

10916  
*O Método da Reinalação para Medidas da Concentração Alveolar de Anestésico Inalatório*  
*Tempo de Equilíbrio Alvéolo-Bolsa Determinado Através do Análogo Elétrico/analogico de Mapleson ‡*

Renato Angelo Saraiva, EA M Sc ¶ & William W Mapleson, Ph D, D Sc §

Saraiva R A , Mapleson W W – O método da reinalação para medida da concentração alveolar de anestésico inalatório. Rev Bras Anest 31: 3: 181 - 190, 1981

AP 1464  
O método de reinalação para medir a concentração de anestésico inalatório é de grande utilidade na prática da anestesia especialmente quando se pretende desenvolver investigações clínicas. A eficiência deste método depende do conhecimento do tempo em que as concentrações de anestésico do alvéolo e da bolsa de reinalação entram em equilíbrio.

O uso do análogo elétrico de Mapleson permitiu realizar programas simulando os pacientes em diversas situações clínicas. O paciente normal, semelhante as condições basais do homem padrão peso 70 kg, altura 175 cm, débito cardíaco 6.48 l/min, ventilação alveolar 4.0 l/min, o paciente moderadamente deprimido com redução de 20% do débito cardíaco e ventilação alveolar; e o paciente acentuadamente deprimido com redução de 40% do débito cardíaco e ventilação alveolar.

Após inalar halotano durante 5, 10, 15 e 20 minutos, nos intervalos os pacientes reinalavam 20, 15, 12 e 10 segundos. No paciente normal em 10 segundos de reinalação a concentração de halotano da bolsa é mais próxima da concentração do alvéolo. No paciente moderadamente deprimido isto ocorre aos 12 segundos; e no paciente acentuadamente deprimido aos 15 segundos.

Unitermos: ANESTÉSICO: volátil, inalatório, halotano; GASES: concentração alveolar; TÉCNICA DE ANESTESIA: inalatória, com reinalação.

**T**EMPO de equilíbrio alvéolo-bolsa determinado através do análogo elétrico de Mapleson.

O conhecimento da concentração alveolar de um

agente inalatório permite ao anesthesiologista saber a dose anestésica e também calcular a quantidade de anestésico que foi captada pelo organismo.

Existem métodos que permitem uma estimativa próxima da concentração alveolar com aplicação das curvas que representam a relação entre a fracional alveolar e a fracional inspirada (FA/FI) no decorrer do tempo, desde que seja conhecida a fracional (concentração) inspirada e o tempo decorrido pode-se chegar a fracional alveolar<sup>4</sup>.

Para se fazer a medida direta da concentração alveolar de um anestésico inalatório, é necessário uma amostra de gás alveolar (gás expirado final) e um aparelho analizador. O gás expirado final não é difícil de se obter<sup>5</sup>, entretanto para se processar sua análise é necessário um instrumento que tenha um tempo de resposta muito rápido, ou então a amostra do gás coletado deve ser mantida em reservatório fechado até ser analisada. Isto geralmente resulta em erro porque o anestésico sai do reservatório por alguma via para o meio ambiente.

O método da reinalação é prático e útil desde que seja conhecido o tempo de equilíbrio, ou seja o tempo em que estão equilibradas as concentrações de anestésico do alvéolo e da bolsa de reinalação de um sistema de inalação, tipo vai e vem, sem entrada de gás fresco nem saída de gás expirado (Figura 1). Estabelecido o equilíbrio, medindo-se a concentração de anestésico no gás contido na bolsa de reinalação ou em qualquer componente do sistema de inalação sabe-se a concentração alveolar.

O tempo de equilíbrio varia muito, depende das propriedades físicas do agente anestésico, volume do sistema de inalação e das variáveis fisiológicas do paciente. Por esta razão foi idealizado um modelo teórico que permitisse todas as variações possíveis. Deste modo o análogo elétrico criado por Mapleson foi escolhido para processar este estudo.

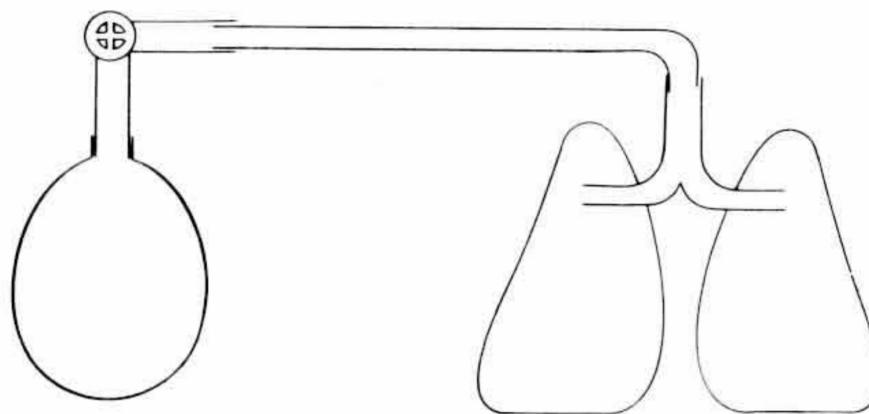


Fig 1 Sistema de reinalação.

‡ Trabalho realizado no Departamento de Anestesia da Escola de Medicina do País de Gales de 21 de julho a 04 de agosto de 1979 com suporte do Convênio CNPq-Royal Society

¶ Professor Adjunto de Anestesiologia do Departamento de Medicina Complementar da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília - Brasil

§ Professor de Física em Anestesiologia do Departamento de Anestesia da Escola de Medicina da Universidade do País de Gales, Cardiff - Grã-Bretanha

Correspondência para Renato Angelo Saraiva  
SQS 107 - Bloco J apto 202 - 70346 - Brasília, DF

Recebido em 17 de fevereiro de 1981

Aceito para publicação em 31 de março de 1981

© 1981, Sociedade Brasileira de Anestesiologia

## METODOLOGIA

O analógico e seus equivalentes<sup>1, 2</sup>.

Este instrumento consiste em um conjunto de capacitores interligados que representam os vários compartimentos orgânicos (Figura 2). A corrente elétrica entra pelo primeiro compartimento que simula o sistema de anestesia e se distribui pelos vários compartimentos de acordo com a condutância e a capacitância que são programadas em função das variáveis fisiológicas do paciente e propriedades físicas do anestésico. Basicamente a capacidade elétrica representa as capacidades dos vários compartimentos em armazenar anestésicos, e a condutibilidade (condutibilidade = 1/resistência) representa a habilidade da ventilação alveolar ou da perfusão sanguínea transportar anestésico (da boca para o alvéolo ou do pulmão para os tecidos). A tabela III explica a relação entre as variáveis fisiológicas do corpo humano e as correspondentes variáveis elétricas do analógico. A tabela I mostra os valores usados para as variáveis fisiológicas, capacidade residual funcional, ventilação alveolar, distribuição do volume corporal, débito cardíaco, e volume de sangue distribuído aos compartimentos, e as propriedades físicas dos anestésicos (solubilidade no sangue e nos tecidos) no homem padrão em condições normais<sup>3</sup>. A tabela I mostra também o volume equivalente de gás para cada compartimento que significa a capacidade do compartimento em conter anestésico, o volume equivalente de gás é igual a soma de; 1) volume de um certo gás neste compartimento. Exemplo, a capacidade residual funcional no pulmão; 2) volume de tecido multiplicado pelo coeficiente de partição tecido/gás; 3) o volume de sangue multiplicado

pelo coeficiente de partição sangue/gás. Do mesmo modo o fluxo equivalente de gás, na última coluna da tabela, é igual a ventilação alveolar ou ao fluxo sanguíneo para o compartimento multiplicado pelo coeficiente de partição sangue/gás.

A tabela II indica os valores da capacidade e condutibilidade usados no analógico elétrico para representar pacientes em condições normais. As capacidades são proporcionais ao volume equivalente de gases da tabela I (1  $\mu\text{F}$  para 1 litro); as condutibilidades são proporcionais ao fluxo equivalentes de gás (1/15  $\mu\text{mho}$  para 1 litro/minuto). Como resultado, 1 minuto em tempo real (1 litro  $\div$  1 litro/minuto) é representado no analógico por  $1\mu\text{F} \div 1/15 \mu\text{mho} = 15\mu\text{F}/\mu\text{mho} = 15$  segundos.

A figura 2 mostra que a via aérea superior do paciente (boca) pode ser ligada ao sistema de anestesia ou a bolsa de reinalação. Quando é ligada a corrente elétrica ao capacitor que representa o sistema de anestesia, a voltagem aplicada para o analógico é de 1 volt. Isto corresponde a concentração inspirada (FI) de 1% de halotano (uma pressão parcial inspirada de 1% de atmosfera). Quando o analógico é ligado ao capacitor que representa a bolsa de reinalação, as voltagens neste capacitor e no capacitor representativo do pulmão tendem a ficar com um valor muito próximo. Isto representa o processo de equilíbrio entre as pressões parciais da bolsa e do alvéolo. As voltagens foram medidas por um voltímetro digital.

Deve ser enfatizado que o analógico elétrico representa o que ocorre no paciente não apenas como um meio para qualificar mas um processo para quantificar com precisão<sup>1, 2, 3</sup>.

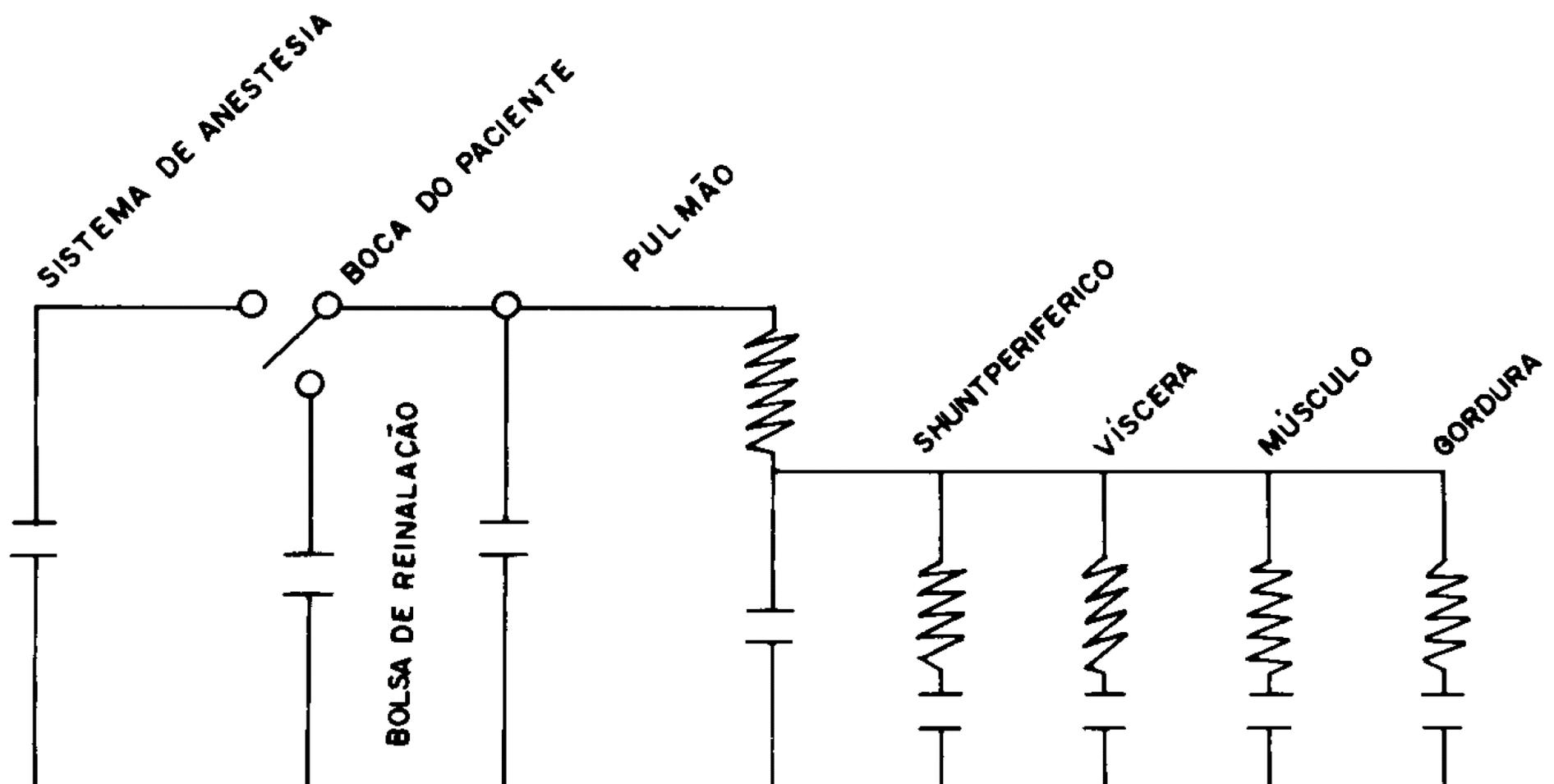


Fig 2 Diagrama do Analógico Elétrico de Mapleson.

Tabela I – Valores Fisiológicos para o Homem Padrão de 30 a 39 anos, 70 kg, 175 cm.

	Volume de gás no Tecido (Litros)	Fluxo sangüíneo (Litros/min)	Volume de sangue em equilíbrio com o tecido (Litros)	$\lambda$ Tecido/Gás	Volume equivalente de Gás <sup>6</sup>			Fluxo equivalente <sup>7</sup> de Gás (Litros/Min)
					Gás no Tecido (Litros)	Sangue em equilíbrio (Litros)	TOTAL (Litros)	
BOLSA	0.2 <sup>1</sup>	—	—	—	0.2	—	0.2	—
GÁS PULMONAR	3.4 <sup>2</sup>	—	—	—	3.4	—	7.1	4.0 <sup>3</sup>
TECIDO PULMONAR	0.5	6.48 <sup>4</sup>	1.03	2.4	1.2	2.47	1.01	2.50
SHUNT PERIFÉRICO	—	1.04	0.42	2.4 <sup>5</sup>	—	1.01	1.01	2.50
VÍSCERA	5.94	4.01	1.60	6.08	36.1	3.84	40.0	9.62
MÚSCULO	37.39	1.13	1.65	6.0	224.3	3.96	228.3	2.71
GORDURA	12.84	0.30	0.44	155.0	1990	1.06	1991	0.72

1. Metade do volume corrente.

2. Capacidade Residual funcional + metade do volume corrente.

3. Ventilação alveolar.

4. Débito Cardíaco.

5. Coeficiente de partição ( $\lambda$ ) Sangue/Gás.

6. Volume equivalente de gás é o volume de gás que poderia ser contido no sangue ou nos tecidos como os anestésicos.

Volume equivalente de gás = volume do tecido x  $\lambda$  tecido/gás ou volume de sangue x  $\lambda$  sangue/gás.

7. Fluxo equivalente de gás é o fluxo de gás que poderia ser transportado pelo sangue como os anestésicos.

Fluxo equivalente de gás = fluxo sangüíneo x  $\lambda$  sangue/gás.

Valores normais de Steward et al<sup>6</sup> and Mapleson<sup>3</sup>.

Valores de  $\dot{V}_A$  e  $\dot{Q}$  podem ser reduzidos em 20% ou 40% nos pacientes com depressão cardio-respiratória.

Foi estabelecido que quando o paciente iniciava o processo de reinalação a bolsa estava vazia correspondendo ao final da inspiração. Portanto o volume da bolsa variava entre zero e um volume corrente (0 a VT). Enquanto o volume de gás no pulmão variava entre a capacidade residual funcional e a soma desta com um volume corrente (CRF e CRF + VT). A capacidade média do pulmão foi representada pela soma da capacidade residual funcional mais metade do volume corrente mais o volume equivalente de gás do tecido pulmonar e o volume de sangue em equilíbrio com o pulmão; e a capacidade da bolsa de reinalação, foi representada pelo volume médio da bolsa, ou seja metade do volume corrente (tabela I). Quando um paciente real começa a esvaziar a bolsa de reinalação, a maior parte da primeira metade do volume corrente é a mistura inspirada que veio do aparelho de anestesia e do espaço morto anatômico. Portanto a capacidade da bolsa de reinalação teve sempre a carga de 1 volt correspondente a 1% de halotano, antes de simular um período respiratório.

O procedimento foi realizado do seguinte modo. O paciente era ligado ao sistema de anestesia durante 5, 10, 15 e 20 minutos de tempo real que correspondem a 1 min 15 seg, 2 min 30 seg, 3 min 45 seg e 5 min do tempo do analógico. O paciente era ligado a bolsa de reinalação, e reinalava por 10, 12, 15 e 20 segundos de tempo real que correspondiam a 2.5, 3, 3.8, e 5 segundos do tempo do analógico. Após cada período de inalação seguia-se imediatamente um período de reinalação, assim alternadamente, até completar toda a série. O período de reinalação era sempre o mesmo em cada série de períodos de inalação. Era feita uma reinalação de 10 segundos após cada inalação de 5, 10, 15 e 20 minutos. O mesmo pro-

cedimento era repetido mais três vezes, ou seja uma série de inalações de 5, 10, 15 e 20 minutos para cada período de reinalação de 12, 15 e 20 segundos. Tabelas IV, V, e VI. As voltagens no capacitor da bolsa e no capacitor do pulmão (simulando as concentrações de halotano na bolsa e alvéolo) eram ligadas no início e no fim de cada período de reinalação. Isto foi possível através de uma ligação (interruptor) especial no analógico, quando este era ligado para "arrest" todos os capacitores eram desligados de modo que a voltagem permanecia no voltímetro digital até que o interruptor fosse ligado para a posição "normal".

## RESULTADOS

O paciente normal com valores do débito cardíaco e ventilação alveolar dentro dos limites da normalidade, reinalava durante 15, 12 e 10 segundos uma série de segundos de cada vez, após ter inalado (FI) halotano a 1% durante 5, 10, 15 e 20 minutos, apresentou os resultados da tabela IV mostrando que em 10 segundos de reinalação a concentração da bolsa (Fb) é mais próxima da concentração alveolar (FA) antes da reinalação. Tabela VII.

O paciente com moderada depressão cardíaco - respiratória, estando os valores do débito cardíaco e ventilação alveolar reduzidos em cerca de 20% em relação aos valores normais, reinalando 20, 15 e 12 segundos (uma série de segundos de cada vez) após inalação de halotano (FI) a 1% durante 5, 10, 15 e 20 minutos mostrou os resultados que constam da tabela V, onde pode ser visto que no período de reinalação de 12 segundos a concentração da

Tabela II – Valores dos Componentes Elétricos do Analógico.

	Capacidade <sup>1</sup> C $\mu$ F	Condutibilidade <sup>1</sup> G $\mu$ mho
BOLSA	0.2	—
PULMÕES	7.1	0.268
SHUNT	—	—
PERIFÉRICO	1.0	0.165
VÍSCERA	40.0	0.642
MÚSCULO	230.0	0.192
GORDURA	$\infty$ 2	0.052

1. Valores disponíveis mais próximos daqueles calculados de 1  $\mu$ F corresponde 1 litro do volume equivalente de gás total (tabela I) e 1/15  $\mu$ mho corresponde a 1 litro/minuto do fluxo equivalente de gás (tabela I).

2. Um curto circuito.

Valores para um paciente normal. Pacientes com depressão cardio-respiratória os valores de condutibilidade foram reduzidos em 20 ou 40%.

bolsa (Fb) é mais próxima da concentração alveolar (FA) antes da reinalação. Tabela VII.

O paciente com acentuada depressão cárdio-respiratória, com os valores do débito cardíaco e ventilação alveolar 40% reduzidos em relação aos valores normais, reinalando durante 15 e 20 segundos (uma série de segundos de cada vez) após inalação de halotano (FI) a 1% durante 5, 10, 15 e 20 minutos, apresentou os resultados da tabela VI mostrando que em 15 segundos a concentração da bolsa (Fb) após a reinalação é mais próxima da concentração alveolar (FA) antes da reinalação. Tabela VII.

### DISCUSSÃO

O método da reinalação para medir a concentração alveolar de anestésico inalatório é de grande utilidade na prática da anestesia principalmente nas investigações clínicas. A eficiência deste método depende de conhecimento do tempo em que as concentrações de anestésicos do alvéolo e da bolsa de reinalação entram em equilíbrio. Nes-

te estudo foram mostrados estes tempos considerando três situações freqüentes em que os pacientes podem estar durante a anestesia. Em condições normais, muito semelhante as condições basais; com uma depressão cárdio-respiratória moderada, cerca de 20% de redução do débito cardíaco e de ventilação alveolar; e com depressão cárdio-respiratória acentuada, cerca de 40% de redução do débito cardíaco e da ventilação alveolar. O uso do analógico elétrico de Mapleson permitiu fazer estes programas que seriam de execução muito difícil em um modelo clínico-experimental.

O tempo de equilíbrio entre alvéolo e bolsa de reinalação depende do débito cardíaco, ventilação alveolar, solubilidade do agente anestésico, e volume da bolsa e demais componentes do sistema de inalação. No presente estudo foi utilizado sempre o halotano como agente anestésico, e o mesmo sistema de reinalação. As variações foram de débito cardíaco e de ventilação alveolar que representaram as condições clínicas dos pacientes conforme foi descrito acima.

Quando começa a reinalação a primeira metade da

Tabela III — Correspondência entre as variáveis físicas e fisiológicas do corpo humano e as variáveis elétricas do analógico<sup>1</sup>.

Física e Fisiológica	Elétrica	Física e Fisiológica	Elétrica
Quantidade de anestésico	Carga	Taxa de captação = ventilação alveolar X (FI - FA)	Corrente que passa para o compartimento pulmonar = condutibilidade do compartimento pulmonar X (volts de Entrada - volts de saída)
Taxa de captação ou transporte de anestésico.	Corrente		
Pressão parcial ou concentração na fase gás, na qual o compartimento entra em equilíbrio	Voltagem	Quantidade de anestésico no 1.º compartimento ( $C_1$ ) = volume de tecido de $C_1$ X $\lambda$ tecido/gás de $C_1$ X concentração na fase gás, na qual o compartimento entra em equilíbrio	Carga de $C_1$ = Capacidade $C_1$ X volts de $C_1$
Volume equivalente de gás = volume de gás ou volume do tecido x $\lambda$ tecido/gás	Capacidade		
Fluxo equivalente de gás = fluxo de gás ou fluxo de sangue x $\lambda$ sangue/gás	Condutibilidade		

primeira expiração coloca na bolsa metade do volume corrente de gás em concentração muito próxima à concentração inspirada de halotano, ou seja 1%. Neste momento a concentração alveolar de halotano é de 0.3 a

0.5%, tabela IV, V e VI. Portanto, como a reinalação continua, a concentração de halotano em um pequeno volume de gás contido na bolsa, cujo valor médio é cerca de 0.2 litros, tabela I, rapidamente cai porque vai entran-

Tabela IV – Paciente normal.

Tempo Real	Tempo do analógico	Bolsa de reinalação (Fb)	Pulmão (Alvéolo) (FA)
15 segundos de reinalação			
5:0	1:55	0.992	0.331
5:15	1:18,8	0.280	0.267
10:0	2:00	0.996	0.409
10:15	2:33,8	0.371	0.356
15:0	3:45	0.994	0.461
15:15	3:48,8	0.423	0.411
20:0	5:0	0.993	0.495
20:15	5:03,8	0.468	0.451
12 segundos de reinalação			
5:0	1:15	0.992	0.331
5:12	1:18	0.310	0.285
10:0	2:30	0.993	0.410
10:12	2:33	0.376	0.362
15:0	3:45	0.992	0.461
15:12	3:48	0.443	0.424
20:0	5:0	0.996	0.496
20:12	5:03	0.482	0.461
10 segundos de reinalação			
5:0	1:15	0.997	0.332
5:10	1:17,5	0.333	0.297
10:0	2:30	0.992	0.411
10:10	2:32,5	0.392	0.372
15:0	3:45	0.994	0.462
15:10	3:47,5	0.461	0.433
20:0	5:0	0.992	0.498
20:10	5:02,5	0.493	0.465

Tabela V — Paciente com moderada depressão cardio-respiratória.

Tempo Real	Tempo do analógico	Bolsa de reinalação (Fb)	Pulmão (Alvéolo) (FA)
20 segundos de reinalação			
5:0	1:15	0.994	0.322
5:20	1:20	0.285	0.264
10:0	2:30	0.989	0.396
10:20	2:35	0.352	0.337
15:0	3:45	0.994	0.448
15:20	3:50	0.412	0.397
20:0	5:0	0.993	0.486
20:20	5:05	0.445	0.435
15 segundos de reinalação			
5:0	1:15	0.992	0.321
5:15	1:18,8	0.293	0.272
10:0	2:30	0.990	0.396
10:15	2:33,8	0.379	0.354
15:0	3:45	0.988	0.448
15:15	3:48,8	0.433	0.410
20:0	5:0	0.996	0.487
20:15	5:03,8	0.469	0.447
12 segundos de reinalação			
5:0	1:15	0.981	0.319
5:12	1:18	0.320	0.281
10:0	2:30	0.990	0.394
10:12	2:33	0.390	0.361
15:0	3:45	0.992	0.447
15:12	3:48	0.435	0.413
20:0	5:0	0.990	0.478
20:12	5:03	0.489	0.451

do em equilíbrio com a concentração baixa de um volume bem maior de gás contido no pulmão, cujo valor médio é 3.4 litros. Isto é comparado à condição da bolsa na primeira expiração, o anestésico é transferido do pulmão para a bolsa pela ventilação alveolar. Então quando a ventilação alveolar está reduzida a concentração de anestésico na bolsa cai mais lentamente. Isto é confirmado

pelos dados das tabelas, IV, V e VI. Com ventilação normal a concentração cai e se aproxima muito da concentração alveolar aos 10 segundos (tabela IV); com 20% de redução da ventilação alveolar isto ocorre aos 12 segundos (tabela V); e com 40% de redução aos 15 segundos (tabela VI). Então a redução na ventilação alveolar de 20% ou 40% produz um proporcional aumento no

tempo de equilíbrio entre alvéolo e bolsa de 20% ou 50%.

Ao mesmo tempo em que o anestésico está sendo conduzido da bolsa para o pulmão pela ventilação, é também transferido do pulmão para os compartimentos orgânicos pela circulação, porque estes estão com concen-

tração baixas. Portanto mais anestésico vai para os compartimentos pelo sangue arterial do que volta destes para o alvéolo pelo sangue venoso. A condutibilidade no analógico representa a diferença entre o que vai pelo sangue arterial e o que retorna pelo sangue venoso.

Tabela VI – Paciente com grave depressão cardio-respiratória.

Tempo Real	Tempo do analógico	Bolsa de reinalação (Fb)	Pulmão (Alvéolo) (FA)
20 segundos de reinalação			
5:0	1:15	0.996	0.302
5:20	1:20	0.286	0.259
10:0	2:30	0.990	0.368
10:20	2:35	0.353	0.328
15:0	3:45	0.996	0.417
15:20	3:50	0.396	0.376
20:00	5:0	0.986	0.455
20:20	5:05	0.437	0.418
15 segundos de reinalação			
5:0	1:15	0.989	0.303
5:15	1:18,8	0.314	0.267
10:0	2:30	0.990	0.368
10:15	2:33,8	0.376	0.337
15:0	3:45	0.997	0.418
15:15	3:48,8	0.412	0.384
20:0	5:0	0.997	0.457
20:15	5:03,8	0.466	0.430

O MÉTODO DA REINALAÇÃO

TABELA VII – Resultado sumário dos cálculos

Tempo de Reinalação (segundos)	$\left( \text{Fb depois da reinalação} \right)$		$- \left( \text{FA antes da reinalação} \right)$		$\left( \text{Fb depois da reinalação} \right)$		$\div$	$\left( \text{FA antes da reinalação} \right)$		
	10	12	15	20	10	12		15	20	
Tempo de Inalação (minutos)	%				%					
Paciente normal										
5	0.001	-0.021	-0.051		100.3	93.7	84.6			
10	-0.019	-0.034	-0.038		95.4	91.7	90.7			
15	-0.001	-0.018	-0.038		99.8	96.1	91.8			
20	-0.005	-0.014	-0.027		99.0	97.2	94.5			
média	<u>-0.006</u>	<u>-0.022</u>	<u>-0.038</u>		<u>98.6</u>	<u>94.7</u>	<u>90.4</u>			
Paciente com moderada depressão cardio-respiratória (mais freqüente)										
5		0.001	-0.028	-0.037		100.3	91.3	88.5		
10		-0.004	-0.017	-0.044		99.0	95.7	88.9		
15		-0.012	-0.015	-0.036		97.3	96.7	92.0		
20		-0.011	-0.018	-0.041		102.3	96.3	91.6		
média		<u>-0.001</u>	<u>0.020</u>	<u>-0.040</u>		<u>99.7</u>	<u>95.0</u>	<u>90.2</u>		
Paciente com grave depressão cardio-respiratória										
5			0.011	-0.016			103.6	94.7		
10			0.008	-0.015			102.2	95.9		
15			-0.006	-0.021			98.6	95.0		
20			0.009	-0.018			102.0	96.0		
média			<u>0.006</u>	<u>-0.018</u>			<u>101.6</u>	<u>95.4</u>		

Saraiva R A , Mapleson W W – Rebreathing method to measure the alveolar concentration of inhalation anesthetic. Rev Bras Anest 31: 3: 181 - 190, 1981.

The rebreathing method of measuring the alveolar concentration of an inhalation anaesthetic is very useful in the practice of anaesthesia and especially in clinical investigations. The accuracy of this method depends on knowledge of the time which the anaesthetic concentration in the rebreathing bag takes to come into equilibrium with the concentration in the alveoli.

Using the Mapleson electrical analogue it was possible to simulate the rebreathing process in clinical conditions: the normal patient, similar to a standard man under basal conditions, with body weight 70 kg, height 175 cm, cardiac output 6.48 l/min, and alveolar ventilation 4.0 l/min, the moderately depressed patient with 20% reduction of cardiac output and alveolar ventilation, and the very depressed patient with 40% reduction of cardiac output and alveolar ventilation.

Halothane was inhaled for 20 minutes, with intervals of rebreathing (lasting 20, 15, 12 or 10 seconds), at 5, 10, 15 and 20 min. In the normal patient the halothane concentration in the bag is nearest to the alveolar concentration after 10 seconds of rebreathing. In the moderately depressed patient the equilibrium occurs at 12 seconds; and in the very depressed patient at 15 seconds.

Key - Words: ANESTHETIC: volatile, inhalation, halothane; GASES: alveolar concentration; ANESTHETIC TECHNIQUE: inhalation, rebreathing method.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mapleson W W – Quantitative Prediction of anesthetic concentrations em "Uptake and distribution of anesthetic agents. Editado por Papper, E M e Kitz, R J, McGraw Hill Book Company Inc New York, 1963, pag 104 - 119.
2. Mapleson W W – An Electrical Analogue for the Uptake and exchange of inert gases and other agents. *J Appl Physiol* 18: 197 - 204, 1963.
3. Mapleson W W – Circulation-time models of the uptake of inhaled anaesthetics and data for quantifying them. *Brit J Anaesth* 45: 319 - 334, 1973.
4. Saraiva R A – Modelo Exponencial na Farmacocinética dos anestésicos inalatórios. *Rev Bras Anest* 28: 3 - 18, 1978.
5. Saraiva R A – Influência das condições de nutrição na farmacocinética dos anestésicos. *Rev Bras Anest* 25: 18, 1975.
6. Steward A , Allott P R , Cowles A L , Mapleson W W – Solubility coefficients for inhaled anaesthetics for water, oil, and biological media. *Brit J Anaesth* 45: 282 - 293, 1973.

## Resumo de Literatura

## EFEITOS CARDIOVASCULARES DO PANCURÔNIO EM PACIENTES ANESTESIADOS COM ENFLURANO E FLUROXENO

*Foram investigados os efeitos do pancurônio sobre a pressão arterial e a frequência de pulso em pacientes anestesiados com fluroxeno ou enflurano, antes do início do procedimento cirúrgico.*

*Sabe-se que o fluroxeno aumenta ligeiramente a atividade do sistema nervoso simpático, ao passo que o enflurano a diminui.*

*Em níveis cirúrgicos de anestesia pelo fluroxeno, o pancurônio elevou tanto a pressão arterial como a frequência do pulso. Já nos pacientes anestesiados pelo enflurano, a pressão arterial não se alterou e a frequência do pulso elevou-se apenas temporariamente e em menor proporção.*

*A maior elevação da frequência do pulso observada durante anestesia pelo fluroxeno parece dever-se, em parte, ao efeito bradicardizante inicial deste anestésico. Entretanto, a elevação constante da pressão arterial só pode ser explicada com base na estimulação simpática produzida pelo fluroxeno e não mascarada pelo pancurônio.*

*A administração prévia de atropina suprimiu os efeitos cardiovasculares do pancurônio, independentemente do anestésico utilizado.*

*(Pauca A L , Skovsted P – Cardiovascular effects of pancuronium in patients anaesthetized with enflurane and fluroxene. *Canad Anaesth Soc J* 28: 39 - 45, 1981).*

*COMENTÁRIO: Os resultados deste estudo indicam que os efeitos cardiovasculares do pancurônio são mais intensos em estados de estimulação simpática do que em estados de depressão. Embora não tenham sido determinados os níveis plasmáticos e urinários de catecolaminas nem o débito cardíaco dos pacientes estudados, há trabalhos anteriores mostrando que o fluroxeno e o enflurano, em concentrações similares às utilizadas, provocam respectivamente estimulação e depressão simpáticas moderadas. (Nocite J R)*