

## FISIOLOGIA DEL SISTEMA RESPIRATORIO 2

Lezione 8  
14/05/18

Argomenti:

- Ventilazione e perfusione

### VENTILAZIONE E PERFUSIONE

#### 1. Ventilazione

La ventilazione può essere polmonare e alveolare.

La **ventilazione polmonare totale** è il volume di aria che viene immesso ed eliminato dall'apparato respiratorio nell'unità di tempo (minuto), è uguale alla frequenza ventilatori per il volume dell'aria che viene mobilizzata.

Se il volume corrente è di 500 ml di aria e la frequenza respiratoria è di 12 atti al minuto si ha una ventilazione totale di **6 litri** di aria.

##### 1.1 Composizione dell'aria

Aria= ossigeno (**21%**) +azoto (**79%**) + CO2 in piccole quantità

La somma delle pressioni parziali deve essere= alla pressione totale (760mmHg)

$P_{gas} = F_{gas} \times P_b$

- $PO_2 = 0,21 \times 760 \text{ mmHg} = 159 \text{ mmHg}$
- $PN_2 = 0,79 \times 760 \text{ mmHg} = 601 \text{ mmHg}$

Nelle vie aeree i gas sono umidificati e, se portati alla temperatura ambiente, diventano saturi di vapore acqueo.

La pressione di vapore acqueo alla temperatura corporea è di **47mmHg**.

- $PO_2 = (P_b - P_{H_2O}) \times 0,21 = 150 \text{ mmHg}$
- $PN_2 = (760 \text{ mmHg} - 47 \text{ mmHg}) \times 0,79 = 563 \text{ mmHg}$

Già a livello della trachea i gas sono saturati.

##### 1.2 Composizione del gas alveolare

Dato che le frazioni di O2 e CO2 si modificano, si modifica anche la pressione parziale che esercitano a livello alveolare.

La pressione parziale di O2 nell'alveolo si può definire come nella figura sottostante:

$$P_{AO_2} = P_{IO_2} - \frac{P_{ACO_2}}{R}$$
$$= (P_b - P_{H_2O}) \times F_{IO_2} - \frac{P_{ACO_2}}{R}$$

dove:

- $P_{IO_2}$  = p. parziale dell'O2 inspirato
- $P_{ACO_2}$  = tensione della CO2 nell'alveolo
- $R$  = quoziente respiratorio = CO2 escretata/O2 nei polmoni
- $0,7 < R < 1$  di solito si considera 0,8.

### 3. La distribuzione della ventilazione

Questa non è uniforme:

- a causa della gravità, di conseguenza gli alveoli all'apice sono più espansi di quelli alla base;
- a causa della resistenza variabile delle vie aeree;
- a causa della compliance

[ **Costante di tempo** =  $R \times C$  (velocità con cui l'alveolo si riempie) ]

E', inoltre, importante precisare che solo una parte del volume inspirato raggiunge gli alveoli, dal momento che vengono riempite con questo volume anche le vie di conduzione: tale porzione è chiamata spazio morto respiratorio (150 ml del volume corrente), poiché a questo livello non avvengono gli scambi gassosi, infatti solo l'aria che riempie gli alveoli è coinvolta negli scambi (350 ml del volume corrente).

Si può, di conseguenza, definire **ventilazione alveolare** la quantità di aria che entra in scambio nell'unità di tempo: equivale al prodotto tra frequenza e differenza tra volume corrente e volume dello spazio morto, per un valore finale di circa **4,2 litri** di aria.

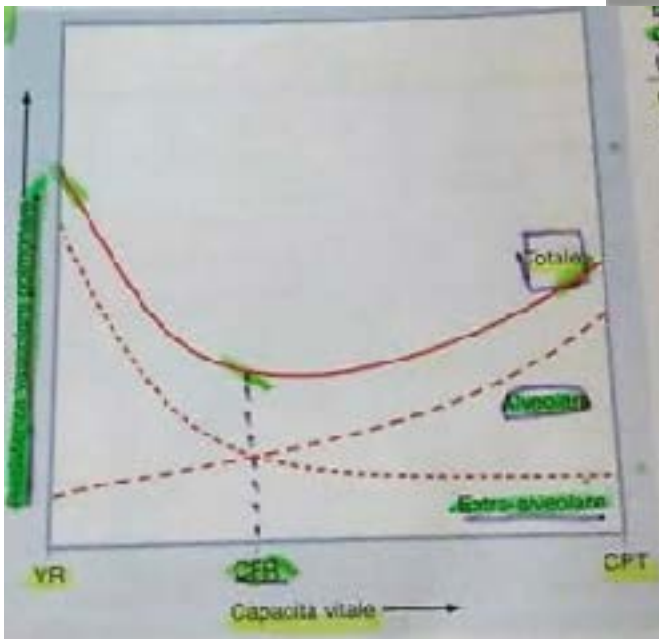
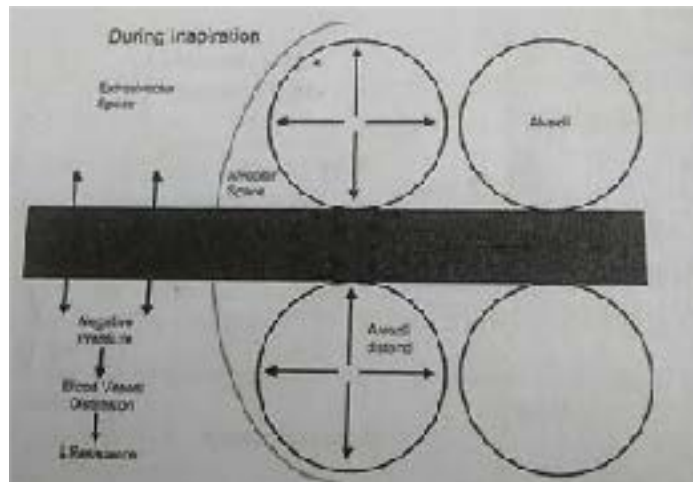
### 2. Perfusione

La perfusione è il processo mediante il quale il sangue deossigenato passa attraverso i polmoni e viene ossigenato.

Bisogna considerare che il volume totale di sangue della circolazione polmonare è pari a 500 mL. Si tratta di un sistema a bassa resistenza e ad elevata compliance.

I **vasi extra-alveolari** (arterie, arteriole, vene, venule) sono sensibili alle variazioni di pressione pleurica e interstiziale, **non** dalla pressione alveolare.

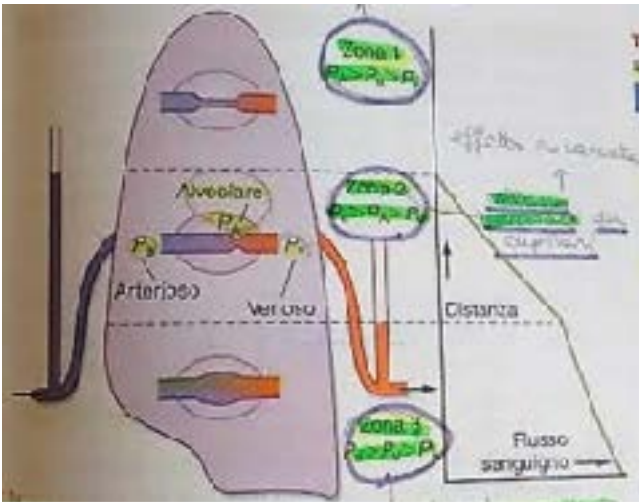
I **vasi alveolari** (nei setti interalveolari), invece, sono sensibili a variazioni della pressione alveolare, **non** dalla pressione pleurica o interstiziale.



#### 2.1 Resistenza vascolare polmonare

La resistenza vascolare polmonare (RVP) si calcola mediante il rapporto tra la variazione di pressione dall'arteria polmonare all'atrio sinistro e la portata cardiaca  $Q_t$  ed è pari a 1mmHg/L al min.

Essendo la resistenza 10 volte più bassa rispetto a quella del circolo sistemico, si evidenzieranno **reclutamento di nuovi vasi** e maggiore **distensibilità dei vasi**.



## 2.2 Distribuzione del flusso sanguigno polmonare

- All'apice del polmone, il flusso sanguigno è minimo, mentre è massimo alla base, a causa della forza di gravità (sullo stesso principio si basa la distribuzione del flusso polmonare in un soggetto sdraiato).
- Una variazione di 1cm di altezza è pari ad una riduzione di pressione idrostatica di 0,74mmHg.
- La gravità agisce nel medesimo modo su arterie e vene. Livelli di tensione di O<sub>2</sub>

## 2.3 Regolazione attiva del flusso sanguigno

La regolazione del flusso sanguigno dipende dai livelli di tensione di O<sub>2</sub>, ma le ipossie isolate non modificano RVP. Occorre che il 20% dei vasi sia ipossico prima di cambiamenti di RVP.

## 3. Relazione ventilazione-perfusione

**Ventilazione e flusso sanguigno aumentano dall'apice alla base, ma la ventilazione aumenta più lentamente rispetto al flusso.**

- Ventilazione=4L/min (togliendo la v dello spazio morto)
- Perfusione= 5L/min

Il rapporto è pari a 0,8, ma non è detto che il rapporto corretto sia sempre segno di salute.

V/Q=0 se V=0.  
 V/Q= infinito se Q=0  
 V/Q è alto e >1 all'apice  
 V/Q è <1 alla base

### 3.1 Differenza alveolo-arteriosa di PO<sub>2</sub>

- CO<sub>2</sub> alveolare e arteriosa sono uguali, non per l'O<sub>2</sub> per uno shunt (alcune vene bronchiali e mediastiniche drenano nelle vene polmonari)
- PO<sub>2</sub> alveolare-PO<sub>2</sub>arteriosa= **AaDO<sub>2</sub>< 15mmHg** fisiologicamente

Se aumenta, significa che lo scambio è anormale.

Lo **shunt anatomico** indica la quantità di sangue venoso misto che cortocircuita l'unità di scambio e si immette nel sangue arterioso. Si parla di 'shunt destro-sinistro'.

Lo **shunt fisiologico**, invece, fa riferimento a quando la ventilazione di alcune unità polmonari è assente, ma la perfusione presente. (V/Q=0)

### 3.2 Come riconoscere uno shunt destro-sinistro da altre cause di ipossiemia?

- Far respirare al soggetto O<sub>2</sub> al 100%
- Il contenuto alveolare di O<sub>2</sub> aumenta subito
- Aumenta anche l'O<sub>2</sub> nel sangue arterioso

Con uno shunt l'ossigenazione non viene corretta, resta elevata la AaDO<sub>2</sub>.