Funcionamento dos ressuscitadores manuais autoinfláveis em alto fluxo de O_2

Self-inflating manual resuscitators at high oxygen flows

Armando Carlos Franco de Godoy[1]

RESUMO

Introdução: Os ressuscitadores auto-infláveis devem funcionar eficazmente com fluxos de 35 L/min O_2, pois altos fluxos podem alterar o seu funcionamento. O objetivo deste trabalho é estudar a eficácia de funcionamento da válvula do paciente de RMAI para adultos fabricados e/ou comercializados no Brasil que recebem fluxos de O_2 no interior da unidade compressível e dos RMAI que recebem fluxo de O_2 externo à unidade compressível, sob fluxo de 35L/min. **Métodos:** Um fluxômetro foi acoplado ao RMAI e este conectado ao TRACER 5 e ao pulmão-teste. Nove RMAI, dois com entrada de fluxo no interior da unidade compressível e sete com entrada de fluxo externa à unidade recebendo 35L/min O_2 foram manipulados. **Resultados:** Os RMAI com fluxo no interior da unidade compressível ofertaram volume corrente de 1500(150) e 1533(155) ml e pressão de pico de 40(5) cm H_2O ($p > 0,05$). Esta situação não ocorreu nos outros sete RMAI em que o fluxo de O2 é externo à unidade compressível, pois ofertaram volume corrente de 750(0,8), 760(0,7), 720(0,6), 750(0,6), 740(0,5), 760(0,6), 730(0,7)ml ($p > 0,05$) e pressão de pico de 16,1(0,3), 17,3(0,3), 15,1(0,3), 15,4(0,2), 16,3(0,3), 16,1(0,2) e 15,6(0,2)cmH2O ($p > 0,05$). **Conclusão:** Os RMAI que recebem fluxo de O_2 no interior da unidade compressível tiveram a válvula do paciente presas em posição de inspiração quando receberam fluxo de O_2 a 35 L/min e apresentaram valores altos de pressão de pico e de volume corrente. Esta situação não ocorreu nos modelos em que a entrada do fluxo de O_2 é externa à unidade compressível.

UNITERMOS: Oxigênio/Administração e Dosagem, Ressuscitação, Equipamentos e Provisões, Ventilação Pulmonar, Cuidados Intensivos.

ABSTRACT

Introduction: *Self-inflating manual resuscitators (SIMR) must work effectively with O_2 flows of 35 L/min, since higher flows can change its operation. The aim of this work is to investigate the effectiveness of function of the patient valve of SIMRs for adults manufactured and/or marketed in Brazil that receive O_2 flows inside the compressible unit and SIMRs that receive O_2 flows outside the compressible unit, at a flow of 35L/min.* ***Methods:*** *A flowmeter was attached to the SIMR, which was connected to TRACER 5 and the test lung. Nine SIMR, two with inflow inside the compressible unit and seven with inflow outside the unit, receiving 35L/min of O_2 were manipulated.* ***Results:*** *The SIMR with flow inside the compressible unit delivered tidal volumes of 1500 (150) and 1533 (155) ml and peak pressure of 40 (5) cm H_2O ($p > 0.05$). This situation did not occur in the other seven SIMRs, where the O_2 flow to the unit is external to the compressible unit as they offered tidal volumes of 750 (0.8) 760 (0.7) 720 (0.6), 750 (0; 6), 740 (0.5) 760 (0.6) 730 (0.7) ml ($p > 0.05$) and peak pressures of 16.1 (0.3) 17.3 (0 3), 15.1 (0.3) 15.4 (0.2) 16.3 (0.3) 16.1 (0.2) and 15.6 (0.2) cmH_2O ($p > 0.05$).* ***Conclusion:*** *The SIMR receiving O_2 flow inside the compressible unit had the patient valve stuck in the inspiratory position when they received O_2 flow at 35 L/min and showed high values of peak pressure and tidal volume. This situation did not occur in the models in which the O_2 inflow is external to the compressible unit.*

KEYWORDS: *Oxygen/Administration & Dosage, Resuscitation, Equipment and Supplies, Pulmonary Ventilation, Intensive Care.*

[1] Professor Doutor. Fisioterapeuta da UTI/Adulto do Hospital de Clínicas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

INTRODUÇÃO

Os ressuscitadores manuais autoinfláveis (RMAI) são aparelhos usados para ventilar pacientes com necessidade de suporte ventilatório. Os RMAI podem apresentar as seguintes partes: entrada de fluxo de O_2 (1), conector do reservatório de O_2 (2), válvula de pressão (3), válvula de entrada de ar atmosférico (4), unidade compressível (5), válvula do paciente (6) e porto expiratório (7). Quando o operador comprime a unidade compressível, ocorre uma pressão supra-atmosférica no interior da bolsa, o que ocasiona o fechamento da válvula de entrada de ar e faz com que a válvula do paciente obstrua a saída do conector do paciente, direcionando o ar ao paciente. Quando a unidade compressível é descomprimida, cria-se uma pressão sub-atmosférica no interior da bolsa que faz com que a válvula de entrada de ar se abra, aspirando ar para o seu interior, e com que a válvula do paciente tome sentido posterior, desobstruindo a saída do conector do paciente, permitindo assim a expiração do ar que foi injetado no sistema respiratório pelo porto expiratório (Figura 1).

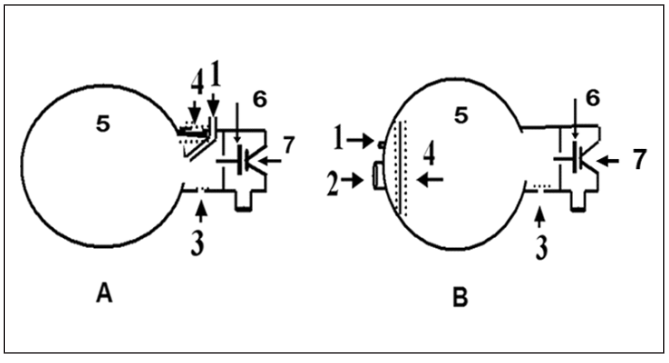


FIGURA 1 – Partes do ressuscitador manual autoinflável. – Entrada de fluxo de O_2 (1), conector do reservatório de O_2 (2), válvula de pressão (3), válvula de entrada de ar atmosférico (4), unidade compressível (5), válvula do paciente (6), porto expiratório (7).

Entre os locais de entrada de fluxo de O_2 que os RMAI podem apresentar, encontram-se os que recebem fluxos de O_2 no interior da unidade compressível (Figura 1:A) e os que recebem fluxo de O_2 externo à unidade compressível (Figura 1:B).

A princípio, os RMAI devem funcionar sem alterações no desempenho de suas válvulas quando estes recebem fluxos de 35 L/min de O_2, pois se sabe que altos fluxos de O_2 podem alterar o seu funcionamento deste equipamento, acarretando alterações como hipoventilação (2), altas pressões inspiratórias (3), pneumotórax (4-7), barotrauma (8-12) e dilatação ou ruptura gástrica com formação de pneumoperitônio (13-15).

O objetivo deste trabalho é estudar a eficácia de funcionamento da válvula do paciente de nove RMAI diferentes para adultos fabricados e/ou comercializados no Brasil que recebem fluxos de O_2 no interior da unidade compressível e dos que recebem fluxo de O_2 externo à unidade compressível, quando estes recebem fluxo de O_2 de 35 L/mim.

MÉTODOS

A coleta de dados foi realizada no Serviço de Unidade Respiratória do Hospital de Clínicas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) no período de janeiro de 2012 a fevereiro de 2012.

Um fluxômetro de O_2 de parede (Figura 2: 1) foi acoplado a um ventilômetro (Figura 2: 2), o qual foi adaptado ao RMAI (Figura 2: 3), este foi conectado ao sensor (Figura 2: 4) do aparelho TRACER 5 (Figura 2: 5) e ao pulmão-teste (Figura 2: 6).

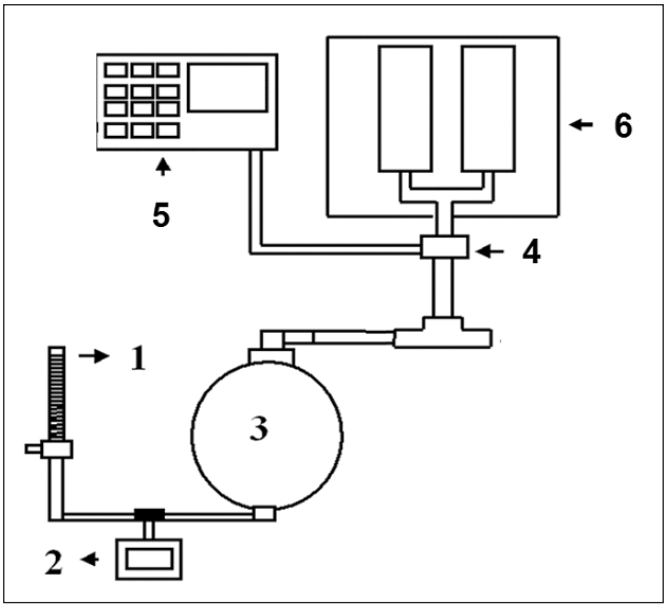


FIGURA 2 – Representação esquemática do teste de eficácia do funcionamento da válvula do paciente sob fluxo de O_2 de 35 L/min. Fluxômetro de O_2 de parede (1), ventilômetro (2), RMAI (3), sensor do aparelho TRACER 5 (4), aparelho Tracer 5 (5) e pulmão-teste (6).

Nove RMAI de diferentes marcas recebendo 35L/min de O_2 foram manipulados com as duas mãos para ventilar o pulmão-teste em 12 incursões por minuto. Dois destes RMAI apresentavam entrada de fluxo no interior da unidade compressível e sete apresentavam entrada de fluxo externa à unidade compressível.

Neste momento, foi iniciada a leitura e anotadas 20 pressões de pico e volume corrente consecutivos ofertado pelos RMAI ao pulmão-teste, mostrado no visor do aparelho TRACER 5, acoplado ao sistema.

Nas análises estatísticas, os valores médios de volumes correntes e pressões de pico foram comparados através da análise de variância, usando-se o programa

TABELA 1 – Volumes correntes e pressões de pico ofertados por RMAI que recebem fluxos de O_2 no interior da unidade compressível e dos que recebem fluxo de O_2 externo à unidade compressível, recebendo fluxo de 35 L/min de O_2.

		Modo de oferta de Fluxo de O_2 ao RMAI								
		Interior da unidade compressiva		Externo à unidade compressiva						
RMAI		1	2	3	4	5	6	7	8	9
VC (ml)	Md	150	1533	750	760	720	750	740	760	730
	Dp	(150)	(155)	(0,8)	(0,7)	(0,6)	(0,6)	(0,5)	(0,6)	(0,7)
Ppic	Md	40	40	16,1	17,3	15,1	15,4	16,3	16,1	15,6
(cmH_2O)	Dp	(5)	(5)	(0,3)	(0,3)	(0,3)	(0,2)	(0,3)	(0,2)	(0,2)
P (intragrupo)		>0,05		> 0,05						
P (intergrupo)		<0,05								

VC = volume corrente
Ppic = pressão de pico
Md = média
Dp = desvio padrão

BioEstat, versão 3.0 para Windows (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasília, Brasil). Os valores de $p \leq 0,05$ foram considerados estatisticamente significativos.

RESULTADOS

Os dois RMAI que receberam fluxo de O_2 diretamente no interior da unidade compressível tiveram as válvulas do paciente presas em posição de inspiração quando receberam fluxos de O_2 no valor de 35 L/min, o que ocasionou oferta de volume corrente de 1500 (150) ml e pressão de pico de 40 (5) cm H_2O no primeiro RMAI e volume corrente de 1533 (155) ml e pressão de pico de 40 (5) cm H_2O no segundo RMAI ($p > 0,05$). Esta situação não ocorreu nos outros sete modelos de RMAI nos quais o fluxo de O_2 é externo à unidade compressível, sendo que estes ofertaram volume corrente de 750 (0,8), 760 (0,7), 720 (0,6), 750 (0,6), 740 (0,5), 760 (0,6), 730 (0,7) ml ($p > 0,05$) e pressão de pico de 16,1 (0,3), 17,3 (0,3), 15,1 (0,3), 15,4 (0,2), 16,3 (0,3), 16,1 (0,2) e 15,6 (0,2) cm H_2O ($p > 0,05$). Quando comparadas as médias de volume corrente e de pressão de pico dos dois grupos de RMAI, ou seja, dos recebem fluxos de O_2 no interior da unidade compressível e dos que recebem fluxo de O_2 externo à unidade compressível, obteve-se $p < 0,05$ (Tabela 1).

DISCUSSÃO

Alguns autores relatam que altos fluxos de O_2 ofertados ao RMAI podem ser facilmente conseguidos de forma acidental durante situações emergenciais, devido à abertura excessiva do fluxômetro de O_2 (1). Como a maioria dos fluxômetros de O_2 à beira do leito apresentam escala de até 15 a 20 L/min, o ideal seria que os RMAI ofertassem FiO_2 em torno de 0,80 quando recebem fluxos de O_2 de até 15 L/min, pois, caso houvesse a necessidade de fluxos superiores de O_2 para conseguir melhor performance de FiO_2, não haveria condições de controlar o fluxo de O_2 ofertado ao RMAI e, oferecendo grande fluxo de O_2, pode ocasionar alterações no funcionamento das válvulas do RMAI (16, 17).

Nos ressuscitadores que recebiam fluxo de O_2 no interior da unidade compressível, pode-se observar que a válvula do paciente manteve-se presa em posição de inspiração e o fluxo de O_2 passou a ser direcionado diretamente ao interior do pulmão-teste. Caso não houvesse manipulações da unidade compressível, a pressão no interior do sistema RMAI-pulmão-teste subia para 40 cm H_2O, valor em que a a válvula de pressão se abre, e permanecia constantemente neste valor. Imediatamente após a fase expiratória, os ressuscitadores continuaram a oferecer fluxo de O_2 ao pulmão-teste, fato que ocasionou a oferta de volume gasoso desde o término da expiração até o início da compressão da unidade compressível, ocasionando elevação da pressão inspiratória e do volume corrente ofertados ao pulmão-teste. Observou-se que, apesar deste fato, podia ventilar o pulmão-teste, mas a vazão de ar no RMAI deixou de ser pela saída de ar pela porção expiratório do conector do paciente (Figura 1: A 7) e passou a ser pela válvula de pressão (Figura 1: A 3).

CONCLUSÃO

Os RMAI que recebem fluxo de O_2 no interior da unidade compressível tiveram as válvulas do paciente presas em posição de inspiração quando receberam fluxo de O_2 a 35 L/min e apresentaram valores altos de pressão de pico e de volume corrente. Esta situação não ocorreu nos modelos em que a entrada do fluxo de O_2 é externa à unidade compressível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mazzolini DG, Marshall NA. Evaluation of 16 adult disposable manual resuscitators. Respir Care. 2004;49(12):1509-14.
2. Freeman G, Hannallah M. Severe hypoventilation resulting from improper use of a disposable manual resuscitator. J Clin Anesth. 1995;7(3):267.
3. Turki M, Young MP, Wagers SS, Bates JH. Peak pressures during manual ventilation. Respir Care. 2005;50(3):340-4.
4. Tucker J, Hanson CW, Chen L. Pneumothorax reexacerbated by a self-inflating bag-valve device. Anesthesiology 1992;76(6):1067-8.
5. Chen K, Jerng JS, Liao W, Ding L, Kuo L, Wang J. Pneumothorax in the ICU: patient outcomes and prognostic factors. Chest 2002;122:678-83.
6. Kollef MH. Risk factors for the misdiagnosis of pneumothorax the intensive care unit. Crit Care Med. 1991;19:906-10.
7. Kravath RE, Schonberg SK. Tension-pneumothorax hazard. N Engl J Med. 1968;278(25):1403.
8. Shulman D, Beilin B, Olshwang D. Pulmonary barotrauma during cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation. 1987;15(3):201-7.
9. Silbergleit R, Lee DC, Blank-Reid C, McNamara RM. Sudden severe barotrauma from self-inflating bag-valve devices. J Trauma. 1996;40(2):320-2.
10. Cooper RM, Grgas S. Fatal barotrauma resulting from misuse of a resuscitation bag. Anesthesiology. 2000;93(3):892-93.
11. Hillman K, Albin M. Pulmonary barotrauma during cardiopulmonary resuscitation. Crit Care Med. 1986;14(7):606-9.
12. Klick JM, Bushnell LS, Bancroft ML. Barotrauma, a potential hazard of manual resuscitators. Anesthesiology. 1978;49(5):363-5.
13. Eichenhorn MS. Gastric rupture complicating post-extubation laryngeal edema and the use of a manual resuscitation bag. Chest. 1979;76(3):324-5.
14. Acute gastric pathology after stress. I. Point of view of the resuscitator. Ann Anesthesiol Fr. 1974;15(1):23-7.
15. Rodriguez, AL, Sanchez LL, Julia, JA. Pneumoperitoneum associated with manual ventilation using a bag-valve device. Acad Emerg Med. 1995;2:944-5.
16. American Society for Testing and Materials. Standard specification for performance and safety requirements for resuscitators intended for use with humans F-920-85. Philadelphia: Am Soc Testing & Materials; 1993.
17. International Organization for Standardization. International Standard ISO 8382: 1988(E). Resuscitators intended for use with humans. NewYork: American National Standards Institute; 1988.

✉ Endereço para correspondência
Armando Carlos Franco de Godoy
Rua Ruberlei Buareto da Silva, 544
13.083-710 – Campinas, SP – Brasil
☎ (19) 9740-3476
armandogodoy@ig.com.br

Recebido: 17/5/2012 – Aprovado: 29/6/2012