

Revisão

Desmame da prótese ventilatória de recém-nascidos: uma questão em aberto

Weaning from mechanical ventilation in new-born: an open question

Soraya Calixto*, Heitor S. Lopes, D.Sc.**, Esperidião E. Aquim, D.Sc.***

.....
*Mestranda em Bioengenharia CEFET / UTI Neonatal / Hospital Evangélico, **Bioengenharia USP / CPGEI / Centro de Educação Tecnológica do Paraná, ***Universidade Tuiuti do Paraná

Resumo

Atualmente, pouco se sabe sobre a prevalência da falha na extubação em neonatologia. Grande número de pacientes acaba retornando ao respirador, provavelmente, em virtude da inexistência de um protocolo para desmame da ventilação mecânica em recém-nascidos. Não existem critérios que garantam o sucesso na extubação em neonatos, como podemos obter em adultos. A definição de que o neonato é capaz de manter a sua ventilação espontânea ainda é controversa e de difícil mensuração. Por esse motivo, o índice de falha na extubação em adulto situa-se entre 3 e 19%, enquanto que no neonato é bem maior, situando-se entre 22 e 30%. Esta revisão bibliográfica tem como objetivo caracterizar as diferenças anatômicas e fisiológicas do recém-nascido pré-termo, bem como a dificuldade em adaptá-lo na modalidade assistida, as quais prolongam a retirada do respirador, reforçando a real necessidade da criação de protocolos específicos de desmame.

Palavras-chave: ventilação mecânica, desmame, recém-nascido.

Abstract

Nowadays, little is known about the prevalence of weaning failure in neonatology. A great number of patients returns to the mechanical ventilation, probably, due to the inexistence of a protocol for weaning from mechanical ventilation in new-born. There are no criterium that assure the success of weaning in new-born as we have in adults. The definition that the new-born can maintain their own spontaneous ventilation is still controversial and difficult to evaluate. Due to this reason, the weaning failure in adults is approximately between 3% to 19%, while in the new-born is much higher, around 22% to 30%. This literature review shows the physiological and anatomical differences of the new-born pre-term, as well as the difficulties of adapting them to the required modality. This is due to several reasons that lengthen the removal of the mechanical ventilation reinforcing the real need of creating specific weaning protocols for new-born.

Key-words: mechanical ventilation, weaning, new-born.

Introdução

Os avanços tecnológicos dos equipamentos de suporte à vida e a presença de uma equipe multidisciplinar de profissionais especializados nas Unidades de Terapias Intensivas Neonatais (UTIN) têm proporcionado uma redução no índice de mortalidade, principalmente em recém-nascidos pré-termos (RNPT), com idade gestacional inferior a 37 semanas [1,2,3].

Segundo Cuello *et al.* [4], a fisioterapia passou a ser imprescindível nas UTIN, desempenhando um papel importante no reconhecimento dos problemas inerentes a prematuridade e suas complicações, favorecendo a escolha de técnicas fisioterapêuticas apropriadas no intuito de manter a função pulmonar adequada.

A imaturidade orgânica, como um todo, é uma das principais barreiras a serem enfrentadas pelo RN. Em muitos casos, seus sistemas ainda não estão completamente aptos à realização efetiva de suas funções [5,6].

Um dos sistemas mais influenciados por este fator é o pulmonar, em que peculiaridades anatômicas e fisiológicas interferem na dinâmica respiratória do neonato, principalmente do RNPT, como citado anteriormente.

Desenvolvimento

Kopelman *et al.* [7] citam que, após o nascimento, o processo de desenvolvimento e crescimento pulmonar continua, com remodelamentos consideráveis em sua estrutura, até por volta dos oito anos de idade (Tabela I).

Tabela I - Alterações do tamanho pulmonar com o crescimento.

	30 semanas	RNT	Adulto	Aumento após nascimento
Volume (ml)	25	120 – 150	5000	23 vezes
Peso (g)	20 – 25	50	800	16 vezes
Número de alvéolos	–	50 x 10 ⁶	300 x 10 ⁶	6 vezes
Superfície (m ²)	0,3	3 – 4	75 – 100	23 vezes
Diâmetro (mm)	32	150	300	2 vezes
Número de vias aéreas	24	24	24	Constante

Entre as diversas fases do desenvolvimento pulmonar, na canalicular, que é caracterizada pelo período compreendido entre a 17^a e 26^a semana gestacional, observa-se um crescimento maior, tanto em número quanto em tamanho, das estruturas respiratórias (bronquíolos respiratórios, ductos alveolares e alvéolos), comparadas com as vias aéreas condutoras.

Após o nascimento, a expansão dos sítios de trocas gasosas ocorre às custas da alveolização.

Outros fatores interferem na dinâmica respiratória do RN, tais como a imaturidade do centro respiratório e as variações nas concentrações de oxigênio e dióxido de carbono (CO²).

Enquanto o adulto apresenta hiperventilação como resposta à hipóxia, o RN demonstra um padrão de resposta bifásica, caracterizada por um aumento na ventilação nos dois minutos iniciais, seguido por um decréscimo, uma vez que a hiperventilação inicial não é mantida [8,9,10].

A resposta ventilatória à hipercapnia é medida por quimiorreceptores centrais, sensíveis às variações na pressão arterial de dióxido de carbono (PaCO²), que determinam aumento na frequência respiratória e no volume corrente (VC). Nos recém-nascidos, existe uma menor sensibilidade ao CO², em decorrência da imaturidade dos quimiorreceptores centrais.

O predomínio de estruturas cartilaginosas que levam à uma caixa torácica muito complacente, às costelas situadas horizontalmente em relação ao diafragma (proporcionando uma zona de oposição mínima entre as duas estruturas) e ao pequeno número de fibras diafrag-

máticas resistentes à fadiga (fibras oxidativas de contração lenta ou tipo I), provoca, em particular no RNPT, uma respiração paradoxal e pouco efetiva, ainda mais, quando associadas a processos patológicos, sendo de suma importância o suporte ventilatório adequado.

Suporte ventilatório

A introdução da ventilação pulmonar mecânica (VPM) nas UTIN tem proporcionado aumento na sobrevivência dos recém-nascidos. Por outro lado, essa diminuição da mortalidade tem levado a um aumento na incidência de seqüelas pulmonares e neurológicas, tais como a doença pulmonar crônica (broncodisplasia pulmonar) e a hemorragia peri ou intraventricular [11,12].

Os objetivos principais da ventilação mecânica (VM) no período neonatal são:

- Reduzir as alterações da relação ventilação/perfusão (V/Q), mantendo uma pressão arterial de oxigênio (PaO²) normal, ou em torno de 60 mmHg;
- Melhorar a ventilação alveolar, mantendo uma PaCO² adequada;
- Diminuir o trabalho respiratório, evitando a fadiga muscular.

Pelo custo, facilidade de manipulação e utilização de cânula sem o *cuff* nas UTIN, que dificulta a mensuração do volume corrente (VC), recomenda-se o uso de ventiladores ciclados a tempo, limitados a pressão e de fluxo contínuo [13,14,15].

Ventilação mecânica neonatal

Nas últimas décadas, todo empenho científico em ventilação mecânica foi direcionado ao paciente adulto, com poucas repercussões na ventilação mecânica neonatal.

As modalidades de ventilação mecânica permitem a respiração assistida e a assistida-controlada ou espontânea, com a finalidade de promover melhor interação entre o paciente e o respirador, objetivando melhor intercâmbio gasoso [16,17].

Os objetivos principais da modalidade assistida são:

- melhorar a troca gasosa (V/Q);
- diminuir a sobrecarga da musculatura respiratória;
- prevenir complicações relacionadas com a ventilação mecânica, tais como pneumotórax e sobrecarga da musculatura respiratória;
- facilitar o desmame da ventilação mecânica.

Ventilação assistida

A ventilação pulmonar mecânica assistida fornece uma respiração com pressão positiva em resposta ao esforço inspiratório do paciente.

Para fornecer este modo de ventilação, o aparelho deve ter um mecanismo denominado de assistido. Caso esse mecanismo não esteja incorporado ao aparelho de VPM, o paciente não poderá iniciar a fase inspiratória. O disparo (“gatilho”), habitualmente, é iniciado por uma pequena queda na pressão da via aérea no início da inspiração do paciente.

Stephanie [18] cita que, para estabelecer a eficácia do mecanismo assistido, deve-se avaliar dois parâmetros: sensibilidade e tempo de resposta.

Sensibilidade

A sensibilidade é o parâmetro que determina o esforço inspiratório necessário para desencadear o gatilho do aparelho de VPM. Habitualmente, o paciente inala um pequeno volume de gás do circuito do respirador, ocasionando uma queda de pressão que ativa o mecanismo assistido. Alguns mecanismos podem responder a uma queda de volume ou fluxo em vez da queda de pressão. Utiliza-se uma relação para determinar a eficiência do mecanismo de sensibilidade:

Sensibilidade (%) = $(VI/VC)100$ em que VI é volume inspirado e VC é volume corrente.

Tempo de resposta

Desde que haja um esforço respiratório adequado, o aparelho de VPM deve responder a uma respiração e fornecê-la em um tempo razoavelmente curto. Um tempo de resposta lento causa perda de sincronismo entre o paciente e o respirador. Quando isto ocorre pode haver um aumento na PCO₂ e vários outros efeitos como agitação, hipóxia, barotrauma e hemorragia intraventricular.

O tempo de resposta é definido como retardo de tempo entre o esforço inspiratório inicial e o momento que a respiração assistida atinge a via aérea do paciente.

Tempo de resposta (%) = $\text{tempo de resposta do VPM} / T_i \cdot 100$ onde T_i é o tempo inspiratório do paciente.

Tipos de mecanismos assistidos

Segundo Carvalho *et al.* [19-22], existem vários tipos de mecanismos assistidos acoplados ao respirador, os quais podem funcionar pneumaticamente, eletronicamente ou uma combinação de ambos, tais como:

- Pneumáticos;
- Eletro-pneumático;
- Transdutor de pressão;
- Sensores de superfície corpórea.

A dificuldade em obter respiradores com a modalidade espontânea nas UTINs deve-se ao alto custo dos equipamentos disponíveis no mercado, tornando difícil sua aquisição. Os respiradores mais utilizados são o Sechrist, o

qual não possibilita uma ventilação assistida, e o Inter 3R, que pode ser acoplado a um módulo de sincronismo opcional, através de um sensor de fluxo, que permite a ventilação assistida e sincronizada (SYNC).

Uma característica que limita a utilização do SYNC é o sensor de sensibilidade, que é adaptado entre o intermediário da cânula do paciente e o “Y” da traquéia do respirador. Sendo um sensor muito sensível, qualquer partícula de água condensada no circuito do respirador ou secreção traqueal do paciente pode levar a inutilização do sensor, voltando o paciente para uma ventilação mandatória intermitente.

Por outro lado, conforme Barrington *et al.* [23], quando o paciente desencadeia o ciclo inspiratório no aparelho, o grau de alívio da sobrecarga de trabalho respiratório depende do sincronismo entre o fluxo de gás do aparelho e a demanda ventilatória do paciente. Ao contrário, se houver uma perda de sincronismo, isso pode dar origem a uma troca gasosa inadequada, resultando em hipoxemia e/ou hipercapnia, aumento da sobrecarga da musculatura respiratória, aumento da pressão intratorácica e comprometimento da função cardiovascular [24].

Vários motivos podem resultar na perda de sincronismo entre paciente e respirador, a saber:

- um aparelho muito ou pouco sensível;
- um fluxo inspiratório insuficiente;
- tempo inspiratório prolongado;
- pressão inspiratória inadequada;
- tempo expiratório curto, com a frequência respiratória alta, ocorrendo uma hiperinsuflação dinâmica e alta PEEP (pressão expiratória positiva final).

Outros fatores também podem interferir no mecanismo do gatilho do paciente em relação à sensibilidade do aparelho:

- erros em virtude da velocidade do sinal de pressão;
- erros em decorrência do mostrador digital do transdutor de pressão;
- falha do sistema de gatilho, levando a um aumento do trabalho respiratório e, posteriormente, à fadiga muscular.

Estes motivos, associados às características anatômicas e fisiológicas do neonato, dificultam a permanência deste paciente na modalidade assistida [17,18,24].

Ventilação por pressão de suporte (PSV)

É um modo assistido de ventilação muito utilizado em adultos, porém, na literatura de neonatologia encontra-se pouco relato sobre sua utilização [18,25].

Considerando este método como espontâneo, o paciente necessita de um estímulo respiratório efetivo.

Ao iniciar o ciclo respiratório, o ventilador fornece um fluxo gasoso necessário para alcançar e manter uma pressão pré-determinada pelo aparelho de VPM.

O paciente controla o ciclo respiratório. O volume corrente (VC) depende do tempo e da intensidade com que

o paciente realiza o esforço inspiratório e das condições mecânicas do sistema respiratório, ou seja, da complacência e da resistência.

Esse método é extremamente dependente de mecanismos assistidos. Portanto, os gatilhos por pressão ou fluxo, podem resultar em autociclagem por diversos motivos, como:

- extravasamento de ar ao redor da cânula endotraqueal;
- perda de ar, que pode ocorrer no circuito do respirador;
- oscilações de água condensadas no circuito do aparelho;
- observação de falso gatilho, nos sistemas que utilizam movimentos abdominais.

A grande vantagem desse método é o sincronismo entre o paciente e o aparelho de ventilação, proporcionando um conforto respiratório e, conseqüentemente, uma melhor troca gasosa.

Por outro lado, a falha desse sistema de gatilho pode levar ao aumento do trabalho respiratório e, posteriormente, à fadiga muscular respiratória [16,25,26].

Descontinuação do suporte ventilatório

A iniciativa de retirar um paciente da prótese ventilatória torna-se tão importante quanto a decisão de instituí-la, pois sua má utilização e seu uso prolongado podem acarretar complicações adicionais a sua patologia de base [27].

Nota-se que a ventilação mecânica (VM) é uma medida de suporte e não é curativa. Uma vez instituída, para minimizar seus efeitos colaterais, opta-se por regimes menos agressivos, com o objetivo de suspendê-la o mais breve possível [28,29].

O desmame é o nome dado ao processo de retirada da VM. Os pacientes que requerem curto espaço de tempo de suporte ventilatório, como aqueles em recuperação anestésica, não necessitam de um programa de desmame [30,31].

O desmame deve ser empregado nos pacientes cuja musculatura respiratória está debilitada, envolvendo todos os fatores que podem contribuir para desenvolver adequadamente a força e a "endurance" da musculatura respiratória [32,33].

Antes de considerar a liberação da VM, qualquer impedimento clínico ou fisiológico deve ser identificado para que os objetivos possam ser atingidos com sucesso, como a resolução da doença de base [34,35].

Usualmente, inicia-se o desmame conforme a tolerância do paciente em reassumir a ventilação espontânea até o momento em que ele tenha condições de suportá-la com uma troca gasosa efetiva [3,36].

Critérios para a realização do desmame

Critérios clínicos

Conforme Khan *et al.* [35], os pacientes devem apresentar:

- resolução ou melhora da causa determinante da insuficiência respiratória, ou seja, estabilização da doença de base;

- estabilização hemodinâmica;
- diurese efetiva;
- gasometria arterial adequada;
- suporte nutricional adequado;
- integridade músculo-esquelética;
- função pulmonar adequada.

Critérios fisiológicos

Os parâmetros fisiológicos capazes de prever o sucesso do desmame da VM devem ser de fácil mensuração e devem objetivar a avaliação da capacidade ventilatória e a oxigenação adequada.

Segundo Steven [17], os parâmetros devem ser objetivos, facilmente reproduzíveis, ter coerência com a fisiopatologia da insuficiência respiratória e ser de fácil realização, de preferência, à beira do leito.

A monitoração da troca gasosa é facilmente feita por meio da oximetria de pulso, da capnografia e da análise dos gases arteriais. Não existem critérios objetivos que garantam o sucesso na extubação em recém-nascidos, como se pode obter em adultos pela espirometria, manovacuometria, índice de Yang e Tobin, entre outros.

Estes parâmetros auxiliam a avaliação funcional pulmonar. Parâmetros fora dos limites da normalidade podem prever o fracasso do desmame. No entanto, o inverso não traduz, necessariamente, sucesso.

Chemello *et al.* [5] relatam que a permanência de RNPTs, por um tempo maior do que 7 dias em VM, seria causa direta da falha na extubação. Este tempo prolongado é conseqüência de uma patologia de base mais séria, que influencia na evolução em longo prazo. Conseqüentemente, um longo período de ventilação mecânica induz à atrofia da musculatura diafragmática e incoordenação motora, o que proporciona maior dificuldade no processo de desmame.

A dificuldade em colocar o RNPT em ventilação assistida pode prolongar a permanência do paciente em ventilação mecânica. Muitas vezes, ele é retirado de uma ventilação mandatória intermitente para o CPAP (pressão positiva contínua na via aérea), ou campânula de oxigênio [37,38].

A ventilação assistida auxilia a força e a "endurance" da musculatura respiratória, facilitando o processo de desmame da VM.

Outro fator limitante é a imaturidade orgânica como um todo, tendo em vista que vários fatores contribuem para sua insuficiência: a imaturidade do centro respiratório, o reduzido calibre das vias aéreas, acentuada complacência torácica, entre outras características citadas anteriormente, prejudicam a função pulmonar.

Estas circunstâncias acima citadas, associadas com a falta de protocolos de desmame para o RNPT, levam a um alto índice de reentubações.

Conclusão

Vários livros, textos e artigos têm publicado guias para orientar a suspensão da ventilação mecânica, já bastante utilizados em adultos, entretanto, não objetivamente validados em RNs.

A incapacidade de suportar uma ventilação espontânea tem origem multifatorial, sendo difícil reconhecer todas as condições ideais para extubar um paciente, tanto adulto como criança.

Quando ocorre falha na extubação, ou seja, RNs que retornam para VM em menos de 48 horas, deve-se procurar mecanismos fisiopatológicos que expliquem tal fato. Normalmente, deve-se à resolução incompleta da doença de base, o aparecimento de novos problemas ou complicações, como fadiga da musculatura respiratória ou imaturidade orgânica, entre outros.

Existem características e modalidades de respiradores que têm por finalidade facilitar o desmame, tais como a ventilação assistida ou a pressão de suporte. Entretanto, são poucos os trabalhos relatando sua utilização na neonatologia.

Uma boa avaliação clínica é básica para permitir a retirada do suporte ventilatório. Porém, da mesma forma que os critérios para indicar uma intubação traqueal não são precisos, também não se dispõe de critérios bem definidos para o momento certo da extubação.

Obviamente, mais estudos são necessários para que se possa definir com exatidão o reconhecimento do momento ideal para realizar a extubação e quais as situações de maior risco para a falha da mesma.

Referências

1. Avery GB, Fletcher MA, MacDonald MG. Fisiopatologia e tratamento do RN. 4 ed. Rio de Janeiro: Medsi; 1999.
2. David C. Ventilação mecânica: da fisiologia ao consenso. Rio de Janeiro: Revinter; 1996.
3. Gursahaney AH, Gottfried SB. Desmame da ventilação mecânica. In: Stock MC, Perel A. Manual de suporte ventilatório mecânico. 2a ed. São Paulo: Manole; 1999.
4. Cuello AF, Aquim EE, Masciantonio L. Terapêutica funcional respiratória del recién nacido. Buenos Aires: Intermédica; 1993.
5. Chemello K, Vieira C, Piva JP. Fatores relacionados ao suporte ventilatório em crianças. Porto Alegre: Revista Médica PUC-RS 2001;11(3):191-5.
6. Goldsmith JP, Karotkin EH. Introduction to assisted ventilation. In: Goldsmith JP, Karotkin EH. Assisted ventilation of neonate. 2a edição. Philadelphia: Saunders; 1998. p.1-21.
7. Kopelman B, Miyishi M, Guinsburg R. Distúrbios respiratórios no período neonatal. Rio de Janeiro: Atheneu; 1998.
8. Ramos JR, Odeh CSA, Lopez JMA. Mecânica pulmonar do recém-nascido normal. J Pediatr 1994;70:163-6.
9. Rebello CM, Costa SAV, Moreira JR. Ventilação pulmonar mecânica: condução no recém-nascido. Pediatr Mod 2000;26:54-7.
10. Ryan CA, Finer NN. Nasal intermittent positive-pressure ventilation offera no advantages over nasal continuous positive airways pressure in apnea of prematurity. Am J Dis Child 1989;143:1196-8.
11. Luchi JL, Benetts FC. Predictours of neurodevelopment outcome following bronchopulmonary dysplasia. Am J Dis Child 1991;145:813-7.
12. Morris FC. Postintubation sequelae. In: Levin, Morris, Moore (eds). A practical guide to pediatric intensive care. 2a ed. St. Louis: Mosby. p.191-6.
13. Lima EL, Mangia CMF, Carvalho WB. Ventilação de alta frequência em pediatria. Rev Bras Ter Intensiva 1999;11(2):62-77.
14. Lin CH, Wang ST, Lin YJ. Efficacy of nasal intermittent positive pressure ventilation in treating apnea of prematurity. Pediatr Pulmonol 1998;26:349-53.
15. Mariani GL, Carlo WA. Ventilatory management in neonate. Clin Perinatol 1998;25:33-48.
16. Lopes RS. Modos de ventilação pulmonar mecânica. In: Carvalho WB, Kopelman BI. Ventilação pulmonar mecânica em neonatologia e pediatria. São Paulo: Lovise; 1995. p.17-32.
17. Steven MD, Donn MD, Sunil K, Sinha MD. Invasive and noninvasive neonatal mechanical ventilation. Respir Care 2003;48(4).
18. Stephanie DD. Neonatal and pediatric respiratory diagnostics. Respir Care 2003;48(4).
19. Carvalho CR. Ventilação mecânica. Vol. II - Avançado. Rio de Janeiro: Atheneu; 2002.
20. Carvalho CRR, Amato MB, Barbar CSV. Monitorização da mecânica respiratória. In: Terzi RGG. Clínicas brasileiras de medicina intensiva. Vol. 5. Atheneu; 1998.
21. Carvalho WB. Ventilação pulmonar mecânica no período neonatal. In: Carvalho WB. Terapêutica intensiva pediátrica. São Paulo: Atheneu, 1997. p.373-8
22. Carvalho WB, Jiménez HJ, Sasbón JS. Ventilación pulmonar mecânica em pediatria. São Paulo: Atheneu Hispânica; 2001.
23. Barrington KJ, Bull D, Finer NN. Randomized trial of nasal synchronized intermittent mandatpry ventilation compared with continuous positive airway pressure after extubation of very low birth weight infants. Pediatrics 2001;107:638-41.
24. Boynton BR, Chammond MD. Pulmonary gás exchange: basic principles and the effects of mechanical ventilation. In: BR Boyton, WA Carlo. New terapies for neonatal tespiratocry failure. New York: Cambridge Univ. Press; 1994. p.115-30.
25. Pachi PR, Bittar R. Outras modalidades de assistência. In: Rugolo LMSS. Manual de neonatologia. 2a ed. São Paulo: Revinter; 2000. p.141-3.
26. Terzi RGG. Histórico da medida e monitorização da mecânica respiratório. In: Terzi RGG. Clínicas Brasileiras de Medicina Intensiva. vol. 5. [S.l]: Atheneu; 1998. p.1-10.
27. Finer N, Body J. Complications: bronchopulmonary dysplasia, air leak, síndromes and retinopathy of prematurity. In: Goldsmith J. Assisted ventilation of the neonate. Philadelphia: WB. Saunders Company; 1996. p.327-52.
28. Benzo R, Marks P, Teba L. Non-invasive mechanical ventilation: the benefits of the BiPAP system. W V Med J 1996;92:18-21.
29. Troster EJ. Assistência respiratória no período neonatal. In: Marcondes E. Pediatria básica. 8a ed. São Paulo: Sarvier; 1994. p.380-2.

30. Fortenberry J, Del Torro J, Fefferson L, Haase D. Management of pediatric acute hypoxemic respiratory insufficiency with bilevel positive pressure (BiPAP) nasal mask ventilation. *Chest* 1995; 108 (S.1): 1059-64.
 31. Friedlich P, Lecart C, Posen R, Romocone E, Chan L, Ramanathan RA. Randomized trial of nasopharyngeal-synchronized intermittent mandatory ventilation versus nasopharyngeal continuous positive airway pressure in very low birth weight infants after extubation. *J Perinatol* 1999;19:413-8.
 32. Greenough A, Chan V, Chird MD. Positive end expiratory pressure in acute and chronic neonatal respiratory. *Arch Dis Child* 1992;67:320-3.
 33. Guinsburg R. Ventilação mecânica convencional no período neonatal. In: Rugolo LMSS. Manual de neonatologia. 2. ed. São Paulo: Revinter. p.129-34.
 34. Haouzi P, Marchal F, Grance JP. Respiratory mechanics in spontaneously breathing term and preterm neonates. *Biol Neonate* 1991;60:350-60.
 35. Khan N, Brown A, Ventaraman ST. Predictors of extubation success and failure in mechanically ventilated infants and children. *Crit Care Med* 1996;24:1568-79.
 36. Korones SB. Complications: bronchopulmonary dysplasia, air leak syndromes and retinopathy of prematurity. In: Goldsmith, JP, Karotkin EH. Assisted ventilation of the neonate. 3a ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1996. p.327-52.
 37. Guerin C, Girard R, Chemorin C, Devarax R, Fournier G. Facial mask noninvasive mechanical ventilation reduces the incidence of nosocomial pneumonia. *Intensive Care Med* 1997;2:1096.
 38. Keenam S, Kernerman PD, Cook DJ, Marin CM, McCormack D, Sibbald WJ. Effect of noninvasive positive pressure ventilation on mortality in patients admitted with acute respiratory failure: a meta-analysis. *Crit Care Med* 1997;25:1685-92. ■
-