MÓDULO 12: **VOLUMES E CAPACIDADES PULMONARES E TESTE DE FUNÇÃO PULMONAR**

Prof. Dr. Rubens Fazan Jr.

A medida dos volumes e capacidades pulmonares, ou seja, os volumes de ar que entram e saem dos pulmões durante a atividade respiratória (normal ou forçada), é de fundamental importância na avaliação da função do sistema respiratório. Os principais métodos utilizados para realizar essas medidas são a espirometria e a pneumotacografia.

ESPIROMETRIA

Construído por John Hutchinson (1811-1895), o espirômetro foi o primeiro aparelho usado para quantificar a função pulmonar.

Confeccionado em alumínio, o espirômetro é constituído de um reservatório contendo ar atmosférico (ou oxigênio puro), mergulhado em um compartimento com água para impedir que esse ar saia do aparelho e permitir a livre excursão do reservatório para cima e para baixo, durante a inspiração e a expiração respectivamente (Figura 1A).

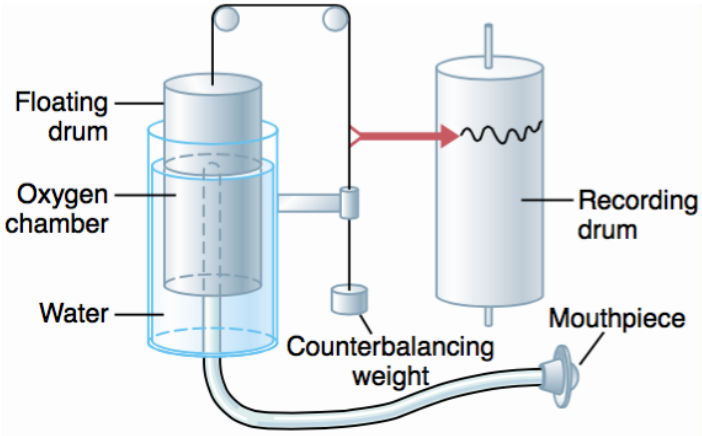

Figura 1: Representação esquemática de um espirômetro (modificado de: Fisiologia Médica, Guyton e Hall 10ª Edição)

O método consiste na inspiração do ar contido no reservatório através de um bocal. Através de uma pena inscritora acoplada ao reservatório, os movimentos respiratórios são registrados em um papel que passa sob essa pena. Durante a expiração, o cilindro sobe e a pena desce, marcando um gráfico em movimento. Dessa forma, o volume corrente (VC), o volume de reserva inspiratório (VRI) e o volume de reserva expiratório (VRE) podem ser medidos. O volume total exalado a partir de uma inspiração máxima é chamado de capacidade vital (CV) (Figura 2). Entretanto, permanece nos pulmões um volume de ar após uma expiração máxima, chamado volume residual (VR). Este volume não pode ser medido com um espirômetro. Dois métodos possibilitam a mensuração deste volume, a diluição do gás Hélio (He) e a pletismografia de corpo inteiro.

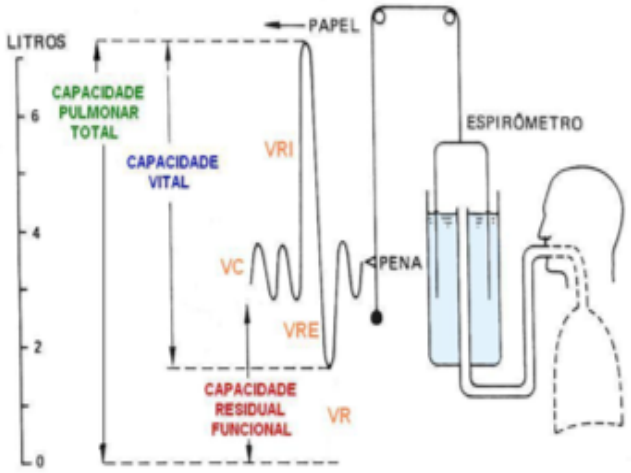

Figura 2: Volumes e Capacidades Pulmonares. Adaptado de West (1996).
A espirometria representa uma importante ferramenta na área da Fisiologia Respiratória, pois continua sendo um método altamente confiável e bastante usado para a avaliação clínica do paciente.

PNEUMOTACOGRAFIA
O método de pneumotacografia foi introduzido pelo alemão Fleisch (1925). A medida da ventilação através desse método depende da lei de Poiseuille (1840). De acordo com essa lei, os tubos retos apresentam fluxo laminar que é dado por:
Fluxo = $\Delta P \times (\pi . r^4)/(8.\eta . l)$, em que:
ΔP = diferença de pressão, representa a diferença de pressão entre os sistemas de tubos; r= raio;
η = viscosidade;
l = comprimento do tubo.
Se o conjunto de tubos e o gás utilizado forem sempre os mesmos, a equação pode ser simplificada da seguinte forma:
Fluxo = $\Delta P/R$, em que:
R = resistência (Compare lei de Ohm: $I = \Delta V/R$)
O sistema de pneumotacografia (Figura 3) consiste de um tubo com subdivisões paralelas no interior desse que servem para manter fluxos laminares de gases. A inspiração e expiração promovem alterações no gradiente de pressão do sistema. Essas alterações são medidas através de um transdutor de pressão diferencial de alta sensibilidade, conectado nos dois lados do sistema.
O pneumotacógrafo não fornece o volume corrente diretamente. Atualmente, os sistemas que processam os sinais proporcionam a visualização e a quantificação do fluxo respiratório e derivam o volume corrente expirado e inspirado. A calibração pode ser realizada passando-se, simplesmente, um volume conhecido de ar através do sistema de tubos.

Vantagens do método: trata-se de um sistema aberto que permite estudar respostas ventilatórias durante o exercício ou em outras condições dinâmicas. Além disso, o sistema utilizado na pneumotacografia proporciona informações instantâneas necessárias em alguns testes de função pulmonar, como por exemplo, curvas de fluxo / volume.
Desvantagens do método: esse método requer que a narina esteja fechada para que os ciclos respiratórios sejam realizados pela boca através de um conector. Esse procedimento pode alterar o padrão respiratório dos pacientes e de animais de experimentação.

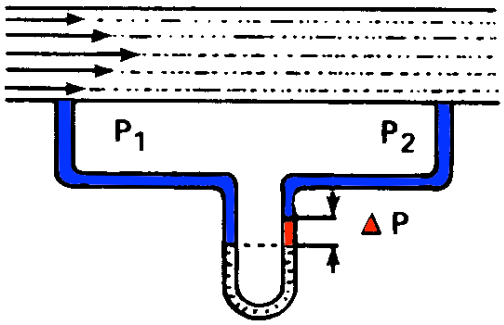

Figura 3: Componentes do sistema de pneumotacografia.

TESTE DA FUNÇÃO PULMONAR (PNEUMOTACOGRAFIA)

Volume expirado forçado durante um segundo (VEF1) comparado com a capacidade vital forçada (CVF)

Este teste é rotineiramente usado para avaliar a função pulmonar. Os procedimentos do mesmo são quase iguais aos realizados para obter somente a capacidade vital (CV) do pulmão. Tal teste exige que um indivíduo saudável expire aproximadamente 80% da capacidade vital forçada durante um segundo. Assim, é preciso que o indivíduo inspire o volume máximo e, em seguida, faça uma expiração com o máximo de força, sendo esta tão forte e rápido quanto possível. Quando há algum tipo de doença obstrutiva a pessoa não consegue expirar 80% do volume pulmonar em 1 segundo durante a expiração forçada porque há redução do fluxo do ar expirado. Para expirar tal porcentagem o individuo demora mais tempo (Figura 3B). Sendo assim, o VEF1 é uma importante ferramenta na detecção de doenças como: asma e enfisema.

A figura 3 mostra o perfil da expiração forçada em um indivíduo normal (A), em um paciente com **uma doença obstrutiva (B)** e em um paciente com **doença restritiva (C)**. Nesta última, o paciente é capaz de expirar 80 a 90 % da capacidade vital durante o primeiro segundo da expiração forçada. Porém, a capacidade vital mostra-se reduzida (o volume total expirado é menor em comparação aos valores obtidos em indivíduos saudáveis).

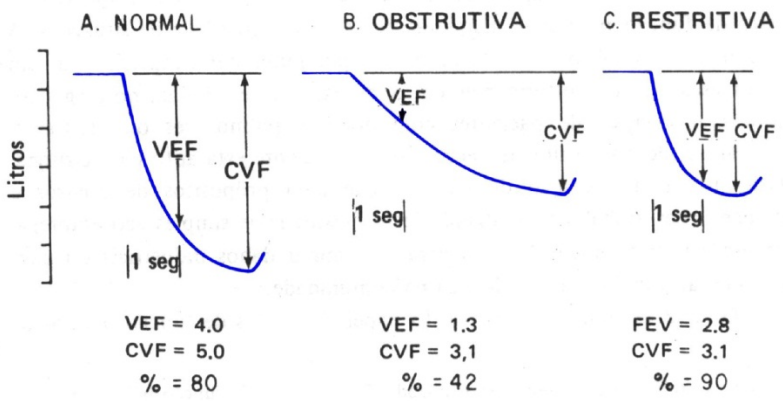

Figura 3: Determinação do volume expiratório forçado e capacidade vital forçada.