

## Consumo de Anestésicos Inalatórios no Brasil<sup>‡</sup>

José Maria Couto da Silva, EA<sup>¶</sup>, Edisio Pereira, EA<sup>§</sup> & Renato Angelo Saraiva, EA<sup>ξ</sup>

Silva J M C, Pereira E, Saraiva R A – Consumo de anestésicos inalatórios no Brasil. Rev Bras Anest 32: 6: 431 - 439, 1982

Os autores estudam o consumo de oxigênio, N<sub>2</sub>O e anestésicos inalatórios em pacientes adultos de 70 kg e crianças de 10 kg nos sistemas aberto, semifechado, sem reinalação, circular com reinalação parcial e circular com baixo fluxo de gases.

Analizam o gasto dos gases e agentes anestésicos em cirurgias de 1 hora a 4 horas de duração bem como o consumo de anestésico em 1000 horas correspondente à ocupação de uma sala de cirurgia durante um ano. As 1000 horas podem ser distribuídas em 1000 anestésias de 1 hora, 500 de 2 horas, 333 de 3 horas e 250 de 4 horas de duração. Em um mesmo sistema de inalação o consumo de gases medicinais é idêntico nas 1000 horas com diferente duração de cada anestesia, embora o consumo de anestésico inalatório seja variável.

Concluem que o sistema com baixo fluxo de gases é o mais econômico de todos os estudados e recomendam que este sistema seja mais utilizado especialmente nos centros de ensino e treinamento com o objetivo de diminuir o custo da anestesia.

Unitermos: ANESTÉSICOS, GASOSOS: óxido nitroso; ANESTÉSICOS, VOLATIL: enflurane, éter, halotano, consumo; SISTEMAS: com reabsorvedor de CO<sub>2</sub>, sem reabsorvedor de CO<sub>2</sub>, fluxos altos, fluxos baixos.

QUANDO o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), o éter dietílico e o cloroformio eram os únicos anestésicos usados, os problemas de consumo de anestésicos e custo da anestesia não eram relevantes, mesmo com emprego de altos fluxos de gases em sistema aberto. A introdução do ciclopropano despertou o interesse dos anestesiológicos na

pesquisa e desenvolvimento de técnicas mais econômicas, tendo sido descrito o sistema fechado com técnica ideal para sua administração<sup>1,2</sup>.

O uso intensivo do cauterio nas salas de cirurgia reduziu consideravelmente o emprego de anestésicos explosivos<sup>2</sup>, fazendo com que o ciclopropano fosse completamente abandonado em muitos países, e o éter dietílico fosse gradativamente cedendo lugar aos halogenados<sup>3,4</sup>.

Quando o halotano foi introduzido na prática clínica, vários acidentes foram relatados, em virtude da incorporação do vaporizador no sistema de anestesia na tentativa de se diminuir o consumo do anestésico<sup>3,5</sup>. Constatou-se que a causa destes acidentes fatais era a pressão retrógrada do fluxo de gases no interior do vaporizador determinando altas concentrações de halotano<sup>3,5</sup>. Isto obrigou os anestesiológicos a usarem o vaporizador fora do sistema de anestesia, com altos fluxos diluentes. Esta conduta gerou um maior consumo do anestésico inalatório e conseqüentemente aumento do custo da anestesia, além de produzir poluição ambiental<sup>6,7</sup>.

Com o intuito de diminuir o consumo de anestésicos inalatórios halogenados, pode ser utilizada a técnica de baixo fluxo de gases em sistemas com absorção, mediante injeções intermitentes de líquido anestésico no ramo expiratório do sistema de anestesia<sup>1,8</sup>. Com esta técnica, diminui-se drasticamente o consumo de anestésicos ao mesmo tempo em que a poluição ambiental ficou praticamente abolida a tal ponto que mesmo usando-se éter dietílico seu forte odor não é percebido.

O objetivo deste estudo é mostrar como pode ser reduzido o consumo de anestésicos inalatórios halogenados no Brasil, contribuindo desta forma para a diminuição dos custos de anestesia para o paciente bem como a evasão de divisas para o exterior.

### Cálculo do Consumo de Anestésicos e Oxigênio

Foi estudado o consumo de gases medicinais e anestésicos inalatórios em pacientes adultos de 70 kg e crianças de 10 kg nos sistemas aberto (Narcomax e Takaoka modelo 600), semifechado (Magill ou Bain, sem reinalação (com válvula unidirecional), circular com reinalação parcial e circular fechado com fluxo basal de gases.

Os cálculos do consumo de gases medicinais foram feitos de acordo com as especificações para os diversos sistemas de anestesia. Takaoka<sup>9</sup> recomenda um fluxo de admissão de 12 l. min<sup>-1</sup> quando do uso do seu respirador num paciente de 70 kg de peso corporal; Mapleson<sup>10</sup> indica um fluxo diluente igual ou maior que o volume minuto do enfermo para que não haja retenção de CO<sub>2</sub> no sistema de Magill, enquanto Kain e Nunn<sup>11</sup> provaram que um fluxo de admissão igual à ventilação alveolar por minuto evita a reinalação e conseqüentemente o aumen-

‡ Trabalho realizado no Departamento de Medicina Complementar. Faculdade de Ciências da Saúde, Brasília, DF

¶ Professor Colaborador

§ Professor Assistente

ξ Professor Adjunto

Correspondência para José Maria Couto da Silva  
SQS 210 Bloco A apto. 403  
70273 Brasília, DF

Recebido em 12 de março de 1982

Aceito para publicação em 09 de julho de 1982

© 1982, Sociedade Brasileira de Anestesiologia

to da  $PCO_2$  no mesmo sistema. Bain<sup>12</sup> ao modificar o sistema D de Mapleson, propõe um fluxo de admissão de gases de 70 ml.  $kg^{-1} min^{-1}$  com a finalidade de evitar a retenção de  $CO_2$ ; Pereira e Vieira<sup>13</sup> recomendam que durante o uso de válvula sem reinalação deve ser usado no mínimo um fluxo de gases igual à ventilação minuto do paciente; Eger<sup>14</sup> mostra que as diferenças das concentrações inspiradas nos diversos arranjos do sistema circular são mínimas quando os fluxos são muito pequenos e a reinalação é quase completa; as diferenças são máximas entre 3 e 8 litros por minuto, que é a média do fluxo de gases usados no sistema com reinalação parcial; Silva e col<sup>8</sup> empregam um máximo de 0,5 l.  $min^{-1}$  de gases para pacientes adultos, e 0,1 l.  $min^{-1}$  para crianças abaixo de 10 kg de peso corporal. Devido a isto, para efeito de cálculos, empregamos como Fluxo de Admissão (FAd) as quantidades mostradas na Tabela I.

Nos sistemas sem reinalação e circular com reinalação parcial o óxido nitroso ( $N_2O$ ) foi usado como agente coadjuvante. Nos demais sistemas, foi considerado somente o consumo de oxigênio (Tabela I).

Para o cálculo da concentração do anestésico nos sistemas aberto, semifechado, sem reinalação e circular com reinalação parcial tomamos como base a fração inspirada (FI) necessária para que seja atingida a fração al-

veolar (FA) correspondente à dose anestésica aumentada (DA)<sup>9,5</sup> de cada agente inalatório<sup>15,16</sup>. Desta forma, por exemplo, verifica-se que para atingir uma FA de 1% de halotano na 1.<sup>a</sup> hora, é necessário que seja usada uma FI de 1,17%. Somente na 3.<sup>a</sup> hora é que a FA torna-se igual à FI. Sendo o enflurano menos solúvel que o halotano, verifica-se que já na 2.<sup>a</sup> hora a FA é igual à FI; como o éter dietílico, mesmo na 4.<sup>a</sup> hora de anestesia a FA ainda não atingiu a FI<sup>16</sup> (Tabela II). Tomando por base tais considerações, fizemos os cálculos empregando a fórmula mostrada na Tabela I. O cálculo do consumo para o sistema com absorção e baixo fluxo de gases foi feito de acordo com a fórmula de Lowe<sup>1</sup> adaptada por Silva e col<sup>8</sup>.

Para o cálculo do consumo dos anestésicos inalatórios não foi levado em consideração a redução que a concentração alveolar mínima (CAM) sofre com a medicação pré-anestésica (MPA), as drogas de indução, o  $N_2O$ <sup>14</sup> nem a captação dos agentes inalatórios pela borracha dos diversos sistemas, exceto no sistema fechado com fluxo basal de gases<sup>1,3,8</sup>.

## RESULTADOS

Observando-se a Tabela I verifica-se que para o adulto padrão são gastos cerca de 720 litros de  $O_2$  na 1.<sup>a</sup> hora

Tabela I - Consumo de Gases Medicinais (L) Durante a Anestesia

SISTEMAS	PESO Kg	Vf L $min^{-1}$	MISTURA GASOSA		1. <sup>a</sup> HORA		2. <sup>a</sup> HORA		3. <sup>a</sup> HORA		4. <sup>a</sup> HORA	
			$O_2$	$N_2O$	$O_2$	$N_2O$	$O_2$	$N_2O$	$O_2$	$N_2O$	$O_2$	$N_2O$
Narcomax ou Takaoka 600	70	12	12		720		1440		2160		2880	
Bain ou Magill	70	4.5	1.5	3	90	180	180	360	270	540	360	720
Válvula s/ Reinalação	70	6	2	4	120	240	240	480	360	720	480	960
Circ. com Reinalação Parcial	70	3	1	2	60	120	120	240	180	360	240	480
Circular Fechado com Baixo Fluxo	70 10	0.5 0.1	0.5 0.1		30 6		60 12		90 18		120 24	

Fórmula Geral para Calcular a Concentração de Anestésicos Voláteis

$$\text{Concentração} = \frac{\text{Consumo}^* \text{ g/tempo (min)}}{\text{Fluxo (L. min}^{-1}\text{)}} \times \frac{22,4 \text{ l.} \times 100}{\text{P. Mol. (g)}} \times \frac{273 - t \text{ §}}{273} \times \frac{760 \text{ (mm Hg)}^\xi}{\text{PAtm (mm Hg)}}$$

\* Consumo em massa (g) = densidade x consumo em ml.

§ Temperatura = 20°C (mais freqüente)

ξ Pressão Atmosférica = 700 mm Hg. (mais freqüente)

Tabela II - FI - para 1.3 CAM - Com os Sistemas usados na Tabela I

ANESTÉSICOS	1. <sup>a</sup> Hora	2. <sup>a</sup> Hora	3. <sup>a</sup> Hora	4. <sup>a</sup> Hora
HOLOTANO	1,17	0,92	0,9	0,9
ENFLURANO	2,16	1,88	1,88	1,88
ÉTER DIETÍLICO	3,89	2,99	2,66	2,44

de anestesia pelo uso do sistema aberto empregando o Narcomax ou o Takaoka modelo 600, enquanto que com baixo fluxo de gases serão gastos apenas 30 litros de oxigênio; no mesmo período de tempo, uma criança de 10 kg de peso corporal gastará somente 6 litros de O<sub>2</sub> (Tabela I).

Sendo o gasto de gases medicinais constante, é fácil chegar à conclusão que após 4 horas de anestesia, teremos gasto 2,880 litros de O<sub>2</sub> com o sistema aberto enquanto que com o sistema fechado teremos gasto 120 litros no paciente adulto padrão e 24 litros de O<sub>2</sub> na criança de 10 kg de peso corporal (Tabela I). É importante frisar que este cálculo de O<sub>2</sub> de 0,5 e 0,1 l. min<sup>-1</sup> nem sempre corresponde à realidade porque na prática temos muito freqüentemente usado 0,3 l. min<sup>-1</sup> e menos de 0,1 l. min<sup>-1</sup> de O<sub>2</sub> nos pacientes de 70 kg e 10 kg respectivamente, o que contribui ainda mais para a diminuição dos gastos da anestesia.

Nos sistemas com reinalação parcial (Magill ou Bain e circular com reinalação parcial) bem como no sistema sem reinalação (válvula unidirecional) o consumo de O<sub>2</sub> é menor que no sistema aberto, no entanto, o mais econômico deles - o sistema circular com reinalação parcial é usado geralmente com um fluxo de 2 a 3 litros por minuto e consumirá 2 a 3 vezes mais O<sub>2</sub> que o sistema com absorção e com baixo fluxo de gases (Tabela I). O óxido nítrico também contribui para elevar ainda mais o custo da anestesia; a Tabela I mostra que ao final da 1.<sup>a</sup> hora de anestesia, usando sistemas Bain ou Magill, válvula sem reinalação e sistema circular com reinalação parcial, teremos gasto no adulto padrão, 180, 240 e 120 litros do gás respectivamente.

Em sistema de Bain ou Magill, após 4 horas de anestesia o gasto será de 360 litros de O<sub>2</sub> e 720 litros de N<sub>2</sub>O. Em sistema sem reinalação (válvula tipo Ruben) o consumo será de 480 litros de O<sub>2</sub> e 960 litros de N<sub>2</sub>O, enquanto que com o sistema circular com reinalação parcial este gasto será de 240 litros de O<sub>2</sub> e 480 litros de N<sub>2</sub>O (Tabela I). Para uma melhor idéia do que tal gasto representa, poderemos exemplificar que para uma criança de 10 kg de peso corporal, ao final de 4 horas, usando-se o sistema circular com reinalação parcial com mistura gasosa de 1 litro de O<sub>2</sub> e 2 litros de N<sub>2</sub>O (mistura gasosa de 1:2) verificaremos que serão gastas as mesmas quantidades de gases usadas no paciente adulto, enquanto que serão gastos no sistema com absorção com baixo fluxo de gases somente 24 litros de O<sub>2</sub> (Tabela I).

Quando usamos o sistema aberto com o Narcomax ou Takaoka modelo 600 verificamos que o consumo de ha-

lotano, enflurano e éter dietílico será de 31,74 e 114 ml respectivamente na primeira hora de anestesia. No mesmo período de tempo com o sistema de absorção e baixo fluxo de gases teremos gasto 8,16 e 99,76 ml respectivamente.

Mantidos a fracional inspirada, a ventilação alveolar e o débito cardíaco, com o tempo, a saturação tecidual determina menor captação de anestésicos e portanto menor consumo<sup>14</sup>. Isto pode ser facilmente observado com qualquer agente relacionado na Tabela III, fazendo-se a comparação do consumo entre as 4 horas de anestesia, especialmente no sistema fechado no qual o consumo da 4.<sup>a</sup> hora é de somente 1/4 do consumo da 1.<sup>a</sup> hora (Tabela III).

É interessante observar que o cálculo do consumo de éter dietílico no sistema com absorção e com baixo fluxo de gases só não é maior que o consumo do sistema aberto (Tabela III). Esta diferença é explicável pelo fato de ser grande a solubilidade do éter dietílico na água, devido especialmente à natureza polar da sua molécula<sup>3</sup>. Esta alta hidrossolubilidade é a principal responsável pelo elevado coeficiente de participação sangue/gás que é a determinante primária da cinética dos vários agentes inalatórios<sup>3</sup>. Na prática, tal consumo não é verificado porque se evita planos desnecessariamente profundos de anestesia, especialmente no início quando as doses anestésicas são administradas num período de tempo. Lowe<sup>3</sup> recomenda que a dose de éter dietílico seja diminuída em cerca de 40% daquela predita matematicamente porque a "CAM aumentada" (DA<sub>95</sub>) do éter dietílico é apenas 5 a 10% maior que a "CAM" (DA<sub>50</sub>) e também por ser este agente muito sensível aos coadjuvantes da anestesia como a medicação pré-anestésica, agentes venosos e óxido nítrico.

Observando-se o consumo acumulado de anestésicos nos diversos sistemas de anestesia, (Tabela IV) verificamos que a diminuição progressiva do seu gasto é real em todos os sistemas. Após 4 horas de anestesia em paciente padrão gastaremos cerca de 104 ml de halotano com o sistema aberto (Narcomax ou Takaoka modelo 600), 39 ml de halotano com os sistemas de Bain ou Magill, 52 ml de halotano quando empregamos a válvula sem reinalação, 26 ml de halotano quando usamos o sistema circular com reinalação parcial e 16 ml de halotano com o uso de absorção e com baixo fluxo de gases. Tomando novamente a criança de 10 kg de peso corporal, verificamos que com o sistema circular com reinalação parcial, ao fim de 4 horas são gastos os mesmos 26 ml de halotano que no adulto de 70 kg, enquanto que com o sistema fechado seriam utilizados somente 3,68 ml (Tabela IV).

Tabela III – Consumo de Anestésico Inalatório (ml) Durante a Anestesia

SISTEMAS	Peso kg	1. <sup>a</sup> HORA			2. <sup>a</sup> HORA			3. <sup>a</sup> HORA			4. <sup>a</sup> HORA		
		Halotano	Etrane	Éter									
Narcomax ou Takaoka 600	70	31	74	114	25	65	88	24	65	78	24	65	72
Bain ou Magill	70	12	28	43	9	24	33	9	24	29	9	24	27
Válvula s/ Reinalação	70	16	37	57	12	32	44	12	32	39	12	32	36
Circ. com Reinalação Parcial	70	8	18	28	6	16	22	6	16	20	6	16	18
Circular com Baixo Fluxo	70	8	16	99,76	3	6	37,41	3	6	37,41	2	4	24,94
	10	1,84	3,68	23,04	0,69	1,38	8,64	0,69	1,38	8,64	0,46	0,92	5,76

Tabela IV – Consumo Acumulado de Anestésicos Inalatórios em Diversos Sistemas de Anestesia

SISTEMAS	Peso kg	ANESTÉSICOS			ANESTÉSICOS			ANESTÉSICOS			ANESTÉSICOS		
		Halotano	Enflurano	Éter	Halotano	Enflurano	Éter	Halotano	Enflurano	Éter	Halotano	Enflurano	Éter
Narcomax ou Takaoka 600	70	31	74	114	56	139	202	80	204	280	104	269	352
Bain ou Magill	70	12	28	43	21	52	76	30	76	105	39	100	132
Válvula s/ Reinalação	70	16	37	57	28	69	101	40	101	140	52	133	176
Circ. com Reinalação Parcial	70	8	18	28	14	34	50	20	50	70	26	66	88
Circular com Baixo Fluxo	70	8	16	99,76	11	22	137,17	14	28	174,58	16	32	199,52
	10	1,84	3,68	23,04	2,53	5,06	31,68	3,22	6,44	40,32	3,68	7,36	46,08

Sendo a ocupação média de uma sala de cirurgia em 1 ano cerca de 1000 horas<sup>1</sup> podem ser realizadas cerca de 1000 anestésias com duração de 1 hora, 500 de 2 horas, 333 de 3 horas e 250 de 4 horas de duração (Tabela IV). É interessante observar que em um mesmo sistema de inalação o consumo de gases (oxigênio e N<sub>2</sub>O) é idêntico nas 1000 horas de anestesia, isto é, 1000 anestésias de 1 hora, 500 anestésias de 2 horas, 333 de 3 horas ou 250 de 4 horas de duração, embora o consumo de anestésico inalatório seja diferente (Tabela IV).

Pelos dados aqui apresentados, (Tabelas VI - V4) numa sala de operações onde se realizem anestésias de 1 hora em pacientes adultos, o consumo anual de halotano será variável de acordo com o sistema empregado (Tabelas VI - V4) enquanto que a criança de 10 kg consumirá apenas 1,84 litros com o sistema de absorção e com baixo fluxo de gases. Se a duração da anestesia for aumentada para 4 horas (Tabelas VI - V4) as 250 anestésias realizadas consumirão 26 litros de halotano no sistema aberto usando-se o Narcomax ou Takaoka modelo 600, 9,75 litros no sistema de Bain ou Magill, 13 litros no sistema aberto com reinalação parcial e 4 litros no sistema de baixo fluxo. Com o mesmo sistema, o consumo da criança de 10 kg será de 0,92 litro (Tabelas VI - V4).

Se tivéssemos conhecimento da ocupação e do número real das salas de cirurgia existentes no país, e também quais os sistemas de inalação utilizados, poderíamos calcular o consumo real dos anestésicos inalatórios.

## DISCUSSÃO

Conceitua-se como baixo fluxo de gases o uso de misturas gasosas de menos de 3 litros por minuto em qualquer sistema de anestesia; e por sistema fechado o siste-

ma de anestesia em que não há escape de gases para o exterior<sup>3,17</sup>. Se o fluxo de gases é maior que o necessário, certo volume de gás fresco do espaço morto (anatômico e mecânico) será perdido através da válvula de escape para o ambiente produzindo poluição. Se o fluxo for pequeno e não houver absorção de CO<sub>2</sub> o gás alveolar permanecerá no final da expiração e será reinalado, aumentando assim a PaCO<sub>2</sub> do paciente<sup>11</sup>. Mapleson afirma que não haverá reinalação num sistema de Magill quando o fluxo de gases é igual ou maior do que a ventilação alveolar<sup>10</sup>. Esta afirmativa é válida para o sistema de Bain.

Neste estudo o consumo de anestésicos inalatórios é muito menor no sistema com baixo fluxo de gases do que em qualquer outro sistema, o que comprova que uma das vantagens deste sistema é a economia<sup>1,3,8,17,19</sup>. Mesmo que alguns anestesiológicos não considerem esta vantagem<sup>18</sup>, acreditamos que o custo pode não ser tão importante em países ricos, onde o consumo de oxigênio, óxido nítrico e anestésicos voláteis não pesa tanto no gasto hospitalar total do paciente. Entretanto nos países em desenvolvimento deve ser considerado o gasto em moeda estrangeira para importação de anestésicos inalatórios halogenados. Esta despesa pode ser reduzida usando-se sistemas mais econômicos, como, o circular com reinalação parcial e mais ainda o sistema fechado com baixo fluxo de gases.

Pelos resultados apresentados na Tabela I verificamos o quanto de gases medicinais poderemos economizar em cada anestesia. Chamamos atenção especial para o consumo de N<sub>2</sub>O quando usamos o sistema circular com reinalação parcial em comparação com o sistema de Bain ou Magill, ou com um sistema sem reinalação (válvula tipo Ruben). O preço atual do N<sub>2</sub>O no Brasil está tornan-

Tabela VI - Consumo (L) de gases medicinais e anestésicos inalatórios de uma sala de operações em 1 ano.

SISTEMAS	Pêso		1.000 Anestésias de 1 hora			
	Kg	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	Halotano	Enflurano	Éter
Narcomax ou Takaoka 600	70	720.000		31	74	114
Bain ou Magill	70	90.000	180.000	12	28	43
Válvula s/ Reinalação	70	120.000	480.000	16	37	57
Circular com Reinalação Parcial	70	60.000	120.000	8	18	28
Circular com Baixo Fluxo de Gases	70	30.000		8	16	99,76
	10	6.000		1,84	3,68	23,04

Tabela V2 – Consumo (L) de gases medicinais e anestésicos inalatórios de uma sala de operações em 1 ano.

SISTEMAS	Pêso		500 Anestésias de 2 horas			
	Kg	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	Halotano	Enflurano	Éter
Narcomax ou Takaoka 600	70	720.000		28	69,5	101
Bain ou Magill	70	90.000	180.000	10,5	26	38
Válvula s/ Reinalação	70	120.000	480.000	14	34,5	50,5
Circular com Reinalação Parcial	70	60.000	120.000	7	17	25
Circular com Baixo Fluxo de Gases	70	30.000		5,5	11	68,5
	10	6.000		1,26	2,53	15,84

Tabela V3 – Consumo (L) de gases medicinais e anestésicos inalatórios de uma sala de operações em 1 ano.

SISTEMAS	Pêso		333 Anestésias de 3 hora			
	kg	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	Halotano	Enflurano	Éter
Narcomax ou Takaoka 600	70	720.000		26,64	67,93	93,24
Bain ou Magill	70	90.000	180.000	9,99	25,3	34,96
Válvula s/ Reinalação	70	120.000	480.000	13,32	33,63	46,62
Circular com Reinalação Parcial	70	60.000	120.000	6,66	16,65	23,31
Circular com Baixo Fluxo de Gases	70	30.000		4,66	9,32	58,13
	10	6.000		1,07	2,14	13,42

Tabela V4 – Consumo (L) de gases medicinais e anestésicos inalatórios de uma sala de operações em 1 ano.

SISTEMAS	Pêso	250 Anestésias de 4 hora				
	kg	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	Halotano	Enflurano	Éter
Narcomax ou Takaoka 600	70	720.000		26	67,25	88
Bain ou Magill	70	90.000	180.000	9,75	25	33
Válvula s/ Reinalação	70	120.000	480.000	13	33,25	44
Circular com Reinalação Parcial	70	60.000	120.000	6,5	16,50	22
Circular com Baixo Fluxo de Gases	70	30.000		4	8	49,88
	10	6.000		0,92	1,84	11,52

do o uso deste gás quase proibitivo<sup>19</sup> e isto é mais uma razão para estimular o emprego de sistemas econômicos, especialmente nos centros de ensino e treinamento. A Tabela III mostra as diferenças de consumo de halotano em comparação com enflurano e sua variação entre os vários sistemas analisados; no sistema com baixo fluxo de gases o gasto de enflurano é exatamente o dobro do previsto para o halotano. Isto se explica porque a CAM

do enflurano é maior do que a do halotano (cêrca de 2 vezes) o que exige administração de concentração maior e obviamente o volume consumido será mais elevado<sup>1,3,8</sup>.

Concluimos através deste estudo que a técnica com baixo fluxo de gases pode ser uma das opções para diminuir o custo da anestesia e que o sistema circular com absorção de CO<sub>2</sub> apresenta-se como o mais econômico de todos os sistemas aqui analisados.

Silva JMC, Pereira E, Saraiva RA – Bases and volatile anesthetics consumption in Brasil. Rev Bras Anest 32: 6: 431 - 439, 1982

The authors study the consumption of gases and volatile anesthetics in adult patients and children using open, semi-open, semiclosed and absorption inhalation systems: the latter was coupled with a low flow technique.

The amount of gases and volatile anesthetics consumed during 1, 2, 3 and 4 hours of anesthesia were measured and extrapolated for 1000 hours of anesthesia, representing the average yearly occupation of one operating room. The results show that when the same inhalation system is used for 1000 hours of anesthesia, the consumption of gases per hour is identical regardless of the duration of the anesthesia, whereas the hourly consumption of volatile anesthetics decreases with the longer duration of the anesthesia.

It is concluded that the low flow technique with absorption is the most economic and its use is recommended, especially in teaching hospitals to decrease the cost of anesthesia.

Key - Words: ANESTHETICS: gaseous, nitrous oxide; ANESTHETICS: volatile, enflurane, ether, halothane; CIRCUITS: closed, open, semi closed; OXYGEN

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aldrete J A, Lowe H J, Virtue R W – Low Flow and Closed System Anesthesia. Grune, Stratton, New York, 1979.
2. Robbins B H – Cyclopropane Anesthesia - The Williams, Wilkins Co. Baltimore, 1940.
3. Lowe H J, Ernst E A – The Quantitative Practice of Anesthesia use of Closed Circuit - Williams, Wilkins Baltimore/London, 1981.

4. Saraiva, R A – O desaparecimento do éter dietílico - editorial, *Rev Bras Anest* 27: 411 - 412, 1977.
5. Hill D W, Lôwe H J – Comparison of concentration of halothane in closed and semi-closed circuits during controlled ventilation. *Anesthesiology* 23: 291 - 298, 1962.
6. Whitcher C E, Cohen E N, Trudell R E – Chronic exposure to anesthetic gases in the operating room. *Anesthesiology* 35: 348 - 353, 1971.
7. Quimby K L, Katz J, Browman R E – Behavioral consequences in rats from chronic exposure to 10 PPM halothane during early development. *Anesthesia and Analgesia* 54: 628 - 633, 1975.
8. Silva J M C, Pereira E, Saraiva R A – As bases fisiológicas e farmacológicas do baixo fluxo de gases em sistema fechado. *Rev Bras Anest* 31: 389 - 395, 1981.
9. Takaoka K – Respirador automatico de Takaoka. *Rev Bras Anest* 14: 380 - 386, 1964.
10. Mapleson W W – The elimination of rebreathing in various semiclosed anesthetic systems. *Br J Anaesth* 26: 323 - 332, 1954.
11. Kain M L, Nunn J F – Fresh Gas Flow and Rebreathing in the Magill Circuit with Spontaneous Respiration. *Proc Roy Soc Med* 60: 794-750, 1967.
12. Bain J A, Sporel W E – Flow Requiriments for a Modified D System during Controlled Ventilation. *Canad Anaesth Soc Journ* 20: 629 - 636, 1973.
13. Pereira E, Vieira Z E G – Sistemas de Inalação: Análise Funcional. *Rev Bras Anest* 29: 115 - 135, 1979.
14. Eger E I – II Anesthetic Uptake and Action – Williams, Wilkins, Baltimore, 1974.
15. Jong R H, Eger E I, II – Mac Expanded - *Anesthesiology* 42: 384 - 389, 1975.
16. Saraiva R A – Modelo Exponencial na Farmacocinética dos Anestésicos Inalatórios. *Rev Bras Anest* 28: 3 - 13, 1978.
17. Spence A A, Allison R H, Wishart H Y – Low Flow and "Closed" Systems for the Administration of Inhalation Anaesthesia. *Br. J. Anest* 53: 695 - 735, 1981.
18. Edsall D W – Letter to the Editor: Economy is not a Major Benefit of Closed - System Anesthesia. *Anesthesiology* 54: 258, 1981.
19. Katayama M – Editorial: Baixos Fluxos e Sistemas Fechados em Anestesiologia. *Rev Bras Anest* 31: 343 - 348, 1981.

### CHOQUE SÉPTICO E CORTICOSTERÓIDES

*O trabalho discute a indicação de corticosteróides em altas doses em pacientes em choque séptico, bem como revê o seu mecanismo de ação. O autor mostra que embora haja dados de experiências animais mostrando que a administração precoce de corticosteróides bloqueia a evolução do choque séptico, os estudos em pacientes humanos são inconclusivos. A causa fundamental dessa discrepância residiria no fato de que em todos os estudos executados o corticosteróide foi administrado em pacientes já com choque séptico totalmente instalado. Acredita o autor que apenas a administração precoce do corticóide, antes que as alterações inflamatórias e vasculares do choque séptico se instalem, tenha efeito significativo na sua evolução.*

*Vários mecanismos inflamatórios e sistemas hormonais contribuem para a etapa inicial do choque séptico, ou fase hiperdinâmica, principalmente o sistema cinina, metabólitos do ácido aracdônico e, como recentemente sugerido, o sistema endorfinérgico. Estudos recentes mostram que inibidores da cicloxigenase reduzem a mortalidade por choque séptico em ratos. Já na fase secundária, hipovolêmica, o fenômeno fundamental é a maciça ativação intravascular do complemento, com produção de produtos vasodiladores, e liberação de ácido aracdônico e seu produtos (PG, TXA). O corticosteróide inibe in vitro a produção de derivados do ácido aracdônico pelos polimorfonucleares ativados pelo complemento, bem como diminui a permeabilidade capilar pulmonar no choque. O autor mostra evidências de que quanto mais cedo o corticosteróide é administrado mais efetivo ele é em impedir a transudação capilar. Observações recentes parecem mostrar que nas fases iniciais do choque séptico, beta-endorfina seria liberada junto com o ACTH em grandes quantidades, e talvez fosse responsável pela produção de parte das suas alterações iniciais. O corticosteróide seria benéfico precocemente por suprimir essa liberação de ACTH e de beta-endorfina. O autor a seguir discute os problemas de diagnóstico do momento oportuno para a administração do corticosteróide. Admite que no futuro o desenvolvimento de técnicas para dosagem rápida de endorfina, prostaglandinas ou derivados do complemento, possa solucionar esse problema.*

*(Septic shock and corticosteroids, Sheagren JN, New Eng. J. Medic. 305(8):456-458, 1981.*

*COMENTÁRIO: O autor reavalia a utilidade do corticóide no choque séptico diante dos novos conhecimentos de fisiopatologia, principalmente o papel do sistema do complemento, dos derivados do ácido aracdônico, e da participação da beta-endorfina. O que nos parece mais relevante é a ênfase no fato de que a administração precoce do corticosteróide para impedir a ativação desses mecanismos de natureza metabólica e inflamatória parece ser fundamental para se assegurar o máximo de eficácia no tratamento. Essa posição enfatiza o fato de que o efeito farmacológico benéfico do corticosteróide é metabólico e não hemodinâmico (vasodilatador por efeito antiadrenérgico) como foi hipotetizado nos trabalhos iniciais e clássicos de Lillei. (Oliveira, L F).*