

## Ventilação Monopulmonar

David Ferez, TSA <sup>1</sup>

Ferez D - Monopulmonary Ventilation

KEY WORDS: EQUIPMENTS: ventilator; PATHOPHYSIOLOGY: ventilation, one lung; PHYSIOLOGY: ventilation, pulmonary; VENTILATION: mechanical, one lung

Nos últimos anos, o progresso da cirurgia torácica ocorreu à medida que foram sendo compreendidas as alterações fisiológicas inerentes à abertura do tórax. O domínio desse conhecimento e o entendimento dos mecanismos envolvidos vieram possibilitar a realização segura dos procedimentos intratorácicos.

Nos primórdios da especialidade, a barreira a ser transposta foi o acesso cirúrgico à cavidade torácica, uma vez que, o pneumotórax em um paciente ventilando espontaneamente torna improvável a sobrevivência. Este problema só foi resolvido na primeira metade deste século com o desenvolvimento das técnicas de intubação traqueal e da ventilação mecânica com pressão positiva intermitente. O uso dos curares, o desenvolvimento das técnicas de bloqueio brônquico (Maggill 1934 e Crafoörd 1938) e o desenvolvimento dos tubos de dupla luz (Carlens 1949) permitiram o aprimoramento técnico. As técnicas desenvolvidas ao longo dos anos saíram do centro cirúrgico e ganharam indicações específicas nas unidades de tratamento intensivo <sup>1</sup>.

### DESLOCAMENTO DO MEDIASTINO

Na fase inspiratória com o tórax aberto, a incursão diafragmática conduz o ar atmosférico para dentro da cavidade pleural. Isto leva a um colapso do pulmão afetado. A pressão negativa intrapleural do lado intacto provoca uma retração mediastinal para este lado. O fenômeno oposto ocorre na expiração.

Os fatos acarretam um *balanço do mediastino*, com grave repercussão hemodinâmica pela torção dos vasos da base e liberação de reflexos vagais (Fig 1).

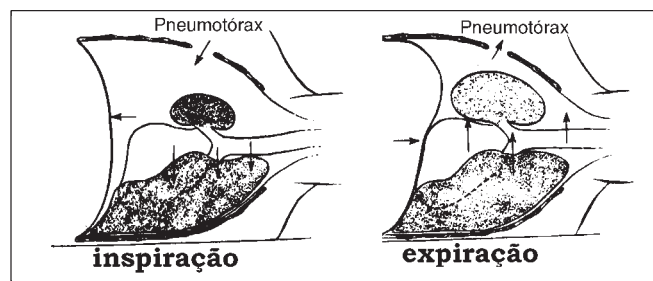


Fig 1 - Balanço do Mediastino

<sup>1</sup> Prof. Adjunto da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Terapia Intensiva da Escola Paulista de Medicina - UNIFESP e Anestesiologista do Hospital Beneficência Portuguesa de São Paulo e Hospital Santa Rita, SP

Correspondência para David Ferez  
Av. Moaci, nº 1834 - Planalto Paulista  
04083-005 São Paulo, SP

Apresentado em 30 de julho de 1995  
Aceito para publicação em 6 de dezembro de 1995

© 1996, Sociedade Brasileira de Anestesiologia

### AR PÊNDULO

Durante a fase inspiratória, a contração do diafragma permite que o pneumotórax colapse ainda mais o pulmão afetado. Por outro lado, o tórax íntegro se expande aspirando ar daquele pulmão.

Na fase expiratória, com o relaxamento do diafragma, o lado íntegro se retrai e ocorre a *liberação de ar* para o lado lesado. Este fenômeno, *mecanismo do ar pêndulo*, conduz a grave hipercapnia (Fig 2).

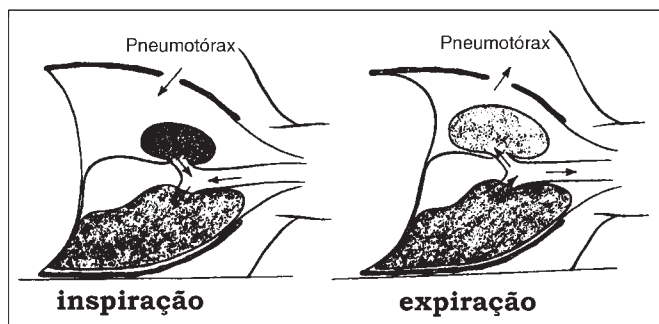


Fig 2 - Mecanismo do Ar Pêndulo

### FISIOLOGIA DA POSIÇÃO EM DECÚBITO LATERAL

As características especiais da circulação pulmonar (baixa resistência e alta complacência) e as modificações ocasionadas pelo decúbito lateral na ventilação conduzem a fenômenos interessantes:

- 1 - O paciente em decúbito lateral respirando espontaneamente.

Nesta situação a gravidade faz com que o fluxo sanguíneo pulmonar se faça com maior intensidade para o pulmão inferior (que passaremos a chamar de pulmão dependente) e com menor intensidade para o pulmão superior (que passaremos a chamar de pulmão não-dependente) (Fig 3).

Devido a compressões externas parciais do mediastino e do abdome o pulmão dependente trabalha na faixa mediana da curva de complacência pulmonar, adequada à ventilação. Já o pulmão não-dependente, livre de compressões externas, é conduzido a trabalhar na faixa superior da curva de complacência pulmonar, inadequada à ventilação (Fig 4).

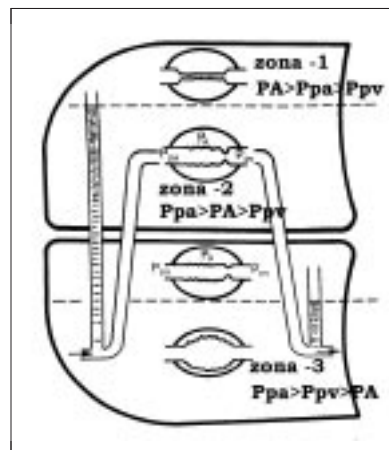


Fig 3 - Fluxo Sanguíneo em Decúbito Lateral

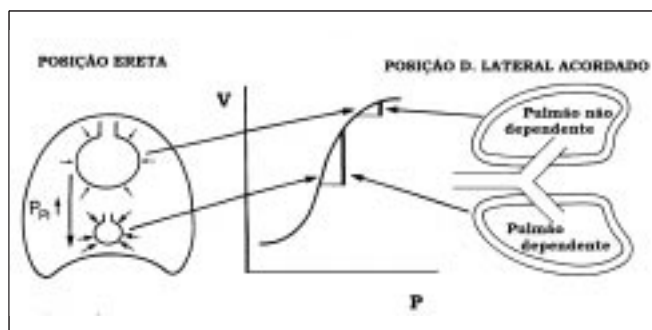


Fig 4 - Ventilação em Decúbito Lateral

Concluindo, o pulmão dependente recebe maior fluxo sanguíneo e é melhor ventilado. O pulmão não dependente recebe menor fluxo e é menos ventilado. Como somatória desses efeitos observa-se pouca variação na relação ventilação/perfusão.

- 2 - O paciente em decúbito lateral apnéico (anestesiado) com tórax fechado.

O fluxo sanguíneo permanece inalterado em relação ao quadro anterior pela alta complacência da circulação pulmonar e a influência da força da gravidade.

A utilização de bloqueadores neuromusculares fazem com que a queda do mediastino e das vísceras abdominais sejam mais acentuadas sobre o pulmão dependente. As compressões

externas levam o pulmão dependente a trabalhar na faixa inferior da curva de complacência pulmonar, inadequada à ventilação.

O pulmão não dependente sofre compressões externas parciais do abdome e é levado a trabalhar na faixa mediana da curva de complacência pulmonar, adequada à ventilação.

A somatória dos efeitos induz a alterações importantes da relação ventilação/perfusão.

O pulmão não-dependente, mais ventilado mas menos perfundido, apresenta-se com o efeito espaço morto. No pulmão dependente mais perfundido, mas menos ventilado, predomina o efeito *shunt* (Fig 5).

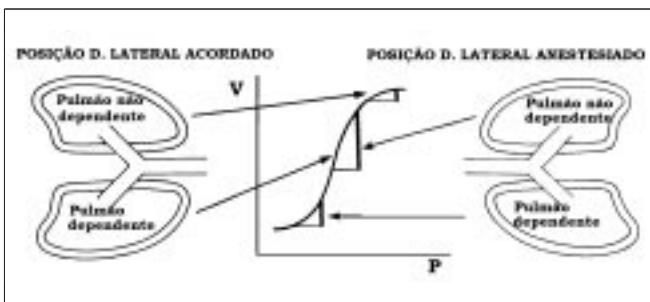


Fig 5 - Ventilação em Decúbito Lateral, Anestesiado

3 - Paciente em decúbito lateral, apnéico (anestesiado), com tórax aberto.

O fluxo sanguíneo permanece inalterado em relação aos quadros anteriores. Contudo, no que se refere aos fenômenos ventilatórios pode existir uma piora, uma vez que a abertura do tórax permite uma ventilação pulmonar ainda maior, sem aumento na perfusão no pulmão não-dependente.

Pode-se contornar este fenômeno deletério acrescentando-se uma pressão positiva no final da expiração (PPFE) no pulmão dependente. O objetivo seria conduzir este pulmão a trabalhar na faixa mediana da curva de complacência pulmonar (região ótima da curva de complacência).

4 - Paciente em decúbito lateral, apnéico (anestesiado), com tórax aberto e o pulmão não dependente sendo operado (colabado).

Nesta situação existe grave perigo de hipoxemia. Só parcialmente o fluxo sanguíneo consegue ser desviado do pulmão não dependente (colabado) para o pulmão dependente. O efeito da gravidade e a vasoconstricção pulmonar hipóxica contribuem para isto, mas não impedem completamente o fluxo através do pulmão colabado.

O pulmão não dependente (colabado) apresenta ainda um pequeno fluxo sanguíneo e, portanto, com efeito *shunt*.

Por outro lado, o pulmão dependente recebe a maior parte do fluxo sanguíneo pulmonar e se encontra na faixa inferior da curva de complacência pulmonar, inadequada à ventilação, o que conduz também a um efeito *shunt*<sup>2-4</sup> (Fig 6).

A adição de pressão positiva ao final da

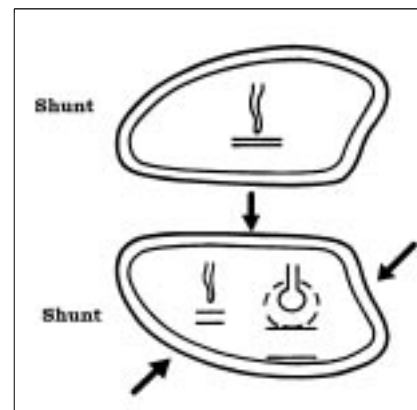


Fig 6 - Causas de *Shunt* na Anestesia Monopulmonar

expiração (PPFE) no pulmão dependente, a utilização de uma pressão positiva contínua nas vias aéreas (PCVA) e a ventilação em jatos de alta frequência (VJAF) no pulmão não dependente (colabado) melhoram as trocas gasosas. Estes modelos não prejudicam o campo operatório e diminuem significativamente o *shunt* pulmonar (Fig 7).

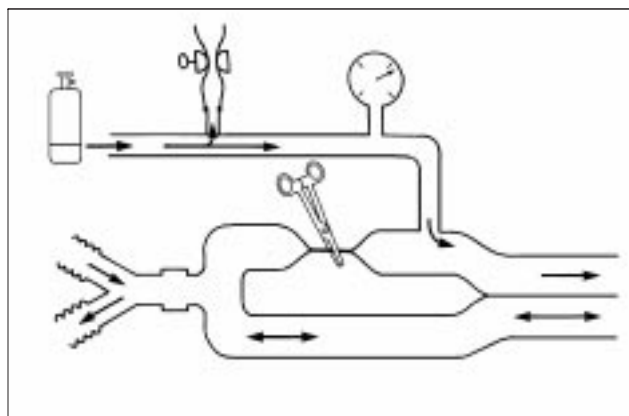


Fig 7 - Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas & Pressão Positiva ao Final da Expiração

Na ventilação monopulmonar suprimimos a ventilação de um dos pulmões, como já foi mencionado. Os objetivos são vários, tanto em anestesiologia como em terapia intensiva. Em anestesiologia o objetivo principal é evitar que o pulmão dependente se contamine com secreções do pulmão não-dependente (superior, colabado ou cirúrgico) <sup>1</sup>.

#### Indicações da Ventilação Monopulmonar

A anestesia monopulmonar é utilizada para uma variedade de procedimentos cirúrgicos. Suas indicações podem ser resumidas no quadro abaixo (Quadro I).

#### TÉCNICAS DE SEPARAÇÃO PULMONAR

Quadro I - Indicações da Ventilação Monopulmonar

Absolutas	Controle de Secreção	Infecção Hemoptise	
	Controle da Ventilação	Fístula bronco-pleural de alto débito SARA - patologia pulmonar unilateral Cisto pulmonar unilateral	
Relativas	Exposição Cirúrgica	Grande prioridade	Pneumectomia Lobectomia superior Aneurismectomia Ao Toroscopia
		Pequena prioridade	Lobectomia inferior Lobectomia média Segmentectomia Cirurgias esofágicas

Muitos métodos têm sido descritos e utilizados para separar a região interessada do pulmão. A escolha da técnica é determinada por um grande número de considerações, como a natureza da cirurgia, doença pulmonar prévia, morfologia alterada das vias aéreas e experiência do anestesiológico. As técnicas mais conhecidas são apresentadas no Quadro II.

Quadro II - Técnicas de Bloqueio Pulmonar

Bloqueadores Brônquicos	Crafoörd Magill Thompson Fogarty
Tubos Endobrônquicos de Lume Simples	Machray (esq) MacIntosh-Leartherdale (esq) Bromptom (esq) Gordon-Green (dir)
Tubos Endobrônquicos de Duplo Lume	Carlens (esq) White (dir) Bryce-Smith (dir/esq) Robertshaw (dir/esq)

A ventilação monopulmonar com bloqueadores brônquicos é realizada colocando-se o bloqueador (Magill, Fogarty etc.) às cegas ou por via broncoscópica no brônquio interessado.

A intubação traqueal é executada normalmente com um tubo traqueal convencional. Esta técnica é uma alternativa para as crianças com menos de 10 anos que necessitam de ventilação monopulmonar, pois o menor tubo de duplo lume de que dispomos é o 28 F (Fig 8 e 9).

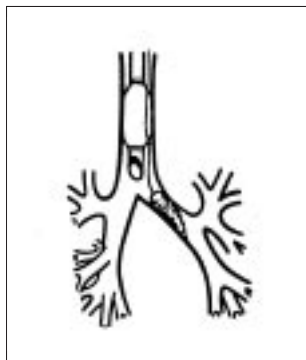


Fig 8 - Bloqueador Crafoörd

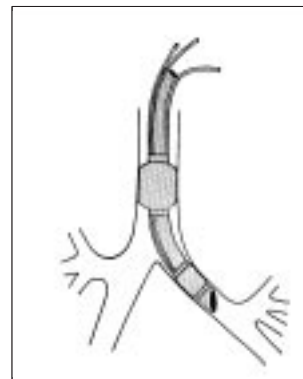


Fig 10 - Tubos de Brompton

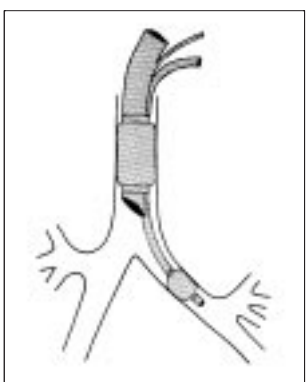


Fig 9 - Bloqueador Brônquico com Fogarty

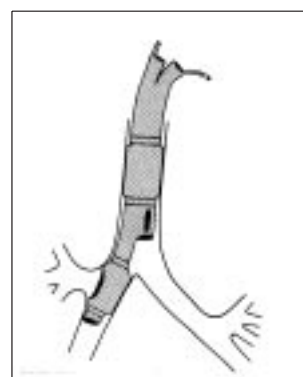


Fig 11 - Tubo de Bryce-Smith

Os tubos endobrônquicos simples foram utilizados durante muito tempo. Entretanto, atualmente vêm sendo pouco utilizados (Fig 10).

Os tubos endobrônquicos de duplo lume são os mais utilizados na prática clínica.

Quando a cirurgia é no pulmão direito, os tubos de duplo lume para a esquerda são utilizados.

Na ocasião em que a cirurgia é realizada no pulmão esquerdo, os tubos de duplo lume para a direita ou esquerda podem ser utilizados. No entanto, nos procedimentos muito próximos da carina, os tubos de duplo lume para a direita são obrigatórios (Figura 11).

Os tubos de duplo lume para a direita, quando deslocados ou incorretamente posicionados, podem conduzir à hipoventilação do lobo superior direito.

O tubo de Carlens, o primeiro de duplo lume a ser idealizado, é ainda muito utilizado no Brasil. Sua colocação é realizada do seguinte modo: a curvatura distal para a esquerda é direcionada anteriormente em relação ao paciente, ficando a curvatura proximal para a direita. Após a passagem da ponta do tubo pela laringe, ele é rodado 180° no sentido anti-horário. Isto é necessário pela presença do gancho carineal, ficando este, então, na posição anterior, a curvatura distal voltada posteriormente e a proximal para a esquerda. Então introduz-se cerca de dois centímetros dentro da traquéia e roda-se noventa graus no sentido horário. Nesta última posição a curvatura distal fica orientada para a esquerda e a proximal anteriormente. O tubo é empurrado suavemente pela traquéia até que se encontre uma discreta resistência (Fig 12 e 13).

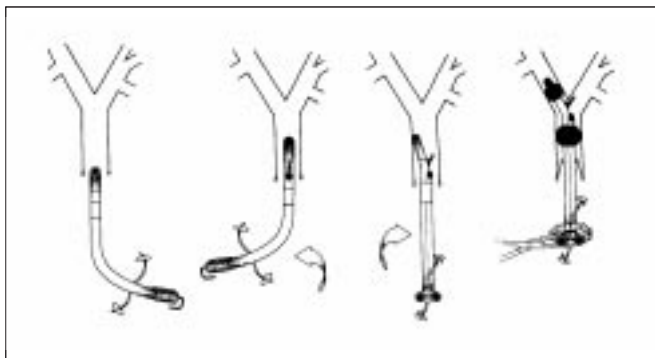


Fig 12 - Locação do Tubo de Carlens

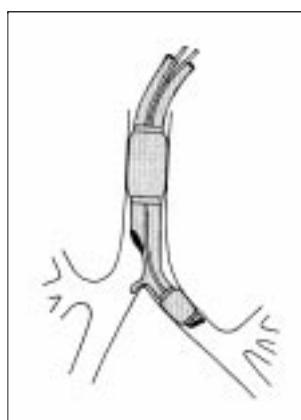


Fig 13 - Tubo de Carlens Posicionado

O tubo do tipo Broncho-Cath (similar ao tubo de Robertshaw) é o mais utilizado na atualidade nos EUA. Isto é devido à menor possibilidade de lesão traqueal (ausência do gancho carineal) e a seu material (Cloreto de Polivinil) menos irritante da árvore traqueal.

O Broncho-Cath-esquerdo é colocado do seguinte modo: a curvatura distal (esquerda) é direcionada anteriormente ao paciente, ficando a curvatura proximal para a direita. Após a passagem da extremidade anterior do tubo pela laringe, este é rodado 90° no sentido anti-horário. Procedendo-se desta maneira a curvatura proximal agora torna-se orientada anteriormente e a distal para a esquerda. O tubo é empurrado suavemente pela traquéia até que se encontre uma discreta resistência.

O Broncho-Cath-direito é colocado do

seguinte modo: a curvatura distal (direita) é direcionada anteriormente ao paciente, ficando a curvatura proximal para a esquerda. Após a passagem da extremidade anterior do tubo pela laringe, este é rodado 90° no sentido horário. Procedendo-se desta maneira a curvatura proximal agora assume orientação anterior e a distal para a direita. O tubo é empurrado suavemente pela traquéia até que se encontre uma discreta resistência<sup>4-8</sup>.

A correta localização dos tubos de duplo lume é vital. Se incorretamente colocados podem conduzir o paciente ao óbito.

As técnicas para se verificar a correta posição do tubo deve seguir a seguinte ordem:

- 1- Inflar o balonete traqueal e verificar a ventilação bilateralmente
- 2- Inflar o balonete do brônquio e verificar a ventilação bilateralmente
- 3- Clampear, alternadamente, um dos ramos do tubo de duplo lume e ventilar o paciente. À Ausculta pulmonar, o murmúrio respiratório deve desaparecer do lado que está clampeado e permanecer contralateralmente.

Para não exceder na pressão dos balonetes, o volume inflado deve ser apenas suficiente para que não se ausculte a saída de gás pela traquéia.

Ventilando-se o lado do balonete brônquico, este é inflado até que não se perceba a saída de gás pelo ramo oposto, colocado em selo de água. Por exemplo, o Broncho-Cath-esquerdo (balonete brônquico esquerdo): ventilando-se o pulmão esquerdo, deve-se inflar o balonete até que pare de borbulhar gás pelo ramo traqueal (em selo de água)<sup>1</sup> (Figura 14).

A confirmação, se possível, deve ser feita por broncoscopia.

Embora existam várias descrições de complicações na literatura, decorrentes do uso destes tubos, as principais são:

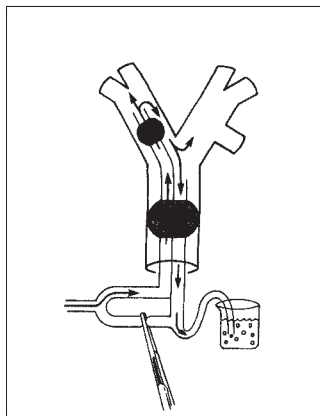


Fig 14 - Avaliação do Balonete Brônquico

- 1-Trauma das vias aéreas - trauma dos tecidos moles, deslocamento das cartilagens aritenóides, edema.
- 2-Deslocamento ou mal posicionamento do tubo - pode ser evitado através de rigorosa avaliação e de uma fixação adequada.
- 3-Obstrução - freqüente no tubo de Carlens (pequena luz), em presença de secreções.
- 4-Hipoxemia - secundária a alterações da relação ventilação/perfusão.

Ferez D - Ventilação Monopulmonar

UNITERMOS: EQUIPAMENTOS: ventilador;  
 FISILOGIA: ventilação, pulmonar;  
 FISIOPATOLOGIA: ventilação, monopulmonar;  
 VENTILAÇÃO: mecânica, monopulmonar

#### REFERÊNCIAS

01. Benumof JL - Anesthesia for Thoracic Surgery, 2<sup>nd</sup> Ed. Philadelphia, WB Saunders, 1995; 805.
02. Eisenkraft JB, Cohen E, Kaplan JA - Anesthesia for thoracic surgery, in: Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK - Clinical Anesthesia 1<sup>a</sup> Ed. Philadelphia, JB Lippincott, 1989; 905-946.
03. Prough DS, Marshall BE - Toracic Anaesthesia, em: Nimmo WS, Smith G - Anaesthesia. 1<sup>a</sup> Ed. Oxford Blackwell Scientific, 1989; 527-575.
04. Aitkenhead AR - Anesthesia for Thoracic Surgery, in: Aitkenhead AR, Smith G -Textbook of Anaesthesia. 2<sup>a</sup> Ed, Avon, Churchill Livingstone, 1990; 615-628.
05. Gray TC - Anestesia para Cirurgia Pulmonar, em: Churchill-Davidson HC, Wylie, WD - Anestesiologia. 3<sup>a</sup> Ed, Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan, 1974; 268-285.
06. Collins VJ - Técnica Endobrônquica, em: Collins VJ - Princípios de Anestesiologia. 2<sup>a</sup> Ed, Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan, 1978; 272-276.
07. Marshall BE, Longnecker DE, Fairley HB - Anesthesia for Thoracic Procedures. 1<sup>a</sup> Ed, Boston Blackwell Scientific Publications, 1989; 640.
08. Manisfield R, Jenkins R - Practical Anaesthesia for Lung Surgery. London Balière Tindall, 1967; 188.