

## AVALIAÇÃO DO VENTILADOR "VENTILOTEC M-1" EM ANESTESIA

DR. R. S. MATHIAS, E.A.

DR. W. S. GARCIA

DR. A. S. DE FARIA

DRA. E. CREMONESI, E.A.

*A eficiência do "Ventilotec M-1" ventilador ciclado a tempo limitado por volume foi verificada durante a anestesia de 10 doentes adultos submetidos a cirurgias variadas. Observou-se que após uma hora de ventilação ocorreu aumento da  $PaO_2$ , discreta diminuição de  $PaCO_2$  e aumento do pH na maioria dos doentes. Os parâmetros do aparelho, fixados no início da anestesia mantiveram-se estáveis após uma hora de ventilação. Houve uma diferença pequena entre o volume corrente e o volume minuto respiratório registrados pelo aparelho e pelo ventilômetro de Wright. O mesmo aconteceu com a pressão do sistema. Recomenda-se que o volume do fole seja reduzido para 1.000 ml e a escala de medida da pressão seja reduzida de dois terços.*

O número cada vez maior de ventiladores automáticos de origem nacional, colocados à disposição do anestesiológico, torna necessária uma seleção cuidadosa e criteriosa desses aparelhos. Parâmetros como ventilação e oxigenação, adequados e constantes, facilidade para administração de misturas gasosas e anestésicos variados, simplicidade de controles, fidelidade dos valores registrados (pressão, volume, etc.) eficiência dos sistemas de segurança e outros fatores devem ser cuidadosamente analisados.

Com a introdução recente do Ventilotec M1 no mercado e devido à boa aceitação de seus princípios mecânicos resolvemos estudar a sua eficiência, como ventilador, durante a anestesia clínica.

(\*) Trabalho realizado na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.



## MATERIAL E MÉTODO

Descrição do Ventilotec M-1 e seu modo de funcionamento: o "Ventilotec M-1" consiste de um cilindro de acrílico transparente (1), e de uma base (2), que contém válvulas (internas) e botões de controle de tempo inspiratório (3), de tempo expiratório (4), de fluxo-pressão (5), chave liga-desliga (6) e de nebulização (7), que permanece fechada (Figura I).

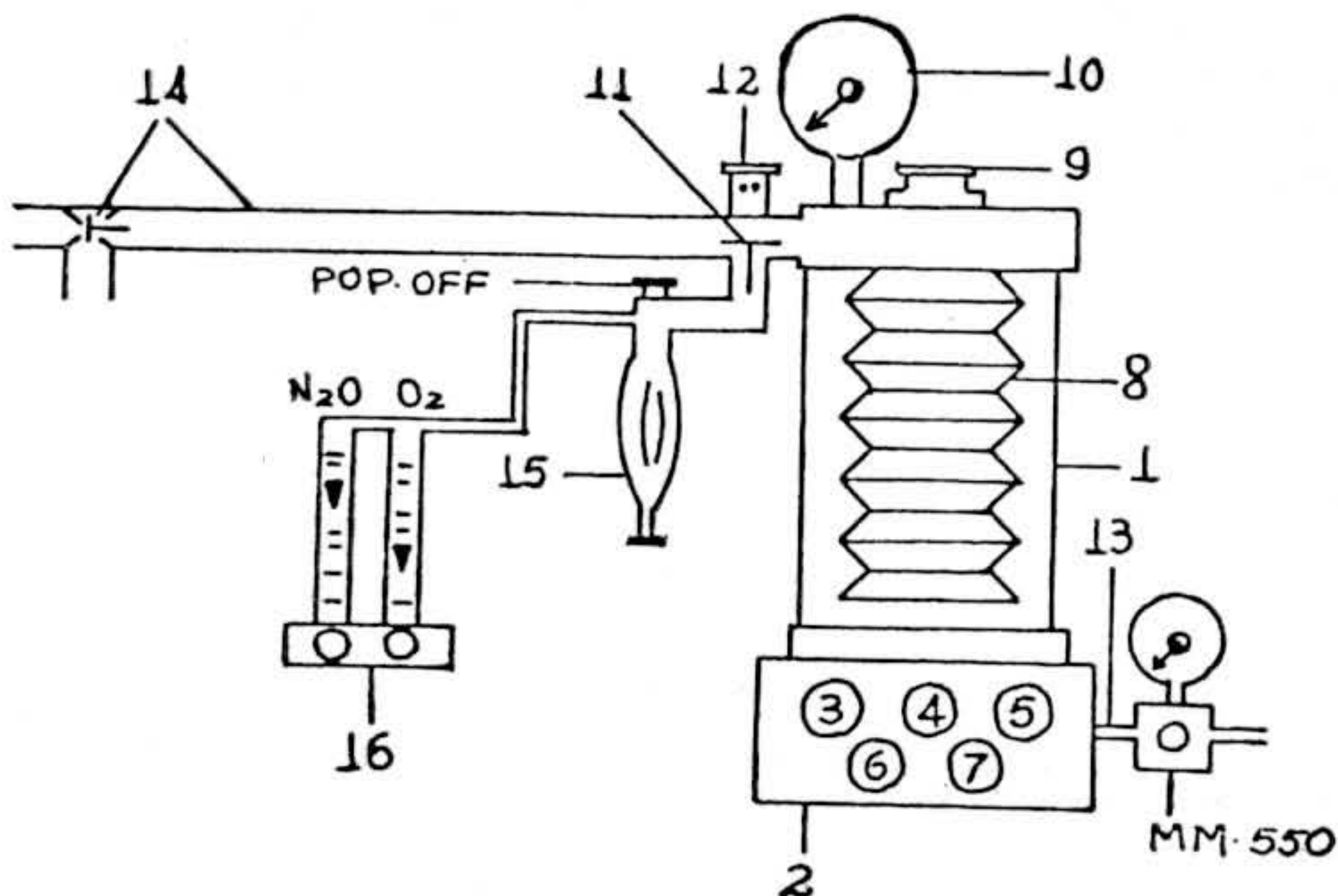


FIGURA 1

Esquema do Ventilotec M-1

O cilindro de acrílico contém no seu interior um fole de borracha (8), cujo volume pode ser regulado pelo controle (9). Ao lado desse controle (9) está colocado um manômetro (10), cuja escala de 0-150 cm H<sub>2</sub>O mede a pressão no interior do fole. Na parte superior do cilindro existe um conjunto de válvulas de admissão (11), ao qual pode ser acoplado um balão e uma válvula de segurança (12), que permite o escape de gases quando a pressão atinge um limite previamente determinado (30-90 cm H<sub>2</sub>O). O gás (oxigênio ou ar comprimido) que fornece energia para o funcionamento do fole penetra por (13), e deve ser admitido à pressão entre 45 e 60 P.S.I. (3,0-4,0 kg/cm<sup>2</sup>).

A esse conjunto é acrescido um sistema sem reinalação, constituído por traquéia e válvula expiratória (14).

AP 1691

Na base da válvula de admissão do fole existe um balão de borracha de 3 litros (15), provido de uma válvula tipo "pop off" que permite o escape do excesso de gases. O balão recebe a mistura gasosa a ser administrada ao doente de um conjunto de fluxômetros (16), para protóxido de azoto e oxigênio. O fluxo de admissão ao balão e conseqüentemente ao fole, deve ser no mínimo igual ou pouco maior que o volume desejado, pré-determinado pelo fole (volume corrente) e pela freqüência respiratória (maior que o volume minuto).

A freqüência respiratória foi fixada em 12 ciclos/min; o tempo inspiratório em dois segundos e o expiratório em três segundos. O fluxo-pressão foi regulado para que o fole fosse comprimido durante toda a inspiração, evitando-se o "plateau".

O volume corrente respiratório foi calculado a partir da fórmula:

$$Vc = 2P + \frac{90P}{FR}$$

Vc = volume corrente

P = peso do doente em kg

FR = freqüência respiratória

*Casuística:* foram estudados 10 doentes adultos, de ambos os sexos, em bom estado geral, submetidos a cirurgias que não previam uso de transfusão sangüínea.

*Método de anestesia:* todos os doentes foram submetidos a uma técnica anestésica padronizada, que se constituiu de:

- abolição da medicação pré-anestésica;
- indução com dose suficiente de tiopental sódico para abolir reflexo palpebral. Entubação com auxílio de succinilcolina. Manutenção com inalação de N<sub>2</sub>O a 66% e oxigênio a 33% e injeção venosa de doses variáveis de Inoval. Relaxamento muscular com auxílio de doses suficientes de di-alilnortoxiferina. Durante toda a anestesia foi controlada a pressão arterial e a freqüência cardíaca dos doentes.

*Ventilação pulmonar:* logo após a entubação o paciente era conectado ao ventilador sendo fixados o volume corrente, os tempos ins e expiratórios e a freqüência respiratória. Depois de uma hora de ventilação eram novamente aferidos os parâmetros: tempos ins e expiratório, volume corrente e vo-

lume minuto respiratórios (estes por um ventilômetro de "Wright" colocado na saída da válvula expiratória). Ainda era aferido o manômetro do aparelho em comparação com outro conectado entre a sonda traqueal e a válvula expiratória.

*Estudos dos gases sanguíneos:* foram colhidas amostras de sangue, da artéria radial, em seringa heparinizada e em condições de anaerobiose, antes da anestesia (tempo A) e após, uma hora de ventilação artificial (tempo B). Nessas amostras de sangue foram analisadas o pH, PaCO<sub>2</sub> e PaO<sub>2</sub> pelo aparelho Radiometer Mod. PHM72.

### RESULTADOS

1 — *Frequência e tempos ins e expiratórios* — não houve alteração dos valores iniciais e prefixados desses parâmetros, após uma hora de ventilação.

2 — *Volume corrente e volume minuto expiratório* (Tabela I). Não houve modificação dos valores iniciais registrados no aparelho após uma hora de ventilação.

O volume corrente fixado no fole foi sempre inferior ao medido pelo espirômetro de Wright, o mesmo ocorrendo com o volume minuto expiratório, com exceção do doente, caso n.º 1, o que mostra ser o volume real do fole maior que o fixado pelo aparelho.

3 — *Pressão traqueal inspiratória* (Tabela I). Houve uma diferença entre a pressão medida no manômetro do aparelho e

TABELA I

VOLUME CORRENTE, VOLUME MINUTO RESPIRATÓRIO E PRESSÃO RESPIRATORIA, MEDIDOS NOS 10 DOENTES ESTUDADOS: A — NO APARELHO; B — NO ESPIRÔMETRO DE WRIGHT; C — NA TRAQUEIA

N.º do paciente	Volume corrente (ml)			Volume minuto (ml)			Pressões (cm H <sub>2</sub> O)		
	A	B	B-A	A	B	B-A	A	C	A-C
1	400	400	0	4800	4500	- 300	24	20	4
2	650	750	100	7800	8400	600	29	23	6
3	650	800	150	8100	8600	500	31	25	6
4	500	650	150	6000	7500	1500	33	25	8
5	450	480	30	5400	6100	700	33	25	8
6	500	550	50	6000	6700	700	27	20	7
7	500	530	30	6000	6400	400	21	15	6
8	500	540	40	6000	6480	480	20	15	5
9	500	600	100	6600	7100	500	20	15	5
10	550	600	50	7200	7500	300	20	15	5
Média	520	590	70	6390	6928	538	25,8	19,8	6

naquele colocado junto ao doente, este registrando valores menores. Entretanto não houve modificação dos valores iniciais, após uma hora de ventilação.

4 — *Valores dos gases sanguíneos* (Tabela II).

TABELA II

VALORES DE pH (EM UNIDADES), PaCO<sub>2</sub> e PaO<sub>2</sub> (em mmHg) DOS 10 DOENTES ESTUDADOS, ANTES DA ANESTESIA (a) E APÓS UMA HORA DE VENTILAÇÃO (b)

N.º do paciente	pH		PaCO <sub>2</sub>		PaO <sub>2</sub>	
	a	b	a	b	a	b
1	7,440	7,500	34,5	30,0	58,0	180,0
2	7,360	7,510	33,4	33,0	42,1	150,0
3	7,440	7,350	31,5	43,0	75,9	280,0
4	7,380	7,450	38,1	25,1	66,4	135,2
5	7,400	7,350	50,3	35,6	72,0	126,0
6	7,490	7,430	30,0	34,0	60,0	260,0
7	7,430	7,420	38,0	38,0	70,0	230,0
8	7,470	7,420	35,0	41,0	70,0	190,0
9	7,400	7,500	33,6	30,0	96,0	210,0
10	7,420	7,490	39,0	31,0	65,0	140,0
<b>MÉDIA</b>	7,423	7,442	36,3	34,0	67,5	190,1
	± 0,039	± 0,059	± 5,7	± 5,4	± 13,8	± 54,0

Teste t entre os momentos a e b:

$$\text{pH} = 0,79$$

$$\text{PaCO}_2 = 0,861$$

$$\text{PaO}_2 = 6,591$$

$$t^{18} = 2,88$$

$$0,995$$

Ocorreu discreta variação não significativa estatisticamente dos valores de pH antes da anestesia e após uma hora de ventilação. Entretanto, em relação à PaCO<sub>2</sub> em apenas 3 doentes houve aumento dos valores. Nos demais a PaCO<sub>2</sub> diminuiu apesar da variação não estatisticamente significativa. A PaO<sub>2</sub> sempre aumentou após uma hora de ventilação artificial, em relação aos valores iniciais, sendo esse aumento estatisticamente significativo.

## DISCUSSÃO

Quanto à constância de funcionamento, o Ventilotec M-1 mostrou ser um aparelho fiel pois uma vez regulado manteve parâmetros constantes durante uma hora sem sofrer



qualquer alteração. É evidente que se ocorressem variações na pressão ou fluxo de alimentação do aparelho, estes parâmetros poderiam se modificar. Como utilizamos como fonte a rede hospitalar de oxigênio e além disto estabilizamos a pressão e fluxo através de um redutor tipo MM-550, isto colaborou para a constância de nosso aparelho.

Quanto ao volume corrente este também não apresentou variação uma vez fixado, o que era de se esperar pois o posicionamento do fole (de que depende o  $V_c$ ) é realizado através de um fio de nylon cujo comprimento uma vez fixado mantém constante o volume do fole. Somente ocorrerá variação se houver quebra deste fio. Nesta situação o volume corrente poderá ser de 2.000 ml.

Porém quando comparado com o ventilômetro de Wright colocado no escape da válvula expiratória houve uma variação para mais de 70 ml em média, ou seja o volume corrente fixado foi menor que o realmente administrado ao doente. Com o volume minuto a diferença é maior ocorrendo um aumento médio de 538 ml em um minuto. Estas variações são porém em torno de 10%, permissíveis para erros mecânicos. Porém se, em vez de 2.000 ml, o fole possuir um volume de 1.000 ml, suficiente para ventilação durante anestesia, poderia ocorrer uma diminuição do erro (a leitura seria mais fácil) e um risco menor se houvesse quebra do fio de nylon.

Já as medidas de pressão apresentaram uma variação muito maior sendo a média do manômetro do aparelho de 25,8 cm de  $H_2O$  e o registrado junto ao doente de 19,8 cm de  $H_2O$  um erro de 6 cm de água muito maior que os 10% permissíveis. Isto deve-se ao fato de medirmos em locais diferentes (no fole e junto ao doente) mas também devido à escala ampla do manômetro do Ventilotec (0-150 cm  $H_2O$ ) sendo difícil a leitura nos valores mais baixos. Como durante a ventilação em anestesia dificilmente se ultrapasse pressões de 40-50 cm de  $H_2O$ , mesmo porque a válvula de segurança do aparelho não permite pressões maiores que 90 cm de  $H_2O$ , achamos que um manômetro com metade ou mesmo 1/3 da escala atual será extremamente útil.

A  $PaCO_2$  por sua vez espelha as alterações nos volume corrente e volume minuto, pois houve uma discreta hiperventilação, na maioria dos doentes, o que não ocorreria se o volume determinado no fole fosse igual ao calculado pela fórmula, pois a frequência respiratória permaneceu constante.

Já a  $PaO_2$  sofreu aumento significativo, permanecendo os pacientes com  $PaO_2$  média de 190,1 mm de Hg, nível se-

guro para anestesia. Este aumento de oxigênio deve-se logicamente à concentração maior (34%) de O<sub>2</sub> administrado durante o ato anestésico, mas também demonstra que, uma vez administrando-se concentrações corretas de O<sub>2</sub> no aparelho, não ocorre diluição por parte deste.

### CONCLUSÕES

O Ventilotec M-1, é um ventilador útil durante o ato anestésico mantendo uma ventilação constante e correta. Uma vez regulado mantém-se estável por longos períodos. É um equipamento seguro, fácil de manusear, constante no seu funcionamento.

É criticável na sua utilização durante anestesia o exagerado volume do fole (2.000 mil) que poderia ser reduzida pela metade e a escala muito ampla do seu manômetro (0-150 cm) que poderia ser reduzida de 2/3. Porém como sua utilização pode ser ampliada para unidades de terapia intensiva, estes valores podem ser úteis nestas situações.

### SUMMARY

#### VENTILOTEC M1 VENTILATOR: AN EVALUATION

The efficacy of volume cycled respirator "Ventilotec M-1" was tested in adult patients undergoing various surgical interventions. After one hour of ventilation, there was an increase of arterial blood PaO<sub>2</sub> and pH, and a slight decrease of PaCO<sub>2</sub> in most of the patients. All the respirator's parameters remained unchanged after one hour of ventilation. There was only a slight difference between the volumes registered by the "Ventilotec M-1" and the obtained with Wright's volumeter respectively. The same also happened on the pressure systems. It is suggested to reduce the volume of the bellow to 1000 ml and to lower the pressure scale for two thirds.