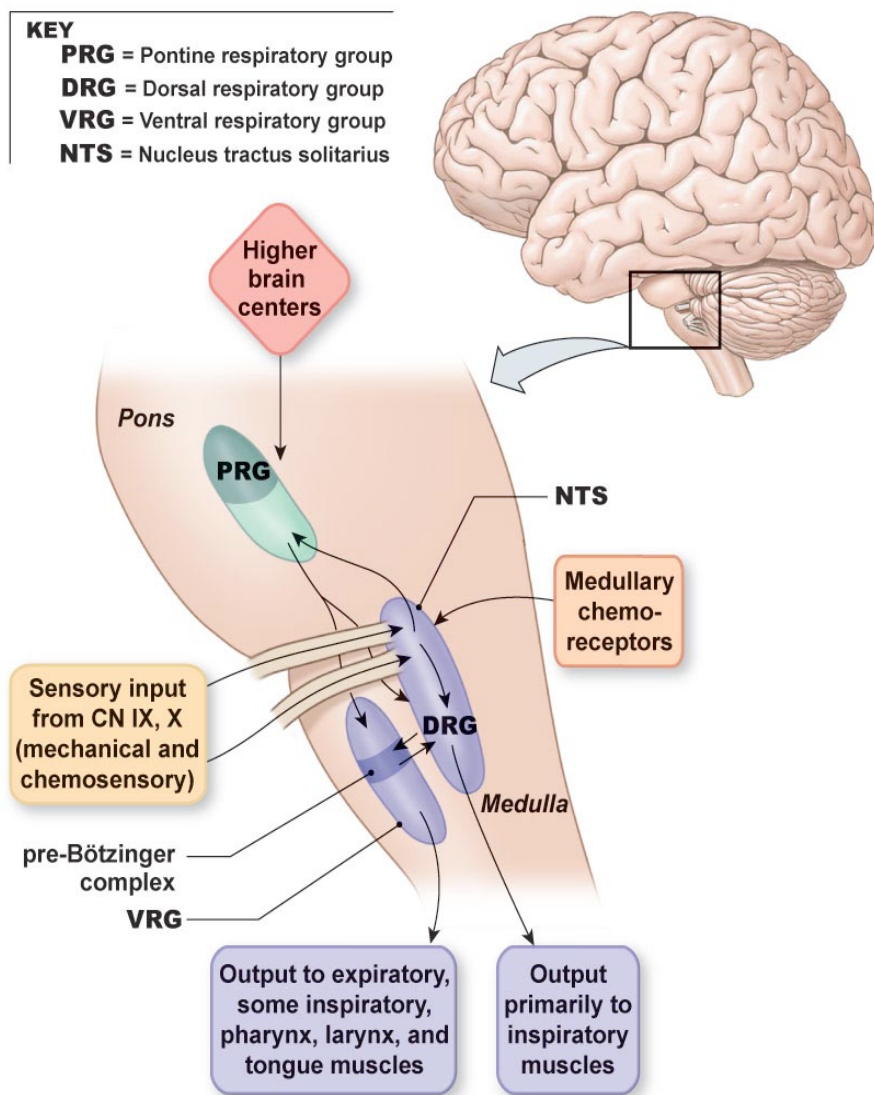
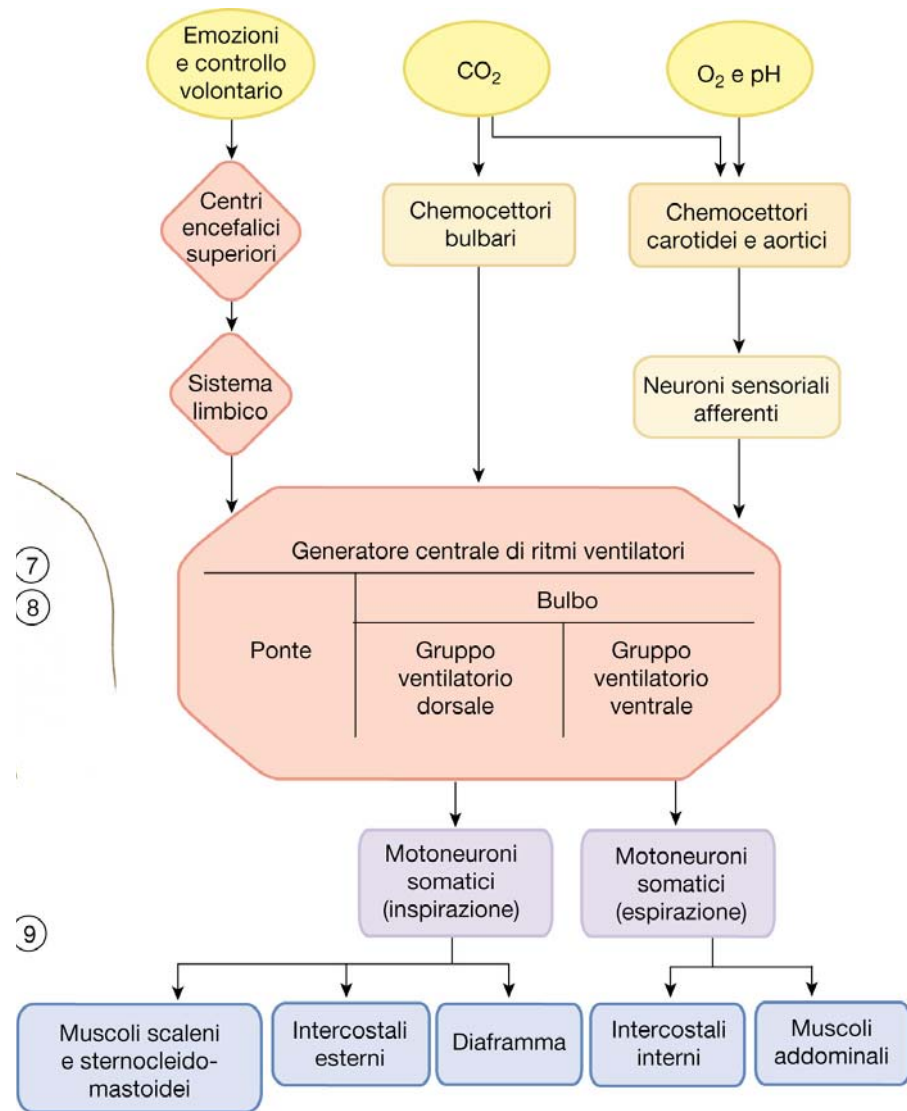
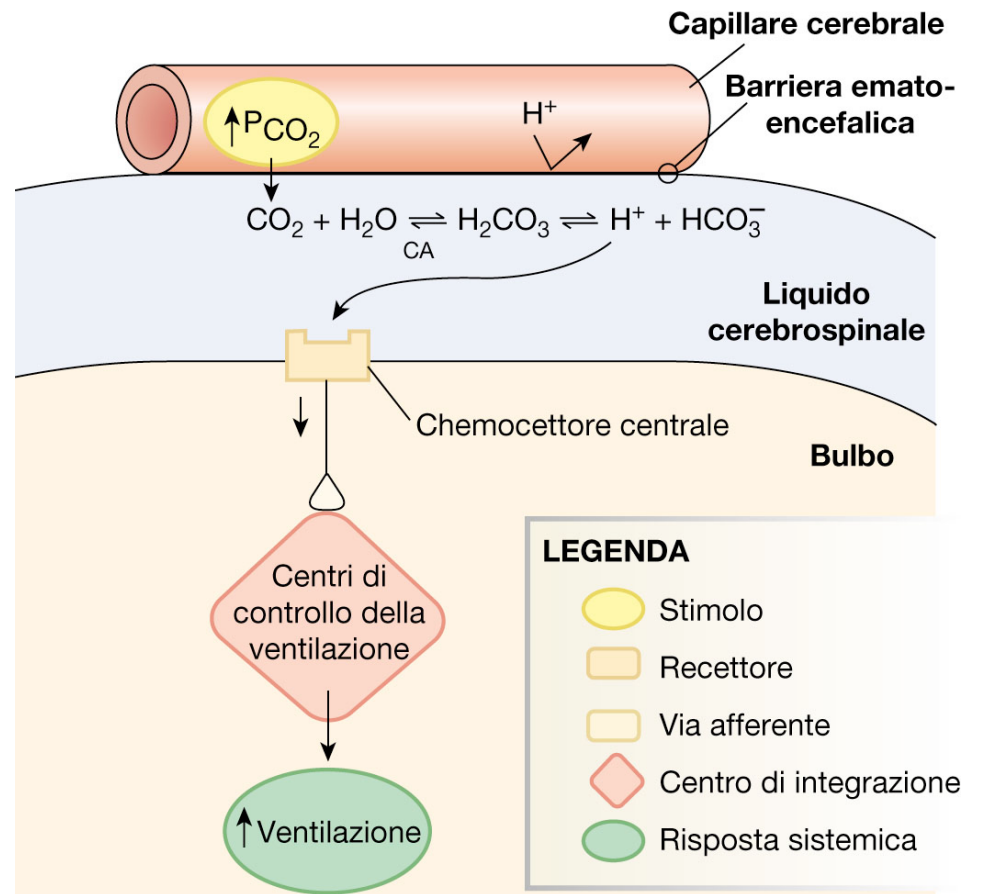
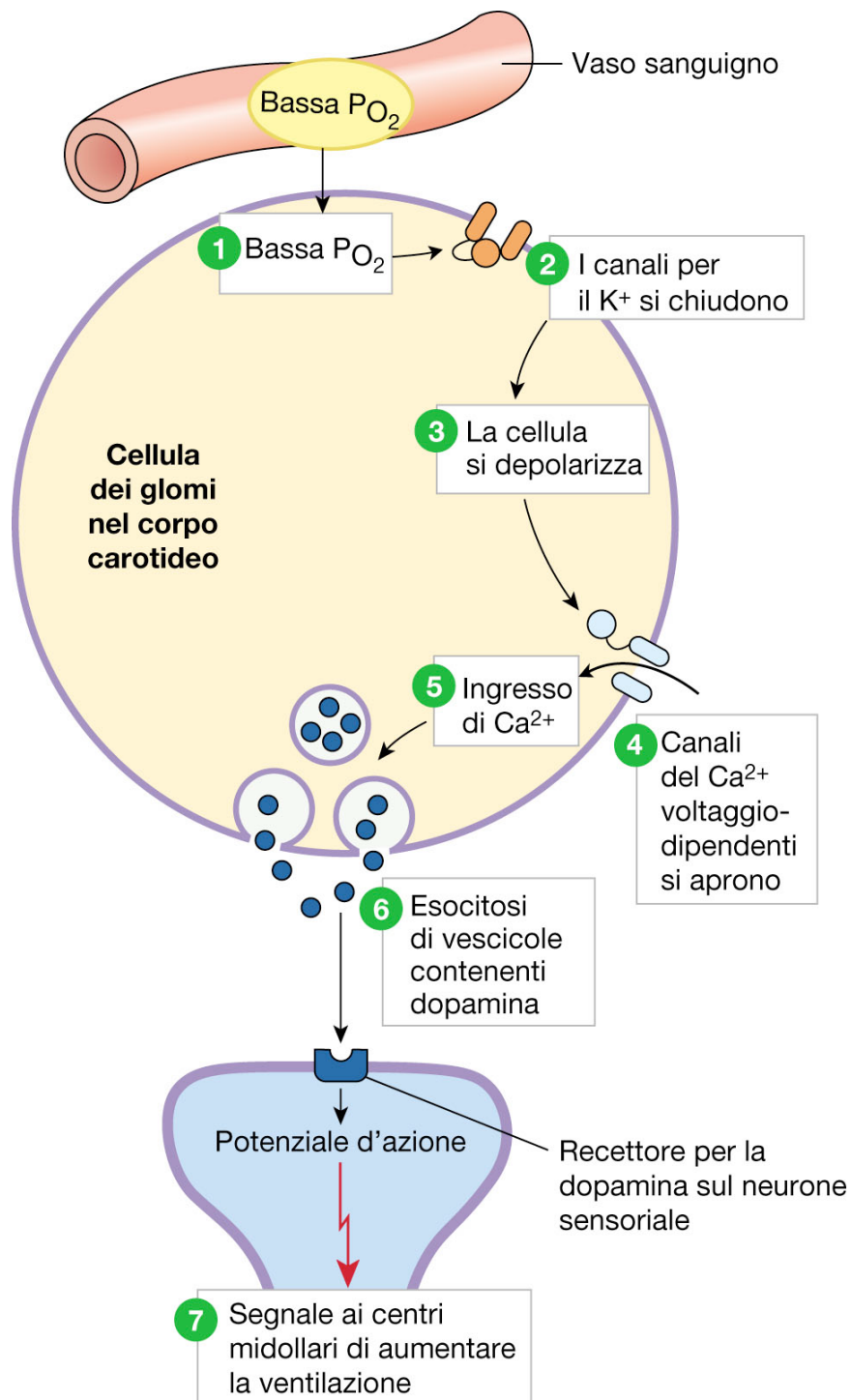


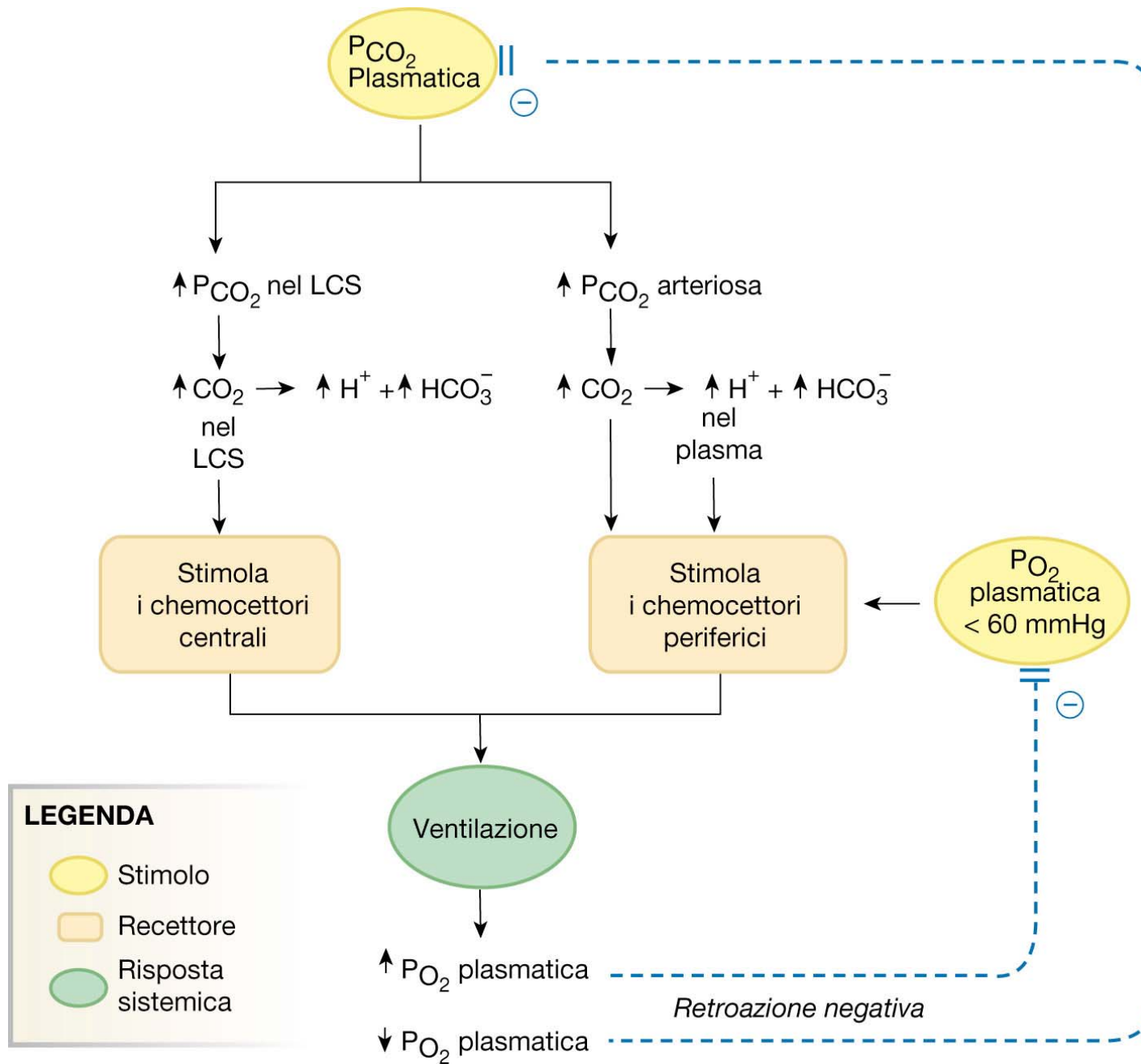
KEY
PRG = Pontine respiratory group
DRG = Dorsal respiratory group
VRG = Ventral respiratory group
NTS = Nucleus tractus solitarius

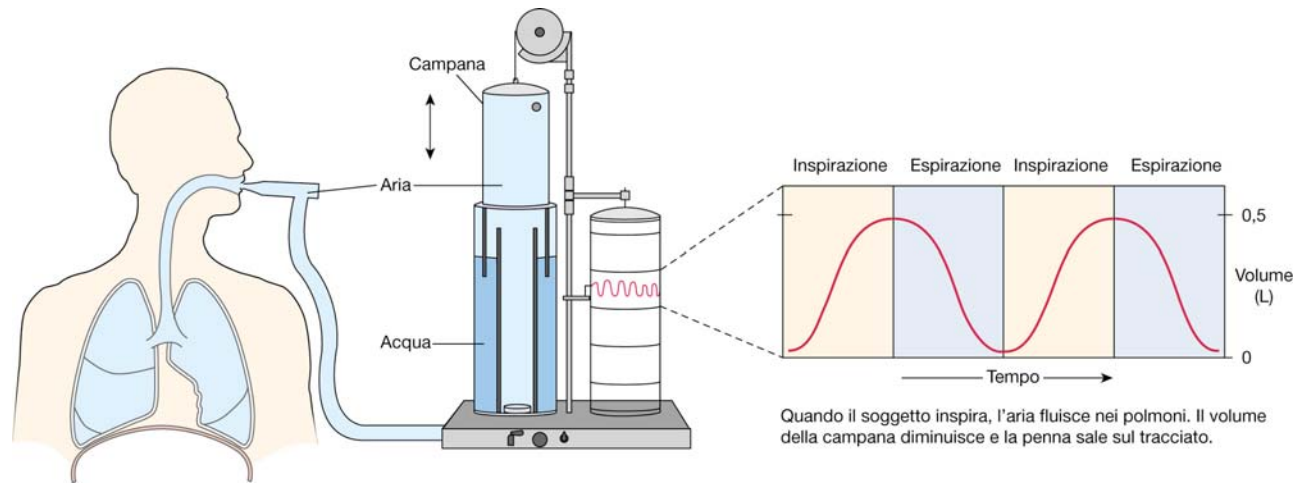


Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.







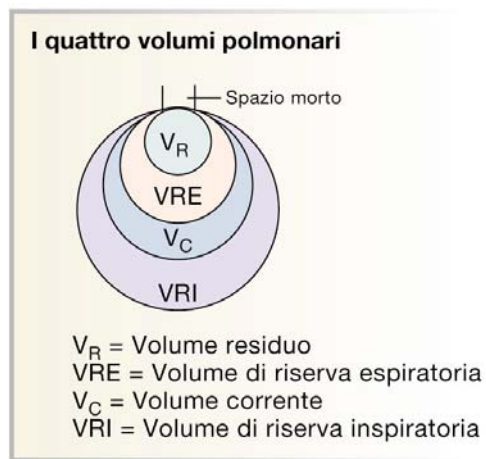


Efficienza della ventilazione

$$V_{pol} = F_v \times V_c$$

$$12 \text{ a/min} \times 500 \text{ ml} = 6 \text{ l/min}$$

Un tracciato spirometrico che mostra i volumi e le capacità polmonari



Volumi polmonari			
	Maschi	Femmine	
Capacità vitale	V_{RI} 3000	1900	Capacità funzionale residua
	V_C 500	500	
	V_{RE} 1100	700	
Volume residuo	1200	1100	
	5800 mL	4200 mL	

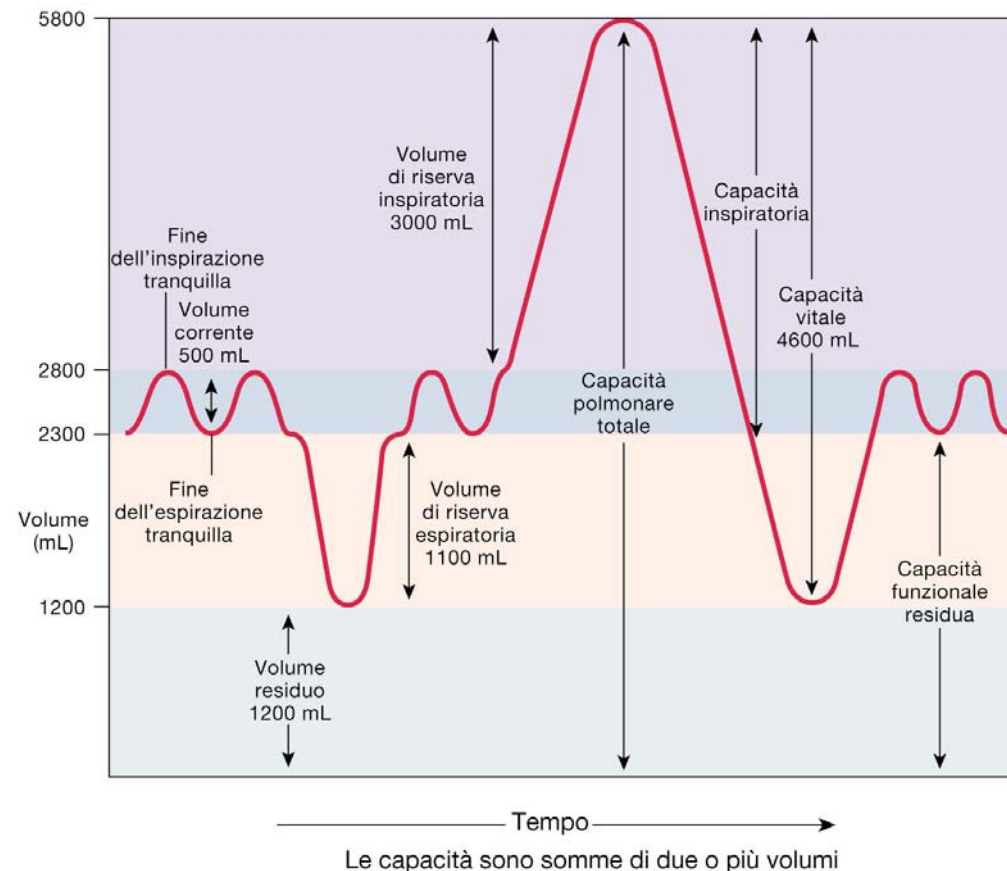
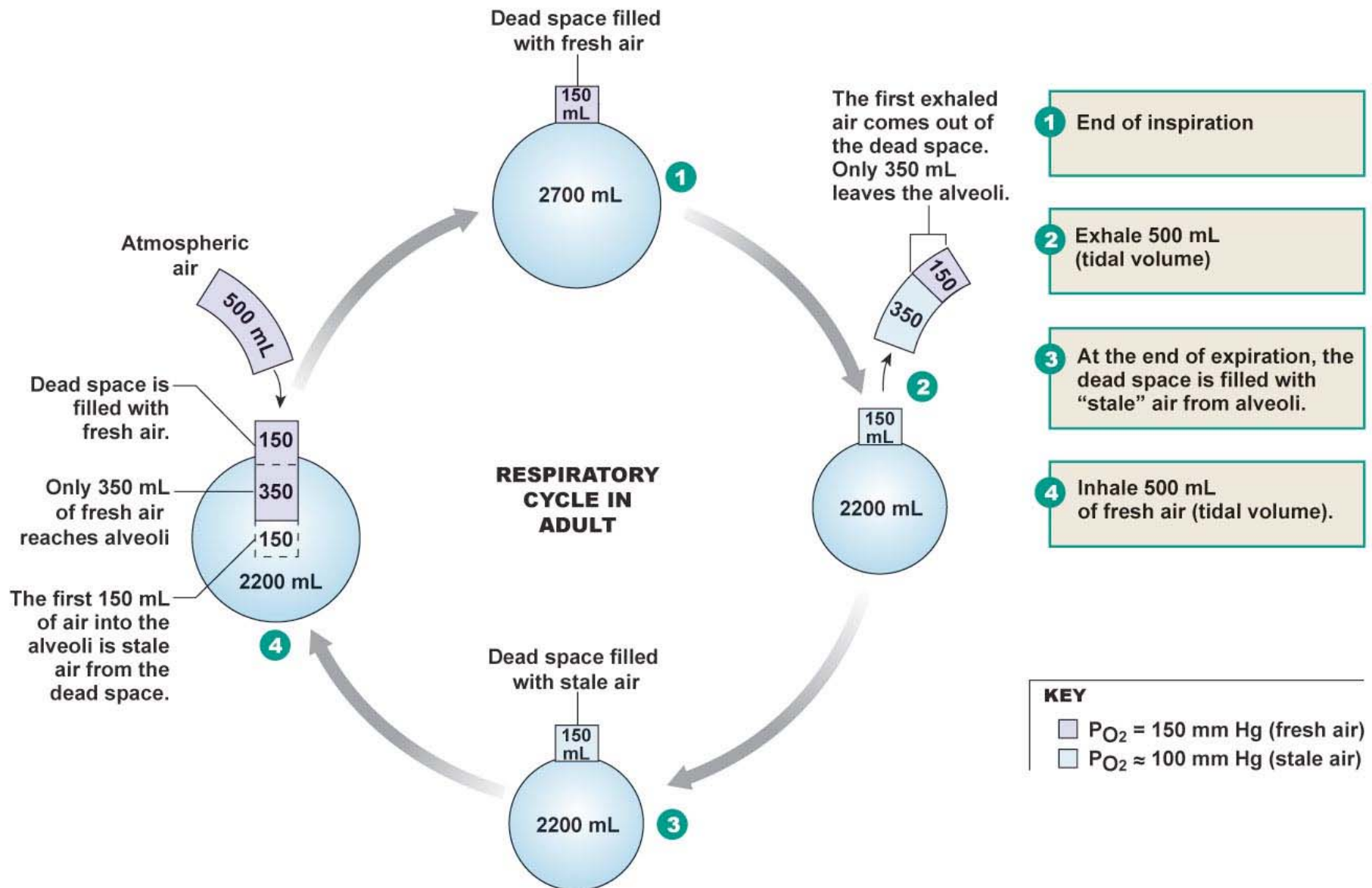


TABELLA 17-6**Valori normali della
ventilazione in pneumologia**

Ventilazione polmonare totale	6 L/min
Ventilazione alveolare totale	4,2 L/min
Ventilazione massima volontaria	125-170 L/min
Frequenza ventilatoria	12-20 atti ventilatori/min



$$V_{\text{alv}} = F_v \times (V_{\text{corrente}} - SA_{\text{morto}})$$

ovvero

$$4200 \text{ ml/min} = 12 \times (500 - 150)$$

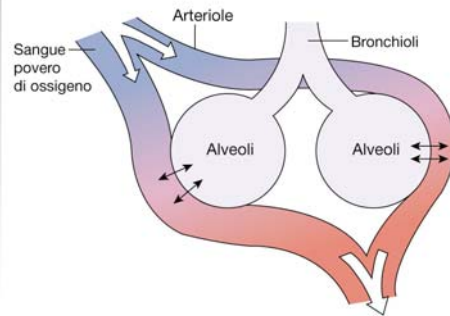
TABELLA 17-4

Effetti del tipo di ventilazione sulla ventilazione alveolare

ARIA «FRESCA» CHE RAGGIUNGE GLI ALVEOLI (mL)	VOLUME CORRENTE (mL)	FREQUENZA VENTILATORIA (ATTI VENTILATORI/min)	VENTILAZIONE POLMONARE TOTALE (mL/min)	VENTILAZIONE ALVEOLARE (VOLUME CORRENTE – VOLUME DELLO SPAZIO MORTO*) (mL/min)
350	500 (normale)	12 (normale)	6000	4200
150	300 (superficiale)	20 (rapida)	6000	3000
600	750 (profondo)	8 (lenta)	6000	4800

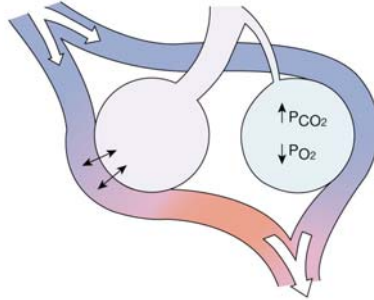
* Si assume che il volume dello spazio morto sia 150 mL.

(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_{CO_2} aumenta e P_{O_2} 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_{O_2} 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.

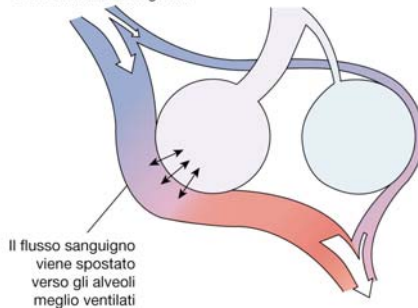


TABELLA 17-7

Controllo locale delle arteriole e dei bronchioli mediato dall'ossigeno e dall'anidride carbonica

COMPOSIZIONE DEL GAS	BRONCHIOLI	ARTERIOLE POLMONARI	ARTERIOLE SISTEMICHE
Aumento P_{CO_2}	Dilatazione	(Costrizione)	Dilatazione
Diminuzione P_{CO_2}	Costrizione	(Dilatazione)	Costrizione
Aumento P_{O_2}	(Costrizione)	Dilatazione	Costrizione
Diminuzione P_{O_2}	(Dilatazione)	Costrizione	Dilatazione

* Le risposte fra parentesi indicano effetti deboli.

Tabella 22-2 Composti con proprietà regolatrici attive sul flusso sanguigno polmonare

Vasocostrittori polmonari

Bassa P_{AO_2}
 Trombossano A_2
 Catecolamine α -adrenergiche
 Angiotensina
 Leucotrieni
 Neuropeptidi
 Serotonina
 Endotelina
 Istamina
 Prostaglandine
 Elevata CO_2

Vasodilatatori polmonari

Alta P_{AO_2}
 Prostacicline
 NO
 Acetilcolina
 Bradichinina
 Dopamina
 Catecolamine β -adrenergiche

COSA DOBBIAMO RICORDARE: 15. MECCANICA RESPIRATORIA

1. Nozioni fondamentali della anatomia polmonare
2. Le pleure: struttura e significato fisiologico
3. Cellule che definiscono l'alveolo
4. Muscoli inspiratori e espiratori
5. La legge di Dalton e la composizione dell'aria atmosferica
6. La legge di Boyle e la creazione di gradienti pressori
7. L'inspirazione e l'espirazione: ruolo delle pleure e delle contrazioni muscolari
8. Resistenze delle vie respiratorie: ruolo del parasimpatico
9. La legge di LaPlace e il ruolo del surfattante
10. Accoppiamento perfusione-ventilazione alveolare
11. Volumi e Capacità respiratori
12. Relazione Ventilazione-Pressioni parziali di Ossigeno e Anidrite Carbonica

TABELLA 17-1 Leggi dei gas

1. La pressione totale di una miscela di gas è data dalla somma delle pressioni dei singoli gas (legge di Dalton).
2. I gas, singoli o miscele, si spostano da un'area ad alta pressione verso un'area a bassa pressione.
3. Se il volume del contenitore di un gas cambia, la pressione del gas cambierà in maniera inversa (legge di Boyle).

TABELLA 17-2 Pressioni parziali (P_{gas}) dei gas atmosferici a 760 mmHg

GAS E LA SUA PERCENTUALE NELL'ARIA	P_{gas} IN ARIA SECCA A 25 °C	P_{gas} IN ARIA A 25 °C CON IL 100% DI UMIDITÀ	P_{gas} IN ARIA A 37 °C CON IL 100% DI UMIDITÀ
Azoto (N_2) 78%	593 mmHg	574 mmHg	556 mmHg
Ossigeno (O_2) 21%	160 mmHg	155 mmHg	150 mmHg
Anidride carbonica (CO_2) 0,033%	0,25 mmHg	0,24 mmHg	0,235 mmHg
Vapore acqueo	0 mmHg	24 mmHg	47 mmHg

Sistema di conduzione: umidifica e riscalda

Tabella 22-1 Pressioni totali e parziali dei gas respiratori nel gas alveolare e nel sangue, in condizioni ideali alla pressione barometrica a livello del mare (760 mmHg)

	Aria ambiente (secca)	Aria tracheale (umida)	Gas alveolare ($R = 0,80$)	Sangue arterioso sistemico	Sangue venoso misto
P_{O_2}	160	150	102	90	40
P_{CO_2}	0	0	40	40	46
$P_{H_2O}, 37^\circ C$	0	47	47	47	47
P_{N_2}	600	563	571*	571	571
P_{TOTALE}	760	760	760	760	704†

* P_{N_2} nel gas alveolare è aumentata dell'1% in quanto normalmente R è < 1 .

† P_{TOTALE} nel sangue venoso è minore in quanto la riduzione della P_{O_2} è superiore all'aumento della P_{CO_2} .

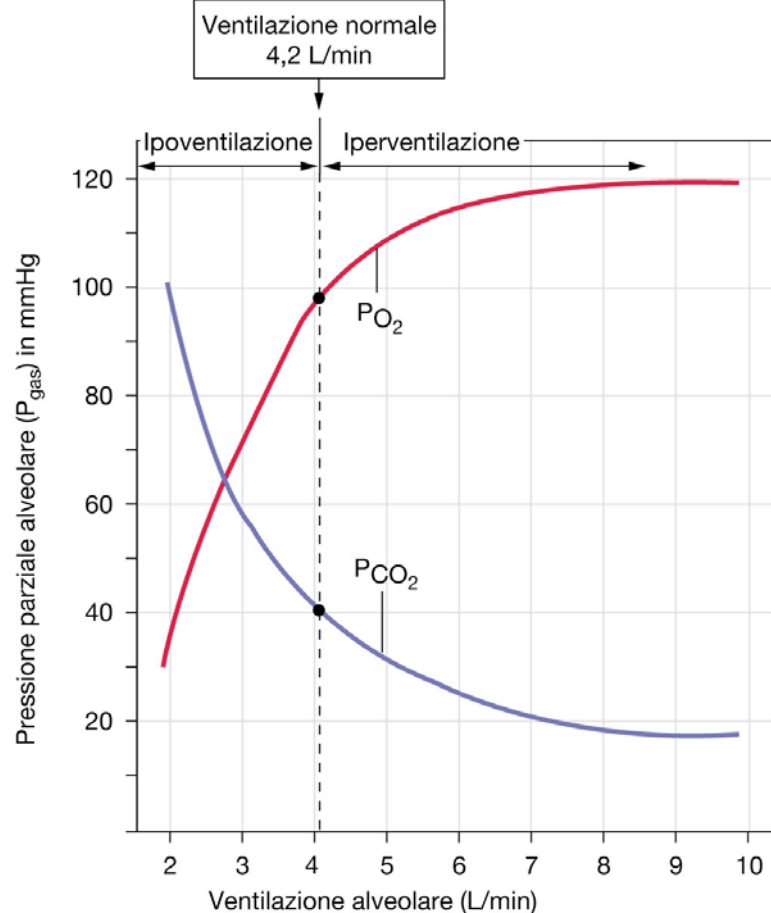
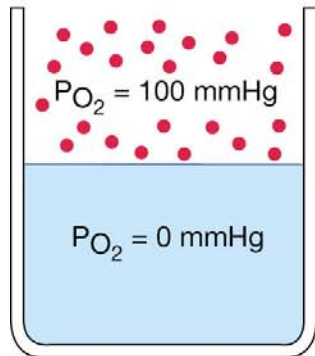


TABELLA 17-1 Leggi dei gas

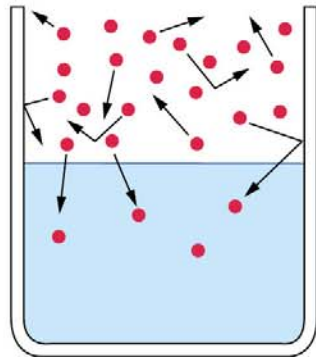
1. La pressione totale di una miscela di gas è data dalla somma delle pressioni dei singoli gas (legge di Dalton).
2. I gas, singoli o miscele, si spostano da un'area ad alta pressione verso un'area a bassa pressione.
3. Se il volume del contenitore di un gas cambia, la pressione del gas cambierà in maniera inversa (legge di Boyle).

$$V_{diff} = A \times \Delta P \times P_{mem} / dx$$

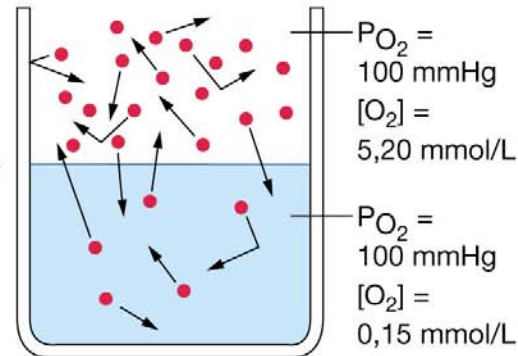
(a) Stato iniziale:
non vi è O_2
in soluzione.



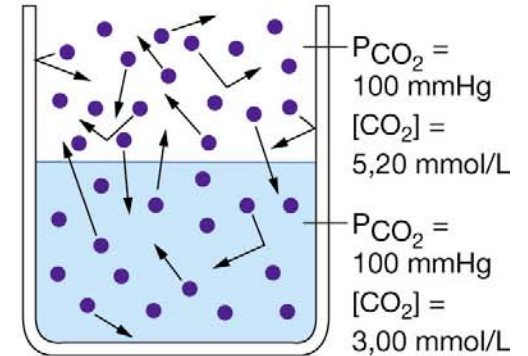
(b) L'ossigeno entra
in soluzione.



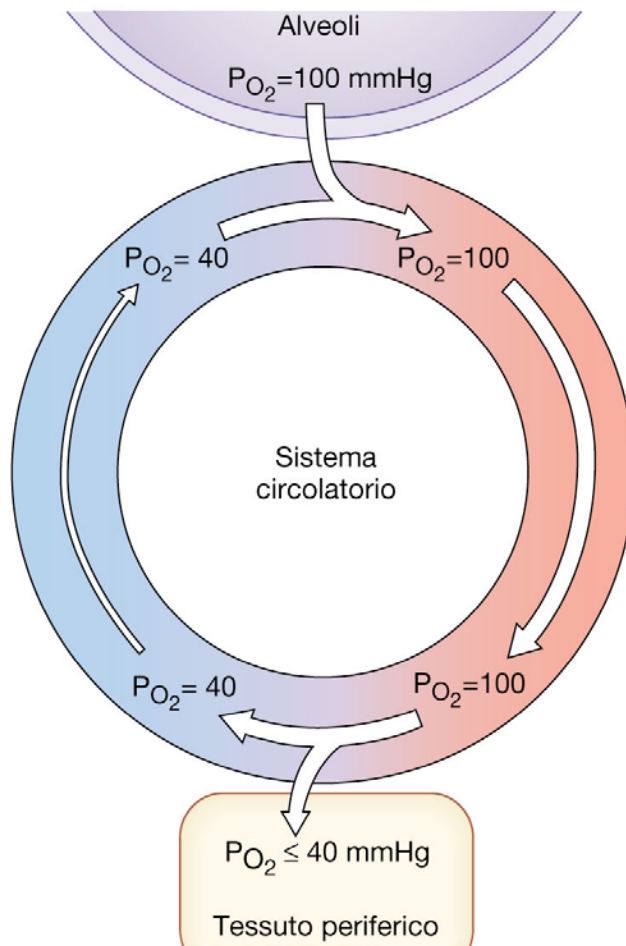
(c) All'equilibrio, PO_2 è uguale in aria
e in acqua. La bassa solubilità
di O_2 fa sì che le concentrazioni
non siano uguali.



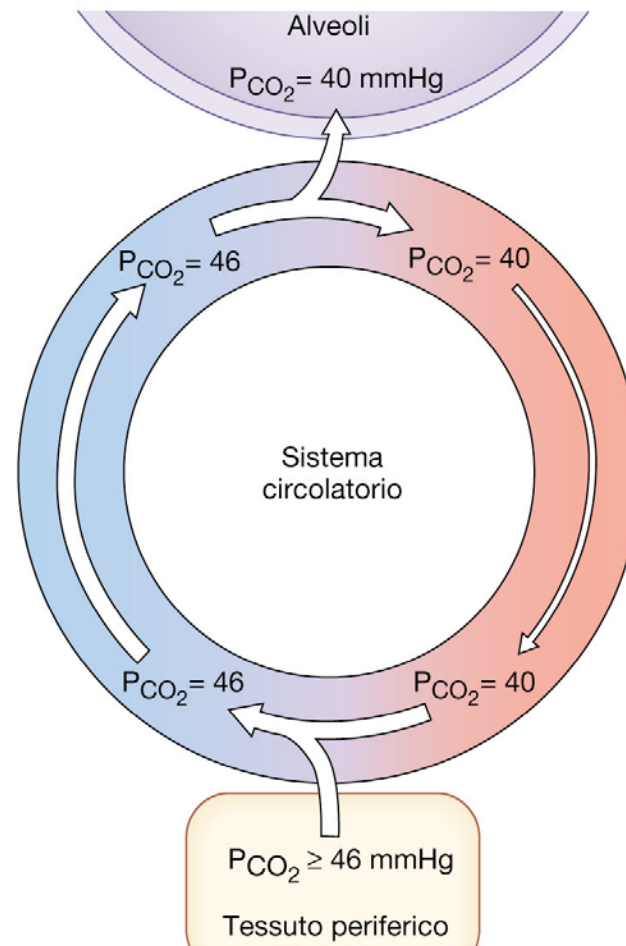
(d) Quando CO_2 è all'equilibrio
alla medesima pressione parziale,
la quantità di CO_2 che entra
in soluzione è maggiore.

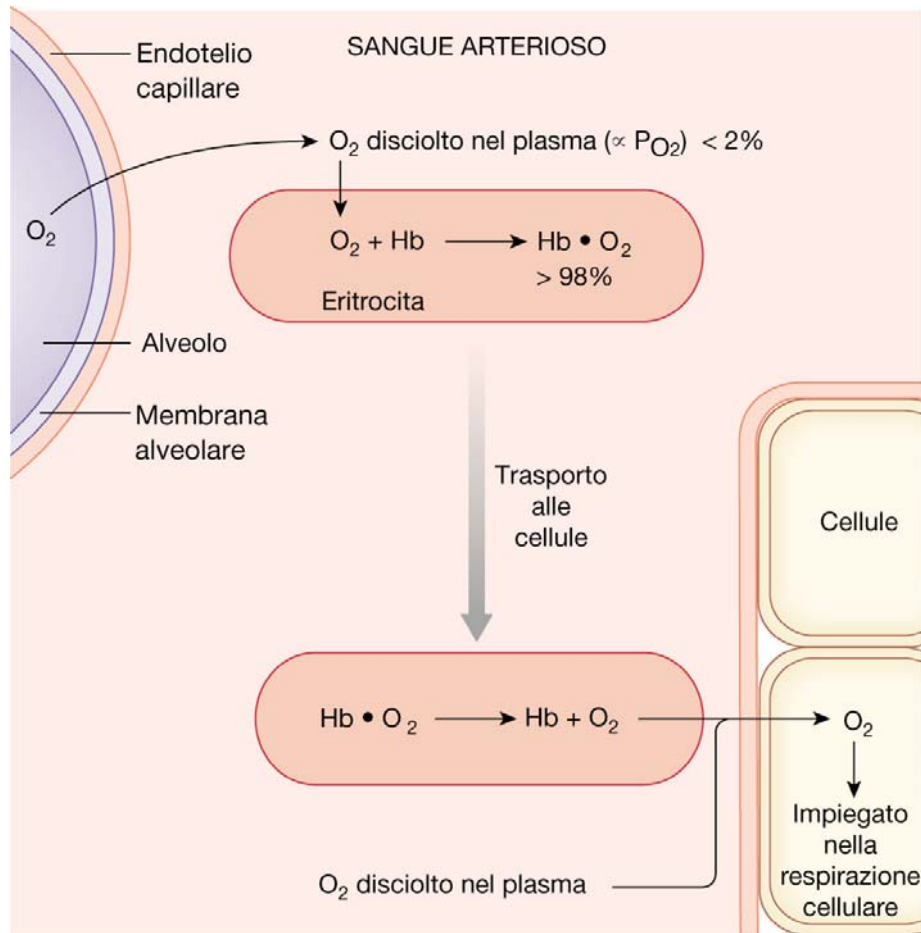


(a) Diffusione dell'ossigeno



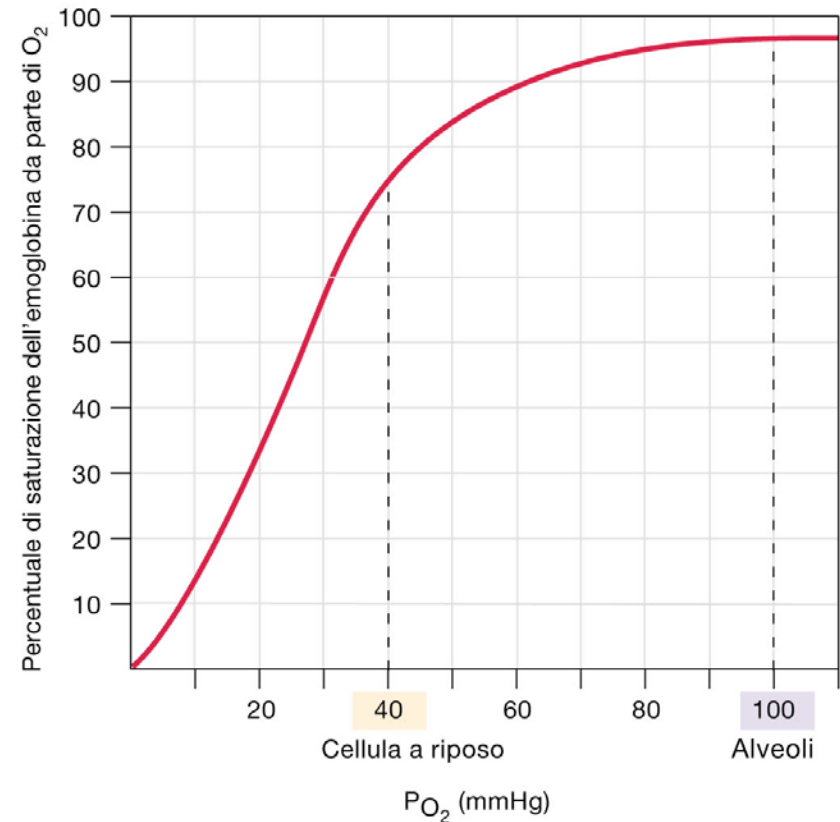
(b) Diffusione di CO_2





DOMANDA SULLA FIGURA

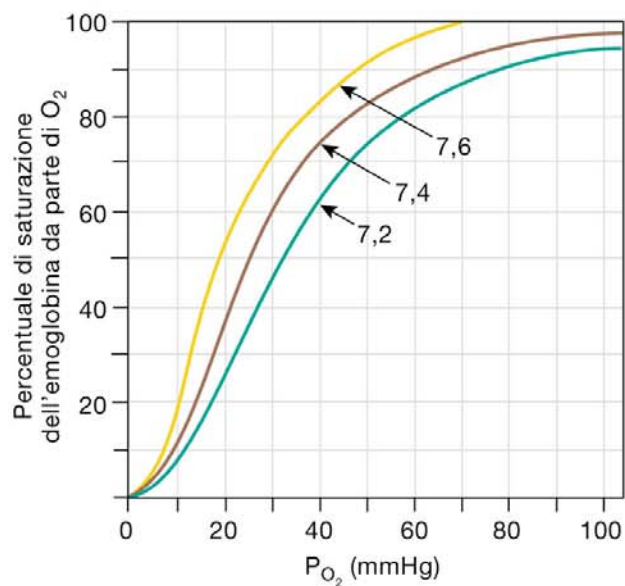
Quante membrane cellulari sono attraversate da O_2 nel suo passaggio dallo spazio aereo dell'alveolo al sito di legame dell'emoglobina?



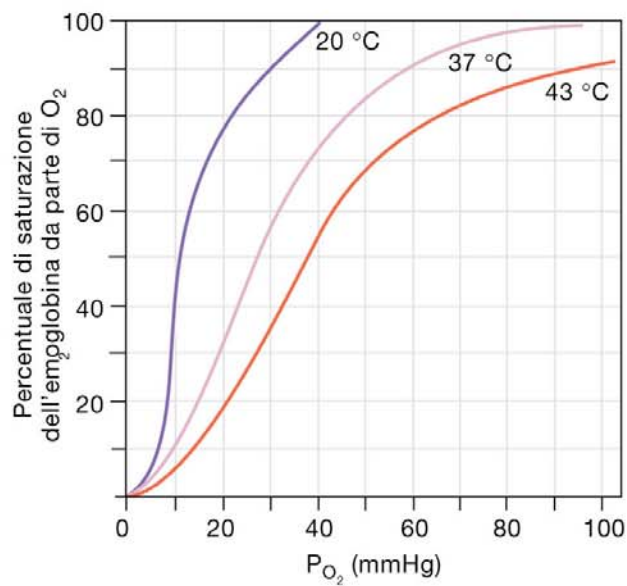
DOMANDE SULLA FIGURA

- Quando $P_{O_2} = 20$ mmHg, quale percentuale di saturazione da parte di O_2 presenta l'emoglobina?
- A quale P_{O_2} l'emoglobina presenta una percentuale di saturazione del 50% da parte dell'ossigeno?

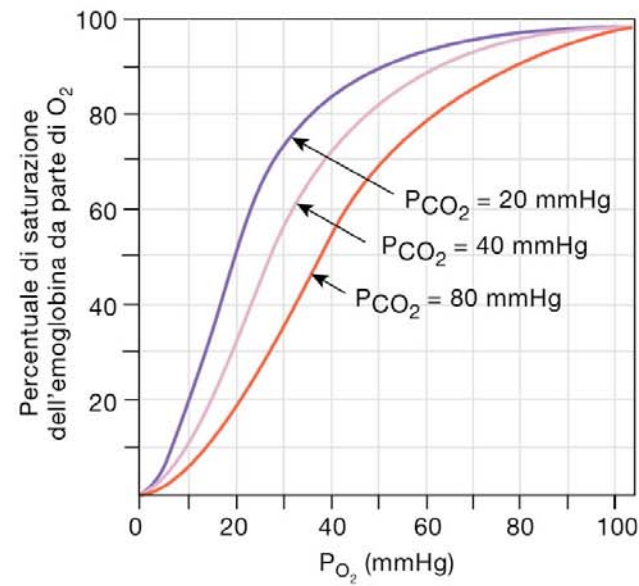
(a) Effetto del pH



(b) Effetto della temperatura

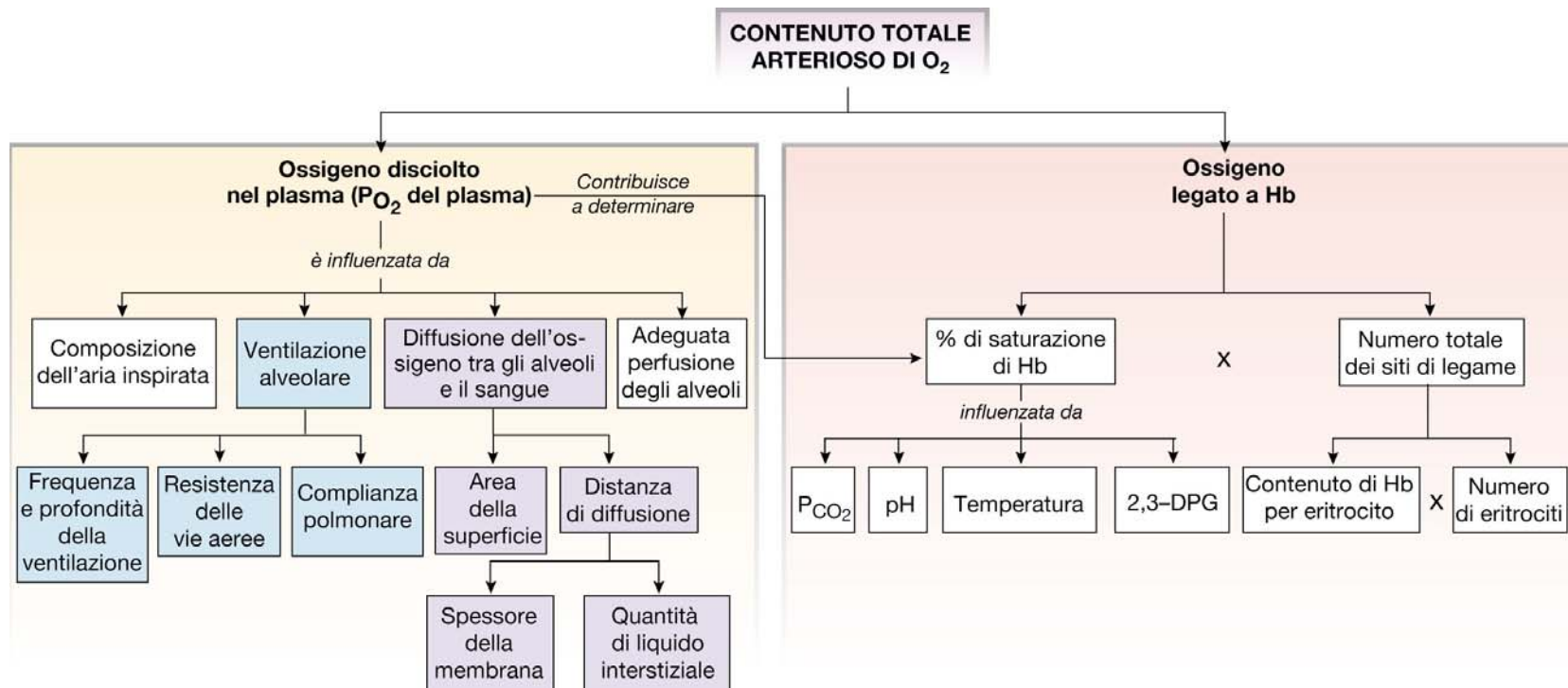


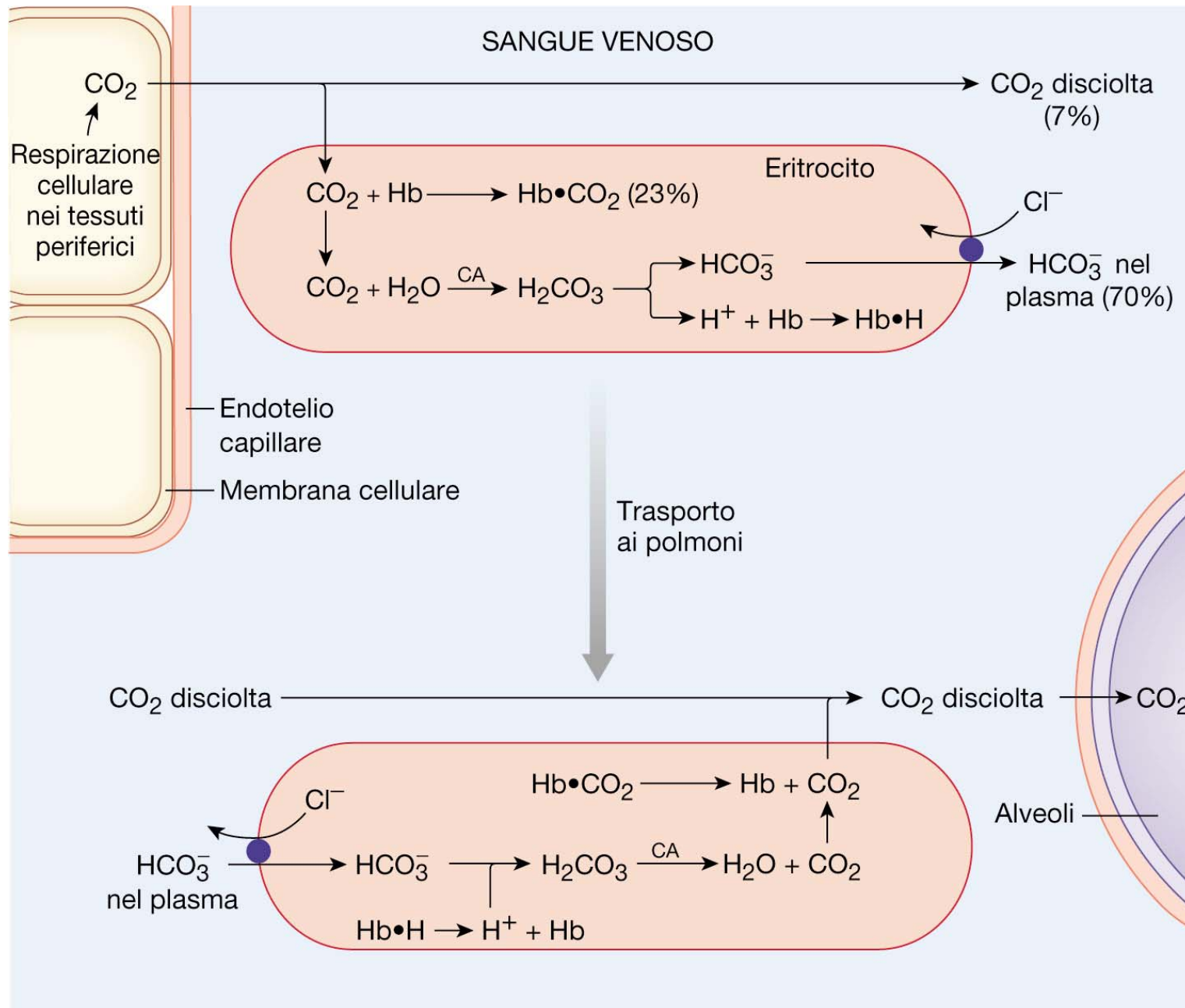
(c) Effetto di PCO_2

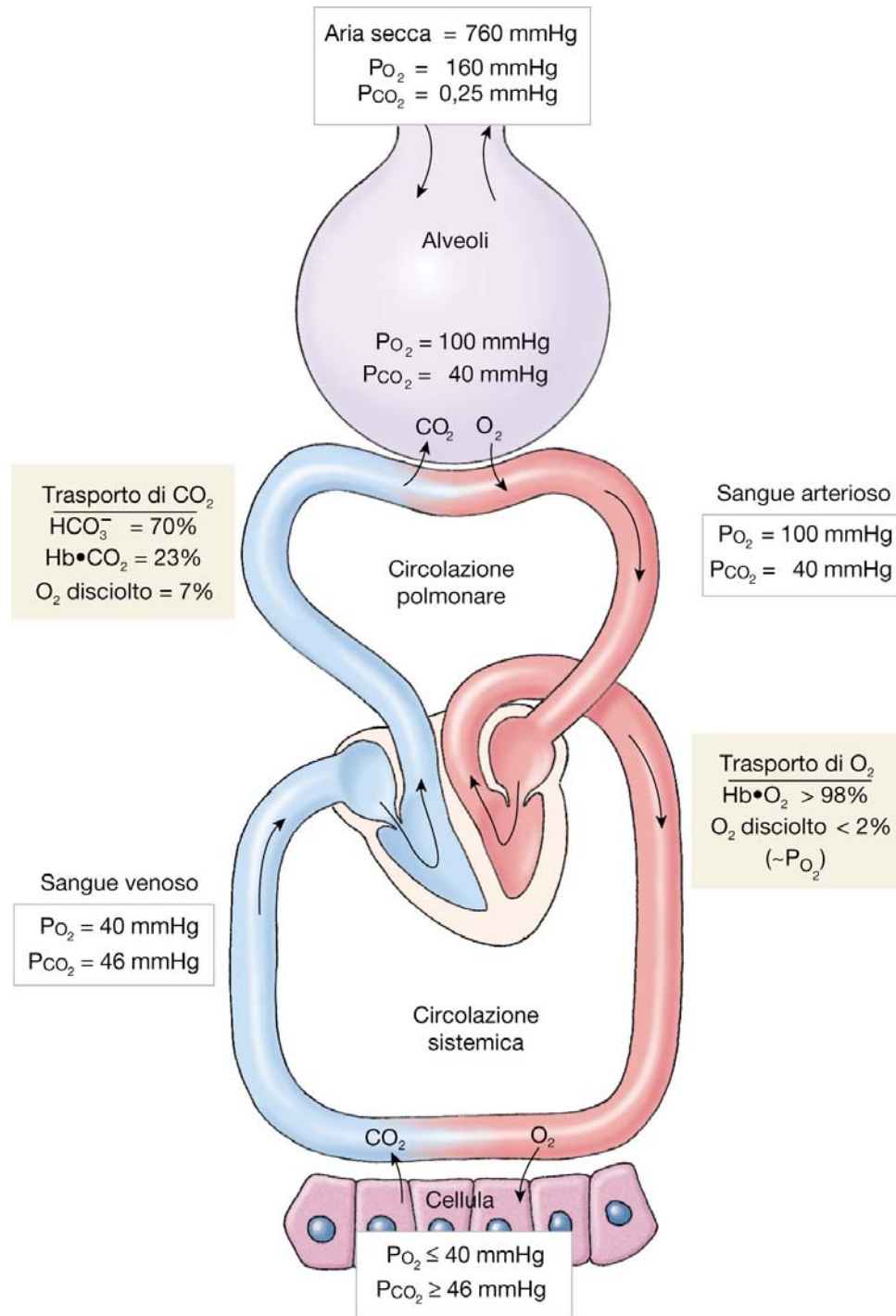


DOMANDE SUL GRAFICO

- (a) In presenza di P_{O_2} di 20 mmHg, quanto più ossigeno è rilasciato a una cellula muscolare in esercizio, il cui pH è 7,2, rispetto a una cellula il cui pH è 7,4?
- (b) Come cambia il rilascio di ossigeno quando le cellule muscolari in esercizio si riscaldano?







COSA DOBBIAMO RICORDARE: 16. SCAMBI RESPIRATORI

1. Visione di insieme sugli scambi di O_2 e CO_2 tra aria alveolare e sangue e tra sangue e tessuti periferici
2. Concetto generale di Pressione Parziale di un gas in un liquido e rapporto con la sua solubilità.
3. Solubilità dell' O_2 nel sangue e ruolo della emoglobina
4. Ripasso delle funzioni e delle proprietà biochimiche dell'emoglobina
5. Significato fisiologico dei fattori fisico-chimici che interferiscono sulla curva di saturazione della emoglobina
6. Trasporto della CO_2 nel sangue ed emoglobina
7. Ruolo della anidrase carbonica nella regolazione del sistema tampone acido carbonico-bicarbonato
8. Controllo nervoso della ventilazione
9. Chemiocettori bulbari e carotidei e loro ruolo nella regolazione della ventilazione