



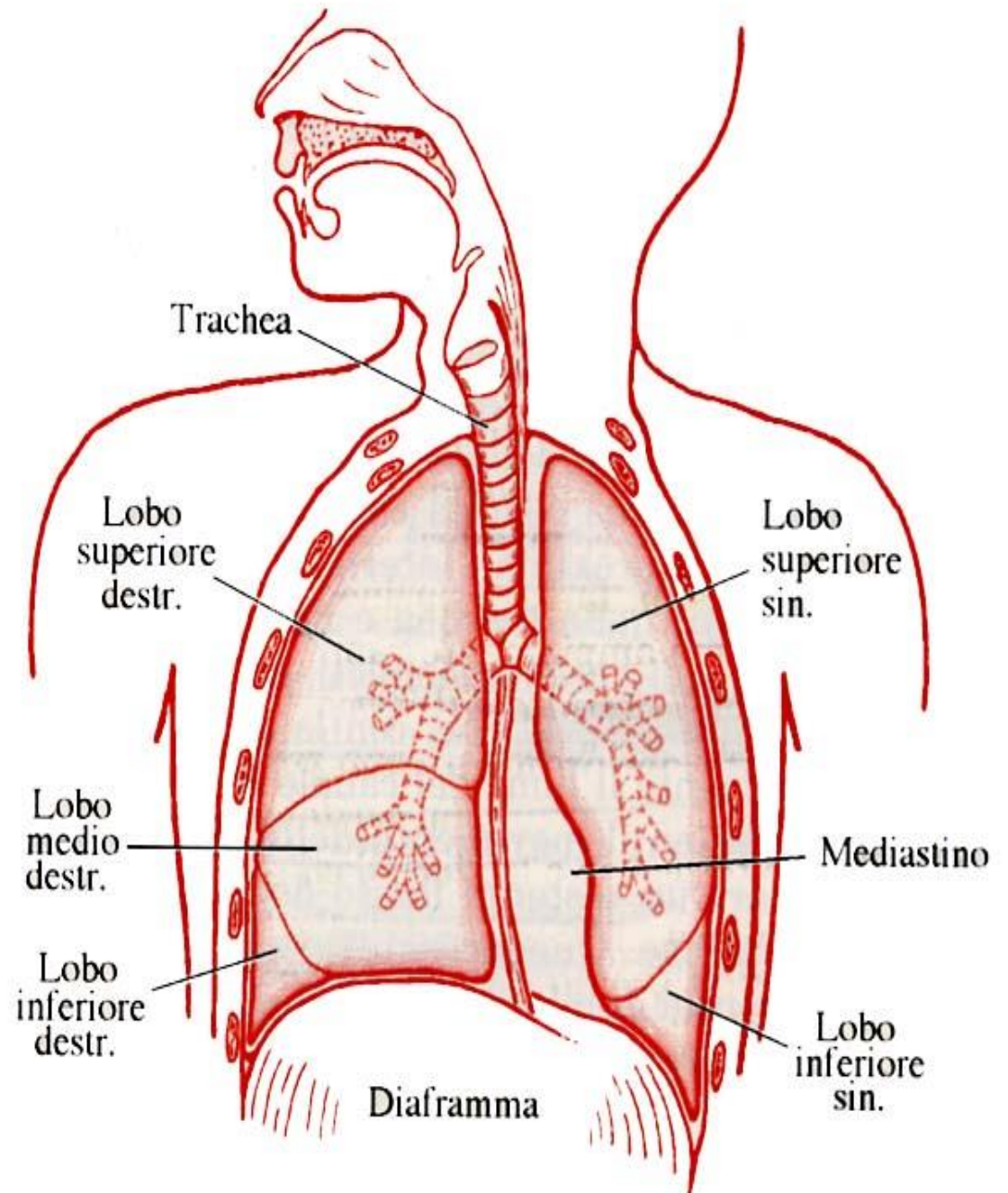
Prof.ssa Iole Tomassini Barbarossa  
Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica  
Lezioni di Fisiologia

E' vietata la copia e la riproduzione dei contenuti e immagini in qualsiasi forma.  
E' inoltre vietata la redistribuzione e la pubblicazione dei contenuti e immagini non autorizzate espressamente dall'autore.

**Polmoni:** scambi respiratori con il sangue

**Vie respiratorie:** cavità nasali, faringe, laringe, trachea, bronchi.

**Pleura**

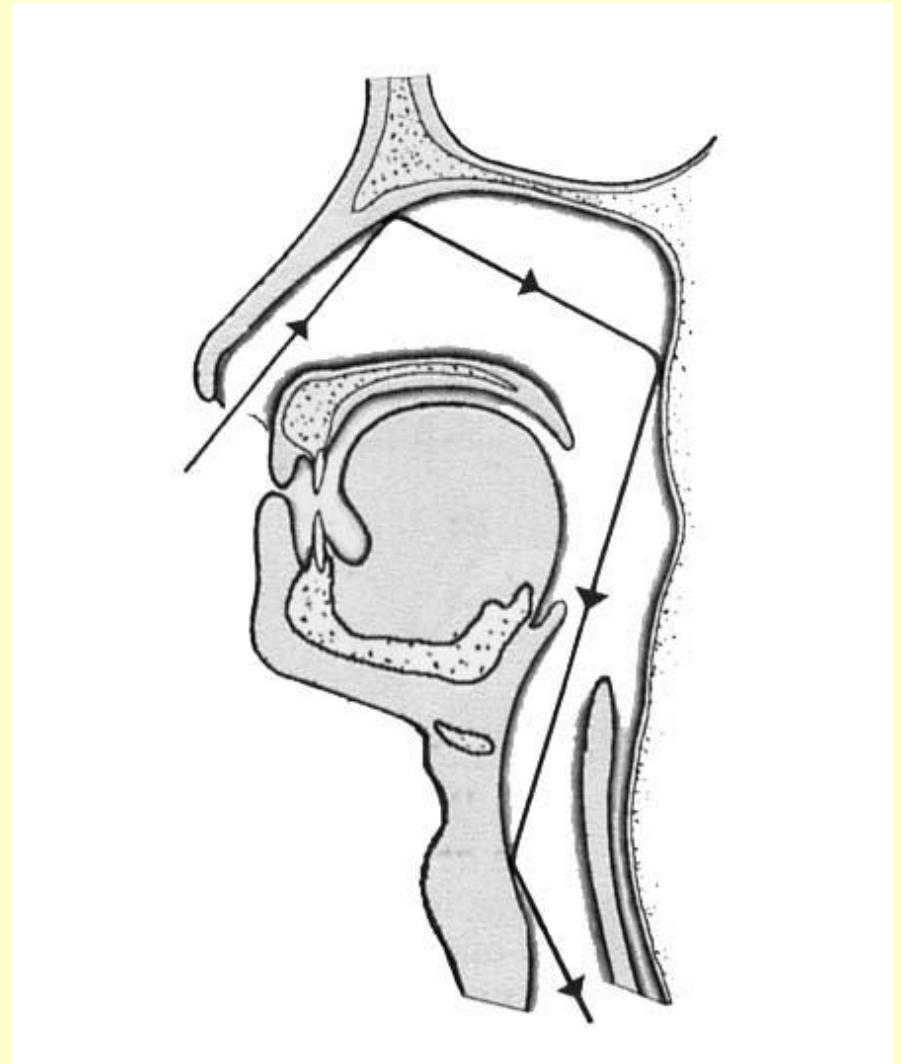


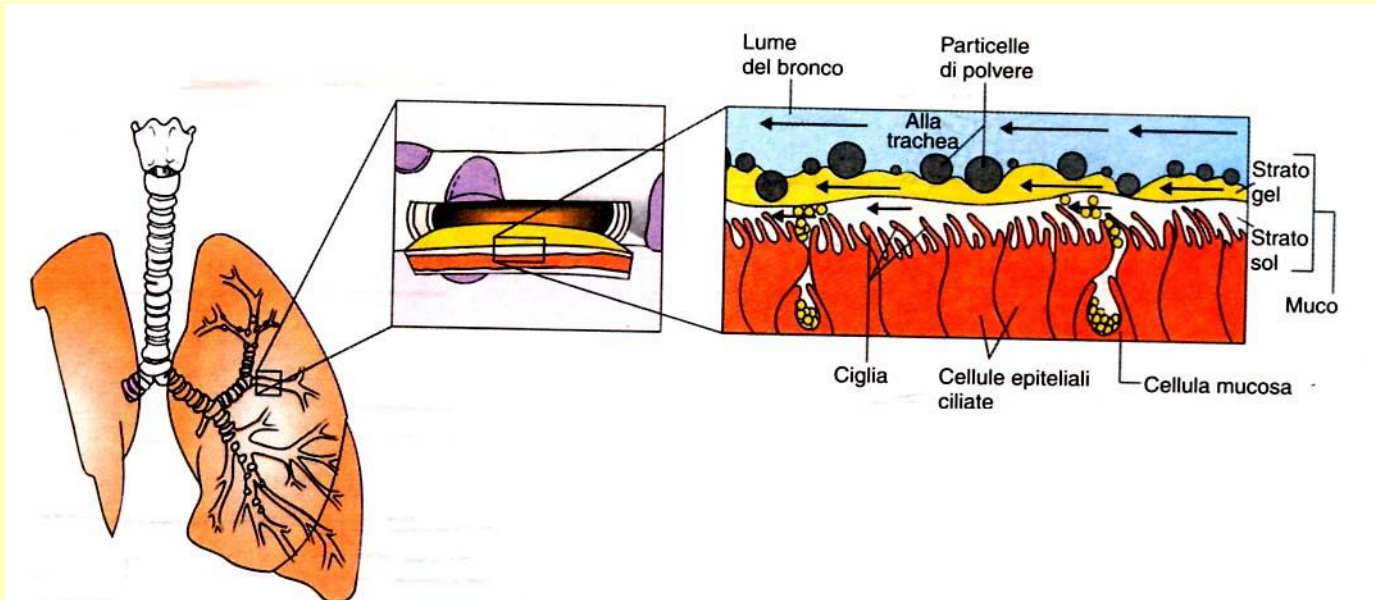
## Vie respiratorie:

faringe, laringe, trachea, bronchi, bronchioli e bronchioli terminali: sistema ampiamente ramificato di condotti aerei atti a **convogliare** l'aria inspirata fino ai polmoni, ad **umidificarla**, a **riscaldarla** e **depurarla**

**Condotti rigidi per la presenza di anelli cartilaginei incompleti chiusi posteriormente da muscolatura liscia la cui contrazione è sotto il controllo del SNA**

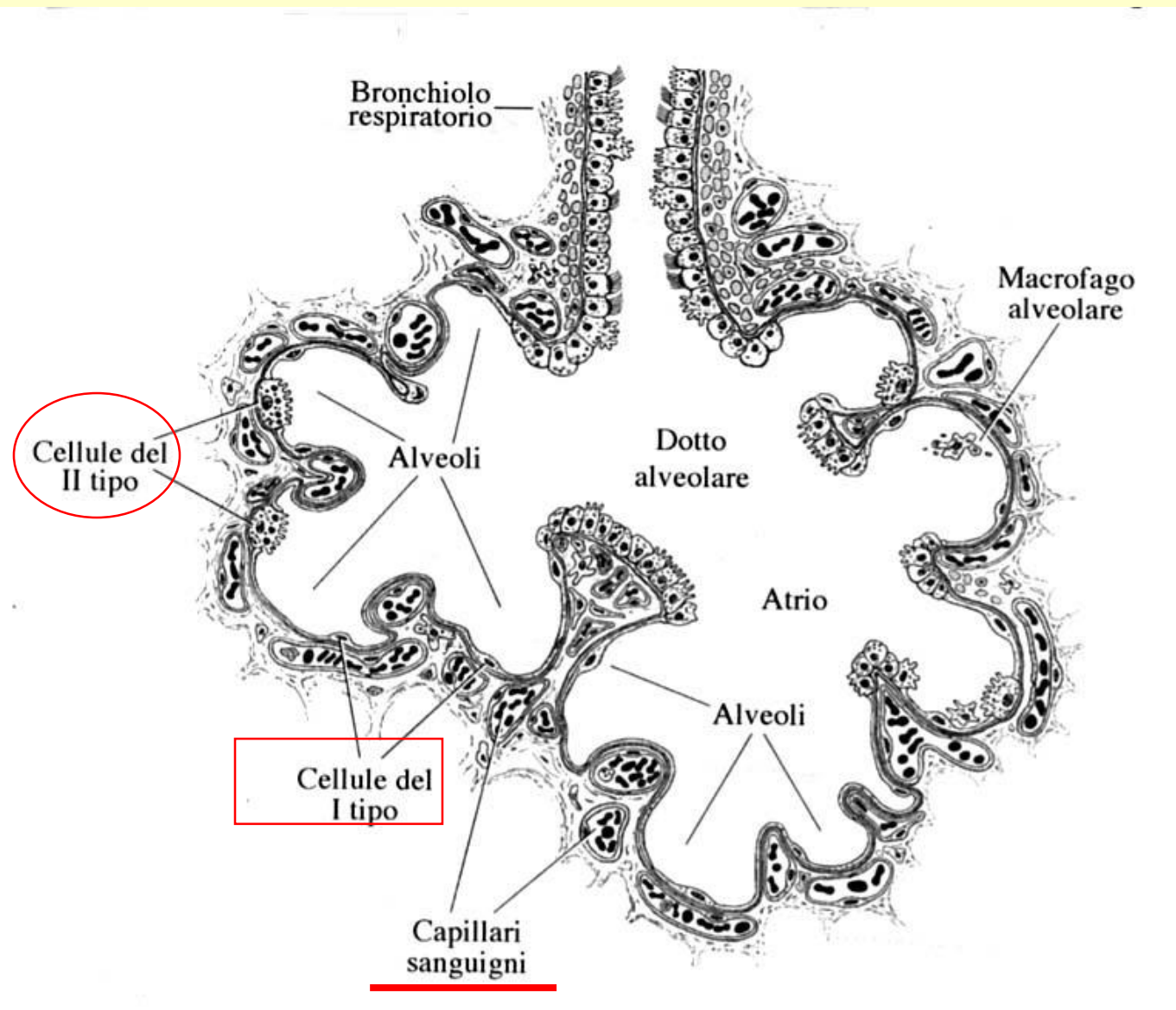
**Ortosimpatico inibisce  
Parasimpatico eccita**



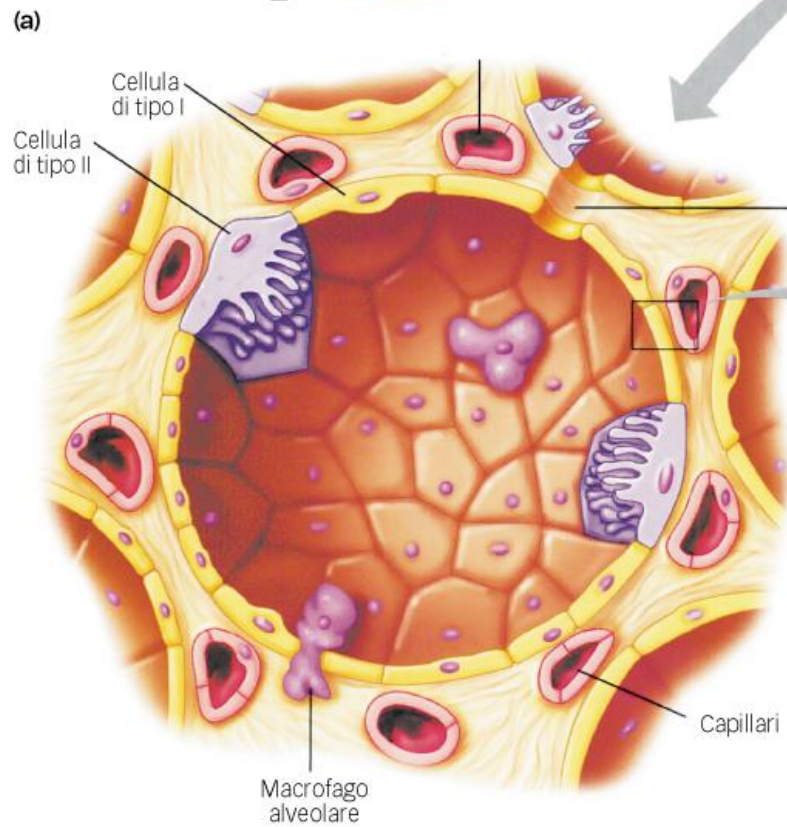
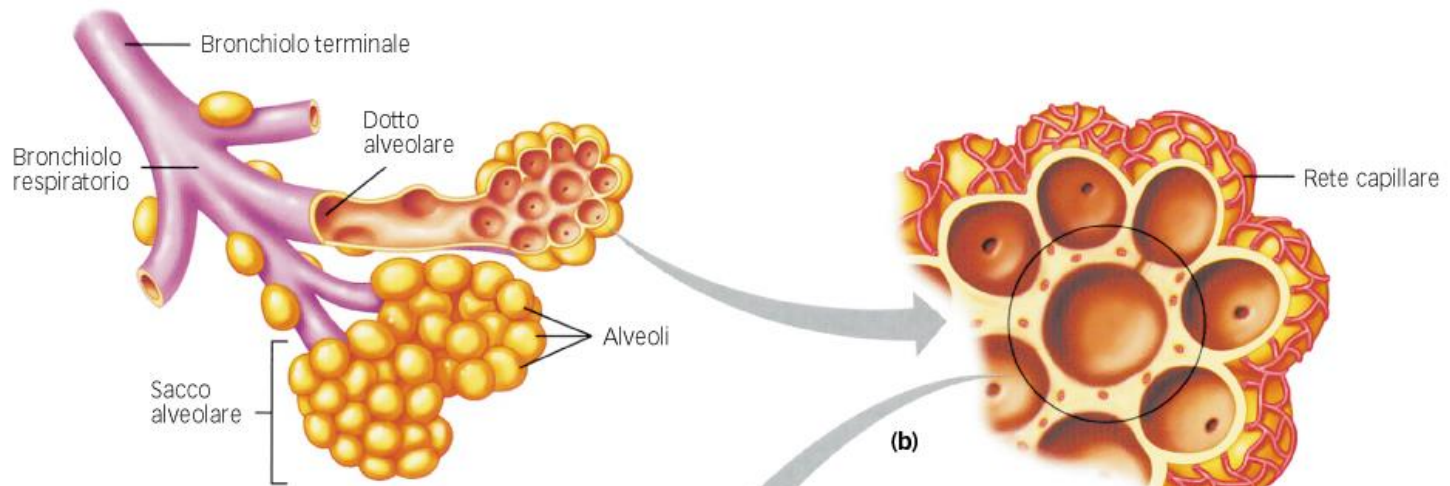


Le particelle di pulviscolo atmosferico depositate nel secreto che ricopre la mucosa vengono eliminate completamente grazie al movimento ritmico delle cilia vibratili dell'epitelio che mantengono in continuo flusso verso la cavità faringea il secreto che ricopre la mucosa.

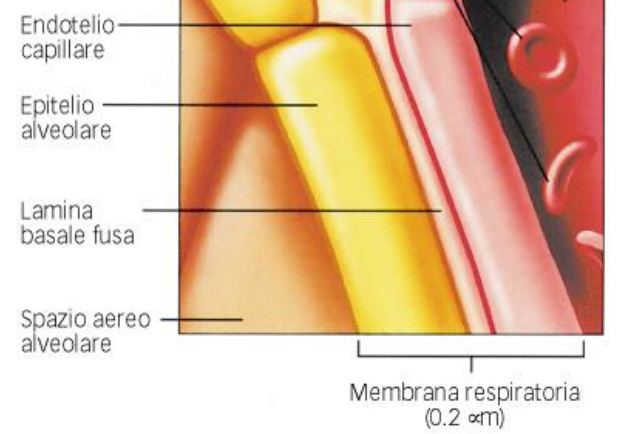
# Rappresentazione schematica della parte terminale respiratoria dell'albero respiratorio



Le formazioni alveolari sono tenute insieme da **una trama connettivale elastica** che conferisce loro una grande **espansibilità**. Quindi la capacità di assumere volume ampiamente variabile di aria.



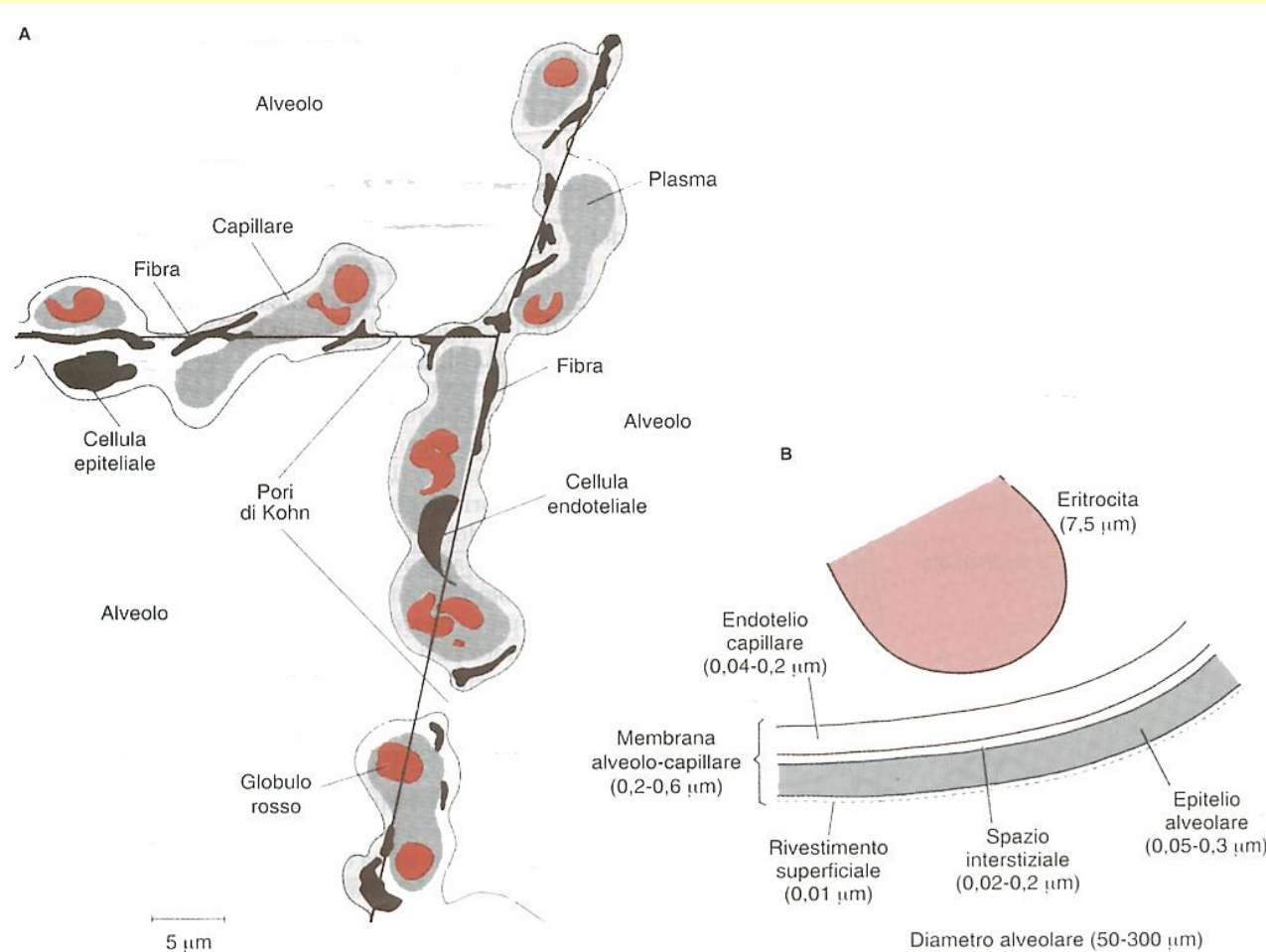
(b)



(c)

(d)

Nelle formazioni alveolari il sangue e l'aria sono separati solo dall'epitelio dei capillari sanguigni e da un sottile strato di cellule pavimentose.



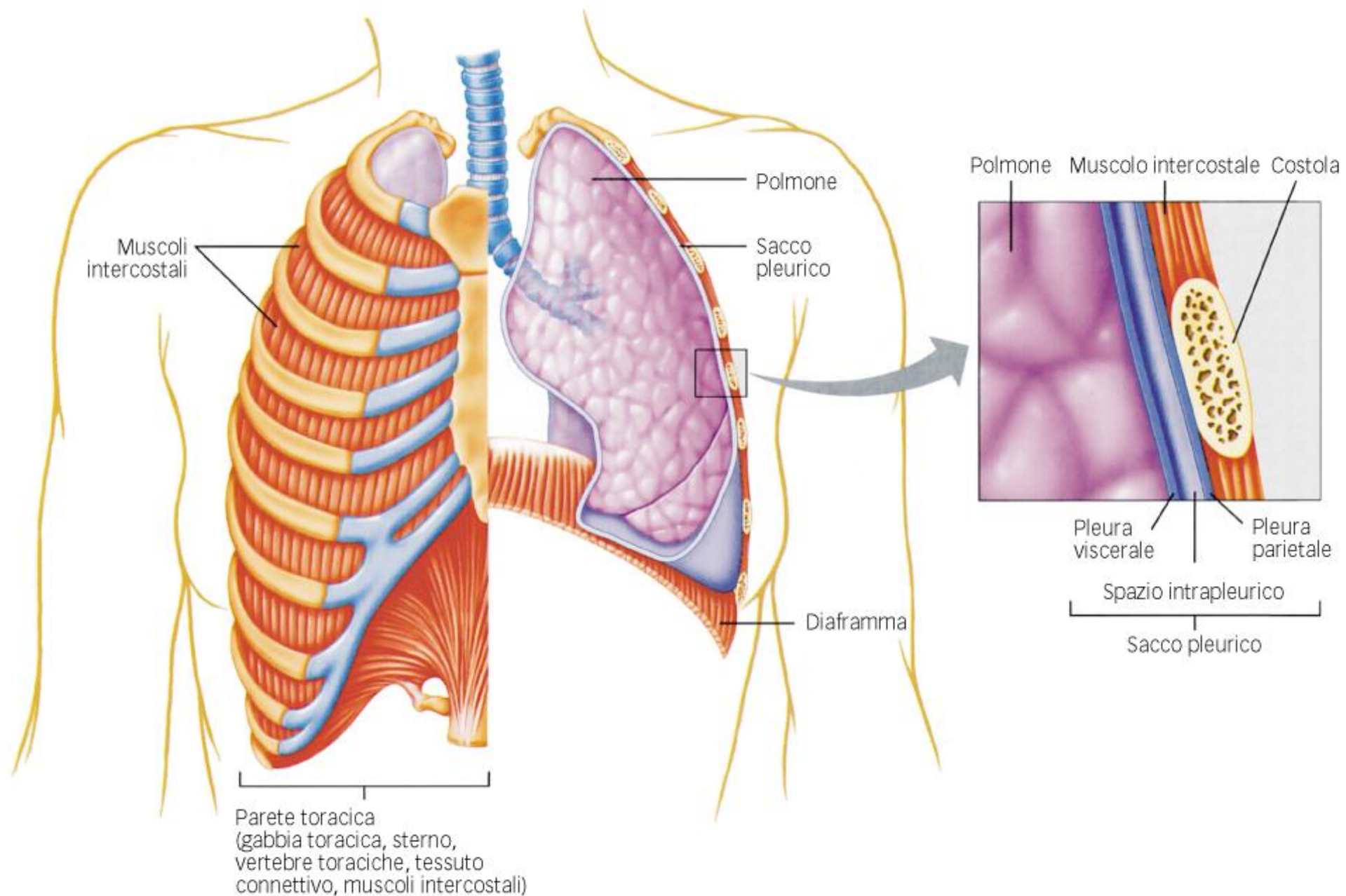
L'estrema sottigliezza delle membrane che separano i due mezzi e la grande superficie della parte resp dei polmoni facilitano enormemente gli scambi diffusionali respiratori

Per effetto degli scambi gassosi con il sangue, l'aria contenuta nei polmoni tenderebbe a impoverirsi di  $O_2$  e ad arricchirsi di  $CO_2$ . Questo non succede grazie al ciclico alternarsi **degli atti respiratori** che permettono che la composizione dell'aria alveolare rimanga praticamente costante.

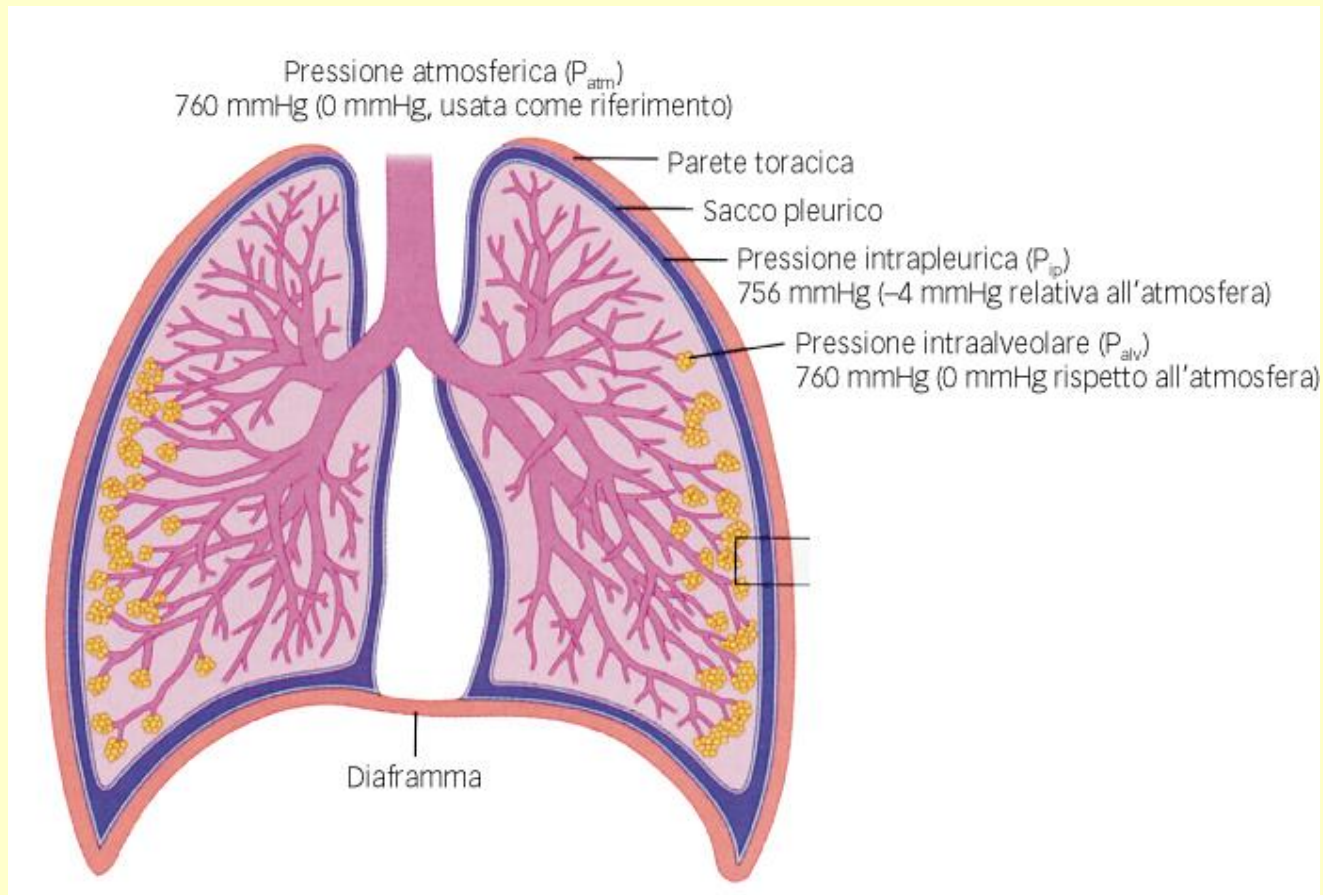


Nella cavità pleurica esiste **una pressione negativa** che mantiene sempre adesa la superficie polmonare alle pareti interne della cavità toracica.

14 – 15 atti/ min

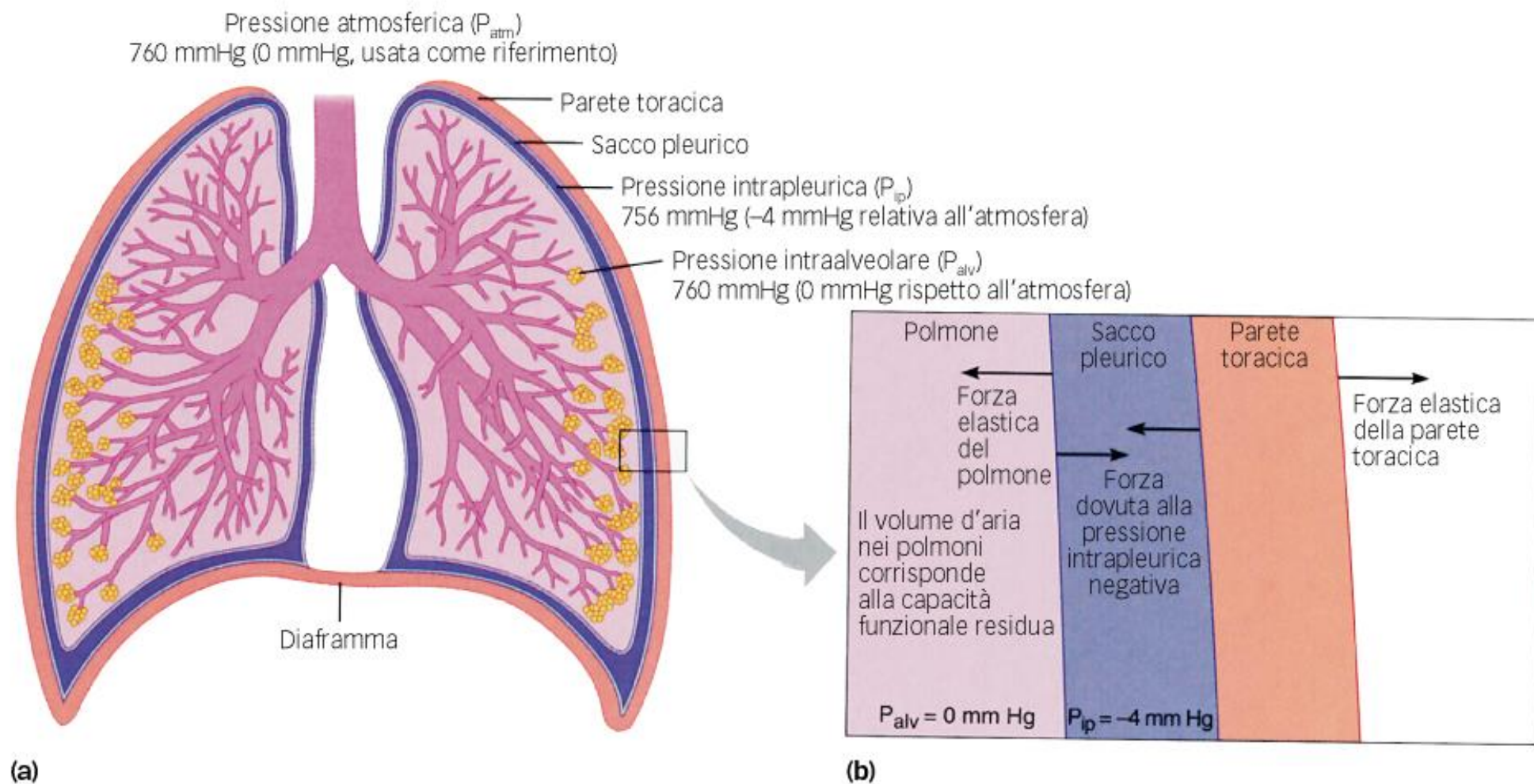


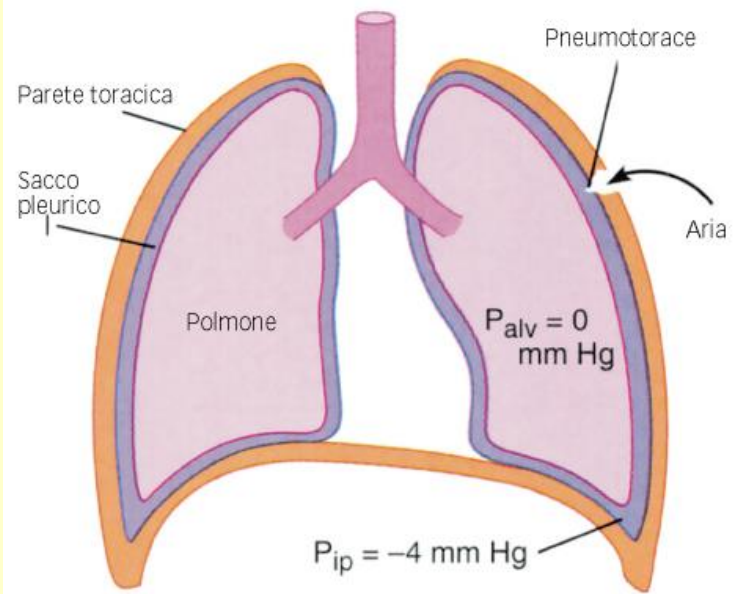
# La pressione negativa intratoracica o depressione di Donders



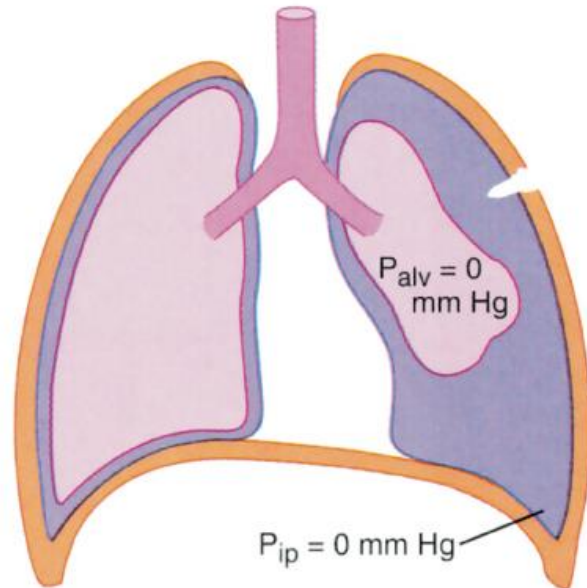
Origine: permanente stato di tensione che le strutture polmonari hanno

I polmoni tendono a retrarsi e a collassare, questa tendenza è contrastata dalla reazione elastica delle pareti toraciche che invece tendono a espandersi e a dilatare i polmoni.





(a)

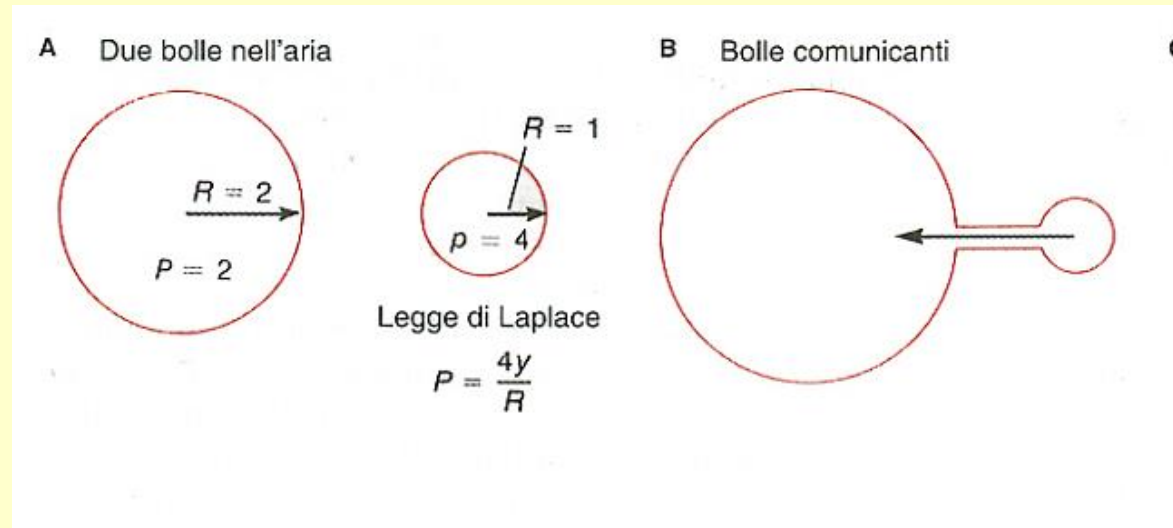


(b)

# Forze che tendono a far collassare i polmoni:

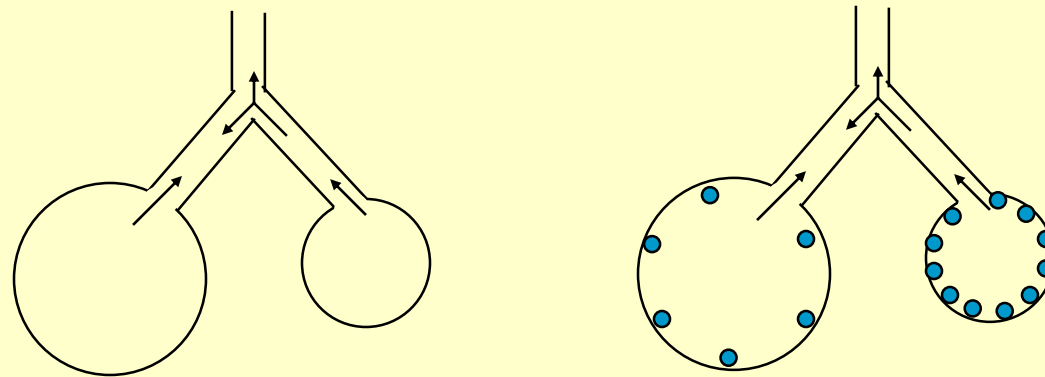
1. Tensione della trama elastica che avvolge gli alveoli (elastico teso) < nel bambino
2. Tensione superficiale del velo liquido che riveste internamente la parete alveolare

Il velo di liquido che riveste gli alveoli si comporta come una bolla di sapone in cui la tensione superficiale (circonferenziale) per la legge di Laplace è tanto maggiore quanto minore è il raggio della bolla.



Gli alveoli sono così piccoli che la tensione superficiale dovrebbe essere così alta da impedire totalmente la loro distensione durante l'inspirazione.

**Il surfactant:** sostanza (lipoproteica) tensioattiva che abbassa grandemente la tensione superficiale

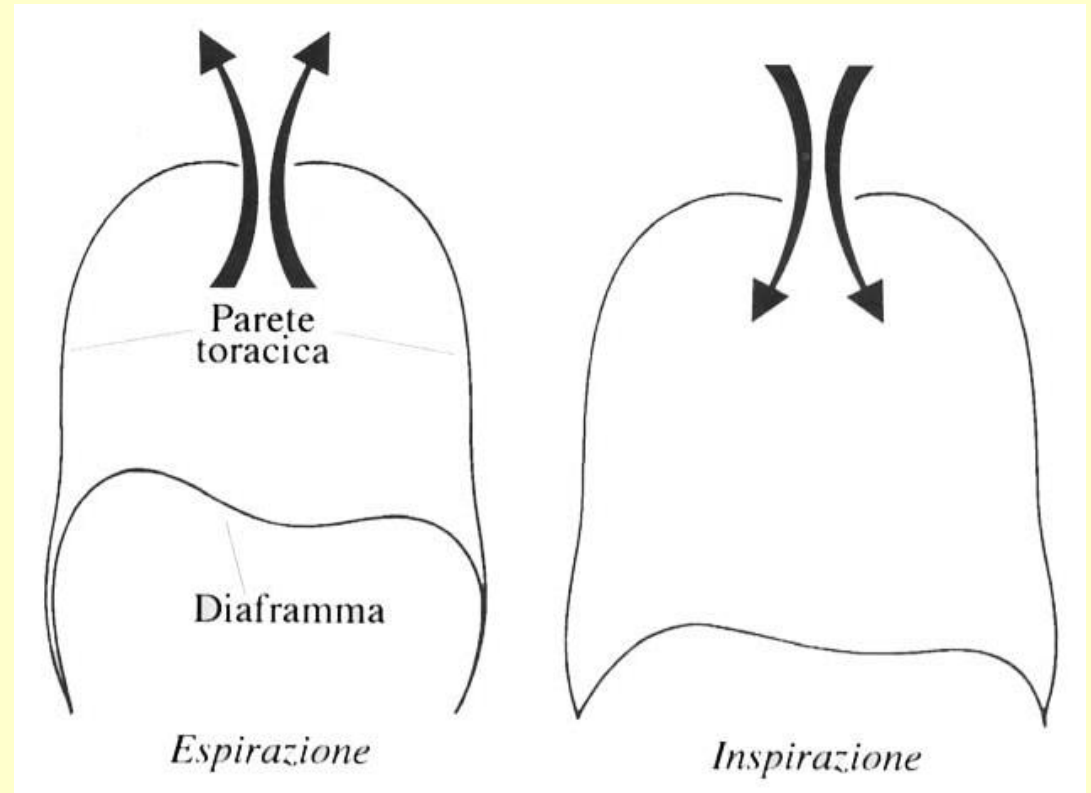


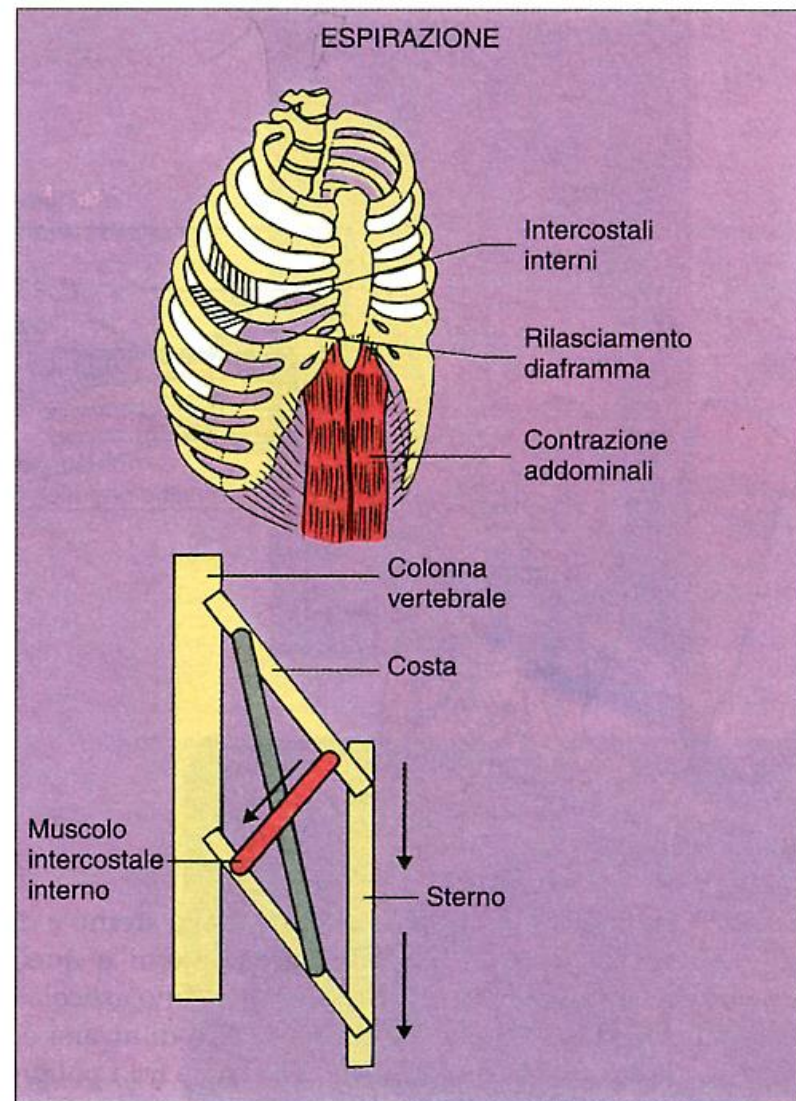
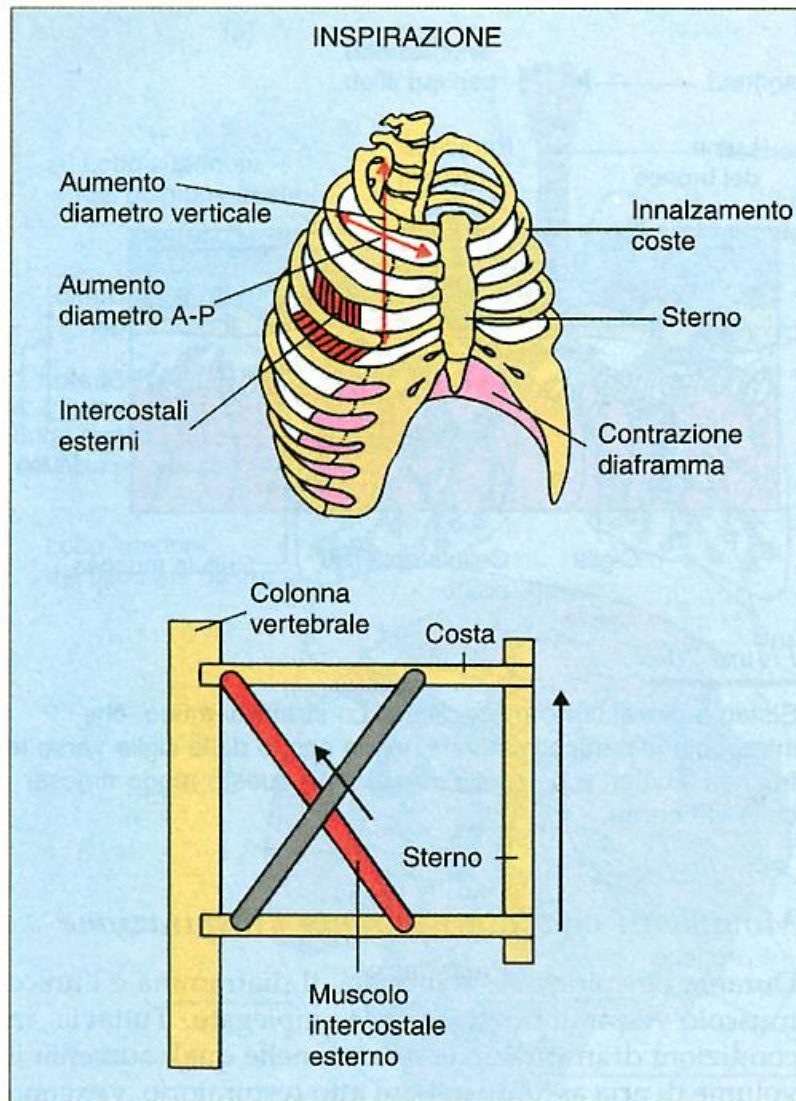
**Il surfactant si concentra maggiormente negli alveoli di minor raggio**

# MECCANICA RESPIRATORIA

Il flusso dentro e fuori dai polmoni viene guidato dai gradienti di pressione che i muscoli della respirazione determinano modificando il volume dei polmoni

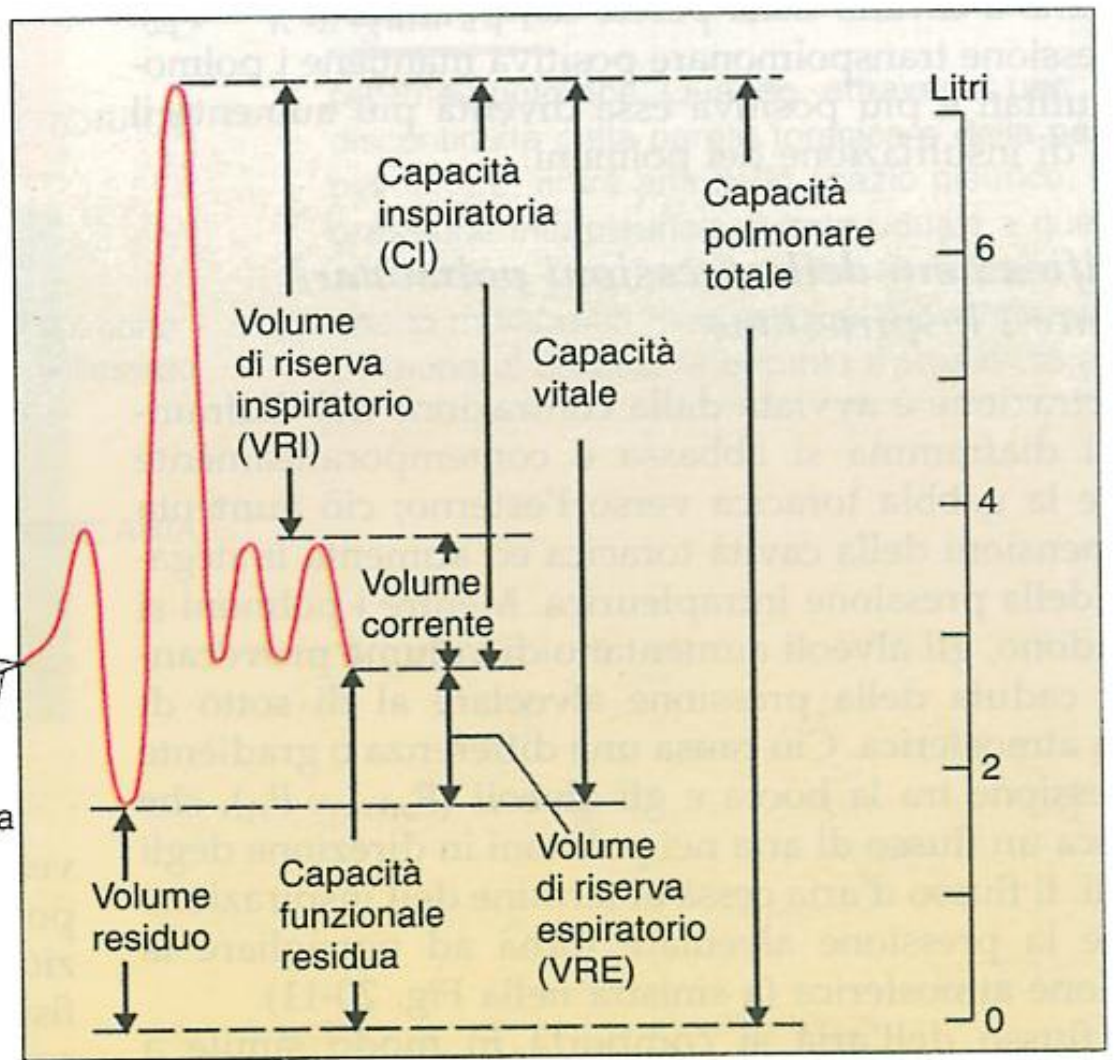
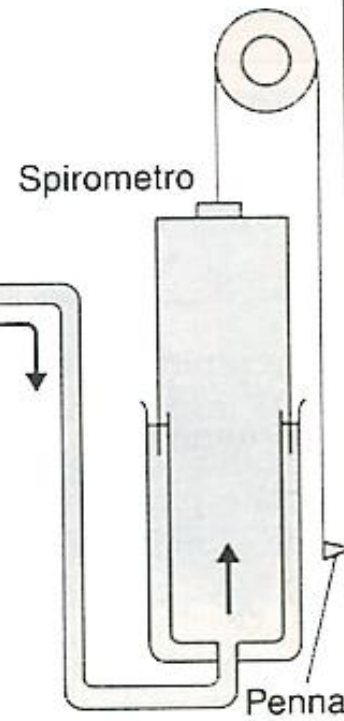
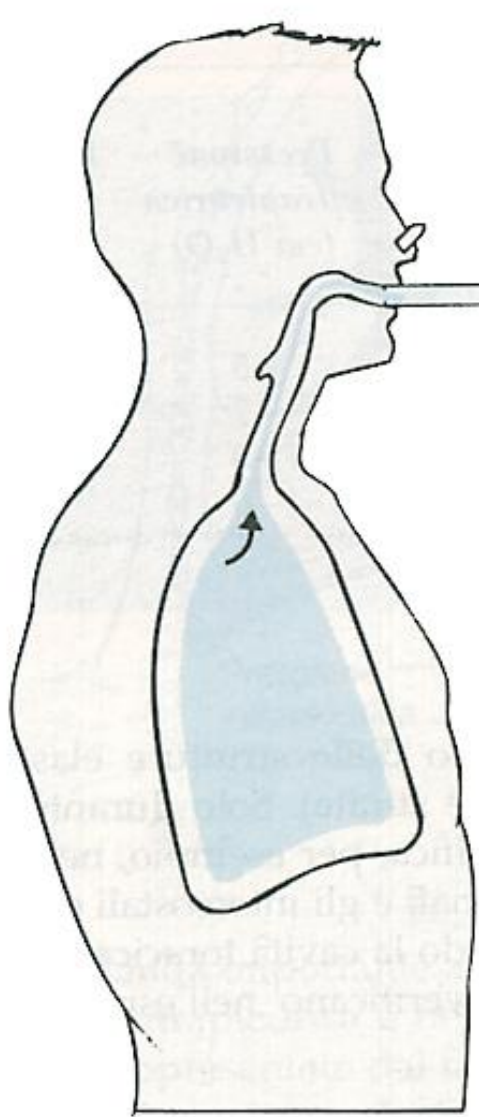
La relazione tra pressione e volume di un gas segue la legge di Boyle: **data una certa quantità di gas in un contenitore, la pressione è inversamente proporzionale al volume del contenitore**





**Muscoli toracici: scaleni  
Sterno-cleidomastoidei pettorali**

**Muscoli addominali**



Il volume d'aria atmosferica che entra nell'apparato respiratorio durante l'inspirazione raggiunge le strutture alveolari dove si mescola con l'aria che già vi si trova, una seconda frazione rimane nelle vie respiratori

**area alveolare** = area che entra nelle strutture alveolari ed entra in scambio con il sangue

**spazio morto** = aria che rimane nelle vie respiratorie = 150 ml

**Ventilazione polmonare** = volume corrente • freq resp  
500 ml • 15 atti/min = 7500 ml/min

**Ventilazione alveolare** = quant aria alveol sustituit da aria atm/min  
(500 – 150 ml) • 15 atti/min = 5250 ml/min

Pressioni parziali dei gas nell'aria atmosferica e nell'aria alveolare

	Aria atmosferica		Aria alveolare
	Secca	satura H <sub>2</sub> O a 37° C	satura H <sub>2</sub> O a 37° C
N <sub>2</sub>	600	562	573
O <sub>2</sub>	160	150	100
CO <sub>2</sub>	Trasc.	Trasc.	40
H <sub>2</sub> O	-	47	47

Gli scambi dei gas respiratori,  $O_2$  e  $CO_2$ , tra aria alveolare e sangue dipendono

- Diffusione attraverso le membrane
- Passaggio dalla fase gassosa alla fase liquida
- Combinazione o dissociazione con i composti che ne operano il trasporto nel sangue.

# DIFFUSIONE

## 1. **Gradienti di concentrazione o pressori**

Driving force  $O_2$  alveolo  $\longrightarrow$  sangue

Driving force  $CO_2$  sangue  $\longrightarrow$  alveolo

## 2. **grande estensione della superficie**

50 – 90 m<sup>2</sup> membrana respiratorie

30 – 60 m<sup>2</sup> capillari polmonari

## 3. **sottile spessore da attraversare**

## 4. **elevata solubilità**

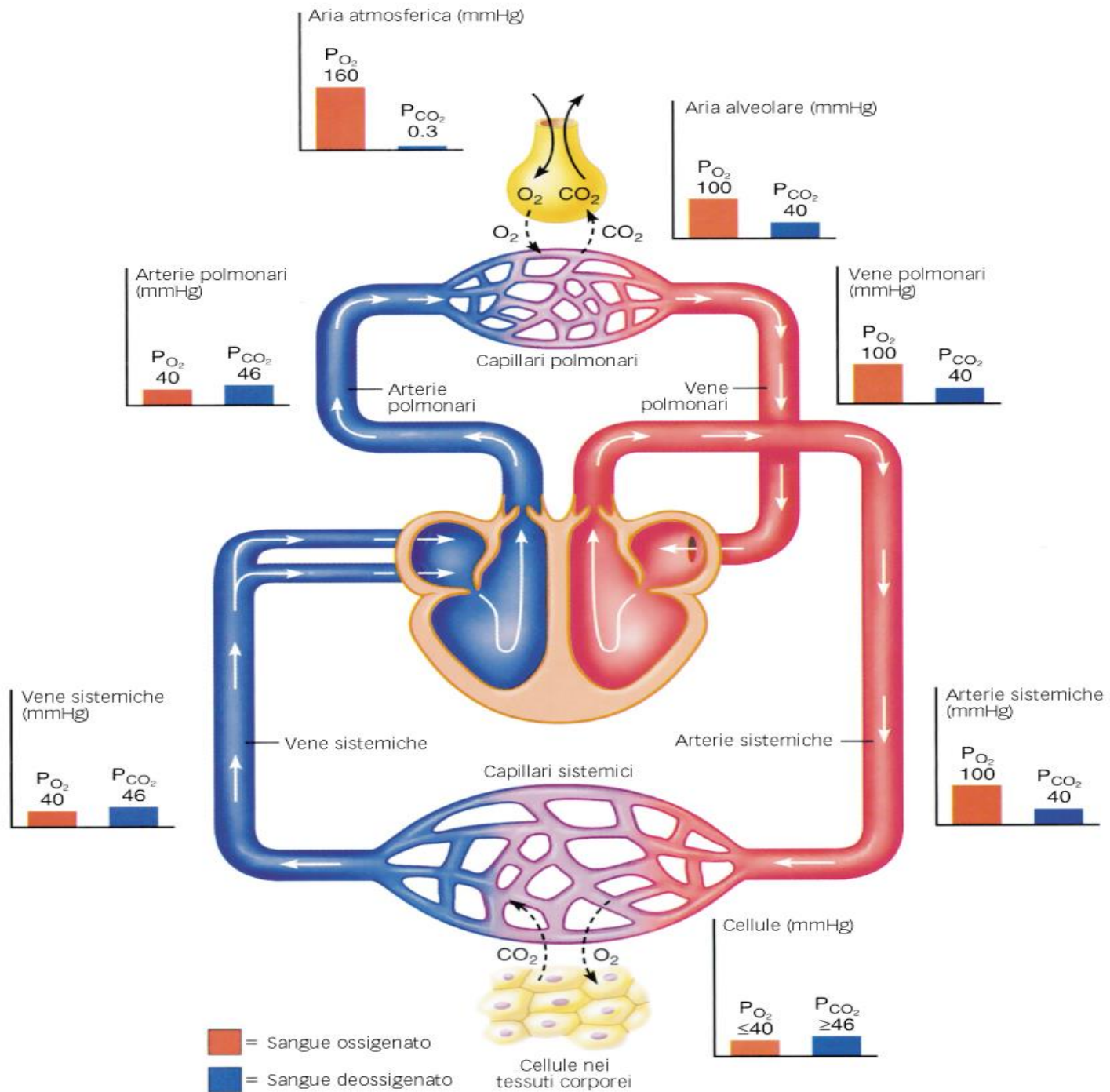
## 5. **limitata quantità di sangue (60-140 ml) nei capillari polmonari**

permette che i globuli rossi scorrano tutti a contatto con l'endotelio

## Pressioni parziali dei gas respiratori

	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Aria alveolare	100 mmHg	40 mm Hg
sangue	40 mmHg	46 mmHg

**Il coefficiente di solubilità è 25 volte maggiore per CO<sub>2</sub> che per O<sub>2</sub>**



**Di seguito titolo, autore e editore delle fonti da cui sono state prese le immagini e i video mostrati durante le lezioni di fisiologia come supporto didattico :**

Fisiologia, Stanfield - German, Edises

Fisiologia, Silverthorn, Ambrosiana

Fisiologia, Berne – Levy, Ambrosiana

Fisiologia generale e umana, Rhoades- Pflanzner, Piccin

Physiology Animations, versione 2.2.07 Argosy Publishing, Inc., 2007-20017