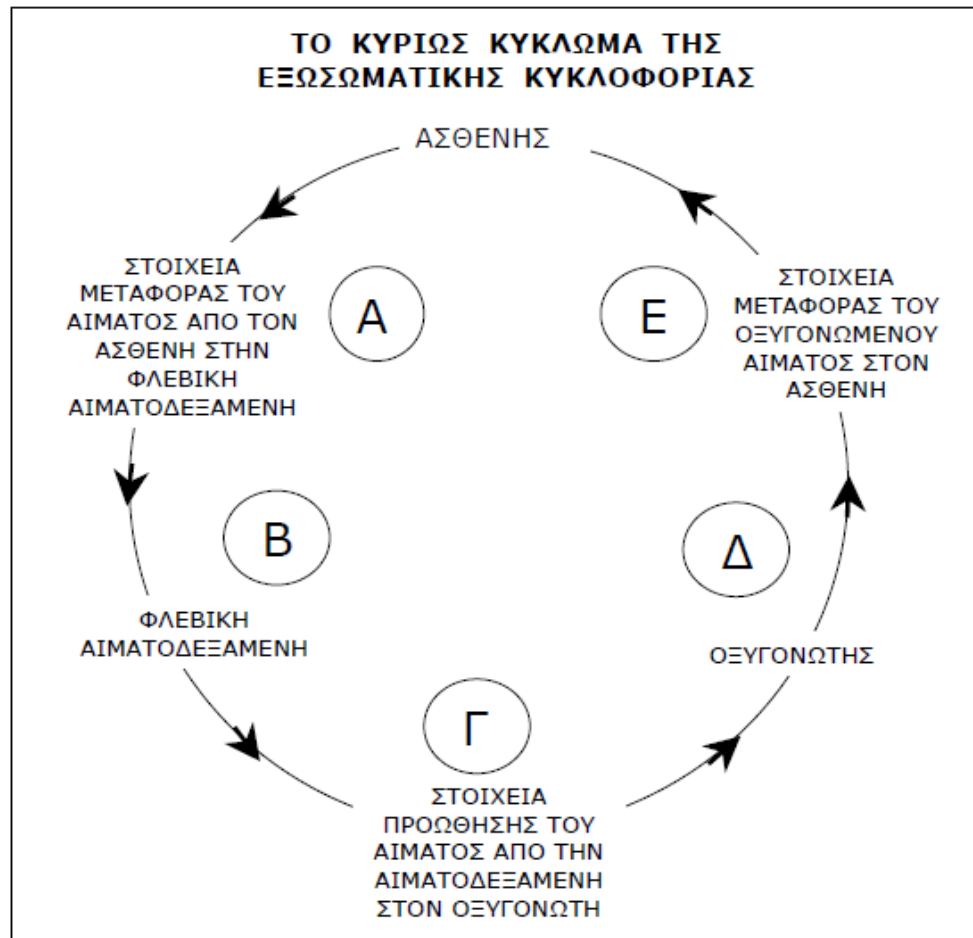
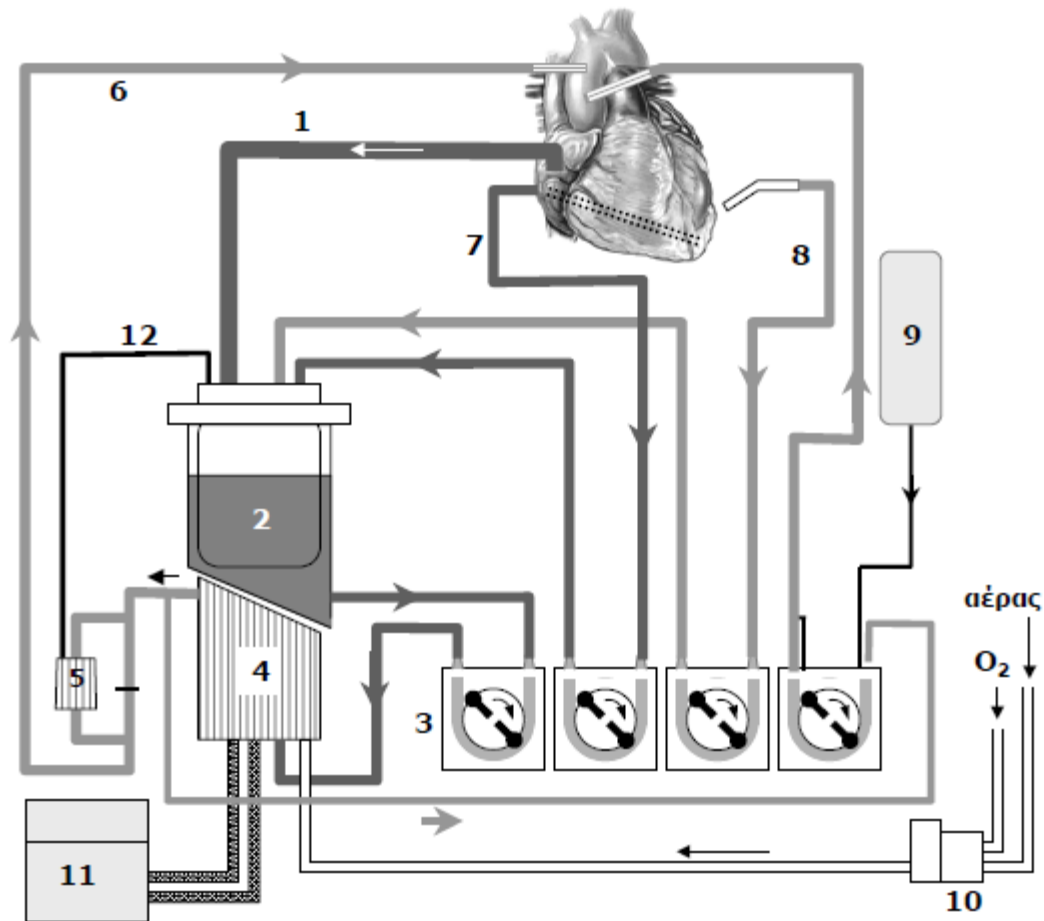


Αναπνευστικό Σύστημα – Τεχνητοί Οξυγονωτές

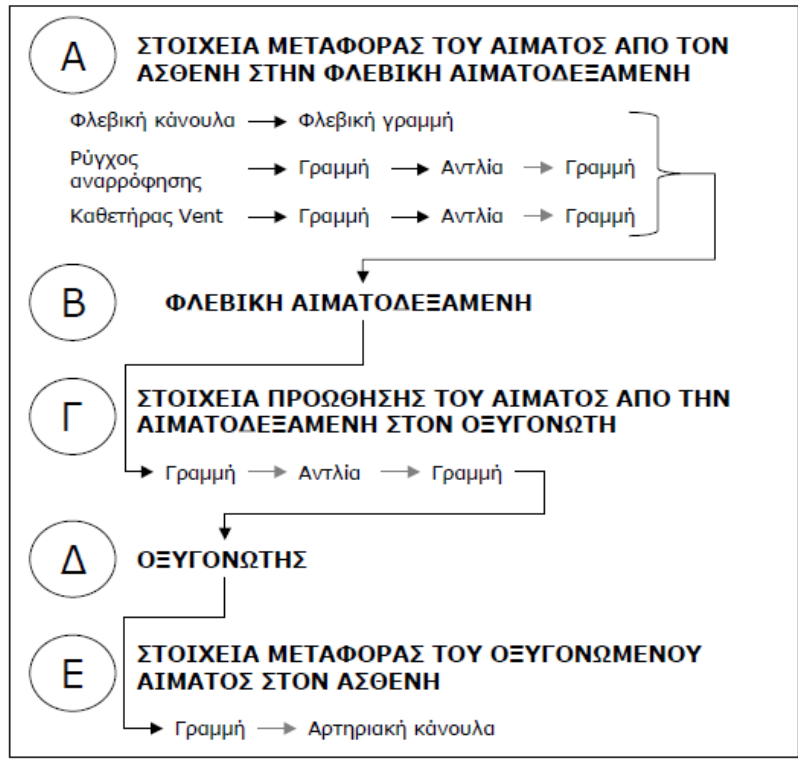
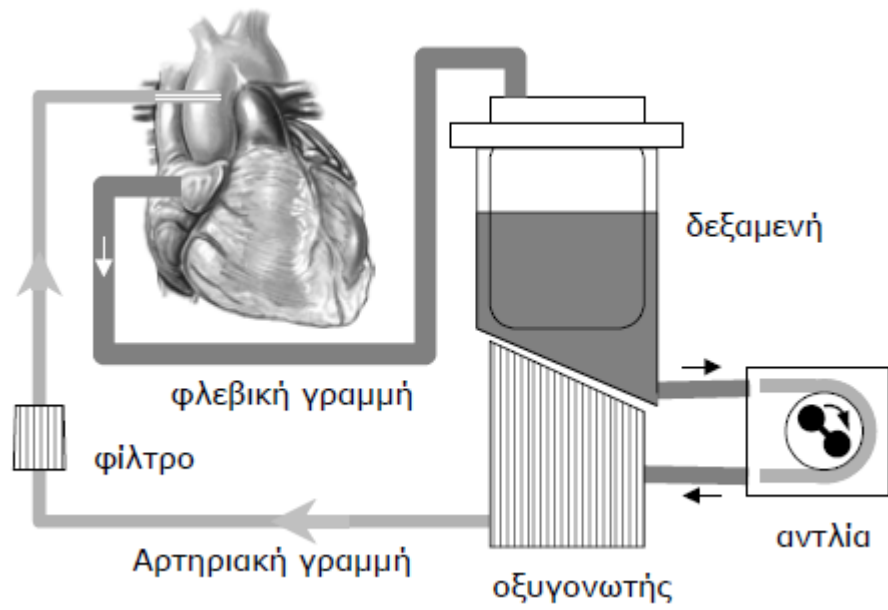




Σχημ

1. Φλεβική γραμμή
2. Φλεβική αιματοδεξαμενή
3. Αντλίες
4. Οξυγονωτής
5. Αρτηριακό φίλτρο
6. Αρτηριακή γραμμή

7. Γραμμή Vent
8. Αναρρόφηση
9. Σάκος καρδιοπληγίας
10. Ροόμετρο/μίκτης αερίων
11. Μηχανή ψύξης/θέρμανσης
12. Γραμμή εσωτερικής κυκλοφορίας

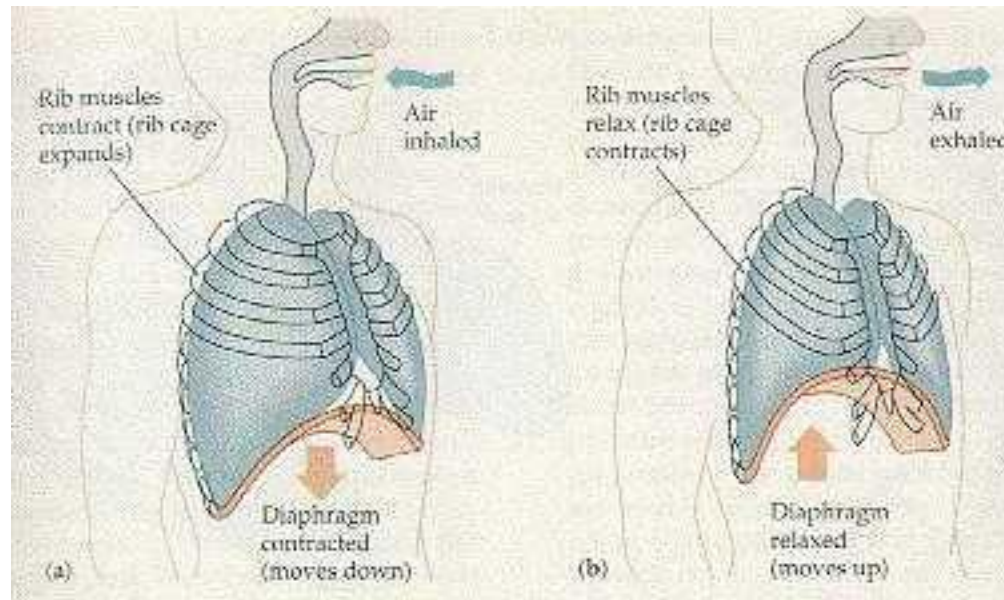


Κυτταρική Αναπνοή

Κατανάλωση οξυγόνου και παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα στα μιτοχόνδρια των κυττάρων

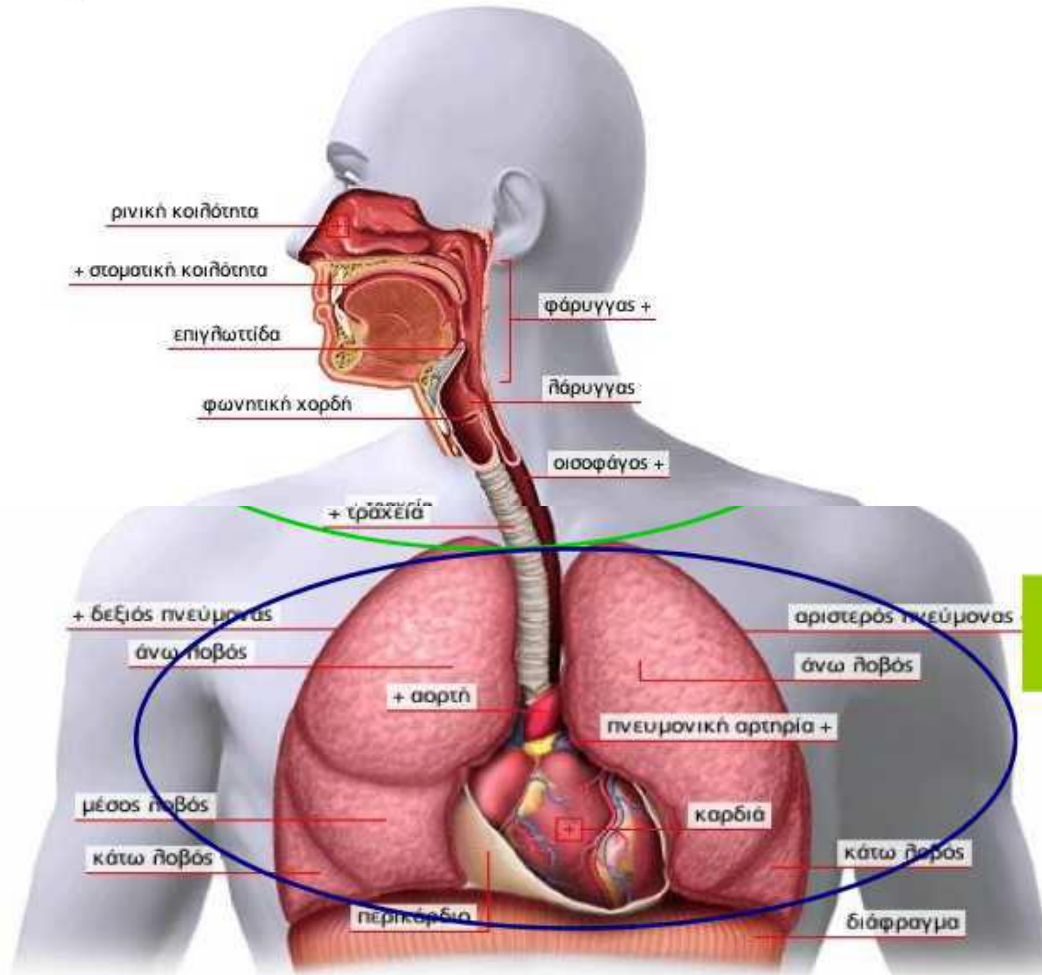
Πνευμονική Αναπνοή

Ανταλλαγή αερίων ($O_2 - CO_2$) μεταξύ ολόκληρου του οργανισμού και του περιβάλλοντος

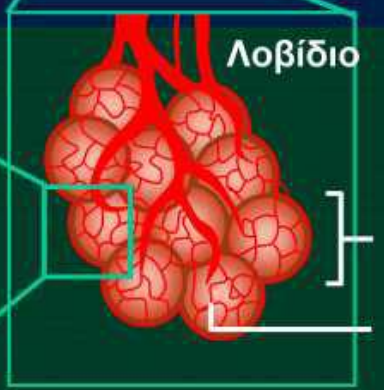
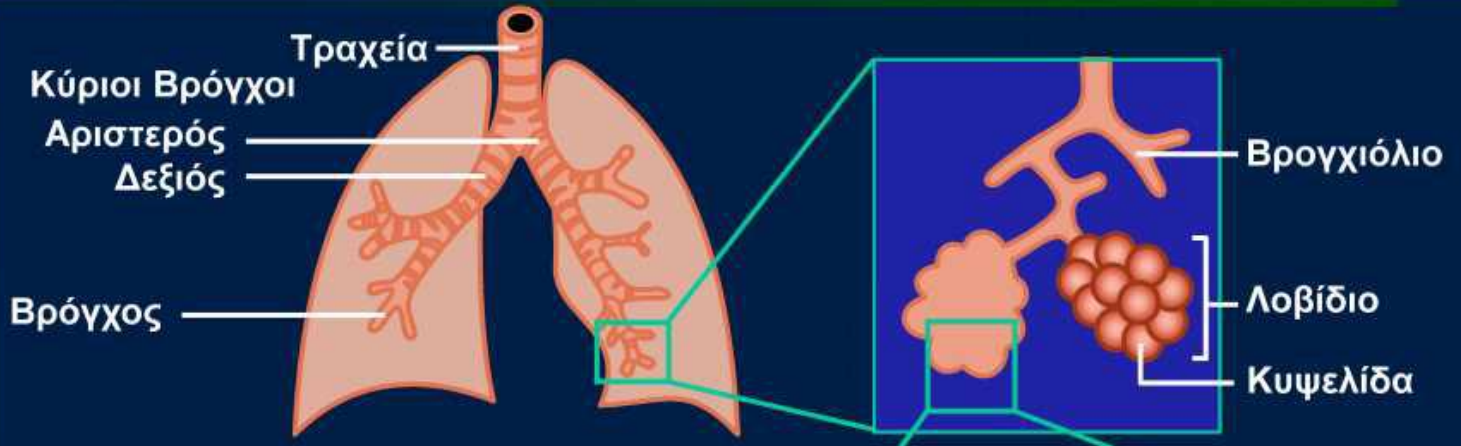


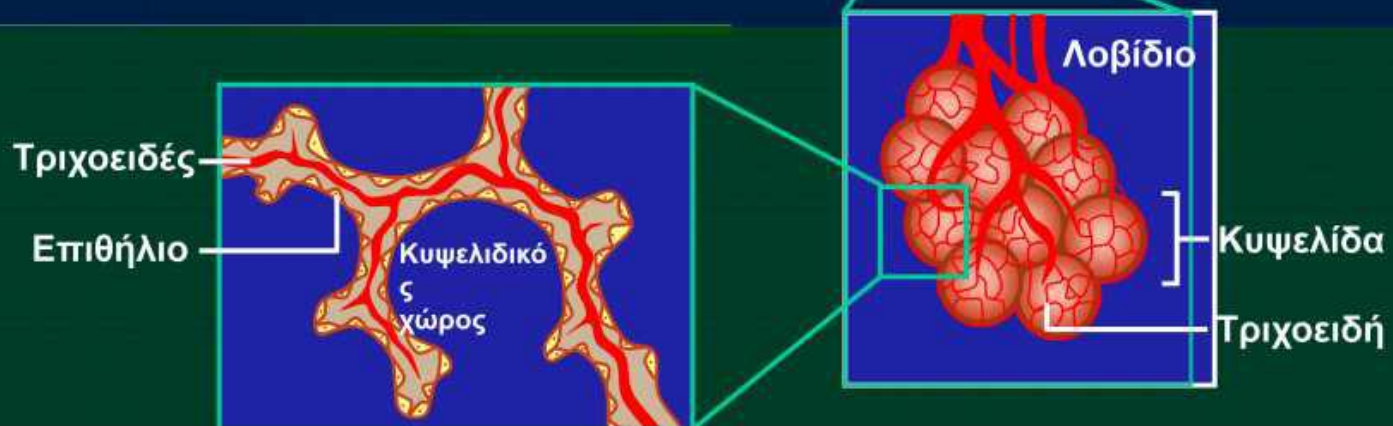
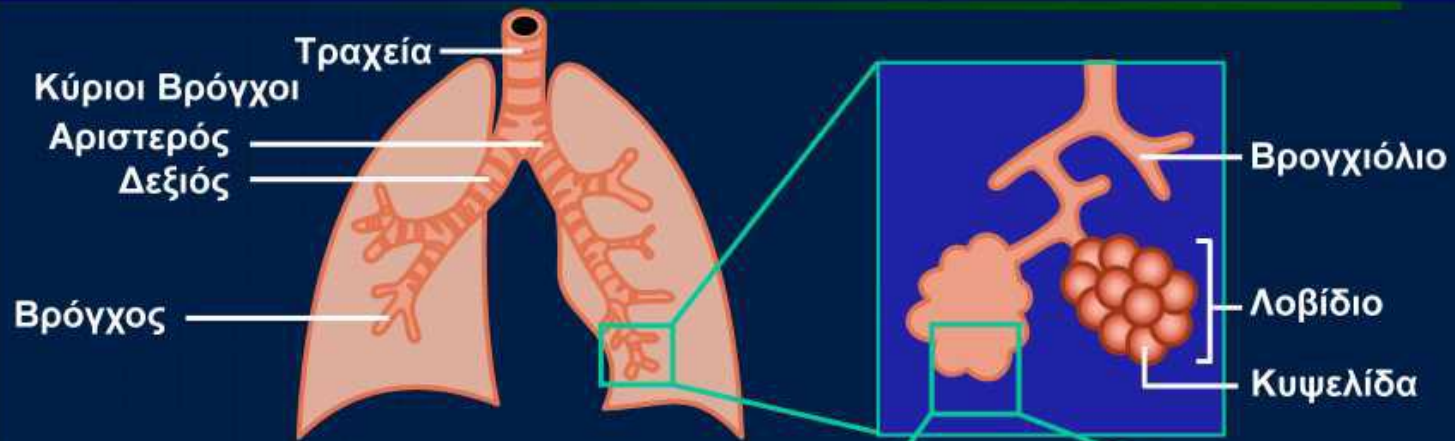
Αναπνευστικό σύστημα

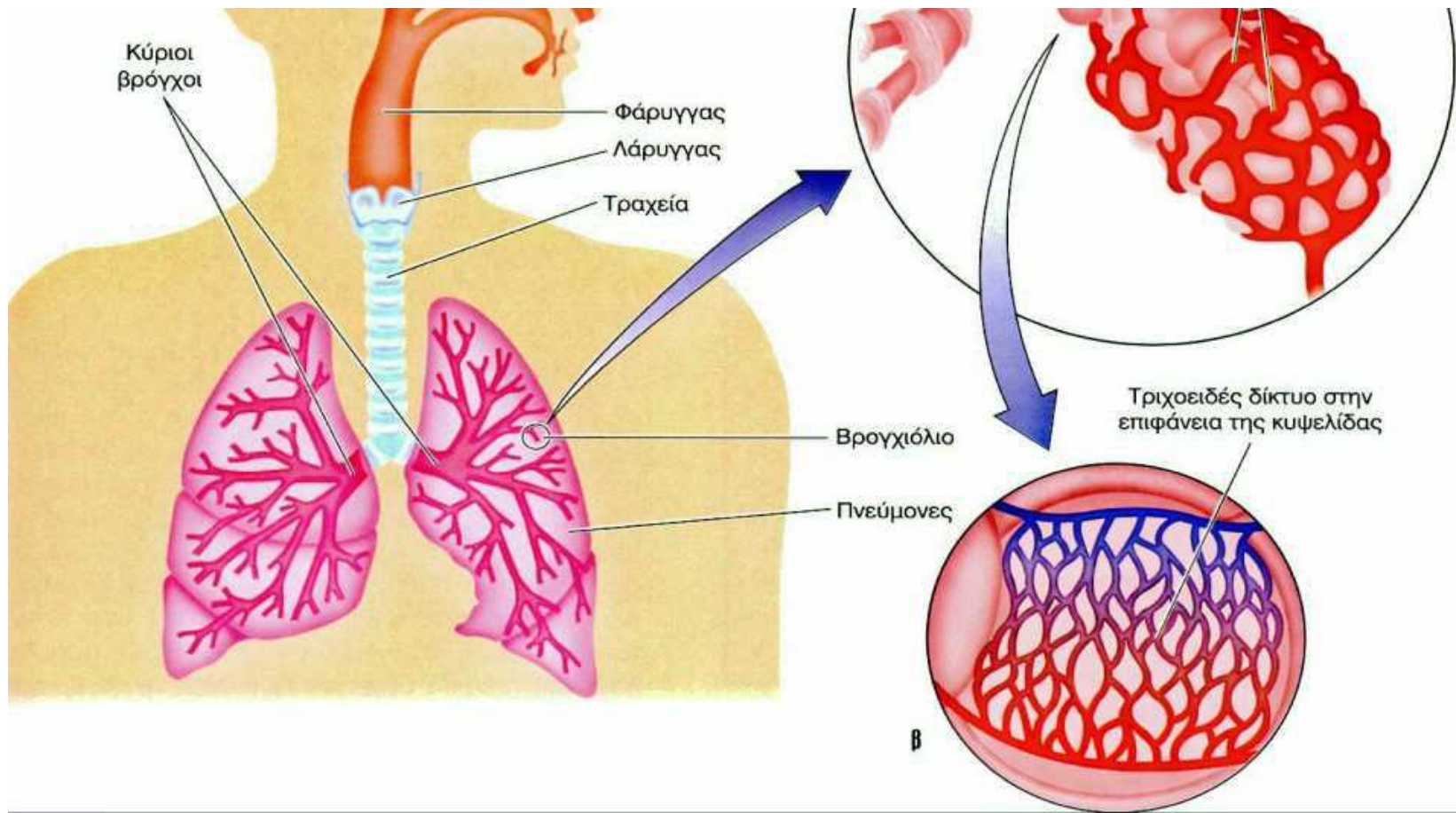
+ αναπνευστικό σύστημα

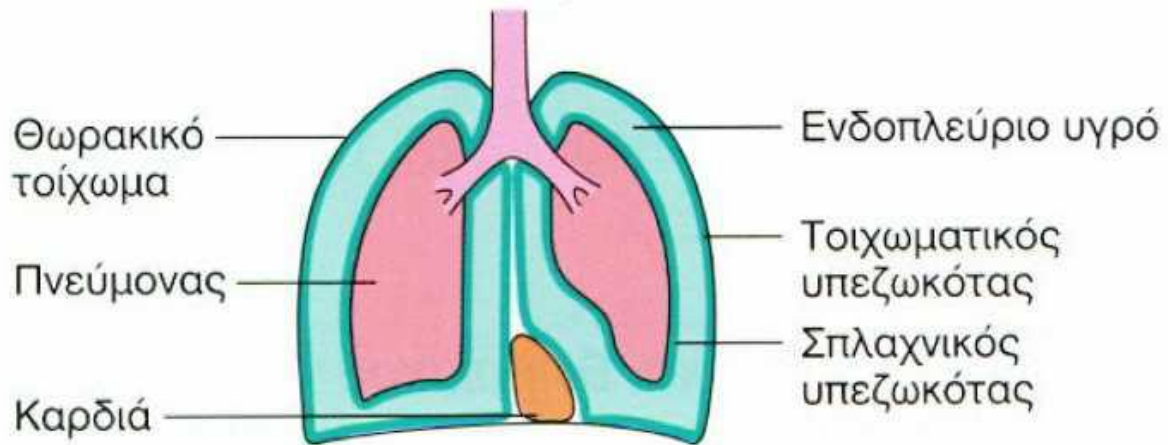


**Κατώτερο
Αναπνευστικό**



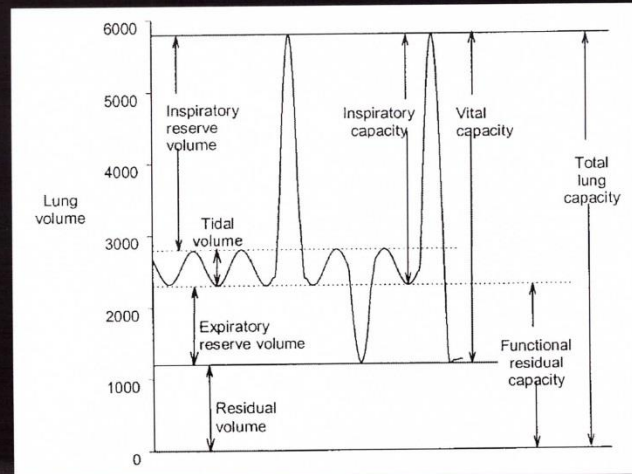






ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

Εάν ένα άτομο εισπνεύσει μέχρι την ολική πνευμονική χωρητικότητα και εκπνεύσει έπειτα όσο το δυνατόν πιο βίαια και όσο περισσότερο αέρα μπορεί, ο βίαια εκπνεόμενος όγκος κατά τη διάρκεια του πρώτου δευτερολέπτου της εκπνοής (FEV1) και η βίαιη ζωτική χωρητικότητα (FVC) μπορούν να καθοριστούν.

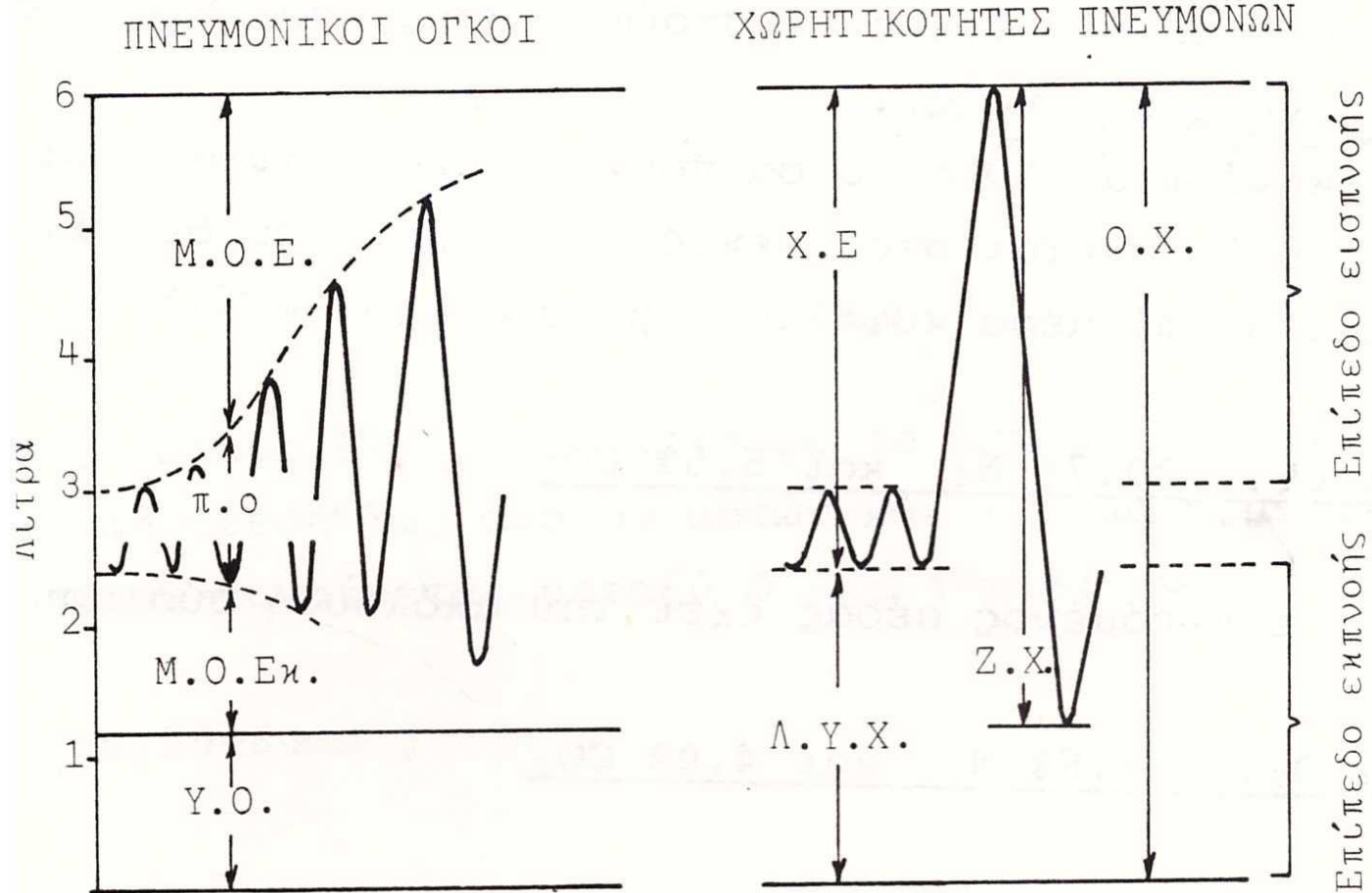


Ο λόγος **FEV1/FVC** παρέχει πληροφορίες για την αντίσταση στη ροή του αέρα. Κανονικά, περίπου 80% της FVC θα εξέλθει κατά τη διάρκεια του πρώτου δευτερολέπτου. Αν η αντίσταση αυξάνεται, το ποσοστό που εκπνέεται κατά τη διάρκεια του πρώτου δευτερολέπτου θα μειωθεί.

$(Z.X.) = (M.O.E.) + (\Pi.O.) + (M.O.Eκ.),$

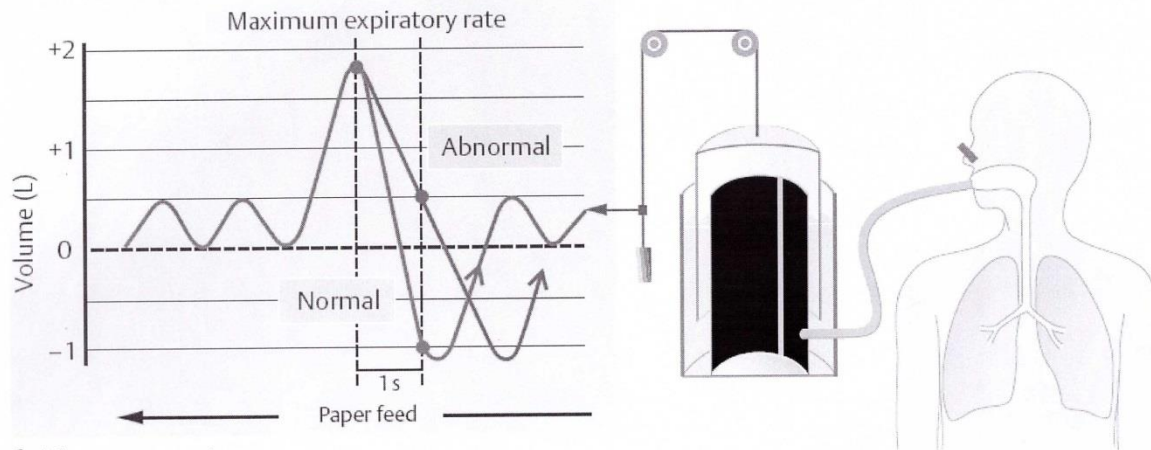
$(O.X.) = (M.O.E.) + (\Pi.O.) + (M.O.Eκ.) + (Y.O.)$

500ml*16 αναπν./min = 8lt

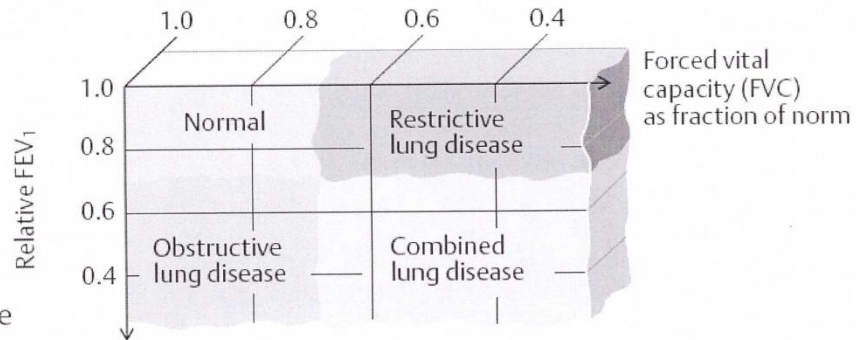


Σπιρόμετρα

C. Forced expired volume in first second (FEV₁)

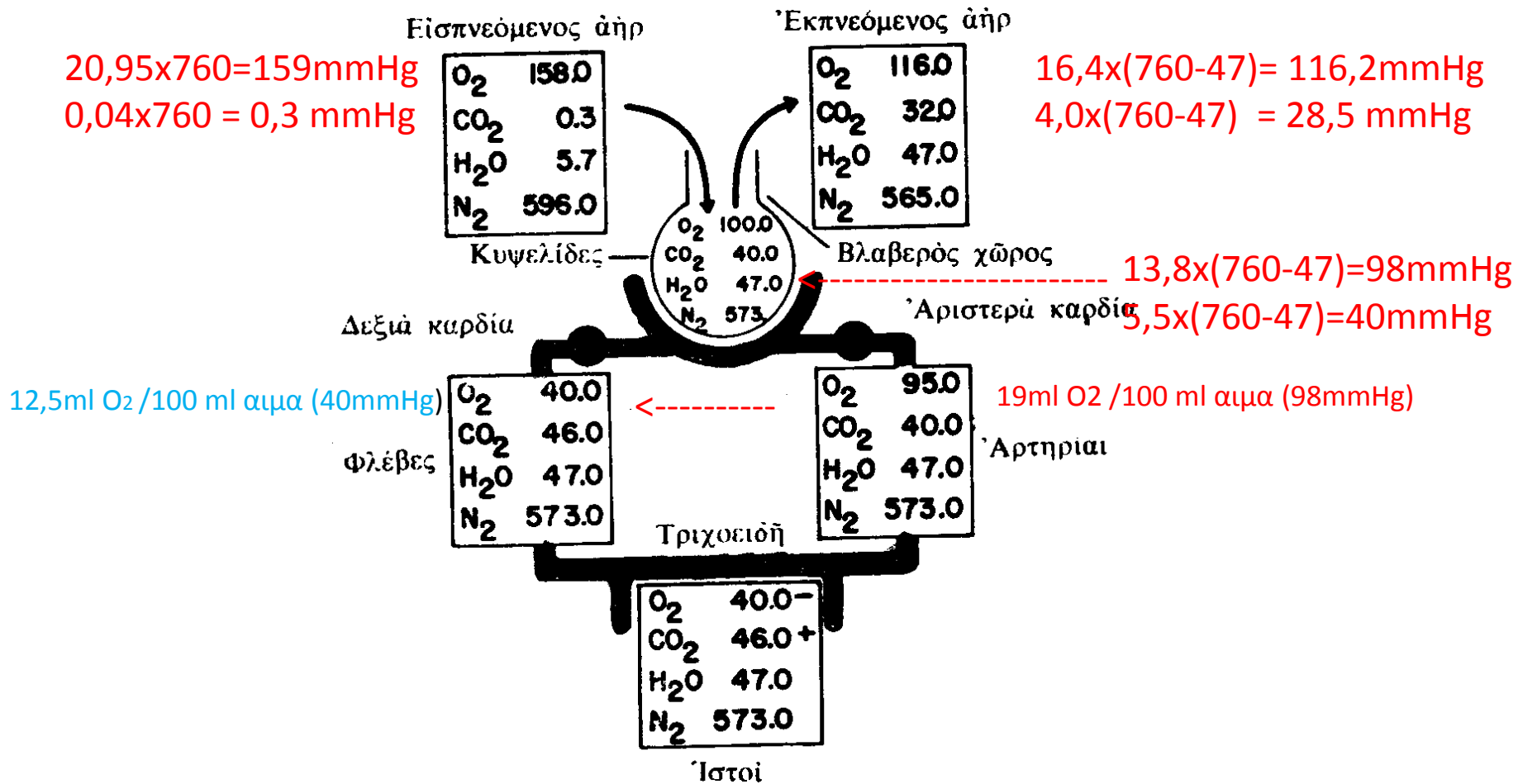


1 Measurement

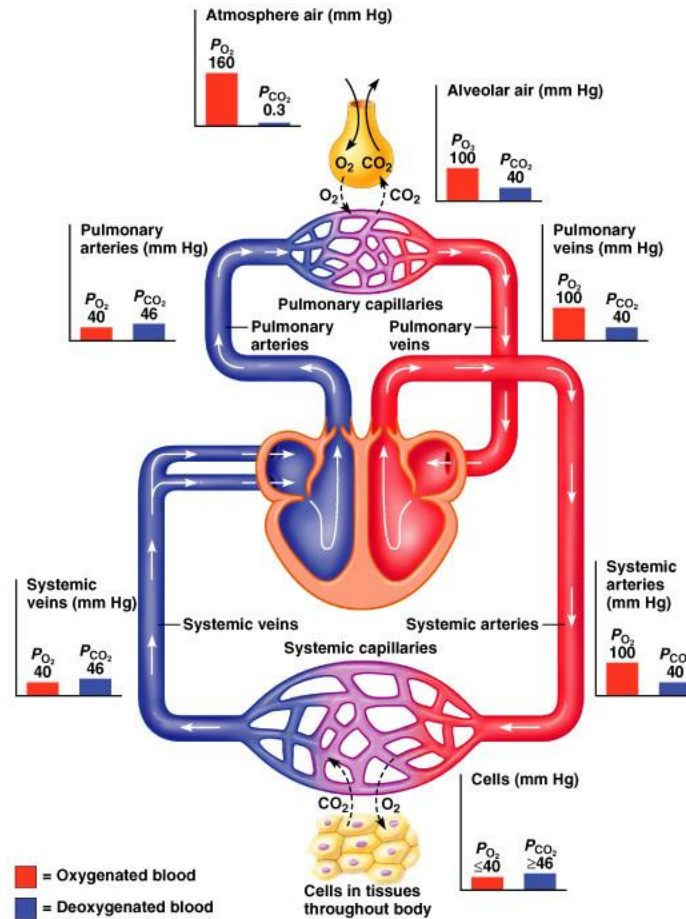


2 Clinical significance

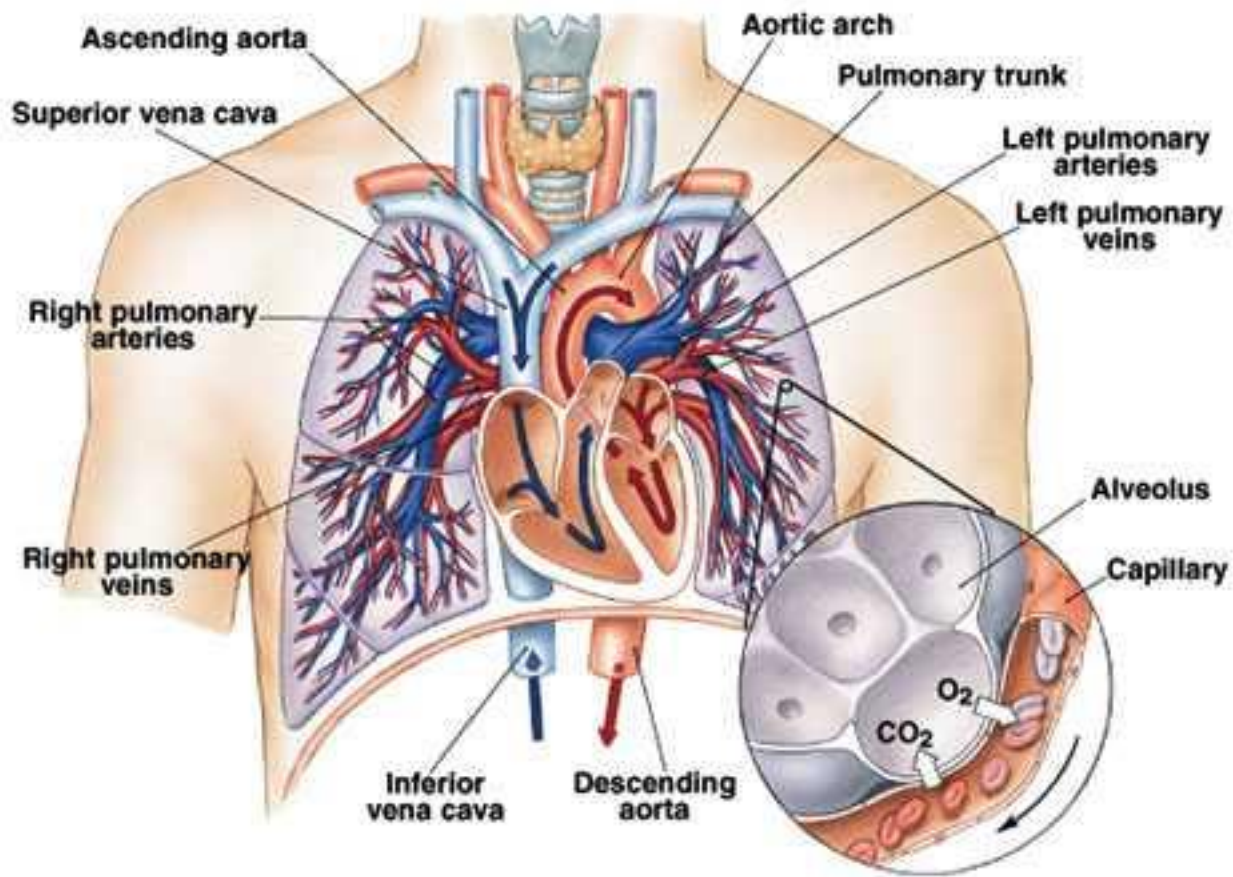
Μερικές πιέσεις αερίων



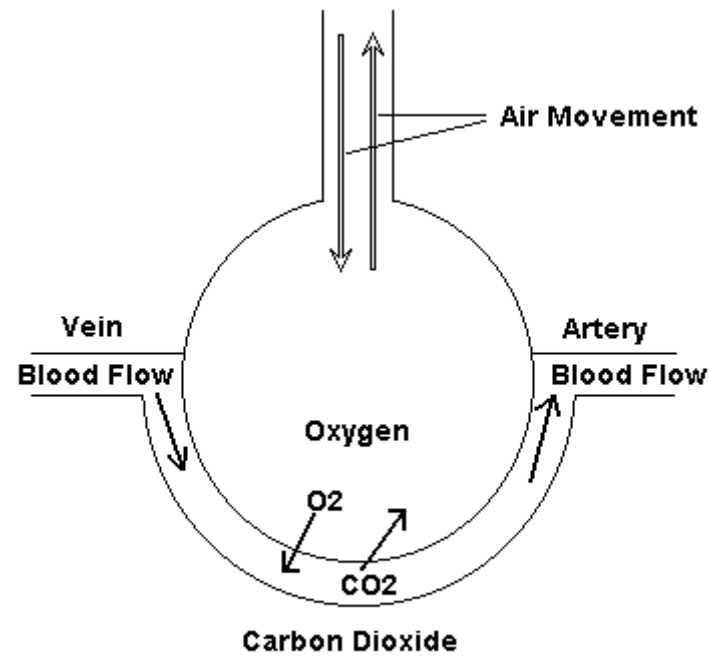
Μερικές πιέσεις αερίων



Ανατομία αναπνευστικού συστήματος

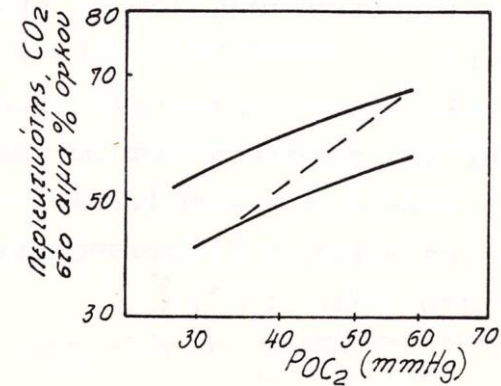
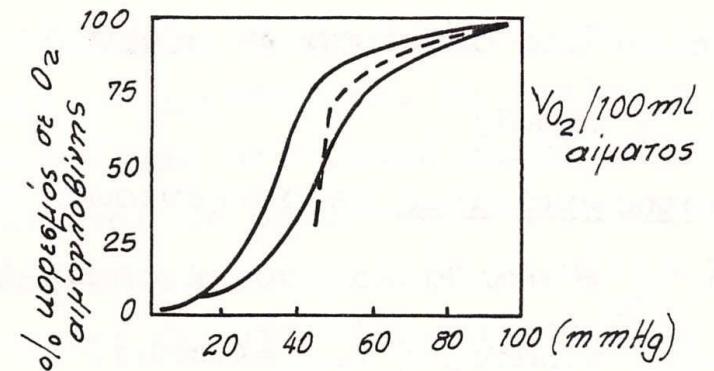
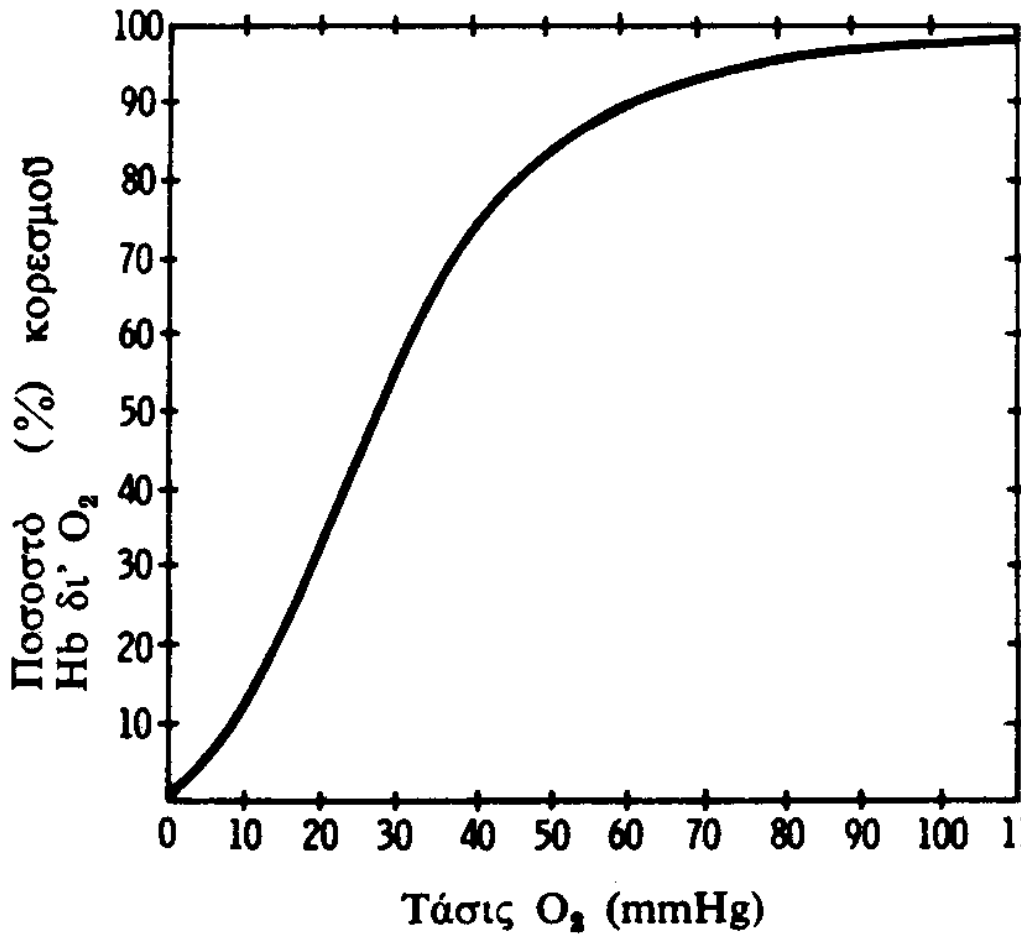


Ανταλλαγή αερίων στη κυψελίδα

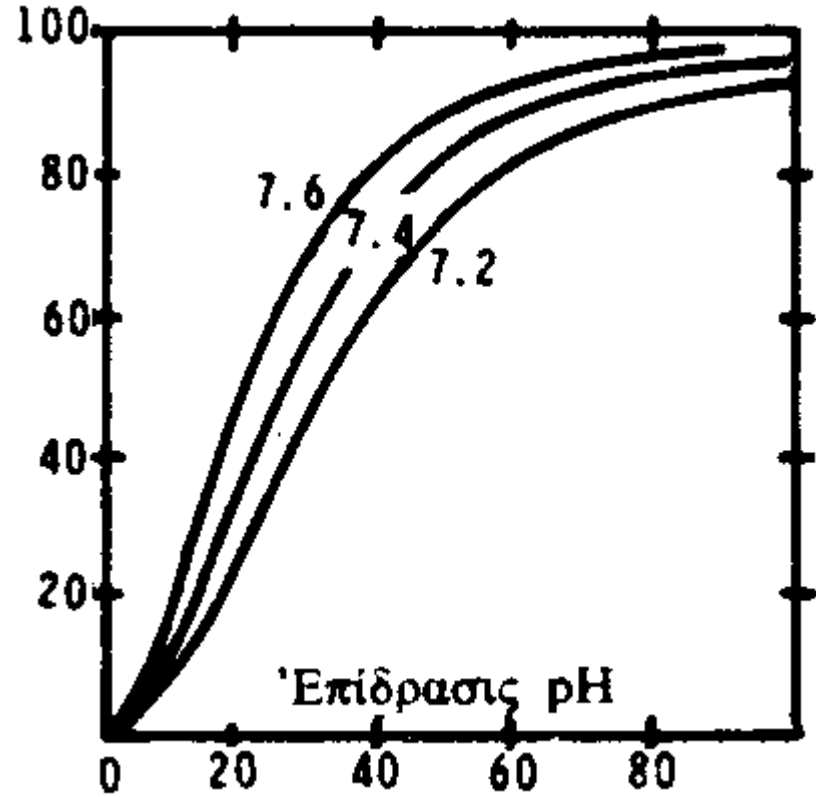
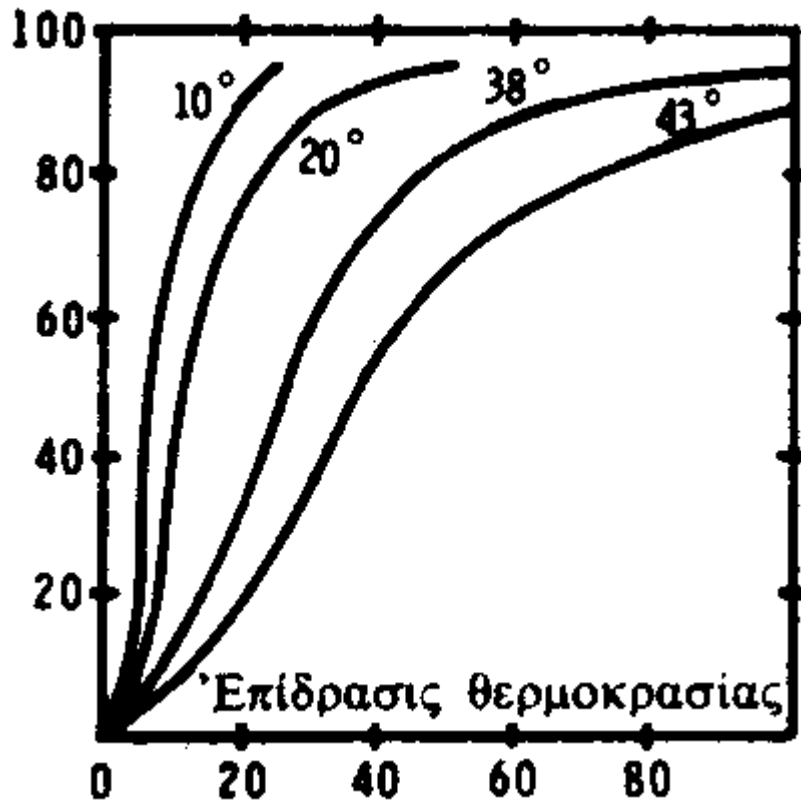


Gas Exchange at the Alveolar Level

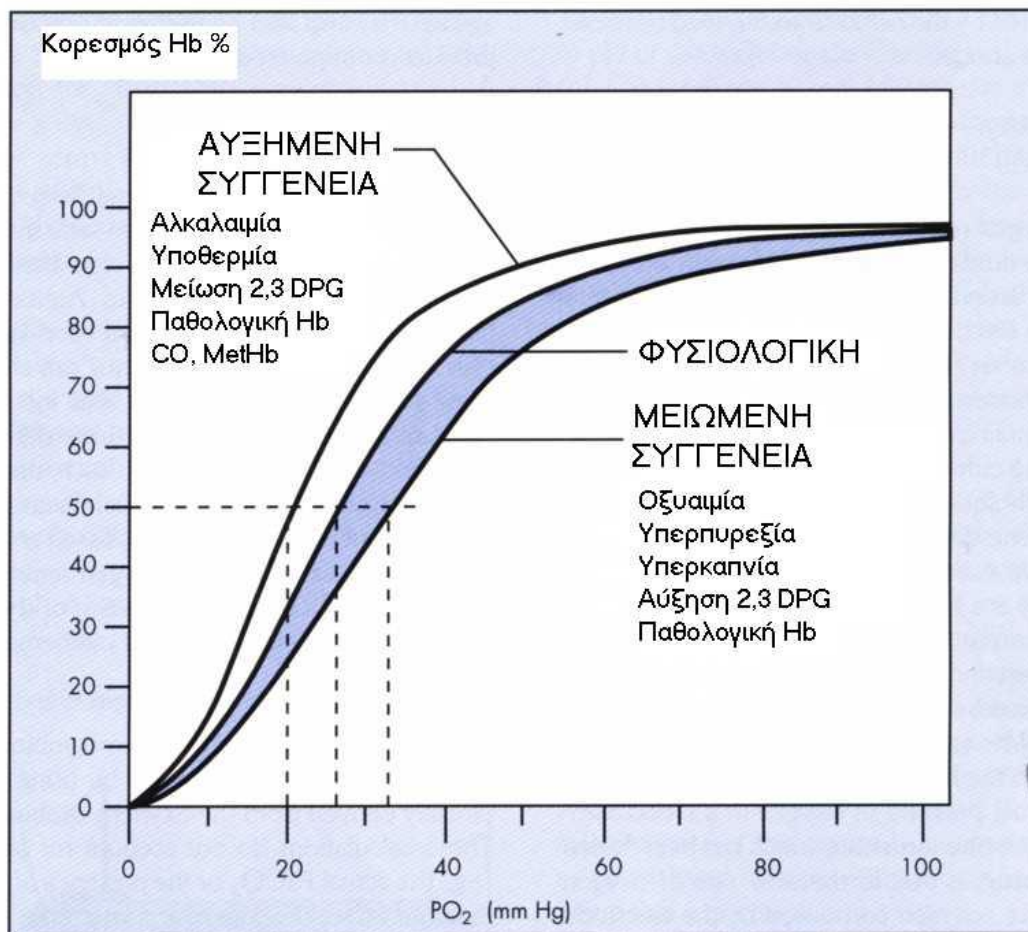
Κορεσμός Hb



Κορεσμός Hb



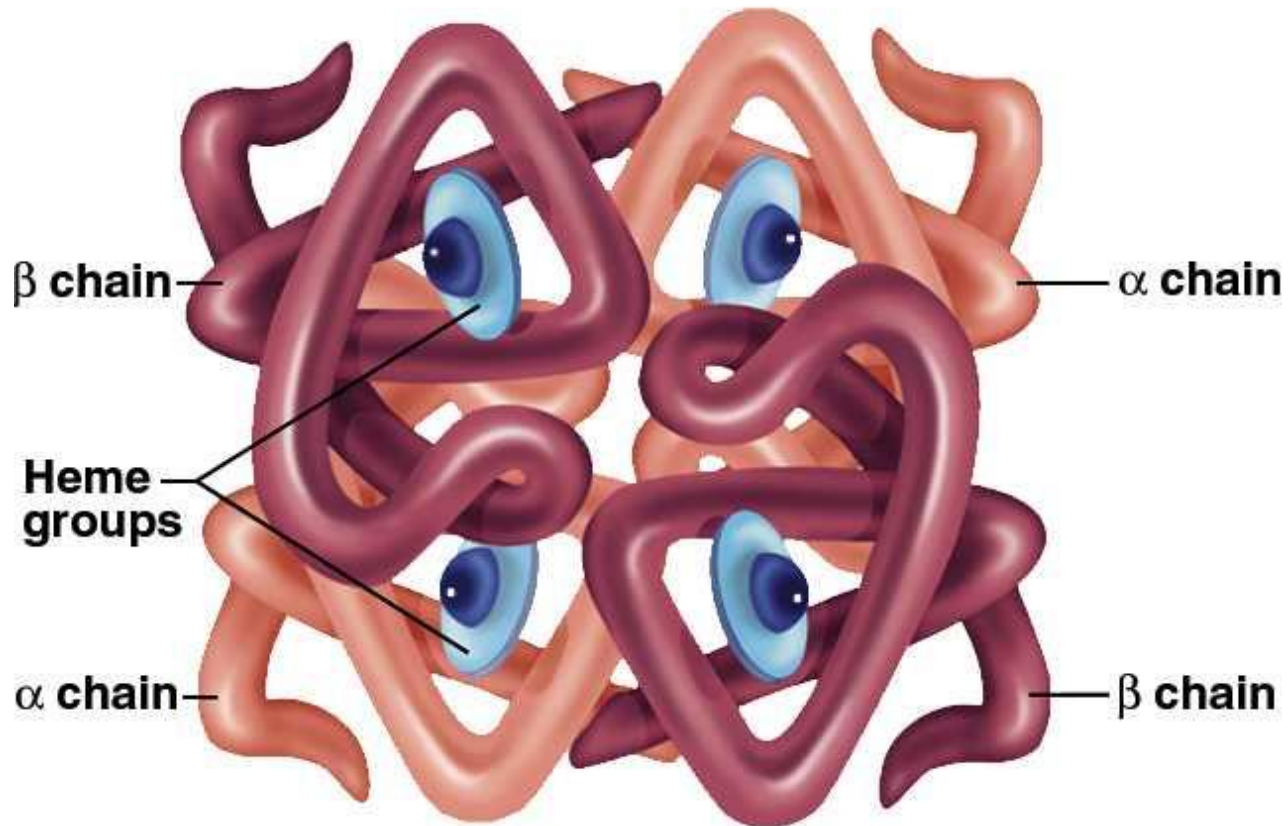
Κορεσμός Hb



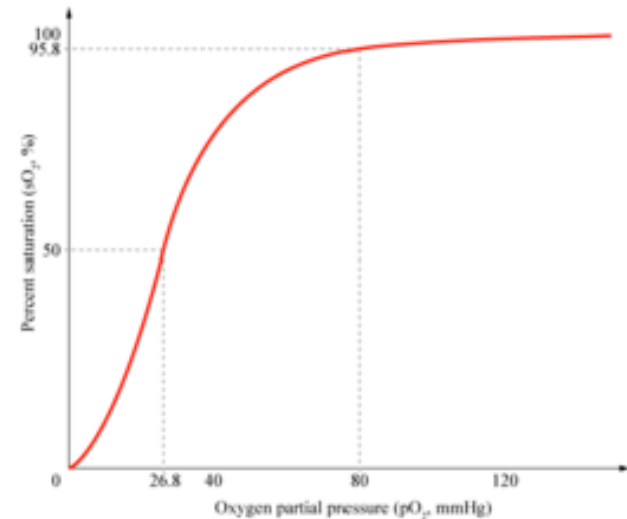
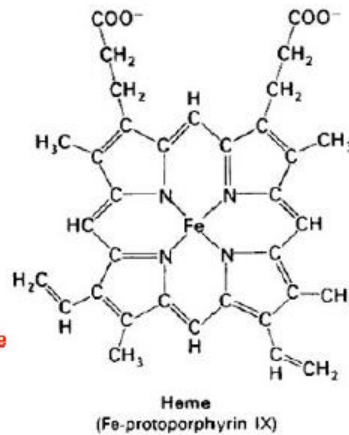
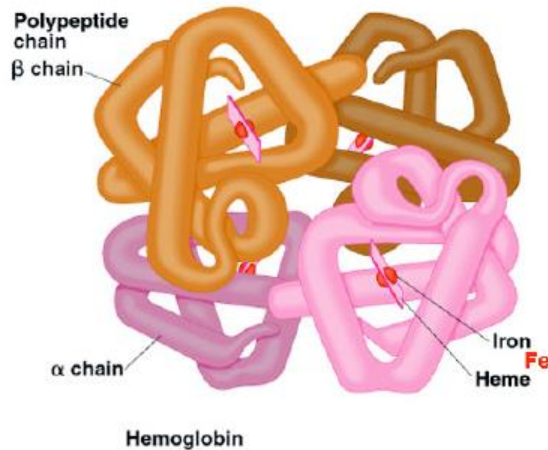
Το μόριο της αιμοσφαιρίνης, Hb

© The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Hemoglobin



Το μόριο της αιμοσφαιρίνης- Δέσμευση 4 μορίων O₂



1 ερυθρό φέρει 250 εκατ. μόρια Hb και άρα 1 δις μόρια O₂

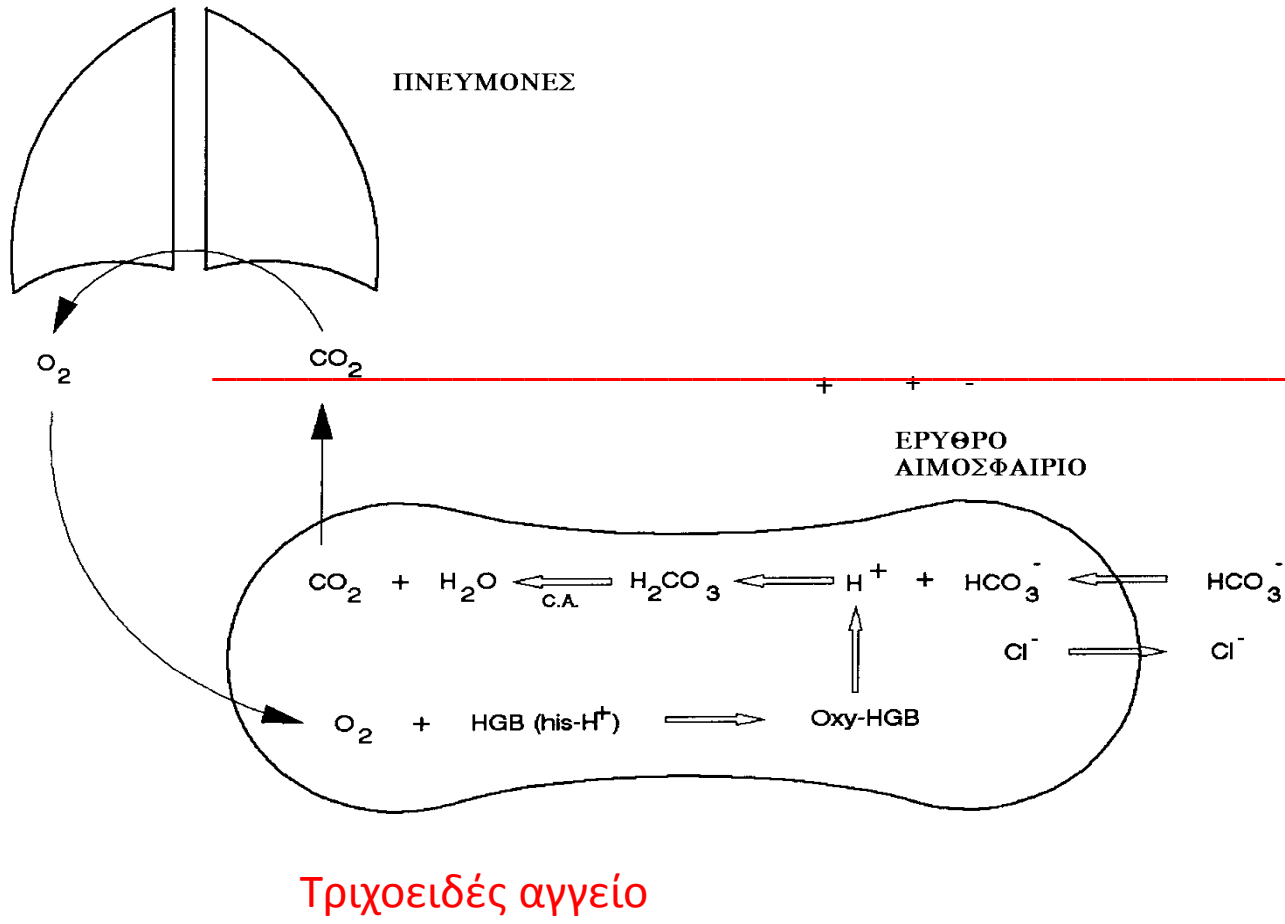
MB (Hb) = 68800, ή 1Mol Hb = 68.800 gr

Γραμμομοριακός Ογκος 4Mol O₂ = 89600ml

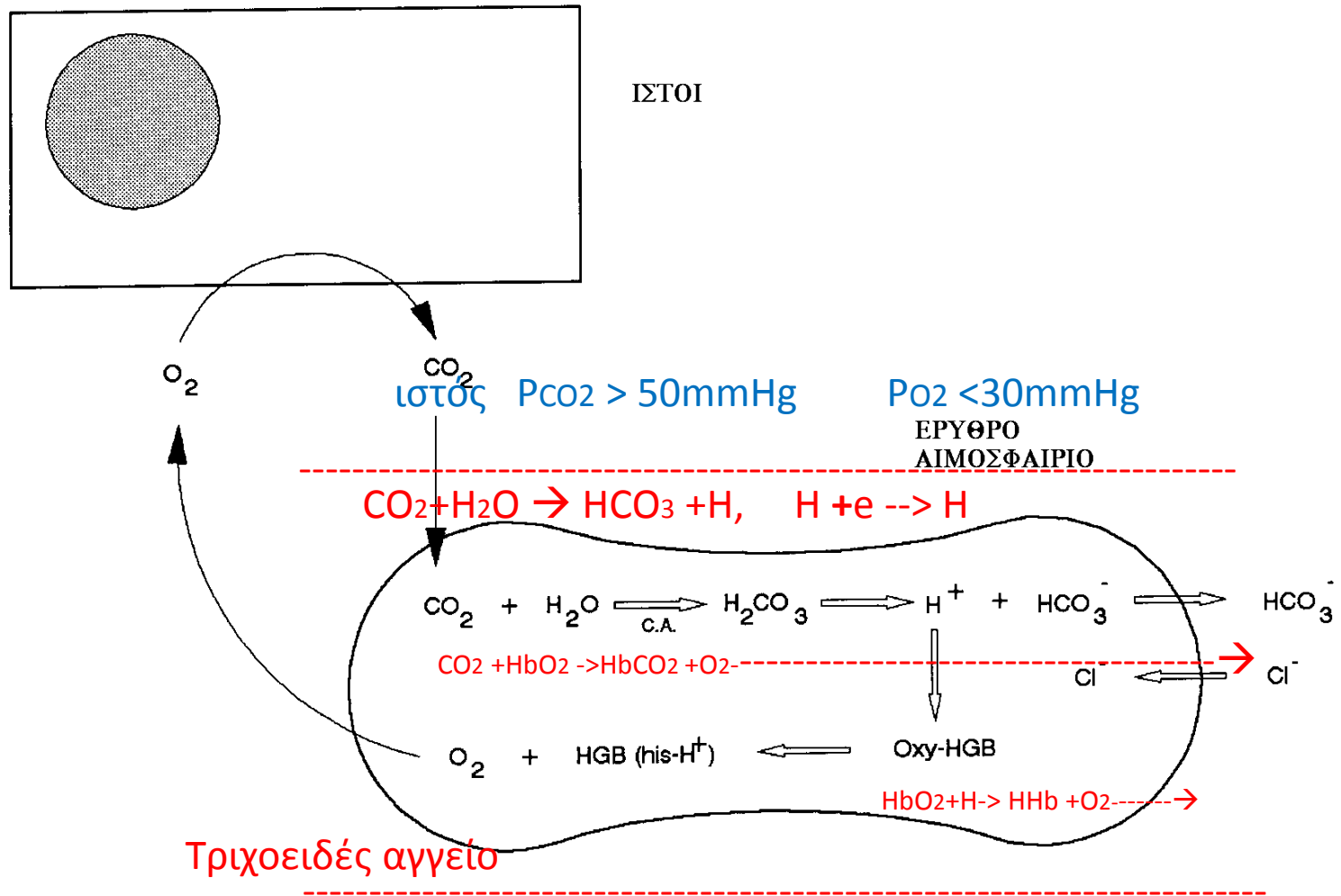
1gr Hb μεταφέρει 1,32ml O₂

C Hb = 15.6gr/100ml αίματος X 1,32ml O₂/grHb = 20,5ml O₂ /100ml αίματος

Χημικές αντιδράσεις στο αίμα

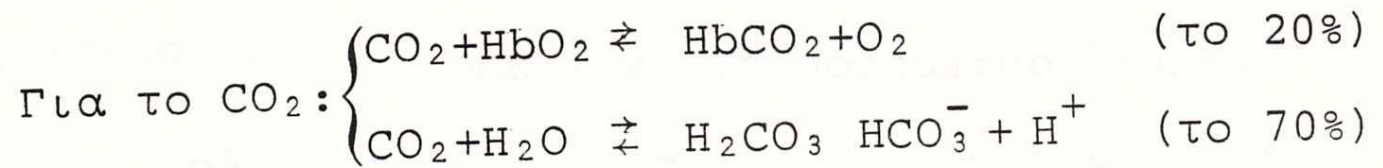
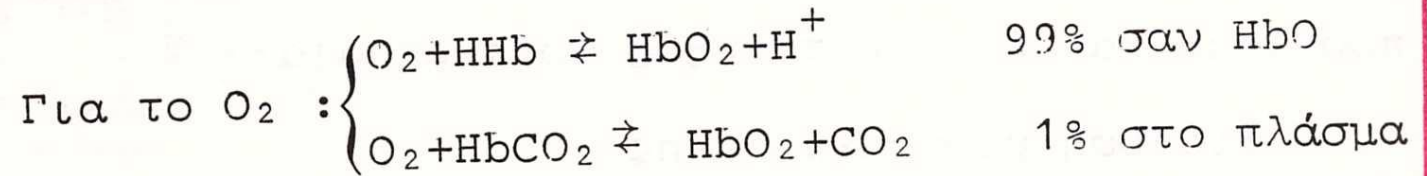


Χημικές αντιδράσεις στο αίμα

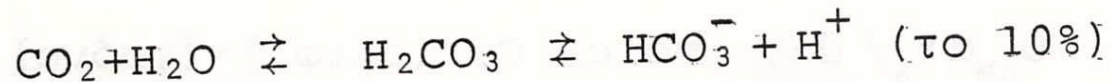


Χημικές αντιδράσεις στο αίμα

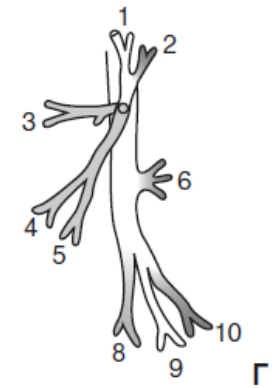
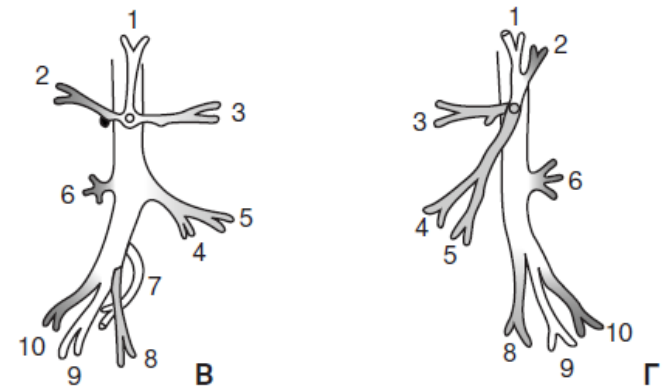
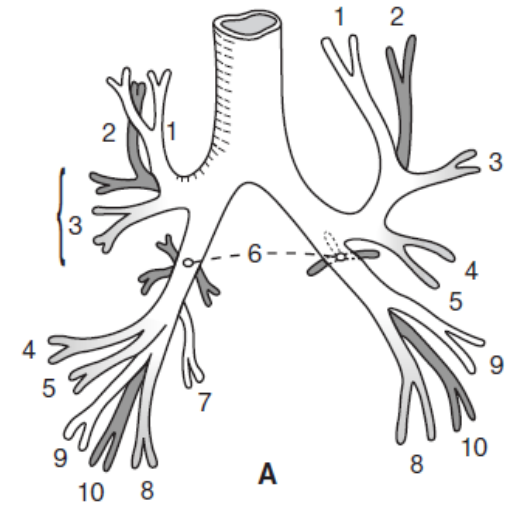
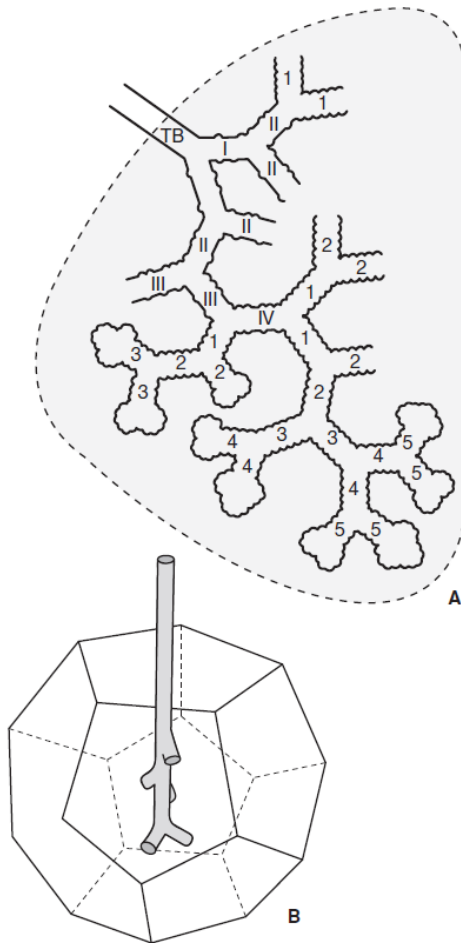
Στο ερυθρό αιμοσφαίριο:

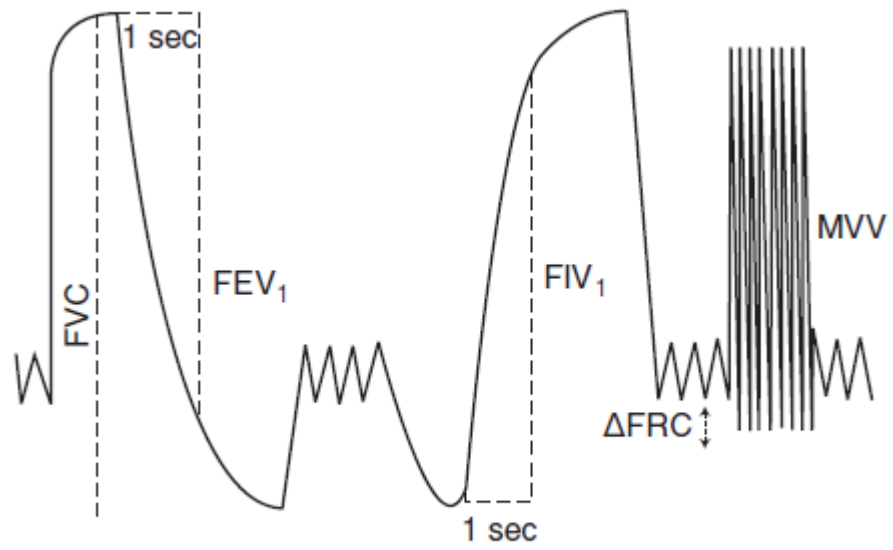


Στο πλάσμα:

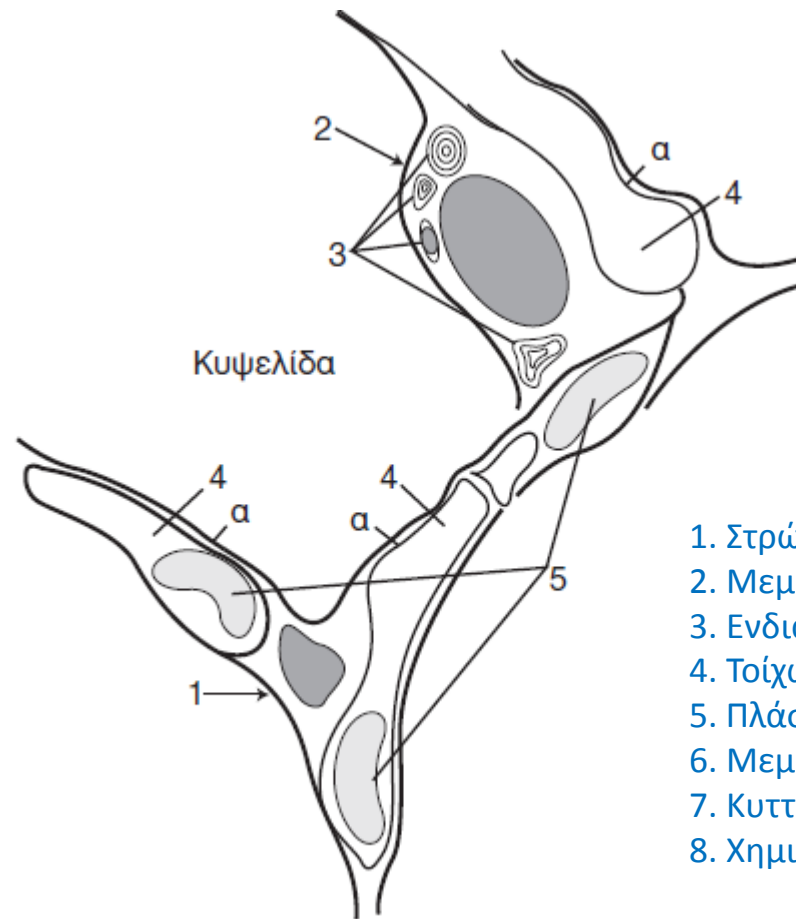


Εικόνα 1.3. Α. Η τελική αναπνευστική μονάδα [ΤΒ=τελικό βρογχιόλιο, αναπνευστικά βρογχιόλια I, II, III τάξης, αναπνευστικοί πόροι και σάκοι (1, 2, 3, 4, 5)]. Β. Πνευμονικό λόβιο με 5 τελικές αναπνευστικές μονάδες.



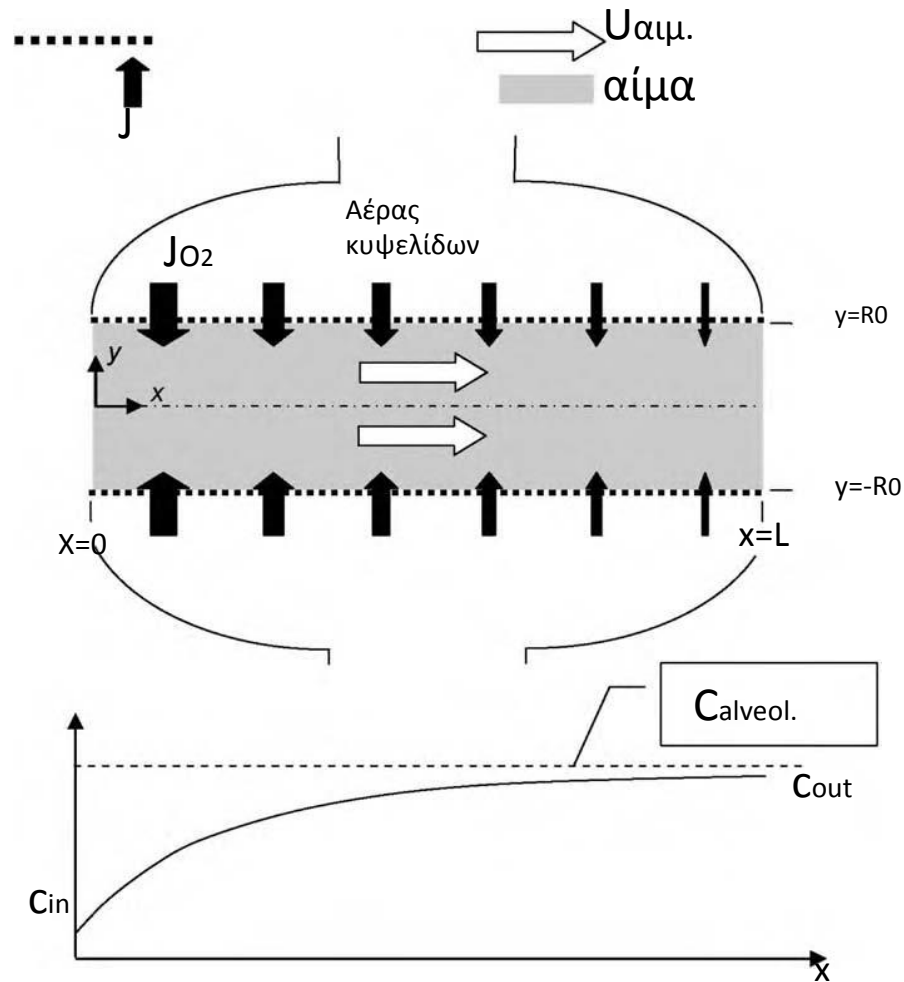


Εικόνα 1.9. Κυψελιδο-τριχοειδική μεμβράνη. Πνευμονοκύτταρα τύπου I (1), τύπου II (2) με στιβαδωτά σωμάτια (3). Τριχοειδή (4) με ερυθρά αιμοσφαίρια (5). Το “λεπτό τμήμα” του διάμεσου χώρου όπου γίνεται η ανταλλαγή των αερίων (α).



1. Στρώμα αέρα κυψελίδων
2. Μembrάνη κυψελίδων
3. Ενδιάμεσος χώρος
4. Τοίχωμα τριχοειδούς
5. Πλάσμα
6. Μembrάνη ερυθρού
7. Κυτταρόπλασμα
8. Χημική αντίδραση

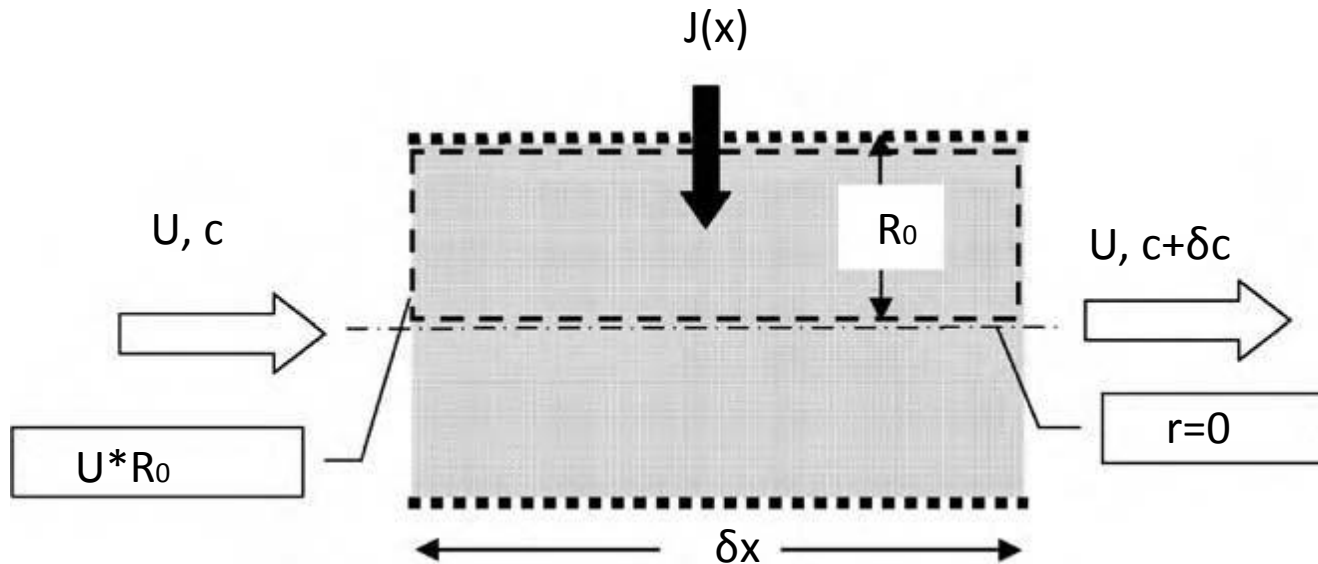
Μεταφορά μάζας αερίου από κυψελίδα σε τριχοειδές



$$c(x)Q_{\text{blood}} + J(x)\delta x = [c(x) + \delta c] Q_{\text{blood}}. \quad [\text{Mol/m}^2(\text{m}^2/\text{sec}) + (\text{mol}/\text{sec m})\text{m} = \text{mol}/\text{sec}]$$

$$J(x) = Q_{\text{blood}} \, dc/dx = R_0 U dc/dx \quad (1) \quad J(x) = D/\Delta y * [c_{\text{alv}} - c(x)] \quad (2) \quad \Delta y = \text{πάχος τοιχώματος}$$

Νόμος Henry, $c(x) = \beta_x P_x$, $\beta =$ συντελ. διαλυτότητας



$$(1)=(2) \quad R_0 U dP_{(x)}/dx = D/\Delta y * [P_{\text{alv}} - P_{(x)}]$$

$$\hat{P} = \frac{P(x) - P_{in}}{P_{alv} - P_{in}} \Rightarrow$$

$$\hat{P}(P_{alv} - P_{in}) = P(x) - P_{in} \Rightarrow$$

$$P(x) = \hat{P}P_{alv} - \hat{P}P_{in} + P_{in} \Rightarrow$$

$$P(x) = \hat{P}P_{alv} + P_{in}(1 - \hat{P}) \quad (1)$$

$$P(x) = \hat{P}(P_{alv} - P_{in}) + P_{in} \quad \rightarrow \quad dP(x) = d\hat{P}(P_{alv} - P_{in}) + \emptyset \quad (2)$$

(2)

(1)

$$R_o U dP(x)/dx = D/\Delta y * [P_{alv} - P(x)]$$

$$R_o U \frac{d\hat{P}(P_{alv} - P_{in})}{dx} = \frac{D}{\Delta y} \left[P_{alv} - \hat{P}P_{alv} - P_{in}(1 - \hat{P}) \right] \Rightarrow$$

$$R_o U \frac{d\hat{P}(P_{alv} - P_{in})}{dx} = \frac{D}{\Delta y} \left[P_{alv}(1 - \hat{P}) - P_{in}(1 - \hat{P}) \right] \Rightarrow$$

$$RoU \frac{d\hat{P}(P_{alv} - P_{in})}{dx} = \frac{D}{\Delta y} \left[(1 - \hat{P})(P_{alv} - P_{in}) \right] \Rightarrow$$

$$RoU \frac{d\hat{P}}{dx} = \frac{D}{\Delta y} (1 - \hat{P}) \Rightarrow$$

$$RoU \frac{d\hat{P}}{dx} + \frac{D}{\Delta y} (\hat{P} - 1) = 0$$

Λύση:

$$\hat{P} = 1 - e^{\frac{-x}{L_{char}}}$$

με

$$L_{char} = \frac{URo\Delta y}{D}$$

$$R_o = 4\mu m = 4 * 10^{-4} cm$$

$$U = 0.1 cm / sec$$

$$D = 2.10 * 10^{-5} cm^2 / sec$$

$$\Delta y = 0.6\mu m = 6 * 10^{-5} cm$$

$$L_{char} = 2.4\mu m$$

Μεταφορά μάζας

- Συνολικός ρυθμός αναπνοής 6000 ml/min
- Ρυθμός αναπνοής στις κυψελίδες 4000 ml/min
- Ρυθμός πνευμονικ. ροής αίματος 5000 ml/min
- Συγκέντρ. O₂ & CO₂ αρτηρ.αιμ. 0.48 & 0.195 ml/min
- Συγκέντρ. O₂ & CO₂ φλεβ.αιμ. 0.145 & 0.52 ml/min
- Κυψελίδες P_{CO₂} = 40 mmHg, P_{O₂} = 100 mmHg
- Φλεβικό αίμα P_{CO₂} = 46 mmHg, P_{O₂} = 40 mmHg
- Αρτηρ. αίμα P_{CO₂} = 40 mmHg, P_{O₂} = 100 mmHg

Διάχυση-Νόμος του Fick

$$V = D * A * (P1-P2)/\Delta x$$

V = διάχυση

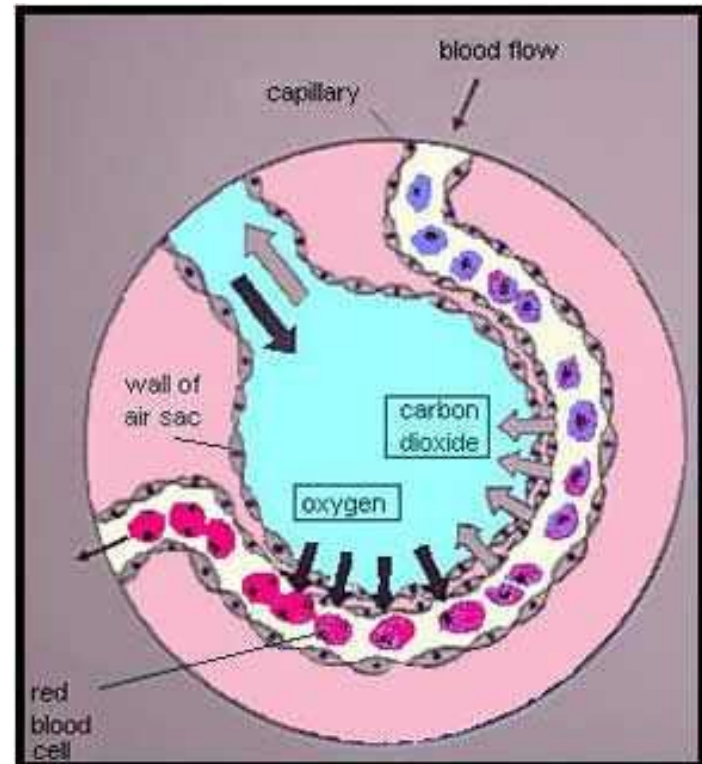
A = εμβαδόν μεμβράνης

Δx = πάχος μεμβράνης

D = σταθερά διάχυσης

P1- P2 = διαφορά μερικών πιέσεων

Διάχυση $CO_2/O_2=20/1$



Παράμετροι υπολογισμού

Επιφάνεια ανταλλαγής αερίου, S , Όγκος ρευστού παραλαβής αερίου, V , Διαφορά πίεσης αερίου, ΔP , μήκος διαδρομής ρευστού μέχρι τον κορεσμό σε αέριο.

- J_A (moles $O_2/cm^2 * sec$) = $-C * D_{AM} * dY_A/dz$ με $A=O_2$

Για 1mol O_2 $C * V = 1$ όπου V γραμμομοριακός όγκος (ml/mol)

$$\dot{V}_A$$
 (ml/sec) = $J_A * S * V = -S * D_{AM} * dY_A/dz$

Για ροή O_2 μέσα από αέριο $Y_A = P_{O_2} / P$

- \dot{V}_A (ml/sec) = $-S * D_{AM} / P \Delta z * \Delta P_{O_2}$ (1)

- Για ροή μέσα σε υγρό $P = H * C$

- \dot{V}_A (ml/sec) = $-S * D_{AM} / (H * C) \Delta z * \Delta P_{O_2}$ (2)

- όπου H συντελεστής του νόμου του Henry

- και ροή μέσω μεμβράνης

- \dot{V}_A (ml/sec) = $-S * D_{AM} / \Phi \Delta z * \Delta P_{O_2}$ (3)

- Με Φ = συντελεστής διανομής στη μεμβράνη

- Συντελεστές μεταφοράς μάζας
- $K_g = D_{O_2,G} / \Delta Z_G$
- $K_L = D_{O_2,L} / \Delta Z_L$
- $K_M = D_{O_2,M} / Z_M$
- και με $\alpha = S/V$ συντελεστής ενεργότητας
- $K_g * \alpha = D_{O_2,G} * S / \Delta Z_G * V$
- $K_L * \alpha = D_{O_2,L} * S / \Delta Z_L * V$
- $K_M * \alpha = D_{O_2,M} * S / Z_M * V$
-
- $V_{O_2} = K * \alpha * V * \Delta P_{O_2}$
- $K * \alpha = 1 / \Sigma (\Psi_i / K \alpha_i)$
- $\Psi_i = P, C^*H, \Phi$
- $\alpha_i = K_g \alpha, K_L \alpha, K_M \alpha$

Η συνολική διάχυση μέσω των τριών φάσεων

- $$\dot{V}_A = \frac{1}{(S \cdot D_{O_2,G} / P \Delta z) + (S \cdot D_{O_2,L} / (H \cdot C) \Delta z) + (S \cdot D_{O_2,M} / \Phi \cdot Z_M)} \Delta P_{O_2}$$
- Συντελεστές μεταφοράς μάζας
- $K_g = D_{O_2,G} / \Delta Z_G$, $K_L = D_{O_2,L} / \Delta Z_L$, $K_M = D_{O_2,M} / Z_M$
- και με $\alpha = S/V$ συντελεστής ενεργότητας
- $K_g \cdot \alpha = D_{O_2,G} \cdot S / \Delta Z_G \cdot V$
- $K_L \cdot \alpha = D_{O_2,L} \cdot S / \Delta Z_L \cdot V$
- $K_M \cdot \alpha = D_{O_2,M} \cdot S / Z_M \cdot V$

-

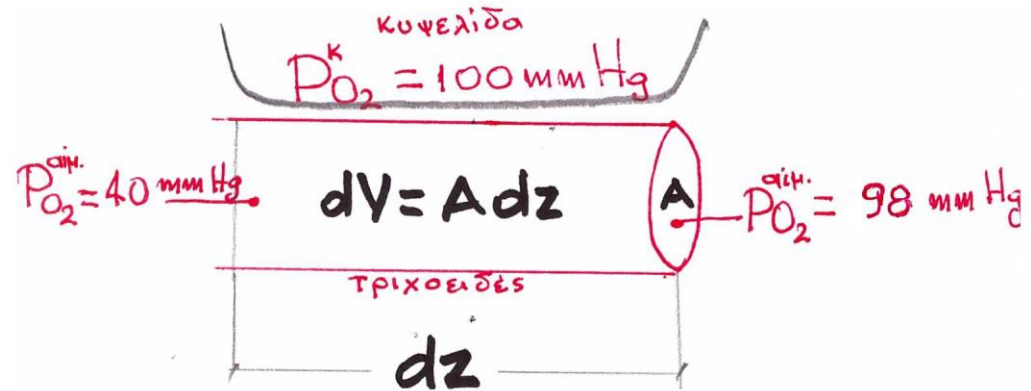
- $\dot{V}_{O_2} = (K^* \alpha) * V * \Delta P_{O_2}$

- όπου

- $K^* \alpha = 1 / \sum \Psi_i / (K a_i)$

- $\Psi_i = P, C^* H, \Phi$

- $(K a)_i = K_g \alpha, K_L \alpha, K_M \alpha$



- $d\dot{V}_{O_2} = (K \cdot \alpha) \cdot dV \cdot \Delta P_{O_2}$ με $dV = A dz$

- στο διαφορικό μήκος dz

- $d\dot{V}_{O_2} = Q_{\text{αιμ.}} \cdot dx_{O_2}$ (ml αιμ./sec) dx_{O_2} (ml O_2 /ml αιμ.)

- $Q_{\text{αιμ.}} \cdot dx_{O_2} = (K \cdot \alpha) \cdot A dz \cdot \Delta P_{O_2}$ ή

-

- $Q_{\text{αιμ.}} \cdot dx_{O_2} / dz = (K \cdot \alpha) \cdot A \cdot \Delta P_{O_2}$

- $x_{O_2} = f(P_{O_2})$

