

## ALGUNS FENÔMENOS FÍSICOS RELACIONADOS COM O USO DO RESPIRADOR TAKAOKA (\*)

W. W. HAY (\*\*)

AP2415

*O efeito da conexão de um respirador de Takaoka a um aparelho de anestesia é uma redução do fluxo de gases causando um erro na leitura dos fluxômetros, tanto maior, quanto maior o fluxo dos gases. Há uma diminuição não só do fluxo total de gases como também pode haver uma modificação das concentrações numa mistura gasosa.*

*Os vários fatores que influenciam o fluxo e a concentração dos gases são determinados e variam conforme certos detalhes de construção dos aparelhos de anestesia. São feitas sugestões para diminuir ou eliminar o efeito da resistência do respirador de Takaoka sobre os fluxômetros.*

Quando se conecta um respirador de Takaoka a um fluxômetro, especialmente se este for o de um aparelho de anestesia, observa-se com frequência que a leitura do fluxômetro indica valores menores do que os observados antes desta conexão. Quando isto acontece precisa-se saber se o fluxo total realmente diminuiu e no caso de uma mistura de gases, se houve alteração em sua composição, e de quanto que foram estas modificações.

Este artigo propõe-se a estabelecer sumariamente quais os fatores responsáveis mais importantes e sugere os meios usados para determinar os efeitos da resistência sobre o fluxo total e a composição dos gases. Para compreender estes fenômenos tornar-se mister recordar alguns fatos relativos ao respirador Takaoka.

A energia necessária para operar o respirador é obtida do gás liberado para ele, pelo aparelho de anestesia. Este gás

(\*) Trabalho realizado em 1964.

(\*\*) Engenheiro Senior do Departamento de Pesquisa da Ohio Chemical & Surgical Equipment Co. Madison, Wisconsin, 1964.

(\*\*\*) Nota do Tradutor: Alterações semelhantes podem ser observadas quando se conecta um vaporizador de Takaoka a um aparelho de anestesia.

deve passar através de um orifício estreito (resistência) onde adquire uma alta velocidade, fazendo funcionar um Venturi.

A pressão necessária para forçar o gás através o orifício depende da velocidade do fluxo do gás e de sua composição. A figura I ilustra a relação entre pressão de admissão e o fluxo real dela resultante, ao passar pelo respirador. A curva inferior mostra esta relação para o oxigênio, enquanto que a superior mostra o que acontece com o óxido nitroso. O espaço entre as duas curvas representa tôdas as proporções possíveis da mistura dêstes dois gases.

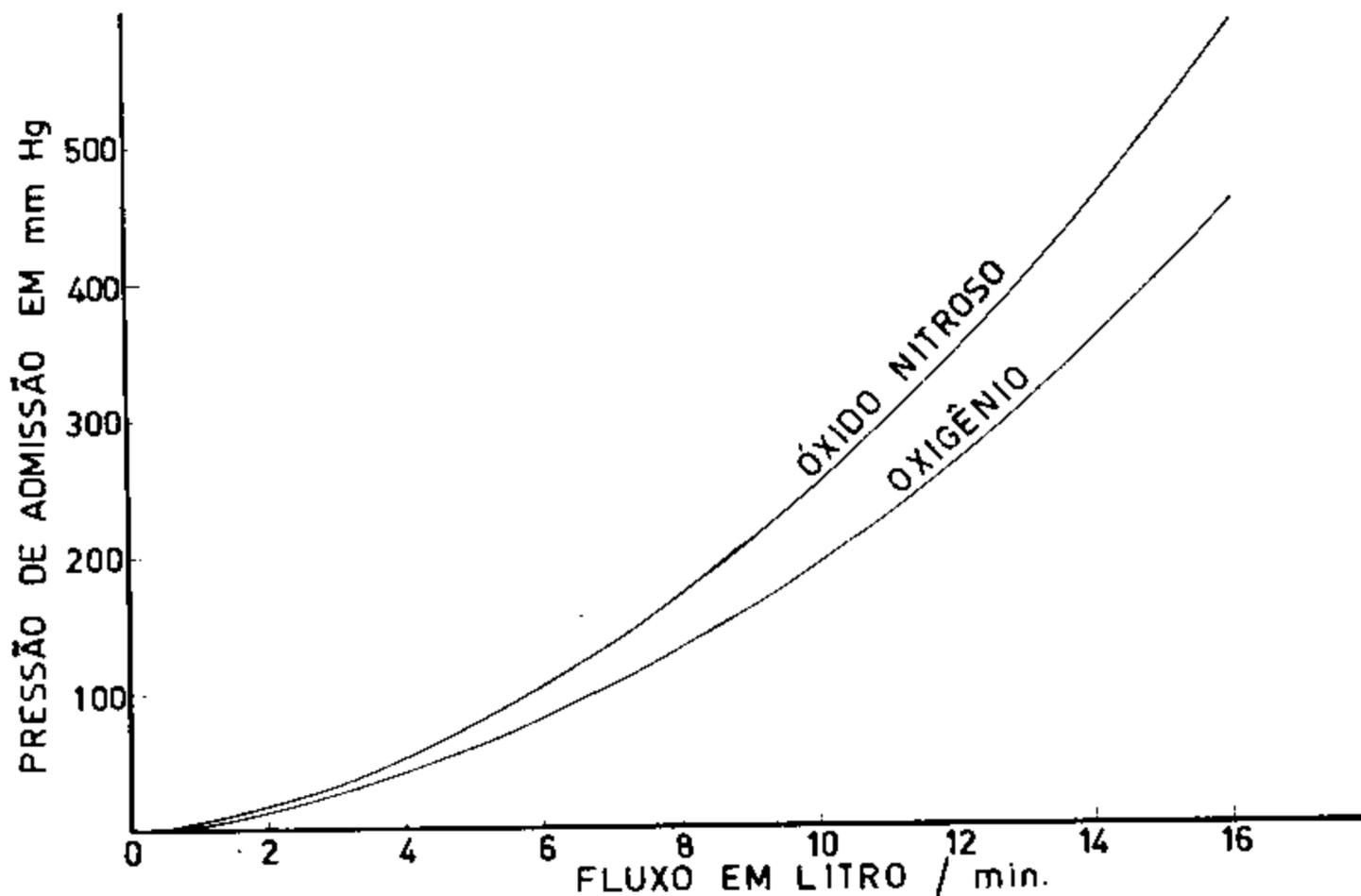


FIGURA 1

Praticamente todos os aparelhos de anestesia são projetados para darem saída de gás com cêrca de uma atmosfera de pressão absoluta. Ocasionalmente quando se usa ventilação mecânica ou manual, há um certo aumento da pressão (20 a 30 mm Hg) na linha de saída dos gases. Mesmo estas alterações mínimas podem produzir alterações visíveis nos níveis dos fluxômetros. As pressões associadas com o fluxo de 12 l/min através do respirador produzem pressões muito mais altas e portanto alterações muito mais evidentes, como mostra a figura 1.

O efeito desta pressão adicional na linha de saída dos gases de um aparelho de anestesia depende das características dêste aparelho. Praticamente em todos os tipos usados

para anestesia, esta pressão adicional aumentará a densidade do gás que flúe através os fluxômetros, e desta forma faz com que êstes indiquem fluxos menores.

Isto não implica em qualquer alteração da massa atual de gás que flúe por unidade de tempo, embora esta também possa estar reduzida. O fluxo de cada gás é controlado por um orifício (a válvula de agulha) e pelas pressões imediatamente antes (retrógrada) e depois (anterógrada) do orifício. Tipicamente a quantidade de fluxo através um orifício não é afetado por uma alteração da pressão anterógrada desde que, em termos absolutos, não exceda de metade da pressão retrógrada. Um simples exemplo ilustrará êstes fatos:

Suponhamos um aparelho de anestesia no qual a válvula redutora de oxigênio está ajustada para fornecê-lo a uma pressão de 2 kg/cm<sup>2</sup> (3 kg/cm<sup>2</sup> em termos absolutos) e que a válvula de agulha de oxigênio está reduzindo a pressão para 1 kg/cm<sup>2</sup> aplicada ao fluxômetro. Se fôr interposta uma resistência ao fluxo de 300 mm Hg (0,4 kg/cm<sup>2</sup>) na saída do aparelho, a pressão anterógrada à válvula aumentará para 1,4 kg/cm<sup>2</sup> (Absoluto). Desde que esta pressão anterógrada é ainda menor que a metade da pressão retrógrada (3 kg/cm<sup>2</sup>, absoluto), o fluxo não será alterado. Entretanto se a válvula redutora fôr regulada para fornecer uma pressão de 0,5 kg/cm<sup>2</sup> (1,5 kg/cm<sup>2</sup> absoluto) e fôr interposta a mesma resistência, o fluxo será reduzido drásticamente, pois a pressão anterógrada (1,4 kg/cm<sup>2</sup>) se aproximará excessivamente da pressão retrógrada (1,5 kg/cm<sup>2</sup>). Daí concluimos que, se se deseja utilizar o respirador de Takaoka após os fluxômetros de um aparelho de anestesia introduzindo assim uma resistência alta após o orifício da válvula de agulha, há necessidade de aumentar a pressão do gás liberado pelas válvulas redutoras de tal modo que esta pressão seja sempre maior do que o dôbro da pressão aplicada ao fluxômetro. O fluxo de gás que passa pelas válvulas de agulha então não será influenciado pela presença ou ausência do respirador. O fluxo real desejado deve ser ajustado com o respirador desconectado do aparelho de anestesia e a modificação do fluxo indicado que resulte da conexão do respirador poderá ser ignorado.

O aumento da pressão anterógrada produzido pela conexão de um respirador (ou outra peça que aumente a pressão na linha de saída de gases) pode produzir outros efeitos no aparelho de anestesia. Assim, certos aparelhos de anestesia possuem uma válvula de escape que limita a pressão máxima que pode ser aplicada aos fluxômetros, funcionando

como válvula de segurança dos fluxômetros. Se a pressão que abre esta válvula de escape fôr menor do que a necessária para fazer funcionar o respirador de Takaoka, parte do fluxo escapará pela válvula de segurança.

Um vazamento no aparelho, que em condições normais causa uma perda de gás muito pequena, pode com um aumento na pressão da linha de saída de gases como o produzido pelo respirador de Takaoka, produzir resultados muito sérios, pois o escapamento aumenta com o aumento da pressão na linha de saída. Além disto, se êste escape estiver localizado num ponto onde o oxigênio passa isoladamente, antes de se misturar com outros gases, haverá escapamento preferencial do oxigênio, podendo se produzir misturas hipóxicas.

Para avaliar os efeitos do emprêgo do respirador de Takaoka em determinado aparelho de anestesia, é conveniente medir o fluxo real de seus fluxômetros, separadamente para cada gás. Isto pode ser feito medindo o tempo necessário para deslocar um determinado volume de água num frasco graduado. Êste contrôle deve ser feito com vários fluxos de cada fluxômetro, sem conectar o respirador e novamente após conexão do respirador, sem reajuste da válvula de agulha. Se a presença do respirador não alterar os fluxos, medidos por deslocamento de água, êste poderá ser usado com o aparelho, desde que dentro dos limites máximos medidos por deslocamento, não havendo alteração de fluxo total, nem da composição porcentual dos gases.

Se houver diminuição do fluxo medido por deslocamento de água, após a conexão do respirador, deve-se procurar localizar um escapamento no aparelho de anestesia, que deverá ser eliminado. Se o escape fôr através da válvula de segurança do fluxômetro, deve-se escolher entre manter o êrro ou sacrificar tôda ou parte da proteção que esta válvula oferece ao aparelho de anestesia, eliminando-a ou ajustando-a para pressões mais elevadas.

Se, eliminados todos os escapes do aparelho de anestesia e após conexão do respirador de Takaoka verificar-se que continua diminuindo o fluxo medido por deslocamento de água, deve-se determinar a pressão de saída da válvula redutora. Isto pode ser feito, conectando-se um manômetro em cada linha de gás separadamente, após a válvula redutora e antes da válvula de agulha. Como alternativa conecta-se um manômetro à saída de gases do aparelho, faz-se passar um fluxo pequeno através da válvula de agulha e verifica-se a pressão em presença da resistência, até haver equilíbrio ou

ainda até que se demonstre que se ultrapassou a relação de pressão necessária de 2:1 para manter um fluxo constante em face de alterações de pressão retrógradas. Deve-se tomar muito cuidado quando se faz esta medida, para evitar aumentos da pressão acima de determinado nível que poderia danificar o aparelho. As válvulas redutoras devem se possível ser ajustadas de modo a assegurar sempre a manutenção da relação de 2:1 em quaisquer fluxos que se deseja usar através do respirador.

#### SUMMARY

##### SOME PHYSICAL PHENOMENA ASSOCIATED WITH THE USE OF THE TAKAOKA RESPIRATOR

The effect of connecting a Takaoka Respirator to an anesthesia apparatus is a reduction in the indicated rates of flow. The degree of error is larger at high flows.

This phenomenon may or may not be associated with a reduction in the mass flow rates, and with a change in the composition a gas mixture.

Various factors exerting an influence on mass flow rates and composition of mixtures are discussed, and methods of determining their magnitude in a particular anesthetic apparatus are outlined. Suggestions are made for minimizing or eliminating their effects.



#### LIVROS NOVOS

Macintosh, R. R. Bryce-Smith, R. — OERTLICHE BETAUONG: ABDOMINAL — CHIRURGIE. Analgesia Local: Cirurgia Abdominal. Vol. 32 da série Anaesthesiology and Resuscitation, da editora Springer — (Berlin, Heidelberg, New York) 1968 — 73 páginas, 91 figuras, encadernado; DM 38,00 ou US\$ 9,50.

Trata-se de um livro "velho conhecido", em tradução para o alemão da segunda edição (1962) de um dos clássicos de anestesia local. Resta-nos apenas comentar sobre a real necessidade desta tradução e sua apresentação gráfica. Um livro cuja alta qualidade didática depende essencialmente das excelentes figuras, como é o caso deste, num país em que pelo menos a maior parte dos médicos lê o inglês, não sei se está justificada uma tradução. A apresentação gráfica também perdeu um pouco em relação ao original, diminuindo as figuras e o tamanho das letras para comprimi-lo em menos 8 páginas. Para o leitor alemão, sem dúvida, o livro tem além do valor didático um valor histórico, como clássico que é.

*Peter Spiegel*