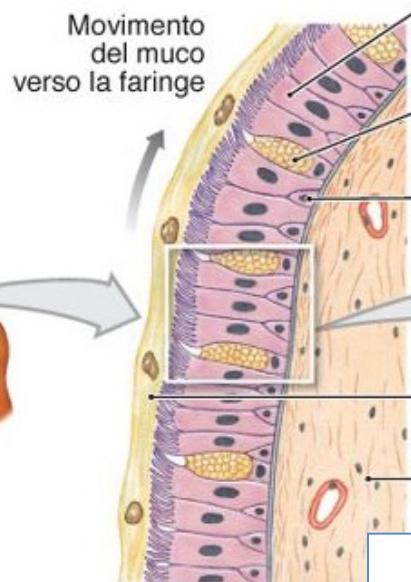
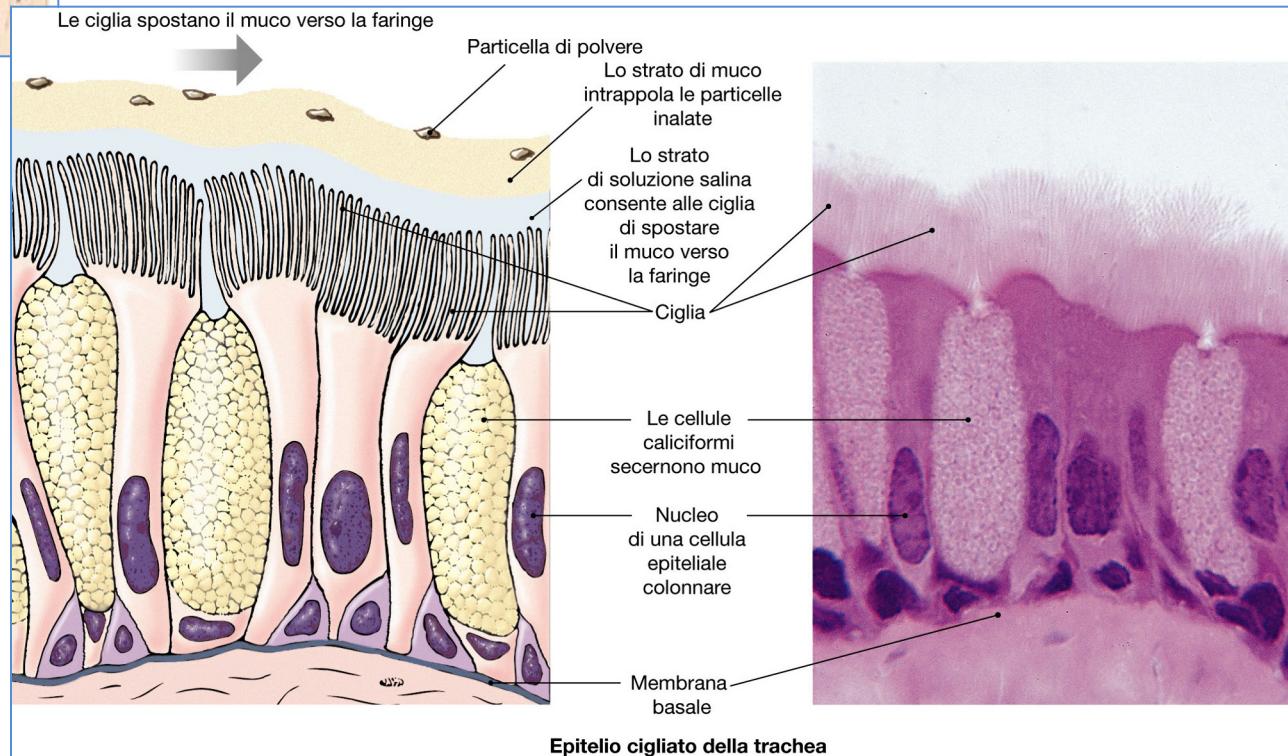


La Ventilazione



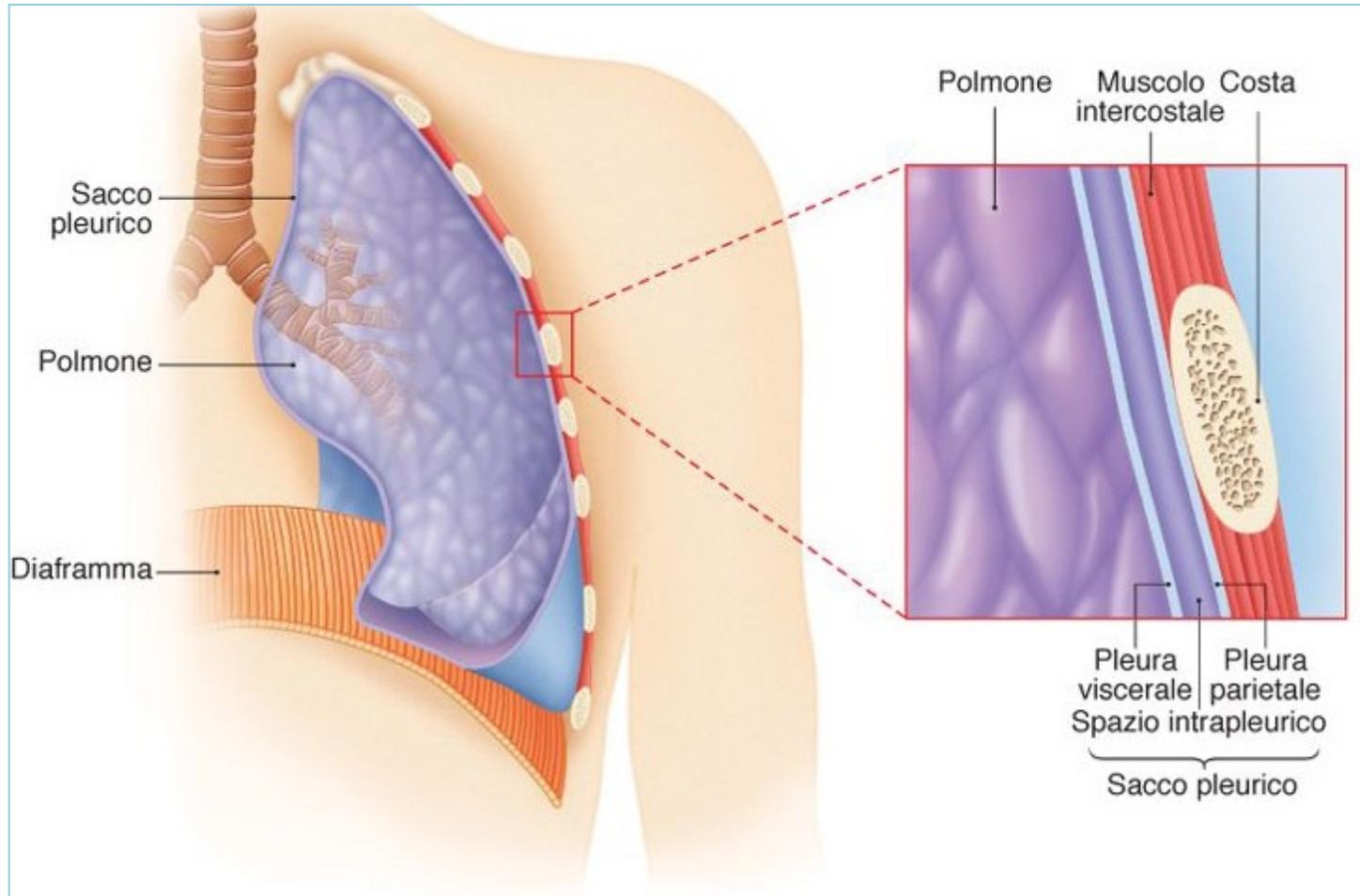
Il passaggio attraverso le vie aeree superiori ed i bronchi:

- 1) *Riscalda l'aria alla temperatura corporea*
- 2) *Aggiunge vapore acqueo*
- 3) *Filtrata materiale estraneo*



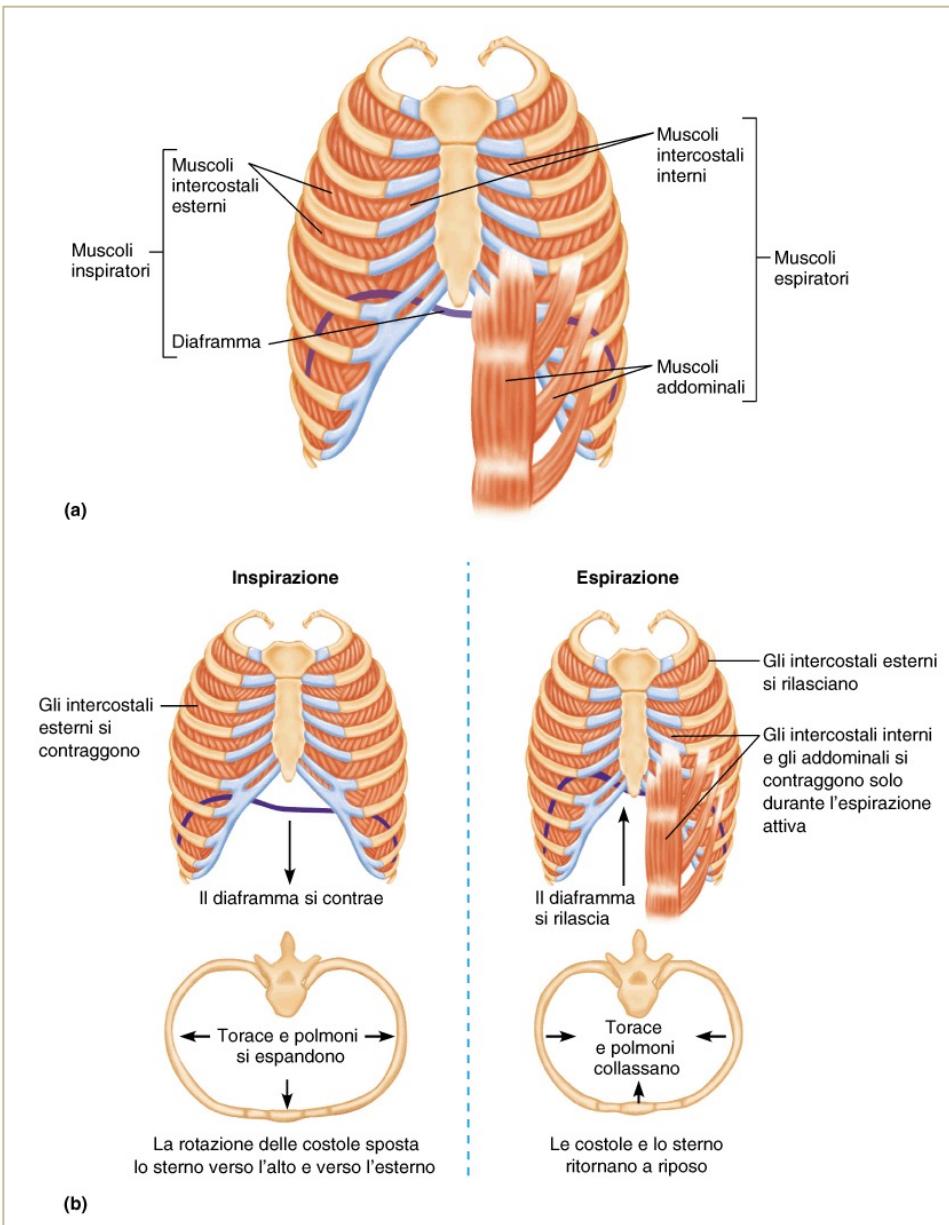
Ciclo respiratorio: inspirazione ed espirazione

Il ruolo della pleura



Ciclo respiratorio: inspirazione ed espirazione

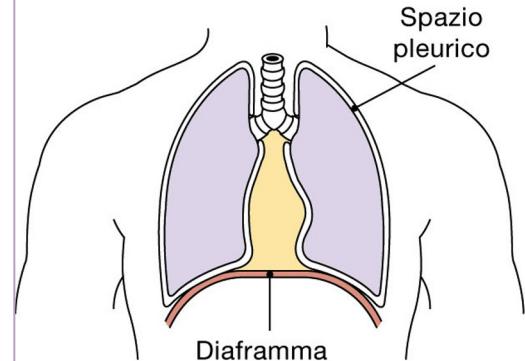
Il ruolo dei muscoli intercostali



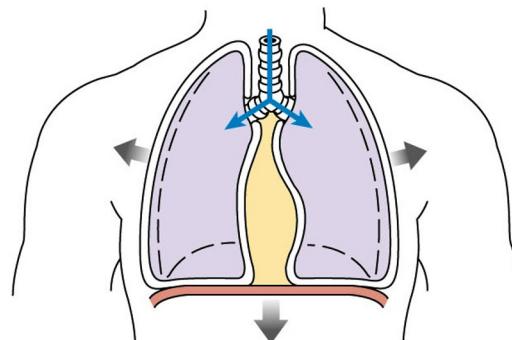
Ciclo respiratorio: inspirazione ed espirazione

La meccanica

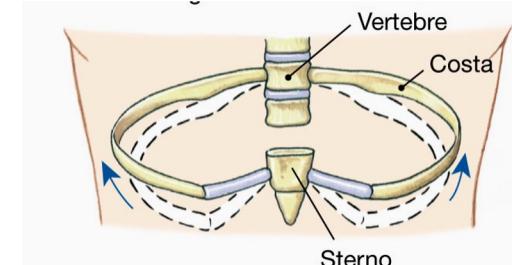
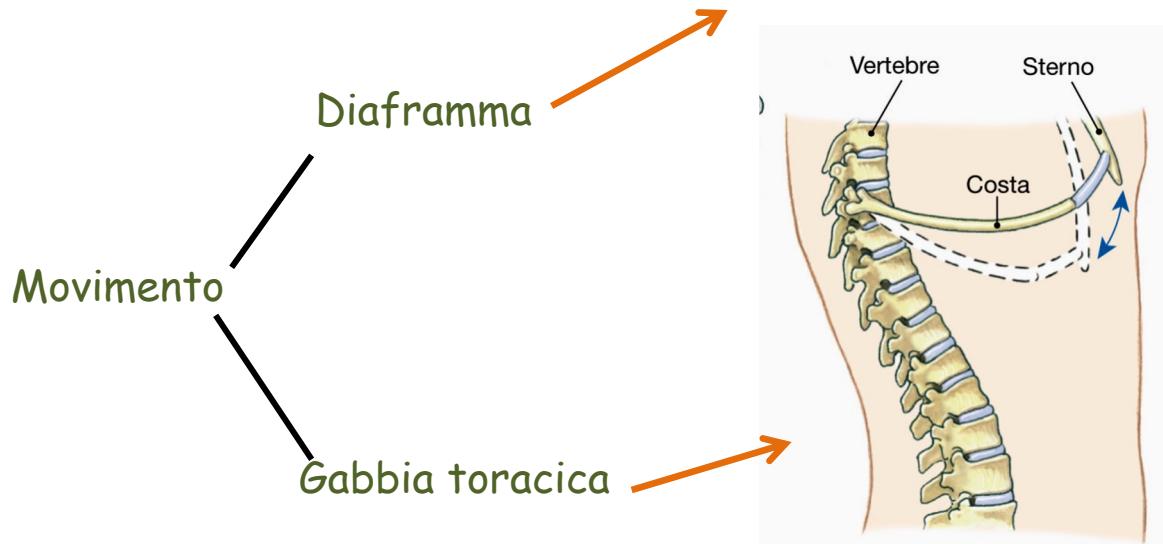
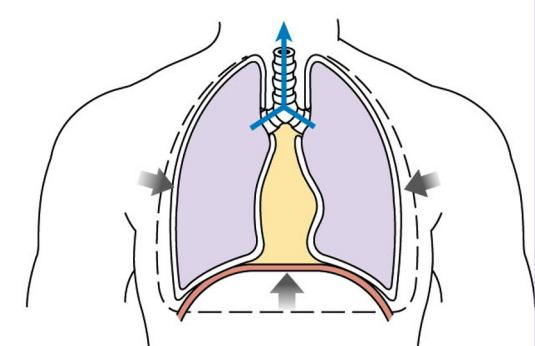
(a) A riposo, il diaframma è rilassato.



(b) Il diaframma si contrae,
il volume toracico aumenta.



(c) Il diaframma si rilassa,
il volume toracico diminuisce.



Compliance: capacità dei polmoni ad espandersi

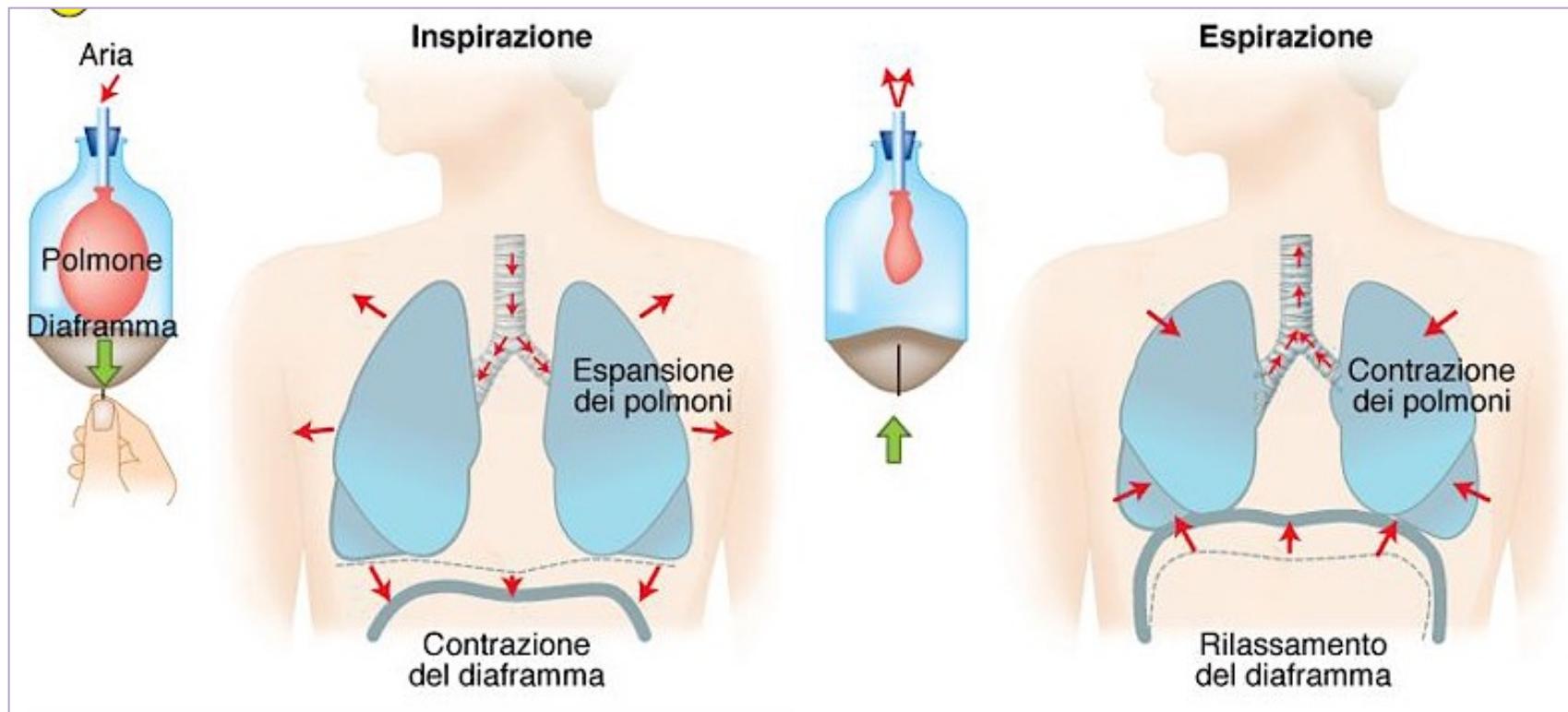
Elastanza: capacità dei polmoni di tornare al volume di riposo

Ciclo respiratorio: inspirazione ed espirazione

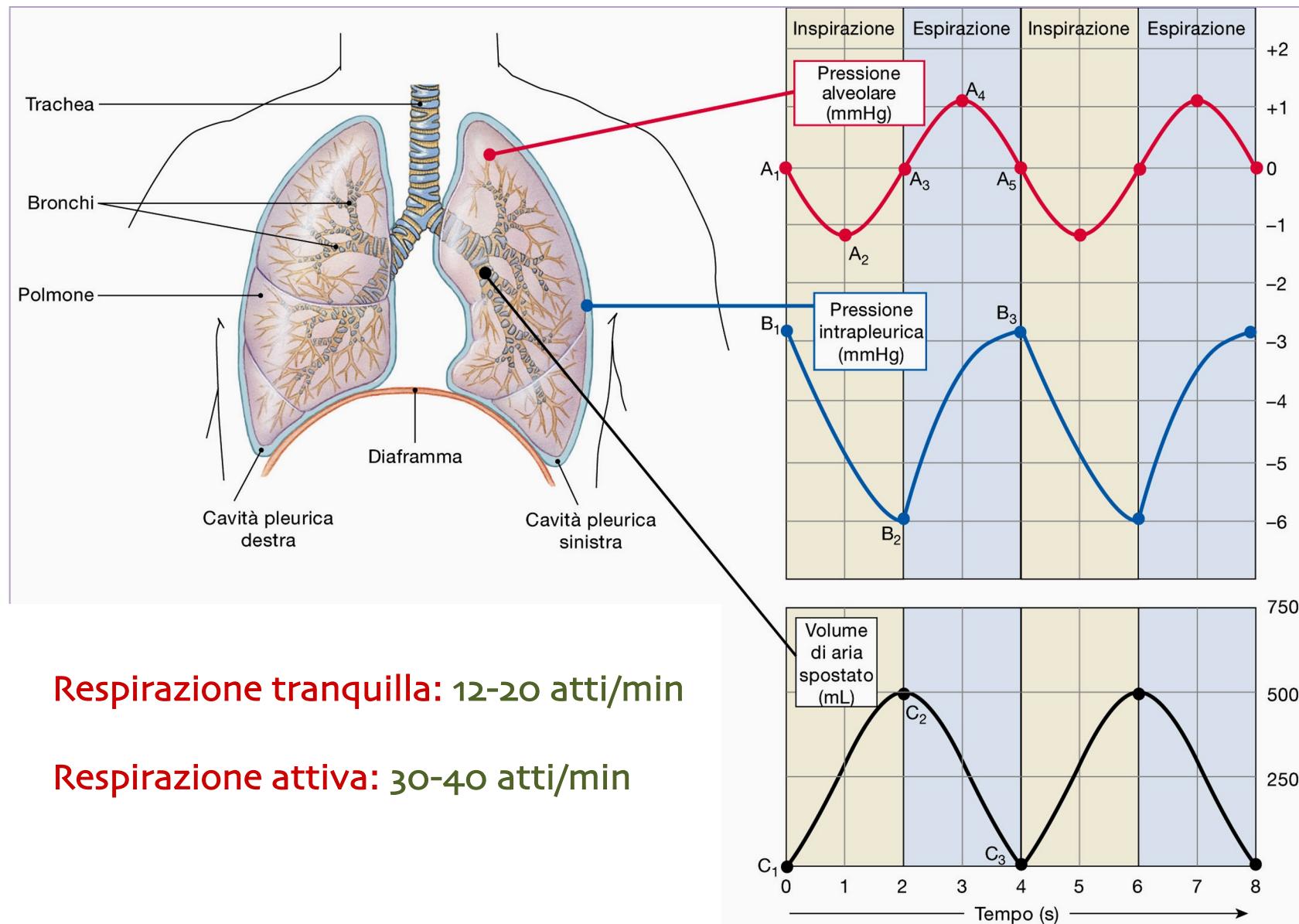
La meccanica e il flusso di aria

FLUSSO $\Delta P/R$ - Il flusso aereo nelle vie respiratorie:

- 1) segue un gradiente di pressione (ΔP)
- 2) decresce quando la resistenza (R) del sistema al flusso aumenta

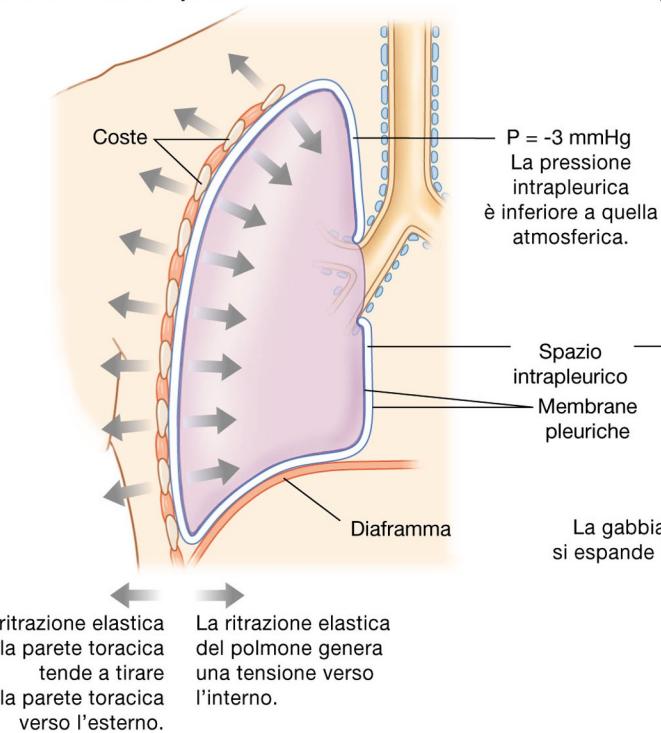


Cambiamenti della pressione durante la respirazione tranquilla

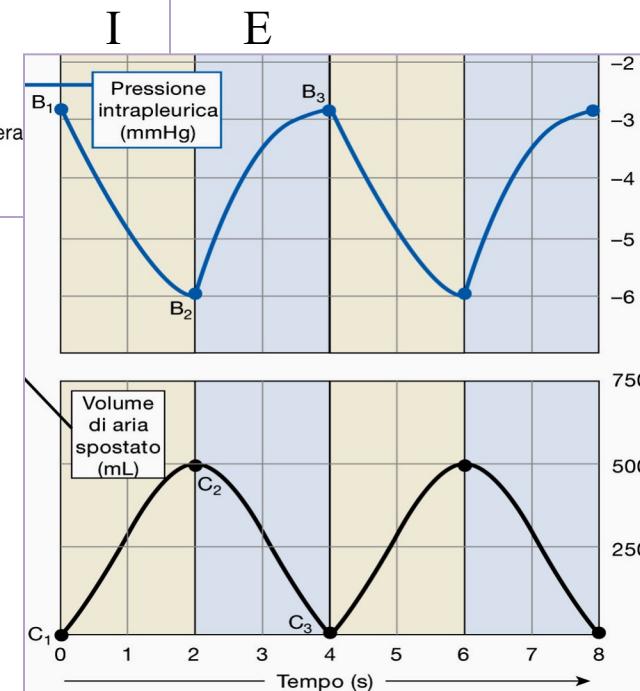
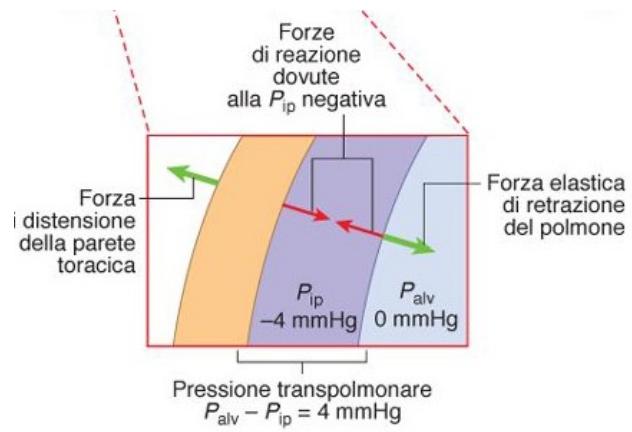
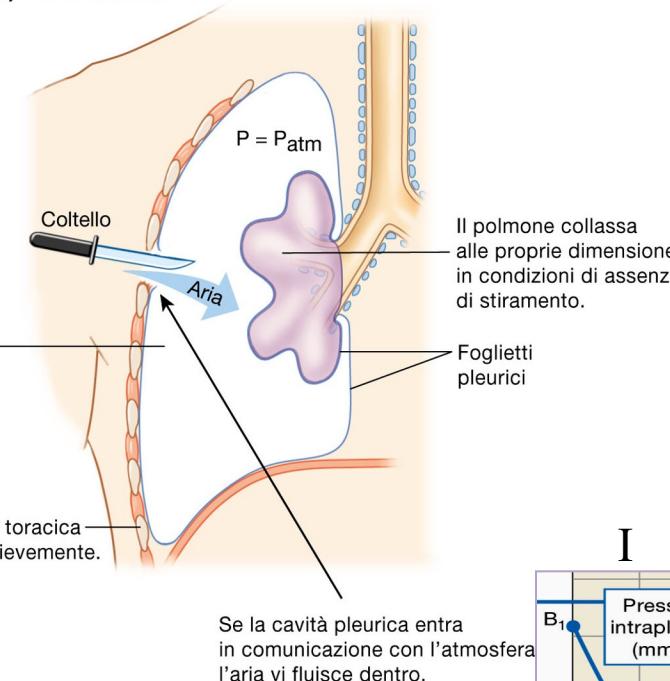


Pressione nella cavità pleurica

(a) Polmone normale a riposo

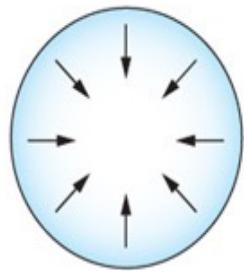


(b) Pneumotorace



Tensione superficiale

(a) La pressione è superiore nell'alveolo più piccolo.



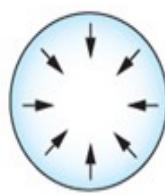
Bolla più grande

$$r = 2$$

$$T = 3$$

$$P = (2 \times 3)/2$$

$$P = 3$$



Bolla più piccola

$$r = 1$$

$$T = 3$$

$$P = (2 \times 3)/1$$

$$P = 6$$

Legge di Laplace: $P = 2T/r$

P = pressione

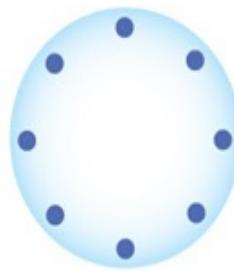
T = tensione superficiale

r = raggio

Per la legge di Laplace, se due bolle hanno la medesima tensione superficiale, la bolla più piccola presenta una pressione maggiore.

(b) Il surfattante riduce la tensione superficiale (T).

La pressione diviene uguale nella bolla piccola e in quella grande.



$$r = 2$$

$$T = 2$$

$$P = (2 \times 2)/2$$

$$P = 2$$



$$r = 1$$

$$T = 1$$

$$P = (2 \times 1)/1$$

$$P = 2$$

Il surfattante riduce la tensione superficiale ed il lavoro ventilatorio

Fattori che influenzano la resistenza delle vie aeree

Legge di Poiselle

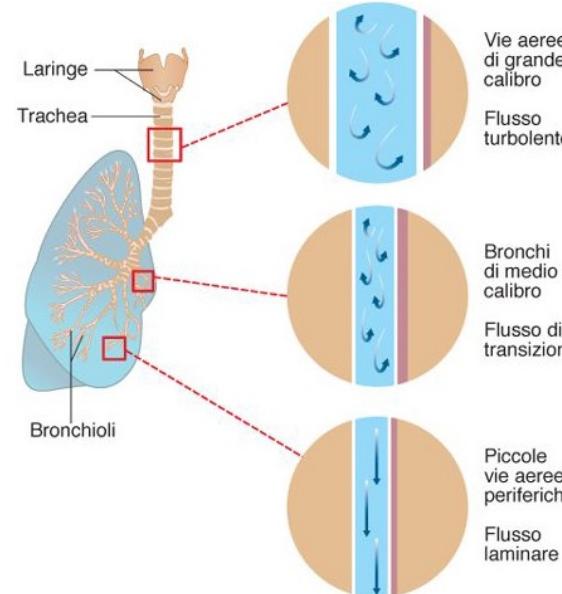
$$R = L \eta / r^4$$

R = resistenza

L = lunghezza del sistema

η = viscosità dell'aria

r = raggio dei condotti del sistema

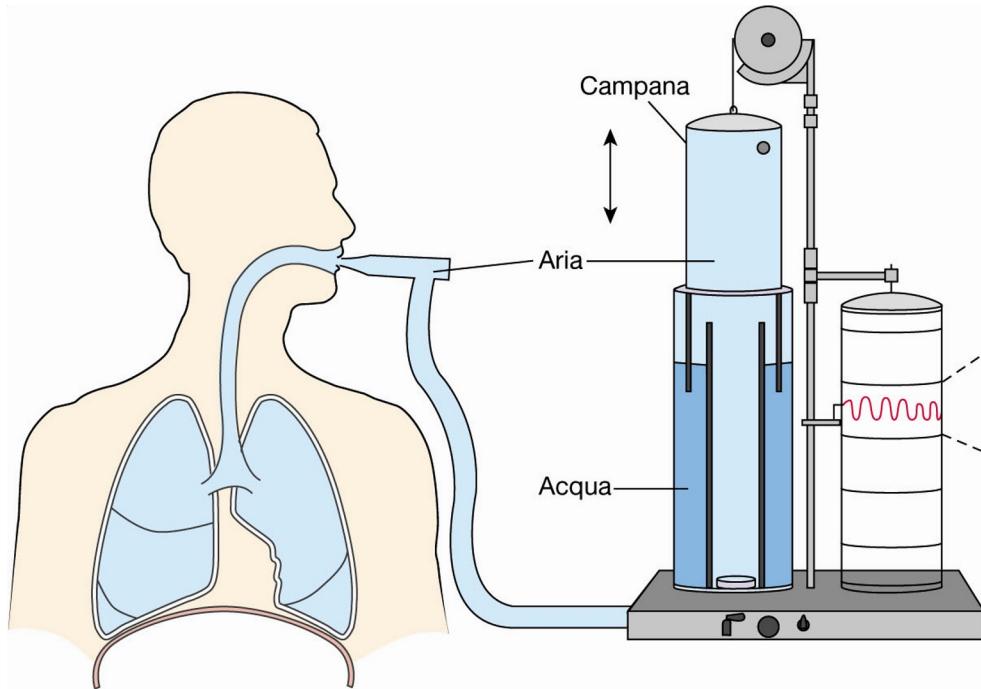


Il flusso dipende dalla densità della miscela dei gas

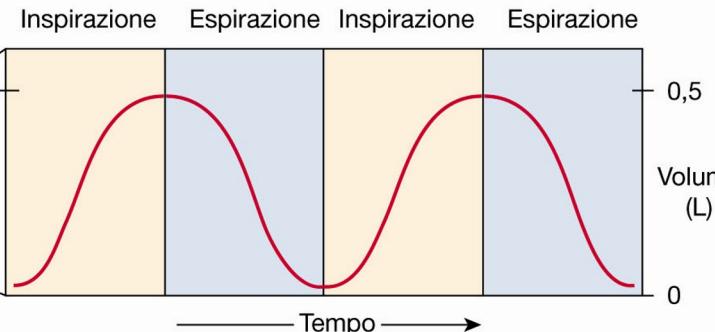
Correlazione lineare tra pressione e flusso secondo la legge di Poiseuille

Fattore	Influenzato	Mediato
Lunghezza del sistema	Costante; non è un fattore rilevante	
Viscosità dell'aria	Di solito costante. Umidità e altitudine possono variarla lievemente	
Diametro delle vie aeree		
Vie aeree superiori	Ostruzione fisica	Muco e altri fattori
Bronchioli	Broncocostrizione	Acetilcolina (parasimpatico, recettori muscarinici), istamina, leucotreni
	Broncodilatazione	CO ₂ , adrenalina (recettori β ₂)

Volumi polmonari: la spirometria

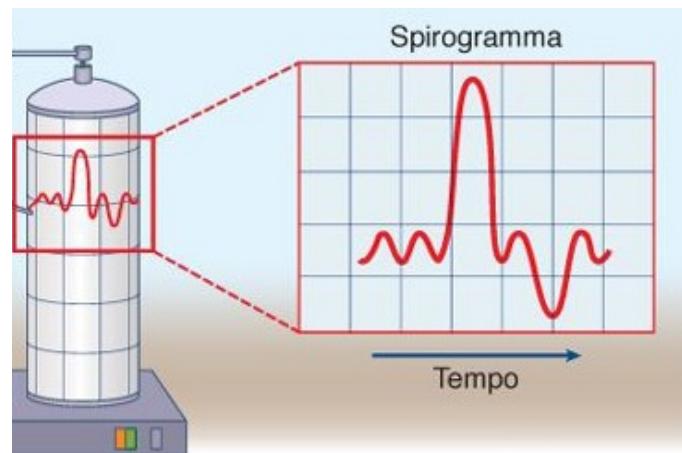


Respiro tranquillo

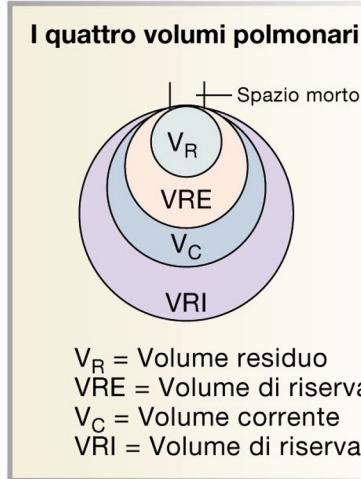


Quando il soggetto inspira, l'aria fluisce nei polmoni. Il volume della campana diminuisce e la penna sale sul tracciato.

Respiro forzato

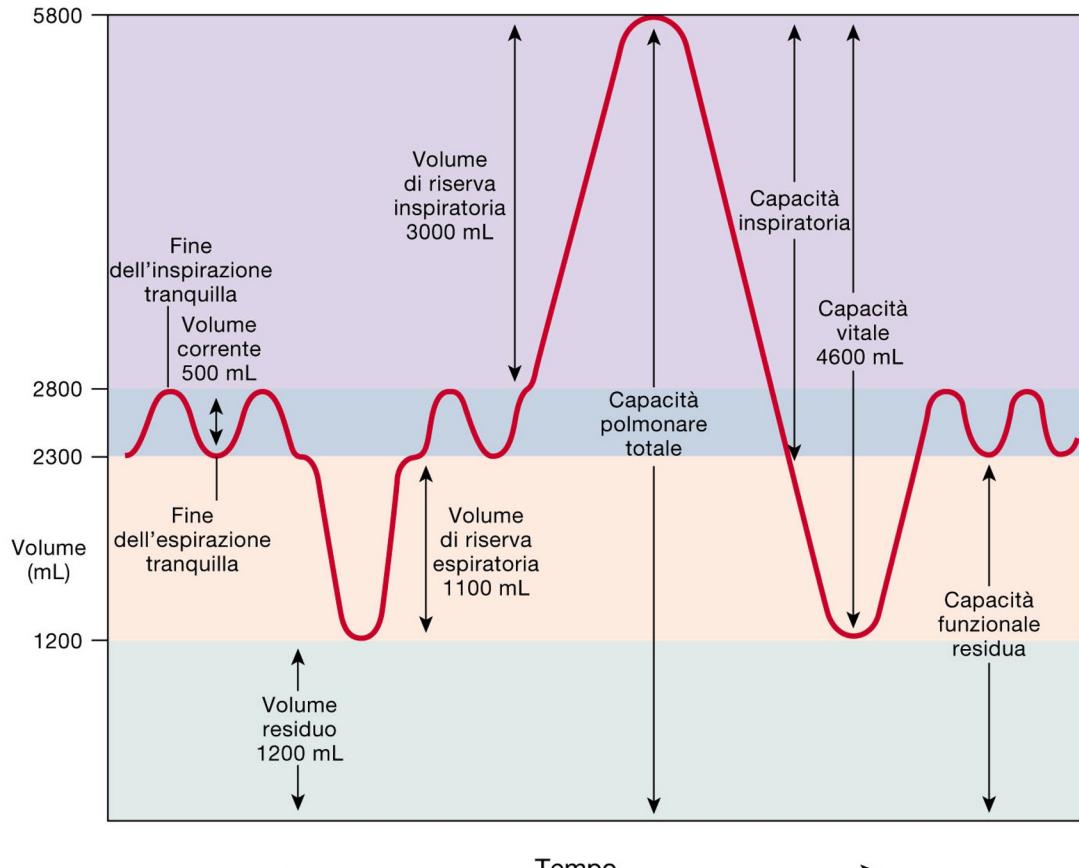


Volumi e capacità polmonari



Volumi polmonari			
	Maschi	Femmine	
Capacità vitale	VRI 3000	1900	Capacità inspiratoria
	V_C 500	500	
	VRE 1100	700	Capacità funzionale residua
Volume residuo	1200	1100	residua
	5800 mL	4200 mL	

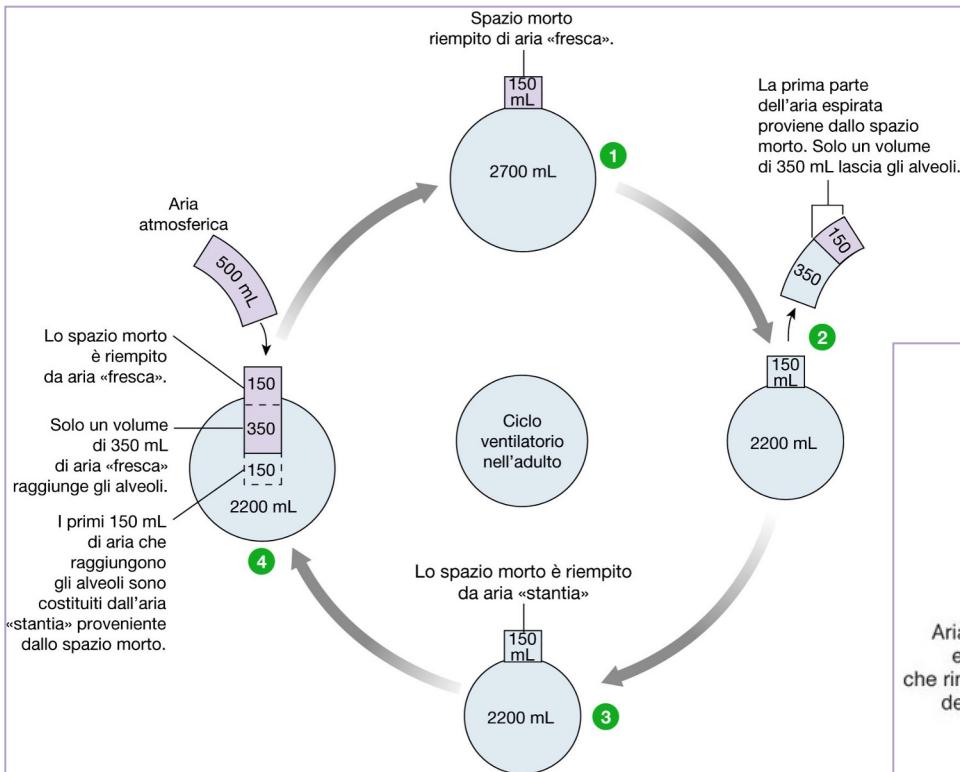
Un tracciato spirometrico che mostra i volumi e le capacità polmonari



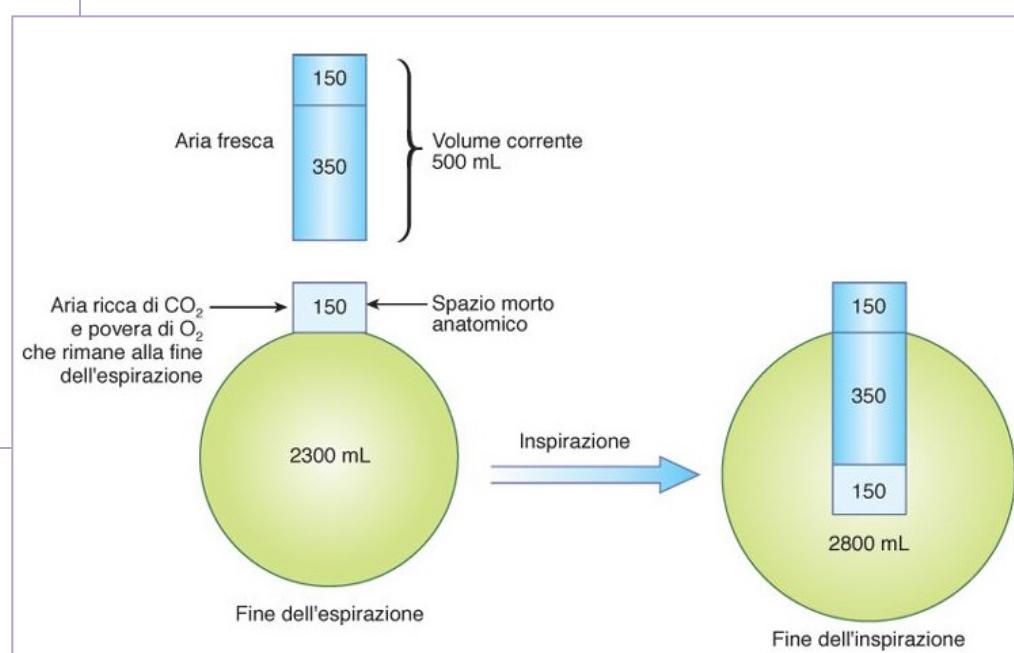
Le capacità sono somme di due o più volumi

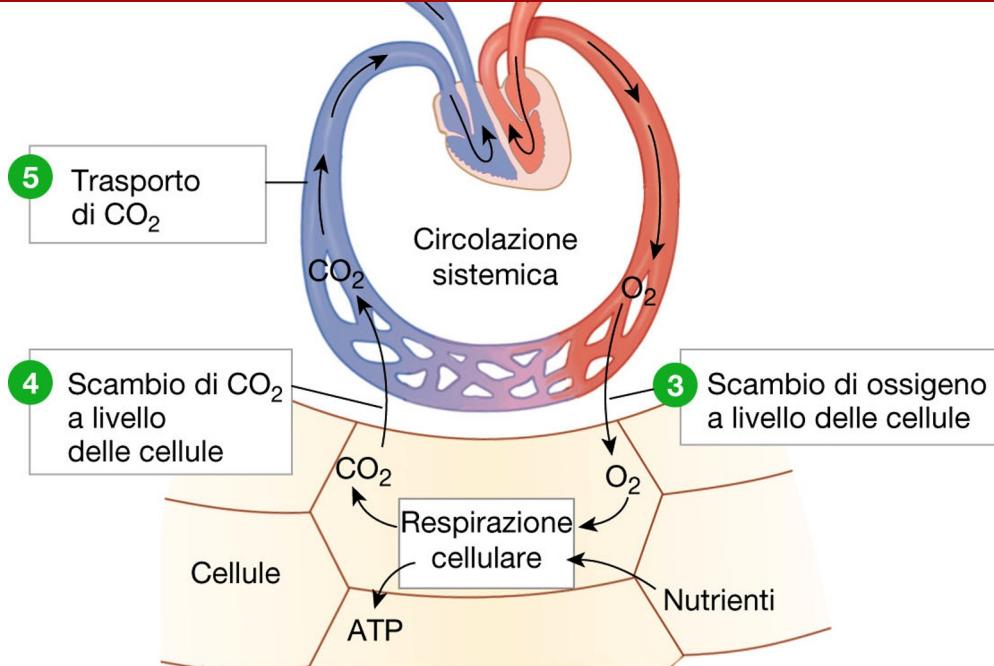
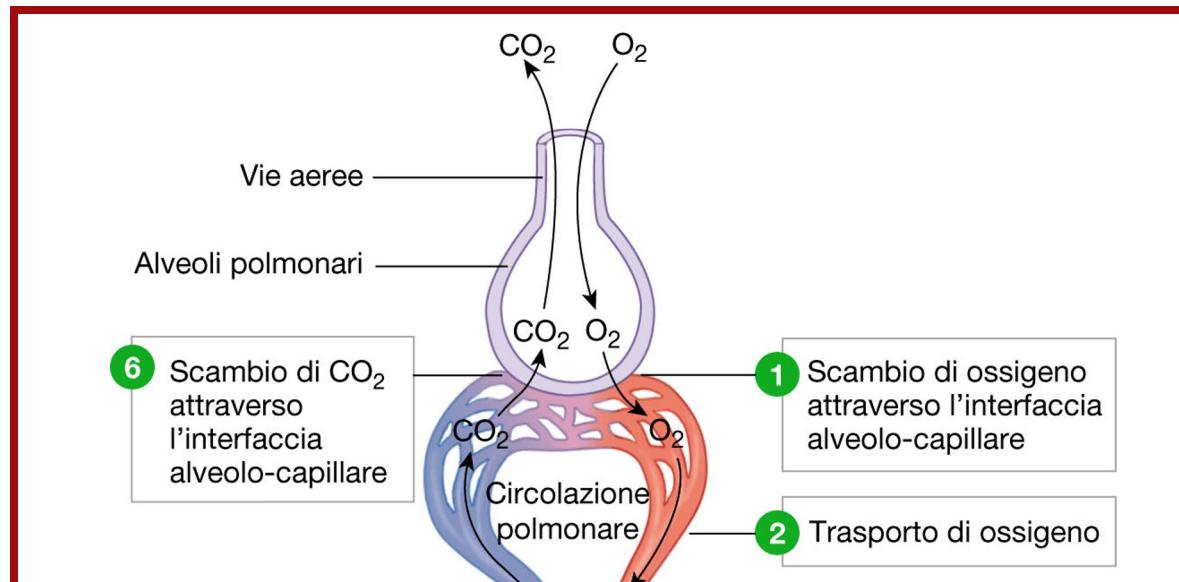
Ventilazione polmonare totale e ventilazione alveolare

Volume di aria spostato dentro e fuori dai polmoni/min: frequenza respiratoria (12-20 atti/min) x volume corrente (500 ml/atto) = 6 L

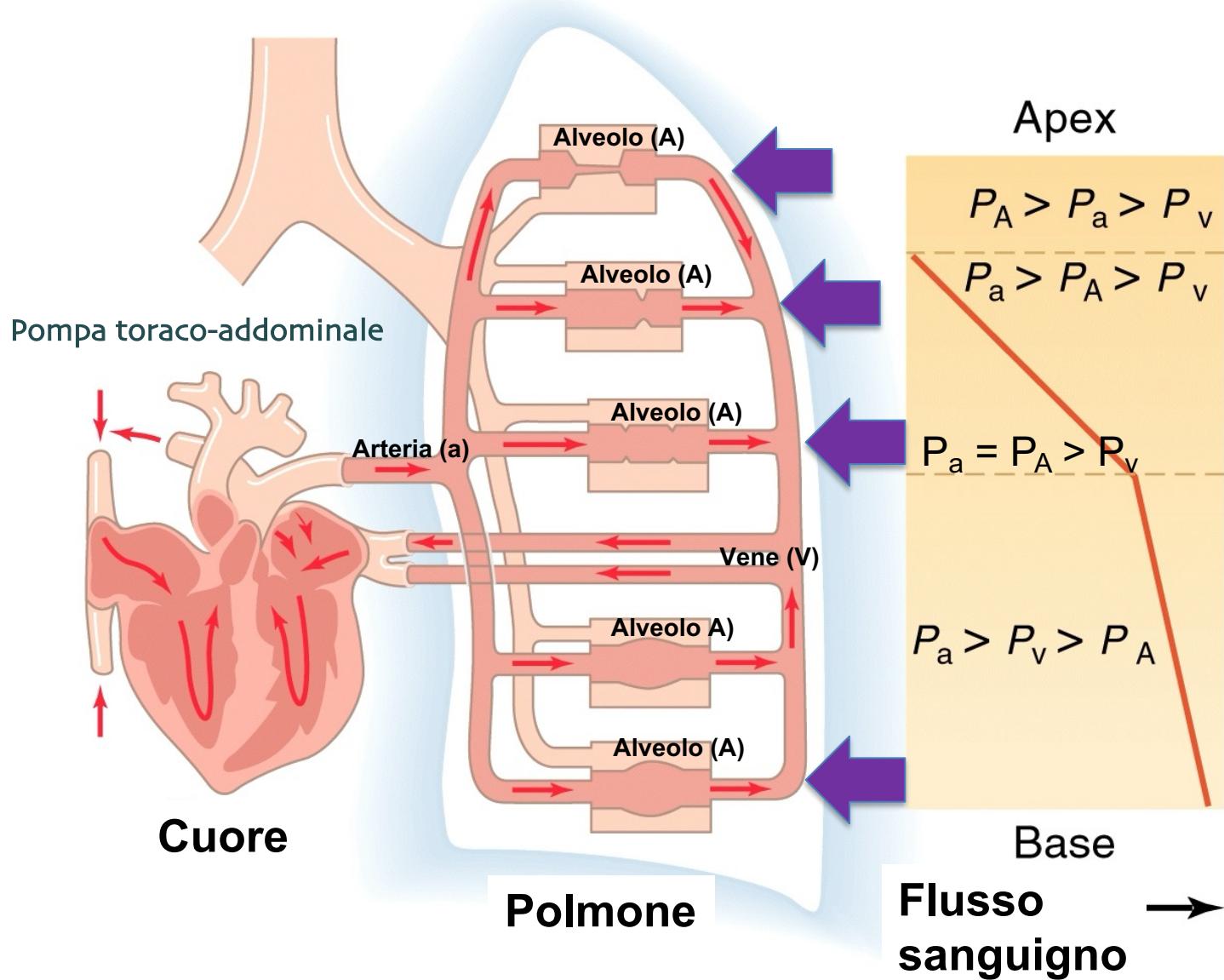


Volume di aria che raggiunge gli alveoli/min: frequenza respiratoria (12-20 atti/min) x (volume corrente 500 ml - spazio morto 150 ml) = 4,2 L





Circolazione polmonare (flusso a strato sottile)

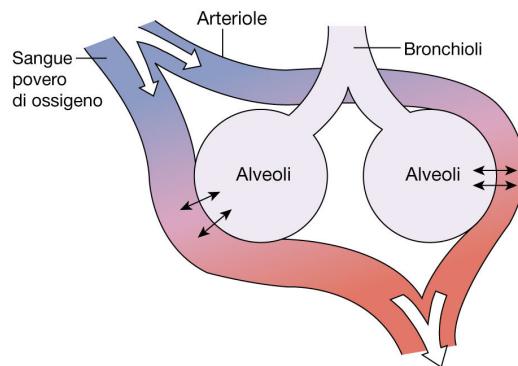


La Pressione Transmurale ($P_{\text{arteriosa}} - P_{\text{Alveolare}}$) determina il diametro dei capillari polmonari

Un controllo locale accoppia ventilazione e perfusione

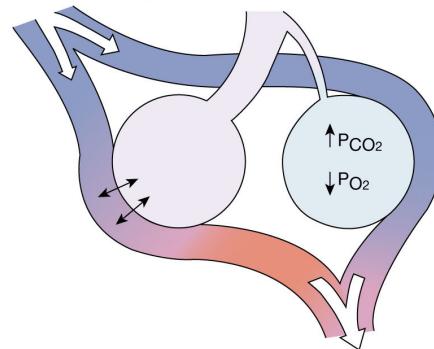
Composizione del gas	Bronchioli	Arteriole polmonari	Arterie sistemiche
Aumento PCO ₂	Dilatazione	Costrizione	Dilatazione
Diminuzione PO ₂	Dilatazione	Costrizione	Dilatazione
Diminuzione PCO ₂	Costrizione	Dilatazione	Costrizione
Aumento PO ₂	Costrizione	Dilatazione	Costrizione

(a) La ventilazione degli alveoli è accoppiata alla perfusione dei capillari polmonari.



(b) Disaccoppiamento ventilazione-perfusione.

Se la ventilazione diminuisce in un gruppo di alveoli (in blu), P_{CO₂} aumenta e P_{O₂} diminuisce. Il sangue che fluisce oltre questi alveoli non è ossigenato.



(c) I meccanismi di controllo locale tendono a mantenere accoppiate ventilazione e perfusione.

La riduzione di P_{O₂} attorno agli alveoli ipoventilati provoca la costrizione delle loro arteriole, convogliando il sangue verso alveoli ventilati meglio. Flusso di sangue convogliato verso alveoli con ventilazione migliore.

