

Fisiologia della Respirazione

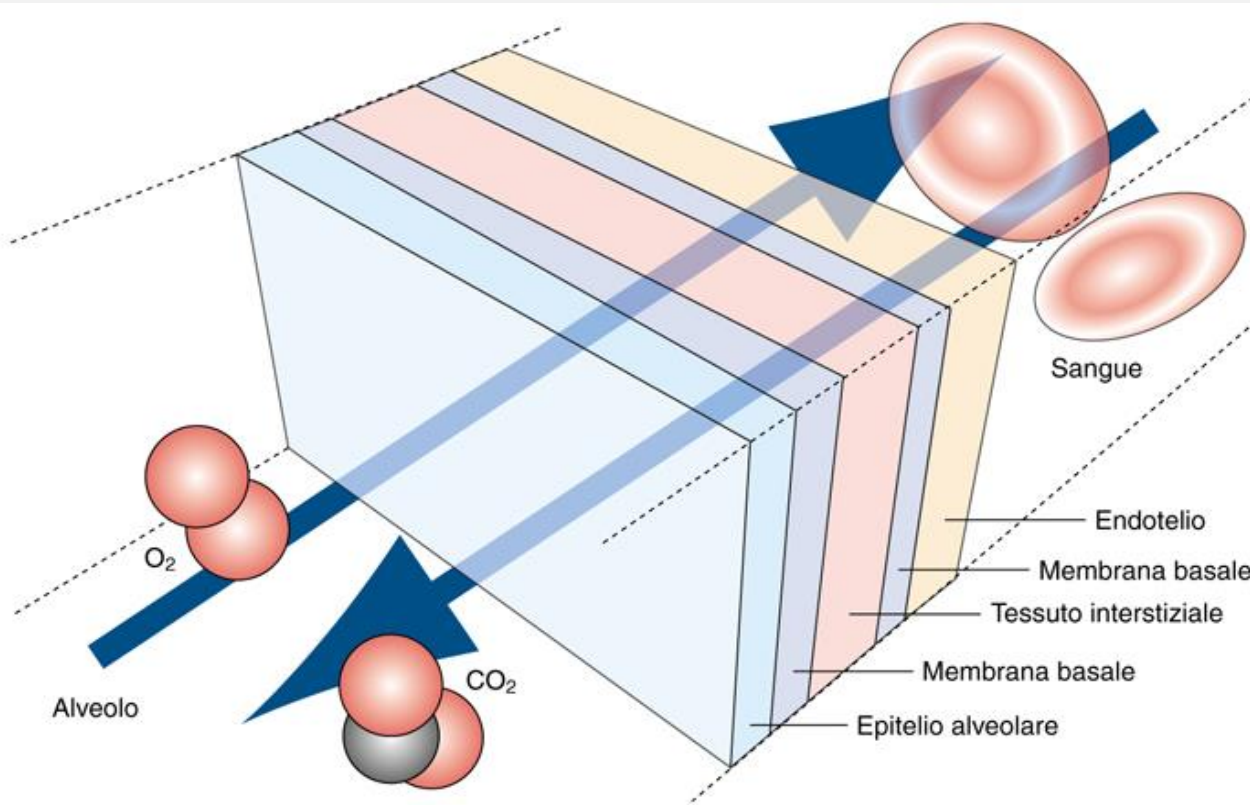
3. Transfer alveolo-capillare

FGE aa.2016-17

Obiettivi

- Struttura della barriera alveolo-capillare
- Prima legge di Fick
- Capacità di diffusione (D_L): definizione e misura (cenni), fattori che la determinano
- Transfer alveolo-capillare dei gas limitato dalla diffusione o dalla perfusione dei capillari polmonari
- Il caso dell'ossigeno: transfer alveolo capillare dell' O_2 in ipossia, durante esercizio, in patologia

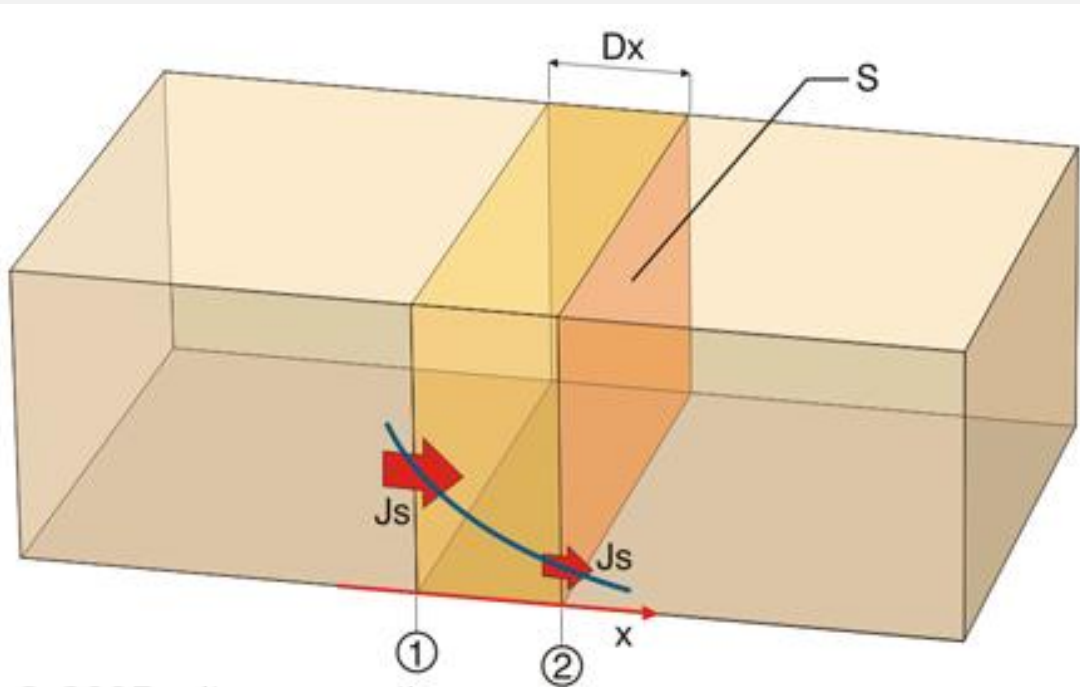
Barriera alveolo Capillare



- Superficie a disposizione per lo scambio: 50 - 100 m²
- Spessore: 0.3 μ m

Leggi della diffusione

Legge di Fick



- $M' = S \cdot D \cdot \Delta J_s / D_x$
- $V'_{gas} = S \cdot D \cdot \Delta P / D_x$
- $V'_{O_2} = S \cdot D \cdot \Delta PO_2 / D_x$

D : costante di diffusione

$D \propto \text{Sol} / \sqrt{\text{PM}}$

CAPACITA' DI DIFFUSIONE

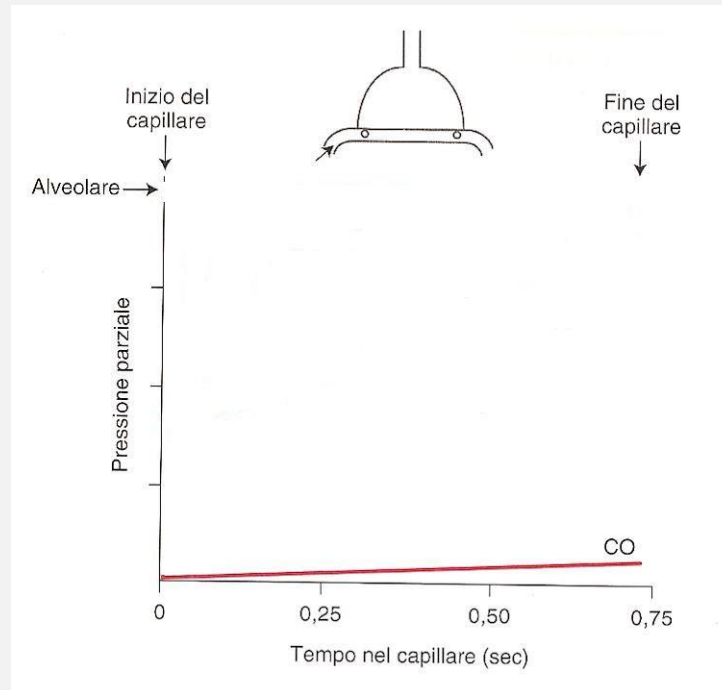
$$D_L = S \cdot D / D_x$$

Capacità di Diffusione

- D_{LO_2} : È definita come i ml di gas che diffondono in un minuto attraverso i polmoni per un mmHg di differenza di pressione fra aria alveolare e interno dell'eritrocita (ml / min mmHg)

Transfer alveolo-capillare limitato dalla diffusione - CO

1. Trasporto dei gas limitato dalla diffusione: CO
Il flusso alveolo-capillare di CO è lento, ma l'affinità per Hb è così alta che pochissima CO rimane in soluzione
 P_{cCO} rimane molto bassa (~ 0) ed aumenta molto lentamente durante il tempo di transito
 P_cCO non raggiunge l'equilibrio con P_ACO , che, per altro, è solitamente molto bassa



Transfer alveolo-capillare limitato dalla perfusione - N_2O

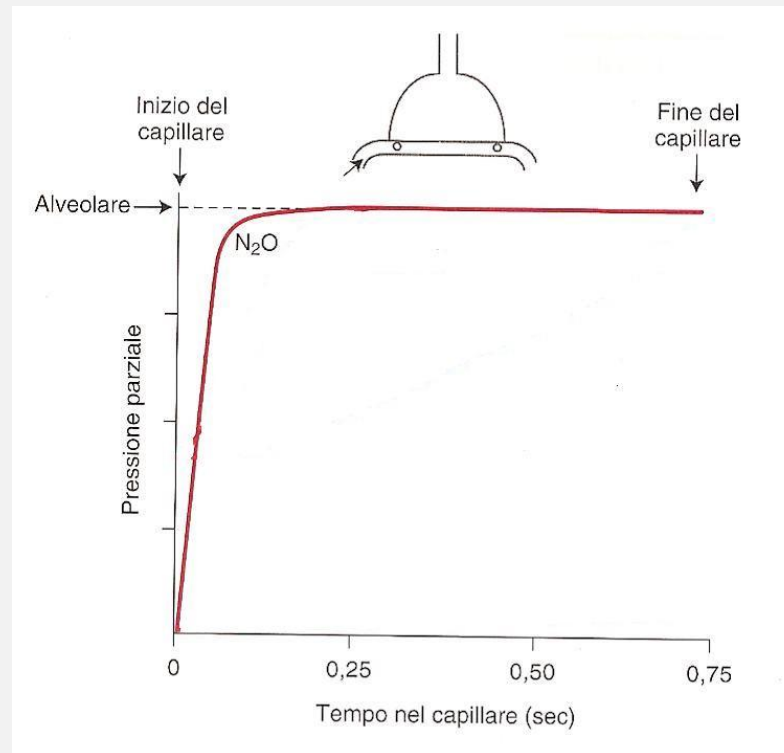
1. Trasporto dei gas limitato dalla perfusione: N_2O

N_2O non si lega all'Hb

$P_c N_2O$ aumenta molto rapidamente

$P_c N_2O$ raggiunge l'equilibrio con $P_A N_2O$

La diffusione si interrompe



Determinazione di DL

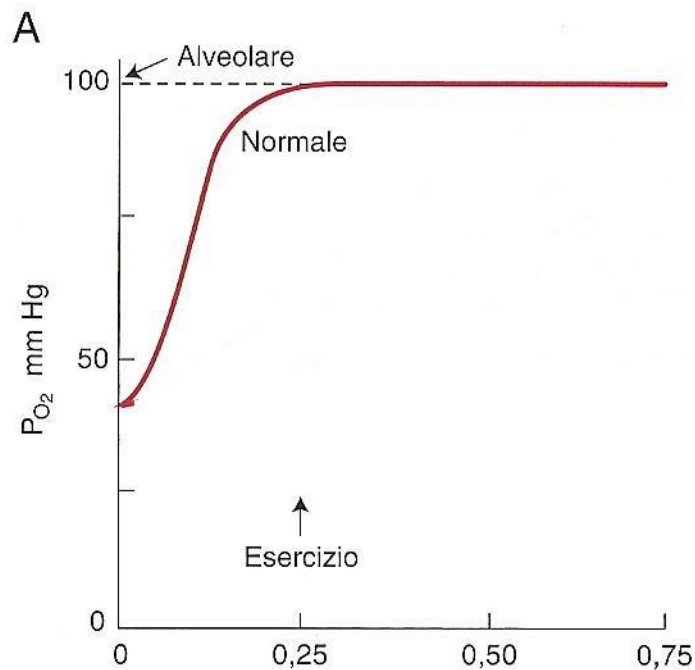
- Ha le unità di misura di una conduttanza (reciproco di una resistenza)
- Si utilizza un gas il cui transfer alveolo-capillare è **limitato dalla diffusione: CO**
- Si determina, quindi, D_{LCO} e, in seguito, si calcola $D_{LO_2} = 1.33 \cdot D_{LCO}$

$$D_{LCO} = \frac{\dot{V}_{CO}}{(\bar{P}_{ACO} - \bar{P}_{CCO})}$$

$$D_{LCO} = \frac{\dot{V}_{CO}}{\bar{P}_{ACO}}$$

Diffusione dell'O₂

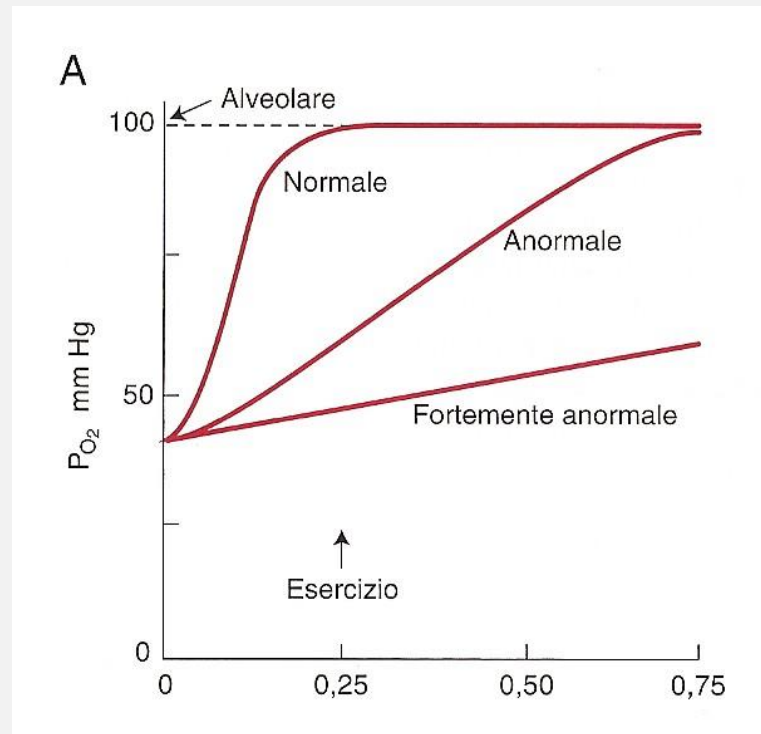
- Nel soggetto sano, a livello del mare, il trasporto dell'O₂ è limitato dalla perfusione



- P_{cO₂} si equilibra presto con P_AO₂
- Hb nel sangue venoso misto è saturata al 75 %
- P_AO₂ è alta (100 mmHg)
- D_{LO₂} è maggiore di D_{LCO}

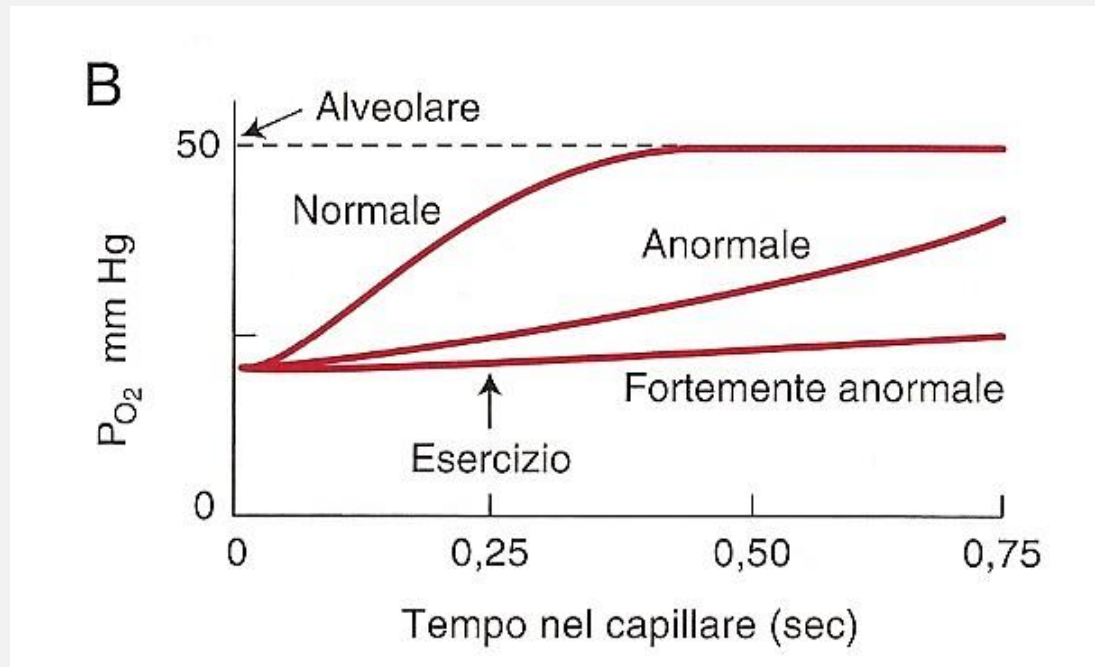
Diffusione dell'O₂ - Esercizio

- Tempo di transito si riduce a causa dell'aumento di flusso di sangue nei capillari polmonari
- La riserva di D_{LO_2} è ampia: P_cO_2 si equilibra con P_AO_2
- Nei pazienti con ispessimento della membrana alveolo-capillare, però, si può avere trasporto limitato dalla diffusione e la P_cO_2 non si equilibra con P_AO_2
- P_aO_2 è a sua volta diminuita: ipossiemia



Diffusione dell'O₂ - Ipossia

- In questo caso, anche nei soggetti normali e durante un esercizio moderato-lieve, $P_C O_2$ non si equilibra con $P_A O_2$
- $P_A O_2$ e % saturazione Hb del sangue venoso misto sono basse



Fattori che determinano D_{LCO}

Fattori	Effetti	Spiegazione
Taglia Corporea	\uparrow Dimensioni $\rightarrow \uparrow D_{LCO}$	L'aumento delle dimensioni del polmone causa un aumento di A e di V_C
Età	\uparrow Età $\rightarrow \downarrow D_{LCO}$	D_{LCO} diminuisce del 2% all'anno dopo i 20 aa
Sesso	Maschio $\rightarrow \uparrow D_{LCO}$	Corretto per età e dimensioni corporee, D_{LCO} è maggiore del 10 % nei maschi
Volume polmonare	\uparrow Volume $\rightarrow \uparrow D_{LCO}$	L'aumento del volume polmonare causa un aumento di A e V_C e una diminuzione dello spessore E
Esercizio	Esercizio $\rightarrow \uparrow D_{LCO}$	Reclutamento e dilatazione ed i capillari polmonari; aumento di A e di V_C
Posizione corporea	D_{LCO} : supino > seduto > ortostatismo	Le modificazioni posturali si riflettono in una variazione di V_C
P_{AO_2}	$\uparrow P_{AO_2} \rightarrow \downarrow D_{LCO}$	O_2 diminuisce la velocità con la quale CO si combina a Hb
$P_A CO_2$	$\uparrow P_A CO_2 \rightarrow \uparrow D_{LCO}$	CO_2 induce un aumento di V_C

Bibliografia

- **Fisiologia dell'Uomo, autori vari, Edi.Ermes, Milano**
 - **Capitolo 12: Il polmone (Capitolo 12.8)**
- **Fisiologia Medica, a cura di Conti F, seconda edizione, Edi.Ermes, Milano**
 - **Capitolo 51: Scambi gassosi**
- **West JB, Fisiologia della Respirazione, IV edizione italiana, PICCIN, Padova**