

## Fluxos de Gases Empregados em Anestesia

J.M. Couto da Silva, TSA<sup>1</sup> & J. A. Aldrete, MD, MS<sup>2</sup>

Couto da Silva J M, Aldrete J A – Inflow of gases employed in anesthesia. A classification.

The authors define an anesthetic system as a device for presenting an anesthetic mixture to a patient. Several parameters proposed by different authors for classifying the inhalatory systems of anesthesia, are described. Especial attention is given to Moyers' classification, based solely upon the presence of a gas reservoir and rebreathing of expired gases.

The minimum suggested fresh gas flows during spontaneous or controlled ventilation are analyzed in different tables.

The disparity of the several proposed inflow of gases for defining basal, low, intermediate and high flows when compared on a ml.kg<sup>-1</sup> basis for a 10 kg child or a 70 kg adult is pointed out.

Finally it is proposed a new classification of anesthetic gas flows based upon Brody's number and the 2.5 factor to rationally define basal, low, intermediate and high flow of gases. This index would be applicable, to all ages, having flexibility to accommodate wide variations of weight.

Key Words: ANESTHETICS TECHNIQUES: inhalation; EQUIPMENTS: anesthetic machine, classification; PHYSICS: gases, inflow

---

Cada anestesista emprega, na prática diária, o sistema de inalação que lhe é mais familiar; acostumado a usá-lo de forma quase mecânica, administra ao enfermo uma quantidade de gases e agentes voláteis, com a finalidade precípua de proporcionar-lhe uma quantidade suficiente de oxigênio (O<sub>2</sub>), que supra as suas necessidades metabólicas, e de manter com segurança um adequado plano anestésico para a realização da cirurgia. Dependendo do volume de gases que esteja administrando e se tenta correlacioná-lo com os

fluxos de gases propostos, freqüentemente, não sabe, com certeza, se naquele momento está empregando fluxos basal, baixo, intermediário ou alto.

A nossa intenção, com este artigo, é discutir algumas disparidades encontradas sobre este problema e propôr uma maneira objetiva de se precisar, científica e acuradamente, qual o tipo de fluxos de gases que empregamos durante uma anestesia.

### Análise das definições e características funcionais

Define-se sistema de inalação como sendo qualquer objeto capaz de possibilitar a administração de uma mistura inalatória a um paciente<sup>1</sup>.

A presença ou ausência de absorvedor de gás carbônico. (CO<sub>2</sub>)<sup>2</sup>, o volume de fluxos empregados<sup>3</sup>, o acesso à atmosfera durante a inspiração e a expiração<sup>4</sup> são alguns dos diferentes parâmetros que têm sido propostos para classificar os sistemas inalatórios. A classificação mais simples, parece ser aquela que se baseia na presença ou

---

*Trabalho realizado no Departamento de Medicina Complementar Universidade de Brasília, DF e do Departamento de Anestesiologia do Cook County Hospital, Chicago, Ill, USA*

*1 Professor Assistente da Anestesiologia. Universidade de Brasília*

*2 Professor da Anestesiologia, Cook County Hospital de Chicago*

*Correspondência para José Maria Couto da Silva  
29 Queenwood, Cyncoed, Cardiff Wales  
CF3 7LEE – United Kingdom*

*Recebido am 31 de março de 1988  
Aceito para publicação em 19 de julho de 1988  
© 1988, Sociedade Brasileira de Anestesiologia*

Tabela I - Classificação dos sistemas inalatórios \*

Sistemas	Reservatório	Reinalação
Aberto	Não	Não
Semi-aberto	Sim	Não
Semifechado	Sim	Parcial
Fechado	Sim	Total

\*de acordo com Meyers J, *Anesthesiology* 1953; 14: 609-611.

não de reservatório e na possibilidade de reinalação dos gases expirados<sup>5</sup> (Tabela I); com estes parâmetros, classificam-se os sistemas de inalação em: *sistema aberto* quando não existe reservatório, nem reinalação; *sistema semi-aberto* quando há um reservatório (um balão ou um tubo corrugado) mas não há reinalação; *sistema semifechado* quando possui um reservatório e possibilita reinalação parcial; e *sistema fechado* quando apresenta um reservatório e reinalação total dos gases expirados. Esta é a classificação que adotaremos para nossa exposição.

Recentemente, sugeriu-se que os sistemas de anestesia sejam classificados em sistemas fechados e abertos de acordo com o fluxo de gases administrados<sup>6</sup>; assim, o sistema circular seria um *sistema fechado* quando houvesse reinalação total dos gases expirados, ou *aberto* quando a reinalação fosse parcial ou mesmo inexistente.

Levando em consideração o local de entrada de gases frescos, a presença ou ausência de um tubo corrugado ou de um balão reservatório e a posição da válvula expiratória no sistema de inalação dividiu-se os sistemas semi-abertos em cinco categorias (A, B, C, D e E)<sup>7</sup>.

Para o emprego adequado do subsistema A (sistema de Magill), recomendou-se que o fluxo de gases frescos não deve ser inferior ao volume minuto do enfermo<sup>7</sup>; no entanto, em pacientes anestesiados<sup>8</sup> e em voluntários não anestesiados<sup>9</sup>, demonstraram-se que quando se emprega um fluxo de gases igual à ventilação alveolar por minuto, durante a ventilação espontânea, não existe reinalação.

Para os subsistemas B, C e D recomenda-se um fluxo de gases duas vezes superior ao volume minuto<sup>10</sup>; embora o autor afirme que para o uso do subsistema E seja necessário um fluxo três vezes maior que o volume minuto, no entanto, acredita-se que os fluxos de gases da ordem de duas vezes o volume minuto podem prevenir a reinalação, desde que haja um aumento na pausa expiratória e/ou diminuição da velocidade do fluxo inspiratório<sup>11</sup>.

Para o sistema de Bain, uma modificação do subsistema "D de Mapleson", e em pacientes

adultos metabolicamente normais, um fluxo de gases frescos de  $70 \text{ ml. kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  durante a ventilação espontânea proporcionará uma  $\text{PaCO}_2$  média em torno de 36 mmHg. Em crianças com metabolismo elevado e peso inferior a 30 kg ou em crianças normais com peso igual ou superior a 30 kg até 16 anos, recomendam-se um fluxo de gases frescos igual ou superior a  $100 \text{ ml. kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ <sup>12</sup>; nessas condições, afirmam tratar-se de um sistema com fluxo baixo.

Tornando-se por base a localização da válvula expiratória, e quando empregados como sistema semi-fechado, os sistemas inalatórios circulares foram classificados em "arranjos A, B, C, D, E, F, G e H" sem relação alguma com a classificação proposta por Mapleson<sup>13</sup>. O arranjo H é o mais eficiente de todos na eliminação dos gases expirados e para isto basta que um fluxo de gases frescos igual ao volume alveolar por minuto seja empregado; com os arranjos C e F, no entanto, a eliminação eficiente dos gases expirados só será realizada se o fluxo de gases frescos for igual ou superior à ventilação minuto<sup>1</sup>.

#### Análises de definições baseadas em cálculos matemáticos

Nas Tabelas II e III são apresentados os fluxos de gases sugeridos por diferentes autores para o emprego adequado de um determinado sistema de inalação, quando fluxos mínimos de gases são empregados durante a ventilação espontânea controlada.

O menor fluxo de gases sugerido para uma criança de 10 kg ou um adulto de 70 kg é quando o sistema fechado de inalação é empregado (Tabelas II e III).

No entanto, quando outro sistema é utilizado em ventilação espontânea, o fluxo de gases mínimo sugerido como ideal é de  $100 \text{ ml. kg}^{-1}$ , obtido com o sistema de Bain para uma criança de 10 kg. Para um adulto de 70 kg, este seria de  $72,8 \text{ ml. kg}^{-1}$ , para o sistema de Magill (subsistema A de Mapleson) ou com um sistema circular utilizando o arranjo H de Eger (Tabela II).

Durante a ventilação controlada, o sistema de Bain continua sendo o que proporciona o menor fluxo de gases para a criança, enquanto que para o adulto o sistema circular com o arranjo H de Eger continua oferecendo a quantidade mínima ideal de gases (Tabela III).

Um sistema fechado é aquele em que a quantidade de gases frescos diminuiu suficientemente para satisfazer às necessidades metabólicas de oxigênio (por exemplo,  $4 \text{ ml. kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) e a

**Tabela II - Volumes da gases recomendados para diferentes sistemas de inalação**

Sistemas	Fluxos Recomendados*	Ventilação Criança de 10 kg	ml kg <sup>-1</sup>	Espontânea Adulto da 70 kg	ml kg <sup>-1</sup>
Magill** Σ	V <sub>A</sub> (ml.min <sup>-1</sup> )	1.215	121,5	5.100	72,8
Mapleson = B, C, D	2V (ml.min <sup>-1</sup> )	3.500	350	14.700	210,0
Bain <sup>12</sup>	100 ml. kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>	1.000	100,0	7.000	100,0
Mapleson = E	3 V (ml.min <sup>-1</sup> )	5.250	525	22.050	315,0
Circular/ # C e F	V (ml. min <sup>-1</sup> )	1.750	175	7.350	105,0
Circular** ≠ H	V <sub>A</sub> (ml.min <sup>-1</sup> )	12.151	121,5	5.100	72,8
Fechado §	4 ml. kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>	40	4	280	4

\* Cálculos baseados num volume corrente de 7 ml kg<sup>-1</sup> para ambos os pacientes; considerou-se que a criança apresenta uma frequência respiratória de 25 respirações por minuto e o adulto, de 15 respirações por minuto;

\*\* Espaço morto equivalente a 2,14 ml. kg<sup>-1</sup>

\*\*\* De acordo com a referência 12;

V De acordo com a referência 7;

S De acordo com a referência 9;

# De acordo com a referência 11;

<sup>1</sup> De acordo com a referência 13;

§ De acordo com a referência 11 e considerando o oxigênio Como o único gás usado.

**Tabela III - Volumes de gases recomendados para diferentes Sistemas de inalação**

Sistemas	Fluxos recomendados*	Ventilação Criança	ml kg <sup>-1</sup>	Controlado Adulto	ml kg <sup>-1</sup>
Magill**	V (ml min <sup>-1</sup> )	1.750	175	7.350	105
Mapleson ** B, C, D	2V (ml min <sup>-1</sup> )	3.500	350	11.760	168
Bain ***	70 ml kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>	700	70	4.900	70
Mapleson # E	3V (ml min <sup>-1</sup> )	5.250	525	17.640	105
Circular # C e F	V (ml min <sup>-1</sup> )	1.750	175	7.350	105
Circular ¶ H	V (ml min <sup>-1</sup> )	1.215	121,5	4.080	58,2
Fechado §	4 ml kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>	40	4	280	4

\*Cálculos baseados num volume corrente de 7 ml kg<sup>-1</sup> para ambos os pacientes; considerou-se que a criança está sendo ventilada com uma frequência de 25 respirações por minuto e o adulto, de 12 respirações por minuto.

\*\*De acordo com a referência 7;

\*\*\*De acordo com a referência 12;

#De acordo com a referência 11;

¶ Espaço morto equivalente a 2,14 ml kg<sup>-1</sup>;

#De acordo com a referência 13;

§ De acordo com a referência 8 e considerando o oxigênio como o único gás usado.

captação de agentes anestésicos, enquanto a valva expiratória permanece fechada<sup>11</sup>. Quando oxigênio é o único gás empregado, o menor fluxo de gases, considerado como um *fluxo basal*, pode ser calculado de acordo com a equação de Brody<sup>14, 15</sup>,  $10 \times (\text{Peso em kg})^{3/4}$ . Desta forma, uma criança de 10 kg necessitará de 56 ml de oxigênio equivalentes a 5,6 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> e, assim, o fluxo de oxigênio de 40 ml.min<sup>-1</sup> proposto por Orkin<sup>11</sup> não seria suficiente para as suas necessidades metabólicas; um adulto de 70 kg necessitará de 242 ml. min<sup>-1</sup> de oxigênio o que em verdade representa cerca de 3,4 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>.

Quando o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) é usado num sistema fechado de inalação, é mandatório que o anestesista administra continuamente um fluxo

basal de O<sub>2</sub> (calculado através da equação de Brody)<sup>14, 15</sup> e um fluxo variável e decrescente de N<sub>2</sub>O, de acordo com o quadrado dos números naturais (tempo), devido à diminuição da captação tecidual<sup>15</sup>. De acordo com a Tabela IV, entre os 36° e 49° minutos de anestesia, a criança de 10 kg necessitará de 36 ml.min<sup>-1</sup> de N<sub>2</sub>O, enquanto o paciente de 70 kg, 156 ml.min<sup>-1</sup>. Durante este período, será administrada à criança de 10 kg um total de 92 ml.min<sup>-1</sup> da mistura de gases (O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O), o que equivale a 9,2 ml.kg<sup>-1</sup>, enquanto que o adulto de 70 kg receberá cerca de 398 ml equivalentes a 5,6 ml.min<sup>-1</sup>.

“Por convenção, emprega-se fluxo baixo quando o fluxo de gases frescos é inferior a três litros por minuto” e que a diferença essencial entre um

sistema fechado e um sistema com fluxo baixo é que, no primeiro, não há saída de gases através da válvula expiratória. No entanto, eles não diferenciaram entre o fluxo de gases requeridos por crianças ou adultos<sup>16</sup>. Tomando por base os três litros, propostos por estes autores, a criança de 10 kg receberia 300 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> enquanto o adulto de 70 kg receberia apenas 42,8 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>.

Fluxo intermediário é um fluxo de gases frescos da ordem de dois litros min<sup>-1</sup> e fluxo baixo, um fluxo de gases frescos inferior a um litro min<sup>-1</sup>. de acordo com este conceito, para se empregar fluxo baixo na criança de 10 kg, seriam necessários volumes de 100 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> em plena concordância com Bain e Spoerel<sup>12</sup> (Tabela II), enquanto que o adulto de 70 kg necessitaria de um fluxo de gases de 14,2 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>; desta forma, um sistema de Bain poderia ser empregado na criança, porém, não no adulto. É interessante se observar que este fluxo intermediário<sup>17</sup> é ainda menor que o fluxo baixo proposto por Spence e col.<sup>16</sup>. Embora Aldrete<sup>18</sup> tenha tentado empregar uma terminologia específica para limites quantitativos de fluxos de gases, ele não utilizou cálculos de acordo com variáveis como peso ou idade.

O problema é complexo com uma diversidade de opiniões, cada um tentando apresentar uma definição mais simplista embora sem uma base científica e racional que possa abranger todas estas situações.

O anestesista ouve falar em fluxo baixo, fluxo intermediário e fluxos altos, mas ignora o que venham a ser exatamente, por falta de sistematização adequada do problema, e porque, somente

o *fluxo basal de oxigênio* está definido precisamente<sup>15</sup>.

Proposta de definição – o fator 2.5

Os diversos agentes venosos (anestésicos ou não) empregados em anestesia são administrados a crianças e adultos em quantidade calculadas em mg.kg<sup>-1</sup>; assim, uma criança de 10 kg poderá receber 10 mg de succinilcolina, enquanto o adulto de 70 kg, 70 mg da mesma droga; quantidade variáveis em mg, porém, idênticas em mg.kg<sup>-1</sup>, já foi visto que a definição de *fluxo basal* de oxigênio se baseia em cálculos matemáticos, levando em consideração o peso do paciente. Por que os fluxos de gases não são definidos de forma semelhante?

Tomando-se por base a equação de Brody  $10 \times (\text{Peso em kg})^{3/4}$  e multiplicando-a por um fator 2,5, obtemos  $25 \times (\text{Peso em kg})^{3/4}$  que demarcaria a quantidade máxima de gases (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O e vapores anestésicos) para emprego em sistema fechado de inalação e o limite inferior de fluxos baixos. O limite máximo de gases na definição de fluxos baixos e o inferior, para fluxos intermediários, seriam obtidos multiplicando-se o valor anterior por 2,5. ( $25 \text{ Peso em kg}^{3/4} \text{ vezes } 2,5 = 62,5$ ), que para simplificar consideraríamos  $60 (\text{Peso em kg})^{3/4}$  (Tabela V). O limite máximo dos fluxos intermediários e o inferior dos fluxos altos seriam obtidos multiplicando  $60 \times \text{Peso em kg}^{3/4}$  pelo mesmo fator 2,5 ( $60 \times \text{Peso} \text{ vezes } 2,5 = 150 \times \text{peso}^{3/4}$ ).

Desta forma, enquanto definirmos fluxos baixos, intermediários e altos, conseguimos definir

Tabela V - Volumes de gases baseados na equação de Brody\*

Peso Kg	Número de Brody kg <sup>3/4</sup>	Sistema fechado		Fluxo baixo Até 60 kg <sup>3/4</sup>	Fluxo intermediário Até 150 kg <sup>3/4</sup>	Fluxo alto <sup>*</sup> Acima de 150 kg <sup>3/4</sup>
		O <sub>2</sub> puro 10 kg <sup>3/4</sup>	Mistura de O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> O Até 25kg <sup>3/4</sup>			
100	31,6	316	790	1.896	4.740	∞
90	29,2	292	730	1.752	4.380	∞
80	26,7	267	667	1.602	4.005	∞
70	24,2	242	605	1.452	3.630	∞
60	21,5	215	537	1.290	3.225	∞
50	18,8	188	470	1.128	2.820	∞
40	15,9	159	397	954	2.385	∞
30	12,8	128	320	768	1.920	∞
20	9,4	94	235	564	1.410	∞
10	5,6	56	140	336	840	∞
5	3,3	33	82	198	495	∞
3	2,2	22	55	132	330	∞

\* Qualquer fluxo acima de 150 kg<sup>3/4</sup> é considerado como fluxo alto; os números foram propositalmente omitidos para se evitar confusão com os volumes propostos para o fluxo intermediário.

**Tabela IV - Captação do óxido nitroso no quadrado do tempo\*.**

Minutos da anestesia	Volumes por minuto	
	Adulto de 70 kg	Criança de 10 kg
0 - 1	<b>2.026</b>	<b>470</b>
1 - 4	<b>675</b>	156
4 - 9	<b>405</b>	<b>94</b>
9 - 16	<b>289</b>	<b>67</b>
16 - 25	<b>225</b>	<b>52</b>
25 - 36	<b>184</b>	<b>42</b>
36 - 49	<b>156</b>	<b>36</b>
49 - 64	<b>135</b>	<b>31</b>
64 - 81	<b>119</b>	<b>27</b>
81 - 100	<b>107</b>	<b>24</b>
100 - 121	<b>96</b>	<b>22</b>
121 - 144	<b>88</b>	<b>20</b>
144 - 169	<b>81</b>	<b>18</b>
169 - 196	<b>75</b>	<b>17</b>
196 - 225	<b>70</b>	<b>16</b>

\* Estes volumes foram calculados de acordo com o Apêndice da referência 14.

uma base para determinar o sistema fechado, quando o óxido nitroso é empregado (Tabela V). Assim, o sistema fechado estará sendo empregado num adulto de 70 kg, quando um volume total de 605 ml de gases (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O e vapores anestésicos) está sendo utilizado; uma anestesia com fluxos baixos seria realizada quando volumes entre 605 e

1.462 ml são administrados; o anestesista empregaria fluxos intermediários durante a anestesia quando volumes compreendidos entre 1.452 e 3.630 ml de gases frescos são usados e fluxos altos quando volumes superiores a esses são liberados pelo fluxômetro.

Quando o anestesista administra uma mistura gasosa com 6 L.min<sup>-1</sup> (100% de oxigênio ou uma mistura de O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O) a uma criança de 10 kg, em verdade está utilizando fluxos de gases frescos superiores a 1.000 vezes o peso<sup>34</sup>, se escolhe o sistema D de Mapleson<sup>7</sup>, para a realização da anestesia, os volumes sugeridos (Tabelas II e III) serão fluxos altos segundo a classificação aqui proposta. Na criança de 10 kg, para empregar os fluxos baixos ou intermediários sugeridos na Tabela V, torna-se mandatário o emprego de um sistema com absorção de CO<sub>2</sub>; o mesmo ocorre com adulto de 70 kg, para que fluxos de 1.452 e 3.630 ml.min<sup>-1</sup> sejam administrados com segurança.

A equação de Brody e o fator 2,5, aqui propostos, podem contribuir para estabelecer um conceito matemático racional para se definir com precisão fluxos basais, baixos, intermediários e altos de gases, além dos volumes empregados em sistema fechado de anestesia, com o uso do O<sub>2</sub> puro ou da mistura O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O.

Este índice seria aplicável a todas as idades, apresentando uma flexibilidade para acomodar grandes variações metabólicas e de peso de cada paciente.

Couto da Silva J M, Aldrete J A – Fluxos de gases empregados em anestesia.

Após definirem um sistema de inalação, os autores apresentam alguns parâmetros que serviram como base para a classificação dos diversos sistemas de inalação nas literaturas nacional e internacional. Descrevem a seguir os parâmetros empregados por Moyers na classificação dos sistemas de inalação, por eles considerada como a mais simples de toda e analisam os mínimos fluxos de gases (O<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O) para se administrar uma anestesia, com segurança, com diferentes sistemas. Através de diversas tabelas, analisam os fluxos mínimos de gases recomendados para o emprego de um determinado sistema de inalação durante a ventilação espontânea ou controlada. Observam a disparidade dos diversos fluxos de gases propostos na literatura para a definição de fluxos basais, fluxos baixos, fluxos intermediários e fluxos altos, quando analisados sob o ponto de

Couto da Silva J M, Aldrete J A – Clasificación de los flujos de gases.

Después de definir un sistema de inhalación, los autores presentan algunos parámetros que sirvieron como base para la clasificación de los diversos sistemas de inhalación en la literatura nacional e internacional.

A seguir, describen los parámetros empleados por Meyers en la clasificación de los sistemas de inhalación, considerada por ellos como la más simple de todas y analizan los mínimos flujos de gases (O<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O) para administrar una anestesia con seguridad, con sistemas diferentes. Através de diversas listas, analizan los flujos mínimos de gases recomendados para el empleo de un determinado sistema de inhalación durante la ventilación espontánea o controlado.

Observan la disparidad de los diversos flujos de gases propuestos en la literatura para la definición de flujos basales, flujos bajos, flujos intermediários

vista de  $\text{ml.kg}^{-1}$ , comparando os fluxos para uma criança de 10 e um adulto de 70 kg.

Finalmente propõem uma classificação de fluxos de gases, baseada somente no número de Brody e no fator 2,5, para definir mais racional o que se convencionou chamar de fluxo basal, fluxo baixo, fluxo intermediário e fluxos altos. Esta classificação seria aplicável a todas as idades e pesos, cabendo, no entanto, ao anestesista, escolher corretamente o sistema de inalação adequado ao fluxo a ser utilizado.

Unitermos: EQUIPAMENTOS: aparelho de anestesia, classificaçãõ; FÍSICA: gases, fluxos; TÉCNICAS ANESTÉSICAS: inalatória

rios y flujos altos, cuando analisados bajo el punto de vista de  $\text{ml.kg}^{-1}$  comparando los flujos para un niño de 10 y un adulto de 70 kg.

Finalmente, proponen una clasificación de flujos de gases apoyada solamente en el número de Brody y en el factor 2,5 para definir más racional lo que se convencionó llamar de flujo basal, flujo bajo, flujo intermediário y flujos altos. Esta clasificación sería aplicable a todas las edades y pesos, cabiendo no entanto al anestesista, escoger correctamente el sistema de inhalación adecuada al flujo a ser utilizado.

#### REFERÊNCIAS

1. Eger EI II. Anesthetic systems: construction and function. In: Anesthetic uptake and action. Baltimore Maryland, the Williams and Wilkins company, 1974, pp. 206-227.
2. Pereira E A, Vieira Z E G - Sistemas de Inalação – I – Análise funcional. b.Rev bras Anest 1979; 29: 115-135.
3. Ernst E A – Selection of the anesthesia delivery system: from open drop to closed circuit. Lecture 119, 1983 Annual Refresher Course lectures, American Society of Anesthesiologists Annual Meeting.
4. Collins V J – Inhalation anesthesia. In: Principles of Anesthesiology; 2nd edition, Philadelphia, Lea and Febiger, 1976; pp. 277-310.
5. Moyers J. A nomenclature for methods of inhalation anesthesia. Anesthesiology 1953; 14: 609-611.
6. Ernst E A, Spain J A - Closed-circuit and high flow systems: examining alternatives. In: Contemporary Anesthesia Practice Edited by B. R. Brown, Philadelphia, F. A. Davis Co. USA, 1984; pp. 11-38.
7. Mapleson W W – The elimination of rebreathing in various semiclosed anesthetic systems. Br J Anaesth 1954; 26: 323-332.
8. Kain M L, Nunn J F. Fresh gas economics of the Magill circuit. Anesthesiology 1968; 29: 964-974.
9. Norman J, Adams A P, Sykes M K – Rebreathing with the Magill attachment. Anaesthesia 1968; 23:75-81.
10. Sykes M K – Rebreathing circuits: A review. Br J Anaesth 1968; 40: 666-674.
11. Orkin F K – Anesthetic systems. In: Anesthesia, Edited by R D Miller, New York, Edinburgh, London, Melbourne , Churchill Livingstone, inc., 1987; pp, 117-160.
12. Bain J A, Spoerel W E – Low flow anesthesia utilizing a single limb circuit. In: Low Flow and Closed System Anesthesias, edited by J A Aldrete, H J Lowe, R W Virtue. New York, Grune Strattonb 1979; pp. 151-164.
13. Eger EI II, Ethans C T – The effects of inflow, overflow and valve placement on economy of the circle system. Anesthesiology 1968; 29: 93-00.
14. Brody S – Bioenergetic and Growth. Reinhold, New York, 1945.
15. Lowe J H, Ernst E A – The quantitative Practice of Anesthesia. Baltimore/London, Williams and Wilkins 1981, pp. 11-24.
16. Spence A A, Alison R H, Wishart H Y – Low flow and closed systems for the administration of inhalation anesthesia. Br J Anesth 1981; 53: 69S-73S.
17. Aldrete J A, Romo-Salas F – Oxygenation with high, intermediate and low flow gas during thoracic and abdominal surgery: studies at an altitude of one mile. In... Low Flow and Closed System Anesthesia. edited by J A Aldrete, H J Love, R W Virtue. New York, Grune and Stratton, 1979; pp. 53-65.
18. Aldrete J A – A practical perspective on low, minimal and closed system anaesthesia. Acta Anaesth Belg 1984; 34: 351-356.