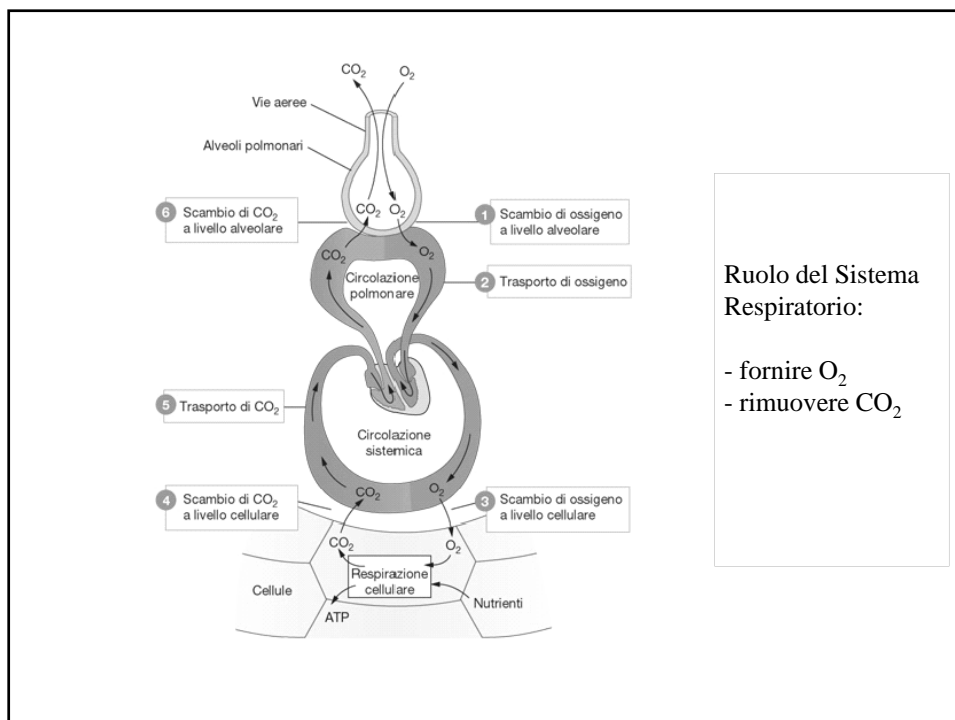


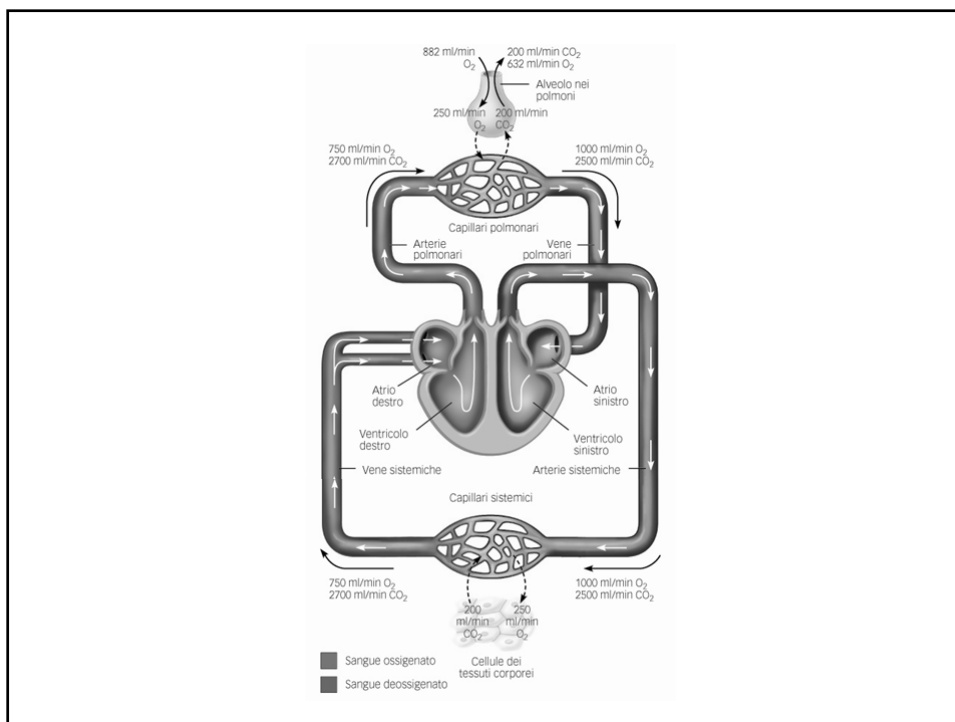
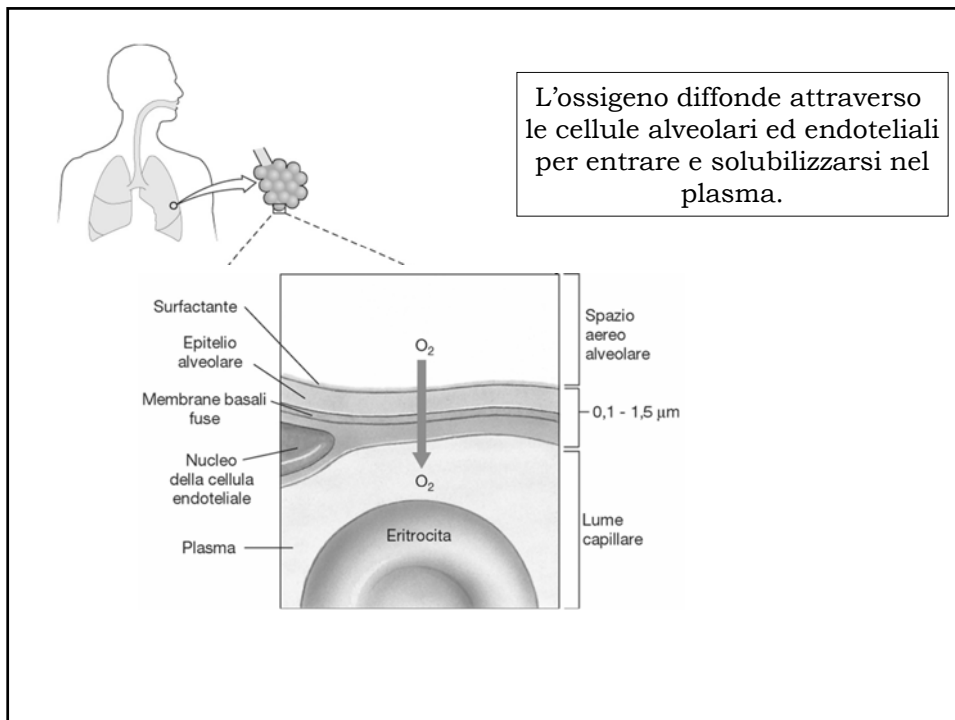


Corso di Laurea Magistrale in
"Medicina e Chirurgia"

Biofisica e Fisiologia I

Scambi gassosi e regolazione del respiro





Trasporto di O_2 nel sangue deossigenato = 750 mL/min

Trasporto di CO_2 nel sangue deossigenato = 2700 mL/min

Velocità di diffusione dell' O_2
dagli alveoli al sangue deossigenato = 250 mL/min

Velocità di diffusione della CO_2
dal sangue deossigenato agli alveoli = 200 mL/min

Trasporto di O_2 nel sangue ossigenato = 1000 mL/min

Trasporto di CO_2 nel sangue ossigenato = 2500 mL/min

1 DIFFUSIONE

Lo scambio di O_2 e CO_2 tra polmoni e sangue o tra sangue e cellule segue le regole della diffusione semplice attraverso membrane, descritte dalla legge di Fick: $J = P\Delta C$

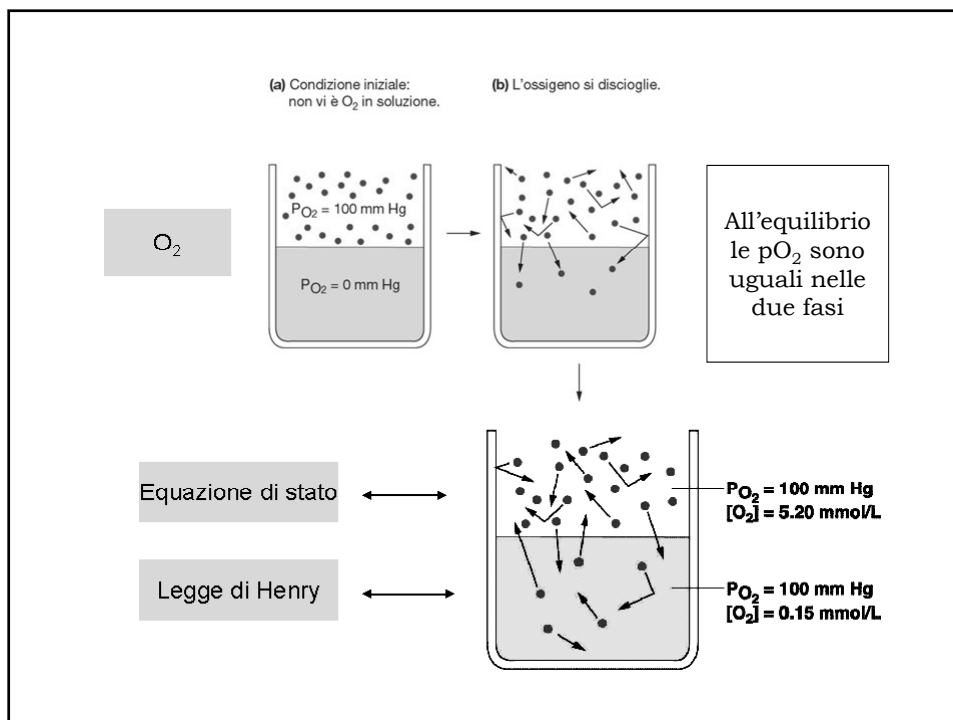
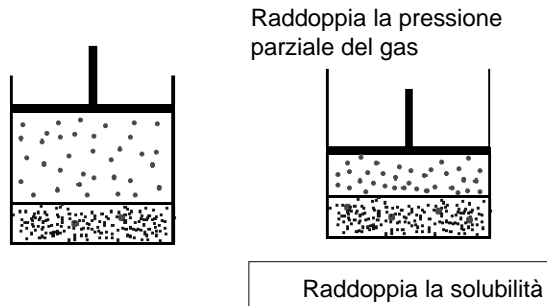
La velocità di diffusione v è data da: $v = J \times S$, dove S è la superficie attraverso cui avviene lo scambio.

Pertanto, la velocità di diffusione è direttamente proporzionale alla superficie ed al ΔC , inversamente proporzionale allo spessore della membrana.

2

SOLUBILIZZAZIONE
Legge di Henry

- La solubilità di un gas in un liquido dipende da: temperatura, pressione parziale del gas, natura del solvente, natura del gas.
- La solubilità dei gas è governata dall'equilibrio tra fase gassosa e soluzione satura.
- Legge di Henry: $[S] = k P$ in cui $[S]$ è la solubilità, P la pressione parziale del gas e k il coefficiente di solubilità. $[S]$ in cm^3/L , P in atm e k in $(\text{cm}^3/\text{L})/\text{atm}$ oppure $[S]$ in g/L , P in atm e k in $(\text{g}/\text{L})/\text{atm}$



Il valore di k per un certo gas dipende dalla temperatura, natura del gas e del solvente. A temperatura costante, l'equazione di Henry diventa

$$\frac{C_1}{P_1} = \frac{C_2}{P_2}$$

La concentrazione di ossigeno in acqua è 0.44g / 100 mL soluzione quando la pressione parziale è 150 mm Hg. Se la pressione è ridotta a 56 mm Hg, quale sarà la solubilità del gas?

$$P_1 = 150 \text{ mm Hg}$$

$$C_1 = 0.44 \text{ g O}_2 / 100 \text{ mL solution}$$

$$P_2 = 56 \text{ mm Hg}$$

$$C_2 = ?$$

$$C_2 = (56 \text{ mm Hg}) \left(\frac{0.44 \text{ g O}_2 / 100 \text{ mL solution}}{150 \text{ mm Hg}} \right)$$

$$C_2 = 0.15 \text{ g O}_2 / 100 \text{ mL solution}$$

COEFFICIENTE DI SOLUBILITA' DEI GAS IN H₂O
cm³ gas/L (H₂O) x atm

0°

37°

N₂

24

13

O₂

49

25

CO₂

170

56

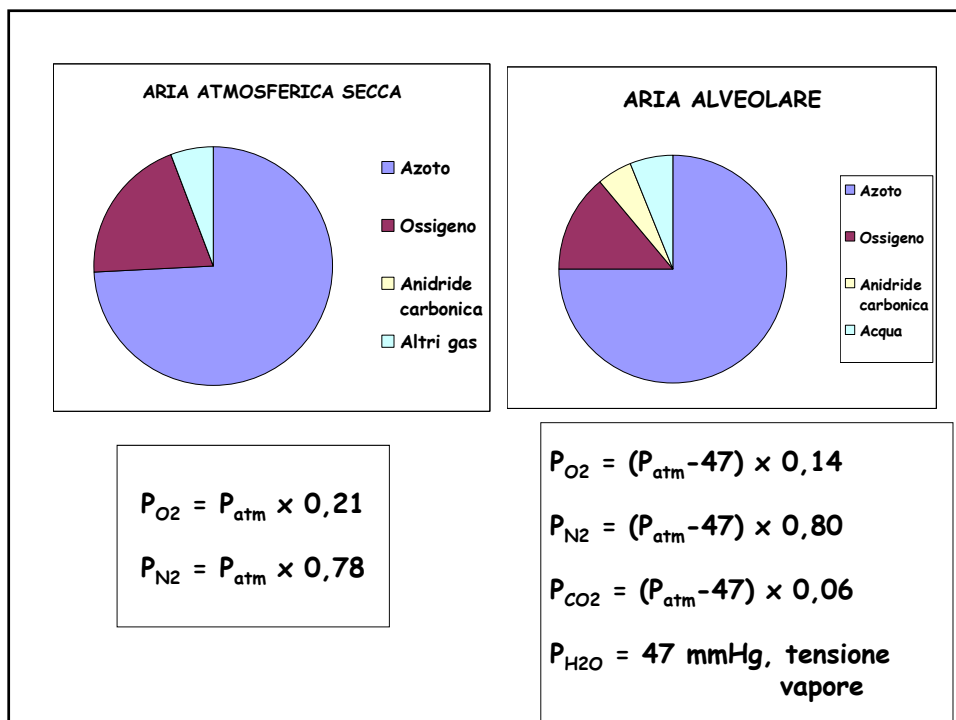
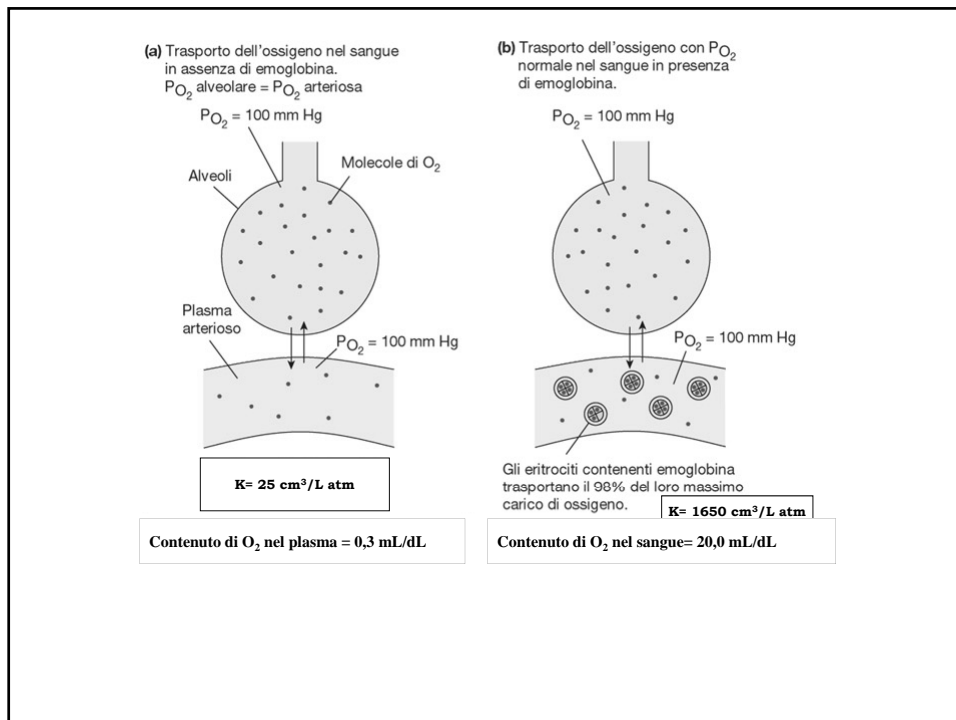
COEFFICIENTI DI SOLUBILITA' DEI GAS ANESTETIZZANTI A 37°C
cm³/L x atm

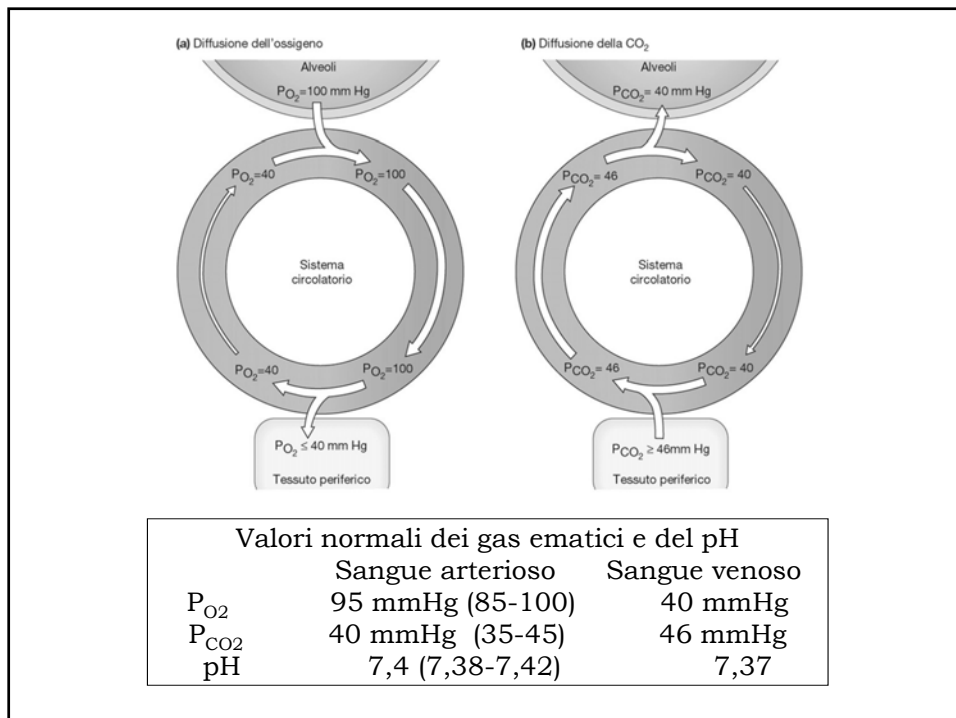
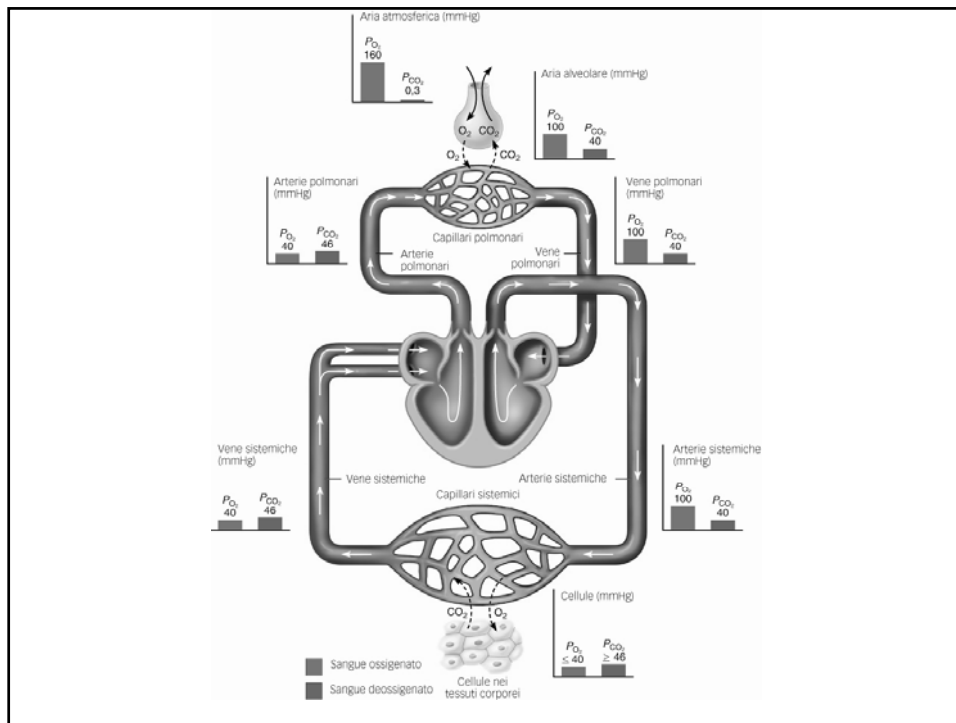
Ciclopropano

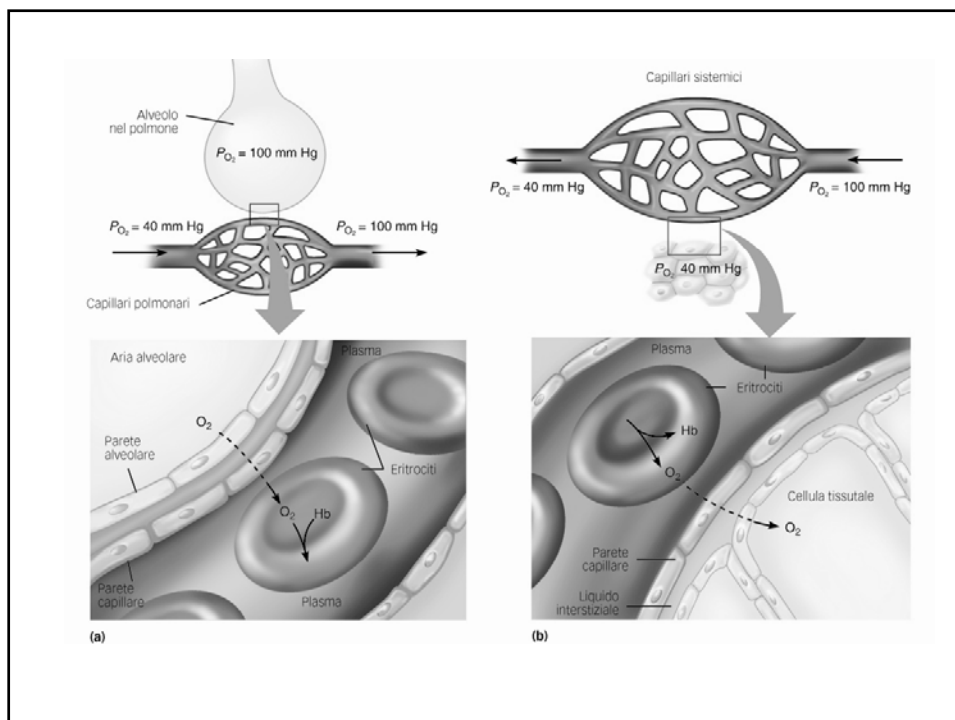
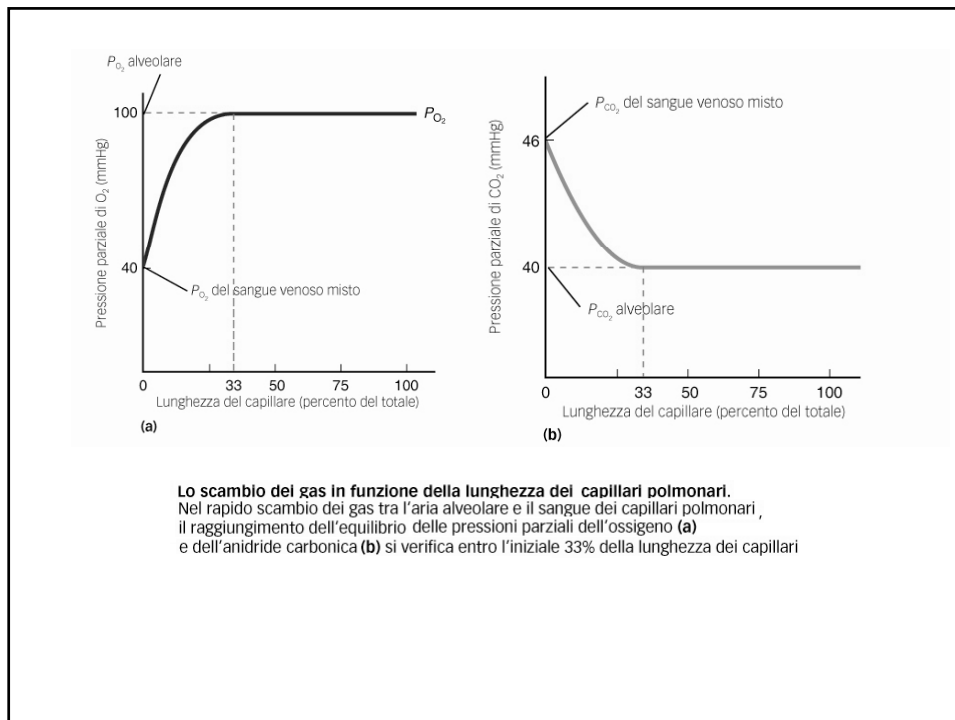
415

Etere etilico

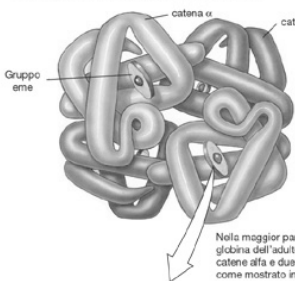
1520





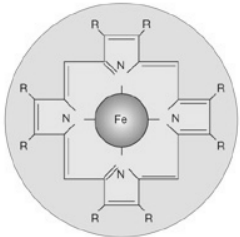


(a) Una molecola di emoglobina è costituita da quattro catene della proteina globina, ognuna delle quali circonda un gruppo eme.



Nella maggior parte dell'emoglobina dell'adulto ci sono due catene alfa e due catene beta, come mostrato in figura.

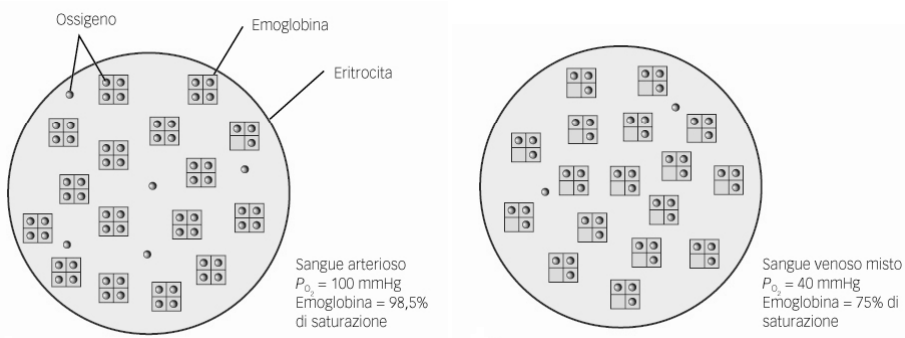
(b) Un gruppo eme è costituito da un anello di porfirina con un atomo di ferro al centro.



R = gruppi addizionali contenenti C, H, O

$$\text{Hb} + \text{O}_2 = \text{Hb}(\text{O}_2)_4$$

Il legame della prima molecola di O_2 influenza l'affinità di legame delle molecole successive.



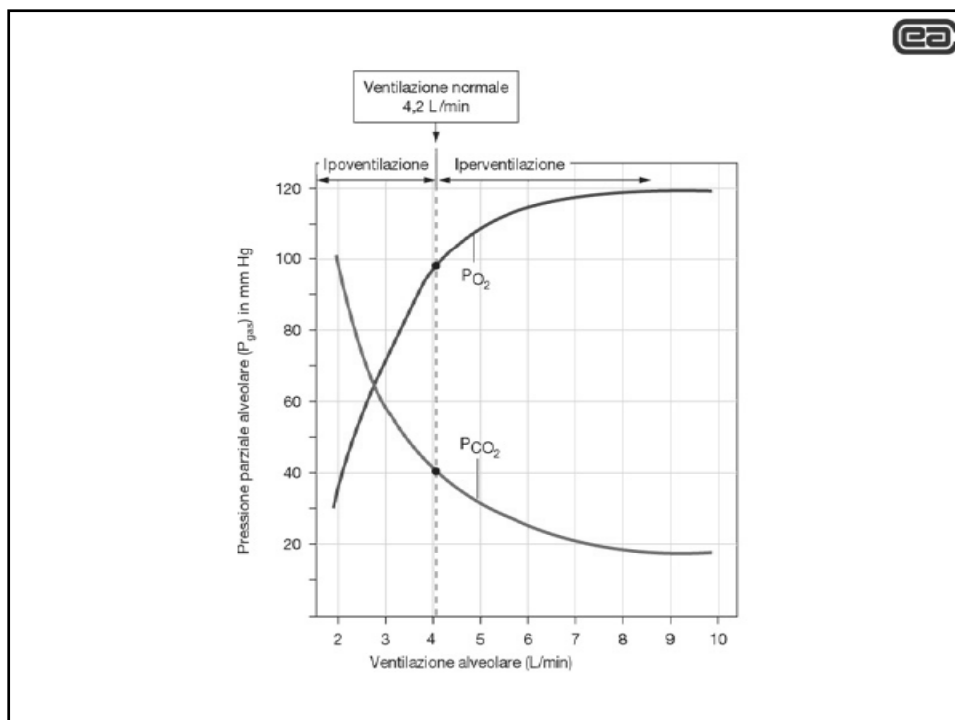
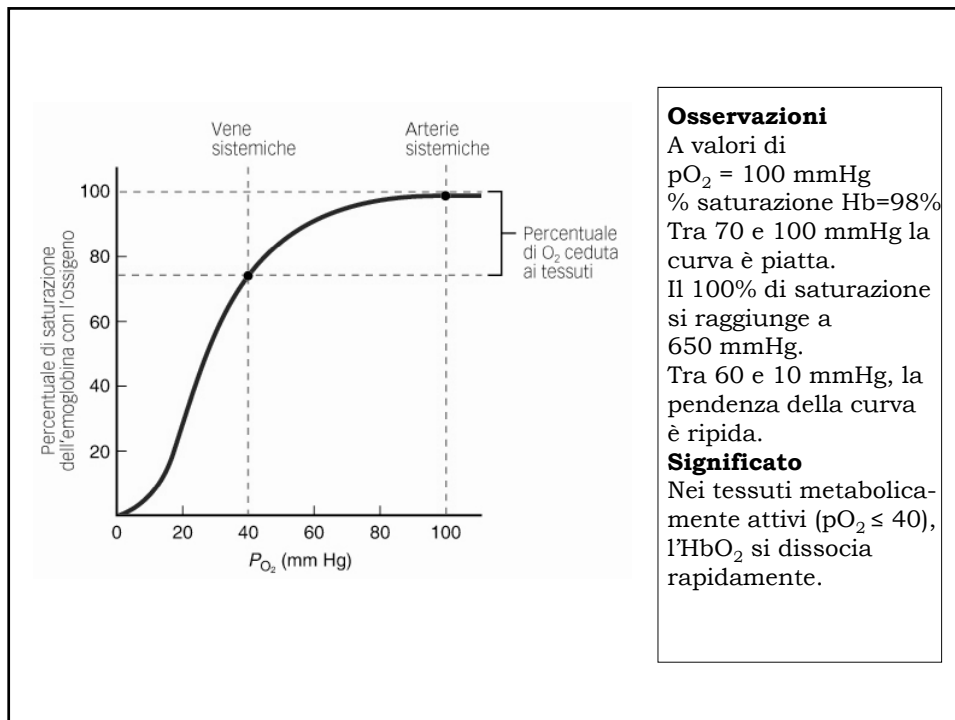
Ossigeno

Emoglobina

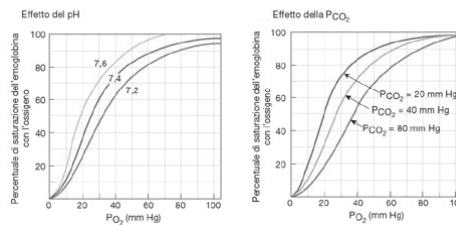
Eritrocita

Sangue arterioso
 $P_{\text{O}_2} = 100 \text{ mmHg}$
 Emoglobina = 98,5% di saturazione

Sangue venoso misto
 $P_{\text{O}_2} = 40 \text{ mmHg}$
 Emoglobina = 75% di saturazione



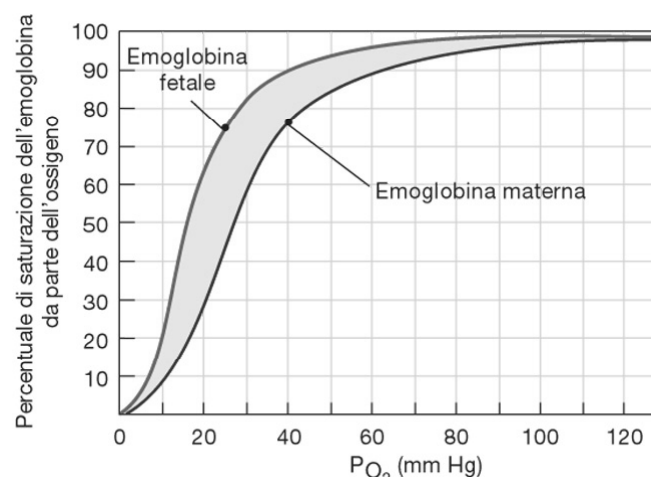
Effetto Bohr = spostamento della curva di affinità al variare del pH. Al diminuire del pH l'affinità decresce.

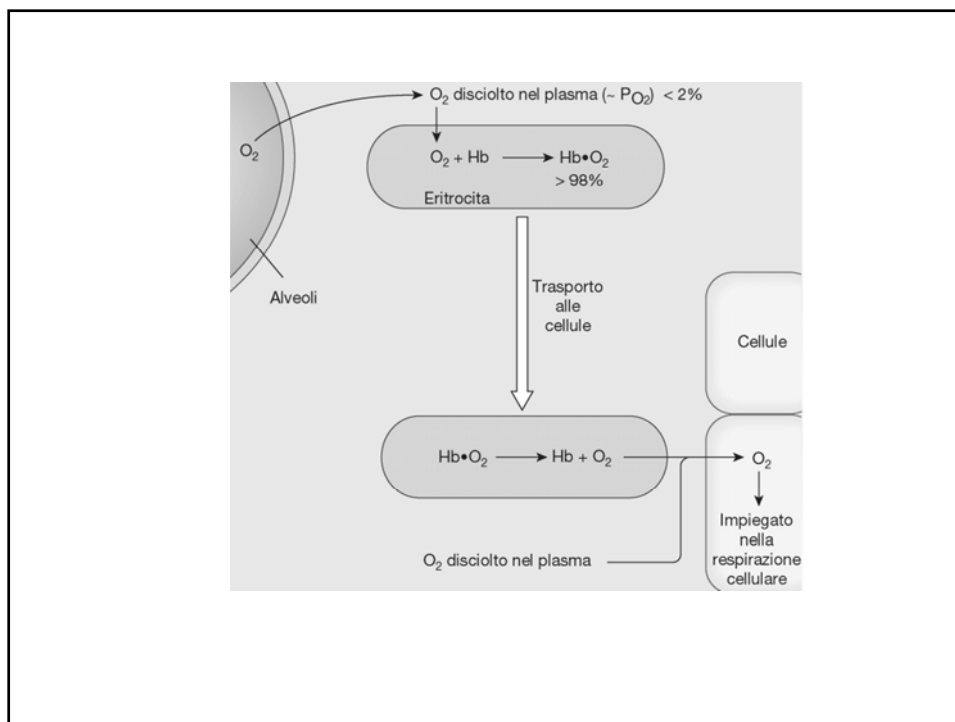
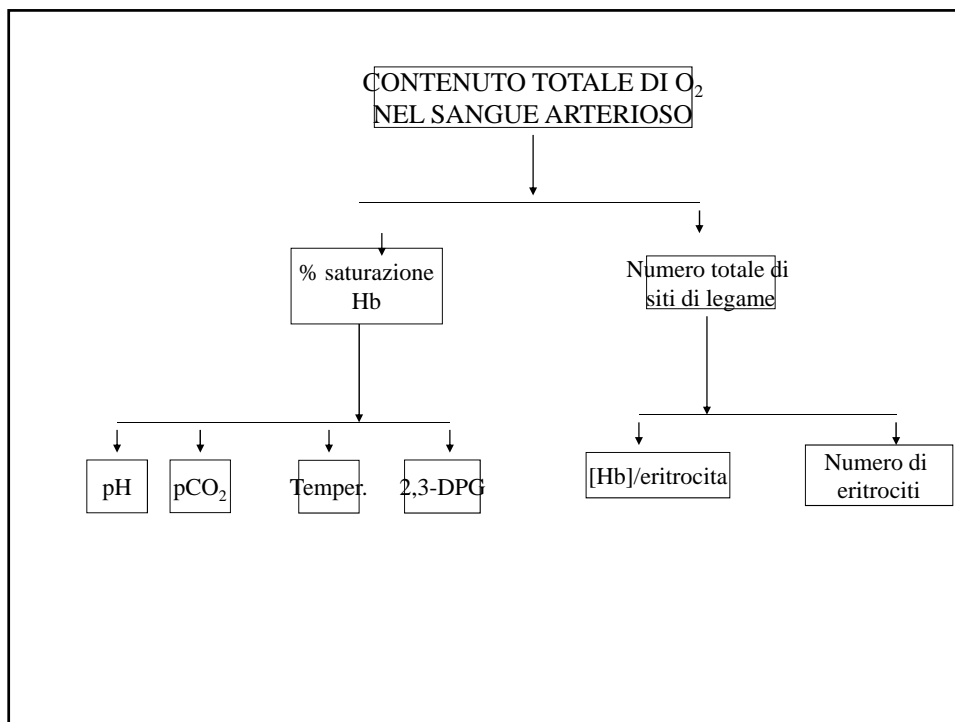


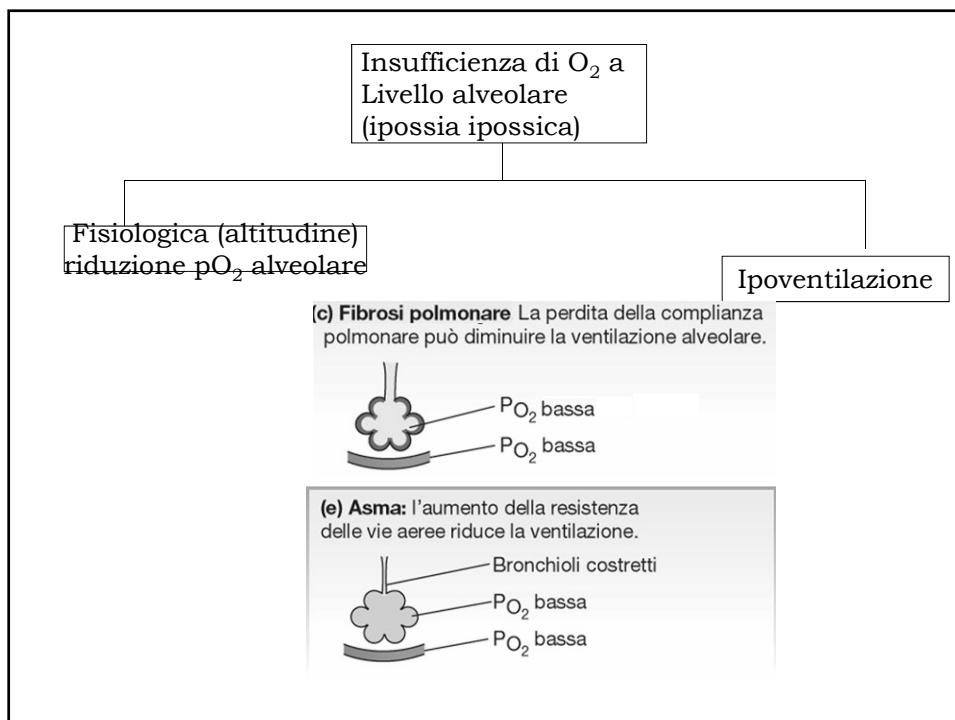
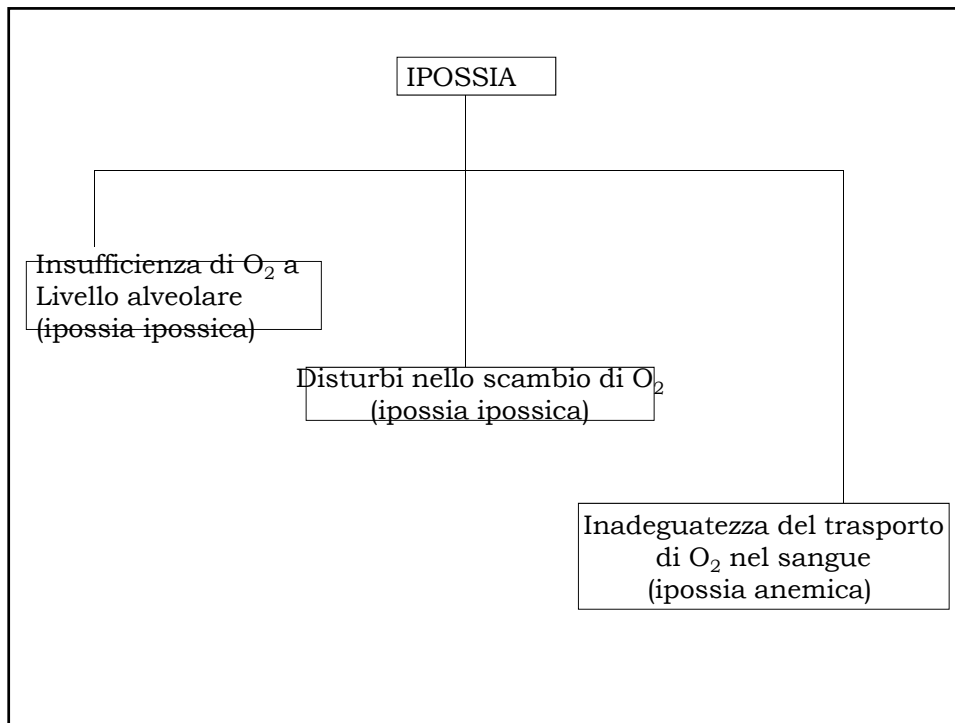
La p_{CO}₂ influenza la posizione della curva di saturazione.

Un effetto analogo è mostrato dal 2,3-DPG. Il 2,3-DPG riduce l'affinità dell'Hb per l'O₂.

L'ipossia cronica (lungo periodo di carenza di O₂) innesca un aumento della produzione di 2,3-DPG. L'elevata altitudine e l'anemia innalzano i livelli di 2,3-DPG.

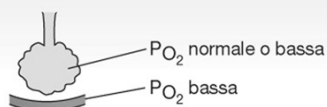




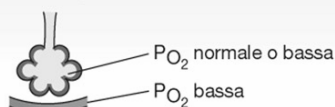


Disturbi nello scambio di O_2 (ipossia ipossica)

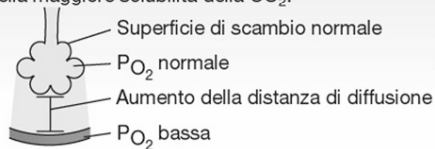
(b) Enfisema: la distruzione degli alveoli determina una diminuzione dell'area utile per lo scambio di gas.



(c) Fibrosi polmonare: l'ispessimento della membrana alveolare determina un rallentamento



(d) Edema polmonare: il liquido nello spazio interstiziale aumenta la distanza di diffusione. La P_{CO_2} nel sangue arterioso può essere normale a causa della maggiore solubilità della CO_2 .



Cause e tipi di ipossia

Ipossia ipossica: bassa P_{O_2} arteriosa

- Fisiologica: elevata altitudine
- Ipoventilazione alveolare
- Riduzione della capacità di diffusione alveolare

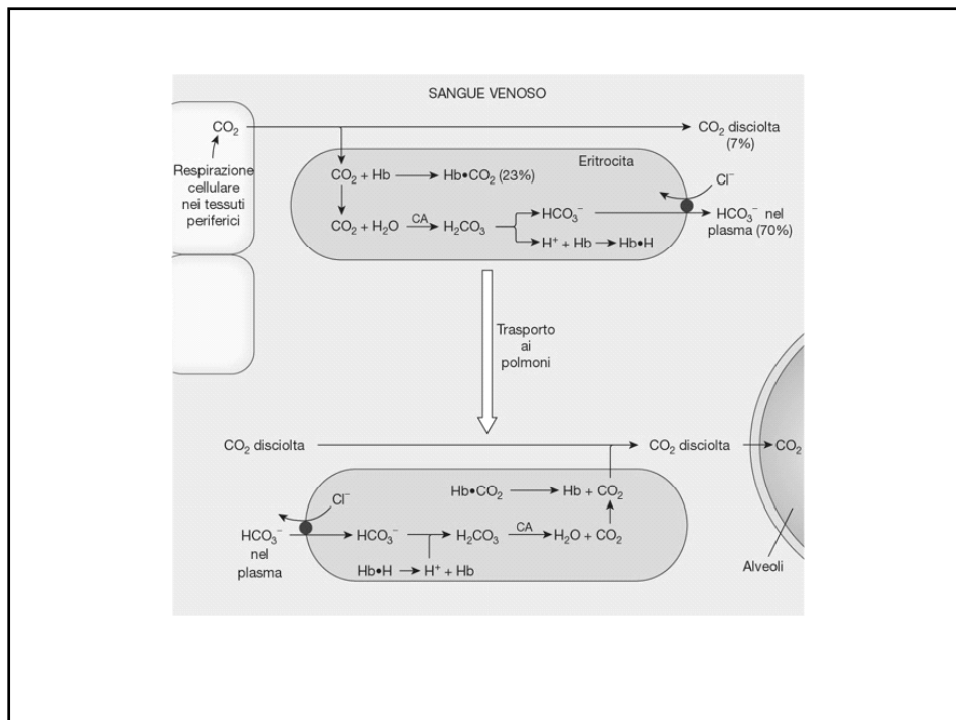
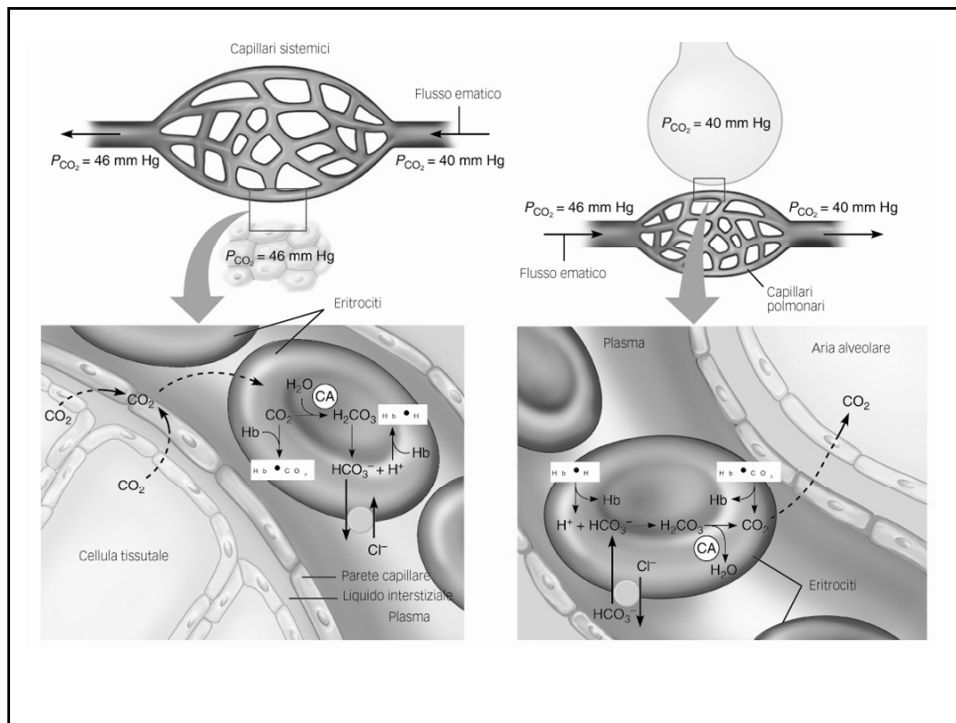
Ipossia anemica: riduzione della quantità totale di O_2

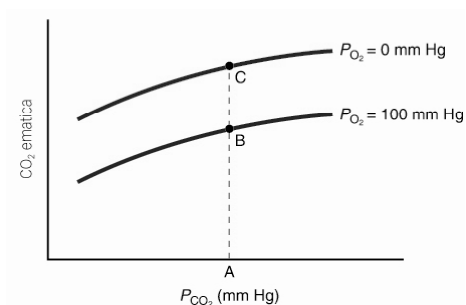
- Perdita di sangue ed anemia
- Inalazione di CO

Ipossia ischemica: riduzione del flusso ematico ai tessuti

Ipossia istotossica: incapacità delle cellule ad utilizzare O_2

- Cianuri ed altri veleni metabolici

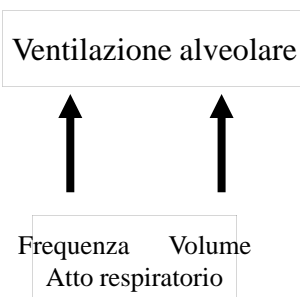


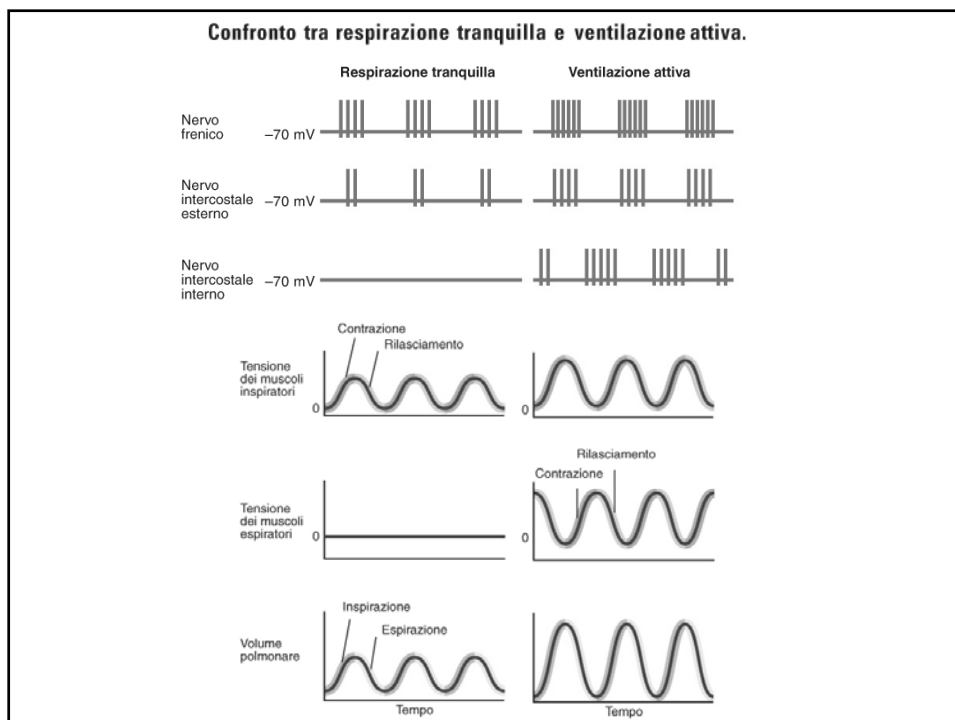
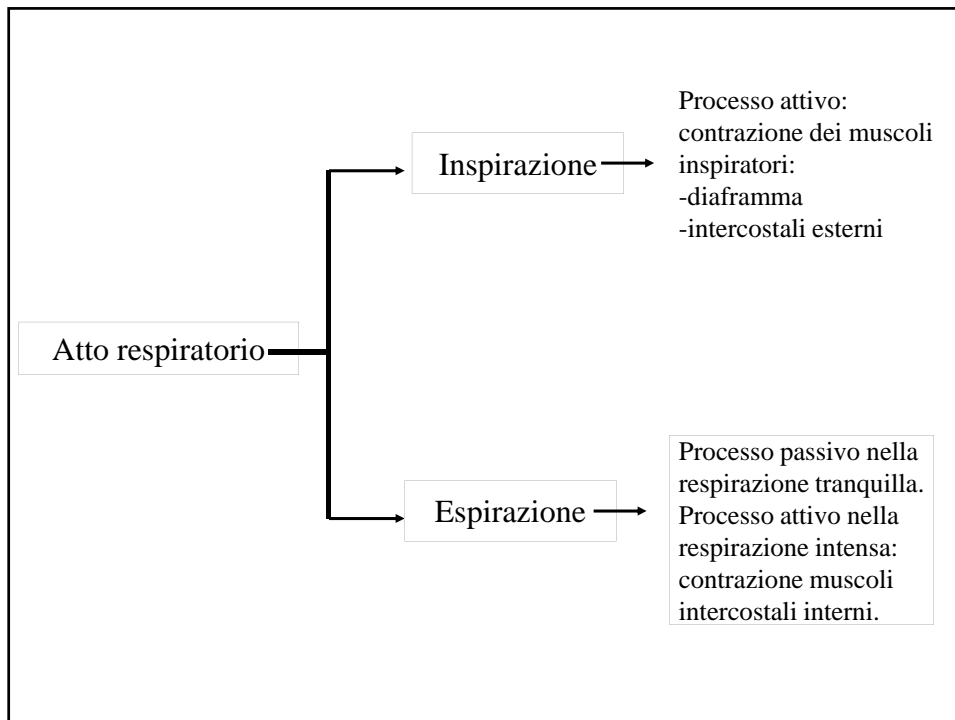


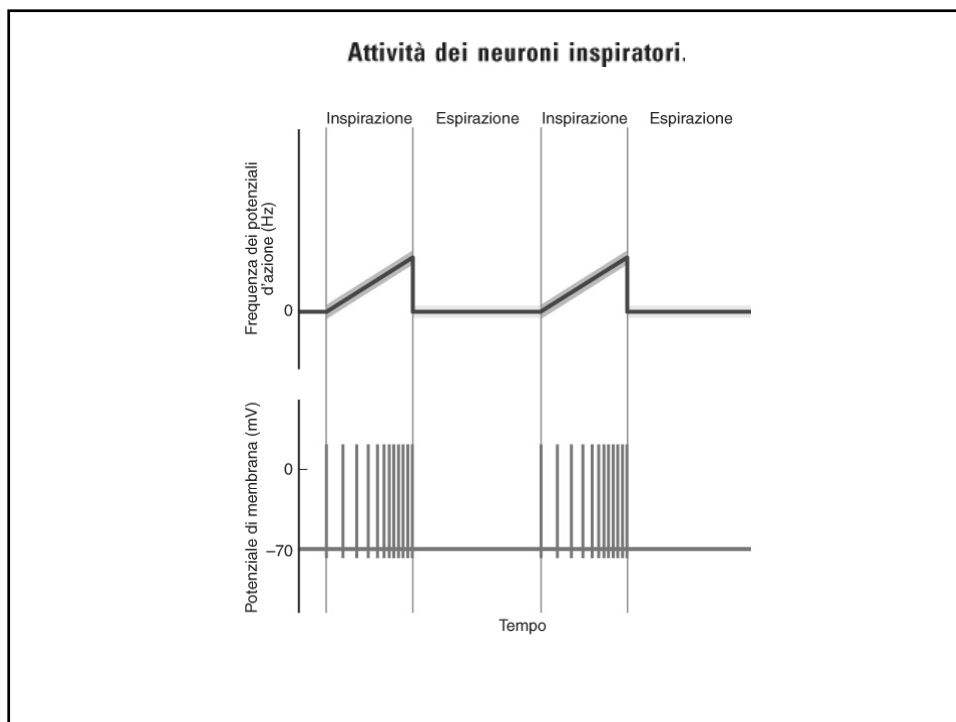
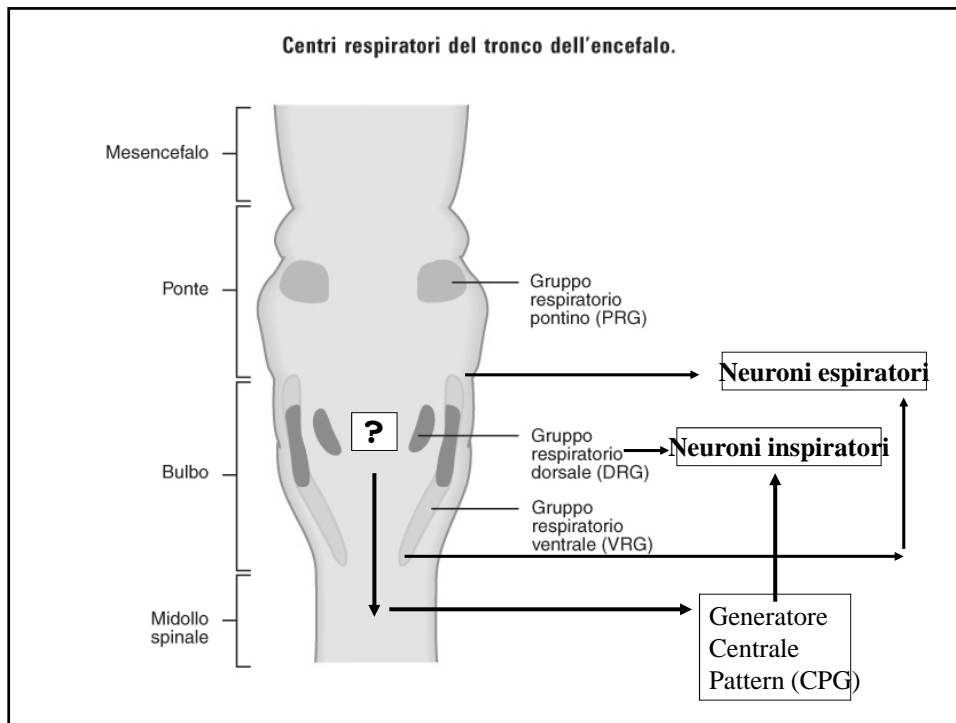
Effetti della P_{O_2} sul trasporto dell'anidride carbonica

Regolazione centrale della ventilazione
[mantenimento delle pressioni parziali arteriose dei gas a valori normali]

Ventilazione alveolare = volume d'aria immesso negli alveoli al minuto







Modello del controllo respiratorio durante la respirazione a riposo.

