



Associação entre índice de ventilação e tempo de ventilação mecânica em lactentes com bronquiolite viral aguda

Association between ventilation index and time on mechanical ventilation in infants with acute viral bronchiolitis

Armando A. Almeida-Júnior¹, Marcos T. N. da Silva², Celize C. B. Almeida³,
Andréa D. N. Jácomo⁴, Breno M. Nery⁴, José D. Ribeiro⁵

Resumo

Objetivo: Avaliar a associação entre tempo de ventilação mecânica e variáveis antropométricas, clínicas e de função pulmonar, precocemente, em lactentes com insuficiência respiratória por bronquiolite viral aguda em ventilação mecânica invasiva, e a evolução temporal das variáveis significativamente correlacionadas.

Métodos: Foram estudados 29 lactentes admitidos na unidade de terapia intensiva pediátrica do Hospital de Clínicas da UNICAMP, com diagnóstico de bronquiolite viral aguda, definido por critérios clínicos e radiológicos. Lactentes com doenças crônicas ou instabilidade hemodinâmica foram excluídos. Todas as medidas foram feitas entre 24 e 72 horas em ventilação mecânica, usando capnografia volumétrica e análise dos gases sanguíneos. O tempo de ventilação mecânica foi dividido em: menor ou igual que 7 dias e maior que 7 dias. A associação entre o tempo de ventilação e as variáveis analisadas foi determinada pelo coeficiente de correlação de Spearman (r_s).

Resultados: O tempo de ventilação mecânica apresentou correlação positiva significativa com a PaCO_2 ($r_s = 0,45$, $p = 0,01$) e com o índice de ventilação ($r_s = 0,51$, $p = 0,005$), e negativa com o pH ($r_s = -0,40$, $p = 0,03$). Índice de ventilação com valor de 37, avaliado do primeiro ao quinto dia, foi associado a risco progressivamente aumentado de tempo de ventilação mecânica maior que 7 dias (OR = 4,2 no primeiro dia a 15,71 no quarto dia).

Conclusões: Índice ventilatório, PaCO_2 e pH, precocemente medidos, foram associados com tempo prolongado em ventilação mecânica, refletindo a gravidade do distúrbio ventilatório e necessidade de suporte.

J Pediatr (Rio J). 2005;81(6):466-70: Função pulmonar, ventilação mecânica, pediatria, terapia intensiva, insuficiência respiratória aguda, volume espaço morto.

Abstract

Objective: To evaluate the association between time on mechanical ventilation and anthropometric, clinical and pulmonary function variables, measured early, in infants on invasive mechanical ventilation with acute respiratory failure due to viral bronchiolitis, and the temporal progression of variables with significant correlations.

Methods: Twenty-nine infants admitted to the pediatric intensive care unit of UNICAMP university hospital were studied. Acute viral bronchiolitis was defined according to clinical and radiological criteria. Children with chronic diseases and those that were hemodynamically unstable were excluded. All measurements were taken after 24 to 72 hours' mechanical ventilation, using volumetric capnography and blood gas analysis. Mechanical ventilation time was divided into: ≤ 7 days and > 7 days. Association between time on mechanical ventilation and the variables analyzed was determined by Spearman's Correlation Coefficient (r_s).

Results: Time on mechanical ventilation showed a significant positive correlation with PaCO_2 ($r_s = 0.45$, $p = 0.01$) and ventilation index ($r_s = 0.51$, $p = 0.005$), and a negative correlation with pH ($r_s = -0.40$, $p = 0.03$). Ventilation indices of 37, measured between day one and day five, was associated with a progressively increased risk of more than 7 days on mechanical ventilation (OR = 4.2 on the first day to 15.71 on the fourth day).

Conclusions: Ventilation index, PaCO_2 and pH, measured early, were associated with prolonged mechanical ventilation, reflecting the severity of ventilatory disturbance and the need for support.

J Pediatr (Rio J). 2005;81(6):466-70: Pulmonary function, mechanical ventilation, pediatrics, intensive care, acute respiratory failure, dead space.

1. Médico intensivista pediátrico, Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica, Hospital de Clínicas, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP.
2. Doutor. Professor, Departamento de Pediatria, Faculdade de Ciências Médicas, UNICAMP, Campinas, SP. Pesquisador do Centro de Investigação em Pediatria (CIPED).
3. Mestre. Departamento de Pediatria, Faculdade de Ciências Médicas, UNICAMP. Fisioterapeuta, Hospital de Clínicas, Faculdade de Ciências Médicas, UNICAMP, Campinas, SP.
4. Médico residente, Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica, Hospital de Clínicas, Faculdade de Ciências Médicas, UNICAMP, Campinas, SP.
5. Doutor. Professor, Departamento de Pediatria, Faculdade de Ciências Médicas, UNICAMP, Campinas, SP. Pesquisador do Centro de Investigação em Pediatria (CIPED) e chefe do Laboratório de Função Pulmonar Pediátrica.

Fontes financiadoras: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e Fundo de Apoio ao Ensino e Pesquisa (FAEP) da UNICAMP.

Artigo submetido em 05.04.05, aceito em 29.06.05.

Como citar este artigo: Almeida-Júnior AA, da Silva MT, Almeida CC, Jácomo AD, Nery BM, Ribeiro JD. Associação entre índice de ventilação e tempo de ventilação mecânica em lactentes com bronquiolite viral aguda. *J Pediatr (Rio J)*. 2005;81:466-70.

Introdução

A bronquiolite viral aguda (BVA) é uma das principais de causas de insuficiência respiratória aguda (IRA), levando à ventilação mecânica invasiva (VMI) em lactentes em unidade de terapia intensiva pediátrica (UTIP)¹. O tempo prolongado em VMI aumenta a incidência de complicações, como infecção intra-hospitalar, trauma das vias aéreas superiores, estresse ao indivíduo e aumento dos custos^{2,3}. Avaliar os fatores associados ao tempo de VMI pode fornecer importantes subsídios para a otimização dos cuidados oferecidos a esses pacientes.

Há poucos estudos na literatura analisando fatores ligados ao tempo de VMI em lactentes com BVA. Bont *et al.*, em 2000, estudando 30 lactentes com BVA por vírus respiratório sincicial (VSR), encontraram uma associação entre o IV nas primeiras 24 horas, a produção de interleucina 12 por células mononucleares de sangue periférico e o tempo de VMI⁴. Tasker *et al.*, em 2000, identificaram, em um grupo de 45 lactentes com BVA por VSR, a associação entre tempo prolongado de VMI e gravidade dos achados radiológicos, distúrbio de oxigenação arterial e necessidade de maiores níveis de pressão média de vias aéreas, medidos nas primeiras 24 horas⁵.

O presente estudo teve como objetivo inicial a identificação de variáveis de função pulmonar associadas ao tempo de VMI em BVA. Após a identificação da associação entre pH, PaCO₂ e IV com o tempo de VMI, foi avaliada a evolução temporal dessas variáveis, visando identificar valores que pudessem definir o risco de VMI prolongada.

Métodos

Estudo observacional, do tipo coorte prospectivo histórico, realizado na UTIP do Hospital de Clínicas da UNICAMP. Foram incluídos todos os pacientes entre 28 dias e 12 meses de vida, de ambos os sexos, com diagnóstico clínico e radiológico de BVA, submetidos a VMI na UTIP no período de abril de 2001 a setembro de 2003. Não houve caracterização etiológica, pela indisponibilidade de testes de identificação viral no serviço. Na caracterização clínica, foram utilizados os seguintes critérios: história de tosse; sibilância; pelo menos dois sinais de desconforto respiratório (batimento de asa de nariz, taquipnéia, dispnéia, retração subcostal, retração de fúrcula, uso de musculatura acessória, ausculta pulmonar com predomínio de sibilos ou expiração prolongada); radiografia de tórax com hiperinsuflação pulmonar; ausência de condensações em mais de 1/3 da imagem de um dos pulmões. Os dados foram coletados entre 24 e 72 horas de VMI. A escolha desse intervalo de tempo foi feita com o objetivo de se evitar a fase de maior instabilidade dos pacientes nas primeiras 24 horas de VMI e garantir que o quadro clínico fosse predominantemente obstrutivo, evitando as complicações da VMI prolongada e a possível progressão para síndrome do desconforto respiratório agudo. Todos os pacientes foram ventilados de forma convencional, tendo como meta a manutenção de valores de trocas gasosas e pH dentro dos limites fisiológicos. Foram empregados os modos de ventilação mandatória intermitente sincronizada (SIMV) ou de ventilação manda-

tória intermitente (IMV). Não foram utilizados corticosteróides ou broncodilatadores. Devido a possíveis interferências na monitorização, todos os pacientes foram sedados com midazolam e/ou fentanil durante a coleta dos dados.

Foram excluídos do estudo os pacientes com: obstrução de vias aéreas superiores; vazamento ao redor do tubo orotraqueal superior a 20%; instabilidade hemodinâmica; doença neuromuscular; doença cardíaca; pós-operatório; uso de relaxantes musculares; insuficiência respiratória crônica. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FCM-UNICAMP. O termo de consentimento esclarecido foi obtido por escrito de um dos pais ou responsáveis legais de cada criança, antes de entrada no estudo.

Uma amostra de gasometria arterial foi obtida, ao mesmo tempo em que se realizava a monitorização da mecânica pulmonar e da capnografia volumétrica. O monitor utilizado foi o CO₂SMO-Plus®, (DIXTAL, São Paulo, Brasil). Trata-se de um monitor não-invasivo constituído de capnógrafo, oxímetro de pulso e pneumotacógrafo. As medidas de capnografia e pneumotacografia são obtidas em tempo real, através da análise dos gases inspirados e expirados, por sensores colocados entre o tubo orotraqueal e a conexão com o ventilador mecânico. Fornecendo-se a PaCO₂, o monitor calcula as medidas de espaço morto de vias aéreas, alveolar e fisiológico. Tal equipamento foi escolhido por ter suas medidas já validadas em estudos prospectivos em animais e em pacientes pediátricos em VMI^{6,7}. Tem sido recentemente empregado em estudos pediátricos, visando avaliar o valor prognóstico da medida de VD/VT na extubação⁸ e na avaliação dos efeitos de técnicas de fisioterapia respiratória sobre a função pulmonar⁹.

Foram coletados dados sobre: peso, gênero, idade em meses, frequência respiratória (FR) total e mecânica, pico de pressão inspiratória (PIP), pressão positiva ao final da expiração (PEEP), fração inspirada de oxigênio (FiO₂), PaO₂, PaCO₂, pH, relação PaO₂/FiO₂, diferença alveolo-arterial de oxigênio [P(A-a)O₂], relação PAO₂/PaO₂, relação P(A-a)O₂/PaO₂, índice de oxigenação (IO = FiO₂ x MAP x 100/PaO₂), índice de ventilação (IV = PIP x FRmec x PaCO₂/1000), volume corrente expirado (V_T-exp), volume minuto alveolar (VM_{alv}), volume minuto total (V_mtotal), VCO₂, resistência expiratória dinâmica (R_{exp}), complacência dinâmica (C_{din}), espaço morto alveolar (V_Dalv), espaço morto fisiológico (V_Dfis), relação volume do espaço morto/volume corrente (V_D/V_T). Foi, então, explorada a correlação entre as variáveis acima e o tempo de VMI.

A partir da identificação de associação estatisticamente significativa entre IV, PaCO₂ e pH com o tempo de VMI (Tabela 1), procedeu-se a uma análise retrospectiva do comportamento de tais variáveis durante os primeiros 5 dias de VMI. Foram revistos os prontuários dos pacientes e coletados os valores de PaCO₂, PIP e FRmec diariamente. Para o cálculo do IV, quando era disponível mais de um valor das variáveis selecionadas no mesmo dia, foram escolhidos os valores mais elevados. Em relação ao tempo em VMI, os pacientes foram divididos em duas categorias: menor ou igual a 7 dias ou maior que 7 dias.

Tabela 1 - Análise da correlação entre variáveis antropométricas e de função pulmonar e tempo de ventilação mecânica invasiva em 29 lactentes

Variáveis	Mediana (Mínimo e Máximo)	Coefficiente de Correlação de Spearman (r_s)	p
Peso (kg)	6,0 (3,6-8,9)	-0,2	0,92
Idade (meses)	2,8 (1,1-11,9)	0,21	0,27
pH	7,4 (7,2-7,5)	-0,40	0,03*
PaO ₂ (mmHg)	99,2 (58,5-181,9)	-0,06	0,76
PaCO ₂ (mmHg)	42,3 (24,2-62,6)	0,45	0,01*
SatO ₂ (%)	98,0 (88,6-100,0)	0,11	0,58
PaO ₂ /FiO ₂	251,2 (134,8-519,7)	-0,18	0,35
P(A-a)O ₂ /PaO ₂	1,2 (0,1-3,1)	0,10	0,62
PaO ₂ /PaO ₂	0,5 (0,2-0,9)	-0,10	0,62
PIP (cm H ₂ O)	29,0 (22,0-50,0)	-0,89	0,65
PEEP (cmH ₂ O)	4,0 (2,0-7,0)	-0,03	0,88
Fr Total (rpm)	30,0 (24,0-79,0)	-0,02	0,90
FiO ₂	0,4 (0,2-0,5)	-0,20	0,30
V _T exp mec (ml)	6,9 (2,6-11,4)	-0,27	0,16
V _T Alv (ml)	30,0 (10,0-65,0)	-0,09	0,66
VE (l/min)	1,1 (0,5-2,5)	-0,21	0,26
VE Alv (l/min)	0,8 (0,2-1,8)	-0,33	0,08
IV	29,2 (12,1-73,6)	0,51	0,005*
IO	3,7 (1,8-7,9)	0,23	0,23
VCO ₂ (ml/min)	25,1 (11,2-62,6)	-0,01	0,97
V _D fisiol (ml)	16,0 (8,0-25,0)	-0,15	0,42
V _D alv (ml)	9,0 (3,0-17,0)	-0,20	0,29
V _D /V _T	0,5 (0,3-0,7)	0,29	0,13
Rexp (cmH ₂ O/l/s)	128,5 (39,3-282,9)	0,29	0,12
Cdin (ml/cmH ₂ O)	2,7 (1,2-7,0)	-0,20	0,31

*Valor de $p \leq 0,05$.

PIP = pico de pressão inspiratória; PEEP = pressão positiva ao final da expiração; Fr Total = frequência respiratória total; V_Texp mec = volume corrente expirado mecânico; V_T Alv = volume corrente alveolar; VE = volume minuto total; VE Alv = volume minuto alveolar; IV = índice de ventilação; IO = índice de oxigenação; V_D fisiol = volume do espaço morto fisiológico; V_D alv = volume do espaço morto alveolar; V_D/V_T = relação volume do espaço morto/volume corrente; Rexp = resistência expiratória dinâmica; Cdin = complacência dinâmica.

Para elaboração da base de dados e análise estatística, foi utilizado o programa de computador SPSS para Windows 7.5.1 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). A associação entre variáveis numéricas e categorias foi analisada com o uso do teste não-paramétrico de Mann-Whitney. A associação entre duas variáveis contínuas foi analisada com o uso do coeficiente de correlação de Spearman (r_s). Foram considerados estatisticamente significativos valores de $p \leq 0,05$.

A estimativa do risco de VMI prolongada foi realizada com o cálculo de *odds ratio*, sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivo e negativo. Para calcular os valores de corte para o IV em relação ao tempo de ventilação, foi utilizado o valor situado entre o percentil 75 do grupo ≤ 7 dias e o percentil 25 do grupo > 7 dias, no segundo dia (momento a partir do qual houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos).

Resultados

Foram incluídos no estudo 29 lactentes: 23 do sexo masculino e 6 do sexo feminino; mediana da idade de 2,8 meses (1,1 a 11,9 meses); mediana do peso de 6 kg (3,6 a 8,9 kg). A mediana do tempo de ventilação mecânica foi de 8,2 dias (de 3,9 a 22 dias). Onze pacientes permaneceram em VMI por um período menor ou igual a 7 dias, e 18 por mais de 7 dias. Não houve óbito no grupo estudado.

A Tabela 1 mostra as correlações entre os valores das variáveis estudadas e o tempo de VMI. Observou-se correlação positiva, estatisticamente significativa, entre o tempo de VMI, IV e PaCO₂ e negativa entre tempo de VMI e pH.

Analisando a distribuição dos valores de IV (entre 24 e 48 horas), observou-se uma mediana de 29,2 (mín.12,1; máx. 73,6), na população em estudo. Na análise por categorias (tempo de VMI ≤ 7 dias e > 7 dias), demonstrou-

se uma associação estatisticamente significativa entre IV e tempo de VMI a partir do segundo dia. Tal associação manteve-se até o quinto dia (Figura 1). O valor de corte de 37 para o IV mostrou um progressivo aumento no *odds ratio*, na especificidade e no valor preditivo positivo do segundo para o quinto dia (Tabela 2). A PaCO₂ mostrou uma associação estatisticamente significativa com o tempo de VMI apenas no segundo e quinto dias (Tabela 3). Não foi observada associação estatisticamente significativa entre os valores de pH e as categorias de tempo de VMI nos primeiros 5 dias.

Discussão

Este é o primeiro relato a analisar parâmetros de função pulmonar e trocas gasosas e sua associação com tempo de VMI em lactentes brasileiros com BVA.

Houve uma predominância do gênero masculino e faixa etária menor que 6 meses de vida na população de estudo, que está de acordo com os dados da literatura sobre BVA¹⁰. Com base nos dados epidemiológicos e clínicos, embora não tendo sido realizados testes para identificação viral, consideramos que todos os pacientes se enquadraram nos critérios clínicos para o diagnóstico de BVA. Em nosso serviço, a identificação viral não faz parte da rotina diagnóstica em casos de BVA. Recentemente foi introduzida a identificação do agente mais comum, o VSR, como objeto de pesquisa clínica. Consideramos que o conhecimento do agente etiológico, na

população estudada, aumentaria significativamente a consistência do estudo, mas não invalidaria os resultados, já que a BVA é uma síndrome clínica bem definida.

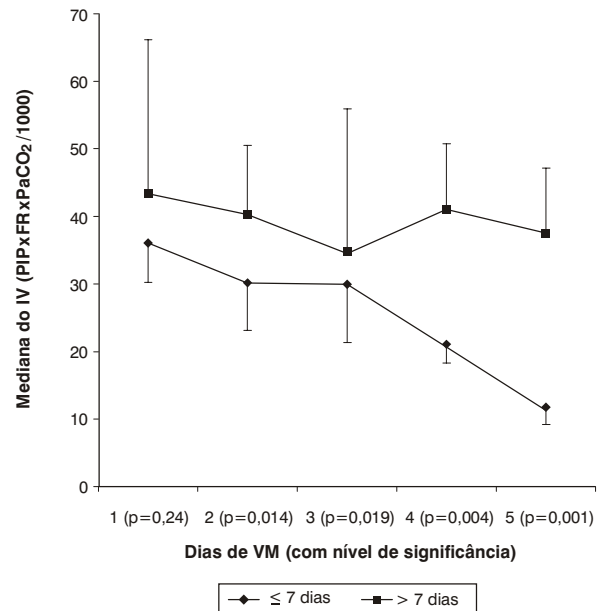


Figura 1 - Tendência das curvas do índice ventilatório (IV) nos primeiros 5 dias em VMI (ventilação mecânica invasiva) nos dois grupos de estudo: menor ou igual que 7 dias e mais de 7 dias em VMI

Tabela 2 - Indicadores epidemiológicos de risco de VMI (ventilação mecânica invasiva) prolongada para IV de 37

Dias	IV	Sensibilidade (%)	Especificidade (%)	VPP (%)	VPN (%)	Odds Ratio (IC95%)
1	37	78	55	74	60	4,2 (0,8-21,3)
2	37	72	73	81	62	6,6 (1,3-37,2)
3	37	44	91	89	50	8,00 (0,8-76,4)
4	37	61	91	92	59	15,71 (1,6-151,1)
5	37	56	100	100	58	NC

IV = índice de ventilação; VPP = valor preditivo positivo; VPN = valor preditivo negativo; IC95% = intervalo de confiança para 95%.

Tabela 3 - Valores de mediana, mínimo, máximo e nível de significância da PaCO₂ nos primeiros 5 dias de VMI (ventilação mecânica invasiva) em 29 lactentes divididos em dois grupos: menor ou igual que 7 dias e mais de 7 dias em VMI

Dias de VMI	PaCO ₂ (mediana, mínimo e máximo)		p (Mann-Whitney)
	≤ 7 dias (n = 11)	> 7 dias (n = 18)	
1	43,6 (26,1 – 122,0)	48,5 (33,7 – 109,0)	0,122
2	40,2 (29,2 – 49,4)	44,7 (36,2 – 89,5)	0,003*
3	42,7 (27,6 – 55,8)	44,2 (32,7 – 72,4)	0,134
4	41,6 (30,6 – 59,0)	52,9 (29,2 – 75,9)	0,188
5	41,9 (25,6 – 62,9)	48,2 (26,6 – 68,9)	0,006*

* p < 0,05

Não foi utilizado tratamento farmacológico com corticosteróides ou broncodilatadores, devido às controvérsias em relação ao emprego de tais medicamentos na BVA¹¹. As medianas de peso e de idade ilustram a uniformidade do grupo estudado, possibilitando uma melhor comparação entre os dados.

A mediana de tempo de 8,2 dias em VMI, observada na população estudada, é comparável à descrita em outras séries clínicas para BVA¹¹⁻¹³.

O principal achado do estudo foi a correlação encontrada entre o IV, medido entre 24 e 48 horas de VMI, e a duração da mesma. Bont *et al.* relatam resultado similar em pacientes com BVA, porém esses resultados foram obtidos pela análise da média aritmética de 3 medidas com intervalos de 8 horas, nas primeiras 24 horas de VMI⁴. Tal método diferiu daquele utilizado em nosso estudo para o cálculo do IV. Em razão do desenho prospectivo histórico de nosso estudo, não constava do protocolo de atendimento a coleta seriada de medida dos gases sanguíneos em intervalos curtos. Adicionalmente, optamos por não utilizar dados relativos às primeiras 24 horas de internação, por se tratar de um período de estabilização clínica inicial e ajuste de variáveis de VMI, que influenciaram significativamente o cálculo do IV.

A associação entre IV e categorias de tempo de VMI foi reforçada com a análise retrospectiva da evolução temporal do IV (Figura 1) e dos marcadores epidemiológicos de risco (Tabela 2). A potencial utilidade do IV como marcador de risco foi analisada também por Paret *et al.*, que observaram, em crianças com síndrome de desconforto respiratório agudo, a associação desse índice com a mortalidade pela doença¹⁴. Apesar das diferenças nos desfechos clínicos entre as populações estudadas, cumpre ressaltar que, em ambos os estudos, observou-se uma associação entre IV e marcadores de gravidade.

Embora significativa na análise preliminar, a associação entre pH, PaCO₂ e duração da VMI não mostrou a mesma consistência daquela observada na análise do IV. Cumpre observar que, mesmo em um dos períodos em que as diferenças de PaCO₂ em relação ao tempo de VMI (segundo dia) foram estatisticamente significativas, os valores medianos (40,2 mmHg *versus* 44,7 mmHg) não sugerem anormalidade clínica. Tal achado reforça a prioridade que foi dada à análise do IV, pois o cálculo deste fornece uma medida mais completa das alterações clínicas e fisiológicas. O IV representa, dessa forma, uma medida do distúrbio ventilatório, que leva em conta variações na intensidade do manejo da ventilação, incorporando as variáveis ligadas tanto à intensidade do suporte terapêutico como aos seus resultados.

Os resultados sugerem que valores menores de pH e maiores de PaCO₂ e IV, precocemente medidos, foram associados com maior tempo de VMI em lactentes com IRA obstrutiva. Ressaltamos que tais associações constituem achados clínicos na coorte de estudo, não se constituindo em propostas de objetivos terapêuticos a serem alcançados.

A análise clínico-epidemiológica do IV mostrou que valores acima de 37, nessa população, estão associados a um risco de VMI prolongada, refletindo a gravidade do distúrbio ventilatório e a necessidade de suporte. O cálculo do IV pode ser de utilidade para o médico intensivista, chamando a atenção para desvios que possam ocorrer em relação ao desfecho esperado. No entanto, estudos prospectivos abordando o valor prognóstico do IV seriam necessários para a validação do mesmo.

Referências

1. Shay DK, Holman RC, Newman RD, Liu LL, Stout JW, Anderson LJ. Bronchiolitis-associated hospitalizations among US children, 1980-1996. *JAMA*. 1999;282:1440-6.
2. Torres A, Gatell JM, Aznar E, El-Ebiary M, Puig De La Bellacasa J, Gonzalez J, *et al.* Re-intubation increases the risk for nosocomial pneumonia in patients needing mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152:137-41.
3. Esteban A, Alia I, Gordo F, Fernandez R, Solsona JF, Vallverdu I, *et al.* Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-tube or pressure support ventilation. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997;156:459-65.
4. Bont L, Kavelaars A, Heijnen CJ, van Vught AJ, Kimpen JL. Monocyte interleukin-12 production is inversely related to duration of respiratory failure in respiratory syncytial virus bronchiolitis. *J Infect Dis*. 2000;181:1772-5.
5. Tasker RC, Gordon I, Kiff K. Time course of severe respiratory syncytial virus infection in mechanically ventilated infants. *Acta Paediatr*. 2000;89:938-41.
6. Arnold JH, Thompson JE, Arnold LW. Single breath CO₂ analysis: description and validation of a method. *Crit Care Med*. 1996;24:96-102.
7. Riou Y, Leclerc F, Neve V, Dupuy L, Noizet O, Leteurtre S, *et al.* Reproducibility of the respiratory dead space measurements in mechanically ventilated children using the CO₂SMO monitor. *Intensive Care Med*. 2004;30:1461-7.
8. Hubble CL, Gentile MA, Tripp DS, Craig DM, Meliones JN, Cheifetz IM. Dead-space to tidal volume ratio predicts successful extubation in infants and children. *Crit Care Med*. 2000;28:2034-40.
9. Main E, Stocks J. The influence of physiotherapy and suction on respiratory deadspace in ventilated children. *Intensive Care Med*. 2004;30:1152-9.
10. Law BJ, Carbonell-Estrany X, Simoes EA. An update on respiratory syncytial virus epidemiology: a developed country perspective. *Respir Med*. 2002;96 Suppl B:S1-7.
11. Davison C, Ventre KM, Luchetti M, Randolph AG. Efficacy of interventions for bronchiolitis in critically ill infants: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Crit Care Med*. 2004;5:482-9.
12. Frankel LR, Lewiston NJ, Smith DW, Stevenson DK. Clinical observations on mechanical ventilation for respiratory failure in bronchiolitis. *Pediatr Pulmonol*. 1986;2:307-11.
13. Wang EE, Law BJ, Boucher FD, Stephens D, Robinson JL, Dobson S, *et al.* Pediatric Investigators Collaborative Network on Infections in Canada (PICNIC) study of admission and management variation in patients hospitalized with respiratory syncytial viral lower respiratory tract infection. *J Pediatr*. 1996;129:390-5.
14. Paret G, Ziv T, Barzilai A, Bem-Abraham R, Vardi A, Manisterski Y, *et al.* Ventilation index and outcome in children with acute respiratory distress syndrome. *Pediatr Pulmonol*. 1998;26:125-8.

Correspondência:

Armando Augusto Almeida Júnior
Departamento de Pediatria, Universidade Estadual de Campinas
Rua Jasmim, 750, Torre 1, Apt. 84
CEP 13087-460 – Campinas, SP
Telefax: (19) 3256.9501
E-mail: armandoalmeida@directnet.com.br