

Recomendações brasileiras de ventilação mecânica 2013. Parte I

Brazilian recommendations of mechanical ventilation 2013. Part I

Essas recomendações são uma iniciativa conjunta do Comitê de Ventilação Mecânica da Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB) e da Comissão de Terapia Intensiva da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT).

Resumo

O suporte ventilatório artificial invasivo e não invasivo ao paciente crítico tem evoluído e inúmeras evidências têm surgido, podendo ter impacto na melhora da sobrevida e da qualidade do atendimento oferecido nas unidades de terapia intensiva no Brasil. Isto posto, a Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB) e a Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT) - representadas pelo seu Comitê de Ventilação Mecânica e Comissão de Terapia Intensiva, respectivamente, decidiram revisar a literatura e preparar recomendações sobre ventilação mecânica objetivando oferecer aos associados um documento orientador das melhores práticas da ventilação mecânica na beira do leito, baseado nas evidências existentes, sobre os 29 subtemas selecionados como mais relevantes no assunto. O projeto envolveu etapas visando distribuir os subtemas relevantes ao assunto entre experts indicados por ambas as sociedades que tivessem publicações recentes no assunto e/ou atividades relevantes em ensino e pesquisa no Brasil na área de ventilação mecânica. Esses profissionais, divididos por subtemas em duplas, responsabilizaram-se por fazer revisão extensa da literatura mundial sobre cada subtema. Reuniram-se todos no Fórum de Ventilação Mecânica na sede da AMIB em São Paulo, em 03 e 04 de agosto de 2013 para finalização conjunta do texto de cada subtema e apresentação, apreciação, discussão e aprovação em plenária pelos 58 participantes, permitindo a elaboração de um documento final.

Descritores: Recomendações; Ventilação Mecânica; Insuficiência Respiratória.

Abstract

Perspectives on invasive and noninvasive ventilatory support for critically ill patients are evolving, as much evidence indicates that ventilation may have positive effects on patient survival and the quality of the care provided in intensive care units in Brazil. For those reasons, the Brazilian Association of Intensive Care Medicine (*Associação de Medicina Intensiva Brasileira* - AMIB) and the Brazilian Thoracic Society (*Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia* - SBPT), represented by the Mechanical Ventilation Committee and the Commission of Intensive Therapy, respectively, decided to review the literature and draft recommendations for mechanical ventilation with the goal of creating a document for bedside guidance as to the best practices on mechanical ventilation available to their members. The document was based on the available evidence regarding 29 subtopics selected as the most relevant for the subject of interest. The project was developed in several stages, during which the selected topics were distributed among experts recommended by both societies with recent publications on the subject of interest and/or significant teaching and research activity in the field of mechanical ventilation in Brazil. The experts were divided into pairs that were charged with performing a thorough review of the international literature on each topic. All the experts met at the Forum on Mechanical Ventilation, which was held at the headquarters of AMIB in São Paulo on August 3 and 4, 2013, to collaboratively draft the final text corresponding to each sub-topic, which was presented to, appraised, discussed and approved in a plenary session that included all 58 participants and aimed to create the final document.

Keywords: Recommendations; Mechanical Ventilation; Respiratory Insufficiency.

Introdução

O suporte ventilatório mecânico, tanto não invasivo como invasivo, deve ser realizado de forma adequada e segura para evitarmos a lesão induzida pela ventilação mecânica. A ventilação mecânica

Final da elaboração: 20 de outubro de 2013.

Conflitos de interesse: A Divisão de Assuntos Científicos da AMIB, com auxílio da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, captou recursos de apoio na forma de quotas de patrocínio junto a indústrias e laboratórios, objetivando angariar fundos para viabilização de parte dos custos do evento (passagens, hospedagem e alimentação dos participantes). Essas empresas não participaram da elaboração do documento, nem tiveram acesso ao seu conteúdo, senão quando apresentado, em seu formato final já aprovado, em brochuras distribuídas no Congresso Brasileiro de Medicina Intensiva de 2013, no Rio de Janeiro. As empresas que colaboraram com o projeto foram Air Líquide, Covidien, GE, Intermed, Magnamed, Mindray e Philips.

Autor correspondente: Carmen Sílvia Valente Barbas, Disciplina de Pneumologia, Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Avenida Dr. Eneas de Carvalho Aguiar, 44. CEP - 05403-900 - São Paulo (SP), Brasil
E-mail: carmen.barbas@gmail.com

moderna e atual, guiada pelos conhecimentos de fisiologia e as evidências literárias tanto dos experimentos de laboratório, como pelos ensaios clínicos randomizados e/ou observacionais com pacientes, nos indicam um suporte ventilatório com volumes correntes de 6mL/Kg de peso predito, delta entre a pressão de platô e a pressão expiratória final positiva (PEEP) de no máximo 15cmH₂O, níveis de pressão expiratória final suficientes para evitar o colapamento das vias aéreas e dos alvéolos e garantir uma troca gasosa adequada, posicionamento dos pacientes no leito de maneira a garantir uma ventilação adequada e não lesiva (como a posição prona nos casos de síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) grave) e técnicas de suporte avançado (como a circulação extracorpórea com remoção do gás carbônico (CO₂) nos casos de SDRA refratária. Com o advento de ventiladores cada vez mais sofisticados e com possibilidades de ajuste fino de sensibilidade e de diversos mecanismos de disparo, de diferentes velocidades e aceleração de fluxo inspiratório, diversos mecanismos de término de tempo inspiratório e diversas opções de monitorização ocorre a possibilidade de ajuste de sincronia do paciente com o ventilador mecânico e a ventilação mecânica de acordo com a doença respiratória apresentada pelos pacientes, destacando-se o suporte ventilatório direcionado para as doenças restritivas diferentemente das obstrutivas.

Assim, fez-se a necessidade de reunião de especialistas brasileiros envolvidos com suporte ventilatório: anestesia, terapia intensiva, pneumologia, fisioterapia, enfermagem, nutrição e fonoaudiologia para análise das evidências literárias disponíveis sobre o ventilação mecânica que, associado à experiência das diversas especialidades, pudessem orientar os profissionais das unidades de terapias intensivas brasileiras a como oferecer aos nossos pacientes com insuficiência respiratória um suporte respiratório seguro e eficaz, baseado nas melhores evidências disponíveis para evitarmos a possibilidade de lesão associada a ventilação mecânica.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi rever a literatura disponível sobre 29 subtemas relacionados ao suporte ventilatório do paciente em insuficiência respiratória e, após apresentação, discussão e aprovação em plenária composta pelos 58 especialistas, apresentá-las sob a forma de recomendações ou sugestões.

Metodologia

A literatura disponível no MEDLINE (2003-2013) e na Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL) foi revisada por especialistas com nível escolar superior (médicos intensivistas, pneumologistas e anesthesiologistas, fisioterapeutas, enfermeiros, nutricionistas e fonoaudiólogos), dispostos em duplas para cada um dos 29 subtemas escolhidos sobre suporte ventilatório não invasivo e invasivo em pacientes com insuficiência respiratória.

Após a revisão dos artigos disponíveis na literatura cada dupla respondeu as perguntas formuladas pela comissão organizadora (constituída pelos Drs. Carmen Sílvia Valente Barbas (Presidente do Comitê de Ventilação Mecânica da AMIB), Alexandre Marini Ísola (Coordenador Nacional do Curso de Ventilação Mecânica para Adultos em UTI da AMIB - VENUTI) e Augusto Manoel de Carvalho Farias, Coordenador da Comissão de Terapia Intensiva da SBPT), de acordo com os critérios previamente sugeridos por outros autores.⁽¹⁻⁴⁾ Assim, usou-se o termo recomendação quando o nível de evidência era forte, com base em estudos randomizados com mais de cem pacientes, metaanálises e efeito tudo ou nada ou de segurança para os pacientes. O termo sugestão foi utilizado quando a evidência foi considerada fraca, ou seja, baseada em estudos observacionais, casos-controle, série de casos e ou experiência de especialistas para orientação do suporte ventilatório nacional de maneira eficaz e segura evitando-se os possíveis efeitos deletérios associados ao suporte ventilatório não adequado para nossos pacientes.

Os 58 especialistas participantes responderam as perguntas propostas durante 8 horas de reunião na sede da Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB) no dia 03 de agosto de 2013. Após a elaboração das respostas às perguntas formuladas baseadas nas evidências disponíveis na literatura e na experiência dos especialistas estas foram apresentadas em plenária para todos os 58 especialistas presentes no dia 04 de agosto de 2013 na Sede da Associação de medicina Intensiva Brasileira (AMIB), sendo discutidas, modificadas quando necessário, votadas e aprovadas de acordo com sugestões e observações dos especialistas presentes.

Todos os relatórios entregues pelas duplas foram reunidos pela Comissão Organizadora do projeto, que revisou, formatou e produziu

o documento final, após revisão dos autores. A seguir, o documento foi encaminhado para impressão de manuais de beira de leito contendo as recomendações para distribuição as unidades de terapia intensiva de todo o Brasil e para publicação na Revista Brasileira de Terapia Intensiva (RBTI) e no Jornal Brasileiro de Pneumologia.

Indicação de suporte ventilatório não invasivo e invasivo

Comentário - A VM substitui total ou parcialmente a ventilação espontânea e está indicada na insuficiência respiratória aguda (IRpA) ou crônica agudizada. A VM propicia melhora das trocas gasosas e diminuição do trabalho respiratório, podendo ser utilizada de forma não invasiva por meio de uma interface externa, geralmente uma máscara facial, e de forma invasiva por meio de um tubo endotraqueal ou cânula de traqueostomia. Ventilação não invasiva (VNI) utiliza uma pressão inspiratória para ventilar o paciente por meio de interface nasofacial (pressão inspiratória positiva (IPAP) e ou pressão de suporte (PSV)) e uma pressão positiva expiratória para manter as vias aéreas e os alvéolos abertos para melhorar a oxigenação, pressão expiratória positiva (EPAP) ou pressão expiratória final positiva (PEEP). No modo de pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP), é administrada ao paciente, por interface nasofacial, somente uma pressão expiratória final contínua nas vias aéreas, e a ventilação do paciente é feita de forma totalmente espontânea.

Ventilação mecânica não invasiva com pressão positiva: quando começar

Recomendação - Em não havendo contraindicação (Quadro 1), os pacientes com incapacidade de manter ventilação espontânea (volume-minuto >4Lpm, PaCO₂<50mmHg e pH>7,25) devem iniciar uso de VNI com dois níveis de pressão, com a pressão inspiratória suficiente para manter um processo de ventilação adequada, visando impedir a progressão para fadiga muscular e/ou parada respiratória.⁽⁵⁾

Sugestão - Pode-se usar VNI em pacientes com rebaixamento de nível de consciência devido à hipercapnia em doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). A melhora da consciência deve ser evidente dentro de 1 a 2 horas após o início da VNI.^(5,6)

Recomendação - Os pacientes que deterioram ou não melhoram devem ser imediatamente intubados pelo risco de perda de proteção da via aérea inferior e de parada respiratória.⁽⁵⁾

Ventilação mecânica não invasiva com pressão positiva: quando descontinuar

Recomendação - O uso de VNI deve ser monitorado por profissional da saúde à beira-leito, de 0,5 a 2 horas. Para ser considerado sucesso, devem ser observados: diminuição da frequência respiratória (f), aumento do volume corrente (VC), melhora do nível de consciência, diminuição ou cessação de uso de musculatura acessória, aumento da pressão parcial do oxigênio (PaO₂) e/ou da saturação arterial periférica (SpO₂), e diminuição da pressão parcial de gás carbônico (PaCO₂) sem distensão abdominal significativa. Quando não há sucesso, realizar imediata intubação orotraqueal (IOT) e ventilação invasiva. Espera-se sucesso na população hipercápnica com o uso da VNI em 75% dos casos, e nos hipoxêmicos em cerca de 50%.⁽⁵⁾

Ventilação mecânica não invasiva na exacerbação da asma

Sugestão - A VNI pode ser utilizada em conjunto com terapia medicamentosa para melhorar a obstrução ao fluxo aéreo e diminuir

Quadro 1 - Contraindicações a ventilação não invasiva

Absolutas
Necessidade de intubação de emergência.
Parada cardíaca ou respiratória
Relativas
Incapacidade de cooperar, proteger as vias aéreas, ou secreções abundantes
Rebaixamento de nível de consciência (exceto acidose hipercápnica em DPOC)
Falências orgânicas não respiratórias (encefalopatia, Arritmias malignas ou hemorragia digestivas graves com instabilidade hemodinâmica)
Cirurgia facial ou neurológica
Trauma ou deformidade facial
Alto risco de aspiração
Obstrução de vias aéreas superiores
Anastomose de esôfago recente (evitar pressurização acima de 15cmH ₂ O)

DPOC - doença pulmonar obstrutiva crônica.

esforço respiratório em pacientes em crise asmática moderada e acentuada.^(5,7)

Ventilação mecânica não invasiva na exacerbação aguda da doença pulmonar obstrutiva crônica

Recomendação – Deve-se usar VNI no tratamento da DPOC agudizada para diminuir a necessidade de intubação (risco relativo - RR de 0,41 [intervalo de confiança de 95% – IC95%: 0,33-0,53]), diminuição do tempo de internação no hospital e diminuição da mortalidade com um RR de 0,52 (IC95%: 0,35-0,76).^(5,6)

Edema agudo de pulmão cardiogênico

Recomendação – Deve-se usar VNI (ventilação com pressão positiva bifásica (BIPAP) com EPAP 5 a 10 e pressão inspiratória positiva (IPAP) até 15cmH₂O) e/ou CPAP de 5 a 10cmH₂O nos pacientes com edema agudo de pulmão de origem cardiogênica visando diminuir a necessidade de intubação endotraqueal (RR de 0,53 [IC95%: 0,34-0,83]) e redução na mortalidade hospitalar (RR de 0,6 [IC95%: 0,45-0,84]).^(5,8,9)

Ventilação mecânica não invasiva na síndrome de desconforto respiratório agudo

Sugestão – Pode-se utilizar a VNI na síndrome de desconforto respiratório agudo (SDRA), especialmente nos casos de SDRA leve, com os cuidados de se observarem as metas de sucesso de 0,5 a 2 horas. No caso de não sucesso, evitar retardar a intubação.^(5,10)

Recomendação – Na SDRA grave, evitar utilizar VNI, devido à alta taxa de falência respiratória e à necessidade de IOT, especialmente em pacientes com PaO₂/FIO₂ <140 e *Simplified Acute Physiology Score* (SAPS) II >35.^(5,10)

Ventilação mecânica não invasiva na pneumonia adquirida na comunidade grave

Sugestão – Pode-se utilizar a VNI em pneumonia adquirida na comunidade (PAC) grave com insuficiência respiratória hipoxêmica, especialmente nos portadores concomitantes de DPOC com os cuidados de se observarem as metas de sucesso de 0,5 a 2 horas. No caso de não sucesso, evitar retardar a intubação.^(5,11)

Pós-extubação

Recomendação – A VNI deve ser utilizada visando encurtar a duração da ventilação invasiva (ação facilitadora da retirada da VNI), reduzir a mortalidade, diminuir as taxas de pneumonia associada à VM (PAV), gerando menos dias internação em unidade de terapia intensiva (UTI) e hospitalar na população de pacientes DPOC hipercápnicos.^(5,12,13)

Recomendação – Usar VNI imediatamente após a extubação nos pacientes de risco (Quadro 2) para evitar IRpA e reintubação (ação profilática).^(5,12-15)

Recomendação – Evitar o uso da VNI após novo quadro de insuficiência respiratória instalada (ação curativa).^(5,12-16)

Ventilação não invasiva em pós-operatório

Recomendação – A VNI para tratamento da IRpA no pós-operatório imediato de cirurgias abdominal e torácica eletivas deve ser utilizada associada à melhora da troca gasosa, à redução de atelectasias e à diminuição do trabalho respiratório, além de diminuição da necessidade de IOT e, possivelmente, da mortalidade. Deve ser utilizada com cautela, respeitando-se as limitações e contra-indicações para sua utilização.^(5,16-19)

Sugestão – Em cirurgias esofágicas, pode-se usar VNI para se evitar IRpA, mantendo-se pressões inspiratórias mais baixas (EPAP <8 e IPAP <15). A mesma sugestão vale para cirurgia torácica, cirurgia abdominal, cirurgia cardíaca, e cirurgia bariátrica.^(5,17-19)

Quadro 2 – Pacientes considerados em risco de falha de extubação que poderão se beneficiar do uso de ventilação não invasiva imediato após extubação (uso profilático)

Hipercapnia
Insuficiência cardíaca congestiva
Tosse ineficaz ou secreção retida em vias aéreas.
Mais do que um fracasso no teste de respiração espontânea
Mais do que uma comorbidade
Obstrução das vias aéreas superiores
Idade >65 anos
Aumento da gravidade, avaliadas por um APACHE >12 no dia da extubação
Tempo de ventilação mecânica >72 horas
Paciente portador de doenças neuromusculares
Pacientes obesos

Broncoscopia

Sugestão – A VNI pode ser utilizada durante e após a broncoscopia, visando diminuir o risco de complicações associadas ao procedimento em pacientes com hipoxemia grave refratária, insuficiência respiratória pós-operatória, ou DPOC grave.⁽⁵⁾ Cuidados especiais devem ser utilizados após procedimento de biópsia transbrônquica, mantendo-se as pressões de vias aéreas <20cmH₂O e realizando radiografia de tórax, se descompensação clínica do paciente e após cerca de 6 horas do procedimento, para verificação de possível ocorrência de pneumotórax.

Máscaras e ventiladores para aplicação de ventilação não invasiva

Ventiladores disponíveis no mercado brasileiro: características, vantagens e desvantagens

Sugestão – A VNI pode ser aplicada por meio de ventiladores portáteis, específicos para esse fim com compensação de vazamento, os quais devem ser acoplados a interfaces nasofaciais com circuito único e válvula exalatória localizada na própria máscara e, ventiladores invasivos microprocessados com programas específicos para esse fim, os quais devem ser acoplados a interfaces nasofaciais por meio de cotovelo e circuito duplo do próprio ventilador mecânico (Quadro 1 - material eletrônico suplementar). O modo CPAP pode ser aplicado por meio de geradores de fluxo (CPAP de “parede”) ^(20,21) (Quadro 3).

Reinalação de gás carbônico

Sugestão – Procurar evitar a reinalação de CO₂ ou minimizá-la nos casos de uso dos ventiladores de circuito único. Os sistemas que apresentam orifícios de exalação na própria interface apresentam menor risco de reinalação quando comparados aos que têm esse orifício no circuito. Outros fatores que podem contribuir para a reinalação de CO₂ são a utilização de PEEP baixa e o reduzido suporte pressórico, necessitando maior grau de atenção nessas situações.⁽²²⁾

Suplementação de oxigênio

Sugestão – Em ventiladores com misturador de gás, o ajuste da suplementação de oxigênio (O₂) é

feita no próprio ventilador. Nos equipamentos de VNI portáteis, sem misturador de gás, suplementar O₂ diretamente na máscara sempre depois da válvula de exalação, usando fonte de O₂ externa. A FiO₂ suplementada ao paciente depende do fluxo de O₂, da posição da conexão da fonte de O₂ no circuito, do grau de vazamento verificado no circuito ventilatório, do tipo de interface utilizada e dos níveis de IPAP e EPAP oferecidos.⁽²³⁻²⁶⁾

Monitorização na ventilação não invasiva

Recomendação – Monitorizar o volume corrente (VC), a frequência respiratória (f) e a saturação periférica de oxigênio (SpO₂) durante uso da VNI. Quando disponível, realizar a monitorização gráfica. As assincronias, os escapes o auto-peep, os esforços ineficazes e o mecanismo de compensação do vazamento devem ser constantemente observados.^(26,27)

Indicação de uso das interfaces nas principais situações clínicas

Recomendação – Escolher uma interface adequada, a que melhor se adapte à face do paciente, visando à melhor eficiência clínica.

Recomendação – Utilizar interfaces sem compressão nasal se o tempo estimado de VNI for >24 a 48 horas.

Recomendação – Utilizar interface com válvula de PEEP se a opção for CPAP com gerador de fluxo.

Recomendação – Na VNI com ventilador mecânico de UTI (microprocessado convencional) utilizar máscara conectada a circuito duplo. Na VNI com ventilador específico, utilizar máscara para circuito único^(20,23-25) (Quadro 4).

Adaptação e tolerância da interface

Máscaras nasais

Sugestão – Podem ser usadas em IRpA leve, em pacientes com claustrofobia ou má adaptação à máscara facial.

Sugestão – Podem-se combinar diferentes interfaces quando os pacientes necessitam de assistência ventilatória contínua para evitar os pontos isquêmicos devido à redução de fluxo sanguíneo secundária à pressão que a máscara exerce no rosto do paciente (Quadro 5).⁽²⁵⁾

Quadro 3 – Tipos de modos ventilatórios para suporte não invasivo

Modos	Descrição	Indicação*
CPAP	Pressão constante nas vias aéreas	Recomendação: no EAP cardiogênico, no PO de cirurgia abdominal e na apneia do sono leve/moderada
	Ventilação espontânea	Recomendação: nas hipercapnias agudas, para descanso da musculatura respiratória; no EAP cardiogênico e nas infecções de imunossuprimidos.
BIPAP (BILEVEL)	Dois níveis de pressão (IPAP e EPAP)	
	Ciclagem a fluxo	

CPAP - pressão positiva contínua nas vias aéreas; BIBAP - pressão positiva bifásica; EAP - edema agudo de pulmão; PO - pos-operatório; IPAP - pressão inspiratória positiva; EPAP - pressão expiratória positiva. *exceto se contraindicado.

Máscaras oronasais (faciais)

Recomendação - Usar máscaras faciais na IRpA leve e moderada, visando à melhora rápida dos parâmetros fisiológicos (trocas gasosas e trabalho respiratório). Monitorizar tolerância e efeitos colaterais, como úlcera em pontos de apoio e distensão gástrica.

Máscara facial total e capacete

Recomendação - Utilizar nas situações de insuficiência respiratória hipoxêmica mais graves por permitir uma pressurização maior das vias aéreas. Por cobrir todo o rosto, distribui a pressão da máscara exercida na pele, evitando pontos de pressão em torno do nariz e reduzindo o risco de lesões cutâneas (Quadro 5).

Sugestão - Pode ser utilizada a máscara do tipo capacete (Helmet), se disponível, nos casos de insuficiência respiratória menos grave. A mesma é hermeticamente fechada por uma almofada de ar ao redor do pescoço, inflada pelo próprio ventilador, tendo como pontos de contato o pescoço, os ombros e a região axilar. Porém, o fato de apresentar um grande espaço morto gera uma limitação para sua aplicação em pacientes com distúrbio de ventilação, devendo ser corrigida com aplicação de maiores níveis de suporte pressórico. O ruído interno também é um incômodo a ser considerado. Essa interface pode gerar também assincronia de disparo determinado pelo atraso na liberação do fluxo inspiratório, com consequente elevação do trabalho respiratório⁽²⁸⁻³⁰⁾ (Quadro 5).

Quadro 4 – Diferenças entre a ventilação não invasiva administrada pelos ventiladores portáteis específicos para ventilação não invasiva e dos ventiladores de unidade de terapia intensiva microprocessados com módulo de ventilação não invasiva

	Ventiladores de UTI	Específicos para VNI
Circuito	Duplo com válvula de demanda	Circuito único
Exalação	Válvula exalatória	Exalação por orifício ou válvula exalatória na máscara ou circuito
Vazamento	Compensado, se usado modo PCV (ciclado a tempo) ou modulo específico para VNI	Compensação automática
Suplementação de O ₂	Regulada pelo blender do ventilador	Regulada pelo Blender do ventilador ou O ₂ suplementar na máscara/circuito
PEEP	Na válvula exalatória do ventilador	Válvula exalatória do ventilador e/ou válvula regulável na máscara Permite o uso de máscaras com válvula exalatória na máscara ou no circuito ventilatório
Tipo de interface	Interfaces para circuito duplo	

UTI - unidade de terapia intensiva; PCV - ventilação controlada a pressão; VNI - ventilação não invasiva; O₂ - oxigênio; PEEP - pressão expiratória final positiva.

Intubação e traqueostomia

Técnicas para intubação eletiva, semieletiva e na emergência

Recomendação - Usar laringoscopia direta com visualização da laringe como o mais rápido e confiável método de inserção do tubo orotraqueal, seja em casos eletivos e na emergência. Após três tentativas de intubação sem sucesso, por médico experiente, considera-se via aérea difícil (VAD), devendo seguir as normatizações estabelecidas para esse fim.^(31,32)

Intubação eletiva

Sugestão - A intubação traqueal eletiva é caracterizada quando não há sinais iminentes de

Quadro 5 – Vantagens e desvantagens dos diversos tipos de interfaces

Interface	Vantagens	Desvantagens	Ventilador e adequações sugeridas
Nasal	Menor risco de aspiração Facilita expectoração Menor claustrofobia Permite a fala Permite a alimentação Fácil manuseio Menor espaço morto	Vazamento oral Despressurização oral Irritação nasal Limitação de uso em pacientes com obstrução nasal Ressecamento oral	Equipamentos de fluxo contínuo e com circuito único
Facial	Menor vazamento oral Mais apropriada para condições agudas, por permitir maiores fluxos e pressões	Maior chance de ulcera pressão nasal ou pontos de apoio Maior claustrofobia Maior risco de aspiração Dificulta alimentação Atrapalha a comunicação Risco de asfixia com mau funcionamento do ventilador Risco de broncoaspiração	Equipamentos de fluxo contínuo ou de demanda Circuito único ou duplo Quando usado equipamentos de duplo circuito é necessário que o mesmo tenha compensação automática de vazamento.
Facial total	Mais confortável para uso prolongado; Fácil de ajustar Menor risco de lesão cutânea facial Mínimo vazamento	Maior espaço morto; Não deve ser utilizada associada à aerosolterapia; Monitorar possível evento de vômito (cuidado com aspiração)	Equipamentos de fluxo contínuo Circuito único Utilizar preferencialmente em ventiladores específicos para VNI ou ventiladores convencionais com módulo de VNI
Capacete	Mais confortável para uso prolongado Não oferece risco de lesão cutânea facial	Risco maior de reinalação de CO ₂ Favorece assincronia entre paciente e ventilador Risco de asfixia com mau funcionamento do ventilador Não pode ser utilizada associada a aerosolterapia. Alto ruído interno e maior sensação de pressão no ouvido Necessidade de pressões mais altas para compensação do espaço morto. Pode haver lesão cutânea nas axilas	Equipamentos de fluxo contínuo ou de demanda Circuito duplo ou único com válvula de PEEP no capacete

VNI - ventilação não invasiva; CO₂ - dióxido de carbono; PEEP - pressão expiratória final positiva.

falência nos mecanismos de proteção das vias aéreas, de ventilação e/ou oxigenação, podendo ser escolhido o melhor método para intubação traqueal de acordo com cada paciente. Usar a laringoscopia direta com IOT como método de escolha.^(31,32)

Sugestão – Preparar o paciente adequadamente para intubação traqueal, por meio de pré-oxigenação, monitorização e posicionamento adequado durante o procedimento, visando a uma laringoscopia ótima.^(32,33)

Sugestão – Utilizar preferencialmente o laringoscópio de lâmina curva de número apropriado. O laringoscópio de lâmina reta

pode ser usado para exposição da laringe em intubações difíceis.^(31,32,34)

Intubação de emergência

Sugestão – Utilizar a técnica de intubação com sequência rápida para reduzir o risco de aspiração de conteúdo gástrico. Nessa técnica, posicionar o tubo orotraqueal no menor tempo possível, após a perda da consciência.^(32,35,36)

Sugestão – Utilizar agentes hipnóticos (propofol, etomidato, cetamina ou tiopental), opioides (fentanil, alfentanil ou remifentanil) e bloqueadores neuromusculares (rocurônio ou succinilcolina). A manobra de Sellick (compressão

da cricoide) pode ser utilizada, durante o procedimento para minimizar risco de aspiração de conteúdo gástrico.^(32,35-37)

Técnicas e indicação de traqueostomia: vantagens e desvantagens

Tempo de realização de traqueostomia: recomendações baseadas na causa da insuficiência respiratória

Trauma raquimedular

Sugestão – Realizar traqueostomia precoce (até 7 dias) nesse grupo. O trauma cervical alto - C5 ou acima - é um fator preditor independente de necessidade VM prolongada. Os pacientes com lesões abaixo desse nível devem ser avaliados individualmente.^(32,38)

Trauma cranioencefálico

Sugestão – Realizar traqueostomia precoce (até 7 dias) nos pacientes mais graves (escala de Glasgow <8), que geralmente necessitam de suporte ventilatório prolongado. Há evidência conflitante na redução da taxa de pneumonia associada à VM e não há evidência que a traqueostomia precoce reduza a mortalidade, a lesão das vias aéreas e nem a internação hospitalar.^(32,38,39)

Pacientes com trauma que não incluem o sistema nervoso central

Sugestão – Indicar a traqueostomia precoce quando houver estimativa de suporte ventilatório prolongado.^(32,38-40)

Pacientes internados por causas clínicas na unidade de terapia intensiva

Recomendação – Aguardar 14 dias para realização da traqueostomia, uma vez que o procedimento precoce não reduz a mortalidade em 30 dias, tampouco o tempo de UTI e a necessidade de sedação.^(32,41-44)

Técnicas de traqueostomia

Recomendação – Realizar traqueostomia percutânea ou convencional 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, mas apresenta custo maior e necessita de broncoscopia,

visando aumentar a segurança do procedimento, apresentando menor taxa de infecção na ferida cirúrgica. A traqueostomia convencional deve ser realizada em centro cirúrgico por equipe especializada, salvo unidades de terapia intensiva que possuam sala para procedimentos cirúrgicos internos. Em relação às complicações maiores, como taxa de sangramento, enfisema subcutâneo, pneumotórax e mortalidade, ambas as técnicas apresentam resultados semelhantes.^(32,45-47)

Regulagem inicial do ventilador invasivo e modos ventilatórios convencionais

Regulagem do ventilador

Recomendação – Utilizar a FIO₂ necessária para manter a saturação periférica de oxigênio (SpO₂) entre 93 a 97%.^(48,49)

Recomendação – Usar VC 6mL/kg/peso predito inicialmente. Reavaliar de acordo com evolução do quadro clínico do paciente.⁽⁴⁸⁻⁵²⁾

Recomendação – Usar modo assistido-controlado, podendo ser ciclado a volume (VCV) ou ciclado a tempo e limitado a pressão (PCV), reavaliando nas primeiras horas de acordo com o quadro clínico.⁽⁴⁸⁻⁵¹⁾

Recomendação – Regular frequência respiratória (f) inicial controlada entre 12 e 16rpm, com fluxo inspiratório ou tempo inspiratório visando manter inicialmente relação I:E em 1:2 a 1:3. Em caso de doença obstrutiva, pode-se começar usando f mais baixa (<12rpm) e, em caso de doenças restritivas, pode-se utilizar f mais elevada (>20rpm, por exemplo, se o quadro clínico assim exigir). Reavaliar assim que disponível a primeira gasometria.^(48,51-54)

Recomendação – Definir o tipo de disparo do ventilador. Os disparos mais comuns no mercado são os disparos a tempo (modo controlado pelo ventilador) e pelo paciente (disparos a pressão e a fluxo, chamados de modos de disparo pneumáticos). A sensibilidade do ventilador deve ser ajustada para o valor mais sensível para evitar autodisparo. O ventilador ainda pode ser disparado pelo estímulo neural (modo de ventilação assistida ajustada neuralmente - NAVA).^(48,51-54)

Recomendação – Usar PEEP de 3 a 5cmH₂O inicialmente, salvo em situações de doenças como SDRA, nas quais o valor da PEEP deve ser ajustado de acordo com as orientações abordadas no tema específico nestas recomendações.^(48,49,55-57)

Recomendação – Utilizar aquecedores e umidificadores passivos em pacientes sob VM. Nos pacientes portadores de secreção espessa, devem-se utilizar umidificação e aquecimento ativos, se disponível com umidificação ótima, para evitar oclusão do tubo orotraqueal.⁽⁵⁸⁾

Recomendação – Regular os alarmes de forma individualizada, usando critérios de especificidade e sensibilidade adequados para o quadro clínico do paciente. Devem-se regular o *back-up* de apneia e os parâmetros específicos de apneia, se disponíveis no equipamento.

Recomendação – Uma vez estabelecidos os parâmetros iniciais, observar as curvas de VC, pressão e fluxo, a fim de constatar se os valores obtidos estão dentro do previsto e se não há necessidade de reajuste imediato. Verificar a oximetria de pulso que deve ser contínua. Inicialmente, usar o alarme de pressão máxima nas vias aéreas em 40cmH₂O, visando evitar barotrauma, ajustando-se conforme quadro clínico, assim que possível.^(48,51-54)

Recomendação – Após 30 minutos de ventilação estável, deve-se colher uma gasometria arterial, para observar se as metas de ventilação e troca foram atingidas. Do contrário, realizar os reajustes necessários nos parâmetros de modo e ciclagem.⁽⁴⁸⁻⁵¹⁾

Recomendação – Avaliar as possíveis repercussões hemodinâmicas da VM. Avaliar presença de hipovolemia/ocorrência de auto-PEEP e/ou pneumotórax em casos de hipotensão associada ao uso da ventilação com pressão positiva.

Recomendação – Manter o nível de trabalho muscular o mais apropriado. Nos casos de demanda de fluxo inspiratório alta, utilizar opioides para diminuição do *drive* ventilatório e adequado conforto do paciente. Proporcionar o repouso muscular por 24 a 48 horas nos casos de fadiga muscular respiratória e de instabilidade hemodinâmica.

Recomendação – Nos casos em que o repouso muscular não se faz necessário, iniciar o mais rápido possível um modo assistido de ventilação com adequado ajuste da sensibilidade do ventilador. Evitar a disfunção diafragmática induzida pelo ventilador, que geralmente ocorre após 18 horas de ventilação controlada.

Sugestão – Em pacientes com idade avançada, com uso prolongado de modos controlados, pacientes desnutridos, pacientes sob uso de corticoides, bloqueadores neuromusculares e

hipotireoidismo dar especial atenção à avaliação da função da musculatura respiratória.

Modos ventilatórios convencionais⁽⁵⁹⁾

Sugestão – Utilizar modos assistido-controlados a volume (VCV) quando se almejar manter volume-minuto (VC x f) mais estável. Esse modo pode ser disparado a tempo (controlado), pressão e fluxo (assistido) e é ciclado ao se atingir o VC inspirado predeterminado. A pressão nas vias aéreas é variável e consequente à mecânica ventilatória do paciente (especial atenção à monitorização à pressão de pico e de platô nesse modo, com adequada regulagem de alarme de pressão máxima em vias aéreas). Esse modo é utilizado para medida da pressão de pico e pressão de platô visando calcular complacência e resistência do sistema respiratório sob fluxo inspiratório constante e quadrado (vide tema específico destas recomendações).

Sugestão – Utilizar modos assistido-controlados limitados a pressão e ciclados a tempo (PCV) em situação de comprometimento da mecânica do sistema respiratório (complacência baixa e ou resistência alta), pois permitem o controle mais adequado das pressões em vias aéreas e alveolares. Esse modo se caracteriza por manter a pressão limitada durante toda a fase inspiratória, sendo ciclado a tempo. O tempo inspiratório é fixo em segundos pelo cuidador. O fluxo é livre e desacelerado. Nesse modo o VC é variável e consequente do delta de pressão administrado e da mecânica ventilatória do paciente (deve-se oferecer especial atenção à monitorização do VC expirado e regulagem de alarme de volume-minuto máximo e mínimo). Pode-se, ainda, acelerar ou desacelerar a velocidade do fluxo inspiratório (rampa, *rise time* ou *slope*). O *rise time* pode ser mais acelerado em pacientes obstrutivos, visando ajustar um melhor VC. Cuidado especial com a ocorrência de pico de fluxo excessivo (*overshoot*). Nos pacientes restritivos, usar *rise time* menos acelerado.

Sugestão – A pressão de suporte (PSV) é considerada o modo preferencial durante a ventilação assistida ou espontânea. Deve ser iniciado seu uso o mais precocemente possível, conforme o quadro clínico. É modo disparado exclusivamente pelo paciente, a pressão ou a fluxo. Caracteriza-se por pressão limitada durante toda fase inspiratória, sendo ciclado quando o fluxo inspiratório cai, geralmente, a 25% do pico de

fluxo inspiratório. Esse critério de ciclagem (% de critério de ciclagem) em alguns ventiladores mais modernos pode ser regulado de 5 a 80%, permitindo redução do tempo inspiratório em pacientes obstrutivos (% de critério de ciclagem >25%) e aumento do tempo inspiratório em pacientes restritivos (% de critério de ciclagem <25%). O *rise time* pode ser mais acelerado em pacientes obstrutivos, permitindo-se diminuir o tempo inspiratório e ajustar um melhor VC. Cuidado especial com a ocorrência de pico de fluxo excessivo (*overshoot*). Nos pacientes restritivos, usar *rise time* menos acelerado, com possível ganho de VC.

Sugestão – Usar ventiladores ciclados a pressão quando somente houver esse recurso no local. Pode ser disparado a tempo e a pressão. Caracteriza-se por oferecer fluxo fixo até que a pressão das vias áreas atinja um valor predeterminado regulado pelo cuidador (ciclagem). Assim, o VC não é conhecido, recomendando-se utilização de um ventilômetro externo (ventilômetro de Wright) ou coletar uma gasometria arterial após 20 minutos de ventilação estável, a fim de checar se o valor de PaCO₂ está compatível com o quadro clínico (entre 35 a 45mmHg na maioria dos casos). Esse equipamento geralmente não dispõe de *blender* (misturador) interno de O₂, nem de alarmes. Deve haver cuidadosa atenção e vigilância da ventilação e oxigenação por parte da equipe multiprofissional.

Recomendação – Evitar o uso do modo *Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation* (SIMV), pois se mostrou associado a aumento do tempo de retirada da VM. Atualmente, o uso dessa modalidade se restringe a pacientes que necessitem garantir volume-minuto mínimo no início da ventilação com pressão de suporte (PSV) (por exemplo: neuropatas ou pacientes no despertar inicial de anestesia geral). Assim que o controle (*drive*) ventilatório se mostrar estável, deve-se modificar para modo PSV. Descrição do modo: os ciclos controlados podem ser ciclados a volume (SIMV-V) ou limitados a pressão (SIMV-P). Os ciclos espontâneos devem ser associados a PSV. Caracteriza-se por permitir dentro da mesma janela de tempo (JT), que é determinada pela frequência respiratória do modo controlado, ciclos controlados, assistidos e espontâneos. Ciclo controlado somente ocorre se não tiver havido disparo assistido na JT imediatamente anterior. Do contrário, o *software* do ventilador

aguarda o próximo disparo do paciente em ciclo assistido. No restante da JT, podem ocorrer ciclos espontâneos, apoiados pela PSV.

Assincronia e novos modos em ventilação mecânica

Assincronia paciente-ventilador

Comentário – Assincronia paciente-ventilador é a incoordenação entre os esforços e as necessidades ventilatórias do paciente em relação ao que é ofertado pelo ventilador.⁽⁶⁰⁾ São eventos frequentes, presentes em 10 a 80% de todos os ciclos e que se associam a prolongamento da VM e da internação na UTI.⁽⁶¹⁾

Recomendação – A presença de assincronias e suas correções devem ser buscadas ativamente durante a avaliação do paciente em VM.

Assincronias de disparo

Disparo ineficaz

Comentário – O esforço inspiratório do paciente não é suficiente para disparar o ventilador.⁽⁶²⁾ 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 (auto-PEEP) ou tempo inspiratório mecânico prolongado maior que o tempo neural do paciente.^(62,63)

Identificação – Clinicamente, percebe-se o esforço inspiratório do paciente tocando seu tórax ou abdome, observando que o mesmo não se acompanha de um ciclo fornecido pelo ventilador.^(64,65) A figura 1A mostra como identificar essa assincronia com as curvas do ventilador.^(64,65)

Recomendação – Para resolução da assincronia de disparo, a sensibilidade deve ser ajustada para o valor mais sensível possível, evitando-se, porém o autodisparo, ou ainda modificar o tipo de disparo de pressão para fluxo (geralmente mais sensível).

Sugestão – Na vigência de auto-PEEP, uma PEEP extrínseca pode ser titulada de 70 a 85% da auto-PEEP, verificando-se os efeitos sobre a assincronia.⁽⁶²⁾ Durante a PSV, pode-se tentar a redução dos níveis de pressão administrados ou o aumento da porcentagem do critério de ciclagem.⁽⁶³⁾ 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.^(62,63)

Duplo disparo

Comentário – Ocorrem dois ciclos consecutivos disparados pelo mesmo esforço do paciente. O tempo inspiratório mecânico do ventilador é menor que o tempo inspiratório neural do paciente.⁽³⁾

Identificação – Clinicamente percebem-se dois ciclos consecutivos sem intervalo entre eles, em um padrão que pode se repetir com frequência. A figura 1B mostra como identificar essa assincronia com as curvas do ventilador.⁽⁶⁴⁻⁶⁶⁾

Sugestão – Em VCV, deve-se aumentar o fluxo inspiratório e/ou o volume corrente, respeitando-se os limites de segurança. Outra opção é a mudança para a modalidade PCV ou PSV, nas quais 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 pressão controlada (PC). Na PSV, pode-se tentar aumentar o nível de pressão ou reduzir a porcentagem do critério de ciclagem.^(62,63)

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 (Figura 1C).^(60,62)

Identificação – Observação de frequência respiratória maior que a ajustada e sem que os ciclos sejam precedidos de indicadores de esforço do paciente.⁽⁶⁴⁻⁶⁷⁾

Recomendação – Descartadas ou corrigidas as presenças de vazamentos ou condensado no circuito, deve-se reduzir progressivamente a sensibilidade o suficiente para que autodisparos desapareçam.^(62,64-66)

Assincronias de fluxo

Fluxo inspiratório insuficiente

Comentário – O fluxo recebido pelo paciente é inferior à sua demanda ventilatória, ocorrendo tipicamente quando o fluxo é ajustado pelo operador e não pode ser aumentado pelos esforços

do paciente como na modalidade VCV. Entretanto, pode ocorrer também nas modalidades PCV e PSV, se os ajustes de pressão forem insuficientes em relação ao equilíbrio entre demanda e capacidade ventilatória do paciente.^(67,68)

Identificação – Clinicamente, o paciente encontra-se desconfortável, com utilização de musculatura acessória. A figura 2 mostra como identificar essa assincronia com as curvas do ventilador.^(67,68)

Recomendação – 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;⁽⁶⁸⁾ ajuste da velocidade com que a pressão limite é alcançada nas vias aéreas (*rise time* - tempo de subida ou ascensão ou aumentando o valor de pressão controlada).⁽⁶⁹⁾

Fluxo inspiratório excessivo

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* mais rápido.

Identificação – Na VCV, a curva pressão *versus* tempo mostra o pico de pressão sendo alcançado precocemente.^(68,69) Na PCV ou PSV, a pressão nas vias aéreas ultrapassa o nível ajustado, fenômeno denominado *overshoot*.⁽⁶⁹⁾

Recomendação – Na VCV, o fluxo deve ser reduzido; na PCV e na PSV, o *rise time* deve ser diminuído até que desapareça o *overshoot*.⁽⁶⁸⁾

Assincronias de ciclagem

Ciclagem prematura

Comentário – O ventilador interrompe o fluxo inspiratório antes do desejado pelo paciente, ou seja, o tempo inspiratório mecânico do ventilador é menor que o tempo neural do paciente.⁽⁷⁰⁾ Nas modalidades VCV e PCV, o tempo inspiratório é ajustado pelo operador. Na PSV, ela ocorre por ajuste de baixo nível de pressão e/ou alta porcentagem de critério de ciclagem.⁽⁷⁰⁾ A figura 3 mostra como identificar essa assincronia com as curvas do ventilador. Em alguns casos, o esforço pode ser suficiente para deflagrar um novo ciclo (dupla-ciclagem).^(64,66,70)

Recomendação – Em VCV, deve-se diminuir o fluxo inspiratório e/ou aumentar o volume corrente,

respeitando-se os limites de segurança. Outra opção é a mudança para a modalidade PCV ou PSV, nas quais o fluxo inspiratório ofertado varia conforme os esforços do paciente. Caso a ciclagem prematura ocorra na PCV, pode-se aumentar o tempo inspiratório e/ou o valor da PC. Na PSV, pode-se tentar aumentar o nível de pressão ou reduzir a % do critério de ciclagem.^(62,63,70)

Ciclagem tardia

Comentário – O tempo inspiratório mecânico do ventilador ultrapassa o desejado pelo paciente, ou seja, é maior que o tempo neural do paciente. Em VCV, ocorre quando se prolonga o tempo inspiratório pelo ajuste de volume corrente alto, fluxo inspiratório baixo, e/ou uso de pausa inspiratória de forma inadequada. Na PCV, ocorre se o tempo inspiratório for ajustado além do desejado pelo paciente. Em PSV, particularmente nas doenças obstrutivas, como a DPOC a alta resistência e a complacência do sistema respiratório levam à desaceleração do fluxo inspiratório de forma lenta, prolongando o tempo inspiratório.⁽⁷⁰⁾ A figura 3 mostra como identificar essa assincronia com as curvas do ventilador.^(64,66)

Recomendação – Nas modalidades em que o operador ajusta o tempo inspiratório, este deve ser reduzido. Em PSV, pode-se elevar a porcentagem de critério de ciclagem (por exemplo, de 25% para 40% ou até mais).⁽⁷⁰⁾

Sugestão – A assincronia paciente-ventilador deve ser tratada com ajuste dos parâmetros ventilatórios ou utilização de outros modos ventilatórios (opinião de especialistas).

Modos avançados de ventilação mecânica

Comentário – A escolha do modo ventilatório deve ser baseada em função da gravidade do paciente.⁽⁷¹⁾ Para pacientes com insuficiência respiratória com assincronia, uma mudança de modo ventilatório pode ser uma alternativa. Nos últimos anos, houve um aumento significativo do número e da complexidade dos modos ventilatórios. Apesar de sua crescente disponibilidade, o impacto clínico da utilização desses novos modos ainda é pouco estudado.⁽⁷¹⁾

Sugestão – Usar os modos avançados em situações clínicas específicas, desde que o usuário esteja familiarizado com seus ajustes e que o

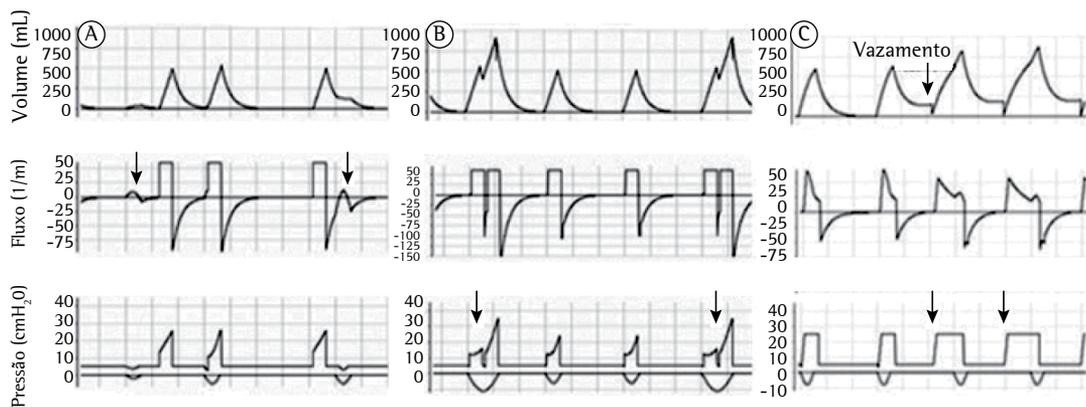


Figura 1 – Assincronias de disparo identificadas nas curvas de volume, fluxo e pressão versus tempo e assinaladas com setas. As deflexões negativas nas curvas pressão versus tempo representam os esforços do paciente (pressão muscular), visíveis somente se monitorizada a pressão esofágica. Painel A) Esforços perdidos. Na primeira seta, observar um estímulo débil, incapaz de disparar o ventilador, resultando em uma pequena onda de fluxo positiva e em mínimo volume corrente. Na segunda seta, observar o esforço que ocorre durante a exalação, sem disparar o ventilador, apenas fazendo com que o fluxo volte à linha de base e até se tornar levemente positivo. Painel B) Duplo disparo. Exemplo em volume controlado. Os esforços do paciente permanecem no momento da ciclagem e, assim, disparam novo ciclo. Os volumes se somam (empilhamento), e a pressão nas vias aéreas se eleva, disparando muitas vezes o alarme de alta pressão. Painel C) Autodisparo: na modalidade pressão de suporte, alguns ciclos são disparados sem esforços do paciente, tendo sido favorecidos pela presença de vazamentos, visíveis na curva volume versus tempo, a qual não retorna à linha de base (medida do volume inspirado maior do que a do expirado). Figuras obtidas pelo Xlung.net, simulador virtual de ventilação mecânica. Disponível em: <http://www.xlung.net>.

quadro clínico venha a se beneficiar dos recursos específicos de cada modo.

Volume controlado com pressão regulada (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 obtido no ciclo prévio, até alcançar o volume corrente alvo ajustado pelo operador.⁽⁷²⁾

Sugestão - Indicar quando se almeja controle do volume corrente com pressão limitada, visando a ajustes automáticos da pressão inspiratória se a mecânica do sistema respiratório se modificar.

Recomendação - Deve-se ter cuidado ao ajustar o volume corrente, pois esse ajuste pode levar a aumentos indesejados da pressão inspiratória.

Ventilação com liberação de pressão nas vias aéreas e ventilação com pressão positiva bifásica

Comentário - O modo ventilação com liberação de pressão nas vias aéreas (APRV, do inglês *airway pressure-release ventilation*) é limitado a pressão e ciclado a tempo, sendo considerado um modo

espontâneo. O operador ajusta a pressão superior (PEEP_{high}) e a inferior (PEEP_{low}) e a relação PEEP_{high}: PEEP_{low}, bem como a frequência de alternância entre os dois níveis de PEEP, sendo obrigatoriamente o tempo em PEEP_{high} superior a tempo de PEEP_{low}. O modo BIPAP também usa dois níveis de PEEP, porém com tempo de PEEP_{low} mais longo que o PEEP_{high}. O paciente consegue respirar espontaneamente em qualquer dos níveis de pressão.^(73,74) Pode-se adicionar pressão de suporte, cujo valor será somado ao valor de PEEP_{low}, sendo a pressão final nas vias aéreas (Paw) a soma de PSV + PEEP_{low}. Se o valor de PEEP_{high} for inferior ao valor de PSV+PEEP_{low}, durante a PEEP_{high} o ventilador apenas complementa o valor de PSV para atingir o mesmo valor de Paw medido durante PEEP_{low} com PSV.

Sugestão - Utilizar o APRV quando houver necessidade de manutenção da ventilação espontânea, do recrutamento alveolar com potencial melhora das trocas gasosas e de redução do espaço morto e da assincronia. Pode ser usado em pacientes com SDRA como estratégia protetora, desde que gere baixos volumes correntes.

Recomendação - Cuidado com a regulação da alternância entre os níveis de pressão, pois o volume-minuto nesse modo é a soma dos VC obtidos, quando alternam-se as pressões mais o VC do paciente (com ou sem pressão de suporte).

Ventilação assistida proporcional

Comentário - O modo ventilação assistida proporcional (PAV, sigla do inglês *proportional assist ventilation*) é um modo espontâneo que utiliza a equação do movimento para oferecer pressão inspiratória (Pvent) proporcional ao esforço do paciente (P_{mus}). Caso a P_{mus} se reduza, a Pvent também se reduz e vice-versa.^(71,75-79) Alguns estudos mostraram melhor sincronia

paciente-ventilador com o PAV e sua versão mais recente, PAV *plus*, em comparação com a PSV. O PAV *plus* estima o trabalho ventilatório (WOB) do paciente e do ventilador mecânico, usando a equação do movimento, e calcula a complacência e a resistência por meio da aplicação de micropausas inspiratórias de 300ms a cada quatro a dez ciclos ventilatórios.

Indicações - Para pacientes com *drive* respiratório, apresentando assincronia significativa em modo espontâneo, em especial PSV. Quando se almeja conhecer o WOB do paciente e as medidas



Figura 2 - Assincronia de fluxo. Na modalidade volume-controlada, o fluxo foi ajustado aquém da demanda do paciente, que mantém esforço muscular durante toda a inspiração, a qual passa a apresentar uma concavidade voltada para cima. Essa assincronia está representada com intensidade progressiva do primeiro para o terceiro ciclo na figura. As deflexões negativas nas curvas pressão versus tempo representam os esforços do paciente (pressão muscular), sendo visualizadas somente quando se monitoriza a pressão esofágica. Figuras obtidas pelo Xlung.net, simulador virtual de ventilação mecânica. Disponível em: <http://www.xlung.net>.



Figura 3 - Assincronias de ciclagem durante a pressão de suporte. No primeiro ciclo, o ponto de corte de 25% do pico fluxo foi atingido rapidamente (porcentagem de critério de ciclagem), fazendo com que o tempo inspiratório do ventilador tenha sido menor que o desejado pelo paciente. Isso pode ser observado pela porção expiratória da curva de fluxo, que tende a voltar para a linha de base em função do esforço ainda presente do paciente. O último ciclo representa o contrário, ou seja, ciclagem tardia. A redução do fluxo se faz de forma muito lenta, fenômeno típico de obstrução ao fluxo aéreo, fazendo com que o limiar de ciclagem demore a ser atingido. Algumas vezes o ciclo é interrompido pela contração da musculatura expiratória, que gera uma elevação acima da pressão de suporte ajustada ao final da inspiração (não representada nesta figura). Figuras obtidas pelo Xlung.net, simulador virtual de ventilação mecânica. Disponível em: <http://www.xlung.net>.

de mecânica durante ventilação assistida, como, por exemplo, estimativa de PEEP intrínseca em tempo real.⁽⁷⁵⁻⁷⁹⁾

Recomendação - O cuidador deve ajustar no ventilador antes do início do modo PAV *plus* o tipo de prótese traqueal, o diâmetro da mesma, o tipo de umidificador, o VC máximo e a P_{máxima} em vias aéreas permitida (limites).

Recomendação - Usar valor de porcentagem de apoio inicial de 50%, visando manter o WOB do paciente entre 0,3 e 0,7 J/L com adequado VC e f. A P_{vent} é maior quanto maior for a P_{mus} do paciente. Evitar ultrapassar 90% de porcentagem de apoio. Nessa necessidade, melhor optar por modos de ventilação convencionais assistido-controlados. Diminuir porcentagem de apoio progressivamente em função da melhora clínica do paciente até 30%. Se mantidos os parâmetros adequados (acima), extubar paciente.

Sugestão - O modo PAV é uma alternativa ao PSV para pacientes com assincronia significativa, com potencial de melhorar a interação paciente-ventilador.

Recomendação - Deve-se evitar em pacientes sem *drive* respiratório, bem como VM com vazamentos que prejudiquem as medidas de resistência e complacência.

Compensação automática do tubo

Comentário - A compensação automática do tubo (ATC, sigla do inglês *automatic tube compensation*) 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.⁽⁸⁰⁻⁸²⁾

Sugestão - Utilizar, associado ou não à PSV, visando à compensação do aumento do trabalho resistivo associado à presença da prótese traqueal de forma automática (em PSV, essa compensação deve ser calculada pelo cuidador em virtude do diâmetro da prótese, oferecendo-se valores maiores de PSV para tubos com diâmetros menores. Por exemplo: PSV=5cmH₂O para tubo de diâmetro 9 e PSV=9cmH₂O para tubos de diâmetro 6).

Recomendação - Contraindicar para pacientes sem *drive* respiratório e cuidado com excesso de secreções que interfiram no fluxo inspiratório; é importante garantir que alarmes de pressão de vias aéreas estejam bem ajustados.

Ventilação assistida ajustada neuralmente

Comentário - A NAVA (sigla do inglês *neurally adjusted ventilatory assist*) é um modo ventilatório que captura a atividade elétrica do diafragma e a utiliza como critério para disparar e ciclar o ventilador, oferecendo suporte inspiratório proporcional à atividade elétrica do diafragma. Para funcionar, o modo NAVA precisa que seja locado um cateter esofagogástrico com sensores posicionados no um terço distal do esôfago, capazes de captar a atividade elétrica do diafragma.^(5,6) Em estudos clínicos, o NAVA associou-se à melhora da sincronia com o ventilador em comparação com PSV.

Indicações - Para pacientes com *drive* respiratório, apresentando assincronia significativa em modo espontâneo, em especial esforços perdidos em PSV, como nos pacientes com auto-PEEP (PEEP intrínseca).^(77-79,83)

Recomendação – Maior cuidado em pacientes com doenças oronasais ou esofágicas que possam impedir a passagem ou o posicionamento adequado do cateter de NAVA; Deve-se posicionar e fixar bem o cateter de NAVA, com sua posição sendo verificada periodicamente. Após a fixação da sonda, iniciar a medida de atividade elétrica do diafragma (Edi) e ajustar o ganho de NAVA (NAVA *gain*) de acordo com o VC, a frequência respiratória e a pressão nas vias aéreas (Edi *versus* NAVA *gain*). O disparo do ventilador ocorre por variação de $0,5\mu\text{V}$ da Edi. A partir daí, o ventilador envia fluxo livre em função da leitura da Edi. A pressão máxima alcançada nas vias aéreas é o resultado da soma da multiplicação do Edi máximo - Edi mínimo pelo NAVA *gain* ao valor da PEEP extrínseca. A ciclagem ocorre com queda da Edi para 70% do pico máximo de Edi detectado.^(77-79,83)

Recomendação – O NAVA *gain* é ajustado de acordo com o quadro clínico apresentado, avaliando-se caso a caso.

Sugestão – O NAVA é uma alternativa ao PSV para pacientes com assincronia significativa, com potencial de melhorar a interação paciente-ventilador, em especial para pacientes com esforços perdidos.

Ventilação de suporte adaptativa

Comentário – A ventilação de suporte adaptativa (ASV, sigla do inglês *adaptive-support ventilation*) utiliza um algoritmo para escolher a combinação entre volume corrente e frequência respiratória, visando atingir ao volume-minuto regulado pelo cuidador, por meio de ciclos espontâneos e controlados, com a mínima pressão de vias aéreas possível. A versão denominada Intellivent-ASV, usa um sensor de CO_2 no final de expiração (ET CO_2) e um sensor de SpO_2 para ajustar automaticamente PEEP e FIO_2 , utilizando uma tabela.⁽⁸³⁾

Indicações – Pacientes com insuficiência respiratória grave, para os quais buscam-se redução do trabalho respiratório e estímulo para respirações espontâneas.

Sugestão – Usar para garantir um volume-minuto com adequada proteção pulmonar em pacientes com controle ventilatório (*drive*) instável, com assincronia ou desconforto. Monitorizar ocorrência de vazamentos ou secreção excessiva que podem comprometer o seu funcionamento adequado.

Ventiladores para aplicação de ventilação invasiva

Escolha do ventilador mecânico

As seguintes perguntas devem ser respondidas na escolha dos ventiladores mecânicos: em que população de pacientes será utilizado o ventilador (população adulta, pediátrica, neonatal), com que frequência se internam pacientes com elevada dificuldade ventilatória (como pacientes com SDRA, doenças obstrutivas graves, fístulas pulmonares etc.), quais informações o ventilador pode fornecer que auxiliam nas decisões do suporte ventilatório naquela UTI, como se vai realizar a retirada da VM dos pacientes, qual modo ventilatório, quais medidas clínicas e de mecânica irão auxiliar na decisão e com que frequência e em que situações se vai utilizar a VNI.

Sugestão – Avaliar características particulares dos diferentes ventiladores, de acordo com os recursos e as necessidades de sua unidade:

Ventiladores com recursos básicos. Apresentam um ou mais modos básicos sem curvas. Em sua maioria são ventiladores utilizados para transporte de pacientes em VM.

Ventiladores com recursos básicos com curvas. Apresentam os modos básicos de ventilação (VCV, PCV, SIMV e PSV) e curvas básicas de ventilação (volume, fluxo e pressão).

Ventiladores com curvas e recursos avançados de ventilação. Apresentam além dos modos básicos e das curvas básicas, modos avançados como modos com duplo controle (PRVC, por exemplo), modos diferenciados para ventilação espontânea (como PAV-plus, NAVA) e formas avançadas de monitorização (como medida de trabalho, P O_2 , PImax , capnometria volumétrica e calorimetria indireta).

Recomendação – No ambiente hospitalar, todos os ventiladores utilizados devem ter ao menos: (1) o controle de volume corrente expirado (Vce), (2) monitorização básica (no mínimo de pressão inspiratória), e (3) e, acoplado ao ventilador, um misturador de gases (*blender*), evitando necessidade de O_2 suplementar na via artificial.

Recomendação – Ventiladores usados especificamente em UTI devem ter como pré-requisitos mínimos, além dos anteriores: (1) monitorização de curvas (pelo menos pressão-tempo) e (2) alarmes (pelo menos de pressão de vias aéreas máxima e mínima, para detecção de apneia e desconexão).

Comentário - No material eletrônico suplementar, apresenta-se a lista de ventiladores mecânicos pulmonares para adultos em VM invasiva, disponíveis e comercializados no Brasil (em agosto/2013) acompanhados de algumas de suas características (Quadros 2, 3, 4 e 5 do material suplementar). Não foram incluídos nessa lista ventiladores de uso exclusivo: (1) para VNI; (2) neonatal e pediátrico; (3) domiciliar/apneia do sono; e (4) para anestesia.

Monitorização do paciente com suporte ventilatório

Monitorização das trocas gasosas

Como fazer a monitorização da mecânica ventilatória à beira do leito

Recomendação - Deve-se fazer a monitorização da mecânica ventilatória de rotina em todo paciente submetido a suporte ventilatório mecânico invasivo, sendo compreendidos os seguintes parâmetros: VCe (volume corrente expirado), pressão de pico (pressão inspiratória máxima), pressão de platô ou de pausa inspiratória (em ventilação controlada), PEEP extrínseca, auto-PEEP ou PEEP intrínseca.⁽⁸⁴⁻⁸⁸⁾

Sugestão - Fazer os cálculos de resistência de vias aéreas (Rva), complacência estática (Cst), e monitorar as curvas de fluxo, pressão e volume *versus* tempo em casos selecionados.⁽⁸⁴⁻⁸⁸⁾

Comentário - A mensuração da pressão alveolar na prática clínica pode ser obtida por meio de uma pausa inspiratória de pelo menos 2 segundos de duração. A pressão ao final da pausa é denominada de pressão de platô ou pressão de pausa. O fluxo inspiratório para a medição deve ser do tipo “quadrado” para cálculo da Rva, e deve ser convertido para litros/segundo.

Recomendação - São requisitos para mensuração acurada da pressão de pausa: ausência de esforço muscular respiratório, tempo de pausa de 2 a 3 segundos e ausência de vazamentos.⁽⁸⁴⁻⁸⁷⁾

Recomendação - Evitar valores >28 a $30\text{cmH}_2\text{O}$ da pressão alveolar, que indicam baixa complacência estática do sistema respiratório. Deve-se verificar a possível causa (alteração do parênquima pulmonar e/ou da caixa torácica). No primeiro caso, deve-se diminuir VC e/ou pressão de distensão. No segundo caso, podem existir outras causas a serem analisadas: diminuição da complacência da parede torácica e/ou hipertensão

intra-abdominal. Nesse último caso, deve-se monitorar a pressão intra-abdominal e indicar conduta de descompressão, quando necessário.⁽⁸⁴⁻⁸⁸⁾ A figura 4 ilustra a forma de cálculo da Rva e da Cst.

Comentário - A auto-PEEP ou PEEPi ocorre quando a pressão alveolar ao final da fase expiratória é superior à pressão das vias aéreas devido a um esvaziamento incompleto do sistema respiratório.

Recomendação - Identificar a auto-PEEP pela inspeção da curva de fluxo *versus* tempo, na qual o fluxo expiratório não volta a zero ao final da expiração.⁽⁸⁴⁻⁸⁷⁾

Recomendação - A medida da auto-PEEP ou PEEP intrínseca deve ser feita durante a ventilação controlada, realizando-se uma pausa ao final da expiração (chamada pausa expiratória), respeitados os mesmos cuidados da medida da pressão de pausa inspiratória.⁽⁸⁴⁻⁸⁷⁾

Recomendação - nos casos de SDRA, deve-se monitorizar a pressão de distensão ou também conhecida como *driving pressure*, obtida pela subtração Pplatô - PEEP. A pressão de distensão deve ficar obrigatoriamente $\leq 15\text{cmH}_2\text{O}$ nos casos de SDRA moderada e grave, quando se necessitar de PEEP mais elevada, que acabe por elevar a Pplatô entre 30 e $40\text{cmH}_2\text{O}$ (vide tema de VM na SDRA, nestas recomendações).⁽⁸⁹⁻⁹¹⁾

Monitorização da troca gasosa na ventilação mecânica

Gasometria arterial

Recomendação - Coletar gasometria arterial preferencialmente na artéria radial ou femoral em todos os casos de IRpA o mais rápido possível para estabelecimento do raciocínio clínico e da conduta terapêutica. Esse exame permite a avaliação diagnóstica do estado metabólico acidobásico e da troca gasosa pulmonar com medidas diretas do pH, PaCO_2 , PaO_2 e cálculo da SaO_2 , HCO_3^- e excesso de bases (EB). Se suspeita de intoxicação causando metemoglobinemia e carboxihemoglobinemia, determinar a SaO_2 diretamente por co-oximetria.^(92,93)

Recomendação - Realizar a coleta de gasometria em todos os pacientes sob suporte ventilatório cerca de 20 minutos após o ajuste inicial dos parâmetros do ventilador e diariamente, enquanto durar a fase aguda do quadro. Deve-se

coletar nova amostra em caso de mudança no quadro clínico do paciente.^(92,93)

Recomendação – Evitar coleta de gasometria em situação de risco de isquemia tissular no território irrigado pela artéria a ser puncionada e se houver infecção no sítio de punção. Nas coagulopatias e plaquetopenias, deve ser coletada se absolutamente necessária.^(92,93)

Cuidados na realização da gasometria

Sugestão – Utilizar *kits* padronizados ou seringas de 5mL com heparina lítica ou sódica em quantidades mínimas e agulha fina (23 a 25G) de preferência com mecanismo de proteção.^(92,93)

Recomendação – O procedimento deve ser feito com técnica asséptica, por ser invasivo. Sempre que possível, o procedimento deve ser explicado ao paciente e realizado somente com seu consentimento.^(92,93)

Recomendação – Deve-se comprimir o local da punção por 5 minutos, e por mais tempo em caso de coagulopatias ou uso de anticoagulantes.^(92,93)

Recomendação – A amostra deve ser levada e analisada o mais rapidamente possível. Em caso de necessidade de transporte para análise fora da unidade, deve-se levá-la em recipiente refrigerado.^(92,93)

Cuidados na interpretação da gasometria

Recomendação – Registrar os seguintes parâmetros no momento da coleta: FIO_2 , volume corrente, frequência respiratória, PEEP, SpO_2 e o $PETCO_2$, se em uso de capnógrafo.

Recomendação – Realizar para todos os pacientes o cálculo da relação PaO_2/FIO_2 para avaliação da eficiência da oxigenação e análise da evolução clínica do paciente.^(92,93)

Sugestão – Registrar se há o uso de posição prona, qual o modo ventilatório em uso durante a coleta, se ocorreram manobras de recrutamento alveolar ou titulação da PEEP pré-coleta.

Comentário – A gasometria arterial retrata apenas um determinado momento do paciente. Para monitorização contínua a oximetria de pulso e a capnografia são os melhores métodos.

Oximetria de pulso

Recomendação – Realizar a monitorização contínua por oximetria de pulso em todo o paciente sob suplementação de O_2 , VNI ou suporte ventilatório invasivo e nos casos de IRpA

Capnografia

Recomendação – Usar em pacientes sob suporte ventilatório com doenças neurológicas, para confirmação de adequado posicionamento da prótese ventilatória, e em todas as situações de retenção de CO_2 acima de 50mmHg.

Sugestão – Pode-se usar como monitorização em quadros de distúrbios de ventilação/perfusão para detecção de alterações agudas e monitorização de terapias específicas (terapia trombolítica no tromboembolismo pulmonar - TEP, por exemplo).

Monitorização regional

Monitorização por tomografia de impedância elétrica

Comentário – Tomografia de impedância elétrica (TIE) é uma técnica não invasiva que se utiliza da mensuração da passagem da corrente elétrica entre eletrodos colocados ao redor do tórax, permitindo identificar os territórios mais ou menos resistentes à passagem da corrente. É utilizada para monitorização da ventilação e, mais recentemente, da perfusão pulmonar à beira do leito de forma contínua.⁽⁹⁴⁻⁹⁸⁾

Sugestão – Usar a TIE para detecção de alterações da ventilação pulmonar como pneumotórax, posição de tubo endotraqueal, alterações da ventilação conforme o decúbito, avaliação de recrutamento e colapso pulmonares, e distribuição regional da ventilação. Futuramente esse método pode vir a ser utilizado para monitorização da perfusão pulmonar.⁽⁹⁴⁻⁹⁸⁾

Tomografia computadorizada

Recomendação – Usar como método diagnóstico nos casos de insuficiência respiratória de origem não clara; usar a angiotomografia na suspeita de embolia pulmonar.

Sugestão – Nos centros disponíveis, pode ser utilizada para monitorização do recrutamento alveolar e titulação decremental da PEEP nos casos de SDRA moderada e grave, com os cuidados pertinentes no transporte e considerando-se a taxa de radiação total ao paciente.^(99,100)

Ecografia torácica (ultrassom de tórax)

Recomendação – Nos centros com a tecnologia disponível, deve-se treinar a equipe para usar o ultrassom do tórax na identificação precoce de

pneumotórax, derrame pleural e como auxiliar no procedimento terapêutico.

Sugestão – Pode ser utilizada para estimar reaeração alveolar em pacientes tratados para pneumonia associada a VM, avaliação de edema pulmonar, para detectar atelectasia pós-extubação e para estimar o recrutamento pulmonar induzido por PEEP.⁽¹⁰¹⁻¹⁰³⁾

Sedação e analgesia durante ventilação mecânica

Quando indicar e como administrar sedativos e analgésicos?

Sugestão – Realizar a utilização de sedação e analgesia durante VM para auxiliar no controle da ansiedade, agitação e dor. A sedação adequada auxilia a promoção da tolerância do paciente ao ventilador, aos procedimentos terapêuticos e diagnósticos.^(104,105)

Recomendação – O nível de sedação deve ser leve a moderado, para permitir mobilização precoce.⁽¹⁰⁶⁾

Recomendação – Titular propofol e midazolam para níveis de sedação leve, moderada e profunda. A dexmedetomidina não deve ser utilizada para

sedação profunda. Os opioides recomendados são fentanil, morfina e remifentanil.⁽¹⁰⁷⁾

Sugestão – Evitar que cetamina seja utilizada como agente sedativo principal em pacientes em VM. A cetamina pode ser útil em situações em que há necessidade de seu efeito poupador de opioides.^(107,108)

Sugestão – Dominar o conhecimento das principais drogas utilizadas para analgesia e sedação no paciente sob suporte ventilatório:

Propofol – Ação principal por agonista ácido gama-aminobutírico (GABA). Possui efeito sedativo, hipnótico, ansiolítico, anticonvulsivante e promove amnésia. Não possui efeito analgésico. Apresenta depressão respiratória dose-dependente e hipotensão secundária à vasodilatação sistêmica - principalmente após bólus. Infusão prolongada pode tornar o despertar imprevisível e ocasionar a síndrome de infusão do propofol - incidência ≤1%. A síndrome possui alta mortalidade e é caracterizada por piora da acidose metabólica, hipertrigliceridemia, hipotensão com necessidade maior de vasopressor e arritmias. A dose inicial recomendada é de 5mcg/kg/minuto, por 5 minutos, seguida da infusão contínua de 5 a 50mcg/kg/minutos.⁽¹⁰⁷⁾

Midazolam – É um agonista GABA. Promove ansiólise, amnésia e hipnose. Possui efeitos anticonvulsivantes. Não possui efeito analgésico. A utilização de benzodiazepínico para hipnose parece estar relacionada a maior incidência de *delirium*. Em relação ao propofol, o midazolam pode ocasionar tempo de VM prolongada. Síndrome de abstinência pode ocorrer após infusão prolongada, isto é, de duração maior que 7 dias. A dose inicial recomendada é de 0,01 a 0,05mg/kg e a dose de manutenção, em infusão contínua, é de 0,02 a 0,1mg/kg/h.⁽¹⁰⁹⁾

Dexmedetomidina – É um agonista alfa-adrenérgico do tipo 2 de ação central. Possui efeito sedativo e auxilia na redução da necessidade de analgésicos/opioides. Não possui efeitos anticonvulsivantes. Não apresenta depressão respiratória significativa. Não é um fármaco apropriado para sedação profunda. Em relação à prevalência de *delirium*, há uma redução com o uso de dexmedetomidina quando comparada ao benzodiazepínico. No paciente de terapia intensiva, opta-se por não utilizar a dose de ataque preconizada e iniciar com o fármaco em infusão contínua. Após início da infusão, o início de ação é em 15 minutos e o efeito

Mensuração da Resistência das Vias Aéreas (Rva) e da Complacência Estática do Sistema Respiratório (CsT) sob VGV, modo controlado, fluxo quadrado.

$$Rva = (Ppico - Pplatô) / Fluxo$$

$$Rva = 40 - 30 / 1$$

$$Rva = 10 \text{ cmH}_2\text{O/L/s}$$

$$Cst = VC / (Pplatô - PEEP)$$

$$Cst = 500 / 30 - 5$$

$$Cst = 20 \text{ ml/cmH}_2\text{O}$$

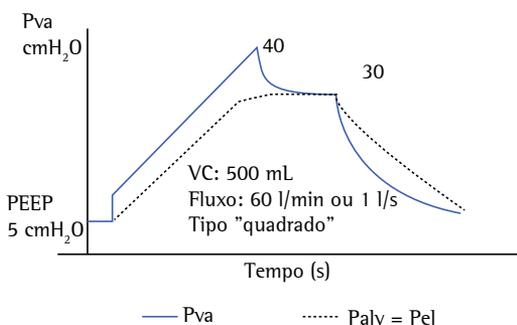


Figura 4 – Manobra de pausa inspiratória e obtenção da resistência das vias aéreas e pressão de pausa (ou platô). VCV - volume controlado. Pva - pressão nas vias aéreas; PEEP - pressão expiratória final positiva; VC - volume corrente; Pel - pressão elástica; Palv - pressão alveolar.

máximo em 1 hora. A dose preconizada é de até 1,4mcg/kg/hora.⁽¹⁰⁷⁾

Fentanil – Apresenta rápido início de ação e alta potência. Não libera histamina. Tende ao acúmulo com a duração da infusão contínua e na presença de disfunção hepática e, em alguns pacientes, pode ocorrer rigidez torácica. A dose inicial recomendada é de 50 a 100mcg. Em infusão contínua, a taxa de infusão recomendada é de 0,7 a 10mcg/kg/h.^(108,110)

Morfina – Opióide mais utilizado para períodos de exacerbação da dor. Para titulação a beira leito, utilizam-se de 1 a 2mg a cada 10 minutos até analgesia adequada ou aparecimento de efeitos colaterais. Em infusão contínua, a dose recomendada é de 2 a 30mg/h. Tende ao acúmulo na disfunção hepática e renal. Libera histamina.⁽¹¹⁰⁾

Remifentanil – Opióide com potência analgésica semelhante ao fentanil. Metabolizado por esterase plasmáticas e com perfil farmacológico que não favorece o acúmulo, mesmo após infusão prolongada. Não apresenta efeito analgésico residual. Dose de ataque recomendada: 1,5mcg/kg em aproximadamente 3 a 5 minutos. Dose de manutenção recomendada: 0,5 a 0,15mcg/kg/hora.⁽¹¹⁰⁾

Quando utilizar bloqueio neuromuscular?

Recomendação – Utilizar cisatracúrio nas primeiras 48 horas nos quadros de SDR com relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 120$ para manter VM controlada. A utilização de bloqueio neuromuscular está condicionada a uma sedação profunda e à monitorização adequada do nível de consciência. A dose sugerida é de 37,5mg/hora.⁽¹¹¹⁾

Como monitorar o paciente sedado em ventilação mecânica?

Recomendação – Monitorar o nível de sedação por meio das escalas Sedation and Agitation Scale (SAS) ou *Richmond Agitation and Sedation Scale* (RASS) – ferramentas para uso clínico validadas para a UTI e que devem ser aplicadas de maneira sistemática e por equipe treinada.^(112,113)

Sugestão – Usar monitores da atividade cerebral como eletroencefalografia contínua (EEG) contínuo ou Bispectral index system (BIS) quando houver bloqueio neuromuscular ou quando a utilização de escalas não for possível, a fim de avaliar o grau de sedação.

Como proceder a retirada da sedação

Recomendação – Realizar a interrupção diária da sedação em pacientes em VM, quando a gravidade do quadro clínico permitir. O paciente que já se encontra acordado ou facilmente desperto e cooperativo com a estratégia de sedação atual não tem necessidade de ter sua sedação suspensa ou interrompida.^(110,114)

Recomendação – Avaliação frequente e rotineira de dor e *delirium* pois são etiologias comuns de despertar agitado, com tratamento específico. A manutenção do quadro pode contribuir para aumento do tempo de VM e dificuldade da retirada da VM.⁽¹¹⁰⁾

Ventilação mecânica na asma

Comentário – A crise asmática grave põe em risco a vida do paciente. Na última década, houve redução da morbimortalidade relacionadas a essa condição em consequência da utilização de estratégias ventilatórias que visam à redução da hiperinsuflação alveolar.⁽¹¹⁵⁾

Indicações de ventilação mecânica

Recomendação – Indicações recomendadas de VM invasiva na asma: parada cardíaca; parada respiratória; rebaixamento de consciência, escala de coma de Glasgow < 12 ; hipoxemia ($\text{PaO}_2 < 60\text{mmHg}$; $\text{SpO}_2 < 90\%$) não corrigida com máscara (FiO_2 40–50%); arritmia grave; fadiga progressiva (hipercapnia progressiva).

Sugestão – Indicações sugeridas de VM invasiva na asma: isquemia miocárdica; acidose láctica após tratamento com broncodilatadores.^(116,117)

Intubação dos pacientes com crise de asma

Recomendação – Aplicar sequência rápida de intubação.

Sugestão – Posicionar o paciente com elevação da cabeça de 20 a 30° (diminui risco de regurgitação passiva e aspiração).

Recomendação – Realizar pré-oxigenação com máscara O_2 ou BIPAP; ambu de forma gentil (oito ciclos respiratórios).

Sugestão – Realizar premedicação com lidocaína endovenosa (EV) 1,5mg/kg; 3 minutos pré-intubação (diminui reflexo simpático, náusea e vômito) e fentanil 3mcg/kg (diminui reflexo simpático; pode causar depressão respiratória).

Sugestão – Não usar manobra de Sellick.

Recomendação – Na indução para intubação optar por: cetamina 1 a 2mg/kg EV; propofol 2 a 2,5mg/kg EV ou etomidato 0,2 a 0,3mg/kg EV.

Recomendação – Para realizar o relaxamento muscular usar: rocurônio 0,9mg/kg, ou succinilcolina 1 a 1,5mg/kg EV (fasciculação pode aumentar risco de regurgitação e aspiração).^(118,119)

Sugestão – Opcionalmente para o relaxamento muscular usar vecurônio 0,3mg/kg (desvantagem: início de efeito 60-90 segundos).

Sugestão – Usar tubo de maior calibre possível. Se viável, >8mm de diâmetro interno.

Programação do ventilador

Sugestão – Modalidade: PCV ou VCV; volume corrente: 6mL/kg peso predito (inicialmente); pressão inspiratória máxima: <50cmH₂O; pressão de platô: <35cmH₂O; auto-PEEP: <15cmH₂O; frequência respiratória: 8 a 12/minuto; fluxo: necessário para manter tempo expiratório suficiente para terminar expiração; 60 a 100L/minuto (VCV); livre (PCV); FiO₂: necessário para manter SpO₂ >92%; PaO₂>60mmHg;PEEP: baixa (3 a 5cmH₂O); em casos selecionados e com monitorização adequada a PEEP pode ser usada em valores superiores pelo efeito mecânico em abrir as pequenas vias aéreas.^(116,117)

Monitorização do paciente e redução de hiperinsuflação

Recomendação – Os pacientes asmáticos em VM devem ser monitorizados periodicamente com o objetivo de identificar hiperinsuflação alveolar (pressão de platô e a PEEP intrínseca) e cálculo da resistência de vias aéreas. A pressão de pico não é uma medida representativa de hiperinsuflação alveolar.^(120,121)

Recomendação – Utilizar VC de 5 a 6mL/kg – peso predito. Em casos de hiperinsuflação refratárias às medidas convencionais, considerar volumes inferiores a 5mL/kg e f mais baixas (10 a 12rpm) visando evitar hiperinsuflação alveolar. Essa estratégia pode levar à hipercapnia, que deve ser monitorizada para se manter PaCO₂ <80mmHg e pH>7,20 (hipercapnia permissiva).

Sugestão – Utilizar PEEP, como estratégia de redução da hiperinsuflação alveolar. Nesse caso, ventilar o paciente em PCV com pressão de distensão ≤15cmH₂O. Ao se aumentar a PEEP,

se ocorrer aumento do volume expiratório, isto sugere redução da hiperinsuflação alveolar ou desinsuflação.

Recomendação – Monitorizar a mecânica ventilatória em caso de instabilidade hemodinâmica, visando identificar se há auto-PEEP, a fim de reajustar parâmetros para melhora da hemodinâmica.⁽¹²²⁾

Recomendação – Solicitar radiografia de tórax em caso de instabilidade hemodinâmica, pelo risco de pneumotórax.^(120,121)

Recomendação – A retirada da ventilação deve ser iniciada tão logo haja controle do broncoespasmo e da hiperinsuflação alveolar.^(1,8)

Sugestão – O paciente asmático pode ser extubado sob sedação leve.

Sugestão – Em casos de dificuldade de progredir o desmame ventilatório, avaliar possibilidade de fraqueza da musculatura ventilatória por polineuropatia associada ao uso de corticoide e curare.

Analgesia e sedação⁽¹²³⁻¹²⁶⁾

Sugestão – Sugere-se não usar morfina devido à possibilidade de aumentar a liberação de histamina. Não se deve usar meperidina devido à possibilidade de aumentar a liberação de histamina. Pode-se usar Fentanil 1 a 3mcg/kg/hora; Alfentanil 0,5 a 1mcg/kg/minuto; Sufentanil 0,5mcg/kg/hora; Ketamina 0,25 a 0,5mg/kg/hora (broncodilatador); Propofol 0,3 a 4mg/kg/hora (broncodilatador); Midazolam 0,04 a 0,06mg/kg/hora (3 a 5mg/hora).

Relaxamento muscular⁽¹²⁶⁻¹²⁸⁾

Recomendação – O relaxamento muscular pode ser utilizado para intubação, na fase inicial da VM, se necessário. Seu uso prolongado deve ser evitado por causa de miopatia e neuropatia (risco aumentado por uso concomitante de corticoides).

Recomendação – Sobre o uso de relaxantes musculares durante a VM: recomenda-se o uso de Rocurônio: 1mg/kg - início 45 segundos - duração 45 minutos. Como antídoto, pode-se usar o Sugammadex® se necessário.

Sugestão – Em relação aos relaxantes musculares durante a VM são opções sugeridas: Vecurônio: 0,15mg/kg - início 75-90 segundos - duração 30 minutos; Succinilcolina: 1 a 1,2mg/kg (até 1,5), para intubação na indução. Essa

última é contraindicada se história de hipertermia maligna, doença neuromuscular, distrofia muscular, hiperpotassemia, rabdomiólise, queimaduras até 72 horas, acidente vascular cerebral (AVC) até 72 horas;

Sugestão – Não usar pancurônio – embora apresente risco baixo de liberação de histamina, esse risco é superior ao do vecurônio e rocurônio.

Recomendação – Não usar atracúrio e cisatracúrio, por risco alto de liberação de histamina.

Tratamento adicional – uso de anestésicos, heliox e oxigenação extracorpórea por membrana

Sugestão – Utilizar anestésicos halogenados (por exemplo: isoflurano) administrados pelo ventilador de anestesia para possível controle do broncoespasmo refratário às medidas terapêuticas habituais, evitando-se essa terapia por mais de 12 horas. Cuidado especial com a monitorização de lesão hepática durante o uso.⁽¹²²⁾

Sugestão – Heliox pode diminuir a resistência das vias aéreas e melhorar a chegada do broncodilatador aos pulmões, podendo ser tentado em casos refratários e nos serviços que disponham do equipamento apropriado para uso desse gás.⁽¹²⁹⁾

Sugestão – Oxigenação extracorpórea por membrana (ECMO). Considerar em casos graves aqueles que não respondem os tratamentos anteriores.⁽¹³⁰⁾

Ventilação mecânica doença pulmonar obstrutiva crônica

Indicações de ventilação mecânica invasiva

Recomendação – Considerar VM invasiva quando houver contraindicação para VNI ou quando houver falha no uso da VNI (25% dos casos). Otimizar o tratamento medicamentoso.

Sugestão – Na IOT, utilizar cânulas com maior diâmetro possível, idealmente >8mm, para reduzir a resistência das vias aéreas e facilitar a remoção das secreções.⁽¹³¹⁻¹³³⁾

Objetivos da ventilação mecânica

Recomendação – Promover repouso da musculatura respiratória, promover a melhora dos distúrbios agudos da troca gasosa, redução

da hiperinsuflação pulmonar e otimização da sincronia paciente-ventilador.^(131,134,135)

Modo ventilatório inicial

Sugestão – Utilizar qualquer um dos modos ventilatórios (volume controlado ou pressão controlada) na abordagem inicial da exacerbação da DPOC, desde que haja monitorização adequada e familiaridade da equipe com o mesmo.⁽¹³¹⁻¹³⁶⁾

Fração inspirada de oxigênio

Sugestão – Ajustar a FiO_2 com base na gasometria arterial e na oximetria de pulso de modo a utilizar-se a menor FIO_2 que mantenha a So_2 entre 92 e 95% e PaO_2 entre 65 e 80mmHg.⁽¹³¹⁾

Volume corrente

Recomendação – Utilizar volumes correntes baixos, de 6mL/kg do peso predito.^(131,132-136) Nos modos PCV e PSV, monitorizar excessos de volume corrente que podem ocorrer com valores baixos de pressão.

Frequência respiratória e volume-minuto

Recomendação – Programar a frequência respiratória inicial entre 8 e 12 por minuto. O volume-minuto deve ser ajustado para normalizar o pH arterial, e não a $PaCO_2$.^(131,132-136)

Fluxo inspiratório e relação inspiração:expiração

Recomendação – No modo volume controlado, utilizar fluxos inspiratórios desacelerados de 40 a 60L/min, com ajuste da relação inspiração:expiração (I:E) em valores <1:3, permitindo um tempo expiratório prolongado, suficiente para promover a desinsuflação pulmonar e melhorar o aprisionamento aéreo. No modo pressão controlado, ajustar o menor valor de pressão de distensão, visando atingir um tempo inspiratório suficiente para ocorrer a zeragem do fluxo inspiratório pelo ventilador (tempo de enchimento pulmonar). Deve-se manter uma relação I:E em valores inferiores a 1:3 visando ao tempo expiratório suficiente, com o mínimo de auto-PEEP.^(131,132-136)

Aplicação de PEEP na ventilação controlada

Sugestão – Aplicar PEEP externa para contrabalançar a auto-PEEP secundária à limitação

ao fluxo aéreo expiratório, como tentativa de desinsuflação pulmonar, desde que associados a uma monitorização adequada da mecânica respiratória. Com esse intuito, deve ser utilizada a medida da pressão de platô no modo VCV e no PCV.^(131,137,138) No modo VCV, a desinsuflação induzida pela PEEP externa pode ser detectada pela manutenção ou pela queda da pressão de platô. Se, por outro lado, a pressão de platô aumentar, a PEEP externa pode ocasionar hiperinsuflação pulmonar adicional e ser reduzida ou retirada. No modo PCV, à medida que se aumenta o valor da PEEP externa, monitora-se o volume corrente exalado. Se este for reduzido, há piora da hiperinsuflação e a PEEP externa deve ser reduzida ou retirada. Se, por outro lado, o volume corrente exalado aumentar, a PEEP externa ocasiona desinsuflação pulmonar e pode ser mantida.^(131,137,138)

Aplicação de PEEP na ventilação assistida/espontânea

Sugestão – No caso dos ventiladores com disparo a pressão, os pacientes com auto-PEEP podem ter dificuldade em iniciar o ciclo assistido, apresentando assincronia. Nesses casos, usar disparo a fluxo e/ou aplicar PEEP externa no valor de aproximadamente 85% da auto-PEEP, para facilitar ao paciente atingir o limiar de disparo do ventilador.^(134,139,140)

Monitorização da ventilação mecânica

Recomendação – Realizar a monitorização da mecânica respiratória e da hiperinsuflação pulmonar na exacerbação da DPOC. Os principais parâmetros a serem monitorizados são: pressão de platô, pressão de pico, auto-PEEP, resistência das vias aéreas e as curvas: fluxo *versus* tempo, volume *versus* tempo e pressão *versus* tempo. Em crises de broncoespasmo graves, pressão de pico de até 45cmH₂O pode ser tolerada, desde que acompanhada de pressão de platô ≤30cmH₂O.^(131,132)

Retirada da ventilação mecânica

Sugestão – Pacientes com DPOC geralmente apresentam maior dificuldade para adequada interação paciente-ventilador. Desse modo, sugerem-se utilizar modos que promovam um melhor conforto do paciente e sua monitorização. PSV é um modo ventilatório útil, quando bem ajustado. Cuidado especial deve se ter com valores elevados de pressão de suporte, que

podem dificultar ciclagem e piorar a interação paciente-ventilador, aumentando a auto-PEEP. Ventilação proporcional assistida plus (PAV+) e ventilação assistida com ajuste neural (NAVA) são modos promissores para melhora da interação paciente-ventilador, mas são necessárias maiores evidências para uso rotineiro.⁽¹⁴¹⁻¹⁴³⁾

Sugestão – Pacientes com DPOC apresentam menor desaceleração do fluxo inspiratório, podendo ter aumento do tempo inspiratório em PSV com a sensibilidade expiratória habitual (25%). Nos ventiladores que permitem o ajuste da ciclagem da PSV (porcentagem de critério de ciclagem, sensibilidade expiratória ou *cycling-off criteria*), ajustar a sensibilidade expiratória de ciclagem para níveis mais elevados (40 a 60%), visando diminuir o tempo inspiratório, o VC e a chance de assincronia paciente.^(144,145)

Sugestão – Para redução do tempo inspiratório e consequente prolongamento do tempo expiratório, ajustar a aceleração do fluxo inspiratório (*rise time*) em valores mais elevados, tendo cuidado para evitar a subida excessiva do fluxo inspiratório (*overshoot*) e a monitorização do conforto do paciente.^(144,145)

Recomendação – Utilizar do recurso da VNI para retirada precoce da ventilação mecânica invasiva em pacientes com DPOC exacerbado após períodos de 24 a 48 horas de repouso muscular, com equipes treinadas e de acordo com os critérios tratados no tema específico nestas recomendações.⁽¹⁴⁶⁾

Administração de broncodilatadores inalatórios

Sugestão – Administrar as medicações broncodilatadoras por via inalatória por meio de nebulizador ou *spray* dosimetrado acoplado a espaçador. O *spray* dosimetrado apresenta as vantagens de maior facilidade de manipulação, reprodutibilidade da dose e menor risco de contaminação.⁽¹⁴⁷⁾ Quando agonistas beta-2adrenérgicos são administrados por meio de *spray* dosimetrado, sugere-se a dose de quatro jatos (inicialmente, com intervalo de 20 minutos até três vezes e, no tratamento de manutenção, a cada 2 a 4 horas).⁽¹⁴⁸⁾

Ventilação mecânica na pneumonia adquirida na comunidade

Comentário – Estas recomendações aplicam-se as pacientes com pneumonia comunitária e

pneumonia associada aos cuidados da saúde e referem-se à ventilação mecânica invasiva e VNI. Quando a pneumonia associar-se a SDRA, ver tema específico nestas recomendações.

Ventilação mecânica não invasiva

Sugestão – Utilizar VNI de forma cuidadosa em pacientes com pneumonia grave. O uso de VNI deve ser monitorado por profissional da saúde à beira do leito de 0,5 a 2 horas. Para ser considerado sucesso, devem ser observados diminuição da f, aumento do VC, melhora do nível de consciência, diminuição ou cessação de uso de musculatura acessória, aumento da PaO₂ e/ou da SpO₂ e diminuição da PaCO₂ sem distensão abdominal significativa. Quando não há sucesso, realizar imediata IOT e ventilação invasiva, já que a intubação tardia diminui a sobrevida. Em três situações a VNI pode usada com melhor resposta: pacientes com insuficiência cardíaca esquerda sistólica ou diastólica; doença pulmonar obstrutiva crônica com retenção de CO₂ e acidose e imunossuprimidos com pneumonia bilateral. Espera-se sucesso na população hipercápnica com o uso da VNI em 75% dos casos, e em 50% dos hipoxêmicos.^(149,150)

Modo ventilatório

Sugestão – A escolha do modo ventilatório⁽¹⁵¹⁻¹⁵⁴⁾ deve se basear em três critérios: o conhecimento e habilidade da equipe multiprofissional com o modo; a disponibilidade de ventiladores e a indicação clínica, baseada principalmente na presença ou não de estímulo respiratório, da estabilidade hemodinâmica e da intensidade da lesão pulmonar.

Pressão positiva expiratória final

Sugestão – Em não havendo SDRA, utilizar valores de PEEP de 5 a 10cmH₂O. O valor da PEEP deve ser ajustado em combinação com a fração inspirada de oxigênio (FiO₂) para manter a SpO₂ entre 90 e 95% para minimizar lesões cognitivas. Ventilação mecânica sem PEEP ou com PEEP muito baixa estão associadas a maior translocação bacteriana.⁽¹⁵¹⁻¹⁵⁵⁾ Em havendo SDRA, vide tema específico destas recomendações.

Ajuste da fração inspirada de oxigênio

Sugestão – O valor da FiO₂ deve ser ajustado em combinação com a PEEP para manter a SpO₂ entre 90 e 95% para minimizar lesões cognitivas.⁽¹⁵¹⁻¹⁵⁵⁾

Volume corrente

Sugestão – Volumes correntes superiores a 6mL/kg de peso ideal aumentam a translocação bacteriana e a lesão pulmonar induzida pelo ventilador; portanto os pacientes devem ser ventilados com volumes correntes ≤6mL/kg de peso predito.⁽¹⁵¹⁻¹⁵⁵⁾

Decúbito

Sugestão – Em pacientes com pneumonia unilateral e hipoxemia grave, pode-se praticar a mudança para decúbitos laterais. No entanto, pelos resultados imprevisíveis, é necessária vigilância intensa, porque há risco de piora da oxigenação e de contaminação do pulmão contralateral.⁽¹⁵⁶⁾

Tratamento de resgate

Sugestão – Pacientes com pneumonia unilateral e hipoxemia refratária ao tratamento convencional podem ser candidatos à ventilação mecânica independente. No entanto, esse tratamento deve ser usado em centros com experiência em ventilação independente e com serviço de broncoscopia disponível.⁽¹⁵⁷⁾

Pneumonia associada à ventilação mecânica

Sugestão – Os pacientes com pneumonia associada à ventilação (PAV) devem ser ventilados utilizando-se estratégia ventilatória protetora (VC=6mL/kg peso predito); f visando manter PaCO₂ entre 35 e 45mmHg e PEEP suficiente para garantir uma adequada troca gasosa, com modo ventilatório VCV ou PCV. Assim que possível, passar a modos assistidos ou espontâneos visando adiantar a retirada da VM.

Sugestão – Em pacientes com pneumonia unilateral e hipoxemia grave pode-se praticar a mudança para decúbitos laterais. No entanto, pelos resultados imprevisíveis, é necessária vigilância intensa, porque há risco de piora da oxigenação e de contaminação do pulmão contralateral. Estão em estudo novas propostas de posicionamento visando à prevenção da PAV, como decúbitos lateralizados em Trendelenburg, visando diminuir aspiração de secreção suprabalonete.⁽¹⁵⁸⁾

Recomendação – Seguir as seguintes estratégias gerais para redução da PAV: lavagem das mãos e/ou desinfecção das mãos com base de álcool a 70%; uso de vigilância microbiológica; monitoramento

e remoção precoce de dispositivos invasivos; programas para uso racional de antibióticos.

Recomendação – A troca de circuitos do ventilador deve ser feita apenas quando sujos ou danificados, não havendo necessidade de troca programada.

Recomendação – A troca de umidificadores deve ser feita a cada 7 dias ou quando necessário.

Recomendação – Realizar aspiração de secreções subglóticas quando o paciente for permanecer por mais de 72 horas em ventilação mecânica, de forma intermitente ou controlada por dispositivo especialmente desenvolvido para esse fim.⁽¹⁵⁹⁾

Sugestão – Quando disponível, usar cânulas com balonetes especialmente desenvolvidos para evitar microaspiração nos pacientes com previsão de ventilação mecânica por pelo menos 24 horas.

Recomendação – Colocar e monitorizar a pressão do balonete do tubo endotraqueal em pelo menos 25cmH₂O.⁽¹⁶⁰⁾

Recomendação – A cabeceira do leito deve ser mantida elevada, com angulação entre 30 a 45°.

Recomendação – Deve-se proceder a higiene oral diária com clorexidine 2%.⁽¹⁶¹⁾

Sugestão – Deve-se proceder a interrupção diária da sonda.

Sugestão – Deve-se proceder a descontaminação seletiva do trato digestivo.^(162,163)

Recomendação – Utilizar tubo traqueal revestido com prata quando intubação for prevista para mais de 24 horas.⁽¹⁶⁴⁾

Ventilação mecânica no paciente com sepse

Comentário – A SDRA é uma das complicações comumente observadas em pacientes com sepse grave, sendo, na maioria das vezes, subdiagnosticada. Estudos observacionais demonstram que apenas 30 a 50% dos pacientes que apresentam lesão alveolar difusa em autópsia tiveram o diagnóstico de SDRA documentado em prontuário médico.⁽¹⁶⁵⁻¹⁶⁷⁾ Daí a importância de atenção especial quanto à presença de SDRA entre pacientes com sepse. Há algumas intervenções de eficácia comprovada em pacientes com SDRA, como ventilação com volume corrente entre 4 e 6mL/kg de peso predito, as quais precisam ainda ser mais divulgadas, aplicadas e auditadas na prática clínica.⁽¹⁶⁸⁻¹⁷⁰⁾ A não realização do diagnóstico é

possivelmente uma das razões para baixa adesão da instituição do tratamento correto.⁽¹⁶⁶⁾

Sugestão – Empregar um sistema rotineiro de identificação de pacientes com SDRA nos pacientes com sepse, particularmente entre pacientes com sepse grave e choque séptico, possivelmente usando a queda da relação PaO₂/FiO₂ e infiltrado bilateral na radiografia de tórax como diagnósticos para SDRA e sinais clínicos^(171,172) (f aumentada, dessaturação e necessidade de uso de O₂) como alertas precoces.

Observação – O diagnóstico e a condução do paciente com SDRA encontram-se nas seções “Ventilação mecânica na SDRA” e “Ventilação na posição prona e circulação extracorpórea” destas recomendações.

Recomendação – Utilizar volume corrente em torno de 6mL/kg de peso predito em pacientes com sepse sem SDRA, sob ventilação mecânica. Revisão sistemática incluindo estudos randomizados e observacionais, que envolveu tanto pacientes submetidos a cirurgias quanto pacientes internados em UTI, sugeriu que ventilação com volumes correntes baixos reduziu a mortalidade, incidência de SDRA e pneumonia, em comparação a volumes correntes altos.⁽⁵²⁾

Observação – A assistência de pacientes sob ventilação mecânica com pneumonia e sepse, porém sem SDRA, encontra-se na seção “Ventilação Mecânica na Pneumonia”.

Ventilação mecânica na síndrome da angústia respiratória aguda ou síndrome do desconforto respiratório agudo: diagnóstico, recomendações e cuidados

Comentário – A partir de 2012, a SDRA passou a ser classificada (Definição de Berlim) como SDRA leve, moderada e grave⁽¹⁷³⁾ (Quadro 6).

Como ventilar o paciente com SDRA

Modos ventilatórios

Recomendação – No início (primeiras 48 a 72 horas) do ajuste da ventilação mecânica em pacientes com SDRA (todas as categorias de gravidade - leve, moderada e grave), são recomendados modos controlados: VCV ou PCV. Em PCV, o valor da pressão das vias aéreas se equipara à pressão de platô ou pressão alveolar, quando o fluxo inspiratório cai a zero.

Volume corrente^(55,174,175)

Recomendação – Se SDRA leve, sob ventilação assistida, VC deve ser ajustado em 6mL/kg (considerando-se peso predito).

Recomendação – Na SDRA moderada ou grave, sob ventilação assistida ou controlada, VC deve ser ajustado entre 3 e 6mL/kg (considerando-se peso predito).⁽¹⁷⁶⁾

Recomendação – Para se obter o peso predito (*predicted body weight*) usar as seguintes fórmulas:⁽¹⁷⁵⁾ homens : $50 + 0,91 \times (\text{altura em cm} - 152,4)$; mulheres: $45,5 + 0,91 \times (\text{altura em cm} - 152,4)$.

Fração inspiratória de oxigênio

Recomendação – Usar a menor FiO_2 possível para garantir $\text{SpO}_2 > 92\%$ em todas as categorias de gravidade SDRA.

Pressão de platô

Recomendação – Buscar manter pressão de platô (Pplatô) $\leq 30\text{cmH}_2\text{O}$.^(175,177)

Recomendação – Buscar manter o diferencial de pressão platô - PEEP (chamado de pressão de distensão, pressão motriz inspiratória ou *driving pressure*) $\leq 15\text{cmH}_2\text{O}$ para todas as categorias de gravidade SDRA.⁽⁹¹⁾

Sugestão – Em casos de SDRA moderada e grave, quando a PEEP usada for elevada (geralmente $> 15\text{cmH}_2\text{O}$), pode-se tolerar Pplatô de no máximo $40\text{cmH}_2\text{O}$, desde que necessariamente a pressão de distensão seja mantida $\leq 15\text{cmH}_2\text{O}$.⁽⁹¹⁾

Frequência respiratória

Recomendação – Iniciar com $f=20\text{rpm}$ e, caso necessário, aumentar até 35rpm , desde que não ocasione auto-PEEP, de acordo com a PaCO_2 almejada (manter $< 80\text{mmHg}$). Em casos de SDRA moderada ou grave, submetidos a estratégia de hipercapnia permissiva com $\text{VC} \leq 6\text{mL/kg}$ de peso predito, a f pode ser ajustada até 45rpm , desde que não ocasione auto-PEEP.⁽¹⁷⁵⁾

Ajuste da PEEP

Comentário – Existem várias formas de ajuste da PEEP na SDRA, muitas delas em situação de *equipoise* (grau de evidência que não permite conclusão definitiva sobre a superioridade de uma delas). A seguir descrevem-se as técnicas que

exibem mais longa experiência e maior segurança em estudos clínicos.

Recomendação – Evitar utilizar PEEP $< 5\text{cmH}_2\text{O}$ em paciente com SDRA.^(55,175)

Recomendação – Evitar usar PEEP inferior aos valores da tabela PEEP BAIXO *versus* FIO_2 (Tabela 1).⁽¹⁷⁵⁾

Sugestão – Utilizar a tabela PEEP BAIXO *versus* FiO_2 (Tabela 1) apenas em casos de SDRA leve.⁽¹⁷⁵⁾

Comentário – Há duas opções para ajuste de PEEP alto, segundo os estudos ALVEOLI⁽¹⁷⁸⁾ e LOVS,⁽¹⁷⁹⁾ disponíveis na tabela 2, com resultados práticos muito semelhantes. A tabela do LOVS tende a deixar o paciente mais tempo sob PEEP elevada.

Sugestão – Usar essas duas tabelas em casos de SDRA moderada e grave como alternativa à técnica da PEEP decremental, descrita adiante.

Sugestão – O estudo Express sugere usar a Pplatô no máximo valor de $30\text{cmH}_2\text{O}$ e nos casos de SDRA moderada e grave usar a PEEP máxima com VC 6mL/kg de peso predito.⁽¹⁸⁰⁾

Sugestão – Evitar o uso dessas tabelas em caso de SDRA leve.⁽¹⁸¹⁾

PEEP decremental, titulada pela complacência do sistema respiratório

Recomendação – Sobre a técnica de PEEP decremental: Após manobra de recrutamento máximo (MRM), mede-se a complacência estática do sistema respiratório em valores decrementais de PEEP, a partir de valores de 23 a $26\text{cmH}_2\text{O}$, até valores mínimos ao redor de 8 a $12\text{cmH}_2\text{O}$. Os passos decrementais de PEEP são tipicamente de 2 ou $3\text{cmH}_2\text{O}$ a cada 4 minutos. Após identificação da PEEP que produz a melhor complacência, ou de dois ou mais passos de PEEP com complacência equivalentes, escolhe-se uma PEEP 2 a $3\text{cmH}_2\text{O}$ acima desse valor. Antes de finalmente ajustar o valor da PEEP para o obtido como adequado, procede-se a uma nova manobra de recrutamento máximo, após a qual a PEEP pode ser ajustada diretamente para 2 a $3\text{cmH}_2\text{O}$ acima do valor encontrado na titulação decremental.⁽¹⁸²⁻¹⁸⁴⁾

Sugestão – Considerar essa manobra nos casos de SDRA moderada e grave.⁽¹⁸²⁻¹⁸⁴⁾

PEEP decremental, titulada por outros métodos

Sugestão – Obter a PEEP decremental usando TIE nos centros que disponham da tecnologia:

após manobra de máximo recrutamento, escolhe-se a PEEP decremental que resulta em menos de 0 a 5% de aumento do colapso, como estimado pela TIE.⁽⁹⁵⁾

Sugestão – Obter a PEEP decremental usando tomografia computadorizada convencional. Após manobra de máximo recrutamento, escolhe-se a PEEP decremental que resulta em menos de 0 a 5% de aumento do colapso, como estimado pela TC. Esse método deve considerar todos os cuidados pertinentes com o deslocamento e a segurança do paciente, em equipes treinadas para esse tipo de procedimento, que deve ser feito com tomografia de baixa radiação.⁽⁹¹⁾

Sugestão – Pela oxigenação, após MRM, escolhe-se a PEEP decremental que resulta em <10% de queda na relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$.

Obtenção do ponto de inflexão inferior pela técnica dos volumes aleatórios

Recomendação – Em paciente sedado, sem *drive* ventilatório ativo, fixar a PEEP em zero e variar o VC em alíquotas de 50mL, chegando a um valor máximo de VC de 1.000mL ou Pplatô de 40cmH₂O, registrando a medida da Pplatô após três ventilações. Anotar os valores em uma tabela VC *versus* Pplatô e colocar num gráfico tipo XY (VC na ordenada e Pplatô na abscissa). Espera-se encontrar um traçado sigmoide. Tentar identificar, na curva, as tendências do traçado obtido, onde há o ponto de inflexão inferior (encontro das retas de tendência na primeira curvatura, projetando o valor na abscissa) e fixar a PEEP 2,0cm acima deste ponto.⁽⁵⁵⁾

Obtenção do ponto de melhor complacência (técnica da PEEP-complacência)

Recomendação – Em paciente sedado, sem *drive* ventilatório ativo, fixar o VC em 6mL/kg/peso

predito e variar os valores de PEEP em alíquotas de 2 ou 3cmH₂O, aguardando três ventilações para registrar a Pplatô. Anotar os valores em uma tabela PEEP *versus* complacência estática do sistema respiratório (Csr – cálculo da complacência descrito no item “Monitorização da ventilação mecânica” destas recomendações), visando encontrar o ponto de PEEP que proporcionou melhor Csr. Fixar a PEEP 2,0cm acima desse ponto. Em situação de se encontrarem dois valores melhores de Cst iguais, considerar como a PEEP ideal a de valor maior.

Bloqueador neuromuscular

Recomendação – Nos casos de SDRA com relação $\text{pO}_2/\text{FiO}_2 < 120\text{mmHg}$ sob sEDAção profunda, utilizar cisatracúrio nas primeiras 48 horas de suporte ventilatório.⁽¹¹¹⁾

Posição prona

Recomendação – Usar a posição prona em pacientes com SDRA com P/F <150 por pelo menos 16 horas por sessão. (Mais detalhes no tema específico destas recomendações).⁽¹⁸⁵⁾

Recomendação – Deixar de ser repetida ventilação com posição PRONA assim que se atingir $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 150\text{mmHg}$ com $\text{PEEP} \leq 10\text{cmH}_2\text{O}$ em posição supina.⁽¹⁷⁾

Sugestão – Na SDRA moderada ou grave, usar a posição prona em pacientes que apresentem disfunção do ventrículo direito (VD) com hipoxemia controlada; e nos pacientes com dificuldade de se manter a estratégia protetora dentro de limites de segurança (pressão de distensão $\leq 15\text{cmH}_2\text{O}$ e pH >7,15).^(185,186)

Manobras de máximo recrutamento alveolar

Sugestão – Nos casos de SDRA moderada e grave, utilizar manobras de MRM como parte da estratégia protetora, com o objetivo de reduzir a

Quadro 6 – Classificação de Berlim da síndrome de desconforto respiratório agudo⁽¹⁷³⁾

Critério	Leve	Moderada	Grave
Tempo de início	Aparecimento súbito dentro de 1 semana após exposição a fator de risco ou aparecimento ou piora de sintomas respiratórios		
Hipoxemia ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$)	201-300 com $\text{PEEP}/\text{CPAP} \geq 5$	101-200 com $\text{PEEP} \geq 5$	≤ 100 com $\text{PEEP} \geq 5$
Origem do edema	Insuficiência respiratória não claramente explicada por insuficiência cardíaca ou sobrecarga volêmica		
Anormalidades radiológicas	Opacidades bilaterais	Opacidades bilaterais	Opacidades bilaterais

$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ – relação entre pressão parcial de oxigênio e fração inspirada de oxigênio; PEEP – pressão expiratória final positiva; CPAP – pressão positiva contínua nas vias aéreas.

pressão de distensão inspiratória (*driving pressure*), após ajuste da PEEP decremental.^(91,187)

Recomendação – Sobre a técnica da MRM, ela deve ser realizada em modo PCV, com pressão de distensão de 15cmH₂O. Iniciar com PEEP=10cmH₂O, aumentando o valor da PEEP em incrementos de 5cmH₂O a cada 2 minutos, até atingir um valor de 25cmH₂O, após o qual aumenta-se o incremento para 10cm de H₂O, atingindo 35 e, no máximo, 45cmH₂O. Na sequência, baixar a PEEP para 25cmH₂O e iniciar de manobra de titulação decremental da PEEP como descrita em item anterior.^(91,187)

Recomendação – Instituir acesso venoso central e monitorização contínua de pressão arterial invasiva.^(91,187)

Recomendação – Nos casos de hipoxemia refratária, não responsivas à posição prona, usar MRM, seguida de reajuste da PEEP pelo método decremental, com terapia de resgate nos pacientes elegíveis para essa técnica, dentro das normas de monitorização e segurança recomendadas nestas recomendações.^(91,187)

Ventilação com alta frequência

Recomendação – Deve-se evitar o uso de ventilação de alta frequência como terapia adjuvante.⁽¹⁸⁸⁾

Óxido nítrico

Sugestão – Usar óxido nítrico (NO) inalatório em pacientes com SDRA grave com hipertensão pulmonar aguda e falência de VD, monitorizando-se a resposta, e titular a dosagem de partes por milhão (ppm).⁽¹⁸⁷⁾

Oxigenação extracorpórea por membrana (veno-venosa)

Recomendação – Nos casos de hipoxemia refratária definida como uma relação P/F <80mmHg, com FiO₂>80%, após realização das manobras adjuvantes e de resgate para SDRA grave por pelo menos 3 horas, usar oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO) veno-venosa nos centros com essa tecnologia disponível. Mais detalhes no tema específico nestas recomendações.⁽¹⁸⁷⁾

Ventilação na posição prona e circulação extracorpórea

Ventilação com posição prona: quando realizar?

Recomendação – Se indicada, realizar nas primeiras 48 horas de ventilação mecânica.^(185,189-191)

Indicações

Recomendação – Evitar utilizar na SDRA leve de forma rotineira.^(185,189-191)

Sugestão – Utilizar na SDRA moderada,^(185,189-191) após PEEP titulada; se IVD (insuficiência ventricular direita aguda – cor pulmonale agudo) moderada a grave; na impossibilidade de sustentar ventilação protetora: necessário pressão de distensão >15cmH₂O; f>35rpm; pH<7,2.

Recomendação – Deve ser usada posição prona precocemente (<48 horas do diagnóstico de SDRA) nos casos de SDRA com PaO₂/FiO₂ <150.^(185,189-191)

Tabela 1 – PEEP versus FiO₂ para encontro da melhor PEEP, em situações de SDRA leve

FiO ₂	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

Adaptado de: Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. N Engl J Med. 2000;342(18):1301-8. FiO₂ - fração inspirada de oxigênio; PEEP - pressão expiratória final positiva.

Tabela 2 – Ajuste da PEEP em parâmetros altos para encontro da melhor PEEP em SDRA moderada e grave

		Tabela do estudo ALVEOLI									
FiO ₂	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	
		Tabela do estudo LOVS									
FiO ₂	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			

Fonte: Baseada nos estudos ALVEOLI⁽¹⁷⁸⁾ e LOVS.⁽¹⁷⁹⁾ FiO₂ - fração inspirada de oxigênio; PEEP - pressão expiratória final positiva.

Durante quanto tempo manter pronado?

Recomendação – Manter a prona de 16 a 20 horas, com todos os cuidados adequados de proteção e monitorização.^(185,189-191)

Quais as contraindicações do uso da posição prona?

Recomendação – Contraindicar prona nas seguintes situações:^(185,189-191) hipertensão intracraniana; fratura pélvica; fratura de coluna; hipertensão intra-abdominal (contraindicação relativa); peritonostomia; gestação (contraindicação relativa); tórax instável; instabilidade hemodinâmica grave; equipe inexperiente.

Técnicas e cuidados na posição prona

Recomendação – Recomenda-se as seguintes técnicas e cuidados a serem respeitados:^(185,189-191) elevar FiO_2 para 100% durante a rotação; se o paciente estiver ventilando em PCV, tomar cuidado com a queda de volume exalado; sedação e analgesia otimizadas; instituir acesso venoso central e monitorização contínua de pressão arterial invasiva; colocar travesseiros na frente do paciente distribuídos de modo a aliviar os pontos de apoio anatômicos principais; colocar coxins na cintura pélvica e escapular para alívio da compressão sobre o abdome; usar proteção para testa, face, joelhos e ombros (placas hidrocoloides); considerar colocar uma fralda absorvente na face do paciente; trocá-la, se muito úmida; monitorizar eletrocardiograma pelas costas; movimentar cabeça do paciente, principalmente modificando pontos de apoio na face, pelo menos a cada 2 horas; mudar posição de braços, acima e abaixo da linha interescapular pelo menos a cada 2 horas; manter dieta enteral com volume menor; certificar-se de que os olhos estão fechados; manter o posicionamento pelo tempo necessário desde que não existam sinais atribuídos à posição prona, de sofrimento cutâneo ou outro órgão; monitorar resposta à rotação com SpO_2 , se houver dessaturação <90% mantida após 20 minutos da rotação, retornar para supina; retornar a posição supina se parada cardiorrespiratória (PCR), piora hemodinâmica grave, arritmias malignas ou suspeita de deslocamento da prótese ventilatória; envolver de três a cinco pessoas para efetuar a rotação; treinar equipe e usar para isso

vídeos constantes na literatura como nos sites a seguir: (PROSEVA - três pessoas - http://www.youtube.com/watch?v=E_6jT9R7WJs e William Harvey Hospital - cinco pessoas - <http://www.youtube.com/watch?v=Hd5o4ldp3c0>); coletar gasometria após 1 hora de prona, considerar o paciente como respondedor se a relação pO_2/FiO_2 aumentar em 20 ou PaO_2 aumentar em 10mmHg.

Troca gasosa extracorpórea

Comentário – A assistência pulmonar extracorpórea pode ser utilizada para remoção de CO_2 ou para oxigenação por membrana extracorpórea.^(179,180,192,193)

Quais as indicações de troca gasosa extracorpórea?

Recomendação – Os critérios obrigatórios de indicação de troca gasosa extracorpórea incluem: intubação traqueal e em ventilação mecânica; pacientes ≥ 18 anos; doença pulmonar de início agudo; possibilidade de reversão da lesão pulmonar (pacientes com doença pulmonar irreversível em espera para transplante têm indicação sugerida em centros com essa disponibilidade); SDRA com $\text{PEEP} \geq 10 \text{cmH}_2\text{O}$; realização das técnicas em centro com experiência. São critérios complementares (há a necessidade pelo menos um): relacionado à hipoxemia - relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 80$ com $\text{FiO}_2 \geq 0,8$ por pelo menos 3 horas, apesar da realização de manobras de resgate; relacionado à hipercapnia - hipercapnia com manutenção do $\text{pH} \leq 7,20$ com f de 35rpm e VC entre 4 a 6mL/kg de peso predito, obrigatoriamente com pressão de distensão $\leq 15 \text{cmH}_2\text{O}$

Quais as contraindicações de troca gasosa extracorpórea?

Recomendação – Recomenda-se contraindicar troca gasosa extracorpórea em pacientes moribundos; pacientes com índice de massa corporal >40 a 45; coma (paciente sem sedativos) após PCR; pacientes pneumopatas crônicos sem reversibilidade da doença - exceto em pacientes com possibilidade de transplante; pacientes sem acesso vascular calibroso, seguro e acessível; doença crônica limitante sem perspectiva; trombocitopenia induzida por heparina (HIT).^(179,180,192,193)

Quais os dispositivos usados na troca gasosa extracorpórea?

Sugestão – Para realizar remoção de CO₂ sugere-se a assistência pulmonar intervencionista (ILA) arteriovenosa (A-V) nos casos sem instabilidade hemodinâmica.

Sugestão – Para se realizar a oxigenação e remoção de CO₂ sugere-se assistência circulatória com oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO).

Oxigenação extracorpórea por membrana – técnicas e cuidados

Recomendação – Aplicar as seguintes técnicas e cuidados na utilização da ECMO: utilização de membrana composta por polimetilpentano tanto para remoção de CO₂ quanto para ECMO; realizar em equipe com experiência (conhecer o sistema, conhecer a fisiologia, conhecer complicações mais comuns e como solucioná-las); evitar improvisações; usar acessos venosos e percutâneos como primeira escolha; Usar preferencialmente cânulas >18 Fr; se acesso arterial for necessário e o calibre da artéria não for maior que 4mm que o calibre da cânula considerar fortemente uma cânula de perfusão distal, antes da canulação proximal; prover anticoagulação segura ao paciente: monitorização de PTTa e plaquetometria a cada 6 horas; ventilar o paciente inicialmente de forma ultraprotetora: ventilação controlada com FiO₂<0,6; PEEP=10cmH₂O, pressão de distensão de 10cmH₂O e/ou VC<4mL/kg/peso predito; frequência respiratória de dez inspirações por minuto.^(179,180,192,193)

Recomendação – Na ECMO veno-venosa manter a FiO₂ da ECMO em 1, e o menor fluxo de sangue necessário para manter uma saturação arterial >90%; manter um fluxo de ventilação da membrana para um pH entre 7,35 e 7,40.

Recomendação – Quando em PSV, objetivar o menor trabalho respiratório respeitando a sincronia paciente *versus* ventilador sustentando parâmetros ventilatórios protetores (pressão de distensão <15cmH₂O);

Recomendação – Em paciente com fluxo de sangue maior que 5000 - 6000ml/minuto e SatO₂<85% considerar conforme apropriado: aumento da FiO₂ do ventilador; controle de agitação; verificação e correção de recirculação; controle de temperatura sistêmica; aumento da PEEP; sedação profunda e bloqueio neuromuscular;

recrutamento alveolar e outros tais como betabloqueador, óxido nítrico (NO), prona e hipoxemia permissiva.

Assistência pulmonar intervencionista – técnicas e cuidados

Recomendação – Usar as seguintes técnicas e cuidados na utilização da ILA: realizar eco-doppler para definir diâmetro arterial e venoso femoral; na inserção utilizar técnica guiada por ultrassom; garantir débito cardíaco e pressão de perfusão no sistema (pressão arterial média >70mmHg); monitorar fluxo no sistema de forma contínua com ultrassom; iniciar a titulação de O₂ a 1L/min e não ultrapassar 10L/min; monitorar pH arterial conforme remoção de CO₂ principalmente em pacientes com hipertensão intracraniana; manter ventilação protetora conforme descrito anteriormente em ECMO; prover anticoagulação segura ao paciente: monitorização de PTTa, fibrinogenemia e plaquetometria pelo menos a cada 6 horas; ponderar remoção sob visão direta (intervenção cirúrgica) objetivando redução de complicações vasculares.^(179,180,192,193)

Técnicas adjuvantes

Óxido nítrico

Comentário – Utiliza-se visando ajustar a relação ventilação/perfusão por meio de vasodilatação em território arterial pulmonar em áreas ventiladas.

Recomendação – Não utilizar de forma rotineira

Sugestão – Pode ser utilizado na presença de *Cor pulmonale* agudo, hipoxemia grave e refratária.

Recomendação – Para utilização de NO, deve-se adotar as seguintes técnicas e cuidados: utilizar cilindro de NO acoplado a um sistema fechado próprio, e com monitor de NO inalado e NO₂; usar dose inicial de 5ppm; manter NO₂ <10ppm; usar monitorização hemodinâmica preferencialmente invasiva com cateter de termodiluição; monitorizar meta-hemoglobinemia e função renal; não utilizar em pacientes com deficiência de meta-hemoglobina reductase; não permitir cuidados no paciente por profissionais gestantes.⁽¹⁹⁴⁾

Heliox

Comentário – Utiliza-se heliox visando-se a redução da resistência em vias aéreas e redução do trabalho respiratório.

Sugestão – O heliox pode ser usado em doenças relacionadas a obstrução de via aérea inferior, para facilitar a manutenção do suporte ventilatório seja de forma não invasiva ou invasiva.^(195,196)

Recomendação – As seguintes técnicas e cuidados devem ser empregados: ter disponível o material necessário (ventilador preparado para a utilização de heliox, regulador de heliox, oxímetro de gás, dois cilindros de heliox, sendo um para reserva, com concentração não inferior a 60/40), suspender em caso de hipoxemia grave e não postergar intubação conforme recomendações de falha de VNI.⁽¹⁹⁵⁾

Insuflação traqueal de gás contínua

Comentário – A insuflação traqueal de gás contínua (TGI) visa retirar o CO₂ do gás do espaço morto anatômico, diminuindo a hipercapnia para PaCO₂<80mmHg. É um recurso que pode ser usado em situações de Pplatô>30cmH₂O com VC baixos e PaCO₂>80mmHg.

Sugestão – Para pacientes em que a f, C e as pressões em vias aéreas estão no limite de proteção e segurança do aparelho respiratório, mas com a PaCO₂>80mmHg e/ou pH<7,2.

Recomendação – As seguintes técnicas e cuidados são recomendadas: usar capnografia com mensuração de ETCO₂, levando-se em conta que TGI tem maior eficácia em pacientes com ETCO₂ alto e próximo ao PaCO₂ arterial; usar conector de broncoscopia para cânula traqueal e sonda fina (6Fr), através do conector; deixar a ponta do cateter 2 a 3cm acima da carina e abaixo da extremidade distal da prótese ventilatória (medir em tubo traqueal fora da traqueia); usar fluxo na TGI para que a linha de platô (agora descendente) do CO₂ expirado chegue próximo ou toque a linha do zero; evitar fluxos >10L/min; realizar a TGI no modo PCV; ter em mente que os volumes medidos pelo ventilador serão inaccurados; considerar que a pressão de platô não pode ser medida de forma acurada durante a TGI.⁽¹⁹⁷⁾

Referências

- Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, Alonso-Coello P, Schünemann HJ; GRADE Working Group. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ*. 2008;336(7650):924-6.
- Guyatt GH, Oxman AD, Kunz R, Vist GE, Falck-Ytter Y, Schünemann HJ; GRADE Working Group. What is "quality of evidence" and why is it important to clinicians? *BMJ*. 2008;336(7651):995-8.
- Guyatt GH, Oxman AD, Kunz R, Falck-Ytter Y, Vist GE, Liberati A, Schünemann HJ; GRADE Working Group. Going from evidence to recommendations. *BMJ*. 2008;336(7652):1049-51. Erratum in *BMJ*. 2008;336(7658):doi:10.1136/bmj.a402.
- Brozek J, Oxman AD, Schünemann HJ. GRADEpro (Computer Program) Version 3.2 for Windows. Available at <http://www.cc-ims.net/revman/gradepr>, 2012.
- Hess DR. Noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Respir Care*. 2013;58(6):950-72. Review.
- Ram FS, Lightowler JV, Wedzicha JA. Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2003;(1):CD004104. Update in: *Cochrane Database Syst Rev*. 2004;(1):CD004104.
- Gupta D, Nath A, Agarwal R, Behera D. A prospective randomized controlled trial on the controlled trial on the efficacy of noninvasive ventilation in severe acute asthma. *Respir Care*. 2010;55(5):536-43.
- Vital FM, Saconato H, Ladeira MT, Sen A, Hawkes CA, Soares B, et al. Non-invasive positive pressure ventilation (CPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary edema. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008(3):CD005351. Update in *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;5:CD005351.
- Masip J, Roque M, Sánchez B, Fernández R, Subirana M, Expósito JA. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema: systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2005;294(24): 3124-30. Review.
- Agarwal R, Aggarwal AN, Gupta D. Role of noninvasive ventilation in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome: a proportion meta-analysis. *Respir Care*. 2010;55(12):1653-60.
- 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.
- Glossop AJ, Shepherd N, Bryden DC, Mills GH. Non-invasive ventilation for weaning, avoiding reintubation after extubation and in the postoperative period: a meta-analysis. *Br J Anaesth*. 2012;109(3):305-14. Erratum in *Br J Anaesth*. 2013;110(1):164. Shepherd, N [corrected to Shephard, N].
- Burns KE, Adhikari NK, Keenan SP, Meade MO. Noninvasive positive pressure ventilation as a weaning strategy for intubated adults with respiratory failure. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010;(8):CD004127. Review. Update in: *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;12:CD004127.
- Burns KE, Adhikari NK, Keenan SP, Meade M. Use of non-invasive ventilation to wean critically ill adults off invasive ventilation: meta-analysis and systematic review. *BMJ*. 2009;338:b1574.
- Nava S, Gregoret C, Fanfulla F, Squadrone E, Grassi M, Carlucci A, et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med*. 2005;33(11):2465-70.

16. Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Arabi Y, Apezteguia C, González M, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *N Engl J Med*. 2004;350(24):2452-60.
17. Chiumello D, Chevillard G, Gregoretti C. Non-invasive ventilation in postoperative patients: a systematic review. *Intensive Care Med*. 2011;37(6):918-29.
18. Squadrone V, Coxa M, Cerutti E, Schellino MM, Biolino P, Occella P, Belloni G, Vilianis G, Fiore G, Cavallo F, Ranieri VM; Piedmont Intensive Care Units Network (PICUN). Continuous positive airway pressure for treatment of postoperative hypoxemia: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2005;293(5):589-95.
19. Huerta S, DeShields S, Shpiner R, Li Z, Liu C, Sawicki M, et al. Safety and efficacy of postoperative continuous positive airway pressure to prevent pulmonary complications after Roux-en-Y gastric bypass. *J Gastrointest Surg*. 2002;6(3):354-8.
20. Schönhofer B, Sortor-Leger S. Equipment needs for noninvasive mechanical ventilation. *Eur Respir J*. 2002;20(4):1029-36.
21. Battisti A, Tassaux D, Janssens JP, Michotte JB, Jaber S, Jolliet P. Performance characteristics of 10 home mechanical ventilators in pressure-support mode: a comparative bench study. *Chest*. 2005;127(5):1784-92.
22. Schettino GP, Chatmongkolchart S, Hess D, Kacmarek RM. Position of exhalation port and mask design affect CO₂ rebreathing during noninvasive positive pressure ventilation. *Crit Care Med*. 2003;31(8):2178-82.
23. Sferazza Papa GF, Di Marco F, Akoumianaki E, Brochard L. Recent advances in interfaces for non-invasive ventilation: from bench studies to practical issues. *Minerva Anesthesiol*. 2012;78(10):1146-53.
24. Antonelli M, Pennisi MA, Montini L. Clinical review: Noninvasive ventilation in the clinical setting--experience from the past 10 years. *Crit Care*. 2005;9(1):98-103.
25. Organized jointly by the American Thoracic Society, the European Respiratory Society, the European Society of Intensive Care Medicine, and the Société de Réanimation de Langue Française, and approved by ATS Board of Directors, December 2000. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;163(1):283-91. Review.
26. Samolski D, Antón A, Güell R, Sanz F, Giner J, Casan P. Inspired oxygen fraction achieved with a portable ventilator: determinant factors. *Respir Med*. 2006;100(9):1608-13.
27. Vignaux L, Vargass 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;39(5):840-6.
28. Keenan SP, Sinuff T, Burns KE, Muscedere J, Kutsogiannis J, Mehta S, Cook DJ, Ayas N, Adhikari NK, Hand L, Scales DC, Pagnotta R, Lazosky L, Rocker G, Dial S, Laupland K, Sanders K, Dodek P; Canadian Critical Care Trials Group/Canadian Critical Care Society Noninvasive Ventilation Guidelines Group. 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.
29. Holanda MA, Reis RC, Winkeler GF, Fortaleza SC, Lima JW, Pereira ED. Influência das máscaras facial total, facial e nasal nos efeitos adversos agudos durante ventilação não-invasiva. *J Bras Pneumol*. 2009;35(2):164-73.
30. Olivieri C, Costa R, Conti G, Navalesi P. Bench studies evaluating devices for non-invasive ventilation: critical analysis and future perspectives. *Intensive Care Med*. 2012;38(1):160-7.
31. Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Intubação traqueal difícil. In: Associação Médica Brasileira. Conselho Federal de Medicina. Projeto Diretrizes. São Paulo; 2003.
32. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, Blitt CD, Connis RT, Nickinovich DG, Hagberg CA, Caplan RA, Benumof JL, Berry FA, Blitt CD, Bode RH, Cheney FW, Connis RT, Guidry OF, Nickinovich DG, Ovassapian A; American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology*. 2013;118(2):251-70.
33. Adnet F, Baillard C, Borron SW, Denantes C, Lefebvre L, Galinski M, et al. Randomized study comparing the "sniffing position" with simple head extension for laryngoscopic view in elective surgery patients. *Anesthesiology*. 2001;95(4):836-41.
34. Achen B, Terblanche OC, Finucane BT. View of the larynx obtained using the Miller blade and paraglossal approach, compared to that with the Macintosh blade. *Anaesth Intensive Care*. 2008;36(5):717-21.
35. Sagarin MJ, Barton ED, Chng YM, Walls RM; National Emergency Airway Registry Investigators. Airway management by US and Canadian emergency medicine residents: a multicenter analysis of more than 6,000 endotracheal intubation attempts. *Ann Emerg Med*. 2005;46(4):328-36.
36. Lavazais S, Debaene B. Choice of the hypnotic and the opioid for rapid-sequence induction. *Eur J Anaesthesiol Suppl*. 2001;23:66-70.
37. Ellis DY, Harris T, Zideman D. Cricoid pressure in emergency department rapid sequence tracheal intubations: a risk-benefit analysis. *Ann Emerg Med*. 2007;50(6):653-65.
38. Arabi Y, Haddad S, Shirawi N, Al Shimemeri A. Early tracheostomy in intensive care trauma patients improves resource utilization: a cohort study and literature review. *Crit Care*. 2004;8(5):R347-52.
39. Rumbak MJ, Newton M, Truncale T, Schwartz SW, Adams JW, Hazard PB. A prospective, randomized, study comparing early percutaneous dilational tracheotomy to prolonged translaryngeal intubation (delayed tracheotomy) in critically ill medical patients. *Crit Care Med*. 2004;32(8):1689-94. Erratum in *Crit Care Med*. 2004;32(12):2566.
40. Griffiths J, Barber VS, Morgan L, Young JD. Systematic review and meta-analysis of studies of the timing of tracheostomy in adult patients undergoing artificial ventilation. *BMJ*. 2005;330(7502):1243.
41. 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.
42. Wang F, Wu Y, Bo L, Lou J, Zhu J, Chen F, et al. The timing of tracheotomy in critically ill patients undergoing mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Chest*. 2011;140(6):1456-65.
43. Gomes Silva BN, Andriolo RB, Saconato H, Atallah AN, Valente O. Early versus late tracheostomy for critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;3:CD007271.

44. Young D, Harrison DA, Cuthbertson BH, Rowan K; TracMan Collaborators. Effect of early vs late tracheostomy placement on survival in patients receiving mechanical ventilation: the TracMan randomized trial. *JAMA*. 2013;309(20):2121-9.
45. Friedman Y, Fildes J, Mizock B, Samuel J, Patel S, Appavu S, et al. Comparison of percutaneous and surgical tracheostomies. *Chest*. 1996;110(2):480-5.
46. Silvester W, Goldsmith D, Uchino S, Bellomo R, Knight S, Seevanayagam S, et al. Percutaneous versus surgical tracheostomy: A randomized controlled study with long-term follow-up. *Crit Care Med*. 2006;34(8):2145-52.
47. Delaney A, Bagshaw SM, Nalos M. Percutaneous dilatational tracheostomy versus surgical tracheostomy in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2006;10(2):R55.
48. Barbas CS, Amato MB, Rodrigues Jr M. Técnicas de assistência ventilatória. In: Knobel E, organizador. *Condutas do paciente grave*. 2a ed. São Paulo: Atheneu; 1998. p. 321-52.
49. Ruiz RM, Bigatello LM, Hess D. Mechanical ventilation. In: Hurford WE, Bigatello LM, Hess D. *Critical care handbook of the Massachusetts General Hospital*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. p. 80-98.
50. 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.
51. Calfee CS, Matthay MA. Recent advances in mechanical ventilation. *Am J Med*. 2005;118(6):584-91.
52. Serpa Neto A, Cardoso SO, Manetta JA, Pereira VG, Espósito 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.
53. Isola AM, Rodrigues RG. Ventilação mecânica básica e modos convencionais de ventilação mecânica. In: Senra D, editor. *Tratado de medicina intensiva*. São Paulo: Atheneu; 2013.
54. Santanilla JI, Daniel B, Yeow ME. Mechanical ventilation. *Emerg Med Clin North Am*. 2008;26(3):849-62. x.
55. 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.
56. 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. Review.
57. Kao CC, Jain S, Guntupalli KK, Bandi V. Mechanical ventilation for asthma: a 10-year experience. *J Asthma*. 2008;45(7):552-6.
58. 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.
59. MacIntyre NR. Patient-ventilator interactions: optimizing conventional ventilation modes. *Respir Care*. 2011;56(1):73-84.
60. Branson RD, Blakeman TC, Robinson BR. Asynchrony and dyspnea. *Respir Care*. 2013;58(6):973-89.
61. Epstein SK. How often does patient-ventilator asynchrony occur and what are the consequences? *Respir Care*. 2011;56(1):25-38.
62. Sassoon CSH. Triggering of the ventilator in patient-ventilator interactions. *Respir Care*. 2011;56(1):39-51.
63. Leung P, Jubran A, Tobin MJ. Comparison of assisted ventilator modes on triggering, patient effort, and dyspnea. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997;155(6):1940-8.
64. de Wit M. Monitoring of patient-ventilator interaction at the bedside. *Respir Care*. 2011;56(1):61-72.
65. Nilsestuen JO, Hargett KD. Using ventilator graphics to identify patient-ventilator asynchrony. *Respir Care*. 2005;50(2):202-34; discussion 232-4.
66. Georgopoulos D, Primianakis G, Kondili E. Bedside waveforms interpretation as a tool to identify patient-ventilator asynchronies. *Intensive Care Med*. 2006;32(1):34-47.
67. Marini JJ, Rodriguez RM, Lamb V. The inspiratory workload of patient-initiated mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis*. 1986;134(5):902-9.
68. MacIntyre NR. Patient-ventilator interactions: optimizing conventional ventilation modes. *Respir Care*. 2011;56(1):73-84.
69. Chiumello D, Pelosi P, Croci M, Bigatello LM, Gattinoni L. The effects of pressurization rate on breathing pattern, work of breathing, gas exchange and patient comfort in pressure support ventilation. *Eur Respir J*. 2001;18(1):107-14.
70. Gentile MA. Cycling of the mechanical ventilator breath. *Respir Care*. 2011;56(1):52-60.
71. Chatburn RL, Mireles-Cabodevila E. Closed-loop control of mechanical ventilation: description and classification of targeting schemes. *Respir Care*. 2011;56(1):85-102.
72. Singer BD, Corbridge TC. Pressure modes of invasive mechanical ventilation. *South Medical J*. 2011;104(10):701-9.
73. Kallet RH. Patient-ventilator interaction during acute lung injury, and the role of spontaneous breathing: part 1: respiratory muscle function during critical illness. *Respir Care*. 2011;56(2):181-9.
74. González M, Arroliga AC, Frutos-Vivar F, Raymondos K, Esteban A, Putensen C, et al. Airway pressure release ventilation versus assist-control ventilation: a comparative propensity score and international cohort study. *Intensive Care Med*. 2010;36(5):817-27.
75. Kacmarek RM. Proportional assist ventilation and neurally adjusted ventilatory assist. *Respir Care*. 2011;56(2):140-8; discussion 149-52.
76. Sinderby C, Beck J. Proportional assist ventilation and neurally adjusted ventilatory assist--better approaches to patient ventilator synchrony? *Clin Chest Med*. 2008;29(2):329-42, vii.
77. Lellouche F, Brochard L. Advanced closed loops during mechanical ventilation (PAV, NAVA, ASV, SmartCare). *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2009;23(1):81-93.
78. Moerer O. Effort-adapted modes of assisted breathing. *Curr Opin Crit Care*. 2012;18(1):61-9.
79. Al-Hegelan M, MacIntyre NR. Novel modes of mechanical ventilation. *Semin Respir Crit Care Med*. 2013;34(4):499-507.
80. Carvalho CR, Toufen Junior C, Franca SA. Ventilação mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. *J Bras Pneumol*. 2007;33(Supl 2):54-70.
81. 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. *Respir Care*. 2012;57(5):697-703.
82. Guttman J, Haberthür C, Mols G, Lichtwarck-Aschoff M. Automatic tube compensation (ATC). *Minerva Anesthesiol*. 2002;68(5):369-77.
 83. Suarez-Sipmann F, Perez Marquez M, Gonzalez Arenas P. Nuevos modos de ventilación: NAVA. *Med Intensiva*. 2008;32(8):398-403.
 84. Iotti GA, Braschi A. Monitorização da mecânica respiratória. São Paulo: Atheneu; 2004.
 85. Shapiro R, Kacmarek RM. Monitoring of the mechanically ventilated patient. In Marini JJ, Slutsky AS. *Physiological basis of ventilatory support*. New York: Taylor & Francis; 1998. p. 709-71.
 86. Vieira SR, Plotnik R, Fialkow L. Monitorização da mecânica respiratória durante a ventilação mecânica. In: Carvalho CR. *Ventilação mecânica*. Vol. 1. Básico. CBMI São Paulo: Atheneu; 2000. Cap. 9, p. 215-52.
 87. Isola AM. Monitorização da função respiratória durante a ventilação mecânica. In: Rea Neto A, Mendes CL, Rezende EA, Dias FS. *Monitorização em UTI*. Rio de Janeiro: Revinter; 2004. Cap 20, p. 149.
 88. Pinheiro BV, Holanda MA. Novas modalidades de ventilação mecânica. In: Carvalho CR. *Ventilação mecânica*. Vol 2. Avançado. CBMI São Paulo: Atheneu; 2000. Cap. 9, p. 311-51.
 89. Lucangelo U, Bernabé F, Blanch L. Respiratory mechanics derived from signals in the ventilator circuit. *Respir Care*. 2005;50(1):55-65; discussion 65-7. Review.
 90. Bigatello LM, Davignon KR, Stelfox HT. Respiratory mechanics and ventilator waveforms in the patient with acute lung injury. *respir care*. 2005;50(2):235-45; discussion 244-5.
 91. de Matos GF, Stanzani F, Passos RH, Fontana MF, Albaladejo R, Caserta RE, et al. 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(1):R4.
 92. Dev SP, Hillmer MD, Ferri M. Videos in clinical medicine. Arterial puncture for blood gas analysis. *N Engl J Med*. 2011;364(5):e7.
 93. Dooley J, Fegley A. Laboratory monitoring of mechanical ventilation. *Crit Care Clin*. 2007;23(2):135-48, vii. Review.
 94. Victorino JA, Borges JB, Okamoto VN, Matos GF, Tucci MR, Caramze MP, et al. Imbalances in regional lung ventilation: a validation study on electrical impedance tomography. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004;169(7):791-800.
 95. Costa EL, Borges JB, Melo A, Suarez-Sipmann F, Toufen C Jr, Bohm SH, et al. Bedside estimation of recruitable alveolar collapse and hyperdistension by electrical impedance tomography. *Intensive Care Med*. 2009;35(6):1132-7.
 96. Costa EL, Lima RG, Amato MB. Electrical impedance tomography. *Curr Opin Crit Care*. 2009;15(1):18-24. Review.
 97. Putensen C, Wrigge H, Zinserling J. Electrical impedance tomography guided ventilation therapy. *Curr Opin Crit Care*. 2007;13(3):344-50.
 98. Leonhardt S, Lachmann B. Electrical impedance tomography: the holy grail of ventilation and perfusion monitoring? *Intensive Care Med*. 2012;38(12):1917-29.
 99. Constantin JM, Grasso S, Chanques G, Aouf S, Futier E, Sebbane M, et al. Lung morphology predicts response to recruitment maneuver in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*. 2010;38(4):1108-17.
 100. Gattinoni L, Caironi P, Cressoni M, Chiumello D, Ranieri VM, Quintel M, et al. Lung recruitment in patients with the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2006;354(17):1775-86.
 101. Caironi P, Cressoni M, Chiumello D, Ranieri M, Quintel M, Russo SG, et al. Lung opening and closing during ventilation of acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010;181(6):578-86.
 102. Lichtenstein D. Should lung ultrasonography be more widely used in the assessment of acute respiratory disease? *Expert Rev Respir Med*. 2010;4(5):533-8.
 103. Dexheimer Neto FL, Dalcin PT, Teixeira C, Beltrami FG. Lung ultrasound in critically ill patients: a new diagnostic tool. *J Bras Pneumol*. 2012;38(2):246-56. Review.
 104. Fraser GL, Prato BS, Riker RR, Berthiaume D, Wilkins ML. Frequency, severity, and treatment of agitation in young versus elderly patients in the ICU. *Pharmacotherapy*. 2000;20(1):75-82.
 105. Rotondi AJ, Chelluri L, Sirio C, Mendelsohn A, Schulz R, Belle S, et al. Patients' recollections of stressful experiences while receiving prolonged mechanical ventilation in an intensive care unit. *Crit Care Med*. 2002;30(4):746-52.
 106. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *Lancet*. 2009;373(9678):1874-82.
 107. Jakob SM, Ruokonen E, Grounds RM, Sarapohja T, Garratt C, Pocock SJ, Bratty JR, Takala J; Dexmedetomidine for Long-Term Sedation Investigators. Dexmedetomidine vs midazolam or propofol for sedation during prolonged mechanical ventilation: two randomized controlled trials. *JAMA*. 2012;307(11):1151-60.
 108. Erstad BL, Puntillo K, Gilbert HC, Grap MJ, Li D, Medina J, et al. Pain management principles in the critically ill. *Chest*. 2009;135(4):1075-86.
 109. Riker RR, Shehabi Y, Bokesch PM, Ceraso D, Wisemandle W, Koura F, Whitten P, Margolis BD, Byrne DW, Ely EW, Rocha MG; SEDCOM (Safety and Efficacy of Dexmedetomidine Compared With Midazolam) Study Group. Dexmedetomidine versus midazolam for sedation of critically ill patients: a randomized trial. *JAMA*. 2009;301(5):489-99.
 110. Barr J, Fraser GL, Puntillo K, Ely EW, Gélinas C, Dasta JF, Davidson JE, Devlin JW, Kress JP, Joffe AM, Coursin DB, Herr DL, Tung A, Robinson BR, Fontaine DK, Ramsay MA, Riker RR, Sessler CN, Pun B, Skrobik Y, Jaeschke R; American College of Critical Care Medicine. 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.
 111. 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, Guérin C, Prat G, Morange S, Roch A; ACURASYS Study Investigators. Neuromuscular blockers in early acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2010;363(12):1107-16.
 112. Sessler CN, Gosnell MS, Grap MJ, Brophy GM, O'Neal PV, Keane KA, et al. The Richmond Agitation-Sedation Scale:

- validity and reliability in adult intensive care unit patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(10):1338-44.
113. Rikker RR, Picard JT, Fraser GL. Prospective evaluation of the Sedation-Agitation Scale for adult critically ill patients. *Crit Care Med.* 1999;27(7):1325-9.
 114. Mehta S, Burry L, Cook D, Fergusson D, Steinberg M, Granton J, Herridge M, Ferguson N, Devlin J, Tanios M, Dodek P, Fowler R, Burns K, Jacka M, Olafson K, Skrobik Y, Hébert P, Sabri E, Meade M; SLEAP Investigators; Canadian Critical Care Trials Group. Daily sedation interruption in mechanically ventilated critically ill patients cared for with a sedation protocol: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2012;308(19):1985-92.
 115. Oddo M, Feihl F, Schaller MD, Perret C. Management of mechanical ventilation in acute severe asthma: practical aspects. *Intensive Care Med.* 2006;32(4):501-10.
 116. Lim WJ, Mohammed Akram R, Carson KV, Mysore S, Labiszewski NA, Wedzicha JA, et al. Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to severe acute exacerbations of asthma. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;12:CD004360. Review.
 117. Brenner B, Corbridge T, Kazzi A. Intubation and mechanical ventilation of the asthmatic patient in respiratory failure. *J Allergy Clin Immunol.* 2009;124(2 Suppl):S19-28.
 118. Stather DR, Stewart TE. Clinical review: Mechanical ventilation in severe asthma. *Crit Care.* 2005;9(6):581-7.
 119. Brenner B, Corbridge T, Kazzi A. Intubation and mechanical ventilation of the asthmatic patient in respiratory failure. *Proc Am Thorac Soc.* 2009;6(4):371-9.
 120. Leatherman JW, McArthur C, Shapiro RS. Effect of prolongation of expiratory time on dynamic hyperinflation in mechanically ventilated patients with severe asthma. *Crit Care Med.* 2004;32(7):1542-5.
 121. Leatherman JW, Ravenscraft SA. Low measured auto-positive end-expiratory pressure during mechanical ventilation of patients with severe asthma: hidden auto-positive end-expiratory pressure. *Crit Care Med.* 1996;24(3):541-6.
 122. Saulnier FF, Durocher AV, Deturck RA, Lefèbvre MC, Wattel FE. Respiratory and hemodynamic effects of halothane in status asthmaticus. *Intensive Care Med.* 1990;16(2):104-7.
 123. Peters JI, Stupka JE, Singh H, Rossrucker J, Angel LF, Melo J, et al. Status asthmaticus in the medical intensive care unit: a 30-year experience. *Respir Med.* 2012;106(3):344-8.
 124. 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):170-5.
 125. 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):1307-11.
 126. Wilcox SR, Bittner EA, Elmer J, Seigel TA, Nguyen NT, Dhillon A, et al. Neuromuscular blocking agent administration for emergent tracheal intubation is associated with decreased prevalence of procedure-related complications. *Crit Care Med.* 2012;40(6):1808-13.
 127. Perry JJ, Lee JS, Sillberg VA, Wells GA. Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008;(2):CD002788.
 128. Sparr HJ, Vermeyen KM, Beaufort AM, Rietbergen H, Proost JH, Saldien V, et al. Early reversal of profound rocuronium-induced neuromuscular blockade by sugammadex in a randomized multicenter study: efficacy, safety, and pharmacokinetics. *Anesthesiology.* 2007;106(5):935-43.
 129. Alcoforado L, Brandão S, Rattes C, Brandão D, Lima V, Ferreira Lima G, et al. Evaluation of lung function and deposition of aerosolized bronchodilators carried by heliox associated with positive expiratory pressure in stable asthmatics: a randomized clinical trial. *Respir Med.* 2013;107(8):1178-85.
 130. 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):300-1.
 131. Jezler S, Holanda MA, Jose A, Franca S. Ventilação mecânica na doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) descompensada. *J Brasil Pneumol.* 2007;33(Supl 2):S111-8.
 132. Reddy RM, Guntupalli KK. Review of ventilatory techniques to optimize mechanical ventilation in acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2007;2(4):441-52.
 133. Lightowler JV, Wedzicha JA, Elliott MW, Ram FS. Non-invasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure resulting from exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMJ.* 2003;326(7382):185.
 134. Sethi JM, Siegel MD. Mechanical ventilation in chronic obstructive lung disease. *Clin Chest Med.* 2000;21(4):799-818. Review.
 135. Leatherman JW. Mechanical ventilation in obstructive lung disease. *Clin Chest Med.* 1996;17(3):577-90. Review.
 136. García Vicente E, Sandoval Almengor JC, Díaz Caballero LA, Salgado Campo JC. [Invasive mechanical ventilation in COPD and asthma]. *Med Intensiva.* 2011;35(5):288-98. Spanish.
 137. Carames MP, Borges JB, Tucci MR, Okamoto VN, Carvalho CR, Kacmarek RM, et al. Paradoxical responses to positive end-expiratory pressure in patients with airway obstruction during controlled ventilation. *Crit Care Med.* 2005;33(7):1519-28.
 138. 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.
 139. Connors AF Jr, McCaffree DR, Gray BA. Effect of inspiratory flow rate on gas exchange during mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis.* 1981;124(5):537-43.
 140. Smith TC, Marini JJ. Impact of PEEP on lung mechanics and work of breathing in severe airflow obstruction. *J Appl Physiol* (1985). 1988;65(4):1488-99.
 141. Esteban A, Alía I, Gordo F, Fernández R, Solsona JF, Vallverdú I, et al. Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-tube or pressure support ventilation. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;156(2 Pt 1):459-65.
 142. Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J.* 2007;29(5):1033-56.
 143. Cordioli RL, Akoumianaki E, Brochard L. Nonconventional ventilation techniques. *Curr Opin Crit Care.* 2013;19(1):31-7. Review.

144. 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.
145. Hess DR. Ventilator waveforms and the physiology of pressure support ventilation. *Respir Care.* 2005;50(2):166-86; discussion 183-6.
146. Burns KE, Adhikari NK, Meade MO. A meta-analysis of noninvasive weaning to facilitate liberation from mechanical ventilation. *Can J Anaesth.* 2006;53(3):305-15.
147. Dhand R, Tobin MJ. Inhaled bronchodilator therapy in mechanically ventilated patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;156(1):3-10.
148. Dhand R, Duarte AG, Jubran A, Jenne JW, Fink JB, Fahey PJ, et al. Dose-response to bronchodilator delivered by metered-dose inhaler in ventilator-supported patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996;154(2 Pt 1):388-93.
149. Hess DR. Noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Respir Care.* 2013;58(6):950-72. Review.
150. 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.
151. Kurahashi K, Ota S, Nakamura K, Nagashima Y, Yazawa T, Satoh M, et al. Effect of lung-protective ventilation on severe *Pseudomonas aeruginosa* pneumonia and sepsis in rats. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol.* 2004;287(2):L402-10.
152. Eisner MD, Thompson T, Hudson LD, Luce JM, Hayden D, Schoenfeld D, Matthay MA; Acute Respiratory Distress Syndrome Network. Efficacy of low tidal volume ventilation in patients with different clinical risk factors for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;164(2):231-6.
153. Mandell LA, Wunderink RG, Anzueto A, Bartlett JG, Campbell GD, Dean NC, Dowell SF, File TM Jr, Musher DM, Niederman MS, Torres A, Whitney CG; Infectious Diseases Society of America; American Thoracic Society. Infectious Diseases Society of America/American Thoracic Society consensus guidelines on the management of community-acquired pneumonia in adults. *Clin Infect Dis.* 2007;44 Suppl 2:S27-72.
154. Savel RH, Yao EC, Gropper MA. Protective effects of low tidal volume ventilation in a rabbit model of *Pseudomonas aeruginosa*-induced acute lung injury. *Crit Care Med.* 2001;29(2):392-8.
155. Nahum A, Hoyt J, Schmitz L, Moody J, Shapiro R, Marini JJ. Effect of mechanical ventilation strategy on dissemination of intratracheally instilled *Escherichia coli* in dogs. *Crit Care Med.* 1997;25(10):1733-43.
156. Wanless S, Aldridge M. Continuous lateral rotation therapy - a review. *Nurs Crit Care.* 2012;17(1):28-35.
157. Anantham D, Jagadesan R, Tiew PE. Clinical review: Independent lung ventilation in critical care. *Crit Care.* 2005;9(6):594-600.
158. Mietto C, Pinciroli R, Patel N, Berra L. Ventilator associated pneumonia: evolving definitions and preventive strategies. *Respir Care.* 2013;58(6):990-1007.
159. Wang F, Bo L, Tang L, Lou J, Wu Y, Chen F, et al. Subglottic secretion drainage for preventing ventilator-associated pneumonia: an updated meta-analysis of randomized controlled trials. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012;72(5):1276-85.
160. Nseir S, Zerimech F, Fournier C, Lubret R, Ramon P, Durocher A, et al. Continuous control of tracheal cuff pressure and microaspiration of gastric contents in critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011;184(9):1041-7.
161. Labeau SO, Van de Vyver K, Brusselsaers N, Vogelaers D, Blot SI. Prevention of ventilator-associated pneumonia with oral antiseptics: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis.* 2011;11(11):845-54.
162. Silvestri L, van Saene HK. Selective decontamination of the digestive tract: an update of the evidence. *HSR Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth.* 2012;4(1):21-9.
163. Daneman N, Sarwar S, Fowler RA, Cuthbertson BH; SuDDICU Canadian Study Group. Effect of selective decontamination on antimicrobial resistance in intensive care units: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis.* 2013;13(4):328-41. Review.
164. Kollef MH, Afessa B, Anzueto A, Veremakis C, Kerr KM, Margolis BD, Craven DE, Roberts PR, Arroliga AC, Hubmayr RD, Restrepo MI, Auger WR, Schinner R; NASCENT Investigation Group. Silver-coated endotracheal tubes and incidence of ventilator-associated pneumonia: the NASCENT randomized trial. *JAMA.* 2008;300(7):805-13.
165. Ferguson ND, Frutos-Vivar F, Esteban A, Fernández-Segoviano P, Aramburu JA, Nájera L, et al. Acute respiratory distress syndrome: underrecognition by clinicians and diagnostic accuracy of three clinical definitions. *Crit Care Med.* 2005;33(10):2228-34.
166. Fröhlich S, Murphy N, Doolan A, Ryan O, Boylan J. Acute respiratory distress syndrome: underrecognition by clinicians. *J Crit Care.* 2013;28(5):663-8.
167. Pinheiro BV, Muraoka FS, Assis RV, Lamin R, Pinto SP, Ribeiro PJ Jr, et al. Accuracy of clinical diagnosis of acute respiratory distress syndrome in comparison with autopsy findings. *J Bras Pneumol.* 2007;33(4):423-8.
168. Esteban A, Anzueto A, Frutos F, Alía I, Brochard L, Stewart TE, Benito S, Epstein SK, Apezteguia C, Nightingale P, Arroliga AC, Tobin MJ; Mechanical Ventilation International Study Group. Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. *JAMA.* 2002;287(3):345-55.
169. Esteban A, Ferguson ND, Meade MO, Frutos-Vivar F, Apezteguia C, Brochard L, Raymondos K, Nin N, Hurtado J, Tomacic V, González M, Elizalde J, Nightingale P, Abroug F, Pelosi P, Arabi Y, Moreno R, Jibaja M, D'Empaire G, Sandi F, Matamis D, Montañez AM, Anzueto A; VENTILA Group. Evolution of mechanical ventilation in response to clinical research. *Am J Respir Crit Care Med.* 2008;177(2):170-7.
170. Frutos-Vivar F, Nin N, Esteban A. Epidemiology of acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Curr Opin Crit Care.* 2004;10(1):1-6.
171. Gajic O, Dabbagh O, Park PK, Adesanya A, Chang SY, Hou P, Anderson H 3rd, Hoth JJ, Mikkelsen ME, Gentile NT, Gong MN, Talmor D, Bajwa E, Watkins TR, Festic E, Yilmaz M, Iscimen R, Kaufman DA, Esper AM, Sadikot R, Douglas J, Sevransky J, Malinchoc M; U.S. Critical Illness and Injury Trials Group: Lung Injury Prevention Study Investigators (USCIITG-LIPS). Early identification of patients at risk of acute lung injury: evaluation of lung injury prediction score in a multicenter cohort study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011;183(4):462-70.
172. Mikkelsen ME, Shah CV, Meyer NJ, Gaijeski DF, Lyon S, Miltiades AN, et al. The epidemiology of acute respiratory distress syndrome in patients presenting to the emergency department with severe sepsis. *Shock.* 2013;40(5):375-81.

173. ARDS Definition Task Force, Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, Fan E, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. *JAMA*. 2012;307(23):2526-33.
174. 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*. 2006;34(5):1311-8.
175. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. *N Engl J Med*. 2000;342(18):1301-8.
176. Terragni PP, Rosboch G, Tealdi A, Corno E, Menaldo E, Davini O, et al. Tidal hyperinflation during low tidal volume ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007;175(2):160-6.
177. Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, Annane D, Gerlach H, Opal SM, Sevransky JE, Sprung CL, Douglas IS, Jaeschke R, Osborn TM, Nunnally ME, Townsend SR, Reinhart K, Kleinpell RM, Angus DC, Deutschman CS, Machado FR, Rubenfeld GD, Webb S, Beale RJ, Vincent JL, Moreno R; Surviving Sepsis Campaign Guidelines Committee including The Pediatric Subgroup. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock, 2012. *Intensive Care Med*. 2013;39(2):165-228.
178. Brower RG, Lanken PN, MacIntyre N, Matthay MA, Morris A, Ancukiewicz M, Schoenfeld D, Thompson BT; National Heart, Lung, and Blood Institute ARDS Clinical Trials Network. Higher versus lower positive end-expiratory pressures in patients with the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2004;351(4):327-36.
179. 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; Lung Open Ventilation Study Investigators. 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(6):637-45.
180. Mercat A, Richard JC, Vielle B, Jaber S, Osman D, Diehl JL, Lefrant JY, Prat G, Richecoeur J, Nieszkowska A, Gervais C, Baudot J, Bouadma L, Brochard L; Expiratory Pressure (Express) Study Group. Positive end-expiratory pressure setting in adults with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2008;299(6):646-55.
181. Briel M, Meade M, Mercat A, Brower RG, Talmor D, Walter SD, et al. 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(9):865-73.
182. 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(1):R22.
183. Suarez-Sipmann F, Bohm SH. Recruit the lung before titrating the right positive end-expiratory pressure to protect it. *Crit Care*. 2009;13(3):134.
184. 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(10):1132-9.
185. Guérin C, Reignier J, Richard JC, Beuret P, Gacouin A, Boulain T, Mercier E, Badet M, Mercat A, Baudin O, Clavel M, Chatellier D, Jaber S, Rosselli S, Mancebo J, Sirodot M, Hilbert G, Bengler C, Richecoeur J, Gainnier M, Bayle F, Bourdin G, Leray V, Girard R, Baboi L, Ayzac L; PROSEVA Study Group. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2013;368(23):2159-68.
186. Boissier F, Katsahian S, Razazi K, Thille AW, Roche-Campo F, Leon R, et al. Prevalence and prognosis of cor pulmonale during protective ventilation for acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*. 2013;39(10):1725-33.
187. Barbas CS, Matos GF, Amato MB, Carvalho CR. Goal-oriented respiratory management for critically ill patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Res Pract*. 2012;2012:952168.
188. 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; OSCILLATE Trial Investigators; Canadian Critical Care Trials Group. High-frequency oscillation in early acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2013;368(9):795-805.
189. Sud S, Sud M, Friedrich JO, Meade MO, Ferguson ND, Wunsch H, et al. High frequency oscillation in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome (ARDS): systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2010;340:c2327.
190. Abroug F, Ouannes-Besbes L, Dachraoui F, Ouannes I, Brochard L. An updated study-level meta-analysis of randomised controlled trials on proning in ARDS and acute lung injury. *Crit Care*. 2011;15(1):R6.
191. Messerole E, Peine P, Wittkopp S, Marini JJ, Albert RK. The pragmatics of prone positioning. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;165(10):1359-63.
192. Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, Wilson A, Allen E, Thalanany MM, Hibbert CL, Truesdale A, Clemens F, Cooper N, Firmin RK, Elbourne D; CESAR trial collaboration. 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.
193. Bein T, Weber F, Philipp A, Prasser C, Pfeifer M, Schmid FX, et al. A new pumpless extracorporeal interventional lung assist in critical hypoxemia/hypercapnia. *Crit Care Med*. 2006;34(5):1372-7.
194. Germann P, Braschi A, Della Rocca G, Dinh-Xuan AT, Falke K, Frostell C, et al. Inhaled nitric oxide therapy in adults: European expert recommendations. *Intensive Care Med*. 2005;31(8):1029-41.
195. Hurford WE, Cheifetz IM. Respiratory controversies in the critical care setting. Should heliox be used for mechanically ventilated patients? *Respir Care*. 2007;52(5):582-91; discussion 591-4.
196. Kallet RH. Adjunct therapies during mechanical ventilation: airway clearance techniques, therapeutic aerosols, and gases. *Respir Care*. 2013;58(6):1053-73.
197. Hoffman LA, Miro AM, Tasota FJ, Delgado E, Zullo TG, Lutz J, et al. Tracheal gas insufflation. Limits of efficacy in adults with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;162(2 Pt 1):387-92.

Sobre os autores

Grupo de trabalho AMIB e SBPT

Grupo de trabalho AMIB e SBPT (em ordem alfabética): Alexandre Biasi Cavalcanti, Alexandre Marini Ísola, Ana Maria Casati Gama, Antonio Carlos Magalhães Duarte, Arthur Vianna, Ary Serpa Neto, Augusto Manoel de Carvalho Farias, Bruno de Arruda Bravim, Bruno do Valle Pinheiro, Bruno Franco Mazza, Carlos Roberto Ribeiro de Carvalho, Carlos Toufen Júnior, Carmen Sílvia Valente Barbas, Cid Marcos Nascimento David, Corine Taniguchi, Débora Dutra da Silveira Mazza, Desanka Dragosavac, Diogo Oliveira Toledo, Eduardo Leite Costa, Eliana Bernardete Caser, Eliezer Silva, Fabio Ferreira Amorim, Felipe Saddy, Filomena Regina Barbosa Gomes Galas, Gisele Sampaio Silva, Gustavo Faissol Janot de Matos, João Claudio Emmerich, Jorge Luis dos Santos Valiatti, José Mario Meira Teles, Josué Almeida Victorino, Juliana Carvalho Ferreira, Luciana Passuello do Vale Prodomo, Ludhmila Abrahão Hajjar, Luiz Cláudio Martins, Luiz Marcelo Sá Malbouisson, Mara Ambrosina de Oliveira Vargas, Marcelo Alcântara Holanda, Marcelo Brito Passos Amato, Marcelo Park, Marcia Jacomelli, Marco Antonio Soares Reis, Marcos Tavares, Marta Cristina Paulette Damasceno, Moyzes Pinto Coelho Duarte Damasceno, Murillo Santucci César Assunção, Nazah Cherif Mohamad Youssef, Octavio Messeder, Paulo José Zimmermann Teixeira, Pedro Caruso, Péricles Almeida Delfino Duarte, Raquel Caserta Eid, Ricardo Goulart Rodrigues, Rodrigo Francisco de Jesus, Ronaldo Adib Kairalla, Sandra Justino, Sérgio Nogueira Nemer, Simone Barbosa Romero, Verônica Moreira Amado

Conflitos de interesse individuais

Carmen Sílvia Valente Barbas - Declara ter recebido honorário por aulas ministradas pelas empresas Covidien e Mindray. Alexandre Marini Ísola - Declara ter recebido honorário por aulas ministradas pelas empresas Covidien e Mindray. Augusto Manoel de Carvalho Farias - Declara recebimento de verba para estudo CAPTIVATE pela empresa NOVARTIS e custeio para comparecer a Congresso da AMIB pelas empresas Expressa e Sanofi-Aventis. Ana Maria Casati Gama - Declara ter recebido verba de apoio da empresa Boehringer por ministrar aula e para ir a Congresso da ATS em 2014. Arthur Oswaldo de Abreu Vianna - Declara recebimento de verba de apoio para participar de congressos de Medicina Intensiva da empresa E. Tamussino. Carlos Roberto Ribeiro Carvalho - Declara ter participação na empresa TIMPEL. Corine Taniguchi - Declara ter recebido honorários por uma palestra sobre pneumonia associada à ventilação mecânica pela empresa Covidien e duas aulas sobre desmame automático da ventilação mecânica pela empresa Draeger. Diogo Oliveira Toledo - Declara recebimento de honorários das empresas Danone e Nestlé por aulas ministradas. Gustavo Faissol Janot de Matos - Declara ter recebido auxílio financeiro da Empresa Edwards Lifescience por aula para treinamento de funcionários da empresa. Jorge Luis Valiatti - Declara ter recebido honorários da empresa Intermed do Brasil para consultoria e treinamentos durante os anos de 2005 a 2012. José Mario Meira Teles - Declara recebimento de honorários para ministrar aulas pela empresa Hospira. Juliana Carvalho Ferreira - Declara recebimento de verba para a Instituição que trabalha. Marcelo Brito Passos Amato - Declara que seu Laboratório (LIM-09 da FMUSP) tem recebido verbas de fomento à pesquisa nos últimos 5 anos das seguintes empresas: a) Covidien de 2012-2014 (para realização de estudos experimentais e simulações sobre sincronia paciente-ventilador), b) Dixtal Biomédica/Philips de 2009-2013 (para realização de estudos experimentais sobre Tomografia por Impedância Elétrica), c) Timpel S.A. de 2013-2014 (para realização de estudos experimentais sobre Tomografia por Impedância Elétrica). Marcelo Alcântara Holanda - Declara ser idealizador e sócio proprietário da plataforma e do simulador virtual XLung para ensino da Ventilação Mecânica. Marcelo Park - Declara que recebeu financiamento para palestras sobre ECMO das empresas Maquet e Nipro. Murillo Santucci César Assunção - Declara ter recebido honorários para aulas das seguintes indústrias: Edwards Lifescience, Eli Lilly, Pfizer, Astrazeneca, Roche, Thermo- Fisher, Astellas, Novartis, Baxter e; verbas e monitores para estudos de Edwards Lifescience, Dixtal-Philips, Masimo e Eli Lilly. Alexandre Biasi Cavalcanti, Antonio Duarte, Ary Serpa Neto, Bruno Bravin, Bruno do Valle Pinheiro, Bruno Franco Mazza, Carlos Toufen, Cid Marcos David, Débora Dutra da Silveira Mazza, Desanka Dragosavac, Eduardo Leite, Eliana Caser, Eliezer Silva, Fabio Amorim, Felipe Saddy, Filomena Galas, Gisele Sampaio, João Claudio Emmerich, Josué Victorino, Luciana Prodomo, Ludhmila Abrahão Hajjar, Luis Claudio Martins, Luis Marcelo Malbouisson, Mara Ambrosina Vargas, Marco Antonio Soares Reis, Marcia Jacomelli, Marcos Soares Tavares, Marta Cristina Paulette Damasceno, Moyzes Pinto Coelho Duarte Damasceno, Nazah Youssef, Paulo José Zimmermann, Pedro Caruso, Péricles Almeida Delfino Duarte, Octavio Messeder, Raquel Caserta Eid, Ricardo Goulart Rodrigues, Rodrigo Francisco de Jesus, Ronaldo Adib Kairalla, Sandra Justino, Sergio Nemer, Simone Barbosa Romero e Verônica Amado - Negaram conflitos de interesse.