

Avaliação do pico de pressão e da frequência respiratória durante o uso de balão autoinflável por socorristas do Corpo de Bombeiros em um modelo de pulmão neonatal pré-termo

Evaluation of peak inspiratory pressure and respiratory rate during ventilation of a preterm infant lung model with a self-inflating bag by paramedics of the Fire Department

Carlos Alberto M. Zaconeta¹, Maria Beatriz S. Borges², Diógenes Vilas B. Souza³, Monique Gonçalves Marques⁴

RESUMO

Objetivo: Avaliar o pico de pressão inspiratória e a frequência ventilatória obtidos por socorristas do Corpo de Bombeiros com a utilização de balão autoinflável em modelo de pulmão neonatal pré-termo.

Métodos: Estudo observacional descritivo incluindo 31 voluntários dentre 68 socorristas convidados, componentes de duas turmas do Programa de Capacitação Continuada do Corpo de Bombeiros. Durante três minutos, os socorristas ventilaram um simulador analógico de pulmão neonatal pré-termo, utilizando balão autoinflável de tamanho neonatal. Foram captados os picos de pressão inspiratória e a frequência respiratória por meio de um pneumotacógrafo e um monitor gráfico de ventilação. Os dados eram gravados e posteriormente analisados.

Resultados: A média do pico de pressão foi de $14,6 \pm 8,2 \text{ cmH}_2\text{O}$, sendo menor que 20 em 77,4% das vezes, maior que 40 em 3,2% das vezes, e entre 20 e $40 \text{ cmH}_2\text{O}$ em 19,4% das vezes. A média da frequência ventilatória foi de $38,3 \pm 10,3$ ciclos por minuto, sendo menor que 40 em 51,6% das vezes e entre 40 e 60 ciclos por minuto em 48,4% das vezes; em nenhuma das vezes a pressão atingiu 60 ciclos por minuto.

Conclusões: Os socorristas, na maioria das vezes, não atingiram o nível mínimo desejado de pressão de ventilação e frequência respiratória recomendados em protocolos internacionais durante a ventilação pulmonar neonatal com o balão autoinflável.

Palavras-chave: ressuscitação cardiopulmonar; ventilação pulmonar; respiração artificial; prematuro.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the peak inspiratory pressure and the ventilation rate obtained by paramedics of the Fire Department of Brasília, Brazil, when using a neonatal self-inflating bag on a preterm lung model.

Methods: Descriptive observational study including 31 volunteers, from 68 paramedics invited, who were components of two groups of the Fire Department's Continuous Training Program. For three minutes, the paramedics ventilated an analogical simulator of preterm infant lung using a neonatal self-inflating bag. The peak inspiratory pressure and the respiratory rate were captured by a pneumotachograph and a graphical monitor of ventilation. Data were recorded and analyzed.

Results: Mean peak pressures in cmH_2O for test lung were 14.6 ± 8.2 , being less than 20 in 77.4% of the analyzed pressure curves, more than 40 in 3.2%, and between 20 and $40 \text{ cmH}_2\text{O}$ in 19.4% of the curves. Mean ventilation rates were 38.3 ± 10.3 cycles per minute, being less than 40 in 51.6% of the analyzed pressure curves, more than 60 in zero, and between 40 and 60 in 48.4%. In no occasion the pressure reached 60 cycles per minute.

Conclusions: The paramedics, most of the time, did not achieve the advised minimum level of ventilation pressure and ventilation rates recommended by international guide-

Instituição: Universidade Católica de Brasília (UCB), Brasília, DF, Brasil
¹Mestre em Ciências Médicas pela Universidade de Brasília (UnB); preceptor da Residência em Neonatologia do Hospital Regional da Asa Sul; neonatologista do Centro Brasiliense de Neonatologia, Brasília, DF, Brasil
²Doutoranda em Ciências Médicas pela UnB; fisioterapeuta docente na UCB, Brasília, DF, Brasil
³Fisioterapeuta do Centro de Reabilitação e Medicina Física do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Brasília, DF, Brasil
⁴Fisioterapeuta graduada pela UCB, Brasília, DF, Brasil

Endereço para correspondência:
Diógenes Vilas B. Souza
QNO 4, conjunto L, casa 28A, setor O
CEP 72250-412 – Brasília/DF
E-mail: diogenesvbs@gmail.com

Conflito de interesse: nada a declarar

Recebido em: 25/3/2009
Aprovado em: 2/7/2009

lines during ventilation of a neonatal lung model with a self-inflating bag.

Key-words: cardiopulmonary resuscitation; pulmonary ventilation; respiration, artificial; infant, premature.

Introdução

Os Corpos de Bombeiros Militares, dentre outras funções, têm uma forte atuação em emergência pré-hospitalar. No Distrito Federal, o Corpo de Bombeiros atendeu a 98.521 chamadas em 2007. Mais da metade dessas ocorrências (53,3%) foram atendimentos pré-hospitalares e, dentro dessa categoria, 5,1% estavam relacionadas a gestantes e/ou parturientes⁽¹⁾. Ocasionalmente, o parto acontece antes da chegada da gestante ao hospital. Os bombeiros que prestam esse atendimento devem estar preparados para realizar reanimação cardiopulmonar no recém-nascido, oferecendo ventilação por meio de balão autoinflável, caso necessário. Esses socorristas são treinados em curso interno específico de atendimento pré-hospitalar e atuam somente nessa área.

O equipamento mais utilizado em ventilação pulmonar mecânica assistida manualmente é o balão autoinflável⁽²⁾. Esse instrumento é usado durante a parada cardiorrespiratória nas unidades de emergência, nas unidades de terapia intensiva (UTI), nos centros cirúrgicos, no transporte de pacientes com insuficiência respiratória e em fisioterapia respiratória.

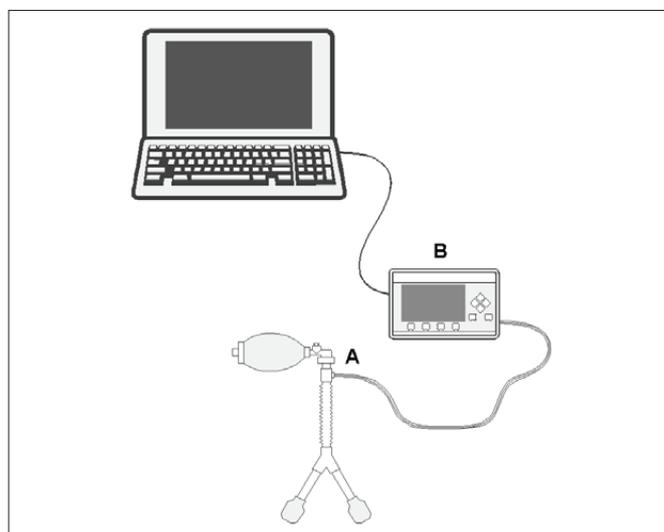


Figura 1 – Esquema para captação dos dados. Pneumotacógrafo colocado entre o pulmão-teste e o balão autoinflável (A); Monitor gráfico de ventilação (B).

O manual de reanimação neonatal da Academia Americana de Pediatria (*American Academy of Pediatrics, AAP*) e da Associação Americana do Coração (*American Heart Association, AHA*) recomenda que a frequência de ventilação para recém-nascidos seja de 40 a 60 insuflações por minuto e que se ofereça pico de pressão inspiratória para recém-nascidos pré-termo entre 20 e 40cmH₂O⁽³⁾. Assim, alguns modelos de reanimadores autoinfláveis são equipados com válvulas de escape para evitar que a pressão exercida pelo operador exceda os limites recomendados na literatura. É recomendado que essa válvula alivie a pressão quando for atingido um máximo de 40±5cmH₂O⁽⁴⁾.

Resende *et al*, em 2006, encontraram grande variabilidade na frequência respiratória (FR) e no pico de pressão inspiratória (*peak inspiratory pressure, PIP*) exercidos por médicos neonatologistas durante a ventilação com balão autoinflável em um modelo de pulmão neonatal⁽⁵⁾. Essa variação pode estar relacionada aos seguintes fatores: tamanho do reservatório, existência e desempenho da válvula de alívio da pressão, tamanho das mãos do operador, uso ou não de ambas as mãos, tempo gasto pelo operador ao pressionar a bolsa, características da máscara utilizada e sua adaptação adequada ao rosto do paciente, assim como a complacência pulmonar⁽⁶⁻⁹⁾.

Na prática, o parâmetro utilizado para estimar a pressão de ventilação oferecida é o movimento de expansão torácica e/ou a percepção tátil da resistência à insuflação⁽⁵⁾; no entanto, ambos os critérios são subjetivos e não há uma relação conhecida desses parâmetros com a adequada expansão alveolar⁽⁹⁾, o que torna difícil a manutenção de uma pressão constante e apropriada durante a reanimação. A ventilação, quando exercida com baixas pressões, pode propiciar ciclos repetidos de colapso e reexpansão alveolar, gerando atelectrauma e, quando exercida com pressões elevadas, pode causar hiperdistensão regional de alvéolos e vias aéreas, levando a barotrauma e volutrauma^(10,11). A frequência respiratória também deve ser monitorada para que se mantenha dentro dos parâmetros supracitados, o que normalmente é feito por meio de uma simples contagem.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o pico de pressão inspiratória e a frequência ventilatória atingidos por socorristas do Corpo de Bombeiros utilizando balão autoinflável em um modelo pulmonar neonatal pré-termo.

Métodos

Trata-se de um estudo observacional descritivo, com a utilização de um modelo analógico para pulmão – construído especialmente para este tipo de pesquisa, além de um monitor de ventilação e um computador (Figura 1).

Foram convidados 68 socorristas que compunham duas turmas do Programa de Capacitação Continuada (PCC) do 2º Batalhão de Busca e Salvamento/Emergência Médica do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. Desse total, 31 aceitaram participar do estudo como voluntários, representando 9,5% da população em questão, atualmente formada por 326 bombeiros. Os socorristas haviam concluído o PCC pouco antes da coleta de dados. Todos os bombeiros do estudo atuavam exclusivamente como socorristas em emergência pré-hospitalar e, portanto, possuíam o Curso de Emergência e Socorros de Urgência (CESU) ministrado pela corporação, pré-requisito para exercerem tal função.

Foi utilizado um simulador analógico de pulmão neonatal pré-termo, com complacência igual a $1,4\text{mL}/\text{cmH}_2\text{O}$ a um volume de 11mL . O aquecimento adiabático causado pela variação da pressão foi atenuado pelo preenchimento do pulmão-teste com fios de cobre, diminuindo dessa forma a variação de volume em presença da variação de pressão.

A pressão e a FR foram avaliadas utilizando-se um pneumotacógrafo (Intermed®, São Paulo, Brasil) colocado entre o pulmão-teste e o balão autoinflável (Figura 1A). O pneumotacógrafo captava o sinal analógico de pressão e fluxo e enviava a um monitor gráfico de ventilação (Figura 1B) Tracer 5® (Intermed®, São Paulo, Brasil), ao qual estava conectado. O monitor, através de transdutores e processadores, transformava o sinal analógico em sinal digital.

Os socorristas, um a um, ventilaram o pulmão-teste utilizando uma bolsa de tamanho neonatal de 280mL , nova, da marca Lifesaver® (Hudson RCI®, Temecula, Estados Unidos), sem manômetro. A ventilação foi feita diretamente na traqueia do pulmão-teste. Os socorristas puderam realizar um breve treino com os pulmões-teste alguns minutos antes da ventilação. Contudo, a visualização dos dados exibidos no monitor não estava disponível a esses profissionais, sendo disponível apenas a visualização do pulmão-teste. Foi solicitado que cada socorrista realizasse a ventilação, simulando da melhor maneira possível uma reanimação neonatal de um bebê prematuro. Concomitantemente ao início da ventilação do pulmão-teste, teve início o registro de dados durante os três minutos seguintes de ventilação contínua, captados por um computador com o *software* Wintracer® (Intermed®, São Paulo, Brasil). Embora os dados originados no Tracer® fossem captados continuamente, eram gravados no computador apenas os 20 segundos centrais de cada minuto. As curvas de pressão foram analisadas separadamente e os valores máximos de cada curva foram identificados e inseridos em uma pla-

nilha. Para obter a frequência por minuto, os ciclos obtidos nos 20 segundos centrais de cada minuto foram contados e somados, determinando-se assim a FR.

A coleta foi realizada logo após o término do PCC. Não foi permitida a visualização das curvas dos gráficos no monitor para não haver influência sobre os socorristas, de modo a evitar a correção proposital de seu desempenho durante a coleta de dados.

Os objetivos da pesquisa foram explicados a todos os profissionais que fizeram parte do estudo, bem como a forma como os dados seriam utilizados na divulgação. Assim, na ocasião, foi solicitada a assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido.

Os socorristas responderam a um questionário contendo as seguintes perguntas: Qual o tempo de serviço na corporação? Qual o tempo de serviço como socorrista? Já realizou ventilação em recém-nascido?

A coleta dos dados foi realizada no 2º Batalhão de Busca e Salvamento/Emergência Médica do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. Os dados foram analisados utilizando os *softwares* Microsoft Excel 2003 e *Statistical Package for the Social Sciences* 13.0 para *Windows*. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste Kolmogorov-Smirnov. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Católica de Brasília.

Resultados

A distribuição dos dados foi considerada paramétrica, portanto foram utilizados média e desvio padrão como medidas de tendência central e de dispersão, respectivamente. Foram analisadas 1.186 curvas obtidas pelos 31 participantes. O Gráfico 1 mostra a variabilidade do PIP alcançado pelos socorristas. O menor PIP conseguido foi de $5,8\text{cmH}_2\text{O}$, e o maior, de $40,8\text{cmH}_2\text{O}$; a média do PIP foi de $14,6\pm 8,2\text{cmH}_2\text{O}$. Em 80,6% das vezes, as pressões atingidas estiveram fora da faixa considerada adequada – entre 20 e $40\text{cmH}_2\text{O}$, sendo que, em 77,4% das vezes, as pressões estiveram abaixo de $20\text{cmH}_2\text{O}$ e, em 3,2%, as pressões estiveram acima de $40\text{cmH}_2\text{O}$. Em 19,4% das curvas analisadas, as pressões estiveram dentro da faixa considerada adequada.

Em relação à frequência ventilatória, o Gráfico 2 mostra a variabilidade da FR alcançada pelos socorristas. A menor FR conseguida foi de 17 e, a maior, de 56 ciclos por minuto. A média da frequência ventilatória foi $38,3\pm 10,3$ ciclos por minuto. Em 51,6% das vezes a frequência esteve abaixo

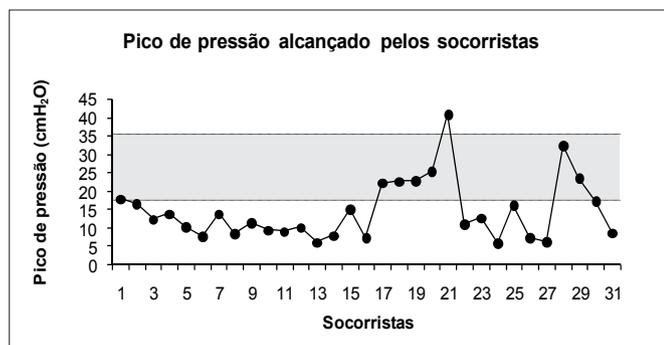


Gráfico 1 – Distribuição das médias dos picos de pressão inspiratória. As linhas tracejadas representam a faixa recomendada pela *American Academy of Pediatrics* e *American Heart Association*⁽³⁾.

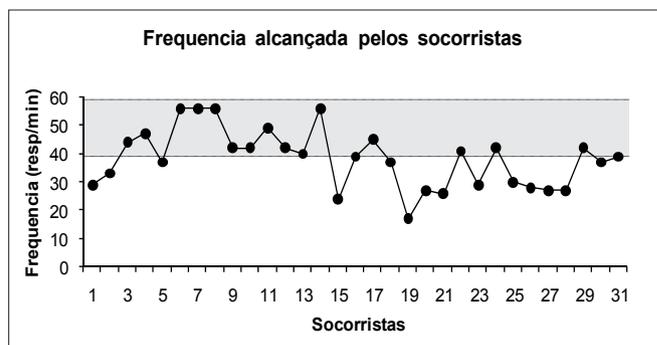


Gráfico 2 – Distribuição das médias das frequências respiratórias. As linhas tracejadas representam a faixa recomendada pela *American Academy of Pediatrics* e *American Heart Association*⁽³⁾.

de 40 ciclos por minuto e, em 48,4%, esteve entre 40 e 60 ciclos por minuto. Em nenhuma ocasião se observou frequência acima de 60 ciclos por minuto.

A média do tempo de serviço como bombeiro dos participantes deste estudo foi de 13 ± 5 anos e, como socorrista, de 10 ± 4 anos. Dentre os participantes, 35,5% já haviam realizado ventilação com balão autoinflável em recém-nascido pelo menos uma vez, enquanto 64,5% nunca haviam realizado esse procedimento.

Discussão

A variabilidade dos valores de pressão encontrados difere consideravelmente daquela encontrada por Resende *et al*⁽⁵⁾. Esses autores observaram, dentre as pressões alcançadas pelos neonatologistas e consideradas como inadequadas, metade abaixo do ideal e metade acima do ideal. No presente estudo, dentre os socorristas que realizaram a ventilação com pressões inadequadas, todos aplicaram pressões abaixo do ideal, à exceção de um. Isso pode ser sugestivo de maior confiança por parte dos médicos e uma maior precaução por parte dos socorristas, uma vez que 64,5% destes, embora tenham recebido instrução sobre reanimação neonatal, nunca haviam realizado o procedimento em uma situação real.

Como no presente estudo a maioria dos socorristas não atingiu a pressão mínima recomendada de $20 \text{ cmH}_2\text{O}$, necessária para uma reanimação eficiente, pode-se inferir que, em um cenário real, haveria falha na reanimação cardiopulmonar com risco de asfixia e, como consequência, hipóxia – o que pode causar dano ao encéfalo, levando à paralisia cerebral⁽¹²⁾. Vale ainda ressaltar que a ventilação com baixo PIP em um

pulmão prematuro, cuja deficiência de surfactante tende ao colapso alveolar, propicia o atelectrauma⁽¹³⁻¹⁵⁾. O colapso expiratório cíclico alternado à reabertura inspiratória dos alvéolos poderia agravar a lesão pulmonar⁽⁹⁾, levando à síndrome do desconforto respiratório⁽¹⁶⁾ e, em longo prazo, ao desenvolvimento de displasia broncopulmonar⁽¹⁰⁾. Deve-se lembrar que o balão autoinflável não conta com um dispositivo que proporcione pressão positiva expiratória final (PEEP), salvo em alguns modelos. A falta desse dispositivo, somada a baixa PIP, pode aumentar a tendência ao colapso alveolar e aos demais danos mencionados⁽¹⁷⁾.

Em relação à FR, mais da metade dos socorristas ventilou com frequência inadequada, não atingindo os valores mínimos recomendados⁽³⁾. Uma FR baixa tem como consequência a diminuição do volume-minuto, que é o produto da multiplicação da FR e do volume corrente (VC), podendo assim agravar a hipóxia⁽¹⁸⁾ em um cenário real.

No presente estudo, optou-se pela utilização de um modelo pulmonar artificial neonatal pela praticidade, sendo tal prática corroborada por publicações nacionais e internacionais^(5,19,20). Os socorristas não dispunham do parâmetro de expansibilidade torácica; esse recurso, porém, não é plenamente confiável, como demonstraram Baskett e Nolan⁽²¹⁾. Além disso, os socorristas não se atêm somente a esse parâmetro durante uma reanimação real, contando também com a sensação tátil.

É importante observar que tanto os socorristas como os neonatologistas não conseguiram ventilar esse modelo pulmonar com pressões adequadas⁽⁵⁾. Isso pode ser sugestivo de que apenas a prática não assegura o sucesso da ventilação; se assim fosse, os neonatologistas, que ventilam recém-nascidos com grande frequência, mostrariam um desempenho signifi-

ficativamente superior. Pode-se presumir que a dificuldade deve residir no tipo de ventilador manual – no caso, o balão autoinflável. É interessante salientar que existem ventiladores manuais que permitem definir e visualizar as pressões durante a sua utilização^(17,19,22), sendo um deles desenvolvido e patenteado no Brasil.

Conclui-se que os dados obtidos no presente estudo mostram que os socorristas não atingiram os níveis de-

sejados de FR e de PIP durante a ventilação pulmonar, utilizando balão autoinflável em modelo de pulmão neonatal.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Thiago Moraes Viana Bandeira pela revisão ortográfica dos textos.

Referências bibliográficas

1. Centro de informática do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. Relatório de ocorrências. Brasília: Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal; 2009.
2. Wiswell TE. Neonatal resuscitation. *Respir Care* 2003;48:288-94.
3. American Academy of Pediatrics, American Heart Association. Manual de Reanimação Neonatal. 4a ed. São Paulo: Unifesp; 2000.
4. American Society for Testing and Materials. Standard specification for minimum performance and safety requirements for resuscitators intended for use with humans. ASTM 1999;F920-93.
5. Resende JG, Menezes CG, Paula AM, Ferreira AC, Zaconeta CA, Silva CA *et al*. Avaliação do pico de pressão e da frequência respiratória durante o uso de balão autoinflável em um modelo de pulmão neonatal. *J Pediatr (Rio J)* 2006;82:359-64.
6. Connors R, Kisson N, Tiffin N, Frewen TC. An evaluation of the physical and functional characteristics of infant resuscitators. *Pediatr Emerg Care* 1993;9:104-7.
7. Finer NN, Barrington KJ, Al-Fadley F, Peters KL. Limitations of self-inflating resuscitators. *Pediatrics* 1986;77:417-20.
8. Hess D, Spahr C. An evaluation of volumes delivered by selected adult disposable resuscitators: the effects of hand size, number of hands used, and use of disposable medical gloves. *Respir Care* 1990;35:800-5.
9. Almeida MF, Guinsburg R. Controversies about the resuscitation of extremely preterm infants in the delivery room. *J Pediatr (Rio J)* 2005;81:S3-15.
10. Monte LF, Silva Filho LV, Miyoshi MH, Rozov T. Bronchopulmonary dysplasia. *J Pediatr (Rio J)* 2005;81:99-110.
11. Miller JD, Carlo WA. Pulmonary complications of mechanical ventilation in neonates. *Clin Perinatol* 2008;35:273-81.
12. Rotta NT. Cerebral palsy, new therapeutic possibilities. *J Pediatr (Rio J)* 2002;78:S48-54.
13. Rotta AT, Steinhorn DM. Ventilação mecânica convencional em pediatria. *J Pediatr (Rio J)* 2007;S100-8.
14. Viana ME, Sargentelli GA, Arruda AL, Wiryawan B, Rotta AT. O impacto de estratégias de ventilação mecânica que minimizam o atelectrauma em um modelo experimental de lesão pulmonar aguda. *J Pediatr (Rio J)* 2004;80:189-96.
15. Muscedere JG, Mullen JB, Gan K, Slutsky AS. Tidal ventilation at low airway pressures can augment lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:1327-34.
16. Consolo LC, Palhares DB, Consolo LZ. Assessment of pulmonary function of preterm newborn infants with respiratory distress syndrome at different positive end expiratory pressure levels. *J Pediatr (Rio J)* 2002;78:403-8.
17. O'Donnell CP, Davis PG, Morley CJ. Neonatal resuscitation: review of ventilation equipment and survey of practice in Australia and New Zealand. *J Paediatr Child Health* 2004;40:208-12.
18. Piva JP, Garcia PC, Santana JC, Barreto SS. Insuficiência respiratória na criança. *J Pediatr (Rio J)* 1998;74:S99-112.
19. Oddie S, Wyllie J, Scally A. Use of self-inflating bags for neonatal resuscitation. *Resuscitation* 2005;67:109-12.
20. Doerges V, Sauer C, Ocker H, Wenzel V, Schmucker P. Smaller tidal volumes during cardiopulmonary resuscitation: comparison of adult and paediatric self-inflatable bags with three different ventilatory devices. *Resuscitation* 1999;43:31-7.
21. Baskett P, Nolan J, Parr M. Tidal volumes which are perceived to be adequate for resuscitation. *Resuscitation* 1996;31:231-4.
22. Resende JG. CFR – um novo equipamento para ressuscitação respiratória. *J Pediatr (Rio J)* 1994;70:354-8.