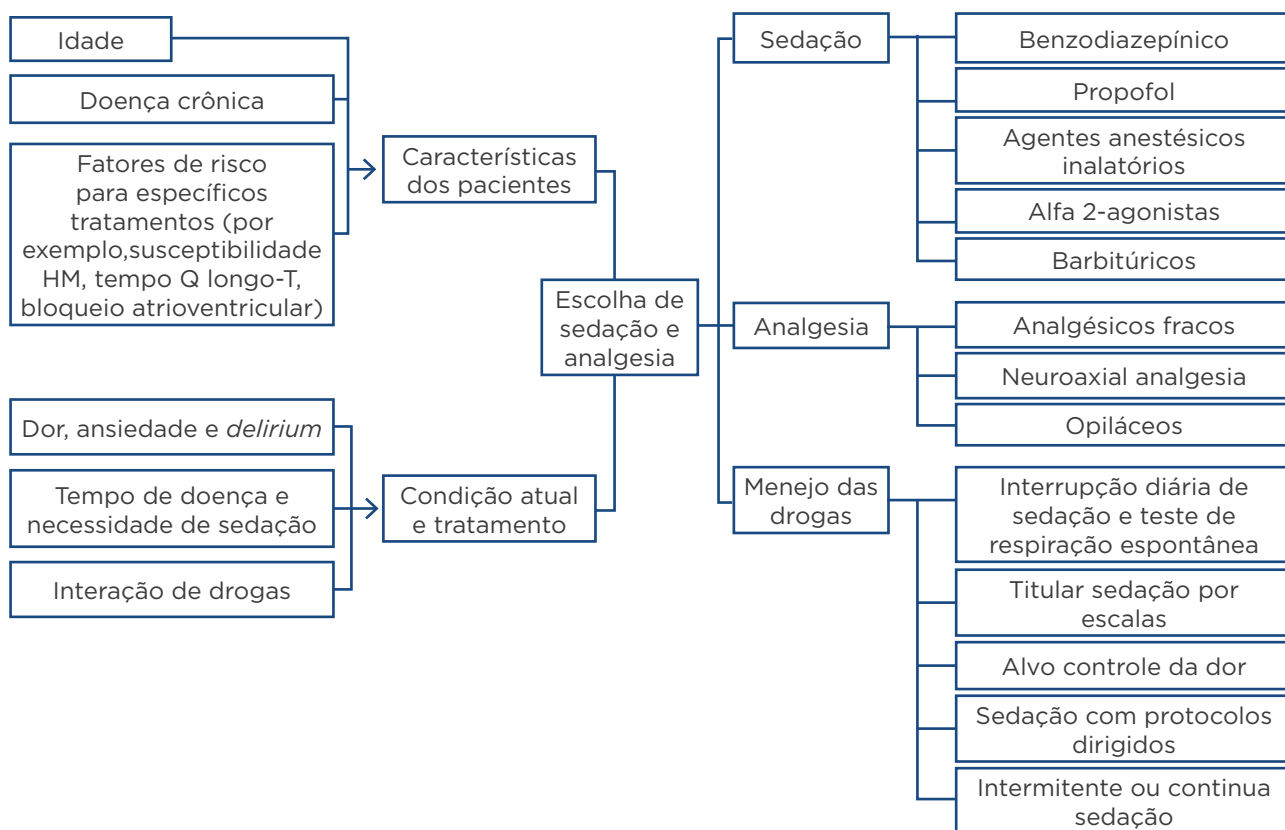
#### Considerar:

- Na tabela 4, as características de cada medicamento usado em analgo-sedação em UTI.

**Tabela 4** - Principais agentes para sedação e analgesia em pacientes com SARA

Medicamento ou classe de terapêutica	Vantagens	Efeitos colaterais/risco
<b>Benzodiazepínicos</b>	Relativa estabilidade hemodinâmica Amnésia Anticonvulsivo Longa experiência e perfil de segurança	Duração prolongada/imprevisível devido ao acúmulo de drogas <i>Delirium</i> Agitação Tolerância à retirada com uso prolongado
<b>Propofol</b>	Relativamente de curta duração Nenhuma mudança marcada de eliminação em insuficiência hepática ou renal Relação dose-efeito confiável	Efeitos hemodinâmicos Hiperlipidemia Síndrome de infusão de propofol
<b>Agentes anestésicos inalatórios (isoflurano, sevoflurano, desflurano)</b>	Curta atuação Eliminação independente de hepática ou função renal Concentração monitorada das drogas	Efeitos hemodinâmicos Hipertermia maligna Efeitos pouco claros, ainda que com uso prolongado
<b>Alfa 2-agonistas (como a clonidina e a dexmedetomidina)</b>	Redução da resposta autonômica ao estresse Controle de agitação e menores taxas de <i>delirium</i> Depressão respiratória mínima Suscetibilidade	Insuficiente para sedação profunda Bradycardia Hipotensão/hipertensão
<b>Haloperidol</b>	Redução da agitação motora	Efeitos colaterais extrapiramidais Síndrome do QT longo Arritmias
<b>Opiáceos</b>	Alívio da dor Sedação leve	Depressão respiratória Imobilidade do intestino Tolerância à retirada com uso prolongado

**Figura 1:** Esquema da escolha de sedação e analgesia.



## Bloqueador neuromuscular (BNM)

**Comentário:** As causas mais comuns para administração de BNM são hipoxemia, facilitação de ventilação mecânica (VM) e controle de assincronia paciente/ventilador. Fatores que foram encontrados associados ao uso de BNM estão relacionados principalmente à gravidade da doença. Além disso, o uso do posicionamento em prona, hipercapnia permissiva, altos valores de pressão positiva no final da expiração (PEEP), oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO) ou ventilação oscilatória de alta frequência podem exigir uso de BNM<sup>31</sup>.

### Considerar:

- O uso de BNM por curto período (48 horas), preferencialmente de forma não contínua, em pacientes com SARA ventilados, cuja relação  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 150$ , demonstrou melhorias na troca gasosa, favoreceu o recrutamento de unidades alveolares, melhora da complacência e elastância<sup>32,33</sup>.

**Comentário:** Bloqueadores neuromusculares são quimicamente compostos quaternários de amônio. Farmacologicamente, na sua maioria, são antagonistas competitivos da acetilcolina e estão divididos em despolarizante, cuja succinilcolina é seu único representante; e em não despolarizantes, que são todos os demais BNMs conhecidos. Porém, para o uso na prática do médico intensivista, inclui: succinilcolina é de rápido início de ação; pancurônio é de meia vida longa; atracúrio, rocurônio e cistracúrio são de meia vida intermediária<sup>34</sup>. A fraqueza adquirida na UTI tem sido descrita em pacientes expostos a uma combinação de VM e uso de BNM, e foi observada como uma relação causal<sup>35-7</sup>.

### Considerar:

- O uso de BNM de acordo com as características de cada um na tabela 5.

**Tabela 5** - Características dos principais bloqueadores neuromusculares

BNM	<i>Succinilcolina</i>	<i>Atracúrio</i>	<i>Císatracúrio</i>	<i>Pancurônio</i>	<i>Rocurônio</i>
<b>Início de ação (min)</b>	0,5-1 min	1,5-2,0 min	2,0-3,0 min	3,0 min	1,0-1,5 min
<b>Dose de intubação</b>	1-2mg/kg/dose	0,5mg/kg/dose	0,1mg/kg/dose	0,05 - 0,1mg/kg/dose	0,6-1,2mg/kg/dose
<b>Duração</b>	5-10 min	20 -30 min	30-40 min	45-60 min	20-40 min
<b>Dose de manutenção</b>	Não se utiliza	3,0 - 10,0	1-3mcg/kg/min	1-2mcg/kg/min	0,3 - 0,6mg/kg/h
<b>Contraindicação</b>	Hipertermia maligna, grandes queimados	Evitar em paciente asmáticos e atópicos	Evitar em paciente asmáticos	Evitar em paciente com arritmias de alta frequência e IRA	Evitar em hepatopatias
<b>Antagonista</b>	Não tem	Neostigmina + atropina*	Neostigmina + atropina*	Neostigmina + atropina*	Sugamadex
<b>Desvantagens</b>	Aumento de K <sup>+</sup> 0,5-1mmol/l com risco de arritmias	Liberação de histamina	Demora de início de ação	Acumulativo nos pacientes com insuficiência renal	Risco de anafilaxia
	Sobretudo no grande queimado, nas paraplegias, no trauma	Broncoespasmo		Simpatomimético (↑fc)	
	↓FC, ↑PIC/PIO, hipertermia maligna			Bloqueio neuromuscular prolongado	

## C. Retirada da sedação

**Comentário:** Protocolos, que tenham como alvo nível mais leve de sedação ou interrupção diária da infusão de sedativos, devem ser adotados com o intuito de reduzir os efeitos deletérios da sedação excessiva<sup>39</sup>.

### Considerar:

- Desmame da sedação somado à da ventilação mecânica (VM) tem sido recomendado, pois associados proporcionam menor duração da VM em pacientes clínicos e cirúrgicos<sup>40</sup>.
- As consequências desejáveis do uso de dexmedetomidina para pacientes de UTI ventilados mecanicamente com agitação, que impedem o desmame/extubação, superam as possíveis consequências indesejáveis associadas ao seu uso. Portanto, a recomendação apoia seu uso na população restrita de adultos gravemente doentes que estão no processo de retirada de ventilação mecânica<sup>41</sup>.
- Protocolos de sedação leve e estratégias de interrupção diária da sedação parecem ser equivalentes como métodos que almejem níveis mais leves de sedação. Ressalta-se que o alvo de sedação deve, portanto, ser o objetivo principal do manejo na maioria dos pacientes sob ventilação mecânica<sup>42,43</sup>.

### Referências bibliográficas – Tema 10

1.Namigar T, Serap K, Esra AT, Ozgul O, Can OA, Aysel A, et al. [The correlation among the Ramsay sedation scale, Richmond agitation sedation scale and Riker sedation agitation scale during midazolam-remifentanil sedation]. Rev Bras Anestesiol. 2017;67(4):347-54.

2. Pop MK, Dervay KR, Dansby M, Jones C. Evaluation of Richmond Agitation Sedation Scale (RASS) in Mechanically Ventilated in the Emergency Department. *Adv Emerg Nurs J*. 2018;40(2):131-7.
3. Rusch D, Arndt C, Eberhart L, Tappert S, Nageldick D, Wulf H. Bispectral index to guide induction of anesthesia: a randomized controlled study. *BMC Anesthesiol*. 2018;18(1):66.
4. Chiarotto A, Maxwell LJ, Ostelo RW, Boers M, Tugwell P, Terwee CB. Measurement Properties of Visual Analogue Scale, Numeric Rating Scale, and Pain Severity Subscale of the Brief Pain Inventory in Patients With Low Back Pain: A Systematic Review. *J Pain*. 2018.
5. Riker RR, Shehabi Y, Bokesch PM, Ceraso D, Wisemandle W, Koura F, et al. Dexmedetomidine vs midazolam for sedation of critically ill patients: a randomized trial. *JAMA*. 2009;301(5):489-99.
6. Hall KR, Stanley AY. Literature Review: Assessment of Opioid-related Sedation and the Pasero Opioid Sedation Scale. *J Perianesth Nurs*. 2019;34(1):132-42.
7. Raab M, Lizarondo L, Brook C. Effectiveness and safety of pharmacological sedation for aggressive or agitated adult patients in a prehospital emergency situation: a systematic review protocol. *JBI Database System Rev Implement Rep*. 2018;16(4):805-10.
8. Chanques G, Viel E, Constantin JM, Jung B, de Lattre S, Carr J, et al. The measurement of pain in intensive care unit: comparison of 5 self-report intensity scales. *Pain*. 2010;151(3):711-21.
9. Rahu MA, Grap MJ, Ferguson P, Joseph P, Sherman S, Elswick RK, Jr. Validity and sensitivity of 6 pain scales in critically ill, intubated adults. *Am J Crit Care*. 2015;24(6):514-23.
10. Mahmood S, Parchani A, El-Menyar A, Zarour A, Al-Thani H, Latifi R. Utility of bispectral index in the management of multiple trauma patients. *Surg Neurol Int*. 2014;5:141.
11. Yang KS, Habib AS, Lu M, Branch MS, Muir H, Manberg P, et al. A prospective evaluation of the incidence of adverse events in nurse-administered moderate sedation guided by sedation scores or Bispectral Index. *Anesth Analg*. 2014;119(1):43-8.
12. Terada Y, Inoue S, Konda M, Egawa J, Ueda J, Kiritani T, et al. Effects of deep sedation under mechanical ventilation on cognitive outcome in patients undergoing surgery for oral and maxillofacial cancer and microvascular reconstruction. *Med Intensiva*. 2019;43(1):3-9.
13. Shehabi Y, Bellomo R, Reade MC, Bailey M, Bass F, Howe B, et al. Early intensive care sedation predicts long-term mortality in ventilated critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2012;186(8):724-31.
14. Aragon RE, Proano A, Mongilardi N, de Ferrari A, Herrera P, Roldan R, et al. Sedation practices and clinical outcomes in mechanically ventilated patients in a prospective multicenter cohort. *Crit Care*. 2019;23(1):130.
15. Jakob SM, Ruokonen E, Grounds RM, Sarapohja T, Garratt C, Pocock SJ, et al. Dexmedetomidine vs midazolam or propofol for sedation during prolonged mechanical ventilation: two randomized controlled trials. *JAMA*. 2012;307(11):1151-60.
16. MacLaren R, Preslaski CR, Mueller SW, Kiser TH, Fish DN, Lavelle JC, et al. A randomized, double-blind pilot study of dexmedetomidine versus midazolam for intensive care unit sedation: patient recall of their experiences and short-term psychological outcomes. *J Intensive Care Med*. 2015;30(3):167-75.
17. Patel SB, Kress JP. Sedation and analgesia in the mechanically ventilated patient. *Am J Respir Crit Care Med*. 2012;185(5):486-97.
18. Sandiumenge Camps A, Sanchez-Izquierdo Riera JA, Toral Vazquez D, Sa Borges M, Peinado Rodriguez J, Alted Lopez E. Midazolam and 2% propofol in long-term sedation of traumatized critically ill patients: efficacy and safety comparison. *Crit Care Med*. 2000;28(11):3612-9.
19. Zhou Y, Jin X, Kang Y, Liang G, Liu T, Deng N. Midazolam and propofol used alone or sequentially for long-term sedation in critically ill, mechanically ventilated patients: a prospective, randomized study. *Crit Care*. 2014;18(3):R122.
20. Li X, Zhao Z, Liu X, Ma G, Zhu MJ. Encephalopathy associated with propofol infusion syndrome: A case report. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(1):e9521.
21. Schroepfel TJ, Clement LP, Barnard DL, Guerro W, Ferguson MD, Sharpe JP, et al. Propofol Infusion Syndrome: Efficacy of a Prospective Screening Protocol. *Am Surg*. 2018;84(8):1333-8.
22. Andersen-Ranberg NC, Poulsen LM, Perner A, Wetterslev J, Estrup S, Hastbacka J, et al. Haloperidol for the Treatment of Delirium in ICU Patients. *N Engl J Med*. 2022;387(26):2425-35.
23. van den Boogaard M, Slooter AJC, Bruggemann RJM, Schoonhoven L, Beishuizen A, Vermeijden JW, et al. Effect of Haloperidol on Survival Among Critically Ill Adults With a High Risk of Delirium: The REDUCE Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2018;319(7):680-90.
24. Roberts I, Sydenham E. Barbiturates for acute traumatic brain injury. *Cochrane Db Syst Rev*. 2012(12).
25. Pandharipande PP, Pun BT, Herr DL, Maze M, Girard TD, Miller RR, et al. Effect of sedation with dexmedetomidine vs lorazepam on acute brain dysfunction in mechanically ventilated patients: the MENDS randomized controlled trial. *JAMA*. 2007;298(22):2644-53.
26. Shehabi Y, Riker RR, Bokesch PM, Wisemandle W, Shintani A, Ely EW, et al. Delirium duration and mortality in lightly sedated, mechanically ventilated intensive care patients. *Crit Care Med*. 2010;38(12):2311-8.
27. Spence J, Belley-Cote E, Ma HK, Donald S, Centofanti J, Hussain S, et al. Efficacy and safety of inhaled anaesthetic for postoperative sedation during mechanical ventilation in adult cardiac surgery patients: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*. 2017;118(5):658-69.
28. Sackey PV, Eriksson LI, Martling CR, Radell PJ. Case scenario: tailored sedation to the individual needs of the intensive care unit patient. *Anesthesiology*. 2010;113(6):1439-46.
29. Ahlers SJ, van Gulik L, van Dongen EP, Bruins P, van de Garde EM, van Boven WJ, et al. Efficacy of an intravenous bolus of morphine 2.5 versus morphine 7.5 mg for procedural pain relief in postoperative cardiothoracic patients in the intensive care unit: a randomised double-blind controlled trial. *Anaesth Intensive Care*. 2012;40(3):417-26.
30. Robleda G, Roche-Campo F, Sendra MA, Navarro M, Castillo A, Rodriguez-Arias A, et al. Fentanyl as pre-emptive treatment of pain associated with turning mechanically ventilated patients: a randomized controlled feasibility study. *Intensive Care Med*. 2016;42(2):183-91.
31. Huang DT, Papazian L. Is Cisatracurium the Neuromuscular Blocking Agent of Choice in Acute Respiratory Distress Syndrome? *Am J Respir Crit Care Med*. 2018;197(7):849-50.
32. Guervilly C, Bisbal M, Forel JM, Mechat M, Lehingue S, Bourenne J, et al. Effects of neuromuscular blockers on transpulmonary pressures in moderate to severe acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*. 2017;43(3):408-
33. Hraiech S, Forel JM, Guervilly C, Rambaud R, Lehingue S, Adda M, et al. How to reduce cisatracurium consumption in ARDS patients: the TOF-ARDS study. *Ann Intensive Care*. 2017;7(1):79.
34. Martyn JAJ, Sparling JL, Bittner EA. Molecular mechanisms of muscular and non-muscular actions of neuromuscular blocking agents in critical illness: a narrative review. *Br J Anaesth*. 2023;130(1):39-50.
35. Evaluation of Residual Neuromuscular Block Using Train-of-Four and Double Burst Stimulation at the Index Finger: Retraction Notice. *Anesth Analg*. 2019;128(1):e16.

36. Kameyama Y, Takagi S, Seto K, Kajiwara I, Goto M, Kitajima O, et al. Efficiency of the TOF-Cuff for the evaluation of rocuronium-induced neuromuscular block and its reversal with sugammadex: a comparative study vs. acceleromyography. *J Anesth.* 2019;33(1):80-4.
37. Kim HJ, Lee KY, Kim MH, Kim HI, Bai SJ. Effects of deep vs moderate neuromuscular block on the quality of recovery after robotic gastrectomy. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2019;63(3):306-13.
38. Papazian L, Forel JM, Gacouin A, Penot-Ragon C, Perrin G, Loundou A, et al. Neuromuscular blockers in early acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2010;363(12):1107-16.
39. Barr J, Fraser GL, Puntillo K, Ely EW, Gelinas C, Dasta JF, et al. Clinical practice guidelines for the management of pain, agitation, and delirium in adult patients in the intensive care unit. *Crit Care Med.* 2013;41(1):263-306.
40. Chanques G, Conseil M, Roger C, Constantin JM, Prades A, Carr J, et al. Immediate interruption of sedation compared with usual sedation care in critically ill postoperative patients (SOS-Ventilation): a randomised, parallel-group clinical trial. *Lancet Respir Med.* 2017;5(10):795-805.
41. Reade MC, Eastwood GM, Bellomo R, Bailey M, Bersten A, Cheung B, et al. Effect of Dexmedetomidine Added to Standard Care on Ventilator-Free Time in Patients With Agitated Delirium: A Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2016;315(14):1460-8.
42. Mehta S, Burry L, Cook D, Investigators S. Sedation interruption for mechanically ventilated patients-reply. *JAMA.* 2013;309(10):982-3.
43. Nassar APJ, Park M. Sedation protocols versus daily sedation interruption: a systematic review and meta-analysis. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2016;28(4):444-51.



## TEMA 11

# Ventilação mecânica na asma

### A. Indicação da VM na crise asmática

**A.1** - Aspectos de analgesia, sedação e relaxamento muscular na asma

### B. Como ventilar o paciente em crise de asma

**B.1** - Monitorização da mecânica ventilatória e das complicações da hiperinsuflação pulmonar

**B.2** - Desmame da ventilação na asma: aspectos específicos

**B.3** - Suporte respiratório extracorpóreo

**Comentário:** A asma é uma doença frequente, acometendo aproximadamente 1% a 18% da população de acordo com o país estudado<sup>1</sup>. Cerca de 10% dos pacientes admitidos no hospital com crise de asma grave precisam de tratamento em unidade de terapia intensiva. Além disso, estima-se que 2% de todos os pacientes admitidos no hospital por crise de asma necessitem de VM invasiva<sup>2</sup>.

## A. Indicação da VM na crise asmática

### Considerar<sup>2,3,4</sup>:

- Utilizar os critérios abaixo para indicação de VM invasiva na crise asmática:
  - Rebaixamento do nível de consciência e/ou desorientação;
  - Hipoxemia refratária ( $\text{PaO}_2 < 60\text{mmHg}$  ou  $\text{SpO}_2 < 90\%$  com  $\text{FiO}_2 > 40-50\%$ );
  - Hipercapnia progressiva refratária ( $\text{PaCO}_2 > 60\text{mmHg}$ );
  - Fadiga muscular progressiva e refratária;
  - Hipotensão severa;
  - Bradicardia ou taquicardia (com instabilidade hemodinâmica);
  - Parada cardiorrespiratória (ou iminente).
  - Isquemia miocárdica;
  - Acidose láctica após tratamento com broncodilatadores;
  - Pacientes idosos, portadores de comorbidades graves (como insuficiência cardíaca severa) e neurocríticos.

## A.1 - Aspectos de analgesia, sedação e relaxamento muscular na asma

### Analgesia e sedação

#### Sugere-se<sup>3,5,6,7</sup>:

- Utilizar as opções e doses: fentanil 1,0 a 3,0mcg/kg/h EV, Alfentanil 0,5 a 1,0mcg/kg/min EV, sufentanil 0,5mcg/kg/h EV, cetamina 0,25 a 0,5mg/kg/h EV (broncodilatador), propofol 0,3-4mg/kg/h EV (broncodilatador) e/ou midazolam 0,04-0,06mg/kg/h (3-5mg/h).
- Não usar morfina ou meperidina (liberam histamina).

### Relaxamento neuromuscular

#### Sugere-se<sup>3,5,8</sup>:

- Opções: rocurônio - 1mg/kg EV (início: 45 segundos - duração: 45 minutos) ou vecurônio 0,15mg/kg EV (início: 75 a 90 segundos - duração: 30 minutos).
- Não usar cisatracúrio, atracúrio e pancurônio (liberam histamina).
- Após a intubação orotraqueal, administrar bloqueador neuromuscular na fase inicial, quando necessário. Evitar o uso prolongado devido ao risco aumentado de miopatia e neuropatia pelo uso concomitante de corticosteroides.

## B. Como ventilar o paciente em crise de asma

**Comentário:** Na asma brônquica grave, os principais aspectos da ventilação mecânica invasiva a serem observados são: minimizar a hiperinsuflação dinâmica (especialmente, diminuir o volume minuto e aumentar o tempo expiratório), evitar a hipoxemia (manter SpO<sub>2</sub> entre 92% e 96% e PaO<sub>2</sub> > 65mmHg) e monitorar a mecânica ventilatória (especialmente, pressão de platô, PEEP intrínseca e resistência das vias aéreas). A hiperinsuflação pulmonar pode piorar o quadro clínico e está relacionada às complicações mais graves durante a VM, incluindo instabilidade hemodinâmica e pneumotórax. A hiperinsuflação dinâmica pode ser agravada nos casos de volume corrente elevado, frequência respiratória elevada e/ou tempo expiratório curto. Dessa forma, quando necessária, a adoção da estratégia de hipercapnia permissiva é altamente recomendada<sup>2,3,5,3,8,9</sup>.

#### Considerar:

- Realizar a hipercapnia permissiva como uma estratégia de ventilação, sendo geralmente bem tolerados valores de pH > 7,20 e de PaCO<sub>2</sub> < 80mmHg (esses valores devem ser avaliados em conjunto com o quadro clínico do paciente, e devem ser evitados se houver hipoxemia refratária, pelo risco de edema de SNC). É justificada pela necessidade de redução do volume minuto para reduzir a hiperinsuflação dinâmica. Porém, está contraindicada em pacientes com hipertensão intracraniana e gestantes e deve ser realizada com cuidado em pacientes com isquemia miocárdica, avaliando o risco e o benefício da estratégia<sup>3,5,10,8,9,11</sup>.
- Utilizar modos ventilatórios VCV ou PCV<sup>3</sup>. Atentar para que, no modo PCV, o volume corrente não é garantido e irá variar com alterações rápidas de resistência das vias aéreas características das crises de asma. Em VCV, temos o controle do volume corrente ofertado, porém não há garantia de manutenção de pressões nas vias aéreas em níveis seguros<sup>3,8</sup>.
- Volume corrente: 6 a 8ml/kg do peso predito inicialmente. A depender da evolução da mecânica ventilatória, poderá haver necessidade de ser reduzido<sup>3,8,11</sup>.
- PEEP: Inicialmente, programar entre 3 a 5cmH<sub>2</sub>O. É importante ressaltar que, ao contrário de alguns pacientes com DPOC, pacientes com asma brônquica sob VM invasiva geralmente não se beneficiam da utilização de uma PEEP extrínseca mais elevada<sup>3,8,9</sup>. Em casos selecionados, pode-se tentar utilizar valores mais elevados da PEEP para reduzir a hiperinsuflação

pulmonar<sup>11,12</sup>. No modo PCV, se o aumento da PEEP estiver associado ao aumento do volume expiratório, isso sugere redução da hiperinsuflação alveolar. Já no modo VCV, se o aumento da PEEP estiver associado à redução da pressão de platô, esse achado sugere redução da hiperinsuflação alveolar<sup>3,9</sup>.

- Frequência respiratória: 8 a 10 incursões por minuto inicialmente, com o objetivo de reduzir o volume minuto. A depender da evolução da mecânica ventilatória, poderá ser reduzida ou aumentada<sup>3,4,8</sup>.
- Fluxo/tempo inspiratório: No modo VCV, utilizar fluxo elevado, na faixa de 60 a 100L/min, com o intuito de reduzir o tempo inspiratório, ganhando tempo expiratório (reduzindo a relação I:E para um valor menor que 1:3, prolongando-se a expiração). É preciso cuidado em fluxos acima de 60L/min que podem gerar pressão de pico muito elevada e inviabilizar a entrega do volume corrente na totalidade, disparando alarmes, por exemplo. Deve-se tentar, se possível, usar onda de fluxo quadrada, a fim de ter um tempo inspiratório menor possível para aquele determinado fluxo. Porém, é preciso levar em conta que esse tipo de onda gera picos de pressão muito mais elevados que a onda de fluxo decrescente. Essa, por sua vez, aumenta o tempo inspiratório, o que pode prejudicar a relação I:E. É preciso avaliar caso a caso o benefício de cada possibilidade de regulagem. No modo PCV, o fluxo é livre e sempre decrescente e o tempo inspiratório deve ser ajustado para uma relação I:E menor que 1:3<sup>3,4,8,9,11</sup>.
- FiO<sub>2</sub>: Ajustar para manter SpO<sub>2</sub> entre 92% e 96% e PaO<sub>2</sub> > 65 mmHg<sup>3</sup>.
- Pacientes com ciclos ventilatórios espontâneos podem se beneficiar do ajuste da PEEP extrínseca um pouco abaixo, mas próximos ao nível da PEEP intrínseca, reduzindo o trabalho respiratório ao reduzir o gradiente de pressão necessário para superar a PEEP intrínseca e disparar um novo ciclo ventilatório<sup>3,4,8</sup>.

## B.1 - Monitorização da mecânica ventilatória e das complicações da hiperinsuflação pulmonar

### Considerar:

- Basear-se em valores-alvo a seguir:
  - Resistência das vias aéreas < 20cmH<sub>2</sub>O/L/s<sup>3</sup>
  - PEEP intrínseca < 10cmH<sub>2</sub>O<sup>3,4</sup>
  - Pressão de Pico < 50cmH<sub>2</sub>O<sup>3</sup>
  - Pressão de platô ≤ 30cmH<sub>2</sub>O<sup>3,8,9</sup>
  - Pressão de distensão alveolar (*driving pressure*) ≤ 15cmH<sub>2</sub>O<sup>3</sup>
- Atentar para as complicações da hiperinsuflação pulmonar, sendo importante considerar o risco para hipotensão arterial e pneumotórax<sup>3,11</sup>. Usar exame físico e recursos como radiografia de tórax, ultrassonografia ou tomografia para o diagnóstico e conduta.
- Na persistência de hiperinsuflação severa com empilhamento de ar, a desconexão do ventilador enquanto se comprime suavemente o tórax por 30 a 60 segundos é uma manobra a ser considerada<sup>3,8</sup>.

## B.2 - Desmame da ventilação na asma: aspectos específicos

**Comentário:** O desmame e a retirada da ventilação mecânica invasiva dependerá da redução do broncoespasmo e de eventuais comorbidades. Em geral, pacientes estáveis do ponto de vista da troca gasosa e da hemodinâmica, com resistência < 20cmH<sub>2</sub>O/L/s e PEEP intrínseca < 10cmH<sub>2</sub>O estão aptos para o desmame da ventilação e extubação. Um desmame prolongado da ventilação mecânica deve chamar a atenção para outras condições como miopatia (por uso de corticosteroide



em doses elevadas e bloqueadores neuromusculares) e comorbidades associadas (como insuficiência cardíaca) (consultar seção de desmame prolongado deste documento).

### B.3 – Suporte respiratório extracorpóreo

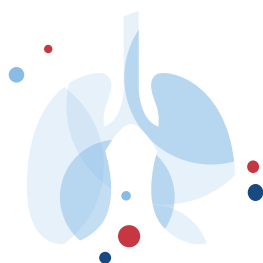
**Comentário:** A crise de asma aguda grave é uma condição reversível, na qual o suporte ventilatório extracorpóreo pode servir como uma ponte para a recuperação<sup>3,9,14</sup>. Porém, as evidências relacionadas ao seu uso na crise de asma aguda ainda são limitadas e as técnicas de suporte ventilatório extracorpóreo, potencialmente, podem aumentar a possibilidade de efeitos adversos como sangramento, sepse, lesão renal aguda, fenômenos tromboembólicos e complicações relacionadas às câmulas. Além disso, sua complexidade pode ter custo proibitivo e impossibilitar seu uso em centros hospitalares menores<sup>3,15</sup>. Em um estudo de coorte retrospectivo publicado em 2023, que incluiu 13.714 pacientes com insuficiência respiratória aguda secundária à asma aguda grave, a oxigenação extracorpórea (ECMO) foi associada à menor mortalidade e maiores custos hospitalares, sugerindo que pode ser uma importante terapia de resgate<sup>16</sup>.

#### Considerar:

- Embora a ECMO seja raramente necessária, pacientes com acidose respiratória severa (pH < 7,2), com hiperinsuflação dinâmica e hemodinamicamente instáveis refratários à otimização do tratamento, podem se beneficiar desse recurso. Ademais, a remoção extracorpórea de CO<sub>2</sub> (ECCO<sub>2</sub>R) veno-venosa pode ser usada associada à estratégia de ventilação pulmonar ultra-protetora em casos severos. Assim que o broncoespasmo e a acidose respiratória estiverem resolvidos, os pacientes podem ser decanulados<sup>3,9,14,17-19</sup>.

#### Referências bibliográficas – Tema 11

1. Global Initiative for Asthma. Global strategy for asthma management and prevention: Update 2022. Global Initiative for Asthma: Fontana, EUA. 2022.
2. Stather DR, Stewart TE. Clinical review: Mechanical ventilation in severe asthma. *Crit Care*. 2005;9(6):581-587.
3. Barbas CS, Isola AM, Farias AM, Cavalcanti AB, Gama AM, Duarte AC, et al. Brazilian recommendations of mechanical ventilation 2013. Part I. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2014;26(2):89-121.
4. Brenner B, Corbridge T, Kazzi A. Intubation and mechanical ventilation of the asthmatic patient in respiratory failure. *Proc Am Thorac Soc*. 2009;6(4):371-379.
5. Medoff BD. Invasive and noninvasive ventilation in patients with asthma. *Respir Care*. 2008 Jun;53(6):740-750.
6. Eames WO, Rooke GA, Wu RS, Bishop MJ. Comparison of the effects of etomidate, propofol, and thiopental on respiratory resistance after tracheal intubation. *Anesthesiology*. 1996;84(6):1307-1311.
7. Howton JC, Rose J, Duffy S, Zoltanski T, Levitt MA. Randomized, double-blind, placebo-controlled trial of intravenous ketamine in acute asthma. *Ann Emerg Med*. 1996;27(2):170-175.
8. Laher AE, Buchanan SK. Mechanically Ventilating the Severe Asthmatic. *J Intensive Care Med*. 2018;33(9):491-501.
9. Leatherman J. Mechanical ventilation for severe asthma. *Chest*. 2015;147(6):1671-1680.
10. Schivo M, Phan C, Louie S, Harper RW. Critical asthma syndrome in the ICU. *Clin Rev Allergy Immunol*. 2015;48(1):31-44.
11. Demoule A, Brochard L, Dres M, Heunks L, Jubran A, Laghi F, et al. How to ventilate obstructive and asthmatic patients. *Intensive Care Med*. 2020;46(12):2436-2449.
12. He H, Yuan S, Yi C, Long Y, Zhang R, Zhao Z. Titration of extra-PEEP against intrinsic-PEEP in severe asthma by electrical impedance tomography: A case report and literature review. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(26):e20891.
13. Oddo M, Feihl F, Schaller MD, Perret C. Management of mechanical ventilation in acute severe asthma: practical aspects. *Intensive Care Med*. 2006;32(4):501-510.
14. Patel S, Shah NM, Malhotra AM, Lockie C, Camporota L, Barrett N, et al. Inflammatory and microbiological associations with near-fatal asthma requiring extracorporeal membrane oxygenation. *ERJ Open Res*. 2020;6(1):00267-2019.
15. Kim JH, Pieri M, Landoni G, Scandroglio AM, Calabrò MG, Fominskiy E, et al. Venovenous ECMO treatment, outcomes, and complications in adults according to large case series: A systematic review. *Int J Artif Organs*. 2021;44(7):481-488.
16. Zakrajsek JK, Min SJ, Ho PM, Kiser TH, Kannappan A, Sottile PD, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Refractory Asthma Exacerbations with Respiratory Failure. *Chest*. 2023;163(1):38-51.
17. Mikkelsen ME, Woo YJ, Sager JS, Fuchs BD, Christie JD. Outcomes using extracorporeal life support for adult respiratory failure due to status asthmaticus. *ASAIO J*. 2009;55(1):47-52.
18. Pavot A, Mallat J, Vangrunderbeeck N, Thevenin D, Lemyze M. Rescue therapeutic strategy combining ultra-protective mechanical ventilation with extracorporeal CO<sub>2</sub> removal membrane in near-fatal asthma with severe pulmonary barotraumas: A case report. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(41):e8248.
19. Iwamoto T, Ikeda K, Nakajima H, Suga M, Kumano K, Hiraguri M, et al. Extracorporeal membrane oxygenation is indicated for status asthmaticus refractory to maximal conventional therapy. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2013;110(4):300-301.



## TEMA 12

# Ventilação mecânica no paciente com DPOC

**A.** Definição de exacerbação aguda de DPOC (EA-DPOC) e critérios de internação em UTI

**B.** Como ventilar o paciente com DPOC exacerbado

**Comentário:** A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é uma condição pulmonar heterogênea caracterizada por sintomas respiratórios crônicos (dispneia, tosse, produção de secreção) devido a anormalidades das vias aéreas (bronquite, bronquiolite) e/ou do parênquima pulmonar (enfisema) que causam obstrução persistente, muitas vezes progressiva, ao fluxo de ar<sup>1</sup>.

## A. Definição de EA-DPOC e critérios de internação em UTI

**Comentário:** A EA-DPOC é definida como um evento caracterizado por piora da dispneia e/ou tosse e secreção em < 14 dias, necessitando atendimento e escalonamento de cuidados farmacológicos e não farmacológicos<sup>12</sup> (tabela 1).

**Tabela 1** – Indicações de admissão na terapia intensiva (EA-DPOC)

Dispneia e/ou desconforto respiratório sem resposta inadequada ao tratamento na emergência
Mudança no estado mental (confusão, letargia e coma)
Persistência ou piora da hipoxemia ( $\text{PaO}_2 < 40\text{mmHg}$ ) com acidose respiratória grave ( $\text{pH} < 7,25$ ), a despeito de oxigênio suplementar e ventilação mecânica não invasiva (VNI)
Necessidade de ventilação mecânica invasiva (VMI)
Instabilidade hemodinâmica – necessidade de vasopressores

Adaptado de Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Global Strategy for Diagnosis, Management and Prevention of COPD; 2023 Report; GOLD: Fontana, WI, USA, 2023; Available online: GOLD-2023-ver-1.2-7Jan2023\_WMV.pdf (goldcopd.org)

## B. Como ventilar o paciente com DPOC exacerbado

### Indicações de ventilação mecânica invasiva

**Comentário:** Os principais objetivos da ventilação mecânica invasiva em pacientes DPOC são os seguintes<sup>3</sup>:

- Corrigir os distúrbios na oxigenação e ventilação
- Reduzir o trabalho ventilatório
- Prevenir a hiperinsuflação dinâmica

## **Indicação de intubação orotraqueal:**

### **Considerar<sup>4,5</sup>:**

- Incapacidade de tolerar VNI ou falha de VNI
- Status pós-parada cardiorrespiratória
- Consciência diminuída e/ou agitação psicomotora
- Aspiração de conteúdo gástrico ou vômitos persistentes
- Incapacidade persistente para remover secreções
- Instabilidade hemodinâmica sem resposta a fluidos e drogas vasoativas
- Arritmia ventricular ou supraventricular graves
- Hipoxemia ameaçadora à vida apesar de oxigenioterapia e/ou VNI
- Na ocasião da intubação utilizar cânulas com maior diâmetro possível para reduzir a resistência das vias aéreas e facilitar a remoção das secreções<sup>6</sup>.
- Ajustes da ventilação mecânica visando normalizar a oxigenação e a ventilação, reduzir o trabalho ventilatório e evitar a hiperinsuflação dinâmica.

## **Configurações do ventilador**

### **Modo ventilatório inicial**

#### **Considerar:**

- Utilizar o modo de volume ou pressão controlado, lembrando sempre de selecionar o modo de maior familiaridade da equipe e realizar monitorização da mecânica ventilatória<sup>7,8</sup>.

### **Fração de oxigênio inspirado**

#### **Considerar:**

- Em pacientes com DPOC a meta da SpO<sub>2</sub> é definida entre 88% e 92%, evitando a hiperóxia<sup>9</sup>.

### **Volume corrente**

#### **Considerar:**

- Para pacientes com DPOC exacerbados sob ventilação invasiva, volume corrente (VC) de 6 a 8ml/kg de peso predito<sup>10</sup>.

### **Frequência respiratória**

#### **Considerar:**

- Iniciar a ventilação com frequências baixas, de 8 a 10irpm, podendo ser ajustada de acordo com a mecânica ventilatória do paciente e suas trocas gasosas, objetivando-se uma relação I:E de 1:3 ou menor, a fim de se evitar autoPEEP<sup>8</sup>. É importante colher gasometria na primeira hora de VM quando se utilizam VC e f geralmente mais baixos.

### **Sensibilidade de disparo**

#### **Considerar:**

- Utilizar a menor sensibilidade possível que não cause autodisparo, podendo ser a pressão ou a fluxo<sup>10</sup>.

### **Fluxo inspiratório**

**Comentário:** No modo PCV, o fluxo é livre e decrescente. Porém, no modo VCV, a escolha dos valores de fluxo e formato da onda deve levar em conta os tempos inspiratório (TI) e expiratório (TE). A escolha do formato da onda influi diretamente no pico de pressão das vias aéreas, geralmente maior na onda quadrada. Ela tem a seu favor diminuir o tempo inspiratório ao máximo e melhorar a relação I:E. Já a onda desacelerada gera picos de pressão de vias aéreas menores, mas prolonga o tempo inspiratório.

### Considerar:

- Minimizar a hiperinsuflação com o uso de VC 6 a 8ml/kg de peso predito, baixa frequência respiratória (8-10irpm inicialmente)<sup>13</sup> e fluxo inspiratório de 60 a 100L/min, com o objetivo de obter um tempo inspiratório a expiratório de 1:3 a 1:6<sup>11</sup>. Colher gasometria na primeira hora para avaliar a repercussão da estratégia ventilatória nas trocas gasosas, podendo ser necessários ajustes quando houver acidose e/ou hipercapnia grave.

### Pressão expiratória final positiva extrínseca (PEEPe) e autoPEEP

**Comentário:** A autoPEEP atua como uma sobrecarga para o esforço inspiratório e é descrita como a maior responsável pelo aumento do trabalho ventilatório nessa situação<sup>13</sup>. Em certos pacientes em modos assistidos ou assistido/controlados, nos quais a autoPEEP é causada por limitação do fluxo expiratório, o uso de PEEPe em valores próximos aos da autoPEEP mensurada (não maior que 85% dela) parece reduzir o trabalho ventilatório sem causar aumento da hiperinsuflação e do volume pulmonar expiratório final<sup>14,15</sup>.

### Monitorização da ventilação mecânica

**Comentário:** Devem ser monitorizados de forma rotineira a pressão pico, a pressão de platô e a resistência de vias aéreas durante a ventilação. Para mais detalhes sobre como realizar a monitorização, consultar capítulo específico deste documento.

### Considerar:

- Monitoração sistemática da mecânica ventilatória durante a exacerbação e, quando necessário, durante o processo de ventilação assistida e desmame<sup>15</sup>.
- Busca ativa de assincronias, disparo ineficaz e autoPEEP.

### Retirada da ventilação mecânica

**Comentário:** O desmame deve ser conduzido de acordo com o tema específico de desmame e de monitorização da mecânica ventilatória deste documento.

## Referências bibliográficas – Tema 12

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Global Strategy for Diagnosis, Management and Prevention of COPD;2023 Report; GOLD: Fontana, WI, USA, 2023; Available online: GOLD-2023-ver-1.2-7Jan2023\_WMV.pdf (goldcopd.org)
- 2 - Wagner L, Nedel, Rafael L. Costa, Gabriela Mendez. Negative results for ketamine use in severe acute bronchospasm: a randomised controlled trial. *Anaesthesiol Intensive Ther* 2020; 52, 3: 215-218
- 3 - Davidson AC, Banham S, Elliott M, et al. BTS/ICS guideline for the ventilatory management of acute hypercapnic respiratory failure in adults. *Thorax* 2016; 71 Suppl 2:ii.
- 4 - Chandra D, Stamm JÁ, Taylor B, et al. Outcomes of noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease in the United States, 1998-2008. *Am J Resp Crit Care Med* 2012;185(2):152-9
- 5 - Conti G, Antonelli M, Navalesi P, et al. Noninvasive vs. Conventional mechanical ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease after failure of medical treatment in the ward: a randomized trial. *Intensive Care Med* 2002; 28(12): 1701-7.
- 6 - Reddy RM, Guntupalli KK. Review of ventilatory techniques to optimize mechanical ventilation in acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *International Journal of COPD* 2007;2(4):441-452.
- 7 - Vicent EG. Invasive mechanical ventilation in CPOD and astma. *Med Intensiva*, 2011;35(5):288-298
- 8 - Jezler S et al. Ventilação mecânica na doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) decompensada. *J Brasil Pneumol*. 2007;33 (Suppl 2):S111-118.
- 9 - Francesco Vasques, MD<sup>1,2</sup> Luigi Camporota, MD, PhD<sup>1,2</sup> Nicholas A. Barrett, FCICM<sup>1,2</sup> Nonantibiotic Pharmacological Treatment of Severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease Exacerbations, *Semin Respir Crit Care Med Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. July 2020;41(06).
- 10 - Slutsky AS. Mechanical ventilation. American College of Chest Physicians' Consensus Conference. *Chest*. 1993;104(6):1833-59.
- 11 - II Consenso Brasileiro Sobre Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. *J Bras Pneumol*. 2004;30(Supl 5):S1-S42.
- 12 - Coussa ML, Guerin C, Eissa NT, Corbeil C, Chasse M, Braidy J, et al. Partitioning of work of breathing in mechanically ventilated COPD patients. *J Appl Physiol*. 1993;75(4):1711-9.
- 13 - Connors AF Jr, McCaffree DR, Gray BA. Effect of inspiratory flow rate on gas exchange during mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1981; 124:537.
- 14 - Blanch L, Bernabe F, Lucangelo U. Measurement of air trapping, intrinsic positive end-expiratory pressure, and dynamic hyperinflation in mechanically ventilated patients. *Respir Care*. 2005;50(1):110-23; discussion 23-4.
- 15 - Ranieri VM, Giuliani R, Cinnella G, Pesce C, Brienza N, Ippolito EL, et al. Physiologic effects of positive end-expiratory pressure in patients with chronic obstructive pulmonary disease during acute ventilatory failure and controlled mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis*. 1993;147(1):5-13



## TEMA 13

# Pneumonia associada à ventilação mecânica (PAV)

- A. Definições e fatores de risco
- B. Medidas para prevenção na PAV

## A. Definições e fatores de risco

**Comentário:** O principal fator de risco para Pneumonia Adquirida no Hospital (PAH) é a intubação orotraqueal. Por isso, a Pneumonia Associada à Ventilação Mecânica (PAV) ganha destaque e é a Infecção Relacionada à Assistência em Saúde (IRAS) mais frequente na terapia intensiva e a que tem maior morbimortalidade<sup>1,2</sup>, sendo por isso mais estudada inclusive no aspecto da prevenção em relação à pneumonia em pacientes não intubados. A fisiopatologia em ambos os casos é na imensa maioria dos pacientes decorrente de alteração da microbiota orofaríngea seguida de aspiração, sendo o mecanismo de deglutição uma proteção importante.

Os fatores de risco, tanto para PAH quanto para PAV, são situações que aumentam o risco de aspiração, pioram a deglutição ou modificam a microbiota da orofaríngea, gastrointestinal ou pulmonar. Exemplificando temos os seguintes<sup>3-7</sup>:

- Idade;
- Doença pulmonar crônica;
- Rebaixamento do nível de consciência;
- Politrauma;
- Cirurgia torácica ou abdominal alta;
- Agentes que aumentam o pH gástrico (bloqueadores H<sub>2</sub>, antiácidos, inibidores da bomba de prótons);
- Uso prévio de antibióticos, especialmente de amplo espectro;
- Reintubação ou intubação prolongada;
- Número de colocação de cateter venoso central e cirurgias;
- Use de relaxantes musculares ou glicocorticoides;
- A presença de um monitor de pressão intracraniana;
- Desnutrição, insuficiência renal crônica, anemia, índice de comorbidade de Charlson, hospitalização prévia.

**Considerar:**

- Usar as definições a seguir:
  - Pneumonia Adquirida no Hospital (PAH) é a pneumonia que ocorre 48 horas ou mais após admissão hospitalar e não parece estar incubada na admissão.
  - Pneumonia Associada ao Ventilador (PAV) é um tipo de PAH que se desenvolve  $\geq$  48 horas após intubação endotraqueal).

## B. Medidas para prevenção de PAV

**Comentário:** A PAV é um diagnóstico difícil do ponto de vista clínico e a mortalidade a ela atribuída é muito variável<sup>8-12</sup>. Por isso, têm sido cada vez mais valorizadas as medidas preventivas que impactam em desfechos como tempo de ventilação, tempo na terapia intensiva e mortalidade, mais do que apenas reduzir a taxa de PAV<sup>13,14</sup>.

**Medidas básicas de prevenção de infecção****Sugere-se:**

- Realizar higiene das mãos. Medida básica na prevenção de Iras em geral, com impacto na incidência de PAV<sup>15</sup>.
- Trocar circuitos do ventilador mecânico conforme sujidade. A troca de circuitos em tempo fixo não tem benefício na incidência de PAV e produz custo desnecessário<sup>16</sup>.
- Realizar vigilância microbiológica, muito importante para detecção de colonização por MDR (cultura de *swab* na admissão) e seu isolamento para impedir transmissão, detecção de infecção cruzada e surtos, informação sobre as bactérias causadoras de PAV mais frequentes pelas culturas para definição de esquema antibiótico empírico inicial.
- Manter a cabeceira elevada entre 30 a 45 graus<sup>44</sup>.

**Considerar:**

- Suporte ventilatório não invasivo para prevenir intubação e reintubação, diminuindo riscos de desenvolver PAV, quando indicado.
- Protocolo de desmame com busca ativa diária de pacientes que preencham critério para realizar teste de respiração espontânea (TRE).
- Protocolo de mobilização precoce.
- Higiene oral com remoção mecânica do biofilme (escovação ou limpeza manual).

**Comentário:** Diferentes estudos demonstrando que a remoção do biofilme, seja através de escovação ou limpeza manual com gaze, é superior na prevenção de PAV do que apenas a aplicação de antisséptico como a clorexidina<sup>17-43</sup>, sendo o mais importante executar a limpeza mecânica da boca.

**Considerar:**

- Utilizar tubo orotraqueal (TOT) com aspiração subglótica. Os tubos endotraqueais, especialmente desenhados para prover aspiração contínua ou intermitente de secreções subglótica, são mais caros do que os tubos endotraqueais padrão, e não estão amplamente disponíveis. Se disponíveis, devem ser usados para pacientes que requerem mais de 48 ou 72 horas de ventilação mecânica<sup>45-47</sup>. Não há diferença significativa na duração da ventilação mecânica ou no tempo de internação na UTI<sup>48-50</sup>.
- Nutrição enteral pós-pilórica quando disponível e em situações de alto risco de broncoaspiração. Alimentação pós-pilórica está associada à menor ocorrência de broncoaspiração e pneumonia, mas os resultados variam quando avaliados os desfechos tempo de ventilação e de internação na terapia intensiva<sup>51-54</sup>.

- Implementar pacote de medidas preventivas para PAV.
- Evitar o uso de profilaxia de úlcera de estresse com inibidor de bomba de prótons ou bloqueador H<sub>2</sub><sup>55-61</sup>.
- Monitorização da pressão do balonete do tubo endotraqueal, mantendo os valores entre 20 e 30cmH<sub>2</sub>O especialmente associada a procedimentos como higiene oral, mudança de posição, posição prona. Não há benefício de monitorização contínua ou em horário regular.
- Evitar o uso das seguintes condutas:
  - TOT revestidos de prata<sup>63</sup>, TOT cônico ou de poliuretano ultrafino<sup>64</sup>;
  - Probióticos<sup>65</sup>;
  - Banho com clorexidina<sup>66</sup>;
  - Camas cinéticas<sup>67</sup>;
  - Posição prona para evitar PAV<sup>68</sup>.

## Estratégia para implementar prevenção de PAV<sup>14</sup>

### Considerar:

- Criar e estimular um time multidisciplinar.
- Envolver os gestores e as lideranças locais.
- Promover sessões educativas.
- Disponibilizar material educativo.
- Padronizar os procedimentos e incluir na lista de checagem da visita multidisciplinar.
- Criar redundância: checagem na prescrição, lista de checagem na visita, lembretes no computador, informar as famílias e até o paciente, quando possível, sobre a prevenção.
- Avalie a performance e promova *feedback* para a equipe, para o gestor e individual, quando necessário.

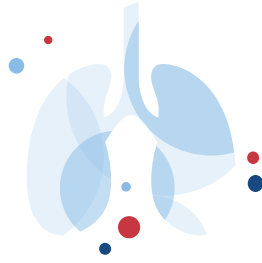
## Referências bibliográficas – Tema 13

1. Boletim Segurança do Paciente e Qualidade em Serviços de Saúde 28 Anvisa.htm.
2. Magill SS, O'Leary E, Janelle SJ, Thompson DL, Dumyati G, Nadle J, et al. Changes in Prevalence of Health Care-Associated Infections in U.S. Hospitals. *N Engl J Med.* novembro de 2018;379(18):1732-44.
3. Tejerina E, Frutos-Vivar F, Restrepo MI, Anzueto A, Abroug F, Palizas F, et al. Incidence, risk factors, and outcome of ventilator-associated pneumonia. *J Crit Care.* março de 2006;21(1):56-65.
4. Sopena N, Heras E, Casas I, Bechini J, Guasch I, Pedro-Botet ML, et al. Risk factors for hospital-acquired pneumonia outside the intensive care unit: A case-control study. *Am J Infect Control.* janeiro de 2014;42(1):38-42.
5. Nakaviroj S, Cherdungsri R, Chaiwat O. Incidence and risk factors for ventilator-associated pneumonia in the surgical intensive care unit, Siriraj Hospital. *J Med Assoc Thai Chotmaihet Thangphaet.* janeiro de 2014;97 Suppl 1:S61-68.
6. Charles MP. Ventilator-associated pneumonia. *Australas Med J.* 31 de agosto de 2014;334-44.
7. Chaudhary U, Ranjan N, Ranjan KP. Ventilator-associated pneumonia in a tertiary care intensive care unit: Analysis of incidence, risk factors and mortality. *Indian J Crit Care Med.* abril de 2014;18(4):200-4.
8. Forel JM, Voillet F, Pulina D, Gacouin A, Perrin G, Barrau K, et al. Ventilator-associated pneumonia and ICU mortality in severe ARDS patients ventilated according to a lung-protective strategy. *Crit Care.* 2012;16(2):R65.
9. Bekaert M, Timsit JF, Vansteelandt S, Depuydt P, Vésin A, Garrouste-Orgeas M, et al. Attributable Mortality of Ventilator-Associated Pneumonia: A Reappraisal Using Causal Analysis. *Am J Respir Crit Care Med.* 15 de novembro de 2011;184(10):1133-9.
10. Rodrigues PM de A, Carmo Neto E do, Santos LR de C, Knibel MF. Pneumonia associada à ventilação mecânica: epidemiologia e impacto na evolução clínica de pacientes em uma unidade de terapia intensiva. *J Bras Pneumol.* novembro de 2009;35(11):1084-91.
11. Stevens JP, Kachniarz B, Wright SB, Gillis J, Talmor D, Clardy P, et al. When Policy Gets It Right: Variability in U.S. Hospitals' Diagnosis of Ventilator-Associated Pneumonia\*. *Crit Care Med.* março de 2014;42(3):497-503.
12. Klompas M. Interobserver variability in ventilator-associated pneumonia surveillance. *Am J Infect Control.* abril de 2010;38(3):237-9.
13. Klompas M. Prevention of Intensive Care Unit-Acquired Pneumonia. *Semin Respir Crit Care Med.* agosto de 2019;40(04):548-57.
14. Klompas M, Branson R, Cawcutt K, Crist M, Eichenwald EC, Greene LR, et al. Strategies to prevent ventilator-associated pneumonia, ventilator-associated events, and nonventilator hospital-acquired pneumonia in acute-care hospitals: 2022 Update. *Infect Control Hosp Epidemiol.* junho de 2022;43(6):687-713.
15. Shabot MM, Chassin MR, France AC, Inurria J, Kendrick J, Schmaltz SP. Using the Targeted Solutions Tool ® to Improve Hand Hygiene Compliance Is Associated with Decreased Health Care-Associated Infections. *Jt Comm J Qual Patient Saf.* janeiro de 2016;42(1):6-AP4.

16. Han J, Liu Y. Effect of ventilator circuit changes on ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis. *Respir Care*. abril de 2010;55(4):467-74.
17. Osadnik CR, Tee VS, Carson-Chahhoud KV, Picot J, Wedzicha JA, Smith BJ. Non-invasive ventilation for the management of acute hypercapnic respiratory failure due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. Cochrane Airways Group, organizador. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 13 de julho de 2017 [citado 27 de fevereiro de 2023];2017(7). Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD004104.pub4>
18. Ferreyro BL, Angriman F, Munshi L, Del Sorbo L, Ferguson ND, Rochweg B, et al. Association of Noninvasive Oxygenation Strategies With All-Cause Mortality in Adults With Acute Hypoxemic Respiratory Failure: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA*. 7 de julho de 2020;324(1):57.
19. David-João PG, Guedes MH, Réa-Neto Á, Chaiben VB de O, Baena CP. Noninvasive ventilation in acute hypoxemic respiratory failure: A systematic review and meta-analysis. *J Crit Care*. fevereiro de 2019;49:84-91.
20. Xu XP, Zhang XC, Hu SL, Xu JY, Xie JF, Liu SQ, et al. Noninvasive Ventilation in Acute Hypoxemic Nonhypercapnic Respiratory Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Crit Care Med*. julho de 2017;45(7):e727-33.
21. Rochweg B, Granton D, Wang DX, Helviz Y, Einav S, Frat JP, et al. High flow nasal cannula compared with conventional oxygen therapy for acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med* [Internet]. 19 de março de 2019 [citado 27 de fevereiro de 2023]; Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00134-019-05590-5>
22. Sang L, Nong L, Zheng Y, Xu Y, Chen S, Zhang Y, et al. Effect of high-flow nasal cannula versus conventional oxygen therapy and non-invasive ventilation for preventing reintubation: a Bayesian network meta-analysis and systematic review. *J Thorac Dis*. julho de 2020;12(7):3725-36.
23. Granton D, Chaudhuri D, Wang D, Einav S, Helviz Y, Mauri T, et al. High-Flow Nasal Cannula Compared With Conventional Oxygen Therapy or Noninvasive Ventilation Immediately Postextubation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Crit Care Med*. novembro de 2020;48(11):e1129-36.
24. Shehabi Y, Bellomo R, Kadiman S, Ti LK, Howe B, Reade MC, et al. Sedation Intensity in the First 48 Hours of Mechanical Ventilation and 180-Day Mortality: A Multinational Prospective Longitudinal Cohort Study\*. *Crit Care Med*. junho de 2018;46(6):850-9.
25. Olsen HT, Nedergaard HK, Strøm T, Oxlund J, Wian KA, Ytrebø LM, et al. Nonsedation or Light Sedation in Critically Ill, Mechanically Ventilated Patients. *N Engl J Med*. 19 de março de 2020;382(12):1103-11.
26. Fraser GL, Devlin JW, Worby CP, Alhazzani W, Barr J, Dasta JF, et al. Benzodiazepine Versus Nonbenzodiazepine-Based Sedation for Mechanically Ventilated, Critically Ill Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials. *Crit Care Med*. setembro de 2013;41:S30-8.
27. Quenot JP, Ladoire S, Devoucoux F, Doise JM, Cailliod R, Cunin N, et al. Effect of a nurse-implemented sedation protocol on the incidence of ventilator-associated pneumonia\*. *Crit Care Med*. setembro de 2007;35(9):2031-6.
28. Wu Z, Liu Y, Xu J, Xie J, Zhang S, Huang L, et al. A Ventilator-associated Pneumonia Prediction Model in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome. *Clin Infect Dis*. 23 de dezembro de 2020;71(Supplement\_4):S400-8.
29. Torbic H, Krishnan S, Harnegie MP, Duggal A. Neuromuscular Blocking Agents for ARDS: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Respir Care*. janeiro de 2021;66(1):120-8.
30. Ely EW, Baker AM, Dunagan DP, Burke HL, Smith AC, Kelly PT, et al. Effect on the Duration of Mechanical Ventilation of Identifying Patients Capable of Breathing Spontaneously. *N Engl J Med*. 19 de dezembro de 1996;335(25):1864-9.
31. Kollef MH, Shapiro SD, Silver P, St. John RE, Prentice D, Sauer S, et al. A randomized, controlled trial of protocol-directed versus physician-directed weaning from mechanical ventilation: *Crit Care Med*. abril de 1997;25(4):567-74.
32. Girard TD, Alhazzani W, Kress JP, Ouellette DR, Schmidt GA, Truitt JD, et al. An Official American Thoracic Society/American College of Chest Physicians Clinical Practice Guideline: Liberation from Mechanical Ventilation in Critically Ill Adults. Rehabilitation Protocols, Ventilator Liberation Protocols, and Cuff Leak Tests. *Am J Respir Crit Care Med*. 1º de janeiro de 2017;195(1):120-33.
33. Hsieh SJ, Otusanya O, Gershengorn HB, Hope AA, Dayton C, Levi D, et al. Staged Implementation of Awakening and Breathing, Coordination, Delirium Monitoring and Management, and Early Mobilization Bundle Improves Patient Outcomes and Reduces Hospital Costs\*. *Crit Care Med*. julho de 2019;47(7):885-93.
34. Waldauf P, Jiroutková K, Krajčová A, Puthuchery Z, Duška F. Effects of Rehabilitation Interventions on Clinical Outcomes in Critically Ill Patients: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Crit Care Med* [Internet]. 28 de abril de 2020 [citado 27 de fevereiro de 2023]; Publish Ahead of Print. Disponível em: <https://journals.lww.com/10.1097/CCM.0000000000004382>
35. Zhang L, Hu W, Cai Z, Liu J, Wu J, Deng Y, et al. Early mobilization of critically ill patients in the intensive care unit: A systematic review and meta-analysis. *Patman S, organizador. PLOS ONE*. 3 de outubro de 2019;14(10):e0223185.
36. Klompas M, Speck K, Howell MD, Greene LR, Berenholz SM. Reappraisal of Routine Oral Care With Chlorhexidine Gluconate for Patients Receiving Mechanical Ventilation: Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA Intern Med*. 1º de maio de 2014;174(5):751.
37. Hua F, Xie H, Worthington HV, Furness S, Zhang Q, Li C. Oral hygiene care for critically ill patients to prevent ventilator-associated pneumonia. Cochrane Oral Health Group, organizador. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 25 de outubro de 2016 [citado 28 de fevereiro de 2023]; Disponível em: <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD008367.pub3>
38. da Silva Pinto1 AC, Machado da Silva1 B, Ferreira Santiago-Junior2 J, de Carvalho Sales-Peres1 SH. Efficiency of different protocols for oral hygiene combined with the use of chlorhexidine in the prevention of ventilator-associated pneumonia. *J Bras Pneumol*. 28 de fevereiro de 2021;e20190286.
39. Zhao T, Wu X, Zhang Q, Li C, Worthington HV, Hua F. Oral hygiene care for critically ill patients to prevent ventilator-associated pneumonia. Cochrane Oral Health Group, organizador. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 24 de dezembro de 2020 [citado 26 de fevereiro de 2023];2020(12). Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD008367.pub4>
40. de Lacerda Vidal CF, Vidal AK de L, Monteiro JG de M, Cavalcanti A, Henriques AP da C, Oliveira M, et al. Impact of oral hygiene involving toothbrushing versus chlorhexidine in the prevention of ventilator-associated pneumonia: a randomized study. *BMC Infect Dis*. dezembro de 2017;17(1):112.
41. Deschepper M, Waegeman W, Eeckloo K, Vogelaers D, Blot S. Effects of chlorhexidine gluconate oral care on hospital mortality: a hospital-wide, observational cohort study. *Intensive Care Med*. julho de 2018;44(7):1017-26.
42. Buxser S. Has resistance to chlorhexidine increased among clinically-relevant bacteria? A systematic review of time course and subpopulation data. Al-Bakri A, organizador. *PLOS ONE*. 19 de agosto de 2021;16(8):e0256336.
43. Vieira PC, de Oliveira RB, da Silva Mendonça TM. Should oral chlorhexidine remain in ventilator-associated pneumonia prevention bundles? *Med Intensiva Engl Ed*. maio de 2022;46(5):259-68.
44. Pozuelo-Carrascosa DP, Cobo-Cuenca AI, Carmona-Torres JM, Laredo-Aguilera JA, Santacruz-Salas E, Fernandez-Rodriguez R. Body position for preventing ventilator-associated pneumonia for critically ill patients: a systematic review and network meta-analysis. *J Intensive Care*. 22 de fevereiro de 2022;10(1):9.



45. Wang L, Li X, Yang Z, Tang X, Yuan Q, Deng L, et al. Semi-recumbent position versus supine position for the prevention of ventilator-associated pneumonia in adults requiring mechanical ventilation. *Cochrane Acute Respiratory Infections Group, organizador. Cochrane Database Syst Rev [Internet].* 8 de janeiro de 2016 [citado 26 de fevereiro de 2023];2016(1). Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD009946.pub2>
46. Smulders K, van der Hoeven H, Weers-Pothoff I, Vandenbroucke-Grauls C. A Randomized Clinical Trial of Intermittent Subglottic Secretion Drainage in Patients Receiving Mechanical Ventilation. *Chest.* março de 2002;121(3):858-62.
47. Klompas M, Branson R, Eichenwald EC, Greene LR, Howell MD, Lee G, et al. Strategies to Prevent Ventilator-Associated Pneumonia in Acute Care Hospitals: 2014 Update. *Infect Control Hosp Epidemiol.* agosto de 2014;35(8):915-36.
48. Ravikumar R, Masapu D, Jena S, Kamath S, Veenakumari HB, Ramesh VJ, et al. Comparison of suction above cuff and standard endotracheal tubes in neurological patients for the incidence of ventilator-associated pneumonia and in-hospital outcome: A randomized controlled pilot study. *Indian J Crit Care Med.* maio de 2016;20(5):261-6.
49. Pozuelo-Carrascosa DP, Herráiz-Adillo Á, Alvarez-Bueno C, Añón JM, Martínez-Vizcaíno V, Cavero-Redondo I. Subglottic secretion drainage for preventing ventilator-associated pneumonia: an overview of systematic reviews and an updated meta-analysis. *Eur Respir Rev.* 31 de março de 2020;29(155):190107.
50. Pozuelo-Carrascosa DP, Klompas M, Alvarez-Bueno C, Añón JM, Martínez-Vizcaíno V, Cavero-Redondo I, et al. Correction to subglottic secretion drainage for preventing ventilator-associated pneumonia: an overview of systematic reviews and an updated meta-analysis. *Eur Respir Rev.* 31 de março de 2022;31(163):220013.
51. Liu Y, Wang Y, Zhang B, Wang J, Sun L, Xiao Q. Gastric-tube versus post-pyloric feeding in critical patients: a systematic review and meta-analysis of pulmonary aspiration- and nutrition-related outcomes. *Eur J Clin Nutr.* setembro de 2021;75(9):1337-48.
52. Alkhawaja S, Martin C, Butler RJ, Gwadry-Sridhar F. Post-pyloric versus gastric tube feeding for preventing pneumonia and improving nutritional outcomes in critically ill adults. *Cochrane Emergency and Critical Care Group, organizador. Cochrane Database Syst Rev [Internet].* 4 de agosto de 2015 [citado 26 de fevereiro de 2023];2018(12). Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD008875.pub2>
53. Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin Nutr.* fevereiro de 2019;38(1):48-79.
54. ESICM Working Group on Gastrointestinal Function, Reintam Blaser A, Starkopf J, Alhazzani W, Berger MM, Casaer MP, et al. Early enteral nutrition in critically ill patients: ESICM clinical practice guidelines. *Intensive Care Med.* março de 2017;43(3):380-98.
55. Bouadma L, Deslandes E, Lolom I, Le Corre B, Mourvillier B, Regnier B, et al. Long-Term Impact of a Multifaceted Prevention Program on Ventilator-Associated Pneumonia in a Medical Intensive Care Unit. *Clin Infect Dis.* 15 de novembro de 2010;51(10):1115-22.
56. Álvarez-Lerma F, Palomar-Martínez M, Sánchez-García M, Martínez-Alonso M, Álvarez-Rodríguez J, Lorente L, et al. Prevention of Ventilator-Associated Pneumonia: The Multimodal Approach of the Spanish ICU "Pneumonia Zero" Program\*. *Crit Care Med.* fevereiro de 2018;46(2):181-8.
57. Berenholtz SM, Pham JC, Thompson DA, Needham DM, Lubomski LH, Hyzy RC, et al. Collaborative Cohort Study of an Intervention to Reduce Ventilator-Associated Pneumonia in the Intensive Care Unit. *Infect Control Hosp Epidemiol.* abril de 2011;32(4):305-14.
58. Klompas M, Li L, Kleinman K, Szumita PM, Massaro AF. Associations Between Ventilator Bundle Components and Outcomes. *JAMA Intern Med.* 1º de setembro de 2016;176(9):1277.
59. Pileggi C, Mascaro V, Bianco A, Nobile CGA, Pavia M. Ventilator Bundle and Its Effects on Mortality Among ICU Patients: A Meta-Analysis\*. *Crit Care Med.* julho de 2018;46(7):1167-74.
60. Alsumrain M, Melillo N, DeBari VA, Kirmani J, Moussavi M, Doraiswamy V, et al. Predictors and Outcomes of Pneumonia in Patients With Spontaneous Intracerebral Hemorrhage. *J Intensive Care Med.* março de 2013;28(2):118-23.
61. Krag M, Marker S, Perner A, Wetterslev J, Wise MP, Schefold JC, et al. Pantoprazole in Patients at Risk for Gastrointestinal Bleeding in the ICU. *N Engl J Med.* 6 de dezembro de 2018;379(23):2199-208.
62. Letvin A, Kremer P, Silver PC, Samih N, Reed-Watts P, Kollef MH. Frequent Versus Infrequent Monitoring of Endotracheal Tube Cuff Pressures. *Respir Care.* maio de 2018;63(5):495-501.
63. Kollef MH. Silver-Coated Endotracheal Tubes and Incidence of Ventilator-Associated Pneumonia: The NASCENT Randomized Trial. *JAMA.* 20 de agosto de 2008;300(7):805.
64. Philippart F, Gaudry S, Quinquis L, Lau N, Ouanes I, Touati S, et al. Randomized Intubation with Polyurethane or Conical Cuffs to Prevent Pneumonia in Ventilated Patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 15 de março de 2015;191(6):637-45.
65. Su M, Jia Y, Li Y, Zhou D, Jia J. Probiotics for the Prevention of Ventilator-Associated Pneumonia: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Respir Care.* maio de 2020;65(5):673-85.
66. Frost SA, Hou YC, Lombardo L, Metcalfe L, Lynch JM, Hunt L, et al. Evidence for the effectiveness of chlorhexidine bathing and health care-associated infections among adult intensive care patients: a trial sequential meta-analysis. *BMC Infect Dis.* dezembro de 2018;18(1):679.
67. Delaney A, Gray H, Laupland KB, Zuege DJ. Kinetic bed therapy to prevent nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2006;10(3):R70.
68. Munshi L, Del Sorbo L, Adhikari NKJ, Hodgson CL, Wunsch H, Meade MO, et al. Prone Position for Acute Respiratory Distress Syndrome. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ann Am Thorac Soc.* outubro de 2017;14(Supplement\_4):S280-8.



## TEMA 14

# Ventilação mecânica na Síndrome da Angústia Respiratória Aguda (SARA)

- A. Diagnóstico e classificação atual
- B. Conceito de ventilação protetora na SARA
- C. Como ventilar o paciente com SARA
  - C.1 - Modos ventilatórios
  - C.2 - Volume corrente
  - C.3 - Fração inspiratória de oxigênio (FiO<sub>2</sub>)
  - C.4 - Pressão de platô (Pplat)
  - C.5 - Frequência respiratória (f)
  - C.6 - Ajuste da PEEP
  - C.7 - Estratégias para titulação da PEEP que podem ser utilizadas à beira do leito
    - C.7.1 - Tabela PEEP baixa x FiO<sub>2</sub>20
    - C.7.2 - Tabela PEEP alta x FiO<sub>2</sub>24-25
    - C.7.3 - PEEP decremental, titulado pela complacência do sistema respiratório
  - C.8 - Bloqueador neuromuscular (BNM)
  - C.9 - Posição prona
  - C.10 - Manobras de recrutamento alveolar
  - C.11 - Ventilação com alta frequência

## A. Diagnóstico e classificação atual

**Comentário:** A partir de 2023, uma nova definição da Síndrome da Angústia Respiratória Aguda ou Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SARA)<sup>1,2</sup> foi proposta baseada na última definição de Berlim, em 2012<sup>3</sup>. As principais alterações foram:

- Abranger e ampliar a definição, incluindo na definição pacientes em uso de cateter nasal de alto fluxo (CNAF), desde que um fluxo mínimo de 30 litros por minuto esteja em uso;
- Mantém-se o critério de oxigenação com relação  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300\text{mmHg}$ , mas considera-se como equivalente a relação  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 \leq 315$  aferida por oxímetro de pulso, num paciente utilizando CNAF. Esta relação só é válida para valores de  $\text{SpO}_2 \leq 97\%$ . Na tabela 1, apresenta-se os novos limiares desta relação para definir a gravidade da síndrome;
- Mantém-se a necessidade de opacidades bilaterais para o critério de imagem, mas associa-se a possibilidade deste critério ser estabelecido por ultrassonografia (USG) pulmonar, especialmente em situações de limitação de recursos. Exige-se treinamento do operador de USG pulmonar<sup>4,5</sup>.

A presença de fator de risco é ainda um componente muito valorizado no diagnóstico da SARA, devendo sempre ser reportado em estudos clínicos.

## Considerar:

- Usar a definição de 2023 para diagnóstico e classificação da gravidade dos casos de SARA.

**Tabela 1 - Diagnóstico e Classificação da SARA**

Critério	Leve	Moderada	Grave
<b>Fatores de risco e origem do edema</b>	Precipitada por um fator de risco predisponente agudo, como pneumonia, infecção não pulmonar, trauma, transfusão, aspiração ou choque. O edema pulmonar não é exclusivo ou primariamente atribuível ao edema pulmonar cardiogênico/sobrecarga de líquidos, e a hipoxemia/anormalidades nas trocas gasosas não são primariamente atribuíveis à atelectasia.		
<b>Temporalidade</b>	Início agudo ou piora da IRpA, dentro de uma semana após o início estimado do fator de risco predisponente ou sintomas respiratórios novos ou agravados.		
<b>Imagem</b>	Opacidades bilaterais no RXT ou TC ou linhas B bilaterais e/ou consolidações no USG não totalmente explicadas por derrames, atelectasias ou nódulos/massas.		
<b>Hipoxemia para pacientes não intubados</b>	$235 < SpO_2/FiO_2 \leq 315$ (se $SpO_2 \leq 97\%$ )	$148 < SpO_2/FiO_2 \leq 235$ (se $SpO_2 \leq 97\%$ )	$SpO_2/FiO_2 \leq 148$ (se $SpO_2 \leq 97\%$ )
<b>Hipoxemia para pacientes intubados</b>	$200 < PaO_2/FiO_2 \leq 300^*$ $235 < SpO_2/FiO_2 \leq 315^\#$	$100 < PaO_2/FiO_2 \leq 200^*$ $148 < SpO_2/FiO_2 \leq 235^\#$	$PaO_2/FiO_2 \leq 100$ $SpO_2/FiO_2 \leq 148^\#$

\* (com PEEP/CPAP  $\geq 5$ cmH<sub>2</sub>O)

^\# Se  $SpO_2 \leq 97\%$ . A relação  $SpO_2/FiO_2$  não é válida para valores de saturação  $> 97\%$ . A oximetria de pulso não é recomendada quando algum diagnóstico de anormalidade da hemoglobina é suspeito (por exemplo, metemoglobinemia ou carboxihemoglobina).

Obs: Se a altitude do local for  $> 1.000$  metros, aplicar a correção:

( $PaO_2$  ou  $SpO_2$ )/ $FiO_{2\_CORRIGIDA}$ , onde:

$FiO_{2\_CORRIGIDA} = FiO_2 * (\text{pressão barométrica local}/760)$

A gasometria e oximetria devem ser medidas quando o paciente está em repouso por pelo menos 30 minutos depois de mudanças de  $FiO_2$  ou de fluxo. Para a oximetria de pulso, verifique se a onda de pulso está adequada e o posicionamento do sensor.

## B. Conceito de ventilação protetora na SARA

**Comentário:** A ventilação protetora é uma estratégia utilizada na ventilação mecânica (VM) para proteger os pulmões de danos adicionais durante a VM de pacientes com SARA. Consiste em limitar o volume corrente (VC) e a pressão de platô, evitar lesões pulmonares induzidas pela VM e outras complicações como barotrauma ou volutrauma. A VM protetora é usualmente definida como uso de baixo VC (4-8ml/kg de peso predito) e limitação da pressão de platô em 30cmH<sub>2</sub>O. Mais recentemente, há diversos estudos avaliando a importância da *driving pressure* (pressão de distensão), *mechanical power* (potência mecânica) e ajuste do VC pela complacência corrigida para o peso, mas que ainda carecem de validação em estudos prospectivos e controlados<sup>6-17</sup>.

## C. Como ventilar o paciente com SARA

### C.1 - Modos ventilatórios

#### Considerar:

- No início (primeiras 12 horas) do ajuste da VM em pacientes com SARA, são recomendados modos controlados como volume controlado (VCV) ou pressão controlada (PCV).

### C.2 - Volume corrente

#### Sugere-se:

- O VC deve ser ajustado em 4-8ml/kg (considerando-se peso predito)<sup>18-20</sup>. Inicialmente, é desejável iniciar com 6ml/kg de peso predito e ajustar, conforme a pressão de platô,  $PaCO_2$  e pH.
- Para se obter o peso predito (*predicted body weight*) recomenda-se o uso das seguintes fórmulas<sup>20</sup>:

- Homens:  $50 + 0,91 \times (\text{altura em cm} - 152,4)$
- Mulheres:  $45,5 + 0,91 \times (\text{altura em cm} - 152,4)$

### C.3 - Fração inspiratória de oxigênio ( $\text{FiO}_2$ )

#### Sugere-se:

- Usar a menor  $\text{FiO}_2$  possível para garantir  $\text{SpO}_2$  entre 92-96% em todas as categorias de gravidade de SARA<sup>21-23</sup>.

### C.4 - Pressão de platô ( $P_{\text{plat}}$ )

#### Sugere-se:

- Ajustar os parâmetros ventilatórios para limitar a pressão de platô para valores menores ou iguais a  $30\text{cmH}_2\text{O}$ <sup>18-20</sup>.

#### Considerar:

- Limitar a pressão de distensão (*driving pressure*) menor ou igual a  $15\text{cmH}_2\text{O}$  para todas as categorias de gravidade de SARA<sup>6</sup>.

### C.5 - Frequência respiratória (f)

**Comentário:** Uma estratégia possível é iniciar com  $f = 20\text{irpm}$  e, caso necessário, aumentar até  $35\text{irpm}$ , desde que não ocasione autoPEEP. Em casos de SARA selecionados, com hipercapnia grave, a  $f$  pode ser ajustada até  $45\text{irpm}$ , desde que não ocasione autoPEEP.

#### Considerar:

- O uso de frequências respiratórias inicialmente entre 20-30 para pacientes com SARA recebendo estratégias de ventilação com baixos volumes correntes.
- Evitar aumentos da  $f$  com único intuito de normalizar a  $\text{PaCO}_2$ , caso a tolerância hemodinâmica à hipercapnia permissiva esteja adequada.
- Diminuir a  $f$  caso a  $\text{PaCO}_2$  esteja abaixo de  $50\text{mmHg}$ .

### C.6 - Ajuste da PEEP

**Comentário:** Existem várias formas de ajuste da PEEP na SARA e o grau de evidência atual não permite conclusão definitiva sobre a superioridade de uma delas<sup>24-26</sup>.

#### Sugere-se:

- Evitar utilizar PEEP menor que  $5\text{cmH}_2\text{O}$  em paciente com SARA<sup>18-20</sup>.

#### Considerar:

- Não há dados para sugerir uma ou outra estratégia para titulação da PEEP em pacientes com SARA.

### C.7 - Estratégias para titulação da PEEP que podem ser utilizadas à beira do leito

**Comentário:** A tabela A é frequentemente usada para pacientes com SARA leve. No caso de se decidir por usar a tabela A, a forma de utilização é a seguinte: partir da  $\text{FiO}_2$  em que o paciente se encontra no momento inicial da titulação, buscar na tabela o valor de PEEP correspondente (por exemplo, para  $\text{FiO}_2$  de 70%, ajustar a PEEP para 12 ou 14) e aguardar alguns minutos. Em seguida, observar se a  $\text{SpO}_2$  está no alvo (entre 92% e 96%). Caso a  $\text{SpO}_2$  esteja baixa, andar um passo para a direita na tabela; e se estiver alta, andar um passo para a  $\text{FiO}_2$  esquerda. Podem ser feitos diversos ajustes ao longo do dia, sempre visando a  $\text{SpO}_2$  alvo.

## C.7.1 - Tabela PEEP baixa x FiO<sub>2</sub><sup>20</sup>

Tabela A

FiO <sub>2</sub>	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0
PEEP	5	5	8	8	10	10	10	12	14	14	14	16	18	18↔24

## C.7.2 - Tabela PEEP alta x FiO<sub>2</sub><sup>24-25</sup>

**Comentário:** Há outras duas opções de tabelas de PEEP (segundo os estudos ALVEOLI<sup>24</sup> e LOVS<sup>25</sup>), com resultados práticos muito semelhantes. A tabela do estudo LOVS tende a deixar o paciente mais tempo sob PEEP elevada. A implementação é similar à descrita para a tabela A.

### ALVEOLI

FiO <sub>2</sub>	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5↔0.8	0.8	0.9	1.0
PEEP	12	14	14	16	16	18	20	22	22	22↔24

### LOVS

FiO <sub>2</sub>	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
PEEP	5↔10	10↔18	18↔20	20	20	20↔22	22	22↔24

### Considerar:

- Evitar o uso destas tabelas em caso de SARA por Covid-19 ou de SARA leve<sup>26</sup>.

## C.7.3 - PEEP decremental, titulado pela complacência do sistema respiratório

**Comentário:** Mede-se a complacência estática do sistema respiratório em valores decrementais de PEEP, a partir de valores de 23-26cmH<sub>2</sub>O, até valores mínimos ao redor de 4-8cmH<sub>2</sub>O. Após identificação da PEEP que produz a melhor complacência, escolhe-se uma PEEP 2cmH<sub>2</sub>O acima deste valor de complacência máxima<sup>27-33</sup>.

### Considerar:

- Como afirmado anteriormente, não há dados para sugerir uma ou outra estratégia para titulação da PEEP em pacientes com SARA.

## C.8 - Bloqueador neuromuscular (BNM)

**Comentário:** Não existe ainda uma conclusão definitiva sobre o benefício do uso de bloqueadores neuromusculares em infusão contínua nas primeiras 24 ou 48 horas de VM na SARA. Existem dois grandes estudos randomizados em pacientes com SARA moderada e grave com resultados conflitantes<sup>2,34-36</sup>.

### Considerar:

- Não utilizar de forma rotineira bloqueadores neuromusculares em infusão contínua para pacientes com SARA<sup>2,34-36</sup>.
- O uso de bloqueadores neuromusculares em *bolus* para pacientes com SARA moderada ou grave, para os quais a equipe clínica considere que seja necessária a aplicação de sedação profunda, por exemplo, em pacientes apresentando assincronia de difícil manejo, ou apresentando esforço muscular excessivo (com difícil controle de VC e pressão de distensão)<sup>2,34-36</sup>.

## C.9 - Posição prona

**Comentário:** Vide seção específica neste documento.

## C.10 - Manobras de recrutamento alveolar

**Comentário:** Após a publicação do estudo ART<sup>37</sup>, não se indica a manobra de recrutamento alveolar máximo de rotina. Trabalhos mais recentes documentaram segurança de manobras mais curtas e com pressões máximas até 45cmH<sub>2</sub>O, que ainda podem ser usadas em situações de hipoxemia refratária ou de uso de manobras decrementais para titulação da PEEP.

### Sugere-se:

- Não utilizar manobras prolongadas de recrutamento em pacientes com SARA<sup>37</sup>.

### Considerar:

- Em casos de hipoxemia refratária, não responsiva à posição prona, podem ser realizadas manobras de recrutamento de curta duração, como terapia de resgate nos pacientes que forem elegíveis para essa técnica. O melhor método para realizar tais manobras ainda não está definido na literatura.

## C.11 - Ventilação com alta frequência

### Sugere-se:

- Não utilizar ventilação de alta frequência em pacientes com SARA<sup>38</sup>.

## Referências bibliográficas – Tema 14

1. Matthay MA, Arabi Y, Arroliga AC, Bernard G, Bersten AD, Brochard LJ, Calfee CS, Combes A, Daniel BM, Ferguson ND, Gong MN, Gotts JE, Herridge MS, Laffey JG, Liu KD, Machado FR, Martin TR, McAuley DF, Mercat A, Moss M, Mularski RA, Pesenti A, Qiu H, Ramakrishnan N, Ranieri VM, Riviello ED, Rubin E, Slutsky AS, Thompson BT, Twagirumugabe T, Ware LB, Wick KD. A New Global Definition of Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2023.
2. Grasselli G, Calfee CS, Camporota L, Poole D, Amato MBP, Antonelli M, Arabi YM, Baroncelli F, Beitler JR, Bellani G, Bellingan G, Blackwood B, Bos LDJ, Brochard L, Brodie D, Burns KEA, Combes A, D'Arrigo S, De Backer D, Demoule A, Einav S, Fan E, Ferguson ND, Frat JP, Gattinoni L, Guerin C, Herridge MS, Hodgson C, Hough CL, Jaber S, Juffermans NP, Karagiannidis C, Kesecioglu J, Kwizera A, Laffey JG, Mancebo J, Matthay MA, McAuley DF, Mercat A, Meyer NJ, Moss M, Munshi L, Myatra SN, Ng Gong M, Papazian L, Patel BK, Pellegrini M, Perner A, Pesenti A, Piquilloud L, Qiu H, Ranieri MV, Riviello E, Slutsky AS, Stapleton RD, Summers C, Thompson TB, Valente Barbas CS, Villar J, Ware LB, Weiss B, Zampieri FG, Azoulay E, Cecconi M. ESICM guidelines on acute respiratory distress syndrome: definition, phenotyping and respiratory support strategies. *Intensive Care Med* 2023;49:727-59.
3. Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, Fan E, Camporota L, Slutsky AS. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. *JAMA* 2012;307:2526-33.
4. Smit MR, Brower RG, Parsons PE, Phua J, Bos LDJ. The Global Definition of Acute Respiratory Distress Syndrome: Ready for Prime Time? *Am J Respir Crit Care Med* 2023.
5. Smit MR, Hagens LA, Heijnen NFL, Pisani L, Cherpanath TGV, Dongelmans DA, de Grooth HS, Pierrakos C, Tuinman PR, Zimatore C, Paulus F, Schnabel RM, Schultz MJ, Bergmans D, Bos LDJ. Lung Ultrasound Prediction Model for Acute Respiratory Distress Syndrome: A Multicenter Prospective Observational Study. *Am J Respir Crit Care Med* 2023;207:1591-601.
6. Amato MB, Meade MO, Slutsky AS, Brochard L, Costa EL, Schoenfeld DA, Stewart TE, Briel M, Talmor D, Mercat A, Richard JC, Carvalho CR, Brower RG. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *The New England journal of medicine* 2015;372:747-55.
7. Serpa Neto A, Schmidt M, Azevedo LC, Bein T, Brochard L, Beutel G, Combes A, Costa EL, Hodgson C, Lindskov C, Lubnow M, Lueck C, Michaels AJ, Paiva JA, Park M, Pesenti A, Pham T, Quintel M, Marco Ranieri V, Ried M, Roncon-Albuquerque R, Jr., Slutsky AS, Takeda S, Terragni PP, Vejen M, Weber-Carstens S, Welte T, Gama de Abreu M, Pelosi P, Schultz MJ. Associations between ventilator settings during extracorporeal membrane oxygenation for refractory hypoxemia and outcome in patients with acute respiratory distress syndrome: a pooled individual patient data analysis : Mechanical ventilation during ECMO. *Intensive Care Medicine* 2016;42:1672-84.
8. Bellani G, Laffey JG, Pham T, Fan E, Brochard L, Esteban A, Gattinoni L, van Haren F, Larsson A, McAuley DF, Ranieri M, Rubenfeld G, Thompson BT, Wrigge H, Slutsky AS, Pesenti A. Epidemiology, Patterns of Care, and Mortality for Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome in Intensive Care Units in 50 Countries. *JAMA* 2016;315:788-800.
9. Rezoagli E, Laffey JG, Bellani G. Monitoring Lung Injury Severity and Ventilation Intensity during Mechanical Ventilation. *Semin Respir Crit Care Med* 2022;43:346-68.
10. Grieco DL, Costa ELV, Nolan JP. The importance of ventilator settings and respiratory mechanics in patients resuscitated from cardiac arrest. *Intensive Care Med* 2022;48:1056-8.
11. Tartler TM, Ahrens E, Munoz-Acuna R, Azizi BA, Chen G, Suleiman A, Wachtendorf LJ, Costa ELV, Talmor DS, Amato MBP, Baedorf-Kassis EN, Schaefer MS. High Mechanical Power and Driving Pressures are Associated With Postoperative Respiratory Failure Independent From Patients' Respiratory System Mechanics. *Crit Care Med* 2023.
12. Tartler TM, Wachtendorf LJ, Suleiman A, Blank M, Ahrens E, Linhardt FC, Althoff FC, Chen G, Santer P, Nagrebetsky A, Eikermann M, Schaefer MS. The association of intraoperative low driving pressure ventilation and nonhome discharge: a historical cohort study. *Can J Anaesth* 2023;70:359-73.
13. Gonzalez J, Benitez ID, Motos A, Torres A, Barbe F. Driving pressure and adjunctive therapies in pulmonary sequelae of COVID-19 patients under invasive ventilation. *Intensive Care Med* 2023;49:244-7.

14. Toufen Junior C, De Santis Santiago RR, Hirota AS, Carvalho ARS, Gomes S, Amato MBP, Carvalho CRR. Driving pressure and long-term outcomes in moderate/severe acute respiratory distress syndrome. *Ann Intensive Care* 2018;8:119.
15. Goligher EC, Costa ELV, Yarnell CJ, Brochard LJ, Stewart TE, Tomlinson G, Brower RG, Slutsky AS, Amato MPB. Effect of Lowering Vt on Mortality in Acute Respiratory Distress Syndrome Varies with Respiratory System Elastance. *Am J Respir Crit Care Med* 2021;203:1378-85.
16. Suleiman A, Costa E, Santer P, Tartler TM, Wachtendorf LJ, Teja B, Chen G, Baedorf-Kassis E, Nagrebetsky A, Vidal Melo MF, Eikermann M, Schaefer MS. Association between intraoperative tidal volume and postoperative respiratory complications is dependent on respiratory elastance: a retrospective, multicentre cohort study. *Br J Anaesth* 2022;129:263-72.
17. Costa ELV, Slutsky AS, Brochard LJ, Brower R, Serpa-Neto A, Cavalcanti AB, Mercat A, Meade M, Morais CCA, Goligher E, Carvalho CRR, Amato MBP. Ventilatory Variables and Mechanical Power in Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2021;204:303-11.
18. Amato MBP, Barbas CSV, Carvalho CRR. Protective ventilation for the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 1998;339:196-9.
19. Villar J, Kacmarek RM, Perez-Mendez L, Aguirre-Jaime A. A high positive end-expiratory pressure, low tidal volume ventilatory strategy improves outcome in persistent acute respiratory distress syndrome: a randomized, controlled trial. *Crit Care Med* 2006;34:1311-8.
20. ARDSNet. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2000;342:1301-8.
21. Barrot L, Asfar P, Mauny F, Winiszewski H, Montini F, Badie J, Quenot JP, Pili-Floury S, Bouhemad B, Louis G, Souweine B, Collange O, Pottecher J, Levy B, Puyraveau M, Vettoretti L, Constantin JM, Capellier G. Liberal or Conservative Oxygen Therapy for Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med* 2020;382:999-1008.
22. Mackle D, Bellomo R, Bailey M, Beasley R, Deane A, Eastwood G, Finfer S, Freebairn R, King V, Linke N, Litton E, McArthur C, McGuinness S, Panwar R, Young P. Conservative Oxygen Therapy during Mechanical Ventilation in the ICU. *N Engl J Med* 2020;382:989-98.
23. Schjorring OL, Klitgaard TL, Perner A, Wetterslev J, Lange T, Siegemund M, Backlund M, Keus F, Laake JH, Morgan M, Thormar KM, Rosborg SA, Bisgaard J, Erntgaard AES, Lynnerup AH, Pedersen RL, Crescioli E, Gielstrup TC, Behzadi MT, Poulsen LM, Estrup S, Laigaard JP, Andersen C, Mortensen CB, Brand BA, White J, Jarnvig IL, Moller MH, Quist L, Bestle MH, Schonemann-Lund M, Kamper MK, Hindborg M, Hollinger A, Gebhard CE, Zellweger N, Meyhoff CS, Hjort M, Bech LK, Grofte T, Bundgaard H, Ostergaard LHM, Thyo MA, Hildebrandt T, Uslu B, Solling CG, Moller-Nielsen N, Brochner AC, Borup M, Okkonen M, Dieperink W, Pedersen UG, Andreassen AS, Buus L, Aslam TN, Winding RR, Schefold JC, Thorup SB, Iversen SA, Engstrom J, Kjaer MN, Rasmussen BS. Lower or Higher Oxygenation Targets for Acute Hypoxemic Respiratory Failure. *N Engl J Med* 2021;384:1301-11.
24. Brower RG, Lanken PN, MacIntyre N, Matthay MA, Morris A, Ancukiewicz M, Schoenfeld D, Thompson BT. Higher versus lower positive end-expiratory pressures in patients with the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2004;351:327-36.
25. Meade MO, Cook DJ, Guyatt GH, Slutsky AS, Arabi YM, Cooper DJ, Davies AR, Hand LE, Zhou Q, Thabane L, Austin P, Lapinsky S, Baxter A, Russell J, Skrobik Y, Ronco JJ, Stewart TE, for the Lung Open Ventilation Study I. Ventilation Strategy Using Low Tidal Volumes, Recruitment Maneuvers, and High Positive End-Expiratory Pressure for Acute Lung Injury and Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *JAMA* 2008;299:637-45.
26. Briel M, Meade M, Mercat A, Brower RG, Talmor D, Walter SD, Slutsky AS, Pullenayegum E, Zhou Q, Cook D, Brochard L, Richard JC, Lamontagne F, Bhatnagar N, Stewart TE, Guyatt G. Higher vs lower positive end-expiratory pressure in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2010;303:865-73.
27. Jonkman AH, Alcalá GC, Pavlovsky B, Roca O, Spadaro S, Scaramuzzo G, Chen L, Dianti J, Sousa MLA, Sklar MC, Piraino T, Ge H, Chen GQ, Zhou JX, Li J, Goligher EC, Costa E, Mancebo J, Mauri T, Amato M, Brochard LJ. Lung Recruitment Assessed by Electrical Impedance Tomography (RECRUIT): A Multicenter Study of COVID-19 Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2023;208:25-38.
28. Girgis K, Hamed H, Khater Y, Kacmarek RM. A decremental PEEP trial identifies the PEEP level that maintains oxygenation after lung recruitment. *Respir Care* 2006;51:1132-9.
29. Huh JW, Jung H, Choi HS, Hong SB, Lim CM, Koh Y. Efficacy of positive end-expiratory pressure titration after the alveolar recruitment manoeuvre in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care* 2009;13:R22.
30. Suarez-Sipmann F, Bohm SH. Recruit the lung before titrating the right positive end-expiratory pressure to protect it. *Crit Care* 2009;13:134.
31. Costa EL, Borges JB, Melo A, Suarez-Sipmann F, Toufen C, Jr., Bohm SH, Amato MB. Bedside estimation of recruitable alveolar collapse and hyperdistension by electrical impedance tomography. *Intensive care medicine* 2009;35:1132-7.
32. Pereira SM, Tucci MR, Morais CCA, Simoes CM, Tonelotto BFF, Pompeo MS, Kay FU, Pelosi P, Vieira JE, Amato MBP. Individual Positive End-expiratory Pressure Settings Optimize Intraoperative Mechanical Ventilation and Reduce Postoperative Atelectasis. *Anesthesiology* 2018;129:1070-81.
33. de Matos GF, Stanzani F, Passos RH, Fontana MF, Albaladejo R, Caserta RE, Santos DC, Borges JB, Amato MB, Barbas CS. How large is the lung recruitability in early acute respiratory distress syndrome: a prospective case series of patients monitored by computed tomography. *Crit Care* 2012;16:R4.
34. Papazian L, Forel JM, Gacouin A, Penot-Ragon C, Perrin G, Loundou A, Jaber S, Arnal JM, Perez D, Seghboyan JM, Constantin JM, Courant P, Lefrant JY, Guerin C, Prat G, Morange S, Roch A. Neuromuscular blockers in early acute respiratory distress syndrome. *The New England journal of medicine* 2010;363:1107-16.
35. National Heart, Lung, and Blood Institute PETAL Clinical Trials Network; Moss M, Huang DT, Brower RG, Ferguson ND, Ginde AA, Gong MN, Grissom CK, Gundel S, Hayden D, Hite RD, Hou PC, Hough CL, Iwashyna TJ, Khan A, Liu KD, Talmor D, Thompson BT, Ulysses CA, Yealy DM, Angus DC. Early Neuromuscular Blockade in the Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med*. 2019 May 23;380(21):1997-2008.
36. Qadir N, Sahetya S, Munshi L, Summers C, Abrams D, Beitler J, Bellani G, Brower RG, Burry L, Chen JT, Hodgson C, Hough CL, Lamontagne F, Law A, Papazian L, Pham T, Rubin E, Siuba M, Telias I, Patolia S, Chaudhuri D, Walkey A, Rochwerg B, Fan E. An Update on Management of Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome: An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline. *Am J Respir Crit Care Med*. 2024 Jan 1;209(1):24-36. doi: 10.1164/rccm.202311-2011ST. PMID: 38032683; PMCID: PMC10870893.
37. Cavalcanti AB, Suzumura EA, Laranjeira LN, Paisani DM, Damiani LP, Guimaraes HP, Romano ER, Regenga MM, Taniguchi LNT, Teixeira C, Pinheiro de Oliveira R, Machado FR, Diaz-Quijano FA, Filho MSA, Maia IS, Caser EB, Filho WO, Borges MC, Martins PA, Matsui M, Ospina-Tascon GA, Giancursi TS, Giraldo-Ramirez ND, Vieira SRR, Assef M, Hasan MS, Szczeklik W, Rios F, Amato MBP, Berwanger O, Ribeiro de Carvalho CR. Effect of Lung Recruitment and Titrated Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) vs Low PEEP on Mortality in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*
38. Ferguson ND, Cook DJ, Guyatt GH, Mehta S, Hand L, Austin P, Zhou Q, Matte A, Walter SD, Lamontagne F, Granton JT, Arabi YM, Arroliga AC, Stewart TE, Slutsky AS, Meade MO. High-frequency oscillation in early acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2013;368:795-805.



## TEMA 15

# Ventilação na posição prona em paciente intubado

**A.** Quando indicar e contraindicar a prona, em quem e como fazer

**B.** Cuidados na execução

**B.1** - Prevenção de complicações

**B.2** - Quando suspender o uso da prona

**Comentário:** A utilização do decúbito prono ou posição prona em pacientes sob ventilação mecânica ganhou destaque na última década pela melhora no desfecho clínico de pacientes com SARA grave e moderada.

**Sugere-se:**

- Pronar os pacientes com relação  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 150\text{mmHg}$  com  $\text{FiO}_2 > 60\%$  e  $\text{PEEP} \geq 5\text{cmH}_2\text{O}$ , iniciando o mais precoce possível, de preferência nas primeiras 12 horas, após o período de estabilização e confirmação da hipoxemia<sup>1-6</sup>.
- Não pronar pacientes que apresentem contraindicações absolutas à posição prona: instabilidade de coluna vertebral, cirurgia torácica recente, instabilidade torácica, síndrome compartimental e traqueostomia recente (há menos de 15 dias)<sup>5</sup>.
- Discutir a posição prona de maneira individualizada para pacientes que apresentem contraindicações relativas: instabilidade hemodinâmica; arritmias agudas; instabilidade pélvica ou politrauma (é possível se a manobra de rotação for adaptada); cirurgia abdominal recente; hipertensão intracraniana, se a posição do pescoço obstruir a drenagem venosa cerebral; artrite reumatoide, que afete a articulação atlanto-occipital (devem ser imobilizados por colar cervical); e gestação no terceiro trimestre (realizar monitorização fetal contínua e limitar a compressão abdominal e pélvica)<sup>1-3</sup>.

### Complicações na manobra

**Comentário:** A incidência das complicações ligadas à manobra de prona varia nas diversas metanálises e estudos, sendo menos frequente na presença de protocolo de prona e principalmente pela experiência e treinamento da equipe. As complicações são mínimas quando a equipe é treinada, sendo as complicações mais comuns as lesões por úlcera de pressão<sup>7-9</sup>.

**Considerar:**

- Utilizar estratégias para mitigar eventos adversos: alterar a rotação da cabeça, modificar a posição de nadador a cada 2h, usar travesseiros sobre o tórax e pelve e cabeça, usar hidrocoloide em face, usar medidas protetoras para os olhos, colocar cabeceira em *Trendelenburg*



reverso e abdômen livre de pressão para minimizar a pressão abdominal<sup>7-9</sup>. Para mitigar os eventos adversos durante a manobra de rotação: médico na cabeceira da cama, pré-oxigenação a 100%, rotação oposta ao lado do ventilador, uso de *checklist* e treinamento da equipe<sup>10,11</sup>.

### **Sobre a duração da posição prona**

**Comentário:** A manobra deve durar de 16h a 20 horas. As metanálises atuais demonstram que duração da manobra menor de 12h não reduz a mortalidade<sup>12-16</sup>. Vários estudos pequenos observacionais demonstraram que a extensão da manobra para 24-36h é factível e segura, mas não analisaram se ocorreu redução de mortalidade<sup>17-19</sup>.

#### **Sugere-se:**

- Que a duração da prona seja de 16 a 20 horas<sup>12-16</sup>. Não há dados suficientes, neste momento, para sugerir ou não manobra de prona estendida para 24-36h de maneira rotineira. A extensão do tempo de prona pode ser considerada em casos individualizados.

### **Sobre quando suspender novas manobras**

**Comentário:** É considerado que houve resposta à prona quando há melhora da relação  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 20\%$  em 1h de posição prona, em comparação com relação  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  supina. Estima-se que 70% dos pacientes respondam à manobra de prona. A suspensão da manobra é indicada quando não é mais necessário utilizar a posição prona, ou seja, quando relação  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  for  $> 150\text{mmHg}$  com  $\text{FiO}_2 < 60\%$  após a suspensão da prona com gasometria repetida com 4h de supinação, ou quando há complicações ou não resposta<sup>1,20</sup>.

#### **Sugere-se:**

- Suspender a realização de sessões de prona quando se obtiver melhora da troca gasosa (relação  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 150\text{ mmHg}$  com mais de 4h de supina) ou se duas manobras de prona consecutivas resultarem em redução da relação  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 20\%$  em relação à posição supina<sup>1,20</sup>.
- Suspender (interromper) a manobra de prona se surgirem complicações<sup>1,20</sup>, tais como:
  - Surgimento de hemoptise aguda;
  - Queda da oximetria  $< 85\%$  ou  $\text{PaO}_2 < 55\text{mmHg}$  por mais de 5 minutos com  $\text{FiO}_2$  a 100%;
  - Frequência cardíaca  $< 30\text{bpm}$  por mais de 60 segundos;
  - Piora hemodinâmica grave;
  - Arritmia aguda;
  - Parada cardiorrespiratória;
  - Deslocamento ou obstrução do tubo endotraqueal.

### **Nutrição em posição prona**

**Comentário:** Há escassos estudos na literatura com nutrição enteral e posição prona. Esses estudos demonstram que os pacientes pronados apresentam, como os pacientes críticos, elevado volume residual gástrico e piora da motilidade gástrica. A alimentação reduz o risco de infecção, não aumenta o risco de pneumonia e regurgitação.

#### **Considerar:**

- Usar estratégias para aumentar a aceitação da dieta e redução da velocidade da dieta. Todos os pacientes devem ser reavaliados após 2h de prona para tolerância de se iniciar a dieta enteral<sup>21-23</sup>.

### **Uso da manobra de prona com associação à ECMO**

**Comentário:** Alguns estudos relataram melhorias na oxigenação, redução da  $\text{PaCO}_2$  e na complacência do sistema respiratório após a pronação de pacientes em ECMO<sup>24-30</sup>.

## Considerar:

- Pronar pacientes selecionados em ECMO, em centros com alto volume e capacitação da equipe<sup>24-30</sup>.

Obs: Uso de prona em paciente não intubado: consultar capítulo de ventilação não invasiva deste documento.

## Referências bibliográficas – Tema 15

- 1- Claude Guérin, Jean Reignier, Jean-Christophe Richard, Pascal Beuret, Arnaud Gacouin, Thierry Boulain, Emmanuelle Mercier, Michel Badet, Alain Mercat, Olivier Baudin, Marc Clavel, Delphine Chatellier, et al. for the PROSEVA Study Group. Prone Positioning in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med* 2013 Jun 6;368(23):2159-68
- 2- Eric L. Scholten, MD; Jeremy R. Beitler, MD, MPH; G. Kim Prisk, PhD, DSc; and Atul Malhotra, MD. Treatment of ARDS With Prone Positioning. *CHEST* 2017; 151(1):215-224
- 3- ARDS clinical practice guideline 2021. Clinical Practice Guideline Committee 2021 from the Japanese Respiratory Society, the Japanese Society of Intensive Care Medicine, and the Japanese Society of Respiratory Care Medicine. *Respiratory Investigation* 60 (2022) 446 e495.
- 4- An Official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine Clinical Practice Guideline: Mechanical Ventilation in Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome
- 5- Claude Guérin, Richard K. Albert, Jeremy Beitler, Luciano Gattinoni, Samir Jaber, John J. Marini, Laveena Munshi, Laurent Papazian, Antonio Pesenti, Antoine Vieillard-Baron and Jordi Mancebo. Prone position in ARDS patients: why, when, how and for whom. *Intensive Care Med* (2020) 46:2385-2396
- 6- Gattinoni L, Carlesso E, Taccone P et al (2010) Prone positioning improves survival in severe ARDS: a pathophysiologic review and individual patient meta-analysis. *Minerva Anestesiol* 76:448-454
- 7- Felipe Gonzalez-Seguel, Juan Jose Pinto-Concha, Nadine Aranis, and Jaime Leppe. Adverse Events of Prone Positioning in Mechanically Ventilated Adults With ARDS. *Respir Care* 2021;66(12):1898-1911
- 8- Raphael Girard, Loredana Baboi, Louis Ayzac, Jean-Christophe Richard, Claude Guérin for the Proseva trial group. The impact of patient positioning on pressure ulcers in patients with severe ARDS: results from a multicentre randomised controlled trial on prone positioning. *Intensive Care Med* (2014) 40:397-403 DOI 10.1007/s00134-013-3188-1
- 9- Alberto Lucchini, RN; Stefano Bambi, PhD, MSc, RN, CCN; Elisa Mattiussi, MSc, RN, CCN; Stefano Elli, RN; Laura Villa, RN, CCN; Herman Bondi, RN, CCN; Roberto Rona, MD; Roberto Fumagalli, MD; Giuseppe Foti, MD. Prone Position in Acute Respiratory Distress Syndrome Patients. *DIMENS CRIT CARE NURS*. 2020;39(1):39-46
- 10- Oliveira VM, Weschenfelder EM, Deponti G, Condessa R, Loss SH, Bairros PM, Hohegger T, Daroncho R, Rubin B, Chisté M, Batista DCR, Bassegio DM, Nauer WS, Piekala DM, Minossi SD, Dos Santos VMR, Victorino J, Vieira SRR. Good practices for prone positioning at the bedside: Construction of a care protocol. *Rev Assoc Med Bras* (1992). 2016 May-Jun;62(3):287-93.
- 11- Oliveira VM, Piekala DM, Deponti GN, Batista DCR, Minossi SD, Chisté M, Bairros PM, Nauer WS, Welter DI, Vieira, SRR. Checklist da prona segura: construção e implementação de uma ferramenta para realização da manobra de prona. *Rev. bras. ter. intensiva* 29 (2): Apr-Jun 2017
- 12- Sachin Sud, Jan O Friedrich, Neill K J Adhikari, Paolo Taccone, Jordi Mancebo, Federico Polli, Roberto Latini, Antonio Pesenti, Martha A Q Curley, Rafael Fernandez, Ming-Cheng Chan, Pascal Beuret, Gregor Voggenreiter, Maneesh Sud, Gianni Tognoni, Luciano Gattinoni, Claude Guérin. Effect of prone positioning during mechanical ventilation on mortality among patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *CMAJ* 2014 Jul 8;186(10):E381-90. doi: 10.1503/cmaj.140081. Epub 2014 May 26
- 13- Jeremy R. Beitler, Shahzad Shaefi, Sydney B. Montesi, Amy Devlin, Stephen H. Loring, Daniel Talmor, and Atul Malhotra. Prone positioning reduces mortality from acute respiratory distress syndrome in the low tidal volume era: a meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2014 Mar; 40(3): 332-341.
- 14- Shu Ling Hu, Hong Li He, Chun Pan, Ai Ran Liu, Song Qiao Liu, Ling Liu, Ying Zi Huang, Feng Mei Guo, Yi Yang, and Hai Bo Qiu. The effect of prone positioning on mortality in patients with acute respiratory distress syndrome: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care*. 2014; 18(3): R109
- 15- Laveena Munshi<sup>1</sup>, Lorenzo Del Sorbo<sup>1</sup>, Neill K. J. Adhikari<sup>2</sup>, Carol L. Hodgson<sup>3</sup>, Hannah Wunsch<sup>4</sup>, Maureen O. Meade<sup>5</sup>, Elizabeth Ulyryk<sup>6</sup>, Jordi Mancebo<sup>7</sup>, Antonio Pesenti<sup>8</sup>, V. Marco Ranieri<sup>9</sup>, and Eddy Fan. Prone Position for Acute Respiratory Distress Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *AnnalsATS* Volume 14 Supplement 4 | October 2017
- 16- Joo Myung Lee<sup>1</sup>, Won Bae, Yeon Joo Lee, Young-Jae Cho. The efficacy and safety of prone position ventilation in acute respiratory distress syndrome: updated study-level meta-analysis of 11 randomized controlled trials. *Crit Care Med* 2014 May;42(5):1252-62. doi: 10.1097/CCM.000000000000122.
- 17- Andrea Carsetti, Agnese Damia Paciarini, Benedetto Marini, Simona Pantanetti, Erica Adrario, and Abele Donati. Prolonged prone position ventilation for SARS-CoV-2 patients is feasible and effective. *Crit Care*. 2020; 24: 225. Published online 2020 May 15. doi: 10.1186/s13054-020-02956-w
- 18- Sebastien Jochmans, Sandie Mazerand, Jonathan Chelly, Franck Pourcine, Oumar Sy, Nathalie Thieulot-Rolin, Olivier Ellrodt, Emmanuelle Mercier Des Rochettes, Gaël Michaud, Jean Serbource-Goguel, Christophe Vinsonneau, Ly Van Phach Vong, and Mehran Monchi. Duration of prone position sessions: a prospective cohort study. *Ann Intensive Care*. 2020; 10: 66. Published online 2020 May 24. doi: 10.1186/s13613-020-00683-7
- 19- Daniel Okin, Ching-Ying Huang, George A. Alba, Sirus J. Jesudasan, Nupur A. Dandawate, Alexander Gavralidis, Leslie L. Chang, Emily E. Moin, Imama Ahmad, Alison S. Witkin, C. Corey Hardin, MD, Kathryn A. Hibbert, Aran Kadar, Patrick L. Gordan, Hang Lee, Taylor Thompson, Lisa M. Bebell, and Peggy S. Lai, MD, MPH. Prolonged Prone Position Ventilation Is Associated With Reduced Mortality in Intubated COVID-19 Patients. *Chest*. 2022 Nov 4 doi: 10.1016/j.chest.2022.10.034]
- 20- LUCIANO GATTINONI, M.D., GIANNI TOGNONI, M.D., ANTONIO PESENTI, M.D., PAOLO TACCONI, M.D., DANIELE MASCHERONI, M.D., VIOLETA LABARTA, M.S., ROBERTO MALACRIDA, M.D., PAOLA DI GIULIO, R.N., M.S.C., ROBERTO FUMAGALLI, M.D., PAOLO PELOSI, M.D., LUCA BRAZZI, M.D., AND ROBERTO LATINI, M.D., FOR THE PRONE-SUPINE STUDY GROUP\* EFFECT OF PRONE POSITIONING ON THE SURVIVAL OF PATIENTS WITH ACUTE RESPIRATORY FAILURE. *N Engl J Med*, Vol. 345, No. 8 · August 23, 2001

- 21- Reignier, Jean; Thenoz-Jost, Nathalie; Fiancette, Maud; Legendre, Eric; Lebert, Christine; Bontemps, Frederic ; Clementi, Eva ; Martin-Lefevre, Laurent. Early enteral nutrition in mechanically ventilated patients in the prone position. *Critical Care Medicine* 32(1):p 94-99, January 2004. | DOI: 10.1097/01.CCM.0000104208.23542.A8
- 22- Jean Reignier, Jerome Dimet, Laurent Martin-Lefevre, Frederic Bontemps,, Maud Fiancette, Eva Clementi, Christine Lebert, Benoit Renard. Before-after study of a standardized ICU protocol for early enteral feeding in patients turned in the prone position. *Clinical Nutrition* Volume 29, Issue 2, April 2010, Pages 210-216.
- 23- Andrea Bruni a 1, Eugenio Garofalo a 1, Laura Grande b, Gaetano Auletta c, Davide Cubello a, Manfredi Greco d, Nicola Lombardo e, Pietro Garieri f, Anna Papaleo g, Patrizia Doldo h, Rocco Spagnuolo i, Federico Longhini . Nursing issues in enteral nutrition during prone position in critically ill patients: A systematic review of the literature. *Intensive and Critical Care Nursing*. Volume 60, October 2020, 102899.
- 24- Oriol Roca, Andrés Pacheco, and Marina García-de-Acilu. To prone or not to prone ARDS patients on ECMO. *Crit Care*. 2021; 25: 315. Published online 2021 Aug 31. doi: 10.1186/s13054-021-03675-6.
- 25- Kimmoun A, Roche S, Bridey C, Vanhuysse F, Fay R, Girerd N, Mandry D, Levy B. Prolonged prone positioning under VV-ECMO is safe and improves oxygenation and respiratory compliance. *Ann Intensive Care*. 2015;5:35. doi: 10.1186/s13613-015-0078-4
- 26- Masuda Y, Tatsumi H, Imaizumi H, Gotoh K, Yoshida S, Chihara S, et al. Effect of prone positioning on cannula function and impaired oxygenation during extracorporeal circulation. *J Artif Organs*. 2014;17:106-109. doi: 10.1007/s10047-013-0742-0.
- 27- Guervilly C, Hraiech S, Gariboldi V, Xeridat F, Dizier S, Toesca R, et al. Prone positioning during veno-venous extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome in adults. *Minerva Anesthesiol*. 2014;80:307-313.
- 28- Lucchini A, De Felippis C, Pelucchi G, Grasselli G, Patroniti N, Castagna L, et al. Application of prone position in hypoxaemic patients supported by veno-venous ECMO. *Intensive Crit Care Nurs*. 2018;48:61-68. doi: 10.1016/j.iccn.2018.04.002.
- 29- Garcia B, Cousin N, Bourel C, Jourdain M, Poissy J, Duburcq T. Prone positioning under VV-ECMO in SARS-CoV-2-induced acute respiratory distress syndrome. *Crit Care*. 2020;24:428. doi: 10.1186/s13054-020-03162-4.
- 30- Giani M, Martucci G, Madotto F, Belliato M, Fanelli V, Garofalo E, et al. Prone positioning during venovenous extracorporeal membrane oxygenation in acute respiratory distress syndrome: a multicentre cohort study and propensity-matched analysis. *Ann Am Thorac Soc*. 2021;18:495-501. doi: 10.1513/AnnalsATS.202006-625OC.



## TEMA 16

# Prevenindo a VILI

- A. Conceito de VILI
- B. Mecanismos e tipos de VILI
- C. Lesão autoinflingida pelo paciente
- D. Potência mecânica (*mechanical power*) na prática clínica
- E. Ventilação protetora em pacientes com pulmão normal

## A. Conceito de VILI

**Comentário:** A lesão induzida pelo ventilador mecânico (VILI - *Ventilator-Induced Lung Injury*) é uma lesão pulmonar aguda que se desenvolve devido ao impacto da ventilação mecânica no parênquima pulmonar. A constelação de consequências pulmonares da VILI inclui aumento da permeabilidade vascular e epitelial, causando edema pulmonar<sup>1</sup>. A configuração correta do ventilador mecânico pode diminuir o risco de desenvolvimento da VILI<sup>1-7</sup>.

## B. Mecanismos e tipos de VILI

**Comentário:** Existem diversos mecanismos propostos de VILI. São eles: atelectrauma, volutrauma ou deformação excessiva, taxa de deformação, barotrauma, biotrauma, ergotrauma, *pendelluft*<sup>3,8-13</sup>. O atelectrauma é a VILI que acontece por pressões expiratórias (PEEP) excessivamente baixas, permitindo que haja atelectasia além de abertura e fechamento cíclicos de alvéolos. O volutrauma é a lesão provocada pela deformação excessiva do parênquima pulmonar quando o volume corrente não respeita o tamanho do pulmão funcionante. Nessa situação, a pressão de distensão costuma denunciar o risco de VILI mesmo que volumes correntes tidos como protetores sejam aplicados. Utilizando a definição acima, barotrauma e volutrauma se confundem. Não há dados suficientes para recomendar valores seguros de fluxo para prevenir a VILI. Biotrauma é a lesão pulmonar e em órgãos à distância provocada pela liberação de mediadores inflamatórios como consequência de uma estratégia ventilatória subótima. O estiramento excessivo do parênquima leva à liberação desses mediadores através do mecanismo de mecanotransdução<sup>14-17</sup>. Ergotrauma é um termo recente utilizado para indicar que a energia acumulada transferida do ventilador para o pulmão é responsável pela lesão pulmonar. Nesse conceito, entra em cena a frequência respiratória, além dos já mencionados volume corrente, pressão de distensão e PEEP<sup>10,18-21</sup>. *Pendelluft* é a ocorrência de estiramento pulmonar regional excessivo. Esse mecanismo de VILI se destaca porque pode atuar mesmo quando os parâmetros ventilatórios globais sugerem proteção pulmonar<sup>12,13,22</sup>.

## C. Lesão autoinfligida pelo paciente

**Comentário:** Lesão autoinfligida pelo paciente pode ocorrer quando o esforço do paciente leva a pressões de distensão totais (ventilador + paciente) excessivas<sup>12,13,22-26</sup>.

### Considerar:

- Monitorar o esforço muscular do paciente através de pausas inspiratórias ou expiratórias (consultar tema de monitorização da mecânica ventilatória neste documento).

## D. Potência mecânica (*mechanical power*) na prática clínica

**Comentário:** Recentemente, o conceito de *mechanical power*, ou potência mecânica (a energia mecânica descarregada por tempo pelo ventilador mecânico no sistema respiratório), foi proposto como um importante componente da estratégia ventilatória<sup>29</sup>. Esta variável é o produto da energia mecânica e da frequência respiratória aplicadas ao sistema respiratório. Devido à ausência de ensaios clínicos randomizados e estudos apropriados, além da inexistência de concordância na forma de cálculo e em seus determinantes (exemplo: PEEP, frequência e tamanho do pulmão), não há evidência suficiente para sugerir ou não sua monitorização no dia a dia. A fórmula simplificada do *mechanical power*, como inicialmente descrita, é: MP (J/minutos) =  $0.098 \times VC \times f \times (P_{\text{pico}} - \frac{1}{2}\Delta P)$ , onde MP é *mechanical power*, VC é volume corrente em litros, f é frequência respiratória em respirações por minuto,  $P_{\text{pico}}$  é pressão de pico em  $\text{cmH}_2\text{O}$  e  $\Delta P$  é *driving pressure* em  $\text{cmH}_2\text{O}$ <sup>10</sup>.

### Considerar:

- Não utilizar a *mechanical power* para guiar a estratégia ventilatória de pacientes na prática clínica<sup>30,31</sup>.
- Realizar avaliação conjunta da *driving pressure* ( $\Delta P$ ) e da frequência respiratória na beira do leito. Modificações em parâmetros ventilatórios que reduzam a variável '[(4 x  $\Delta P$ ) + f]' podem ser benéficas, mas ainda precisam ser avaliadas em ensaios clínicos randomizados<sup>20</sup>.

## E. Ventilação protetora em pacientes com pulmão normal

**Comentário:** O uso de uma estratégia adequada e protetora de ventilação mecânica em pacientes com pulmão normal pode reduzir o risco de VILI e de SARA. O risco de desenvolvimento de SARA pode ser estimado por escores, como o escore de LIP<sup>32</sup>.

### Sugere-se:

- Utilizar volume corrente intermediário (6–8ml/kg de peso predito) para pacientes sem SARA<sup>33,34</sup> e risco de desenvolvimento de SARA.
- Utilizar níveis moderados de PEEP (5–8 $\text{cmH}_2\text{O}$ ) para pacientes com pulmão normal<sup>35-37</sup>.

## Referências bibliográficas – Tema 16

1. Slutsky AS, Ranieri VM. Ventilator-induced lung injury. N Engl J Med [Internet]. 2013 Nov 28 [cited 2023 Mar 22];369(22):2126–36. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24283226/>
2. Webb HH, Tierney DF. Experimental pulmonary edema due to intermittent positive pressure ventilation with high inflation pressures. Protection by positive end-expiratory pressure. American Review of Respiratory Disease. 1974;110(5):556–65.
3. Protti A, Andreis DT, Monti M, Santini A, Sparacino CC, Langer T, et al. Lung stress and strain during mechanical ventilation: Any difference between statics and dynamics? Crit Care Med [Internet]. 2013 Apr;41(4):1046–55. Available from: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00003246-201304000-00013>
4. Villar J, Kacmarek RM, Pérez-Méndez L, Aguirre-Jaime A. A high positive end-expiratory pressure, low tidal volume ventilatory strategy improves outcome in persistent acute respiratory distress syndrome: A randomized, controlled trial\*. Crit Care Med [Internet]. 2006 May [cited 2018 Dec 30];34(5):1311–8. Available from: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00003246-200605000-00002>

5. Ventilation with Lower Tidal Volumes as Compared with Traditional Tidal Volumes for Acute Lung Injury and the Acute Respiratory Distress Syndrome. *New England Journal of Medicine* [Internet]. 2000 May 4 [cited 2018 Dec 30];342(18):1301-8. Available from: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJM200005043421801>
6. Amato MBP, Barbas CSV, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi-Filho G, et al. Effect of a Protective-Ventilation Strategy on Mortality in the Acute Respiratory Distress Syndrome. *New England Journal of Medicine* [Internet]. 1998 Feb 5 [cited 2018 Dec 30];338(6):347-54. Available from: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJM199802053380602>
7. Imai Y, Parodo J, Kajikawa O, De Perrot M, Fischer S, Edwards V, et al. Injurious mechanical ventilation and end-organ epithelial cell apoptosis and organ dysfunction in an experimental model of acute respiratory distress syndrome. *JAMA* [Internet]. 2003 Apr 23 [cited 2023 Mar 22];289(16):2104-12. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12709468/>
8. Tschumperlin DJ, Oswari J, Margulies SS. Deformation-induced injury of alveolar epithelial cells. Effect of frequency, duration, and amplitude. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2000 [cited 2023 Mar 22];162(2 Pt 1):357-62. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10934053/>
9. Dreyfuss D, Saumon G. Role of tidal volume, FRC, and end-inspiratory volume in the development of pulmonary edema following mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* [Internet]. 1993 [cited 2023 Mar 22];148(5):1194-203. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8239153/>
10. Gattinoni L, Tonetti T, Cressoni M, Cadringher P, Herrmann P, Moerer O, et al. Ventilator-related causes of lung injury: the mechanical power. *Intensive Care Med* [Internet]. 2016 Oct 12;42(10):1567-75. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00134-016-4505-2>
11. Protti A, Cressoni M, Santini A, Langer T, Mietto C, Febres D, et al. Ventilator-induced lung injury: from the bench to the bedside. In: *Applied Physiology in Intensive Care Medicine I: Physiological Notes - Technical Notes - Seminal Studies in Intensive Care, Third Edition* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2012. p. 343-52. Available from: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-28270-6\\_57](http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-28270-6_57)
12. Yoshida T, Torsani V, Gomes S, Santis RRD, Beraldo MA, Costa ELV, et al. Spontaneous effort causes occult pendelluft during mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;188(12).
13. Morais CCA, Koyama Y, Yoshida T, Plens GM, Gomes S, Lima CAS, et al. High positive end-Expiratory pressure renders spontaneous effort noninjurious. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018;197(10).
14. Fan E, Del Sorbo L, Goligher EC, Hodgson CL, Munshi L, Walkey AJ, et al. An Official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine Clinical Practice Guideline: Mechanical Ventilation in Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2017 May 1 [cited 2023 Mar 22];195(9):1253-63. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28459336/>
15. Protti A, Maraffi T, Milesi M, Votta E, Santini A, Pagni P, et al. Role of Strain Rate in the Pathogenesis of Ventilator-Induced Lung Edema. *Crit Care Med* [Internet]. 2016 Sep 1 [cited 2023 Mar 22];44(9):e838-45. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27054894/>
16. dos Santos CC, Slutsky AS. Protective ventilation of patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care*. 2004 Jun;8(3):145-7.
17. Dos Santos CC, Slutsky AS. The contribution of biophysical lung injury to the development of biotrauma. *Annu Rev Physiol* [Internet]. 2006 [cited 2023 Mar 22];68:585-618. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16460285/>
18. Tonetti T, Vasques F, Rapetti F, Maiolo G, Collino F, Romitti F, et al. Driving pressure and mechanical power: new targets for VILI prevention. *Ann Transl Med* [Internet]. 2017 Jul;5(14):286-286. Available from: <http://atm.amegroups.com/article/view/15711/15778>
19. Cressoni M, Gotti M, Chiurazzi C, Massari D, Algieri I, Amini M, et al. Mechanical Power and Development of Ventilator-induced Lung Injury. *Anesthesiology* [Internet]. 2016 May;124(5):1100-8. Available from: <http://insights.ovid.com/crossref?an=00000542-201605000-00027>
20. Costa ELV, Slutsky AS, Brochard LJ, Brower R, Serpa-Neto A, Cavalcanti AB, et al. Ventilatory variables and mechanical power in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2021 Aug 1 [cited 2022 Aug 7];204(3):303-11. Available from: [www.atsjournals.org](http://www.atsjournals.org).
21. Santini A, Collino F, Votta E, Protti A. Risk factors of ventilator-induced lung injury: mechanical power as surrogate of energy dissipation. *Journal of Emergency and Critical Care Medicine*. 2019;3:13-13.
22. Yoshida T, Roldan R, Beraldo MA, Torsani V, Gomes S, De Santis RR, et al. Spontaneous effort during mechanical ventilation: Maximal injury with less positive end-expiratory pressure. *Crit Care Med*. 2016;44(8).
23. Yoshida T, Uchiyama A, Matsuura N, Mashimo T, Fujino Y. The comparison of spontaneous breathing and muscle paralysis in two different severities of experimental lung injury. *Crit Care Med*. 2013 Feb;41(2):536-45.
24. Yoshida T, Amato MBP, Kavanagh BP. Understanding spontaneous vs. ventilator breaths: impact and monitoring. *Intensive Care Med* [Internet]. 2018 Dec 1 [cited 2023 Mar 14];44(12):2235-8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29574574/>
25. Yoshida T, Uchiyama A, Matsuura N, Mashimo T, Fujino Y. Spontaneous breathing during lung-protective ventilation in an experimental acute lung injury model: High transpulmonary pressure associated with strong spontaneous breathing effort may worsen lung injury. *Crit Care Med*. 2012 May;40(5):1578-85.
26. Yoshida T, Nakahashi S, Nakamura MAM, Koyama Y, Roldan R, Torsani V, et al. Volume-controlled ventilation does not prevent injurious inflation during spontaneous effort. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017 Sep 1;196(5):590-601.
27. Dianti J, Fard S, Wong J, Chan TCY, Del Sorbo L, Fan E, et al. Strategies for lung- and diaphragm-protective ventilation in acute hypoxemic respiratory failure: a physiological trial. *Crit Care* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2022 Nov 28];26(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36038890/>
28. Doorduyn J, Nolle JL, Roesthuis LH, Van Hees HWH, Brochard LJ, Sinderby CA, et al. Partial Neuromuscular Blockade during Partial Ventilatory Support in Sedated Patients with High Tidal Volumes. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2017 Apr 15 [cited 2022 Nov 28];195(8):1033-42. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27748627/>
29. Serpa Neto A, Deliberato RO, Johnson AEW, Bos LD, Amorim P, Pereira SM, et al. Mechanical power of ventilation is associated with mortality in critically ill patients: an analysis of patients in two observational cohorts. *Intensive Care Med* [Internet]. 2018 Nov 5;44(11):1914-22. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00134-018-5375-6>
30. Battaglini D, Pelosi P, Robba C. Ten rules for optimizing ventilatory settings and targets in post-cardiac arrest patients. *Crit Care* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2023 Mar 22];26(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36527126/>
31. Pelosi P, Ball L, Barbas CSV, Bellomo R, Burns KEA, Einav S, et al. Personalized mechanical ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care* [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2023 Mar 22];25(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34271958/>
32. Trillo-Alvarez C, Cartin-Ceba R, Kor DJ, Kojacic M, Kashyap R, Gajic O. Acute Lung Injury prediction score: derivation and validation in a population-based sample. *Eur Respir J*. 2011 Mar; 37(3): 604-9.
33. Neto AS, Cardoso SO, Manetta JA, Pereira VGM, Espósito DC, Pasqualucci MDOP, et al. Association between use of lung-protective ventilation with lower tidal volumes and clinical outcomes among patients without acute respiratory distress syndrome: a meta-analysis. *JAMA* [Internet]. 2012 Oct 24 [cited 2023 Mar 22];308(16):1651-9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23093163/>

34. Simonis FD, Serpa Neto A, Binnekade JM, Braber A, Bruin KCM, Determann RM, et al. Effect of a Low vs Intermediate Tidal Volume Strategy on Ventilator-Free Days in Intensive Care Unit Patients Without ARDS: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* [Internet]. 2018 Nov 13 [cited 2023 Mar 22];320(18):1872-80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30357256/>
35. Suleiman A, Costa E, Santer P, Tartler TM, Wachtendorf LJ, Teja B, et al. Association between intraoperative tidal volume and postoperative respiratory complications is dependent on respiratory elastance: a retrospective, multicentre cohort study. *Br J Anaesth* [Internet]. 2022 Aug 1 [cited 2023 Mar 22];129(2):263-72. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35690489/>
36. Algera AG, Pisani L, Serpa Neto A, den Boer SS, Bosch FFH, Bruin K, et al. Effect of a Lower vs Higher Positive End-Expiratory Pressure Strategy on Ventilator-Free Days in ICU Patients Without ARDS: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* [Internet]. 2020 Dec 22 [cited 2023 Mar 22];324(24):2509-20. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33295981/>
37. Yi H, Li X, Mao Z, Liu C, Hu X, Song R, et al. Higher PEEP versus lower PEEP strategies for patients in ICU without acute respiratory distress syndrome: A systematic review and meta-analysis. *J Crit Care* [Internet]. 2022 Feb 1 [cited 2023 Mar 22];67:72-8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34689064/>



## TEMA 17

# Circulação extracorpórea (ECMO)

**A.** Quando e em quem indicar/contraindicar circulação extracorpórea, dispositivos e recursos no mercado, cuidados especiais

**B.** Terapias de resgate por inalação de gases

**B.1** - Heliox

**B.2** - Óxido nítrico

## A. Quando e em quem indicar/contraindicar circulação extracorpórea, dispositivos e recursos no mercado, cuidados especiais

**Comentário:** Métodos de suporte de vida extracorpóreos com oxigenadores de membrana artificial, também chamados de ECMO (*Extracorporeal Membrane Oxygenator*), permitem suporte hemodinâmico e respiratório, nos casos de falência cardiopulmonar aguda grave e refratários à terapêutica convencional<sup>1-3</sup>. ECMO não é um dispositivo curativo. É uma estratégia temporária de suporte que permite estabilidade para investigação diagnóstica e tempo para tratamento da causa da disfunção orgânica, servindo como uma ponte para a recuperação do órgão ou, em alguns centros, como ponte para transplante de coração ou pulmão. ECMO é uma terapia cara e complexa, sujeita a inúmeras complicações graves, que necessita de equipe multiprofissional altamente capacitada e dedicada. Portanto, deve ser utilizada em hospitais terciários de alta complexidade, que possuam serviços multidisciplinares de apoio bem estruturados<sup>8-10</sup>. Existem três tipos de suporte respiratório extracorpóreo<sup>11</sup>:

**1 - ECMO Veno-Arterial (ECMO VA):** É utilizada em condições de falência cardíaca aguda (choque cardiogênico ou parada cardiorrespiratória) refratários às medidas convencionais, e promove suporte cardíaco e respiratório. A cânula de drenagem é inserida no sistema venoso (geralmente na veia femoral ou jugular), e a cânula de retorno é inserida no sistema arterial (geralmente artéria femoral)<sup>1,6,12,13,14</sup>.

**2 - ECMO Veno-Venosa (ECMO VV):** É utilizada em condições de falência pulmonar aguda refratária apenas. O sangue é bombeado através do oxigenador de uma membrana de difusão, no qual é oxigenado e descarboxilado. Depende da função cardíaca do paciente para ser impulsionado na circulação pulmonar e sistêmica<sup>9,15-23</sup>. Não há suporte hemodinâmico neste tipo de suporte e, nos casos de falência cardíaca associada (choque cardiogênico), recomenda-se a conversão para suporte ECMO VA ou para configuração veno-arterio-venosa (ECMO VAV), no qual o sangue é devolvido nos sistema arterial e venoso concomitantemente.



**3** - Nos casos de insuficiência respiratória hipercápnica isolada ou predominante, emprega-se a estratégia extracorpórea de remoção de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) com baixo fluxo de sangue (*Extracorporeal CO<sub>2</sub> Removal* - ECCO<sub>2</sub>R). Consiste na inserção de um sistema extracorpóreo veno-veno-oso ou veno-arterial, com membrana de difusão, capaz de eliminar CO<sub>2</sub><sup>24-25</sup>. Esse sistema não tem a função de oxigenação, apenas eliminação de CO<sub>2</sub>, pois funciona com fluxo sanguíneo bem mais baixo do que o sistema ECMO VV ou VA, e, portanto, insuficiente para função de oxigenação.

A seleção criteriosa dos pacientes que serão submetidos a ECMO é muito importante para o sucesso do tratamento. Deve-se contemplar pacientes que tenham doença pulmonar grave, de início agudo, com claras possibilidades de reversão e, preferencialmente, precocemente no curso clínico (menos de sete dias de suporte ventilatório mecânico e antes da instalação de disfunções orgânicas associadas à insuficiência respiratória). Também é fundamental treinamento e retreinamento periódico da equipe e a realização de ECMO em centros de referência.

#### **Sugere-se**

- Indicar ECMO para pacientes com IRpA hipoxêmica, com hipoxemia refratária a despeito de ventilação mecânica protetora otimizada, com relação PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 50mmHg por > 3 horas ou relação PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 80mmHg por > 6 horas.

**Comentário:** Para pacientes com insuficiência respiratória aguda hipercápnica, estudos mais recentes sugerem que estratégias baseadas em membranas de remoção de CO<sub>2</sub> não estão indicadas.

#### **Sugere-se:**

- Utilizar ECMO para pacientes com insuficiência respiratória hipercápnica e pH < 7,25 associado a PaCO<sub>2</sub> ≥ 60mmHg por > 6 horas, apesar de otimização dos parâmetros ventilatórios protetores<sup>20,26</sup>.

#### **Considerar:**

- Não usar membranas de remoção de CO<sub>2</sub> com baixo fluxo de sangue para pacientes com insuficiência respiratória aguda hipercápnica isolada ou predominante, refratária à ventilação mecânica otimizada.
- Utilizar suporte extracorpóreo para pacientes com insuficiência respiratória hipercápnica refratária após otimização da ventilação mecânica, em pacientes com fístulas aéreas de alto débito, que cursam com hipercapnia e/ou hipoxemia graves; disfunção primária do enxerto pulmonar após transplante pulmonar; como ponte para transplante pulmonar para pacientes inscritos ou não na lista de transplante (desde que a legislação permita); e embolia pulmonar maciça com colapso cardiocirculatório.

#### **Contraindicações à ECMO**

**Comentário:** Cada paciente deve ser avaliado individualmente, são consideradas contraindicações relativas duração de suporte ventilatório iatrogênico por mais de sete dias, disfunção de múltiplos órgãos, pacientes com contraindicação à anticoagulação sistêmica, impossibilidade de inserção de acesso venoso central calibroso, sangramento intracraniano ativo, comorbidades incapacitantes como neoplasias malignas metastáticas ou terminais, pacientes com danos neurológicos graves incapacitantes, neutropenia, transplante de medula óssea recente e obesidade com índice de massa corpórea > 40kg/m<sup>2</sup><sup>32,33</sup>.

#### **Considerar:**

- A não realização de ECMO para pacientes com contraindicações relativas, entre elas: duração de suporte ventilatório não protetor por mais de 7-10 dias, disfunção de múltiplos órgãos, com contraindicação à anticoagulação sistêmica, impossibilidade de inserção de acesso venoso

central calibroso, sangramento intracraniano ativo, comorbidades incapacitantes como neoplasias malignas metastáticas ou terminais, pacientes com danos neurológicos graves incapacitantes, transplante de medula óssea, obesidade com índice de massa corpórea > 40kg/m<sup>2</sup>. Idade não é contraindicação absoluta, mas desfechos são piores em pacientes acima de 65-70 anos.

- Utilizar escores prognósticos como *PRESERVE score*<sup>35</sup>, *RESP score*<sup>36</sup> ou *PRESET score*<sup>37</sup>, para auxílio na tomada de decisão para iniciar o suporte ECMO.

## B. Terapias de resgate por inalação de gases

### B.1 - Heliox

**Comentário:** O hélio (He) é um gás inerte, com baixa solubilidade nos tecidos de mamíferos, com densidade menor que do ar ambiente e oxigênio. A baixa densidade permite que, uma vez que o He esteja em quantidades maiores que 25% do gás inalado, a resistência oferecida pelas vias aéreas seja menor<sup>38</sup>. Para manutenção da capacidade de oxigenação, os gases contendo He são comercializados em misturas contendo O<sub>2</sub> e He, conhecidas como heliox. Pela baixa resistência e baixa solubilidade em tecidos, o heliox pode ser utilizado para reduzir a dispneia e facilitar a ventilação de pacientes com doenças obstrutivas de vias aéreas, como asma, Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), estridores pós-extubação e obstruções tumorais<sup>38,39</sup>. Comercialmente, o heliox é encontrado em misturas com oxigênio em proporções que vão de 80:20 até 60:40.

#### Considerar:

- Utilizar uso de heliox em pacientes com asma grave ou descompensação de DPOC e com dispneia intensa, que já estejam recebendo tratamento farmacológico otimizado e suporte não invasivo, quando indicado.

**Comentário:** Apesar de o heliox reduzir de forma mais rápida a dispneia de pacientes obstruídos, respirando em ar ambiente ou com suporte de O<sub>2</sub>, essa velocidade mais rápida de melhora também é conseguida com o uso da ventilação não invasiva. Além disso, em dois estudos randomizados com viés moderado a baixo, o heliox não reduziu a necessidade de ventilação mecânica de pacientes com DPOC, apesar de ter sido associado a um menor tempo de estadia no hospital<sup>42,43</sup>.

#### Considerar:

- Usar heliox em pacientes limítrofes em termos de esforço respiratório pós-extubação com ou sem estridor, com a intenção de reduzir o trabalho respiratório<sup>44</sup>.
- Devido à baixa densidade, o heliox deve ser utilizado com fluxômetros e outros equipamentos devidamente calibrados para o gás hélio. O heliox deve ser usado em máscaras fechadas (como as não reinalantes), uma vez que a contaminação com o ar ambiente é expressiva em sistemas abertos<sup>45</sup>.

### B.2 - Óxido nítrico

**Comentário:** O óxido nítrico (NO) via inalatória causa vasodilatação em regiões ventiladas, redistribuindo o fluxo de sangue para estas, melhorando o ajuste entre ventilação e perfusão. Em dez estudos randomizados com risco de viés moderado a baixo, não teve impacto em sobrevida em pacientes com a relação PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> entre 100-150mmHg<sup>46-55</sup>, mas foi associado à melhora transitória da hipoxemia<sup>50</sup> e maior incidência de insuficiência renal<sup>56</sup>. A pressão de artéria pulmonar cai com o uso do NO, melhorando a função do ventrículo direito. Não há uma correlação perfeita entre o decaimento da pressão pulmonar e a variação da oxigenação arterial sistêmica<sup>57</sup>.

## Sugere-se:

- Não utilizar NO rotineiramente em pacientes com IRpA e SARA<sup>46-51</sup>.

## Considerar:

- O uso de NO inalatório como manobra de resgate em pacientes com SARA grave com hipoxemia refratária a despeito de posicionamento em prona.
- Retirar o suporte com NO em pacientes com SARA grave com hipoxemia refratária a despeito de posicionamento em prona, que não tenha melhora significativa das trocas gasosas nas primeiras horas de sua administração.
- Uma dose entre 5–20 PPMs deve ser utilizada. Uma vez iniciado o desmame, retirar 1–5 PPMs a cada 2–12 horas, para evitar o fenômeno de rebote<sup>52</sup>. Monitorizar o NO<sub>2</sub> no circuito do ventilador para mantê-lo < 4 PPMs. Monitorizar a metahemoglobina, principalmente se estiver utilizando doses maiores que 5-10 PPMs, se a FiO<sub>2</sub> > 60% ou o NO<sub>2</sub> estiver próximo de 4 PPMs. Monitorizar o NO<sub>2</sub> de forma mais frequente se for usado sistema de umidificação ativa na ventilação mecânica<sup>59,60</sup>.
- Usar NO inalado em pacientes sob ventilação mecânica nos outros seguintes contextos: SARA com forame oval patente, pacientes com hipertensão pulmonar, resultante ou não de embolia pulmonar e pacientes com infarto de ventrículo direito que leve a sobrecarga de VD e hipertensão pulmonar.

## Referências bibliográficas – Tema 17

1. Bartlett RH, Gattinoni L. Current status of extracorporeal life support (ECMO) for cardiopulmonary failure. *Minerva Anesthesiol.* 2010;76(7):534-40.
2. Gray BW, Haft JW, Hirsch JC, Annich GM, Hirschl RB, Bartlett RH. Extracorporeal life support: experience with 2,000 patients. *ASAIO J.* 2015;61(1):2-7.
3. Gattinoni L, Carlesso E, Langer T. Clinical review: Extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care.* 2011;15(6):243.
4. Nanjaya VB, Murphy D. Ultrasound Guidance for Extra-corporeal Membrane Oxygenation Veno- Arterial ECMO specific guidelines 2015 [Available from: [https://www.elso.org/Portals/0/Files/elso\\_Ultrasoundguidance\\_vaecmo\\_guidelines\\_May2015.pdf](https://www.elso.org/Portals/0/Files/elso_Ultrasoundguidance_vaecmo_guidelines_May2015.pdf)].
5. Gansmeier P, Philipp A, Rupprecht L, Diez C, Arlt M, Mueller T, et al. Percutaneous cannulation for extracorporeal life support. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2011;59(2):103-
6. Gajkowski EF, Herrera G, Hatton L, Velia Antonini M, Vercaemst L, Cooley E. ELSO Guidelines for Adult and Pediatric Extracorporeal Membrane Oxygenation Circuits. *ASAIO J.* 2022;68(2):133-52.
7. Bartlett RH. Physiology of Gas Exchange During ECMO for Respiratory Failure. *J Intensive Care Med.* 2017;32(4):243-8.
8. ELSO GUIDELINES FOR ECMO CENTERS <https://www.elso.org/home.aspx>: ELSO - Extracorporeal Life Support Organization; 2014 [Available from: <https://www.elso.org/portals/0/igd/archive/filemanager/faf3f6a3c7cusersshyerdocumentselsoguidelinesecmocentersv1.8.pdf>].
9. Combes A, Brodie D, Bartlett R, Brochard L, Brower R, Conrad S, et al. Position paper for the organization of extracorporeal membrane oxygenation programs for acute respiratory failure in adult patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2014;190(5):488-96.
10. Barbaro RP, Odetola FO, Kidwell KM, Paden ML, Bartlett RH, Davis MM, et al. Association of hospital-level volume of extracorporeal membrane oxygenation cases and mortality. Analysis of the extracorporeal life support organization registry. *Am J Respir Crit Care Med.* 2015;191(8):894-901.
11. Conrad SA, Broman LM, Taccone FS, Lorusso R, Malfertheiner MV, Pappalardo F, et al. The Extracorporeal Life Support Organization Maastricht Treaty for Nomenclature in Extracorporeal Life Support. A Position Paper of the Extracorporeal Life Support Organization. *Am J Respir Crit Care Med.* 2018;198(4):447-51.
12. Lorusso R, Shekar K, MacLaren G, Schmidt M, Pellegrino V, Meyns B, et al. ELSO Interim Guidelines for Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation in Adult Cardiac Patients. *ASAIO J.* 2021;67(8):827-44.
13. Assmann A, Beckmann A, Schmid C, Werdan K, Michels G, Miera O, et al. Use of extracorporeal circulation (ECLS/ECMO) for cardiac and circulatory failure -A clinical practice Guideline Level 3. *ESC Heart Fail.* 2022;9(1):506-18.
14. Boeken U, Assmann A, Beckmann A, Schmid C, Werdan K, Michels G, et al. S3 Guideline of Extracorporeal Circulation (ECLS/ECMO) for Cardiocirculatory Failure. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2021;69(S 04):S121-S212.
15. Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, Wilson A, Allen E, Thalanany MM, et al. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet.* 2009;374(9698):1351-63.
16. Fan E, Gattinoni L, Combes A, Schmidt M, Peek G, Brodie D, et al. Venovenous extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory failure : A clinical review from an international group of experts. *Intensive Care Med.* 2016;42(5):712-24.
17. Combes A, Slutsky AS, Brodie D. ECMO for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med.* 2018;379(11):1091-2.
18. Combes A, Hajage D, Capellier G, Demoule A, Lavoué S, Guervilly C, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med.* 2018;378(21):1965-75.

19. Terragni P, Faggiano C, Ranieri VM. Extracorporeal membrane oxygenation in adult patients with acute respiratory distress syndrome. *Curr Opin Crit Care*. 2014;20(1):86-91.
20. Tonna JE, Abrams D, Brodie D, Greenwood JC, Rubio Mateo-Sidron JA, Usman A, et al. Management of Adult Patients Supported with Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation (VV ECMO): Guideline from the Extracorporeal Life Support Organization (ELSO). *ASAIO J*. 2021;67(6):601-10.
21. Bartlett RH, Ogino MT, Brodie D, McMullan DM, Lorusso R, MacLaren G, et al. Initial ELSO Guidance Document: ECMO for COVID-19 Patients with Severe Cardiopulmonary Failure. *ASAIO J*. 2020;66(5):472-4.
22. Schmid C, Philipp A, Hilker M, Rupperecht L, Arlt M, Keyser A, et al. Venovenous extracorporeal membrane oxygenation for acute lung failure in adults. *J Heart Lung Transplant*. 2012;31(1):9-15.
23. Quintel M, Bartlett RH, Grocott MPW, Combes A, Ranieri MV, Baiocchi M, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Respiratory Failure. *Anesthesiology*. 2020;132(5):1257-76.
24. Duscio E, Cipulli F, Vasques F, Collino F, Rapetti F, Romitti F, et al. Extracorporeal CO2 Removal: The Minimally Invasive Approach, Theory, and Practice. *Crit Care Med*. 2019;47(1):33-40.
25. Gattinoni L, Coppola S, Camporota L. Physiology of extracorporeal CO2 removal. *Intensive Care Med*. 2022;48(10):1322-5.
26. Shekar K, Badulak J, Peek G, Boeken U, Dalton HJ, Arora L, et al. Extracorporeal Life Support Organization Coronavirus Disease 2019 Interim Guidelines: A Consensus Document from an International Group of Interdisciplinary Extracorporeal Membrane Oxygenation Providers. *ASAIO J*. 2020;66(7):707-21.
27. Schmid C, Philipp A, Mueller T, Hilker M. Extracorporeal life support - systems, indications, and limitations. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;57(8):449-54.
28. Alessandri F, Tonetti T, Pistidda L, Busani S, Borrazzo C, Fanelli V, et al. Extracorporeal CO2 Removal During Renal Replacement Therapy to Allow Lung-Protective Ventilation in Patients With COVID-19-Associated Acute Respiratory Distress Syndrome. *ASAIO J*. 2023;69(1):36-42.
29. Fischer S, Bohn D, Rycus P, Pierre AF, de Perrot M, Waddell TK, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for primary graft dysfunction after lung transplantation: analysis of the Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) registry. *J Heart Lung Transplant*. 2007;26(5):472-7.
30. Haneya A, Philipp A, Mueller T, Lubnow M, Pfeifer M, Zink W, et al. Extracorporeal circulatory systems as a bridge to lung transplantation at remote transplant centers. *Ann Thorac Surg*. 2011;91(1):250-5.
31. Kmiec L, Philipp A, Floerchinger B, Lubnow M, Unterbuchner C, Creutzenberg M, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Massive Pulmonary Embolism as Bridge to Therapy. *ASAIO J*. 2020;66(2):146-52.
32. Keyser A, Philipp A, Zeman F, Lubnow M, Lunz D, Zimmermann M, et al. Percutaneous Cannulation for Extracorporeal Life Support in Severely and Morbidly Obese Patients. *J Intensive Care Med*. 2020;35(9):919-26.
33. Peetermans M, Guler I, Meersseman P, Wilmer A, Wauters J, Meyns B, et al. Impact of BMI on outcomes in respiratory ECMO: an ELSO registry study. *Intensive Care Med*. 2023;49(1):37-49.
34. Provaznik Z, Philipp A, Müller T, Kostiantyn K, Lunz D, Schmid C, et al. Outcome after veno-venous extracorporeal membrane oxygenation in elderly compared to younger patients: A 14-year retrospective observational study. *Artif Organs*. 2022.
35. Schmidt M, Zogheib E, Rozé H, Repesse X, Lebreton G, Luyt CE, et al. The PRESERVE mortality risk score and analysis of long-term outcomes after extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*. 2013;39(10):1704-13.
36. Schmidt M, Bailey M, Sheldrake J, Hodgson C, Aubron C, Rycus PT, et al. Predicting survival after extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory failure. The Respiratory Extracorporeal Membrane Oxygenation Survival Prediction (RESP) score. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;189(11):1374-82.
37. Hilder M, Herbstreit F, Adamzik M, Beiderlinden M, Bürschen M, Peters J, et al. Comparison of mortality prediction models in acute respiratory distress syndrome undergoing extracorporeal membrane oxygenation and development of a novel prediction score: the PREdiction of Survival on ECMO Therapy-Score (PRESET-Score). *Crit Care*. 2017;21(1):301.
38. Truebel H, Wuester S, Boehme P, Doll H, Schmiedl S, Szymanski J, et al. A proof-of-concept trial of HELIOX with different fractions of helium in a human study modeling upper airway obstruction. *Eur J Appl Physiol*. 2019 May 8;119(5):1253-60.
39. Laveneziana P, Valli G, Onorati P, Paoletti P, Ferrazza AM, Palange P. Effect of heliox on heart rate kinetics and dynamic hyperinflation during high-intensity exercise in COPD. *Eur J Appl Physiol*. 2011 Feb 18;111(2):225-34.
40. Kress JP, Noth I, Gehlbach BK, Barman N, Pohlman AS, Miller A, et al. The Utility of Albuterol Nebulized with Heliox during Acute Asthma Exacerbations. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 May 1;165(9):1317-21.
41. Bandi V, Velamuri S, Sirgi C, Wendt J, Wendt R, Guntupalli K. Deposition Pattern of Heliox-Driven Bronchodilator Aerosol in the Airways of Stable Asthmatics. *Journal of Asthma*. 2005 Jan 1;42(7):583-6.
42. Jolliet P, Ouanes-Besbes L, Abroug F, ben Khelil J, Besbes M, Garnerio A, et al. A Multicenter Randomized Trial Assessing the Efficacy of Helium/Oxygen in Severe Exacerbations of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017 Apr 1;195(7):871-80.
43. Jolliet P, Tassaux D, Roeseler J, Burdet L, Broccard A, D'Hoore W, et al. Helium-oxygen versus air-oxygen noninvasive pressure support in decompensated chronic obstructive disease: A prospective, multicenter study\*. *Crit Care Med*. 2003 Mar;31(3):878-84.
44. JABER S, CARLUCCI A, BOUSSARSAR M, FODIL R, PIGEOT J, MAGGIORE S, et al. Helium-Oxygen in the Postextubation Period Decreases Inspiratory Effort. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001 Aug 15;164(4):633-7.
45. Standley TDA, Smith HL, Brennan LJ, Wilkins IA, Bradley PG, Barrera Groba C, et al. Room air dilution of heliox given by facemask. *Intensive Care Med*. 2008 Aug 19;34(8):1469-76.
46. Taylor RW, Zimmerman JL, Dellinger RP, Straube RC, Criner GJ, Davis K, et al. Low-Dose Inhaled Nitric Oxide in Patients With Acute Lung Injury: Randomized Controlled Trial. *JAMA [Internet]*. 2004 Apr 7;291(13):1603. Available from: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.291.13.1603>
47. TRONCY E, COLLET JP, SHAPIRO S, GUIMOND JG, BLAIR L, DUCRUET T, et al. Inhaled Nitric Oxide in Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998 May 1;157(5):1483-8.
48. Rossaint R, Falke KJ, Lopez F, Slama K, Pison U, Zapol WM. Inhaled Nitric Oxide for the Adult Respiratory Distress Syndrome. *New England Journal of Medicine*. 1993 Feb 11;328(6):399-405.
49. Park KJ, Lee YJ, Oh YJ, Lee KS, Sheen SS, Hwang SC. Combined Effects of Inhaled Nitric Oxide and a Recruitment Maneuver in Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. *Yonsei Med J*. 2003;44(2):219.
50. Michael JR, Barton RG, Saffle JR, Mone M, Markewitz BA, Hillier K, et al. Inhaled Nitric Oxide Versus Conventional Therapy. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998 May 1;157(5):1372-80.

51. Lundin S, Mang H, Smithies M, Stenqvist O, Frostell C. Inhalation of nitric oxide in acute lung injury: results of a European multicentre study. *Intensive Care Med.* 1999 Sep;25(9):911-9.
52. Gerlach H, Keh D, Semmerow A, Busch T, Lewandowski K, Pappert DM, et al. Dose-Response Characteristics during Long-Term Inhalation of Nitric Oxide in Patients with Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003 Apr 1;167(7):1008-15.
53. Dellinger RP, Zimmerman JL, Taylor RW, Straube RC, Hauser DL, Criner GJ, et al. Effects of inhaled nitric oxide in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med.* 1998 Jan;26(1):15-23.
54. Angus DC, Clermont G, Linde-Zwirble WT, Musthafa AA, Dremsizov TT, Lidicker J, et al. Healthcare costs and long-term outcomes after acute respiratory distress syndrome: A phase III trial of inhaled nitric oxide\*. *Crit Care Med.* 2006 Dec;34(12):2883-90.
55. Rossaint R, Slama K, Steudel W, Gerlach H, Pappert D, Veit S, et al. Effects of inhaled nitric oxide on right ventricular function in severe acute respiratory distress syndrome. Vol. 21, *Intensive Care Med.* 1995.
56. Wang J, Cong X, Miao M, Yang Y, Zhang J. Inhaled nitric oxide and acute kidney injury risk: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Ren Fail.* 2021 Jan 1;43(1):281-90.
57. Fierobe L, Brunet F, Dhainaut JF, Monchi M, Belghith M, Mira JP, et al. Effect of inhaled nitric oxide on right ventricular function in adult respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995 May;151(5):1414-9.
58. Inglessis I, Shin JT, Lepore JJ, Palacios IF, Zapol WM, Bloch KD, et al. Hemodynamic effects of inhaled nitric oxide in right ventricular myocardial infarction and cardiogenic shock. *J Am Coll Cardiol.* 2004 Aug;44(4):793-8.
59. Foubert L, Fleming B, Latimer R, Jonas M, Oduro A, Borland C, et al. Safety guidelines for use of nitric oxide. *The Lancet.* 1992 Jun;339(8809):1615-6.
60. Miyamoto K, Aida A, Nishimura M, Nakano T, Kawakami Y, Ohmori Y, et al. Effects of humidity and temperature on nitrogen dioxide formation from nitric oxide. *The Lancet.* 1994 Apr;343(8905):1099-100.



## TEMA 18

# Ventilação mecânica no trauma torácico

- A. Ventilação mecânica no paciente com trauma torácico
  - A.1 - Oxigenoterapia e suporte ventilatório não invasivo
  - A.2 - Estratégias e métodos de ventilação mecânica invasiva
  - A.3 - Modos e estratégia de VM invasiva
  - A.4 - Ventilação pulmonar independente
  - A.5 - Desmame da VM/traqueostomia
- B. Condições especiais
  - B.1 - Tórax instável
  - B.2 - Fístula bronco-pleural
- C. Cuidados específicos
  - C.1 - Sedação e analgesia
  - C.2 - Posicionamento do paciente
  - C.3 - Métodos não ventilatórios de suporte em casos graves

**Comentário:** O trauma, seja por trânsito, violência, acidentes de trabalho ou quedas, segue sendo uma das principais condições que levam pacientes à necessidade de VM<sup>1</sup>. O trauma torácico é um dos principais e mais letais componentes do trauma grave, com impacto direto na morbimortalidade tanto precoce quanto tardia. Cerca de 25% das mortes por trauma são secundárias a trauma torácico<sup>2</sup> e ele aumenta em até 12 vezes a chance de óbito em pacientes com trauma por trânsito<sup>3</sup>.

## A. Ventilação mecânica no paciente com trauma torácico

### A.1 - Oxigenoterapia e suporte ventilatório não invasivo

**Comentário:** Cerca de 10% a 40% dos pacientes com trauma de tórax admitidos no hospital necessitarão de intubação traqueal e VM<sup>4,5</sup>. Entretanto, o uso de suporte ventilatório não invasivo pode reduzir em até um terço a necessidade de intubação, com redução da incidência de complicações, como infecções respiratórias e mortalidade<sup>6</sup>. A ventilação não invasiva (VNI) pode ser aplicada no trauma torácico com máscaras orofaciais, faciais totais ou capacete (*helmet*), o que aumenta a disponibilidade de opções e individualização de interfaces<sup>7</sup>. O cateter nasal de alto fluxo (CNAF) é uma promissora estratégia que, apesar de gerar menos pressão inspiratória do que a VNI, oferece maior conforto ao paciente, permitindo maior tolerância e aceitação ao uso. Apesar de relatos promissores do uso de CNAF em pacientes com trauma de tórax<sup>9</sup>, aguardam-se resultados de ensaios clínicos randomizados que determinem a eficácia e a segurança do método nessa população.

**Sugere-se:**

- Usar VNI em pacientes com trauma torácico fechado (ou já drenado) com insuficiência respiratória leve, desde que não haja desconforto respiratório grave e nem estejam presentes contraindicações absolutas (consultar tema específico neste documento). O CNAF pode ser um substituto em casos selecionados<sup>6-9</sup>.

**Considerar:**

- Durante a VNI e o CNAF, realizar a monitorização clínica e oximetria, se possível utilizar índices fisiológicos, como os índices ROX ou HACOR, para avaliação de sucesso ou necessidade de interrupção e consequente intubação traqueal.

## A.2 - Estratégias e métodos de ventilação mecânica invasiva

**Indicações de IOT**

**Comentário:** De um modo geral, as indicações de intubação traqueal, com ou sem um curso prévio de suporte ventilatório não invasivo, assemelham-se às de pacientes com insuficiência respiratória de outras etiologias. Embora, o paciente com trauma possa apresentar determinadas variáveis que com frequência levem à necessidade de intubação, principalmente relacionadas a outros traumas, tais como faciais ou cranianos.

**Considerar:**

- Definir como indicações para intubação traqueal no paciente com trauma de tórax:
  - Insuficiência respiratória grave, com desconforto respiratório intenso;
  - Má resposta ao suporte ventilatório não invasivo;
  - Parada cardiorrespiratória;
  - Instabilidade hemodinâmica grave;
  - Nível de consciência que não permita proteção de vias aéreas e/ou apresente risco de hipoventilação;
  - Lesões faciais ou no pescoço graves, com risco de obstrução de vias aéreas;
  - Hemoptise maciça.
- Que a intubação orotraqueal seja realizada pelo profissional médico mais habilitado no local.

## A.3 - Modos e estratégia de VM invasiva

**Comentário:** O modo e os ajustes ventilatórios do paciente com trauma de tórax em VM invasiva serão semelhantes ao do paciente sem trauma e com gravidade similar, respeitadas a presença de algumas condições especiais, como a hipertensão intracraniana ou fístula bronco-pleural.

**Considerar:**

- Nos pacientes mais graves, particularmente com SARA ou outras situações clínicas de gravidade (instabilidade hemodinâmica, TCE grave, previsão de necessidade de cirurgias e procedimentos), instituir sedação profunda e analgesia adequada e iniciar a VM com os modos assisto-controlados (VCV ou PCV). Após a estabilização inicial, pode-se alterar a ventilação para pressão de suporte.
- Realizar a adequada monitorização para que a VM seja o mais “protetora” possível, com vigilância do volume corrente e pressão de platô. A importância de outros parâmetros, como *driving pressure* (pressão de distensão), *mechanical power* (potência mecânica) e complacência corrigida pelo peso, ainda carece de validação em estudos prospectivos controlados. Os valores considerados protetores para cada um desses parâmetros estão detalhados nos capítulos de ajustes da VM e de SARA.

- Definir a PEEP de acordo com a situação clínica. Pacientes com hipertensão intracraniana podem necessitar de ajuste de pressões menores (ou ao menos vigilância mais intensiva), enquanto pacientes com hipertensão intra-abdominal, obesos, com atelectasias importantes ou SARA devem se beneficiar de valores maiores de PEEP. O ajuste da PEEP em pacientes com trauma torácico e SARA segue os mesmos princípios descritos no capítulo de SARA, exceto quando há hipertensão intracraniana, situação em que a monitorização da pressão intracraniana será necessária, para garantir que a PIC não aumentou.

#### A.4 - Ventilação pulmonar independente

**Comentário:** Nos casos em que há injúrias pulmonares muito assimétricas, incluindo fístulas bronco-pleurais graves, uma das opções terapêuticas é a ventilação pulmonar independente, com intubação com tubo traqueal duplo-lúmen e acoplamento de um ventilador em cada lúmen, permitindo ventilação “otimizada” para cada pulmão (por exemplo, com volumes correntes ou PEEP diferentes)<sup>10</sup>. Apesar da atração que possa gerar, trata-se de um método extremamente difícil de ser aplicado na prática.

##### Considerar:

- O emprego de ventilação pulmonar independente em casos selecionados de injúria pulmonar muito assimétrica e grave, analisando-se os riscos e grau de expertise da equipe assistente.

#### A.5 - Desmame da VM/traqueostomia

**Comentário:** Frequentemente, a VM do paciente com trauma de tórax grave será prolongada e o desmame pode ser particularmente desafiador, sendo fundamental a atuação multiprofissional (incluindo fisioterapia e enfermagem, mas eventualmente também nutrição, fonoaudiologia e terapia ocupacional). Uma significativa parcela dos pacientes em VM prolongado se beneficiará de traqueostomia, sobretudo aqueles com disfunções neurológicas associadas.

##### Considerar:

- Que o desmame de pacientes com trauma de tórax siga as mesmas normas e cuidados dos pacientes sem trauma, respeitadas condições especiais (tais como TCE, TRM).
- A realização de traqueostomia em pacientes com previsão de desmame prolongado, principalmente com disfunção neurológica grave associada.

## B. Condições especiais

### B.1 - Tórax instável

**Comentário:** Em pacientes com múltiplas fraturas de costelas e/ou fratura de esterno, mas com nível de consciência intacto, sem insuficiência respiratória grave e condições clínicas estáveis, o suporte ventilatório não invasivo (VNI ou CNAF) mostrou-se capaz de manter adequada oxigenação e minimizar o esforço ventilatório excessivo, devendo ser considerado nesses pacientes, desde que não haja contra-indicações<sup>6</sup>. Nos casos de insuficiência respiratória grave, o processo fisiopatológico mais importante costuma ser a injúria pulmonar subjacente, ou seja, contusão pulmonar. Assim, o manejo ventilatório será semelhante ao do paciente com contusão pulmonar/SARA. O papel da fixação cirúrgica da(s) fratura(s) costal(is) ainda é incerto, embora um estudo randomizado multicêntrico recente tenha encontrado benefício nos pacientes mais graves e com insuficiência respiratória à admissão<sup>11,12</sup>.



### Considerar:

- Utilização de suporte ventilatório não invasivo em pacientes com tórax instável, desde que com adequado tratamento de suporte (incluindo analgesia) e desde que não haja insuficiência respiratória grave ou contraindicações formais.
- A ventilação mecânica do paciente com tórax instável será ajustada de maneira similar a pacientes com insuficiência respiratória e/ou SARA de outras etiologias, respeitadas condições especiais, por exemplo hipertensão intracraniana.

## B.2 - Fístula bronco-pleural

**Comentário:** Um dos principais desafios na VM de pacientes com trauma de tórax grave é a presença de fístula bronco-pleural, principalmente no contexto de coexistência de outras injúrias pulmonares, como contusão pulmonar e/ou SARA. A maioria das fístulas bronco-pleurais é de baixo débito e mesmo com a pressão positiva da VM irá se fechar, sem exigências em especial da estratégia ventilatória. No entanto, em fístulas de alto débito ou quando o status da mecânica pulmonar é ruim, será necessário tentar ajustar a VM a esse distúrbio, além das estratégias que eventualmente possam ser necessárias para correção da fístula (seja via broncoscópica ou cirúrgica). Nesse caso, o modo PCV é, em tese, superior ao modo VCV, já que a pressão de vias aéreas é mantida constante e pode ser ajustada em valores significativamente mais baixos. Deve-se objetivar os menores níveis possíveis de pressão nas vias aéreas<sup>10</sup>.

### Considerar:

- Seguir, em pacientes com traumatismo de tórax e fístula bronco-pleural, as mesmas normativas de VM de pacientes similares sem fístula, porém com controle ainda mais rigoroso das pressões intratorácicas.
- O modo PCV como possivelmente superior ao modo VCV, pelo controle mais intenso das pressões máximas de vias aéreas.
- Ajustes de PEEP e VC objetivando os menores níveis de pressão de vias aéreas possíveis.
- A monitorização do débito da fístula (vazamento no dreno) para o ajuste fino da estratégia ventilatória e na decisão de necessidade de tratamentos invasivos (cirúrgico ou endoscópico).
- A ventilação pulmonar independente como opção para casos muito graves, com o pulmão contralateral com injúria importante e/ou hipoxemia grave, levando-se em consideração sua complexidade e a experiência da equipe.
- Considerar ECMO quando suas indicações formais estiverem presentes.

## C. Cuidados específicos

### C.1 - Sedação e analgesia

**Comentário:** No manejo do paciente com trauma grave, particularmente o trauma torácico, é fundamental que haja protocolos institucionais para sedação e analgesia, para que a equipe multiprofissional possa oferecer com mais eficiência conforto e alívio ao paciente. O paciente com trauma de tórax tem um particular desafio, já que a dor intensa pode não apenas provocar desconforto e distúrbios psicológicos, mas interferir na performance ventilatória, com impacto na incidência de atelectasias, infecções respiratórias e dificuldade no desmame da ventilação mecânica. Assim, a analgesia deve ser um aspecto considerado indissociável ao manejo ventilatório, devendo-se fazer uma adequada monitorização da dor e, se necessário, utilizar múltiplas ferramentas (analgésicos, anestesia regional, estratégias não farmacológicas, tais como acupuntura) para atingir os objetivos e metas<sup>13,14</sup>.

### Considerar:

- A analgesia com prioridade no manejo do paciente com trauma de tórax (intubado ou não), particularmente quando há fraturas de costelas.
- Não há evidência da superioridade de métodos de analgesia regional, devendo-se levar em conta as características do paciente e a experiência da equipe para individualizar sua aplicação.

## C.2 - Posicionamento do paciente

**Comentário:** Devido à frequente associação de traumas ortopédicos, feridas e escoriações no dorso e necessidade de profunda sedação e analgesia em pacientes com trauma de tórax, estratégias de mudanças de posição automáticas (com camas e colchões especiais) têm sido propostas. No entanto, uma metanálise avaliando os poucos estudos publicados (nenhum deles ensaio clínico randomizado) não evidenciou benefícios deste método em pacientes com trauma grave<sup>15</sup>. Estimular a mobilização (passiva e ativa) do paciente quando for possível o início da reabilitação.

### Considerar:

- O paciente com trauma de tórax em VM deve ser mobilizado com frequência se possível, com cabeceira elevada > 30 graus se estiver em nutrição enteral.
- Não ser mandatório o uso de leitos especiais com mobilização automática.

## C.3 - Métodos não ventilatórios de suporte em casos graves

**Comentário:** Nos casos de insuficiência respiratória grave refratária à terapêutica convencional, estratégias não ventilatórias (farmacológicas ou não) têm sido propostas há mais de 30 anos, muitas vezes pela ausência de outras opções disponíveis em casos com evolução desfavorável. Sua aplicação (ou nível de evidência) nos pacientes com trauma segue de um modo geral as mesmas diretrizes dos pacientes com IRpA grave/SARA grave refratários. A estratégia não ventilatória mais bem sedimentada no manejo de insuficiência respiratória refratária na SARA é a posição prona, que também será utilizada nos pacientes com trauma de tórax<sup>16,17</sup>.

### Considerar:

- Em pacientes com trauma de tórax e SARA grave refratária (com hipoxemia grave ou alterações de complacência), a aplicação de métodos não ventilatórios (tais como posição prona, bloqueadores neuromusculares e ECMO) segue as mesmas normativas de pacientes com SARA por outras etiologias, respeitadas condições especiais e eventuais contraindicações.

## Referências bibliográficas – Tema 18

1. GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020; 396 (10258): 1204-1222. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30925-9.
2. Battle CE, Hutchings H, Evans PA. Risk factors that predict mortality in patients with blunt chest wall trauma: A systematic review and meta-analysis. *Injury*. 2012; 43:8-17. DOI: 10.1016/j.injury.
3. Benhamed A, Ndiaye A, Emond M, Lieutaud T, Boucher V, Gossio A, et al. Road traffic accident-related thoracic trauma: Epidemiology, injury pattern, outcome, and impact on mortality-A multicenter observational study. *PLoS One* 2022; 17(5) : e0268202. DOI: 10.1371/journal.pone.0268202.
4. Fattori S, Reitano E, Chiara O, Cimbanassi S. Predictive factors of ventilatory support in Chest Trauma. *Life (Basel)* 2021; 11(11): 1154. DOI: 10.3390/life11111154.
5. Zhang S, Xiao X, Wang J, Hu C, Du Q, Fu Z, et al. Epidemiological and clinical characteristics of road traffic crashes related thoracic traumas: analysis of 5095 hospitalized chest injury patients. *J Cardiothorac Surg* 2021; 16(1): 220. DOI: 10.1186/s13019-021-01599-4.
6. Chiumello D, Coppola S, Froio S, Gregoretti C, Consonni D. Noninvasive ventilation in chest trauma: systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med* 2013; 39(7): 1171-80. DOI: 10.1007/s00134-013-2901-4.
7. Liu Q, Shan M, Zhu H, Cao J, Chen R. Noninvasive ventilation with a helmet in patients with acute respiratory failure caused by chest trauma: a randomized controlled trial. *Sci Rep* 2020; 10(1): 21489. DOI: 10.1038/s41598-020-78607-5.
8. Roberts S, Skinner D, Biccard B, Rodseth RN. The role of non-invasive ventilation in blunt chest trauma: systematic review and meta-analysis. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2014; 40(5): 553-9. DOI: 10.1007/s00068-013-0370-7.

9. Halub ME, Spilman SK, Gaunt KA, Lamb KD, Jackson JA, Oetting TW, et al. High-flow nasal cannula therapy for patients with blunt thoracic injury: A retrospective study. *Can J Respir Ther* 2016 ; 52(4): 110-113.
10. Grotberg JC, Hyzy RC, De Cardenas J, Co IN. Bronchopleural Fistula in the mechanically ventilated patient: A concise Review. *Crit Care Med*. 2021; 49(2): 292-301. DOI: 10.1097/CCM.0000000000004771.
11. Dehghan N, Nauth A, Schemitsch E, Vicente M, Jenkinson R, Kreder H, et al. Canadian Orthopaedic Trauma Society and the Unstable Chest Wall RCT Study Investigators. Operative vs nonoperative treatment of acute unstable chest wall injuries: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg* 2022; 157(11): 983-990. DOI: 10.1001/jamasurg.2022.4299.
12. Simon B, Ebert J, Bokhari F, Capella J, Emhoff T, Hayward T 3<sup>rd</sup>, et al; Eastern Association for the Surgery of Trauma. Management of pulmonary contusion and flail chest: an Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. *J Trauma Acute Care Surg* 2012; 73(5 Suppl 4): S351-61. DOI: 10.1097/TA.0b013e31827019fd.
13. Galvagno SM Jr, Smith CE, Varon AJ, Hasenboehler EA, Sultan S, Shaefer G, et al. Pain management for blunt thoracic trauma: A joint practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma and Trauma Anesthesiology Society. *J Trauma Acute Care Surg* 2016; 81(5): 936-951. DOI: 10.1097/TA.0000000000001209.
14. Bachoumas K, Levrat A, Le Thuaut A, Rouleau S, Groyer S, Dupont H, et al. Epidural analgesia in ICU chest trauma patients with fractured ribs: retrospective study of pain control and intubation requirements. *Ann Intensive Care* 2020; 10(1): 116. DOI: 10.1186/s13613-020-00733-0.
15. Schieren M, Piekarski F, Dusse F, Marcus H, Poels M, Wappler F, et al. Continuous lateral rotational therapy in trauma. A systematic review and meta-analysis. *J Trauma Acute Care Surg* 2017; 83(5): 926-933. DOI: 10.1097/TA.0000000000001572.
16. Slutsky AS, Villar J. Early paralytic agents for ARDS? Yes, no, and sometimes. *New Eng J Med* 2019, 380(21): 2061-2063. DOI: 10.1056/nejme1905627.
17. Hamera J, Menne A. Extracorporeal life support for trauma. *Emerg Med Clin North Am*. 2023 Feb;41(1):89-100. doi:10.1016/j.emc.2022.09.012.



## TEMA 19

# Ventilação mecânica durante procedimentos cirúrgicos

- A. Princípios de ventilação mecânica no intraoperatório
- B. Estratificação pré-operatória de risco de complicações pulmonares pós-operatórias
- C. Pré-oxigenação durante a indução anestésica
- D. Utilização de ventilação não invasiva (VNI) durante a indução anestésica
- E. Utilização de PEEP e manobra de recrutamento durante a indução anestésica
- F. Cuidados específicos de ventilação durante o intraoperatório

## A. Princípios de ventilação mecânica no intraoperatório

**Comentário:** A VM é uma estratégia necessária para garantir as trocas gasosas durante anestesia geral, contudo o seu uso está implicado no desenvolvimento de complicações pulmonares pós-operatórias (CPPs). Essas complicações contribuem para uma proporção substancial dos riscos associados à cirurgia e anestesia e são as maiores causas de morbi-mortalidade no pós-operatório<sup>1</sup>. As CPPs, que compreendem atelectasias, falência respiratória, broncoespasmo, infecções respiratórias, derrame pleural, pneumotórax e pneumonite aspirativa, ocorrem em 2,6% a 5% dos pacientes submetidos à cirurgia<sup>1,2</sup>. O uso de estratégia ventilatória intraoperatória adequada pode contribuir de maneira substancial para a redução dessas complicações<sup>3</sup>.

## B. Estratificação pré-operatória de risco de complicações pulmonares pós-operatórias

**Comentário:** A identificação dos pacientes de risco pré-operatório elevado para o desenvolvimento de CPPs permite planejar e individualizar a melhor estratégia de VM no período intraoperatório.

**Considerar:**

- Avaliar todos os pacientes quanto ao risco de CPPs por meio de uma escala específica. A classificação de ASA é uma escala subjetiva e com baixa precisão<sup>4</sup>.
- Entre as escalas sugeridas para a estratificação de risco dos pacientes quanto a CPPs, encontram-se a EuSOS e a ARISCAT<sup>2,5</sup>.

## C. Pré-oxigenação durante a indução anestésica

**Comentário:** Dificuldade de intubação durante a indução anestésica é um dos maiores contribuintes para morbi-mortalidade do paciente cirúrgico, podendo causar hipoxemia e desfechos

potencialmente preveníveis como instabilidade hemodinâmica, encefalopatia hipóxica e morte<sup>6</sup>. O preenchimento da capacidade residual funcional com oxigênio aumenta o tempo de tolerância à apneia sem queda da saturação arterial de oxigênio.

**Considerar:**

- Realizar pré-oxigenação durante cinco minutos com  $\text{FiO}_2$  em 100% para todos os pacientes, visando aumentar a reserva pulmonar de oxigênio e diminuir o risco de hipoxemia durante a intubação<sup>6</sup>.

## D. Utilização de ventilação não invasiva (VNI) durante a indução anestésica

**Comentário:** Indução da anestesia com relaxamento da musculatura está associada à formação de atelectasias pelo deslocamento cefálico do diafragma sob o peso das vísceras abdominais, particularmente em pacientes com redução da complacência abdominal ou obesos<sup>7</sup>. A VNI é capaz de retardar a formação de atelectasias em pacientes com redução da complacência abdominal e submetidos à pré-oxigenação com  $\text{FiO}_2$  de 100%<sup>8,9</sup>.

**Sugere-se:**

- Utilizar VNI durante a indução anestésica para cirurgias eletivas em pacientes com redução da complacência abdominal como pacientes obesos e naqueles hipoxêmicos<sup>9</sup>.

## E. Utilização de PEEP e manobra de recrutamento durante a indução anestésica

**Comentário:** A indução da anestesia promove formação de atelectasias particularmente nas regiões pulmonares dependentes e está associada com deterioração da oxigenação arterial, redução da complacência pulmonar, aumento da resistência vascular pulmonar e do risco de lesão pulmonar aguda<sup>10</sup>.

**Sugere-se:**

- Utilizar manobras de recrutamento com pressões até  $40\text{cmH}_2\text{O}$ , seguidos de PEEP em torno de  $5\text{cmH}_2\text{O}$  após a indução anestésica em pacientes que apresentarem hipoxemia<sup>11</sup>.

## F. Cuidados específicos de ventilação durante o intraoperatório

**Modo ventilatório**

**Comentário:** Em geral, não há uma superioridade de um modo ventilatório sobre outro durante cirurgias, exceto nas videolaparoscópicas, nas quais a ventilação com pressão controlada (PCV) parece associar-se à melhora da mecânica respiratória<sup>13,14</sup>.

**Considerar:**

- Utilizar ventilação com pressão controlada (PCV) em pacientes submetidos à cirurgia videolaparoscópica, visando à melhor mecânica pulmonar<sup>12</sup>. Deve-se monitorizar continuamente o volume corrente expirado quando em PCV. No restante dos cenários clínicos intraoperatórios, não existe benefício claro do uso de ventilação controlada a pressão ou a volume<sup>13,14</sup>.

**Volume corrente**

**Comentário:** Em situação de pacientes que apresentam lesão pulmonar aguda, o uso de estratégias ventilatórias com VC de  $6\text{ml/kg}$  de peso predito tem efeito benéfico. Contudo, existem

evidências controversas sobre o papel do uso de VC de 6ml/kg em pacientes sem lesão pulmonar aguda submetidos à cirurgia de grande porte. Metanálises iniciais baseadas em estudos pequenos e estudo randomizado com 400 pacientes mostram efeito benéficos<sup>3,15,16</sup>, enquanto estudo randomizado recente com mais de 1.200 pacientes não mostra diminuição de CPPs com VC de 6ml/kg de peso predito comparado com 10ml/kg de peso predito<sup>17-19</sup>.

#### **Sugere-se:**

- O emprego de VM com VC de 8ml/kg de peso predito (6-10ml/kg) em pacientes sem lesão pulmonar aguda<sup>19</sup>. Em pacientes com SARA submetidos a procedimentos cirúrgicos, deve-se utilizar ventilação proterora com VC de 6ml/kg de peso predito.
- Em pacientes com hipertensão intracraniana e lesão pulmonar aguda, utilizar VC de 6-8ml/kg de peso predito e monitorização contínua dos níveis de  $\text{ETCO}_2$ <sup>20</sup>.

#### **Considerar:**

- Em pacientes submetidos à cirurgia torácica, utilização de VC de 4-6ml/kg de peso predito durante ventilação monopulmonar<sup>14</sup>.

#### **Pressão positiva ao final da expiração (PEEP)**

**Comentário:** A utilização de PEEP durante o intraoperatório está associada à redução da formação de atelectasias e manutenção de trocas gasosas adequadas. Contudo, estudos recentes em pacientes submetidos a cirurgias de grande porte e em pacientes obesos não mostraram impacto do uso de PEEP elevadas (8cmH<sub>2</sub>O ou maiores) na redução das CPPs em relação a valores de PEEP menores (2 a 5cmH<sub>2</sub>O)<sup>21-24</sup>. Estudo em curso avalia melhor valor de PEEP para uso em cirurgia torácica com ventilação monopulmonar<sup>25</sup>.

#### **Sugere-se:**

- Utilizar PEEP de 5cmH<sub>2</sub>O em todos os pacientes adultos submetidos à ventilação mecânica durante anestesia geral<sup>24,26</sup>. Valores mais elevados de PEEP podem ser utilizados em pacientes que desenvolvem hipoxemia durante o intraoperatório.

#### **Manobras de recrutamento alveolar durante o intraoperatório (RM)**

**Comentário:** O uso de manobras de recrutamento alveolar durante o intraoperatório reverte as atelectasias que ocorrem particularmente durante a indução da anestesia geral<sup>27</sup>, melhorando a oxigenação. Contudo, diversos estudos controlados e randomizados não mostraram benefícios do uso de manobras de recrutamento alveolar protocolares na redução da CPPs<sup>21-23</sup>.

#### **Considerar:**

- Utilizar manobras de recrutamento alveolar como manobra de resgate nos pacientes que apresentam hipoxemia após a indução da anestesia ou durante o intraoperatório atribuídas a atelectasias. Não haver evidências de superioridade de um tipo de manobra sobre outras<sup>23</sup>.

#### **Fração inspirada de oxigênio (FiO<sub>2</sub>)**

**Comentário:** A combinação de FiO<sub>2</sub> ao redor de 30-40% e PEEP é capaz de manter uma adequada oxigenação e reduzir a atelectasia pulmonar<sup>28</sup>. O papel de FiO<sub>2</sub> elevada na prevenção da infecção de ferida operatória ainda é controverso<sup>29</sup>.

#### **Considerar:**

- Utilizar a mais baixa FiO<sub>2</sub> capaz de manter a SpO<sub>2</sub> ao redor de 92-96%<sup>28</sup>.

## Frequência respiratória

**Comentário:** A utilização de frequências respiratórias muito elevadas, acima de 15irpm, devido à aplicação de volumes corrente baixos durante a cirurgia, parecem associar-se a aumento de CPPs em estudo retrospectivo com mais de 102.000 pacientes<sup>30</sup>.

### Considerar:

- Utilizar frequência respiratória necessária para manter PaCO<sub>2</sub> entre 36-42mmHg (ETCO<sub>2</sub> ao redor de 34-40mmHg)<sup>30</sup>.

## Desmame da ventilação mecânica

### Considerar:

- Iniciar o desmame da VM no pós-operatório o mais precoce e rapidamente possível, quando o paciente apresentar-se hemodinamicamente estável, com analgesia adequada, sem bloqueio neuromuscular residual e com nível de consciência suficiente para manutenção do *drive* ventilatório e proteção da via aérea<sup>31</sup>. A extubação deve ser realizada na sala cirúrgica, recuperação pós-anestésica ou UTI. Em alguns cenários específicos como cirurgia de urgência, risco de sangramento, instabilidade hemodinâmica ou lesão neurológica, a extubação deve ser retardada para momento apropriado.

## Ventilação não invasiva (VNI) após a extubação

**Comentário:** Ainda é controverso o papel do uso profilático de VNI pós-operatória na redução de CPPs<sup>32-24</sup>. A VNI não deve postergar a reintubação em caso de falência de extubação e insuficiência respiratória pós-operatória precoce.

### Considerar:

- O uso da VNI em pacientes submetidos às cirurgias de grande porte, bem como para melhorar a melhor oxigenação e reverter as atelectasias em pacientes que apresentam hipoxemia ou disfunção pulmonar pós-operatória e se apresentam cooperativos e sem instabilidade hemodinâmica<sup>32</sup>.

## Referências bibliográficas – Tema 19

1. Smetana GW, Lawrence VA, Cornell JE, American College of P. Preoperative pulmonary risk stratification for noncardiothoracic surgery: systematic review for the American College of Physicians. *Ann Intern Med.* 2006;144(8):581-95.
2. Canet J, Gallart L, Gomar C, Paluzie G, Valles J, Castillo J, et al. Prediction of postoperative pulmonary complications in a population-based surgical cohort. *Anesthesiology.* 2010;113(6):1338-50.
3. Hemmes SN, Serpa Neto A, Schultz MJ. Intraoperative ventilatory strategies to prevent postoperative pulmonary complications: a meta-analysis. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2013;26(2):126-33.
4. Kara S, Kupeli E, Yılmaz HEB, Yabanoglu H. Predicting Pulmonary Complications Following Upper and Lower Abdominal Surgery: ASA vs. ARISCAT Risk Index. *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 2020;48(2):96-101.
5. Canet J, Gallart L. Predicting postoperative pulmonary complications in the general population. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2013;26(2):107-15.
6. Joffe AM, Aziz MF, Posner KL, Duggan LV, Mincer SL, Domino KB. Management of Difficult Tracheal Intubation: A Closed Claims Analysis. *Anesthesiology.* 2019;131(4):818-29.
7. Hedenstierna G, Tokics L, Reinius H, Rothen HU, Ostberg E, Ohrvik J. Higher age and obesity limit atelectasis formation during anaesthesia: an analysis of computed tomography data in 243 subjects. *Br J Anaesth.* 2020;124(3):336-44.
8. Hedenstierna G. Oxygen and anesthesia: what lung do we deliver to the post-operative ward? *Acta Anaesthesiol Scand.* 2012;56(6):675-85.
9. Chiang TL, Tam KW, Chen JT, Wong CS, Yeh CT, Huang TY, et al. Non-invasive ventilation for preoxygenation before general anesthesia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Anesthesiol.* 2022;22(1):306.
10. Duggan M, Kavanagh BP. Pulmonary atelectasis: a pathogenic perioperative entity. *Anesthesiology.* 2005;102(4):838-54.
11. Constantin JM, Futier E, Cherprenet AL, Chanques G, Guerin R, Cayot-Constantin S, et al. A recruitment maneuver increases oxygenation after intubation of hypoxemic intensive care unit patients: a randomized controlled study. *Crit Care.* 2010;14(2):R76.
12. Gupta SD, Kundu SB, Ghose T, Maji S, Mitra K, Mukherjee M, et al. A comparison between volume-controlled ventilation and pressure-controlled ventilation in providing better oxygenation in obese patients undergoing laparoscopic cholecystectomy. *Indian J Anaesth.* 2012;56(3):276-82.
13. Ball L, Dameri M, Pelosi P. Modes of mechanical ventilation for the operating room. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2015;29(3):285-99.

14. Li XF, Jin L, Yang JM, Luo QS, Liu HM, Yu H. Effect of ventilation mode on postoperative pulmonary complications following lung resection surgery: a randomised controlled trial. *Anaesthesia*. 2022;77(11):1219-27.
15. Futier E, Constantin JM, Paugam-Burtz C, Pascal J, Eurin M, Neuschwander A, et al. A trial of intraoperative low-tidal-volume ventilation in abdominal surgery. *N Engl J Med*. 2013;369(5):428-37.
16. Serpa Neto A, Cardoso SO, Manetta JA, Pereira VG, Esposito DC, Pasqualucci Mde O, et al. Association between use of lung-protective ventilation with lower tidal volumes and clinical outcomes among patients without acute respiratory distress syndrome: a meta-analysis. *JAMA*. 2012;308(16):1651-9.
17. Suleiman A, Costa E, Santer P, Tartler TM, Wachtendorf LJ, Teja B, et al. Association between intraoperative tidal volume and postoperative respiratory complications is dependent on respiratory elastance: a retrospective, multicentre cohort study. *Br J Anaesth*. 2022;129(2):263-72.
18. Gu WJ, Wang F, Liu JC. Effect of lung-protective ventilation with lower tidal volumes on clinical outcomes among patients undergoing surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *CMAJ*. 2015;187(3):E101-E9.
19. Karalapillai D, Weinberg L, Peyton P, Ellard L, Hu R, Pearce B, et al. Effect of Intraoperative Low Tidal Volume vs Conventional Tidal Volume on Postoperative Pulmonary Complications in Patients Undergoing Major Surgery: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2020;324(9):848-58.
20. Asehnoune K, Rooze P, Robba C, Bouras M, Mascia L, Cinotti R, et al. Mechanical ventilation in patients with acute brain injury: a systematic review with meta-analysis. *Crit Care*. 2023;27(1):221.
21. Prove Network Investigators for the Clinical Trial Network of the European Society of Anaesthesiology. High versus low positive end-expiratory pressure during general anaesthesia for open abdominal surgery (PROVHILO trial): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet*. 2014;384(9942):495-503.
22. Writing Committee for the PROBESE Collaborative Group of the PROtective VEntilation Network (PROVenet) for the Clinical Trial Network of the European Society of Anaesthesiology. Effect of Intraoperative High Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) With Recruitment Maneuvers vs Low PEEP on Postoperative Pulmonary Complications in Obese Patients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2019;321(23):2292-305.
23. Ferrando C, Soro M, Unzueta C, Suarez-Sipmann F, Canet J, Librero J, et al. Individualised perioperative open-lung approach versus standard protective ventilation in abdominal surgery (iPROVE): a randomised controlled trial. *Lancet Respir Med*. 2018;6(3):193-203.
24. Campos NS, Bluth T, Hemmes SNT, Librero J, Pozo N, Ferrando C, et al. Intraoperative positive end-expiratory pressure and postoperative pulmonary complications: a patient-level meta-analysis of three randomised clinical trials. *Br J Anaesth*. 2022;128(6):1040-51.
25. Kiss T, Wittenstein J, Becker C, Birr K, Cinnella G, Cohen E, et al. Protective ventilation with high versus low positive end-expiratory pressure during one-lung ventilation for thoracic surgery (PROTHOR): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2019;20(1):213.
26. Kim YJ, Kim BR, Kim HW, Jung JY, Cho HY, Seo JH, et al. Effect of driving pressure-guided positive end-expiratory pressure on postoperative pulmonary complications in patients undergoing laparoscopic or robotic surgery: a randomised controlled trial. *Br J Anaesth*. 2023.
27. Rothen HU, Sporre B, Engberg G, Wegenius G, Hedenstierna G. Reexpansion of atelectasis during general anaesthesia may have a prolonged effect. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1995;39(1):118-25.
28. Koo CH, Park EY, Lee SY, Ryu JH. The Effects of Intraoperative Inspired Oxygen Fraction on Postoperative Pulmonary Parameters in Patients with General Anesthesia: A Systemic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2019;8(5).
29. El Maleh Y, Fasquel C, Quesnel C, Garnier M. Updated meta-analysis on intraoperative inspired fraction of oxygen and the risk of surgical site infection in adults undergoing general and regional anesthesia. *Sci Rep*. 2023;13(1):2465.
30. Santer P, Zheng S, Hammer M, Nabel S, Pannu A, Li Y, et al. Ventilatory frequency during intraoperative mechanical ventilation and postoperative pulmonary complications: a hospital registry study. *Br J Anaesth*. 2020;125(1):e130-e9.
31. Benham-Hermetz J, Mitchell V. Safe tracheal extubation after general anaesthesia. *BJA Educ*. 2021;21(12):446-54.
32. Cereda M, Neligan PJ, Reed AJ. Noninvasive respiratory support in the perioperative period. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2013;26(2):134-40.
33. Lockstone J, Denehy L, Truong D, Whish-Wilson GA, Boden I, Abo S, et al. Prophylactic Postoperative Noninvasive Ventilation in Adults Undergoing Upper Abdominal Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Crit Care Med*. 2022;50(10):1522-32.
34. Hui S, Fowler AJ, Cashmore RMJ, Fisher TJ, Schlaudmann J, Body S, et al. Routine postoperative noninvasive respiratory support and pneumonia after elective surgery: a systematic review and meta-analysis of randomised trials. *Br J Anaesth*. 2022;128(2):363-74.





## TEMA 20

# Ventilação mecânica invasiva nos pacientes obesos

### A. Cuidados específicos

**A.1** - Indicações de ventilação mecânica invasiva no paciente obeso

**A.2** - Posicionamento do paciente obeso em insuficiência respiratória aguda

**A.3** - Intubação traqueal

### B. Como ventilar o paciente obeso

**B.1** - Monitorização do paciente

**B.2** - Desmame da ventilação mecânica: aspectos específicos

## A. Cuidados específicos

### A.1 - Indicações de ventilação mecânica invasiva no paciente obeso

**Comentário:** O paciente obeso tem alterações importantes da sua fisiologia respiratória, muitas delas proporcionais à intensidade da obesidade com base no índice de massa corpórea (IMC). O IMC tem correlação direta com a pressão intrabdominal (PIA) e resistência das vias aéreas ( $R_{aw}$ )<sup>1</sup>. Por outro lado, ele se correlaciona de forma inversa com volumes e capacidades pulmonares. Sendo assim, no obeso, há diminuição da capacidade residual funcional (CRF) e do volume de reserva expiratório (VRE), com colapso precoce de pequenas vias aéreas, aprisionamento aéreo, distúrbios V/Q, hipoxia/hipercapnia e diminuição da complacência respiratória total ( $C_{sr}$ )<sup>2</sup>. Essas alterações determinam maior trabalho respiratório ( $WOB_p$ ) e ventilação com menores volumes correntes<sup>1,2</sup>.

#### Considerar:

- Indicar ventilação invasiva no paciente obeso nas seguintes situações:
  - Apneia (PCR, drogas, anestesia, carbonarcose, traumatismos etc.);
  - Frequência respiratória aumentada de forma persistente ( $> 30irm$ );
  - Hipoxemia refratária ( $PaO_2/FiO_2 \leq 200mmHg$ , com  $FiO_2$  crescente);
  - Hipercapnia crescente ( $PaCO_2 > 60mmHg$  com  $pH < 7,25$ );
  - Instabilidade hemodinâmica grave;
  - Acidose metabólica grave.

### A.2 - Posicionamento do paciente obeso em insuficiência respiratória aguda

**Comentário:** O melhor posicionamento do paciente obeso visa mitigar algumas de suas alterações fisiológicas e melhorar o processo ventilatório<sup>3,4</sup>.

### Considerar:

- Posicionar o paciente visando:
  - Prevenir danos ao paciente;
  - Promover bem-estar físico;
  - Atenuar a sobrecarga do conteúdo abdominal sobre o tórax;
  - Prevenir reduções adicionais na Csr, Raw, na CRF e na perfusão pulmonar quando eventualmente assumida a posição supina, reduzindo o impacto sobre o colapso alveolar e a relação V/Q;
  - Promover alívio da sobrecarga nas funções ventilatória e cardíaca, estabilização pulmonar e cardiocirculatória no pós-operatório imediato;
  - Facilitação de procedimentos clínicos (exemplo: desmame da VM).
- Realizar as seguintes variações posturais<sup>5,6</sup>:
  - Para a intubação traqueal, é preferível a utilização de uma técnica de posicionamento dita “em fungar”, com a colocação de múltiplos coxins dorsais para manter o alinhamento do tragus com a fúrcula esternal. Se disponível, usar o “trapézio de Simoni” que atua retificando a região cervical, mantendo a cabeça apoiada e com o occipito em posição neutra (“rampa”);
  - Durante a VM, deve-se manter, sempre que possível, a posição semi-sentada com cabeceira elevada 45-60 graus (em poltrona) ou em *Trendelenburg* reverso. O decúbito dorsal sem elevação da cabeceira e a posição de *Trendelenburg* devem ser sempre evitados, pelos efeitos nocivos na função cardiocirculatória e pulmonar;
  - A lateralização durante a VM, protegida pelo uso de coxins nas regiões dorsal, lateral e nos flancos, mantendo a elevação da cabeceira 45-60 graus, pode ter efeitos positivos na perfusão pulmonar e nas trocas gasosas;
  - A posição prona tem as mesmas indicações e contraindicações do paciente não obeso, conforme descrito na seção específica deste documento.

### A.3 - Intubação traqueal

**Comentário:** A obesidade é, por si só, associada à intubação difícil, sobretudo quando o IMC é maior que 35kg/m<sup>2</sup>. Além disso, o paciente obeso pode apresentar outros fatores associados à intubação difícil, tais como: idade ≥ 65 anos, circunferência cervical > 60cm, escores de Mallampati e Macocha altos, mobilidade cervical reduzida, pequena abertura da cavidade oral, presença apneia obstrutiva do sono, distância tiromentoniana < 6cm e distância entre os dentes incisivos (≤ 3 dedos)<sup>7,8</sup>.

### Considerar:

- Que a intubação traqueal ou o posicionamento da máscara laríngea seja feito pelo médico mais experiente disponível.
- Avaliar objetivamente os fatores associados à difícil intubação:
  - Deixar material pronto e preparado para via aérea difícil: máscara laríngea, *bougie*, métodos de intubação endoscópica (videolaringoscópio) e material para via aérea cirúrgica;
  - Realizar o preparo pré-procedimento da mesma forma que em não obesos;
  - Pré-oxigenação com FiO<sub>2</sub> de 100%, em máscara;
  - A pré-oxigenação pode ser feita também com VNI (FiO<sub>2</sub> de 100%) ou CNAF (fluxo de 60L/min e FiO<sub>2</sub> de 100%);
- Disponibilizar drogas vasoativas e soluções líquidas diversas para a reposição volêmica nos casos de instabilidade hemodinâmica.

## B. Como ventilar o paciente obeso

### Considerar:

- Modo ventilatório: ventilação assisto-controlada, que pode ser volume controlada (VCV) ou pressão controlada (PCV)<sup>9</sup>.
- Volume corrente: 6-8ml/kg de peso predito<sup>10</sup>.
- Frequência respiratória: ajustar com objetivo de normalizar a PaCO<sub>2</sub> ou, nos casos de SARA ou hipoventilação crônica, aceitar hipercapnia, desde que com pH > 7,25.
- Fração inspirada de oxigênio (FiO<sub>2</sub>): mínimo necessário para manter SpO<sub>2</sub> entre 92% e 96%.
- Ajustar pressão positiva expiratória final (PEEP):
  - Pacientes sem SARA: iniciar com PEEP de 10cmH<sub>2</sub>O, procedendo à titulação posterior em função de parâmetros clínicos, trocas gasosas e de mecânica pulmonar<sup>5</sup>;
  - Pacientes com SARA: titular a PEEP com a tabela ARDSNET de PEEP alta<sup>10</sup>;
  - Em pacientes com hipoxemia persistente/refratária, pode-se realizar a manobra de recrutamento máximo com a devida monitorização e todos os cuidados, com titulação decremental da PEEP<sup>10</sup>.

### B.1 - Monitorização do paciente

#### Considerar:

- Pressão inspiratória máxima (PIP): ≤ 40cmH<sub>2</sub>O
- Pressão de platô: ≤30cmH<sub>2</sub>O
- Pressão de distensão (*driving pressure*, ΔP) ≤ 15cmH<sub>2</sub>O
- Pressão transpulmonar (PPT)
  - Necessita cateter esofágico para sua medida e pode ser útil nas formas mais graves de SARA, para avaliar a pressão de distensão transpulmonar e titular a PEEP.
- Pressão intra-abdominal (PIA): valor aceitável em obesos entre 10-15mmHg (5-7mmHg em não obesos).

### B.2 - Desmame da ventilação mecânica: aspectos específicos

**Comentário:** Os mesmos princípios discutidos no capítulo de desmame devem ser aplicados nos pacientes obesos. A obesidade é fator de risco para falha de desmame, o que justifica o emprego de VNI preventiva (ou cateter nasal de alto fluxo, se disponível), pós-extubação. Para mais detalhes do processo de desmame, consultar seção específica do tema neste documento.

#### Sugere-se:

- Utilização de VNI preventiva após extubação de pacientes obesos<sup>11,12</sup>.

### Referências bibliográficas – Tema 20

1. Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, Vicardi P, Gattinoni L. Total respiratory system, lung, and chest wall mechanics in sedated-paralyzed postoperative morbidly obese patients. *Chest*. 1996;109(1):144-51.
2. Naimark A, Cherniack RM. Compliance of the respiratory system and its components in health and obesity. *J Appl Physiol*. 1960;15:377-82.
4. Jones RL, Nzekwu MM. The effects of body mass index on lung volumes. *Chest*. 2006;130(3):827-33.
5. Brazilian recommendations of mechanical ventilation 2013. Part I. *J Bras Pneumol*. 2014;40(4):327-63.
6. Perilli V, Sollazzi L, Bozza P et al. The effects of the reverse trendelenburg position on respiratory mechanics and blood gases in morbidly obese patients during bariatric surgery. *Anesth Analg*. 2000;91(6):1520-5.
7. Gonzalez H, Minville V, Delanoue K, Mazerolles M, Concina D, Fourcade O. The importance of increased neck circumference to intubation difficulties in obese patients. *Anesth Analg*. 2008;106(4):1132-6, table of contents.

8. Brodsky JB, Lemmens HJ, Brock-Utne JG, Vierra M, Saidman LJ. Morbid obesity and tracheal intubation. *Anesth Analg*. 2002;94(3):732-6; table of contents.
9. Aldenkortt M, Lysakowski C, Elia N, Brochard L, Tramer MR. Ventilation strategies in obese patients undergoing surgery: A quantitative systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*. 2012;109(4):493-502
10. Sprung J, Whalley DG, Falcone T, Wilks W, Navratil JE, Bourke DL. The effects of tidal volume and respiratory rate on oxygenation and respiratory mechanics during laparoscopy in morbidly obese patients. *Anesth Analg*. 2003;97(1):268-74, table of contents
11. Rochweg B, Brochard L, Elliott MW, et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J*. 2017;50(2):1602426.
12. Oczkowski S, Ergan B, Bos L, et al. ERS clinical practice guidelines: high-flow nasal cannula in acute respiratory failure. *Eur Respir J*. 2022;59(4):2101574



## TEMA 21

# Ventilação mecânica invasiva nos pacientes neurológicos

- A. Ventilação mecânica no paciente com lesão encefálica aguda
  - A.1 - Cuidados específicos
  - A.2 - Manutenção da ventilação mecânica
- B. Ventilação mecânica no paciente potencial doador

## A. Ventilação mecânica no paciente com lesão encefálica aguda

**Comentário:** Pacientes com lesão encefálica aguda em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) representam um grupo importante em todo o mundo. Cerca de 20% desses pacientes requerem ventilação mecânica (VM), dos quais de 20% a 25% desenvolverão síndrome do desconforto respiratório agudo (SARA)<sup>1,2</sup>. A VM é usada como mecanismo para garantir a oxigenação tecidual e modular a hemodinâmica cerebral através do controle dos níveis arteriais de dióxido de carbono ( $\text{PaCO}_2$ ). Ao mesmo tempo, a VM pode exercer efeitos deletérios ao cérebro devido às interações fisiológicas complexas entre os compartimentos intratorácico, venoso central e intracraniano<sup>3</sup>. Portanto, o manejo da VM em pacientes com lesão cerebral aguda é controverso devido à complexidade do evento e singularidade de cada caso, incluindo trauma cranioencefálico, hemorragia intracerebral, hemorragia subaracnoide aneurismática, acidente vascular cerebral isquêmico agudo e outras condições associadas à pressão intracraniana (PIC) elevada<sup>4</sup>. Além disso, pacientes com hipertensão intracraniana (HIC) são sistematicamente excluídos de estudos de VM na SARA, pelo risco de hipercapnia e seus efeitos deletérios. Com isso, as evidências sobre a condução da VM, quando há SARA e HIC, são fracas ou inexistentes.

### A.1 - Intubação traqueal<sup>3,5-10</sup>

#### Considerar:

- A intubação endotraqueal de pacientes com lesão encefálica aguda com:
  - Coma (escala de coma de Glasgow  $\leq 8$ );
  - Perda de reflexo de proteção das vias aéreas;
  - Hipertensão intracraniana (HIC) grave;
  - Evidências clínicas de herniação encefálica;
  - Indicação não neurológica para intubação.

## A.2 - Manutenção da ventilação mecânica<sup>11-15</sup>

### Alvos de PaO<sub>2</sub> e PaCO<sub>2</sub>

#### Considerar:

- O alvo ideal de PaO<sub>2</sub> em pacientes com lesão encefálica aguda, com ou sem HIC, deve ser entre 80 e 120mmHg.
- O alvo de PaCO<sub>2</sub> em pacientes com lesão encefálica aguda, que não têm HIC, deve ser entre 35 e 45mmHg.
- O alvo de PaCO<sub>2</sub> em pacientes com lesão encefálica aguda, com HIC, também deve ser entre 35 e 45mmHg.
- A hiperventilação, com redução da PaCO<sub>2</sub>, pode ser uma opção terapêutica transitória em pacientes com lesão encefálica aguda com herniação cerebral ou com elevação progressiva e grave da pressão intracraniana. Essa medida deve ser transitória até que o tratamento definitivo seja instituído.

### Parâmetros ventilatórios

#### Considerar:

- Pacientes com lesão encefálica aguda sem HIC, que apresentem ou não SARA concomitante, devem ser ventilados com os princípios da VM protetora. O VC deve ser entre 6 e 8ml/kg de peso predito, com manutenção da pressão de platô < 30cmH<sub>2</sub>O e a *driving pressure* <15cmH<sub>2</sub>O.
- Em pacientes com lesão encefálica aguda, mas com HIC, que apresentem ou não SARA concomitante, a VM protetora também deve ser tentada. Porém, sobretudo naqueles com SARA, a redução do volume corrente pode ser limitada pela necessidade de se manter a PaCO<sub>2</sub> em níveis normais (no máximo 45mmHg).
- Em pacientes com lesão encefálica aguda sem HIC, que apresentem ou não SARA concomitante, o ajuste da PEEP deve seguir os mesmos critérios de pacientes sem lesão encefálica.
- Em pacientes com lesão encefálica aguda, mas com HIC, que apresentem ou não SARA concomitante, o ajuste da PEEP pode seguir inicialmente os mesmos critérios de pacientes sem lesão encefálica, mas com monitorização da PIC, que não pode elevar-se em função do ajuste da PEEP.

### Posição prona

#### Considerar:

- Pacientes com lesão encefálica aguda sem HIC e com SARA apresentam a mesma indicação de VM em posição prona que pacientes sem lesão encefálica aguda.
- A presença de HIC é contraindicação para posição prona. Entretanto, pelos benefícios na oxigenação em pacientes com SARA, a posição prona pode ser considerada terapia de resgate em casos de hipoxemia refratária, em pacientes com lesão encefálica aguda com HIC, desde que com monitorização e garantia de que a PIC não se elevará.

### Manobras de recrutamento alveolar

#### Considerar:

- Não realizar manobras de recrutamento alveolar rotineiramente nos pacientes com lesão encefálica aguda e SARA.

## Bloqueador neuromuscular

### Considerar:

- Utilizar o tratamento de curto prazo com um bloqueador neuromuscular, em combinação com sedação adequada, em pacientes com lesão encefálica aguda em VM que tenham SARA grave, sobretudo para garantir a VM protetora.

## Desmame da ventilação mecânica

### Considerar:

- Em pacientes com lesão encefálica aguda, o desmame da VM segue os mesmos princípios descritos no capítulo sobre o tema.

## Traqueostomia

### Considerar:

- A traqueostomia deve ser considerada em pacientes em VM com lesão encefálica aguda que persistam com rebaixamento do nível de consciência ou que tenham falhado em uma ou mais tentativas de extubação.

## B. Ventilação mecânica no paciente potencial doador de órgãos

**Comentário:** A morte encefálica (ME) leva a alterações fisiopatológicas, com graves alterações endócrinas e uma grande reação inflamatória que pode afetar o tecido pulmonar em horas. O manejo clínico de potenciais doadores de órgãos é de suma relevância no sentido de evitar a perda e melhorar a viabilidade de órgãos para transplante<sup>16,17</sup>. É fundamental estabelecer uma estratégia de ventilação que não acrescente dano e proteja o tecido pulmonar<sup>18,19,20</sup>.

### Sugere-se:

- Ventilar todos os potenciais doadores com VM protetora pulmonar, com volume corrente inicial entre 6 e 8ml/kg de peso previsto e manutenção da pressão de platô < 30cmH<sub>2</sub>O e a *driving pressure* ≤ 15cmH<sub>2</sub>O. Ajustar FiO<sub>2</sub> e PEEP pela tabela de PEEP baixa do ARDSNet<sup>19,21,22,23,24</sup>.

### Considerar:

- Ventilar em posição prona com base nas mesmas indicações para pacientes com SARA. Seguir os mesmos procedimentos e as mesmas contraindicações<sup>31,32,33</sup>.
- Não realizar de forma rotineira manobra de recrutamento alveolar em potencial doador de órgão<sup>27</sup>. A manobra de recrutamento pode ser empregada em casos isolados, com hipoxemia refratária a outras medidas<sup>19,23,28,29,30</sup>.

## Referências bibliográficas – Tema 21

1. Esteban A, Anzueto A, Alia I, et al. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2000;161:1450-1458
2. Hoesch RE, Lin E, Young M, et al. Acute lung injury in critical neurological illness. *Critical Care Medicine*. 2012;40:587-593
3. Stevens RD, Lazaridis C, Chalela JA (2008) The role of mechanical ventilation in acute brain injury. *Neurol Clin* 26:543-563
4. Robba C, Poole D, McNett M, Asehnoune K, Bösel J, Bruder N, Chierigato A, Cinotti R, Duranteau J, Einav S, Ercole A, Ferguson N, Guerin C, Siempos II, Kurtz P, Juffermans NP, Mancebo J, Mascia L, McCredie V, Nin N, Oddo M, Pelosi P, Rabinstein AA, Neto AS, Seder DB, Skrifvars MB, Suarez JI, Taccone FS, van der Jagt M, Citerio G, Stevens RD. Mechanical ventilation in patients with acute brain injury: recommendations of the European Society of Intensive Care Medicine consensus. *Intensive Care Med*. 2020 Dec;46(12):2397-2410. doi: 10.1007/s00134-020-06283-0. Epub 2020 Nov 11. PMID: 33175276; PMCID: PMC7655906.
5. Borsellino B, Schultz MJ, Gama de Abreu M, Robba C, Bilotta F (2016) Mechanical ventilation in neurocritical care patients: a systematic literature review. *Expert Rev Respir Med* 10(10):1123-1132
6. Pelosi P, Ferguson ND, Frutos-Vivar F et al (2011) Management and outcome of mechanically ventilated neurologic patients. *Crit Care Med* 39:1482-1492

7. Frisvold SK, Robba C, Guérin C (2019) What respiratory targets should be recommended in patients with brain injury and respiratory failure? *Intensive Care Med*
8. Della Torre V, Badenes R, Corradi F, Racca F, Lavinio A, Matta B, Bilotta F, Robba C (2017) Acute respiratory distress syndrome in traumatic brain injury: how do we manage it? *J Thorac Dis.* 9(12):5368-5381
9. Hawryluk GW, Aguilera S, Buki A et al (2019) A management algorithm for patients with intracranial pressure monitoring: the Seattle international severe traumatic brain injury consensus conference (SIBICC). *Intensive Care Med* 45(12):1783-1794
10. Muizelaar JP, Marmarou A, Ward JD et al (1991) Adverse effects of prolonged hyperventilation in patients with severe head injury: a randomized clinical trial. *J Neurosurg* 75(5):731-739
11. Schultz MJ, Haitsma JJ, Slutsky AS, Gajic O (2007) What tidal volumes should be used in patients without acute lung injury? *Anesthesiology* 106:1226-1231
12. Guerin C, Reigner J, Richard JC et al (2013) Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 368:2159-2168
13. Papazian L, Forel JM, Gacouin A et al (2010) Neuromuscular blockers in early acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 363(12):1107-1116
14. Asehnoune K, Seguin P, Lasocki S et al (2017) Extubation success prediction in a multicentric cohort of patients with severe brain injury. *Anesthesiology* 127(2):338-346
15. Robba C, Galimberti S, Graziano F et al (2020) Tracheostomy practice and timing in traumatic brain-injured patients: a CENTER-TBI study. *Intensive Care Med* 46(5):983-994
16. Westphal GA, Robinson CC, Cavalcanti AB, Gonçalves ARR, Guterres CM, Teixeira C, Stein C, Franke CA, Silva DBD, Pontes DFS, Nunes DSL, Abdala E, Dal-Pizzol F, Bozza FA, Machado FR, Andrade J, Cruz LN, Azevedo LCP, Machado MCV, Rosa RG, Manfro RC, Nothen RR, Lobo SM, Rech TH, Lisboa TC, Colpani V, Falavigna M. Brazilian guidelines for the management of brain-dead potential organ donors. The task force of the Associação de Medicina Intensiva Brasileira, Associação Brasileira de Transplantes de Órgãos, Brazilian Research in Critical Care Network, and the General Coordination of the National Transplant System. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2021 Jan-Mar;33(1):1-11.
17. Tullius SG, Rabb H. Improving the supply and quality of deceased-donor organs for transplantation. *N Engl J Med.* 2018 ; 378 (20) : 1920-1929.
18. Mascia L, Zavala E, Bosma K, Pasero D, Decaroli D, Andrews P, Isnardi D, Davi A, Arguis MJ, Berardino M, Ducati A, Brain IT group High tidal volume is associated with the development of acute lung injury after severe brain injury: an international observational study. *Crit Care Med.* 2007;35(8):1815-1820.
19. Mascia L, Pasero D, Slutsky AS, Arguis MJ, Berardino M, Grasso S, et al. Effect of a lung protective strategy for organ donors on eligibility and availability of lungs for transplantation: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2010;304(23):2620-2627.
20. Acute Respiratory Distress Syndrome Network; Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, Wheeler A. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2000 May 4;342(18):1301-1308.
21. Determann RM, Royakkers A, Wolthuis EK, Vlaar AP, Choi G, Paulus F, et al. Ventilation with lower tidal volumes as compared with conventional tidal volumes for patients without acute lung injury: a preventive randomized controlled trial. *Crit Care* 2010;14:R1.
22. Serpa Neto A, Cardoso SO, Manetta JA, Pereira VG, Espósito DC, Pasqualucci MdeO, et al. Association between use of lung-protective ventilation with lower tidal volumes and clinical outcomes among patients without acute respiratory distress syndrome: a meta-analysis. *JAMA* 2012; 308:1651-1659.
23. Bezzi MG, Brovia CC, Carballo JM, Elías MI, Moreno AB, Ruiz VR, et al. Impact of implementing a protocol of respiratory care measures and optimization of mechanical ventilation in potential lung donors. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2020;32(4):571-577.
24. Mal H, Santin G, Cantrelle C, Durand L, Legeai C, Cheisson G, Saint-Marcel L, Pipien I, Durin L, Bastien O, Dorent R. Effect of Lung-Protective Ventilation in Organ Donors on Lung Procurement and Recipient Survival. *Am J Respir Crit Care Med.* 2020 Jul 15;202(2):250-258.
25. Maggiore SM, Lellouche F, Pigeot J, Taille S, Deye N, Durrmeyer X, et al. Prevention of endotracheal suctioning induced alveolar derecruitment in acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;167(9):1215-1224.
26. American Association for Respiratory Care. AARC Clinical Practice Guidelines. Endotracheal suctioning of mechanically ventilated patients with artificial airways 2010. *Respir Care.* 2010 Jun;55(6):758-764.
27. Writing Group for the Alveolar Recruitment for Acute Respiratory Distress Syndrome Trial (ART) Investigators. Cavalcanti AB, Suzumura EA, Laranjeira LN, Paisani DM, Damiani LP, Guimarães HP, et al. Effect of lung recruitment and titrated positive end-expiratory pressure (PEEP) vs low PEEP on mortality in patients with acute respiratory distress syndrome: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2017;318(14):1335-1345.
28. Del Rio F, Escudero D, De La Calle B, Gordo Vidal F, Valentín Paredes M, Ramón Núñez J. Evaluación y mantenimiento del donante pulmonar. *Med Intensiva.* 2009;33(1):40-49.
29. Gabbay E, Williams TJ, Griffiths AP, Macfarlane LM, Kotsimbos TC, Esmore DS, Snell GI. Maximizing the utilization of donor organs offered for lung transplantation. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;160(1):265-271.
30. Noiseux N, Nguyen BK, Marsolais P, Dupont J, Simard L, Houde I, et al. Pulmonary recruitment protocol for organ donors: a new strategy to improve the rate of lung utilization. *Transplant Proc.* 2009;41(8):3284-3289.
31. Gattinoni L, Tognoni G, Pesenti A, Taccone P, Mascheroni D, Labarta V, Malacrida R, Di Giulio P, Fumagalli R, Pelosi P, Brazzi L, Latini R. Prone-Supine Study Group Effect of prone positioning on the survival of patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med.* 2001;345(8):568-573.
32. Mendez MA, Fesmire AJ, Johnson SS, Neel DR, Markham LE, Olson JC, et al. A 360 degrees rotational positioning protocol of organ donors may increase lungs available for transplantation. *Crit Care Med.* 2019;47(8):1058-1064.
33. Marklin GF, O'Sullivan C, Dhar R. Ventilation in the prone position improves oxygenation and results in more lungs being transplanted from organ donors with hypoxemia and atelectasis. *J Heart Lung Transplant.* 2021 Feb;40(2):120-127.





## TEMA 22

# Ventilação mecânica nos pacientes neuromusculares

- A. Ventilação não invasiva nas doenças neuromusculares
- B. Intubação traqueal
- C. Suporte ventilatório invasivo
  - C.1 - Traqueostomia

**Comentário:** As doenças neuromusculares são um grupo heterogêneo de doenças caracterizadas por um prejuízo funcional nos neurônios motores, nos nervos periféricos, na junção neuromuscular ou na musculatura esquelética. Incluem-se, no grupo, formas hereditárias e adquiridas, de diferentes etiologias.

## A. Ventilação não invasiva nas doenças neuromusculares

**Comentário:** A ventilação não invasiva (VNI) é comumente utilizada em pacientes com doença neuromuscular crônica internados na UTI com agudização em insuficiência respiratória, sendo, porém, associada a uma elevada incidência de falha<sup>1</sup>. A eficácia da VNI é diminuída nos pacientes com disfunção bulbar (disartria, disfagia, dificuldade de manejar secreções) e com secreções brônquicas excessivas, podendo causar uma súbita piora do quadro pulmonar, acarretando uma intubação oro-traqueal de urgência. Não existem, até o presente momento, ensaios clínicos randomizados comparando VM invasiva e VM não invasiva na insuficiência respiratória aguda nesta população<sup>2</sup>.

### Considerar:

- A VNI pode ser empregada na insuficiência respiratória aguda, respeitando suas contraindicações e observando os critérios de falência do método<sup>1,2</sup>.
- A VNI deve ser evitada nos pacientes com doença neuromuscular e acometimento bulbar e naqueles com hipersecreção brônquica<sup>1,2</sup>.
- O emprego da VNI na crise miastênica, situação em que há boa resposta ao método, associa-se a melhores desfechos<sup>3</sup>.

## B. Intubação traqueal

### Considerar:

- Empregar as indicações habituais de intubação traqueal nos pacientes com doença neuromuscular em insuficiência respiratória aguda.
- Particularmente na síndrome de Guillain-Barré, utilizar os critérios abaixo para se antecipar à falência ventilatória<sup>4,5,6</sup>:

- Regra 20/30/40:
  - Capacidade vital < 20ml/kg;
  - Pressão inspiratória máxima mais fraca que -30cm H<sub>2</sub>O (por exemplo -20cmH<sub>2</sub>O);
  - Pressão expiratória máxima < 40cmH<sub>2</sub>O;
- Fraqueza motora progressiva tanto de musculatura axial quanto de musculatura periférica;
- Tosse ineficaz;
- Fraqueza muscular bulbar;
- Disfagia com dificuldade na deglutição.

## C. Suporte ventilatório invasivo

### Considerar:

- Iniciar a VM em modo assisto-controlado, volume corrente de 10ml/kg de peso predito. Volumes correntes menores associam-se à ocorrência de atelectasias nos primeiros dias de VM<sup>7,8</sup>. Posteriormente, a VM deve seguir os parâmetros de estratégia ventilatória protetora, com volume corrente entre 6 e 8ml/kg de peso predito.
- O desmame segue com os mesmos preceitos adotados para pacientes sem doença neuromuscular, mas sempre com emprego de VNI pós-extubação, desde que não haja contra-indicação<sup>9-12</sup>.

### C.1 - Traqueostomia

**Comentário:** Em condições com possibilidade de melhora clínica com medidas terapêuticas (como a plasmaferese e imunoglobulina na síndrome de Guillain-Barré), deve-se aguardar a evolução inicial ao tratamento antes de se indicar traqueostomia<sup>8</sup>. Não havendo resposta clínica ao tratamento, a traqueostomia precoce associa-se à menor duração de VM<sup>13</sup>.

### Considerar:

- A traqueostomia pode ser indicada precocemente quando há a perspectiva de períodos prolongados de VM ou de evolução para VM definitiva.

### Referências bibliográficas – Tema 22

1. Flandreau G, Bourdin G, Leray V, et al. Management and Long-Term Outcome of Patients With Chronic Neuromuscular Disease Admitted to the Intensive Care Unit for Acute Respiratory Failure: A Single-Center Retrospective Study. *Resp Care* 2011;56:953-960.
2. Luo F, Annane D, Orlikowski D, et al. Invasive versus non-invasive ventilation for acute respiratory failure in neuromuscular disease and chest wall disorders. *Cochrane Database Syst Rev* 2017, 12: CD008380.
3. Neumann B, Angstwurm K, Mergenthaler P, et al. Myasthenic crisis demanding mechanical ventilation. A multicenter analysis of 250 cases. *Neurology* 2020;94:1-15.
4. Shang P, Zhu M, Bakker M, et al. Mechanical ventilation in Guillain-Barré syndrome. *Expert Rev Clin Immunol* 2020. DOI: 10.1080/1744666X.2021.1840355.
5. van den Berg B, Storm EF, Garssen MJP, et al. Clinical outcome of Guillain-Barré syndrome after prolonged mechanical ventilation. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2018;89:949-954.
6. Ali MI, Fernández-Pérez ER, Pendem S, et al. Mechanical Ventilation in Patients With Guillain-Barre´ Syndrome. *Resp Care* 2006;51:1403-1407.
7. Mehta S. Neuromuscular Disease Causing Acute Respiratory Failure. *Resp Care* 2006;51:1016-1021.
8. Hill NS. Neuromuscular Disease in Respiratory and Critical Care Medicine. *Resp Care* 2006;51:1065-1071.
9. Krishnakumar M, Muthuchellappan R, Chakrabarti D. Diaphragm Function Assessment During Spontaneous Breathing Trial in Patients with Neuromuscular Diseases. *Neurocrit Care* 2021;34:382-389.
10. Bernardes Neto SCG, Torres-Castro R, Lima I, et al. Weaning from mechanical ventilation in people with neuromuscular disease: a systematic review. *BMJ Open* 2021;11:e047449.
11. Vianello A, Arcaro G, Braccioni F, et al. Prevention of extubation failure in high-risk patients with neuromuscular disease. *J Crit Care* 2011;26:517-24.
12. Wu JY, Kuo PH, Fan PC, Wu HD, Shih FY, Yang PC. The role of noninvasive ventilation and factors predicting extubation outcome in myasthenic crisis. *Neurocrit Care* 2009;10:35-42.
13. Voulgaris A, Antoniadou M, Agrafiotis M, Steiropoulos P. Respiratory Involvement in Patients with Neuromuscular Diseases: A Narrative Review. *Pulm Med.* 2019;2019:2734054.



## TEMA 23

# Ventilação mecânica invasiva nos cardiopatas

- A. Ventilação não invasiva
- B. Cânula nasal de alto fluxo
- C. Ventilação invasiva
- D. Desame da ventilação mecânica: aspectos específicos

**Comentário:** O suporte ventilatório, seja ele invasivo ou não invasivo, pode melhorar a performance cardíaca em cardiopatas, mas também pode implicar em alguns riscos quando mal executado. Isso se deve ao fato de que as alterações da pressão intratorácica, decorrentes do uso da ventilação com pressão positiva, afetam os gradientes de pressão nas câmaras cardíacas, podendo alterar o retorno venoso e, conseqüentemente, o débito cardíaco. O principal objetivo da VM, nesses casos, é garantir e adequar a oxigenação e a ventilação do paciente e assegurar que não ocorra deterioração do débito cardíaco<sup>1,2</sup>.

## A. Ventilação não invasiva (VNI)

**Comentários:** A insuficiência respiratória aguda (IRpA) secundária à insuficiência cardíaca está associada principalmente ao edema pulmonar cardiogênico e/ou ao choque cardiogênico. No edema pulmonar cardiogênico, a VNI tem se mostrado útil. As modalidades de VNI mais utilizadas são a pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP - *Continuous Positive Airway Pressure*) e ventilação com dois níveis de pressão nas vias aéreas (BiPAP - *Bi-Level Positive Airway Pressure*)<sup>3-7</sup>.

### Sugere-se:

- O uso de VNI com CPAP ou BiPAP em pacientes com sinais de IRpA causada por edema pulmonar cardiogênico, tanto no atendimento pré-hospitalar quanto no hospitalar.
- Não utilizar VNI rotineiramente em pacientes com choque cardiogênico.

### Considerar:

- O uso de VNI com CPAP ou BiPAP em casos de edema pulmonar cardiogênico por IAM tipo II ou IAM-SSST. Nos casos de IAM-CSSST, a VNI está contraindicada e, havendo IRpA, o paciente deve ser intubado e submetido à VM.
- VNI nas fases iniciais do choque cardiogênico, mediante monitorização cuidadosa.

## B. Cânula nasal de alto fluxo (CNAF)

**Comentário:** A CNAF proporciona diferentes benefícios fisiológicos, tais como redução do espaço morto anatômico, diminuição do trabalho respiratório e níveis baixos de PEEP (2-5cmH<sub>2</sub>O) quando se usa fluxos mais altos. Apesar de proporcionar maior conforto e de ser mais bem tolerada do que as interfaces de CPAP e BiPAP, a CNAF é um sistema aberto que não permite níveis mais elevados de PEEP, o que pode diminuir sua eficácia em indivíduos com edema pulmonar cardiogênico. Duas pequenas coortes prospectivas sugerem que pacientes com insuficiência cardíaca aguda podem se beneficiar com a terapia de suporte com CNAF<sup>2,8</sup>.

### Considerar:

- O uso de CNAF em pacientes com edema pulmonar cardiogênico que não tolerem a ventilação não invasiva com CPAP ou BiPAP.

## C. Ventilação invasiva

**Comentário:** A VM invasiva é necessária em pacientes cardiopatas instáveis do ponto de vista hemodinâmico, naqueles que não melhoram o quadro respiratório rapidamente com a VNI ou têm contraindicação ao seu uso. Nesses pacientes, o edema intersticial e alveolar reduz a complacência pulmonar e aumenta o trabalho ventilatório, o que pode aumentar o consumo de oxigênio da musculatura respiratória, que pode chegar a consumir até 16% do débito cardíaco. Por isso, o suporte ventilatório, inicialmente no modo assisto-controlado, deve ser ajustado para evitar esse trabalho aumentado pelo paciente. Apesar de benéfica e fundamental no suporte a esses pacientes, a VM pode trazer riscos, o que ressalta a necessidade do ajuste criterioso dos parâmetros ventilatórios nesses pacientes, com a instituição da chamada VM protetora<sup>9-14</sup>.

### Sugere-se:

- Utilizar baixos volumes correntes (6 a 8ml/kg de peso predito) e baixas pressões de platô ( $P_{\text{plat}} \leq 30\text{cmH}_2\text{O}$ ) durante a VM invasiva em pacientes cardiopatas<sup>11</sup>.

### Considerar:

- Utilizar baixa *driving pressure* ( $\leq 15\text{cmH}_2\text{O}$ ) durante a VM invasiva em pacientes cardiopatas.
- Titular a PEEP de modo gradual, com a devida monitorização hemodinâmica e atentando para a estabilidade cardiovascular em pacientes cardiopatas em ventilação mecânica invasiva.

## D. Desmame da ventilação mecânica: aspectos específicos

**Comentário:** O desmame do suporte ventilatório nos pacientes cardiopatas pode ser caracterizado como um teste de esforço cardiopulmonar. Nesse momento, ocorre um aumento do trabalho respiratório ao mesmo tempo que a pré-carga e a pós-carga também se elevam em virtude da redução da pressão positiva nas vias aéreas<sup>15</sup>. A oxigenação venosa mista pode diminuir devido ao aumento da demanda metabólica e à incapacidade de adaptação do sistema cardiopulmonar<sup>16</sup>, além da isquemia miocárdica<sup>17,18</sup>. O aumento dos níveis do peptídeo natriurético cerebral (BNP) pode prever a falha do desmame nesse grupo de pacientes. A disfunção diastólica do ventrículo esquerdo, levando ao aumento da pressão de oclusão da artéria pulmonar e ao edema pulmonar, parece ser um aspecto crucial do fracasso do desmame. A disfunção diastólica do ventrículo esquerdo é classicamente avaliada pelo uso de ecocardiografia<sup>19,20</sup>.

### Sugere-se:

- Que o desmame da VM no paciente cardiopata siga as recomendações do paciente não cardiopata deste documento.

- Empregar a VNI imediatamente após a extubação (VNI profilática) para reduzir o risco de falha da extubação<sup>4-8</sup>.
- Evitar o balanço hídrico positivo no paciente cardiopata durante o período de desmame da ventilação mecânica.

### Considerar:

- Realizar a dosagem de BNP como avaliação complementar durante o desmame do paciente cardiopata, embora não haja níveis que categoricamente indiquem a segurança ou não de extubação.

### Referências bibliográficas - Tema 23

1. Masip J, Peacock WF, Price S, et al. Indications and practical approach to non-invasive ventilation in acute heart failure. *European Heart Journal*. 2018;39:17-25.
2. McMurray JJ, Adamopoulos S, Anker SD, et al. ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012: The task force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012 of the european society of cardiology. developed in collaboration with the heart failure association (HFA) of the ESC. *Eur J Heart Fail*. 2012;14:803-869.
3. Ducros L, Logeart D, Vicaut E, et al. CPAP for acute cardiogenic pulmonary oedema from out-of-hospital to cardiac intensive care unit: a randomised multicentre study. *Intensive Care Med* 2011; 37:1501-1509.
4. Masip J, Betbese AJ, Paez J, et al. Non-invasive pressure support ventilation versus conventional oxygen therapy in acute cardiogenic pulmonary oedema: a randomized trial. *Lancet* 2000; 356:2126-2132.
5. Gray A, Goodacre S, Newby DE, Masson M, Sampson F, Nicholl J; 3CPO Trialists. Non-invasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. *N Engl J Med*.2008;359(2):142-51 .
6. Liesching T, Nelson DL, Cormier KL, et al. Randomized trial of bilevel versus continuous positive airway pressure for acute pulmonary edema. *J Emerg Med*. 2014; 46:130-140.
7. Vital F.R.; Ladeira, M.T.; Atallah, A.N. Non-invasive positive pressure ventilation (CPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary oedema. *Cochrane Libr*. 2013.
8. Makdee O, Monsomboon A, Surabenjawong U, et al.. High-Flow Nasal Cannula Versus Conventional Oxygen Therapy in Emergency Department Patients With Cardiogenic Pulmonary Edema: A Randomized Controlled Trial. *Ann Emerg Med*. 2017;70 (4): 465-472.e2.
9. Kuhn BT, Bradley LA, Dempsey TM, Puro AC, Adams JY. Management of Mechanical Ventilation in Decompensated Heart Failure. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2016 Dec 2;3(4):33.
10. Kouraki K, Schneider S, Uebis R, Tebbe U, Klein HH, Janssens U, et al. Characteristics and clinical outcome of 458 patients with acute myocardial infarction requiring mechanical ventilation. Results of the BEAT registry of the ALKK-study group. *Clin Res Cardiol of J Ger Card Soc*. 2011;100:235-9.
11. Writing Group for the PReVENT Investigators, Simonis FD, Serpa Neto A, Binnekade JM, Braber A, Bruin KCM, et al. Effect of a low vs intermediate tidal volume strategy on ventilator-free days in intensive care unit patients without ARDS: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2018; 320:1872-80.
12. Romagnoli, S.; Ricci, Z. Lung protective ventilation in Cardiac Surgery. *Heart Lung Vessel*. 2015, 7, 5-6.
13. Shorofsky M, Jayaraman D, Lellouche F, Husa R, Lipes J. Mechanical ventilation with high tidal volume and associated mortality in the cardiac intensive care unit. *Acute Card Care*. 2014;16:9-14.
14. Yang Q, Zheng J, Chen X, Chen W, Wen D, Xiong X, et al. Relationship between driving pressure and mortality in ventilated patients with heart failure: a cohort study. *Can Respir J*. 2021; 2021:5574963.
15. Lemaire F, Teboul JL, Cinotti L, Giotto G, Abrouk F, Steg G, et al. Acute left ventricular dysfunction during unsuccessful weaning from mechanical ventilation. *Anesthesiology*.1988;69(2):171-9.
16. Jubran A, Mathru M, Dries D, Tobin MJ. Continuous recordings of mixed venous oxygen saturation during weaning from mechanical ventilation and the ramifications thereof. *Am J Respir Crit Care Med*.1998; 158:306-10.
17. Abalos A, Leibowitz AB, Distefano D, Halpern N, Iberti TJ. Myocardial ischemia during the weaning period. *Am J Crit Care*.1992;1:32-6.
18. Chatila W, Ani S, Guaglianone D, Jacob B, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA. Cardiac ischemia during weaning from mechanical ventilation. *Chest*. 1996;109(6):1577-83.
19. Mekontso D, Essap A, Roche-Campo F, Kouatchet A, Tomicic V, Beduneau G, Sonnevill R, et al. Natriuretic peptide-driven fluid management during ventilator weaning: a randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med*.2012;186(12):1256-63.
20. Konomi I, Tasoulis A, Kaltsi I, Karatzanos E, Vasileiadis I, Temperikidis P, et al. Left ventricular diastolic dysfunction--an independent risk factor for weaning failure from mechanical ventilation. *Anaesth IntensiveCare*.2016;44(4):466-73



## TEMA 24

# Ventilação mecânica no paciente em ressuscitação cardiopulmonar

## A. Estratégias ventilatórias na RCP

**A.1** - Ventilação durante a ressuscitação cardiopulmonar

**A.2** - Manejo da via aérea na ressuscitação cardiopulmonar

**A.3** - Relação entre ventilação e compressão torácica

## B. Parâmetros ventilatórios na RCP

## A. Estratégias ventilatórias na RCP

### A.1 - Ventilação durante a ressuscitação cardiopulmonar

**Comentário:** A literatura acerca da ventilação mecânica (VM), durante a ressuscitação cardiopulmonar (RCP), é escassa e incerta, sendo composta majoritariamente por estudos em animais, cadáveres e em manequins, com poucas evidências em observações clínicas<sup>1,2</sup>. As últimas diretrizes internacionais de RCP priorizam a realização de compressões torácicas em detrimento da importância e necessidade de ventilação<sup>3</sup>. Inclusive, há estudos com benefício de não realização de ventilação durante RCP, mas em condições muito bem definidas<sup>4-9</sup>. Durante a RCP, tanto a estratégia ventilatória quanto a compressão torácica, seja ela manual ou mecânica, irão influenciar o sistema respiratório, por alteração da mecânica respiratória, e a hemodinâmica, pelas teorias da bomba cardíaca e bomba torácica como promotores da circulação sanguínea<sup>11,12</sup>. Durante a RCP, por exemplo, ocorre diminuição progressiva do volume e da complacência pulmonar<sup>13,14</sup>, com consequente hipoventilação e acentuação de acidemia por acidose respiratória<sup>15,16</sup>.

#### Sugere-se:

- A realização de ventilação durante RCP, pois ela tem papel fundamental tanto para manutenção da troca gasosa, quanto para potenciais efeitos hemodinâmicos benéficos<sup>5,6,7,8,9</sup>.

### A.2 - Manejo da via aérea na ressuscitação cardiopulmonar

**Comentário:** Uma metanálise de 2022 comparou pacientes em RCP ventilados com tubo orotraqueal, com máscara ambu-reservatório de oxigênio ou dispositivos supra glóticos<sup>17</sup>. Esse estudo demonstrou que o retorno da circulação espontânea na admissão hospitalar, sobrevida até alta e bom desfecho neurológico foram significativamente maiores no grupo de pacientes com tubo orotraqueal do que nos dois outros tipos de ventilação. No entanto, a diretriz da *American Heart Association* recomenda que podem ser utilizados tanto uma via aérea avançada quanto máscara ambu-reservatório durante a RCP<sup>9</sup>.

**Considerar:**

- Avaliar riscos e benefícios de obter via aérea avançada durante a RCP, levando em consideração experiência e habilidade da equipe.
- Após se obter via aérea avançada, realizar ventilação com dispositivo máscara ambu-reservatório de oxigênio ou ventilador mecânico.

**Sugere-se:**

- A obtenção da via aérea avançada durante RCP deve minimizar interrupção da RCP e evitar mal posicionar o dispositivo.
- Quando utilizar máscara ambu-reservatório de oxigênio, evitar pressioná-la com muita força, muito rapidamente ou com frequência respiratória excessiva, o que pode atrapalhar a compressão torácica e/ou insuflar o estômago e facilitar broncoaspiração e/ou causar barotrauma<sup>19</sup>.

### A.3 - Relação entre ventilação e compressão torácica

**Sugere-se:**

- Em pacientes não intubados, manter compressão torácica síncrona com a ventilação em uma relação de 30:2. Em pacientes com uma via aérea definitiva, manter compressão torácica assíncrona com a ventilação, mantendo assim de 100 a 120 compressões cardíacas/min e 8 a 10 ventilações/min<sup>9,18</sup>. Na ventilação assíncrona com a compressão torácica, deve-se evitar um tempo inspiratório prolongado, o que poderia aumentar a assincronia e impacto hemodinâmico negativo por diminuir o retorno venoso.

## B. Parâmetros ventilatórios na RCP

**Modo ventilatório****Considerar:**

- Ventilação em modo pressão volume controlado (VCV), ajustando o alarme de pico de pressão o mais permissível possível<sup>19,20</sup>.

**Volume corrente****Considerar:**

- Manter o volume corrente entre 6-8ml/kg de peso predito, objetivando conceitos de ventilação protetora<sup>21</sup>. O volume corrente pode ser influenciado pela estratégia da RCP<sup>14,22,23</sup>.

**PEEP**

**Comentário:** A pressão positiva na via aérea pode auxiliar na manutenção da troca gasosa durante a RCP, por atenuar a perda do volume pulmonar induzido pela compressão torácica<sup>24,25</sup>. Há estudos em animais que demonstraram melhora da perfusão coronária<sup>26</sup> e aumento da sobrevida com PEEP<sup>27</sup>.

**Considerar:**

- Utilizar uma PEEP entre 3 a 5cmH<sub>2</sub>O a ser aplicado durante RCP.

**Sensibilidade**

**Comentário:** Ventilação com disparo por fluxo ou pressão pode resultar em hiperventilação e deteriorar a troca gasosa durante ressuscitação cardiopulmonar<sup>1</sup>. Estudos em animais sugerem que se desligue o disparo durante a ressuscitação cardiopulmonar (ou que aumente o limiar para pelo menos 20cmH<sub>2</sub>O)<sup>30</sup>.

## Considerar:

- Manter a sensibilidade de disparo desligada durante RCP ou deixa-la o menos sensível possível.

## Alvo de trocas gasosas

### Sugere-se:

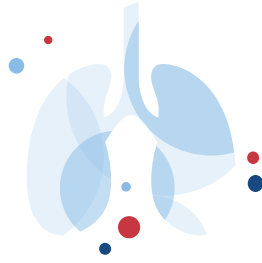
- Evitar hipóxia ou hiperóxia durante a RCP, o que pode piorar o prognóstico de vítimas de parada cardiorespiratória<sup>31,32</sup>.
- Monitorar, sempre que possível, o ETCO<sub>2</sub> com o alvo de 20mmHg.

## Referências bibliográficas – Tema 24

1. Orso D, Vetrugno L, Federici N, Borselli M, Spadaro S, Cammarota G, et al. Mechanical Ventilation Management During Mechanical Chest Compressions. *Respir Care*. 2021;66(2):334-46.
2. Charbonney E, Grieco DL, Cordioli RL, Badat B, Savary D, Richard JM, et al. Ventilation During Cardiopulmonary Resuscitation: What Have We Learned From Models? *Respir Care*. 2019;64(9):1132-8.
3. Cordioli RL, Garelli V, Lyazidi A, Suppan L, Savary D, Brochard L, et al. [Cardiopulmonary resuscitation: risks and benefits of ventilation]. *Rev Med Suisse*. 2013;9(410):2318-23.
4. group S-Ks. Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. *Lancet*. 2007;369(9565):920-6.
5. Yannopoulos D, Matsuura T, McKnite S, Goodman N, Idris A, Tang W, et al. No assisted ventilation cardiopulmonary resuscitation and 24-hour neurological outcomes in a porcine model of cardiac arrest. *Crit Care Med*. 2010;38(1):254-60.
6. Idris AH, Becker LB, Fuerst RS, Wenzel V, Rush WJ, Melker RJ, et al. Effect of ventilation on resuscitation in an animal model of cardiac arrest. *Circulation*. 1994;90(6):3063-9.
7. Idris AH, Banner MJ, Wenzel V, Fuerst RS, Becker LB, Melker RJ. Ventilation caused by external chest compression is unable to sustain effective gas exchange during CPR: a comparison with mechanical ventilation. *Resuscitation*. 1994;28(2):143-50.
8. Georgiou M, Papatheanassoglou E, Xanthos T. Systematic review of the mechanisms driving effective blood flow during adult CPR. *Resuscitation*. 2014;85(11):1586-93.
9. Panchal AR, Bartos JA, Cabañas JG, Donnino MW, Drennan IR, Hirsch KG, et al. Part 3: Adult Basic and Advanced Life Support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2020;142(16\_suppl\_2):S366-S468.
10. Cordioli RL, Brochard L, Suppan L, Lyazidi A, Templier F, Khoury A, et al. How Ventilation Is Delivered During Cardiopulmonary Resuscitation: An International Survey. *Respir Care*. 2018;63(10):1293-301.
11. Rudikoff MT, Maughan WL, Efron M, Freund P, Weisfeldt ML. Mechanisms of blood flow during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*. 1980;61(2):345-52.
12. KOUWENHOVEN WB, JUDE JR, KNICKERBOCKER GG. Closed-chest cardiac massage. *JAMA*. 1960;173:1064-7.
13. McDannold R, Bobrow BJ, Chikani V, Silver A, Spaite DW, Vadeboncoeur T. Quantification of ventilation volumes produced by compressions during emergency department cardiopulmonary resuscitation. *Am J Emerg Med*. 2018;36(9):1640-4.
14. Cordioli RL, Lyazidi A, Rey N, Granier JM, Savary D, Brochard L, et al. Impact of ventilation strategies during chest compression. An experimental study with clinical observations. *J Appl Physiol* (1985). 2016;120(2):196-203.
15. Davis K, Johannigman JA, Johnson RC, Branson RD. Lung compliance following cardiac arrest. *Acad Emerg Med*. 1995;2(10):874-8.
16. Ornato JP, Bryson BL, Donovan PJ, Farquharson RR, Jaeger C. Measurement of ventilation during cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med*. 1983;11(2):79-82.
17. Tang Y, Sun M, Zhu A. Outcome of cardiopulmonary resuscitation with different ventilation modes in adults: A meta-analysis. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2022 Jul [cited 2023 Feb 13];57:60-9
18. Sanson G, Ristagno G, Caggegi GD, Patsoura A, Xu V, Zamboni M, et al. Impact of 'synchronous' and 'asynchronous' CPR modality on quality bundles and outcome in out-of-hospital cardiac arrest patients. *Intern Emerg Med*. 2019;14(7):1129-37.
19. Kill C, Hahn O, Dietz F, Neuhaus C, Schwarz S, Mahling R, et al. Mechanical ventilation during cardiopulmonary resuscitation with intermittent positive-pressure ventilation, bilevel ventilation, or chest compression synchronized ventilation in a pig model. *Crit Care Med*. 2014;42(2):e89-95.
20. Kill C, Galbas M, Neuhaus C, Hahn O, Wallot P, Kesper K, et al. Chest Compression Synchronized Ventilation versus Intermittent Positive Pressure Ventilation during Cardiopulmonary Resuscitation in a Pig Model. *PLoS One*. 2015;10(5):e0127759.
21. Pham T, Brochard LJ, Slutsky AS. Mechanical Ventilation: State of the Art. *Mayo Clin Proc*. 2017;92(9):1382-400.
22. Ruemmler R, Ziebart A, Moellmann C, Garcia-Bardon A, Kamuf J, Kuroppa F, et al. Ultra-low tidal volume ventilation-A novel and effective ventilation strategy during experimental cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2018;132:56-62.
23. Tan D, Sun J, Geng P, Ling B, Xu J, Walline J, et al. Duration of cardiac arrest requires different ventilation volumes during cardiopulmonary resuscitation in a pig model. *J Clin Monit Comput*. 2020;34(3):525-33.
24. Markstaller K, Karmrodt J, Doebrich M, Wolcke B, Gervais H, Weiler N, et al. Dynamic computed tomography: a novel technique to study lung aeration and atelectasis formation during experimental CPR. *Resuscitation*. 2002;53(3):307-13.
25. Herff H, Raedler C, Zander R, Wenzel V, Schmittinger CA, Brenner E, et al. Use of an inspiratory impedance threshold valve during chest compressions without assisted ventilation may result in hypoxaemia. *Resuscitation*. 2007;72(3):466-76.
26. Voelckel WG, Lurie KG, Zielinski T, McKnite S, Plaisance P, Wenzel V, et al. The effects of positive end-expiratory pressure during active decompression cardiopulmonary resuscitation with the inspiratory threshold valve. *Anesth Analg*. 2001;92(4):967-74.
27. McCaul C, Kornecki A, Engelberts D, McNamara P, Kavanagh BP. Positive end-expiratory pressure improves survival in a rodent model of cardiopulmonary resuscitation using high-dose epinephrine. *Anesth Analg*. 2009;109(4):1202-8.



28. Aufderheide TP, Sigurdsson G, Pirralo RG, Yannopoulos D, McKnite S, von Briesen C, et al. Hyperventilation-induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*. 2004;109(16):1960-5.
29. Aufderheide TP, Lurie KG. Death by hyperventilation: a common and life-threatening problem during cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med*. 2004;32(9 Suppl):S345-51.
30. Tan D, Xu J, Shao S, Fu Y, Sun F, Zhang Y, et al. Comparison of different inspiratory triggering settings in automated ventilators during cardiopulmonary resuscitation in a porcine model. *PLoS One*. 2017;12(2):e0171869.
31. Kilgannon JH, Jones AE, Shapiro NI, Angelos MG, Milcarek B, Hunter K, et al. Association between arterial hyperoxia following resuscitation from cardiac arrest and in-hospital mortality. *JAMA*. 2010;303(21):2165-71.
32. Bellomo R, Bailey M, Eastwood GM, Nichol A, Pilcher D, Hart GK, et al. Arterial hyperoxia and in-hospital mortality after resuscitation from cardiac arrest. *Crit Care*. 2011;15(2):R90.



## TEMA 25

# Desmame do paciente da ventilação mecânica invasiva

- A. Conceitos e classificação de desmame
- B. Como identificar o paciente apto para iniciar o desmame
- C. Como conduzir o desmame
  - C.1 - Identificação do momento de extubação
  - C.2 - Falha após extubação
  - C.3 - Ventilação não invasiva (VNI) e Cânula Nasal de Alto Fluxo (CNAF) no desmame
  - C.4 - Utilização de ultrassonografia no desmame da ventilação mecânica

## A. Conceitos e classificação de desmame

**Comentário:** A ventilação mecânica (VM), apesar de fundamental para a condução de pacientes com formas graves de insuficiência respiratória, pode associar-se a eventos adversos, cujos riscos de ocorrência aumentam com sua duração<sup>1</sup>. Por isso, torna-se fundamental o pronto reconhecimento dos pacientes que resolveram ou estabilizaram as condições clínicas que resultaram na necessidade de VM, proceder a avaliação se estão aptos a serem retirados do ventilador e realizar a retirada da VM de forma adequada. O termo consagrado para se referir a todo esse processo é desmame e será o adotado neste documento. Embora ele possa passar a ideia da necessidade de uma redução gradual da VM até sua retirada completa, em muitos pacientes essa retirada (liberação ou descontinuação) pode ser rápida, fato que deve ser reconhecido, independentemente da terminologia empregada, para evitar o prolongamento desnecessário da VM<sup>1,2</sup>. Um ponto difícil em relação ao desmame é a caracterização de seu início, sobretudo pela possibilidade de redução gradual do suporte ventilatório em modos cada vez mais usados, como a pressão de suporte. Propõe-se didaticamente uma sequência de etapas no cuidado de pacientes em VM, desde a intubação até a extubação: 1) tratamento da IRpA; 2) suspeita de que o desmame pode ser possível; 3) avaliação da prontidão para o desmame; 4) teste de respiração espontânea (TRE); e 5) extubação, reintubação (se necessária)<sup>2</sup>. Mesmo com essa classificação, não é simples definir o momento de início do desmame.

### Considerar:

- O emprego das seguintes definições:
  - Início do desmame: considerado a partir da primeira tentativa de separação do paciente do ventilador<sup>3,4</sup>;
  - Tentativa de separação do paciente do ventilador: um TRE com ou sem extubação, ou extubação realizada sem TRE prévio, podendo ser uma extubação planejada ou não. Em

pacientes traqueostomizados, considera-se tentativa de separação da ventilação espontânea sem VM por um período de 24 horas ou mais<sup>3,4</sup>;

- Sucesso do desmame: extubação sem que haja óbito ou reintubação dentro de um período de sete dias, ou um período menor caso o paciente receba alta da UTI sem VM. Em pacientes traqueostomizados, considera-se sucesso de desmame a ventilação espontânea sem VM por um período de sete dias consecutivos, ou um período menor caso o paciente receba alta da UTI sem VM<sup>3,4</sup>.

#### **Sugere-se:**

- O emprego da seguinte classificação de desmame<sup>3</sup>:
  - Sem desmame: não houve nenhuma tentativa de separação do paciente do ventilador;
  - Desmame simples (ou curto): a primeira tentativa de separação do paciente do ventilador resultou em fim do processo de desmame dentro de um dia, por sucesso de desmame ou óbito;
  - Desmame difícil: desmame completo após um dia, mas em menos de sete dias, após a primeira tentativa de separação do paciente do ventilador, por sucesso de desmame ou óbito;
  - Desmame prolongado: desmame que não se completou em até sete dias após a primeira tentativa de separação do paciente do ventilador. Neste grupo de desmame prolongado, ainda temos duas possibilidades: 1) desmame prolongado com sucesso após sete dias desde a primeira tentativa de separação; 2) desmame prolongado sem sucesso.

## **B. Como identificar o paciente apto para iniciar o desmame**

**Comentário:** Pacientes em VM por mais de 24 horas devem ser avaliados diariamente, de forma sistemática, sobre a possibilidade de início do desmame, visto que os profissionais de saúde tendem a subestimar a capacidade desses em ventilar espontaneamente. Ensaios clínicos randomizados mostraram que o emprego de protocolos para identificação de prontidão para o desmame, em comparação com cuidados usuais, reduz a duração da VM e da internação na UTI<sup>5,6</sup>. Existem variações sobre os critérios clínicos a serem empregados nessa avaliação, que devem ser vistos como indicadores de possibilidade para realização do TRE e não como critérios estritos que devem ser atendidos integral e simultaneamente<sup>2,8,9</sup>.

#### **Sugere-se:**

- Avaliar diariamente, em todos os pacientes em VM por mais de 24 horas, a prontidão para o desmame, ou seja, para a realização de um TRE<sup>5,6</sup>.
- A utilização de protocolo de sedação, que pode ser sua interrupção diária ou ajuste conforme alvos estabelecidos<sup>7</sup>.
- O emprego criterioso de parâmetros clínicos e objetivos para determinar a prontidão para o desmame. Os principais critérios empregados são<sup>2,8,9</sup>:
  1. Resolução ou estabilidade da condição clínica que levou à VM;
  2. Oxigenação adequada:
    - a.  $\text{PaO}_2 > 60\text{mmHg}$ ;  $\text{SpO}_2 > 90\%$ ;  $\text{FiO}_2 \leq 40\%$ ;  $\text{PEEP} \leq 8\text{cmH}_2\text{O}$ ;
  3. Mecânica ventilatória adequada:
    - a. Capacidade de disparar o ventilador;
    - b.  $f \leq 35\text{irpm}$ ;
  4. Estabilidade hemodinâmica:
    - a. Ausência de drogas vasoativas (ou doses baixas e estáveis), arritmias graves ou isquemia miocárdica;
  5. Nível de consciência adequado, sem sedação ou com sedação mínima;
  6. Ausência de distúrbios metabólicos graves.

## C. Como conduzir o desmame

### C.1 - Identificação do momento de extubação

**Comentário:** A determinação do momento de extubação é feita pela realização do TRE, definido como um período curto e pré-estabelecido de suporte ventilatório baixo ou ausente, realizado sob monitorização clínica rigorosa. Ao final deste período, define-se se o paciente está ou não apto para extubação<sup>6,8-11</sup>.

#### Considerar:

- A opção de realizar o TRE em tubo T, por 30 a 60 minutos, como alternativa ao teste em PSV<sup>10,11</sup>.

#### Sugere-se:

- Fazer o TRE no modo PSV, com nível de PSV entre 5 e 7cmH<sub>2</sub>O, com PEEP entre 0 e 5cmH<sub>2</sub>O e por 30 a 60 minutos<sup>6,9,10</sup>.
- Adotar de maneira cuidadosa como critérios de falha no TRE os achados listados a seguir, que podem ocorrer em qualquer momento ao longo do teste. Na ausência destes critérios, assume-se que o paciente obteve sucesso no TRE<sup>6,8,9,10,11</sup>.
  - Alterações respiratórias:
    - f > 35irpm;
    - Utilização da musculatura acessória da respiração;
    - Diaforese;
    - SpO<sub>2</sub> persistentemente abaixo de 90%, com o paciente recebendo FiO<sub>2</sub> de pelo menos 40%.
  - Caso obtenha-se uma gasometria arterial ao final do TRE, são considerados critérios de falha:
    - PaO<sub>2</sub> < 60mmHg, com o paciente recebendo FiO<sub>2</sub> de pelo menos 40%;
    - PaCO<sub>2</sub> > 50mmHg (exceto pacientes previamente hipercápnicos) ou elevação > 8 mmHg em relação ao basal;
    - pH < 7,35.
  - Parâmetros hemodinâmicos:
    - FC persistentemente acima de 140bpm;
    - PA sistólica < 90mmHg ou > 180mmHg;
    - Sinais de hipoperfusão, arritmias graves ou sinais de isquemia miocárdica;
  - Alteração do estado mental:
    - Rebaixamento do nível de consciência;
    - Agitação ou ansiedade.
- Extubar o paciente que obteve sucesso no TRE após ele ser retornado aos parâmetros ventilatórios prévios ao teste, por aproximadamente uma hora, para repouso do paciente e redução do risco de exaustão após extubação<sup>12</sup>.
- Retornar o paciente que falha no TRE para um modo ventilatório que o mantenha confortável, sem assincronias e com sedo-analgesia, caso necessário, por 24 horas. Deve-se buscar causas para falha no TRE e corrigi-las, quando possível. Novo TRE pode ser realizado após 24 horas, desde que os critérios de estabilidade sejam atingidos<sup>2</sup>.

### C.2 - Falha após extubação

**Comentário:** A falha após extubação está associada à maior mortalidade, não só por ocorrer em pacientes mais graves, mas também pelo risco de induzir eventos deletérios, como períodos de

hipoxemia, aspiração, atelectasias ou pneumonia. O impacto da falha após extubação no prognóstico do paciente é tanto maior quanto maior o tempo até a reintubação<sup>2,10,11</sup>.

### **Sugere-se:**

- Monitorar o paciente após extubação quanto à necessidade de reintubação (falha após extubação), caracterizada pela presença de um dos seguintes achados<sup>2,10,11</sup>:
  - Insuficiência respiratória:
    - $f > 35$ irpm;
    - Utilização de musculatura acessória ou sinais clínicos de fadiga diafragmática;
    - Hipoxemia:  $PaO_2 < 60$ mmHg e/ou  $SpO_2 < 90\%$  com  $FiO_2 > 50\%$ ;
    - $PaCO_2 > 50$ mmHg (ou elevação maior que 20% em relação à pré-extubação), com  $pH < 7,30$ ;
  - Instabilidade hemodinâmica:
    - Necessidade de vasopressor;
    - $FC > 140$  persistente;
    - Arritmias graves ou sinais de isquemia miocárdica;
  - Alteração da consciência:
    - Rebaixamento da consciência, com Glasgow  $< 12$ ;
  - Parada cardiorrespiratória.

### **Considerar:**

- Atentar-se especialmente aos pacientes que apresentem os seguintes fatores de risco para falha após extubação<sup>2,13,14</sup>:
  - Idade  $> 65$  anos;
  - Insuficiência cardíaca como causa de intubação ou comorbidade;
  - DPOC como causa de intubação ou comorbidade;
  - APACHE II  $> 12$  ou SAPS 3  $> 50$  no dia da extubação;
  - IMC  $> 30$ kg/m<sup>2</sup>;
  - Presença de duas ou mais comorbidades;
  - Tosse ineficaz ou secreção abundante nas vias aéreas ( $> 2$  aspirações em 8 horas antes da extubação);
  - Balanço hídrico positivo acumulado ou positivo nas 24 horas anteriores à extubação;
  - Falha em TRE prévio;
  - Ventilação mecânica por mais de sete dias.
- Os fatores associados a maior risco de estridor laríngeo pós-extubação:
  - Sexo feminino;
  - Tubo traqueal  $> 8$ mm em homens,  $> 7$ mm em mulheres;
  - Diâmetro do tubo traqueal  $> 45\%$  do diâmetro da laringe na tomografia computadorizada;
  - Glasgow  $< 8$ ;
  - Intubação traumática;
  - História de asma;
  - Mobilidade excessiva do tubo traqueal por fixação inadequada durante a VM;
  - Sedação inadequada durante a VM;
  - Aspiração;
  - Idade avançada;
  - Duração prolongada da VM.

**Comentário:** A intubação traqueal pode levar à edema de laringe, cuja presença não será identificada durante a VM. Após a extubação, o edema de laringe, dependendo de sua magnitude, pode causar estridor e levar à falha de extubação. O teste de vazamento do balonete (*cuff-leak test*) é uma tentativa de identificar o edema de laringe e antecipar maior risco de estridor pós-extubação<sup>6</sup>.

**Sugere-se:**

- Realizar o teste de vazamento do balonete (*cuff-leak test*) antes da extubação em pacientes com fatores associados a maior risco de estridor laríngeo pós-extubação (descritos anteriormente). O teste consiste em desinsuflar o balonete do tubo e avaliar o percentual do VC ofertado que não voltou pelo tubo na expiração e que, portanto, retornou pelo espaço entre o tubo e via aérea, caracterizando o vazamento. Na literatura, diferentes estudos estabeleceram diferentes níveis de corte para caracterizar falha no teste, ou seja, um vazamento insuficiente, que significa maior risco de estridor pós-extubação: menos de 10-24% do VC inspirado ou menos de 90-280ml não retornados pelo tubo na exalação<sup>6</sup>.

**Sugere-se:**

- Administração de corticoide para pacientes que passam no TER, mas falham no teste de vazamento do balonete. Um dos regimes sugeridos é a administração de 20mg de metilprednisona IV, de 4-4 horas, ao longo de 12 hpras antes da extubação<sup>6,14</sup>.

### C.3 Ventilação Não Invasiva (VNI) e Cânula Nasal de Alto Fluxo (CNAF) no desmame

**Comentário:** A VNI e a CNAF podem ser empregadas no desmame em três situações diferentes<sup>16,17</sup>:

**Preventiva:** definida pela aplicação do suporte ventilatório não invasivo imediatamente após a extubação, com o objetivo de reduzir o risco de falha e a necessidade de reintubação.

**Facilitadora:** definida pela aplicação do suporte ventilatório não invasivo imediatamente após a extubação em paciente que não obteve sucesso no TRE. Dessa forma, o suporte não invasivo facilita o desmame ao antecipar a extubação de um paciente que, devido à falha no TRE, seguiria em VM.

**De resgate:** definida pela aplicação do suporte ventilatório não invasivo, caso o paciente apresente insuficiência respiratória aguda após a extubação, como tentativa de evitar a reintubação.

**Sugere-se:**

- Aplicação de VNI preventiva, imediatamente após extubação, em pacientes com alto risco de falha de extubação<sup>16,17</sup>.
- Aplicação de VNI facilitadora em pacientes com insuficiência respiratória hipercápnica, particularmente exacerbação de DPOC ou doença neuromuscular, que não passam no TRE, para propiciar o desmame e reduzir o tempo de VM e suas complicações<sup>16-19</sup>.
- Não utilizar VNI de resgate para tentar evitar reintubação em pacientes que desenvolvem insuficiência respiratória aguda após extubação<sup>16,17,20,21</sup>.
- As evidências disponíveis não permitem avaliar se subgrupos específicos de pacientes, como aqueles com DPOC, podem se beneficiar da VNI de resgate.

**Considerar:**

- Em pacientes com alto risco de falha de extubação e com contraindicação ou intolerância à VNI, a aplicação de CNAF preventiva, imediatamente após extubação<sup>17</sup>.
- Não utilizar CNAF de resgate para tentar evitar reintubação em pacientes que desenvolvem insuficiência respiratória aguda após extubação<sup>17</sup>.

## C.4 - Ultrassonografia no desmame da ventilação mecânica

**Comentário:** A ecocardiografia pode avaliar marcadores de disfunção diastólica, de enchimento ventricular esquerdo e disfunção sistólica antes do TRE, com o objetivo de avaliar o risco de falha de extubação<sup>22-24</sup>. A ultrassonografia torácica pode avaliar a perda de aeração pulmonar ao final do TRE (em comparação com o início), fato que se relaciona com risco aumentado de falha na extubação<sup>25-28</sup>. Pode ainda identificar derrames pleurais que conseguem comprometer o sucesso do desmame e guiar a toracocentese evacuadora e diagnóstica<sup>29</sup>. A avaliação ultrassonográfica seriada do diafragma pode monitorar seu espessamento e mobilidade, que também se associam a maior ou menor risco de falha de desmame<sup>30-33</sup> (tabela 1).

**Tabela 1.** Sinais ultrassonográficos preditores de falha de teste de respiração espontânea

<b>Coração</b>
Fração de ejeção do VE < 40% antes do TRE
E/A > 2 antes e após o TRE
E/e' > 13 antes e após o TRE
<b>Pulmão</b>
Escore ultrassom pulmonar (LUS) > 17 ao fim do TRE
Seis ou mais linhas B em campos anteriores durante TRE
<b>Diafragma</b>
Deslocamento diafragmático < 10mm durante TRE
Melhor excursão diafragmática à direita ou à esquerda < 25mm
Fração de espessamento 20% a 36% durante TRE

VE, ventrículo esquerdo; TRE, teste de respiração espontânea; E, velocidade de fluxo mitral inicial no Doppler; A, velocidade de fluxo mitral final no Doppler; e', velocidade do Doppler tecidual anular mitral.

### Considerar:

- Em pacientes selecionados, a realização de ecocardiografia antes do TRE, ultrassonografia pulmonar antes e após TRE, ultrassonografia seriada do diafragma para avaliar a extensão de suas excursões e sua espessura.

## Referências bibliográficas – Tema 25

1. Hess DR, MacIntyre NR. Ventilator discontinuation: why are we still weaning? *Am J Respir Crit Care Med.* 2011;184(4):392-394.
2. Boles JM, Bion J, Connors A, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J.* 2007;29(5):1033-1056.
3. Béduneau G, Pham T, Schortgen F, et al. Epidemiology of Weaning Outcome according to a New Definition. The WIND Study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;195(6):772-783.
4. Pham T, Heunks L, Bellani G, et al. Weaning from mechanical ventilation in intensive care units across 50 countries (WEAN SAFE): a multicentre, prospective, observational cohort study [published correction appears in *Lancet Respir Med.* 2023 Mar;11(3):e25]. *Lancet Respir Med.* 2023;11(5):465-476.
5. Ely EW, Baker AM, Dunagan DP, et al. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Engl J Med.* 1996;335(25):1864-1869.
6. Girard TD, Alhazzani W, Kress JP, et al. An Official American Thoracic Society/American College of Chest Physicians Clinical Practice Guideline: Liberation from Mechanical Ventilation in Critically Ill Adults. *Rehabilitation Protocols, Ventilator Liberation Protocols, and Cuff Leak Tests.* *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;195(1):120-133.
7. Burry L, Rose L, McCullagh IJ, Fergusson DA, Ferguson ND, Mehta S. Daily sedation interruption versus no daily sedation interruption for critically ill adult patients requiring invasive mechanical ventilation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;2014(7):CD009176.
8. Jung B, Vaschetto R, Jaber S. Ten tips to optimize weaning and extubation success in the critically ill. *Intensive Care Med.* 2020 Dec;46(12):2461-2463.
9. Hernández Martínez G, Rodríguez P, Soto J, et al. Effect of aggressive vs conservative screening and confirmatory test on time to extubation among patients at low or intermediate risk: a randomized clinical trial. *Intensive Care Med.* 2024;50(2):258-267.
10. Subirà C, Hernández G, Vázquez A, et al. Effect of Pressure Support vs T-Piece Ventilation Strategies During Spontaneous Breathing Trials on Successful Extubation Among Patients Receiving Mechanical Ventilation: A Randomized Clinical Trial [published correction appears in *JAMA.* 2019 Aug 20;322(7):696]. *JAMA.* 2019;321(22):2175-2182.

11. Thille AW, Gacouin A, Coudroy R, et al. Spontaneous-Breathing Trials with Pressure-Support Ventilation or a T-Piece. *N Engl J Med.* 2022;387(20):1843-1854.
12. Fernandez MM, González-Castro A, Magret M, et al. Reconnection to mechanical ventilation for 1 h after a successful spontaneous breathing trial reduces reintubation in critically ill patients: a multicenter randomized controlled trial. *Intensive Care Med.* 2017;43(11):1660-1667.
13. Jaber S, Chanques G, Matecki S, et al. Post-extubation stridor in intensive care unit patients. Risk factors evaluation and importance of the cuff-leak test. *Intensive Care Med.* 2003;29(1):69-74.
14. Kriner EJ, Shafazand S, Colice GL. The endotracheal tube cuff-leak test as a predictor for postextubation stridor. *Respir Care.* 2005;50(12):1632-1638.
15. François B, Bellissant E, Gissot V, et al. 12-h pretreatment with methylprednisolone versus placebo for prevention of postextubation laryngeal oedema: a randomised double-blind trial. *Lancet.* 2007;369(9567):1083-1089.
16. Rochweg B, Brochard L, Elliott MW, et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J.* 2017;50(2):1602426.
17. Oczkowski S, Ergon B, Bos L, et al. ERS clinical practice guidelines: high-flow nasal cannula in acute respiratory failure. *Eur Respir J.* 2022;59(4):2101574.
18. Girault C, Bubenheim M, Abroug F, et al. Noninvasive ventilation and weaning in patients with chronic hypercapnic respiratory failure: a randomized multicenter trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011;184(6):672-679.
19. Ferrer M, Esquinas A, Arancibia F, et al. Noninvasive ventilation during persistent weaning failure: a randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;168(1):70-76.
20. Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *N Engl J Med.* 2004;350(24):2452-2460.
21. Keenan SP, Powers C, McCormack DG, Block G. Noninvasive positive-pressure ventilation for postextubation respiratory distress: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2002;287(24):3238-3244.
22. Teboul JL, Monnet X, Richard C. Weaning failure of cardiac origin: recent advances. *Crit Care.* 2010;14(2):211. doi:10.1186/cc8852
23. Caille V, Amiel JB, Charron C, Belliard G, Vieillard-Baron A, Vignon P. Echocardiography: a help in the weaning process. *Crit Care.* 2010;14(3):R120. doi:10.1186/cc9076
24. Sanfilippo F, Di Falco D, Noto A, et al. Association of weaning failure from mechanical ventilation with transthoracic echocardiography parameters: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2021;126(1):319-330. doi:10.1016/j.bja.2020.07.059
25. Mongodi S, De Luca D, Colombo A, et al. Quantitative Lung Ultrasound: Technical Aspects and Clinical Applications. *Anesthesiology.* 2021;134(6):949-965. doi:10.1097/ALN.0000000000003757
26. Soummer A, Perbet S, Brisson H, et al. Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress. *Crit Care Med.* 2012;40(7):2064-2072. doi:10.1097/CCM.0b013e31824e68ae
27. Ferré A, Guillot M, Lichtenstein D, et al. Lung ultrasound allows the diagnosis of weaning-induced pulmonary oedema. *Intensive Care Med.* 2019;45(5):601-608. doi:10.1007/s00134-019-05573-6
28. Silva S, Ait Aissa D, Cocquet P, et al. Combined Thoracic Ultrasound Assessment during a Successful Weaning Trial Predicts Postextubation Distress. *Anesthesiology.* 2017;127(4):666-674. doi:10.1097/ALN.0000000000001773
29. Lichtenstein D, Hulot JS, Rabiller A, Tostivint I, Mezière G (1999) Feasibility and safety of ultrasound-aided thoracentesis in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med* 25:955-958
30. DiNino E, Gartman EJ, Sethi JM, McCool FD (2014) Diaphragm ultrasound as a predictor of successful extubation from mechanical ventilation. *Thorax* 69(5):431-435.
31. Kim WY, Suh HJ, Hong S-B, Koh Y, Lim C-M (2011) Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: influence on weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 39(12):2627-2630
32. Powers SK, Kavazis AN, Levine S (2009) Prolonged mechanical ventilation alters diaphragmatic structure and function. *Crit Care Med* 37:S347-S353
33. Doorduyn J, van Hees HWH, van der Hoeven JG, Heunks LMA (2013) Monitoring of the respiratory muscles in the critically ill. *Am J Respir Crit Care Med* 187(1):20-27





## TEMA 26

# Paciente com desmame prolongado

- A. Definição
- B. Causas de desmame prolongado
- C. Estratégias de condução do desmame prolongado
- D. Índices de desmame
- E. Cuidados de UTI no desmame prolongado

## A. Definição

**Comentário:** As definições sobre início do desmame, tentativa de separação do paciente do ventilador e sucesso de desmame são as mesmas descritas no capítulo de desmame<sup>1</sup>.

**Considerar:**

- Definir desmame prolongado como aquele que não se completou em até sete dias após a primeira tentativa de separação do paciente do ventilador. Nesta definição de desmame prolongado, tem-se duas possibilidades:
  1. Desmame prolongado com sucesso;
  2. Desmame prolongado sem sucesso<sup>1</sup>.

## B. Causas de desmame prolongado

**Comentário:** Múltiplos fatores podem levar ao desame prolongado, desde alterações no sistema cardiovascular, no controle da respiração, no sistema respiratório, até fatores psicológicos<sup>2</sup>. Em geral, eles determinam um desbalanço entre a capacidade da musculatura respiratória *versus* a demanda ventilatória antes ou após a desconexão do ventilador mecânico<sup>2,3</sup>.

**Considerar:**

- Uma avaliação estruturada das causas mais comuns e de possíveis intervenções para revertê-las, conforme tabela 1<sup>2,3</sup>.

**Tabela 1.** Causas de desmame prolongado

Causas de desmame prolongado	Exemplos	Intervenções
Disfunção pulmonar	SARA, pneumonia, congestão pulmonar, traqueomalácia	Tratar a causa específica
Distúrbios de vias aéreas	Broncoespasmo, secreção, rolhas, lesões de laringe	Broncodilatadores, aspiração de secreções, broncoscopia

Causas de desmame prolongado	Exemplos	Intervenções
<b>Disfunção cardíaca</b>	Fração de ejeção reduzida persistente ou disfunção exacerbada pelo desmame Derrame pericárdico	Avaliação ecocardiográfica (antes e após TRE) Monitorização ECG Diuréticos, redução de pós-carga
<b>Disfunção cognitiva</b>	<i>Delirium</i>	Triagem de <i>delirium</i> Técnicas de reorientação Mobilização precoce Redução de ruído e luminosidade à noite Terapia ocupacional Ansiolíticos
<b>Sintomas psiquiátricos</b>	Ansiedade	Ansiolíticos
<b>Disfunção do diafragma e outros músculos respiratórios</b>	Disfunção diafragmática induzida pela VM e polineuropatia do doente crítico	Mobilização precoce Treinamento muscular inspiratório
<b>Distúrbios endócrinos ou metabólicos</b>	Obesidade Distúrbios de fósforo, magnésio, cálcio e potássio	Avaliação e correção de eletrólitos
<b>Anemia</b>	Perdas (sangramentos, coletas excessivas), anemia decorrente da doença de base ou comorbidades	Avaliação seriada da hemoglobina. Estabelecer níveis mínimos acima dos quais indica-se transfusão Eritropoetina pode ser considerada em casos particulares
<b>Nutrição</b>	Perda de massa muscular	Prescrição de dieta apropriada

## C. Estratégias de condução do desmame prolongado

**Comentário:** Não há grandes diferenças em relação à condução do desmame prolongado em relação ao simples ou difícil. Ressalta-se que no desmame prolongado há maiores chances do paciente não passar no TRE e ele é, por si só, fator de risco para falha de extubação<sup>4-6</sup>.

### Sugere-se:

- Que, no desmame prolongado, o TRE seja feito no modo PSV, com nível de PSV entre 5 e 7cmH<sub>2</sub>O, com PEEP entre 0 e 5cmH<sub>2</sub>O e por 30 a 60 minutos<sup>4-6</sup>.
- Que, em pacientes traqueostomizados, o TRE seja feito em tubo T, em períodos diários fixos ou progressivamente maiores<sup>8</sup>.
- Adotar, no desmame prolongado, os mesmos critérios de falha no TRE descritos no capítulo de desmame.
- Adotar, no desmame prolongado, os mesmos critérios de falha de extubação descritos no capítulo de desmame.
- Empregar, no desmame prolongado, as mesmas indicações de VNI preventiva descritas no capítulo de desmame.
- Empregar, no desmame prolongado, as mesmas indicações e as mesmas interpretações do teste de vazamento do balonete, descritas no capítulo de desmame deste documento.
- Utilizar a mesma indicação de corticoide para os pacientes que falham nesse teste.

### Considerar:

- Que, no desmame prolongado, a opção de se fazer o TRE em tubo T, por 30 a 60 minutos, como alternativa ao teste em PSV<sup>6,7</sup>.
- Antes de extubar o paciente que obteve sucesso no TRE, retorná-lo aos parâmetros ventilatórios prévios ao teste, por aproximadamente uma hora, para repouso do paciente e redução do risco de exaustão após extubação<sup>9</sup>.

- Empregar, no desmame prolongado, modos automáticos de desmame a fim de reduzir a duração do desmame e aumentar sua taxa de sucesso<sup>10-12</sup>.

## D. Índices de desmame

**Comentário:** Os índices de desmame podem ser usados com o objetivo de avaliar o prognóstico do desmame difícil e prolongado, assim como identificar os pacientes com maior probabilidade de falha. O uso desses índices deve ser judicioso, dentro do contexto clínico do paciente<sup>13-15</sup>. A tabela 2 lista os principais índices descritos como preditores de sucesso de desmame, sendo que o índice integrativo de desmame e o índice de respiração rápida e superficial parecem ser os mais acurados<sup>13-14</sup>.

**Tabela 2.** Índices preditores de sucesso de desmame

Parâmetros	Ponto de corte
Relação f/VC	≤ 105 respirações/minuto/litro
Índice integrativo de desmame ( $C_{SR} \times SaO_2 / f/VC$ )	≥ 25ml/cmH <sub>2</sub> O respirações/minuto/litro
Pressão inspiratória máxima (PI <sub>max</sub> )	< -30cmH <sub>2</sub> O
Capacidade vital	≥ 10ml/kg
Volume corrente	≥ 5ml/kg
Pressão de oclusão nas vias aéreas (p0.1)	< 3,5cmH <sub>2</sub> O

$C_{SR}$ : complacência estática do sistema respiratório; f: frequência respiratória; VC: volume corrente;  $SaO_2$ : saturação de oxigênio no sangue arterial; PI<sub>max</sub>: pressão inspiratória máxima.

### Considerar:

- O emprego, de forma judiciosa, de índices preditores a fim de identificar o momento adequado para o início do processo de desmame prolongado<sup>13-15</sup>.

## E. Cuidados de UTI no desmame prolongado

**Comentário:** Uma vez caracterizado o desmame prolongado, a traqueostomia deve ser levada em consideração. Suas indicações, momentos de realização e técnicas disponíveis estão descritas no capítulo específico. Outros cuidados específicos também devem ser considerados, nos pacientes apropriados, como o treinamento muscular inspiratório (TMI), com carga entre 30% a 70% da PI<sub>max</sub><sup>16,17</sup>. O TMI pode ser realizado em até seis séries de até um minuto (ou em número de repetições que se aproxime deste período), de uma a duas vezes por dia<sup>17</sup>. O TMI deve ser realizado em média, entre uma a duas semanas<sup>17</sup>. Diferentes protocolos de treinamento são descritos na literatura e parece não haver consenso sobre qual, dentre eles, é o melhor<sup>16-18</sup>. A mobilização precoce parece estar associada à redução do tempo de VM e redução do tempo de internação, devendo ser realizada na grande maioria dos pacientes internados na UTI<sup>19,20</sup>, sendo o fisioterapeuta, peça-chave na elaboração e condução dos respectivos protocolos<sup>19</sup>. Os centros especializados de desmame possuem equipe multidisciplinar especializada em pacientes com desmame difícil e prolongado, oferecendo estrutura e suporte apropriado para estes casos<sup>2,21,22</sup>.

### Sugere-se:

- Em casos de desmame prolongado, nos pacientes apropriados, sobretudo naqueles com déficit de força muscular inspiratória evidenciado pela PI<sub>max</sub> com valores maiores ou iguais a -28cmH<sub>2</sub>O, que o treinamento muscular inspiratório seja realizado<sup>16-18</sup>.
- Realizar a mobilização precoce nos pacientes em desmame prolongado, sempre que não haja contraindicações, preferencialmente em duas sessões em torno de 30 minutos ao dia, com exercícios que enfatizem preferencialmente a funcionalidade e a verticalidade<sup>19,20</sup>.

- Não submeter ao TMI pacientes com doenças progressivas e degenerativas, desnutridos, com distúrbios eletrolíticos e outras condições que impeçam maiores esforços.

### Considerar:

- Atentar-se para suporte nutricional adequado, conforme recomendações feitas no capítulo específico.
- Suporte psicológico e a administração de antidepressivos/antipsicóticos para o controle de distúrbios psicológicos<sup>21,22</sup>.
- Transferência para um centro especializado de desmame, a fim de proporcionar atendimento apropriado e melhorar os resultados<sup>2,8</sup>.

### Referências bibliográficas - Tema 26

1. Béduneau G, Pham T, Schortgen F, et al. Epidemiology of Weaning Outcome according to a New Definition. The WIND Study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;195(6):772-783.
2. Boles JM, Bion J, Connors M, Herridge M, Marsh C, Melot R et al. Weaning from mechanical ventilation: Statement of the sixth International Consensus Conference on Intensive Care medicine. *Eur Resp j* 2007;29:1033-1056
3. Akella P, Voigt LP, Chawla S. To Wean or Not to Wean: A Practical Patient Focused Guide to Ventilator Weaning. *J Intensive Care Med*. 2022;37(11):1417-1425.
4. Girard TD, Alhazzani W, Kress JP, et al. An Official American Thoracic Society/American College of Chest Physicians Clinical Practice Guideline: Liberation from Mechanical Ventilation in Critically Ill Adults. Rehabilitation Protocols, Ventilator Liberation Protocols, and Cuff Leak Tests. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;195(1):120-133.
5. Hernández Martínez G, Rodríguez P, Soto J, et al. Effect of aggressive vs conservative screening and confirmatory test on time to extubation among patients at low or intermediate risk: a randomized clinical trial. *Intensive Care Med*. 2024;50(2):258-267.
6. Subirà C, Hernández G, Vázquez A, et al. Effect of Pressure Support vs T-Piece Ventilation Strategies During Spontaneous Breathing Trials on Successful Extubation Among Patients Receiving Mechanical Ventilation: A Randomized Clinical Trial [published correction appears in *JAMA*. 2019 Aug 20;322(7):696]. *JAMA*. 2019;321(22):2175-2182.
7. Thille AW, Gacouin A, Coudroy R, et al. Spontaneous-Breathing Trials with Pressure-Support Ventilation or a T-Piece. *N Engl J Med*. 2022;387(20):1843-1854.
8. Jubran A, Grant BJ, Duffner LA, et al. Effect of pressure support vs unassisted breathing through a tracheostomy collar on weaning duration in patients requiring prolonged mechanical ventilation: a randomized trial. *JAMA*. 2013;309(7):671-677.
9. Fernandez MM, González-Castro A, Magret M, et al. Reconnection to mechanical ventilation for 1 h after a successful spontaneous breathing trial reduces reintubation in critically ill patients: a multicenter randomized controlled trial. *Intensive Care Med*. 2017;43(11):1660-1667.
10. Lellouche F, Mancebo J, Jolliet P, Roeseler J, Schortgen F, Dojat M et al. A multicenter randomized trial of computer-driven protocolized weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care med* 2006;174:894-900
11. Ou-Yang LL, Chen PH, Zhou HJ, Su YF and Lee CH. Proportional assist ventilation versus pressure support ventilation for weaning from mechanical ventilation: a meta-analysis and trial sequential analysis. *Crit Care* 2020;24:556
12. Yuan X, Lu X, Chao Y, Beck J, Sinderby C, Xie J et al. Neurally adjusted ventilatory assist as a weaning mode for adults with invasive mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2021;25:222.
13. Nemer SN, Barbas CSV, Caldeira JB, Carias T, Santos RG, Almeida L, et al. *Crit Care* 2009;13:R152.
14. Yang KL, Tobin MJ. Measurement of minute ventilation in ventilator-dependent patients: need for standardization. *Crit Care Med*. 1991;19(1):49-53.
15. Baptistella AR, Sarmanto FJ, Silva KR, Baptistella SF, taglietti M, Zuquello RA et al. Predictive factors of weaning from mechanical ventilation and extubation outcome: a systematic review. *J Crit Care* 2018;48:56-62.
16. Guimarães BL, de Souza LC, Cordeiro HF, Regis TL, Leite CA, Puga FP. Inspiratory muscle training with an electronic resistive loading device improves prolonged weaning outcomes in a randomized controlled trial. *Crit Care Med* 2020;49:589-97
17. Bisset BM, Wang J, Neeman T, Leditschke IA, Boots R, Paratz J. Which ICU patients benefit most from inspiratory muscle training? Retrospective analysis of a randomized trial. *Physiotherapy Theory and Practice* 2019;36:1316-21.
18. Worrapphan S, Thammata A, Chittawatanarat K, Pharmed SS. Effects of inspiratory muscle training and early mobilization on weaning of mechanical ventilation. *Arch Phys Med Rehabil* 2020;101:2002-14
19. Aquim EE, Bernardo W, Buzzini R, Azeredo NSG, Cunha LS, Damasceno MSP et al. Diretrizes Brasileiras de mobilização precoce em unidade de terapia intensiva. *Rev Bras Ter Intensiva* 2019;31:434-43
20. Loss SH, Nunes DSL, Franzosi OS, Salazar GS, Teixeira C, Vieira SRR. Doença crítica crônica: Estamos salvando ou criando vítimas? *Rev Bras Ter Intensiva*. 2017;29:87-95
21. Finn A, Selvaraj V, Peterson E, et al. Management of the Patient With Chronic Critical Illness – Part 1. *J Community Hosp Intern Med Perspect*. 2022;12:29-34
22. Finn A, Selvaraj V, Peterson E, et al. Management of the Patient With Chronic Critical Illness – Part 2. *J Community Hosp Intern Med Perspect*. 2022;12:6-10



## TEMA 27

# Cuidados hemodinâmicos nos pacientes sob VMI

**A.** Recursos de monitorização hemodinâmica baseados na influência da VM e cuidados na ventilação mecânica

**A1.** Diagnóstico

**A2.** Cuidados específicos

**A.2.1** - Ventilação mecânica invasiva no paciente com falência do ventrículo esquerdo ou choque cardiogênico

**A.2.2** - Ventilação mecânica invasiva no paciente com falência do ventrículo direito

**A3.** Tratamento

**A.3.1** - Tratamento adjuvante na hipoxia refratária

## A. Recursos de monitorização hemodinâmica baseados na influência da VM e cuidados na ventilação mecânica

### A.1 - Diagnóstico

#### **Sugere-se:**

- Que o diagnóstico de disfunção ventricular direita e/ou esquerda seja realizado por ecocardiograma, com objetivo de evidenciar impacto das pressões respiratórias sobre as câmaras direitas e a presença de disfunção ventricular esquerda, que poderia estar contribuindo para o edema pulmonar. Este exame pode ser feito por intensivistas<sup>1,2</sup>.

#### **Considerar:**

- Em pacientes submetidos a manobras de recrutamento alveolar, realizar ecocardiograma após uma hora para avaliar as funções de câmaras direita e esquerda.
- Que o ecocardiograma realizado seja revisto por especialista em ecocardiografia.

#### **Dados hemodinâmicos e perfusionais**

**Comentário:** A ventilação mecânica invasiva ocasiona alterações cardiovasculares que podem levar a aumento ou diminuição da pré-carga, e aumento ou diminuição da pós-carga sobre as câmaras cardíacas, conforme descritas na tabela 1<sup>3</sup>.

**Tabela 1** – Alterações cardiovasculares decorrentes da ventilação mecânica invasiva

Alterações cardiovasculares decorrentes da ventilação mecânica invasiva		Alterações sobre o débito cardíaco	
		Pré-carga dependente	Pós-carga dependente
Ventrículo direito	Diminuição da pré-carga	↓	↓
	Aumento da pós-carga		
Ventrículo esquerdo	Diminuição da pré-carga	↓	↑
	Aumento da pós-carga		

**Sugere-se:**

- Que nos pacientes com choque circulatório a ressuscitação hemodinâmica seja realizada precocemente, com o emprego de vasopressores e expansão plasmática com fluidos, monitorado por marcadores de perfusão tecidual como lactato, saturação venosa central (SvO<sub>2</sub>) ou saturação venosa mista (SvO<sub>2</sub>), gradiente veno-arterial de CO<sub>2</sub> (*gap* pCO<sub>2</sub>), adequação da DO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub>, assim como parâmetros clínicos, tempo de preenchimento capilar e diurese<sup>4,5,6,7</sup>.
- Na fase de otimização da perfusão tecidual nos pacientes com choque circulatório submetidos à ventilação mecânica invasiva, monitorar o incremento do débito cardíaco guiado por parâmetros dinâmicos de fluidoresponsividade, respeitando os critérios clínicos para a aplicabilidade dos mesmos: volume corrente 8 a 10ml/kg peso predito, PEEP < 10cmH<sub>2</sub>O, ausência de arritmias cardíacas, ausência de esforço respiratório e ausência de aumento de pós-carga de ventrículo direito, como nos casos de hipertensão pulmonar<sup>8,9</sup>.
- Administrar diurético para buscar o balanço hídrico equilibrado (“zerado”), monitorando os marcadores de perfusão tecidual após a adequação da perfusão tecidual, tendo como objetivo o equilíbrio no balanço hídrico, pois mesmo na presença de vasopressor com perfusão adequada, o balanço hídrico positivo está associado ao aumento de morbimortalidade<sup>10,11</sup>.
- Que a monitorização hemodinâmica avançada (cateter de artéria pulmonar ou termodiluição transpulmonar) seja utilizada em pacientes com SARA, e choque circulatório para otimização da perfusão tecidual e manejo de balanço hídrico<sup>12</sup>.
- O uso não rotineiro de cateter de artéria pulmonar nos casos de SARA<sup>12</sup>.
- Que parâmetros dinâmicos de fluidoresponsividade ou manobras para identificar pacientes fluidos responsivos sejam aplicados durante a otimização da perfusão tecidual, para evitar a infusão desnecessária de fluidos que pode contribuir para o aumento da morbimortalidade. As manobras podem ser as seguintes: elevação passiva dos membros inferiores; minidesafio hídrico com observação da variação do índice cardíaco, preferencialmente com monitores que avaliam o débito cardíaco batimento a batimento; variação da pressão venosa central em relação ao ciclo respiratório; manobra de oclusão da válvula expiratória; desafio de volume corrente e pela redução da PEEP ao aplicar o “PEEP test”<sup>12,14,15,16</sup> (figura 1).

**Considerar:**

- O uso de CAP em casos específicos em que há disfunção ventricular direita ou disfunção ventricular esquerda com manejo hídrico de difícil controle.
- Utilizar monitorização hemodinâmica com cateter de artéria pulmonar volumétrico, que pode fornecer dados contínuos sobre as variáveis volumétricas de ventrículo direito e auxiliar no manejo do balanço hídrico, bem como associada às pressões de câmaras direita nos casos em que as pressões respiratórias se encontrem elevadas na ventilação mecânica, associada ou não à presença de disfunção ventricular direita<sup>12,13</sup>.
- O uso de termodiluição transpulmonar na diferenciação do tipo de edema pulmonar pela estimativa do índice de permeabilidade pulmonar (IPP), bem como no manejo hídrico após

ressuscitação inicial ao monitorar a água pulmonar extravascular (APEV). Sabe-se que valores elevados de APEV estão associados a desfechos clínicos desfavoráveis<sup>12</sup>.

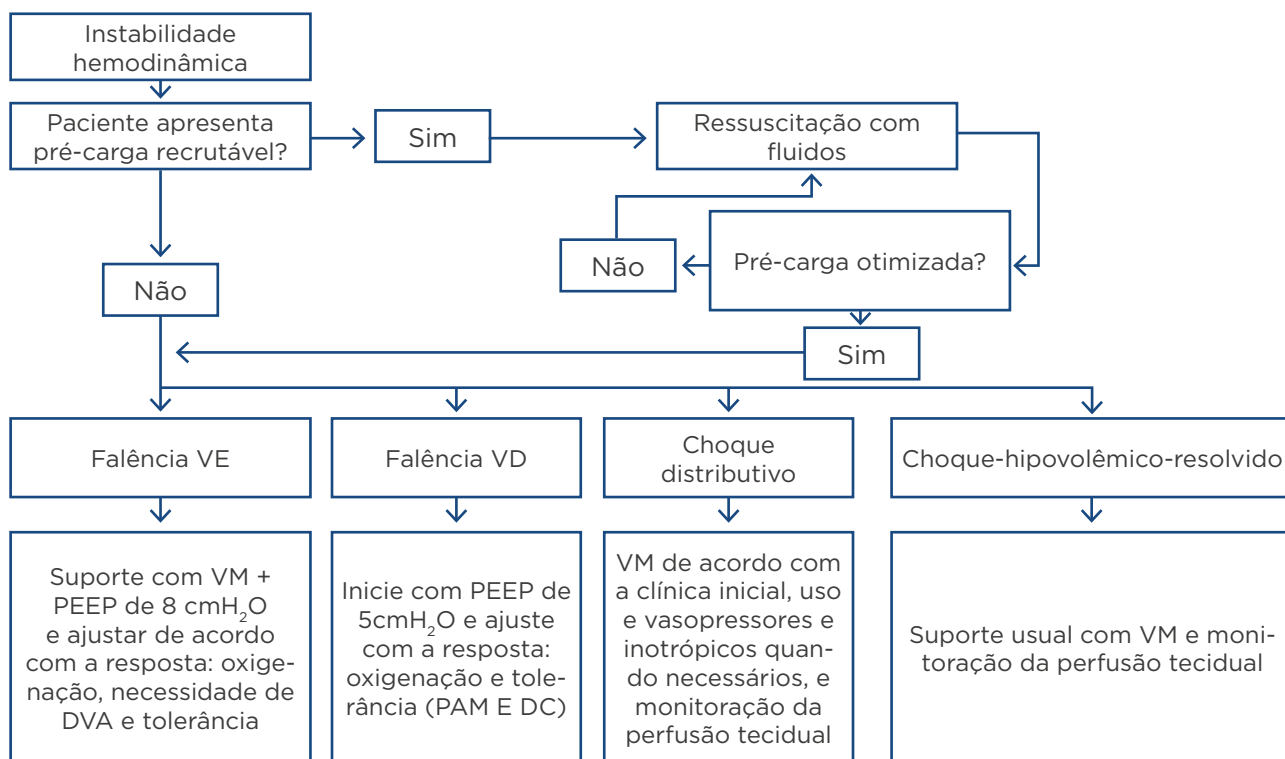
- A realização da monitorização do débito cardíaco com monitores de análise de contorno de pulso não calibrado nos casos de choque para poder utilizar os parâmetros dinâmicos de fluidorresponsividade, aplicando manobras específicas como manobra de oclusão da válvula expiratória, desafio de volume corrente, e pela redução da PEEP ao aplicar o “PEEP test” ou mesmo minidesafio hídrico avaliado pelo incremento do débito cardíaco<sup>17</sup>.

## A.2 - Cuidados específicos

### A.2.1 - Ventilação mecânica invasiva no paciente com falência do ventrículo esquerdo ou choque cardiogênico

**Comentário:** Até 80% dos pacientes que apresentam choque cardiogênico desenvolvem insuficiência respiratória<sup>18,19</sup>. Os parâmetros utilizados na ventilação mecânica invasiva (VMI) podem influenciar tanto de forma positiva quanto negativa nesse grupo de pacientes. Por exemplo, a PEEP pode melhorar a relação V/Q pela redução do edema pulmonar alveolar e intersticial somados à redução da pré-carga e pós-carga de ventrículo esquerdo (VE), porém há potenciais efeitos prejudiciais pelo resultado em diminuição do débito cardíaco (DC), devido à redução da pré-carga e aumento da pós-carga do ventrículo direito (VD)<sup>20</sup>. Assim, pacientes com pressão de oclusão da artéria pulmonar (POAP) elevada, o DC melhora à medida que a PEEP aumenta. Entretanto, naqueles com POAP normal ou baixa, a PEEP pode diminuir o DC<sup>21,22,23</sup>. Pode-se concluir que em pacientes internados com choque cardiogênico puro, com altas pressões de enchimento e alta resistência vascular sistêmica, o emprego da PEEP pode trazer benefício se o VD não estiver comprometido e o paciente não estiver hipovolêmico (figura 1).

Figura 1 - Algoritmo de manejo hemodinâmico em pacientes submetidos à ventilação mecânica



VE - ventrículo esquerdo; VD - ventrículo direito; VM - ventilação mecânica; PEEP - pressão expiratória final positiva; DVA - droga vasoativa; PAM - pressão arterial média; DC - débito cardíaco.

### Considerar:

- São indicações para VMI em pacientes com disfunção de VE<sup>21</sup>:
  - Hipoxemia grave;
  - Aumento do trabalho muscular respiratório;
  - Falha na resposta à ventilação não invasiva com pressão positiva;
  - Instabilidade clínica grave e/ou choque refratário;
  - Necessidade de suporte circulatório mecânico em combinação com insuficiência respiratória;
  - Diminuir o consumo de oxigênio do miocárdio.
- Configurações iniciais do ventilador<sup>21</sup>:
  - Modo/modalidade: inicialmente modo assisto-controlado (VCV ou PCV). Nenhuma evidência para apoiar um modo em detrimento de outros;
  - FiO<sub>2</sub>: comece com 100% → titulação rápida para SatO<sub>2</sub> > 92%;
  - VC: iniciar com 4-8ml/kg de peso predito → ajustar para PaCO<sub>2</sub>, evitando volutrauma ou atelectrauma e manter pressão de platô < 30cmH<sub>2</sub>O e/ou pressão de distensão < 15cmH<sub>2</sub>O;
  - PEEP: considerar valores menores se houver falência de VD;
  - f: comece com 10- 20 respirações/min → ajuste para PaCO<sub>2</sub> e monitorar a autoPEEP; Garanta analgo-sedação adequada para evitar assincronia.
- Sobre a PEEP, sem falência de VD associada (“dependente de pós-carga”):
  - Iniciar com PEEP de 5-10cmH<sub>2</sub>O (ajustar de acordo com SatO<sub>2</sub> > 92%) se sem sinais de congestão pulmonar de origem hidrostática (ausência ou raros estertores, ausência ou até 5 linhas B ao US, água pulmonar extravascular < 10ml/kg ou POAP 12-15mmHg);
  - Iniciar com PEEP de 8-10cmH<sub>2</sub>O (ajustar de acordo com SatO<sub>2</sub> > 92%) se com sinais de congestão pulmonar de origem hidrostática (estertores crepitantes difusos, PVC > 16mmHg, > 5 linhas B ao US, água pulmonar extravascular > 10ml/kg ou PCP > 15mmHg).
- Sobre a PEEP, com falência de VD associada (“dependente de pré-carga”):
  - Iniciar com PEEP 3-5cmH<sub>2</sub>O e usar o nível mais baixo possível para atingir metas seguras de oxigênio (SatO<sub>2</sub> > 92%).

### Considerar:

- Otimizar a PAM (> 60mmHg) com vasopressores e otimizar a pré-carga (PVC > 8 e < 14 mmHg) para adequação de status volêmico, se presença de insuficiência do VD associada.
- O uso de vasodilatadores pulmonares para hipóxia refratária se a resistência vascular pulmonar (RVP) > 3 unidades Wood (> 240 dinas/s/cm<sup>5</sup>), desde que a POAP seja < 18mmHg. Em caso de consolidação alveolar associada, considerar vasodilatador pulmonar inalado (por exemplo, óxido nítrico) para melhorar a relação entre ventilação e perfusão.
- Adequação da PaCO<sub>2</sub> e do HCO<sub>3</sub> visando a pH normal para melhorar a RVP.

## A.2.2 – Ventilação mecânica invasiva no paciente com falência do ventrículo direito

**Comentário:** O manejo da insuficiência respiratória com VMI em pacientes com insuficiência VD é particularmente desafiador devido ao risco de efeitos hemodinâmicos adversos<sup>24,25</sup>. Quando a intubação endotraqueal for necessária, a pré-carga e a pressão arterial média devem ser otimizadas antes de sedar o paciente para intubação. Após otimização da volemia, deve-se utilizar vasopressor e, se necessário, vasodilatador pulmonar para manter a pressão arterial média acima da pressão média da artéria pulmonar (idealmente acima de 60mmHg). Durante a VMI dos pacientes com insuficiência do VD, deve-se evitar volumes correntes excessivamente “baixos e/ou altos” (atelectasia e/ou hiperdistensão), P<sub>plat</sub> e PEEP elevadas, hipoxemia e hipercapnia, pois podem aumentar a pós-carga do VD. Portanto, as estratégias ventilatórias devem ter como objetivo alcançar



o recrutamento alveolar e ao mesmo tempo que limitar a distensão pulmonar excessiva, melhorar a oxigenação e evitar hipercapnia<sup>26,17,28,29</sup>.

#### **Considerar:**

- Utilizar como estratégia ventilatória:
  - As indicações para VMI em pacientes com disfunção de VD são semelhantes às dos pacientes com disfunção de VE.
- Configurações iniciais do ventilador<sup>21,26,31</sup>:
  - Modo/modalidade: preferencialmente AC (VCV ou PCV). Nenhuma evidência para apoiar uma modalidade em detrimento de outros;
  - FiO<sub>2</sub>: iniciar com 100% com titulação rápida visando para SatO<sub>2</sub> 92-96%;
  - VC: iniciar com 4-8ml/kg de peso predito e ajustar para PaCO<sub>2</sub>, evitando volutrauma ou atelectrauma. Manter pressão de platô ≤ 30cmH<sub>2</sub>O e pressão de distensão ≤ 15cmH<sub>2</sub>O;
  - Frequência respiratória (f): iniciar com 10-20irpm e ajustar para PCO<sub>2</sub> adequada, com monitoração de autoPEEP;
  - PEEP: ajustes iniciais de 3 a 5cmH<sub>2</sub>O se o paciente apresentar choque cardiogênico e até 10-12cmH<sub>2</sub>O se o paciente não estiver em choque;
  - Manter a PaCO<sub>2</sub> ≤ 60mmHg a fim de evitar acidemia grave (pH ≤ 7,28) e evitar aumento da resistência vascular pulmonar (RVP);
  - Avaliar de forma seriada as curvas de pressão/volume e/ou “índice de estresse” pode ajudar evitar hiperdistensão e colapso e adaptar a estratégia da VMI;
  - Garantir analgo-sedação adequada para evitar assincronia.

### **A.3 - Tratamento**

#### **A.3.1 - Tratamento adjuvante na hipoxia refratária**

**Comentário:** Para pacientes com insuficiência cardíaca, principalmente de VD com hipoxemia e hipercapnia refratários, choque ou sinais de deterioração progressiva de câmara direita (aumento progressivo de BNP, troponina, dilatação de VD com retificação de septo ao ecocardiograma, TC ou RNM), pode-se utilizar ventilação em posição prona. Há relatos que a ventilação em posição prona possa melhorar a RVP, a hemodinâmica do VD e a oxigenação<sup>32,33,34,35,36,37</sup>. Somente considerar o uso de vasodilatadores pulmonares para hipóxia refratária se RVP for > 3 unidades Wood (240dinas/s/cm<sup>5</sup>), desde que a POAP seja < 18 mmHg. Em caso de consolidação alveolar associada, considerar um vasodilatador pulmonar inalado (exemplo: óxido nítrico ou epoprostenol) para melhorar a relação ventilação-perfusão<sup>21,38,38,40</sup>.

#### **Sugere-se:**

- Realizar ventilação em posição prona<sup>35-37</sup>.
- Utilização de vasodilatadores pulmonares em casos selecionados<sup>38-40</sup>.

#### **Referências bibliográficas – Tema 27**

1. Vincent JL, & De Backer D. Circulatory shock. New England Journal of Medicine 2013, 369(18), 1726-1734.
2. Beraud AS, Rizk NW, Pearl RG, Liang DH, & Patterson AJ. Focused transthoracic echocardiography during critical care medicine training: curriculum implementation and evaluation of proficiency. Critical care medicine 2013, 41(8), e179-e181.
3. Barbas CS, Ísola AM, Farias AM, et al. Brazilian recommendations of mechanical ventilation 2013. Part 2. Rev Bras Ter Intensiva. 2014 Jul-Sep;26(3):215-39.
4. Evans L. et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. Intens Care Med 2021, 47, 1181-1247.

5. Hernández, G. et al. Effect of a Resuscitation Strategy Targeting Peripheral Perfusion Status vs Serum Lactate Levels on 28-Day Mortality Among Patients With Septic Shock. *JAMA* 2019, 321, 654-664.
6. Jones, A E et al. Lactate Clearance vs Central Venous Oxygen Saturation as Goals of Early Sepsis Therapy: A Randomized Clinical Trial. *Jama* 2010, 303, 739-746.
7. Friedman G, Backer D, Shahla, M. & Vincent, J L Oxygen supply dependency can characterize septic shock. *Intens Care Med* 1998, 24, 118-123.
8. Bednarczyk, JM et al. Incorporating Dynamic Assessment of Fluid Responsiveness Into Goal-Directed Therapy. *Crit Care Med* 2017, 45, 1538-1545.
9. Monnet, X., Marik, P. E. & Teboul, J.-L. Prediction of fluid responsiveness: update. *Ann Intensive Care* 2016, 6, 111.
10. Malbrain MLNG et al. Intravenous fluid therapy in the perioperative and critical care setting: Executive summary of the International Fluid Academy (IFA). *Ann Intensive Care* 2020, 10, 64.
11. Messmer AS et al. Fluid Overload and Mortality in Adult Critical Care Patients—A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Crit Care Med* 2020, 48, 1862-1870.
12. Cecconi M. et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intens Care Med* 2014, 40, 1795-1815.
13. Cortes-Puentes GA, Oeckler RA & Marini J J. Physiology-guided management of hemodynamics in acute respiratory distress syndrome. *Ann Transl Medicine* 2018; 6, 353.
14. Myatra SN, Prabu NR, Divatia JV, Monnet X, Kulkarni AP, Teboul JL. The Changes in pulse pressure variation or stroke volume variation after a “tidal volume challenge” reliably predict fluid responsiveness during low tidal volume ventilation. *Crit Care Med.* 2017; 45:415-21.
15. Gavelli F, Shi R, Teboul JL, Azzolina, D & Monnet X. The end-expiratory occlusion test for detecting preload responsiveness: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intens Care* 2020; 10, 65
16. Shi R, Ayed S, Moretto S et al. Tidal volume challenge to predict preload responsiveness ins patients with acute respiratory distress syndrome under prone position. *Critical Care* 2022 Jul 18;26(1):219.
17. Lai, C. et al. The increase in cardiac output induced by a decrease in positive end-expiratory pressure reliably detects volume responsiveness: the PEEP-test study. *Crit. Care* 2023, 27: 136.
18. Ariza Sole A, Salazar-Mendiguchia J, Lorente Tordera V, et al. Invasive mechanical ventilation in acute coronary syndromes in the era of percutaneous coronary intervention. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* 2013; 2:109-17.
19. Puymirat E, Fagon JY, Aegerter P, et al. Cardiogenic Shock in intensive care units: Evolution of prevalence, patient profile, management and outcomes, 1997-2012. *Eur J Heart Fail* 2017; 19:192-200.
20. Mathru M, Rao TL, El-Etr AA, Pifarre R. Hemodynamic response to changes in ventilatory patterns in patients with normal and poor left ventricular reserve. *Crit Care Med* 1982; 10:423-6
21. Alviar CL, Miller PE, McAreavey D, Katz JN, Lee B, Moriyama B, Soble J, van Diepen S, Solomon MA, Morrow DA; ACC Critical Care Cardiology Working Group. Positive Pressure Ventilation in the Cardiac Intensive Care Unit. *J Am Coll Cardiol.* 2018 Sep 25;72(13):1532-1553. doi: 10.1016/j.jacc.2018.06.074. PMID: 30236315.
22. Grace MP, Greenbaum DM. Cardiac performance in response to PEEP in patients with cardiac dysfunction. *Crit Care Med* 1982; 10:358-60.
23. Kontoyannis DA, Nanas JN, Kontoyannis SA, Stamatelopoulos SF, Mouloupoulos SD. Mechanical ventilation in conjunction with the intra-aortic balloon pump improves the outcome of patients in profound cardiogenic shock. *Intensive Care Med* 1999; 25:835-8.
24. Green EM, Givertz MM. Management of acute right ventricular failure in the intensive care unit. *Curr Heart Fail Rep.* 2012; 9:228-35.
25. Hoepfer MM, Granton J. Intensive care unit management of patients with severe pulmonary hypertension and right heart failure. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011; 184:1114-24.
26. Balanos GM, Talbot NP, Dorrington KL, Robbins PA. Human pulmonary vascular response to 4h of hypercapnia and hypocapnia measured using Doppler echocardiography. *J Appl Physiol* 2003; 94:1543-51.
27. Jardin F, Vieillard-Baron A. Right ventricular function and positive pressure ventilation in clinical practice: from hemodynamic subsets to respirator settings. *Intensive Care Med.* 2003; 29: 1426-34.
28. Wiesen J, Ornstein M, Tonelli AR, Menon V, Ashton RW. State of the evidence: mechanical ventilation with PEEP in patients with cardiogenic shock. *Heart.* 2013; 99:1812-7.
29. Paternot A, Repesse X, Vieillard-Baron A. Rationale and description of right ventricle protective ventilation in ARDS. *Respir Care.* 2016; 61:1391-6.
30. Grasso S, Terragni P, Mascia L, et al. Airway pressure-time curve profile (stress index) detects tidal recruitment/hyperinflation in experimental acute lung injury. *Crit Care Med.* 2004; 32:1018-27.
31. Henderson WR, Chen L, Amato MBP, Brochard LJ. Fifty Years of research in ARDS. Respiratory mechanics in acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017; 196: 822-33.
32. Cheifetz IM. Cardiorespiratory interactions: the relationship between mechanical ventilation and hemodynamics. *Respir Care.* 2014; 59:1937-45.
33. Vieillard-Baron A, Charron C, Caille V, Belliard G, Page B, Jardin F. Prone positioning unloads the right ventricle in severe ARDS. *Chest.* 2007; 132:1440-6.
34. Harjola VP, Mebazaa A, Celutkienė J, et al. Contemporary management of acute right ventricular failure: a statement from the Heart Failure Association and the Working Group on Pulmonary Circulation and Right Ventricular Function of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail.* 2016; 18:226-41.
35. Taccone P, Pesenti A, Latini R, et al. Prone positioning in patients with moderate and severe acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2009; 302:1977-84.
36. Sud S, Friedrich JO, Taccone P, et al. Prone ventilation reduces mortality in patients with acute respiratory failure and severe hypoxemia: systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med.* 2010; 36:585-99.
37. Guerin C, Reignier J, Richard JC, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2013; 368:2159-68.
38. Lundin S, Mang H, Smithies M, Stenqvist O, Frostell C, for the European Study Group of Inhaled Nitric Oxide. Inhalation of nitric oxide in acute lung injury: results of a European multicentre study. *Intensive Care Med.* 1999; 25:911-9.
39. Taylor RW, Zimmerman JL, Dellinger RP, et al. Low-dose inhaled nitric oxide in patients with acute lung injury: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2004; 291:1603-9.
40. Adhikari NK, Burns KE, Friedrich JO, Granton JT, Cook DJ, Meade MO. Effect of nitric oxide on oxygenation and mortality in acute lung injury: systematic review and meta-analysis. *BMJ.* 2007; 334:779.



## TEMA 28

# Cuidados de fonoaudiologia na reabilitação do paciente pós-ventilação mecânica

- A. Cuidados específicos no paciente após extubação
- B. Diagnóstico do paciente disfágico antes e depois da retirada da VMI (não traqueostomizados e traqueostomizados)
- C. Terapias efetivas minimizando o processo aspirativo
- D. Integração multiprofissional no tratamento do paciente disfágico

**Comentário:** As informações citadas abaixo consideram a atuação do fonoaudiólogo no ambiente hospitalar e considera a realização de triagem, avaliação, diagnóstico, prognóstico, terapia, gerenciamento, encaminhamento e orientações dos aspectos da comunicação e de deglutição. O fonoaudiólogo integra a equipe multiprofissional das UTIs com o objetivo de prevenir e reduzir complicações, a partir do gerenciamento da deglutição e da comunicação, de maneira segura e eficaz. Na equipe multiprofissional, a sua atuação é interdisciplinar.

## A. Cuidados específicos no paciente após extubação

### Sugere-se:

- Realizar a abordagem inicial para identificação do risco para disfagia, possíveis alterações vocais que possam contribuir como marcador clínico para alterações de proteção das vias aéreas e/ou alteração de cognição e linguagem, que interfiram na comunicação e cuidado multiprofissional do paciente<sup>1</sup>.

### Considerar:

- Fatores de risco para disfagia pós-extubação e para risco de desenvolvimento de pneumonia aspirativa pós-extubação como marcadores clínicos importantes para o cuidado, conforme tabela 1 a seguir<sup>1</sup>.

**Tabela 1 - Fatores de risco**

Alto Risco	Baixo Risco
<ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt; 65 anos</li> <li>• Intubação prolongada (&gt; 48h)</li> <li>• Extubação não planejada</li> <li>• Intubação traumática, emergencial ou reintubação</li> <li>• Comprometimento do sistema imune</li> <li>• Doença respiratória prévia</li> <li>• Doença neurológica</li> <li>• Histórico de câncer de cabeça e pescoço</li> <li>• Tosse fraca pós-extubação</li> <li>• Fragilidade pré-admissão</li> <li>• História de disfagia antes da intubação (informado pela família)</li> <li>• Sarcopenia</li> <li>• <i>Delirium</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 65 anos</li> <li>• Intubação inferior a 48 horas</li> <li>• Intubação eletiva</li> <li>• Sistema imunológico saudável</li> <li>• Sistema respiratório saudável no pré-admissional</li> <li>• Ausência de relato de injúria neurológica</li> <li>• Ausência de história de cirurgia de cabeça e pescoço</li> <li>• Tosse eficaz no período pós-extubação</li> <li>• Alerta e orientado</li> <li>• Ausência de queixa relacionada à deglutição prévia à admissão</li> </ul>

**Considerar:**

- Criar um fluxo assistencial para intervenção fonoaudiológica, que inclua momento de identificação do risco para disfagia (triagem), com foco em garantir as boas práticas do cuidado pela equipe multiprofissional e a avaliação clínica propriamente dita pelo especialista<sup>2,3</sup>.
- Realizar avaliação fonoaudiológica para todos os pacientes que passaram por IOT prolongada por período  $\geq 48h$ , ou submetidos a reintubações, e que apresentarem critérios clínicos, após extubação. O fonoaudiólogo, junto à equipe multiprofissional, deve discutir o momento adequado para a intervenção fonoaudiológica, garantindo maior segurança<sup>2,4-6</sup>.
- Caso seja necessário exame complementar para auxílio diagnóstico da disfagia, a avaliação endoscópica da deglutição (FEES) é o instrumento a ser utilizado. O exame de videodeglutograma também poderá ser utilizado, caso haja necessidade e condições clínicas por parte do paciente. É importante considerar que a avaliação clínica é fundamental para o diagnóstico seguro<sup>7-10</sup>.
- Com relação ao momento da avaliação fonoaudiológica após a extubação, deve-se realizar uma avaliação do status neurológico, bem como das condições clínicas para determinar o melhor momento para avaliação dos pacientes. Importante considerar os múltiplos fatores de risco que podem levar à disfagia e não somente à ventilação mecânica de forma prolongada, ou seja, deve ser considerado o histórico clínico, possíveis doenças neurológicas prévias, idade avançada, se já tinha queixas de disfagia e alterações mecânicas importantes.
- A avaliação funcional em geral é sugerida 24h após a extubação. Caso apresente condições clínicas favoráveis, a equipe multiprofissional deverá discutir o custo-benefício da realização anterior ao tempo de 24 horas. Porém, é importante considerar que maior segurança e proteção das vias aéreas estão ligadas à introdução de dieta por via oral após 24h de extubação, minimizando os riscos para broncoaspiração<sup>2,7,8,11,4,6,1</sup>.
- Realização da avaliação da linguagem receptiva e expressiva (verbal e não verbal), fala, voz e habilidades cognitivas e função de comunicação. Ocasionalmente, a facilitação da comunicação pode começar quando o paciente ainda estiver intubado, mas acordado e tentando se comunicar, com o objetivo de estabelecer uma rota de comunicação não verbal para auxiliar a interação de comunicação com amigos, família e equipe multiprofissional. As formas não verbais podem incluir baixa tecnologia, por exemplo, digitalização assistida do alfabeto ou gráficos de imagens, usando os olhos para apontar ou os dedos para apontar e escrever; além de dispositivos de alta tecnologia, como interruptores para acessar os botões de comunicação e aparelhos com tela sensível ao toque. Todos esses métodos devem ser avaliados de acordo com as condições para utilização do paciente. É essencial treinar a família, cuidadores e/ou equipe da assistência para usá-los consistentemente<sup>12,9</sup>.

- O fonoaudiólogo é responsável pela avaliação funcional da deglutição, definição do tipo de consistência alimentar segura, bem como ponderar a necessidade do uso do espessante para os líquidos, levando em consideração sua performance clínica; contribuir para sugestão de manutenção ou instalação de via alternativa de alimentação, devido à insegurança ou ineficiência da deglutição que possa levar a complicações no quadro clínico de saúde; eleger e definir manobras e estratégias compensatórias; além de determinar o plano terapêutico, intensidade e frequência para reabilitação fonoaudiológica, levando em consideração a gravidade da disfunção. A utilização de exercícios de força podem ser utilizados<sup>1,6,13</sup>.

## B. Diagnóstico do paciente disfágico antes e depois da retirada da VMI (extubados e traqueostomizados)

**Comentário:** Realizar a leitura do prontuário e/ou informações relevantes a fim de obter dados relacionados à queixa principal, história da doença atual; história pessoal (antecedentes pessoais); fisiológica; patológica pregressa e doenças preexistentes; história familiar e história social. O compilado dessas informações deve gerar um produto da assimilação e interpretação dos dados relevantes colhidos pelo entrevistador, que os analisa sob o prisma da ciência fonoaudiológica. Não realizar intervenção fonoaudiológica para deglutição em pacientes durante o período da intubação (IOT), devido à falta de evidência.

### Considerar:

- Com relação ao momento da avaliação fonoaudiológica após a extubação, recomenda-se avaliar entre 24 a 48 horas (estrutural e/ou funcional), levando em consideração a avaliação da biomecânica da deglutição, bem como a análise dos seus marcadores que influenciam na tomada de decisão.
- A utilização do dispositivo de válvula unidirecional fonatória e de deglutição nos pacientes traqueostomizados pode ser realizada e deverá ser discutida em equipe multiprofissional. Insistir fonoterapia nos pacientes disfágicos com risco de aspiração, registrando as quantidades e consistências oferecidas.
- A avaliação de múltiplas consistências é importante para gerar maiores evidências sobre o desempenho da deglutição. As condições clínicas do paciente são relevantes para determinar a abordagem mais adequada<sup>6,11,14,15</sup>.
- Parametrizar a consistência do alimento de acordo com suas características reológicas, por exemplo os níveis adotados no *International Dysphagia Diet Standardisation Initiative* (IDDSI)<sup>16,17</sup>.
- Estimar o prognóstico logo após a admissão usando características gerais, por exemplo, doença de base (acidente vascular cerebral, doenças neuromusculares ou degenerativas, cirurgias de cabeça e pescoço e/ou cervicais anteriores), idade, sexo, baixo índice de massa corpórea, múltiplas comorbidades (sugere-se utilizar o Índice de Comorbidade de Charlson < 3), escala para mensuração da ingestão por via oral e de gravidade da disfagia, tanto para saliva quanto para alimentos<sup>11,18,19</sup>.
- Parametrizar os dados da performance da deglutição, bem como da ingestão oral obtidos por meio da avaliação fonoaudiológica.
- Utilizar escalas que consigam avaliar as características e condições em relação à funcionalidade da alimentação por via oral, como a *Functional Oral Intake Scale* (FOIS), e em relação à disfagia, por exemplo, *Disfagia Outcome and Severity Scale* (DOSS), *Mann Assessment of Swallowing Ability* (MASA) e *Gugging Swallowing Screen* (GUSS)<sup>11,15,20-25</sup>.
- Avaliar características persistentes da lesão laríngea pós-extubação identificadas a partir de anormalidades das vias aéreas, disfonia e disfagia. Registro das medidas perceptivas ou

cl clinicamente derivadas (por exemplo: a GRBASI e/ou RASATI), associadas quando possível às medidas de resultado relatadas pelo paciente (Voice Handicap Index-10; VHI-10). Tempos máximos fonatórios menores que 10 segundos foram relacionados ao maior risco da aspiração laringotraqueal e devem ser considerados<sup>20,26-29</sup>.

- Avaliar características que perturbem o desempenho cognitivo da linguagem e/ou fala, especialmente quando estas estejam associadas à alteração da organização temporal e de ordenamento da sequência das fases da deglutição<sup>9,30</sup>.
- Avaliar dados clínicos e exames bioquímicos e/ou de imagem, a fim de compreender a relação entre as conformidades anatomofisiológicas de vias áreas superiores e inferiores, anatomofisiologia da respiração, digestão e absorção, bem como mecânica ventilatória apresentada pelo paciente com disfagia<sup>31</sup>.
- No caso de pacientes traqueostomizados, pode ser modificada a cor dos alimentos na oferta da dieta por via oral e/ou na avaliação da deglutição de saliva, usando-se corante alimentício azul, a fim de verificar a possível ocorrência do evento aspiração. Cabe ressaltar que essa orientação é para momentos pontuais, uma vez que há controvérsias na inclusão deste procedimento como padrão no processo de avaliação<sup>32-34</sup>. Não há referências descritas robustas que informem a intervenção fonoaudiológica com manejo do *cuff* parcialmente insuflado como adequada, segura e positiva para a reabilitação da deglutição.

## C. Terapias efetivas minimizando o processo aspirativo

### Sugere-se:

- A realização da terapia fonoaudiológica tradicional (uso de exercícios ativos e passivos nos órgãos da deglutição) em leito hospitalar, em pacientes críticos estáveis, parece trazer resultados satisfatórios a partir de curto prazo. É importante que o profissional tenha expertise para realizar o diagnóstico e intervenção precoces, sendo dependendo dos dados clínicos e fatores prognósticos relacionados à condição clínica de base<sup>25,35-37</sup>.
- Utilizar eletroestimulação para recrutar unidades musculares (nível sensorial e motor) em região oral, faríngea e glótica, com finalidade de reorganização temporal e sequencial das fases da deglutição<sup>38,39</sup>.
- Realizar treinamento de força muscular expiratória resistida, a fim de regular a pressão subglótica, mobilidade do complexo hiolaríngeo, mobilização faríngea e gerenciamento de pressão positiva para tosse reflexa<sup>40-44</sup>.
- Monitorar o fluxo salivar em pacientes com presença da redução da frequência de deglutição, a fim de equalizá-lo ao desfecho esperado na terapia fonoaudiológica, discutindo com a equipe multiprofissional a tomada de decisão a curto, médio e longo prazo para indicação de medidas xerostômicas, por exemplo, técnicas não invasivas, medicamentosas, cirúrgicas, respectivamente<sup>38,45,46</sup>.
- Realizar a adaptação de dispositivo de válvula fonatória e de deglutição unidirecional em pacientes traqueostomizados dependentes ou não de ventilação mecânica invasiva, visando à reconexão das vias aéreas superiores e inferiores, com auxílio do fisioterapeuta e/ou médico; sendo concomitante à fonoterapia para proteção das vias aéreas, o mais brevemente possível. As avaliações da mecânica ventilatória são importantes para o sucesso da terapia e devem ser realizadas de forma conjunta com médicos e fisioterapeutas. Quando as condições fisiológicas relacionadas à mecânica ventilatória não forem favoráveis, discutir junto à equipe multiprofissional o momento oportuno para realização da utilização do dispositivo, ainda que breve, conquanto oportuna e constante<sup>47-51</sup>.

## D. Integração multiprofissional no tratamento do paciente disfágico

**Comentário:** Na linha de cuidado do paciente pós-extubação, é importante o alinhamento de condutas por toda a equipe multiprofissional, com o objetivo de uma melhor assistência e cuidado gerando impacto positivo na minimização de possíveis intercorrências. O cuidado multiprofissional adequado no disfágico impacta em menor aparecimento de pneumonias aspirativas, redução dos desperdícios relacionados ao custo do tratamento, menor tempo de internação e melhores resultados. A padronização de fluxos de processos (ações de intervenção) é necessária. Também é importante o acompanhamento dos dados multiprofissionais a partir dos resultados das ações desenvolvidas, uma vez que colabora para o conhecimento da efetividade das intervenções. A utilização desses indicadores é relevante para medir os processos e ações realizadas, garantindo assim a análise de melhorias e o conhecimento dos desfechos conjuntos e contribuindo para estruturação de uma UTI de alta performance<sup>11</sup>.

### Sugere-se:

- Realizar uma abordagem multidisciplinar para melhor identificação, diagnóstico e tratamento da disfagia, garantindo maior segurança no manejo clínico<sup>13</sup>.
- Realizar discussões multidisciplinares no formato integrativo para facilitar o planejamento terapêutico conjunto, conseguir maior assertividade na tomada de decisão reduzindo intervenções desnecessárias, alcançar objetividade nas condutas, tempo mais rápido de tratamento, maior satisfação do atendimento e redução de possíveis erros para o tratamento, além de permitir maior adesão às orientações e maior confiança nos cuidados prestados. A utilização de *bundle* para assistência deve ser construído de forma integrada e incorporando os altos níveis de evidência para o cuidado em saúde<sup>12</sup>.

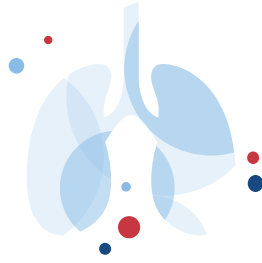
### Referências bibliográficas – Tema 28

- 1 - Marvin S. Evaluation and Treatment of Post-Extubation Dysphagia: The Importance of the Speech Pathologist in the Intensive Care Unit. Perspectives of the ASHA 174 Special Interest Groups. Vol. 7. 174-180. 2022.
- 2 - Christensen M, Trapl M. Development of a modified swallowing screening tool to manage post-extubation dysphagia. Nurs Crit Care. 2018 Mar;23:102-107. doi: 10.1111/nicc.12333. Epub 2017 Dec 28. PMID: 29285846.
- 3 - Johnson KL, Speirs L, Mitchell A, Przybyl H, Anderson D, Manos B, Schaenzer AT, Winchester K. Validation of a Postextubation Dysphagia Screening Tool for Patients After Prolonged Endotracheal Intubation. Am J Crit Care. 2018 Mar;27:89-96. doi: 10.4037/ajcc2018483. PMID: 29496764.
- 4 - Vizioli PT, Balzan FM, Dornelles S, Finard SA. Clinical findings of speech therapy swallowing assessments in patients with oropharyngeal dysphagia following orotracheal intubation. Clin Biomed Res [Internet]. 13º de abril de 2021 [citado 4º de março de 2023];40. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/hcpa/article/view/103060>
- 5 - Phothikun N, Thitisakulchai P, Tanvijit P, Yuyen T. The incidence and risk factors of post-extubation dysphagia in critically ill surgical patients: protocol for prospective observational study. Clin Crit Care [Internet]. 2022 Apr. 23 [cited 2023 Mar. 4];30:2022:e0006. Available from: <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/ccc/article/view/254965>
- 6 - Hongo T, Yamamoto R, Liu K, Yaguchi T, Dote H, Saito R, Masuyama T, Nakatsuka K, Watanabe S, Kanaya T, Yamaguchi T, Yumoto T, Naito H, Nakao A. Association between timing of speech and language therapy initiation and outcomes among post-extubation dysphagia patients: a multicenter retrospective cohort study. Crit Care. 2022 Apr 8;26:98. doi: 10.1186/s13054-022-03974-6.
- 7 - Lugaro Martín C, Ríos Fernando, Lauria Verónica, Jimenez Silvia, Mori Lilia Benito, Schoon Pablo. Incidencia de trastornos deglutorios post-extubación en cuidados intensivos, mediante evaluación fibroscópica. Rev. am. med. respir. [Internet]. 2017 Sep [citado 2023 Mar 05]; 17: 00-00. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1852-236X2017000300005&lng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-236X2017000300005&lng=es).
- 8 - Leder SB, Warner HL, Suiter DM, Young NO, Bhattacharya B, Siner JM, Davis KA, Maerz LL, Rosenbaum SH, Marshall PS, Pisani MA, Siegel MD, Brennan JJ, Schuster KM. Evaluation of Swallow Function Post-Extubation: Is It Necessary to Wait 24 Hours? Ann Otol Rhinol Laryngol. 2019 Jul;128:619-624. doi: 10.1177/0003489419836115.
- 9 - McRae J, Montgomery E, Garstang Z, Cleary E. The role of speech and language therapists in the intensive care unit. Journal of the Intensive Care Society. 2020;21:344-348. doi:10.1177/1751143719875687
- 10 - Perren, A., Zürcher, P. & Schefold, J.C. Clinical Approaches to Assess Post-extubation Dysphagia (PED) in the Critically Ill. Dysphagia 34, 475-486 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00455-019-09977-w>
- 11 - Beduneau, G., Souday, V., Richard, J.C. et al. Persistent swallowing disorders after extubation in mechanically ventilated patients in ICU: a two-center prospective study. Ann. Intensive Care 10, 138 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13613-020-00752-x>

- 12 - Starmer HM, Dewan K, Kamal A, Khan A, Maclean J, Randall DR. Building an integrated multidisciplinary swallowing disorder clinic: considerations, challenges, and opportunities. *Ann N Y Acad Sci*. 2020 Dec;1481:11-19. doi: 10.1111/nyas.14435. Epub 2020 Jul 19. PMID: 32686095.
- 13 - Dobak S, Kelly D. Tough Pill to Swallow: Postextubation Dysphagia and Nutrition Impact in the Intensive Care Unit. *Nutr Clin Pract*. 2021 Feb;36(1):80-87. doi: 10.1002/ncp.10602. Epub 2020 Nov 26. PMID: 33242222.
- 14 - Moraes DP, Sassi FC, Mangilli LD, Zilberstein B, de Andrade CR. Clinical prognostic indicators of dysphagia following prolonged orotracheal intubation in ICU patients. *Crit Care*. 2013 Oct 18;17:R243. doi: 10.1186/cc13069.
- 15 - Sassi FC, Ritto AP, de Lima MS, Valente Junior CN, Cardoso PFG, Zilberstein B, Saldiva PHN, de Andrade CRF. Characteristics of postintubation dysphagia in ICU patients in the context of the COVID-19 outbreak: A report of 920 cases from a Brazilian reference center. *PLoS One*. 2022 Jun 16;17:e0270107. doi: 10.1371/journal.pone.0270107
- 16 - Cichero, JAY, Steele, C., Duivesteyn, J. et al. A necessidade de terminologia e definições internacionais para alimentos com textura modificada e líquidos espessados usados no tratamento da disfagia: fundamentos de uma iniciativa global. *Curr Phys Med Rehabil Rep* 1, 280-291 (2013). <https://doi.org/10.1007/s40141-013-0024-z>.
- 17 - Steele, C.M., Alsanei, W.A., Ayanikalath, S. et al. The Influence of Food Texture and Liquid Consistency Modification on Swallowing Physiology and Function: A Systematic Review. *Dysphagia* 30, 2-26 (2015). <https://doi.org/10.1007/s00455-014-9578-x>
- 18 - Krieger R, Brady S, Stewart R, Terry A, Brady J. Predictors of returning to oral feedings after feeding tube placement for patients poststroke during inpatient rehabilitation. *Top Stroke Rehabil*. 2010;17:197-203. <https://doi.org/10.1310/tsr1703-197>.
- 19 - Maeshima S, Osawa A, Miyazaki Y, Seki Y, Miura C, Tazawa Y, Tanahashi N. Influence of dysphagia on short-term outcome in patients with acute stroke. *Am J Phys Med Rehabil*. 2011;90:316-20. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e31820b13b2>.
- 20 - Velasco, L.C., Imamura, R., Rêgo, A.P.V. et al. Sensitivity and Specificity of Bedside Screening Tests for Detection of Aspiration in Patients Admitted to a Public Rehabilitation Hospital. *Dysphagia* 36, 821-830 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00455-020-10198-9>
- 21 - Mourão AM, Lemos SMA, Almeida EO, Vicente LCC, Teixeira AL. Frequência e fatores associado à disfagia após acidente vascular cerebral. *CoDAS [Internet]*. 2016Jan;28(CoDAS, 2016 28(1)):66-70. Available from: <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20162015072>
- 22 - Zarkada A, Regan J. Inter-rater Reliability of the Dysphagia Outcome and Severity Scale (DOSS): Effects of Clinical Experience, Audio-Recording and Training. *Dysphagia*. 2018 Jun;33(3):329-336. DOI: 10.1007/s00455-017-9857-4. PMID: 29052050.
- 23 - Passos K de O dos, Cardoso MC de AF, Scheeren B. Associação entre escalas de avaliação de funcionalidade e severidade da disfagia pós-acidente vascular cerebral. *CoDAS [Internet]*. 2017;29(CoDAS, 2017 29(1)). Available from: <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20172016111>
- 24 - Silva, N. R. da, Ribeiro, J. C. S., Felipini, L. M. G., Mituuti, C. T., Luccas, G. R. de, Souza, J. R. de, Silva-Arone, M. M. A. da, & Berretin-Felix, G. (2021). Tradução e adaptação transcultural do "Modified Mann Assessment of Swallowing Ability (MMASA)" para a língua portuguesa do Brasil. *Tradterm*, 39, 52-79. <https://doi.org/10.11606/issn.2317-9511.v39p52-79>
- 25 - Yamada T, Ochiai R, Kotake Y. Mudanças na Pressão Máxima da Língua e Disfagia Pós-Operatória em Pacientes Mecanicamente Ventilados após Cirurgia Cardiovascular. *Indian J Crit Care Med* 2022;26:1253-1258
- 26 - Zhou Z, Vincent F, Salle JY, Antonini MT, Aliamou V, Daviet JC. Acute stroke phase voluntary cough and correlation with maximum phonation time. *Am J Phys Med Rehabil*. 2012;91:494-500.
- 27 - Yamaguchi S, Ishida M, Hidaka K, Gomi S, Takayama S, Sato K, et al. Relationship between swallowing function and breathing/phonation. *Auris Nasus Larynx*. 2018;45:533-9.
- 28 - Ko EJ, Chae M, Cho SR. Relationship Between Swallowing Function and Maximum Phonation Time in Patients With Parkinsonism. *Ann Rehabil Med*. 2018;42:425-432. Published 2018 Jun 27. doi:10.5535/arm.2018.42.3.425
- 29 - Lim JY, Yoo YH, Park CH, Joa KL, Jung HY. Use of the maximal phonation test for the screening of dysphagia in stroke patients: a preliminary study. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2020;56:41-6
- 30 - Zaga CJ, Berney S, Vogel AP. The Feasibility, Utility, and Safety of Communication Interventions With Mechanically Ventilated Intensive Care Unit Patients: A Systematic Review. *Am J Speech Lang Pathol*. 2019 Aug 9;28:1335-1355. doi: 10.1044/2019\_AJSLP-19-0001.
- 31 - Clark BW, Niessen T, Apfel A, Luckin J, Lee YZJ, Desai SV, Garibaldi BT. Relationship of Physical Examination Technique to Associated Clinical Skills: Results from a Direct Observation Assessment. *Am J Med*. 2022 Jun;135:775-782.e10. doi: 10.1016/j.amjmed.2021.11.021.
- 32 - O'Neil-Pirozzi TM, Lisiecki DJ, Jack Momose K, Connors JJ, Milliner MP. Simultaneous modified barium swallow and blue dye tests: a determination of the accuracy of blue dye test aspiration findings. *Dysphagia*. 2003;18:32-8.
- 33 - Belafsky PC, Blumenfeld L, LePage A, Nahrstedt K. The accuracy of the modified Evan's blue dye test in predicting aspiration. *Laryngoscope*. 2003;113:1969-72.
- 34 - Béchet S, Hill F, Gilheaney Ó, Walshe M. Diagnostic Accuracy of the Modified Evan's Blue Dye Test in Detecting Aspiration in Patients with Tracheostomy: A Systematic Review of the Evidence. *Dysphagia*. 2016 Dec;31:721-729. doi: 10.1007/s00455-016-9737-3.
- 35 - Speyer R, Baijens L, Heijnen M, Zwijnenberg I. Effects of therapy in oropharyngeal dysphagia by speech and language therapists: a systematic review. *Dysphagia*. 2010 Mar;25:40-65. Doi: 10.1007/s00455-009-9239-7. Epub 2009 Sep 17.
- 36 - Andrade JS, Souza WWOJ, Paranhos LR, Domenis DR, César CPHAR. Efeitos da Terapia da Fala em Pacientes Internados com Disfagia Pós-Acidente Cerebrovascular: Revisão Sistemática de Estudos Observacionais [Effects of Speech Therapy in Hospitalized Patients with Post-Stroke Dysphagia: A Systematic Review of Observational Studies]. *Acta Med Port*. 2017 Dec 29;30:870-881
- 37 - Choy J, Pourkazemi F, Anderson C, Bogaardt H. Dosages of swallowing exercises in stroke rehabilitation: a systematic review. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2023 Mar;280:1017-1045. doi: 10.1007/s00405-022-07735-7.
- 38 - Wong RK, Deshmukh S, Wyatt G, et al. Acupuncture-Like Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Versus Pilocarpine in Treating Radiation-Induced Xerostomia: Results of RTOG 0537 Phase 3 Study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2015;92:220-227. Doi:10.1016/j.ijrobp.2015.01.050
- 39 - Hammad AB, Elhamrawy EA, Abdel-Tawab H, Shafik MA, Sallam Y, Elzomor HM, Bahbah EI. Transcranial Magnetic Stimulation Versus Transcutaneous Neuromuscular Electrical Stimulation in Post Stroke Dysphagia: A Clinical Randomized Controlled Trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2022 Aug;31:106554. Doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2022.106554
- 40 - Kulnik ST, Birring SS, Hodsoll J, Moxham J, Rafferty GF, Kalra L. Higher cough flow is associated with lower risk of pneumonia in acute stroke. *Thorax*. 2016 May;71:474-5. doi: 10.1136/thoraxjnl-2015-207810. Epub 2016 Feb 1.
- 41 - Park JS, Oh DH, Chang MY, Kim KM. Effects of expiratory muscle strength training on oropharyngeal dysphagia in subacute stroke patients: a randomised controlled trial. *J Oral Rehabil*. 2016 May;43:364-72. doi: 10.1111/joor.12382.
- 42 - Eom MJ, Chang MY, Oh DH, Kim HD, Han NM, Park JS. Effects of resistance expiratory muscle strength training in elderly patients with dysphagic stroke. *NeuroRehabilitation*. 2017;41:747-752. doi: 10.3233/NRE-172192
- 43 - Moon JH, Jung JH, Won YS, et al. Effects of expiratory muscle strength training on swallowing function in acute stroke patients with dysphagia. *J Phys Ther Sci* 2017;29:609-12.



- 44 - Liaw, Mei-Yun MD a ; Hsu, Chia-Hao MD a ; Leong, Chau-Peng MD a ; Liao, Ching-Yi ST a ; Wang, Lin-Yi MD a ; Lu, Cheng-Hsien MD b ; Lin, Meng-Chih MD c,\* . Treinamento muscular respiratório em pacientes com AVC com fraqueza muscular respiratória, disfagia e disartria - um estudo prospectivo randomizado. *Medicine* 99:p e19337, março de 2020. | DOI: 10.1097/MD.00000000000019337
- 45 - Petracca M, Guidubaldi A, Ricciardi L, Ialongo T, Del Grande A, Mulas D, Di Stasio E, Bentivoglio AR. Botulinum Toxin A and B in sialorrhea: Long-term data and literature overview. *Toxicon*. 2015 Dec 1;107:129-40. Doi: 10.1016/j.toxicon.2015.08.014.
- 46 - Einhorn OM, Georgiou K, Tompa A. Salivary dysfunction caused by medication usage. *Physiol Int*. 2020 Jul;107:195-208. Doi: 10.1556/2060.2020.00019
- 47 - Hoorn S T, Elbers PW, Girbes AR, Tuinman PR. Communicating with conscious and mechanically ventilated critically ill patients: a systematic review. *Crit Care*. 2016;20:333.
- 48 - Sutt, AL., Caruana, L.R., Dunster, K.R. et al. Speaking valves in tracheostomised ICU patients weaning off mechanical ventilation - do they facilitate lung recruitment?. *Crit Care* 20, 91 (2016). <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1249-x>
- 49 - Freeman-Sanderson AL, Togher L, Elkins MR, Phipps PR. Return of voice for ventilated tracheostomy patients in ICU: a randomized controlled trial of early-targeted intervention. *Crit Care Med*. 2016;44:1075-81.
- 50 - Egbers, P.H., Boerma, E.C. Communicating with conscious mechanically ventilated critically ill patients: let them speak with deflated cuff and an in-line speaking valve!. *Crit Care* 21, 7 (2017). <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1587-8>
- 51 - Wallace S, McGowan S, Sutt A-L. Benefits and options for voice restoration in mechanically ventilated intensive care unit patients with a tracheostomy. *Journal of the Intensive Care Society*. 2023;24:104-111. doi:10.1177/17511437221113162



## TEMA 29

# Cuidados de enfermagem nos pacientes em suporte ventilatório invasivo e não invasivo

- A. Uso, troca de circuito, filtros, umidificadores e métodos de fixação da prótese ventilatória.
- B. Limpeza e conservação dos equipamentos.
- C. Cuidados durante banho e mudança de decúbito
- D. Cuidados durante a mobilização no leito
- E. Cuidados rotineiros de enfermagem na higiene bucal, alimentação oral e enteral
  - E.1 - Cuidados com dietas

**Comentário:** É competência da enfermagem montagem, testagem e instalação de aparelhos de ventilação mecânica invasiva e não invasiva, bem como a monitorização, checagem de alarmes, o ajuste inicial e o manejo dos parâmetros da ventilação mecânica, sob coordenação médica, tanto na estratégia invasiva quanto não invasiva. Além disso, a enfermagem pode realizar a coleta de sangue arterial para fins de monitorização respiratória<sup>1</sup>.

## A. Uso, troca de circuito, filtros, umidificadores e métodos de fixação da prótese ventilatória

### Sugere-se:

- Manter umidificação e aquecimento das vias aéreas inferiores durante a ventilação mecânica<sup>2</sup>.
- A condensação do circuito ventilador-paciente deve ser considerada como resíduo infeccioso e deve ser descartado de acordo com a política da comissão de controle de infecção hospitalar. Sendo o condensado um risco elevado para infecção, ele nunca deve ser drenado de volta para o reservatório do umidificador<sup>3</sup>.
- Substituir os dispositivos trocadores de umidade e calor a cada sete dias (higroscópico e hidrofóbico), desde que seja mantida a altura e posição adequada do dispositivo em relação ao tubo endotraqueal (o dispositivo deve ficar na posição vertical, conectado ao tubo e ao circuito, de forma que as microgotas e sujidades não o inundem). Em caso de sujidade, condensação ou dano, o filtro deve ser trocado imediatamente.
- Não realizar troca rotineira do circuito do ventilador mecânico, somente quando apresentar sujidade visível, dano ou ventilação prolongada (> 30 dias)<sup>4,5</sup>.
- É competência do enfermeiro a fixação e centralização do tubo traqueal nos pacientes intensivos, bem como a avaliação diária do fixador e a troca do ponto de apoio do tubo, a fim de

prevenir lesões orais, nas comissuras bucais e de face<sup>1,4</sup>. Além disso, a enfermagem participa da decisão de contenção dos membros superiores.

**Considerar:**

- É imprescindível realizar a medida de introdução do cateter de sucção fechado na via aérea, a fim de evitar lesão traqueal.
- O uso de cateteres de sucção fechados deve ser considerado, visto que é uma forma de prevenir infecções e evitar o desrecrutamento pulmonar. A troca do dispositivo deve ser a cada sete dias ou em caso de dano no material<sup>3,5</sup>.
- Antes de proceder a fixação do tubo endotraqueal, é ideal observar e registrar a medida (em centímetros) deste dispositivo na comissura labial para controle do posicionamento e cálculo de inserção do cateter de sucção fechado.
- A troca do circuito respiratório, do cateter de sucção fechado, filtros e umidificadores pode ser a cada sete dias ou quando houver dano no material. No caso dos filtros, se apresentar umidade, deve ser trocado imediatamente. É necessário o controle das datas de troca, é indicada a prescrição de enfermagem para realizar este controle.

## B. Limpeza e conservação dos equipamentos

**Sugere-se:**

- Os circuitos dos ventiladores mecânicos requerem desinfecção de alto nível ou esterilização<sup>6</sup>.
- Colocar todos os componentes que serão enviados para desinfecção de alto nível (válvula respiratória, umidificador ativo, sensor de fluxo e tubo expiratório, se usado/indicado, e outros conectores/componentes) em um recipiente fechado designado para transporte à unidade de esterilização de materiais<sup>7</sup>.
- Proceder a limpeza da superfície externa do ventilador (incluindo controles, caixa, carrinho e braço de suporte, tela sensível ao toque, cabo de alimentação e mangueira de abastecimento de gás) com um pano úmido ou lenço descartável embebido em detergente e água limpa e, em seguida, limpe qualquer resíduo de detergente restante com um pano seco sem fiapos<sup>7</sup>.

**Considerar:**

- Todas as peças do circuito respiratório precisam ser desconectadas uma das outras, a fim de garantir o contato da superfície com o produto. Deve ser realizado o controle rigoroso desses materiais para evitar perdas.
- A superfície do ventilador deve ser limpa com detergente padronizado pela instituição, baseado na orientação do fabricante do produto. Evitar o uso do álcool 70%, pois danifica os materiais. Limpar o dispositivo de cima para baixo.
- É necessário treinamento da equipe no ventilador, pois as orientações de conservação e limpeza variam conforme o fabricante.
- Quando o ventilador não estiver em uso, é necessário que após a limpeza seja mantido conectado à rede elétrica, a fim de garantir o bom uso da bateria.

## C. Cuidados durante banho e mudança de decúbito

**Considerar:**

- Eventos adversos graves são comuns e devem evitados. Banho tradicional apresenta menos efeitos adversos que o banho seco. A higiene oral deverá ser desvinculada do banho no leito.

**Sugere-se:**

- Não retirar a monitorização durante o procedimento, manter monitorização contínua (f, FC, PA, SatO<sub>2</sub>, índice cardíaco, pressão venosa central (PVC) e volume sistólico). Avaliar gráficos e anotar os parâmetros da VM, capnografia se presente, checar alarmes ventilatórios e do monitor<sup>4,8-10</sup>.
- Para o banho, utilizar lençol móvel e, no mínimo, com dois profissionais de enfermagem. O enfermeiro deverá avaliar o paciente antes da liberação do banho. É da responsabilidade da enfermagem evitar a realização do banho de rotina em caso de risco elevado de complicações hemodinâmicas, extubação acidental e falha no desmame ventilatório<sup>4,8-10</sup>.
- Para evitar a extubação acidental, deve-se manter adequadamente a fixação do tubo orotraqueal ou traqueostomia, não há evidência do melhor cadarço. O enfermeiro deve realizar a troca da fixação do tubo e avaliar a patência e o posicionamento, verificar a pressão do *cuff*. Analisar o posicionamento do dispositivo com a radiografia de tórax<sup>4,8,10</sup>.

## D. Cuidados durante a mobilização no leito

**Comentário:** Mobilizar pacientes diminui a duração da ventilação mecânica e previne *delirium*.

**Sugere-se:**

- O enfermeiro deve avaliar e orientar a mudança de decúbito de acordo com a necessidade, de 2/2 horas ou de 4/4 horas. Usar colchões de alívio de pressão. Realizar o procedimento com, no mínimo, dois profissionais de enfermagem com lençol móvel. O enfermeiro deve avaliar o paciente antes e depois do procedimento. Monitorar a oximetria de pulso, frequência cardíaca, pressão arterial, circuitos do ventilador e os alarmes<sup>9-14</sup>.

## E. Cuidados rotineiros de enfermagem na higiene bucal, alimentação oral e enteral

**Comentário:** Realizar a prescrição de higiene bucal. Não há evidências na indicação do uso de colutórios bucais.

**Sugere-se:**

- Escovar os dentes usando escova dental extra macia de cabeça pequena, após avaliação do enfermeiro ou cirurgião dentista. Avaliar a necessidade da frequência. Deve-se também realizar a hidratação oral e labial com óleo de coco. Devido ao risco de contaminação de escovas durante o armazenamento, avaliar a possibilidade de descarte, esterilização, a disponibilidade de peças descartáveis, que geralmente têm a possibilidade de substituir as cabeças da escova<sup>14-19</sup>.
- Uso de clorexidina tem a finalidade de prevenir a PAV, contudo uma metanálise com ensaios randomizados sugeriu que a clorexidina oral pode estar associada ao aumento da mortalidade. Deve-se monitorar o uso<sup>16,18-22</sup>.
- Verificação da pressão do *cuff* antes e depois da higiene bucal. Realizar a fixação e centralização do tubo traqueal, assim como a monitorização da pressão do *cuff* (balonete) da prótese em níveis seguros (20 a 30cmH<sub>2</sub>O)<sup>1,4,15</sup>.

### E.1 - Cuidados com dietas

**Dieta enteral**

**Comentário:** A interrupção da nutrição enteral (NE) na unidade de terapia intensiva (UTI) ocorre com frequência por vários motivos. Não existe um protocolo padrão para minimizar as interrupções da NE. Deve-se liberar a sonda enteral após sua posição no Rx.

## Sugere-se:

- Não descontinuar ou interromper a dieta enteral. Realizar a interrupção após a discussão com a equipe, em caso de complicações gastrointestinais, como vômitos.

## Considerar:

- Com o intuito de avaliar a resposta à dieta, avaliar a diferença entre o volume prescrito *versus* o infundido. Deve-se manter o uso da NE independentemente da presença de ruídos intestinais, a menos que haja suspeita de isquemia ou obstrução intestinal. Antes de interromper a dieta em caso de diarreia, recomenda-se analisar as causas da diarreia (por exemplo, infecção por *C. difficile*). Em caso de posição prona, a NE deve ser avaliada individualmente<sup>23-25</sup>.

## Referências bibliográficas – Tema 29

1. Conselho Federal de Enfermagem. Resolução COFEN N° 639/2020 . Dispõe sobre as competências do Enfermeiro no cuidado aos pacientes em ventilação mecânica no ambiente extra e intra-hospitalar. Available : [http://www.cofen.gov.br/resolucao-cofen-no-639-2020\\_79633.html](http://www.cofen.gov.br/resolucao-cofen-no-639-2020_79633.html)
2. Vargas, M. et al. Trocadores de calor e umidade (HMEs) e umidificadores aquecidos (HHs) em pacientes adultos em estado crítico: uma revisão sistemática, meta-análise e meta-regressão de ensaios clínicos randomizados. Crit Care 21 , 123 (2017). <https://doi.org/10.1186/s13054-017-1710-5>
3. Ruben, DR; Brian, KW. Humidification During Invasive and Noninvasive Mechanical Ventilation: 2012. Respiratory Care 2012;57(5):782-788. Available: <https://www.aarc.org/wp-content/uploads/2014/08/12.05.0782.pdf>
4. Barbas, CSV et al. Diretrizes brasileiras de ventilação mecânica. Associação de medicina intensiva brasileira (AMIB). Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT).2013. Available: <http://www.jornaldepneumologia.com.br/details/3242/en-US/diretrizes-brasileiras-de-ventilacao-mecanica-2013>;
5. Dean, RH et al. AARC Evidence-Based Clinical Practice Guidelines- Care of the Ventilator Circuit and Its Relation to Ventilator-Associated Pneumonia. Respiratory Care 2003;48(9):869 – 879. Available: <https://www.aarc.org/wp-content/uploads/2014/08/09.03.0869.pdf>
6. Rutala, WA; Gergen, MF; Weber, DJ. Impact of an oil-based lubricant on the effectiveness of the sterilization processes. Infect Control Hosp Epidemiol. 2008 Jan;29(1):69-72.
7. World Health Organization. Care, cleaning and disinfection of invasive mechanical ventilators. Available: <https://www.who.int/publications/m/item/care-cleaning-and-disinfection-of-nvasive-mechanical-ventilators>
8. Decormeille, G et al. Adverse Events in Intensive Care and Continuing Care Units During Bed-Bath Procedures: The Prospective Observational NURSIng during critical carE (NURSIE) Study. Crit Care Med. 2021 Jan 1;49(1):e20-e30. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33177361/>
9. Toledo, LV et al. Changes in body temperature of critically ill patients submitted to bed bathing: a crossover clinical trial. Rev Bras Enferm. 2021 May 21;74(2):e20200969. English, Portuguese. doi: 10.1590/0034-7167-2020-0969. PMID: 34037151. Available : <https://www.scielo.br/j/reben/a/JzznTbdJnGxjWKYKQBfKPsb/?lang=en>
10. Lesny, M et al. Adverse events during nursing care procedure in intensive care unit: The PREVENIR study. Intensive and Critical Care Nursing, 2020, 60, pp.102881 - . [ff10.1016/j.iccn.2020.102881](https://doi.org/10.1016/j.iccn.2020.102881). [ffhal-03492010](https://doi.org/10.1016/j.iccn.2020.102881)
11. Jocelyn Chew HS et al. Turning frequency in adult bedridden patients to prevent hospital-acquired pressure ulcer: A scoping review. Int Wound J. 2018 Apr;15(2):225-236. doi: 10.1111/iwj.12855. Epub 2017 Dec 15. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7949701/>
12. Hewitt, N; Bucknall, T; Faraone, NM. Lateral positioning for critically ill adult patients. Cochrane Database Syst Rev. 2016 May 12;2016(5):CD007205. doi: 10.1002/14651858.CD007205.pub2. PMID: 27169365; PMCID: PMC6465191.
13. Pires-Neto, RC et al. Early mobilization practice in a single Brazilian intensive care unit. J Crit Care. 2015 Oct;30(5):896-900. Available <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0883944115002993?via%3DIhu>.
14. Klompas, M. Potential strategies to prevent ventilator-associated events. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 192(12).December,2015. Available:<https://www.atsjournals.org/doi/pdf/10.1164/rccm.201506-1161CI>.
15. Melo, ACMA et al. Higiene bucal (HB) em pacientes internados em unidade de terapia intensiva (UTI) adulto.2021. Available:[https://www.amib.org.br/wp-content/uploads/2022/06/POP\\_HB\\_ADULTO\\_AMIB\\_-\\_2021-1.pdf](https://www.amib.org.br/wp-content/uploads/2022/06/POP_HB_ADULTO_AMIB_-_2021-1.pdf)
16. Pinto, ACS et al. Eficiência de diferentes protocolos de higiene bucal associados ao uso de clorexidina na prevenção da pneumonia associada à ventilação mecânica. J Bras Pneumol. 2021; 47 (1). Available: <https://www.jornaldepneumologia.com.br/details/3480/pt-BR/eficiencia-de-diferentes-protocolos-de-higiene-bucal-associados-ao-uso-de-clorexidina-na-prevencao-da-pneumonia-associada-a-ventilacao-mecanica>
17. Zambrano TBS et al. Evaluación de un protocolo de cepillado dental con aspiración en pacientes hospitalizados en la unidad de cuidados intensivos utilizando análisis de imagen y microbiología: estudio piloto. Medicina Intensiva. 2020;44(4):256-9. Available <https://www.medintensiva.org/es-evaluacion-un-protocolo-cepillado-dental-articulo-S0210569119301731?referer=buscador>
18. Sojung Lee et al. Chlorhexidine-Related Mortality Rate in Critically Ill Subjects in Intensive Care Units: A Systematic Review and Meta-Analysis. Respiratory Care, march 2019 vol 64(3).Available: <https://rc.rcjournal.com/content/64/3/337>
19. Khan, M et al. The effects of oral hygiene with 0.2% chlorhexidine with brushing to prevent ventilator-associated pneumonia in adult intensive care units European Respiratory Journal 2018 52: PA4697; Available: [https://erj.ersjournals.com/content/52/suppl\\_62/PA4697](https://erj.ersjournals.com/content/52/suppl_62/PA4697)
20. Labeau, SO; Conoscenti, E; Blot, SI. Less daily oral hygiene is more in the ICU: not sure. Intensive Care Med (2021) 47:334-336. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00134-020-06021-6>
21. Lorente L. To reduce the current rates of ventilator-associated pneumonia after implementation of the Pneumonia Zero program: This is the challenge. Medicina Intensiva (English Edition). 2021;45(8):501-5. Available <https://www.medintensiva.org/en-to-reduce-current-rates-ventilator-associated-articulo-S2173572721001016>
22. Scquizzato and Gazzato Critical Care. Adopting a smart toothbrush with artificial intelligence may improve oral care in patients admitted to the intensive care unit. Critical Care. 2019.23:223. Available <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-019-2512-8>
23. José, IB; Leandro-Merhi, VA; Aquino, JLB. Prescription and infusion of enteral nutritional therapy of critical patients in intensive care unit. Arq Gastroenterol. 2018 jul-sep;55(3):283-289. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30540093/>
24. Uozumi, M et al. Interruption of enteral nutrition in the intensive care unit: a single-center survey. Journal of Intensive Care (2017) 5:52. Available: <https://jintensivecare.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40560-017-0245-9>.



## TEMA 30

# Cuidados de fisioterapia nos pacientes em suporte ventilatório

**A** - Manobras e condutas fisioterapêuticas no paciente sob VM (SARA, Asma, DPOC, neuromuscular, neurológico, politrauma)

**A.1** - Terapia de remoção de secreções em pacientes mecanicamente ventilados

**A.2** - Terapia de expansão pulmonar

**A.3** - Treinamento muscular inspiratório

**B**. Mobilização precoce na VMI e VNI

**B1**. Indicação

**B2**. Como realizar

**B3**. Cuidados especiais

**C**. Terapia inalatória na respiração espontânea, VNI e VM invasiva

**C.1** - Terapia inalatória na VNI

**C.2** - Terapia inalatória em ventilação mecânica invasiva

## A. Manobras e condutas fisioterapêuticas no paciente sob VM (SARA, asma, DPOC, neuromuscular, neurológico, politrauma)

**Comentário:** Pacientes internados na unidade de terapia intensiva (UTI) apresentarão um risco importante de desenvolver complicações graves, sejam elas respiratórias ou dos músculos periféricos. Geralmente, esses pacientes ficam restritos ao leito, fazendo com que a imobilidade resulte na fraqueza muscular adquirida na UTI (FAUTI) e, conseqüentemente, venha a apresentar um aumento do tempo de ventilação mecânica, internação, sedação e morbimortalidade<sup>1</sup>. Os efeitos nocivos do repouso ao leito não se limitam somente ao sistema músculo-esquelético, mas também afetam outros sistemas do corpo. As alterações observadas no sistema cardíaco incluem taquicardia, hipotensão postural, diminuição do pico de captação de oxigênio, volume sistólico e débito cardíaco devido à perda de fluidos. A diminuição do volume ventilatório e da eliminação de secreções é causada pela posição supina, resultando em atelectasia e pneumonia. Problemas residuais, que incluem redução da função física e diminuição da qualidade de vida, são frequentemente vivenciados por sobreviventes de doenças críticas<sup>2</sup>.

### A.1 - Terapia de remoção de secreções em pacientes mecanicamente ventilados

#### **Sugere-se:**

- Terapias de remoção de secreções, como posicionamento, hiperinsuflação manual ou no ventilador, compressão e oscilação da parede torácica de alta frequência, devem ser usadas para

melhorar a oxigenação e a eliminação de secreções em pacientes sob ventilação mecânica<sup>3</sup>. Indica-se o uso dessas terapias quando ocorre aumento da resistência de vias aéreas associado a um padrão de dente de serra na curva de fluxo-volume do ventilador, secreções visíveis no tubo endotraqueal e/ou presença de roncos na ausculta pulmonar<sup>4,5</sup>.

**Considerar:**

- Utilizar preferencialmente as manobras de hiperinsuflação no ventilador (HV) para a terapia de remoção de secreções. Embora tanto a hiperinsuflação no ventilador quanto a hiperinsuflação manual (HM) tenham se mostrado igualmente efetivas no aumento do volume de secreções aspiradas<sup>6,7</sup>, HM necessita de desconexão do ventilador, causando perda de PEEP e possível desrecrutamento<sup>5</sup>, enquanto HV permite manter o paciente conectado ao ventilador, com monitorização das variações de pressão, fluxo e volume.

**Sugere-se:**

- Quando manobras de hiperinsuflação no ventilador forem aplicadas com finalidade de remoção de secreções, sugere-se realizá-las em modo volume controlado (VCV), com fluxo de 20L/min e incrementos no volume corrente de 200 em 200ml até que o pico de pressão de 40cmH<sub>2</sub>O seja atingido, ou em modo PSV, com aumento da pressão de suporte até que o pico de pressão de 40cmH<sub>2</sub>O seja atingido<sup>8</sup>.
- Evitar o uso rotineiro da instilação de solução salina normal (isotônica) durante os procedimentos de aspiração traqueal, por ter apresentado efeitos adversos potenciais na saturação de oxigênio e na estabilidade cardiovascular, além de contribuir com a pneumonia associada à ventilação mecânica<sup>4,8,9</sup>.

**Considerar:**

- As terapias de remoção de secreções, que têm como finalidade o aumento do fluxo expiratório, devem permitir um pico de fluxo expiratório pelo menos 33L/min maior que o pico de fluxo inspiratório, para favorecer o deslocamento de secreções da periferia para as vias aéreas centrais<sup>11,13</sup>.
- Evitar manobras de compressão torácica em pacientes que apresentem limitação do fluxo expiratório, pela possibilidade de ampliar o colapso das vias aéreas periféricas<sup>10</sup>.

## A.2 - Terapia de expansão pulmonar

**Considerar:**

- A terapia de expansão pulmonar pode ser aplicada em caso de atelectasias e/ou redução da complacência estática do sistema respiratório, desde que não haja contraindicação para tal<sup>13</sup>.
- Evitar o uso de manobras compressivas torácicas manuais com finalidade de expansão pulmonar, haja visto que a melhora na complacência é apenas transitória e a falta de evidências de que essas manobras, implementadas em pacientes mecanicamente ventilados, possam mudar quaisquer desfechos<sup>12-14</sup>.

## A.3 - Treinamento muscular inspiratório

**Sugere-se:**

- Implementar treinamento muscular inspiratório para pacientes ventilados na UTI por mais de sete dias e naqueles que falharam no desmame da ventilação mecânica por fraqueza muscular respiratória<sup>16-18</sup>.

## B. Mobilização precoce na VMI e VNI

### Sugere-se:

- Previamente ao atendimento fisioterapêutico, deve ser realizado o diagnóstico fisioterapêutico através da utilização de ferramentas para avaliação de força muscular periférica, sendo possível o *hand grip* (força de preensão palmar) ou escore *Medical Research Council* (MRC). A funcionalidade pode ser avaliada através de escalas funcionais validadas no Brasil, tais como *Perme Escore*, escala de mobilidade em UTI, escala de estado funcional para UTI (FSS-ICU) e teste da função física na UTI (PFIT)<sup>19-21</sup>.

### B.1 - Sobre indicação

**Comentário:** O atendimento fisioterapêutico é recomendado em pacientes adultos (idade  $\geq 18$  anos) sob suporte ventilatório invasivo ou não invasivo por 48 horas ou mais, ou aqueles internados pelo menos a 72 horas em ventilação espontânea. Os pacientes devem apresentar estabilidade hemodinâmica e (PAS  $> 90$ mmHg e  $< 170$ mmHg) e respiratória (saturação de oxigênio - SpO<sub>2</sub>  $> 90\%$ , com fração inspirada de oxigênio  $\leq 60\%$  e frequência respiratória  $< 25$ irpm), de preferência cooperativos e sem hipertensão intracraniana.

### B.2 - Como realizar

#### Considerar:

- O início da mobilização precoce deve começar em até 72 horas, sejam pacientes internados em UTI clínica ou cirúrgica, ou ainda aqueles que estejam a 48 horas ou mais em suporte ventilatório invasivo ou não invasivo.
- A dose adequada da mobilização precoce é definida pela eficácia clínica e pela tolerância individual.
- Embora factível, a mobilização passiva realizada manualmente não tem demonstrado, em estudos, prevenir a perda de força e massa muscular, funcionalidade ou reduzir a rigidez articular.
- Havendo a cooperação do paciente pode ser realizado exercícios ativos, podendo os mesmos serem divididos em três vezes ao dia em períodos de 30 minutos.
- Uma importante ferramenta a ser utilizada com o objetivo de verticalização do paciente é a prancha ortostática, que pode ser utilizada até uma hora por dia, ou ainda, dividida em até duas vezes por dia com períodos de 30 minutos.
- Os pacientes podem, durante a estratégia de mobilização precoce, serem submetidos à utilização de cicloergômetro passivo pelo período de 20 minutos a 20 ciclos/minuto. Para os pacientes colaborativos, pode ser utilizado o cicloergômetro ativo pelo período de 20 minutos ou em até duas sessões diárias de 10 minutos.
- A utilização de estimulação elétrica neuromuscular (EENM) está associada à redução da ocorrência de FAUTI, alterações morfológicas musculares, no escore MRC, na mortalidade na UTI e no tempo de permanência na UTI de pacientes em ventilação mecânica.

### B.3 - Cuidados especiais

**Comentário:** A mobilização precoce é segura com eventos adversos relacionados principalmente com alterações hemodinâmicas e/ou respiratórias, de baixa frequência e reversíveis com a interrupção da intervenção.



## C. Terapia inalatória na VNI e VM invasiva

**Comentário:** Não compete ao fisioterapeuta a administração de fármacos inalatórios. Algumas considerações são necessárias para melhorar a eficiência na entrega do aerossol pela equipe de enfermagem.

### C.1 - Terapia inalatória na VNI

#### Considerar:

- Utilizar a terapia inalatória preferencialmente em modo *BiLevel*. A utilização de pressão de suporte (PSV) entre 10 e 15cmH<sub>2</sub>O pode promover uma deposição pulmonar mais uniforme do aerossol<sup>22</sup>.
- Prover adequado acoplamento da máscara à face do paciente, evitando fugas e perda do aerossol, além de reduzir a deposição do aerossol nos olhos do paciente<sup>23</sup>.
- Em circuitos de ramo único com máscara não ventilada, a colocação do dispositivo de inalação (inalador dosimetrado ou nebulizador) entre a válvula de exalação e a interface permite menor perda do aerossol<sup>24</sup>.
- Em circuitos de ramo duplo com máscara não ventilada ou ramo único com máscara ventilada, o dispositivo de inalação deve ser colocado entre o circuito e a interface<sup>24</sup>.

### C.2 - Terapia inalatória em ventilação mecânica invasiva

#### Considerar<sup>25-28</sup>:

- Utilizar preferencialmente os nebulizadores de malha vibratória ou os inaladores pressurizados dosimetrados (pMDI) para a administração de fármacos inalatórios aos pacientes sob ventilação mecânica invasiva.
- Ao utilizar o nebulizador de malha vibratória ou o nebulizador a jato, considere colocá-los entre a porção terminal do circuito inspiratório e a peça Y. No entanto, quando um umidificador aquecido for a opção de escolha para umidificação, com o fluxo de base do ventilador ativado (sensibilidade a fluxo), sugere-se colocar o nebulizador conectado à porta de entrada ou de saída do umidificador aquecido, no ramo inspiratório do circuito.
- Ao utilizar nebulizadores de malha ou nebulizadores a jato, o filtro trocador de calor e umidade (HME/F) deve ser retirado.
- Quando o pMDI for o dispositivo de escolha para administração do fármaco inalatório, adaptá-lo preferencialmente a um espaçador com volume maior que 150ml e colocá-lo no ramo inspiratório a 15cm da peça Y.
- Quando um HME/F for utilizado, o pMDI deve ser colocado após o HME/F (próximo ao paciente), evitando a necessidade de desconexão para a retirada do filtro durante a administração do fármaco. Nessa condição, optar por espaçadores retráteis ou adaptadores de pequeno volume para evitar o aumento substancial do espaço morto instrumental.
- O acionamento do pMDI deve ser sincronizado com o disparo do ventilador (início do fluxo inspiratório). Aguardar pelo menos 15 segundos entre cada *puff*.
- Não há necessidade de mudança do modo ventilatório ou de ajustes do ventilador com único propósito de aumentar a eficiência da entrega do aerossol.

#### Referências bibliográficas – Tema 30

1. Alaparthi GK, Gatty A, Samuel SR, Amaravadi SK. Effectiveness, Safety, and Barriers to Early Mobilization in the Intensive Care Unit. *Crit Care Res Pract.* 2020 Nov 26;2020:7840743.

2. Zang K, Chen B, Wang M, Chen D, Hui L, Guo S, Ji T, Shang F. The effect of early mobilization in critically ill patients: A meta-analysis. *Nurs Crit Care*. 2020 Nov;25(6):360-367.
3. van der Lee L, Hill AM, Jacques A, Patman S. Efficacy of Respiratory Physiotherapy Interventions for Intubated and Mechanically Ventilated Adults with Pneumonia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Physiotherapy Canada Physiotherapie Canada*. 2021;73(1):6-18.
4. Blakeman TC, Scott JB, Yoder MA, Capellari E, Strickland SL. AARC Clinical Practice Guidelines: Artificial Airway Suctioning. *Respiratory Care*. 2022;67(2):258-271.
5. Sole ML, Bennett M, Ashworth S. Clinical Indicators for Endotracheal Suctioning in Adult Patients Receiving Mechanical Ventilation. *American Journal of Critical Care*. 2015;24(4):318-324.
6. Valer BB, Bonczynski GS, Scheffer KD, et al. Ventilator versus manual hyperinflation in adults receiving mechanical ventilation: A systematic review. *Physiotherapy Research International*. 2022;27(2):e1936.
7. Martinez BP, Lobo LL, de Queiroz RS, Saquetto MB, Júnior LAF, Correia HF, da Silva E Silva CM, Alves IGN, Neto MG. Effects of ventilator hyperinflation on pulmonary function and secretion clearance in adults receiving mechanical ventilation: A systematic review with meta-analysis. *Heart Lung*. 2022 Nov-Dec;56:8-23. doi: 10.1016/j.hrtlng.2022.05.011. Epub 2022 May 29. PMID: 35649308.
8. Ribeiro BS, Lopes AJ, Menezes SLS, Guimarães FS. Selecting the best ventilator hyperinflation technique based on physiologic markers: A randomized controlled crossover study. *Heart Lung*. 2019 Jan;48(1):39-45. doi: 10.1016/j.hrtlng.2018.09.006. Epub 2018 Oct 16. PMID: 30336946.
9. Lockstone J, Love A, Chian K, Garnham K, Brumby S, Parry SM. Benefits and risks of ventilator hyperinflation in mechanically ventilated intensive care patients: A systematic review and meta-analysis. *Australian critical care : official journal of the Confederation of Australian Critical Care Nurses*. 2023.
10. Wang CH, Tsai JC, Chen SF, et al. Normal saline instillation before suctioning: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Australian critical care : official journal of the Confederation of Australian Critical Care Nurses*. 2017;30(5):260-265.
11. Lorente L, Blot S, Rello J. New issues and controversies in the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010;182(7):870-876.
12. Guimarães FS, Lopes AJ, Constantino SS, Lima JC, Canuto P, de Menezes SL. Expiratory rib cage Compression in mechanically ventilated subjects: a randomized crossover trial [corrected]. *Respir Care*. 2014;59(5):678-685.
13. Li Bassi G, Saucedo L, Marti JD, et al. Effects of duty cycle and positive end-expiratory pressure on mucus clearance during mechanical ventilation\*. *Crit Care Med*. 2012;40(3):895-902.
14. Unoki T, Kawasaki Y, Mizutani T, Fujino Y, Yanagisawa Y, Ishimatsu S, Tamura F, Toyooka H. Effects of expiratory rib-cage compression on oxygenation, ventilation, and airway-secretion removal in patients receiving mechanical ventilation. *Respir Care*. 2005 Nov;50(11):1430-7.
15. Chen YH, Yeh MC, Hu HC, et al. Effects of Lung Expansion Therapy on Lung Function in Patients with Prolonged Mechanical Ventilation. *Canadian respiratory journal*. 2016;2016:5624315.
16. Worrapphan S, Thammata A, Chittawatannarat K, Saokaew S, Kengkla K, Prasannarong M. Effects of Inspiratory Muscle Training and Early Mobilization on Weaning of Mechanical Ventilation: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2020;101(11):2002-2014.
17. Vorona S, Sabatini U, Al-Maqbali S, et al. Inspiratory Muscle Rehabilitation in Critically Ill Adults. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Annals of the American Thoracic Society*. 2018;15(6):735-744.
18. Volpe MS, Aleixo AA, Almeida PRMNd. Influence of inspiratory muscle training on weaning patients from mechanical ventilation: a systematic review. *Fisioterapia em Movimento*. 2016;29.
19. Aquim EE, Bernardo WM, Buzzini RF, Azeredo NSG de, Cunha LS da, Damasceno MCP, et al.. Diretrizes Brasileiras de Mobilização Precoce em Unidade de Terapia Intensiva. *Rev bras ter intensiva [Internet]*. 2019 Oct;31(4):434-43. Available from: <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20190084>
20. Nakanishi N, Yoshihiro S, Kawamura Y, Aikawa G, Shida H, Shimizu M, Fujinami Y, Matsuoka A, Watanabe S, Taito S, Inoue S. Effect of Neuromuscular Electrical Stimulation in Patients With Critical Illness: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Crit Care Med*. 2023 Oct 1;51(10):1386-1396.
21. Cheng J, Kong J, Wang R, Ji K, Gao H, Yao L, Ding N, Zhang Z. [Meta-analysis of effects of neuromuscular electrical stimulation of lower limbs on patients with mechanical ventilation in intensive care unit]. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*. 2021 Oct;33(10):1243-1248.
22. Dhand R. Aerosol therapy in patients receiving noninvasive positive pressure ventilation. *Journal of aerosol medicine and pulmonary drug delivery*. 2012;25(2):63-78.
23. Hess DR. Aerosol Therapy During Noninvasive Ventilation or High-Flow Nasal Cannula. *Respiratory Care*. 2015;60(6):880-893.
24. Michotte JB, Jossen E, Roeseler J, Liistro G, Reyhler G. In vitro comparison of five nebulizers during noninvasive ventilation: analysis of inhaled and lost doses. *Journal of aerosol medicine and pulmonary drug delivery*. 2014;27(6):430-440.
25. Ari A, Areabi H, Fink JB. Evaluation of Aerosol Generator Devices at 3 Locations in Humidified and Non-humidified Circuits During Adult Mechanical Ventilation. *Respiratory Care*. 2010;55(7):837-44
26. Lyu S, Li J, Yang L, Du X, Liu X, Chuan L, Jing G, Wang Z, Shu W, Ye C, Dong Q, Duan J, Fink JB, Gao Z, Liang Z. The utilization of aerosol therapy in mechanical ventilation patients: a prospective multicenter observational cohort study and a review of the current evidence. *Ann Transl Med*. 2020 Sep;8(17):1071.
27. Montigaud, Y., Georges, Q., Leclerc, L. et al. Impact of gas humidification and nebulizer position under invasive ventilation: preclinical comparative study of regional aerosol deposition. *Sci Rep* 13, 11056 (2023).
28. Li J, Liu K, Lyu S, Jing G, Dai B, Dhand R, Lin HL, Pelosi P, Berlinski A, Rello J, Torres A, Luyt CE, Michotte JB, Lu Q, Reyhler G, Vecellio L, de Andrade AD, Rouby JJ, Fink JB, Ehrmann S. Aerosol therapy in adult critically ill patients: a consensus statement regarding aerosol administration strategies during various modes of respiratory support. *Ann Intensive Care*. 2023 Jul 12;13(1):63



## TEMA 31

# Cuidados nutricionais no paciente sob VM

- A. Triagem e avaliação nutricional
  - A.1 - Método de determinação das necessidades calóricas
  - A.2 - Determinação das necessidades proteicas
  - A.3 - Vias de administração
  - A.4 - Início precoce de nutrição enteral
  - A.5 - Estratégias para otimizar a administração de nutrição enteral em pacientes graves em VM
    - A.5.1 - Cabeceira elevada
    - A.5.2 - Posicionamento da sonda
    - A.5.3 - Monitoramento do resíduo gástrico
    - A.5.4 - Nutrição enteral contínua comparada a outros métodos
    - A.5.5 - Estabelecimento de protocolo de terapia nutricional
- B. Cuidados específicos.
  - B.1 - Dieta enteral enriquecida
  - B.2 - Risco de síndrome de realimentação
  - B.3 - Micronutrientes (vitaminas e minerais)

## A. Triagem e avaliação nutricional

**Comentário:** A triagem nutricional para identificação de pacientes que estão desnutridos ou em processo de desnutrição é o primeiro passo na sistematização do cuidado em nutrição. Pacientes desnutridos apresentam maior risco de permanecerem mais tempo em VM, maior morbidade, maior tempo de internação na UTI e hospitalar e maior mortalidade<sup>1-5</sup>.

### Considerar:

- Realizar triagem nutricional (TN) de pacientes graves em VM em 24 a 48 horas de internação na UTI<sup>6,7</sup>. Após identificação de presença de risco nutricional, realizar avaliação nutricional (AN) completa. Utilizar instrumentos validados para TN e AN<sup>4</sup>.

### A.1 - Método de determinação das necessidades calóricas

**Comentário:** Não está totalmente definido o melhor método para avaliar as necessidades de energia para o paciente crítico nas diferentes fases da doença e tratamento. Para determinação das necessidades energéticas são utilizadas a calorimetria indireta (CI) como padrão-ouro e as equações/fórmulas preditivas. Recentes metanálises apresentaram resultados divergentes<sup>8-11</sup>, com tendência de redução de mortalidade nos grupos que a oferta calórica foi guiada por calorimetria indireta<sup>8-10</sup>. Pacientes críticos que foram hiperalimentados permaneceram por mais tempo em ventilação mecânica<sup>12</sup>.

### Sugere-se:

- A CI possibilita compreender o metabolismo do paciente grave de forma individualizada, no entanto não é capaz de distinguir a produção endógena de energia, presente principalmente na fase aguda da doença<sup>13</sup>. Quando disponível, sugere-se que a determinação das necessidades calóricas de pacientes graves em VM seja estimada por CI considerando a condição clínica e frequência de realização<sup>7,8,14</sup>.

### Considerar:

- Fórmulas preditivas/equações ou cálculo baseado no peso podem ser utilizados para guiar a oferta calórica de pacientes graves em VM. A oferta de energia deve ser progressiva, uma vez que atingir aporte pleno (100%) de calorias na fase aguda da doença pode acarretar em hiperalimentação.
- Cerca de 70% do gasto energético estimado por CI pode ser oferecido ou estimado por equações preditivas na fase aguda da doença, conforme condição clínica<sup>8</sup>.
- Há a possibilidade de progredir para 80-100% da meta calórica estimada após o terceiro dia<sup>8</sup>.
- Se for utilizado cálculo baseado no peso, considerar aporte entre 12 e 25kcal/kg progressivamente implementada<sup>8,15</sup>, evitando o risco de síndrome da realimentação até atingir a meta pretendida em torno de 25kcal/kg ou mais, de acordo com a tolerância e avaliação clínica diária e individualizada nos primeiros sete a 10 dias de internação na UTI<sup>15</sup>.
- Avaliar a possibilidade de reduzir a alimentação quando, na vigência da associação de NE com nutrição parenteral, estiver relacionada a problemas de controle glicêmico, acidose respiratória, altas concentrações plasmáticas de triglicerídeos<sup>15</sup>.
- Nos cálculos da oferta de energia, considerar as calorias não nutricionais (ver item síndrome da realimentação).

## A.2 - Determinação das necessidades proteicas

**Comentário:** Pacientes graves cursam com elevado catabolismo proteico, que é uma resposta adaptativa à lesão/estresse e visa atender a demanda de aminoácidos, principalmente para reparo de tecidos, gliconeogênese, síntese de proteínas da fase aguda e células de rápida proliferação e manutenção de massa muscular e funcionalidade. Destaca-se a resistência anabólica que é marcada nesse grupo de pacientes<sup>16</sup>. Quanto à forma de administração, foi observado que uma maior ingestão proteica nos primeiros dias de terapia nutricional pode ser prejudicial<sup>17-19</sup>, enquanto uma oferta proteica gradual durante a primeira semana foi associada à uma menor mortalidade em seis meses<sup>19</sup>. A oferta de proteína realizada de forma progressiva, associada a exercício de resistência, melhora o aspecto físico da qualidade de vida e a sobrevivência de pacientes graves<sup>20</sup>. A oferta proteica, quando associada com estimulação elétrica muscular, também proporcionou melhor manutenção do volume do muscular<sup>21</sup>.

### Considerar:

- Em pacientes graves em VM, considerar a oferta de dieta com aporte proteico individualizado, variando de 1,2-2g/kg<sup>15</sup> de peso atual/seco por dia ou peso predito calculado para o IMC 25kg/m<sup>2</sup> para pacientes obesos. A oferta de proteínas deve ser realizada de forma gradativa: 0,8g/kg (dias 1-2); 0,8-1,2g/kg (dias 3-5) e > 1,2g/kg a partir do quinto dia<sup>19</sup>. A oferta proteica progressiva pode ser associada a exercícios físicos para obtenção de melhores resultados clínicos e de funcionalidade.

## A.3 - Vias de administração

**Comentário:** Recente diretriz da ASPEN (2022)<sup>15</sup> recomenda que sejam aceitas nutrição enteral (NE) e nutrição parenteral (NP) na primeira semana de internação na UTI. Autores chamam

atenção que o efeito da NE, associada à redução no número de complicações infecciosas, ocorreu em ensaios nos quais pacientes do grupo NP receberam mais energia do que os do grupo NE<sup>15,22</sup>. Deve-se considerar que a NE proporciona benefícios para a integridade do trato gastrointestinal no paciente com adequada perfusão gastrintestinal. A manutenção da integridade intestinal reduz o risco de translocação bacteriana, que pode acarretar em infecção sistêmica e maior probabilidade de síndrome da disfunção de múltiplos órgãos<sup>6</sup>.

**Considerar:**

- Utilizar a via enteral como primeira opção quando o paciente estiver adequadamente perfundido e com o trato gastrintestinal viável<sup>7,8</sup>. Evitar iniciar NP em pacientes graves em VM até que todas as estratégias para otimizar a NE sejam esgotadas<sup>8</sup>. Evitar suplementar a NE com NP antes do sétimo dia de admissão na UTI<sup>15</sup>. Pacientes com desnutrição grave, tendo contraindicação para NE, devem ser avaliados para a possibilidade de iniciar NP precoce e progressiva<sup>8</sup>. Quando for indicado NP de forma precoce, esta deverá ser equivalente à energia da NE, com evolução progressiva.

#### A.4 - Início precoce de nutrição enteral

**Comentário:** A nutrição administrada por via enteral auxilia na manutenção da integridade funcional do trato gastrointestinal por manter as junções das células intraepiteliais, estimular o fluxo sanguíneo e induzir a liberação de substâncias tróficas. Evidências de ensaios clínicos randomizados sugerem que a nutrição enteral iniciada nas primeiras 48h correlaciona-se com melhores desfechos clínicos (redução de mortalidade e complicações infecciosas) em pacientes graves<sup>23</sup>. Estudos observacionais recentes questionam o benefício dessa intervenção ou não identificaram impacto na redução dos desfechos clínicos, quando ajustado para gravidade da doença<sup>24-26</sup>.

**Considerar:**

- Iniciar nutrição enteral sempre que possível nas primeiras 48h após adequada reanimação volêmica com melhora de parâmetros de perfusão. Adiar a NE se o choque não estiver controlado e os objetivos hemodinâmicos e de perfusão tecidual não forem alcançados. Iniciar a NE em baixa dose assim que o choque for controlado com fluidos e vasopressores/inotrópicos<sup>27</sup>. Antes de iniciar NE, considerar o risco de síndrome de realimentação<sup>28,29</sup>.

#### A.5 - Estratégias para otimizar a administração de nutrição enteral em pacientes graves em VM

##### A.5.1 - Cabeceira elevada

**Considerar:**

- Quando o paciente encontra-se em posição supina, visando evitar aspiração do conteúdo gástrico, considerar manter a cabeceira do leito elevada em ângulo entre 30 e 45 graus, salvo contraindicação para todos os pacientes intubados recebendo nutrição enteral<sup>6,7,30-32</sup>. Pacientes em posição prona, quando a NE é introduzida, se possível a cabeceira da cama deve ser mantida elevada (*Trendelenburg* reverso) a pelo menos 10-25 graus para diminuir o risco de aspiração do conteúdo gástrico, edema facial e hipertensão intra-abdominal<sup>33</sup>.

##### A.5.2 - Posicionamento da sonda

**Comentário:** A escolha do posicionamento da sonda de alimentação deve considerar a expertise institucional, previsão de tempo de utilização e presença de intolerância gastrointestinal. Meta-análise recente, que incluiu mais de 3.000 pacientes, comparou a alimentação por sonda gástrica

*versus* pós-pilórica em pacientes graves e identificou menor incidência de refluxo de conteúdo gástrico quando utilizado posicionamento pós-pilórico<sup>34</sup>. Menor incidência de complicações gastrointestinais foi identificada com a utilização de sonda em posição pós-pilórica, porém com limitação de generalização devido achado se basear em estudos unicêntricos. Não houve benefício do posicionamento pós-pilórico em relação ao desfecho mortalidade, assim como foi identificada grande heterogeneidade na análise dos demais desfechos clínicos avaliados (tempo de VM, internação na UTI e hospitalar não podendo concluir benefícios).

#### **Considerar:**

- As duas vias de nutrição enteral - gástrica e pós-pilórica - podem ser utilizadas para oferecer NE ao paciente grave em VM. A via gástrica pode ser utilizada como primeira opção<sup>6-8,35</sup>.
- A escolha da posição da sonda deve levar em consideração a condição clínica do paciente e a expertise da instituição.
- O posicionamento pós-pilórico para pacientes com intolerância à alimentação gástrica<sup>6-8,35</sup>, atraso no esvaziamento gástrico não solucionado com procinético<sup>8</sup> ou outra contraindicação gástrica.
- Para pacientes com elevado risco de aspiração<sup>6-8,35</sup>, considerar posicionar a sonda pós-pilórica<sup>8</sup>.
- Para pacientes com indicação de uso de NE por período superior a quatro semanas, pode ser usada gastrostomia ou jejunostomia<sup>36</sup>.
- O uso de bombas de infusão para administração da dieta enteral deve ser considerado para pacientes graves em VM.

### A.5.3 - Monitoramento do resíduo gástrico

**Comentário:** O monitoramento do volume residual gástrico (VRG) em pacientes com NE tem o objetivo de identificar alterações no esvaziamento gástrico e ocorrência de distensão e reduzir o risco de aspiração traqueal do conteúdo gástrico. Não existe técnica padronizada e validada para aferição do VRG e existe bastante controvérsia sobre o impacto da utilização do VRG nos desfechos clínicos<sup>37-39</sup>.

#### **Considerar:**

- A avaliação do VRG deve estar inserida em uma avaliação mais ampliada de presença de disfunção gastrointestinal (DGA)<sup>40-42</sup> e guiar a equipe para um cuidado individualizado, com estratégias que busquem aumentar a tolerância da NE. Deve-se evitar a suspensão da NE para VRG < 500ml na ausência de outros sinais de intolerância<sup>6</sup>. Considerar posicionamento pós-pilórico do tubo de alimentação e utilização de procinéticos para pacientes com elevados VRG<sup>36</sup>.

### A.5.4 - Nutrição enteral contínua comparada a outros métodos

**Comentário:** Revisões sistemáticas e metanálises recentes são inconclusivas sobre o melhor método de tempo de infusão para administrar NE para pacientes graves em VM<sup>43-44</sup>. Há maior variação nas concentrações de glicose sérica quando administrada NE de forma intermitente, em comparação à administração de forma contínua. Dois eventos adversos relacionados ao controle glicêmico foram reportados no grupo que recebeu NE de forma intermitente (infusão em *bolus* de NE com seringa em 3-5 minutos via sonda gástrica)<sup>45</sup>.

#### **Considerar:**

- Considerar o contexto clínico geral do paciente na escolha do método de infusão da NE. Ponderar administração de NE de forma contínua em bomba de infusão para pacientes graves em VM, com elevado risco de aspiração ou intolerância à NE. Se oferecida NE de forma intermitente, considerar utilizar bomba de infusão.

## A.5.5 - Estabelecimento de protocolo de terapia nutricional

**Comentário:** A utilização de protocolos para guiar a TN em pacientes graves em ventilação mecânica impacta positivamente em diversos indicadores de qualidade, dentre eles o número de pacientes recebendo TN, o volume recebido, o tempo de início, bem como o número de dias de utilização<sup>46</sup>. Além disso, proporciona redução significativa de eventos adversos relacionados à NE (náuseas, vômitos, soluços, distensão abdominal, dor abdominal, diarreia, constipação, distúrbios eletrolíticos e estase gástrica)<sup>47</sup>.

### Considerar:

- Considerar o uso de protocolos para guiar a TN de pacientes graves em VM para melhorar os resultados de adequação nutricional e manejo de sintomas gastrointestinais.

## B. Cuidados específicos

### B.1 - Dieta enteral enriquecida

**Comentário:** Estudos que avaliaram os efeitos do óleo de peixe administrado via enteral, em adultos com síndrome do desconforto respiratório agudo (SARA), apresentam desenhos distintos em relação à intervenção e comparadores, com resultados divergentes. Metanálise que incluiu 10 estudos identificou pouca ou nenhuma diferença na mortalidade<sup>48-50</sup>.

### Considerar:

- Com base na qualidade das evidências atuais não é possível fazer uma consideração sobre a utilização de nutrição enteral suplementada com óleo de peixe, óleo de borragem e antioxidantes em pacientes com síndrome do desconforto respiratório agudo<sup>48-50</sup>.

### B.2 - Risco de síndrome de realimentação

### Considerar:

- O risco de síndrome da realimentação e realizar reposição de eletrólitos (fósforo, potássio e magnésio). Atenção especial deve ser dada para deficiência de vitamina B1, com administração conforme indicado<sup>28,29</sup>. A depleção de fosfato pode levar à disfunção da musculatura respiratória, bem como falha no desmame de VM entre outras consequências<sup>28,29,51</sup>. Como oferta calórica, considerar o somatório de todas as vias de nutrição presentes de forma simultânea (oral, enteral e parenteral) e, inclusive, soluções de glicose intravenosa e de fármacos que apresentem lipídeos em sua composição (exemplo: propofol)<sup>28,52-54</sup>.

### B.3 - Micronutrientes (vitaminas e minerais)

### Considerar:

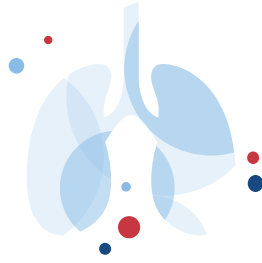
- Oferecer quantidade de vitaminas e minerais conforme as *Dietary Reference Intakes* (DRIs). Deve-se ressaltar que as DRIs são destinadas à população em geral para indicar proporções de micronutrientes usados particularmente em nutrição enteral. A maioria das fórmulas de NE foram projetadas para atingir as DRIs para um determinado volume, logo é importante ser observado para evitar possíveis déficits<sup>55</sup>. Considerar a suplementação de vitaminas e minerais de forma individualizada quando houver deficiências prévias ou maior requerimento devido à condição clínica do paciente<sup>55</sup>.

## Referências bibliográficas – Tema 31

- 1- Rahman A, Hasan RM, Agarwala R, Martin C, Day AG, Heyland DK. Identifying critically-ill patients who will benefit most from nutritional therapy: further validation of the "modified NUTRIC" nutritional risk assessment tool. *Clin Nutr.* 2016;35(1):158-62.
- 2- Mendes R, Policarpo S, Fortuna P, Alves M, Virella D, Heyland DK, et al. Nutritional risk assessment and cultural validation of the modified NUTRIC score in critically ill patients: a multicenter prospective cohort study. *J Crit Care.* 2017;37:45-9.
- 3- Özbilgin Ş, Hanc V, Ömür D, Özbilgin M, Tosun M, Yurtlu S, et al. Morbidity and mortality predictivity of nutritional assessment tools in the postoperative care unit. *Medicine (Baltimore).* 2016;95(40):e5038.
- 4- Fontes D, Generoso SV, Toulson Davisson Correia MI. Subjective global assessment: a reliable nutritional assessment tool to predict outcomes in critically ill patients. *Clin Nutr.* 2014;33(2):291-5.
- 5- Mercadal-Orfila G, Lluch-Taltavull J, Campillo-Artero C, Torrent-Quetglas M. Association between nutritional risk based on the NRS-2002 test and hospital morbidity and mortality. *Nutricion Hospitalaria.* 2012;27:1248-54.
- 6- McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, Warren MM, Johnson DR, Braunschweig C, et al. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *J Parenter Enteral Nutr* 2016;40(2):159-211.
- 7- Castro MV, Ribeiro PC, Souza IAO, Cunha HFR, Silva MHN, Rocha EEM, et al. Diretriz Brasileira de Terapia Nutricional no Paciente Grave. *BRASPEN J* 2018; 33 (Supl 1):2-36.
- 8- Singer P, Blaser AR, Berger, MM, Calder PC, Casaer M, Hiesmayr M, Mayer K, Montejo-Gonzalez JC, Pichard C, et al. ESPEN practical and partially revised guideline: Clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin. Nutr.* 2023;42, 1671-1689.
- 9- Duan, JY., Zheng, WH., Zhou, H. et al. Energy delivery guided by indirect calorimetry in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2021; 25, 88.
- 10- Heyland DK, Lee Z-Y, Lew CCH, Ortiz LA, Patel J, Stoppe C. Nutritional Prescription: Use of Indirect Calorimetry vs. Predictive Equations. March 2021. *Critical Care Nutrition.com* [March 7, 2023].
- 11- Pertzov B, Bar-Yoseph H, Menndel Y, Bendavid I, Kagan I, Glass YD, Singer P. The effect of indirect calorimetry guided isocaloric nutrition on mortality in critically ill patients—a systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Nutr.* 2022 Jan;76(1):5-15.
- 12 - Zusman O, Theilla M, Cohen J, Kagan I, Bendavid I, Singer P. Resting energy expenditure, calorie and protein consumption in critically ill patients: a retrospective cohort study. *Crit Care.* 2016 Nov 10;20(1):367.
- 13- De Waele, E., van Zanten, A.R.H. Routine use of indirect calorimetry in critically ill patients: pros and cons. *Crit Care* 2022; 26, 123.
- 14- Wischmeyer PE, Molinger J, Haines K. Point-counterpoint: indirect calorimetry is essential for optimal nutrition therapy in the intensive care unit. *Nutr Clin Pract* 2021;36(2):275-281.
- 15- Compher C, Bingham AL, McCall M, Patel J, Rice TW, Braunschweig C, McKeever L. Guidelines for the provision of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: The American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2022 Jan;46(1):12-41. Erratum in: *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2022 Aug;46(6):1458-1459.
- 16- Chapple LS, Kouw IWK, Summers MJ, Weinel LM, Gluck S, Raith E, Slobodian P, Soenen S, Deane AM, van Loon LJC, Chapman MJ. Muscle Protein Synthesis after Protein Administration in Critical Illness. *Am J Respir Crit Care Med.* 2022 Sep 15;206(6):740-749.
- 17 - Casaer MP, Wilmer A, Hermans G, Wouters PJ, Mesotten D, Van den Berghe G. Role of disease and macronutrient dose in the randomized controlled EPaNIC trial: a post hoc analysis. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013;187(3):247-55.
- 18 - Heyland DK, Patel J, Compher C, Rice TW, Bear DE, Lee ZY, González VC, O'Reilly K, Regala R, Wedemire C, Ibarra-Estrada M, Stoppe C, Ortiz-Reyes L, Jiang X, Day AG; EFFORT Protein Trial team. The effect of higher protein dosing in critically ill patients with high nutritional risk (EFFORT Protein): an international, multicentre, pragmatic, registry-based randomised trial. *Lancet.* 2023 Feb 18;401(10376):568-576.
- 19- Koekkoek WACK, van Setten CHC, Olthof LE, Kars JCNH, van Zanten ARH. Timing of PROTEIN intake and clinical outcomes of adult critically ill patients on prolonged mechanical VENTilation: The PROTINVENT retrospective study. *Clin Nutr.* 2019 Apr;38(2):883-890.
- 20- de Azevedo JRA, Lima HCM, Frota PHDB, Nogueira IROM, de Souza SC, Fernandes EAA, Cruz AM. High-protein intake and early exercise in adult intensive care patients: a prospective, randomized controlled trial to evaluate the impact on functional outcomes. *BMC Anesthesiol.* 2021 Nov 13;21(1):283.
- 21- Nakamura K, Nakano H, Naraba H, Mochizuki M, Takahashi Y, Sonoo T, Hashimoto H, Morimura N. High protein versus medium protein delivery under equal total energy delivery in critical care: A randomized controlled trial. *Clin Nutr.* 2021 Mar;40(3):796-803.
- 22 - Heyland DK, Lee Z-Y, Lew CCH, Ortiz LA, Patel J, Stoppe C. The Use of Enteral Nutrition vs. Parenteral Nutrition. February 2021. *Critical Care Nutrition.com* [March 7, 2023].
- 23 - Heyland DK, Lee Z-Y, Lew CCH, Ortiz LA, Patel J, Stoppe C. Early vs. Delayed Enteral Nutrition. May 2021. *Critical Care Nutrition.com* [March 5, 2023].]
- 24- Ortiz-Reyes L, Patel JJ, Jiang X, Coz Yataco A, Day AG, Shah F, Zelten J et al. Early versus delayed enteral nutrition in mechanically ventilated patients with circulatory shock: a nested cohort analysis of an international multicenter, pragmatic clinical trial. *Crit Care.* 2022 ;26(1):173. Erratum in: *Crit Care.* 2022 Jun 28;26(1):192.
- 25- Cardozo Júnior LCM, Besen BAMP, Dos Santos YAP, Mendes PV, Park M. Association of fasting in the first 72h of intensive care unit stay with outcomes of critically ill patients. *JPEN* 2023; 47(1):92-100.
- 26- Pardo E, Lescot T, Preiser JC, Massanet P, Pons A, Jaber S, Fraipont V, Levesque E, Ichai C, Petit L, Tamion F, Taverny G, Boizeau P, Alberti C, Constantin JM, Bonnet MP; FRANS study group. Association between early nutrition support and 28-day mortality in critically ill patients: the FRANS prospective nutrition cohort study. *Crit Care.* 2023 Jan 7;27(1):7.
- 27- Blaser AR, Starkopf J, Alhazzani W, Berger MM, Casaer MP, Deane AM, et al. Early enteral nutrition in critically ill patients: ESICM clinical practice guidelines. *Intensive Care Med* 2017; 43:380-398.
- 28- Silva JSV, Seres D, Sabino K, Adams SC, Berdahl GJ, Citty SW et al. ASPEN consensus recommendations for refeeding syndrome. *Nutr Clin Pract* 2020;00:1-18.
- 29 - Silva JSV. Erratum. ASPEN consenso recommendations for refeeding syndrome. *Nutr Clin Pract* 2020;35(3):584-585
- 30- Canadian Critical Care Nutrition guidelines in 2015, 2021: An Updated on Current Recommendation and Implementation Strategies.
- 31- Berger MM, Reintam-Blaser A, Calder PC, Casaer M, Hiesmayr MJ, Mayer K, Montejo JC, Pichard C, Preiser JC, van Zanten ARH, Bischoff SC, Singer P. Monitoring nutrition in the ICU. *Clin Nutr.* 2019 Apr;38(2):584-593.



- 32- Arias-Rivera S, Jam-Gatell R, Nuvials-Casals X, Vázquez-Calatayud M; equipo Neumonía Zero. Actualización de las recomendaciones del proyecto neumonia Zero. *Enferm Intensiva*. 2022;33: S17-S30.
- 33- Martindale R, Patel JJ, Taylor B, Warren M, McClave SA. Nutrition therapy in the patient with covid-19 disease requiring ICU care. Reviewed and approved by Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society of parenteral and enteral nutritional (ASPEN). Posted on March 30, 2020.
- 34 - Liu Y, Wang Y, Zhang B, Wang J, Sun L, Xiao Q. Gastric-tube versus post-pyloric feeding in critical patients: a systematic review and meta-analysis of pulmonary aspiration- and nutrition-related outcomes. *Eur J Clin Nutr*. 2021 Sep;75(9):1337-1348.
- 35- Klompas M, Branson R, Cawcutt K, Crist M, Eichenwald EC, Greene LR, Lee G, Maragakis LL, Powell K, et al. Strategies to prevent ventilator-associated pneumonia, ventilator-associated events, and nonventilator hospital-acquired pneumonia in acute-care hospitals: 2022 Update. *Infection Control & Hospital Epidemiology* (2022), 43, 687-713.
- 36- Preiser JC, Arabi YM, Berger MM, Casaer M, McClave S, Montejo-González J et al., A guide to enteral nutrition in intensive care units: 10 expert tips for the daily practice. *Critical Care* 2021;25:424.
- 37- Montejo JC, Miñambres E, Bordejé L, Mesejo A, Acosta J, Heras A, Ferré M, Fernandez-Ortega F, Vaquerizo CI, Manzanedo R. Gastric residual volume during enteral nutrition in ICU patients: the REGANE study. *Intensive Care Med*. 2010 Aug;36(8):1386-93. Epub 2010 Mar 16.
- 38- Reignier J, Mercier E, Le Gouge A, Boulain T, Desachy A, Bellec F, et al. Effect of not monitoring residual gastric volume on risk of ventilator-associated pneumonia in adults receiving mechanical ventilation and early enteral feeding: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2013;309:249-56.
- 39- Heyland DK, Lee Z-Y, Lew CCH, Ortiz LA, Patel J, Stoppe C. Strategies to Optimize the Delivery of EN: Monitoring Gastric Residual Volumes . February 2021. *Critical Care Nutrition.com* [March 7, 2023].
- 40- Reintam Blaser A, Malbrain ML, Starkopf J, Fruhwald S, Jakob SM, De Waele J, Braun JP, Poeze M, Spies C. Gastrointestinal function in intensive care patients: terminology, definitions and management. Recommendations of the ESICM Working Group on Abdominal Problems. *Intensive Care Med*. 2012 Mar;38(3):384-94.
- 41- Reintam Blaser A, Deane AM, Preiser JC, Arabi YM, Jakob SM. Enteral Feeding Intolerance: Updates in Definitions and Pathophysiology. *Nutr Clin Pract*. 2021 Feb;36(1):40-49.
- 42- Barreto, P et al. Posicionamento BRASPEN - Manejo da disfunção trato gastrointestinal na UTI. *BRASPEN Journal*, 2022.
- 43- Heffernan, A.J., Talekar, C., Henain, M. et al. Comparison of continuous versus intermittent enteral feeding in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2022; 26, 325.
- 44- De Lazzaro F, Alessandri F, Tarsitano MG, Bilotta F, Pugliese F. Safety and efficacy of continuous or intermittent enteral nutrition in patients in the intensive care unit: Systematic review of clinical evidence. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2022 Mar;46(3):486-498.
- 45- McNelly AS, Bear DE, Connolly BA, Arbane G, Allum L, Tarbhai A, Cooper JA, Hopkins PA, Wise MP, Brealey D, Rooney K, Cupitt J, Carr B, Koefat K, Damink SO, Atherton PJ, Hart N, Montgomery HE, Puthuchery ZA. Effect of Intermittent or Continuous Feed on Muscle Wasting in Critical Illness: A Phase 2 Clinical Trial. *Chest*. 2020 Jul;158(1):183-194.
- 46- Ventura AM, Waitzberg DL. Enteral nutrition protocols for critically ill patients: are they necessary? *Nutr Clin Pract*. 2015 Jun;30(3):351-62.
- 47- Jiang L, Huang X, Wu C, Tang J, Li Q, Feng X, et al. The effects of an enteral nutrition feeding protocol on critically ill patients: A prospective multi-center, before-after study. *J Crit Care*. 2020 Apr;56:249-256.
- 48- Kristine Koekkoek W, Panteleon V, van Zanten AR. Current evidence on  $\omega$ -3 fatty acids in enteral nutrition in the critically ill: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition*. 2019 Mar;59:56-68.
- 49- Heyland DK, Lee Z-Y, Lew CCH, Ortiz LA, Patel J, Stoppe C. Composition of Enteral Nutrition: Fish Oils, Borage Oils and Antioxidants. March 2021. *Critical Care Nutrition.com* [March 7, 2023].
- 50- Dushianthan A, Cusack R, Burgess VA, Grocott MPW, Calder P. Immunonutrition for adults with ards: results from a Cochrane systematic review and meta-analysis. *Respir Care* 2020;65(1):99 -110.
- 51- Patel U, Sriram K. Acute respiratory failure due to refeeding syndrome and hypophosphatemia induced by hypocaloric enteral nutrition. *Nutrition* 2009;25(3):364-367.
- 52- Allen k, Hoffman L. Enteral nutrition in the mechanically ventilated patient. *Nutr Clin Pract*. 2019;34(4):540-57.
- 53- Blaauw R, Osland E, Sriram K, Ali A, Allard JP, Ball P, et al. Parenteral provision of micronutrients to adult patients: an expert consensus paper. *J Parenter Enteral Nutr*. 2019;43(suppl 1):S5-S23.
- 54-Cioffi I, Ponzio V, Pellegrini M, Evangelista A, Bioletto F, Ciccone G, et al. The incidence of the refeeding syndrome. A systematic review and meta-analyses of literature. *Clin Nutr*. 2021;40(6):3688-701.
- 55- Berger MM, Shenkin A, Schweinlin A, Amrein K, Augsburger M, Biesalski HK et al. ESPEN micronutrient guideline. *Clinical Nutrition* 2022;41:1357-1424.



## TEMA 32

# Fraqueza adquirida na UTI

- A. Como diagnosticar
- B. Como prevenir
- C. Como tratar
- D. Uso da ultrassonografia na avaliação e manejo nutricional

**Comentário:** A fraqueza adquirida na UTI (FAUTI) é uma síndrome de fraqueza muscular periférica generalizada que se desenvolve em pacientes críticos, sem que haja outra explicação para a fraqueza. A nomenclatura não está estabelecida, então a fraqueza adquirida pode ser designada por outros nomes como paresia do paciente crítico ou neuromiopia do paciente crítico<sup>1</sup>. A incidência da fraqueza é expressiva em pacientes críticos (25% a 75%). A variação se deve à população estudada, momento da avaliação e método diagnóstico usado. A fisiopatologia é complexa e envolve alterações funcionais e estruturais dos nervos e músculos envolvidos<sup>2,3</sup>.

### Como diagnosticar

**Comentário:** É preciso diferenciar a FAUTI da neuromiopia do paciente crítico. A neuromiopia é a causa da fraqueza, que é a manifestação funcional. Frequentemente, são concomitantes, mas é possível que uma ocorra sem a presença da outra.

### Sugere-se:

- Que a eletroneuromiografia por agulha ou biópsia muscular percutânea seja considerada como método padrão-ouro para o diagnóstico de neuromiopia do paciente crítico<sup>4</sup>.
- Não há um estado binário de força normal ou fraqueza, porque a fraqueza se estabelece de maneira contínua. Algum ponto neste contínuo é arbitrariamente escolhido como o definidor de fraqueza. O valor escolhido influenciará a sensibilidade e especificidade do método empregado.
- Não há um método padrão-ouro para o diagnóstico de fraqueza muscular adquirida na UTI<sup>2,4</sup>.

### Considerar:

- O método *Medical Research Council Score* (MRC) para diagnóstico da fraqueza do paciente crítico. O método se baseia na avaliação bilateral de seis movimentos: 1) abdução do braço; 2) flexão do antebraço; 3) extensão do punho; 4) flexão da perna; 5) extensão do joelho; e 6) flexão do dorso do pé. A cada movimento é dado nota de 0 a 5 (0 = sem contração visível ou palpável; 1 = contração visível, mas sem movimentação; 2 = movimento que não vence a gravidade; 3 = movimento vence gravidade, mas não resistência; 4 = movimento vence resistência moderada; e 5 = força plena, vence resistência plena). O escore MRC pode variar de 0 a 60. Valores < 48 ou 80% do escore máximo possível são diagnósticos de fraqueza adquirida na UTI, desde que não haja outra causa conhecida para a fraqueza além da doença crítica<sup>2,5</sup>.

- Usar também o uso da medida da preensão palmar. Os valores para diagnóstico de fraqueza adquirida na UTI são abaixo de 11 quilogramas-força para homens e sete quilogramas-força para mulheres. A preensão palmar é associada a desfechos hospitalares e é um teste simples para realização<sup>6</sup>.

## B. Como prevenir

**Comentário:** A patogênese da fraqueza é multifatorial composta por diminuição da produção proteica concomitante ao aumento da proteólise (atrofia); disfunção no canal de sódio e cálcio; aumento do estresse oxidativo; disfunção mitocondrial; isquemia nervosa e lesão da microvasculatura de nervos e músculos. Como a patogênese, as causas são também multifatoriais: 1) a doença aguda; 2) desuso; 3) desnutrição; 4) hiperglicemia; 5) drogas; e 6) distúrbios hidroeletrólíticos. Diferentemente do senso comum, não há consenso que bloqueadores neuromusculares sejam causa da fraqueza adquirida na UTI.

### Considerar:

- Para a prevenção da fraqueza, devem ser revertidas as causas modificáveis. A prevenção se dá por: 1) tratamento tempestivo da doença aguda; 2) eletroestimulação superficial; 3) nutrição dentro das metas calórico-proteicas; 4) evitar ou abreviar o uso de corticoesteroides, bloqueadores neuromusculares e sedativos; e 5) correção de distúrbios hidroeletrólíticos<sup>3,7</sup>.

### Sugere-se:

- Controle glicêmico rígido<sup>8,9</sup>.
- Mobilização precoce ativa para a prevenção da fraqueza muscular adquirida na UTI<sup>8,9</sup>.

## C. Como tratar

**Comentário:** A intervenção na FAUTI é baseada na prevenção, uma vez que não há tratamento específico<sup>4,7</sup>.

### Sugere-se:

- Realizar reabilitação muscular para pacientes que já tenham a doença aguda revertida, estejam sem distúrbios hidroeletrólíticos e sendo nutridos dentro das metas individuais calórico-proteicas. Até o momento, não há evidências sobre como prescrever a reabilitação quanto à intensidade, repetições e frequência<sup>9</sup>.
- Não utilizar tratamentos com antioxidantes, suplementos dietéticos, hormônio de crescimento, testosterona e seus análogos, e imunoglobulinas no tratamento da fraqueza adquirida na UTI<sup>4</sup>.

## D. Uso da ultrassonografia na avaliação e manejo nutricional

**Comentário:** A ultrassonografia dos músculos respiratórios tem sido testada como método diagnóstico de fraqueza adquirida na UTI em pacientes que não podem colaborar com métodos volitivos. No entanto, não é um método que mede diretamente a força dos músculos. Simplificadamente, a força muscular depende da massa muscular, da composição do tipo de fibras (I, IIa e IIb) e das inserções musculares. A ultrassonografia pode fazer a avaliação indireta da massa muscular, através das medidas da área de secção transversal, a espessura muscular, o ângulo de penação e a ecogenicidade.

### Considerar:

- O uso do ultrassom do quadríceps, particularmente o reto femoral, em pacientes inconscientes ou que não colaboram com técnicas volitivas. Idealmente, deve-se ter uma imagem nas primeiras 24h a 48h da internação para servir como valor basal<sup>10</sup>.

- Embora não consensuais, os seguintes valores da ultrassonografia do quadríceps podem ser considerados para diagnóstico da fraqueza adquirida na UTI: 1) redução de 20% na espessura muscular; 2) redução de 10% na área de secção transversal; 3) redução de 5% no ângulo de penação; e 4) aumento de 8% da ecogenicidade<sup>10</sup>.
- As indicações habituais de dieta enteral ou parenteral em pacientes críticos, com busca das metas calórico-proteicas individuais<sup>7</sup>.

### Referências bibliográficas – Tema 32:

1. Stevens RD, Marshall SA, Cornblath DR, Hoke A, Needham DM, de Jonghe B, Ali NA, Sharshar T. A framework for diagnosing and classifying intensive care unit-acquired weakness. *Crit Care Med*. 2009 Oct;37(10 Suppl):S299-308. doi: 10.1097/CCM.0b013e3181b6ef67. PMID: 20046114.
2. Fan E, Cheek F, Chlan L, Gosselink R, Hart N, Herridge MS, Hopkins RO, Hough CL, Kress JP, Latronico N, Moss M, Needham DM, Rich MM, Stevens RD, Wilson KC, Winkelmann C, Zochodne DW, Ali NA; ATS Committee on ICU-acquired Weakness in Adults; American Thoracic Society. An official American Thoracic Society Clinical Practice guideline: the diagnosis of intensive care unit-acquired weakness in adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014 Dec 15;190(12):1437-46. doi: 10.1164/rccm.201411-2011ST. PMID: 25496103.
3. Batt J, dos Santos CC, Cameron JI, Herridge MS. Intensive care unit-acquired weakness: clinical phenotypes and molecular mechanisms. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013 Feb 1;187(3):238-46. doi: 10.1164/rccm.201205-0954SO. Epub 2012 Nov 29. PMID: 23204256.
4. Hermans G, De Jonghe B, Bruyninckx F, Van den Berghe G. Clinical review: Critical illness polyneuropathy and myopathy. *Crit Care*. 2008;12(6):238. doi: 10.1186/cc7100. Epub 2008 Nov 25. PMID: 19040777; PMCID: PMC2646339.
5. Friedrich O, Reid MB, Van den Berghe G, Vanhorebeek I, Hermans G, Rich MM, Larsson L. The Sick and the Weak: Neuropathies/Myopathies in the Critically Ill. *Physiol Rev*. 2015 Jul;95(3):1025-109. doi: 10.1152/physrev.00028.2014. PMID: 26133937; PMCID: PMC4491544.
6. Ali NA, O'Brien JM Jr, Hoffmann SP, Phillips G, Garland A, Finley JC, Almoosa K, Hejal R, Wolf KM, Lemeshow S, Connors AF Jr, Marsh CB; Midwest Critical Care Consortium. Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2008 Aug 1;178(3):261-8. doi: 10.1164/rccm.200712-1829OC. Epub 2008 May 29. PMID: 18511703.
7. Trethewey SP, Brown N, Gao F, Turner AM. Interventions for the management and prevention of sarcopenia in the critically ill: A systematic review. *J Crit Care*. 2019 Apr;50:287-295. doi: 10.1016/j.jcrc.2019.01.008. Epub 2019 Jan 14. PMID: 30673625.
8. Hermans G, De Jonghe B, Bruyninckx F, Van den Berghe G. Interventions for preventing critical illness polyneuropathy and critical illness myopathy. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014, Issue 1. Art. No.: CD006832. DOI: 10.1002/14651858.CD006832.pub3. Accessed 09 October 2023.
9. Mehrholz J, Pohl M, Kugler J, Burrirdge J, Mückel S, Elsner B. Physical rehabilitation for critical illness myopathy and neuropathy. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2015, Issue 3. Art. No.: CD010942. DOI: 10.1002/14651858.CD010942.pub2. Accessed 09 October 2023.
10. Formenti P, Umbrello M, Coppola S, Froio S, Chiumello D. Clinical review: peripheral muscular ultrasound in the ICU. *Ann Intensive Care*. 2019 May 17;9(1):57. doi: 10.1186/s13613-019-0531-x. PMID: 31101987; PMCID: PMC6525229.



## TEMA 33

# Cuidados odontológicos no paciente sob VM

A. Avaliação e diagnóstico

B. Assistência odontológica

**Comentário:** A segurança do paciente assume um papel de destaque dentre as estratégias de aprimoramento do cuidado em saúde<sup>1</sup>. No entanto, as Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (Iras), especialmente aquelas que afetam o trato respiratório, continuam sendo um desafio para instituições hospitalares<sup>2</sup>. A literatura tem demonstrado que a cavidade bucal é a principal fonte de patógenos envolvidos na gênese dessas infecções<sup>3,4</sup>, e que condições precárias de saúde bucal são importantes fatores de risco para sua ocorrência, reforçado pelo aumento de virulência ao longo da internação<sup>5-10</sup>. Neste sentido, o cuidado com a cavidade bucal de pacientes ventilados mecanicamente, envolvendo higiene bucal associada à assistência odontológica, deve fazer parte do rol de ações adotadas para prevenção das infecções respiratórias<sup>11-19</sup>. A higiene bucal deve ser ofertada duas vezes ao dia ou após cada refeição, em pacientes com dieta oral<sup>12,13,15,20</sup>. A avaliação clínica odontológica deve ser, preferencialmente, realizada nas primeiras 24 horas de admissão do paciente visando ao diagnóstico clínico de doenças bucais e planejamento da assistência odontológica ao longo da internação<sup>12,13,15,16</sup>.

## A. Higiene bucal

**Considerar:**

<b>Dentes</b>	Higienizar com escova macia de cabeça pequena	Umedecer a escova, <i>swab</i> ou gaze em água para injeção
<b>Rebordos alveolares</b>	Higienizar com <i>swab</i> ou gaze (observar instrumento sugerido pelo cirurgião dentista)	
<b>Mucosas</b>	Higienizar mucosas das bochechas, lábios e palato com <i>swab</i> ou gaze (observar instrumento sugerido pelo cirurgião dentista)	Aspirar antes, durante e depois todo conteúdo residual intrabucal com sugador odontológico
<b>Língua</b>	Higienizar delicadamente dorso lingual com <i>swab</i> e/ou gaze e/ou escova	Higienizar dentes, mucosas, língua e tubo no sentido póstero-anterior
<b>Tubo</b>	Higienizar a porção do tubo orotraqueal, aparente na cavidade bucal, com <i>swab</i> e/ou gaze	

<b>Manejo próteses totais/parciais</b>	<p>Higienizar as próteses com escova/creme dental, gaze e água, à beira do leito, antes de sua recolocação na cavidade bucal ou acondicionamento em recipiente apropriado e identificado</p> <p>Pacientes com IOT ou rebaixamento de nível de consciência devem permanecer sem próteses</p> <p>Em pacientes conscientes, em VNI/TQT, avaliar a manutenção das próteses na cavidade bucal</p>
--	--

## B. Assistência odontológica

### Considerar:

<b>Higiene bucal</b>	<p>Elaborar protocolos</p> <p>Treinar equipe</p> <p>Monitorar a qualidade da higiene bucal</p> <p>Avaliar a cavidade bucal, orientar a equipe sobre qual o dispositivo indicado para higiene bucal e sobre necessidade do uso de antissépticos</p>	
<b>Doença periodontal</b>	<p>Tratar o mais precoce possível</p> <p>Realizar aPDT quando necessário</p>	<p>Avaliar uso de antimicrobiano profilático, terapêutico sistêmico e/ou tópico</p>
<b>Exodontia</b>	<p>Remover dentes com mobilidade grau III</p> <p>Remover dentes/raízes residuais com foco infeccioso agudo</p>	
<b>Manejo abscesso Dentário/periodontal</b>	<p>Drenar</p> <p>Avaliar indicação de extração dentária</p> <p>Realizar tratamento periodontal</p>	
<b>Tratamento restaurador atraumático</b>	<p>Intervir em cavidade de cárie rasa/média</p>	
<b>Tratamento infecções virais/fúngicas</b>	<p>Tratar via laserterapia (aPDT) e/ou antivirais/antifúngicos</p>	
<b>Manejo órteses/próteses</b>	<p>Remover próteses e/ou aparelhos ortodônticos com risco de aspiração, que estejam ocasionando lesões em mucosa ou quando favorecerem o acúmulo de matéria orgânica e microrganismos</p>	
<b>Clorexidina</b>	<p>Prescrever a critério do médico e/ou do cirurgião dentista em vigência de foco de infecção bucal</p>	

### Referências bibliográficas – Tema 33

- 1- Committee on Quality of Health Care in America. Institute of Medicine. Crossing the Quality Chasm: a New Health System for the 21<sup>st</sup> Century. 1. ed. Washington: National Academies Press; 2001. 360p.
- 2- World Health Organization. Global report on infection prevention and control [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2022. [citado 23 de fevereiro de 2023]. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240051164>
- 3- Heo SM, Haase EM, Lesse AJ, Gill SR, Scannapieco FA. Genetic relationships between respiratory pathogens isolated from dental plaque and bronchoalveolar lavage fluid from patients in the intensive care unit undergoing mechanical ventilation. Clin Infect Dis. 2008; 47(12): 1562-70.
- 4- Sands KM, Wilson MJ, Lewis MAO, Wise MP, Palmer N, Hayes AJ, et al. Respiratory pathogen colonization of dental plaque, the lower airways, and endotracheal tube biofilms during mechanical ventilation. J Crit Care. 2017; 37:30-37.
- 5- Scannapieco FA, Bush RB, Paju S. Associations between periodontal disease and risk for nosocomial bacterial pneumonia and chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. Ann Periodontol. 2003; 8(1):54-69.
- 6- Horliana AC, Chambrone L, Foz AM, Artese HP, Rabelo MS, Pannuti CM, et al. Dissemination of periodontal pathogens in the bloodstream after periodontal procedures: a systematic review. PLoS One. 2014; 9(5): e98271.
- 7- Gomes-Filho IS, Cruz SSD, Trindade SC, Passos-Soares JS, Carvalho-Filho PC, Figueiredo ACMG, et al. Periodontitis and respiratory diseases: a systematic review with meta-analysis. Oral Dis. 2020; 26(2): 439-446.

- 8- Jerônimo LS, Abreu LG, Cunha FA, Esteves Lima RP. Association between periodontitis and nosocomial pneumonia: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Oral Health Prev Dent.* 2020; 18(1): 11-17.
- 9- Sanz M, Marco Del Castillo A, Jepsen S, Gonzalez-Juanatey JR, D'Aiuto F, Bouchard P, et al. Periodontitis and cardiovascular diseases: Consensus report. *J Clin Periodontol.* 2020; 47(3): 268-288.
- 10- Lloyd-Jones G, Molayem S, Pontes CC, Chapple I. The COVID-19 Pathway: A Proposed Oral-Vascular-Pulmonary Route of SARS-CoV-2 Infection and the Importance of Oral Healthcare Measures. *J Oral Med Dent Res* 2021; 2(1)-S1. [https://doi.org/10.52793/JOMDR.2020.2\(1\)-13](https://doi.org/10.52793/JOMDR.2020.2(1)-13)
- 11- Hua F, Xie H, Worthington HV, Furness S, Zhang Q, Li C. Oral hygiene care for critically ill patients to prevent ventilator-associated pneumonia. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016; 10(10): CD008367.
- 12- Bellissimo-Rodrigues WT, Meneguetti MG, Gaspar GG, Nicolini EA, Auxiliadora-Martins M, Basile-Filho A, Martinez R, Bellissimo-Rodrigues F. Effectiveness of a dental care intervention in the prevention of lower respiratory tract nosocomial infections among intensive care patients: a randomized clinical trial. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2014; 35(11): 1342-8.
- 13- Bellissimo-Rodrigues WT, Meneguetti MG, Gaspar GG, Souza HCC, Auxiliadora-Martins M, Basile-Filho A, et al. Is it necessary to have a dentist within an intensive care unit team? Report of a randomised clinical trial. *Int Dent J.* 2018; 68(6): 420-427.
- 14- Bellissimo-Rodrigues WT, Meneguetti MG, Macedo LD, Basile-Filho A, Martinez R, Bellissimo-Rodrigues F. Oral mucositis as a pathway for fatal outcome among critically ill patients exposed to chlorhexidine: post hoc analysis of a randomized clinical trial. *Crit Care.* 2019; 23(1):382.
- 15- Ribeiro ILA, Bellissimo-Rodrigues WT, Mussolin MG, Innocentini LMAR, Marangoni ATD, Macedo LD, et al. Impact of a dental care intervention on the hospital mortality of critically ill patients admitted to intensive care units: A quasi-experimental study. *Am J Infect Control.* 2022; 50(10): 1156-1161.
- 16- Kelly N, Blackwood B, Credland N, et al. Oral health care in adult intensive care units: A national point prevalence study. *Nurs Crit Care.* 2023;28(5):773-780. doi:10.1111/nicc.12919.
- 17- Deschepper M, Waegeman W, Eeckloo K, Vogelaers D, Blot S. Effects of chlorhexidine gluconate oral care on hospital mortality: a hospital-wide, observational cohort study. *Intensive Care Med.* 2018; 44(7): 1017-1026.
- 18- Klompas M, Speck K, Howell MD, Greene LR, Berenholtz SM. Reappraisal of routine oral care with chlorhexidine gluconate for patients receiving mechanical ventilation: systematic review and meta-analysis. *JAMA Intern Med.* 2014; 174(5): 751-61.
- 19- Torres A, Niederman MS, Chastre J, Ewig S, Fernandez-Vandellos P, Hanberger H, et al. International ERS/ESICM/ESCMID/ALAT guidelines for the management of hospital-acquired pneumonia and ventilator-associated pneumonia: Guidelines for the management of hospital-acquired pneumonia (HAP)/ventilator-associated pneumonia (VAP) of the European Respiratory Society (ERS), European Society of Intensive Care Medicine (ESICM), European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ESCMID) and Asociación Latinoamericana del Tórax (ALAT). *Eur Respir J.* 2017; 50(3): 1700582.
- 20- Yokoe DS, Advani SD, Anderson DJ, Babcock HM, Bell M, Berenholtz SM, et al. Executive Summary: A Compendium of Strategies to Prevent Healthcare-Associated Infections in Acute-Care Hospitals: 2022 Updates. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2023 Oct;44(10):1540-1554. doi: 10.1017/ice.2023.138. Epub 2023 Aug 22. PMID: 37606298; PMCID: PMC10587377.



## TEMA 34

# Suporte respiratório paliativo

- A. Estratégias de suporte não invasivo
  - A.1 - Sobre oxigenoterapia convencional
  - A.2 - Sobre ventilação não invasiva (VNI)
  - A.3 - Sobre Cateter Nasal de Alto Fluxo (CNAF)
- B. Extubação paliativa

## A. Estratégias de suporte não invasivo

**Comentário:** Cuidados paliativos objetivam prevenir e aliviar sofrimento e proporcionar a melhor qualidade de vida possível aos pacientes com doenças graves, independentemente do estágio da doença. Inclui cuidados de fim de vida, mas também cuidados focados em melhorar qualidade de vida e minimizar sintomas em pacientes com patologias em que ainda há tratamentos modificadores de doença<sup>1</sup>. Dispneia é um sintoma prevalente, uma experiência subjetiva de desconforto respiratório. Sempre que possível, tratar a causa aguda da descompensação da doença de base, utilizando diuréticos para congestão, broncodilatadores para broncoespasmo, toracocentese se derrame pleural volumoso, antibióticos para infecção. Opioides em dose baixa (principalmente a morfina) são o pilar do tratamento farmacológico da dispneia<sup>2-6</sup>.

### A.1 - Sobre oxigenoterapia convencional

#### Considerar:

- Utilizar oxigênio suplementar para pacientes com dispneia e hipoxemia associada e avaliar resposta sintomática<sup>4,7-10</sup>.
- Nos pacientes com dispneia sem hipoxemia, não há benefício no uso de oxigenioterapia para alívio sintomático. Nesses pacientes, considerar outros dispositivos de fluxo de ar que igualmente promovem alívio da dispneia, como ar comprimido ou ventilador portátil com fluxo de ar direcionado ao rosto do paciente<sup>2,4,5,7,8,11</sup>.

### A.2 - Sobre ventilação não invasiva (VNI)

#### Sugere-se:

- Nos pacientes em cuidados paliativos, porém sem nenhuma limitação para suporte avançado de vida, seguir as mesmas recomendações para VNI habitual, com melhora sintomática, de sobrevida e de taxas de intubação, observadas principalmente em pacientes em exacerbação de DPOC ou edema pulmonar cardiogênico<sup>1,3,7,12-16</sup>.



### Considerar:

- Usar VNI em pacientes com insuficiência respiratória agudizada por causa potencialmente reversível, como técnica paliativa para aliviar dispneia quando o paciente não é candidato à intubação orotraqueal, mas deseja outros procedimentos artificiais com objetivo de prolongar sobrevida<sup>1,3,7,9,12,13</sup>. Sugere-se usar VNI quando o cuidado é focado exclusivamente em promover conforto, sem uso de qualquer medida artificial se as outras medidas falharem em aliviar dispneia ou causarem efeitos adversos indesejáveis<sup>1,3,7,9,12,13,15-17</sup>.
- A utilização de VNI com intuito de reduzir dose de opioide necessário para alívio sintomático, principalmente quando há hipercapnia associada<sup>1,2,3,5,7,12,13,15,18</sup>. Sugere-se não suspender opioides para controle de dispneia durante a terapia com VNI – sendo a morfina a droga de primeira linha – e realizar doses antecipatórias, caso o paciente não tolere VNI e a opção seja pela retirada da mesma<sup>12,17,19</sup>.
- Definir claramente os objetivos a serem alcançados no uso de VNI em cuidados paliativos, com parâmetros claros de sucesso e falência, realizados por profissionais experientes e em ambientes adequados. Sugere-se descontinuar VNI caso não haja melhora da dispneia, ocorra deterioração do nível de consciência, claustrofobia ou se houver sofrimento associado ao prejuízo da comunicação e alimentação em virtude da interface, ou se o desconforto exceder a melhora sintomática. Sugere-se manter VNI quando há alívio da dispneia, conforto, melhora do nível de consciência, melhora da comunicação, e se a melhora da dispneia ainda supera o desconforto causado pela máscara<sup>1,3,5,7,13-15,17,19</sup>.
- A possibilidade de realizar *trial* de VNI nos pacientes em terminalidade para promover tempo adicional para completarem atividades importantes de fim de vida e despedida de familiares<sup>3,7,10,13,14,17,19</sup>.

### Sugere-se:

- Realizar tentativa de VNI nos pacientes em terminalidade com dispneia associada pela possibilidade de melhora sintomática mais rápida e intensa em relação à oxigenioterapia padrão, principalmente nos pacientes hipercápnicos<sup>5,15,18</sup>.

## A.3 - Sobre Cateter Nasal de Alto Fluxo (CNAF)

### Considerar:

- Usar CNAF para pacientes em cuidados paliativos para alívio da dispneia, com efeito equivalente à VNI e melhora da hipoxemia e da frequência respiratória, mas com a vantagem de manter a capacidade de se alimentar, se comunicar e ser melhor tolerado e com menos efeitos adversos em relação à VNI<sup>5,7,9,20-22</sup>.
- A utilização de CNAF em pacientes com insuficiência respiratória aguda hipoxêmica e não candidatos à intubação pela possibilidade de alívio da dispneia mais efetiva em relação à oxigenioterapia de baixo fluxo<sup>22</sup>.
- Usar CNAF com intuito de reduzir necessidade de opioide necessário para controle de dispneia. No processo de desmame do CNAF, pode-se introduzir ou ajustar dose de opioides para alívio de dispneia<sup>20</sup>.
- Em caso de não haver alívio do desconforto respiratório, o CNAF deverá ser suspenso.

## B. Sobre extubação paliativa

**Comentário:** Extubação paliativa é a retirada do suporte ventilatório invasivo de pacientes em terminalidade, com o intuito de evitar sofrimento desnecessário associado ao prolongamento do processo de morrer. Esta decisão deve ser baseada no critério de que a morte é inevitável, a recuperação para uma qualidade de vida aceitável não é possível e que prolongar a vida nessas

condições não está de acordo com os valores do paciente. A prioridade deve ser proporcionar um fim de vida digno e sem desconforto e permitir a morte natural<sup>23,24,25</sup>. O tempo para morte varia de acordo com a quantidade de disfunções orgânicas, altos parâmetros ventilatórios e gravidade da doença.

### **Sugere-se:**

- Antes da extubação paliativa, realizar reunião familiar para compartilhar informações de como será o procedimento, preparar para sinais físicos de desconforto que possam ocorrer e como estes serão monitorizados e tratados em tempo variável até a morte. Sugere-se estabelecer data e hora para extubação<sup>25,26</sup>.
- Pré-medicação dos pacientes antes da retirada da ventilação mecânica ao invés de esperar que o desconforto fique aparente, visto que a extubação paliativa é potencialmente causadora de desconforto. Para tanto, recomenda-se a utilização de opioide (sendo a morfina mais utilizada) e de sedativo (sendo o midazolam o mais utilizado) até atingir conforto e sedação adequadas<sup>23,24,26-29</sup>. Dar preferência à via endovenosa de administração.
- Monitorar controle de dor (por exemplo, pela escala BPS) e objetivar alvo de sedação na escala de RASS de -4 a -5 antes da retirada da ventilação mecânica<sup>23,25,26</sup>.
- Suspensão de bloqueadores neuromusculares antes da extubação paliativa, visto que não possuem efeito analgésico e impedem uma avaliação direta do grau de conforto do paciente, além de suprimirem o *drive* respiratório. Sugere-se aguardar reversão do efeito antes de realizar a extubação<sup>26,27,29,31</sup>.
- Realizar a retirada de hidratação e alimentação enteral de 6h a 24h antes da extubação paliativa<sup>25,30</sup>.

### **Considerar:**

- Utilização de medicações adjuvantes de forma preemptiva para evitar sintomas desconfortáveis associados à extubação paliativa, como furosemida em caso de congestão, escopolamina para reduzir a secreção respiratória e metilprednisolona para evitar estridor laríngeo<sup>25,31</sup>.
- Há duas formas de extubação paliativa: extubação imediata, realizada sem nenhuma redução prévia da assistência ventilatória; e desmame terminal, quando é feita uma redução gradual da assistência ventilatória (FiO<sub>2</sub>, f, PEEP e VC ou PS). Sugere-se dar preferência ao desmame terminal ao invés de extubação imediata, com o objetivo de reduzir efeitos indesejáveis como obstrução das vias aéreas, *gasping*, dor e desconforto respiratório<sup>24</sup>. No caso de pacientes traqueostomizados, sugere-se não retirar a cânula, apenas desconectar do ventilador.
- Utilizar escalas (por exemplo, BPS) para monitorizar sinais de dor e também monitorizar sinais como ocorrência de taquipneia > 30mm, fácies de desconforto, agitação e sinais de esforço respiratório para indicar necessidade de ajuste de opioides e/ou sedativos. Não utilizar sinais como hipóxia, *gasping*, respiração irregular e movimentos involuntários como sinais de desconforto<sup>26,28,29,32</sup>.
- Não utilizar oxigênio suplementar após extubação<sup>26,29,30</sup>.
- Quando se opta pela retirada da ventilação mecânica invasiva, é importante discutir a retirada dos demais suportes de vida artificiais<sup>26,33</sup>. É fundamental o treinamento da equipe para acolhimento da família neste momento difícil.
- Uso de protocolo de extubação paliativa<sup>25,26,29,30,33</sup>:
  - 6h antes:
    - Suspende dieta enteral e fluidos parenterais;
    - Caso haja congestão ou sobrecarga volêmica, administrar 40-80mg de furosemida em *bolus* (caso efeito insuficiente após 30 minutos, administrar 250-500mg de furosemida em 1 hora);

- Titular opioides e sedativos de forma antecipatória para alívio de dor, dispneia, desconforto e agitação. Para pacientes sem uso prévio de opioides e sedativos, sugere-se *bolus* de morfina 2-10mg EV, seguido de infusão contínua de 50% da dose *bolus* por hora, e midazolam 1-2mg EV, seguido de infusão contínua de 1mg/h. Para pacientes que já estejam recebendo opioides e sedativos contínuos, pode-se administrar *bolus* (25-50% da dose/hora), seguido de aumento de 25% da velocidade de infusão;
- Administrar 100mg de metilprednisolona para prevenir estridor após extubação;
- Considerar administrar escopolamina 20mg EV para pacientes secretivos para prevenir obstrução de vias aéreas por secreção.
- Ajuste da ventilação mecânica:
  - Reduzir parâmetros gradativamente (num período de 30-60 minutos, por exemplo) até atingir FiO<sub>2</sub> de 0,21, PEEP 0cmH<sub>2</sub>O e deixar em PSV, ajustando se necessário opioide e sedativo a cada redução até conforto com estes parâmetros.
- 30 minutos antes da extubação:
  - Considerar repetir metilprednisolona para evitar laringoespasmos;
  - Deixar medicações de resgate preparadas para administração, se necessário;
  - Elevar cabeceira da cama entre 30-45 graus.
- Remover tubo orotraqueal e não administrar oxigênio.
- Após extubação:
  - Deixar em ar ambiente, sem contenção mecânica;
  - Monitorar conforto. Se desconforto, utilizar doses adicionais de opioides e benzodiazepínicos (por exemplo, morfina 5-10mg EV a cada 10-15 minutos e/ou midazolam 2-4mg EV a cada 10-15 minutos) até alívio sintomático ou manter em infusão contínua dessas medicações;
  - Para sintomas refratários às medicações anteriores, pode-se usar fenobarbital, haloperidol ou propofol.
- Desligar os alarmes dos monitores ou, para os que não podem ser desligados, ajustar para níveis inatingíveis.

## Referências bibliográficas – Tema 34

1. Ambrosino N, Guarracino F. Unusual applications of noninvasive ventilation. *Eur Respir J.* 2011;38(2):440-449
2. Puntillo K, Nelson JE, Weissman D, et al. Palliative care in the ICU: relief of pain, dyspnea, and thirst--a report from the IPAL-ICU Advisory Board. *Intensive Care Med.* 2014;40(2):235-248
3. Rochweg B, Brochard L, Elliott MW, et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J.* 2017;50(2):1602426
4. Abernethy AP, McDonald CF, Frith PA, et al. Effect of palliative oxygen versus room air in relief of breathlessness in patients with refractory dyspnoea: a double-blind, randomised controlled trial. *Lancet.* 2010;376(9743):784-793
5. Pisani L, Hill NS, Pacilli AMG, Polastri M, Nava S. Management of Dyspnea in the Terminally Ill. *Chest.* 2018;154(4):925-934
6. Azoulay E, Demoule A, Jaber S, et al. Palliative noninvasive ventilation in patients with acute respiratory failure. *Intensive Care Med.* 2011;37(8):1250-1257
7. Davies JD. Noninvasive Respiratory Support at the End of Life. *Respir Care.* 2019;64(6):701-711
8. Hui D, Hernandez F, Urbauer D, et al. High-Flow Oxygen and High-Flow Air for Dyspnea in Hospitalized Patients with Cancer: A Pilot Crossover Randomized Clinical Trial. *Oncologist.* 2021;26(5):e883-e892
9. Hui D, Morgado M, Chisholm G, et al. High-flow oxygen and bilevel positive airway pressure for persistent dyspnea in patients with advanced cancer: a phase II randomized trial. *J Pain Symptom Manage.* 2013;46(4):463-473
10. Oliveira EP de, Medeiros Junior P. Palliative care in pulmonary medicine. *J Bras Pneumol.* 2020;46(3):e20190280.
11. Swan F, Newey A, Bland M, et al. Airflow relieves chronic breathlessness in people with advanced disease: An exploratory systematic review and meta-analyses. *Palliat Med.* 2019;33(6):618-633
12. Scala R, Pisani L. Noninvasive ventilation in acute respiratory failure: which recipe for success?. *Eur Respir Rev.* 2018;27(149):180029
13. Curtis JR, Cook DJ, Sinuff T, et al. Noninvasive positive pressure ventilation in critical and palliative care settings: understanding the goals of therapy. *Crit Care Med.* 2007;35(3):932-939

14. Levy M, Tanios MA, Nelson D, et al. Outcomes of patients with do-not-intubate orders treated with noninvasive ventilation. *Crit Care Med.* 2004;32(10):2002-2007
15. Wilson ME, Majzoub AM, Dobler CC, et al. Noninvasive Ventilation in Patients With Do-Not-Intubate and Comfort-Measures-Only Orders: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Crit Care Med.* 2018;46(8):1209-1216
16. Schettino G, Altobelli N, Kacmarek RM. Noninvasive positive pressure ventilation reverses acute respiratory failure in select “do-not-intubate” patients. *Crit Care Med.* 2005;33(9):1976-1982
17. Esbensen KL. What Matters Most When Considering Noninvasive Ventilation for Patients With Do-Not-Intubate or Comfort-Measures-Only Orders?. *Crit Care Med.* 2018;46(8):1367-1370
18. Nava S, Ferrer M, Esquinas A, et al. Palliative use of non-invasive ventilation in end-of-life patients with solid tumours: a randomised feasibility trial. *Lancet Oncol.* 2013;14(3):219-227
19. Quill CM, Quill TE. Palliative use of noninvasive ventilation: navigating murky waters. *J Palliat Med.* 2014;17(6):657-661
20. Shah N, Mehta Z, Mehta Y. High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy in Palliative Care #330. *J Palliat Med.* 2017;20(6):679-680
21. Peters SG, Holets SR, Gay PC. High-flow nasal cannula therapy in do-not-intubate patients with hypoxemic respiratory distress. *Respir Care.* 2013;58(4):597-600
22. Koyauchi T, Suzuki Y, Sato K, Hozumi H, Karayama M, Furuhashi K, Fujisawa T, Enomoto N, Nakamura Y, Inui N, Yokomura K, Imokawa S, Nakamura H, Morita T, Suda T. Impact of end-of-life respiratory modalities on quality of dying and death and symptom relief in patients with interstitial lung disease: a multicenter descriptive cross-sectional study. *Respir Res.* 2022;23:79
23. Robert R, Le Gouge A, Kentish-Barnes N, et al. Sedation practice and discomfort during withdrawal of mechanical ventilation in critically ill patients at end-of-life: a post-hoc analysis of a multicenter study. *Intensive Care Med.* 2020;46(6):1194-1203
24. Robert R, Le Gouge A, Kentish-Barnes N, et al. Terminal weaning or immediate extubation for withdrawing mechanical ventilation in critically ill patients (the ARREVE observational study) [published correction appears in *Intensive Care Med.* 2017 Nov 24;:]. *Intensive Care Med.* 2017;43(12):1793-1807
25. Kompanje EJ, van der Hoven B, Bakker J. Anticipation of distress after discontinuation of mechanical ventilation in the ICU at the end of life. *Intensive Care Med.* 2008;34(9):1593-1599
26. Downar J, Delaney JW, Hawryluck L, Kenny L. Guidelines for the withdrawal of life-sustaining measures. *Intensive Care Med.* 2016;42(6):1003-1017
27. Truog RD, Brock DW, White DB. Should patients receive general anesthesia prior to extubation at the end of life?. *Crit Care Med.* 2012;40(2):631-633
28. Billings JA. Humane terminal extubation reconsidered: the role for preemptive analgesia and sedation. *Crit Care Med.* 2012;40(2):625-630
29. Von Gunten C, Weissman DE. Symptom control for ventilator withdrawal in the dying patient. *J Palliat Med.* 2003;6(5):774-775
30. Coelho CBT, Yankaskas JR. New concepts in palliative care in the intensive care unit. Novos conceitos em cuidados paliativos na unidade de terapia intensiva. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2017;29(2):222-230
31. Delaney JW, Downar J. How is life support withdrawn in intensive care units: A narrative review. *J Crit Care.* 2016;35:12-18
32. Von Gunten C, Weissman DE. Information for patients and families about ventilator withdrawal. *J Palliat Med.* 2003;6(5):775-776
33. Von Gunten C, Weissman DE. Ventilator Withdrawal Protocol. *J Palliat Med.* 2003;6(5):773-774



## TEMA 35

# Transporte do paciente em ventilação mecânica

- A. Preparo do transporte
- B. Contraindicações ao transporte
- C. Cuidados durante o transporte
  - C.1 - Equipe de transporte
  - C.2 - Equipamentos de monitorização
  - C.3 - Ventiladores de transporte
  - C.4 - Sobre parâmetros ventilatórios
  - C.5 - Sobre cuidados após o transporte

## A. Preparo do transporte

**Comentário:** O transporte intra e inter-hospitalar é comum devido à necessidade de diagnósticos, procedimentos avançados e acesso a cuidados especializados. O planejamento criterioso e a monitorização durante o transporte podem diminuir os eventos adversos e reduzir os riscos. O transporte de pacientes sob ventilação mecânica (VM) requer um processo estruturado, realizado por uma equipe bem treinada e recursos adequados. Dessa forma, aumenta-se a segurança do paciente durante o transporte e evita-se eventos adversos<sup>1,2,3,6,13</sup>.

### Considerar:

- Antes de realizar o transporte, avaliar o risco e benefício do transporte para o paciente. No caso do transporte para exames, há estudos que demonstram mudança de conduta em apenas 24-39% dos casos após o exame realizado. Em casos críticos, outros recursos à beira do leito poderão ser avaliados como ultrassonografia, endoscopia digestiva alta e outros<sup>3</sup>.
- A decisão de transferir ou realizar o transporte de um paciente grave deverá ser avaliada por um médico mais experiente da equipe e deverá também ser comunicado aos familiares os riscos e os benefícios do transporte<sup>3</sup>.
- O responsável legal deverá ser informado do procedimento de transporte, da sua necessidade e objetivos e um termo de consentimento informado por escrito sobre o transporte deverá ser assinado pelo mesmo<sup>3</sup>.
- Um informe escrito sobre a atual condição clínica do paciente, contendo a razão do transporte, tratamento realizado, modo de transferência e tempo de transferência, deverá ser encaminhado à unidade receptora antes do transporte<sup>13,15</sup>.
- A escolha do meio de transporte (ambulância, helicóptero, aeronave) dependerá das condições clínicas do paciente, do tempo de deslocamento e das condições de recebimento da unidade final<sup>4,14,15</sup>.

- Transporte aéreo com avião deverá ser cogitado para longas distâncias, maiores que 240km, ou entre países ou continentes. Transporte com helicóptero deverá ser avaliado quando a distância supera 80km<sup>3,5</sup>.
- Transporte aéreo pode ser indicado para pequenas distâncias quando houver:
  - Traumas graves com lesões penetrantes no tórax, lesões multissistêmicas, pacientes menores de 12 anos ou maiores de 55 anos com alteração de sinais vitais;
  - Síndrome coronariana aguda com urgente necessidade de revascularização, tamponamento cardíaco com instabilidade hemodinâmica, choque cardiogênico com necessidade de suporte de *devices* cardiovasculares;
  - Pacientes que receberão transplante de órgãos;
  - Pacientes críticos com alta probabilidade de deterioração clínica como em casos de dissecção aórtica.
- Paciente deverá ter em punho direito uma pulseira com identificação, devendo ser checado o nome, idade e número de registro do paciente antes do transporte<sup>5,6,13,14,15</sup>.
- A reanimação e a estabilização clínica do paciente deverão ser realizadas antes do transporte e sem que haja atraso deste. Durante a preparação deverão ser checados A, B, C e D. Após o *checklist*, o paciente deverá ser devidamente protegido do frio com cobertores ou outro método<sup>3</sup>.
  - A - *Airway*: pacientes com possibilidade de deterioração respiratória deverão ser efetivamente intubados com cânula orotraqueal com balonete insuflado e seu posicionamento deverá ser confirmado antes de transporte. Sonda nasogástrica poderá ser indicada para prevenir broncoaspiração durante o transporte. Estabilização da coluna cervical deverá ser realizada em pacientes que sofreram trauma.
  - B - *Breathing*: a frequência respiratória e o volume corrente deverão ser adequadamente ajustados de acordo com os valores da gasometria arterial. Na suspeita de pneumotórax, este deverá ser drenado antes do transporte, especialmente se for transporte aéreo.
  - C - *Circulation*: deverá ser realizado dois acessos venosos calibrosos ou acesso venoso central. Hemorragias deverão ser adequadamente controladas, a tipagem sanguínea deverá ser realizada e o choque adequadamente tratado com fluídos e vasopressores.
  - D - *Disability ou neurological status*: em pacientes com injúria neurológica, a escala de coma de Glasgow deverá ser monitorada durante o transporte e antes da administração de sedativos e bloqueadores neuromusculares.
- A elaboração de um *checklist* relacionado aos itens necessários para o transporte seguro pode ser ferramenta norteadora para toda equipe. A identificação do perfil do paciente, do tipo de transporte, distância e tempo de duração serão determinantes para escolha dos materiais, equipamentos e equipe necessária<sup>7,8,9,10,11,12</sup>.
- A escolha dos equipamentos para o transporte deve seguir as normas de órgãos de regulamentação, ser de peso e dimensão reduzida, mas com autonomia de funcionamento que suporte, no mínimo, o dobro de tempo do transporte<sup>1,5,10,11,12,15</sup>.
- A autonomia de todos os aparelhos, em termos de fornecimento de eletricidade e gás medicinal, deverá ser testada e, se necessário, adaptada à duração estimada do transporte, que pode variar em função da utilização. Todos os testes dos equipamentos devem ser registrados em documento específico de *checklist* elaborado pela equipe responsável<sup>1,3,8,9</sup>.
- Os equipamentos necessários para ressuscitação e ventilação do paciente que deverão conter no transporte são cânula orotraqueal, laringoscópio ou de preferência o videolaringoscópio, material para aspiração, cilindro de oxigênio, ambu e o ventilador de transporte, bombas infusoras e um aparelho de DEA. Considerar para transportes especiais com ECMO, bateria extra e adaptadores de tomada<sup>1-3</sup>.

- Na maleta de transporte deverá conter bloqueador neuromuscular, sedativos, analgésicos, medicações inotrópicas e medicações para ressuscitação. A equipe responsável pelo transporte deverá estar familiarizada com a utilização dessas medicações<sup>1-3</sup>.
- A mínima monitorização requerida necessária para o transporte seguro é monitor com eletrocardiograma contínuo, frequência cardíaca e respiratória, pressão arterial, saturação de oxigênio, ETCO<sub>2</sub> e temperatura<sup>2,3,8-10</sup>.
- Um dos recursos importantes para o transporte é o desfibrilador com pás de marcapasso integrado ao monitor multiparamétrico. O mesmo deverá ser checado antes do transporte<sup>3,7</sup>.
- Em transportes em que se faz necessário o uso de bombas infusoras, as mesmas deverão ter a identificação da medicação infundida e bateria com autonomia suficiente e previamente testada<sup>7-9,13</sup>.
- Para pacientes portadores de marca-passo externo, os limiares do aparelho deverão ser checados e adaptados para o transporte. A bateria deverá estar em sua capacidade de carga máxima, sendo dimensionada com 50% a mais de tempo que o tempo previsto para transporte. Sempre que possível um sistema de recarga deve ser usado além de uma bateria extra, que deverá estar na maleta de transporte<sup>7-9,13</sup>.
- Todos os monitores e aparelhos, como ventilador e bombas infusoras, utilizados durante o transporte deverão ter alarmes sonoros e visuais e estes deverão ser ajustados e testados antes do transporte<sup>7</sup>.
- A fim de checar a efetividade do ventilador de transporte, este deverá ser conectado ao paciente cinco a dez minutos antes da realização do transporte, utilizando a fonte de gás e eletricidade da UTI<sup>7</sup>.

## B. Contraindicações ao transporte

### Considerar:

- Pacientes críticos podem ser expostos a mudanças fisiológicas significativas durante a transferência, com isso atentar para importantes instabilidades tais como hipoxemia, hipotensão, arritmias, mudanças na pressão intracraniana (PIC) e agitação psicomotora. A incapacidade de manter estabilidade hemodinâmica e boa oxigenação, bem como as condições gerais mantidas no local de origem, pode determinar contraindicação para realização do transporte<sup>6,7,9</sup>.

## C. Cuidados durante o transporte

### C.1 - Equipe de transporte

**Comentário:** Membros da equipe especialmente treinados são a chave para o transporte seguro, resultando em menores eventos adversos – dados mostram 23% *versus* 9% (equipes não especializadas *versus* especializadas) e aumento da possibilidade de sobrevivência<sup>11-17</sup>.

### Considerar:

- Equipe mínima para transporte inclui um médico com qualificação em Medicina Intensiva e uma enfermeira com qualificação em terapia intensiva. Nos pacientes transportados em uso de ECMO, será necessária equipe com experiência no manuseio<sup>3,15-17</sup>.
- A equipe de transporte deverá ser treinada continuamente, deverá ter a habilidade de comunicação clara e objetiva e trabalhar em equipe<sup>8,15</sup>.

- Comunicação em alça fechada e protocolos de comunicação, como o SBAR (*Situation, Background, Assesment, Recomendation*) deverão ser adotados durante o transporte<sup>2,3,8</sup>.

## C.2 - Equipamentos de monitorização

### Considerar:

- A monitorização mínima necessária durante o transporte do paciente crítico inclui monitorização da frequência cardíaca, oximetria de pulso e monitorização da pressão arterial e temperatura. Os principais parâmetros monitorados devem ser associados a alarmes, cujas configurações podem ser adaptadas a cada paciente. A monitoração de CO<sub>2</sub> expirado (EtCO<sub>2</sub>) é recomendada para pacientes com distúrbios neurológicos e para pacientes em que é necessário um controle rigoroso da pressão parcial de CO<sub>2</sub> (PaCO<sub>2</sub>)<sup>4,6,14</sup>.

## C.3 - Ventiladores de transporte

**Comentário:** A função do ventilador de transporte é assegurar a estabilidade clínica do paciente mesmo quando houver necessidade de deslocamento do paciente. Por isso, esse tipo de ventilador pulmonar caracteriza-se por ser portátil e de fácil manuseio.

### Considerar:

- As capacidades exatas do ventilador portátil para uso durante o transporte devem ser de conhecimento do usuário, e são divididos em três categorias<sup>10,12,14,15</sup>:
  - Ventilador básico ou de emergência (modo de controle de volume - VC), pressão expiratória final positiva (PEEP), monitoramento reduzido;
  - Ventilador intermediário (controle de volume assistido - VAC, PEEP, fluxo ajustável ou relação I:E, espirometria), configuração de FiO<sub>2</sub> em 100% ou mistura de ar/oxigênio;
  - Ventilador de alto desempenho (modos de ventilação com volume controlado e pressão controlada, incluindo modo espontâneo e controle de assistência, PEEP, FiO<sub>2</sub> e fluxo inspiratório ajustável, espirometria), idealmente com compensação de fuga, monitorização gráfica e de mecânica respiratória e modo de ventilação não invasiva (NIV).
- Que sejam de menor peso e dimensões.
- Fácil de operar para garantir pronto atendimento.
- Interface de simples configuração e amigável ao operador.
- Funcionamento seguro.
- Capacidade de ventilação independente de rede externa de ar comprimido, ou seja, ele deve possuir uma turbina interna.
- Ventiladores utilizados para transporte devem possuir bateria com autonomia suficiente, alarmes visuais ou sonoros para os principais parâmetros ventilatórios monitorados, tais como volume corrente, pressão máxima, frequência respiratória mínima e máxima e, principalmente, alarme de desconexão. As configurações dos ventiladores portáteis, para uso durante o transporte, devem permitir os mesmos parâmetros ventilatórios do ventilador da UTI de origem, incluindo modos ventilatórios não invasivos<sup>10,11,13,16,17</sup>.
- Evitar, quando possível, o uso de ressuscitador manual em função da possível ocorrência de hiper ou hipoventilação. O uso do ressuscitador manual (máscara com bolsa valvulada) durante o transporte deverá ser utilizada somente em caso de falha do ventilador<sup>7-13</sup>.



**Sugere-se:**

- Utilizar ventiladores de turbina no momento de transporte, que permitam o uso apenas de fonte de O<sub>2</sub>, o ajuste da FiO<sub>2</sub> ofertada, a geração de pressurização adequada, bem como a entrega do volume corrente necessário<sup>10,16,17</sup>.

## C.4 - Sobre parâmetros ventilatórios

**Comentário:** Durante o transporte, a ventilação mecânica deverá ser ajustada de acordo com os parâmetros predeterminados na unidade de origem e com a necessidade de estabilização do paciente. A mudança de parâmetros ocorrerá se necessário em função de eventos adversos<sup>10,11,16,17</sup>. Para pacientes em ventilação mecânica com níveis elevados de PEEP, os riscos do transporte deverão ser ponderados<sup>8,9,10,11,17</sup>.

**Considerar:**

- Em casos específicos de transportes inevitáveis para paciente com dependência de PEEP > 5cmH<sub>2</sub>O e risco de hipoxemia e ou comprometimento da complacência pulmonar, sugere-se o uso de ventiladores específicos para transporte ou ventiladores de alto desempenho, que permitam ajustes e ventilação igual ao ventilador da UTI, evitando assim eventuais ocorrências adversas. Qualquer otimização da PEEP deve ser realizada antes do procedimento de transporte<sup>10,11,16</sup>.
- Para o transporte externo de pacientes submetidos à ventilação mecânica, é recomendado ter à disposição um sistema de aspiração portátil, bem como sondas e dispositivos para realização de aspiração das vias aéreas sempre que necessário<sup>11</sup>.
- O uso do capnógrafo é recomendado para transportes longos para a confirmação do posicionamento da cânula orotraqueal e monitorização do ETCO<sub>2</sub><sup>8,10,16,17</sup>.
- Em pacientes com controle estrito do PaCO<sub>2</sub>, por exemplo pacientes com injúria neurológica, deverão ser transportados com capnógrafo, assim como deverão ser mantidos em ventilação com controle rígido do volume/minuto para manutenção da neuroproteção<sup>8,9</sup>.

## C.5 - Sobre cuidados após o transporte

**Considerar:**

- Alterações em sinais clínicos e deterioração respiratória podem estar presentes após o transporte concluído. Desta forma, esses pacientes deverão ser meticulosamente avaliados durante as primeiras 24 horas após o transporte<sup>7,8</sup>.
- Após o transporte e assim que o paciente estiver posicionado no leito, orienta-se retornar dieta enteral suspensa antes do transporte. A NP não deverá ser suspensa durante o transporte. Deverá ser avaliada a necessidade de trocar filtro HME e se necessário o sistema de aspiração<sup>9</sup>.
- Todos os registros e eventos adversos que ocorreram durante o transporte devem ser documentados e comunicados à unidade receptora, onde o paciente permanecerá, tanto para realização de exames como de forma definitiva<sup>9-12</sup>.
- Os equipamentos e materiais utilizados durante o transporte, assim como as conexões - como cateteres e drenos - devem ser checados antes, durante e no retorno do transporte<sup>10,11,12,13,15,16,17</sup>.
- Realizar um *debriefing* entre a equipe multiprofissional que participou do processo, pontuando eventos adversos ocorridos e sugestões para evitá-los<sup>9-12</sup>.

## Referências bibliográficas - Tema 35

1. A. Brunsveld-Reinders, M. Arbous, +1 author E. de Jonge, A comprehensive method to develop a checklist to increase safety of intra-hospital transport of critically ill patients, *Medicine Critical Care*, 2015
2. Istvas Lászio, Tamás Végh, Dorottya Szántó, Marianna Juhász, Csilla Molnár, Béla Fulesdi, Preparing the patients for ICU transfer: what is the anesthesiologist's role, *Current Anesthesiologist Reports*, 2022.
3. Ashish Kulshrestha, Jasveer Singh, Inter-hospital and intra-hospital patient transfer: Recent Concepts, *Indian Journal of Anaesthesia*, 2016
4. Benoit Fanara, Cyril Manzon, Oliver Barbot, Thibaut Desmettre and Gilles Capellier. Recommendations for the intra-hospital transport of critical ill patients. *Critical Care* 2010.
5. Thomsom DP, Thomas SH; Air Medical Services Committee of the National Association of EMS Physicians. Guideline for air medical dispatch. *Prehosp Emerg Care* 2003.
6. Intrahospital transport of critically ill patients (excluding newborns) recommendation s of the Société de Réanimation de L'nague Française (SRLF), the Société Française d'Anesthésie et de Médecine d'urgence (SFMU), 2012.
7. Christian Waydhas, Intrahospital transport of critically ill patients, *Critical Care* 1999
8. Anja h Brunsveld-Reinders, M Sesmu Arbus, Sander G Kuiper and Evert de Jonge. A comprehensive method to develop a checklist to increase safety of intra-hospital transport of critically ill patients, 2015.
9. Smith I, Fleming S, Cernaiana A. Mishaps during transport from the intensive care unit. *Crit Care Med* 1990; 18:278-81.
10. Salah Boussen, Marc Gainnier and Pierre Michelet, Evaluation of Ventilators Used During Transport of Critically Ill Patients: A Bench Study, *Respiratory Care*, 2013;58 (11) 1911-1922.
11. Voigt LP, Pastores SM, Raoof ND, Thaler HT, Halpern NA. Review of a large clinical series: intrahospital transport of critically ill patients: outcomes, timing, and patterns. *J Intensive Care Med*. 2009;24:108-15.
12. Warren J, Fromm RE, Jr, Orr RA, Rotello LC, Horst HM. Guidelines for the inter- and intrahospital transport of critically ill patients. *Crit Care Med*. 2004;32:256-62.
13. Maki Murata, MD a, Natsuki Nakagawa, MD b, \*, Takeshi Kawasaki, MD c, Shunsuke Yasuo, MD d, Takuo Yoshida, MD e, Koichi Ando, MD f, Satoshi Okamori, MD g, Yohei Okada, MD. Adverse events during intrahospital transport of critically ill patients: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Emergency Medicine* 52 (2022) 13-19
14. Kue R, Brown P, Ness C, Scheulen J. Adverse clinical events during intrahospital transport by a specialized team: a preliminary report. *Am J Crit Care*. 2011;20:153-62.
15. Liu Jia, Hongliang Wang, Yang Gao, Haitao Liu, an Kaijiang Yu. High incidence of adverse events during intra-hospital transport of critically ill patients and new related risk factors: a prospective, multicenter study in China. *Am J Critical Care* (2016) 20:12
16. Thomas C Blakeman MSc RRT, Richard D Branson, Inter- Intra-hospital Transport of the Critically Ill *Respiratory Care*, 2013 vol 58 no 6
17. Bishr Haydar, Anne Baetzel, Anila Elliott, Mark MacEachern, Afra Kamal, Robert Christensen, Adverse Events During Intrahospital Transport of Critically Ill Children: A Systematic Review; *Pediatric Anesthesiology*, 2020; 131 -4



## TEMA 36

# Ventilação mecânica em procedimentos na UTI

### A. Durante a broncoscopia

**A.1** - Sobre modos ventilatórios para realização da broncoscopia em ventilação não invasiva

**A.2** - Modos ventilatórios para realização da broncoscopia em ventilação invasiva

### B. Durante a endoscopia

### C. Durante a traqueostomia percutânea

**Comentário:** Procedimentos realizados à beira do leito na Unidade de Terapia Intensiva tem finalidade diagnóstica e/ou terapêutica. A realização destes em pacientes sob ventilação mecânica ou risco ventilatório torna-se um desafio adicional, necessitando de monitorização adequada durante sua realização.

## A. Durante a broncoscopia

**Comentário:** A broncoscopia é um procedimento que pode ter sua tolerabilidade aumentada com a estratégia de analgesia e sedação adequada.

### Considerar:

- O uso de anestesia tópica, analgesia e sedação, salvo contra-indicação para realização de broncoscopia, a fim de aumentar a tolerância do paciente ao exame e reduzir a tosse<sup>1,4</sup>.

**Comentário:** Acidose respiratória pode ser desencadeada durante o procedimento, de forma transitória, associada com baixos volumes correntes (VC) e diâmetro interno do tubo endotraqueal < 7,5mm.

### Considerar:

- Se possível, realizar a broncoscopia com tubos maiores que 7,5mm de diâmetro interno associado ao aumento transitório do VC durante o exame, especialmente para pacientes de alto risco para hipercapnia<sup>2</sup>.

**Comentário:** A realização da broncoscopia em pacientes com insuficiência respiratória, não intubados, é possível considerando as indicações e particularidades do caso.

### Considerar:

- Não realizar a broncofibroscopia em pacientes com hipoxemia que não pode ser corrigida com O<sub>2</sub> suplementar.
- O uso da máscara laríngea como recurso de acesso à via aérea.
- O uso de ventilação não invasiva (VNI) para pacientes não intubados e de alto risco pela hipoxemia. Este suporte pode reduzir o risco de necessidade de intubação e pode ser estratégia

para a realização do procedimento, salvo contraindicação para VNI. O uso do CNAF pode ser um recurso utilizado.

- A equipe da UTI deverá acompanhar o exame e deverá estar preparada para a necessidade de intubação durante o procedimento<sup>3,4</sup>.

## A.1 - Sobre modos ventilatórios para realização da broncoscopia em ventilação não invasiva

### Considerar:

- Na VNI, para broncoscopia, o modo de pressão de suporte, com pressão inspiratória titulada entre 10-25cmH<sub>2</sub>O e PEEP entre 5-10cmH<sub>2</sub>O<sup>3,4</sup>.

## A.2 - Modos ventilatórios para realização da broncoscopia em ventilação invasiva

### Considerar:

- Utilizar modos controlados de ventilação mecânica a fim de garantir o volume corrente. Atentar para os alarmes devido à possibilidade de aumento da pressão na via aérea.

### Sugere-se:

- Utilização de adaptador em T (*swivel*) para manutenção da ventilação no intuito de minimizar a perda do volume corrente<sup>5</sup>.

### Considerar:

- Realizar pré-oxigenação com FiO<sub>2</sub> 100% antecedendo o procedimento. Considerar manter esta FiO<sub>2</sub> até o fim do procedimento. A PEEP poderá ser reduzida durante o procedimento no momento da inserção do broncofibroscópio<sup>3,5</sup>.

## B. Durante a endoscopia

**Comentário:** Analgesia e sedação são utilizadas nos procedimentos endoscópicos, com o objetivo de diminuir a ansiedade, desconforto, dor e promover amnésia, com mínima depressão do sistema respiratório e cardiovascular. Hipoxemia, definida como queda de SatO<sub>2</sub> < 90%, é uma das complicações mais comuns.

### Sugere-se:

- A monitoração com oximetria de pulso, pressão arterial e monitoramento cardíaco, e observar atividade respiratória, nível de consciência e sinais de desconforto à beira do leito<sup>6-8</sup>.
- Realizar a suplementação de oxigênio com cânula nasal de O<sub>2</sub>, em procedimentos sob sedação moderada ou profunda<sup>6,7</sup>.

### Considerar:

- A utilização de CNAF na redução do risco de hipoxemia<sup>9</sup>.

**Comentário:** A capnografia tem como objetivo identificar precocemente as alterações respiratórias, como hipoventilação, apneia e obstrução da via aérea. Pacientes idosos com doenças cardíacas, em risco respiratório e obesos mórbidos têm maiores chances de hipoventilação e insuficiência respiratória durante o procedimento de sedação para endoscopia.

### Considerar:

- Caso disponível e aplicável, incorporar a capnografia à monitoração padrão<sup>7,10</sup>.
- Considerar a utilização de VNI nos pacientes com fatores de risco<sup>11</sup>.

**Comentário:** Pacientes com hemorragia digestiva alta ativa e retenção gástrica têm alto risco para broncoaspiração.

**Considerar:**

- Realizar intubação orotraqueal antes do procedimento<sup>7</sup>.

## C. Durante a traqueostomia percutânea

**Comentário:** O suporte ventilatório durante a traqueostomia percutânea segue as mesmas orientações da ventilação durante a broncoscopia. Porém, deve-se considerar que a confirmação da inserção da agulha na traqueia, no início do procedimento, deve ser realizada por vários métodos diagnósticos como broncoscopia (mais comum) ou ultrassonografia.

**Sugere-se:**

- Utilizar metodologia adicional para confirmação do posicionamento da agulha na traqueia no início do procedimento de traqueostomia percutânea<sup>12,13</sup>.

**Comentário:** A realização de radiografia torácica após procedimentos invasivos faz parte da rotina de muitas UTIs, gerando custo e risco adicional ao paciente.

**Considerar:**

- Não realizar radiografia de rotina em procedimentos realizados sem intercorrências<sup>12,14</sup>.

## Referências bibliográficas – Tema 36

- 1- Wahidi MM, Jain P, Jantz M, Lee P, Mackensen GB, Barbour SY, Lamb C, Silvestri GA. American College of Chest Physicians consensus statement on the use of topical anesthesia, analgesia, and sedation during flexible bronchoscopy in adult patients. *Chest*. 2011 Nov;140(5):1342-1350. doi: 10.1378/chest.10-3361. PMID: 22045879.
- 2- Karagiannidis C, Merten ML, Heunks L, Strassmann SE, Schäfer S, Magnet F, Windisch W. Respiratory acidosis during bronchoscopy-guided percutaneous dilatational tracheostomy: impact of ventilator settings and endotracheal tube size. *BMC Anesthesiol*. 2019 Aug 9;19(1):147. doi: 10.1186/s12871-019-0824-5. PMID: 31399057; PMCID: PMC6689167.
- 3- Patolia S, Farhat R, Subramaniyam R. Bronchoscopy in intubated and non-intubated intensive care unit patients with respiratory failure. *J Thorac Dis*. 2021 Aug;13(8):5125-5134. doi: 10.21037/jtd-19-3709. PMID: 34527353; PMCID: PMC8411155.
- 4- Esquinas A, Zuñil M, Scala R, Chiner E. Bronchoscopy during non-invasive mechanical ventilation: a review of techniques and procedures. *Arch Bronconeumol*. 2013 Mar;49(3):105-12. English, Spanish. doi: 10.1016/j.arbres.2012.05.008. Epub 2012 Jul 20. PMID: 22819004.
- 5- Du Rand IA, Blaikley J, Booton R, et al. British Thoracic Society guideline for diagnostic flexible bronchoscopy in adults: accredited by NICE. *Thorax* 2013;68:i1-i44.
- 6- Early DS et al. Guidelines for sedation and anesthesia in GI endoscopy. *Gastrointestinal endoscopy* 2018, 87 (2): 327 - 337.
- 7 - Igea F, Casellas JA, González-Huix F, Gómez-Oliva C, Baudet JS, Cacho G, Simón MA, de-la-Morena E, Lucendo A, Vida F, López-Rosés L. Sedation for gastrointestinal endoscopy. Clinical practice guidelines of the Sociedad Española de Endoscopia Digestiva. *Rev Esp Enferm Dig* 2014;106:195-211.
- 8 - Lichtenstein DR, Jagannath S et al. Sedation and anesthesia in GI endoscopy. *Standards of Practice Committee of the American Society for Gastrointestinal endoscopy. Gastrointest Endosc* 2008; 68: 815-826.
- 9- Zhang YX, He XX, Chen YP and Yang S. The effectiveness of high-flow nasal cannula during sedated digestive endoscopy: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Medical Research* (2022) 27:30
- 10 - Saunders R, Struys MMR, Pollock RF, Mestek M, Lightdale JR. Patient safety during procedural sedation using capnography monitoring: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2017;7:e013402. doi:10.1136/bmjopen-2016-013402.
- 11 - Folgado MA, De la Serna C, Llorente A, Rodríguez SJ, Ochoa C, Díaz-Lobato S. Utility of noninvasive ventilation in high-risk patients during endoscopic retrograde cholangiopancreatography. *Lung India*, Oct - Dec 2014, 31 (4): 331 - 335.
- 12- Al-Ansari MA, Hijazi MH. Clinical review: percutaneous dilatational tracheostomy. *Crit Care*. 2006 Feb;10(1):202. doi: 10.1186/cc3900. PMID: 16356203; PMCID: PMC1550816.
- 13- Andriolo BN, Andriolo RB, Saconato H, Atallah ÁN, Valente O. Early versus late tracheostomy for critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Jan 12;1(1):CD007271. doi: 10.1002/14651858.CD007271.pub3. PMID: 25581416; PMCID: PMC6517297.
- 14- Barash M, Kurman JS. Patient selection and preoperative evaluation of percutaneous dilation tracheostomy in the intensive care unit. *J Thorac Dis*. 2021 Aug;13(8):5251-5260. doi: 10.21037/jtd-2019-ipc-18. PMID: 34527364; PMCID: PMC8411154.



## TEMA 37

# Ventilação mecânica na gestante

- A. Cuidados na intubação
- B. Metas fisiológicas específicas
- C. Particularidades na monitorização da troca gasosa e da mecânica ventilatória
- D. Cuidados específicos
  - D.1 - Posicionamento da paciente
  - D.2 - Cuidados com exames radiológicos
  - D.3 - Uso da prona na paciente gestante
  - D.4 - Profilaxia de TEV

## A. Cuidados na intubação

**Comentário:** A maior incidência de intubação difícil e falha de intubação deve-se a mudanças anatômicas e fisiológicas que ocorrem durante a gestação, como ganho de peso, aumento das mamas, retenção hídrica, edema e friabilidade de mucosas<sup>1,2</sup>. Além disso, devido a uma redução da capacidade residual funcional, aumento da demanda de oxigênio e redução da complacência da parede torácica, ocorre uma redução na reserva de oxigênio. Conseqüentemente, em períodos de hipoventilação e apneia, a gestante evolui mais rapidamente com hipoxemia<sup>3</sup>. Também ocorre a redução do tônus no esfíncter gastroesofágico e retardo no esvaziamento gástrico, aumentando o risco de broncoaspiração durante os procedimentos<sup>4</sup>.

### Considerar:

- Realizar a avaliação da via aérea da paciente gestante, observando-se os preditores habituais de via aérea difícil<sup>5</sup>. Neste caso, dar preferência para intubação com auxílio de videolaringoscópio<sup>8</sup>.
- No momento da IOT, posicionar a paciente com decúbito elevado entre 20 e 30 graus, para prevenir a broncoaspiração.
- Realizar pré-oxigenação com oxigênio 100%, utilizando-se de máscara com reservatório ou cateter nasal de alto fluxo por 2 a 3 minutos<sup>6</sup>.
- A utilização de dispositivo bolsa-válvula-máscara com pressão positiva pode causar distensão gástrica e broncoaspiração. Caso seja necessário, deve-se ter o cuidado em não ultrapassar pressão de insuflação > 20cmH<sub>2</sub>O e deve ser acompanhada de pressão cricoide<sup>7</sup>.
- A paciente deve receber oxigenação suplementar durante todo procedimento.
- Pode-se usar sequência rápida de intubação em pacientes cuja avaliação da via aérea não identificar via aérea difícil.
- Durante o procedimento, as medicações para sedo-analgesia e bloqueadores neuromusculares podem ser utilizados em suas doses habituais.

- Caso o procedimento seja realizado em um intervalo curto que antecede o parto, atentar-se para os efeitos sedativos sobre o feto que deverá receber cuidados neonatais, com suporte ventilatório imediato ao nascimento<sup>9</sup>.
- Avaliar a circunferência do tubo orotraqueal, que deve ser menor do que seria utilizada habitualmente para a paciente, devido ao edema das vias aéreas que facilita a ocorrência de lesão das mesmas<sup>10</sup>. Pelo mesmo motivo, a intubação nasotraqueal deve ser evitada<sup>9</sup>.

## B. Metas fisiológicas específicas

**Comentário:** O feto é muito sensível à hipoxemia e acidose. A oferta de oxigênio para o feto é determinada principalmente pelo fluxo sanguíneo placentário, que é afetado diretamente por alterações na homeostase materna. A hipoxemia gera vasoconstrição placentária e redução da oferta de oxigênio para o feto. A hipocapnia também reduz o fluxo sanguíneo placentário. Por outro lado, PCO<sub>2</sub> mais altos em geral são bem tolerados pelo feto<sup>11,12</sup>.

### Considerar:

- A fim de evitar hipoxemia fetal, manter o PO<sub>2</sub> materno ≥ 70mmHg ou SatO<sub>2</sub> ≥ 95%. Deve-se manter o PCO<sub>2</sub> > 30mmHg para evitar vasoconstrição placentária.
- A hipercapnia pode ser tolerada, desde que mantenha-se o pH materno entre 7,25 e 7,35<sup>11,12</sup>.

## C. Particularidades na monitorização da troca gasosa e da mecânica ventilatória

**Comentário:** As alterações fisiológicas da gestação, como aumento do *drive* respiratório devido a níveis elevados de progesterona, a diminuição da capacidade residual funcional (CRF), o diafragma elevado devido ao aumento do útero (até 5cm), a diminuição da complacência da parede torácica, o aumento do consumo de O<sub>2</sub> e produção de CO<sub>2</sub> devido às demandas do feto e a alcalose respiratória com diminuição do bicarbonato, devem ser consideradas na monitorização da troca gasosa e da mecânica ventilatória<sup>13</sup>.

### Sugere-se:

- As estratégias de ventilação segura devem ser observadas na gestante da mesma forma que nos pacientes não gestantes, devendo ser obedecido o limite de volume corrente de 6 a 8ml/kg de peso predito. Em casos de SARA, usar 4 a 8ml/kg de peso predito<sup>13</sup>.

### Considerar:

- Devido à redução da complacência da parede torácica e à maior pressão abdominal do útero, a gestante pode requerer valores de PEEP mais elevados a fim de evitar a ocorrência de atelectasias. Nesse contexto, a monitorização da pressão transpulmonar pode ser útil para titulação da PEEP.
- Podem ser necessárias pressões de pico e platô mais elevadas que o habitual, desde que observada a *driving pressure* ≤ 15mmHg<sup>14</sup>.

## D. Cuidados específicos

### D.1 - Posicionamento da paciente

**Comentário:** Algumas alterações fisiológicas que ocorrem na gestação podem ser acentuadas quando a paciente é colocada na posição supina, como formação de edema, estase sanguínea e risco de TVP, refluxo gastroesofágico com aumento do risco de aspiração e a redução na capacidade residual funcional. No entanto, as maiores preocupações relacionadas ao posicionamento

no leito das gestantes em estado crítico são as consequências hemodinâmicas. A partir da 20ª semana de gestação, o útero gravídico já exerce compressão sobre a veia cava inferior, comprometendo o retorno venoso e consequentemente o débito cardíaco, sendo esses efeitos fisiológicos mais intensos com o avanço da gestação<sup>15</sup>. Estudos com exames de imagem mostram que o deslocamento uterino para o lado esquerdo, posicionando a paciente inclinada no leito ou fazendo o deslocamento manual, é capaz de reduzir significativamente a compressão sobre a veia cava inferior. Outro potencial efeito hemodinâmico que ocorre na posição supina é a compressão da aorta abdominal pelo útero gravídico, podendo comprometer a circulação uteroplacentária<sup>16,17,18</sup>. A grande maioria das pacientes não apresenta consequências clínicas da compressão aortocava, sendo que a chamada síndrome de hipotensão supina acontece em menos de 10% das gestantes<sup>19</sup>. Entretanto, na paciente crítica, com instabilidade hemodinâmica, os efeitos da compressão dos vasos abdominais na posição supina podem contribuir para maior morbidade<sup>20</sup>. Assim, o cuidado no posicionamento da paciente deve ser uma preocupação da equipe da UTI.

#### **Considerar:**

- Nas gestantes sob ventilação mecânica, caso não haja contraindicações, deve-se levar em conta a manutenção da cabeceira elevada (30 a 45 graus).
- Deve-se indicar a adoção da posição inclinada (30 graus) para a lateral esquerda.
- Nas pacientes com instabilidade hemodinâmica grave, deve-se considerar a adoção do decúbito lateral esquerdo em gestantes no terceiro trimestre de gestação.
- Durante as manobras de ressuscitação cardiopulmonar, deve-se posicionar a gestante em posição supina e realizar o deslocamento manual do útero para o lado esquerdo. A equipe de obstetrícia deverá acompanhar em conjunto com a equipe da UTI.

## D.2 - Cuidados com exames radiológicos

**Comentário:** A radiação empregada nos exames de imagens pode ser classificada em ionizante e não ionizante. Esta última tem baixo potencial de lesão fetal e é aquela gerada pela ultrassonografia e pela ressonância nuclear magnética (RNM), sendo tais exames considerados seguros durante a gestação. Por outro lado, os exames que empregam radiação ionizante (radiografia, tomografia computadorizada, cintilografia, entre outros) podem ocasionar lesão celular, resultando em riscos para o feto, como anomalias congênitas, comprometimento do crescimento, atraso intelectual e até mesmo carcinogênese<sup>21,22</sup>. No entanto, esses riscos dependem da dose de radiação a qual o feto foi exposto, bem como a idade gestacional em que se encontra. Assim, o risco/benefício da realização do exame radiológico deve ser considerado para a tomada de decisão.

#### **Considerar:**

- Em pacientes gestantes sob ventilação mecânica, deve-se considerar a realização dos exames radiológicos (radiografia e tomografia) quando esses forem necessários para o diagnóstico e acompanhamento do quadro clínico da paciente<sup>23</sup>.
- A realização de RNM e ultrassonografia quando esses exames tiverem produtividade diagnóstica equivalente aos exames com radiação ionizante para determinadas doenças<sup>24</sup>.
- A proteção do abdome gravídico com avental de chumbo durante a realização de radiografia de tórax.

## D.3 - Uso da prona na paciente gestante

**Comentário:** Os benefícios fisiológicos (melhora da oxigenação e da mecânica do sistema respiratório), encontrados em pacientes em ventilação mecânica submetidos à posição prona, também são esperados na paciente gestante<sup>25</sup>. Há também ganhos hemodinâmicos significativos, em



razão da descompressão dos grandes vasos pelo útero gravídico quando a paciente é colocada em posição prona, evitando a síndrome de hipotensão supina, bem como promovendo a melhora do fluxo sanguíneo para a artéria umbilical<sup>26,27</sup>. Porém, há escassez de estudos com emprego da posição prona nessa população, sendo que as evidências se limitam a relatos de séries de casos que sugerem que essa estratégia ventilatória é viável e segura<sup>28-31</sup>. Importante destacar que esses casos foram conduzidos em UTIs com experiência em ventilação prona e com a preocupação de monitoramento contínuo das condições fetais. Assim, os benefícios clínicos da ventilação em posição prona para a mãe e para o feto ainda não são conhecidos.

#### **Considerar:**

- A adoção da ventilação em posição prona para gestantes com síndrome do desconforto respiratório agudo, que evoluem com déficit grave de oxigenação ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150\text{mmHg}$ ). Durante a posição prona, deve-se realizar o monitoramento fetal (cardiotocografia) e, para evitar a pressão sobre o abdome gravídico, deve-se considerar o emprego de coxins sob o tórax, pelve e joelhos.
- A duração da posição prona deve ser a mesma daquela empregada em pacientes não gestantes (16 a 20 horas/dia). Além dos critérios adotados em pacientes não gestantes, a interrupção da posição prona deve ocorrer quando houver sinais de sofrimento fetal.

### **D.4 - Profilaxia de TEV**

**Comentário:** Na gestação, há aumento do risco de tromboembolismo venoso (TEV), em decorrência das alterações fisiológicas que ocorrem como aumento dos níveis dos fatores de coagulação, estase venosa, compressão da veia cava inferior e das veias pélvicas pelo útero gravídico e redução da mobilidade<sup>32</sup>. O risco é maior no terceiro trimestre de gravidez e no puerpério imediato. Quando outros fatores se associam, como história prévia de TEV, trombofilia, imobilização no leito, internação por causas não obstétricas, o risco torna-se maior sendo necessária a discussão sobre profilaxia desses eventos<sup>33,34</sup>. A internação em terapia intensiva constitui um risco conhecido para TEV na população não obstétrica, no entanto, a incidência desses eventos em gestantes em estado crítico não é conhecida. De maneira geral, nos estudos sobre profilaxia de TEV, as gestantes são excluídas de tal forma que não há evidência suficiente sobre estratégias de prevenção na população de pacientes gestantes hospitalizadas em UTI, sendo as recomendações extrapoladas dos ensaios clínicos em pacientes não gestantes<sup>35</sup>. Considerando a segurança para o feto, a heparina não fracionada ou a heparina de baixo peso molecular (HBPM) são as drogas com melhor perfil farmacológico para profilaxia e tratamento de TEV na gestação<sup>36,37</sup>.

#### **Considerar:**

- Caso não haja contraindicação, o uso de heparina (não fracionada ou HBPM) para a profilaxia de TEV em toda gestante sob ventilação mecânica.
- O uso das mesmas doses empregadas na população não obstétrica. Em pacientes com disfunção renal (depuração creatinina menor que 30mL/min), deve-se considerar usar preferencialmente a heparina não fracionada. Quando houver contraindicação para a profilaxia medicamentosa, deve-se considerar o uso de profilaxia mecânica (dispositivo de compressão pneumática intermitente ou meias de compressão graduada).

### **Referências bibliográficas – Tema 37**

- 1- Reale SC, et al. Frequency and Risk Factors for Difficult Intubation in Women Undergoing General Anesthesia for Cesarean Delivery: A Multicenter Retrospective Cohort Analysis. *Anesthesiology*. 2022;(136):697-708.
- 2- Lapinsky SE. Management of Acute Respiratory Failure in Pregnancy. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. 2017;38(2)
- 3- Archer GW Jr, Marx GF. Arterial oxygen tension during apnoea in parturient women. *Br J Anaesth* 1974;46(5):358-360

- 4-Schwaiberger D, Karcz M, Menk M, Papadakos PJ, Dantone SE. Respiratory Failure and Mechanical Ventilation in the Pregnant Patient. *Crit Care Clin.* 2015;32(1):85-95.
- 5- Mushambi MC, Athanassoglou V, Kinsella SM. Anticipated difficult airway during obstetric general anesthesia: narrative literature review and management recommendations. *Anesthesia.* 2020;(75):945-961.
- 6- McClelland SH, Bogod DG, Hardman JG. Pre-oxygenation in pregnancy: an investigation using physiological modelling. *Anaesthesia* 2008; 63: 259-63.
- 7- Mushambi MC, Kinsella SM, Popat M, Swales H, Ramaswamy KK, Winton AL, Quinn AC. Obstetric Anaesthetists' Association and Difficult Airway Society guidelines for the management of difficult and failed tracheal intubation in obstetrics. *Anesthesia.* 2015:1286-1306.
- 8- Mushambi MC, Jaladi S. Airway management and training in obstetric anaesthesia. *Curr Opin Anesthesiol.* 2016:261-267.
- 9- Baldisseri MR, Plante LA. *Fundamental Critical Care Support: Obstetrics.* USA: Society of Critical Care Medicine; 2018.
- 10 - Lapinsky SE. Acute respiratory failure in pregnancy. *Obstetric Medicine.* 2015 Jun 10:1-7.
- 11- Schwaiberger D, Karcz M, Menk M, Papadakos PJ, Dantoni SE. Respiratory Failure and Mechanical Ventilation in the Pregnant Patient. *Crit Care Clin.* 2015; 32:85-95.
- 12- Lapinsky SE. Management of Acute Respiratory Failure in Pregnancy. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine.* 2017;38(2)
- 13- Grasselli G, Calfee CS, Camporota L, Poole D, Amato MBP, Antonelli M, Arabi YM, Baroncelli F, Beitler JR, Bellani G, Bellingan G, Blackwood B, Bos LDJ, Brochard L, Brodie D, Burns KEA, Combes A, D'Arrigo S, De Backer D, Demoule A, Einav S, Fan E, Ferguson ND, Frat JP, Gattinoni L, Guerin C, Herridge MS, Hodgson C, Hough CL, Jaber S, Juffermans NP, Karagiannidis C, Kesecioglu J, Kwizera A, Laffey JG, Mancebo J, Matthay MA, McAuley DF, Mercat A, Meyer NJ, Moss M, Munshi L, Myatra SN, Ng Gong M, Papazian L, Patel BK, Pellegrini M, Perner A, Pesenti A, Piquilloud L, Qiu H, Ranieri MV, Riviello E, Slutsky AS, Stapleton RD, Summers C, Thompson TB, Valente Barbas CS, Villar J, Ware LB, Weiss B, Zampieri FG, Azoulay E, Cecconi M. ESICM guidelines on acute respiratory distress syndrome: definition, phenotyping and respiratory support strategies. *Intensive Care Med* 2023;49:727-59.
- 14- Schwaiberger D, Karcz M, Menk M, Papadakos PJ, Dantoni SE. Respiratory Failure and Mechanical Ventilation in the Pregnant Patient. *Crit Care Clin.* 2015; 32:85-95.
- 15- Yeomans ER, Gilstrap LC 3<sup>rd</sup>. Physiologic changes in pregnancy and their impact on critical care. *Crit Care Med.* 2005 Oct;33(10 Suppl):S256-8. Doi:10.1097/O1.ccm.0000183540.69405.90.
- 16- Kundra P, Khanna S, Habeebullah S, Ravishankar M. Manual displacement of the uterus during Caesarean section. *Anaesthesia.* 2007 May;62(5):460-5. doi: 10.1111/j.1365-2044.2007.05025.x.
- 17- Lee SW, Khaw KS, Ngan Kee WD, Leung TY, Critchley LA. Haemodynamic effects from aortocaval compression at different angles of lateral tilt in non-labouring term pregnant women. *Br J Anaesth.* 2012 Dec;109(6):950-6. doi:10.1093/bja/aes349. Epub 2012 Oct 11.
- 18- Higuchi H, Takagi S, Zhang K, Furui I, Ozaki M. Effect of lateral tilt angle on the volume of the abdominal aorta and inferior vena cava in pregnant and nonpregnant women determined by magnetic resonance imaging. *Anesthesiology.* 2015 Feb;122(2):286-93. doi:10.1097/ALN.0000000000000553.
- 19- Lee SW, Khaw KS, Ngan Kee WD, Leung TY, Critchley LA. Haemodynamic effects from aortocaval compression at different angles of lateral tilt in non-labouring term pregnant women. *Br J Anaesth.* 2012 Dec;109(6):950-6. doi: 10.1093/bja/aes349.
- 20- Jeejeebhoy FM, Zelop CM, Lipman S, Carvalho B, Joglar J, Mhyre JM, Katz VL, Lapinsky SE, Einav S, Warnes CA, Page RL, Griffin RE, Jain A, Dainty KN, Arafeh J, Windrim R, Koren G, Callaway CW; American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee, Council on Cardiopulmonary, Critical Care, Perioperative and Resuscitation, Council on Cardiovascular Diseases in the Young, and Council on Clinical Cardiology. Cardiac Arrest in Pregnancy: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation.* 2015 Nov 3;132(18):1747-73. doi: 10.1161/CIR.0000000000000300.
- 21- Williams PM, Fletcher S. Health effects of prenatal radiation exposure. *Am Fam Physician.* 2010 Sep 1;82(5):488-93.
- 22- Committee Opinion No. 723: Guidelines for Diagnostic Imaging During Pregnancy and Lactation. *Obstet Gynecol.* 2017 Oct;130(4):e210-e216. doi: 10.1097/AOG.0000000000002355.
- 23- McCollough CH, Schueler BA, Atwell TD, Braun NN, Regner DM, Brown DL, LeRoy AJ. Radiation exposure and pregnancy: when should we be concerned? *Radiographics.* 2007 Jul-Aug;27(4):909-17; discussion 917-8. doi: 10.1148/rg.274065149.
- 24- Wiles R, Hankinson B, Benbow E, Sharp A. Making decisions about radiological imaging in pregnancy. *BMJ.* 2022 Apr 25;377:e070486. doi: 10.1136/bmj-2022-070486.
- 25- Guérin C, Albert RK, Beitler J, Gattinoni L, Jaber S, Marini JJ, Munshi L, Papazian L, Pesenti A, Vieillard-Baron A, Mancebo J. Prone position in ARDS patients: why, when, how and for whom. *Intensive Care Med.* 2020 Dec;46(12):2385-2396. doi: 10.1007/s00134-020-06306-w.
- 26- Nakai Y, Mine M, Nishio J, Maeda T, Imanaka M, Ogita S. Effects of maternal prone position on the umbilical arterial flow. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 1998 Nov;77(10):967-9.
- 27- Oliveira C, Lopes MAB, Rodrigues AS, Zugaib M, Francisco RPV. Influence of the prone position on a stretcher for pregnant women on maternal and fetal hemodynamic parameters and comfort in pregnancy. *Clinics (Sao Paulo).* 2017 Jun;72(6):325-332. doi: 10.6061/clinics/2017(06)01.
- 28- Samanta S, Samanta S, Wig J, Baronia AK. How safe is the prone position in acute respiratory distress syndrome at late pregnancy? *Am J Emerg Med.* 2014 Jun;32(6):687.e1-3. doi: 10.1016/j.ajem.2013.12.021.
- 29- Schnettler WT, Al Ahwel Y, Suhag A. Severe acute respiratory distress syndrome in coronavirus disease 2019-infected pregnancy: obstetric and intensive care considerations. *Am J Obstet Gynecol MFM.* 2020 Aug;2(3):100120. doi: 10.1016/j.ajogmf.2020.100120.
- 30- Wong MJ, Bharadwaj S, Lankford AS, Galey JL, Kodali BS. Mechanical ventilation and prone positioning in pregnant patients with severe COVID-19 pneumonia: experience at a quaternary referral center. *Int J Obstet Anesth.* 2022 Feb; 49:103236. doi: 10.1016/j.ijoa.2021.103236.
- 31- Osmundo GS Jr, Paganotti CF, da Costa RA, Silva THDS, Bombonati PC, Malbouisson LMS, Francisco RPV. Prone Positioning: A Safe and Effective Procedure in Pregnant Women Presenting with Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *Vaccines (Basel).* 2022 Dec 19;10(12):2182. doi: 10.3390/vaccines10122182.
- 32- Yeomans ER, Gilstrap LC 3<sup>rd</sup>. Physiologic changes in pregnancy and their impact on critical care. *Crit Care Med.* 2005 Oct;33(10 Suppl):S256-8. doi: 10.1097/O1.ccm.0000183540.69405.90.
- 33- American College of Obstetricians and Gynecologists; Committee on Practice Bulletins—Obstetrics. ACOG Practice Bulletin No. 196: Thromboembolism in Pregnancy. *Obstet Gynecol.* 2018 Jul;132(1):e1-e17. doi: 10.1097/AOG.0000000000002706.
- 34- Abdul Sultan A, West J, Tata LJ, Fleming KM, Nelson-Piercy C, Grainge MJ. Risk of first venous thromboembolism in pregnant women in hospital: population based cohort study from England. *BMJ.* 2013 Nov 7;347:f6099. doi: 10.1136/bmj.f6099.
- 35- Middleton P, Shepherd E, Gomersall JC. Venous thromboembolism prophylaxis for women at risk during pregnancy and the early postnatal period. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021 Mar 29;3(3):CD001689. doi: 10.1002/14651858.
- 36- Bates SM, Rajasekhar A, Middeldorp S, McLintock C, Rodger MA, James AH, Vazquez SR, Greer IA, Riva JJ, Bhatt M, Schwab N, Barrett D, LaHaye A, Rochweg B. American Society of Hematology 2018 guidelines for management of venous thromboembolism: venous thromboembolism in the context of pregnancy. *Blood Adv.* 2018 Nov 27;2(22):3317-3359. doi: 10.1182/bloodadvances.2018024802.
- 37- Greer IA, Nelson-Piercy C. Low-molecular-weight heparins for thromboprophylaxis and treatment of venous thromboembolism in pregnancy: a systematic review of safety and efficacy. *Blood.* 2005 Jul 15;106(2):401-7. doi: 10.1182/blood-2005-02-0626.



## TEMA 38

# Suporte ventilatório ao paciente com Covid-19

- A. Oxigenioterapia no paciente com Covid-19
- B. Suporte não invasivo no paciente com Covid-19
- C. Ventilação mecânica invasiva no paciente com Covid-19
- D. Traqueostomia no paciente com Covid-19
- E. ECMO em paciente com Covid-19

**Comentário:** A Covid-19, doença que já esteve pandêmica, é causada pelas diferentes variantes do vírus Sars-COV2 (alfa, beta, gama, delta e omicron). Teve seu início em Wuhan (China), em dezembro de 2019, e se espalhou rapidamente pelo mundo afetando mais de 340 milhões de pessoas ao redor do planeta, com mais de cinco milhões de mortes. Diferentes variantes do vírus Sars-COV-2, com diferentes quadros clínicos e diversas evoluções, vêm afetando em ondas as distintas populações mundiais. A Covid-19 se caracteriza por infecção de vias aéreas (congestão nasal, odinofagia) e, em 20% dos casos, acometimento pulmonar (pneumonia viral) que pode evoluir para insuficiência respiratória aguda, com necessidades crescentes de oxigênio e, em cerca de 5% dos casos, necessidade de ventilação mecânica e choque. Pode evoluir para insuficiência de múltiplos órgãos e morte, que variou de 30% a 80% dos pacientes que foram intubados e ventilados mecanicamente. Seu diagnóstico geralmente é confirmado pelo teste de PCR (*polymerase chain reaction*) positivo para o vírus Sars-COV2 em *swab* de naso-faringe. Lembrar que a incidência de tromboembolismo pulmonar é aumentada na Covid-19, devendo o diagnóstico ser suspeitado, confirmado e tratado se necessário<sup>1,2</sup>.

## A. Oxigenoterapia

### Considerar:

- Iniciar o suporte respiratório com uso de oxigênio para manter a saturação entre 92% a 96%<sup>2-5</sup>.
- O uso da ventilação não invasiva usando CPAP (5 a 12cmH<sub>2</sub>O) ou BiPAP com pressões inspiratórias sobre o EPAP deverão ser iniciadas com pressões baixas para aliviar o esforço muscular excessivo<sup>2-6</sup>.
- Evitar volume corrente acima de 6-8ml/kg de peso predito. Cuidado especial, pois a ocorrência de pneumomediastino na Covid-19 é cerca sete vezes maior do que na SARA de outras causas<sup>2,7,8</sup>

## B. Suporte não invasivo no paciente com Covid-19

### Considerar:

- O uso da ventilação não invasiva, especialmente o CPAP, mostrou ser superior ao cateter nasal de alto fluxo para evitar intubação orotraqueal em pacientes com Covid-19. No entanto, ventilação não invasiva/CPAP não mostrou diminuir mortalidade comparado com cateter nasal de alto fluxo na insuficiência respiratória hipoxêmica da Covid-19<sup>9-14</sup>.
- O uso da posição prona, acordada por período de oito horas ao longo dia, mostrou ser superior à posição supina para evitar intubação em pacientes com insuficiência respiratória aguda hipoxêmica devido à Covid-19, mas não diminuiu mortalidade (mais detalhes na seção de ventilação não invasiva deste documento)<sup>15-17</sup>.
- Estudos sugerem que a intubação orotraqueal nos pacientes com Covid-19 deve ser realizada em pacientes que falharem nas técnicas de suporte não invasivo (VNI e cateter nasal de alto fluxo) para evitar aumento na mortalidade hospitalar<sup>2</sup>.

## C. Ventilação mecânica invasiva no paciente com Covid-19

### Sugere-se:

- Realizar a intubação orotraqueal nos pacientes que falharem no suporte respiratório não invasivo, especialmente no cateter nasal de alto fluxo, para diminuir a mortalidade nos pacientes que necessitarem de intubação e ventilação mecânica invasiva<sup>2</sup>.
- Uso de volume corrente de 4-8ml/kg de peso predito em pacientes intubados e ventilados mecanicamente por insuficiência respiratória secundária à Covid-19<sup>2-6</sup>.
- Não é possível sugerir usar PEEP alta ou baixa, ou mesmo realizar titulação da PEEP, em pacientes com insuficiência respiratória devido à Covid-19, intubados e ventilados mecanicamente para reduzir mortalidade. O valor de PEEP deve ser customizado caso a caso<sup>2</sup>.
- Não fazer manobras de recrutamento de forma rotineira em pacientes com insuficiência respiratória devido à Covid-19, intubados e ventilados mecanicamente.
- Utilizar a posição prona em pacientes intubados e ventilados mecanicamente por insuficiência respiratória devido à Covid-19 precocemente, com  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$ , com  $\text{PEEP} \geq 5\text{cmH}_2\text{O}$ , por período de 16-20 horas<sup>18</sup> (mais detalhes na seção sobre uso de posição prona em pacientes intubados deste documento).

### Considerar:

- Mensurar a pressão de distensão e mantê-la  $\leq 15\text{cmH}_2\text{O}$  em pacientes com insuficiência respiratória devido à Covid-19, intubados e ventilados mecanicamente<sup>2</sup>.

## D. Traqueostomia no paciente com Covid-19

### Considerar:

- A realização de traqueostomia a partir do décimo dia de ventilação mecânica nos pacientes com insuficiência respiratória por Covid-19, com perspectiva de ventilação mecânica prolongada para facilitar o desmame da ventilação mecânica e a reabilitação<sup>19</sup>.

## E. ECMO em paciente com Covid-19

### Sugere-se:

- Utilizar ECMO-VV em pacientes com insuficiência respiratória hipoxêmica grave devido à Covid-19, sendo realizada em centros de referência com especialização em ECMO (mais detalhes na seção específica de ECMO deste documento)<sup>2</sup>.

## Referências bibliográficas – Tema 38

1. Ferreyro BL, Gorman EA, Angriman F. Noninvasive Respiratory Support in Adult Patients With COVID-19: Current Role and Research Challenges. *Crit Care Med.* 2023 Nov 1;51(11):1602-1607. doi: 10.1097/CCM.0000000000005986.
2. Grasselli G, Calfee CS, Camporota L, Poole D, Amato MBP, Antonelli M, Arabi YM, Baroncelli F, Beitler JR, Bellani G, Bellingan G, Blackwood B, Bos LDJ, Brochard L, Brodie D, Burns KEA, Combes A, D'Arrigo S, De Backer D, Demoule A, Einav S, Fan E, Ferguson ND, Frat JP, Gattinoni L, Guérin C, Herridge MS, Hodgson C, Hough CL, Jaber S, Juffermans NP, Karagiannidis C, Kesecioglu J, Kwizera A, Laffey JG, Mancebo J, Matthay MA, McAuley DF, Mercat A, Meyer NJ, Moss M, Munshi L, Myatra SN, Ng Gong M, Papazian L, Patel BK, Pellegrini M, Perner A, Pesenti A, Piquilloud L, Qiu H, Ranieri MV, Riviello E, Slutsky AS, Stapleton RD, Summers C, Thompson TB, Valente Barbas CS, Villar J, Ware LB, Weiss B, Zampieri FG, Azoulay E, Cecconi M; European Society of Intensive Care Medicine Taskforce on ARDS. ESICM guidelines on acute respiratory distress syndrome: definition, phenotyping and respiratory support strategies. *Intensive Care Med.* 2023 Jul;49(7):727-759. doi: 10.1007/s00134-023-07050-7.
3. García-Fernández JJ, Sánchez-Nicolás JA, Galicia-Puyol S, Gil-Rosa I, Guerras-Conesa JJ, Bernal-Morell E, Cinesi-Gómez C. Failure of Non-Invasive Respiratory Support in Patients with SARS-CoV-2. *J Clin Med.* 2023 Oct 15;12(20):6537. doi: 10.3390/jcm12206537.
4. Alamami A, Imaduddeen T, Ibrahim EA, Ibrahim AS, Raza T. Clinical Outcomes of COVID-19-Induced Acute Respiratory Distress Syndrome in Patients With Three Different Respiratory Support Modalities: A Retrospective Cohort Study. *Cureus.* 2022 Nov 28;14(11):e31991. doi: 10.7759/cureus.31991. eCollection 2022 Nov.
5. Artaud-Macari E, Le Bouar G, Maris J, Dantoing E, Vatignez T, Girault C. [Ventilatory management of SARS-CoV-2 acute respiratory failure]. *Rev Mal Respir.* 2023 Oct 19;S0761-8425(23)00240-1. doi: 10.1016/j.rmr.2023.09.005
6. Grapin K, De Bauchene R, Bonnet B, Mirand A, Cassagnes L, Calvet L, Thouy F, Bouzgarrou R, Henquell C, Evrard B, Adda M, Souweine B, Dupuis C. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Pneumonia in Critically Ill Patients: A Cluster Analysis According to Baseline Characteristics, Biological Features, and Chest CT Scan on Admission. *Crit Care Med.* 2023 Oct 27. doi: 10.1097/CCM.0000000000006105.
7. Nolley EP, Sahetya SK, Hochberg CH, Hossen S, Hager DN, Brower RG, Stuart EA, Checkley W. Outcomes Among Mechanically Ventilated Patient With Severe Pneumonia and Acute Hypoxemic Respiratory Failure From SARS-CoV-2 and Other Etiologies. *JAMA Netw Open.* 2023 Jan 3;6(1):e2250401. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2022.50401.
8. Vetrugno L, Castaldo N, Fantin A, Deana C, Cortegiani A, Longhini F, Forfori F, Cammarota G, Grieco DL, Isola M, Navalesi P, Maggiore SM, Bassetti M, Chetta A, Confalonieri M, De Martino M, Ferrari G, Francisi D, Luzzati R, Meini S, Scozzafava M, Sozio E, Tascini C, Bassi F, Patruno V; Italian COVI-MIX Study Group; De Robertis E, Aldieri C, Ball L, Baratella E, Bartoletti M, Boscolo A, Burgazzi B, Catalanotti V, Confalonieri P, Corcione S, De Rosa FG, De Simoni A, Bono VD, Tria RD, Forlani S, Giacobbe DR, Granozzi B, Labate L, Lococo S, Lupia T, Matellon C, Mehrabi S, Morosi S, Mongodi S, Mura M, Nava S, Pol R, Pettenuzzo T, Quyen NH, Rescigno C, Righi E, Ruaro B, Salton F, Scabini S, Scarda A, Sibani M, Tacconelli E, Tartaglione G, Tazza B, Vania E, Viale P, Vianello A, Visentin A, Zuccon U, Meroi F, Buonsenso D. Ventilatory associated barotrauma in COVID-19 patients: A multicenter observational case control study (COVI-MIX-study). *Pulmonology.* 2022 Nov 24;S2531-0437(22)00260-4. doi: 10.1016/j.pulmoe.2022.11.002
9. Obradović D, Milovančev A, Plečaš Đurić A, Sovilj-Gmizić S, Đurović V, Šović J, Đurđević M, Tubić S, Bulajić J, Mišić M, Jojić J, Pušara M, Lazić I, Đurković M, Bek Pupovac R, Vulić A, Jozing M. High-Flow Nasal Cannula oxygen therapy in **COVID-19**: retrospective analysis of clinical outcomes - single center experience. *Front Med (Lausanne).* 2023 Oct 2;10:1244650. doi: 10.3389/fmed.2023.1244650. eCollection 2023.
10. Busico M, Fuentes NA, Gallardo A, Vitali A, Quintana J, Olmos M, Burns KEA, Esperatti M; Argentine Collaborative Group on High Flow and Prone Positioning. The Predictive Validity of the Berlin Definition of Acute Respiratory Distress Syndrome for Patients With COVID-19-Related Respiratory Failure Treated With High-Flow Nasal Oxygen: A Multicenter, Prospective Cohort Study. *Crit Care Med.* 2023 Oct 16. doi: 10.1097/CCM.0000000000006056.
11. Srinivasaiah M, Krishnappa Gowda Varma MM, M G N, V C, Gulur H, V H. A Retrospective Analysis of Ventilatory Strategy Comparing Non-invasive Ventilation (NIV) With Invasive Ventilation in Patients Admitted With Severe COVID-19 Pneumonia. *Cureus.* 2023 Jan 26;15(1):e34249. doi: 10.7759/cureus.34249.
12. Mujaković A, Kovačević T, Begić E, Fajkić A, Barić G, Jamakosmanović A, Ismić N, Kovačević P. High Flow Nasal Cannula Versus Noninvasive Positive Pressure Ventilation as Initial Respiratory Support in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Covid-19: Exploratory Analysis in Two Intensive Care Units. *Acta Med Acad.* 2022 Dec 15. doi: 10.5644/ama2006-124.389.
13. Belletti A, Vetrugno L, Deana C, Palumbo D, Maggiore SM, Landoni G. P-SILI in critically ill COVID-19 patients: Macklin effect and the choice of noninvasive ventilatory support type. *Crit Care.* 2023 Jan 24;27(1):38. doi: 10.1186/s13054-023-04313-z.
14. Concistrè A, Petramala L, Pugliano CL, Celi M, Vinci F, Assanto E, Barchetta I, Perrone EP, Rella S, Iannazzo F, Angheloni A, Coraggio L, Di Rienzo F, Maggi D, Circosta F, Galardo G, Muscaritoli M, Letizia C. Analysis of prognostic factors in COVID-19 hospitalized patients: an Italian single-center case-control study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2023 Feb;27(3):1207-1221. doi: 10.26355/eurrev\_202302\_31232
15. Graziani M, Rigutini AG, Bartolini D, Traballi L, Luzi L, Regina R, Bossi F, Caponi C, Becattini C. Awake prone positioning for patients with COVID-19-related respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Intern Emerg Med.* 2023 Oct 5. doi: 10.1007/s11739-023-03434-1.
16. Cheema HA, Siddiqui A, Ochani S, Adnan A, Sukaina M, Haider R, Shahid A, Rehman MEU, Awan RU, Singh H, Duric N, Fazzini B, Torres A, Szakmany T. Awake Prone Positioning for Non-Intubated COVID-19 Patients with Acute Respiratory Failure: A Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *J Clin Med.* 2023 Jan 25;12(3):926. doi: 10.3390/jcm12030926.
17. Cao W, He N, Luo Y, Zhang Z. Awake prone positioning for non-intubated patients with COVID-19-related acute hypoxic respiratory failure: a systematic review based on eight high-quality randomized controlled trials. *BMC Infect Dis.* 2023 Jun 19;23(1):415. doi: 10.1186/s12879-023-08393-8.
18. Li J, Ibarra-Estrada M, Guérin C. Prone Positioning for Patients With COVID-19-Induced Acute Hypoxemic Respiratory Failure: Flipping the Script. *Respir Care.* 2023 Oct;68(10):1449-1464. doi: 10.4187/respcare.11227.
19. Singh Y, Soni KD, Singh A, Choudhary N, Perveen F, Aggarwal R, Patel N, Kumar S, Trikha A. Clinical characteristics of COVID-19 patients who underwent tracheostomy and its effect on outcome: A retrospective observational study. *World J Virol.* 2022 Nov 25;11(6):477-484. doi: 10.5501/wjv.v11.i6.477.



**SBPT**  
Sociedade Brasileira de  
Pneumologia e Tisiologia

Apoio Institucional  
**Medtronic e Magnamed**