

# COMPLICAÇÕES DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

LETÍCIA SANDRE VENDRAME  
FERNANDO SABIA TALLO  
RENATO DELASCIO LOPES  
ANTONIO CARLOS LOPES

## ■ INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica (VM) invasiva, em suas diversas formas e modalidades, é o principal tratamento utilizado nos pacientes que apresentam insuficiência respiratória grave, tendo papel salvador da vida. No entanto, traz consigo **complicações importantes**, cuja origem pode ser:

- o tubo orotraqueal ou de traqueostomia,
- a pressão positiva,
- as próprias condições fornecidas para manter o paciente sob ventilação de forma adequada.

De fato, há uma enorme gama de problemas que podem ser causados ou piorados pela presença da VM ou de próteses respiratórias necessárias para seu uso, tais como:

- problemas mecânicos (ligados a fontes de gases, respiradores ou conexões);
- problemas ligados às próteses respiratórias (mau posicionamento, desconexão ou extubação inadvertidas, fuga aérea, lesões secundárias à fixação destas, obstrução das próteses, mecânica ou por acúmulo de secreção);
- problemas nas vias aéreas e pulmões (de origem mecânica ou infecciosa);
- transtornos sistêmicos (extrapulmonares) relacionados à presença da VM.

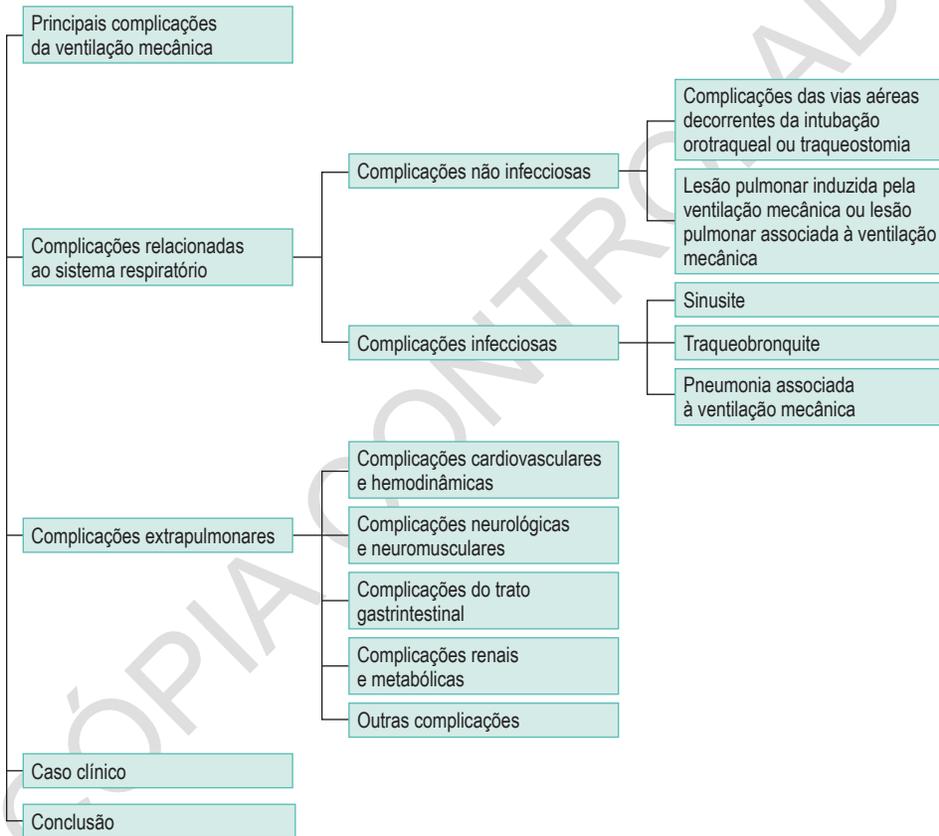
Para fins didáticos, vamos dividir o capítulo em: complicações ligadas ao **sistema respiratório** (de natureza mecânica ou infecciosa) e **complicações externas** ao sistema respiratório. Apesar da divisão didática, deve-se deixar claro que ambas as complicações de natureza intrínseca ao sistema respiratório e as complicações extrarrespiratórias podem coexistir.

## ■ OBJETIVOS

Ao final da leitura deste capítulo, o leitor será capaz de:

- reconhecer as principais complicações da VM invasiva;
- identificar os possíveis problemas decorrentes do uso da VM invasiva;
- prevenir as principais complicações da VM invasiva;
- tomar medidas corretivas precocemente para as principais complicações da VM invasiva.

## ■ ESQUEMA CONCEITUAL





## ATIVIDADES

1. Mencione complicações não infecciosas da ventilação mecânica. Compare sua resposta com o Quadro 1, a seguir.

.....

.....

.....

.....

2. Mencione complicações infecciosas da ventilação mecânica. Compare sua resposta com o Quadro 1, a seguir.

.....

.....

.....

.....

## ■ PRINCIPAIS COMPLICAÇÕES DA VENTILAÇÃO MECÂNICA



O Quadro 1 lista as principais complicações da VM ligadas ao **sistema respiratório**.

Quadro 1

### PRINCIPAIS COMPLICAÇÕES DA VENTILAÇÃO MECÂNICA LIGADAS AO SISTEMA RESPIRATÓRIO

Tipos de complicações	Complicações
Não infecciosas	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Trauma: lesões labiais, dentárias, nasais, amigdalianas, condrite de orelha.</li> <li>■ Paralisia da corda vocal, intubação seletiva, extubação inadvertida.</li> <li>■ Estenose traqueal, traqueomalácia, rotura traqueal.</li> <li>■ Lesão pulmonar induzida pela VM (do inglês, ventilator-induced lung injury [VILI]).</li> <li>■ Barotrauma, volutrauma, atelectrauma, biotrauma.</li> </ul>
Infecciosas	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sinusite, traqueobronquite, pneumonia.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Mendonça e colaboradores (2012).<sup>1</sup>



O Quadro 2 lista as principais complicações **não respiratórias** da VM.

Quadro 2

PRINCIPAIS COMPLICAÇÕES NÃO RESPIRATÓRIAS DA VENTILAÇÃO MECÂNICA	
Tipos de complicações	Complicações
Gastrintestinais	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Distensão gastrintestinal, hipomotilidade gastrintestinal.</li> <li>■ Disfunção pancreática.</li> <li>■ Lesão aguda de mucosa gástrica, hemorragia digestiva.</li> <li>■ Redução do fluxo sanguíneo porta.</li> <li>■ Compressão do duto biliar intra-hepático.</li> </ul>
Cardiovasculares e hemodinâmicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Diminuição do volume sistólico, hipotensão.</li> <li>■ Diminuição da volemia e do edema (pressão positiva no final da expiração [PEEP]).</li> <li>■ Redução da pré-carga do ventrículo esquerdo (VE).</li> <li>■ Diminuição da contratilidade por redução do fluxo sanguíneo coronariano.</li> <li>■ Bloqueio de ramo direito e arritmias cardíacas.</li> <li>■ Aumento da resistência e da pressão arterial (PA) pulmonar.</li> <li>■ Isquemia miocárdica silenciosa (desmame).</li> <li>■ Aumento da pré-carga e da pós-carga do VE durante o desmame.</li> <li>■ Isquemia da mucosa brônquica e alterações da distribuição do fluxo sanguíneo pulmonar.</li> </ul>
Renais e metabólicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Alcalemia ou acidemia.</li> <li>■ Hipofosfatemia.</li> <li>■ Retenção de sódio e água.</li> <li>■ Diminuição do fator natriurético atrial e aumento da aldosterona.</li> <li>■ Aumento da secreção de vasopressina com diminuição do débito urinário.</li> </ul>
Neurológicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aumento da pressão intracraniana (PIC) e diminuição do fluxo sanguíneo cerebral.</li> <li>■ Polineuropatia. Atrofia muscular.</li> <li>■ Diminuição da força de contração diafragmática.</li> <li>■ Incoordenação muscular respiratória.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Mendonça e colaboradores (2012).<sup>1</sup>



3. Considere as seguintes afirmativas sobre a VM.

- I — A VM invasiva, em suas diversas formas e modalidades, é um tratamento pouco utilizado nos pacientes que apresentam insuficiência respiratória, pois pode provocar várias complicações.
- II — A VM invasiva traz consigo complicações importantes, cuja origem pode ser o tubo orotraqueal ou de traqueostomia, a pressão positiva e as próprias condições fornecidas para manter o paciente sob ventilação de forma adequada.
- III — Há uma enorme gama de problemas que podem ser causados ou piorados pela presença da VM ou de próteses respiratórias necessárias para seu uso.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I e II.
- B) Apenas I e III.
- C) Apenas II e III.
- D) I, II e III.

*Resposta no final do capítulo*

4. Assinale a alternativa que apresenta 2 complicações infecciosas da VM ligadas ao sistema respiratório.

- A) Traqueomalácia e sinusite.
- B) Sinusite e pneumonia.
- C) Pneumonia e condrite de orelha.
- D) Condrite de orelha e traqueomalácia.

*Resposta no final do capítulo*

5. Assinale a alternativa que representa uma complicação extrarrespiratória da VM.

- A) Redução do fluxo sanguíneo porta.
- B) Redução da resistência e da PA pulmonar.
- C) Hiperfosfatemia.
- D) Aumento da PIC e do fluxo sanguíneo cerebral.

*Resposta no final do capítulo*

6. Em que momentos as complicações das vias aéreas decorrentes da intubação orotraqueal podem ocorrer? Compare sua resposta com o texto a seguir.

.....

.....

.....

.....

## ■ COMPLICAÇÕES RELACIONADAS AO SISTEMA RESPIRATÓRIO

As complicações da VM relacionadas ao sistema respiratório dividem-se em não infecciosas e infecciosas.

### COMPLICAÇÕES NÃO INFECCIOSAS



Como complicações não infecciosas da VM, temos as complicações:

- das vias aéreas decorrentes da intubação orotraqueal (IOT) ou traqueostomia,
- VILI, ou lesão pulmonar associada à VM (do inglês, *ventilator-associated lung injury*).

### Complicações das vias aéreas decorrentes da intubação orotraqueal ou traqueostomia



As complicações das vias aéreas decorrentes da intubação orotraqueal ou traqueostomia podem ocorrer:

- no ato da canulação orotraqueal ou nasotraqueal;
- durante a presença da cânula;
- após a extubação;
- em decorrência da necessidade de traqueostomia.

As lesões decorrentes da intubação orotraqueal ou traqueostomia podem ser encontradas na cavidade oral, cavidade nasal, faringe, laringe, traqueia e brônquios principais. Tais lesões podem aparecer **precoce** ou **tardamente**. A ocorrência destas lesões está associada:

- ao tempo de permanência da via aérea artificial,
- à intubação de emergência ou eletiva,
- à sedação inadequada durante a VM,
- à falta de habilidade e treinamento na realização de procedimentos em vias aéreas,
- a altas pressões nos balonetes das cânulas (principalmente).



**ATIVIDADE**

7. Mencione complicações precoces relacionadas à intubação e à traqueostomia. Compare sua resposta com o Quadro 3, a seguir.

.....

.....

.....

.....

**Complicações precoces**



No Quadro 3, estão listadas as principais complicações precoces das vias aéreas, relacionadas à presença do tubo traqueal e ou traqueostomia.

**Quadro 3**

<b>COMPLICAÇÕES PRECOSES DE VIAS AÉREAS EM VENTILAÇÃO MECÂNICA</b>	
<b>Complicações precoces relacionadas à intubação</b>	<b>Complicações precoces relacionadas à traqueostomia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Intubação prolongada</li> <li>■ Intubação esofagiana</li> <li>■ Intubação seletiva</li> <li>■ Intubação não programada</li> <li>■ Mau funcionamento da cânula</li> <li>■ Deslocamento da cânula</li> <li>■ Tamanho inapropriado da cânula</li> <li>■ Laceração do balonete (<i>cuff</i>)</li> <li>■ Oclusão endotraqueal da cânula</li> <li>■ Vazamento do balonete</li> <li>■ Lesão laringotraqueal aguda</li> <li>■ Lesão dentária</li> <li>■ Laringoespasma</li> <li>■ Edema de glote, pregas vocais</li> <li>■ Lesão faríngea</li> <li>■ Úlceras traqueais</li> <li>■ Epistaxe</li> <li>■ Dor torácica, nasal, oral</li> <li>■ Estridor e obstrução de vias aéreas superiores</li> <li>■ Aspirações de conteúdo gástrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pneumotórax</li> <li>■ Enfisema subcutâneo</li> <li>■ Sangramento pós-traqueostomia</li> <li>■ Deslocamento invertido da cânula (“falso trajeto”)</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Vendrame e colaboradores (2014).<sup>2</sup>



## ATIVIDADE

8. Mencione complicações tardias relacionadas à intubação e à traqueostomia. Compare sua resposta com o Quadro 4, a seguir.

.....

.....

.....

.....

### Complicações tardias



No Quadro 4, estão listadas as principais complicações tardias das vias aéreas, relacionadas à presença do tubo traqueal e ou traqueostomia.

Quadro 4

COMPLICAÇÕES TARDIAS DAS VIAS AÉREAS EM VENTILAÇÃO MECÂNICA	
Complicações tardias relacionadas à intubação	Complicações tardias relacionadas à traqueostomia
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Rouquidão</li> <li>■ Dor em faringe-laringe</li> <li>■ Sinusite paranasal</li> <li>■ Tosse, escarro e hemoptise</li> <li>■ Lesão laringotraqueal tardia</li> <li>■ Traqueíte</li> <li>■ Granuloma</li> <li>■ Estenose traqueal</li> <li>■ Traqueomalácia</li> <li>■ Aspiração de conteúdo gástrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pneumonia nosocomial</li> <li>■ Estenose traqueal subglótica</li> <li>■ Traqueomalácia</li> <li>■ Fístula traqueo-artéria inominada</li> <li>■ Fístula traqueo-esofágica</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Vendrame e colaboradores (2014).<sup>2</sup>

### Lesão pulmonar induzida pela ventilação mecânica ou lesão pulmonar associada à ventilação mecânica (VILI ou VALI)



A **VILI** é definida como lesão pulmonar aguda **diretamente induzida** pela VM, em modelos experimentais animais. Em humanos, denomina-se lesão pulmonar associada à VM, e seus achados são semelhantes aos da síndrome do desconforto respiratório agudo (**SDRA**). É importante definir os termos volutrauma, barotrauma, biotrauma, atelectrauma e broncotrauma, pois estes são decorrentes da VM e estão diretamente relacionados com a VILI.

## Barotrauma



Barotrauma consiste na ruptura alveolar devido à elevada pressão transalveolar. O vazamento de ar no espaço extra-alveolar resulta em condições como pneumotórax, pneumomediastino, pneumoperitônio e enfisema subcutâneo.

A **prevalência** de barotrauma varia bastante de acordo com a causa inicial que levou à VM, sendo relatados valores de 0 a 50%. Atualmente, com a aplicação de **volumes correntes menores**, essa porcentagem tem reduzido. Os **principais mecanismos** associados ao barotrauma incluem:

- ventilação por pressão positiva: a lesão é decorrente de aumento da pressão transalveolar, resultando em ruptura alveolar. Pacientes com VM não invasiva também possuem risco, porém significativamente menor;
- não haver valores bem definidos para prever se haverá ou não barotrauma:
  - pressão de platô (**Pplat**): maior risco em pacientes com Pplat maior do que  $35\text{cmH}_2\text{O}$ ;
  - pressão de pico (**Ppico**) ainda tem seu papel questionável, uma vez que, em alguns estudos, a Ppico não foi capaz de prever barotrauma;
  - pressão positiva no final da expiração (**PEEP**): sua relação com barotrauma também não foi ainda bem definida, provavelmente aumentando o risco em pacientes com **SDRA** (síndrome da angústia respiratória aguda) submetidos a manobras de recrutamento alveolar que foram ineficazes.

O Quadro 5 apresenta **possíveis mecanismos de barotrauma** em pacientes sob VM.

Quadro 5

POSSÍVEIS MECANISMOS DE BAROTRAUMA EM PACIENTES SOB VENTILAÇÃO MECÂNICA	
Mecanismo	Causas
Ruptura alveolar “espontânea”	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Associada aos parâmetros ventilatórios, como volume corrente excessivo, Pplat, Ppico e/ou PEEP elevadas.</li> <li>■ Manifestações da doença primária (SDRA, asma, doença pulmonar obstrutiva crônica [DPOC], pneumonia necrotizante).</li> <li>■ Hiperdistensão alveolar inadvertida: intubação seletiva, obstrução central severa de via aérea, pneumectomia, ventilação manual com dispositivo bolsa-máscara.</li> </ul>
Injúria direta	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Trauma.</li> <li>■ Ressuscitação cardiopulmonar.</li> <li>■ Laceração de via aérea ou perfuração durante tentativas de intubação.</li> <li>■ Biópsia ou cirurgia.</li> <li>■ Toracocentese.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Mendonça e colaboradores (2012).<sup>1</sup>



Para **prevenir** a ocorrência de barotrauma, deve-se objetivar baixa Pplat, baixo volume corrente, tratamento de hiperinsuflação dinâmica, uso apropriado da PEEP e de bloqueio neuromuscular.

### Volutrauma



Volutrauma consiste em uma lesão pulmonar secundária a **repetidas distensões**, provavelmente pelos altos volumes e fluxos inspiratórios e pressurização do tórax, causando dano alveolar difuso, reações inflamatórias e alteração da permeabilidade vascular.

### Atelectrauma



Atelectrauma ocorre em consequência da **abertura** e do **fechamento cíclico** das **unidades aéreas**, bem como pelas **altas pressões** que promovem lesão do epitélio com liberação de mediadores inflamatórios e alteração da permeabilidade vascular.

### Biotrauma



Biotrauma compreende **alterações inflamatórias** promovidas pelas **citocinas** e **outros mediadores inflamatórios** (interleucinas, tromboxane B2, fator ativador de plaquetas, entre outros) em decorrência das **lesões celulares** provocadas pela VM.

### Broncotrauma



Broncotrauma consiste em uma **lesão do epitélio bronquiolar** decorrente da abertura e do fechamento cíclicos, e pode ocasionar desde lesões inflamatórias leves até necrose do epitélio.

### Lesão pulmonar associada à ventilação mecânica

Os fatores que determinam a lesão pulmonar podem estar associados ao ventilador ou ao paciente. Os fatores associados ao **ventilador** consistem em:

- hiperdistensão pulmonar,
- pressão e volume aumentado nas vias aéreas,
- frequência respiratória,
- fração inspirada de oxigênio ( $FiO_2$ ),
- pressão parcial de gás carbônico ( $PaCO_2$ ).

Os fatores relacionados ao **paciente** são:

- presença de doença pulmonar concomitante ou preexistente,
- surfactante pulmonar,
- abertura e fechamento cíclico,
- presença de imaturidade pulmonar.

Os **principais determinantes** da lesão alveolar associada a VM são:

- auto-PEEP (autopressão positiva expiratória final),
- pressão média inspiratória,
- Ppico inspiratório,
- Pplat,
- volume inspiratório final.

Desta forma, alguns desses aspectos serão discutidos a seguir.

### Autopressão positiva expiratória final

Auto-PEEP existe quando há pressão positiva ao final da expiração decorrente de uma **exalação incompleta** de ar. Isso ocorre porque, antes de a expiração acabar, já se inicia um novo ciclo respiratório. **Causas importantes** de auto-PEEP incluem:

- volume-minuto elevado, seja decorrente de alto volume corrente, maior do que a capacidade do paciente, ou de alta frequência respiratória, que reduz o tempo expiratório, ou seja, o tempo para exalar;
- tempo inspiratório prolongado, que faz com que ocorra uma redução compensatória do tempo expiratório;
- disparidade entre constantes de tempo em diferentes unidades pulmonares: pacientes cujas unidades pulmonares se esvaziam heterogeneamente, tais como aqueles com DPOC, são mais suscetíveis a desenvolver auto-PEEP durante ventilação a pressão positiva, mesmo com baixo volume-minuto;
- resistência ao fluxo expiratório, que ocorre com tubos endotraqueais estreitos ou estreitamento do circuito do ventilador;
- limitação ao fluxo expiratório, que ocorre na obstrução de vias aéreas, e alteração da complacência pulmonar decorrente da ação da musculatura expiratória.



Pode-se detectar a auto-PEEP ao se aplicar uma pausa expiratória de cerca de 0,5 a 1 segundo e diretamente medir a pressão ao final da pausa. Pode ser também identificada nas curvas do ventilador ou na própria ausculta pulmonar quando o paciente ainda está com fluxo expiratório quando a próxima respiração é iniciada.

A auto-PEEP exacerba os efeitos hemodinâmicos da VM, aumenta o risco de barotrauma e torna mais difícil para o paciente disparar um ciclo respiratório espontâneo, levando ao surgimento de assincronias. Além disso, pode levar à estimativa incorreta de pressão alveolar média e complacência pulmonar.



Para correção da auto-PEEP devem ser alterados os parâmetros do ventilador, aumentando o fluxo inspiratório e reduzindo a frequência respiratória. Outras estratégias incluem o tratamento de broncoespasmo, aspiração de vias aéreas quando indicado, controle de dor, de febre e de ansiedade, com o objetivo de se reduzir a demanda ventilatória.

### Ventilação heterogênea

A ventilação **nunca é homogênea por todo o pulmão**, uma vez que depende da complacência alveolar, resistência de vias aéreas e localização (vias aéreas superiores e inferiores).

### Ventilação mecânica com pressão positiva

A VM com pressão positiva pode aumentar o **espaço morto**, piorando a **incompatibilidade ventilação/perfusão**, promovendo também **hipercapnia**. Porém, ao ventilar áreas de atelectasia, pode reduzir efeito *shunt*, melhorando a ventilação e oxigenação.

### Toxicidade por oxigênio

A toxicidade pelo oxigênio leva a alterações de cunho **bioquímico e celular**, que podem acarretar injúria tecidual aos pulmões e olhos (na exposição normobárica) ou do sistema nervoso central (na exposição hiperbárica).



Em situações de **hiperóxia**, ocorre produção excessiva de radicais livres em relação às defesas antioxidantes das células, principalmente na mitocôndria e no retículo endoplasmático. Isso leva a numerosas alterações nas células epiteliais brônquicas, células epiteliais alveolares e macrófagos pulmonares, alterando a permeabilidade pulmonar e favorecendo o aparecimento de **4 diferentes síndromes de toxicidade pulmonar**, em humanos:

- *atelectasia de absorção* — ocorre quando o oxigênio é absorvido de áreas hipoventiladas no pulmão e nenhum gás inerte permanece no alvéolo, que tende a colapsar-se;
- *traqueobronquite aguda* — caracterizada por dor torácica subesternal e tosse seca;
- *injúria pulmonar aguda* — preenchimento do espaço interstício-alveolar por edema fluido e rico em proteínas;
- *displasia broncopulmonar* — infiltrado alveolar à radiografia de tórax e alteração da relação ventilação-perfusão.

### COMPLICAÇÕES INFECCIOSAS

Entre as complicações infecciosas da VM relacionadas ao sistema respiratório temos:

- sinusite,
- traqueobronquite,
- pneumonia associada à VM (PAV).

#### Sinusite

Sinusite representa 64% das infecções otorrinolaringológicas nosocomiais e está fortemente ligada à presença do **tubo traqueal** e/ou **sonda nasogástrica**, que levam a uma drenagem inadequada dos seios paranasais. O diagnóstico da sinusite em UTI (unidade de terapia intensiva) é **difícil**, uma vez que o exame mais acurado para sua detecção é a **TC** (tomografia computadorizada), que pode não estar disponível para todos os pacientes, pela necessidade de transporte até a radiologia.

**Outros métodos** a ser realizados à beira-do-leito, como a ultrassonografia, podem ser úteis para detectar sinusite maxilar, mas perde eficácia na detecção de sinusites etmoidal, frontal ou esfenoidal. A suspeita tomográfica deve ser seguida de **lavagem antral**, embora também esse método apresente problemas de confiabilidade, pela possibilidade de contaminação por colonizadores locais.

#### Traqueobronquite

Na VM, a **motilidade mucociliar** fica **reduzida**, com aumento da retenção de secreções, podendo levar à traqueobronquite. A despeito desse efeito reconhecido da VM, estratégias para sobrepujá-lo, como o uso de **mucolíticos**, ainda não mostraram benefício em reduzir tempo de VM, permanência em UTI ou mortalidade, tendo sido, pelo contrário, associadas com aumento de casos de **taquiarritmias e agitação**.

## Pneumonia associada à ventilação mecânica

PAV é definida como a pneumonia que ocorre após, **pelo menos, 48 horas** de VM, sendo incluído também o período de **desmame** ventilatório. A PAV é a infecção **mais comum** em pacientes que precisam de suporte ventilatório, aumentando significativamente o tempo de permanência do paciente na UTI. É também a **segunda infecção** mais comum em ambiente de **UTI**, sendo responsável por 50% do consumo de antibióticos neste setor.

A maioria dos pacientes com PAV se apresenta com surgimento súbito de febre, taquipneia, aumento da quantidade e piora do aspecto de secreções, hemoptise, piora dos parâmetros ventilatórios, leucopenia ou leucocitose. No entanto, nenhum desses achados é específico para PAV. PAV deve ser suspeitada quando houver **infiltrado pulmonar novo** ou **progressivo** em exames de imagem (radiografia ou TC de tórax) associado a **achados clínicos sugestivos** de infecção, tais como os descritos anteriormente. Nesse momento, devem ser **coletadas secreções** respiratórias, seja de forma invasiva ou não invasiva, a depender da disponibilidade do serviço e *status* clínico do paciente.



As **secreções coletadas** devem ser encaminhadas para análise microscópica (análise semiquantitativa de leucócitos polimorfonucleares e coloração de Gram) e cultura quantitativa. Os valores de referência para crescimento de micro-organismos na cultura são: aspirado traqueal com 100.000UFC/mL ou mais, lavado broncoalveolar com 10.000UFC/mL ou mais, ou escovado protegido com 1.000UFC/mL ou mais. **Marcadores bioquímicos**, como proteína C-reativa e procalcitonina, **não estão recomendados** de rotina para definição diagnóstica de PAV.

Para diagnóstico de PAV, portanto, é necessária a existência de achados em exames de imagem, associados a alterações clínicas compatíveis e cultura de secreção positiva. Como a cultura tem um prazo de no mínimo 2 dias para ser informada, o diagnóstico se torna retrospectivo e deve-se iniciar tratamento empírico precocemente. Na presença de microbiologia positiva, porém sem alteração em exames de imagem, o diagnóstico de traqueobronquite infecciosa deve prevalecer.



O tratamento empírico de PAV tem duração de pelo menos 7 dias e deve ser escolhido com base no histórico e apresentação clínica do paciente e no perfil microbiológico da UTI em que ele está inserido. Para facilitar e guiar essa escolha, podemos delimitar **2 padrões norteadores**:

- paciente com baixo risco de mortalidade, sem choque séptico e sem fatores de risco para resistência;
- paciente com alto risco de mortalidade ou unidade com alta taxa de resistência a múltiplas drogas.

O **primeiro padrão** inclui o paciente com **baixo risco de mortalidade** (menor que 15%), sem choque séptico e sem fatores de risco para resistência. Fatores de risco bem estabelecidos incluem uso prévio e recente de antibióticos, hospitalização recente maior do que 5 dias, ou colonização por microrganismo sabidamente resistente. Fatores de risco não tradicionais também podem ser considerados e incluem diabetes, etilismo, cirurgia recente e uso prévio de corticoide.

Além disso, a **unidade** em que este paciente se encontra locado deve ter **baixa taxa de resistência bacteriana**, com prevalência inferior a 25%, conforme definido por estudos epidemiológicos a cargo da Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH). Preenchendo tais critérios, o antibiótico escolhido pode ser de **espectro reduzido**:

- quinolona (moxifloxacino ou levofloxacino),
- carbapenêmico (ertapenem),
- cefalosporina de terceira geração (ceftriaxone ou cefotaxima).

O **segundo padrão** inclui o paciente com **alto risco de mortalidade** (maior do que 15%) ou a **unidade com alta taxa de resistência** a múltiplas drogas (**MDR**). Nesses casos, deve-se optar pela combinação de drogas de **amplo espectro**, com cobertura obrigatória para ***Pseudomonas aeruginosa***. Duas drogas anti-*Pseudomonas* devem obrigatoriamente ser associadas nas seguintes situações:

- vigência de choque séptico;
- se 1 única droga não for capaz de oferecer cobertura para mais do que 90% dos microrganismos comumente isolados na UTI;
- o paciente fez uso de antibiótico nos últimos 90 dias;
- o quadro se manifestou com SDRA;
- o paciente se encontra em terapia de substituição renal aguda;
- o paciente está internado há 5 ou mais dias.



As **opções terapêuticas** incluem carbapenêmicos (imipeném ou meropeném), betalactâmicos com ação anti-*Pseudomonas* (cefepime, ceftazidima, piperaciclina-tazobactam), fluoroquinolonas (ciprofloxacino ou levofloxacino) e aminoglicosídeos (gentamicina, ampicacina, tobramicina).



É relevante mencionar que ertapenem não é uma opção válida por não apresentar ação anti-*Pseudomonas*. Outro aspecto a ser destacado é que aminoglicosídeos não devem ser usados em monoterapia na PAV, por disporem de baixa penetração pulmonar. Por fim, a decisão sobre cobertura para MRSA (*Staphylococcus aureus* resistente à meticilina) depende da epidemiologia local. Em se verificando ser necessário cobri-lo, preferir vancomicina ou linezolida.

Diversas medidas são recomendadas para a **prevenção** de PAV, dentre as quais estão:

- preferir, sempre que possível, ventilação por pressão positiva não invasiva;
- interromper sedação diariamente (despertar diário) e, sempre que indicado, realizar teste de respiração espontânea;
- extubar precocemente;
- utilizar tubo orotraqueal com entrada para aspiração de secreção subglótica;
- monitorizar a pressão do *cuff* rotineiramente;
- realizar descontaminação oral seletiva — higiene oral com antissépticos e técnica adequada de escovação.

A **elevação da cabeceira** da cama para 30 a 45 graus tem evidência fraca de benefício, mas, por ser uma medida fácil de ser implementada, costuma ser encorajada em diretrizes. Uso de **probióticos** e introdução precoce de **nutrição parenteral** demonstraram resultados heterogêneos e discordantes, não havendo, no momento, nível seguro de evidência para recomendá-los.

Realizar **higiene das mãos** constantemente e atentar para os períodos de **troca do circuito** do ventilador também ajuda na prevenção de PAV. Realizar **profilaxia de úlcera gástrica** por estresse e profilaxia de TEV (tromboembolismo venoso) eram medidas recomendadas nos *bundles* de prevenção de PAV, mas sua correlação não se mostrou tão linear quanto inicialmente se acreditava. Ainda assim, se recomenda realizar tais prevenções em pacientes críticos, uma vez que se previnem sangramentos digestivos e tromboembolismos, respectivamente, complicações que podem trazer impacto na sobrevida e tempo de internação desses pacientes.



## ATIVIDADES

9. Quando podem ocorrer as complicações das vias aéreas decorrentes da intubação orotraqueal ou traqueostomia?

.....  
.....  
.....  
.....

*Resposta no final do capítulo*

10. A que estão associadas, principalmente, as lesões decorrentes da intubação orotraqueal ou traqueostomia?

- A) Tempo de permanência da via aérea artificial.
- B) Sedação inadequada durante a VM.
- C) Falta de habilidade e treinamento na realização de procedimentos em vias aéreas.
- D) Altas pressões nos balonetes das cânulas.

*Resposta no final do capítulo*

11. Assinale a alternativa que apresenta 2 complicações precoces da VM relacionadas à traqueostomia.

- A) Úlceras traqueais e epistaxe.
- B) Epistaxe e pneumotórax.
- C) Pneumotórax e enfisema subcutâneo.
- D) Enfisema subcutâneo e úlceras traqueais.

*Resposta no final do capítulo*

12. Dentre as complicações precoces relacionadas à presença do tubo orotraqueal e/ou traqueostomia, podem-se citar:

- A) deslocamento da cânula; intubação seletiva; lesão dentária.
- B) deslocamento da cânula; intubação seletiva; traqueomalácia.
- C) deslocamento da cânula; lesão dentária; traqueomalácia.
- D) intubação seletiva; lesão dentária; traqueomalácia.

*Resposta no final do capítulo*

13. Ao fenômeno que ocorre em consequência da abertura e do fechamento cíclico das unidades aéreas, durante a VM e que causa lesão do epitélio com liberação de mediadores inflamatórios e alteração da permeabilidade vascular, dá-se o nome de:

- A) volutrauma.
- B) barotrauma.
- C) biotrauma.
- D) atelectrauma.

*Resposta no final do capítulo*

14. O que se deve ter como objetivo para prevenir a ocorrência de barotrauma?

- A) Baixa Pplat, baixo volume corrente, tratamento de hipoinflação dinâmica, não usar PEEP e bloqueio neuromuscular.
- B) Baixa Pplat, baixo volume corrente, tratamento de hiperinflação dinâmica, uso apropriado da PEEP e de bloqueio neuromuscular.
- C) Alta Pplat, alto volume corrente, tratamento de hipoinflação dinâmica, não usar PEEP e bloqueio neuromuscular.
- D) Alta Pplat, alto volume corrente, tratamento de hiperinflação dinâmica, uso apropriado da PEEP e de bloqueio neuromuscular.

*Resposta no final do capítulo*

15. Quais os principais determinantes da lesão alveolar associada a VM?

.....

.....

.....

.....

*Resposta no final do capítulo*

16. Em que consiste a auto-PEEP?

.....

.....

.....

.....

17. Como se pode detectar a auto-PEEP?

.....

.....

.....

.....

18. Com relação às causas importantes de auto-PEEP, assinale **V** (verdadeiro) ou **F** (falso).

- ( ) Volume-minuto elevado, seja decorrente de alto volume corrente, maior do que a capacidade do paciente, ou alta frequência respiratória, que reduz o tempo expiratório, ou seja, o tempo para exalar.
- ( ) Tempo inspiratório curto, que faz com que ocorra um aumento compensatório do tempo expiratório.
- ( ) Resistência ao fluxo expiratório, que ocorre com tubos endotraqueais largos ou alargamento do circuito do ventilador.
- ( ) Limitação ao fluxo expiratório que ocorre na obstrução de vias aéreas e alteração da complacência pulmonar decorrente da ação da musculatura expiratória.

Qual a sequência correta?

- A) V — F — V — F.
- B) F — V — F — V.
- C) V — F — F — V.
- D) F — V — V — F.

*Resposta no final do capítulo*

19. Com relação à auto-PEEP, assinale a alternativa correta.

- A) Auto-PEEP exacerba os efeitos hemodinâmicos da VM.
- B) Auto-PEEP diminui o risco de barotrauma.
- C) Auto-PEEP torna mais fácil para o paciente disparar um ciclo respiratório espontâneo.
- D) Auto-PEEP facilita a estimativa correta de pressão alveolar média e complacência pulmonar.

*Resposta no final do capítulo*

20. Quais as 4 diferentes síndromes de toxicidade pulmonar que a toxicidade por oxigênio pode provocar em humanos?

.....

.....

.....

.....

*Resposta no final do capítulo*

21. Resuma seus conhecimentos sobre as complicações infecciosas relacionadas com o sistema respiratório.

.....

.....

.....

.....

22. Considere as seguintes afirmativas com relação às complicações infecciosas da VM relacionadas ao sistema respiratório.

- I — Sinusite representa 64% das infecções otorrinolaringológicas nosocomiais e está fortemente ligada à presença do tubo traqueal e/ou sonda nasogástrica, que levam a uma drenagem inadequada dos seios paranasais
- II — Na VM, a motilidade mucociliar aumenta, com a redução da retenção de secreções, podendo levar à traqueobronquite.
- III — A PAV é a infecção mais comum em pacientes que precisam de suporte ventilatório, aumentando significativamente o tempo de permanência do paciente na UTI.
- IV — O tratamento empírico de PAV tem duração de pelo menos 7 dias e deve ser escolhido com base no histórico e apresentação clínica do paciente e no perfil microbiológico da UTI em que ele está inserido.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I, II e III.
- B) Apenas I, III e IV.
- C) Apenas II e IV.
- D) I, II, III e IV.

*Resposta no final do capítulo*

23. Mencione complicações extrapulmonares da VM. Compare sua resposta com o texto a seguir.

.....

.....

.....

.....

24. De que depende a extensão das complicações hemodinâmicas da VM? Compare sua resposta com o texto a seguir.

.....

.....

.....

.....

## ■ COMPLICAÇÕES EXTRAPULMONARES



Como complicações extrapulmonares da VM temos entre outras:

- cardiovasculares e hemodinâmicas,
- neurológicas e neuromusculares,
- do trato gastrointestinal (TGI),
- renais e metabólicas.

## COMPLICAÇÕES CARDIOVASCULARES E HEMODINÂMICAS



As complicações hemodinâmicas da VM decorrem de **pressão positiva** sendo transmitida às **estruturas torácicas**. A extensão que isso toma depende:

- da complacência pulmonar,
- da complacência torácica.

A VM por pressão positiva **reduz o débito cardíaco**, podendo levar à **hipotensão**. Isso ocorre pela **conjunção** de **3 mecanismos**:

- *redução do retorno venoso*, que está sob influência direta dos gradientes de pressão intra e extratorácicos;
- *redução do débito do ventrículo direito (VD)*, uma vez que a pós-carga está aumentada pela distensão alveolar;
- *redução do débito do VE*, secundário ao deslocamento do septo interventricular, pelo aumento da resistência pulmonar.

Em pacientes com **falência do VE**, a ventilação com pressão positiva pode ser benéfica ao reduzir o retorno venoso e sobrecarga pós ventricular. A VM pode promover **aumento da resistência** e da **PA pulmonar**, principalmente quando necessários maiores valores de PEEP. A **monitorização hemodinâmica** com cateter de **Swan-Ganz** em paciente sob VM pode trazer resultado falsamente maior de pressão de oclusão da artéria pulmonar, sendo necessário realizar ajuste de valor pela PEEP.

Pacientes em **desmame** de ventilação, caso não possuam adequada reserva cardíaca, podem evoluir com complicações como edema agudo de pulmão, pois a redução da pressão intratorácica pode predispor a aumento súbito de pré e pós-carga do VE. O processo de desmame também é capaz de predispor a **isquemia cardíaca silenciosa**, pela liberação de catecolaminas plasmáticas.

A VM ainda é capaz de predispor a:

- arritmias cardíacas,
- bloqueio de ramo direito,
- aumento de *shunt* direito-esquerdo intracardiaco em doenças angiomatosas pulmonares.

## COMPLICAÇÕES NEUROLÓGICAS E NEUROMUSCULARES



A VM aumenta a PIC e a pressão intraocular, provavelmente devido à dificuldade de retorno venoso cerebral pela pressão positiva. Situações de hipercapnia são responsáveis por predispor a isquemia cerebral por vasoconstrição.

Comumente vista em pacientes sob VM, a **fraqueza muscular** tem como causas potenciais a imobilização, uso prolongado de sedativos, uso de bloqueadores neuromusculares e a própria doença crítica. Para prevenção, o paciente deve ser submetido à mobilização e fisioterapia precocemente.

A ventilação por si só pode promover **atrofia diafragmática**, decorrente de estresse oxidativo. Essa lesão já ocorre dentro das **primeiras 24 horas** de VM, estando associada com ventilação prolongada, dificuldade de desmame ventilatório, internação prolongada em UTI, e aumento do risco de complicações. A **musculatura respiratória acessória** também pode ser acometida, provavelmente pelo mesmo mecanismo de atrofia muscular de pacientes críticos.

## COMPLICAÇÕES DO TRATO GASTRINTESTINAL

A pressão positiva está associada à **redução da perfusão esplâncnica**, cujo mecanismo ainda não é conhecido. Clinicamente, cursa com aumento de aminotransferases e desidrogenase láctica plasmáticas. Essa hipoperfusão parece ter importante papel na patogênese de **outras complicações**, como isquemia mesentérica, dano à mucosa e dismotilidade do TGI. Em ratos submetidos a um aumento da PEEP em 10cmH<sub>2</sub>O, houve redução em 31% do débito cardíaco e 75% da perfusão mesentérica.

VM por mais de **48 horas** é fator de risco para sangramento gastrointestinal secundário à úlcera de estresse. Com a **hipoperfusão esplâncnica**, espécies reativas de oxigênio são liberadas, a síntese de prostaglandinas é reduzida e a produção de óxido nítrico é exacerbada. Essas alterações perpetuam a liberação de citocinas inflamatórias e predis põem à **morte celular**. Consequentemente, ocorre aumento da difusão de íons hidrogênio e pepsina, sem o efeito quelante de mucosa rica em bicarbonato, nem o efeito protetor das prostaglandinas. Como resultado do desbalanço entre o ácido gástrico nocivo e os mecanismos protetores inoperantes, há predisposição à lesão mucosa gástrica.



A colecistite alitiásica é uma doença grave e potencialmente fatal caso não seja reconhecida. A ventilação com pressão positiva por mais de 72 horas é considerada fator de risco. Outros fatores de risco incluem choque, desidratação, múltiplas transfusões, nutrição parenteral, drogas (opioides, sedativos). Para seu diagnóstico, é necessário realizar ultrassonografia ou TC de abdome.



Outras complicações incluem **esofagite erosiva e diarreia**. É questionável se essas complicações são decorrentes da VM ou da doença crítica em si. O Quadro 6 traz as complicações específicas de cada órgão do TGI que podem ocorrer durante a VM.

Quadro 6

### COMPLICAÇÕES ESPECÍFICAS DE CADA ÓRGÃO DO TRATO GASTRINTESTINAL DURANTE A VENTILAÇÃO MECÂNICA

Órgãos	Complicações
Esôfago e estômago	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Esofagite erosiva</li> <li>■ Refluxo gastroesofágico</li> <li>■ Úlcera de estresse</li> <li>■ Dificuldade de esvaziamento gástrico</li> <li>■ Intolerância à nutrição enteral</li> </ul>
Intestino grosso e delgado	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Úlcera de estresse</li> <li>■ Íleo</li> <li>■ Pseudo-obstrução colônica</li> <li>■ Diarreia</li> <li>■ Alteração da microflora intestinal</li> <li>■ Crescimento bacteriano</li> <li>■ Toxinas intestinais</li> <li>■ Possibilidade de isquemia mesentérica aguda monoclusiva</li> </ul>
Fígado	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aumento de transaminases e bilirrubinas</li> <li>■ Piora da função hepática</li> <li>■ Alteração do metabolismo da droga</li> </ul>
Vesícula biliar	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vesícula atônica</li> <li>■ Possibilidade de colecistite acalculosa</li> </ul>
Pâncreas	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aumento assintomático dos níveis de amilase e lipase</li> <li>■ Possibilidade de pancreatite aguda</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Mendonça e colaboradores (2012).<sup>1</sup>

## COMPLICAÇÕES RENAIS E METABÓLICAS

A VM está associada ao desenvolvimento de lesão renal aguda, cuja **causa ainda não foi bem estabelecida**, podendo resultar do aumento de mediadores inflamatórios, como interleucina 6, redução de fluxo renal pela queda no débito cardíaco, aumento do tônus simpático ou ativação de vias humorais.

Pacientes em VM também podem evoluir com **hipofosfatemia** pelo maior consumo de adenosina-trifosfato. Além disso, a VM é capaz de estimular o sistema renina-angiotensina-aldosterona, aumentar a liberação de hormônio antidiurético e reduzir secreção de fator natriurético atrial, o que, em conjunto, propiciam **retenção hídrica**.

## OUTRAS COMPLICAÇÕES

Como outras complicações extrapulmonares, podem-se ressaltar:

- **sistema imune** — a VM parece induzir inflamação, com aumento dos níveis de mediadores inflamatórios no sangue e no lavado broncoalveolar;
- **sono** — pacientes internados em UTI comumente apresentam alterações de sono verificadas em polissonografia, como sono fragmentado e ausência de sono com REM (movimento rápido dos olhos).



### ATIVIDADES

25. Considere as seguintes afirmativas sobre complicações cardiovasculares e hemodinâmicas da VM.

- I — As complicações hemodinâmicas da VM decorrem de pressão positiva sendo transmitida às estruturas torácicas.
- II — Em pacientes com falência do VE, a ventilação com pressão positiva pode ser benéfica ao aumentar o retorno venoso sem sobrecarga pós-ventricular.
- III — A VM pode promover aumento da resistência e da PA pulmonar, principalmente quando necessários maiores valores de PEEP.
- IV — Pacientes em desmame de ventilação, caso não possuam adequada reserva cardíaca, podem evoluir com complicações, como edema agudo de pulmão, pois a redução da pressão intratorácica pode predispor a aumento súbito de pré e pós-carga do VE.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I, II e III.
- B) Apenas I, III e IV.
- C) Apenas II e IV.
- D) I, II, III e IV.

*Resposta no final do capítulo*

26. Com relação às complicações neurológicas e neuromusculares da VM, assinale a alternativa correta.

- A) A VM reduz a PIC e a pressão intraocular, provavelmente devido à dificuldade de retorno venoso cerebral pela pressão positiva.
- B) Situações de hipocapnia são responsáveis por predispor a isquemia cerebral por vasodilatação.
- C) A fraqueza muscular, incomum em pacientes sob VM, tem como causas potenciais a imobilização, uso prolongado de sedativos, uso de bloqueadores neuromusculares e a própria doença crítica.
- D) A ventilação por si só pode promover atrofia diafragmática, decorrente de estresse oxidativo, e essa lesão já ocorre dentro das primeiras 24 horas de VM.

*Resposta no final do capítulo*

27. Qual é o fator de risco para sangramento gastrointestinal secundário à úlcera de estresse?

- A) VM por mais de 48 horas.
- B) Redução da perfusão esplâncnica.
- C) Aumento de aminotransferases plasmáticas.
- D) Desbalanço entre o ácido gástrico nocivo e os mecanismos protetores inoperantes.

*Resposta no final do capítulo*

28. Quais os fatores de risco para colecistite alitiásica?

.....  
.....  
.....  
.....

*Resposta no final do capítulo*

29. Mencione complicações específicas de cada órgão do trato gastrointestinal durante a VM.

.....  
.....  
.....

30. Quais as hipóteses que explicam a relação entre VM e complicações renais e metabólicas?

.....  
.....  
.....

31. Considere as seguintes afirmativas sobre as complicações renais e metabólicas associadas à VM.

- I — A VM está associada ao desenvolvimento de lesão renal aguda, cuja causa é o aumento de mediadores inflamatórios.
- II — Pacientes em VM também podem evoluir com hipofosfatemia pelo maior consumo de adenosina-trifosfato.
- III — A VM é capaz de estimular o sistema renina-angiotensina-aldosterona, aumentar a liberação de hormônio antidiurético e reduzir a secreção de fator natriurético atrial, o que, em conjunto, propiciam retenção hídrica.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I e II.
- B) Apenas I e III.
- C) Apenas II e III.
- D) I, II e III.

*Resposta no final do capítulo*

## ■ CASO CLÍNICO



Paciente de 67 anos, sexo masculino, hipertenso e diabético, está internado na UTI por quadro de acidente vascular cerebral isquêmico (AVCI). Na admissão do paciente no Pronto-Socorro (PS), havia relato de quadro de diminuição da força muscular em dimídio D, de início súbito há 6 horas da admissão, acompanhado de disartria. Ao exame físico de entrada no PS, paciente encontrava-se sonolento com hemiparesia completa desproporcionada, com predomínio braquial em dimídio direito, além de desvio de rima para a esquerda. Devido o paciente ter evoluído com piora clínica e rebaixamento do nível de consciência, foi realizada intubação orotraqueal (IOT) e o paciente foi colocado sob VM.

A TC de crânio confirmou a hipótese diagnóstica de AVCI, mas não houve possibilidade de realização de trombólise. Desde então, o paciente permanece na UTI ainda sob VM, pois não apresenta nível de consciência que permita extubação. Evolui com estabilidade hemodinâmica e sem outras complicações. No sexto dia de internação na UTI (sexto dia de VM), o paciente apresenta quadro de febre com aumento da secreção traqueobrônquica, que agora apresenta aspecto purulento, acompanhado de novo infiltrado pulmonar ao raio X de tórax, piora gasimétrica (com necessidade de ajuste dos parâmetros ventilatórios) e leucocitose com desvio à esquerda. Apesar da piora clínica, manteve estabilidade hemodinâmica.



## ATIVIDADES

---

32. Qual é o diagnóstico atual do paciente (além do quadro prévio de AVCI)?

.....  
.....  
.....  
.....

*Resposta no final do capítulo*

33. Quais as medidas que devem ser tomadas a seguir, baseado neste novo diagnóstico?

.....  
.....  
.....  
.....

*Resposta no final do capítulo*

34. Quais as medidas preventivas que poderiam ter sido adotadas para a prevenção do quadro atual?

.....  
.....  
.....  
.....

*Resposta no final do capítulo*

---

## ■ CONCLUSÃO

Neste capítulo, foram abordados os problemas e as complicações decorrentes do uso da VM invasiva, essencial no tratamento intensivo de pacientes críticos com insuficiência respiratória ou incapacidade de manutenção da respiração espontânea (como rebaixamento do nível de consciência, por exemplo).

Apesar de apresentar potencial benéfico indiscutível e de ser amplamente utilizada na prática clínica, a VM invasiva traz consigo a possibilidade de intercorrências e complicações decorrentes de seu uso. É de extrema importância que se tenha conhecimento adequado acerca da ocorrência destas complicações para que se possa instituir medidas preventivas sempre que possível, ou medidas curativas precocemente quando houver falha na prevenção. Tais medidas podem ser decisivas na evolução e desfecho dos pacientes sob VM.

## ■ RESPOSTAS ÀS ATIVIDADES E COMENTÁRIOS

### Atividade 3

Resposta: **C**

Comentário: A VM invasiva, em suas diversas formas e modalidades, é o principal tratamento utilizado nos pacientes que apresentam insuficiência respiratória grave, tendo papel salvador da vida.

### Atividade 4

Resposta: **B**

Comentário: Traqueomalácia e condrite de orelha são complicações não infecciosas da VM ligadas ao sistema respiratório.

### Atividade 5

Resposta: **A**

Comentário: Entre as complicações extrarrespiratórias da VM podemos citar redução do fluxo sanguíneo porta; aumento da resistência e da PA pulmonar; hipofosfatemia; aumento da PIC e diminuição do fluxo sanguíneo cerebral.

### Atividade 9

Resposta: As complicações das vias aéreas decorrentes da intubação orotraqueal ou traqueostomia podem ocorrer no ato da canulação orotraqueal ou nasotraqueal; durante a presença da cânula; após a extubação; em decorrência da necessidade de traqueostomia.

### Atividade 10

Resposta: **D**

Comentário: A ocorrência das lesões decorrentes da intubação orotraqueal ou traqueostomia está associada ao tempo de permanência da via aérea artificial, intubação de emergência ou eletiva, sedação inadequada durante a VM, falta de habilidade e treinamento na realização de procedimentos em vias aéreas e, principalmente, devido a altas pressões nos balonetes das cânulas.

### Atividade 11

Resposta: **C**

Comentário: As complicações precoces da VM relacionadas à traqueostomia consistem em pneumotórax, enfisema subcutâneo, sangramento pós-traqueostomia e deslocamento invertido da cânula (“falso trajeto”).

### Atividade 12

Resposta: **A**

Comentário: Traqueomalácia é uma complicação tardia e não precoce relacionada à presença do tubo orotraqueal.

### Atividade 13

Resposta: **D**

Comentário: Atelectrauma ocorre em consequência da abertura e do fechamento cíclico das unidades aéreas, promovendo lesão do epitélio alveolar. Barotrauma ocorre pela ruptura alveolar devido à elevada pressão transalveolar. Volutrauma é a lesão pulmonar secundária a repetidas distensões, pelo uso de altos volumes e fluxos inspiratórios e pressurização do tórax. Biotrauma caracteriza-se pelas alterações inflamatórias promovidas por citocinas e outros mediadores inflamatórios em decorrência das lesões celulares provocadas pela VM.

**Atividade 14****Resposta: B**

Comentário: Para prevenir a ocorrência de barotrauma, deve-se objetivar baixa Pplat, baixo volume corrente, tratamento de hiperinsuflação dinâmica, uso apropriado da PEEP e de bloqueio neuromuscular.

**Atividade 15**

Resposta: Os principais determinantes da lesão alveolar associada à VM consistem em pressão média inspiratória; Ppico inspiratório; Pplat; volume inspiratório final; auto-PEEP.

**Atividade 18****Resposta: C**

Comentário: Causas importantes de auto-PEEP incluem tempo inspiratório prolongado, que faz com que ocorra uma redução compensatória do tempo expiratório; resistência ao fluxo expiratório, que ocorre com tubos endotraqueais estreitos ou estreitamento do circuito do ventilador.

**Atividade 19****Resposta: A**

Comentário: A auto-PEEP exacerba os efeitos hemodinâmicos da VM, aumenta o risco de barotrauma e torna mais difícil para o paciente disparar um ciclo respiratório espontâneo, levando ao surgimento de assincronias. Além disso, pode levar à estimativa incorreta de pressão alveolar média e complacência pulmonar.

**Atividade 20**

Resposta: A toxicidade pelo oxigênio pode favorecer o aparecimento de quatro diferentes síndromes de toxicidade pulmonar, em humanos: atelectasia de absorção; traqueobronquite aguda; injúria pulmonar aguda; displasia broncopulmonar.

**Atividade 22****Resposta: B**

Comentário: Na VM, a motilidade mucociliar fica reduzida, com aumento da retenção de secreções, podendo levar à traqueobronquite.

**Atividade 25****Resposta: B**

Comentário: Em pacientes com falência do VE, a ventilação com pressão positiva pode ser benéfica ao reduzir o retorno venoso e sobrecarga pós-ventricular.

**Atividade 26****Resposta: D**

Comentário: A VM aumenta a PIC e a pressão intraocular, provavelmente devido à dificuldade de retorno venoso cerebral pela pressão positiva. Situações de hipercapnia são responsáveis por predispor a isquemia cerebral por vasoconstrição. Comumente vista em pacientes sob VM, a fraqueza muscular tem como causas potenciais a imobilização, uso prolongado de sedativos, uso de bloqueadores neuromusculares e a própria doença crítica. A ventilação por si só pode promover atrofia diafragmática, decorrente de estresse oxidativo. Essa lesão já ocorre dentro das primeiras 24 horas de VM.

**Atividade 27****Resposta: A**

Comentário: VM por mais de 48 horas é fator de risco para sangramento gastrointestinal secundário à úlcera de estresse.

**Atividade 28**

Resposta: A colecistite alitiásica é uma doença grave e potencialmente fatal caso não seja reconhecida. A ventilação com pressão positiva por mais de 72 horas é considerada fator de risco. Outros fatores de risco incluem choque, desidratação, múltiplas transfusões, nutrição parenteral, drogas (opioides, sedativos).

**Atividade 31****Resposta: C**

Comentário: A VM está associada ao desenvolvimento de lesão renal aguda, cuja causa ainda não foi bem estabelecida. Pode resultar do aumento de mediadores inflamatórios, como interleucina 6, redução de fluxo renal pela queda no débito cardíaco, aumento do tônus simpático ou ativação de vias humorais.

**Atividade 32**

Resposta: O diagnóstico atual é de PAV, definida como a pneumonia que ocorre após, pelo menos, 48 horas de VM, caracterizada por surgimento súbito de febre, taquipneia, aumento da quantidade e piora do aspecto de secreções, piora dos parâmetros ventilatórios, leucopenia ou leucocitose. Além disso, a PAV deve ser suspeitada quando houver infiltrado pulmonar novo ou progressivo em exames de imagem (raio X ou TC de tórax) associado a achados clínicos sugestivos de infecção (descritos anteriormente e compatíveis com o caso em questão).

**Atividade 33**

Resposta: As medidas que devem ser tomadas a seguir consistem em coleta de secreções respiratórias, de forma invasiva ou não invasiva, com encaminhamento para análise microscópica (semiquantitativa de leucócitos polimorfonucleares e coloração de Gram) e cultura quantitativa. Os valores de referência para crescimento de microrganismos na cultura são aspirado traqueal com 100.000UFC/mL ou mais, lavado broncoalveolar com 10.000UFC/mL ou mais, ou escovado protegido com 1.000UFC/mL ou mais. Para diagnóstico de PAV, portanto, é necessária a existência de achados em exames de imagem, associados a alterações clínicas compatíveis e cultura de secreção positiva. Como a cultura tem um prazo de no mínimo 2 dias para ser informada, o diagnóstico se torna retrospectivo e deve-se iniciar antibioticoterapia empírica precocemente. O tratamento deverá ter duração de pelo menos 7 dias e os antimicrobianos devem ser escolhidos com base no histórico e apresentação clínica do paciente, e no perfil microbiológico da UTI em que ele está internado.

### Atividade 34

Resposta: As medidas preventivas que poderiam ter sido adotadas para a prevenção do quadro atual consistem em preferir, sempre que possível, ventilação por pressão positiva não invasiva (vale ressaltar que neste caso não seria possível, devido ao rebaixamento do nível de consciência); interromper a sedação diariamente (despertar diário) e, sempre que indicado, realizar teste de respiração espontânea; tentar extubar o paciente precocemente; utilizar tubo orotraqueal com entrada para aspiração de secreção subglótica; monitorizar a pressão do *cuff* rotineiramente; realizar descontaminação oral seletiva (higiene oral com antissépticos e técnica adequada de escovação); elevação da cabeceira para 30 a 45 graus (que, apesar de ter evidência fraca de benefício, costuma ser encorajada em diretrizes); realizar higiene das mãos constantemente; atentar para os períodos de troca do circuito do ventilador; usar probióticos e introduzir nutrição precocemente, medidas que demonstraram resultados heterogêneos e discordantes, não havendo, no momento, nível seguro de evidência para recomendá-los; realizar profilaxia de úlcera gástrica por estresse e profilaxia de TEV (tromboembolismo venoso) que eram medidas recomendadas nos *bundles* de prevenção de PAV, mas sua correlação não se mostrou tão linear quanto inicialmente se acreditava, mas, ainda assim, se recomenda realizar tais prevenções em pacientes críticos, uma vez que se previnem sangramentos digestivos e tromboembolismos, respectivamente, complicações que podem trazer impacto na sobrevida e tempo de internação desses pacientes.

## REFERÊNCIAS

1. Mendonça AA, Vendrame LS, Grava S. Complicações da ventilação mecânica. In: Lopes AC, Vendrame LS, Guimarães HP, Lopes RD. Manual de medicina de urgência. Rio de Janeiro: Atheneu; 2012. p. 271–99.
2. Vendrame L, Galassi M, Sandri P, Guimarães H. Complicações da ventilação mecânica. In: Sandri P, Morato J, Galassi M, Guimarães H. Manual prático de ventilação mecânica em pronto socorro e UTI. Rio de Janeiro: Atheneu; 2014. p. 139–54.

## REFERÊNCIAS RECOMENDADAS

De Backer D. The effects of positive end-expiratory pressure on the splanchnic circulation. *Intensive Care Med.* 2000 Apr;26(4):361–3.

Fougères E, Teboul JL, Richard C, Osman D, Chemla D, Monnet X. Hemodynamic impact of a positive end-expiratory pressure setting in acute respiratory distress syndrome: importance of the volume status. *Crit Care Med.* 2010 Mar;38(3):802–7.

Goligher EC, Dres M, Fan E, Rubenfeld GD, Scales DC, Herridge MS, et al. Mechanical ventilation-induced diaphragm atrophy strongly impacts clinical outcomes. *Am J Respir Crit Care Med.* 2018 Jan;197(2):204–13.

Kalil AC, Metersky ML, Klompas M, Muscedere J, Sweeney DA, Palmer LB, et al. Management of adults with hospital-acquired and ventilator-associated pneumonia: 2016 clinical practice guidelines by the infectious diseases Society of America and the American Thoracic Society. *Clin Infect Dis.* 2016 Sep;63(5):e61–111.

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.* 2014 Aug;35(8):915–36.

Kress JP, O'Connor MF, Schmidt GA. Clinical examination reliably detects intrinsic positive end-expiratory pressure in critically ill, mechanically ventilated patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999 Jan;159(1):29–4.

Kuiper JW, Groeneveld AB, Slutsky AS, Plötz FB. Mechanical ventilation and acute renal failure. *Crit Care Med*. 2005 Jun;33(6):1408–15.

Mutlu GM, Mutlu EA, Factor P. GI complications in patients receiving mechanical ventilation. *Chest*. 2001 Apr;119(4):1222–41.

Rittayamai N, Wilcox E, Drouot X, Mehta S, Goffi A, Brochard L. Positive and negative effects of mechanical ventilation on sleep in the ICU: a review with clinical recommendations. *Intensive Care Med*. 2016 Apr;42(4):531–41.

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 Sep;50(3):1700582.

### Como citar este documento

Vendrame LS, Tallo FS, Lopes RD, Lopes AC. Complicações da ventilação mecânica. In: Sociedade Brasileira de Clínica Médica; Lopes AC, Tallo FS, Lopes RD, Vendrame LS, organizadores. PROURGEM Programa de Atualização em Medicina de Urgência e Emergência: Ciclo 13. Porto Alegre: Artmed Panamericana; 2019. p. 11–39. (Sistema de Educação Continuada a Distância, v. 2).