

# Ventilação Mecânica Não-Invasiva com Pressão Positiva

## *Noninvasive Mechanical Ventilation with Positive Pressure*

Guilherme P. P. Schettino<sup>1</sup>, Marco Antonio Soares Reis<sup>2</sup>, Filomena Galas<sup>3</sup>, Marcelo Park<sup>4</sup>,  
Suelene Aires Franca<sup>5</sup>, Valdelis Novis Okamoto<sup>6</sup>, Carlos R. R. Carvalho<sup>7</sup>

### RESUMO

**JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS:** Em 2000, foi publicado o II Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. Desde então, o conhecimento na área da ventilação mecânica avançou rapidamente, com a publicação de numerosos estudos clínicos que acrescentaram informações importantes para o manejo de pacientes críticos em ventilação artificial. Além disso, a expansão do conceito de Medicina Baseada em Evidências determinou a hierarquização das recomendações clínicas, segundo o rigor metodológico dos estudos que as embasaram. Essa abordagem explícita vem ampliando a compreensão e a aplicação das recomendações clínicas. Por esses motivos, a AMIB – Associação de Medicina Intensiva Brasileira – e a SBPT – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – julgaram conveniente a atualização das recomendações descritas no Consenso anterior. Dentre os tópicos selecionados a Ventilação Mecânica Não-Invasiva foi um dos temas propostos. O objetivo deste estudo foi descrever os pontos mais importantes relacionados à ventilação mecânica na forma não-invasiva (VMNI) e sugerir as principais indicações dessa modalidade.

**MÉTODO:** Objetivou-se chegar a um documento suficientemente sintético, que refletisse a melhor evidência disponível na literatura. A revisão bibliográfica baseou-se na busca de estudos através de palavras-chave e

em sua gradação conforme níveis de evidência. As palavras-chave utilizadas para a busca foram: Ventilação mecânica não invasiva: *Non-invasive mechanical ventilation*.

**RESULTADOS:** São apresentadas recomendações quanto à utilização da VMNI nas diversas formas de insuficiência respiratória e no desmame da ventilação mecânica.

**CONCLUSÕES:** A VMNI está indicada como o tratamento preferencial na exacerbação da DPOC, assim como, na assistência de pacientes em edema agudo de pulmão.

**Unitermos:** agudização da DPOC, edema agudo de pulmão, recomendação, ventilação mecânica não-invasiva

### SUMMARY

**BACKGROUND AND OBJECTIVES:** The II Brazilian Consensus Conference on Mechanical Ventilation was published in 2000. Knowledge on the field of mechanical ventilation evolved rapidly since then, with the publication of numerous clinical studies with potential impact on the ventilatory management of critically ill patients. Moreover, the evolving concept of evidence - based medicine determined the grading of clinical recommendations according to the methodological value of the studies on which they are based. This explicit approach has broadened the understanding and adoption of clinical recommendations. For these reasons, AMIB – Associação de Medicina Intensiva Brasileira and SBPT – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – decided to update the recommendations of the II Brazilian Consensus. Non-Invasive Mechanical ventilation has been one of the updated topics. Describe the most important topics on the non-invasive mechanical ventilation and suggest the main therapeutic approaches of this modality.

**METHODS:** Systematic review of the published literature and gradation of the studies in levels of evidence, using

1. UTI do Hospital Sírio-Libanês e UTI-Respiratória do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (SP)
2. Hospital Universitário São José, Belo Horizonte (MG)
3. UTI do Hospital Sírio-Libanês e Divisão de Anestesia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (SP)
4. UTI da Disciplina de Emergências Clínicas do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (SP)
5. UTI do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás (GO)
6. UTI do Hospital AC Camargo (SP)
7. UTI-Respiratória do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (SP)

©Associação de Medicina Intensiva Brasileira, 2007

the keywords “non-invasive mechanical ventilation”.

**RESULTS:** Recommendations on the non-invasive mechanical ventilation during respiratory failure and weaning are presented.

**CONCLUSIONS:** Non-invasive mechanical ventilation is the main form of ventilatory support during exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease and in acute pulmonary edema patients.

**Key Words:** acute pulmonary edema, COPD, non-invasive mechanical ventilation, recommendation.

## INTRODUÇÃO

O uso da ventilação mecânica não-invasiva com pressão positiva (VMNI) para o tratamento de pacientes com insuficiência respiratória aguda ou crônica agudizada foi, certamente, um dos maiores avanços da ventilação mecânica nas últimas duas décadas. Apesar do seu uso ser relativamente recente, o grande número de séries de casos, ensaios clínicos aleatórios, metanálises ou revisões sistemáticas, assim como conferências de consenso e diretrizes publicadas até o presente momento, tornaram a aplicação dessa técnica mais “baseada em evidências” do que provavelmente qualquer outra medida de suporte ventilatório<sup>1,2</sup>. Hoje não há dúvidas de que o uso da VMNI em grupos selecionados de pacientes, como, por exemplo, pacientes com exacerbção de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), é responsável pela diminuição da necessidade de intubação, mortalidade e custos do tratamento, motivo pelo qual o seu uso vem se tornando cada vez mais freqüente.

A seguir serão descritas as melhores evidências e recomendações para o uso da VMNI em ambiente hospitalar no tratamento de pacientes adultos com insuficiência respiratória aguda ou insuficiência respiratória crônica agudizada.

## ASPECTOS TÉCNICOS PARA USO DA VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO-INVASIVA INTERFACES

As máscaras nasais ou oronasais são as interfaces mais freqüentemente utilizadas para a aplicação da VMNI no ambiente hospitalar. A máscara nasal é, provavelmente, a interface mais confortável, porém a resistência das narinas ao fluxo de ar e a presença do vazamento de ar pela boca podem limitar o seu uso em alguns pacientes<sup>3-5</sup>. A máscara oronasal, também conhecida como facial, é a interface mais utilizada para

pacientes com insuficiência respiratória aguda, permitindo maior volume corrente quando comparada com a máscara nasal e, conseqüentemente, correção mais rápida das trocas gasosas<sup>6</sup>. Apesar dessas vantagens teóricas, não existe evidência suficiente para recomendar o uso da máscara oronasal ao invés da nasal para pacientes com insuficiência respiratória aguda<sup>7</sup>. Máscaras com orifício de exalação na própria máscara podem diminuir a reinalação de CO<sub>2</sub> quando comparadas com o uso de orifícios de exalação no circuito único dos ventiladores de VMNI<sup>8</sup>.

Na tentativa de melhorar o conforto e a tolerância dos pacientes durante a VMNI, dispõe-se atualmente novas interfaces, como, por exemplo, a máscara facial total e o capacete. A máscara facial total tem a vantagem de diminuir o vazamento e possibilitar o uso de maiores pressões inspiratórias. Maior área de contato entre a máscara e a face do paciente pode diminuir as lesões de pele relacionadas ao uso da máscara e tornar o seu uso mais confortável<sup>9</sup>. Schettino e col.<sup>8</sup> demonstraram que apesar do maior volume interno de ar nessa máscara, a reinalação de CO<sub>2</sub> durante o uso da máscara facial total é semelhante à das máscaras oronasais. Os capacetes têm a vantagem de eliminar o contato da interface com a face do paciente, evitando assim, complicação mais freqüente da VMNI, que é a lesão de pele. O grande espaço-morto dos capacetes e a sua parede muito complacente levam, respectivamente, à reinalação de CO<sub>2</sub> e à necessidade do uso de maiores valores de pressão inspiratória para garantir a correção das trocas gasosas<sup>10</sup>. O ruído interno dos capacetes pode ser um grande limitante para o seu uso<sup>11</sup>.

## VENTILADORES E MODOS VENTILATÓRIOS

Teoricamente, qualquer ventilador mecânico e modo ventilatório podem ser utilizados para a ventilação não invasiva, desde que o seu funcionamento não seja prejudicado pela presença de vazamento.

Os ventiladores específicos para VMNI têm como característica principal a presença de um circuito único, por onde ocorrem tanto a inspiração como a expiração. Um orifício localizado na porção distal desse circuito é obrigatório para minimizar a reinalação de CO<sub>2</sub> durante a inspiração<sup>8,12,13</sup>. Esse orifício faz com que haja um vazamento contínuo de ar pelo circuito, eliminando o CO<sub>2</sub> exalado pelo paciente durante a expiração. Por esse motivo, os ventiladores específicos para VMNI foram desenhados para funcionar na presença de vazamento. Tolerância ao vazamento, boa

sincronia paciente-ventilador e preço competitivo são as principais vantagens desses ventiladores, quando comparados aos ventiladores de UTI<sup>14-16</sup>. Restrição de alguns modos ventilatórios, limitação de alarmes e dificuldade para o ajuste da FIO<sub>2</sub> são algumas das limitações desses aparelhos específicos para VMNI, porém alguns modelos já apresentam esses requisitos. Os novos ventiladores de UTI estão sendo adaptados para funcionarem tanto durante a ventilação invasiva quanto não invasiva. Algoritmos para a compensação automática de vazamento e a possibilidade do ajuste do critério de ciclagem da fase inspiratória para a expiração durante a pressão de suporte são exemplos de mudanças para facilitar o uso dos ventiladores de UTI para o suporte ventilatório não-invasivo. Entretanto, não existe, até o momento, nenhum estudo comparando o uso de ventiladores de UTI com aqueles específicos para VMNI para o suporte ventilatório não-invasivo em pacientes com insuficiência respiratória aguda.

Existem relatos do uso bem sucedido de VMNI com emprego dos modos CPAP, volume controlado, pressão controlada, pressão de suporte e ventilação assistida proporcional (PAV).

Para pacientes com DPOC agudizada, pressão de suporte e PEEP (PS + PEEP ou *inspiratory positive airway pressure*, também conhecido como IPAP, nível acima da EPAP – *expiratory positive airway pressure*) é o modo ventilatório utilizado na maioria dos estudos publicados até o momento, sendo por isto o modo ventilatório recomendado pela maioria dos autores<sup>17</sup>. Nessa modalidade, a PS (ou IPAP) deve ser ajustada para gerar um volume-corrente por volta de 6 a 8 mL/kg e frequência respiratória < 30/min. Valor da PEEP (ou EPAP) deve ser inferior ao da PEEP intrínseca (devido à dificuldade de medir a PEEP intrínseca durante a ventilação espontânea, sugere-se o uso da PEEP/EPAP inicialmente em torno de 6 cmH<sub>2</sub>O). A ventilação assistida proporcional (PAV) pode ser uma alternativa a PS + PEEP para VMNI na DPOC agudizada, como demonstrado em alguns estudos clínicos<sup>18,20</sup>.

CPAP (*continuous positive airway pressure*) é um modo ventilatório empregado com frequência para o suporte ventilatório não invasivo de pacientes com edema agudo de pulmão (EAP). Nessa situação, acredita-se que se deva utilizar um valor mínimo de 10 cmH<sub>2</sub>O para garantir os benefícios hemodinâmicos e ventilatórios da CPAP. Deve-se lembrar que a CPAP não é capaz de aumentar a ventilação alveolar, motivo pelo qual, na presença de hipercapnia, é dada pre-

ferência ao uso da ventilação não-invasiva com dois níveis de pressão<sup>21,22</sup>. Fu e col.<sup>23</sup> demonstraram que a CPAP obtida com gerador de fluxo tem funcionamento semelhante à CPAP de ventiladores mecânicos para aplicação não-invasiva.

## LIMITAÇÕES PARA O USO DA VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO-INVASIVA

A adequada seleção dos pacientes ao uso da ventilação não-invasiva é o primeiro passo para o sucesso da técnica (Quadro 1). Como a VMNI é uma modalidade de suporte ventilatório parcial e sujeita a interrupções, essa técnica não deve ser utilizada em pacientes totalmente dependentes da ventilação mecânica para se manterem vivos. A cooperação do paciente é importante para o sucesso da VMNI, tornando o seu uso limitado nos pacientes com rebaixamento do estado de consciência ou com agitação. Da mesma forma, pela inexistência de uma prótese traqueal a VMNI só deve ser utilizada naqueles pacientes capazes de manter a permeabilidade da via aérea superior, assim como a integridade dos mecanismos de deglutição e a capacidade de mobilizar secreções. Instabilidade hemodinâmica grave, caracterizada pelo uso de aminas vasopressoras, e disritmias complexas são consideradas contra-indicações para o uso da VMNI pela maioria dos autores. Pacientes com distensão abdominal ou vômitos não devem utilizar VMNI pelo risco de aspiração. Pós-operatório imediato de cirurgia do esôfago é contra-indicação para VMNI, entretanto dúvidas persistem acerca da segurança do seu uso no pós-operatório de cirurgias gástricas. Trauma de face, lesão aguda e/ou sangramento de via aérea são também consideradas limitações para o uso da VMNI.

### Quadro 1 – Contra-Indicações para o Uso da Ventilação Mecânica Não-Invasiva com Pressão Positiva

---

Diminuição da consciência, sonolência, agitação, confusão ou recusa do paciente  
 Instabilidade hemodinâmica com necessidade de medicamento vasopressor, choque (pressão arterial sistólica < 90 mmHg), disritmias complexas  
 Obstrução de via aérea superior ou trauma de face  
 Tosse ineficaz ou incapacidade de deglutição  
 Distensão abdominal, náuseas ou vômitos  
 Sangramento digestivo alto  
 Infarto agudo do miocárdio  
 Pós-operatório recente de cirurgia de face, via aérea superior ou esôfago  
 Uso de VMNI é controverso: pós-operatório de cirurgia gástrica, gravidez

---

## INDICAÇÕES PARA O USO DA VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO-INVASIVA

A seguir serão descritas as recomendações e os graus de evidência para o emprego da VMNI nas condições mais freqüentes para o seu uso em ambiente hospitalar, com enfoque na redução da taxa de intubação e da mortalidade. Caso existam estudos com diferentes níveis de evidência e concordantes em recomendar ou não o uso da VMNI, serão descritos somente os estudos com os maiores níveis de evidências.

### VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO-INVASIVA NA EXACERBAÇÃO DA DPOC

**Recomendação:** VMNI deve ser utilizada como tratamento de primeira escolha para pacientes com agudização da DPOC, especialmente para aqueles pacientes com exacerbação grave, caracterizada pela presença de acidose respiratória ( $\text{pH} < 7,35$ ) que persiste a despeito de tratamento médico máximo associado a oxigenoterapia controlada. O uso de VMNI diminui a necessidade de intubação e reduz a mortalidade hospitalar desses pacientes. Por esses motivos, essa intervenção deve estar disponível nos hospitais que atendam pacientes com exacerbação de DPOC.

#### **Grau de Recomendação: A**

**Comentário:** A evidência mais forte para o benefício do uso da VMNI, tanto para a diminuição da necessidade de intubação quanto para a redução da mortalidade, é no tratamento da exacerbação da DPOC. Existem, até o momento, três metanálises<sup>24,26</sup> baseadas em estudos controlados e aleatórios, realizados exclusivamente em pacientes com DPOC agudizada<sup>27-34</sup> que comprovam o benefício do uso da VMNI para diminuir tanto a necessidade de intubação quanto a mortalidade hospitalar,

quando a ventilação não invasiva é comparada com o tratamento convencional para esses pacientes. Entretanto, a análise de Keenan e col.<sup>25</sup> reportou que esses benefícios não foram demonstrados em pacientes com exacerbações mais leves de DPOC, enfatizando o conceito de que a VMNI é indicada para pacientes com exacerbações mais graves, acompanhadas de hiper-capnia e acidose respiratória. Esse conceito foi recentemente questionado por estudo aleatório chinês, com 342 pacientes, em que a VMNI foi aplicada a pacientes em fase precoce (entre 24 e 48h) de exacerbação aguda de DPOC que demonstrou benefício também para os casos com menor alteração de pH e  $\text{PaCO}_2$ . Nesse estudo, houve menor taxa de intubação no grupo que recebeu VMNI (4,7% *versus* 15,2% no grupo controle,  $p = 0,002$ ). A diferença de mortalidade entre os grupos, porém, não foi significativa (4,1% *versus* 7%)<sup>35</sup>. A tabela 1, adaptada de Hess<sup>17</sup>, descreve o benefício da VMNI em diminuir a necessidade de intubação e mortalidade para pacientes com exacerbação da DPOC segundo as referidas metanálises.

### VMNI NA EXACERBAÇÃO DA ASMA

**Recomendação:** VMNI pode ser utilizada em conjunto com o tratamento medicamentoso convencional para o cuidado de pacientes selecionados com exacerbação aguda e grave da asma.

#### **Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** O sucesso do emprego da VMNI no tratamento da agudização da DPOC fez com que o seu uso fosse também tentado no tratamento da exacerbação da asma. Meduri e col.<sup>36</sup> descreveram o uso da VMNI em 17 pacientes com exacerbação aguda de asma e relataram que a intubação foi necessária em apenas três desses casos. Soroksky e col.<sup>37</sup> realizaram

Tabela 1 – Ventilação Mecânica Não-Invasiva para Exacerbação da DPOC: Metanálises

Autores	Estudos (n)	Intubação	Mortalidade
Lightowler e col. <sup>24</sup>	8	Risco relativo = 0,42 IC 95% = 0,31 a 0,59	Risco relativo = 0,41 IC 95% = 0,26 a 0,64
Keenan e col. <sup>25</sup>	15	Exacerbação grave*: Redução do risco = 34% IC 95% = 22% a 46% Exacerbação não grave: Redução do risco = 0% IC 95% = -11% a 11%	➤ Exacerbação grave*: Redução do risco = 12% IC 95% = 6% a 18% ➤ Exacerbação não grave: Redução do risco = 2% IC 95% = - 8% a 12%
Ram e col. <sup>26</sup>	14	Risco relativo = 0,41 IC 95% = 0,33 a 0,53	Risco relativo = 0,52 IC 95% = 0,35 a 0,76

Legenda: n: número de estudos incluídos na metanálise; IC: intervalo de confiança; \* Exacerbação grave: definida como acidose respiratória ( $\text{pH} < 7,30$ ) ou mortalidade hospitalar observada no grupo controle  $> 10\%$ . Observação: Risco relativo  $< 1$  indica proteção.

um estudo aleatório em 30 pacientes com agudização de asma, que incluía o uso de uma manobra de “VMNI-placebo” no grupo controle (que consistiu na utilização de VMNI com pressões ins e expiratória de 1 cmH<sub>2</sub>O), para avaliar o benefício da VMNI nessa condição. Esses autores demonstraram que os pacientes que receberam VMNI por três horas consecutivas apresentaram melhora mais rápida dos sintomas, aumento do VEF<sub>1</sub> e diminuição da necessidade de internação em relação ao grupo controle. Revisão sistemática recente da Cochrane<sup>38</sup> sobre o tema não encontrou nenhum outro estudo relevante, a não ser o já descrito, concluindo que o uso da VMNI para o tratamento da exacerbação grave da asma parece promissor, porém o único estudo publicado, devido ao limitado número de pacientes avaliados, não permite a recomendação definitiva para o seu uso.

## VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO-INVASIVA NO EDEMA PULMONAR CARDIOGÊNICO

### CPAP NO EDEMA PULMONAR CARDIOGÊNICO

**Recomendação:** O uso de CPAP é seguro e diminui a necessidade de intubação para pacientes com edema agudo de pulmão, devendo ser aplicado precocemente e em conjunto com a terapia medicamentosa convencional.

**Grau de Recomendação: A**

**Comentário:** As evidências para a utilização de CPAP em insuficiência respiratória aguda vêm de três ensaios clínicos aleatórios<sup>39-41</sup> que compararam CPAP com tratamento convencional em pacientes com edema pulmonar cardiogênico (EPC). Rasanen e col.<sup>39</sup> compararam o tratamento convencional isolado ou associado ao uso de pressão positiva contínua em vias aéreas (CPAP = 10 cmH<sub>2</sub>O), para pacientes com edema pulmonar de origem cardíaca. Nesse estudo, houve apenas melhora mais rápida da hipoxemia no grupo que usou CPAP. No estudo de Bersten<sup>40</sup>, 39 pacientes com EPC e alto risco de intubação, caracterizado pela presença de hiper-capnia, foram aleatorizados para receber tratamento convencional, associada ou não a CPAP = 10 cmH<sub>2</sub>O. Além da melhora rápida da hiper-capnia e da hipoxemia, nenhum paciente que recebeu CPAP foi intubado, *versus* 35% daqueles em tratamento convencional. Na casuística de Lin e col.<sup>41</sup>, com 100 pacientes, foi aplicado CPAP em níveis progressivamente maiores, variando de 2,5 até 12,5 cmH<sub>2</sub>O, num intervalo de duas horas e meia. O resultado foi concordante com o estudo de Bersten<sup>40</sup>. A análise conjunta desses três es-

tudos<sup>42</sup> mostrou redução na necessidade de intubação (diferença de risco = -26%, IC 95% = -13% a -38%) e tendência à redução na mortalidade (diferença de risco = -6,6%, IC 95% = 3% a -16%) com o uso do CPAP. Em estudo mais recente, L’Her e col.<sup>43</sup> demonstraram, em 89 pacientes consecutivos, com idade acima de 80 anos, a superioridade do uso de CPAP = 10 cmH<sub>2</sub>O em termos de redução de complicações (17 pacientes no grupo controle *versus* 4 pacientes no grupo CPAP; p = 0,002) e de mortalidade com 48 horas de inclusão (tratamento convencional = 24% *versus* CPAP = 7%; p = 0,017). Porém, não houve diferença nas taxas de mortalidade hospitalar entre os dois grupos de estudo.

### VMNI COM DOIS NÍVEIS DE PRESSÃO NO EDEMA PULMONAR CARDIOGÊNICO

**Recomendação:** Pacientes com hiper-capnia associada à hipoxemia parecem ser os que mais se beneficiam do uso da VMNI com PEEP acrescido de pressão de suporte (PEEP + PS) no tratamento do EPC. O uso de pressão expiratória de 10 cmH<sub>2</sub>O parece ser o ponto chave do benefício respiratório/hemodinâmico para pacientes com edema agudo dos pulmões de origem cardíaca, tanto durante o uso do CPAP, quanto na VMNI com PEEP + PS.

**Grau de Recomendação: B**

**Comentários:**

**a) VMNI COM PEEP E PS *versus* CPAP:** Não é claro, no momento, se a VMNI com PEEP e PS é superior a CPAP no tratamento do EPC<sup>44,45</sup>. No primeiro estudo utilizando VMNI com PEEP e PS para o tratamento do EPC, Mehta e col.<sup>46</sup> compararam 14 pacientes em uso de VMNI com PS = 15 cmH<sub>2</sub>O + PEEP = 5 cmH<sub>2</sub>O, com 13 pacientes em uso de CPAP = 10 cmH<sub>2</sub>O. Houve, na análise intragrupo, diminuição mais rápida na pressão arterial, frequências cardíaca e respiratória no grupo aleatório para o uso de VMNI com PEEP e PS. A taxa de intubação foi semelhante, porém o resultado que tornou esse estudo polêmico foi a elevada taxa de infarto agudo do miocárdio no grupo VMNI com PEEP e PS (71% *versus* 31%), o que resultou na interrupção do estudo. No ensaio clínico de Bellone e col.<sup>47</sup>, 36 pacientes com edema agudo dos pulmões e hiper-capnia (PaCO<sub>2</sub> > 45 mmHg) foram aleatorizados para tratamento com CPAP = 10 cmH<sub>2</sub>O ou VMNI com PEEP = 5 cmH<sub>2</sub>O e PS = 15 cmH<sub>2</sub>O). Nesse estudo, não houve diferença entre os grupos com relação a tempo para melhora clínica, taxa de intubação e mortalidade hospitalar. Níveis de troponina I sérica e de infarto agudo do miocárdio foram semelhantes nos dois grupos.

**b) VMNI COM PEEP E PS versus OXIGENOTERAPIA:**

Também não é claro, no momento, se VMNI com PEEP e PS é superior ao tratamento convencional do EPC (o benefício parece existir em pacientes com hipercapnia). No estudo aleatório de Masip e col.<sup>21</sup>, comparando o tratamento convencional, associado ou não ao uso da VMNI com PEEP e PS, houve melhora da hipoxemia, redução da taxa de intubação (5% *versus* 33%) e recuperação mais rápida da hipercapnia no grupo aleatório para VMNI com PEEP e PS. Os efeitos benéficos do uso da VMNI com PEEP e PS foram mais evidentes para aqueles pacientes hipercápnicos na aleatorização. A incidência de infarto agudo do miocárdio foi semelhante em ambos os grupos. Nava e col.<sup>48</sup> estudaram 130 pacientes que receberam VMNI com PEEP = 5 cmH<sub>2</sub>O e PS = 15 cmH<sub>2</sub>O ou tratamento convencional. Apenas os pacientes com hipercapnia (PaCO<sub>2</sub> > 45 mmHg) alocados para uso da VMNI com PEEP e PS tiveram redução na taxa de intubação (6% *versus* 28%, p = 0,015). A taxa de infarto agudo do miocárdio foi igual nos dois grupos.

**c) VMNI COM PEEP E PS versus CPAP versus OXIGENOTERAPIA:**

No estudo de Crane<sup>49</sup>, 60 pacientes foram aleatorizados para tratamento convencional, CPAP = 10 cmH<sub>2</sub>O ou VMNI com PEEP = 5 cmH<sub>2</sub>O e PS = 15 cmH<sub>2</sub>O. Houve melhora semelhante entre os grupos na oxigenação, acidose e diminuição da frequência respiratória. As taxas de intubação e de infarto agudo do miocárdio também foram semelhantes entre os grupos. No entanto, a mortalidade hospitalar maior nos grupos controle e VMNI com PEEP e PS, comparados com o grupo CPAP (30% no grupo controle, 15% no grupo VMNI com PEEP e PS e 0% no grupo CPAP). No estudo de Park e col.<sup>22</sup>, 80 pacientes com EPC foram aleatorizados para receber tratamento convencional (oxigenoterapia com FIO<sub>2</sub> = 0,5), CPAP = 10 cmH<sub>2</sub>O ou VMNI com PS = 15 cmH<sub>2</sub>O + PEEP = 10 cmH<sub>2</sub>O. Além da melhora equivalente dos sinais vitais nos grupos CPAP e VMNI com PEEP + PS, observaram melhora nitidamente superior em relação ao grupo tratado de forma convencional, a taxa de intubação foi reduzida de 42% durante o tratamento convencional para 7% em ambos os grupos que usaram pressão positiva não-invasiva, havendo também redução da mortalidade em 14 dias a favor dos pacientes que utilizaram pressão positiva não-invasiva (CPAP e VMNI com PEEP + PS). Não houve aumento da incidência de infarto agudo do miocárdio nessa população.

**VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO-INVASIVA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA HIPOXÊMICA**

**Recomendação:** A VMNI pode ser benéfica na insuficiência respiratória hipoxêmica, porém seu uso deve ser cauteloso.

**Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** A insuficiência respiratória hipoxêmica pode ser causada por várias doenças, com características fisiopatológicas e curso clínico distintos, o que torna a avaliação dos benefícios do uso da VMNI para o tratamento de pacientes nessa condição complexa e controversa<sup>1,17,50-53</sup>. Alguns estudos, apesar de considerarem casuísticas heterogêneas, mostram benefícios do uso da VMNI em reduzir a necessidade de intubação, complicações associadas à ventilação mecânica e mesmo mortalidade quando a VMNI é comparada com tratamento convencional, ou mesmo com a ventilação invasiva, para o cuidado de pacientes com insuficiência respiratória hipoxêmica. Em um dos primeiros ensaios clínicos de VMNI na insuficiência respiratória hipoxêmica, Antonelli e col.<sup>54</sup>, em 1998, compararam 64 pacientes com insuficiência respiratória aguda de diversas etiologias que foram submetidos à ventilação mecânica invasiva ou VMNI. O seu uso foi tão efetivo quanto a ventilação convencional para a correção da hipoxemia, mas o grupo VMNI apresentou menor tempo de ventilação mecânica e alta mais precoce da UTI, além de apresentar menos complicações associadas à ventilação mecânica. Ferrer e col.<sup>55</sup> publicaram estudo realizado em três centros na Espanha, no qual se comparou o uso da VMNI com o tratamento convencional baseado no uso de máscara Venturi com altas FIO<sub>2</sub> em 105 pacientes com insuficiência respiratória aguda grave de diversas etiologias. Observaram que a VMNI se associou à menor necessidade de intubação (13,25% *versus* 28,52%), menor incidência de choque séptico (6,12% *versus* 17,31%), menor mortalidade na UTI (9,18% *versus* 21,39%), além de maior sobrevivência em 90 dias.

Existem três revisões sistemáticas ou metanálises sobre o uso da VMNI na insuficiência respiratória hipoxêmica<sup>56-58</sup> (Tabela 2). Na mais recente delas, Keenan e col.<sup>58</sup> avaliaram os estudos aleatórios publicados até outubro de 2003 sobre o uso da VMNI em pacientes com insuficiência respiratória aguda hipoxêmica não relacionada ao edema agudo de pulmão. Os resultados dessa revisão sistemática comprovam que o uso da VMNI está associado à redução na necessidade de intubação (redução de risco = 24% [IC 95%: 8% a 36%]), redução nos dias de permanência na UTI em 1,9 dia (IC

95%: 1 a 2,9 dias), redução da mortalidade na UTI 16% (IC 95%: 5% a 27%) e a uma tendência à redução da mortalidade hospitalar de 10% (IC 95%: -7% a - 27%). Os autores dessa revisão sistemática salientam, entretanto, que os resultados apresentados sejam avaliados com cuidado, pois é possível que, dentro da população heterogênea de pacientes com insuficiência respiratória aguda, existam subgrupos que se beneficiem com a VMNI, como, por exemplo, pacientes imunossuprimidos ou pós-operatório de toracotomia e outros, nos quais o seu efeito benéfico ainda não foi comprovado. Aconselham ainda que novos estudos aleatórios sejam realizados em grupos específicos de pacientes com insuficiência respiratória aguda hipoxêmica.

Tabela 2 – Ventilação Mecânica Não-Invasiva para Insuficiência Respiratória aguda Hipoxêmica: Metanálises

Autores	Estudos (n)	Intubação	Mortalidade
Keenan e col. <sup>56</sup>	7	Odds ratio = 0,20 IC 95% = 0,11 a 0,36	Odds ratio = 0,29 IC 95% = 0,15 a 0,59
Peter e col. <sup>57</sup>	15	Diferença de risco = -0,19 IC 95% = -0,28 a -0,09	Diferença de risco = -0,08 IC 95% = -0,16 a -0,01
Keenan e col. <sup>58</sup>	14	Risco relativo = 0,41 IC 95% = 0,33 a 0,53	Risco relativo = 0,52 IC 95% = 0,35 a 0,76

N = número de estudos incluídos na metanálise; IC: intervalo de confiança.

### VMNI NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA HIPOXÊMICA EM CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

**Recomendação:** O uso da VMNI parece ser útil para diminuir a mortalidade em subgrupos específicos de pacientes com insuficiência respiratória hipoxêmica, como, por exemplo, pacientes imunossuprimidos.

**Grau de Recomendação: B**

**Comentários:**

**a) Imunossupressão e pós-transplante:** A morbimortalidade da pneumonia associada à ventilação mecânica invasiva é alta para pacientes imunossuprimidos e transplantados de medula óssea ou órgãos sólidos. Antonelli e col.<sup>59</sup>, em 2000, publicaram estudo no qual avaliaram, de forma aleatorizada e controlada, a aplicação da VMNI, comparando-a com o tratamento padrão, incluindo suplementação de oxigênio administrado por máscara facial, em 40 receptores de órgãos sólidos, que desenvolveram insuficiência respiratória aguda hipoxêmica. Observaram melhora precoce e mantida da oxigenação e menor necessidade de intubação no grupo VMNI comparado com o tratamento padrão (20% *versus* 70%). Também houve menor mortalidade no grupo que recebeu VMNI (20% *versus*

50%). Hilbert e col.<sup>60</sup> compararam a aplicação precoce e intermitente de VMNI com o tratamento convencional, incluindo a suplementação de oxigênio, em 52 pacientes imunossuprimidos, a maioria deles transplantados de medula óssea, com insuficiência respiratória aguda, febre e infiltrados pulmonares. No grupo submetido à VMNI houve menor necessidade de intubação (12% *versus* 20%), menor número de complicações graves (13% *versus* 21%), o que levou à menor mortalidade na UTI (10% *versus* 18%) e hospitalar (13% *versus* 21%). Também na insuficiência respiratória aguda relacionada à pneumonia por *Pneumocystis carinii*, em pacientes com AIDS, parece haver benefício do uso da VMNI. Confalonieri e col.<sup>61</sup>, em estudo prospectivo, tipo caso-controle, publicado em 2002, no qual 24 pacientes tratados com VMNI foram comparados com 24 pacientes tratados com ventilação mecânica invasiva demonstraram que o uso de VMNI evitou a intubação em 67% dos pacientes tratados, o que se associou com melhor sobrevida na UTI (100% *versus* 38%; p = 0,003), no hospital e aos 60 dias da inclusão.

**b) Pneumonia:** Confalonieri e col.<sup>62</sup> estudaram a aplicação de VMNI comparada ao tratamento padrão, de forma aleatória e controlada, em 56 pacientes com pneumonia comunitária grave e relacionaram a utilização de VMNI com menor necessidade de intubação (21% *versus* 50%, p = 0,03) e menor tempo de permanência na UTI (1,8 dia *versus* 6 dias, p = 0,04). Os dois grupos tiveram a mesma mortalidade hospitalar, entretanto, entre os pacientes com DPOC, aqueles aleatorizados para VMNI apresentaram maior sobrevida aos dois meses (88,9% *versus* 37,5%, p = 0,005).

**c) Pós-resssecção pulmonar:** Auriant e col.<sup>63</sup> avaliaram 47 pacientes que desenvolveram IRA após cirurgia de ressecção pulmonar, aleatorizados para VMNI ou tratamento convencional, relatando menor necessidade de intubação traqueal (21% *versus* 50%) e menor taxa de mortalidade (12,5% *versus* 37,5%) nos pacientes submetidos à VMNI.

**d) Lesão pulmonar aguda/síndrome do desconforto respiratório agudo (LPA/SDRA):** Rocker e col.<sup>64</sup> estudaram 12 episódios de LPA/SDRA, nos quais foi empregada a VMNI, por máscara facial, utilizando dois níveis pressóricos. A taxa de sucesso foi de 50% e a sobrevida, de 70%. No estudo de Ferrer e col.<sup>55</sup>, no qual se comparou a aplicação de VMNI com altas FIO<sub>2</sub> administradas por máscara Venturi, em pacientes com insuficiência respiratória aguda grave, havia 15 pacientes (14,5% do total de 105 pacientes) com LPA/SDRA. Desses, sete foram aleatorizados para VMNI e oito tra-

tados no grupo controle. Apesar dos resultados gerais do estudo terem sido favoráveis à utilização da VMNI, os desfechos nos pacientes com LPA/SDRA foram muito ruins. A taxa de intubação foi alta nos pacientes com LPA/SDRA em ambos os grupos (86% no grupo VMNI *versus* 100% no grupo O<sub>2</sub>), assim como a mortalidade (71% *versus* 87,5%, respectivamente).

### **CUIDADOS ESPECIAIS DURANTE A VMNI NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA HIPOXÊMICA**

**Recomendação:** Devido ao alto risco de falência da VMNI e conseqüente necessidade de intubação, pacientes com insuficiência respiratória hipoxêmica devem receber VMNI onde existam facilidades para vigilância, monitoração, intubação traqueal e ventilação invasiva.

#### **Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** Entende-se que a VMNI pode ser tentada em pacientes com insuficiência respiratória hipoxêmica, desde que o paciente não apresente contra-indicações para o seu uso. No entanto, defende-se que seu uso deva ser feito em ambiente com supervisão médica constante, com possibilidade de monitoração dos sinais vitais, incluindo oximetria de pulso e com facilidades para intubação. Pacientes que necessitem de  $FIO_2 > 0,6$ , aqueles que apresentem diminuição rápida da oxigenação ( $SaO_2 < 90\%$ ) após a retirada da máscara e pacientes que não apresentem melhora do quadro nas primeiras duas horas de uso da VMNI devem ser considerados para intubação eletiva e segura.

### **VMNI EM PACIENTES TERMINAIS**

**Recomendação:** VMNI pode ser usada em pacientes terminais quando a causa da insuficiência respiratória for potencialmente reversível, particularmente naqueles pacientes com DPOC agudizada ou com edema pulmonar de origem cardíaca.

#### **Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** O uso da VMNI pode ser útil para tratar a insuficiência respiratória de pacientes terminais, desde que a causa da insuficiência respiratória seja potencialmente reversível e não represente somente a evolução final de doença pulmonar ou extrapulmonar. Vale salientar que alguns pacientes com doenças terminais referem o desejo de não serem intubados, mas aceitam o uso da ventilação não-invasiva como forma de suporte ventilatório para o tratamento da insuficiência respiratória ou mesmo como medida paliativa para alívio da dispnéia. As evidências para o uso da VMNI em pacientes terminais são escassas e baseiam-se em

estudos observacionais. Meduri e col.<sup>65</sup> descreveram sobrevida hospitalar em 64% de 11 pacientes com DPOC agudizada, que haviam previamente recusado intubação, e que receberam VMNI para tratamento da exacerbação da doença pulmonar. Benhamou e col.<sup>66</sup> publicaram resultados semelhantes quando a VMNI foi utilizada em 30 pacientes, a maioria deles com insuficiência respiratória hipercápnica, que haviam recusado intubação, ou que esse procedimento foi considerado inapropriado, seja pela idade ou presença de comorbidades, com taxa de sucesso de 60%. O benefício do uso da VMNI para pacientes com DPOC avançado foi também sugerido por Chu e col.<sup>67</sup> em estudo com controle histórico. Em estudo observacional recente, Levy e col.<sup>68</sup> descreveram que 1211 pacientes consecutivos que usaram VMNI para tratamento de insuficiência respiratória aguda em quatro centros americanos, 114 haviam manifestado o desejo de não serem intubados. A sobrevida hospitalar destes pacientes foi de 57%, sendo a presença de hipercapnia e diagnóstico de insuficiência cardíaca associada à melhor evolução, enquanto que a presença de pneumonia ou de câncer determinava pior prognóstico. Schettino e col.<sup>69</sup> desmostraram que o uso de VMNI em pacientes que não seriam intubados pode ser benéfico para aqueles pacientes com o diagnóstico de DPOC agudizado e insuficiência cardíaca congestiva, mas não em pacientes com insuficiência respiratória hipoxêmica, insuficiência respiratória pós-extubação ou pacientes com doença oncológica avançada. Um escore SAPS II > 35 pontos e albumina < 2,5 g/dL foram as variáveis independentes associadas à mortalidade hospitalar desses pacientes.

### **VMNI NO PERÍODO PÓS-OPERATÓRIO IMEDIATO**

**Recomendação:** A VMNI pode ser utilizada com cautela para o tratamento da insuficiência respiratória hipoxêmica no período pós-operatório imediato de cirurgias abdominais e torácicas eletivas. A utilização da VMNI no período pós-operatório deve respeitar as limitações e contra-indicações para o seu uso.

#### **Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** O uso da VMNI para tratamento de insuficiência respiratória hipoxêmica no período pós-operatório imediato de cirurgia abdominal e torácica eletivas está associado à diminuição da necessidade de intubação e possivelmente diminuição da mortalidade. A VMNI administrada através de máscara ou peças bucais, de forma contínua ou intermitente, tem sido utilizada isoladamente ou associada a manobras fisioterápicas para a prevenção de atelectasia e hipoxemia



no período pós-operatório de cirurgias abdominais, porém com resultados conflitantes<sup>70-74</sup>. Existem descrições também do uso de VMNI no pós-operatório de cirurgia bariátrica, seja na tentativa de evitar atelectasia ou para tratamento de hipoventilação associada à apnéia obstrutiva do sono, tão freqüente nesses pacientes<sup>75</sup>. Joris e col.<sup>76</sup> demonstraram, em estudo aleatório, que o uso de PS = 12 cmH<sub>2</sub>O + PEEP = 4 cmH<sub>2</sub>O nas primeiras 24 horas de pós-operatório de gastroplastia melhorou a função respiratória de pacientes obesos quando comparado com o tratamento convencional ou PS = 8 cmH<sub>2</sub>O + PEEP = 4 cmH<sub>2</sub>O. O estudo aleatório e multicêntrico de Squadrone e col. demonstrou pela primeira vez que VMNI (CPAP de 7,5 cmH<sub>2</sub>O administrado através de capacete), quando utilizada de forma precoce para o tratamento de hipoxemia (PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> < 300 mmHg) no pós-operatório imediato de cirurgia abdominal eletiva e de grande porte, incluindo gastrectomias, leva à redução da necessidade de intubação traqueal e de pneumonia nosocomial, à diminuição do tempo de internação na UTI, sem resultar em aumento de complicações associadas à cirurgia<sup>77</sup>.

O pacientes no pós-operatório de cirurgia torácica também podem se beneficiar do uso de VMNI. Aguiló e col. demonstraram, em estudo aleatório, que o uso de PS + PEEP por máscara nasal foi útil para corrigir as trocas gasosas quando comparado com tratamento convencional em pacientes no pós-operatório de toracotomia para ressecção pulmonar, sem, contudo, levar a complicações pós-operatórias como, por exemplo, fístula pleural<sup>78</sup>. Auriant e col., também em estudo aleatório, demonstraram que o uso de VMNI para o tratamento de insuficiência respiratória hipoxêmica no pós-operatório de ressecção pulmonar, está associado à menor necessidade de intubação (20,8 *versus* 50%) e mortalidade (12,5% *versus* 37,5%), quando comparado com o tratamento convencional<sup>63</sup>. Vários autores demonstraram que o uso de CPAP, ou preferencialmente PS + PEEP, é seguro e pode ser útil para melhorar a função pulmonar e as trocas gasosas no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio, entretanto a importância clínica desses achados necessita de confirmação<sup>79-81</sup>.

É importante ressaltar que, embora algumas das recomendações ou consensos publicadas até o momento incluam cirurgia do trato digestivo alto como contra-indicação para VMNI, alguns autores defendem que essa técnica pode ser utilizada no pós-operatório de gastrectomia, desde que haja avaliação criteriosa do paciente e cuidado com a técnica de VMNI a ser em-

pregada. O uso de CPAP limitado a 7,5 cmH<sub>2</sub>O ou mesmo PS + PEEP, desde que o valor de pico de pressão inspiratória não ultrapasse 10 cmH<sub>2</sub>O e a PEEP não seja maior que 5 cmH<sub>2</sub>O, parece ser maneira segura de se empregar VMNI no período pós-operatório de cirurgia abdominal e ressecção pulmonar eletivas, na tentativa de evitarem-se complicações associadas à VMNI no pós-operatório, principalmente distensão gástrica e vômitos. O uso do capacete como interface parece ser uma opção à máscara facial para aqueles pacientes com necessidade de uso da sonda nasogástrica no período pós-operatório imediato.

Acredita-se, entretanto, que VMNI não deve ser utilizada no pós-operatório imediato de esofagectomia ou naqueles pacientes com distensão abdominal, náuseas e vômitos, deiscências, perfurações ou outras complicações operatórias do trato gastrointestinal.

### VMNI NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA PÓS-EXTUBAÇÃO

**Recomendação:** A VMNI não deve ser utilizada *como método de resgate* na insuficiência respiratória desenvolvida após a extubação, pois ela pode retardar a reintubação.

#### **Grau de Recomendação: A**

**Comentário:** Insuficiência respiratória após a extubação pode ocorrer mesmo após uma adequada condução do desmame e até o momento não há nenhum parâmetro objetivo que possa identificar os pacientes em risco. Cerca de 13% a 19% dos pacientes extubados necessitam de reintubação. Eles apresentam mortalidade sete vezes maior que os extubados com sucesso. Dentre as principais causas de reintubação estão a obstrução de vias aéreas superiores (edema de glote), fadiga muscular respiratória, edema cardiogênico, infecções, incapacidade de eliminar secreções, hipoxemia grave, alteração no estado mental e balanço hídrico positivo. Algumas séries de casos e estudos não aleatórios<sup>82-86</sup> foram publicados, desde a década de 1990, utilizando a VMNI para evitar a reintubação na falência respiratória pós-extubação, com resultados promissores. No entanto, dois estudos aleatórios<sup>87,88</sup> não confirmaram o benefício da VMNI *como método de resgate* da insuficiência respiratória após extubação. Avaliando os dois estudos, foi alocado um total de 302 pacientes não selecionados com falência respiratória identificada dentro de 48 horas pós-extubação. Os pacientes foram aleatorizados em dois grupos; um grupo recebeu tratamento convencional (oxigênio, fisioterapia e broncodilatadores) e o outro recebeu VMNI por máscara facial

associada ao tratamento convencional. Em ambos os estudos, não foram observadas, entre os dois grupos, diferenças significativas nas taxas de reintubação, no tempo de permanência e na mortalidade, tanto hospitalar quanto em UTI. Análise posterior, avaliando apenas os pacientes com hipercapnia (incluindo os portadores de DPOC), também não observou quaisquer diferenças. Baseando-se nesses dois estudos, pode-se concluir que a VMNI não foi eficaz em evitar a reintubação na falência respiratória que ocorreu após a extubação em grupos de pacientes não selecionados.

**Recomendação:** VMNI na falência respiratória pós-extubação pode ter riscos e aumentar a mortalidade, principalmente se houver uma demora em se proceder à reintubação.

#### **Grau de Recomendação: A**

**Comentário:** Estudo multicêntrico aleatório, envolvendo 221 pacientes não selecionados com falência respiratória pós-extubação, observou maior mortalidade na UTI no grupo que recebeu VMNI em relação ao grupo que recebeu tratamento convencional (25% *versus* 14%,  $p = 0,048$ )<sup>88</sup>. Um dado extremamente importante observado nesse estudo foi que o intervalo de tempo entre o desenvolvimento da falência respiratória e a reintubação foi significativamente maior no grupo que recebeu VMNI em relação ao grupo que recebeu tratamento convencional (12 horas *versus* 2h30 min,  $p = 0,02$ ). Esse retardo na reintubação pode ter aumentado a mortalidade no grupo que recebeu VMNI. A causa do aumento da mortalidade nesses casos se deveu a vários mecanismos tais como isquemia cardíaca, aumento da fadiga muscular respiratória, pneumonite por aspiração e complicações da intubação de emergência.

**Área de Controvérsia:** Três estudos aleatórios avaliaram o uso precoce e sistemático da VMNI após a extubação como forma de prevenir a insuficiência respiratória pós-extubação, com resultados controversos. Jiang e col.<sup>89</sup>, avaliou 93 pacientes que foram extubados e imediatamente aleatorizados para receber VMNI com PS + PEEP por máscara facial ou oxigenoterapia. Não foram observadas diferenças significativas na taxa de reintubação entre os grupos. Esse estudo apresentou problemas na aleatorização, pois a maioria dos pacientes com extubação não programada recebeu VMNI, e esse foi o grupo que mais necessitou de reintubação. Nava e col. avaliaram 97 pacientes em ventilação mecânica por mais de 48 horas, considerados de alto risco para insuficiência respiratória pós-extubação (hipercapnia, insuficiência cardíaca congestiva, tosse ineficaz, secreção traqueobrônquica excessiva, mais de uma falência em

tentativas de desmame, mais de uma comorbidade e obstrução de via aérea superior). Esses pacientes foram aleatorizados para receber VMNI ou tratamento convencional após a extubação. Aqueles que receberam VMNI tiveram menor taxa de reintubação (8,3% *versus* 24,5%) e menor mortalidade na UTI<sup>90</sup>. No estudo de Ferrer, 162 pacientes que toleraram o teste de ventilação espontânea, mas considerados de alto risco para reintubação (idade > 65 anos, falência cardíaca como causa da intubação ou APACHE II > 12 no dia da extubação), foram aleatorizados para 24 horas de VMNI com PS + PEEP ou oxigenoterapia, logo após a extubação. O desfecho primário foi redução da ocorrência de insuficiência respiratória pós-extubação. Esse desfecho foi menos frequente no grupo que recebeu VMNI (16% *versus* 33% no grupo oxigenoterapia). A mortalidade na UTI também foi menor nesse grupo, porém não houve diferença da mortalidade em 90 dias. Uma comparação entre pacientes com e sem hipercapnia durante o teste de ventilação espontânea sugere benefício maior da VMNI nos pacientes hipercápnicos<sup>91</sup>.

#### **VMNI COMO ESTRATÉGIA DE DESMAME**

**Recomendação:** A VMNI através de máscara facial como estratégia de desmame pode ser utilizada em paciente com repetidas falhas no teste de respiração espontânea, porém as evidências de seu benefício ainda são consideradas insuficientes.

#### **Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** Três grandes estudos aleatórios abordaram o uso da VMNI como técnica de desmame<sup>92-94</sup>. Nesses estudos, foram incluídos pacientes submetidos à ventilação mecânica por 24 a 48 horas e que, após atingirem os critérios para desmame, falharam no teste de ventilação espontânea. Esses pacientes foram aleatorizados em duas estratégias de desmame: um grupo foi extubado, e imediatamente submetido à VMNI por máscara facial e o outro grupo permaneceu intubado e submetido à ventilação com pressão de suporte em redução progressiva, ou à ventilação assistida-controlada associada a testes de ventilação espontânea através de tubo-T diariamente. Analisando os três estudos em conjunto, a duração média da VMNI foi de 13 a 24 horas/dia, nas 24 a 48 horas iniciais, aumentando-se, progressivamente, os intervalos sem suporte ventilatório. A VMNI foi aplicada através de máscara facial, com PS variando de 5 a 15 cmH<sub>2</sub>O e PEEP de 4 a 5 cmH<sub>2</sub>O, objetivando FR < 25 irpm, troca gasosa adequada e conforto do paciente. Em dois desses estudos<sup>92,94</sup>, o grupo submetido à VMNI apresentou redução na du-

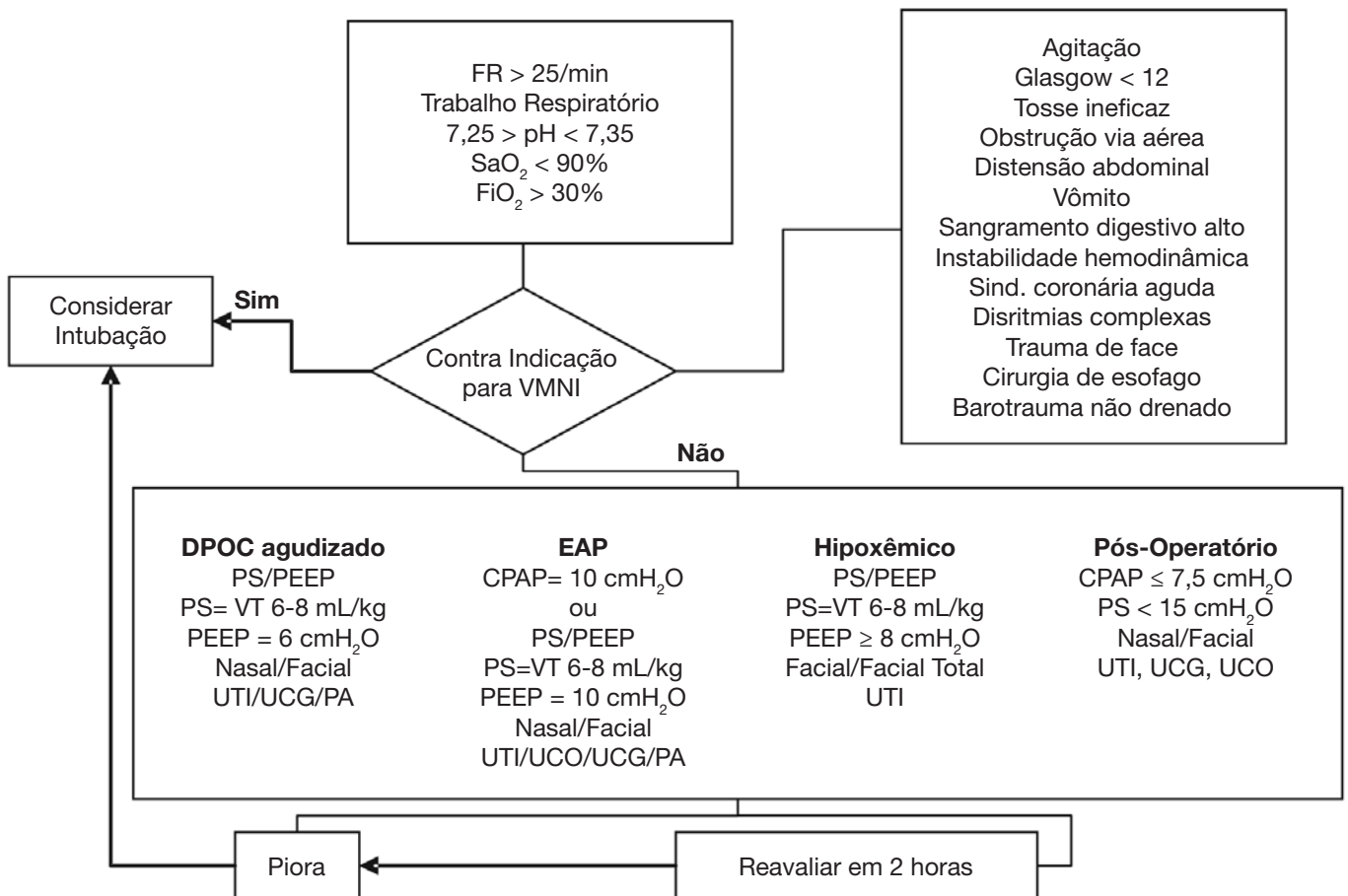
ração da ventilação mecânica, na taxa de pneumonia e de choque séptico, proporcionando assim aumento na sobrevida em UTI e na sobrevida de 60 e 90 dias. A menor duração da ventilação mecânica observada no grupo que recebeu VMNI ainda permitiu redução na permanência em UTI e hospitalar. Um dos estudos<sup>93</sup> não demonstrou diferenças significativas entre os pacientes que receberam VMNI e o grupo controle, respectivamente, nas taxas de sucesso do desmame, complicações, estadia na UTI, estadia hospitalar e sobrevida em 3 meses.

Uma metanálise recente<sup>95</sup> selecionou cinco ensaios controlados e aleatórios, considerados de moderada a boa qualidade, abordando o uso da VMNI como estratégia de desmame para pacientes intubados e submetidos à ventilação mecânica para tratamento de

insuficiência respiratória. Foi incluído 171 pacientes, com predomínio de portadores de DPOC. A conclusão foi que a VMNI como estratégia de desmame reduziu a duração da intubação traqueal, a duração total do suporte ventilatório, a incidência de pneumonia associada ao ventilador (RR = 0,28, IC 95% = 0,09-0,85), a permanência na UTI e hospitalar, e a mortalidade (RR = 0,41, IC 95% = 0,22-0,76). A análise do subgrupo de pacientes em ventilação mecânica por exacerbação de DPOC demonstrou que esses foram os que mais se beneficiaram do uso da VMNI como estratégia de desmame. Ainda assim, a evidência foi considerada insuficiente para recomendar seu uso rotineiro.

Dessa forma, a VMNI como estratégia de desmame foi considerada promissora, embora evidências do seu benefício clínico ainda sejam insuficientes.

**FLUXOGRAMA**



## REFERÊNCIAS

01. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: noninvasive positive pressure ventilation in acute Respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med*, 2001;163:283-291.
02. Wyatt J, Bellis F - British Thoracic Society guidelines on non-invasive ventilation. *Emerg Med J*, 2002;19:435.
03. Soo Hoo GW, Santiago S, Williams AJ - Nasal mechanical ventilation for hypercapnic respiratory failure in chronic obstructive pulmonary disease: determinants of success and failure. *Crit Care Med*, 1994;22:1253-1261.
04. Richards GN, Cistulli PA, Ungar RG et al - Mouth leak with nasal continuous positive airway pressure increases nasal airway resistance. *Am J Respir Crit Care Med*, 1996;154:182-186.
05. Martins De Araujo MT, Vieira SB et al - Heated humidification or face mask to prevent upper airway dryness during continuous positive airway pressure therapy. *Chest*, 2000;117:142-147.
06. Navalesi P, Fanfulla F, Frigerio P et al - Physiologic evaluation of noninvasive mechanical ventilation delivered with three types of masks in patients with chronic hypercapnic respiratory failure. *Crit Care Med*, 2000;28:1785-1790.
07. Kwok H, McCormack J, Cece R et al - Controlled trial of oronasal versus nasal mask ventilation in the treatment of acute respiratory failure. *Crit Care Med*, 2003;31:468-473.
08. Schettino GP, Chatmongkolchart S, Hess DR et al - Position of exhalation port and mask design affect CO2 rebreathing during noninvasive positive pressure ventilation. *Crit Care Med*, 2003;31:2178-2182.
09. Criner GJ, Travaline JM, Brennan KJ et al - Efficacy of a new full face mask for noninvasive positive pressure ventilation. *Chest*, 1994;106:1109-1115.
10. Antonelli M, Pennisi MA, Pelosi P et al - Noninvasive positive pressure ventilation using a helmet in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: a feasibility study. *Anesthesiology*, 2004;100:16-24.
11. Taccone P, Hess D, Caironi P et al - Continuous positive airway pressure delivered with a "helmet": effects on carbon dioxide rebreathing. *Crit Care Med*, 2004;32:2090-2096.
12. Ferguson GT, Gilmartin M - CO2 rebreathing during BiPAP ventilatory assistance. *Am J Respir Crit Care Med*, 1995;151:1126-1135.
13. Lofaso F, Brochard L, Hang T et al - Home versus intensive care pressure support devices. Experimental and clinical comparison. *Am J Respir Crit Care Med*, 1996;153:1591-1599.
14. Bunburaphong T, Imanaka H, Nishimura M et al - Performance characteristics of bilevel pressure ventilators: a lung model study. *Chest*, 1997;111:1050-1060.
15. Stell IM, Paul G, Lee KC et al - Noninvasive ventilator triggering in chronic obstructive pulmonary disease. A test lung comparison. *Am J Respir Crit Care Med*, 2001;164:2092-2097.
16. Vitacca M, Barbano L, D'Anna S et al - Comparison of five bilevel pressure ventilators in patients with chronic ventilatory failure: a physiologic study. *Chest* 2002;122(6):2105-14.
17. Hess DR. The evidence for noninvasive positive-pressure ventilation in the care of patients in acute respiratory failure: a systematic review of the literature. *Respir Care*, 2004;49:810-829.
18. Porta R, Appendini L, Vitacca M et al - Mask proportional assist vs pressure support ventilation in patients in clinically stable condition with chronic ventilatory failure. *Chest*, 2002;122:479-488.
19. Vitacca M, Clini E, Pagani M et al - Physiologic effects of early administered mask proportional assist ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease and acute respiratory failure. *Crit Care Med*, 2000;28:1791-1797.
20. Wysocki M, Richard JC, Meshaka P - Noninvasive proportional assist ventilation compared with noninvasive pressure support ventilation in hypercapnic acute respiratory failure. *Crit Care Med*, 2002;30:323-329.
21. Masip J, Betbese AJ, Paez J et al - Non-invasive pressure support ventilation versus conventional oxygen therapy in acute cardiogenic pulmonary oedema: a randomised trial. *Lancet*, 2000;356(9248):2126-2132.
22. Park M, Sangean MC, Volpe Mde S et al - Randomized, prospective trial of oxygen, continuous positive airway pressure, and bilevel positive airway pressure by face mask in acute cardiogenic pulmonary edema. *Crit Care Med*, 2004;32:2407-2415.
23. Fu C, Caruso P, Lucatto JJ et al - Comparison of two flow generators with a noninvasive ventilator to deliver continuous positive airway pressure: a test lung study. *Intensive Care Med*, 2005;31:1587-1591.
24. Lightowler JV, Wedzicha JA, Elliott MW et al - 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.
25. Keenan SP, Sinuff T, Cook DJ et al - Which patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease benefit from noninvasive positive-pressure ventilation? A systematic review of the literature. *Ann Intern Med*, 2003;138:861-870.
26. Ram FS, Picot J, Lightowler J et al - Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*, 2004(3):CD004104.
27. Bott J, Carroll MP, Conway JH et al - Randomised controlled trial of nasal ventilation in acute ventilatory failure due to chronic obstructive airways disease. *Lancet*, 1993;341(8860):1555-1557.
28. Brochard L, Mancebo J, Wysocki M et al - Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med*, 1995;333:817-822.
29. Angus RM, Ahmed AA, Fenwick LJ et al - Comparison of the acute effects on gas exchange of nasal ventilation and doxapram in exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*, 1996;51:1048-1050.
30. Barbe F, Togores B, Rubi M et al - Noninvasive ventilatory support does not facilitate recovery from acute respiratory failure in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*, 1996;9:1240-1245.
31. Celikel T, Sungur M, Ceyhan B et al - Comparison of noninvasive positive pressure ventilation with standard medical therapy in hypercapnic acute respiratory failure. *Chest*, 1998;114:1636-1642.
32. Dikensoy O, Ikidag B, Filiz A et al - Comparison of non-invasive ventilation and standard medical therapy in acute hypercapnic respiratory failure: a randomised controlled study at a tertiary health centre in SE Turkey. *Int J Clin Pract*, 2002;56:85-88.
33. Plant PK, Owen JL, Elliott MW - Early use of non-invasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease on general respiratory wards: a multicentre randomised controlled trial. *Lancet*, 2000;355(9219):1931-1935.
34. Bardi G, Pierotello R, Desideri M et al - Nasal ventilation in COPD exacerbations: early and late results of a prospective, controlled study. *Eur Respir J*, 2000;15:98-104.
35. Collaborative Research Group of Noninvasive Mechanical Ventilation for Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Early use of non-invasive positive pressure ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: a multicentre randomized controlled trial. *Chin Med J*, 2005;118:2034-2040.
36. Meduri GU, Cook TR, Turner RE et al - Noninvasive positive pressure ventilation in status asthmaticus. *Chest*, 1996;110:767-774.
37. Soroksky A, Stav D, Shpirer I - A pilot prospective, randomized, placebo-controlled trial of bilevel positive airway pressure in acute asthmatic attack. *Chest*, 2003;123:1018-1025.
38. Ram FS, Wellington S, Rowe B et al - Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to severe acute exacerbations of asthma. *Cochrane Database Syst Rev*, 2005(3):CD004360.
39. Rasanen J, Heikkila J, Downs J et al - Continuous positive airway pressure by face mask in acute cardiogenic pulmonary edema. *Am J Cardiol*, 1985;55:296-300.
40. Bersten AD, Holt AW, Vedig AE et al - Treatment of severe cardiogenic pulmonary edema with continuous positive airway pressure delivered by face mask. *N Engl J Med*, 1991;325:1825-1830.
41. Lin M, Yang YF, Chiang HT et al - Reappraisal of continuous positive airway pressure therapy in acute cardiogenic pulmonary edema. Short-term results and long-term follow-up. *Chest*, 1995;107:1379-1386.
42. Pang D, Keenan SP, Cook DJ et al - The effect of positive pressure airway support on mortality and the need for intubation in cardiogenic pulmonary edema: a systematic review. *Chest*, 1998;114:1185-1192.
43. L'Her E, Duquesne F, Girou E et al - Noninvasive continuous positive airway pressure in elderly cardiogenic pulmonary edema patients. *Intensive Care Med*, 2004;30:882-888.
44. Masip J, Roque M, Sanchez B et al - Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema: systematic review and meta-analysis. *JAMA*, 2005;294:3124-3130.
45. Park M, Lorenzi-Filho G - Noninvasive mechanical ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema. *Clinics*, 2006;61:247-252.
46. Mehta S, Jay GD, Woolard RH et al - Randomized, prospective trial of bilevel versus continuous positive airway pressure in acute pulmonary edema. *Crit Care Med*, 1997;25:620-628.
47. Bellone A, Vettorello M, Monari A et al - Noninvasive pressure support ventilation vs. continuous positive airway pressure in acute hypercapnic pulmonary edema. *Intensive Care Med*, 2005;31:807-811.

48. Nava S, Carbone G, DiBattista N et al - Noninvasive ventilation in cardiogenic pulmonary edema: a multicenter randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med*, 2003;168:1432-1437.
49. Crane SD, Elliott MW, Gilligan P et al - Randomised controlled comparison of continuous positive airways pressure, bilevel non-invasive ventilation, and standard treatment in emergency department patients with acute cardiogenic pulmonary oedema. *Emerg Med J*, 2004;21:155-161.
50. Evans TW - International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: non-invasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. Organised jointly by the American Thoracic Society, the European Respiratory Society, the European Society of Intensive Care Medicine, and the Societe de Reanimation de Langue Francaise, and approved by the ATS Board of Directors, December 2000. *Intensive Care Med*, 2001;27:166-178.
51. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Thorax*, 2002;57:192-211.
52. Liesching T, Kwok H, Hill NS - Acute applications of noninvasive positive pressure ventilation. *Chest*, 2003;124:699-713.
53. Mehta S, Hill NS - Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*, 2001;163:540-577.
54. Antonelli M, Conti G, Rocco M et al - A comparison of noninvasive positive-pressure ventilation and conventional mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med*, 1998;339:429-435.
55. Ferrer M, Esquinas A, Leon M et al - Noninvasive ventilation in severe hypoxic respiratory failure: a randomized clinical trial. *Am J Respir Crit Care Med*, 2003;168:1438-1444.
56. Keenan SP, Kernerman PD, Cook DJ et al - Effect of noninvasive positive pressure ventilation on mortality in patients admitted with acute respiratory failure: a meta-analysis. *Crit Care Med*, 1997;25:1685-1692.
57. Peter JV, Moran JL, Phillips-Hughes J et al - Noninvasive ventilation in acute respiratory failure--a meta-analysis update. *Crit Care Med*, 2002;30:555-562.
58. Keenan SP, Sinuff T, Cook DJ et al - Does noninvasive positive pressure ventilation improve outcome in acute hypoxemic respiratory failure? A systematic review. *Crit Care Med*, 2004;32:2516-2523.
59. Antonelli M, Conti G, Bui M et al - Noninvasive ventilation for treatment of acute respiratory failure in patients undergoing solid organ transplantation: a randomized trial. *JAMA*, 2000;283:235-241.
60. Hilbert G, Gruson D, Vargas F et al - Noninvasive ventilation in immunosuppressed patients with pulmonary infiltrates, fever, and acute respiratory failure. *N Engl J Med*, 2001;344:481-487.
61. Confalonieri M, Calderini E, Terraciano S et al - Noninvasive ventilation for treating acute respiratory failure in AIDS patients with *Pneumocystis carinii* pneumonia. *Intensive Care Med*, 2002;28:1233-1238.
62. Confalonieri M, Potena A, Carbone G et al - 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):1585-1591.
63. Auriant I, Jallot A, Herve P et al - Noninvasive ventilation reduces mortality in acute respiratory failure following lung resection. *Am J Respir Crit Care Med*, 2001;164:1231-1235.
64. Rocker GM, Mackenzie MG, Williams B et al - Noninvasive positive pressure ventilation: successful outcome in patients with acute lung injury/ARDS. *Chest*, 1999;115:173-177.
65. Meduri GU, Fox RC, Abou-Shala N et al - Noninvasive mechanical ventilation via face mask in patients with acute respiratory failure who refused endotracheal intubation. *Crit Care Med*, 1994;22:1584-1590.
66. Benhamou D, Girault C, Faure C et al - Nasal mask ventilation in acute respiratory failure. Experience in elderly patients. *Chest*, 1992;102:912-917.
67. Chu CM, Chan VL, Wong JW et al - Noninvasive ventilation in patients with acute hypercapnic exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease who refused endotracheal intubation. *Crit Care Med*, 2004;32:372-377.
68. Levy M, Taniou MA, Nelson D et al - Outcomes of patients with do-not-intubate orders treated with noninvasive ventilation. *Crit Care Med*, 2004;32:2002-2007.
69. Schettino G, Altobelli N, Kacmarek RM - Noninvasive positive pressure ventilation reverses acute respiratory failure in select "do-not-intubate" patients. *Crit Care Med*, 2005;33:1976-1982.
70. Ricksten SE, Bengtsson A, Soderberg C et al - Effects of periodic positive airway pressure by mask on postoperative pulmonary function. *Chest*, 1986;89:774-781.
71. Celli BR, Rodriguez KS, Snider GL - A controlled trial of intermittent positive pressure breathing, incentive spirometry, and deep breathing exercises in preventing pulmonary complications after abdominal surgery. *Am Rev Respir Dis*, 1984;130:12-15.
72. Schuppisser JP, Brandli O, Meili U - Postoperative intermittent positive pressure breathing versus physiotherapy. *Am J Surg*, 1980;140:682-686.
73. Kindgen-Milles D, Buhl R, Gabriel A et al - Nasal continuous positive airway pressure: A method to avoid endotracheal reintubation in postoperative high-risk patients with severe nonhypercapnic oxygenation failure. *Chest*, 2000;117:1106-1111.
74. Varon J, Walsh GL, Fromm RE Jr - Feasibility of noninvasive mechanical ventilation in the treatment of acute respiratory failure in postoperative cancer patients. *J Crit Care*, 1998;13:55-57.
75. Ebeo CT, Benotti PN, Byrd RP Jr et al - The effect of bi-level positive airway pressure on postoperative pulmonary function following gastric surgery for obesity. *Respir Med*, 2002;96:672-676.
76. Joris JL, Sottiaux TM, Chiche JD et al - Effect of bi-level positive airway pressure (BiPAP) nasal ventilation on the postoperative pulmonary restrictive syndrome in obese patients undergoing gastroplasty. *Chest*, 1997;111:665-670.
77. Squadrone V, Cocha M, Cerutti E et al - Continuous positive airway pressure for treatment of postoperative hypoxemia: a randomized controlled trial. *JAMA*, 2005;293:589-595.
78. Aguilo R, Togores B, Pons S et al - Noninvasive ventilatory support after lung resectional surgery. *Chest*, 1997;112:117-121.
79. Gust R, Gottschalk A, Schmidt H et al - Effects of continuous (CPAP) and bi-level positive airway pressure (BiPAP) on extravascular lung water after extubation of the trachea in patients following coronary artery bypass grafting. *Intensive Care Med*, 1996;22:1345-1350.
80. Matte P, Jacquet L, Van Dyck M et al - Effects of conventional physiotherapy, continuous positive airway pressure and non-invasive ventilatory support with bilevel positive airway pressure after coronary artery bypass grafting. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2000;44:75-81.
81. Pasquina P, Merlani P, Granier JM et al - Continuous positive airway pressure versus noninvasive pressure support ventilation to treat atelectasis after cardiac surgery. *Anesth Analg*, 2004;99:1001-1008.
82. Meduri GU, Conoscenti CC, Menashe P et al - Noninvasive face mask ventilation in patients with acute respiratory failure. *Chest*, 1989;95:865-870.
83. Hilbert G, Gruson D, Portel L et al - Noninvasive pressure support ventilation in COPD patients with postextubation hypercapnic respiratory insufficiency. *Eur Respir J*, 1998;11:1349-1353.
84. Munshi IA, DeHaven B, Kirton O et al - Reengineering respiratory support following extubation: avoidance of critical care unit costs. *Chest*, 1999;116:1025-1028.
85. Kilger E, Briegel J, Haller M et al - Effects of noninvasive positive pressure ventilatory support in non-COPD patients with acute respiratory insufficiency after early extubation. *Intensive Care Med*, 1999;25:1374-1380.
86. Vitacca M, Ambrosino N, Clini E et al - Physiological response to pressure support ventilation delivered before and after extubation in patients not capable of totally spontaneous autonomous breathing. *Am J Respir Crit Care Med*, 2001;164:638-641.
87. Keenan SP, Powers C, McCormack DG et al - Noninvasive positive-pressure ventilation for postextubation respiratory distress: a randomized controlled trial. *JAMA*, 2002;287:3238-3244.
88. Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND et al - Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *N Engl J Med*, 2004;350:2452-2460.
89. Jiang JS, Kao SJ, Wang SN - Effect of early application of biphasic positive airway pressure on the outcome of extubation in ventilator weaning. *Respirology*, 1999;4:161-165.
90. Nava S, Gregoretti C, Fanfulla F et al - Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med*, 2005;33:2465-2470.
91. Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM et al - Early noninvasive ventilation averts extubation failure in patients at risk: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2006;173:164-70.
92. Nava S, Ambrosino N, Clini E et al - Noninvasive mechanical ventilation in the weaning of patients with respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*, 1998;128:721-728.
93. Girault C, Daudenthun I, Chevron V et al - Noninvasive ventilation as a systematic extubation and weaning technique in acute-on-chronic respiratory failure: a prospective, randomized controlled study. *Am J Respir Crit Care Med*, 1999;160:86-92.
94. Ferrer M, Esquinas A, Arancibia F et al - Noninvasive ventilation during persistent weaning failure: a randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med*, 2003;168:70-76.
95. Burns KE, Adhikari NK, Meade MO - Noninvasive positive pressure ventilation as a weaning strategy for intubated adults with respiratory failure. *Cochrane Database Syst Rev*, 2003(4):CD004127.

# Ventilação Mecânica na Crise de Asma Aguda

## *Mechanical Ventilation in Acute Asthma Crisis*

Carmen Sílvia Valente Barbas<sup>1</sup>, Bruno do Valle Pinheiro<sup>2</sup>, Arthur Vianna<sup>3</sup>,  
Ricardo Magaldi<sup>4</sup>, Ana Casati<sup>5</sup>, Anderson José<sup>6</sup>, Valdelis Novis Okamoto<sup>7</sup>

### RESUMO

**JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS:** Em 2000, foi publicado o II Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. Desde então, o conhecimento na área da ventilação mecânica avançou rapidamente, com a publicação de inúmeros estudos clínicos que acrescentaram informações importantes para o manuseio de pacientes críticos em ventilação artificial. Além disso, a expansão do conceito de Medicina Baseada em Evidências (MBE) determinou a hierarquização das recomendações clínicas, segundo o rigor metodológico dos estudos que as embasaram. Essa abordagem explícita vem ampliando a compreensão e a aplicação das recomendações clínicas. Por esses motivos, a AMIB – Associação de Medicina Intensiva Brasileira – e a SBPT – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – julgaram conveniente a atualização das recomendações descritas no Consenso anterior. Dentre os tópicos selecionados a Ventilação Mecânica na Crise de Asma foi um dos temas propostos. O objetivo deste estudo foi descrever os pontos mais importantes relacionados à ventilação mecânica durante a crise de asma e sugerir as principais abordagens terapêuticas.

**MÉTODO:** Objetivou-se chegar a um documento suficientemente sintético, que refletisse a melhor evidência disponível na literatura. A revisão bibliográfica baseou-se na busca de estudos através de palavras-chave e em sua gradação conforme níveis de evidência. As palavras-chave utilizadas para a busca foram: Ventilação mecânica na asma: *asthma and mechanical ventilation*.

1. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (SP)
2. Universidade Federal de Juiz de Fora (MG)
3. UTI da Clínica São Vicente (RJ)
4. Hospital Israelita Albert Einstein (SP)
5. Universidade Federal do Espírito Santo (ES)
6. UTI da Santa Casa de São Paulo (SP)
7. UTI do Hospital AC Camargo (SP)

©Associação de Medicina Intensiva Brasileira, 2007

**RESULTADOS:** São apresentadas recomendações quanto aos modos ventilatórios e aos parâmetros a serem aplicados quando do ajuste do ventilador, além da monitoração recomendada. Apresentam-se ainda, técnicas alternativas que possam ser utilizadas.

**CONCLUSÕES:** Estratégias protetoras de ventilação mecânica são recomendadas durante a ventilação mecânica de paciente asmático grave.

**Unitermos:** Consenso, crise de asma, recomendação, ventilação mecânica

### SUMMARY

**BACKGROUND AND OBJECTIVES:** The II Brazilian Consensus Conference on Mechanical Ventilation was published in 2000. Knowledge on the field of mechanical ventilation evolved rapidly since then, with the publication of numerous clinical studies with potential impact on the ventilatory management of critically ill patients. Moreover, the evolving concept of evidence-based medicine determined the grading of clinical recommendations according to the methodological value of the studies on which they are based. This explicit approach has broadened the understanding and adoption of clinical recommendations. For these reasons, AMIB – Associação de Medicina Intensiva Brasileira and SBPT – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – decided to update the recommendations of the II Brazilian Consensus. Mechanical ventilation in the asthma attack has been one of the updated topics. Describe the most important topics on the mechanical ventilation during the asthma attack and suggest the main therapeutic approaches.

**METHODS:** Systematic review of the published literature and gradation of the studies in levels of evidence, using the key words “mechanical ventilation” and “asthma”.

**RESULTS:** We present recommendations on the ventilatory modes and settings to be adopted when ventilating a patient during an asthma attack, as well as the recommended monitoring. Alternative ventilation techniques are also presented.

**CONCLUSIONS:** Protective ventilatory strategies are recommended when ventilating a patient during a severe asthma attack.

**Key Words:** asthma, consensus, mechanical ventilation, recommendation.

## INTRODUÇÃO

A crise de asma aguda é responsável por cerca de 2% das admissões em unidades de terapia intensiva (UTI). Cerca de metade desses pacientes necessitam de suporte ventilatório mecânico invasivo nas primeiras 24 horas, com mortalidade hospitalar de cerca de 10%. Trata-se de pacientes jovens (média de aproximadamente 40 anos) e com maior prevalência do sexo feminino. Os fatores associados ao uso da ventilação mecânica (VM), corrigidos para o escore de gravidade APACHE II, são parada cardiorrespiratória antes da admissão hospitalar, lesão neurológica, hipoxemia e hipercapnia. O principal fator associado à mortalidade hospitalar da crise asmática é a parada cardiorrespiratória antes da admissão hospitalar e esforços devem ser feitos no sentido de prevenção desses episódios<sup>1,2</sup>.

É importante salientar que, ao contrário de outras áreas da ventilação mecânica, as recomendações para manuseio da crise asmática baseiam-se em número modesto de estudos fisiológicos, com amostras relativamente pequenas de pacientes. Essas recomendações são baseadas na prevenção de iatrogenias, como o barotrauma, que estavam associadas a complicações graves e ao óbito. A seguir serão apresentadas aplicações de estratégias protetoras de ventilação e a hipercapnia permissiva reduziram a taxa de mortalidade desses pacientes.

## INDICAÇÕES DA VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA

As principais indicações para intubação traqueal e ventilação mecânica na crise de asma aguda são<sup>3-5</sup>:

- Parada respiratória ou cardiorrespiratória;
- Esforço respiratório progressivo e sinais de fadiga;
- Alteração grave do estado de consciência (agitação ou sonolência);
- Retenção progressiva de gás carbônico;
- Hipoxemia não corrigida pela suplementação de oxigênio com máscara ( $\text{PaO}_2 < 60$  mmHg ou  $\text{SaO}_2 < 90\%$ ).

## OBJETIVOS DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

São os objetivos do suporte ventilatório na crise asmática aguda:

- Diminuir o trabalho respiratório imposto pelo aumento de resistência das vias aéreas e pelos níveis crescentes de hiperinsuflação durante a crise grave<sup>3,6</sup>;
- Evitar barotrauma, mesmo que para isso seja necessária a utilização da hipoventilação controlada ou hipercapnia permissiva. Essa estratégia tem reduzido a mortalidade associada à ventilação mecânica na crise de asma aguda, em séries de casos ventilados com hipercapnia permissiva, comparados à ventilação convencional<sup>3,7</sup>;
- Manter a estabilidade do paciente, enquanto o tratamento medicamentoso, com broncodilatadores e corticosteróides, reduz a resistência das vias aéreas, revertendo a crise de asma e permitindo que o paciente reassuma a respiração espontânea.

O suporte ventilatório na crise asmática pode ser invasivo (intubação traqueal) ou não-invasivo. O suporte ventilatório não-invasivo na crise asmática é detalhado no presente Consenso no capítulo referente à Ventilação Não-Invasiva.

## MODO VENTILATÓRIO

**Recomendação:** Não há dados que determinem superioridade da ventilação com pressão controlada sobre a ventilação com volume controlado, ou vice-versa. No entanto, a ventilação com pressão controlada, com monitorização do volume-corrente expirado, oferece mais segurança para os pacientes em crise de asma aguda, diminuindo os riscos de ocorrência de auto-PEEP e barotrauma.

**Grau de Recomendação: D (Quadro 1)**

**Comentário:** Embora o controle da hiperinsuflação possa ser alcançado e controlado mais facilmente com o modo pressão-controlada, ele também pode ser obtido com ajustes adequados e monitoração da ventilação em modo volume-controlado. Por outro lado, na pressão-controlada, a piora na mecânica pulmonar pode comprometer a ventilação, assim como a melhora (tratamento do quadro obstrutivo) pode levar a aumentos indesejáveis do volume-corrente, exigindo, portanto, o mesmo nível de monitoração para detecção e correção dessas eventuais alterações. É fundamental que a equipe responsável esteja completamente familiarizada com o modo ventilatório a ser empregado<sup>8-11</sup>.

Quadro 1 – Graus de Recomendação

Graus de Recomendação	Tratamento/Prevenção
A	Revisão Sistemática (com homogeneidade) de ensaios clínicos controlados e aleatórios Ensaio clínico controlado e aleatório com intervalo de confiança estreito Resultados terapêuticos do tipo “tudo ou nada”
B	Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos de coorte Estudo de coorte (incluindo ensaio clínico aleatório de menor qualidade) Observação de resultados terapêuticos ( <i>outcomes research</i> ) / estudo ecológico Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos caso-controle Estudo caso-controle
C	Relato de casos (incluindo coorte ou caso-controle de menor qualidade)
D	Opinião de especialista sem avaliação crítica ou baseada em matérias básicas (estudo fisiológico ou estudo com animais)

### AJUSTE DOS PARÂMETROS VENTILATÓRIOS

**Recomendação:** Os parâmetros ventilatórios devem ser ajustados para diminuir a hiperinsuflação pulmonar, o que pode ser conseguido com a *redução do volume-minuto* e o *prolongamento do tempo expiratório*.

Grau De Recomendação: C

**Comentário:** A crise de asma caracteriza-se por grande aumento da resistência das vias aéreas, decorrente de broncoespasmo, inflamação nas paredes e acúmulo de secreção na luz brônquica. A hiperinsuflação que se instala tem importante papel na fisiopatologia da crise de asma e constitui um dos principais pontos a serem considerados na ventilação mecânica. A hiperinsuflação reduz o retorno venoso e pode, por compressão dos capilares pulmonares, aumentar a resistência na circulação pulmonar. Com isso, pode haver diminuição do débito cardíaco e hipotensão arterial. Além disso, como o aumento de resistência nas vias aéreas não é homogêneo, áreas menos envolvidas podem receber grandes volumes de ar (gerando altas pressões trans-alveolares) durante a ventilação corrente e podem romper-se, gerando barotrauma. A hiperinsuflação também impõe maior trabalho respiratório ao paciente, incluindo maior trabalho elástico, contração muscular inspiratória para vencer a auto-PEEP antes de se ter movimentação de ar para os pulmões e contração da musculatura expiratória para auxiliar a exalação. Por fim, a hiperinsuflação altera a curvatura do diafragma, conferindo-lhe menor eficiência. Todos esses efeitos deletérios da hiperinsuflação justificam o ajuste dos parâmetros da ventilação mecânica com o objetivo de diminuí-la<sup>12,13</sup>.

Os principais parâmetros a serem ajustados incluem:

#### VOLUME-CORRENTE

**Recomendação:** Utilizar volumes-correntes baixos, de 5 a 7 mL/kg

#### Grau De Recomendação: B

**Comentário:** Estudos de observação de resultados terapêuticos concluíram que a utilização de volumes-correntes baixos (5 a 7 mL/kg) em crises de asma aguda, com conseqüente hipercapnia permissiva, diminuiu a mortalidade, se comparados com pacientes que foram ventilados de maneira convencional (volume-corrente acima de 10 mL/kg)<sup>7</sup>.

#### PRESSÕES INSPIRATÓRIAS

**Recomendação:** Deve-se manter a pressão de pico inspiratório abaixo de 50 cmH<sub>2</sub>O e a pressão de platô abaixo de 35 cmH<sub>2</sub>O ou a medida de auto-PEEP < 15 cmH<sub>2</sub>O para se evitar a hiperinsuflação e ocorrência de barotrauma com suas conseqüências.

#### Grau de Recomendação: B

**Comentário:** Estudos de observação de resultados terapêuticos concluíram que níveis de pressão de platô acima de 35 cmH<sub>2</sub>O e de auto-PEEP acima de 15 cmH<sub>2</sub>O estavam relacionadas à maior incidências de barotrauma<sup>14,15</sup>.

#### FREQÜÊNCIA RESPIRATÓRIA

**Recomendação:** Utilizar freqüência respiratória entre 7 e 11 incursões por minuto.

#### Grau de Recomendação: B

**Comentário:** Na fase inicial da ventilação (modo controlado, paciente profundamente sedado), estudos mostram que freqüências maiores que 11 incursões por minuto em pacientes em crise de asma aguda e em ventilação mecânica estão associadas à ocorrência de hiperinsuflação dinâmica e maior risco de barotrauma<sup>12,14,15</sup>.

#### FLUXO INSPIRATÓRIO

**Recomendação:** Utilizar fluxos inspiratórios elevados – acima de 60 L/min – se estiver ventilando em modo



volume controlado (os modos limitados à pressão caracterizam-se por fluxos inspiratórios livres que atingem essa magnitude). Deve-se estar atento para os limites de pressão nas vias aéreas.

**Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** No modo volume controlado, o uso de fluxos elevados permite um tempo inspiratório mais curto, *maximizando o tempo expiratório* (tempo expiratório entre 4 e 5 seg)<sup>11</sup>. Note que o aumento do fluxo inspiratório causa aumento da pressão de pico nas vias aéreas, em função do aumento da pressão resistiva. Porém, a pressão de pico parece não ser fator de risco para barotrauma, pois ela não se transmite diretamente aos alvéolos, ao contrário da pressão de platô que deve representar a pressão alcançada nos alvéolos ao final de inspiração.

É necessário observar que, quando o volume-minuto for baixo, o aumento do tempo expiratório obtido pela elevação do fluxo inspiratório não causa desinsuflação pulmonar significativa<sup>14-16</sup>.

**FRAÇÃO INSPIRADA DE OXIGÊNIO (FIO<sub>2</sub>)**

**Recomendação:** A fração inspirada de oxigênio deve ser ajustada com base na gasometria arterial ou na oximetria de pulso, devendo-se usar a menor FIO<sub>2</sub> que mantenha a SaO<sub>2</sub> acima de 95%.

**Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** Habitualmente pacientes com asma não têm dificuldade de oxigenação e baixas FIO<sub>2</sub> são suficientes. Se ocorrer hipoxemia, verificar presença de atelectasias, pneumotórax e/ou pneumonias concomitantes ou ainda presença de *shunt* intracardíaco direito-esquerda<sup>3</sup>. É importante também medir a auto-PEEP, de modo a excluir a hiperinsuflação dinâmica como causa de hipoxemia.

**PRESSÃO POSITIVA AO FINAL DA EXPIRAÇÃO (PEEP)**

**Recomendação:** A PEEP poderá ser utilizada em casos seletos de crise de asma aguda, como uma tentativa de desinsuflação pulmonar. Deve ser utilizado em unidades especializadas e com monitoração adequada.

**Grau de Recomendação: C**

**Comentário:** A aplicação externa de PEEP pode, por ação mecânica, manter maior calibre nas vias aéreas e, assim, reduzir a resistência ao fluxo de ar. Entretanto, pelas características não homogêneas dos pulmões, algumas áreas podem sofrer hiperinsuflação. Por isso, deve ser feita tentativa de aplicação de PEEP

na crise de asma aguda com monitoração das curvas de fluxo, pressão e volume. Se, com o aumento da PEEP, ocorrer desinsuflação, ela poderá ser aplicada. Se, pelo contrário, ocorrer hiperinsuflação, deverá ser evitado. Caso se opte pela tentativa de aplicação de PEEP externa, orienta-se a ventilação com modalidades limitadas à pressão, fixando-se o diferencial de pressão utilizado. Assim, à medida que se aumenta o valor da PEEP, monitora-se o volume corrente exalado. Se este se reduzir, é sinal de que está havendo piora na hiperinsuflação e a PEEP deverá ser reduzida. Se, por outro lado, o volume exalado aumentar, a PEEP está ocasionando desinsuflação pulmonar pode ser mantida<sup>17</sup>.

**HIPERCAPNIA PERMISSIVA**

**Recomendação:** A elevação da PaCO<sub>2</sub> para valores acima do normal (até 90 mmHg), com pH acima de 7, pode ser tolerada durante a ventilação mecânica na asma, caso seja necessária para diminuir a hiperinsuflação pulmonar.

**Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** Como já descrito, a hiperinsuflação pulmonar é deletéria na ventilação mecânica do paciente asmático e as estratégias capazes de minimizar esse problema podem levar à hipoventilação do paciente, com conseqüente retenção de gás carbônico. Geralmente, a hipercapnia é bem tolerada e, pelos benefícios de se controlar a hiperinsuflação, deve ser aceita. Em situações de acidose grave, pode-se neutralizar o pH com o uso de bicarbonato em infusão lenta<sup>3,18-20</sup>.

**MONITORAÇÃO DA MECÂNICA PULMONAR**

**Recomendação:** A monitoração da mecânica respiratória e da hiperinsuflação pulmonar é aconselhável na crise asmática. Os principais parâmetros a se avaliar são: pressão de platô, pressão de pico, auto-PEEP e volume pulmonar ao final da inspiração. A medida seriada da resistência das vias aéreas é útil para avaliar a resposta ao tratamento broncodilatador e antiinflamatórios<sup>9,10,21</sup>.

**Grau de Recomendação: B**

A seguir estão comentários e graus de recomendação específicos para a monitorização de cada um desses parâmetros:

**PRESSÃO DE PLATÔ**

**Comentário:** Apresenta melhor correlação com a hiperinsuflação, pois como não há comprometimento

importante da complacência do sistema respiratório na asma, sua elevação decorre do aprisionamento de ar nos pulmões, dando uma estimativa do auto-PEEP presente nas diversas unidades alveolares heterogeneamente acometidas. Recomenda-se que ela seja mantida no menor valor possível, lembrando-se dos limites de 35 cmH<sub>2</sub>O para diminuição de risco de barotrauma<sup>10,14,15</sup>.

**Grau de Recomendação: D**

### PRESSÃO DE PICO

**Comentário:** A medida isolada da pressão de pico não traz informações adequadas sobre a presença e a magnitude da hiperinsuflação, pois seu valor sofre grande influência da relação entre a resistência das vias aéreas (incluindo a cânula traqueal) e o fluxo inspiratório. Assim, por exemplo, elevações do fluxo podem reduzir a hiperinsuflação e, ao mesmo tempo, elevar a pressão de pico. Apesar das limitações, em geral, orienta-se mantê-la abaixo de 50 cmH<sub>2</sub>O<sup>10,14,15</sup>.

**Grau de Recomendação: D**

### AUTO-PEEP

**Comentário:** A medida da auto-PEEP também traz informações sobre a hiperinsuflação. A forma mais prática de se medir a auto-PEEP é a estática, através da manobra de oclusão da válvula de exalação ao final da expiração, retardando-se o início do próximo ciclo respiratório. Essa medida exige que o paciente não execute esforço respiratório e expressa a média das pressões alveolares ao final da expiração de diferentes unidades em contato com as vias aéreas proximais (auto-PEEP estático). A auto-PEEP deve ser mantida abaixo de 15 cmH<sub>2</sub>O para se diminuir a chance de ocorrência de barotrauma<sup>10,14,15</sup>.

**Grau de Recomendação: D**

### VOLUME PULMONAR AO FINAL DA INSPIRAÇÃO

**Comentário:** É a técnica mais fidedigna de avaliação da hiperinsuflação pulmonar, mas seu uso é limitado pelas dificuldades de execução. Consiste na medida do volume de ar exalado durante longo período de apnéia, até que nenhum fluxo expiratório seja detectado. Este compreende o volume corrente ofertado no ciclo anterior mais o volume adicional resultante da hiperinsuflação. Já se demonstrou que quando esse volume foi inferior a 1,4 L não se observaram complicações decorrentes de hiperinsuflação<sup>10,14,15</sup>.

**Grau de Recomendação: C**

## OUTROS ASPECTOS RELACIONADOS AO CUIDADO DO PACIENTE COM CRISE ASMÁTICA AGUDA EM VENTILAÇÃO MECÂNICA

### ANALGÉSICOS E SEDATIVOS

**Recomendação:** As medicações que promovem liberação de histamina, como morfina e meperidina devem ser evitadas.

**Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** Resultados de estudos terapêuticos mostraram que morfina e meperidina podem liberar histamina, piorando as crises dos pacientes asmáticos, razão pela qual devem ser evitadas<sup>5,19,22,23</sup>.

### BLOQUEADORES NEUROMUSCULARES

**Recomendação:** Os bloqueadores neuromusculares devem ser evitados ou, se absolutamente necessários, devem ser utilizados pelo menor tempo possível.

**Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** Nas fases iniciais da ventilação mecânica na asma, para se alcançar o objetivo de minimizar a hiperinsuflação pulmonar, é fundamental o controle do volume minuto, o qual, muitas vezes, deverá ser mantido abaixo da demanda ventilatória do paciente. Eventualmente, pode ser necessário a suplementação da sedação com bloqueio neuromuscular. Como os bloqueadores neuromusculares podem levar à miopatia, sobretudo em pacientes que estão usando corticosteróide, eles devem ser aplicados pelo menor tempo possível (a duração do bloqueio neuromuscular parece relacionar-se com a ocorrência da miopatia)<sup>24</sup>.

## TRATAMENTOS VENTILATÓRIOS ALTERNATIVOS NA CRISE ASMÁTICA

### AGENTES ANESTÉSICOS

**Recomendação:** Os anestésicos inalatórios, como halotano, enflurano e isoflurano têm propriedades broncodilatadoras e podem ser considerados como tratamento de resgate em crise asmática refratária. No entanto, dados sobre a segurança e a eficácia desses agentes em pacientes asmáticos são escassos<sup>25</sup>.

**Grau de Recomendação: C**

### CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA

**Recomendação:** Em relatos anedóticos, o suporte de vida com circulação extracorpórea nas crises de asma aguda refratária tem sido utilizado com o intuito de manutenção da vida e da ventilação e oxigenação enquanto os pacientes se recuperam da crise aguda<sup>26-30</sup>.

**Grau de Recomendação: C**

**MISTURA HÉLIO-OXIGÊNIO (HELIOX)**

**Recomendações:** A mistura hélio-oxigênio (Heliox) reduz a pressão resistiva na via aérea, por redução da turbulência do fluxo de ar<sup>31</sup>. O uso dessa mistura em pacientes com crise asmática em ventilação mecânica foi estudado em pequeno número de pacientes<sup>32-35</sup>. Pode ser usada como opção terapêutica em casos graves, porém com o cuidado de se aplicarem as fórmulas de correção para se obter FIO<sub>2</sub> e volume-corrente adequados<sup>36</sup>, pois esses diferem dos valores ajustados no respirador quando o heliox é utilizado<sup>36,37</sup>.

**REFERÊNCIAS**

01. Gupta D, Keogh B, Chung KF et al - Characteristics and outcome for admissions to adult, general critical care units with acute severe asthma: a secondary analysis of the ICNARC Case Mix Programme Database. *Crit Care*, 2004;8:R112-R121.
02. McCoy L, Redelings M, Sorvillo F et al - A multiple cause-of-death analysis of asthma mortality in the United States, 1990-2001. *J Asthma*, 2005;42:757-763.
03. McFadden ER Jr - Acute severe asthma. *Am J Respir Crit Care Med*, 2003;168:740-759.
04. Pierson DJ - Indications for mechanical ventilation in adults with acute respiratory failure. *Respir Care*, 2002;47:249-265.
05. Winters AC - Management of acute severe asthma. *Crit Care Nurs Clin North Am*, 2004;16:285-291.
06. Marini JJ - Partitioning the work-sparing effects of partial ventilatory support in airflow obstruction. *Crit Care*, 2004;8:101-102.
07. Darioli R, Perret C - Mechanical controlled hypoventilation in status asthmaticus. *Am Rev Respir Dis*, 1984;129:385-387.
08. Stather DR, Stewart TE - Clinical review: Mechanical ventilation in severe asthma. *Crit Care*, 2005;9:581-587.
09. Calverley PM, Koulouris NG - Flow limitation and dynamic hyperinflation: key concepts in modern respiratory physiology. *Eur Respir J*, 2005;25:186-199.
10. Blanch L, Bernabe F, Lucangelo U - Measurement of air trapping, intrinsic positive end-expiratory pressure, and dynamic hyperinflation in mechanically ventilated patients. *Respir Care*, 2005;50:110-124.
11. Oddo M, Feihl F, Schaller MD et al - Management of mechanical ventilation in acute severe asthma: practical aspects. *Intensive Care Med*, 2006;32:501-510.
12. 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;32:1542-1545.
13. Adams BK, Cydulka RK - Asthma evaluation and management. *Emerg Med Clin North Am*, 2003;21:315-330.
14. Tuxen DV, Lane S - The effects of ventilatory pattern on hyperinflation, airway pressures, and circulation in mechanical ventilation of patients with severe air-flow obstruction. *Am Rev Respir Dis*, 1987;136:872-879.
15. Tuxen DV, Williams TJ, Scheinkestel CD et al - Use of a measurement of pulmonary hyperinflation to control the level of mechanical ventilation in patients with acute severe asthma. *Am Rev Respir Dis*, 1992;146(5 Pt 1):1136-1142.
16. McCarthy DS, Sigurdson M - Lung elastic recoil and reduced airflow in clinically stable asthma. *Thorax*, 1980;35:298-302.
17. Caramez MP, Borges JB, Tucci MR et al - Paradoxical responses to positive end-expiratory pressure in patients with airway obstruction during controlled ventilation. *Crit Care Med*, 2005;33:1519-1528.
18. Shapiro JM - Management of respiratory failure in status asthmaticus. *Am J Respir Med*, 2002;1:409-416.
19. Han P, Cole RP - Evolving differences in the presentation of severe asthma requiring intensive care unit admission. *Respiration*, 2004;71:458-462.
20. Tuxen DV - Permissive hypercapnic ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*, 1994;150:870-874.
21. Dhand R - Ventilator graphics and respiratory mechanics in the patient with obstructive lung disease. *Respir Care*, 2005;50:246-261.
22. Graziani E, Petroianni A, Terzano C - Brittle asthma. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2004;8:135-138.
23. Pagani JL, Oddo M, Schaller MD - Severe acute asthma. *Rev Med Suisse Romande* 2004;124:333-336.
24. De Jonghe B, Sharshar T, Lefaucheur JP et al - Paresis acquired in the intensive care unit: a prospective multicenter study. *JAMA*, 2002;288:2859-2867.
25. Saulnier FF, Durocher AV, Deturck RA et al - Respiratory and hemodynamic effects of halothane in status asthmaticus. *Intensive Care Med*, 1990;16:104-107.
26. Kukita I, Okamoto K, Sato T et al - Emergency extracorporeal life support for patients with near-fatal status asthmaticus. *Am J Emerg Med*, 1997;15:566-569.
27. Sakai M, Ohteki H, Doi K et al - Clinical use of extracorporeal lung assist for a patient in status asthmaticus. *Ann Thorac Surg*, 1996;62:885-887.
28. Tajimi K, Kasai T, Nakatani T et al - Extracorporeal lung assist for patient with hypercapnia due to status asthmaticus. *Intensive Care Med*, 1988;14:588-589.
29. Leiba A, Bar-Yosef S, Bar-Dayyan Y et al - Early administration of extracorporeal life support for near fatal asthma. *Isr Med Assoc J*, 2003;5:600-602.
30. Mabuchi N, Takasu H, Ito S et al - Successful extracorporeal lung assist (ECLA) for a patient with severe asthma and cardiac arrest. *Clin Intensive Care*, 1991;2:292-294.
31. Jolliet P, Tassaux D - Helium-oxygen ventilation. *Respir Care Clin N Am*, 2002;8:295-307.
32. Gluck EH, Onorato DJ, Castriotta R - Helium-oxygen mixtures in intubated patients with status asthmaticus and respiratory acidosis. *Chest*, 1990;98:693-698.
33. Schaeffer EM, Pohlman A, Morgan S et al - Oxygenation in status asthmaticus improves during ventilation with helium-oxygen. *Crit Care Med*, 1999;27:2666-2670.
34. Kass JE, Castriotta RJ - Heliox therapy in acute severe asthma. *Chest*, 1995;107:757-760.
35. Ho AM, Lee A, Karmakar MK et al - Heliox vs air-oxygen mixtures for the treatment of patients with acute asthma: a systematic overview. *Chest*, 2003;123:882-890.
36. Tassaux D, Jolliet P, Thouret JM et al - Calibration of seven ICU ventilators for mechanical ventilation with helium-oxygen mixtures. *Am J Respir Crit Care Med*, 1999;160:22-32.
37. Burns SM - Ventilating patients with acute severe asthma: what do we really know? *AACN Adv Crit Care*, 2006;17:186-193.

## Ventilação Mecânica na Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

### *Mechanical Ventilation in Chronic Obstructive Pulmonary Disease*

Sérgio Jezler<sup>1</sup>, Marcelo A. Holanda<sup>2</sup>, Anderson José<sup>3</sup>, Suelene Aires Franca<sup>4</sup>

#### RESUMO

**JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS:** Em 2000, foi publicado o II Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. Desde então, o conhecimento na área da ventilação mecânica avançou rapidamente, com a publicação de numerosos estudos clínicos que acrescentaram informações importantes para o manejo de pacientes críticos em ventilação artificial. Além disso, a expansão do conceito de Medicina Baseada em Evidências determinou a hierarquização das recomendações clínicas, segundo o rigor metodológico dos estudos que as embasaram. Essa abordagem explícita vem ampliando a compreensão e a aplicação das recomendações clínicas. Por esses motivos, a AMIB – Associação de Medicina Intensiva Brasileira – e a SBPT – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – julgaram conveniente a atualização das recomendações descritas no Consenso anterior. Dentre os tópicos selecionados a Ventilação Mecânica na Agudização da DPOC foi um dos temas propostos. O objetivo deste estudo foi descrever os pontos mais importantes relacionados à ventilação mecânica durante a agudização da doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e sugerir as principais abordagens terapêuticas.

**MÉTODO:** Objetivou-se chegar a um documento suficientemente sintético, que refletisse a melhor evidência disponível na literatura. A revisão bibliográfica baseou-se na busca de estudos através de palavras-chave e em sua gradação conforme níveis de evidência. As palavras-chave utilizadas para a busca foram: ventilação mecânica na DPOC: *COPD and mechanical ventilation*.

**RESULTADOS:** São apresentadas recomendações quanto aos modos ventilatórios e aos parâmetros a serem aplicados quando do ajuste do ventilador, além da monitoração recomendada. Apresentam-se ainda, técnicas alternativas que possam ser utilizadas.

**CONCLUSÕES:** Estratégias protetoras de ventilação mecânica são recomendadas durante a ventilação mecânica de um paciente DPOC agudizado.

**Unitermos:** agudização da DPOC, Consenso, recomendação, ventilação mecânica

#### SUMMARY

**BACKGROUND AND OBJECTIVES:** The II Brazilian Consensus Conference on Mechanical Ventilation was published in 2000. Knowledge on the field of mechanical ventilation evolved rapidly since then, with the publication of numerous clinical studies with potential impact on the ventilatory management of critically ill patients. Moreover, the evolving concept of evidence - based medicine determined the grading of clinical recommendations according to the methodological value of the studies on which they are based. This explicit approach has broadened the understanding and adoption of clinical recommendations. For these reasons, AMIB – Associação de Medicina Intensiva Brasileira and SBPT – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – decided to update the recommendations of the II Brazilian Consensus. Mechanical ventilation in COPD exacerbation has been one of the updated topics. Describe the most important topics on the mechanical ventilation during the COPD exacerbation and suggest the main therapeutic approaches.

**METHODS:** Systematic review of the published literature and gradation of the studies in levels of evidence, using the keywords “mechanical ventilation” and “COPD”.

**RESULTS:** We present recommendations on the ventilatory modes and settings to be adopted when ven-

1. Faculdade de Medicina da Universidade Federal da Bahia (BA)  
2. Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará (CE)  
3. UTI da Santa Casa de São Paulo (SP)  
4. UTI do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás (GO)

©Associação de Medicina Intensiva Brasileira, 2007

tilating a patient during an asthma attack, as well as the recommended monitoring. Alternative ventilation techniques are also presented.

**CONCLUSIONS:** Protective ventilatory strategies are recommended when ventilating a patient during a.

**Key Words:** Consensus, COPD, mechanical ventilation, recommendation.

## INTRODUÇÃO

A sigla DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica) denomina um grupo de entidades nosológicas respiratórias que acarretam obstrução crônica ao fluxo aéreo de caráter fixo ou parcialmente reversível, tendo como alterações fisiopatológicas de base, graus variáveis de bronquite crônica e enfisema pulmonar<sup>1</sup>. Sob o tópico de DPOC não se enquadram pacientes portadores de: bronquiectasias difusas, seqüelas de tuberculose, asma, bronquiolites, pneumoconioses ou outras doenças parenquimatosas pulmonares<sup>1,2</sup>.

## EPIDEMIOLOGIA

Estima-se que 5,5 milhões de pessoas sejam acometidas por DPOC no Brasil<sup>1</sup> e 52 milhões em todo o mundo, tendo sido essa doença responsável por 2,74 milhões de óbitos em 2000<sup>2</sup>. No Brasil, vem ocupando entre a 4ª e 7ª posição entre as principais causas de morte<sup>1</sup>. Nos EUA, é a 4ª causa mais freqüente. Nos dois países a taxa de mortalidade é crescente. No Brasil, no ano de 2003, a DPOC foi a 5ª maior causa de hospitalização de pacientes maiores de 40 anos no sistema público de saúde (cobertura de 80% da população), com 196.698 internações e gasto aproximado de 72 milhões de reais<sup>1</sup>.

As exacerbações são freqüentes (2,4 a 3 episódios/ano por paciente). Em cerca de 50% das vezes o paciente não procura o médico. Em casos de internação, a mortalidade hospitalar geral é de 3% a 4%, podendo alcançar de 11% a 24%, quando há necessidade de tratamento intensivo, e chegando a atingir de 43% a 46% em um ano. A probabilidade de reinternação por nova exacerbação é de 50% em 6 meses. Após uma exacerbação, é de se esperar redução temporária da função pulmonar e da qualidade de vida. Vale ressaltar que, em recente estudo, cerca de ¾ dos pacientes admitidos em hospital por exacerbação de DPOC que necessitaram de intubação traqueal sobreviveram e que cerca da metade dos pacientes continuaram vivos após dois anos da admissão<sup>2-4</sup>.

## FISIOPATOLOGIA

O desenvolvimento ou agravamento da hiperinsuflação pulmonar dinâmica, com aprisionamento aéreo, consiste na principal alteração fisiopatológica na exacerbação da DPOC. Os principais mecanismos envolvidos são: aumento da obstrução ao fluxo aéreo (causada por inflamação, hipersecreção brônquica e broncoespasmo) acompanhado de redução da retração elástica pulmonar. Todos esses fatores resultam em prolongamento da constante de tempo expiratória, ao mesmo tempo em que se eleva a freqüência respiratória como resposta ao aumento da demanda ventilatória, encurtando-se o tempo para expiração. A hiperinsuflação dinâmica gera aumento substancial da auto-PEEP ou PEEP intrínseca (PEE-Pi), impondo uma sobrecarga de trabalho à musculatura inspiratória para deflagração de fluxo de ar na inspiração. Por sua vez, a hiperinsuflação também compromete a performance muscular respiratória, modificando a conformação geométrica das fibras musculares, reduzindo a curvatura diafragmática. Além disso, nos pacientes com doença mais avançada, pode haver diminuição direta da força muscular por uso crônico de corticosteróides e desnutrição. Nas exacerbações muito graves, pode haver diminuição da resposta do comando neural (*drive*) no centro respiratório à hipóxia e à hipercapnia, estas decorrentes do desequilíbrio ventilação/perfusão e de hipoventilação alveolar, agravando a acidose respiratória e a hipoxemia arterial<sup>5</sup>.

## INDICAÇÕES DA VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA

O suporte ventilatório mecânico na DPOC está indicado nas exacerbações com hipoventilação alveolar e acidemia e, menos freqüentemente, naquelas com hipoxemia grave não corrigida pela oferta de oxigênio suplementar<sup>1</sup>. Embora a ventilação mecânica não-invasiva (VMNI) seja o suporte ventilatório de escolha na exacerbação da DPOC, sua utilização é possível em número limitado de pacientes selecionados. Aqueles com apresentação mais grave em geral necessitam intubação traqueal com ventilação invasiva, o mesmo procedimento ocorrendo em casos de falha da VMNI (Quadro 1)<sup>2,5,6</sup>. Em estudo retrospectivo, 54% de 138 pacientes com DPOC descompensada, cursando com hipercapnia necessitaram de intubação traqueal, em média, oito horas após a apresentação<sup>7</sup>.

Quadro 1 - Situações Clínicas em que a Intubação Traqueal e Ventilação Mecânica Invasiva são Preferíveis ao Uso de Ventilação Mecânica Não-Invasiva na Exacerbação da DPOC

Parada cardiorrespiratória iminente  
Depressão do nível de consciência \*  
Agitação psicomotora  
Pneumonia associada  
Obstrução de vias aéreas superiores  
Excesso de secreção  
Reflexo de tosse comprometido  
Doenças concomitantes (encefalopatia grave, hemorragia digestiva alta, instabilidade hemodinâmica, disritmias cardíacas)

\*Alguns autores consideram pacientes com narcose e hipercapnia candidatos a uma tentativa com VMNI antes de se proceder à intubação.

## OBJETIVOS DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Ao se instituir a ventilação mecânica invasiva na DPOC exacerbada os seguintes objetivos terapêuticos devem nortear a estratégia ventilatória (Quadro 2)<sup>5</sup>:

Quadro 2 – Objetivos Terapêuticos Relacionados à Ventilação Mecânica Invasiva na DPOC

Promover o repouso muscular respiratório  
Diminuir a hiperinsuflação pulmonar  
Melhorar a troca gasosa e, em especial, garantir a ventilação alveolar, corrigindo a acidose respiratória, se estiver presente  
Possibilitar a resolução da causa básica da exacerbação aguda  
Possibilitar a aspiração de secreções traqueobrônquicas  
Possibilitar o sono  
Otimizar o tratamento da DPOC.

## AJUSTE INICIAL DA VENTILAÇÃO MECÂNICA (Quadro 3)

Quadro 3 – Graus de Recomendação

Graus de Recomendação	Tratamento/Prevenção
A	Revisão sistemática (com homogeneidade) de ensaios clínicos controlados e aleatórios Ensaio clínico controlado e aleatório com intervalo de confiança estreito Resultados terapêuticos do tipo “tudo ou nada”
B	Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos de coorte Estudo de coorte (incluindo ensaio clínico aleatório de menor qualidade) Observação de resultados terapêuticos ( <i>outcomes research</i> ) / estudo ecológico Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos caso-controle Estudo caso-controle
C	Relato de casos (incluindo coorte ou caso-controle de menor qualidade)
D	Opinião de especialista sem avaliação crítica ou baseada em matérias básicas (estudo fisiológico ou estudo com animais)

## Promoção do Repouso Muscular Respiratório

**Recomendação:** Promover repouso muscular respiratório, viabilizando a reversão da fadiga muscular através da utilização de modo ventilatório assistido-controlado, acompanhado de sedação e analgesia tituladas para supressão ou grande diminuição da atividade muscular respiratória, nas primeiras 24 a 48 horas. Sedação e analgesia adequadas são também importantes para a redução da produção de CO<sub>2</sub>, o que, por si só, já auxilia na redução da demanda ventilatória.

### Grau de Recomendação: D

**Comentário:** Embora não haja ensaios clínicos controlados avaliando essa estratégia ventilatória, sua aplicação leva em conta que pacientes em exacerbação de DPOC realizam intenso trabalho respiratório, encontrando-se em franca ou no limiar de fadiga muscular<sup>5</sup>. O tempo de repouso recomendado baseia-se em estudos que demonstraram que, pelo menos 24 horas, seriam necessárias para completa reversão da fadiga muscular respiratória<sup>8</sup>. O controle ventilatório total permite também a adoção de estratégias ventilatórias “não-fisiológicas” como a hipoventilação controlada com hipercapnia permissiva. Não raro, pacientes com DPOC apresentam cardiopatias associadas, de modo que a supressão do esforço muscular respiratório pode trazer vantagens do ponto de vista hemodinâmico, otimizando a relação entre transporte, consumo e extração de oxigênio. Uma outra vantagem da ventilação controlada é possibilitar a mensuração precisa da mecânica pulmonar (medidas da pressão de platô e da auto-PEEP, valores que, juntamente com a pressão de pico, taxa de fluxo inspiratório e volume-corrente, permitem os cálculos da resistência, complacência e constante de tempo do sistema respiratório)<sup>9</sup>.

## MODO DE CONTROLE DA FASE INSPIRATÓRIA

**Recomendação:** Não há estudo comparativo entre os modos volume-controlado (ciclado a volume) ou pressão controlada (ciclado a tempo) em pacientes com exacerbação da DPOC. Independente do modo de controle selecionado, as estratégias ventilatórias visando ao repouso muscular respiratório e à minimização da hiperinsuflação pulmonar dinâmica, deve ser priorizadas.

### Grau de Recomendação: D

**Comentário:** Na ventilação com pressão controlada, os seguintes ajustes são determinantes indiretos do volume-minuto (VE) final e, portanto, do grau de hi-

perinsuflação dinâmica: o tempo inspiratório (TI); a variação de pressão inspiratória – pressão motriz ou *driving pressure* (pressão inspiratória programada menos a PEEP total) –; e a frequência respiratória (FR). O nível programado de pressão inspiratória, o TI e a impedância do sistema respiratório determinarão indiretamente o volume-corrente (VT) e o fluxo inspiratório. Em uma situação de instabilidade da mecânica pulmonar com variações de impedância (complacência do sistema respiratório, resistência das vias aéreas e auto-PEEP) podem ocorrer grandes variações do VT e do fluxo inspiratório e, conseqüentemente, dos níveis de pH arterial, PaCO<sub>2</sub> e de insuflação pulmonar. É imprescindível a monitoração do VE e do VT a fim de se detectar prontamente tais variações, quando em uso desse modo de controle.

Na ventilação com volume-controlado, os fatores determinantes do VE são ajustados diretamente no ventilador: VT; fluxo inspiratório; e frequência respiratória. É possível manter-se um VE estável, prevenindo-se grandes flutuações da ventilação alveolar, porém existe o risco de liberação de altas pressões inspiratórias em casos de aumentos da impedância do sistema respiratório, fato que torna a monitoração dessas pressões obrigatória. As medidas de mecânica pulmonar (notadamente pressão de platô e resistência de vias aéreas) são facilitadas no modo ciclado a volume. Já na ventilação com pressão controlada, tem-se um risco menor de se causar hiperdistensão de alvéolos com melhor complacência, fato que poderia evitar eventual lesão pulmonar induzida pelo ventilador<sup>10,11</sup>.

### **AJUSTES PARA DIMINUIÇÃO DA HIPERINSUFLAÇÃO PULMONAR**

Todo o cuidado deve ser tomado visando à diminuição da hiperinsuflação pulmonar e suas complicações: repercussão hemodinâmica; barotrauma; e aumento do trabalho respiratório<sup>1</sup>. Nesses pacientes, é importante a monitorização gráfica da curva de fluxo expiratório pelo tempo: um fluxo expiratório lento, que persiste até o início da próxima inspiração é um marco da presença de hiperinsuflação dinâmica<sup>12</sup>.

### **VOLUME-MINUTO (VE) E VENTILAÇÃO ALVEOLAR**

**Recomendação:** A redução do volume-minuto (VE = VT x FR), através da utilização de baixo volume-corrente e/ou baixa frequência respiratória, é a estratégia ventilatória mais eficiente visando à redução da

hiperinsuflação dinâmica. Os ajustes do volume-minuto (sobretudo da frequência respiratória) devem ter por meta a manutenção de um pH arterial entre 7,20 e 7,40, independente da PaCO<sub>2</sub> (desde que não haja situações potencialmente mais graves na vigência de hipercapnia, como disritmias, hipertensão intracraniana ou insuficiência coronariana). A frequência respiratória deve ser a menor possível, atingidos os objetivos acima, tolerando-se valores inferiores a 10-12 irpm. Recomenda-se um volume-corrente em torno de 6 a 8 mL/kg, a fim de se reduzir ao máximo o tempo inspiratório (TI) e prolongar a expiração<sup>13-17</sup>.

### **Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** Tentativas para correção da hipercapnia visando à redução da PaCO<sub>2</sub>, tendo por meta sua normalização (valores abaixo de 45 mmHg), podem resultar em alcalose sangüínea, com seus efeitos negativos sobre a oferta tissular de oxigênio, depressão do sistema nervoso central com potencial redução do fluxo sangüíneo para o encéfalo e hipotensão<sup>18,19</sup>. Além disso, valores supranormais de PaCO<sub>2</sub> são compatíveis com ajustes de baixos volumes-minuto o que, por sua vez, consiste na principal medida para diminuir a hiperinsuflação pulmonar. Não há ensaios controlados comparando diferentes níveis de VT.

### **FLUXO INSPIRATÓRIO**

**Recomendação:** Não há diferenças clínicas relevantes entre a administração de um fluxo quadrado (constante) ou em rampa (desacelerado)<sup>1,2</sup>. No modo pressão-controlada, o fluxo é livre, porém, no modo volume controlado, a escolha dos valores de fluxo devem levar em conta os tempos ins (TI) e expiratório (TE), ou seja, o volume-corrente e a frequência respiratória (FR). Na ventilação com volume controlado, recomenda-se inicialmente o uso de fluxo quadrado ou constante como opção inicial em valores que otimizem a relação I:E através do controle do TI, o que em geral corresponde a taxas que variam entre 40 e 80 L/min ou 5 e 6 vezes o volume-minuto (VE).

### **Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** A função de fluxo desacelerado varia conforme o ventilador utilizado. A depender do aparelho, uma mudança no padrão de fluxo pode resultar em: a) manutenção do TI, elevando-se o fluxo inicial e produzindo sua redução até zero (fluxo médio igual nos dois padrões) ou b) prolongamento do TI, se o pico de fluxo inicial no padrão desacelerado for o

mesmo do padrão constante (quadrado) com redução linear ao longo da inspiração. O fluxo desacelerado promove redução do pico de pressão inspiratória sem outras repercussões na mecânica pulmonar e pode resultar em menor ventilação de espaço morto, calculado pela relação  $VD/VT$ , com redução da  $PaCO_2$ . Por outro lado, diminuições do fluxo ins com o único intuito de se reduzir a pressão de pico prolongam o TI e têm o potencial de agravarem o aprisionamento aéreo e a auto-PEEP<sup>20,21</sup>. A medida da resistência inspiratória de vias aéreas pelo método de oclusão ao final da inspiração não é acurada com o fluxo desacelerado. Na ventilação com pressão controlada, o fluxo inspiratório dependerá do gradiente pressórico entre a pressão programada e a pressão alveolar, da impedância do sistema respiratório (complacência e resistência, ou seja, da constante de tempo) e do tempo inspiratório programado. A monitoração das curvas de fluxo, volume e pressão *versus* tempo podem facilitar o ajuste neste modo.

#### TEMPO INSPIRATÓRIO (TI), TEMPO EXPIRATÓRIO (TE) E RELAÇÃO I:E

**Recomendação:** Recomenda-se uma relação I:E inferior a 1:3 (isto é, 1:4, 1:5, etc.), em situação de baixa frequência respiratória com tempo expiratório prolongado o suficiente para redução do aprisionamento aéreo e da auto-PEEP ao máximo. No modo volume controlado, o tempo expiratório pode ser prolongado pelo uso de altas taxas de fluxo inspiratório e pela não utilização de pausa inspiratória de forma rotineira. No modo pressão controlada, ajusta-se diretamente no ventilador um tempo inspiratório mais curto. Seguindo os ajustes sugeridos, a maioria dos pacientes será ventilada com relações I:E inferiores ou próximas de 1:5 a 1:8 (exemplo de ajuste do modo volume controlado em um paciente de 70 kg:  $V_T = 500$  ml; Fluxo = 60 L/min, quadrado; FR = 12 irpm; TI = 0,5 s; TE = 4,5 s; → relação I:E = 1:9).

#### Grau de Recomendação: D

**Comentário:** A obstrução ao fluxo aéreo e a elevada resistência de vias aéreas, sobretudo na expiração, tornam necessário um tempo expiratório prolongado para garantir o esvaziamento alveolar. Assim, procura-se reduzir o TI e aumentar o TE ao máximo, diminuindo a relação I:E, para redução da hiperinsuflação dinâmica<sup>1</sup>. Os parâmetros ventilatórios iniciais podem ser reajustados após as medidas de mecânica pulmonar serem obtidas. A constante de tempo do sistema respiratório (produto da resistência pela complacência)

determina a taxa de esvaziamento pulmonar passivo. Admite-se que três constantes de tempo são necessárias para reduzir passivamente o volume pulmonar a 5% de seu valor inicial. De posse deste conhecimento, alguns cálculos simples podem ajudar a reajustar individualmente os parâmetros ventilatórios em um paciente com DPOC. Por exemplo, em um paciente com uma resistência de vias aéreas de 20  $cmH_2O/L/s$  e uma complacência do sistema respiratório de 0,05  $L/cmH_2O$ , uma fase expiratória de 3 s ( $3 \times 20 \times 0,05$ ) será necessária para a exalação passiva de 95% do volume-corrente inspirado. Isso poderia ser conseguido com uma frequência respiratória de 15 irpm e uma I:E de 1:3. A mesma frequência respiratória com uma I:E maior (por exemplo, 1:2) seria insuficiente para promover esvaziamento completo, visto que o tempo expiratório seria de 2,66 s. Da mesma forma, com uma frequência respiratória de 20 irpm nunca se conseguiria atingir este objetivo, visto que a duração total do ciclo respiratório seria de 3 segundos<sup>22</sup>.

#### OXIGENAÇÃO, FRAÇÃO INSPIRADA DE OXIGÊNIO ( $FIO_2$ )

**Recomendação:** A  $FIO_2$  deve ser titulada evitando-se a hiperóxia ( $PaO_2 > 120$  mmHg), preferindo-se garantir valores de  $PaO_2$  mais próximos do limite inferior da faixa terapêutica (60 a 80 mmHg), desde que se garanta uma  $SaO_2$  superior a 90%. Taxas de  $SaO_2$  nesta faixa não comprometem a oxigenação tissular desde que não haja comprometimento do débito cardíaco e da concentração de hemoglobina.

#### Grau de Recomendação: D

**Comentário:** Taxas elevadas de  $FIO_2$  podem acentuar o desequilíbrio ventilação-perfusão ( $V'A/Q'$ ) e agravar a hipercapnia e a acidose respiratória na DPOC, através de aumento da relação entre o espaço morto e o volume-corrente ( $VD/VT$ ). Em geral os pacientes com DPOC exacerbada não necessitam elevadas  $FIO_2$  para a reversão da hipoxemia, excetuando-se os quadros clínicos em que há doença parenquimatosa com mecanismos de *shunt* pulmonar associada, tais como pneumonia extensa ou edema alveolar. Considera-se também que qualquer agravamento adicional da acidose respiratória, ocasionada pelo uso de altas  $FIO_2$  ( $FIO_2 > 0,4$ ), pode induzir a reajustes da ventilação mecânica visando ao aumento do  $V'E$ , com potencial agravamento da hiperinsuflação dinâmica. Por outro lado, estudo prospectivo e encoberto não evidenciou indução de hipercapnia, acidose ou elevação do es-



paço morto após elevação por 20 minutos da  $FIO_2$  de 30% ou 40% para 70% em 12 pacientes com DPOC em fase de desmame da VM<sup>23</sup>.

### MONITORIZAÇÃO DA MECÂNICA PULMONAR

**Recomendação:** Devem ser medidos de forma rotineira o pico de pressão, a pressão de platô e a resistência de vias aéreas.

#### **Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** Os valores de pico de pressão ou pressão inspiratória máxima não devem ser levados em conta isoladamente para mudanças na estratégia ventilatória, pois não se correlacionam com a pressão alveolar em pacientes com resistência elevada de vias aéreas. Por outro lado, picos de pressão superiores a 45  $cmH_2O$  sinalizam para problemas potencialmente graves envolvendo a mecânica pulmonar e exigem rápida avaliação diagnóstica e tratamento. A pressão de pausa ou de platô inspiratório correlaciona-se com o grau de hiperinsuflação pulmonar. Recomenda-se sua monitoração sistemática limitando-a a valores inferiores a 30  $cmH_2O$ . A resistência de vias aéreas pode ser estimada dividindo-se a diferença entre a pressão de pico e a pressão de platô pelo fluxo inspiratório constante (onda quadrada). Os valores encontrados podem orientar a instituição ou avaliar eficácia da terapêutica broncodilatadora. No caso da ventilação com pressão controlada, devem ser monitorados o  $V'E$  e o VT expirado<sup>12</sup>.

### PRESSÕES EXPIRATÓRIAS: PEEP EXTRÍNSECA E AUTO-PEEP

**Recomendação:** A PEEP extrínseca (PEEPe) pode ser utilizada nos pacientes portadores de DPOC, para contrabalançar a PEEP intrínseca (PEEPi) secundária à limitação ao fluxo aéreo expiratório. Embora ainda não existam dados suficientes para uma recomendação específica sobre o ajuste do seu valor ideal, o uso de PEEPe em valores próximos aos da PEEPi (estática) mensurada (não maior que 85% dela), parece reduzir o trabalho respiratório sem causar aumento da hiperinsuflação e do volume pulmonar expiratório final. Visto que os efeitos da PEEPe não são sempre reproduzíveis em todos os pacientes, variações do volume pulmonar expiratório final devem ser monitoradas a fim de se evitar piora da hiperinsuflação dinâmica. Para isso, a medida da pressão de pausa (platô inspiratório) é recomendada e pode ser usada para titulação da PEEPe, objetivando-se manter valores inferiores a 30  $cmH_2O$ . A aplicação da PEEPe deve le-

var em conta a PEEPi medida após a otimização dos ajustes iniciais.

#### **Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** Hiperinsuflação dinâmica e a presença de PEEPi são observadas em pacientes portadores de DPOC e limitação ao fluxo aéreo. A PEEPi atua como uma sobrecarga para o esforço inspiratório e é descrita como a maior responsável pelo aumento do trabalho respiratório nessa situação<sup>24</sup>. Em pacientes não hipoxêmicos, sedados, em ventilação controlada e bem adaptados, o uso de PEEPe não apresenta benefício clínico, ainda que haja presença de PEEPi<sup>12</sup>. Porém, assim como a sensibilidade para o disparo do ciclo ventilatório é ajustada no máximo, mesmo em pacientes passivamente ventilados, para garantir que não ocorra desconforto quando a atividade inspiratória espontânea ocorrer, o nível de PEEP externo deve ser ajustado durante a fase inicial de ventilação passiva do paciente com DPOC, com o mesmo objetivo. O uso de PEEPe em portadores de DPOC possui suporte teórico de alguns estudos que demonstraram redução do trabalho respiratório sem aumento da hiperinsuflação<sup>22,25-30</sup>. Em casos selecionados, quando estiver difícil o ajuste do volume-minuto, devido à presença de importante hiperinsuflação pulmonar, valores de PEEPe mais baixos e mesmo superiores à PEEPi podem ser testados. Nessa condição especial, o que se procura é uma resposta de desinsuflação. Somente um trabalho demonstrou isso de forma inequívoca, sendo este efeito descrito como uma resposta paradoxal à aplicação da PEEP. Contudo tal efeito foi observado em um pequeno número de pacientes, não tendo sido possível identificar qualquer parâmetro capaz de prever tal resposta<sup>17</sup>. De qualquer modo, a desinsuflação induzida pela PEEP pode ser detectada pela queda da pressão de platô com o paciente no modo volume controlado ou pelo aumento do volume-corrente no modo pressão controlada.

### AJUSTE DA VENTILAÇÃO MECÂNICA NA FASE DE TRANSIÇÃO PARA O DESMAME

Nessa fase, é imprescindível se otimizar a interação entre paciente-ventilador visando, de um lado, a evitar a atrofia e o descondicionamento muscular respiratório e, do outro, a prevenir o desenvolvimento de fadiga muscular, o que poderia levar a um retardo na liberação do paciente do suporte ventilatório. Deve-se lembrar da importância da utilização de PEEPe (em

valores de aproximadamente 85% do PEEPi) nessa fase do suporte ventilatório de pacientes com DPOC, visando à redução do trabalho inspiratório, através da redução da diminuição relativa de pressão nas vias aéreas necessária para disparar o ventilador<sup>26,30</sup>. Essa estratégia pode, inclusive, melhorar a tolerância do paciente às tentativas de respiração espontânea realizadas durante o processo de liberação da ventilação mecânica<sup>31</sup>.

### VENTILAÇÃO COM PRESSÃO DE SUPORTE

**Recomendação:** A ventilação com pressão de suporte (PSV) parece ser o melhor modo ventilatório para essa fase de suporte parcial. O nível de suporte pressórico deve corresponder ao menor necessário para manter a frequência respiratória entre 20 e 30 irpm. Este objetivo é comumente atingido com 15 a 20 cmH<sub>2</sub>O de pressão de suporte, mas existem grandes variações interindividuais.

#### **Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** Na fase de suporte ventilatório parcial, é importante que o retorno da carga para a musculatura respiratória seja realizado de forma controlada. O uso de níveis adequados de PSV pode ser útil para manter atividade diafragmática, evitando sua fadiga<sup>32</sup>. Existe uma relação inversa entre valores de PSV e valores de volume-corrente, frequência respiratória e da relação f/VT<sup>33</sup>. Entretanto, não há grandes variações nesses parâmetros com valores de PSV entre 5 e 10 cmH<sub>2</sub>O<sup>34</sup>. Não existem, porém, estudos avaliando especificamente o uso da PSV em ventilação invasiva, na fase de suporte parcial, em portadores de DPOC. Altos níveis de pressão de suporte podem comprometer a interação entre paciente-ventilador mecânico. Em um estudo foi encontrado que a PSV efetivamente reduziu o trabalho respiratório inspiratório, porém aumentou o trabalho expiratório. Com uma pressão de suporte de 20 cmH<sub>2</sub>O, o início do esforço expiratório precedeu a cessação do fluxo inspiratório em 5 de 12 pacientes<sup>35</sup>. O ajuste do critério de ciclagem da PSV, disponibilizado em alguns ventiladores modernos, pode, potencialmente, evitar essa interação adversa.

### VENTILAÇÃO ASSISTIDA PROPORCIONAL

**Recomendação:** Não há evidências que demonstrem superioridade da ventilação assistida proporcional (PAV) em relação à ventilação com pressão de suporte (PSV) quanto a desfechos clínicos relevantes para pacientes com DPOC em ventilação invasiva.

#### **Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** A PAV oferta suporte ventilatório através de ajustes que geram ganho de fluxo e de volume, tendo por base a elastância (inverso da complacência) do sistema respiratório e a resistência de vias aéreas do paciente e em proporção ao esforço muscular realizado a cada ciclo respiratório. Tem, portanto, o potencial de oferecer um suporte ventilatório individualizado, ciclo a ciclo, resultando em maior sincronia, melhorando a interação entre paciente-ventilador e diminuindo o número de esforços musculares ineficazes, isto é, aqueles que não conseguem disparar o ventilador, fato possível quando se utilizam altos valores de pressão de suporte em pacientes com DPOC. Por outro lado, os ajustes do ventilador na PAV são mais complexos e há o risco de fenômenos de *runaway* (perda de controle) sempre que os ajustes de ganho superam a demanda e a impedância do sistema respiratório. Seus resultados sobre o trabalho respiratório, conforto e *drive* respiratório variam em função do grau de suporte programado<sup>36-39</sup>.

## OUTROS TRATAMENTOS

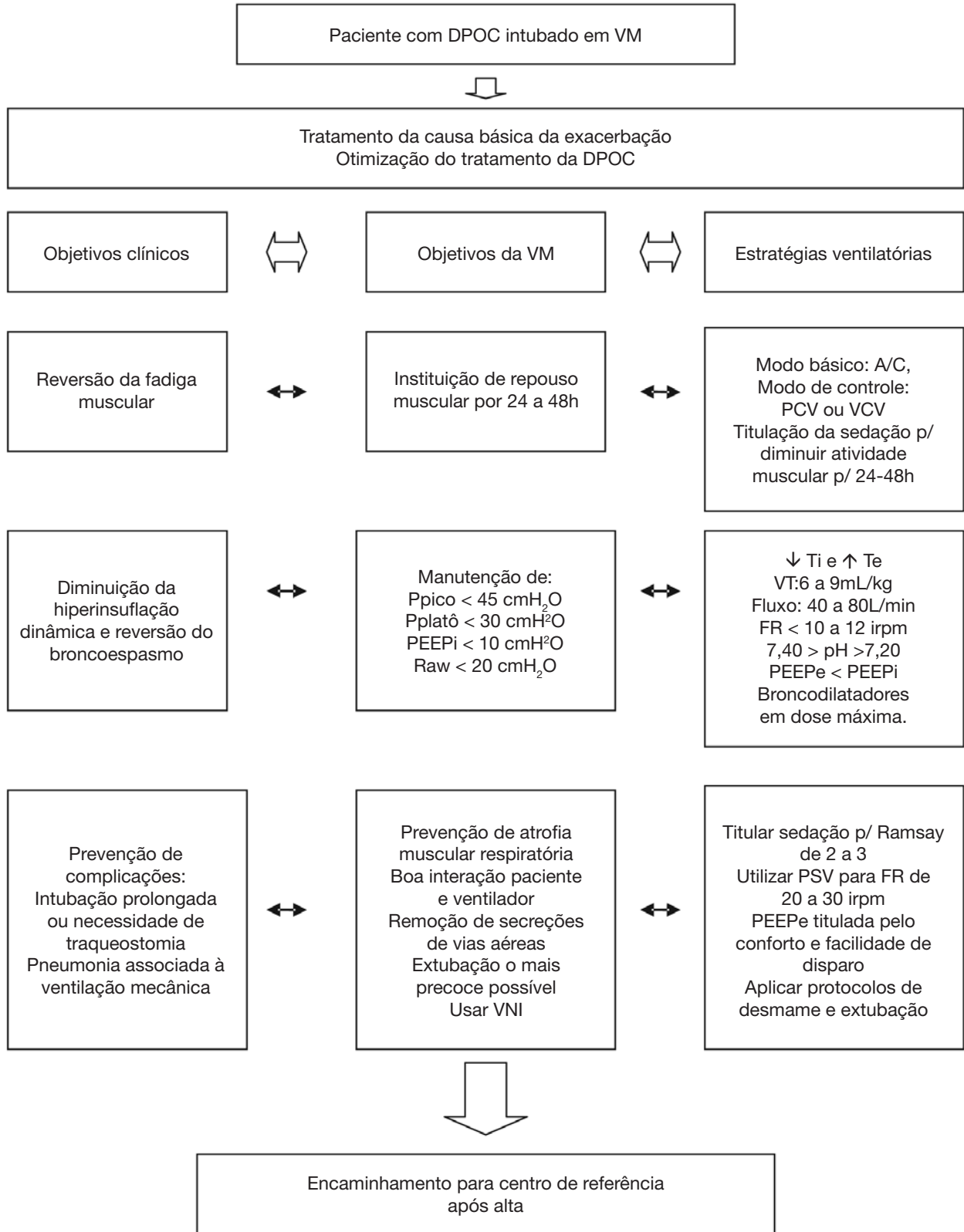
### MISTURA HÉLIO-OXIGÊNIO (HELIOX)

**Recomendação:** A aplicação de Heliox a pacientes com DPOC intubados pode resultar em diminuição da auto-PEEP e do trabalho respiratório. Contudo, não há evidências quanto a desfechos clínicos relevantes para recomendar seu uso rotineiro neste contexto clínico.

#### **Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** A mistura hélio-oxigênio (Heliox) tem uma densidade inferior à mistura de ar: oxigênio-nitrogênio e seu uso reduz a resistência de vias aéreas, promovendo um fluxo de padrão laminar. Estudos controlados têm demonstrado que a sua aplicação não apenas reduz a resistência de vias aéreas, mas também o aprisionamento de ar, a auto-PEEP, as pressões nas vias aéreas e pode atenuar as repercussões hemodinâmicas da hiperinsuflação dinâmica como hipotensão, baixo débito cardíaco e pulso paradoxal<sup>40,41</sup>. Além disso, sua aplicação pode diminuir o trabalho respiratório na fase de desmame da ventilação mecânica<sup>42</sup>. Apesar de relativamente simples quando administrado por máscara, heliox é tecnicamente difícil de usar durante a ventilação mecânica invasiva, devido às influências no fluxo de gás e volume-corrente medidos. Seu valor para o tratamento da DPOC descompensada é, portanto, ainda questionável, difícil e dispendioso.

**FLUXOGRAMA**



## REFERÊNCIAS

01. Il Consenso Brasileiro sobre Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. *J Bras Pneumol*, 2004;30:S5.
02. Bach PB, Brown C, Gelfand SE et al - Management of acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: a summary and appraisal of published evidence. *Ann Intern Med*, 2001;134:600-620.
03. Stoller JK - Clinical practice. Acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med*, 2002;346:988-994.
04. Raurich JM, Perez J, Ibanez J et al - In-hospital and 2-year survival of patients treated with mechanical ventilation for acute exacerbation of COPD. *Arch Bronconeumol*, 2004;40:295-300.
05. Peigang Y, Marini JJ - Ventilation of patients with asthma and chronic obstructive pulmonary disease. *Curr Opin Crit Care*, 2002;8:70-76.
06. Mehta S, Hill NS - Noninvasive ventilation in acute respiratory failure. *Respir Care Clin N Am*, 1996;2:267-292.
07. Hoo GW, Hakimian N, Santiago SM - Hypercapnic respiratory failure in COPD patients: response to therapy. *Chest*, 2000;117:169-177.
08. Laghi F, D'Alfonso N, Tobin MJ - Pattern of recovery from diaphragmatic fatigue over 24 hours. *J Appl Physiol*, 1995;79:539-546.
09. Marini J - Controlled Mechanical Ventilation, em: Mancebo JNA, Brochard L - Mechanical Ventilation and Weaning. New York: Springer; 2003.
10. Blanch PB, Jones M, Layon AJ et al - Pressure-preset ventilation. Part 2: Mechanics and safety. *Chest*, 1993;104:904-912.
11. Blanch PB, Jones M, Layon AJ et al - Pressure-present ventilation. Part 1: Physiologic and mechanical considerations. *Chest*, 1993;104:590-599.
12. Blanch L, Bernabe F, Lucangelo U - Measurement of air trapping, intrinsic positive end-expiratory pressure, and dynamic hyperinflation in mechanically ventilated patients. *Respir Care*, 2005;50:110-124.
13. Slutsky AS - Mechanical ventilation. American College of Chest Physicians' Consensus Conference. *Chest*, 1993;104:1833-1859.
14. Leatherman JW - Mechanical ventilation in obstructive lung disease. *Clin Chest Med*, 1996;17:577-590.
15. Feihl F, Perret C - Permissive hypercapnia. How permissive should we be? *Am J Respir Crit Care Med*, 1994;150:(6 Pt 1):1722-1737.
16. Hickling K - Targets during Mechanical Ventilation, em: Marini J, Slutsky AS - Physiological Basis of Ventilatory Support. New York: Marcel Dekker; 1998;655-695.
17. Caramaz MP, Borges JB, Tucci MR et al - Paradoxical responses to positive end-expiratory pressure in patients with airway obstruction during controlled ventilation. *Crit Care Med*, 2005;33:1519-1528.
18. Cannizzaro G, Garbin L, Clivati A et al - Correction of hypoxia and hypercapnia in COPD patients: effects on cerebrovascular flow. *Monaldi Arch Chest Dis*, 1997;52:9-12.
19. Vieillard-Baron A, Prin S, Augarde R et al - Increasing respiratory rate to improve CO2 clearance during mechanical ventilation is not a panacea in acute respiratory failure. *Crit Care Med*, 2002;30:1407-1412.
20. Guerin C, Lemasson S, La Cara MF et al - Physiological effects of constant versus decelerating inflation flow in patients with chronic obstructive pulmonary disease under controlled mechanical ventilation. *Intensive Care Med*, 2002;28:164-169.
21. Yang SC, Yang SP - Effects of inspiratory flow waveforms on lung mechanics, gas exchange, and respiratory metabolism in COPD patients during mechanical ventilation. *Chest*, 2002;122:2096-2104.
22. Georgopoulos D, Mitrouska I, Markopoulou K et al - Effects of breathing patterns on mechanically ventilated patients with chronic obstructive pulmonary disease and dynamic hyperinflation. *Intensive Care Med*, 1995;21:880-886.
23. Crossley DJ, McGuire GP, Barrow PM et al - Influence of inspired oxygen concentration on deadspace, respiratory drive, and PaCO2 in intubated patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Crit Care Med*, 1997;25:1522-1526.
24. Coussa ML, Guerin C, Eissa NT et al - Partitioning of work of breathing in mechanically ventilated COPD patients. *J Appl Physiol*, 1993;75:1711-1719.
25. Smith TC, Marini JJ - Impact of PEEP on lung mechanics and work of breathing in severe airflow obstruction. *J Appl Physiol*, 1988;65:1488-1499.
26. Ranieri VM, Giuliani R, Cinnella G 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;147:5-13.
27. Sydow M, Golisch W, Buscher H et al - Effect of low-level PEEP on inspiratory work of breathing in intubated patients, both with healthy lungs and with COPD. *Intensive Care Med*, 1995;21:887-895.
28. Guerin C, LeMasson S, de Varax R et al - Small airway closure and positive end-expiratory pressure in mechanically ventilated patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 1997;155:1949-1956.
29. Guerin C, Milic-Emili J, Fournier G - Effect of PEEP on work of breathing in mechanically ventilated COPD patients. *Intensive Care Med*, 2000;26:1207-1214.
30. Georgopoulos D, Giannouli E, Patakas D - Effects of extrinsic positive end-expiratory pressure on mechanically ventilated patients with chronic obstructive pulmonary disease and dynamic hyperinflation. *Intensive Care Med*, 1993;19:197-203.
31. Reissmann HK, Ranieri VM, Goldberg P et al - Continuous positive airway pressure facilitates spontaneous breathing in weaning chronic obstructive pulmonary disease patients by improving breathing pattern and gas exchange. *Intensive Care Med*, 2000;26:1764-1772.
32. Brochard L, Harf A, Lorino H et al - Inspiratory pressure support prevents diaphragmatic fatigue during weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis*, 1989;139:513-521.
33. Tokioka H, Saito S, Kosaka F - Effect of pressure support ventilation on breathing patterns and respiratory work. *Intensive Care Med*, 1989;15:491-494.
34. Brochard L, Rua F, Lorino H et al - Inspiratory pressure support compensates for the additional work of breathing caused by the endotracheal tube. *Anesthesiology*, 1991;75:739-745.
35. Jubran A, Van de Graaff WB, Tobin MJ - Variability of patient-ventilator interaction with pressure support ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 1995;152:129-136.
36. Passam F, Hoing S, Prinianakis G et al - Effect of different levels of pressure support and proportional assist ventilation on breathing pattern, work of breathing and gas exchange in mechanically ventilated hypercapnic COPD patients with acute respiratory failure. *Respiration*, 2003;70:355-361.
37. Appendini L, Purro A, Gudjonsdottir M et al - Physiologic response of ventilator-dependent patients with chronic obstructive pulmonary disease to proportional assist ventilation and continuous positive airway pressure. *Am J Respir Crit Care Med*, 1999;159:(5 Pt 1):1510-1517.
38. Ye Q, Wang C, Tong Z et al - Proportional assist ventilation: methodology and therapeutics on COPD patients compared with pressure support ventilation. *Chin Med J (Engl)*, 2002;115:179-183.
39. Wrigge H, Golisch W, Zinserling J et al - Proportional assist versus pressure support ventilation: effects on breathing pattern and respiratory work of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Intensive Care Med*, 1999;25:790-798.
40. Lee DL, Lee H, Chang HW et al - Heliox improves hemodynamics in mechanically ventilated patients with chronic obstructive pulmonary disease with systolic pressure variations. *Crit Care Med*, 2005;33:968-973.
41. Tassaux D, Gannier M, Battisti A et al - Helium-oxygen decreases inspiratory effort and work of breathing during pressure support in intubated patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Intensive Care Med*, 2005;31:1501-1507.
42. Diehl JL, Mercat A, Guerot E et al - Helium/oxygen mixture reduces the work of breathing at the end of the weaning process in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Crit Care Med*, 2003;31:1415-1420.

# Ventilação Mecânica na Lesão Pulmonar Aguda / Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo

## *Mechanical Ventilation in the Acute Lung Injury/Acute Respiratory Distress Syndrome*

Marcelo B. P. Amato<sup>1</sup>, Carlos R. R. Carvalho<sup>2</sup>, Sílvia Vieira<sup>3</sup>, Alexandre Isola<sup>4</sup>, Vivian Rotman<sup>5</sup>, Marcelo Moock<sup>6</sup>, Anderson José<sup>7</sup>, Suelene Aires Franca<sup>8</sup>

### RESUMO

**JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS:** Em 2000, foi publicado o II Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. Desde então, o conhecimento na área da ventilação mecânica avançou rapidamente, com a publicação de inúmeros estudos clínicos que acrescentaram informações importantes para o manuseio de pacientes críticos em ventilação artificial. Além disso, a expansão do conceito de Medicina Baseada em Evidências determinou a hierarquização das recomendações clínicas, segundo o rigor metodológico dos estudos que as embasaram. Essa abordagem explícita vem ampliando a compreensão e a aplicação das recomendações clínicas. Por esses motivos, a AMIB – Associação de Medicina Intensiva Brasileira – e a SBPT – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – julgaram conveniente a atualização das recomendações descritas no Consenso anterior. Dentre os tópicos selecionados a Ventilação Mecânica na Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA) foi um dos temas propostos. O objetivo foi descrever os pontos mais importantes relacionados à ventilação mecânica na Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo e discutir o papel das estratégias protetoras aplicada a esses pacientes.

**MÉTODO:** Objetivou-se chegar a um documento suficientemente sintético, que refletisse a melhor evidência disponível na literatura. A revisão bibliográfica baseou-se na busca de estudos através de palavras-chave e em sua gradação conforme níveis de evidência. As palavras-chave utilizadas para a busca foram: *mechanical ventilation* e *acute respiratory distress syndrome*.

**RESULTADOS:** São apresentadas recomendações quanto à utilização das estratégias protetoras (uso de baixos volumes-correntes e limitação da pressão de platô inspiratório), assim como, o estado atual da aplicação da PEEP e o papel das manobras de recrutamento.

**CONCLUSÕES:** A ventilação mecânica na SDRA apresentou muitas mudanças nesses últimos anos e o uso de estratégias ventilatórias que preservem a micro-arquitetura pulmonar é a forma mais indicada no momento.

**Unitermos:** Estratégias Protetoras, PEEP, Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo, Ventilação Mecânica

### SUMMARY

**BACKGROUND AND OBJECTIVES:** The II Brazilian Consensus Conference on Mechanical Ventilation was published in 2000. Knowledge on the field of mechanical ventilation evolved rapidly since then, with the publication of numerous clinical studies with potential impact on the ventilatory management of critically ill patients. Moreover, the evolving concept of evidence-based medicine determined the grading of clinical recommendations according to the methodological value of the studies on which they are based. This explicit approach has broadened the understanding and adoption of clinical recommendations. For these reasons, AMIB – Associação de Medicina Intensiva Brasileira

1. UTI-Respiratória do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (SP)
2. UTI-Respiratória do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (SP)
3. Hospital de Clínicas de Porto Alegre da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (RS)
4. Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo (SP)
5. Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Copa D'Or (RJ)
6. UTI do Hospital Estadual Prof. Liberato Di Dio do Grajaú (SP)
7. UTI da Santa Casa de São Paulo, Professor do Curso de Fisioterapia da UNINOVE (SP)
8. UTI do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás (GO)

©Associação de Medicina Intensiva Brasileira, 2007

and SBPT – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – decided to update the recommendations of the II Brazilian Consensus. Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) has been one of the updated topics. This objective was described the most important topics related to mechanical ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome.

**METHODS:** Systematic review of the published literature and gradation of the studies in levels of evidence, using the key words *mechanical ventilation* and *acute respiratory distress syndrome*.

**RESULTS:** Recommendations on the use of lung protective strategies during mechanical ventilation based on reduced tidal volumes and limitation of plateau pressure. The state of the art of recruitment maneuvers and PEEP titration is also discussed.

**CONCLUSIONS:** The mechanical ventilation of patients with ARDS changed in the last few years. We presented the role of lung protective strategies that could be applied to these patients.

**Key Words:** Acute Respiratory Discomfort Syndrome, Lung Protective Strategies, Mechanical Ventilation, PEEP.

## INTRODUÇÃO

Em 2000, foi publicado o II Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. Desde então, o conhecimento na área da ventilação mecânica avançou rapidamente, com a publicação de numerosos estudos clínicos que acrescentaram informações importantes para o mauséio de pacientes críticos em ventilação artificial. Além disso, a expansão do conceito de Medicina Baseada em Evidências determinou a hierarquização das recomendações clínicas, segundo o rigor metodológico dos estudos que as embasaram. Essa abordagem explícita vem ampliando a compreensão e a aplicação das recomendações clínicas. Por esses motivos, a AMIB – Associação de Medicina Intensiva Brasileira – e a SBPT – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – julgaram conveniente a atualização das recomendações descritas no Consenso anterior. Dentre os tópicos selecionados a ventilação mecânica na síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) foi um dos temas propostos.

## DEFINIÇÃO

A síndrome da angústia respiratória aguda (SARA) ou síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA)

é definida, de acordo com a Conferência de Consenso Européia-Americana<sup>1</sup>, como uma síndrome de insuficiência respiratória de instalação aguda, caracterizada por infiltrado pulmonar bilateral à radiografia de tórax, compatível com edema pulmonar; hipoxemia grave, definida como relação  $PaO_2/FIO_2 \leq 200$ ; pressão de oclusão da artéria pulmonar  $\leq 18$  mmHg ou ausência de sinais clínicos ou ecocardiográficos de hipertensão atrial esquerda; presença de um fator de risco para lesão pulmonar. Durante essa mesma Conferência de Consenso, foi criado o termo lesão pulmonar aguda (LPA), cuja definição é idêntica à da SDRA, exceto pelo grau menos acentuado de hipoxemia presente na LPA ( $PaO_2/FIO_2 \leq 300$ ), com a finalidade de se identificar os pacientes mais precocemente durante a evolução de seu quadro clínico. Assim, todo paciente com SARA/SDRA apresenta LPA, porém nem todo paciente com LPA evolui para SARA/SDRA.

É sugestão desse Consenso o uso dos termos SARA ou SDRA de forma indistinta, uma vez que essa tem sido a realidade no cotidiano das nossas especialidades.

Quadro 1 – Graus de Recomendação

Graus de Recomendação	Tratamento/Prevenção
A	Revisão sistemática (com homogeneidade) de ensaios clínicos controlados e aleatórios Ensaio clínico controlado e aleatório com intervalo de confiança estreito; Resultados terapêuticos do tipo “tudo ou nada”.
B	Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos de coorte; Estudo de coorte (incluindo ensaio clínico aleatório de menor qualidade); Observação de resultados terapêuticos ( <i>outcomes research</i> )/estudo ecológico; Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos caso-controle; Estudo caso-controle.
C	Relato de casos (incluindo coorte ou caso-controle de menor qualidade).
D	Opinião de especialista sem avaliação crítica ou baseada em matérias básicas (estudo fisiológico ou estudo com animais).

## EPIDEMIOLOGIA

A LPA/SDRA é freqüente; sua incidência foi estimada em 79 casos por 100 mil habitantes ao ano, com variações sazonais nítidas, sendo mais freqüente

no inverno. Também se observou que a incidência é crescente com a idade, sendo que chega a 306 casos por 100 mil habitantes/ano, na faixa dos 75 aos 84 anos<sup>2</sup>. A mortalidade da SDRA é alta, estimada entre 34% e 60%<sup>3</sup>. Os pacientes que sobrevivem têm permanência prolongada na unidade de terapia intensiva (UTI) e apresentam significativas limitações funcionais, afetando principalmente a atividade muscular, reduzindo a qualidade de vida e persistem por, pelo menos, um ano após a alta hospitalar<sup>4</sup>.

## FISIOPATOLOGIA

A SDRA é caracterizada por inflamação difusa da membrana alvéolo-capilar, em resposta a vários fatores de risco pulmonares ou extrapulmonares. Esses fatores de risco causam lesão pulmonar através de mecanismos diretos (p. ex.: aspiração de conteúdo gástrico, pneumonia, lesão inalatória, contusão pulmonar) ou indiretos (p. ex.: sepse, traumatismo, pancreatite, politransusão). Ocorre lesão na membrana alvéolo-capilar, independente da causa desencadeante da lesão pulmonar, com extravasamento de fluido rico em proteínas para o espaço alveolar. A lesão epitelial alveolar envolve a membrana basal e os pneumócitos tipos I e II, levando à redução da quantidade e à alteração da funcionalidade do surfactante, com o conseqüente aumento da tensão superficial alveolar, ocorrência de atelectasias e redução da complacência pulmonar. Lesão no endotélio capilar é associada com inúmeros eventos inflamatórios, como recrutamento, seqüestro e ativação de neutrófilos; formação de radicais de oxigênio; ativação do sistema de coagulação, levando à trombose microvascular; e recrutamento de células mesenquimais, com a produção de procolágeno. No espaço alveolar, o balanço entre mediadores pró-inflamatórios (TNF- $\alpha$ , IL-1, IL-6 e IL-8) e anti-inflamatórios (IL-10, antagonistas do receptor de IL-1 e do receptor do TNF solúvel) favorece a manutenção da inflamação. A lesão pulmonar inicial é seguida por reparação, remodelamento e alveolite fibrosante<sup>5,6</sup>.

## OBJETIVOS DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Promover adequada troca gasosa, ao mesmo tempo em que se evitam a lesão pulmonar associada à ventilação mecânica e o comprometimento hemodinâmico decorrente do aumento das pressões intratorácicas.

## MODO VENTILATÓRIO

**Recomendação:** Não existem dados suficientes para determinar se a ventilação com volume-controlado ou com pressão-controlada diferem em seus efeitos sobre a morbidade ou mortalidade de pacientes com SDRA. Quando da utilização do volume controlado, deve-se preferir a utilização de onda de fluxo decrescente, pois ela propicia melhor distribuição do ar inspirado, gerando menor pressão na via aérea. O Consenso recomenda, sempre que possível, a utilização de modos ventilatórios limitados em pressão. Na fase inicial, a ventilação com pressão controlada, em paciente adequadamente sedado, promove conforto e trabalho respiratório mínimo. Deve-se estar atento para o controle do volume-corrente quando da utilização dessa modalidade, uma vez que ele não é garantido e, à medida que a mecânica respiratória se altera com o tratamento, o volume-corrente sofre alterações na mesma proporção<sup>7</sup>.

### **Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** Apesar da ventilação com volume controlado ser considerada a modalidade convencional de VM na SDRA, a utilização da ventilação com pressão controlada, tem sido usada o suficiente para ser também considerada “convencional”. Entusiasticamente utilizada no passado, a inversão da relação I:E não é mais recomendada atualmente. Quando comparada à ventilação em pressão controlada convencional (com relações I:E  $\leq$  1:1) associada a altos valores de PEEP externo, a inversão da relação I:E não se mostrou vantajosa. Para um mesmo platô de pressão e PEEP total, a inversão da relação I:E normalmente resulta em maior pressão média das vias aéreas (com maior prejuízo hemodinâmico), sem benefício claro em termos de oxigenação ou proteção pulmonar<sup>7</sup>. Além disto, a utilização de PEEP intrínseca, normalmente presente durante a inversão da relação I:E, continua cercada de incertezas em termos de estabilidade alveolar<sup>7</sup>. Ensaio clínico sugerindo vantagem do uso da pressão controlada são poucos e controversos. Ensaio clínico aleatório com 27 pacientes com insuficiência respiratória aguda hipoxêmica grave ( $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 < 150$ ) sugeriu que pacientes ventilados com pressão controlada tiveram menor tempo de VM comparado com pacientes de mesma gravidade ventilados com volume controlado<sup>8</sup>. Outro ensaio clínico aleatório multicêntrico de 79 pacientes com SDRA, definida de acordo com a Conferência de Consenso Européia-Americana, mostrou que a

mortalidade hospitalar (78% *versus* 51%), o número de órgãos em insuficiência (além do pulmão) (mediana de 4 *versus* 2) e a incidência de insuficiência renal (64% *versus* 32%) foram maiores em pacientes ventilados com volume controlado em comparação com aqueles ventilados com pressão controlada, porém após análise multivariada o modo ventilatório não influenciou na mortalidade<sup>9</sup>. Do ponto de vista fisiológico, existem poucas razões para acreditar que a simples mudança de modo ventilatório – sem mudanças associadas de volume-corrente, frequência, platô de pressão alveolar e PEEP – possam ter impacto no prognóstico dos pacientes<sup>7</sup>. Na verdade, os autores deste Consenso recomendam o uso da pressão controlada apenas em virtude da lógica de seu funcionamento, que é muito mais afinada com os conceitos de proteção pulmonar: prioriza-se o controle das pressões inspiratórias, em detrimento da manutenção do volume-minuto.

### **VOLUMES-CORRENTES E PRESSÕES NAS VIAS AÉREAS**

**Recomendação:** Altos volumes-correntes, associados a altas pressões de platô (representando a pressão alveolar), devem ser evitados em pacientes com SDRA. Volume-corrente baixo ( $\leq 6$  mL/kg de peso corporal predito) e manutenção da pressão de platô  $\leq 30$  cmH<sub>2</sub>O são recomendados.

#### **Grau de Recomendação: A**

**Comentário:** Nos últimos anos, foram realizados vários ensaios clínicos aleatórios multicêntricos, avaliando os efeitos da limitação da pressão inspiratória, através da redução do volume-corrente e da manutenção da pressão de platô  $\leq 30$  cmH<sub>2</sub>O, visando à proteção contra a lesão pulmonar associada à hiperdistensão alveolar<sup>10-15</sup>. Três desses estudos<sup>10,14,16</sup> mostraram redução da mortalidade em pacientes ventilados com volume-corrente de 6 mL/kg (comparado a 12 mL/kg) enquanto se mantinha a pressão de platô  $\leq 30$  cmH<sub>2</sub>O. Em metanálise incluindo cinco desses estudos, envolvendo 1.202 pacientes, concluiu-se que a mortalidade no 28º dia foi significativamente reduzida pela “ventilação protetora pulmonar” (risco relativo de 0,74; IC95% de 0,61 a 0,88), enquanto que o efeito sobre a mortalidade de longo prazo foi incerto (risco relativo de 0,84; IC95% de 0,68 a 1,05), apesar da possibilidade de um benefício clinicamente relevante não pode ser excluída. A comparação entre a utilização de baixo volume-corrente ou convencional não foi

significativamente diferente se uma pressão de platô  $\leq 31$  cmH<sub>2</sub>O era usada no grupo controle (risco relativo de 1,13; IC95% de 0,88 a 1,45), o que pode indicar que, se a pressão de platô for  $\leq 31$  cmH<sub>2</sub>O, maiores reduções no volume-corrente podem não oferecer benefício adicional ao resultado do tratamento<sup>17</sup>.

### **HIPERCAPNIA PERMISSIVA**

**Recomendação:** Hiper-capnia (permitir que o PaCO<sub>2</sub> se eleve acima do normal, denominada “hipercapnia permissiva”) pode ser tolerada em pacientes com LPA, se necessário para diminuir a pressão de platô e o volume corrente.

#### **Grau de Recomendação: A**

**Comentário:** Pacientes tratados em estudos que objetivam limitar o volume-corrente e a pressão nas vias aéreas têm apresentado melhores taxas de sobrevivência, apesar de a hiper-capnia não ser um objetivo primário e sim uma consequência da estratégia utilizada<sup>10,14</sup>. Em estudo aleatório de 48 pacientes, dos quais 25 desenvolveram hiper-capnia em consequência da limitação de volume-corrente e pressões de vias aéreas, não se observaram alterações hemodinâmicas significativas até o sétimo dia de VM, sugerindo que a hiper-capnia é bem tolerada<sup>18</sup>. Não se tem estabelecido limite superior para a PaCO<sub>2</sub>, existindo algumas recomendações não-validadas de se manter o pH > 7,20-7,25. Infusão de bicarbonato de sódio pode ser considerada em pacientes selecionados, para facilitar a aplicação da hiper-capnia permissiva, apesar de faltarem estudos sobre o assunto. Quando utilizado, deve ser administrado em infusão lenta. O uso da hiper-capnia é limitado em pacientes com acidose metabólica preexistente e é contra-indicado naqueles com hipertensão intracraniana. Da mesma forma, são contra-indicações para a hiper-capnia: insuficiência coronariana e disritmias agudas.

### **PRESSÃO POSITIVA AO FINAL DA EXPIRAÇÃO**

**Recomendação:** Pressão positiva ao final da expiração (PEEP) deve ser sempre utilizada em pacientes com LPA/SDRA, para diminuir o potencial de lesão pulmonar associada ao uso de concentrações tóxicas de oxigênio inspirado e para evitar o colapso pulmonar ao final da expiração. Ainda é contraditório na literatura que valores de PEEP devem ser utilizados nesses pacientes (PEEP “elevada” *versus* PEEP “baixa”). No anexo 1, encontra-se a recomendação deste



Consenso.

### **Grau de Recomendação: A**

**Comentário:** Elevar a pressão expiratória final na LPA/SDRA mantém as unidades alveolares abertas para participarem das trocas gasosas, resultando no aumento da  $\text{PaO}_2$  e na proteção contra a lesão pulmonar associada à abertura e fechamento cíclicos de unidades alveolares recrutáveis. Um ensaio clínico com 53 pacientes, 29 dos quais ventilados com volume-corrente de 6 mL/kg e PEEP selecionada individualmente para cada paciente (2  $\text{cmH}_2\text{O}$  acima do ponto de inflexão inferior – Pflex – da curva pressão-volume do sistema respiratório, com média de PEEP = 16  $\text{cmH}_2\text{O}$ ), observou-se uma taxa de mortalidade aos 28 dias quase duas vezes menor nesse grupo em comparação com os 24 pacientes ventilados com volume-corrente de 12 mL/kg e PEEP ajustada para se manter a  $\text{FIO}_2 < 60\%$  (média de PEEP = 8  $\text{cmH}_2\text{O}$ )<sup>10</sup>. Em estudo semelhante com 37 pacientes, a mesma estratégia protetora, com PEEP baseada na curva pressão-volume (média = 14,8  $\text{cmH}_2\text{O}$ ), resultou em grande redução de citocinas no lavado broncoalveolar e no plasma<sup>19</sup>. Um ensaio clínico espanhol prospectivo e aleatório utilizando o mesmo delineamento (50 pacientes com ventilação convencional *versus* 53 pacientes com estratégia protetora –PEEP pelo Pflex), demonstrou redução significativa na mortalidade hospitalar (25% de 45% [55,5%] *versus* 17% de 50% [34%],  $p = .041$ )<sup>15</sup>. Entretanto, em outro ensaio clínico multicêntrico com 549 pacientes ventilados com baixo volume-corrente (6 mL/kg) e pressão de platô limitada ( $\leq 30 \text{ cmH}_2\text{O}$ ), aleatorizados para receber PEEP “elevada” (média de 13  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) *versus* “baixa” (média de 8  $\text{cmH}_2\text{O}$ ), selecionadas através de tabelas com combinações de  $\text{FIO}_2$ -PEEP predeterminadas, não se observou diferença na mortalidade e no tempo de VM entre os dois grupos<sup>20</sup>. Apesar de sugerir que o valor de PEEP seja indiferente, esse estudo apresentou alguns problemas no método, que foram discutidos e reconhecidos pelos próprios autores: os pacientes aleatorizados para o grupo de PEEP elevada eram significativamente mais velhos e tinham menores relações  $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$  que pacientes do grupo PEEP baixa, além de serem pacientes mais graves à entrada, como refletido pelos mais elevados escores de gravidade (APACHE II). Houve também mudança do protocolo ao longo do estudo, através da modificação das tabelas de  $\text{FIO}_2$ -PEEP, durante o estudo. Porém, sua maior limitação pode ter sido titular a PEEP visando apenas à manutenção da oxigenação, e não

com vistas à prevenção da lesão pulmonar associada à ventilação mecânica<sup>21</sup>. Assim, o papel da PEEP em melhorar a mortalidade de pacientes com LPA/SDRA ainda é uma questão aberta e alvo de intenso debate. Pelo menos dois estudos multicêntricos desenhados para responder estas questões estão em curso.

### **MANOBRAS DE RECRUTAMENTO ALVEOLAR**

**Recomendação:** A evidência para a aplicação de manobras de recrutamento a pacientes com LPA/SDRA é ainda exígua: breves períodos de elevado CPAP parecem ineficazes em produzir melhora sustentada na oxigenação. Por outro lado, breves períodos de CPAP ( $\approx 40 \text{ cmH}_2\text{O}$ ) ou pressões inspiratórias elevadas (até 50-60  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) seguidas de elevação da PEEP, ou uso de posição prona, podem ser eficazes em sustentar a oxigenação arterial. Não há evidências disponíveis de que este benefício nas trocas gasosas se traduza num benefício em termos de desfecho clínico. No anexo 1, encontra-se a recomendação deste Consenso.

### **Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** Quase toda a evidência clínica sobre a eficácia das manobras de recrutamento vem de estudos fisiológicos, a maioria dos quais reportando somente melhora momentânea (de 20 min a 6 horas) na oxigenação e mecânica pulmonar, com exceção de um estudo mais recente<sup>22</sup>. A realização de manobras de recrutamento em pacientes ventilados com baixos volumes-correntes e elevado nível de PEEP permanece um tema em debate. Em ensaio clínico aleatório do tipo *crossover*, 72 pacientes com LPA/SDRA ventilados com baixo volume-corrente e PEEP elevada (média de 14  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) foram submetidos à manobra de recrutamento (CPAP de 35 a 40  $\text{cmH}_2\text{O}$  por 30 segundos), com respostas variáveis, sugerindo que a melhora na troca gasosa em respondedores parece ser de curta duração<sup>23</sup>. Em um ensaio clínico aleatório de 30 pacientes com LPA/SDRA ventilados com baixo VT e PEEP elevada ( $\approx 15 \text{ cmH}_2\text{O}$ ), a realização de uma manobra de recrutamento (insuflação sustentada de 50  $\text{cmH}_2\text{O}$  mantida por 30 segundos) resultou em melhora da oxigenação ( $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ ) e do *shunt* ( $\text{Qs}'/\text{Qt}'$ ) aos três minutos após a manobra, porém com retorno aos valores basais após 30 minutos<sup>24</sup>. Por outro lado, em outros dois estudos em que se utilizaram recursos para aumentar a estabilidade alveolar após a manobra de recrutamento (uso de posição prona ou elevação da PEEP de acordo com titulação em manobra decremental (Anexo 1), os efeitos da manobra de re-

crutamento puderam ser mantidos<sup>22,25</sup>. As evidências indicam que a manobra de recrutamento *per se*, mesmo que tenha sucesso em abrir o pulmão, não mantém seu efeito se não for seguida de manobras para melhorar a estabilidade alveolar, como por exemplo o uso de uma PEEP mais elevada, suficiente para estabilizar as regiões pulmonares recém-recrutadas<sup>21,22,26</sup>.

### FRAÇÃO INSPIRADA DE OXIGÊNIO (FIO<sub>2</sub>)

**Recomendação:** Os objetivos da oxigenoterapia incluem manter a PaO<sub>2</sub> ≥ 60 mmHg e/ou a SaO<sub>2</sub> ≥ 90%. Na obtenção desses objetivos, a FIO<sub>2</sub> deve ser mantida abaixo de 60%, sempre que possível.

#### **Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** Apesar de não estar bem definido o limite superior de FIO<sub>2</sub> aceitável, valores elevados acarreta o risco de atelectasia de absorção e de toxicidade por oxigênio.

### VENTILAÇÃO DE ALTA FREQUÊNCIA

**Recomendação:** Não há, no momento, justificativa para o uso rotineiro de ventilação de alta frequência (oscilatória) em pacientes adultos com LPA/SDRA.

#### **Grau de Recomendação: A**

**Comentário:** A aplicação da ventilação de alta frequência pode permitir a mesma troca gasosa (oxigenação), promovendo menos lesão à microestrutura pulmonar. Essa proteção seria obtida graças às menores pressões observadas nas vias aéreas secundárias aos baixos volumes-correntes utilizados. A recomendação de sua não utilização de rotina no tratamento de pacientes adultos com LPA/SDRA é baseada em um ensaio clínico em que 148 pacientes foram aleatorizados para receber ventilação mecânica convencional ou ventilação oscilatória de alta frequência (HFOV)<sup>27</sup>. Apesar da melhora inicial na oxigenação no grupo da HFOV, essa diferença não se manteve após 24 horas, assim como não houve diferença estatisticamente significativa da mortalidade aos 30 dias e nem aos seis meses. Uma análise crítica desse ensaio clínico realçou uma tendência à menor mortalidade aos 30 dias nos pacientes tratados com HFOV (risco relativo de 0,72; IC95% de 0,50 a 1,03), sem diferença em relação à duração da ventilação mecânica<sup>28</sup>. Um ensaio controlado e aleatório, com 61 pacientes, não demonstrou diferença significativa de mortalidade comparando ventilação convencional com HFOV (38% e 32%, respectiva-

mente). Porém, uma análise posterior sugeriu que os pacientes mais hipoxêmicos apresentaram uma tendência a se beneficiar com a HFOV<sup>29</sup>.

### POSIÇÃO PRONA

**Recomendação:** Posição prona deve ser considerada em pacientes necessitando de elevados valores de PEEP e FIO<sub>2</sub> para manter adequada SaO<sub>2</sub> (p. ex.: necessidade de PEEP > 10 cmH<sub>2</sub>O a uma FIO<sub>2</sub> ≥ 60% para manter SaO<sub>2</sub> ≥ 90%) ou pacientes com LPA/SDRA grave (complacência estática do sistema respiratório < 40 mL/cmH<sub>2</sub>O), a menos que o paciente seja de alto risco para conseqüências adversas da mudança postural ou esteja melhorando rapidamente.

#### **Grau de Recomendação: A**

**Comentário:** A maioria dos pacientes com LPA/SDRA responde à posição prona com melhora da oxigenação, que pode persistir após o retorno à posição supina<sup>30</sup>. Um ensaio clínico multicêntrico com 304 pacientes, dos quais 152 foram aleatorizados para utilizarem posição prona por, no mínimo, seis horas por dia, durante 10 dias, confirmou uma melhora da oxigenação nesse grupo, porém a mesma mortalidade (aos 10 dias, no momento da saída da UTI e aos seis meses), comparado ao grupo convencional<sup>31</sup>. Nesse mesmo estudo, uma análise *post hoc* sugeriu melhor resposta, com reduzida mortalidade aos 10 dias e na alta da UTI, no subgrupo de pacientes com hipoxemia mais grave<sup>31</sup>. Três potenciais limitações desse estudo podem ter contribuído para a ausência de impacto na mortalidade: a duração da posição prona pode ter sido insuficiente; a estratégia de ventilação mecânica não foi padronizada entre os centros participantes e houve 27% de não-complacência com o protocolo de posição prona<sup>32</sup>. Em um estudo multicêntrico europeu prospectivo e aleatório em que foram estudados 136 pacientes sendo 60 mantidos na posição supina e 76 colocados na posição prona por 10 dias (17h/dia), não se observou diferença de mortalidade entre os grupos. No entanto, os autores sugerem que uma redução possa ser obtida quando a posição for aplicada precocemente e nos pacientes mais graves<sup>33</sup>.

### VENTILAÇÃO PARCIAL LÍQUIDA

**Recomendação:** Não há, no momento, justificativa para o uso rotineiro de ventilação parcial líquida em pacientes adultos com LPA/SDRA.

**Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** Durante a ventilação parcial líquida os pulmões são preenchidos até a capacidade residual funcional com perfluorocarbono, um líquido que é duas vezes mais denso que a água e que permite a livre difusão de oxigênio e gás carbônico. Em ensaio clínico aleatório com 16 pacientes vítimas de traumatismo, nem a oxigenação nem a mortalidade hospitalar foi diferente entre pacientes recebendo ventilação parcial líquida (VPL) e aqueles recebendo ventilação mecânica convencional, porém a resposta inflamatória foi menor entre os pacientes recebendo VPL<sup>34</sup>. Em outro estudo, com 90 pacientes, aqueles aleatorizados para receber VPL, apresentaram menor progressão da lesão pulmonar (definida como progressão de LPA para SDRA); entretanto, a mortalidade e o número de dias livres da ventilação mecânica não foram diferentes daqueles pacientes que receberam ventilação mecânica convencional<sup>35</sup>. Em análise crítica deste estudo, realçou-se, além de problemas com a descrição dos resultados, o risco relativo de mortalidade aos 28 dias no grupo VPL semelhante ao grupo controle (risco relativo de 1,15; [IC95% de 0,64 a 2,10])<sup>36</sup>.

**SURFACTANTE**

**Recomendação:** Não há, no momento, justificativa para o uso rotineiro de surfactante em pacientes adultos com LPA/SDRA.

**Grau de Recomendação: A**

**Comentário:** Surfactante, um complexo lipoprotéico produzido pelos pneumócitos tipo II, diminui a tensão superficial dos alvéolos e, assim, aumenta a complacência pulmonar. A recomendação de sua não-utilização é baseada em metanálise de nove ensaios clínicos aleatórios avaliando os efeitos do surfactante em pacientes adultos com LPA/SDRA, perfazendo um total de 1.441 pacientes, mostrando que não houve diferença na mortalidade dos pacientes entre os grupos intervenção e controle (risco relativo de 0,93; [intervalo de confiança de 95% de 0,77 a 1,12]). Existe piora inicial imediata, seguida de melhora transitória das trocas gasosas, que costuma durar apenas de 12 a 24 horas. Não houve benefícios de mortalidade ou nos dias livres de ventilação mecânica<sup>37</sup>. Entretanto, é possível que novas preparações de surfactante venham a mudar esse cenário em breve, como recentemente demonstrado em estudo de pacientes pediátricos e adolescentes<sup>38</sup>.

**ÓXIDO NÍTRICO INALATÓRIO**

**Recomendação:** O óxido nítrico (NO) inalatório pode ser útil como um tratamento de resgate em casos de hipoxemia grave não responsiva às medidas convencionais.

**Grau de Recomendação: A**

**Comentário:** Essa recomendação é baseada em cinco estudos prospectivos e aleatórios<sup>39-43</sup> e em metanálise<sup>44</sup> desses trabalhos, que demonstraram que o uso de óxido nítrico (NO) inalatório para pacientes adultos com LPA/SDRA ocasionou melhora transitória (primeiras 72h) da hipoxemia, porém sem qualquer benefício na redução da mortalidade ou nos dias livres de ventilação mecânica. A melhora da oxigenação é, provavelmente, devida à melhora da relação ventilação/perfusão secundária à correção da hipertensão arterial pulmonar observada na LPA/SDRA. Não foram observados efeitos colaterais clinicamente significativos, exceção de relatos isolados de metahemoglobinemia quando utilizadas concentrações mais elevadas ( $\geq 40$  ppm). Não há definição quanto à dose ideal a ser aplicada.

**OXIGENAÇÃO POR MEMBRANA EXTRACORPÓREA E REMOÇÃO EXTRACORPÓREA DE CO<sub>2</sub>**

**Recomendação:** Não há, no momento, justificativa para o uso rotineiro de oxigenação por membrana extracorpórea ou de remoção extracorpórea de CO<sub>2</sub> em pacientes adultos com LPA/SDRA.

**Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** No início dos anos 1970, pacientes com hipoxemia refratária eram freqüentemente tratados com oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO), na tentativa de manter a oferta de oxigênio sistêmico e permitir a redução das pressões nas vias aéreas e da fração inspirada de oxigênio. No único ensaio clínico aleatório de ECMO<sup>45</sup>, 90 pacientes com hipoxemia grave receberam ventilação mecânica isolada ou associada com ECMO, sendo a mortalidade em ambos os grupos, superior a 90%. A relevância desse estudo é, atualmente, limitada, visto que o foco principal da ventilação mecânica no início dos anos 1970 era a redução da FIO<sub>2</sub>, em detrimento da redução das pressões nas vias aéreas e do volume-corrente<sup>32</sup>. Outra técnica de suporte extracorpóreo objetivando “proteção pulmonar”, a ventilação com pressão positiva em baixa freqüência associada à remoção extracorpórea de CO<sub>2</sub> (LFPPV-EC-CO<sub>2</sub>R), foi comparada à ventilação mecânica convencional em ensaio clínico<sup>46</sup>, sem diferença na mortalidade dos pacientes entre os dois grupos.

**Anexo 1****TITULAÇÃO DA PEEP PELA CURVA PEEP VERSUS COMPLACÊNCIA (PEEP DECRESCENTE), APÓS MANOBRA DE RECRUTAMENTO ALVEOLAR**

Antes de iniciar a descrição da proposta da manobra de recrutamento alveolar, deve-se lembrar que se trata da opinião de especialistas (grau de recomendação D), ou seja, não existe hoje na literatura qualquer estudo que demonstre que a utilização de PEEP mais elevada após manobras de recrutamento alveolar tenha influência isolada no aumento da sobrevida nessa síndrome. Porém, essa técnica vem sendo utilizada em nosso meio, muitas vezes de forma não padronizada. Assim, os autores dessas diretrizes apresentam uma proposta baseada em dados da literatura e na experiência particular de pesquisadores brasileiros<sup>47,48</sup>.

Por outro lado, deve-se estar ciente de que existe uma série de evidências experimentais e clínicas, porém de desfecho fisiológico, e o estudo realizado em dois centros de nosso país<sup>10</sup>, que dão suporte a essa proposta e ao desenvolvimento de ensaios clínicos prospectivos e aleatórios (em curso no momento) para verificar essa hipótese.

A proposta de uma manobra de recrutamento que possa ser aplicada indistintamente a qualquer paciente com LPA/SDRA, obviamente pode levar a resultados não ideais. Em pacientes com pulmões mais heterogêneos, muito obesos, ou com altas pressões abdominais, por exemplo, pressões de 40 cmH<sub>2</sub>O podem ser insuficientes para se obter um recrutamento máximo ou quase-máximo<sup>49</sup>. Talvez em situações especiais, dependendo da experiência da equipe assistente e da condição do paciente, pressões de platô mais elevadas (45, 50, 55 ou mesmo 60 cmH<sub>2</sub>O) possam ser necessárias. Em relação a pressões de até 40 cmH<sub>2</sub>O, existem dados que demonstram a possibilidade de sua aplicação com segurança, guardadas as premissas que serão expostas a seguir:

**Paciente Hemodinamicamente Estável**

- Cuidados gerais: sedação e curarização, posição supina e aspiração de secreções, verificar a presença de vazamentos no circuito, considerar a complacência do circuito, quando o volume-corrente é medido na expiração;
- Monitorização mínima durante o procedimento: SaO<sub>2</sub>, pressão arterial preferencialmente invasiva, frequência e ritmo cardíacos. Se possível, garantir

que a variação da pressão de pulso arterial durante o ciclo respiratório ( $\Delta PP$ ) não esteja acima de 13%<sup>50</sup>. Este procedimento ajuda a garantir uma volemia mais efetiva, evitando comprometimentos hemodinâmicos maiores durante a manobra. Caso se constate um valor elevado de  $\Delta PP$ , recomenda-se a rápida infusão de colóides antes da manobra. Notar que a avaliação da  $\Delta PP$  está validada para pacientes ventilados com volumes-correntes  $\geq 8$  mL/kg e sob PEEP baixa;

- Desabilitar a ventilação de *backup* ou de apnéia presente em quase todos os ventiladores mecânicos. Se não for possível desabilitar, reduzir o seu critério de ativação a um mínimo;
- Homogeneização do pulmão com a utilização de manobra de recrutamento alveolar (p. ex.: aplicação por um a dois minutos de ventilação com pressão controlada, relação I:E = 1:1, PEEP = 25 cmH<sub>2</sub>O, pressão inspiratória total = 40-45 cmH<sub>2</sub>O, ou seja, 15-20 cmH<sub>2</sub>O acima da PEEP, FIO<sub>2</sub> = 1 e frequência de 10 /min);
- Logo a seguir, sem desconectar o paciente e sem alterar a PEEP, simplesmente mudar a ventilação para modo volume controlado, tomando a precaução de ajustar previamente um volume-corrente baixo;
- Ajustar volume-corrente para 5 mL/kg;
- Fluxo = 60 L/min, onda de fluxo quadrada;
- Ajustar pausa inspiratória entre 0,5 e 1s;
- Manter frequência respiratória = 12-14/min e FiO<sub>2</sub> = 1;
- Iniciar com PEEP = 25 cmH<sub>2</sub>O, com decrementos de 2 cmH<sub>2</sub>O, mantendo por aproximadamente 10 ciclos;
- Calcular o valor da complacência estática do sistema respiratório ( $C_{STAT-SR} = V_T / [\text{pressão de platô} - \text{PEEP}]$ ) para cada valor de PEEP;
- Diminuir progressivamente a PEEP até um valor em que a complacência comece a diminuir de forma evidente;
- Identificar a PEEP em que a complacência alcançou o seu valor máximo;
- A PEEP considerada "ideal" será encontrada somando-se 2-3 cmH<sub>2</sub>O ao valor da PEEP que determinou a complacência máxima;
- Realizar novamente o recrutamento e retornar ao valor de PEEP considerada ótima (observar exemplo a seguir);
- Aguardar de 20 a 30 min e coletar sangue arterial para avaliar os gases sanguíneos. Se a relação PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub>  $\geq 350$ , manter o paciente nesses ajustes do ventilador; se a relação PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub>  $< 250$ , o paciente deve ser novamente recrutado e a PEEP ajustada num valor mais elevado (considerar a estabilidade hemodinâmica); se a relação estiver nesse intervalo, considerar

(de acordo com a condição clínica/gravidade) a realização de novo recrutamento com elevação da PEEP ou aguardar um período de 6 a 8h para observar se o paciente não conseguiu recrutar áreas de pulmão com o passar do tempo e manutenção das pressões das vias aéreas.

#### EXEMPLO DE TITULAÇÃO DA PEEP EM PACIENTE COM SDRA:

PEEP = 25  $\Rightarrow$   $C_{\text{STAT-SR}} = 18,5 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$  ( $P_{\text{PLAT}} = 42,3$ ;  $V_T = 320 \text{ mL}$ )

PEEP = 23  $\Rightarrow$   $C_{\text{STAT-SR}} = 19,8 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$  ( $P_{\text{PLAT}} = 39,2$ ;  $V_T = 320 \text{ mL}$ )

PEEP = 21  $\Rightarrow$   $C_{\text{STAT-SR}} = 20,5 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$  ( $P_{\text{PLAT}} = 36,6$ ;  $V_T = 320 \text{ mL}$ )

PEEP = 19  $\Rightarrow$   $C_{\text{STAT-SR}} = 21,2 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$  ( $P_{\text{PLAT}} = 34,1$ ;  $V_T = 320 \text{ mL}$ )

PEEP = 17  $\Rightarrow$   $C_{\text{STAT-SR}} = 22,0 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$  ( $P_{\text{PLAT}} = 31,5$ ;  $V_T = 320 \text{ mL}$ )

PEEP = 15  $\Rightarrow$   $C_{\text{STAT-SR}} = 21,8 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$  ( $P_{\text{PLAT}} = 29,7$ ;  $V_T = 320 \text{ mL}$ )

PEEP = 13  $\Rightarrow$   $C_{\text{STAT-SR}} = 19,0 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$  ( $P_{\text{PLAT}} = 29,8$ ;  $V_T = 320 \text{ mL}$ )

PEEP = 11  $\Rightarrow$   $C_{\text{STAT-SR}} = 17,1 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$  ( $P_{\text{PLAT}} = 29,7$ ;  $V_T = 320 \text{ mL}$ )

PEEP = 09  $\Rightarrow$   $C_{\text{STAT-SR}} = 15,5 \text{ mL/cmH}_2\text{O}$  ( $P_{\text{PLAT}} = 29,6$ ;  $V_T = 320 \text{ mL}$ )

Com estes dados, concluiu-se que a máxima complacência foi alcançada com PEEP de 17  $\text{cmH}_2\text{O}$ , escolhendo-se uma PEEP ótima de 19-20  $\text{cmH}_2\text{O}$  para este paciente.

O raciocínio por trás desta escolha é simples: a diminuição da complacência observada para valores de PEEP de 15 ou 13  $\text{cmH}_2\text{O}$  foi considerada como um sinal claro de perda de unidades alveolares funcionantes. Por outro lado, a complacência também diminuída, associada a níveis de PEEP acima de 19  $\text{cmH}_2\text{O}$ , foi considerada como um sinal claro de hiperdistensão alveolar, devendo ser evitada.

Em certas situações não tão raras, a complacência começa a subir nos primeiros passos de decremento de PEEP, alcançando um certo platô (valores praticamente iguais durante 2 ou mais passos da manobra). Nestes casos, deve-se escolher o primeiro valor do platô (PEEP mais alto dentro da faixa do platô) como o valor de máxima complacência. Mais uma vez, o raciocínio é claro: num pulmão normal, a complacência deveria subir a cada passo decremental de PEEP, até alcançar zero PEEP, devido ao progressivo alívio da

hiperdistensão. A manutenção da mesma complacência durante dois níveis consecutivos de PEEP é um sinal de que o colapso já teve início.

#### REFERÊNCIAS

- Bernard GR, Artigas A, Brigham KL et al - The American-European Consensus Conference on ARDS. Definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination. *Am J Respir Crit Care Med*, 1994;149:(3 Pt 1):818-824.
- Rubinfeld GD, Caldwell E, Peabody E et al - Incidence and outcomes of acute lung injury. *N Engl J Med*, 2005;353:1685-1693.
- Rubinfeld GD - Epidemiology of acute lung injury. *Crit Care Med*, 2003;31:(Suppl4):S276-S284.
- Herridge MS, Cheung AM, Tansey CM et al - One-year outcomes in survivors of the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*, 2003;348:683-693.
- Ware LB, Matthay MA - The acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*, 2000;342:1334-1349.
- Ware LB - Pathophysiology of acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *Semin Respir Crit Care Med*, 2006;27:337-349.
- Amato MBP, Marini JJ - Pressure-Controlled and Inverse-Ratio Ventilation, em: Tobin M - Principles and Practice of Mechanical Ventilation. 2<sup>nd</sup> Ed, Mc Graw-Hill; 2006;251-272.
- Rappaport SH, Shpiner R, Yoshihara G et al - Randomized, prospective trial of pressure-limited versus volume-controlled ventilation in severe respiratory failure. *Crit Care Med*, 1994;22:22-32.
- Esteban A, Alia I, Gordo F et al - Prospective randomized trial comparing pressure-controlled ventilation and volume-controlled ventilation in ARDS. For the Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Chest*, 2000;117:1690-1696.
- Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM et al - Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*, 1998;338:347-354.
- Stewart TE, Meade MO, Cook DJ et al - Evaluation of a ventilation strategy to prevent barotrauma in patients at high risk for acute respiratory distress syndrome. Pressure- and Volume-Limited Ventilation Strategy Group. *N Engl J Med*, 1998;338:355-361.
- Brochard L, Roudot-Thoraval F, Roupie E et al - Tidal volume reduction for prevention of ventilator-induced lung injury in acute respiratory distress syndrome. The Multicenter Trial Group on Tidal Volume reduction in ARDS. *Am J Respir Crit Care Med*, 1998;158:1831-1838.
- Brower RG, Shanholtz CB, Fessler HE et al - Prospective, randomized, controlled clinical trial comparing traditional versus reduced tidal volume ventilation in acute respiratory distress syndrome patients. *Crit Care Med*, 1999;27:1492-1498.
- 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;342:1301-1308.
- Villar J, Kacmarek RM, Perez-Mendez L et al - A high positive end-expiratory pressure, low tidal volume ventilatory strategy improves outcome in persistent acute respiratory distress syndrome: a randomized, controlled trial. *Crit Care Med*, 2006;34:1311-1318.
- Villar J - Low vs high positive end-expiratory pressure in the ventilatory management of acute lung injury. *Minerva Anestesiol*, 2006;72:357-362.
- Petrucci N, Iacovelli W - Ventilation with lower tidal volumes versus traditional tidal volumes in adults for acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Cochrane Database Syst Rev*, 2004;(2):CD003844.
- Carvalho CR, Barbas CS, Medeiros DM et al - Temporal hemodynamic effects of permissive hypercapnia associated with ideal PEEP in ARDS. *Am J Respir Crit Care Med*, 1997;156:1458-1466.
- Ranieri VM, Suter PM, Tortorella C et al - Effect of mechanical ventilation on inflammatory mediators in patients with acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. *JAMA*, 1999;282:54-61.
- Brower RG, Lanken PN, MacIntyre N et al - Higher versus lower positive end-expiratory pressures in patients with the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*, 2004;351:327-336.
- Gattinoni L, Caironi P, Carlesso E - How to ventilate patients with acute

- lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Curr Opin Crit Care*, 2005;11:69-76.
22. Borges JB, Okamoto VN, Matos GF et al - Reversibility of lung collapse and hypoxemia in early acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*, 2006;174:268-278.
  23. Brower RG, Morris A, MacIntyre N et al - Effects of recruitment maneuvers in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome ventilated with high positive end-expiratory pressure. *Crit Care Med*, 2003;31:2592-2597.
  24. Oczenski W, Hormann C, Keller C et al - Recruitment maneuvers after a positive end-expiratory pressure trial do not induce sustained effects in early adult respiratory distress syndrome. *Anesthesiology*, 2004;101:620-625.
  25. Czenski W, Hormann C, Keller C et al - Recruitment maneuvers during prone positioning in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*, 2005;33:54-61.
  26. Okamoto VN, Borges JB, Amato MBP - Recruitment Maneuvers in the Acute Respiratory Distress Syndrome, em: Slutsky AS, Brochard L - Update in Intensive Care and Emergency Medicine. Berlin, Heidelberg, New York, Hong-Kong, London, Milan, Paris, Tokyo: Springer-Verlag; 2003;335-352.
  27. Derdak S, Mehta S, Stewart TE et al - High-frequency oscillatory ventilation for acute respiratory distress syndrome in adults: a randomized, controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002;166:801-808.
  28. Wunsch H, Mapstone J - High-frequency ventilation versus conventional ventilation for treatment of acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Cochrane Database Syst Rev*, 2004;(1):CD004085.
  29. Bollen CW, van Well GT, Sherry T et al - High frequency oscillatory ventilation compared with conventional mechanical ventilation in adult respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial [ISRCTN24242669]. *Crit Care*, 2005;9:R430-R439.
  30. Ward NS - Effects of prone position ventilation in ARDS. An evidence-based review of the literature. *Crit Care Clin*, 2002;18:35-44.
  31. Gattinoni L, Tognoni G, Pesenti A et al - Effect of prone positioning on the survival of patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med*, 2001;345:568-573.
  32. Kallet RH - Evidence-based management of acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Respir Care*, 2004;49:793-809.
  33. Mancebo J, Fernandez R, Blanch L et al - A multicenter trial of prolonged prone ventilation in severe acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*, 2006;173:1233-1239.
  34. Croce MA, Fabian TC, Patton JH et al - Partial liquid ventilation decreases the inflammatory response in the alveolar environment of trauma patients. *J Trauma*, 1998;45:273-282.
  35. Hirschl RB, Croce M, Gore D et al - Prospective, randomized, controlled pilot study of partial liquid ventilation in adult acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002;165:781-787.
  36. Davies MW, Fraser JF - Partial liquid ventilation for preventing death and morbidity in adults with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Cochrane Database Syst Rev*, 2004;(4):CD003707.
  37. Adhikari N, Burns KE, Meade MO - Pharmacologic therapies for adults with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Cochrane Database Syst Rev*, 2004;(4):CD004477.
  38. Willson DF, Thomas NJ, Markovitz BP et al - Effect of exogenous surfactant (calfactant) in pediatric acute lung injury: a randomized controlled trial. *JAMA*, 2005;293:470-476.
  39. Dellinger RP, Zimmerman JL, Taylor RW et al - Placebo and inhaled nitric oxide mortality the same in ARDS clinical trial. *Crit Care Med*, 1998;26:619.
  40. Michael JR, Barton RG, Saffle JR et al - Inhaled nitric oxide versus conventional therapy: effect on oxygenation in ARDS. *Am J Respir Crit Care Med*, 1998;157:(5 Pt 1):1372-1380.
  41. Troncy E, Collet JP, Shapiro S et al - Inhaled nitric oxide in acute respiratory distress syndrome: a pilot randomized controlled study. *Am J Respir Crit Care Med*, 1998;157:(5 Pt 1):1483-1488.
  42. Lundin S, Mang H, Smithies M et al - Inhalation of nitric oxide in acute lung injury: results of a European multicentre study. *The European Study Group of Inhaled Nitric Oxide. Intensive Care Med*, 1999;25:911-919.
  43. Taylor RW, Zimmerman JL, Dellinger RP et al - Low-dose inhaled nitric oxide in patients with acute lung injury: a randomized controlled trial. *JAMA*, 2004;291:1603-1609.
  44. Sokol J, Jacobs SE, Bohn D - Inhaled nitric oxide for acute hypoxemic respiratory failure in children and adults. *Cochrane Database Syst Rev*, 2003;(1):CD002787.
  45. Zapol WM, Snider MT, Schneider RC - Extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory failure. *Anesthesiology*, 1977;46:272-285.
  46. Morris AH, Wallace CJ, Menlove RL et al - Randomized clinical trial of pressure-controlled inverse ratio ventilation and extracorporeal CO<sub>2</sub> removal for adult respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*, 1994;149:(2 Pt 1):295-305.
  47. Dries DJ, Marini AJ - A rationale for lung recruitment in acute respiratory distress syndrome. *J Trauma* 2003;54:326-328.
  48. Borges JB, Carvalho CR, Amato MB - Lung recruitment in patients with ARDS. *N Engl J Med*, 2006;355:319-322.
  49. Hickling KG - Best compliance during a decremental, but not incremental, positive end-expiratory pressure trial is related to open-lung positive end-expiratory pressure: a mathematical model of acute respiratory distress syndrome lungs. *Am J Respir Crit Care Med*, 2001;163:69-78.
  50. Michard F, Boussat S, Chemla D et al - Relation between respiratory changes in arterial pulse pressure and fluid responsiveness in septic patients with acute circulatory failure. *Am J Respir Crit Care Med*, 2000;162:134-138.

# Desmame e Interrupção da Ventilação Mecânica\*

## *Mechanical Ventilation of Weaning Interruption*

Rosane Goldwasser<sup>1</sup>, Augusto Farias<sup>2</sup>, Edna Estelita Freitas<sup>3</sup>,  
Felipe Saddy<sup>4</sup>, Verônica Amado<sup>5</sup>, Valdelis Novis Okamoto<sup>6</sup>.

### RESUMO

**JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS:** Em 2000, foi publicado o II Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. Desde então, o conhecimento na área da ventilação mecânica avançou rapidamente, com a publicação de inúmeros estudos clínicos que acrescentaram informações importantes para o manuseio de pacientes críticos em ventilação artificial. Além disso, a expansão do conceito de Medicina Baseada em Evidências determinou a hierarquização das recomendações clínicas, segundo o rigor do método dos estudos que as embasaram. Essa abordagem explícita vem ampliando a compreensão e a aplicação das recomendações clínicas. Por esses motivos, a AMIB – Associação de Medicina Intensiva Brasileira – e a SBPT – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – julgaram conveniente a atualização das recomendações descritas no Consenso anterior. Dentre os tópicos selecionados o desmame da Ventilação Mecânica foi um dos temas propostos. O objetivo foi descrever os pontos mais importantes relacionados ao desmame da ventilação mecânica.

**MÉTODO:** Objetivou-se chegar a um documento suficientemente sintético, que refletisse a melhor evidência disponível na literatura. A revisão bibliográfica baseou-se na busca de estudos através de palavras-chave e em sua gradação conforme níveis de evidência. As palavras-chave utilizadas para a busca foram: *weaning* e *mechanical ventilation*.

**RESULTADOS:** São apresentadas recomendações quanto aos métodos de desmame utilizados, ao uso

de protocolos e a identificação dos pacientes através do teste de ventilação espontânea.

**CONCLUSÕES:** A liberação do paciente do ventilador é um momento muito importante da ventilação mecânica. A utilização de protocolos para reconhecimento dos pacientes aptos a serem extubados contribui com a redução do tempo de internação dos pacientes em unidade de terapia intensiva (UTI).

**Unitermos:** Desmame do Ventilador, Ventilação Mecânica, Teste de ventilação espontânea, Traqueostomia.

### SUMMARY

**BACKGROUND AND OBJECTIVES:** The II Brazilian Consensus Conference on Mechanical Ventilation was published in 2000. Knowledge on the field of mechanical ventilation evolved rapidly since then, with the publication of numerous clinical studies with potential impact on the ventilatory management of critically ill patients. Moreover, the evolving concept of evidence-based medicine determined the grading of clinical recommendations according to the methodological value of the studies on which they are based. This explicit approach has broadened the understanding and adoption of clinical recommendations. For these reasons, AMIB – Associação de Medicina Intensiva Brasileira and SBPT – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – decided to update the recommendations of the II Brazilian Consensus. Weaning from mechanical ventilation has been one of the updated topics. This objective was described the most important topics related to weaning from mechanical ventilation.

**METHODS:** Systematic review of the published literature and gradation of the studies in levels of evidence, using the keywords weaning and mechanical ventilation.

**RESULTS:** Recommendations on the weaning from mechanical ventilation and how to select patients applying weaning protocols and spontaneous breathing test.

**CONCLUSIONS:** Weaning is a very important period of mechanical ventilatory support. Weaning protocols are recommended to select patients ready to be extubated.

1. Presidente da Sociedade de Terapia Intensiva do Estado do Rio de Janeiro (RJ)  
2. UTI do Hospital Português, Salvador (BA)  
3. Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro (RJ)  
4. Unidade de Terapia Intensiva Hospital Copa Dor e Hospital Pró-Cardíaco (RJ)  
5. Professor Adjunto da Universidade de Brasília (DF)  
6. UTI do Hospital AC Camargo (SP)

©Associação de Medicina Intensiva Brasileira, 2007

**Key Words:** Mechanical ventilation, Spontaneous breathing test, Tracheostomy, Weaning

## INTRODUÇÃO

Retirar o paciente da ventilação mecânica pode ser mais difícil que mantê-lo. O processo de retirada do suporte ventilatório ocupa ao redor de 40% do tempo total de ventilação mecânica<sup>1,2</sup>. Alguns autores descrevem o desmame como a “área da penumbra da terapia intensiva” e que, mesmo em mãos especializadas, pode ser considerada uma mistura de arte e ciência<sup>3</sup>. Apesar disso, a literatura tem demonstrado, mais recentemente, que protocolos de identificação sistemática de pacientes em condições de interrupção da ventilação mecânica podem reduzir significativamente sua duração<sup>4,5</sup>. Por outro lado, a busca por índices fisiológicos capazes de prever, acurada e reprodutivelmente, o sucesso do desmame ventilatório ainda não chegou a resultados satisfatórios<sup>6</sup>.

Para que esses novos conceitos fossem mais bem incorporados na prática das unidades de terapia intensiva brasileiras, o capítulo que trata do desmame ventilatório foi atualizado no presente Consenso.

Quadro 1 – Graus de Recomendação

Graus de Recomendação	Tratamento/Prevenção
A	Revisão sistemática (com homogeneidade) de ensaios clínicos controlados e aleatórios Ensaio clínico controlado e aleatório com Intervalo de confiança estreito Resultados terapêuticos do tipo “tudo ou nada”
B	Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos de coorte Estudo de coorte (incluindo ensaio clínico aleatório de menor qualidade) Observação de resultados terapêuticos ( <i>outcomes research</i> ) / estudo ecológico Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos caso-controle Estudo caso-controle
C	Relato de casos (incluindo coorte ou caso-controle de menor qualidade)
D	Opinião de especialista sem avaliação crítica ou baseada em matérias básicas (estudo fisiológico ou estudo com animais)

## DEFINIÇÕES

A retirada da ventilação mecânica é uma importante medida no tratamento intensivo. A utilização de diversos termos para definir este processo pode dificultar a

avaliação de sua duração, dos diferentes modos e protocolos e do prognóstico. Por esse motivo, é importante a definição precisa dos termos, como se segue<sup>7,8</sup>:

### Desmame

O termo desmame refere-se ao processo de transição da ventilação artificial para a espontânea nos pacientes que permanecem em ventilação mecânica invasiva por tempo superior a 24h.

### Interrupção da Ventilação Mecânica

O termo interrupção da ventilação mecânica refere-se aos pacientes que toleraram um teste de respiração espontânea e que podem ou não ser elegível para extubação.

O teste de respiração espontânea (método de interrupção da ventilação mecânica) é a técnica mais simples, estando entre as mais eficazes para o desmame. É realizado permitindo-se que o paciente ventile espontaneamente através do tubo traqueal, conectado a uma peça em forma de “T”, com fonte enriquecida de oxigênio, ou recebendo pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) de 5 cmH<sub>2</sub>O, ou ventilação com pressão de suporte (PSV) de até 7 cmH<sub>2</sub>O.

### Extubação e Decanulação

Extubação é a retirada da via aérea artificial. No caso de pacientes traqueostomizados, utiliza-se o termo decanulação.

Denomina-se re-intubação ou fracasso de extubação, a necessidade de reinstaurar a via aérea artificial. A re-intubação é considerada precoce quando ocorre em menos de 48h após a extubação (ou decanulação).

### Sucesso e Fracasso da Interrupção da Ventilação Mecânica

Define-se sucesso da interrupção da ventilação mecânica como um teste de respiração espontânea bem sucedido. Os pacientes que obtiverem sucesso devem ser avaliados quanto à indicação de retirada da via aérea artificial.

Quando o paciente não tolera o teste de respiração espontânea, considera-se fracasso na interrupção da ventilação mecânica. No caso de fracasso o paciente deverá receber suporte ventilatório que promova repouso da musculatura. Uma revisão das possíveis causas desse fracasso deverá ser feita pela equipe assistente, bem como o planejamento da estratégia a ser adotada a seguir, nova tentativa de interrupção da ventilação mecânica ou desmame gradual.



### Sucesso e Fracasso do Desmame

Define-se sucesso do desmame a manutenção da ventilação espontânea durante pelo menos 48h após a interrupção da ventilação artificial. Considera-se fracasso ou falência do desmame, se o retorno à ventilação artificial for necessário neste período.

### Ventilação Mecânica Prolongada

Considera-se ventilação mecânica prolongada a dependência da assistência ventilatória, invasiva ou não-invasiva, por mais de 6h por dia, por tempo superior a três semanas, apesar de programas de reabilitação, correção de distúrbios funcionais e utilização de novas técnicas de ventilação.

## IMPORTÂNCIA DE SE TRAÇAR ESTRATÉGIAS E PROTOCOLOS

### Identificar Pacientes Elegíveis para o Teste de Respiração Espontânea

**Recomendação:** Devem-se estabelecer estratégias para identificar sistematicamente os pacientes elegíveis para o teste de respiração espontânea.

#### Grau de Evidência: A

**Comentário:** As diversas estratégias de desmame empregadas refletem julgamentos clínicos e estilos individualizados. Estudos aleatórios e controlados comprovaram que este empirismo aplicado ao desmame prolonga o tempo de ventilação mecânica<sup>4,5</sup>. É prioritário implementar estratégias para identificar sistematicamente os pacientes elegíveis para o teste de respiração espontânea. Isso reduz o tempo de ventilação mecânica e suas complicações. No entanto, um estudo aleatório e controlado avaliando o efeito de um protocolo de identificação sistemática de pacientes elegíveis para interrupção de ventilação mecânica não mostrou benefício dessa prática<sup>9</sup>, ao contrário de investigações prévias<sup>4,5</sup>. Tal discrepância foi atribuída às características da unidade onde o estudo foi realizado, a qual dispunha de uma equipe multiprofissional, adequada em número e treinamento, e de visitas diárias estruturadas por *checklist*, em que um dos itens foi justamente a elegibilidade para interrupção da ventilação mecânica<sup>9,10</sup>.

### Interrupção Diária da Sedação

**Recomendação:** Pacientes sob ventilação mecânica recebendo sedativos, particularmente em infusão contínua, devem ter sedação guiada por protocolos e metas que incluam interrupção diária da infusão.

### Grau de Evidência: A

**Comentário:** A administração contínua de sedativos é um preditor independente de maior duração da ventilação mecânica, maior permanência na UTI e no hospital<sup>11</sup> Kress e col.<sup>12</sup> conduziram um estudo aleatório e controlado com 128 pacientes para verificar o efeito da interrupção diária da sedação na duração da ventilação mecânica, tempo de estadia em UTI e tempo de internação hospitalar. Foi observada redução na mediana de duração de ventilação mecânica em 2,4 dias ( $p = 0,004$ ) e na mediana de tempo de internação na UTI em 3,3 dias ( $p = 0,02$ ) no grupo intervenção, comparado com o grupo em que a sedação não foi interrompida. Protocolos para desmame conduzidos por profissionais de saúde não-médicos reduzem o tempo de desmame<sup>13</sup> (vide capítulo Fisioterapia em UTI, neste Consenso). Dentro destes, os protocolos para manuseio de sedação e analgesia implementados por enfermeiros. Um desses protocolos mostrou uma redução na duração da ventilação mecânica em dois dias ( $p = 0,008$ ), redução do tempo de permanência em UTI em dois dias ( $p < 0,0001$ ) e redução na incidência de traqueostomia no grupo de tratamento (6% x 13%,  $p = 0,04$ )<sup>13</sup>. Em determinadas situações clínicas, como utilização de miorrelaxantes, instabilidade hemodinâmica, fase aguda da síndrome do desconforto respiratório agudo e outras, a interrupção dos agentes sedativos deverá ser avaliada pela equipe.

## INTERRUPÇÃO DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

### Identificando Pacientes Elegíveis para o Teste de Respiração Espontânea

**Recomendação:** A avaliação para iniciar o teste de respiração espontânea deve ser baseada primariamente na evidência de melhora clínica, oxigenação adequada e estabilidade hemodinâmica.

#### Grau de Evidência: B

**Comentário:** Para se considerar o início do processo de desmame é necessário que *a doença que causou ou contribuiu para a descompensação respiratória encontra-se em resolução, ou já resolvida*. O paciente deve apresentar-se com *estabilidade hemodinâmica*, expressa por boa perfusão tecidual, independência de vasopressores (doses baixas e estáveis são toleráveis) e ausência de insuficiência coronariana descompensada ou disritmias com repercussão hemodinâmica. Além disto, deverá ter *adequada troca gasosa* ( $PaO_2 \geq 60$  mmHg com  $FIO_2 \leq 0,4$  e  $PEEP \leq 5$  a 8 cmH<sub>2</sub>O) e *ser capaz de iniciar os esforços inspiratórios*<sup>8</sup>.

Uma vez bem sucedido o teste de respiração espontânea, outros fatores deverão ser considerados antes de se proceder a extubação, tais como o nível de consciência, o grau de colaboração do paciente e sua capacidade de eliminar secreções respiratórias, entre outros, que serão discutidos a seguir.

**Como Fazer o Teste de Respiração Espontânea**

Demonstrou-se que um teste de respiração espontânea com duração de 30 min a duas horas foi útil para selecionar os pacientes prontos para extubação<sup>4,15-20</sup>. Esses mesmos estudos mostraram taxa de re-intubação em torno de 15% a 19% nos pacientes extubados. A desconexão da ventilação mecânica deve ser realizada oferecendo oxigênio suplementar a fim de manter taxas de saturação de oxigênio no sangue arterial (SaO<sub>2</sub>) acima de 90%. A suplementação de oxigênio deve ser feita com uma FIO<sub>2</sub> até 0,4, não devendo ser aumentada durante o processo de desconexão. Outros modos podem ser tentados para o teste de respiração espontânea, como a ventilação com pressão positiva intermitente bifásica (BIPAP – *biphasic positive airway pressure*) e a ventilação proporcional assistida (PAV – *proportional assist ventilation*). Estes modos tiveram resultados iguais ao do tubo-T e PSV no teste de respiração espontânea<sup>21-23</sup>. Recentemente, uma comparação entre a compensação automática do tubo (ATC – *automatic tube compensation*) associada ao CPAP versus CPAP isolado mostrou-se favorável ao primeiro durante o teste de respiração espontânea. Houve maior identificação de pacientes extubados com sucesso com o ATC (82% versus 65%)<sup>24</sup>. Protocolos computadorizados de desmame, presentes em alguns ventiladores, demonstraram abreviação do tempo de ventilação mecânica em número reduzido de ensaios clínicos aleatórios e devem ser observados em novos estudos<sup>25,26</sup>.

Os pacientes em desmame devem ser monitorados de forma contínua quanto às variáveis clínicas, às alterações na troca gasosa e às variáveis hemodinâmicas (Tabela 1).

A avaliação contínua e próxima é fundamental para identificar precocemente sinais de intolerância e mecanismos de falência respiratória. Caso os pacientes apresentem algum sinal de intolerância, o teste será suspenso e haverá o retorno às condições ventilatórias prévias. Aqueles pacientes que não apresentarem sinais de intolerância deverão ser avaliados quanto à extubação e observados (monitorados) por 48h na UTI. Se, após 48 horas, permanecerem com autonomia

ventilatória, o processo estará concluído com sucesso. Se neste período necessitarem do retorno à ventilação mecânica serão considerados como insucesso<sup>27-29</sup>.

**Crítérios de Interrupção (Fracasso) do Teste de Respiração Espontânea (Tabela 1)**

Tabela 1 - Parâmetros Clínicos e Funcionais para Interromper o Teste de Respiração Espontânea

Parâmetros	Sinais de intolerância ao teste
Frequência respiratória	> 35 ipm
Saturação arterial de O <sub>2</sub>	< 90%
Frequência cardíaca	> 140 bpm
Pressão arterial sistólica	> 180 mmHg ou < 90 mmHg
Sinais e sintomas	Agitação, sudorese, alteração do nível de consciência

ipm = inspirações por minuto; bpm = batimentos por minuto

**Conduta no Paciente que não Passou no Teste de Respiração Espontânea**

**(A) Repouso da Musculatura**

**Recomendação:** Os pacientes que falharam no teste inicial deverão retornar à ventilação mecânica e permanecer por 24h em modo ventilatório que ofereça conforto, expresso por avaliação clínica. Neste período serão reavaliadas e tratadas as possíveis causas de intolerância.

**Grau de Evidência: A**

**Comentário:** O principal distúrbio fisiológico existente na insuficiência respiratória parece ser o desequilíbrio entre a carga imposta ao sistema respiratório e a habilidade em responder a essa demanda. Existem várias evidências para se aguardar 24h antes de nova tentativa de desmame, para que haja recuperação funcional do sistema respiratório e de outras causas que possam ter levado à fadiga muscular respiratória, como o uso de sedativos, alterações eletrolíticas, entre outras. Nos pacientes que desenvolvem fadiga muscular, a recuperação não ocorre em menor período. A aplicação do teste de respiração espontânea com tubo-T duas vezes ao dia não foi benéfica em relação à sua aplicação uma vez ao dia<sup>16</sup>.

**(B) Nova Tentativa após 24 Horas**

**Recomendação:** Admitindo que o paciente permaneça elegível e que as causas de intolerância foram revisitas, novo teste de respiração espontânea deverá ser realizado após 24h.

**Grau de Evidência: A**

**Comentário:** Há evidências de que a realização diária de teste de respiração espontânea abrevia o tempo de

ventilação mecânica, em relação aos protocolos em que o teste não é realizado diariamente<sup>16</sup>.

### Conduta no Paciente que Passou no Teste de Respiração Espontânea

Uma vez que o paciente passou no teste de respiração espontânea, ele pode ou não ser elegível para extubação no mesmo dia, dependendo de outros fatores, listados na tabela 2.

## TÉCNICAS DE DESMAME

### Redução Gradual da Pressão de Suporte

O modo pressão de suporte também pode ser utilizado no desmame gradual de pacientes em ventilação mecânica. Isso pode ser feito através da redução dos valores da pressão de suporte de 2 a 4 cmH<sub>2</sub>O, de duas a quatro vezes ao dia, tituladas conforme parâmetros clínicos, até atingir 5 a 7 cmH<sub>2</sub>O, níveis compatíveis com os do teste de respiração espontânea. Esta estratégia foi estudada no desmame gradual de pacientes em ventilação mecânica em ensaios clínicos aleatórios. No estudo de Brochard e col.<sup>15</sup>, o uso da pressão suporte resultou em menor taxa de falha de desmame, quando comparado ao desmame em ventilação mandatória intermitente sincronizada e ao desmame com períodos progressivos (5 a 120 min) de respiração espontânea em tubo-T. Já no estudo de Esteban e col., o desmame em pressão de suporte foi inferior ao desmame em tubo-T, em termos de duração e taxa de sucesso<sup>16</sup>.

### Ventilação Mandatória Intermitente Sincronizada

**Recomendação:** Evitar o modo ventilação mandatória intermitente sincronizada sem pressão de suporte (SIMV) como método de desmame ventilatório.

### Grau de Evidência: A

**Comentário:** O modo ventilatório SIMV intercala ventilações espontâneas do paciente com períodos de ventilação assisto-controlada do ventilador mecânico. O desmame com este método é realizado reduzindo-se progressivamente a frequência mandatória do ventilador artificial. Em quatro estudos prospectivos<sup>15,16,30,31</sup>, foi consenso ter sido este o método menos adequado empregado, pois resultou em maior tempo de ventilação mecânica. Na sua maioria, estes estudos utilizaram o método SIMV sem suporte pressórico. No estudo de Jounieux e col.<sup>30</sup>, o modo SIMV foi estudado com e sem PSV com tendência, porém sem significância estatística, a favorecer o desmame no grupo que usou PSV associado.

### Outros Modos

Novos modos de ventilação, como volume suporte e ventilação de suporte adaptativa vêm sendo desenvolvidos, com vistas a facilitar e acelerar o desmame ventilatório. Sua eficácia, no entanto, ainda não foi comprovada em investigações amplas, quando comparado aos modos mais tradicionais de desmame<sup>32</sup>.

## ÍNDICES FISIOLÓGICOS PREDITIVOS DE FRACASSO DE DESMAME E EXTUBAÇÃO

**Recomendação:** Os índices fisiológicos preditivos de desmame pouco auxiliam na decisão de iniciar ou não períodos de respiração espontânea, ou na redução da taxa de suporte ventilatório. A relação frequência respiratória/volume-corrente (f/VT – índice de respiração rápida superficial) parece ser a mais acurada.

### Grau de Evidência: B

**Comentário:** Os índices fisiológicos deveriam acres-

Tabela 2 – Fatores a Serem Considerados antes da Extubação

Fatores	Condição Necessária
Evento agudo que motivou a VM	Revertido ou controlado
Troca gasosa	PaO <sub>2</sub> ≥ 60 mmHg com FIO <sub>2</sub> ≤ 0,40 e PEEP ≤ 5 a 8 cmH <sub>2</sub> O
Avaliação hemodinâmica	Sinais de boa perfusão tecidual, independência de vasopressores (doses baixas e estáveis são toleráveis), ausência de insuficiência coronariana ou disritmias com repercussão hemodinâmica.
Capacidade de iniciar esforço inspiratório	Sim
Nível de consciência	Paciente desperta ao estímulo sonoro, sem agitação psicomotora
Tosse	Eficaz
Equilíbrio ácido-básico	pH ≥ 7,30
Balanco hídrico	Correção de sobrecarga hídrica
Eletrólitos séricos (K, Ca, Mg, P)	Valores normais
Intervenção cirúrgica próxima	Não

VM = ventilação mecânica; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; P = fósforo

centar dados preditivos à avaliação clínica do desmame, resultando em redução das taxas de fracasso de desmame e extubação e menor tempo de ventilação mecânica<sup>33</sup>. Além disso, a técnica utilizada para sua obtenção deveria ser reprodutível, acurada, segura e de fácil realização. Infelizmente, nenhum índice fisiológico tem todas essas características.

Existem mais de 50 índices descritos, e apenas alguns (Tabela 3) auxiliam significativamente, com mudanças em relação à tomada de decisões clínicas quanto à probabilidade de sucesso ou fracasso de desmame<sup>8,34</sup>.

Tabela 3 – Índices Fisiológicos que Predizem o Fracasso do Desmame

Parâmetro Fisiológico	Índices Fisiológicos	Predizem Fracasso do Desmame
Força	Capacidade vital	< 10 a 15 mL/Kg
	Volume-corrente	< 5 mL/Kg
	Pressão inspiratória máxima (PI <sub>max</sub> )	> -30 cmH <sub>2</sub> O
Endurância	Ventilação voluntária máxima	> 10 L/min
	P <sub>0,1</sub>	> 6 cmH <sub>2</sub> O
	Padrão ventilatório (frequência respiratória)	≥ 35 com
Índices combinados	Frequência respiratória / volume-corrente (L) f/VT	> 104 cpm/L

Entre os índices mensurados durante o suporte ventilatório, apenas cinco têm possível valor em prever o resultado do desmame:

1. Força inspiratória negativa;
2. Pressão inspiratória máxima (PI<sub>max</sub>);
3. Ventilação minuto (V'E);
4. Relação da pressão de oclusão da via aérea nos primeiros 100 ms da inspiração (P<sub>0,1</sub>) pela pressão inspiratória máxima (P<sub>0,1</sub>/PI<sub>max</sub>); e
5. CROP: complacência, frequência, oxigenação, pressão.

Dos índices descritos, apenas os dois últimos apresentam taxas de probabilidade sugerindo aplicação clínica<sup>33</sup>.

Entre os índices medidos durante ventilação espontânea, a acurácia é melhor em relação aos seguintes parâmetros, quando medidos durante 1 a 3 minutos de respiração espontânea: frequência respiratória, volume-corrente e relação frequência / volume-corrente (f/VT – índice de respiração rápida superficial), sendo este último o mais acurado. Entretanto, mesmo estes testes estão associados a mudanças pequenas ou moderadas na probabilidade de sucesso e fracasso no desmame<sup>8,34</sup>.

## EXTUBAÇÃO TRAQUEAL

### Uso de Corticosteróides

**Recomendação:** O uso profilático de corticóides sistêmicos, para evitar estridor após extubação traqueal e a necessidade de re-intubação, não é recomendado para pacientes adultos.

### Grau de Evidência: B

**Comentário:** Os estudos realizados até o momento não respaldam o uso de corticóide sistêmico para prevenção do estridor pós-extubação e para a necessidade de re-intubação em pacientes adultos<sup>35-38</sup>.

### Teste de Permeabilidade

**Recomendação:** O teste de permeabilidade (escape aéreo entre via aérea e cânula traqueal após desinsuflação do balonete) pode ser usado para identificar pacientes com maior probabilidade de obstrução de via aérea, por edema ou granuloma, após a extubação traqueal, especialmente após ventilação mecânica prolongada.

### Grau de Evidência: C

**Comentário:** A intubação traqueal pode causar inflamação e edema laríngeo, predispondo à obstrução da via aérea (manifesta clinicamente pelo estridor laríngeo), tão logo o tubo traqueal seja retirado. Essa é uma importante causa de fracasso na extubação<sup>39</sup>. O teste de permeabilidade consiste em medir o volume-corrente expiratório através do tubo traqueal com o balonete insuflado e a seguir desinsuflar o balonete e medir novamente o volume-corrente expiratório. Se houver escape aéreo em torno do tubo traqueal (definindo a existência de espaço entre o tubo e a via aérea), o volume-corrente expiratório será menor que o volume-corrente inspiratório, sugerindo menor probabilidade de edema laríngeo e estridor após extubação. Estudos mais antigos verificaram o escape aéreo de forma qualitativa. Mais recentemente, outros estudos quantificaram-no<sup>40,41</sup>. Miller e col. estudaram 100 intubações consecutivas e observaram estridor laríngeo em 80% dos pacientes, em que a diferença entre o volume-corrente inspiratório e o volume-corrente expiratório após (média de três medidas) foi ≤ 110 mL. Já, 98% daqueles em que o vazamento foi > 110 mL não apresentaram estridor<sup>37</sup>.

O teste de permeabilidade mostrou-se útil em identificar maior risco de estridor pós-extubação traqueal em pacientes que permaneceram mais de 48h intubados em UTI gerais<sup>40,41</sup>. Por outro lado, não foi um bom preditor de estridor pós-extubação traqueal em pacientes

em pós-operatório de cirurgia cardíaca, nos quais o tempo médio de intubação traqueal foi de 12h<sup>42</sup>.

Uma boa higiene de vias aéreas superiores, visando à prevenção de aspiração das secreções que se pode acumular na traquéia, acima do balonete, deve ser realizada.

### **Cuidados Gerais Pré-Extubação**

**Recomendação:** Antes de proceder a extubação, a cabeceira do paciente deve ser elevada, mantendo-se uma angulação entre 30° e 45°. Também é indicado que se aspire a via aérea antes de extubá-lo.

#### **Grau de Evidência: D**

**Comentário:** O acúmulo de secreção e a incapacidade de eliminá-la através da tosse são fatores que contribuem de maneira importante para o insucesso da extubação traqueal, mesmo após um teste de respiração espontânea bem sucedido<sup>43,44</sup>. Nos pacientes que apresentaram alguma dificuldade no procedimento de intubação traqueal ou que tenham importantes fatores de risco para complicações obstrutivas após extubação, pode-se optar por assegurar a via aérea pérvia, mantendo-se um trocador de cânula endotraqueal em posição por algumas horas, até que se tenha maior segurança quanto ao sucesso da extubação<sup>45</sup>.

Aspirar as vias aéreas antes da extubação tem como objetivos diminuir a quantidade de secreção nas vias aéreas baixas e retirar a secreção que se acumula acima do balonete da cânula traqueal, evitando a sua aspiração para os pulmões. A elevação da cabeceira visa, por sua vez, a diminuir a probabilidade do paciente aspirar o conteúdo gástrico. Dessa forma pretende-se diminuir as possibilidades de infecção respiratória<sup>46</sup>.

### **TRAQUEOSTOMIA**

**Recomendação:** A traqueostomia precoce (até 48h do início da ventilação mecânica) em pacientes com previsão de permanecer por mais de 14 dias em ventilação mecânica reduzem a mortalidade, a pneumonia associada à ventilação mecânica, os tempos de internação em UTI e de ventilação mecânica.

#### **Grau de Evidência: B**

**Comentário:** Durante muito tempo não foi possível definir o papel da traqueostomia no desmame ventilatório e o momento certo de realizá-la. Não há uma regra geral em relação ao tempo que se deve realizar a traqueostomia e este procedimento deve ser individualizado. Embora haja alguma divergência de resultados, a traqueostomia diminui a resistência e o trabalho ventilatório, facilitando o desmame dos pacientes com alterações acentuadas da mecânica respiratória<sup>47,48</sup>.

Metanálise publicada em 1998 deixou claro que não existia, até então, uma definição quanto ao momento mais adequado para indicar a traqueostomia, uma vez que os estudos eram discordantes, alguns não eram aleatórios na escolha dos pacientes e nenhum era duplamente encoberto<sup>49</sup>. Entretanto, recentemente, estudo aleatório, envolvendo pacientes que presumivelmente permaneceriam intubados por mais que 14 dias (pacientes com doença neurológica de progressão lenta ou irreversível e/ou doença de via aérea superior), mostrou benefício em termos de mortalidade, incidência de pneumonia, tempo de internação em UTI e tempo de ventilação mecânica nos pacientes submetidos à traqueostomia precoce (nas primeiras 48h de intubação traqueal)<sup>50</sup>. Cabe salientar, entretanto, que este trabalho não deixou claro quais foram os critérios sugestivos de maior tempo de intubação traqueal e necessidade de ventilação mecânica. Também é importante enfatizar que, mantendo boas práticas em relação à insuflação do balonete, o tubo traqueal pode ser mantido por tempo superior a três semanas sem lesão laríngea ou traqueal.

### **OUTROS ASPECTOS ASSOCIADOS À INTERRUPÇÃO DA VENTILAÇÃO MECÂNICA E AO DESMAME VENTILATÓRIO**

Vários aspectos relacionados à qualidade da assistência ao paciente com insuficiência respiratória têm efeito direto na eficiência e efetividade do desmame. Alguns itens foram abordados nos demais capítulos do Consenso. Seguem algumas recomendações específicas dos processos de desmame e de interrupção da ventilação mecânica.

#### **Dispositivos Trocadores de Calor**

**Recomendação:** Deve-se estar atento à possível contribuição negativa dos trocadores de calor nos pacientes com falência de desmame.

#### **Grau de Evidência: A**

**Comentário:** Os umidificadores trocadores de calor vêm progressivamente substituindo os aquecedores dos ventiladores. Dois estudos aleatórios compararam o efeito destes dispositivos sobre parâmetros fisiológicos respiratórios. Os pacientes em uso de trocadores de calor apresentaram significativo aumento de volume-minuto, frequência respiratória, PaCO<sub>2</sub>, trabalho da respiração, produto pressão x tempo, pressão esofágica e transdiafragmática, PEEP intrínseco, acidose respiratória, além de maior desconforto respiratório<sup>51,52</sup>.

Os autores concluíram que a presença de dispositivos trocadores de calor deve ser levada em conta nos pacientes de desmame difícil, especialmente aqueles com insuficiência ventilatória crônica.

### Hormônio do Crescimento

**Recomendação:** Não existe recomendação para o uso de hormônio do crescimento como recurso para incrementar o desmame da ventilação.

#### Grau de Evidência: B

**Comentário:** Estudos não controlados têm sugerido possível efeito benéfico do hormônio do crescimento sobre pacientes com dificuldade de desmame<sup>53,54</sup>. Entretanto, um estudo prospectivo aleatório, controlado, encoberto, foi realizado com 20 pacientes que necessitaram de ventilação mecânica por pelo menos sete dias, devido a insuficiência respiratória aguda. O grupo intervenção usou hormônio do crescimento recombinante por 12 dias. Apesar da acentuada retenção de nitrogênio, observada no grupo intervenção, isto não se refletiu em menor duração do desmame ou melhora da força muscular<sup>55</sup>.

### Hemotransfusões

**Recomendação:** Transfusões sanguíneas não devem ser usadas rotineiramente visando a facilitar o desmame ventilatório.

#### Grau de Evidência: B

**Comentário:** Não há evidência de que uma estratégia liberal referente a transfusões sanguíneas (reposição de glóbulos em pacientes com hemoglobina  $\leq 9$  mg/dL) tenha reduzido o tempo de duração mecânica em uma população heterogênea<sup>56</sup>.

### Suporte Nutricional

**Recomendação:** Dietas de alto teor de gordura e baixo teor de carboidratos podem ser benéficas em pacientes selecionados, com limitada reserva ventilatória, para redução do tempo de desmame. Entretanto, em virtude do pequeno número de estudos não se recomenda o seu uso rotineiro.

#### Grau de Evidência: B

**Comentário:** As dietas com elevado teor de gordura e baixo teor de carboidratos parecem produzir efeitos favoráveis na produção de CO<sub>2</sub>, o que pode facilitar o desmame de pacientes com limitada reserva ventilatória, inclusive em reduzir o tempo de desmame. O motivo da utilização das dietas de alto teor de gordura e baixo teor de carboidrato consiste em que um menor quociente respiratório pode melhorar a troca gasosa

e facilitar o desmame da ventilação mecânica em pacientes com reserva ventilatória limitada. Entretanto, os estudos ainda não têm respaldo para uma recomendação mais ampla<sup>57,58</sup>.

### REFERÊNCIAS

01. Esteban A, Alia I, Ibanez J et al - Modes of mechanical ventilation and weaning. A national survey of Spanish hospitals. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Chest*, 1994;106:1188-1193.
02. Esteban A, Anzueto A, Frutos F et al - Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. *JAMA*, 2002;287:345-355.
03. Milic-Emili M - Is weaning an art or a science? *Am J Respir Dis*, 1986;134:1107-1108.
04. Ely EW, Baker AM, Dunagan DP et al - Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Engl J Med*, 1996;335:1864-1969.
05. Kollef MH, Shapiro SD, Silver P et al - A randomized, controlled trial of protocol-directed versus physician-directed weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med*, 1997;25:567-574.
06. Vallverdu I MJ - Weaning Criteria: Physiologic Indices in Different Groups of Patients. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2002.
07. Force AAST - Evidence based guidelines for weaning and discontinuing mechanical ventilatory support. *Chest*, 2001;120:(Suppl6):375-395.
08. MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW Jr et al - Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicine. *Chest*, 2001;120:(Suppl6):375S-395S.
09. Krishnan JA, Moore D, Robeson C et al - A prospective, controlled trial of a protocol-based strategy to discontinue mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*, 2004;169:673-678.
10. Tobin MJ - Of principles and protocols and weaning. *Am J Respir Crit Care Med*, 2004;169:661-662.
11. Kollef MH, Levy NT, Ahrens TS et al - The use of continuous i.v. sedation is associated with prolongation of mechanical ventilation. *Chest*, 1998;114:541-548.
12. Kress JP, Pohlman AS, O'Connor MF et al - Daily interruption of sedative infusions in critically ill patients undergoing mechanical ventilation. *N Engl J Med*, 2000;342:1471-1477.
13. Ely EW, Meade MO, Haponik EF et al - Mechanical ventilator weaning protocols driven by nonphysician health-care professionals: evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*, 2001;120:(Suppl6):454S-463S.
14. Brook AD, Ahrens TS, Schaiff R et al - Effect of a nursing-implemented sedation protocol on the duration of mechanical ventilation. *Crit Care Med*, 1999;27:2609-2615.
15. Brochard L, Rauss A, Benito S et al - Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*, 1994;150:896-903.
16. Esteban A, Frutos F, Tobin MJ et al - A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. Spanish Lung Failure Collaborative Group. *N Engl J Med*, 1995;332:345-350.
17. Esteban A, Alia I, Gordo F 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):459-465.
18. Esteban A, Alia I, Tobin MJ et al - Effect of spontaneous breathing trial duration on outcome of attempts to discontinue mechanical ventilation. Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Am J Respir Crit Care Med*, 1999;159:512-518.
19. Perren A, Domenighetti G, Mauri S et al - Protocol-directed weaning from mechanical ventilation: clinical outcome in patients randomized for a 30-min or 120-min trial with pressure support ventilation. *Intensive Care Med*, 2002;28:1058-1063.
20. Matic I, Majeric-Kogler V - Comparison of pressure support and T-tube weaning from mechanical ventilation: randomized prospective study. *Croat Med J*, 2004;45:162-166.

21. Elrazek EA - Randomized prospective crossover study of biphasic intermittent positive airway pressure ventilation (BIPAP) versus pressure support ventilation (PSV) in surgical intensive care patients. *Middle East J Anesthesiol*, 2004;17:1009-1021.
22. Habertur C, Mols G, Elsasser S et al - Extubation after breathing trials with automatic tube compensation, T-tube, or pressure support ventilation. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2002;46:973-979.
23. Grasso S, Puntillo F, Mascia L et al - Compensation for increase in respiratory workload during mechanical ventilation. Pressure-support versus proportional-assist ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*, 2000;161:(3 Pt 1):819-826.
24. Cohen JD, Shapiro M, Grozovski E et al - Extubation outcome following a spontaneous breathing trial with automatic tube compensation versus continuous positive airway pressure. *Crit Care Med*, 2006;34:682-686.
25. Lellouche F, Mancebo J, Joliet P et al - A multicenter randomized trial of computer-driven protocolized weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*, 2006;174:894-900.
26. Hendrix H, Kaiser ME, Yusef RD et al - A randomized trial of automated versus conventional protocol-driven weaning from mechanical ventilation following coronary artery bypass surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2006;29:957-963.
27. Marini JJ - What derived variables should be monitored during mechanical ventilation? *Respir Care*, 1992;37:1097-1107.
28. Brown BR - Understanding mechanical ventilation: patient monitoring, complications, and weaning. *J Okla State Med Assoc*, 1994;87:411-418.
29. Esteban A, Alia I - Clinical management of weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med*, 1998;24:999-1008.
30. Jounieaux V, Duran A, Levi-Valensi P - Synchronized intermittent mandatory ventilation with and without pressure support ventilation in weaning patients with COPD from mechanical ventilation. *Chest*, 1994;105:1204-1210.
31. Esen F, Denkel T, Telci L et al - Comparison of pressure support ventilation (PSV) and intermittent mandatory ventilation (IMV) during weaning in patients with acute respiratory failure. *Adv Exp Med Biol*, 1992;317:371-376.
32. HessD - Ventilator modes used in weaning. *Chest*, 2001;120:(Suppl6):474S-476S.
33. Epstein SK - What are the Best Methods for Weaning Patients from Mechanical Ventilation? Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2004.
34. Meade M, Guyatt G, Cook D et al - Predicting success in weaning from mechanical ventilation. *Chest*, 2001;120:(Suppl6):400S-424S.
35. Meade MO, Guyatt GH, Cook DJ et al - Trials of corticosteroids to prevent postextubation airway complications. *Chest*, 2001;120:(Suppl6):464S-468S.
36. Ho LI, Harn HJ, Lien TC et al - Postextubation laryngeal edema in adults. Risk factor evaluation and prevention by hydrocortisone. *Intensive Care Med*, 1996;22:933-936.
37. Darmon JY, Rauss A, Dreyfuss D et al - Evaluation of risk factors for laryngeal edema after tracheal extubation in adults and its prevention by dexamethasone. A placebo-controlled, double-blind, multicenter study. *Anesthesiology*, 1992;77:245-251.
38. Chaney MA, Nikolov MP, Blakeman B et al - Pulmonary effects of methylprednisolone in patients undergoing coronary artery bypass grafting and early tracheal extubation. *Anesth Analg*, 1998;87:27-33.
39. Epstein SK, Ciubotaru RL - Independent effects of etiology of failure and time to reintubation on outcome for patients failing extubation. *Am J Respir Crit Care Med*, 1998;158:489-493.
40. Miller RL, Cole RP - Association between reduced cuff leak volume and postextubation stridor. *Chest*, 1996;110:1035-1040.
41. Fisher MM, Raper RF - The 'cuff leak' test for extubation. *Anaesthesia*, 1992;47:10-12.
42. Engoren M - Evaluation of the cuff-leak test in a cardiac surgery population. *Chest*, 1999;116:1029-1031.
43. Khamiees M, Raju P, DeGirolamo A et al - Predictors of extubation outcome in patients who have successfully completed a spontaneous breathing trial. *Chest*, 2001;120:1262-1270.
44. Vallverdu I, Calaf N, Subirana M et al - Clinical characteristics, respiratory functional parameters, and outcome of a two-hour T-piece trial in patients weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*, 1998;158:1855-1862.
45. Loudermilk EP, Hartmannsgruber M, Stoltzfus DP et al - A prospective study of the safety of tracheal extubation using a pediatric airway exchange catheter for patients with a known difficult airway. *Chest*, 1997;111:1660-1665.
46. Bauer TT, Ferrer R, Angrill J et al - Ventilator-associated pneumonia: risk factors, and microbiology. *Semin Respir Infect*, 2000;15:272-279.
47. Diehl JL, Atrous S, Touchard D et al - Changes in the work of breathing induced by tracheotomy in ventilator-dependent patients. *Am J Respir Crit Care Med*, 1999;159:383-388.
48. Lin MC, Huang CC, Yang CT et al - Pulmonary mechanics in patients with prolonged mechanical ventilation requiring tracheostomy. *Anaesth Intensive Care*, 1999;27:581-585.
49. Maziak DE, Meade MO, Todd TR - The timing of tracheotomy: a systematic review. *Chest*, 1998;114:605-609.
50. Rumbak MJ, Newton M, Truncale T et al - A prospective, randomized, study comparing early percutaneous dilational tracheotomy to prolonged translaryngeal intubation (delayed tracheotomy) in critical ill medical patients. *Crit Care Med*, 2004;32:1689-1694.
51. Le Bourdelles G, Mier L, Fiquet B et al - Comparison of the effects of heat and moisture exchangers and heated humidifiers on ventilation and gas exchange during weaning trials from mechanical ventilation. *Chest*, 1996;110:1294-1298.
52. Girault C, Breton L, Richard JC et al - Mechanical effects of airway humidification devices in difficult to wean patients. *Crit Care Med*, 2003;31:1306-1311.
53. Knox JB, Wilmore DW, Demling RH et al - Use of growth hormone for postoperative respiratory failure. *Am J Surg*, 1996;171:576-580.
54. Felbinger TW, Suchner U, Goetz AE et al - Recombinant human growth hormone for reconditioning of respiratory muscle after lung volume reduction surgery. *Crit Care Med*, 1999;27:1634-1638.
55. Pichard C, Kyle U, Chevrolet JC et al - Lack of effects of recombinant growth hormone on muscle function in patients requiring prolonged mechanical ventilation: a prospective, randomized, controlled study. *Crit Care Med*, 1996;24:403-413.
56. Hebert PC, Blajchman MA, Cook DJ et al - Do blood transfusions improve outcomes related to mechanical ventilation? *Chest*, 2001;119:1850-1857.
57. al-Saady NM, Blackmore CM, Bennett ED - High fat, low carbohydrate, enteral feeding lowers PaCO<sub>2</sub> and reduces the period of ventilation in artificially ventilated patients. *Intensive Care Med*, 1989;15:290-295.
58. van den Berg B, Bogaard JM, Hop WC - High fat, low carbohydrate, enteral feeding in patients weaning from the ventilator. *Intensive Care Med*, 1994;20:470-475.

# Ventilação Mecânica no Intra-Operatório

## *Intraoperative Mechanical Ventilation*

José Otávio Costa Auler Junior<sup>1</sup>, Filomena Regina Barbosa Gomes Galas<sup>2</sup>,  
Ludhmila Abrahão Hajjar<sup>3</sup>, Suelene Aires Franca<sup>4</sup>

### RESUMO

**JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS:** Em 2000, foi publicado o II Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. Desde então, o conhecimento na área da ventilação mecânica avançou rapidamente, com a publicação de inúmeros estudos clínicos que acrescentaram informações importantes para o manuseio de pacientes críticos em ventilação artificial. Além disso, a expansão do conceito de Medicina Baseada em Evidências determinou a hierarquização das recomendações clínicas, segundo o rigor do método dos estudos que os embasaram. Essa abordagem explícita vem ampliando a compreensão e a aplicação das recomendações clínicas. Por esses motivos, a AMIB – Associação de Medicina Intensiva Brasileira – e a SBPT – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – julgaram conveniente a atualização das recomendações descritas no Consenso anterior. Dentre os tópicos selecionados a Ventilação Mecânica no Intra-Operatório foi um dos temas propostos. O objetivo foi descrever os pontos mais importantes relacionados à ventilação mecânica no período intra-operatório.

**MÉTODO:** Objetivou-se chegar a um documento suficientemente sintético, que refletisse a melhor evidência disponível na literatura. A revisão bibliográfica baseou-se na busca de estudos através de palavras-chave e em sua gradação conforme níveis de evidência. As palavras-chave utilizadas para a busca foram: *mechanical ventilation, perioperative e anesthesia*.

**RESULTADOS:** São apresentadas recomendações quanto à prevenção de complicações, as modalidades ventilatórias que podem ser aplicadas durante a anes-

tesia e as manobras pós-operatórias para aumento do volume pulmonar.

**CONCLUSÕES:** A atelectasia pulmonar tem se mostrado uma complicação freqüente no intra-operatório, assim técnicas de ventilação mecânica têm sido introduzidas visando a redução nessas complicações.

**Unitermos:** Anestesia, Complicações, Intra-Operatório, Ventilação Mecânica

### SUMMARY

**BACKGROUND AND OBJECTIVES:** The II Brazilian Consensus Conference on Mechanical Ventilation was published in 2000. Knowledge on the field of mechanical ventilation evolved rapidly since then, with the publication of numerous clinical studies with potential impact on the ventilatory management of critically ill patients. Moreover, the evolving concept of evidence-based Medicine determined the grading of clinical recommendations according to the methodological value of the studies on which they are based. This explicit approach has broadened the understanding and adoption of clinical recommendations. For these reasons, AMIB – Associação de Medicina Intensiva Brasileira and SBPT – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – decided to update the recommendations of the II Brazilian Consensus. Intraoperative mechanical ventilation has been one of the updated topics. This objective was described the most important topics on the intraoperative mechanical ventilation.

**METHODS:** Systematic review of the published literature and gradation of the studies in levels of evidence, using the key words: *mechanical ventilation, intraoperative and anesthesia*.

**RESULTS:** Recommendations on how to prevent pulmonary complications during anesthesia/postoperative period and which are the best intraoperative ventilatory techniques.

**CONCLUSIONS:** Pulmonary atelectasis is a common complication observed in the postoperative period, thus ventilatory techniques has been adapted to pre-

1. Professor Titular de Anestesiologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (SP)

2. UTI da Divisão de Anestesiologia do Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (SP)

3. UTI da Divisão de Anestesiologia do Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (SP)

4. UTI do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás (GO)



vent these complications.

**Key Words:** Anesthesia, Intraoperative, Mechanical ventilation, Pulmonary complications.

## INTRODUÇÃO

Em 2000, foi publicado o II Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. Desde então, o conhecimento na área da ventilação mecânica avançou rapidamente, com a publicação de inúmeros estudos clínicos que acrescentaram informações importantes para o manuseio de pacientes críticos em ventilação artificial. Além disso, a expansão do conceito de Medicina Baseada em Evidências determinou a hierarquização das recomendações clínicas, segundo o rigor do método dos estudos que os embasaram. Essa abordagem explícita vem ampliando a compreensão e a aplicação das recomendações clínicas. Por esses motivos, a AMIB – Associação de Medicina Intensiva Brasileira – e a SBPT – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – julgaram conveniente a atualização das recomendações descritas no Consenso anterior. Dentre os tópicos selecionados a Ventilação Mecânica no Intra-Operatório foi um dos temas propostos.

Quadro 1 – Graus de Recomendação

Graus de Recomendação	Tratamento/Prevenção
A	Revisão sistemática (com homogeneidade) de ensaios clínicos controlados e aleatórios; Ensaio clínico controlado e aleatório com Intervalo de confiança estreito; Resultados terapêuticos do tipo “tudo ou nada”.
B	Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos de coorte; Estudo de coorte (incluindo ensaio clínico aleatório de menor qualidade); Observação de resultados terapêuticos ( <i>outcomes research</i> ) / estudo ecológico; Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos caso-controle; Estudo caso-controle.
C	Relato de casos (incluindo coorte ou caso-controle de menor qualidade).
D	Opinião de especialista sem avaliação crítica ou baseada em matérias básicas (estudo fisiológico ou estudo com animais).

## DEFINIÇÃO E EPIDEMIOLOGIA

As complicações pulmonares peri-operatórias são causas significativas de morbimortalidade. A determinação da frequência e impacto clínico dessas complicações

é comprometida pela falta de uma definição uniforme de complicação pulmonar peri-operatória entre os estudos. A maioria dos investigadores inclui nessa definição pneumonia (confirmada ou suspeita), insuficiência respiratória (usualmente definida como a necessidade de ventilação mecânica), broncoespasmo, atelectasias e hipoxemia<sup>1</sup>. Apesar dessa variabilidade nas definições, é ainda evidente que essas complicações ocorrem com frequência.

Em estudo de pacientes submetidos à cirurgia abdominal eletiva, complicações pulmonares ocorreram mais frequentemente que complicações cardíacas (10% e 6%, respectivamente) e foi associada com maior morbidade<sup>2</sup>.

O manuseio peri-operatório deve contemplar medidas profiláticas e estratégias de proteção das vias aéreas que visem à redução da incidência e do impacto dessas complicações na evolução pós-operatória dos pacientes.

A etiologia das complicações pulmonares pós-operatórias é complexa e pouco compreendida. Tanto as condições clínicas dos pacientes quanto os efeitos sinérgicos da anestesia geral e do procedimento cirúrgico na homeostase do sistema respiratório são responsáveis pela ocorrência dessas complicações.

Para prevenir e reduzir a incidência das complicações pós-operatórias, deve-se avaliar cuidadosamente as condições clínicas dos pacientes e promover intervenções capazes de reduzir o impacto delas na ocorrência das complicações pulmonares. Estas acontecem mais comumente nos pacientes submetidos à anestesia geral, especialmente na cirurgia torácica ou de abdômen superior. Outros fatores de risco são tabagismo, doença pulmonar crônica preexistente, cirurgia de emergência, tempo de anestesia maior ou igual a 180 min e idade avançada.

## FISIOPATOLOGIA

A anestesia geral pode determinar inúmeros efeitos biológicos no sistema respiratório e contribuir para o aparecimento de complicações pulmonares peri-operatórias. Durante a anestesia geral, ocorre diminuição do número e da atividade dos macrófagos, inibição da depuração mucociliar, aumento da permeabilidade alvéolo-capilar, inibição da liberação de surfactante, aumento da atividade da enzima óxido nítrico sintase e acentuação da sensibilidade da vasculatura pulmonar aos mediadores neurohumorais. Após sua indução, ocorre diminuição da capacidade residual funcional

(CRF), formação de atelectasias nas porções dependentes dos pulmões e alterações significativas dos movimentos do diafragma. O desequilíbrio ventilação/perfusão resulta em efeito *shunt* e aumento do espaço morto. Essas alterações fisiopatológicas na CRF, na movimentação diafragmática e na relação ventilação/perfusão resultam no aumento do gradiente alvéolo-arterial de oxigênio, o que, em parte, é responsável pela necessidade de suplementação de oxigênio no peri-operatório.

A atelectasia pulmonar é a principal causa de hipoxemia pós-operatória, ocorrendo em quase 90% dos pacientes que são submetidos à anestesia, e desempenha papel fundamental nas alterações das trocas gasosas e na redução da complacência estática associada com a lesão pulmonar. Os principais fatores associados à ocorrência das atelectasias são: a compressão do parênquima pulmonar, a absorção do ar alveolar e o comprometimento da função do surfactante.

Assim como a anestesia, o trauma cirúrgico pode resultar na redução da CRF e da capacidade vital (CV) e em atelectasias pulmonares. Estão também envolvidos os mecanismos inflamatórios do trauma cirúrgico, a estimulação reflexa durante a instrumentação da via aérea e a alteração do movimento mucociliar.

Além disso, algumas complicações respiratórias são relacionadas especificamente com determinadas intervenções anestésicas ou cirúrgicas, tais como lesão pulmonar aguda (LPA) após circulação extracorpórea, pneumotórax causado por barotrauma ou trauma cirúrgico, edema pulmonar por pressão negativa após obstrução de vias aéreas durante ventilação espontânea e pneumonia aspirativa<sup>3,4</sup>.

A seguir estão pontuadas as recomendações no manuseio peri-operatório que buscam a redução da ocorrência das complicações pulmonares.

## PREVENÇÃO DAS COMPLICAÇÕES PERI-OPERATÓRIAS

### Medicações Pré-Operatórias

**Recomendação:** Não há justificativa suficiente para recomendar o emprego de medicações ( $\beta$ -agonistas, aminofilina, corticosteróides ou antibióticos) com o objetivo de diminuir as complicações pulmonares.

#### **Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** Embora esses esquemas terapêuticos não devam ser utilizados de maneira rotineira em todos os pacientes, a função pulmonar pré-operatória deve ser otimizada de acordo com as necessidades in-

dividuais de cada paciente. Por exemplo, os sintomas de asma devem estar controlados (tratamento tópico ou sistêmico), visto que pacientes com sintomas mais ativos apresentam maior frequência de complicações pulmonares peri-operatórias<sup>5,6</sup>.

### Cessação do Tabagismo

**Recomendação:** Todos os pacientes devem ser encorajados a cessar o tabagismo, um significativo fator de risco para complicações pulmonares peri-operatórias. O momento ideal da cessação não é conhecido e deve ser foco de futuras investigações.

#### **Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** Alguns estudos demonstram que a redução ou cessação recente do tabagismo (dentro de aproximadamente dois meses antes da cirurgia) pode, paradoxalmente, aumentar o risco de complicações pulmonares peri-operatórias<sup>7,8</sup>. Entretanto, esses estudos não são conclusivos, devido a viés de seleção, já que são os pacientes mais graves aqueles que mais provavelmente reduzem ou cessam o hábito de fumar.

### Anestesia Locorregional

**Recomendação:** A opção pela anestesia locorregional deve ser feita, quando possível, em pacientes com doenças pulmonares prévias, pois essa modalidade associa-se à menor incidência de complicações pulmonares, por diversos mecanismos, destacando-se a prevenção da irritação reflexa da manipulação das vias aéreas.

#### **Grau de Recomendação: C**

**Comentário:** Os resultados de muitos estudos não demonstram vantagem clara de uma técnica anestésica em relação à outra, apesar de, na anestesia geral, haver manipulação das vias aéreas, alteração do controle ventilatório e, em muitos casos, a utilização de bloqueadores neuromusculares, com seu potencial de indução de hipersecreção e broncoespasmo<sup>4,9</sup>.

### Ventilação Mecânica

A troca gasosa pulmonar é sistematicamente comprometida durante a anestesia geral com ventilação mecânica, resultando em reduzida oxigenação arterial. A principal causa é o colapso do tecido pulmonar (atelectasia), presente em quase 90% dos pacientes anestesiados<sup>10,11</sup>. Já foi demonstrada boa correlação entre a quantidade de atelectasia e o *shunt* pulmonar<sup>10</sup>, sendo uma preocupação do anesthesiologista o conhecimento e a utilização de procedimentos que visem a prevenção da formação de atelectasias e/ou a reabertura de áreas pulmonares colapsadas.

**Pressão Controlada versus Volume Controlado**

**Recomendação:** Não se recomenda a opção por uma modalidade ventilatória em detrimento da outra com o objetivo de prevenir complicações pulmonares.

**Grau de Recomendação: C**

**Comentário:** A comparação das diferentes modalidades ventilatórias no intra-operatório não demonstrou benefício de uma técnica em relação à outra. Em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, na qual o emprego de ventilação com pressão controlada é bastante utilizado, essa técnica associou-se a aumento significativo do índice cardíaco, diminuição da resistência vascular sistêmica e da pressão de platô, quando comparada com a ventilação controlada a volume. Entretanto, em recente estudo foi demonstrado efeito semelhante das técnicas no que se refere à melhora da hipoxemia pós-operatória<sup>12</sup>.

**Volume-Corrente**

**Recomendação:** Recomenda-se a utilização de volume-corrente de 8 a 10 mL/kg na modalidade volume controlado ou pico/platô de pressão inspiratória suficiente para manter este mesmo volume na modalidade pressão controlada.

**Grau de Recomendação: C**

**Comentário:** A utilização de volume-corrente variável não é prática muito utilizada durante ventilação mecânica em pacientes anestesiados. Nesse período, ocorrem várias alterações da mecânica pulmonar, relacionadas principalmente ao tipo de cirurgia, presença de afastadores, compressão extrínseca e utilização de bloqueadores neuromusculares. Entretanto, sabe-se que o emprego de elevados volumes-correntes pode estar associado com a ocorrência de altas pressões alveolares, hiperdistensão pulmonar e liberação de mediadores inflamatórios que determinam importantes alterações da função pulmonar. Apesar da escassez de estudos que comparem em anestesia a estratégia de baixo volume-corrente *versus* alto volume-corrente, transpõe-se para a prática peri-operatória os resultados nos trabalhos em lesão pulmonar aguda (LPA) / síndrome da angústia respiratória aguda (SARA), recomendando-se a não utilização de altos volumes-correntes, para se evitar a hiperdistensão alveolar<sup>3,6</sup>.

**Pressão Positiva ao Final da Expiração (PEEP)**

**Recomendação:** A aplicação da PEEP durante anestesia geral é recomendada por associar-se à melhora da oxigenação e prevenção da formação de atelectasias.

**Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** Estudos recentes demonstram que a aplicação da PEEP mínima de 5 cmH<sub>2</sub>O no intra-operatório resulta em melhora dos parâmetros de oxigenação no intra e no pós-operatório, com redução na formação de atelectasias. Os estudos atuais sugerem aplicação da PEEP em todos os pacientes submetidos à anestesia geral, especialmente nos pacientes de maior risco de complicações pulmonares<sup>13,14</sup>.

**Manobras de Recrutamento Alveolar**

**Recomendação:** A utilização das manobras de recrutamento é prática recomendada no intra-operatório com o objetivo de evitar o colapso alveolar.

**Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** Imediatamente após a instalação da anestesia geral, ocorre o aparecimento de atelectasias em áreas dependentes, que são responsáveis pelas alterações da oxigenação no período peri-operatório. A utilização das manobras de recrutamento alveolar, associadas ao emprego da PEEP neste período, é fundamental na abertura dos alvéolos colabados e na manutenção de sua patência, resultando em melhora da oxigenação. Estudos recentes demonstraram benefícios das manobras de recrutamento intra-operatório na prevenção de hipoxemia pós-operatória, sem ocasionar prejuízo hemodinâmico.

Um estudo demonstrou que em cirurgia cardíaca a não utilização de PEEP ou sua utilização entre 5 e 10 cmH<sub>2</sub>O, sem manobras de recrutamento, não resultou em melhora da oxigenação, apesar de melhorar o volume-corrente.

Estudo sobre manobras de recrutamento alveolar em pacientes sob anestesia geral e em ventilação mecânica, foi necessária uma pressão de insuflação de 40 cmH<sub>2</sub>O, mantida por 15 segundos, para se obter completa reabertura de todo o tecido pulmonar colapsado<sup>15</sup>. Devido a preocupações quanto a eventos cardiovasculares adversos decorrentes da estratégia utilizada, o mesmo grupo publicou, posteriormente, um estudo mostrando que, em adultos com pulmões normais, a utilização de pressão de insuflação de 40 cmH<sub>2</sub>O mantida por não mais que 7 a 8 segundos é capaz de re-expandir todo o tecido pulmonar previamente colabado<sup>16</sup>.

Uma outra técnica que tem sido utilizada para recrutamento é a aplicação de CPAP (pressão positiva contínua nas vias aéreas) de 20, 30 ou 40 cmH<sub>2</sub>O por 20 a 30s. Apesar de existirem estudos com bons resultados em termos de segurança e reversão de hipoxemia,

com este método no ambiente da Terapia Intensiva<sup>17</sup>, faltam estudos específicos na sala cirúrgica<sup>1</sup>.

### **Fração Inspirada de Oxigênio**

**Recomendação:** Na indução anestésica recomenda-se a utilização de fração inspirada de O<sub>2</sub> de 1, para assegurar oxigenação adequada para a realização da intubação. Esta prática tem sido associada à formação de atelectasias. Recomendam-se frações de oxigênio necessárias para manutenção da SpO<sub>2</sub> acima de 98%. Na manutenção da anestesia, deve-se utilizar fração inspirada de oxigênio suficiente para manter a saturação de oxigênio acima de 98%.

#### **Grau de Recomendação: C**

**Comentário:** A utilização de baixas frações inspiradas de oxigênio (abaixo de 0,4) não é recomendada durante a indução anestésica, por reduzir a margem de segurança, caso haja dificuldade de manipulação da via aérea. A utilização da PEEP durante a indução pode prevenir as atelectasias potencializadas pelas altas taxas de oxigênio e deve ser sempre considerada. Em estudo com pacientes adultos normais, a utilização de 10 cmH<sub>2</sub>O de PEEP reduziu significativamente a formação de atelectasias, mesmo quando altas frações inspiradas de oxigênio foram usadas<sup>18</sup>. A limitação do uso de altas frações de oxigênio somente à fase de indução anestésica promoverá a prevenção da formação de atelectasias durante a subsequente fase de manutenção da anestesia<sup>19</sup>. Assim, a ventilação durante a manutenção da anestesia deve ser feita com moderada fração de oxigênio inspirado (FIO<sub>2</sub> em torno de 0,3 a 0,4), que deve ser aumentada somente em caso de comprometimento da oxigenação arterial<sup>14,20</sup>.

### **Desmame da Ventilação Mecânica**

**Recomendação:** O desmame da ventilação mecânica (VM) pode ser realizado utilizando-se pressão de suporte (PSV) ou ventilação mandatória intermitente sincronizada (SIMV).

#### **Grau de Recomendação: C**

**Comentário:** O desmame da ventilação mecânica no pós-operatório caracteriza-se por aumento de estresse cardiovascular e metabólico. Sendo assim, deve-se progredir o desmame quando o paciente apresenta-se hemodinamicamente estável, equilibrado do ponto de vista hidroeletrólítico, com analgesia adequada e nível de consciência suficiente para o controle ventilatório. A extubação pode ser realizada na sala cirúrgica, na sala recuperação pós-anestésica ou na unidade de terapia intensiva, desde que os critérios descritos sejam obedecidos<sup>3</sup>.

### **Analgesia Pós-Operatória**

**Recomendação:** A obtenção de analgesia pós-operatória adequada associa-se à otimização da função pulmonar pós-operatória.

#### **Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** Recomenda-se analgesia eficaz no pós-operatório como método de redução das complicações pulmonares. Tem sido discutido qual a melhor modalidade de analgesia pós-operatória para a prevenção dessas complicações. Há estudos que demonstram a superioridade da analgesia peridural na profilaxia dessas complicações, embora os dados sejam conflitantes<sup>21,23</sup>.

### **Manobras Pós-Operatórias para Aumento do Volume Pulmonar**

**Recomendação:** Manobras pós-operatórias para aumentar os volumes pulmonares médios são comprovadamente associadas à redução de complicações pós-operatórias.

#### **Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** Dentre os métodos utilizados para aumento do volume pulmonar pós-operatório, destacam-se a ventilação com pressão positiva intermitente, exercícios de respiração profunda, espirometria de incentivo e fisioterapia respiratória<sup>24</sup>.

## **REFERÊNCIAS**

- Warner DO - Preventing postoperative pulmonary complications: the role of the anesthesiologist. *Anesthesiology*, 2000;92:1467-1472.
- Lawrence VA, Hilsenbeck SG, Mulrow CD et al - Incidence and hospital stay for cardiac and pulmonary complications after abdominal surgery. *J Gen Intern Med*, 1995;10:671-678.
- Rock P, Rich PB - Postoperative pulmonary complications. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2003;16:123-131.
- Weiss YG, Merin G, Koganov E et al - Postcardiopulmonary bypass hypoxemia: a prospective study on incidence, risk factors, and clinical significance. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2000;14:506-513.
- Warner DO, Warner MA, Barnes RD et al - Perioperative respiratory complications in patients with asthma. *Anesthesiology*, 1996;85:460-467.
- Weissman C - Pulmonary complications after cardiac surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*, 2004;8:185-211.
- Bluman LG, Mosca L, Newman N et al - Preoperative smoking habits and postoperative pulmonary complications. *Chest*, 1998;113:883-889.
- Warner MA, Offord KP, Warner ME et al - Role of preoperative cessation of smoking and other factors in postoperative pulmonary complications: a blinded prospective study of coronary artery bypass patients. *Mayo Clin Proc*, 1989;64:609-616.
- Rodgers A, Walker N, Schug S et al - Reduction of postoperative mortality and morbidity with epidural or spinal anaesthesia: results from overview of randomised trials. *BMJ*, 2000;321(7275):1493.
- Gunnarsson L, Tokics L, Gustavsson H et al - Influence of age on atelectasis formation and gas exchange impairment during general anaesthesia. *Br J Anaesth*, 1991;66:423-432.
- Strandberg A, Tokics L, Brismar B et al - Atelectasis during anaesthesia and in the postoperative period. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1986;30:154-158.
- Auler Junior JO, Carmona MJ, Silva MH et al - Haemodynamic effects of pressure-controlled ventilation versus volume-controlled ventilation in patients submitted to cardiac surgery. *Clin Intensive Care*, 1995;6:100-106.

13. Gander S, Frascarolo P, Suter M et al - Positive end-expiratory pressure during induction of general anesthesia increases duration of nonhypoxic apnea in morbidly obese patients. *Anesth Analg*, 2005;100:580-584.
14. Rusca M, Proietti S, Schnyder P et al - Prevention of atelectasis formation during induction of general anesthesia. *Anesth Analg*, 2003;97:1835-1839.
15. Rothen HU, Sporre B, Engberg G et al - Re-expansion of atelectasis during general anaesthesia: a computed tomography study. *Br J Anaesth*, 1993;71:788-795.
16. Rothen HU, Neumann P, Berglund JE et al - Dynamics of re-expansion of atelectasis during general anaesthesia. *Br J Anaesth*, 1999;82:551-556.
17. Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM et al - Beneficial effects of the "open lung approach" with low distending pressures in acute respiratory distress syndrome. A prospective randomized study on mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*, 1995;152:1835-1846.
18. Neumann P, Rothen HU, Berglund JE et al - Positive end-expiratory pressure prevents atelectasis during general anaesthesia even in the presence of a high inspired oxygen concentration. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1999;43:295-301.
19. Reber A, Engberg G, Wegenius G et al - Lung aeration. The effect of pre-oxygenation and hyperoxygenation during total intravenous anaesthesia. *Anaesthesia*, 1996;51:733-737.
20. Rothen HU, Sporre B, Engberg G et al - Influence of gas composition on recurrence of atelectasis after a reexpansion maneuver during general anesthesia. *Anesthesiology*, 1995;82:832-842.
21. Jayr C, Thomas H, Rey A et al - Postoperative pulmonary complications. Epidural analgesia using bupivacaine and opioids versus parenteral opioids. *Anesthesiology*, 1993;78:666-676.
22. Ballantyne JC, Carr DB, deFerranti S et al - The comparative effects of postoperative analgesic therapies on pulmonary outcome: cumulative meta-analyses of randomized, controlled trials. *Anesth Analg*, 1998;86:598-612.
23. Simonneau G, Vivien A, Sartene R et al - Diaphragm dysfunction induced by upper abdominal surgery. Role of postoperative pain. *Am Rev Respir Dis*, 1983;128:899-903.
24. Celli BR, Rodriguez KS, Snider GL - A controlled trial of intermittent positive pressure breathing, incentive spirometry, and deep breathing exercises in preventing pulmonary complications after abdominal surgery. *Am Rev Respir Dis*, 1984;130:12-15.

# Fisioterapia no Paciente sob Ventilação Mecânica

## *Physiotherapy on the Mechanically Ventilated Patients*

George Jerre<sup>1</sup>, Marcelo A. Beraldo<sup>2</sup>, Thelso de Jesus Silva<sup>3</sup>, Ada Gastaldi<sup>4</sup>, Cláudia Kondo<sup>5</sup>,  
Fábia Leme<sup>6</sup>, Fernando Guimarães<sup>7</sup>, Germano Forti Junior<sup>8</sup>, Jeanette J. J. Lucato<sup>9</sup>,  
Joaquim M. Veja<sup>10</sup>, Alexandre Luque<sup>11</sup>, Mauro R. Tucci<sup>12</sup>, Valdelis N. Okamoto<sup>13</sup>

### RESUMO

**JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS:** Em 2000, foi publicado o II Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. Desde então, o conhecimento na área da ventilação mecânica avançou rapidamente, com a publicação de inúmeros estudos clínicos que acrescentaram importantes informações para o manuseio de pacientes críticos em ventilação artificial. Além disso, a expansão do conceito de Medicina Baseada em Evidências determinou a hierarquização das recomendações clínicas, segundo o rigor metodológico dos estudos que as embasaram. Essa abordagem explícita vem ampliando a compreensão e a aplicação das recomendações clínicas. Por esses motivos, a AMIB – Associação de Medicina Intensiva Brasileira – e a SBPT – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – julgaram conveniente a atualização das recomendações descritas no Consenso anterior. Dentre os tópicos selecionados a Fisioterapia durante a Ventilação Mecânica foi um

dos temas propostos. O objetivo foi descrever os pontos mais importantes relacionados à atuação do fisioterapeuta no ambiente da terapia Intensiva com ênfase na ventilação mecânica.

**MÉTODO:** Objetivou-se chegar a um documento suficientemente sintético, que refletisse a melhor evidência disponível na literatura. A revisão bibliográfica baseou-se na busca de estudos através de palavras-chave e em sua gradação conforme níveis de evidência. As palavras-chave utilizadas para a busca foram: *mechanical ventilation* e *physical therapy*.

**RESULTADOS:** São apresentadas recomendações quanto aos principais procedimentos fisioterápicos, as técnicas e suas aplicações.

**CONCLUSÕES:** A fisioterapia ocupa hoje papel relevante no ambiente da terapia intensiva, principalmente para os pacientes sob ventilação mecânica invasiva ou não invasiva.

**Unitermos:** fisioterapia respiratória, Ventilação mecânica não-invasiva, ventilação mecânica.

### SUMMARY

**BACKGROUND AND OBJECTIVES:** The II Brazilian Consensus Conference on Mechanical Ventilation was published in 2000. Knowledge on the field of mechanical ventilation evolved rapidly since then, with the publication of numerous clinical studies with potential impact on the ventilatory management of critically ill patients. Moreover, the evolving concept of evidence-based medicine determined the grading of clinical recommendations according to the methodological value of the studies on which they are based. This explicit approach has broadened the understanding and adoption of clinical recommendations. For these reasons, AMIB – Associação de Medicina Intensiva Brasileira and SBPT – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – decided to update the recommendations of the II Brazilian Consensus. Physical therapy during mechanical ventilation has been one of the updated topics. This

1. Professor do Curso de Fisioterapia da Universidade de Santo Amaro UTI Geral do Hospital Nossa Senhora de Lourdes (SP)
2. Laboratório de Pneumologia Experimental do Hospital das Clínicas da FMUSP. UTI - Geral do Hospital Nossa Senhora de Lourdes (SP)
3. Coordenador do Curso de Especialização em Fisioterapia Pneumofuncional da UCB/Atualiza (BA)
4. Professora do Curso de Fisioterapia da Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto (SP)
5. UTI Geral do Hospital Sírio Libanês (SP)
6. Centro Universitário São Camilo (SP)
7. Professor do Curso de Fisioterapia na Universidade Federal do Rio de Janeiro (RJ)
8. Prof. do Curso de Fisioterapia da Universidade Metodista de São Bernardo - SP
9. Fisioterapeuta da UTI do trauma do HCFMUSP (Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo)
10. Prof. do Curso de Fisioterapia da Universidade Metodista de São Bernardo (SP)
11. Centro Universitário São Camilo (SP)
12. UTI do Hospital AC Camargo e UTI-Respiratória do Hospital das Clínicas da FMAUSP (SP)
13. UTI do Hospital AC Camargo (SP)

©Associação de Medicina Intensiva Brasileira, 2007

objective was described the most important topics on the physical therapy during mechanical ventilation.

**METHODS:** Systematic review of the published literature and gradation of the studies in levels of evidence, using the key words: *mechanical ventilation* and *physical therapy*.

**RESULTS:** Recommendations on the most important techniques applied during mechanical ventilation.

**CONCLUSIONS:** Physical therapy has a central role at the Intensive Care environment, mainly in patients submitted to a mechanical ventilatory support invasive or non invasive.

**Key Words:** mechanical ventilation, physical therapy, noninvasive ventilation.

## INTRODUÇÃO

A Fisioterapia faz parte do atendimento multidisciplinar oferecido aos pacientes em unidade de terapia intensiva (UTI). Sua atuação é extensa e se faz presente em vários segmentos do tratamento intensivo, tais como o atendimento a pacientes críticos que não necessitam de suporte ventilatório; assistência durante a recuperação pós-cirúrgica, com o objetivo de evitar complicações respiratórias e motoras; assistência a pacientes graves que necessitam de suporte ventilatório. Nesta fase, o fisioterapeuta tem importante participação, auxiliando na condução da ventilação mecânica, desde o preparo e ajuste do ventilador artificial à intubação, evolução do paciente durante a ventilação mecânica, interrupção e desmame do suporte ventilatório e extubação.

Neste Consenso, abordou-se exclusivamente a atuação do fisioterapeuta no tratamento dos pacientes sob ventilação mecânica invasiva e não-invasiva, baseando-se as recomendações em resultados de estudos clínicos e na opinião dos especialistas que expõem sua experiência na área de terapia intensiva.

Graus de recomendação (Quadro 1).

Quadro 1 – Graus de Recomendação

Graus de Recomendação	Tratamento/Prevenção
A	Revisão sistemática (com homogeneidade) de ensaios clínicos controlados e aleatórios; Ensaio clínico controlado e aleatório com Intervalo de confiança estreito; Resultados terapêuticos do tipo “tudo ou nada”.
B	Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos de coorte; Estudo de coorte (incluindo ensaio clínico aleatório de menor qualidade); Observação de resultados terapêuticos ( <i>outcomes research</i> ) / estudo ecológico; Revisão sistemática (com homogeneidade) de estudos caso-controle; Estudo caso-controle.
C	Relato de casos (incluindo coorte ou caso-controle de menor qualidade).
D	Opinião de especialista sem avaliação crítica ou baseada em matérias básicas (estudo fisiológico ou estudo com animais).

## FISIOTERAPIA RESPIRATÓRIA DURANTE A VENTILAÇÃO MECÂNICA

### Fisioterapia na Prevenção de Pneumonia Associada à Ventilação Mecânica (PAV)

#### *Fisioterapia Respiratória*

**Recomendação:** A fisioterapia respiratória é recomendada para a prevenção de pneumonia associada à ventilação mecânica.

#### **Grau de Recomendação: C**

**Comentário:** Ntoumenopoulos e col. compararam em pequeno estudo controlado, mas não aleatório, fisioterapia respiratória (vibrocompressão e aspiração endotraqueal) com um grupo controle (sem fisioterapia respiratória). Observaram que apenas 8% dos pacientes do grupo intervenção desenvolveram PAV, comparado com 39% no grupo controle<sup>1</sup>.

#### *Posicionamento do Paciente*

**Recomendação:** Na ausência de contra-indicações, manter o decúbito elevado (entre 30° e 45°) em pacientes em ventilação mecânica para prevenção de PAV, mesmo durante a fisioterapia motora.

#### **Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** O decúbito elevado (45°) reduziu o risco de pneumonia associada à ventilação em relação à posição supina em estudo aleatório e controlado. Drakulovic e col. mostraram que a ocorrência de PAV foi menor no grupo do decúbito elevado quando comparado ao grupo em supino (decúbito elevado 2/39 [5%] *versus* supino 11/47 [23%]; OR 4,2 – 31,8, p = 0,018)<sup>2</sup>.

### Fisioterapia Respiratória no Tratamento da Atelectasia Pulmonar

**Recomendação:** A fisioterapia respiratória é eficaz e recomendada para o tratamento das atelectasias pulmonares em pacientes em ventilação mecânica.

**Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** Ensaio clínico com 31 pacientes com diagnóstico radiológico de atelectasia, submetidos à broncoscopia e fisioterapia *versus* fisioterapia respiratória isoladamente, não mostrou diferença entre os grupos, demonstrando eficácia semelhante na resolução das atelectasias em pacientes ventilados de forma invasiva<sup>3</sup>.

**PROCEDIMENTOS FISIOTERÁPICOS**

A fisioterapia respiratória pode ser utilizada em pacientes críticos, com o objetivo de prevenir e/ou tratar complicações respiratórias. Para isso, geralmente é usada uma combinação dos procedimentos descritos a seguir, que objetivam a “re-expansão pulmonar” e a “remoção de secreções nas vias aéreas”. O quadro 2 descreve os procedimentos de fisioterapia respiratória descritos na literatura para a terapêutica de pacientes em ventilação mecânica.

**Aspiração Traqueal****Freqüência**

**Recomendação:** A aspiração somente deverá ser realizada quando necessária, isto é, quando houver sinais sugestivos da presença de secreção nas vias aéreas (por exemplo, secreção visível no tubo, som sugestivo na ausculta pulmonar, padrão dentado na curva fluxo-volume observado na tela do ventilador, etc.).

**Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** A avaliação da necessidade de aspiração pelo fisioterapeuta deve ser sistemática, em intervalos fixos e, também, na presença de desconforto respiratório. A aspiração traqueal é um procedimento invasivo, bastante irritante e desconfortável para os pacientes. Pode ainda promover complicações, entre as quais tosse, broncoespasmo, hipoxemia, disritmias e lesões na mucosa<sup>4</sup>. Apesar de serem claros na prática clínica, os benefícios da aspiração para remoção das secreções das vias aéreas, nunca foi estudado ou, principalmente, avaliados os efeitos colaterais associados a ela<sup>5</sup>. Lesões na mucosa e no sistema mucociliar geralmente estão associados à técnica do operador e à quantidade de pressão usada (que não deve exceder 150 mmHg em adultos)<sup>6</sup>. Aspiração intermitente, em vez de contínua, pode ser menos traumática para a mucosa, mas existe pouca evidência sobre isso<sup>6</sup>.

**Prevenção de Hipoxemia**

**Recomendação:** A hiper-oxigenação ( $FiO_2 = 1$ ) deve ser utilizada previamente ao procedimento de aspiração traqueal para diminuir a hipoxemia induzida pela aspiração traqueal.

**Grau de Recomendação: A**

**Comentário:** A hiper-oxigenação com  $FiO_2$  de 100% associada à hiperinsuflação com VT 50% maior que o basal durante três a seis ciclos respiratórios foram

Quadro 2 – Procedimentos de Fisioterapia Utilizados durante a Ventilação Mecânica

Manobras	Descrição
Aspiração	Retirada passiva das secreções, com técnica asséptica, por um cateter conectado a um sistema de vácuo, introduzido na via aérea artificial.
Percussão e vibração	Procedimento manual aplicado sobre o tórax, que busca transmitir uma onda de energia através da parede torácica e favorecer o deslocamento de secreções.
Drenagem postural	Posicionamento do corpo do paciente, de modo que o segmento pulmonar a ser drenado seja favorecido pela ação da gravidade.
Compressão brusca do tórax	Compressão vigorosa do tórax, no início da expiração espontânea ou da fase expiratória da ventilação mecânica, a fim de obter um aumento do fluxo expiratório.
Posicionamento corporal	Adequação da posição do corpo no leito como um tratamento específico, com o objetivo de otimizar a relação ventilação/perfusão, aumentar o volume pulmonar, reduzir o trabalho ventilatório e cardíaco e de aumentar a depuração mucociliar.
Expansão/re-expansão pulmonar	Uso de procedimentos que aumentem a pressão e/ou volume alveolar, promovendo expansão de unidades alveolares colabadas.
Hiperinsuflação manual	Desconexão do paciente do ventilador, seguida de insuflação pulmonar com um ressuscitador manual, aplicando-se volume de ar maior do que o volume corrente utilizado. Frequentemente, realizam-se inspirações lentas e profundas, seguidas de pausa inspiratória e uma rápida liberação, a fim de obter um aumento do fluxo expiratório.
Terapia com PEEP	Uso da técnica de pressão positiva ao final da expiração ou pressão positiva contínua nas vias aéreas para promover expansão de unidades alveolares colabadas

PEEP = pressão positiva ao final da expiração



as técnicas mais estudadas para prevenir a hipoxemia durante a aspiração<sup>7</sup>.

### **Sistema de Aspiração Aberto Versus Fechado**

**Recomendação:** Os sistemas de aspiração aberto e fechado são igualmente eficazes na remoção de secreções. No entanto, o sistema fechado determina menor risco de hipoxemia, disritmias e de contaminação e deve ser preferido, principalmente em situações nas quais são usados valores de PEEP elevados, como na lesão pulmonar aguda.

#### **Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** A principal vantagem do sistema fechado é realizar a aspiração sem a desconexão do circuito do ventilador. Isso, além de determinar menor alteração hemodinâmica e nas trocas gasosas, poderia implicar em menor risco de infecção. Porém, os estudos realizados não mostraram menor frequência de pneumonia com o sistema fechado<sup>8</sup>. No entanto, em pacientes com lesão pulmonar aguda / síndrome do desconforto respiratório agudo, o uso do sistema fechado pode reduzir o desrecrutamento e a diminuição na oxigenação do paciente<sup>9</sup>. Esse efeito pode ser influenciado pelo modo ventilatório em uso e pelos ajustes do ventilador<sup>10</sup>. Uma manobra de recrutamento após a aspiração pode diminuir os efeitos da aspiração traqueal<sup>9</sup>. O custo relacionado ao uso do sistema fechado pode ser reduzido com a troca a cada sete dias, ao invés de diariamente, sem aumentar o risco de infecção respiratória<sup>11</sup>.

### **Hiperinsuflação Manual (HM)**

**Recomendação:** A HM está indicada em pacientes que apresentem acúmulo de secreção traqueobrônquica.

#### **Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** A hiperinsuflação manual potencializa as forças de recolhimento elástico pulmonar, promovendo um aumento do pico de fluxo expiratório e, conseqüentemente, favorecendo o deslocamento de secreção acumulada nas vias aéreas. Maa e col. classificaram 23 pacientes em desmame difícil para receber HM ou fisioterapia respiratória padrão. Nesse estudo, a HM foi aplicada de oito a 13 ciclos por minuto, com pressão limitada em 20 cmH<sub>2</sub>O por 20 minutos, com frequência de três vezes por dia, durante 5 dias. Eles observaram discreta melhora em desfechos intermediários, como PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> e complacência estática, porém sem efeito sobre desfechos clínicos<sup>12</sup>. Choi e Jones compararam a HM seguida de aspiração *versus* aspiração isoladamente em 15 pacientes com pneumonia associada à

ventilação mecânica. Obtiveram melhora da complacência e redução da resistência, que persistiu por pelo menos 30 min após o procedimento<sup>13</sup>. Contudo, em outro estudo, a aplicação de hiperinsuflação manual associada ao decúbito lateral, com posterior aspiração traqueal, em pacientes com lesão pulmonar, não promoveu diferença significativa nos valores de complacência e oxigenação após 60 min<sup>14</sup>. Estudo realizado por Denehy apontou as controvérsias sobre a segurança e a eficácia da HM e sugeriu que, quando aplicada, deve-se limitar o pico de pressão a 40 cmH<sub>2</sub>O, por risco de barotrauma<sup>15</sup>.

### **Compressão Brusca do Tórax**

**Recomendação:** A compressão brusca do tórax deve ser realizada em pacientes com ausência ou diminuição do reflexo de tosse e em pacientes com dificuldade de mobilizar secreção, especialmente aqueles com disfunção neuromuscular.

#### **Grau de Recomendação: C**

**Comentário:** Até o momento, os dados da literatura não permitem conclusões sobre o uso rotineiro da compressão torácica para otimizar a remoção de secreções em pacientes sob ventilação mecânica. A compressão brusca é descrita com frequência no tratamento de pacientes com lesão medular ou que apresentem algum tipo de fraqueza muscular<sup>16</sup>. Em estudo controlado, no qual se comparou a aspiração traqueal com e sem a associação da compressão brusca do tórax (por 5 min), evidenciou-se que, no grupo da compressão brusca do tórax, a quantidade de secreção aspirada foi maior do que no grupo que recebeu apenas aspiração traqueal, porém sem atingir valor estatisticamente significativo<sup>17</sup>.

### **Drenagem Postural, Vibração e Percussão Torácica**

**Recomendação:** A drenagem postural, a vibração e a percussão torácica devem anteceder a aspiração traqueal.

#### **Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** Embora a efetividade da percussão em promover o transporte de secreções brônquicas tenha sido relatada em pacientes DPOC estáveis e em ventilação espontânea, não há descrição na literatura destes mesmos resultados em pacientes sob ventilação artificial. Os estudos clínicos que avaliaram os efeitos fisiológicos dessas manobras, quando aplicadas isoladamente, apresentaram dados inconclusivos, com métodos distintos aplicados a populações variáveis<sup>18</sup>.

### **O Fisioterapeuta na Aplicação da Ventilação Mecânica Não-Invasiva (VMNI)**

**Recomendação:** O fisioterapeuta deve instituir e acompanhar a VMNI no ambiente da terapia intensiva.

#### **Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** A aplicação da VMNI exige maior atenção da equipe da UTI, principalmente nas horas iniciais da sua instituição<sup>19-21</sup>. Kramer e col. mostraram que durante as 8 horas iniciais da VMNI, o fisioterapeuta despendeu cerca de 60 min a mais na assistência dos pacientes em VMNI quando comparado com o grupo sob tratamento convencional<sup>22</sup>.

### **O Fisioterapeuta na Assistência do Desmame da Ventilação Mecânica**

**Recomendação:** A triagem sistemática de pacientes aptos para a realização do teste de respiração espontânea deve ser realizada diariamente pelo fisioterapeuta da UTI, seguindo protocolo multidisciplinar da respectiva unidade. O fisioterapeuta deve realizar o teste de respiração espontânea nos pacientes aptos, identificando assim os elegíveis para a interrupção da ventilação mecânica.

#### **Grau de Recomendação: A**

**Comentário:** O fisioterapeuta tem importante papel na condução de protocolos de triagem de pacientes para interrupção da ventilação mecânica<sup>23</sup>. Ely e col. demonstraram que a avaliação diária da capacidade respiratória dos pacientes em VM pelo fisioterapeuta (grupo intervenção) diminuiu o tempo de VM em 1,5 dia e reduziu a morbidade dos pacientes. A média de duração da VM no grupo intervenção foi de 4,5 dias e no grupo controle foi de 6 dias ( $p = 0,003$ )<sup>24</sup>. Kollef e col. em estudo aleatório e controlado, mostraram que o desmame protocolado e guiado por fisioterapeutas (grupo intervenção) reduziu a duração da VM e aumentou a taxa de sucesso no desmame. O índice de sucesso no desmame foi significativamente maior para os pacientes do grupo intervenção (*odds ratio* 1,31; 95% IC 1,15 a 1,50;  $p = 0,039$ ). Porém, a mortalidade hospitalar foi similar entre os dois grupos (22,3% versus 23,6%)<sup>25</sup>.

As recomendações relacionadas ao teste de respiração espontânea estão detalhadas no capítulo de Desmame.

### **Treino Específico dos Músculos Respiratórios**

#### **Uso da Sensibilidade do Ventilador como Forma de Treinamento**

**Recomendação:** O treinamento dos músculos respiratórios por meio da redução da sensibilidade de disparo

dos ventiladores não é fisiológico e parece não representar vantagem na liberação do paciente do ventilador, não sendo recomendada por este Consenso.

#### **Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** Somente um estudo utilizou a redução da sensibilidade de disparo para treino dos músculos inspiratórios em pacientes sob VM, desde o início da ventilação, com objetivo de abreviar o desmame da ventilação e reduzir a taxa de re-intubação. Foram avaliados 25 pacientes, 12 treinados duas vezes ao dia através do ajuste da sensibilidade do ventilador e 13 controles. Não houve redução no tempo de desmame da VM, assim como, no índice de re-intubações<sup>26</sup>.

#### **Treino de Força dos Músculos Respiratórios por Meio do Uso de Dispositivos de Incremento de Carga para Facilitar o Desmame**

**Recomendação:** Não há evidências de que o treinamento muscular, através do uso de dispositivos que proporcionam aumento de carga (*threshold*), facilite o desmame de pacientes em ventilação mecânica. Portanto, essa técnica não é recomendada para pacientes com dificuldade para o desmame.

#### **Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** Não há estudos prospectivos, controlados e aleatórios que mostrem utilidade de dispositivos de aumento de carga para a facilitação do desmame dos pacientes da ventilação mecânica, sendo a evidência restrita a pequenas séries de casos<sup>27,28</sup>.

#### **Treino de Endurance dos Músculos Respiratórios**

**Recomendação:** O treinamento de *endurance* dos músculos respiratórios pode ser considerado para pacientes em ventilação mecânica prolongada. A sua realização deve ser de forma progressiva e protocolada.

#### **Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** O treinamento de *endurance* consiste no aumento progressivo de carga aos músculos respiratórios. Ao respirar espontaneamente (em tubo-T ou com baixos valores de pressão de suporte), o paciente está trabalhando, ao longo do tempo, contra uma carga imposta pela retirada do suporte ventilatório. No entanto, essa carga imposta aos músculos respiratórios pode estar gerando um trabalho muscular acima do limiar de fadiga e/ou levando ao seu desenvolvimento se não for instituído um método para aliviar a carga<sup>29</sup>. Vários estudos demonstraram que quando o paciente começa a apresentar sinais clínicos de intolerância à respiração espontânea, como o uso de músculos acessórios, ele está entrando na zona de fadiga<sup>29-31</sup>.

O aumento progressivo do tempo de respiração espontânea, alternado com o suporte ventilatório suficiente para diminuir o trabalho respiratório do paciente abaixo do limiar de fadiga, promove aumento da *endurance* dos músculos respiratórios, permitindo assim o ganho de maior tempo de treinamento, o que por sua vez proporciona maior tempo de respiração espontânea ao paciente.

Assim, para a realização de um treinamento gradual criterioso, seguindo as considerações descritas, é importante a elaboração de um protocolo (Anexo 1) para estabelecer as condutas na tentativa de diminuir o tempo e interromper a ventilação mecânica nesse grupo de pacientes.

## CUIDADOS COM AS VIAS AÉREAS ARTIFICIAIS

### Fixação do Tubo Traqueal

**Recomendação:** A adequada fixação do tubo traqueal e a avaliação da sua posição são aspectos muito importantes no cuidado da via aérea e devem ser realizados sistematicamente pela equipe assistente.

#### **Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** O método ideal de fixação do tubo deve permitir a sua menor movimentação possível, ser confortável para o paciente, permitir higiene oral, preservar a pele íntegra e ser de fácil aplicação<sup>32</sup>. A fixação deve ser realizada por duas pessoas, sendo uma responsável por segurar o tubo na posição correta, enquanto a outra realiza a fixação. O método tradicional para fixar o tubo traqueal é com o uso de fita adesiva<sup>33</sup>. Um dos problemas que se pode encontrar com a utilização da fita é a dificuldade em realizar higiene oral. Cadarços também podem ser usados, mas escaras podem surgir nos lobos das orelhas, sendo necessário então protegê-las ou evitar o seu contato com o cadarço. As lesões causadas por pressão do tubo nos lábios podem ser evitadas através do seu reposicionamento periódico. Deve-se estar sempre atento à cavidade oral, aos lábios e à pele ao redor da boca.

### Cuidados com o Balonete da Via Aérea Artificial

**Recomendação:** A pressão do balonete do tubo traqueal deve ser monitorada diariamente e deve ser mantida entre 20 e 34 cmH<sub>2</sub>O (15 e 25 mmHg).

#### **Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** A função do balonete do tubo traqueal é selar a via aérea. Durante a ventilação mecânica, a sua pressão deve ser baixa o suficiente para permitir a perfusão da mucosa e alta o suficiente para prevenir

o vazamento de ar e impedir a aspiração das secreções. Monitorar a pressão do balonete três vezes por dia parece contribuir para prevenir lesões isquêmicas e estenose traqueal<sup>34</sup>. Pressão contínua na parede traqueal acima da pressão de perfusão capilar (25 a 35 mmHg) pode comprometer o fluxo sanguíneo na mucosa. Como a pressão transmitida pelo balonete para a parede traqueal, usualmente, é menor do que a pressão no interior do balonete, 25 mmHg (34 cmH<sub>2</sub>O) é a máxima pressão aceitável<sup>35,36</sup>.

## UTILIZAÇÃO DE UMIDIFICADORES DURANTE A VENTILAÇÃO MECÂNICA

### Condicionamento do Ar Inspirado na Ventilação Mecânica

**Recomendação:** Nos pacientes em ventilação mecânica invasiva, a umidificação e o aquecimento adequados dos gases são imprescindíveis para assegurar a integridade das vias aéreas e adequada função mucociliar.

#### **Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** Durante o suporte ventilatório invasivo, os mecanismos naturais de aquecimento e umidificação do ar inspirado são suprimidos. Nesse contexto, a umidificação e o aquecimento do ar podem ser realizados tanto ativamente, através de umidificadores aquecidos (UA), como passivamente, por meio de trocadores de calor e umidade (HME - *Heat and moisture exchangers*)<sup>37</sup>. Os HME são divididos em três categorias: os higroscópicos, os hidrofóbicos e os mistos (higroscópicos-hidrofóbicos)<sup>38</sup>. Os HME com propriedades higroscópicas têm melhor qualidade de umidificação, quando comparados aos HME que possuem somente componente hidrofóbico. Este tipo de HME esteve associado à oclusão do tubo traqueal em alguns estudos<sup>39</sup>. Por outro lado, os HME com componentes hidrofóbicos funcionam também como filtros de bactérias.

### Eficácia dos Dispositivos de Umidificação

**Recomendação:** Para umidificação dos gases durante a ventilação mecânica invasiva, tanto os umidificadores aquecidos (UA) como os trocadores de calor e umidades (HME) determinam bons resultados clínicos.

#### **Grau de Recomendação: B**

**Comentário:** Os UA garantem ótimo aquecimento e umidificação<sup>40</sup>. Desvantagens: (1) maior custo<sup>41</sup>; (2) condensação do vapor de água no circuito de ventilação e no reservatório, com potencial de contaminação

bacteriana; e (3) necessidade de suprimento de energia e de água<sup>42</sup>. Seu uso incorreto pode causar aquecimento e umidificação excessivos ou insuficientes, podendo levar à hiper ou hipotermia, lesão térmica de via aérea ou fluidificação insuficiente da secreção. Existem sistemas de umidificação que usam circuito com fio aquecido (de maior custo), que promovem aquecimento mais preciso do ar e previnem a condensação de água no circuito, reduzindo o consumo de água e podendo, potencialmente, reduzir o risco de infecção, quando comparado com circuito usualmente utilizado (sem fio aquecido). Um grande estudo multicêntrico acompanhou 369 pacientes e seguiu critérios rigorosos para diagnóstico de PAV, não encontrando diferença significativa na incidência de PAV entre os pacientes que utilizaram umidificador com circuito com fio aquecido e HME misto<sup>43</sup>. São contra-indicações relativas para o uso de HME: (1) secreções espessas, abundantes ou sanguinolentas, pois pode haver oclusão do HME, resultando em excessiva resistência, hiperinsuflação pulmonar e necessidade de repetidas trocas do dispositivo; (2) fístula broncopulmonar volumosa ou vazamento de ar através do balonete do tubo traqueal; (3) temperatura corporal menor do que 32° C, pois o HME funciona passivamente e retorna somente uma porção do calor e umidade exalados<sup>41,44</sup>; (4) grande volume minuto espontâneo (> 10 L/min) ou grande volume-corrente podem diminuir a eficiência de umidificação dos HME<sup>45</sup>; e (5) durante tratamento com aerossol. Nesta situação, o HME deve ser removido do circuito do paciente durante a nebulização, pois a retenção do vapor de água e dos fármacos aerossóis pelo HME pode aumentar a resistência do circuito<sup>41</sup>. Dentre as possíveis complicações descritas na literatura decorrentes do uso dos HME estão: (1) o aumento da resistência<sup>46</sup>; (2) o aumento do trabalho da respiração<sup>47</sup>; e (3) a hipoventilação, devido ao aumento do espaço morto<sup>48</sup>.

## FISIOTERAPIA MOTORA NO PACIENTE SOB VENTILAÇÃO MECÂNICA

### Exercícios Passivos

**Recomendação:** Apesar da ausência de dados que demonstrem a importância da utilização do exercício passivo para evitar deformações articulares e encurtamento muscular em pacientes sob ventilação mecânica, recomenda-se a sua aplicação nos pacientes em ventilação mecânica invasiva.

**Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** O imobilismo causa diversas complica-

ções, como úlceras de decúbito, perda de força muscular, tromboembolismo, osteoporose e pneumonia<sup>49</sup>. Os pacientes críticos, especialmente os idosos, têm maior risco de desenvolver as complicações da síndrome da imobilidade. A eficácia dos exercícios passivos em prevenir alterações músculo-esqueléticas foi pouco estudada<sup>50</sup>.

### Exercícios Ativos

**Recomendação:** Recomenda-se a realização de exercícios ativos em pacientes sob ventilação mecânica capazes de executá-los, na ausência de contra-indicações, com o objetivo de diminuir a sensação de dispnéia, aumentar a tolerância ao exercício, reduzir a rigidez e dores musculares e preservar a amplitude articular.

**Grau de Recomendação: C**

**Comentário:** Há benefícios do uso de exercícios ativos de membros nos pacientes em desmame e recém-liberados da ventilação mecânica. Uma abordagem multiprofissional que estimulou a mobilização precoce de pacientes em pós-operatório de cirurgias de aorta abdominal resultou em diminuição da morbidade e do tempo de internação<sup>1</sup>. Mais recentemente, um estudo prospectivo, controlado e aleatório analisou os efeitos do treino precoce em 66 pacientes desmamados de VM entre 48 e 96h. A intervenção consistia em treinamento nos membros superiores e fisioterapia global comparada com fisioterapia global isolada. Concluíram que o treino nos membros superiores era praticável em pacientes recentemente desmamados e que pode realçar os efeitos da fisioterapia global, sendo a função dos músculos inspiratórios relacionados com a melhora da capacidade de exercícios<sup>51</sup>. Estudo fisiológico prospectivo e controlado teve o objetivo de avaliar os efeitos do treino nos membros superiores com e sem o suporte ventilatório em pacientes portadores de DPOC, com dificuldade para o desmame. Encontraram um aumento da tolerância do exercício quando os pacientes o realizaram durante o suporte ventilatório<sup>52</sup>.

### Ortostatismo

**Recomendação:** A posição ortostática como recurso terapêutico pode ser adotada de forma ativa ou passiva para estimulação motora, melhora da troca gasosa e do estado de alerta. Deve ser utilizada apenas em pacientes crônicos, estáveis clinicamente sob ventilação mecânica prolongada.

**Grau de Recomendação: D**

**Comentário:** A adoção da postura ortostática com assistência da prancha é recomendada para readaptar os

pacientes à posição vertical, quando esses são incapazes de se levantar ou mobilizar com segurança, mesmo com considerável assistência<sup>53</sup>. O uso da postura ortostática na UTI tem sido encorajado como técnica para diminuir os efeitos adversos da imobilização prolongada<sup>54</sup>. Apesar da falta de ensaios clínicos avaliando o impacto no prognóstico nos pacientes críticos, a

posição ortostática foi incluída como modalidade de tratamento em recente consenso por fisioterapeutas ingleses<sup>55</sup>. Seus supostos benefícios incluem melhora no controle autonômico do sistema cardiovascular, facilitação da ventilação e troca gasosa, facilitação do estado de alerta, estimulação vestibular e facilitação da resposta postural antigravitacional<sup>56-59</sup>.

Anexo 1 – Sugestão de Protocolo de Treinamento de *Endurance* dos Músculos Respiratórios

Métodos de Treino		
	Carga	Repouso
Tolerância respiração espontânea		
< que 15 minutos	PSV de 5 cmH <sub>2</sub> O	Repouso PSV*
> que 15 minutos	Tube-T	Repouso PSV*
Período de Treino Alternando Carga (C) e Repouso (R)		
Manhã	Tarde	Noite
Dia 1 - 15 min de C com 60 min de R	Repete manhã	Repouso
Dia 2 - 30 min de C com 60 min de R	Repete manhã	Repouso
Dia 3 - 60 min de C com 60 min de R	Repete manhã	Repouso
Dia 4 - 90 min de C com 60 min de R	Repete manhã	Repouso
Dia 6- 120 min de C com 60 min de R	Repete manhã	Repouso
Dia 7- 180 min de C com 60 min de R	Repete manhã	Repouso
Dia 8- 180 min de C com 60 min de R	Repete manhã	6 horas de C com 6 horas de R
Permitir respiração espontânea máxima, até iniciar C com músculos acessórios ou desconforto (zona de fadiga). Avaliar o tempo limite, por exemplo, mais 10 minutos.		
		*Ajustar PSV para melhor sincronia e conforto
Considerar a liberação do ventilador quando preencher os critérios de desmame		

REFERÊNCIAS

- Ntoumenopoulos G, Presneill JJ, McElholm M et al - Chest physiotherapy for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Med*, 2002;28:850-856.
- Drakulovic MB, Torres A, Bauer TT et al - Supine body position as a risk factor for nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients: a randomised trial. *Lancet*, 1999;354(9193):1851-1858.
- Marini JJ, Pierson DJ, Hudson LD - Acute lobar atelectasis: a prospective comparison of fiberoptic bronchoscopy and respiratory therapy. *Am Rev Respir Dis*, 1979;119:971-978.
- Guglielminotti J, Alzieu M, Maury E et al - Bedside detection of retained tracheobronchial secretions in patients receiving mechanical ventilation: is it time for tracheal suctioning? *Chest*, 2000;118:1095-1099.
- Stiller K - Physiotherapy in intensive care: towards an evidence-based practice. *Chest*, 2000;118:1801-1813.
- AARC clinical practice guideline. Endotracheal suctioning of mechanically ventilated adults and children with artificial airways. American Association for Respiratory Care. *Respir Care*, 1993;38:500-504.
- Oh H, Seo W - A meta-analysis of the effects of various interventions in preventing endotracheal suction-induced hypoxemia. *J Clin Nurs*, 2003;12:912-924.
- Lorente L, Lecuona M, Martin MM et al - Ventilator-associated pneumonia using a closed versus an open tracheal suction system. *Crit Care Med*, 2005;33:115-119.
- Lasocki S, Lu Q, Sartorius A et al - Open and closed-circuit endotracheal suctioning in acute lung injury: efficiency and effects on gas exchange. *Anesthesiology*, 2006;104:39-47.
- El Masry A, Williams PF, Chipman DW et al - The impact of closed endotracheal suctioning systems on mechanical ventilator performance. *Respir Care*, 2005;50:345-353.
- Stoller JK, Orens DK, Fatica C et al - Weekly versus daily changes of in-line suction catheters: impact on rates of ventilator-associated pneumonia and associated costs. *Respir Care*, 2003;48:494-499.
- Maa SH, Hung TJ, Hsu KH et al - Manual hyperinflation improves alveolar recruitment in difficult-to-wean patients. *Chest*, 2005;128:2714-2721.
- Choi JS, Jones AY - Effects of manual hyperinflation and suctioning in respiratory mechanics in mechanically ventilated patients with ventilator-associated pneumonia. *Aust J Physiother*, 2005;51:25-30.
- Ntoumenopoulos G, Gild A, Cooper DJ - The effect of manual lung hyperinflation and postural drainage on pulmonary complications in mechanically ventilated trauma patients. *Anaesth Intensive Care*, 1998;26:492-496.
- Denehy L - The use of manual hyperinflation in airway clearance. *Eur Respir J*, 1999;14:958-965.
- Slonimski M, Aguilera EJ - Atelectasis and mucus plugging in spinal cord injury: case report and therapeutic approaches. *J Spinal Cord Med*, 2001;24:284-288.
- Unoki T, Kawasaki Y, Mizutani T et al - Effects of expiratory rib-cage compression on oxygenation, ventilation, and airway-secretion removal in patients receiving mechanical ventilation. *Respir Care*, 2005;50:1430-1437.
- Hess DR - The evidence for secretion clearance techniques. *Respir Care*, 2001;46:1276-1293.
- Evans TW - International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: non-invasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. Organised jointly by the American Thoracic Society, the European Respiratory Society, the European Society of Intensive Care Medicine, and the Societe de Reanimation de Langue Francaise, and approved by the ATS Board of Directors, December 2000. *Intensive Care Med*, 2001;27:166-178.
- Hill NS - Noninvasive ventilation for chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Care*, 2004;49:72-89.
- Hess DR - The evidence for noninvasive positive-pressure ventilation in the care of patients in acute respiratory failure: a systematic review of the literature. *Respir Care*, 2004;49:810-829.

22. Kramer N, Meyer TJ, Meharg J et al - Randomized, prospective trial of noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med*, 1995;151:1799-1806.
23. Ely EW, Meade MO, Haponik EF et al - Mechanical ventilator weaning protocols driven by nonphysician health-care professionals: evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*, 2001;120:(Suppl6):454S-463S.
24. Ely EW, Baker AM, Dunagan DP et al - Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Engl J Med*, 1996;335:1864-1869.
25. Kollef MH, Shapiro SD, Silver P et al - A randomized, controlled trial of protocol-directed versus physician-directed weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med*, 1997;25:567-574.
26. Caruso P, Denari SD, Ruiz SA et al - Inspiratory muscle training is ineffective in mechanically ventilated critically ill patients. *Clinics*, 2005;60:479-484.
27. Martin AD, Davenport PD, Franceschi AC et al - Use of inspiratory muscle strength training to facilitate ventilator weaning: a series of 10 consecutive patients. *Chest*, 2002;122:192-196.
28. Sprague SS, Hopkins PD - Use of inspiratory strength training to wean six patients who were ventilator-dependent. *Phys Ther*, 2003;83:171-181.
29. Brochard L, Harf A, Lorino H et al - Inspiratory pressure support prevents diaphragmatic fatigue during weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis*, 1989;139:513-521.
30. Vassilakopoulos T, Zakyntinos S, Roussos C - The tension-time index and the frequency/tidal volume ratio are the major pathophysiologic determinants of weaning failure and success. *Am J Respir Crit Care Med*, 1998;158:378-385.
31. Laghi F, Cattapan SE, Jubran A et al - Is weaning failure caused by low-frequency fatigue of the diaphragm? *Am J Respir Crit Care Med*, 2003;167:120-127.
32. Hess DR - Managing the artificial airway. *Respir Care*, 1999;44:759-772.
33. Patel N, Smith CE, Pinchak AC et al - Taping methods and tape types for securing oral endotracheal tubes. *Can J Anaesth* 1997;44:330-336.
34. Bernhard WN, Yost L, Joynes D et al - Intracuff pressures in endotracheal and tracheostomy tubes. Related cuff physical characteristics. *Chest*, 1985;87:720-725.
35. Mehta S, Mickiewicz M - Pressure in large volume, low pressure cuffs: its significance, measurement and regulation. *Intensive Care Med*, 1985;11:267-272.
36. Sengupta P, Sessler DI, Maglinger P et al - Endotracheal tube cuff pressure in three hospitals, and the volume required to produce an appropriate cuff pressure. *BMC Anesthesiol*, 2004;4:8.
37. AARC clinical practice guideline. Humidification during mechanical ventilation. American Association for Respiratory Care. *Respir Care*, 1992;37:887-890.
38. Ricard JD, Le Miere E, Markowicz P et al - Efficiency and safety of mechanical ventilation with a heat and moisture exchanger changed only once a week. *Am J Respir Crit Care Med*, 2000;161:104-109.
39. Villafane MC, Cinnella G, Lofaso F et al - Gradual reduction of endotracheal tube diameter during mechanical ventilation via different humidification devices. *Anesthesiology*, 1996;85:1341-1349.
40. Holt TO - Aerosol Generators and Humidifiers, em: Barnes TA - Core Textbook of Respiratory Care Practice. 2<sup>nd</sup> Ed, St. Louis: Mosby, 1994;441-84.
41. Hess DR, Branson RD - Humidification, em: Branson RD, Hess DR, Chaburn RL - Respiratory Care Equipment. 2<sup>nd</sup> Ed, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999;101-32.
42. Branson RD, Campbell RS, Johannigman JA et al - Comparison of conventional heated humidification with a new active hygroscopic heat and moisture exchanger in mechanically ventilated patients. *Respir Care*, 1999;44:912-917.
43. Lacherade JC, Auburtin M, Cerf C et al - Impact of humidification systems on ventilator-associated pneumonia: a randomized multicenter trial. *Am J Respir Crit Care Med*, 2005;172:1276-1282.
44. Lellouche F, Maggiore SM, Deye N et al - Effect of the humidification device on the work of breathing during noninvasive ventilation. *Intensive Care Med*, 2002;28:1582-1589.
45. Unal N, Kanhai JK, Buijk SL et al - A novel method of evaluation of three heat-moisture exchangers in six different ventilator settings. *Intensive Care Med*, 1998;24:138-146.
46. Lucato JJJ, Tucci MR, Schettino GPP et al - Evaluation of resistance in eight different heat and moisture exchangers: effects of saturation and flow rate/profile. *Respir Care*, 2005;50:636-643.
47. Girault C, Breton L, Richard JC et al - Mechanical effects of airway humidification devices in difficult to wean patients. *Crit Care Med*, 2003;31:1306-1311.
48. Jaber S, Chanques G, Matecki S et al - Comparison of the effects of heat and moisture exchangers and heated humidifiers on ventilation and gas exchange during non-invasive ventilation. *Intensive Care Med*, 2002;28:1590-1594.
49. Allen C, Glasziou P, Del Mar C - Bed rest: a potentially harmful treatment needing more careful evaluation. *Lancet*, 1999;354(9186):1229-1233.
50. Nava S, Piaggi G, De Mattia E et al - Muscle retraining in the ICU patients. *Minerva Anesthesiol*, 2002;68:341-345.
51. Porta R, Vitacca M, Gile LS et al - Supported arm training in patients recently weaned from mechanical ventilation. *Chest*, 2005;128:2511-2520.
52. Vitacca M, Bianchi L, Sarva M et al - Physiological responses to arm exercise in difficult to wean patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Intensive Care Med*, 2006;32:1159-1166.
53. Webber BPJ - Physiotherapy for Respiratory and Cardiac Problems, em: Webber BP - Physiotherapy Skills: Techniques and Adjuncts. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1993.
54. Szafarski N - Immobility Phenomena in Critically ill Adults, em: Clouchy JBC, Cardin SR - Critical Care Nursing. Philadelphia: Saunders; 1993;31-54.
55. Group AaHA - The Role of Healthcare Professionals Within Critical Care Services. Agency NM, 2002;16-17.
56. Chang AT, Boots RJ, Hodges PW et al - Standing with the assistance of a tilt table improves minute ventilation in chronic critically ill patients. *Arch Phys Med Rehabil*, 2004;85:1972-1976.
57. Egana M, Green S - Effect of body tilt on calf muscle performance and blood flow in humans. *J Appl Physiol*, 2005;98:2249-2258.
58. Tyson SF, Nightingale P - The effects of position on oxygen saturation in acute stroke: a systematic review. *Clin Rehabil*, 2004;18:863-871.
59. Winker R, Barth A, Bidmon D et al - Endurance exercise training in orthostatic intolerance: a randomized, controlled trial. *Hypertension*, 2005;45:391-398.