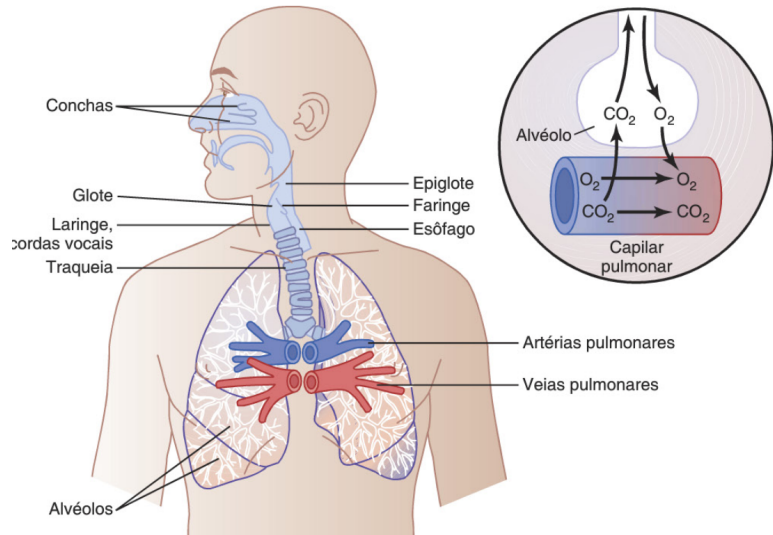


## Fisiologia: Ventilação Pulmonar - Maria Rita Bessa XXVII

\* a função do sistema respiratório é, primeiro, a de suprir oxigênio para os tecidos e, segundo, de remover o gás carbônico

\* etapas da respiração

- ⇒ **ventilação pulmonar**: influxo e efluxo de ar entre a atmosfera e os alvéolos pulmonares
- ⇒ **difusão alveolar**: difusão de  $O_2$  e  $CO_2$  entre os alvéolos e o sangue
- ⇒ **transporte de gases pelo sangue**
- ⇒ **regulação da ventilação**



a difusão de gases depende da espessura da membrana alvéolo-capilar

\* ventilação pulmonar x alveolar (renovação contínua de ar nos alvéolos)

### Nariz

\* não atua apenas na condução do ar, também o **pré-condiciona ao aquecimento, umidificação e limpeza**

\* as conchas nasais superior, média e inferior permitem a turbulência do ar: permite que o ar sofra esses processos

### Músculos que produzem a expansão e a contração pulmonar

\* os pulmões podem ser expandidos e contraídos de duas maneiras

(1) movimentos de subida e descida do m. diafragma para **aumentar ou diminuir o volume da cavidade torácica**

(2) elevação e depressão das costelas para **aumentar ou diminuir o diâmetro anteroposterior** da cavidade torácica

\* a respiração tranquila normal é realizada quase que inteiramente pela ação do diafragma que, durante a inspiração, puxa as superfícies inferiores do pulmão para baixo e, na expiração, esse músculo simplesmente relaxa

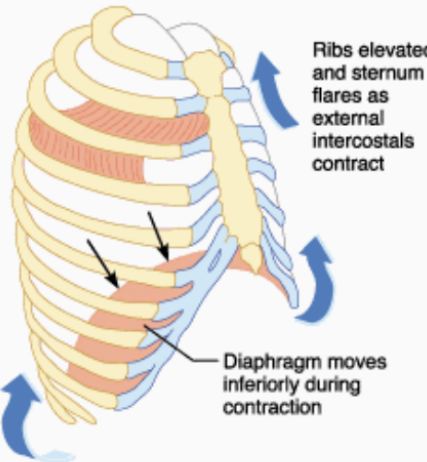
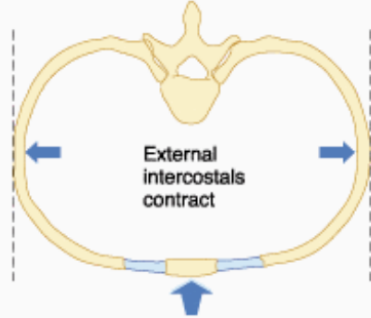
\* durante a respiração vigorosa, a rápida expiração necessária é obtida a partir da contração da musculatura abdominal, que empurra o conteúdo abdominal para cima, contra a parte inferior do diafragma, comprimindo os pulmões

### Músculos da inspiração

- \* diafragma e intercostais externos (elevam as costelas)
- \* musculatura acessória: ECM, serrátil anterior e escalenos

### Movimentos inspiratórios

- \* movimento de braço de bomba: ocorre quando o esterno se desloca para frente e para cima, elevando as costelas e aumentando o diâmetro AP
- \* movimento de alça de balde: ocorre quando as costelas se movem lateralmente e para cima, aumentando o diâmetro AP

|             | Sequence of events  | Changes in anterior-posterior and superior-inferior dimensions                     | Changes in lateral dimensions  |
|-------------|---|--|--|
| Inspiration | <ol style="list-style-type: none"> <li>① Inspiratory muscles contract (diaphragm descends; rib cage rises)</li> <li>② Thoracic cavity volume increases</li> <li>③ Lungs stretched; intrapulmonary volume increases</li> <li>④ Intrapulmonary pressure drops (to <math>-1</math> mm Hg)</li> <li>⑤ Air (gases) flows into lungs down its pressure gradient until intrapulmonary pressure is 0 (equal to atmospheric pressure)</li> </ol> |  |  |

### Músculos da expiração

- \* nenhum músculo atua na expiração basal
- \* atuam na expiração forçada os músculos abdominais e intercostais internos

Pressões que causam o movimento do ar para dentro e para fora dos pulmões

- \* os pulmões são estruturas que colapsam, como um balão, e expelle todo o ar pela traqueia toda vez que não existe forma para mantê-lo inflado
- \* o pulmão flutua na cavidade torácica, cercado por uma fina camada de líquido pleural que lubrifica o movimento dos pulmões dentro da cavidade
- \* a sucção contínua do excesso de líquido pleural para os canais linfáticos mantém leve tração entre a superfície visceral da pleura pulmonar e a superfície parietal da pleura da cavidade torácica → pulmões presos à parede torácica

Parte do vídeo sobre pressão intrapleura: <https://youtu.be/tdl2FtophW4?si=69QyleTxBDHwJgtr&t=883>

### Pressão intrapleural

- \* pressão do líquido no estreito espaço entre a pleura visceral e parietal
- \* a leve sucção entre os folhetos pleurais já citada resulta em uma pressão negativa
- \* a pressão intrapleural sempre permanece menor que a alveolar, em cerca de  $-5\text{cmH}_2\text{O}$
- \* durante a inspiração, a expansão da caixa torácica cria mais pressão negativa, que chega a cerca de  $-7,5\text{cmH}_2\text{O}$
- \* essa crescente negatividade resulta em um aumento de  $0,5\text{L}$  no volume pulmonar
- \* na expiração os eventos são essencialmente revertidos: pressão na pleura durante a expiração =  $-5\text{cmH}_2\text{O}$

### Pressão alveolar

- \* corresponde a pressão do ar dentro dos alvéolos pulmonares
- \* pressão intralveolar na inspiração é cerca de  $759\text{cmH}_2\text{O}$  e na expiração  $761\text{cmH}_2\text{O}$
- \* durante a inspiração normal, a pressão alveolar diminui para cerca de  $-1\text{cmH}_2\text{O}$  a fim de causar o influxo de ar para o interior dos pulmões: essa pressão negativa é capaz de puxar  $0,5\text{L}$  de ar para o interior dos pulmões
- \* durante a expiração, a compressão da caixa torácica eleva a pressão alveolar para cerca de  $+1\text{cmH}_2\text{O}$ , e força a saída do  $0,5\text{L}$  de ar inspirado dos pulmões
- \* se uma pessoa respira com o nariz e a boca fechada, a pressão pode chegar a  $-80\text{ mmHg}$  ou a  $+100\text{ mmHg}$

### Pressão transpulmonar

- \* corresponde a diferença entre a pressão alveolar e a pressão pleural, ou seja, entre os alvéolos e as superfícies externas dos pulmões

### Surfactante nos alvéolos

- \* tensão superficial: atração forte de moléculas de água na superfície quando esta está em contato com o ar, formando uma firme membrana contrátil
- \* no caso dos alvéolos, a superfície da água também está tentando se contrair, resultando em uma tentativa de forçar o ar para fora do alvéolo e induzir o seu colapso

índice de distensibilidade de estruturas elásticas

- \* complacência pulmonar: grau de extensão dos pulmões por cada unidade de aumento da pressão transpulmonar
- \* no adulto normal, sempre que a pressão transpulmonar aumentar  $1\text{cmH}_2\text{O}$ , o volume pulmonar se expandirá  $200\text{mL}$

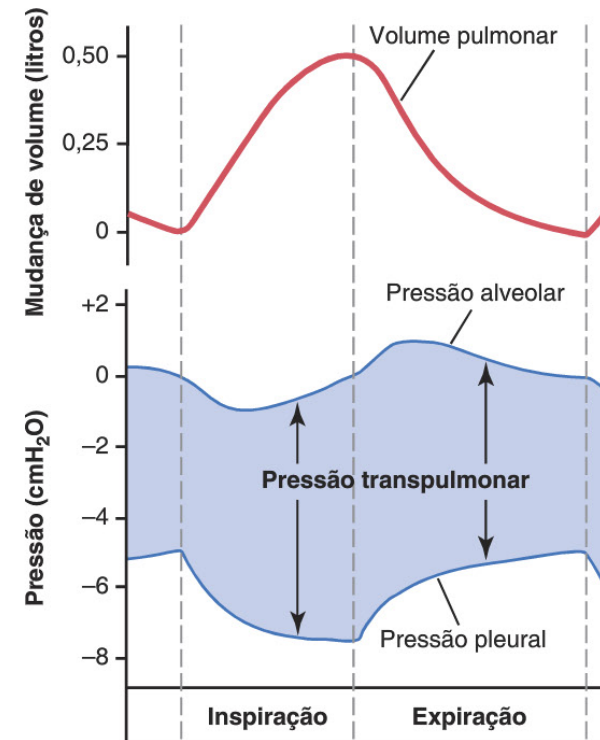


Figura 37-2 Mudanças no volume pulmonar, da pressão alveolar, da pressão pleural e da pressão transpulmonar durante a respiração normal.

\* o **surfactante**, secretado por células epiteliais alveolares II, é um agente ativo da superfície da água: reduz a tensão superficial da água e impede o **colapamento**

## Volumes pulmonares

ESQUEMINHA NO RESUMO DA NYARA

\* **volume corrente (VC): 500mL**

- quantidade de ar que sai e entra nos pulmões a cada ciclo respiratório

\* **volume de reserva inspiratória (VRI): 3000mL**

- quantidade de ar capaz de ser inspirada mesmo após a inspiração do volume corrente normal

\* **volume de reserva expiratória (VRE): 1100mL**

- quantidade de ar capaz de ser expirada mesmo após a expiração do volume corrente normal

\* **volume residual (VR): 1200mL**

- quantidade de ar que fica nos pulmões após a expiração mais forçada

- não pode ser medido pelo espirômetro

## Capacidades pulmonares

\* **capacidade inspiratória: 3500mL**

- volume corrente + volume de reserva inspiratório

\* **capacidade residual funcional: 2300mL**

- volume de reserva expiratório + volume residual

- **quantidade de ar que fica nos pulmões após uma expiração normal**

\* **capacidade vital: 4600mL**

- volume de reserva inspiratório + volume corrente + volume de reserva expiratório

- **quantidade máxima que a pessoa pode expelir dos pulmões**

\* **capacidade pulmonar total: 5800mL**

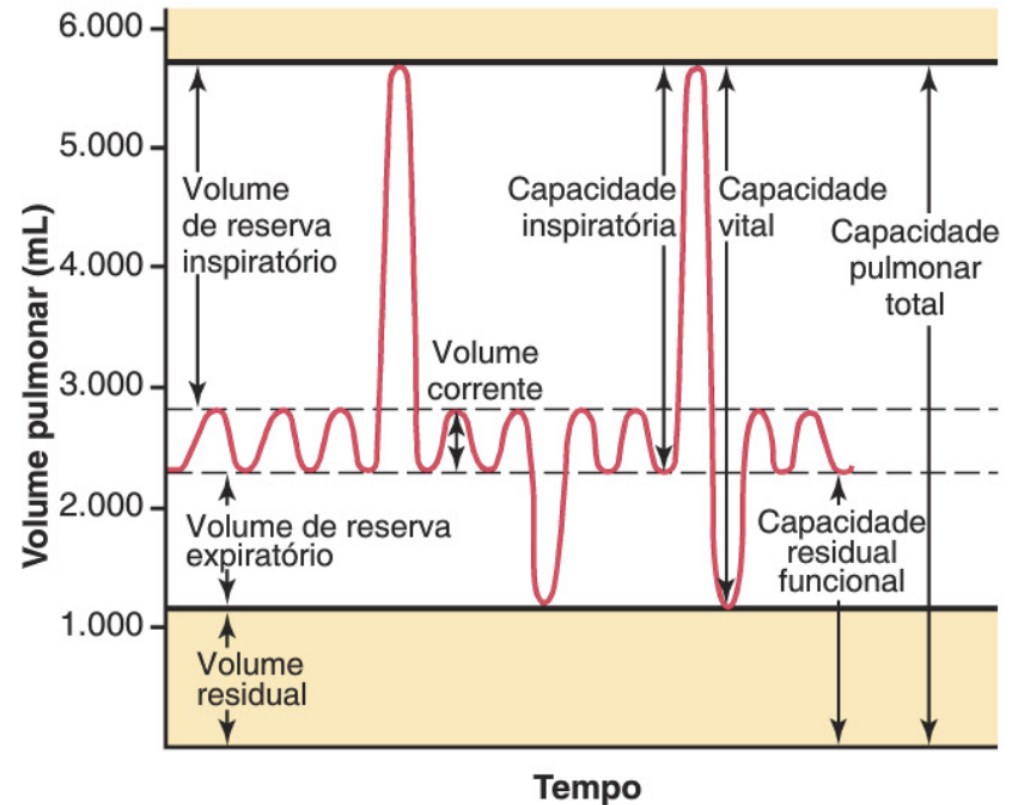
- capacidade vital + volume residual

- **volume máximo a que os pulmões podem ser expandidos**

## Espaço morto

\* **parte do ar respirado nunca alcança as áreas de trocas gasosas, preenchendo a parte condutora como nariz, laringe e traqueia → espaço morto**

\* **500mL entra, 150mL fica na parte condutora e 350mL chega nos alvéolos**



## Ventilação alveolar

- \* volume total de novo ar que entra nos alvéolos e áreas adjacentes de trocas gasosas por minuto
- \* é igual a frequência respiratória vezes a quantidade de novo ar que entra nessas áreas a cada respiração (VC - VM)
  - VC é o volume corrente e VM é o volume de espaço morto fisiológico
- \* aproximadamente 4200mL por minuto

## A hematose depende da existência de uma ventilação-perfusão (V/Q) adequada

- \* em (B): no caso de um obstáculo na ventilação, a composição do ar alveolar se aproxima da do sangue venoso, e a relação V/Q tende para 0
- \* em (A): em uma situação normal, a razão V/Q é 1
- \* em (C): no caso de uma redução do fluxo sanguíneo, a composição do ar alveolar se aproxima da do ar inspirado, e a relação V/Q tende ao infinito

