

Ana Marily Soriano Ricardo Neto

**PICO DE PRESSÃO OBTIDO COM BALÃO AUTO-INFLÁVEL
COM E SEM VÁLVULA DE ALÍVIO.**

HOSPITAL REGIONAL DA ASA SUL
Outubro, 2006.

Ana Marily Soriano Ricardo Neto

**PICO DE PRESSÃO OBTIDO COM BALÃO AUTO-INFLÁVEL
COM E SEM VÁLVULA DE ALÍVIO.**

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão
do Programa de Residência Médica em Neonatologia
do Hospital Regional da Asa Sul / Secretaria de
Saúde do Distrito Federal.

Orientador: Jefferson Guimarães de Resende

Título: Pico De Pressão Obtido Com Balão Auto-Inflável Com E Sem Válvula De Alívio.

Title: Inspiratory Peak Gotten With Self – Inflating Bags With And Without Relief Valves.

Autora:

Ana M. S. Ricardo Neto: Médica Residente do Programa de residência Médica em Pediatria do Hospital Regional da Asa Sul / Secretaria de Saúde do Distrito Federal. ana_marily@yahoo.com.br

Colaboradores:

Carlos A. M. Zaconeta: Neonatologista. Mestre em Ciências Médicas pela UnB. Médico Assistente e Preceptor da Residência Médica da Unidade de Neonatologia do Hospital Regional da Asa Sul / Secretaria de Saúde do Distrito Federal. zaconeta@uol.com.br

Orientador:

Jefferson G. de Resende: Pediatra. Doutorando em Ciências Médicas pela UnB. Médico Assistente e Preceptor da Residência Médica da Unidade de Neonatologia do Hospital Regional da Asa Sul / Secretaria de Saúde do Distrito Federal. jeffersoncfr@hotmail.com

RESUMO

Objetivo: Avaliar a performance mecânica de seis balões auto-infláveis neonatais, em condições de ventilação agressiva, com a válvula de alívio de pressão funcionando e bloqueada.

Métodos: Foram avaliados os balões LIFESAVER® (Taiwan), AMBU® (Dinamarca), FANEN® (Brasil), OXIGEL® (Brasil), MERLIM® (UK), que têm válvulas calibradas para aliviar pressão de 40 cmH₂O, e o balão LAERDAL® (Noruega), que alivia a pressão em 35 cmH₂O. O balão foi conectado a um pulmão-teste, desenvolvido para simular o pulmão de recém-nascido prematuro, e a um monitor de ventilação, através de um pneumotacógrafo. Todos os balões eram novos. Os balões foram pressionados sempre pelo mesmo pesquisador(AMN), sendo as pressões registradas de forma contínua, durante 20 segundos. No primeiro teste, cada balão foi pressionado com o intuito de se atingir o limite da válvula de alívio, e, no segundo teste, pressionado também agressivamente, porém com a válvula bloqueada.

Resultados: Com a válvula funcionando, as pressões atingiram 60±3,9, 50,8±1,1; 65,2±1,6; 52,1±10,2; 52±9,9 e 44±2,7 cmH₂O, respectivamente, com o LIFESAVER®, o AMBU®, o FANEN®, o OXIGEL®, o MERLIM® e o LAERDAL®. Com a válvula bloqueada, as pressões foram 125±0; 122,5±7,8; 107,9±6,3; 119,5±7,9; 63,4±3,7 e 125±0 cmH₂O, respectivamente, para os mesmos balões. Em média, os balões foram pressionados 11±1,9 vezes, em 20 segundos.

Conclusões: nenhum dos balões testados aliviou pressão em acordo com o definido pelo fabricante, propiciando condições para se alcançar pressões mais elevadas que àquelas recomendadas nos protocolos internacionais, situação que se agravou quando os balões foram testados com a válvula bloqueada.

Descritores: prematuro, reanimação, ventilação pulmonar.

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the mechanical performance of six neonatal self-inflatable bags, in conditions of aggressive ventilation, with the relief valve functioning and blocked.

Methods: Were evaluated the bags LIFESAVER® (Taiwan), AMBU® (Denmark), FANEN® (Brazil), OXIGEL® (Brazil), MERLIM® (UK), that they have calibrated valves to alliviate pressure of 40 cmH₂O, and LAERDAL® (Norway), that it alliviates the pressure in 35 cmH₂O. The balloon was connected to a lung-test, developed to simulate the just-born lung of premature, and to a monitor of ventilation, through a pneumotacógrafo. All the bags were new. The bags had been pressured always by the same person (AMN), being the registered pressures of continuous form, during 20 seconds. In the first test, each bag was pressured with the intention of reaching the limit of the relief valve, and, in the second test, also pressured aggressively, however with the blocked valve.

Results: With the valve functioning, the pressures had reached 60±3,9, 50,8±1,1; 65,2±1,6; 52,1±10,2; 52±9,9 and 44±2,7 cm H₂O, respectively, with the LIFESAVER®, the AMBU®, the FANEN®, the OXIGEL®, the MERLIM® and the LAERDAL®. With the blocked valve, the pressures had been 125±0; 122,5±7,8; 107,9±6,3; 119,5±7,9; 63,4±3,7 and 125±0 cmH₂O, respectively, for the same bags. In average, the bags had been pressured 11±1,9 times, in 20 seconds.

Conclusion: none of the tested bags alliviated pressure in agreement with defined for the manufacturer, propitiating the conditions to reach pressures higher than to those recommended in the international protocols, situation that if aggravated when the bags had been tested with the blocked valve.

Key word: preterm, rescucitation, pulmonar ventilation.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	7
2. Materiais e Métodos.....	9
3. Resultados.....	11
4. Discussão.....	12
5. Conclusão.....	14
6. Referências Bibliográficas.....	15

INTRODUÇÃO

Aproximadamente 3–5% dos recém-nascidos (4–7 milhões ao ano, no mundo) necessitam de reanimação ao nascimento, fazendo da reanimação neonatal uma das mais freqüentes intervenções médicas¹; a necessidade de ventilação com pressão positiva acontece em 10,6% das reanimações e o balão auto-inflável (BAI) é o instrumento mais frequentemente empregado².

Todos os protocolos de reanimação concordam que o sucesso da reanimação dos recém – nascidos é dependente de uma adequada ventilação³. O curso de reanimação neonatal orienta e treina seus participantes para o adequado uso dos balões auto – infláveis⁴. Como referido, os balões auto-infláveis são freqüentemente utilizados como instrumento de reanimação imediata; estes equipamentos oferecem a vantagem de poderem ser usados na ausência de uma fonte de gás, pois o balão de compressão é auto-inflável, na fase expiratória. Devem ser equipadas com válvula aliviadora de pressão, conhecidas como “pop-off”, para prevenir a administração de pressões excessivas^{5, 6}.

Recém-nascidos que não estabelecem uma adequada mecânica ventilatória logo após o nascimento e/ou estão bradicárdicos, necessitam de ventilação com pressão positiva (VPP). O *International Liaison Committee on Resuscitation* (ILCOR) recomenda que as pressões iniciais de insuflação pulmonar nos recém-nascidos de termo devam ser de 30 cm H₂O⁷. Nos balões auto-infláveis o pico de pressão inspiratória é limitado por uma válvula de alívio de pressão, programada para aliviar a pressão em aproximadamente 30–40 cm H₂O³. No entanto, essas válvulas têm demonstrado serem ativadas de maneira inconsistente, algumas com níveis elevados de pressão⁵. O ILCOR recomenda também que, se a assistência ventilatória se fizer necessária, pode haver necessidade de se administrar altas pressões inspiratórias e tempos inspiratórios prolongados nas primeiras insuflações, orientando inclusive o bloqueio da válvula aliviadora de pressão para se atingir níveis pressóricos

mais altos, quando as pressões conseguidas no início do processo de ventilação não promoverem expansão torácica adequada⁷.

Assim, os protocolos atuais^{4, 7} sugerem que as válvulas funcionem para aliviar a pressão em até 40 cmH₂O e que, em determinadas situações, a referida válvula pode ser bloqueada para possibilitar a utilização de pressões maiores. No entanto, alguns trabalhos demonstram que essas válvulas podem não existir ou podem funcionar inadequadamente^{5, 8, 9}. Não conhecemos estudo que avalie as pressões de ventilação em situação de ventilação propositalmente agressiva, utilizando várias marcas de BAI, incluindo balões de fabricação brasileira, avaliando, então, o desempenho mecânico das válvulas de alívio, e também não conhecemos estudo que avalie essa situação de ventilação agressiva com a válvula de alívio bloqueada, como seria nos casos em que a decisão seria bloquear a válvula para possibilitar expansão pulmonar que não estivesse sendo alcançada com a válvula de alívio funcionando.

O objetivo do presente estudo é avaliar o desempenho mecânico de seis balões auto-infláveis neonatais, em condições de ventilação agressiva, com a válvula de alívio de pressão funcionando e também bloqueada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este é um estudo experimental descritivo. Foi utilizado um modelo analógico de pulmão-teste de recém-nascido pré-termo, com complacência conhecida (com 11 ml de volume se obtém complacência dinâmica de 1,4 ml/cmH₂O; este pulmão estava preenchido com lã de cobre para reduzir as propriedades adiabáticas da pressão). Para a análise do pico de pressão, do volume corrente e dos tempos respiratórios, foi utilizado o Monitor Gráfico de Ventilação Tracer 5® (Intermed, São Paulo, SP) interposto entre o pulmão-teste e balão de ventilação, através de um pneumotacógrafo. O Tracer é um monitor gráfico microprocessado para uso em pacientes neonatais, pediátricos e adultos, que mede os parâmetros respiratórios de fluxo e pressão através de um pneumotacógrafo de orifício fixo e, a partir dos sinais medidos, calcula as pressões de ventilação, o volume inspirado e expirado, a complacência do sistema e a resistência da via aérea; informa ainda o tempo inspiratório (T_{insp}), tempo expiratório (T_{exp}) e as curvas de ventilação. O modelo pulmonar se assemelha ao utilizado por Connors *et al*¹⁰ e o método escolhido é semelhante ao adotado por Finer *et al*⁵ e foi utilizado por Resende *et al*⁸.

Foi avaliado o desempenho mecânico de seis marcas de balão auto-inflável, quais sejam, LIFESAVER® (EUA), AMBU® (Dinamarca), FANEM® (Brasil), OXIGEL® (Brasil) e MERLIM® (UK), que têm válvulas calibradas para aliviar pressão de 40 cmH₂O, e o balão LAERDAL® (Noruega), que tem a válvula calibrada para aliviar pressão em 35 cmH₂O. Esses seis balões foram escolhidos por que são as marcas usadas rotineiramente em serviços de neonatologia, e um modelo novo de cada balão estava disponível para o teste.

Os balões foram pressionados sempre pelo mesmo pesquisador (AMR), sendo as pressões registradas de forma contínua, durante 20 segundos. No primeiro momento, cada balão foi pressionado com o intuito de se atingir o limite da válvula de alívio, e, em um segundo tempo, os balões foram pressionados com a válvula de alívio bloqueada. Em nenhum momento, durante a captação dos dados, o referido pesquisador teve conhecimento das

pressões que estavam sendo atingidas. A ventilação foi feita diretamente na “Via Aérea” do pulmão-teste, simulando um paciente intubado.

As estatísticas foram feitas utilizando-se o software Excel® (Microsoft®).

O protocolo foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da Secretaria Estadual de Saúde/ DF, que o aprovou.

RESULTADOS

Com a válvula funcionando, as pressões, em cmH₂O, atingiram 60±3,9, 50,8±1,1; 65,2±1,6; 52,1±10,2; 52±9,9 e 44±2,7, respectivamente, com o LIFESAVER®, o AMBU®, o FANEN®, o OXIGEL®, o MERLIM® e o LAERDAL® (Tabela 1). Com a válvula bloqueada, as pressões foram 125±0; 122,5±7,8; 107,9±6,3; 119,5±7,9; 63,4±3,7 e 125±0 cmH₂O, respectivamente, para os mesmos balões (Tabela 2). Em média, os balões foram pressionados 11±1,9 vezes, em 20 segundos.

Tabela 1: Valores máximos e mínimos de PIP atingidos com cada BAI, com válvula ativada.

	Lifesaver	Ambu	Fanem	Oxigel	Merlim	Laerdal
PIP definida pelo fabricante*	40 ± 5	40 ± 5	40 ± 5	40 ± 5	40 ± 5	35 ± 5
PIP Máxima*	63	53	67	71	80	47
PIP Mínima*	49	49	62	45	47	36

* Valores em cmH₂O.

Tabela 2: Valores máximos e mínimos de PIP atingidos com cada BAI, com válvula bloqueada.

	Lifesaver	Ambu	Fanem	Oxigel	Merlim	Laerdal
PIP Média	125±0	122±7,8	107±6,3	119±7,9	63±3,6	125±0
PIP Máxima*	125	125	118	125	70	125
PIP Mínima*	125	99	99	106	59	125

* Valores em cmH₂O.

DISCUSSÃO

Este estudo testou a segurança de seis balões auto – infláveis de diferentes fabricantes. O PIP atingido variou entre 36 e 80 cmH₂O, dependendo do balão utilizado; o curso de Reanimação Neonatal⁴ e o ILCOR⁷ recomendam que o PIP máximo seja de 40 cmH₂O. Como já referido, os BAI possuem as válvulas pop-off que são reguladas pelo fabricante, seguindo as normas do ASTM F920- 93⁶, para que liberem a pressão quando atingirem 40±5 cmH₂O.

No entanto, evidenciamos que a pressão de abertura das válvulas variou, em cmH₂O, entre 49 e 63, 49 e 53, 62 e 67, 45 e 71, 47 e 80, 36 e 47, respectivamente, com o LIFESAVER®, o AMBU®, o FANEN®, o OXIGEL®, o MERLIM® e o LAERDAL®, valores superiores àqueles informados pelos fabricantes, que declaram terem calibrado os referidos equipamentos em 40±5 cmH₂O para os modelos LIFESAVER®, o AMBU®, o FANEN®, o OXIGEL®, o MERLIM® e em 35±5 cmH₂O para o modelo LAERDAL®, conformam constam impressos nas referidas válvulas. Tais fatos foram também evidenciados por *Finer et al* (1986)⁵, que avaliou três modelos diferentes de BAI, onde todos ultrapassaram os valores recomendados pelos fabricantes.

Quando as válvulas de alívio foram bloqueadas, conforme as referidas recomendações^{4, 7}, as pressões atingiram valores entre 107 e 125, em cmH₂O, em uma situação de provável risco de dano pulmonar.

A segurança das válvulas aliviadoras de pressão dos BAI vem sendo testada por diversos autores, demonstrando variabilidade, porque aliviam as pressões em valores diversos e também diferentes daqueles recomendados e definidos pelos próprios fabricantes. Também tem sido avaliado o desempenho de profissionais na reanimação. *Resende et al*,⁸ avaliou o desempenho de 10 médicos neonatologistas, experientes em reanimação neonatal, ventilando carneiros prematuros, intubados, utilizando o BAI com a válvula de alívio bloqueada, e em 49% das vezes, os médicos ultrapassaram o PIP de 40 cmH₂O. No estudo de *Barnes et al*.⁹ foram avaliados o desempenho e segurança de 10 ressuscitadores manuais descartáveis, sendo quatro deles

pediátricos, e concluiu-se que apenas um dos aparelhos pediátricos analisados respondia a todos os requisitos exigidos pela norma F920- 93 da American Society for Testing and Materials (ASTM)⁶.

Há de se considerar alguns defeitos de estudos como esse. Por exemplo, pode-se alegar que na prática diária o médico utiliza-se muito mais da observação do nível de expansão torácica para avaliar a insuflação dos pulmões. Isso pode ser verdadeiro, porém, durante a ventilação, a vigilância da expansão torácica poderá ficar comprometida pela necessidade que o profissional tem de supervisionar outras variáveis fisiológicas, restando ao médico a sensação percebida nas próprias mãos de que a pressão de ventilação está adequada; essa sensação é crítica no processo de definição da qualidade da ventilação que está sendo imposta ao paciente.

CONCLUSÃO

Nas condições do experimento realizado, concluímos que as válvulas dos balões auto-infláveis avaliados não aliviaram pressão nos níveis divulgados pelos respectivos fabricantes e não atendem normas internacionais de segurança e, ao funcionarem com as válvulas bloqueadas, podem produzir pressões extremamente elevadas, com enorme risco potencial de dano pulmonar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Saugstad OD. Practical aspects of resuscitating asphyxiated newborn infants. Eur J Pediatr. 1998; 157, suppl 1: 511-15.
2. Singhal N, McMillan DD, Yee WH, Akierman AR, Yee YJ. Evaluation of the effectiveness of standardized neonatal resuscitation program. J Perinatal. 2001; 21: 388-92.
3. O'Donnell CPF, Davis PG, Morley CJ. Positive pressure ventilation at neonatal resuscitation: review of equipment and international survey practice. Acta Paediatr. 2004; 93: 583-88.
4. Sociedade Brasileira de Pediatria. Manual do Curso de Reanimação Neonatal. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina; 1996. (Traduzido do inglês. Copyright by American Heart Association).
5. Finer NN, Barrington KJ, Al-Fadley F, Peters KL. Limitation of Self inflating resuscitators. Pediatrics. 1986; 77 (3): 417-20.
6. American Society for testing and materials. Standard specification for minimum performance and safety requirements for resuscitators intended for use with humans. ASTM International. 1993; F920-93.
7. Kattwinkel J, Niermeyer S, Nadkarni V, Tribballs J, Phillips B, Zideman D, *et al.* ILCOR advisory statement: resuscitation of the newly born infant – an advisory statement from the Pediatric Working Group of the International Liaison Committee on Resuscitation. Pediatrics. 199; 103(4): E 561- E613.

8. Resende JG, Zaconeta CA, Ferreira AC, Silva CA, Rodrigues MP, *et al.* Evaluation of peak inspiratory pressure, tidal volume and respiratory rate during ventilation of premature lambs using a self-inflating bag. J Pediatr (Rio J). 2006; 82: 279 -83.
9. Barnes TA, McGarry WP 3rd. Evaluation of ten disposable manual resuscitators. Respir Care. 1990; 35: 960-68.
10. Connors R, Kisson N, Tiffin N, Frewer TC. An evaluation of the physical and functional characteristics of infant resuscitators. Pediatr Emerg Care. 1993; 9: 104-07.