

## Evaluation of peak inspiratory pressure and respiratory rate during ventilation of an infant lung model with a self-inflating bag

*Avaliação do pico de pressão e da frequência respiratória durante o uso de balão auto-inflável em um modelo de pulmão neonatal*

Jefferson G. Resende<sup>1</sup>, Cristiane G. Menezes<sup>2</sup>, Ana M. C. Paula<sup>3</sup>, Antonio C. P. Ferreira<sup>4</sup>, Carlos A. M. Zaconeta<sup>5</sup>, César A. M. Silva<sup>6</sup>, Marcelo P. Rodrigues<sup>7</sup>, Paulo Tavares<sup>8</sup>

### Resumo

**Objetivo:** Avaliar o pico de pressão inspiratória e a frequência ventilatória obtidos por médicos quando da utilização de balão auto-inflável neonatal em modelo de pulmão.

**Métodos:** Quinze médicos ventilaram simuladores de pulmão de recém-nascidos a termo e pré-termo, sendo os desfechos captados através de um monitor de ventilação.

**Resultados:** As medianas dos picos de pressão foram 23 (intervalo interquartil, 15-47) e 26 (intervalo interquartil, 14-51) cmH<sub>2</sub>O, sendo menor que 20 em 41,2 e 35,8% das vezes; maior que 40 em 29,7 e 33,6% das vezes e entre 27 e 33 cmH<sub>2</sub>O em 8,2 e 6,5% das vezes, para o pulmão de termo e de pré-termo, respectivamente. As medianas das frequências ventilatórias foram de 45 (intervalo interquartil, 36-57) e 48 (intervalo interquartil, 39-55,5) ciclos por minuto, sendo menor que 30 em 9,3 e 6,7% das vezes e maior que 60 em 12 e 13,3% das vezes, respectivamente, para o pulmão de termo e de pré-termo. As diferenças nas medianas não foram estatisticamente significantes.

**Conclusão:** A ventilação utilizando o balão auto-inflável promoveu adequação para a frequência ventilatória em aproximadamente 80% das vezes, e os médicos não conseguiram promover ventilação com mínima variabilidade na pressão, alcançando níveis diferentes daqueles definidos no curso de reanimação neonatal em 70% das vezes. Essa situação independeu da ventilação do pulmão-teste análogo ao sistema respiratório de recém-nascidos a termo ou pré-termo.

*J Pediatr (Rio J). 2006;82(5):359-64:* Ressuscitação cardiopulmonar, ventilação pulmonar, ventilação mecânica, recém-nascido, asfixia neonatal.

### Abstract

**Objective:** To evaluate the peak inspiratory pressure and ventilation rate achieved by physicians when using a neonatal self-inflating bag on a lung model.

**Methods:** Fifteen physicians ventilated full term and preterm infant lung simulators while the outcomes were captured by a ventilation monitor.

**Results:** Median peak pressures in cmH<sub>2</sub>O for full term and preterm lungs were 23 (interquartile range: 15-47) and 26 (interquartile range: 14-51), being less than 20 in 41.2 and 35.8% of the pressure curves analyzed, more than 40 in 29.7 and 33.6%, and between 27 and 33 cmH<sub>2</sub>O in 8.2 and 6.5% of the curves, respectively. Median ventilation rates were 45 (interquartile range: 36-57) and 48 (interquartile range: 39-55.5) cycles per minute, being more than 30 in 9.3 and 6.7% of pressure curves and more than 60 in 12 and 13.3% of pressure curves, for the full term and preterm lungs, respectively. The differences between these medians were not statistically significant.

**Conclusions:** Ventilation rates achieved with the self-inflating bag were adequate in approximately 80% of pressure curves analyzed, but the physicians were unable to provide ventilation with minimal pressure variation, producing pressures that diverged from those defined by the neonatal resuscitation training course in 70% of the curves. This was irrespective of whether they were ventilating the lung model analogous to preterm or full term infant lungs.

*J Pediatr (Rio J). 2006;82(5):359-64:* Cardiopulmonary resuscitation, pulmonary ventilation, mechanical ventilation artificial respiration, newborn infant, neonatal asphyxia.

1. Médico pediatra. Doutorando em Ciências Médicas, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF.

2. Médica neonatologista.

3. Médica neonatologista. Professora, Escola Superior de Ciências da Saúde, Secretaria de Saúde do Distrito Federal, Brasília, DF.

4. Médico intensivista pediátrico. Mestre, Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP-EPM), São Paulo, SP.

5. Médico neonatologista. Mestre, UnB, Brasília, DF.

6. Fisioterapeuta. Mestre, UnB e Hospital Universitário da UnB, Brasília, DF.

7. Médico pneumologista. Mestre, UnB, Brasília, DF. Professor, UnB, Brasília, DF.

8. Médico pneumologista. Doutor, Professor emérito, UnB, Brasília, DF.

Artigo submetido em 24.02.06, aceito em 07.06.06.

**Como citar este artigo:** Resende JG, Menezes CG, Paula AM, Ferreira AC, Zaconeta CA, Silva CA, et al. Evaluation of peak inspiratory pressure and respiratory rate during ventilation of an infant lung model with a self-inflating bag. *J Pediatr (Rio J)*. 2006;82:359-64.

## Introdução

O balão auto-inflável é o instrumento mais utilizado em ventilação pulmonar mecânica manualmente operada<sup>1</sup>. É usado em atendimento de recém-nascidos em sala de parto; na ressuscitação respiratória, durante 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.

Na ventilação de recém-nascidos a termo em sala de parto, está preconizado que se utilize frequência respiratória (FR) de 30 a 60 ciclos por minuto<sup>2</sup>. O manual do Curso de Reanimação Neonatal da Sociedade Brasileira de Pediatria, que segue as normas do Programa de Reanimação Neonatal da Academia Americana de Pediatria e da Associação Americana de Cardiologia<sup>3</sup>, orienta que o pico de pressão de ventilação (PIP) para recém-nascidos seja próximo de 30 cmH<sub>2</sub>O, com limites entre 20 e 40 cmH<sub>2</sub>O. A Associação Americana para Testes de Materiais (American Society for Testing and Materials, ASTM)<sup>4</sup>, que o Food and Drug Administration (FDA) utiliza como padrão de desempenho mínimo de ressuscitadores, preconiza que os balões neonatais possuam válvula que alivie a pressão quando for atingido um máximo de 40±5 cmH<sub>2</sub>O.

Estudos mostram que, na utilização do balão, pode ocorrer variação do volume corrente (VC) e do PIP, conseguidos durante cada insuflação pulmonar. Tal variação depende: do tamanho do reservatório; da existência ou não de válvula de alívio da pressão, bem como do desempenho dessa válvula; do tamanho das mãos do operador; do uso ou não de ambas as mãos; do tempo gasto pelo operador quando pressiona a bolsa; das características da máscara utilizada e se ela está bem adaptada ao rosto do paciente<sup>5,6</sup>.

Mondolfi et al.<sup>7</sup> encontraram grande variação no volume corrente, na pressão e no volume minuto conseguidos por profissionais de saúde de uma unidade de emergência pediátrica. Hird et al.<sup>8</sup> verificaram que as pressões utilizadas, até que os recém-nascidos prematuros obtivessem expansão torácica adequada, variavam de 14 a 30 cmH<sub>2</sub>O, não havendo correlação com o peso ou com a idade gestacional.

Estudos têm demonstrado que apenas alguns ciclos ventilatórios com pressão ou VC excessivos são suficientes para lesar um pulmão em desenvolvimento<sup>9,10</sup>.

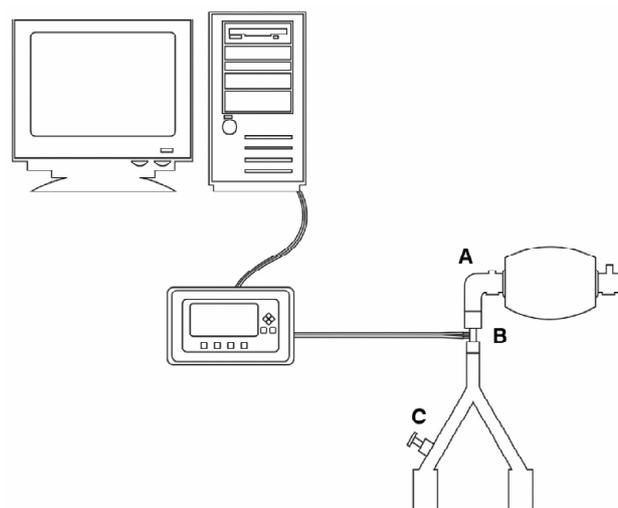
Atualmente existem vários tipos de dispositivos para ventilação manual neonatal, e a maioria dos balões auto-infláveis não utiliza manômetro<sup>11</sup>. Quando o dispositivo de ventilação manual não permite predefinir as pressões, costuma-se adequar a pressão de ventilação avaliando a expansão da caixa torácica e a resistência à expansão, percebida na mão do operador<sup>12</sup>. Na prática, o profissional nem sempre consegue visualizar a expansibilidade torácica de modo contínuo. Nesses momentos, um recurso mecânico disponível para avaliar se a expansão pulmonar está sendo adequada é a percepção tátil da resistência à insuflação. Ambas as avaliações – expansão torácica e percepção tátil – são subjetivas. Os médicos não costumam monitorizar as pressões durante ventilação manual e utilizam dados sub-

jetivos para adequar a força de compressão do reservatório do balão auto-inflável. Por isso, é importante avaliar se essas percepções são suficientes para orientá-los a adequar as pressões impostas em situações semelhantes à reanimação, através do estudo dos desfechos em um procedimento similar ao de uma reanimação. Considerando, igualmente, que não existem meios de se predefinir a frequência ventilatória a ser utilizada durante a reanimação, deve-se, portanto, medir a frequência utilizada.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o pico de pressão inspiratória e a frequência ventilatória conseguidos por médicos utilizando balão auto-inflável neonatal em um modelo pulmonar neonatal.

## Métodos

Trata-se de um estudo experimental descritivo e analítico, com a utilização de modelos analógicos para pulmão, construídos especialmente para a pesquisa, além de um monitor de ventilação e um computador (Figura 1).



**Figura 1** - Esquema para captação dos dados

Dentre 35 médicos experientes convidados, com atividade atual em UTI neonatal e com prática de reanimação neonatal, 15 foram selecionados utilizando uma tabela de números aleatórios. Foram considerados experientes aqueles que não eram recém-formados, tinham residência em pediatria e/ou neonatologia e que tinham exercício atual na atividade, com familiaridade em reanimação neonatal, tanto em sala de parto quanto em UTI neonatal.

Como modelo analógico de pulmão, foi utilizado um simulador pulmonar neonatal de termo, em que a complacência dinâmica, com 30 mL de volume, era de 4,34 mL.cmH<sub>2</sub>O<sup>-1</sup> e um simulador pulmonar neonatal de prema-

turo, em que, com 11 mL de volume, a complacência era de  $1,4 \text{ mL.cmH}_2\text{O}^{-1}$ . Os “pulmões” estavam preenchidos com lã de cobre para diminuir o aquecimento adiabático da pressão, reduzindo, assim, a variação do volume em presença de variação da pressão. O fechamento da torneira C, mostrada na Figura 1, transformava o pulmão-teste de termo em pulmão-teste de pré-termo. O modelo utilizado era semelhante àquele do estudo de Connors et al<sup>6</sup>.

Para a análise da pressão e da FR, foi utilizado o monitor gráfico de ventilação Tracer 5<sup>®</sup> (Intermed<sup>®</sup>, São Paulo, Brasil), interposto entre o pulmão-teste e a bolsa auto-inflável, e o auxílio de um pneumotacógrafo (B, na Figura 1). O pneumotacógrafo capta o sinal analógico de pressão e fluxo, e o monitor, através de transdutores e processadores, transforma-o em sinal digital.

Cada profissional foi convidado a ventilar o pulmão-teste utilizando uma bolsa de tamanho neonatal de 280 mL, nova, marca Lifesaver<sup>®</sup> (Hudson RCI<sup>®</sup>, Temecula, CA, EUA), sem monitor de pressão acoplado; para efeito de estudo, a válvula de alívio (A, na Figura 1) foi mantida bloqueada. A ventilação foi feita diretamente na “via aérea”, simulando um paciente intubado. Minutos antes do início da ventilação, foi permitido um pequeno treino com os pulmões-teste, mas sem que esses profissionais pudessem visualizar ou serem informados dos dados exibidos no monitor, sendo disponível a visualização do pulmão-teste. A cada médico, foi solicitado que simulasse, da melhor maneira possível, uma ventilação durante uma reanimação neonatal. Simultaneamente, a partir da ventilação do pulmão-teste de termo, foi iniciado o registro de dados durante os seguintes 5 minutos de ventilação contínua, captados em computador, utilizando o *software* Wintracer<sup>®</sup> (Intermed<sup>®</sup>, São Paulo, SP, Brasil). Após pequeno período de descanso, não maior que 5 minutos, o médico iniciava a ventilação do pulmão-teste de pré-termo, que também perdurava 5 minutos, sendo os seus dados registrados de igual modo. Os dados provenientes do Tracer<sup>®</sup> eram captados continuamente, mas gravados no computador os primeiros 20 segundos em cada minuto. Cada curva de pressão foi analisada em separado, informando em uma planilha os valores máximos conseguidos, avaliando-se, então, as variações em cada curva. Com relação à FR, foram contados os ciclos obtidos em 20 segundos e multiplicados por três, para se obter a frequência por minuto. Durante todo o experimento, também foram gravados os VC obtidos.

Os objetivos da pesquisa foram explicados a todos os profissionais pesquisados, bem como a forma como os dados seriam utilizados na divulgação. Assim, na anuência, foi solicitada a assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido.

O grau de conhecimento dos profissionais avaliados acerca de sua prática clínica foi conhecido pela aplicação de um questionário com as seguintes perguntas: Você realiza manobras de reanimação cardiorrespiratória com frequência? Você tem por hábito a utilização de balões auto-infláveis? Você se sente qualificado para proceder esse tipo de ação? Qual o grau de confiança que você julga possuir no uso de balão auto-inflável durante a reanima-

ção cardiorrespiratória? Você recebeu treinamento em curso de reanimação? Se você respondeu “sim” à questão anterior, informe o tempo aproximado transcorrido a partir desse treinamento.

Os dados foram analisados utilizando os *softwares* Excel e SigmaStat. A normalidade dos dados foi testada pelo Kolmogorov-Smirnov e, como a distribuição dos dados foi não-paramétrica, utilizou-se o teste de Wilcoxon Mann-Whitney para a comparação das medianas; o nível de significância utilizado foi  $\alpha = 0,05$ .

O presente projeto de pesquisa foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Secretaria de Saúde do Distrito Federal.

## Resultados

Para o pulmão-teste de termo, com um total de 1.151 curvas analisadas, a mediana do PIP foi de 23 (intervalo interquartil 15-47)  $\text{cmH}_2\text{O}$  e, para o pulmão-teste de pré-termo, com um total de 1.177 curvas analisadas, foi de 26 (intervalo interquartil 14-51)  $\text{cmH}_2\text{O}$  (Figura 2). A mediana da frequência ventilatória para o pulmão-teste de termo foi de 45 (intervalo interquartil 36-57) ciclos por minuto, e para o pulmão-teste de pré-termo foi de 48 (intervalo interquartil 39-55,5) ciclos por minuto; as diferenças entre as medianas não foram estatisticamente significantes ( $p = 0,135$  e  $p = 0,447$ , respectivamente, para PIP e FR). Em 9,3% das vezes para o pulmão-teste de termo e 6,5% para o pré-termo, as pressões atingidas estiveram dentro da faixa considerada adequada de  $30 \text{ cmH}_2\text{O} \pm 10\%$ . Em 41,2% das vezes para o pulmão-teste de termo e em 35,8% para o pré-termo, as pressões estiveram abaixo de  $20 \text{ cmH}_2\text{O}$ ; em 29,7% das vezes para o pulmão-teste de termo e em 33,6% para o pré-termo, as pressões estiveram acima de  $40 \text{ cmH}_2\text{O}$ . Em relação à frequência ventilatória, em 9,3% das vezes para o de termo e 6,7% para o pré-termo, esteve abaixo de 30 ciclos por minuto, e acima de 60 ciclos por minuto em 12% das vezes para o termo e 13,3% das vezes para o pré-termo (Tabela 1).

Oitenta e sete por cento dos médicos realizam reanimação cardiorrespiratória com frequência, e 67% deles usam balão auto-inflável. Quatorze fizeram o curso de reanimação neonatal, sendo que 29% a menos de 1 ano, 29% entre 1 e 2 anos e 42% há mais de 3 anos. Os participantes eram, segundo seu grau de confiança para esse procedimento, totalmente confiantes (7%), muito confiantes (46%) ou medianamente confiantes (47%); nenhum se julgou pouco confiante.

## Discussão

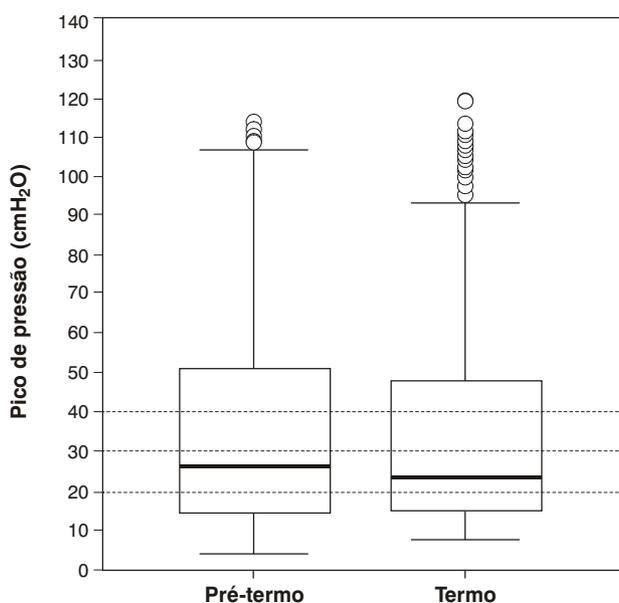
Independentemente de estarem ventilando um pulmão-teste com complacência dinâmica (CDyn) similar ao sistema respiratório do recém-nascido a termo ou pré-termo, os médicos não conseguiram manter a pressão de ventilação em torno de  $30 \text{ cmH}_2\text{O}$ , que é a pressão recomendada em protocolos internacionais.

**Tabela 1** - Variabilidade no PIP (em cmH<sub>2</sub>O) e na FR (em ciclos por minuto)

	<b>Pulmão-teste de termo curvas analisadas 1.151</b>	<b>Pulmão-teste de pré-termo curvas analisadas 1.177</b>	<b>p</b>
Mediana do PIP	23	26	0,135
Intervalo interquartil	15-47	14-51	
PIP entre 27-33	9,28%	6,45%	
PIP < 20	41,23%	35,77%	
PIP > 40	29,69%	33,64%	
Mediana da FR	44	48	0,447
Intervalo interquartil	36-57	39-55,5	
FR entre 30-60	78,67%	80%	
FR < 30	9,33%	6,67%	
FR > 60	12%	13,33%	

FR = frequência respiratória; PIP = pico de pressão de ventilação.

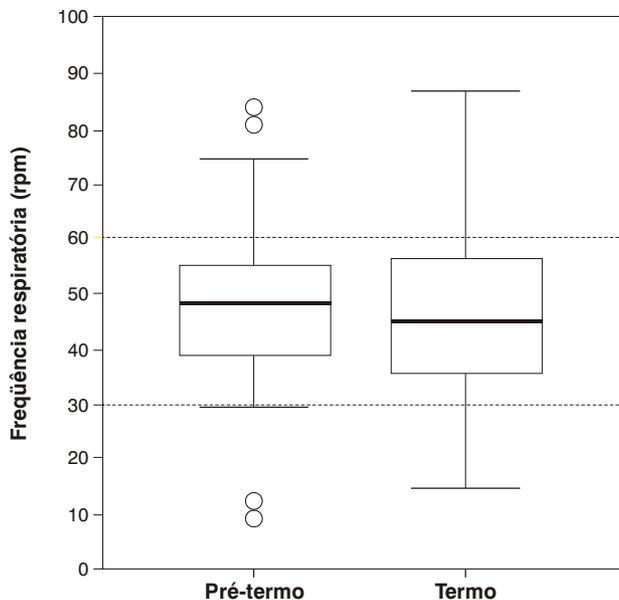
A variabilidade dos valores encontrados na pressão guarda semelhança com aquela encontrada por Mondolfi et al.<sup>7</sup>, que encontraram variabilidade de 5 a 73 cmH<sub>2</sub>O. No presente estudo, foram encontrados valores diferentes dos desejados em ventilação pulmonar mecânica. É lícito imaginar que, em uma situação real, esses parâmetros podem provocar prejuízos ventilatórios e circulatórios, além de propiciar lesões estruturais no pulmão<sup>9,10</sup>.

**Figura 2** - Distribuição do pico de pressão de ventilação nos pulmões-teste de termo e de pré-termo

Poder-se-ia argumentar que a variabilidade demonstrada em nosso estudo seria menor se a válvula de alívio estivesse desbloqueada e funcionando adequadamente em todos os ciclos. Na verdade, a variabilidade dependente do funcionamento da válvula poderia ser reduzida se a pressão de alívio (até 45 cmH<sub>2</sub>O é considerada adequada pela ASTM) fosse constantemente atingida. Vale lembrar que os estudos de Connors et al.<sup>6</sup> encontraram duas bolsas que não incorporavam válvula de alívio: uma que aliviava pressão aos 50±5 cmH<sub>2</sub>O, outra aos 44±5 cmH<sub>2</sub>O e uma quinta bolsa aos 112±5 cmH<sub>2</sub>O, sugerindo que as válvulas não são confiáveis. Hussey et al.<sup>13</sup> encontraram PIP máximo de até 75,9 cmH<sub>2</sub>O; Finer et al.<sup>14</sup> também confirmam essa variabilidade.

Em relação à FR, os médicos impuseram grande variabilidade (Figura 3), porém com valores que estiveram dentro do que é orientado nos protocolos citados<sup>2,3</sup>, sugerindo mais facilidade em atingir tais objetivos.

O presente estudo contém limitações a considerar. Por exemplo, pode-se argumentar que o médico utiliza muito mais a observação do nível de expansão torácica para avaliar a adequação da insuflação dos pulmões. No entanto, existem evidências, advindas do trabalho de Baskett et al.<sup>15</sup>, de que esse parâmetro não é totalmente confiável: o VC indicado como adequado considerando a expansão torácica era muito menor que aquele recomendado pela Associação Americana de Cardiologia para o paciente adulto. De todo modo, em nosso experimento, queríamos avaliar também a percepção que os médicos teriam nas mãos, e o que se verificou foi grande variabilidade. Dentre os 15 médicos avaliados, 93% receberam treinamento em cursos de reanimação, e nenhum se sentiu pouco confiante para proceder reanimação utilizando balão auto-inflável.



**Figura 3** - Distribuição da frequência respiratória nos pulmões-teste de termo e de pré-termo

Sessenta e sete por cento dos médicos avaliados disseram ter o hábito de utilizar balão auto-inflável, o que equivale a dizer que cinco deles utilizam, habitualmente, outro instrumento de ventilação manual. Entre esses cinco médicos, todos fizeram curso de reanimação. De toda forma, retirando os dados por eles produzidos, em 10% das vezes para o pulmão-teste de termo e em 6,7% das vezes para o pulmão-teste de pré-termo, os remanescentes promoveram ventilação com PIP entre 27 e 33 cmH<sub>2</sub>O e, em 69,9% para o termo e 69,7% para o pré-termo, a pressão ficou distante dos limites estabelecidos pelos protocolos, sem qualquer diferença de importância clínica, ao se confrontar esses resultados parciais àqueles produzidos pelo conjunto dos médicos. Pulmões-teste, que já foram utilizados por outros pesquisadores<sup>6,14,16</sup>, podem ser considerados simuladores adequados à proposta do estudo; nosso modelo reproduz dados mecânicos similares aos definidos como os do sistema respiratório do RN a termo e pré-termo<sup>17</sup>. Após a captação de todos os dados desse experimento, que incluiu o VC, observou-se que a CDyn média no pulmão-teste de termo foi de 2,2 mL.cmH<sub>2</sub>O<sup>-1</sup> e, no pré-termo, foi de 0,9 mL.cmH<sub>2</sub>O<sup>-1</sup>, confirmando a adequação.

A afirmação de que "para que um profissional ou um ressuscitador tenha êxito na sua tarefa de reanimação, é preciso que ele treine ou reanime regularmente (...) a competência na realização de uma habilidade motora multiprocessual específica como a ressuscitação cardiopulmonar (RCP) depende da frequência com que é praticada"<sup>18</sup> pode estar incompleta, pois, apesar de os médicos que participaram do nosso estudo serem capacitados, os resultados não foram adequados à ventilação pulmonar.

A chave da ressuscitação cardiopulmonar neonatal está na ventilação pulmonar. Na atualidade, ainda que os consensos internacionais definam a bolsa auto-inflável como o instrumento principal para a ventilação manual, estudos têm mostrado<sup>11,19</sup> que não há unanimidade quanto aos equipamentos utilizados na reanimação neonatal. Estudos como este precedem outros, feitos em animais de experimentação e humanos, e estão incluídos no que consideramos ser um campo aberto à exploração.

Concluímos que a ventilação pulmonar utilizando o balão auto-inflável permitiu aos médicos alcançar FR adequada em aproximadamente 80% das vezes, tanto para o pulmão-teste de termo quanto para o pulmão-teste de pré-termo. Entretanto, não permitiu a promoção de mínima variabilidade na pressão, alcançando níveis diferentes daqueles definidos no curso de reanimação neonatal em 70% das vezes, situação que independeu se ventilavam pulmão-teste análogo ao sistema respiratório de recém-nascido a termo ou pré-termo.

### Agradecimentos

Os autores agradecem a Hercília Maria Nogueira de Resende e Patrícia Carvalho Baião Câmara, pela revisão ortográfica dos textos.

### Referências

1. Wiswell TE. Neonatal resuscitation. *Respir Care*. 2003;48:288-94.
2. Kattwinkel J, Niermeyer S, Nadkarni V, Tibballs J, Phillips B, Zideman D, et al. ILCOR Advisory statement: resuscitation of the newly born infant. *Pediatrics*. 1999;103:e56. <http://www.pediatrics.org/cgi/content/full/103/4/e56>. Acesso: 09/09/2002.
3. Sociedade Brasileira de Pediatria. Manual do curso de reanimação neonatal. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 1996. p. 190, 199. (Traduzido do inglês com permissão da American Heart Association.)
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. Barnes, TA. Emergency ventilation techniques and related equipment. *Respir Care*. 1992;37:673-90; discussion 690-4.
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. Mondolfi AA, Grenier BM, Thompson JE, Bachur RG. Comparison of self-inflating bags with anesthesia bags for bag-mask ventilation in the pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care*. 1997;13:312-6.
8. Hird MF, Greenough A, Gamsu HR. Inflating pressures for effective resuscitation of preterm infants. *Early Hum Dev*. 1991;26:69-72.
9. Björklund LJ, Ingimarsson J, Curstedt T, John J, Robertson B, Werner O, et al. Manual ventilation with a few large breaths at birth compromises the therapeutic effect of subsequent surfactant replacement in immature lambs. *Pediatr Res*. 1997;42:348-55.
10. Wada K, Jobe AH, Ikegami M. Tidal volume effects on surfactant treatment responses with the initiation of ventilation in preterm lambs. *J Appl Physiol*. 1997;83:1054-61.
11. O'Donnell CP, Davis PG, Morley CJ. Positive pressure ventilation at neonatal resuscitation: review of equipment and international survey of practice. *Acta Paediatr*. 2004;93:583-8.
12. Goldstein B, Catlin EA, Vetere JM, Arguin LJ. The role of in-line manometers in minimizing peak and mean airway pressure during the hand-regulated ventilation of newborn infants. *Respir Care* 1989;34:23-7.

13. Hussey SG, Ryan CA, Murphy BP. Comparison of three manual ventilation devices using an intubated mannequin. *Arch Dis Child Fetal Neonatal* Ed. 2004;89:F490-3.
14. Finer NN, Barrington KJ, Al-Fadley F, Peters KL. Limitations of self-inflating resuscitators. *Pediatrics* 1986;77:417-20.
15. Baskett P, Nolan J, Parr M. Tidal volumes which are perceived to be adequate for resuscitation. *Resuscitation*. 1996;31:231-4.
16. Oddie S, Wyllie J, Scally A. Use of self-inflating bags for neonatal resuscitation. *Resuscitation*. 2005;67:109-12.
17. Carlo WA, Martin RJ. Princípios de ventilação mecânica. *Clin Pediatr America Norte*. 1986;1:233-50.
18. Carvalho PRA. Reanimação cardiopulmonar – um desafio contra a morte prematura. *J Pediatr (Rio J)*. 1998;74:173-4.
19. 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.

Correspondência:

Jefferson Guimarães de Resende  
SHIN QL 10, conjunto 1, casa 14, Lago Norte  
CEP 71525-015 – Brasília, DF  
Tel.: (61) 3368.4665 – Fax: (61) 3368.4665  
E-mail: jeffersoncfr@hotmail.com