

ΚΕΦ.6-ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΠΝΟΗΣ

Η διαδικασία της αναπνοής μπορεί να διαιρεθεί σε 4 κύρια γεγονότα:

- 1° Στον πνευμονικό αερισμό, δηλαδή στην είσοδο και την έξοδο αέρα στις πνευμονικές κυψελίδες.
- 2° Στην ανταλλαγή των αερίων, δηλαδή στη διάχυση του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα μεταξύ κυψελίδων και αίματος.
- 3° Στη μεταφορά του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα μέσω του αίματος, προς και από τα κύτταρα.
- 4° Στη ρύθμιση του αερισμού και της αναπνοής.

1. ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

- Ο πνευμονικός αερισμός γίνεται με τις αναπνευστικές κινήσεις, δηλαδή με την εισπνοή και την εκπνοή. Κατά την εισπνοή ο θώρακας διευρύνεται (έκταση) καθώς το διάφραγμα κινείται προς τα κάτω και οι πλευρές προς τα έξω και πάνω. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνονται και οι τρεις διαστάσεις του θώρακα.
- Η εισπνοή πραγματοποιείται με ενεργητικό μηχανισμό, αφού προκαλείται από τη συστολή των αναπνευστικών μυών, δηλαδή των έξω μεσοπλευρίων μυών και του διαφράγματος.
- Κατά την εκπνοή ο θώρακας συμπύσσεται, αφού οι πλευρές και το διάφραγμα επανέρχονται στην αρχική τους θέση. Αυτό γίνεται με παθητικό κυρίως μηχανισμό και συμβαίνει με την αναστολή της δράσης των αναπνευστικών μυών.

ΕΙΣΠΝΟΗ

ΕΚΠΝΟΗ

Διεύρυνση (Έκταση)
θώρακα

Πλευρές

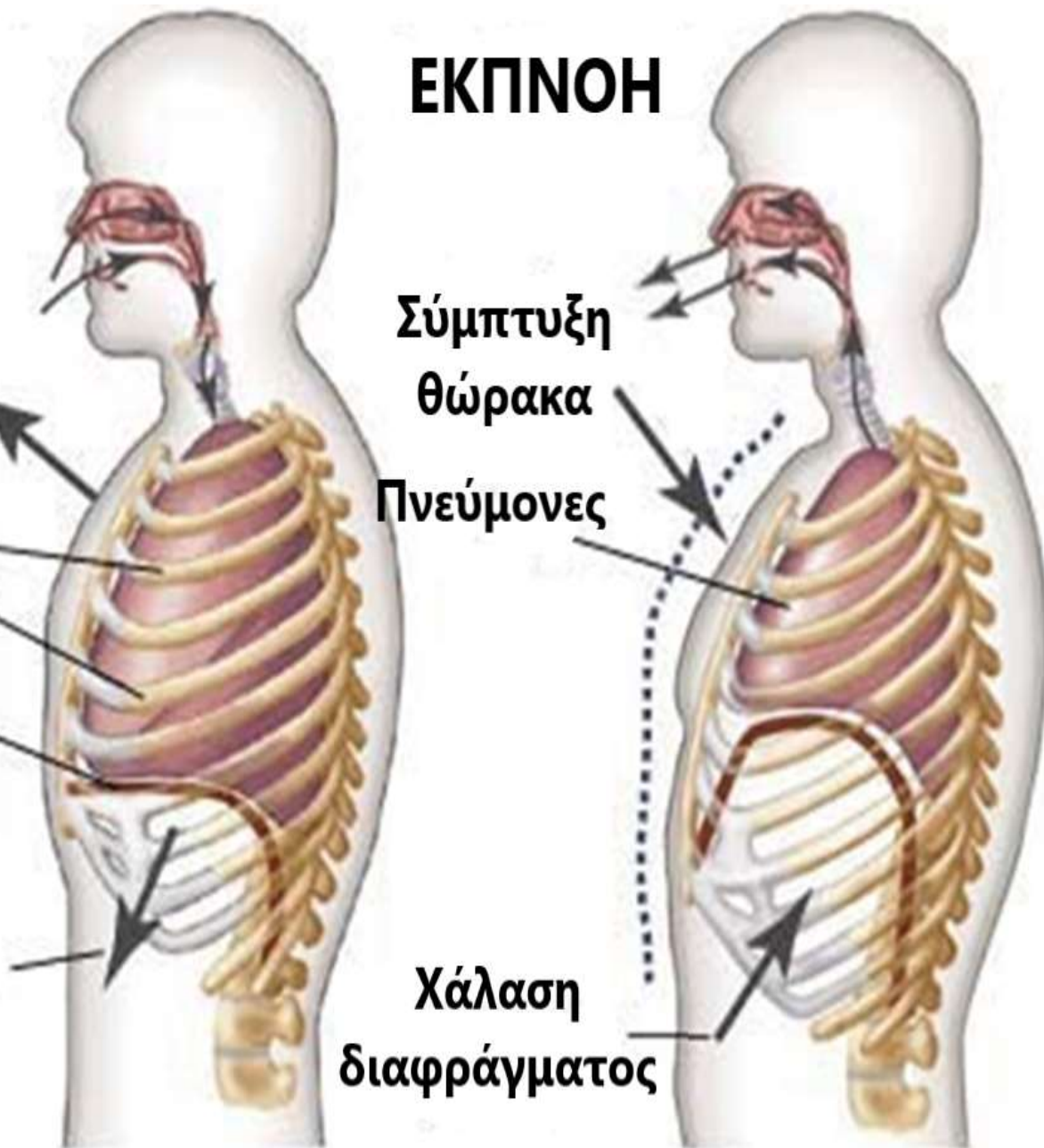
Διάφραγμα

Σύσπαση
διαφράγματος

Σύμπτυξη
θώρακα

Πνεύμονες

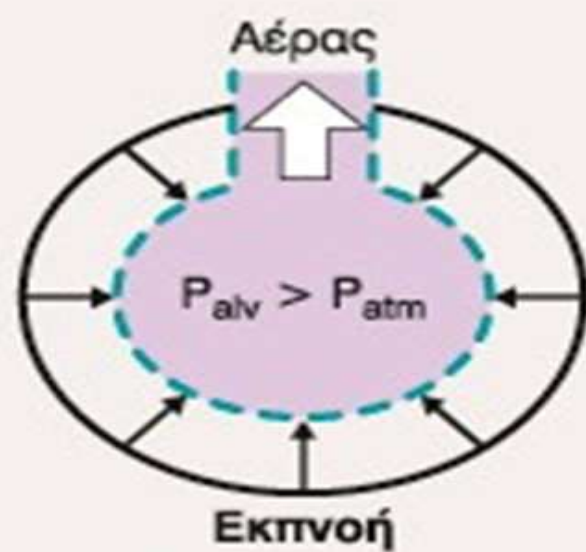
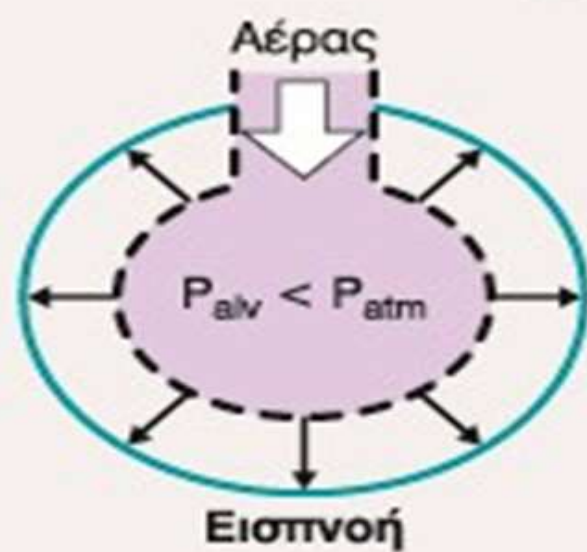
Χάλαση
διαφράγματος



1. ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

- Κατά τη διάρκεια της εισπνοής ο αέρας που περιέχεται στους πνεύμονες και ειδικότερα στις κυψελίδες αραιώνεται με αποτέλεσμα η πίεση στις κυψελίδες να γίνεται μικρότερη από την ατμοσφαιρική. Αυτό προκαλεί την είσοδο αέρα διαμέσου των αναπνευστικών οδών.
- Κατά τη διάρκεια της εκπνοής εξαιτίας της ελάττωσης των διαστάσεων του θώρακα, ο αέρας που βρίσκεται μέσα στους πνεύμονες συμπιέζεται. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να γίνει μεγαλύτερη η πίεση στις κυψελίδες από την ατμοσφαιρική πίεση, με συνέπεια να εξέρχεται ο αέρας από τους πνεύμονες.
- Φυσιολογικά ο αριθμός των αναπνευστικών κινήσεων είναι στον ενήλικα γύρω στις 14 - 16 αναπνοές ανά λεπτό. Η αύξηση της συχνότητας των αναπνευστικών κινήσεων ονομάζεται ταχύπνοια, ενώ η ελάττωσή τους ονομάζεται βραδύπνοια.

Ατμοσφαιρική
πίεση



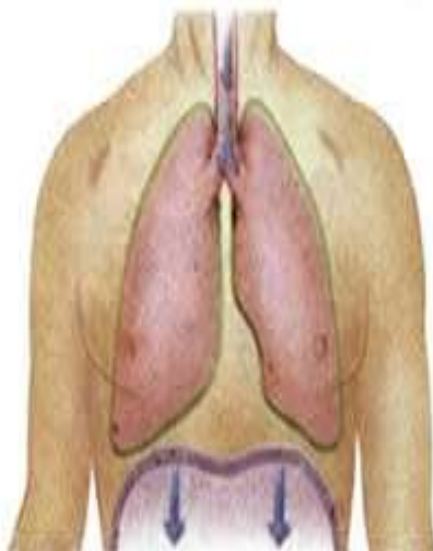
$$F = \frac{P_{atm} - P_{alv}}{R}$$

Εισπνοή

Ο θωρακικός κλωβός
κινείται προς τα πάνω
και έξω



το διάφραγμα επιπεδώνεται
και κινείται προς τα κάτω

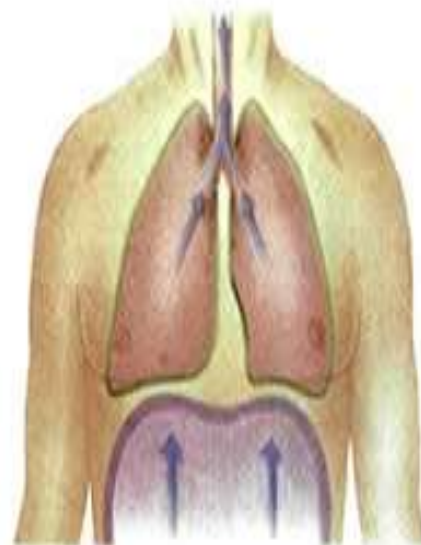


Εκπνοή

Ο θωρακικός κλωβός
κινείται προς τα πάνω
και μέσα

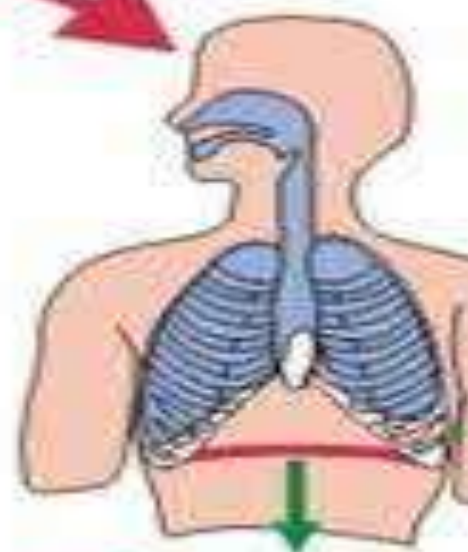
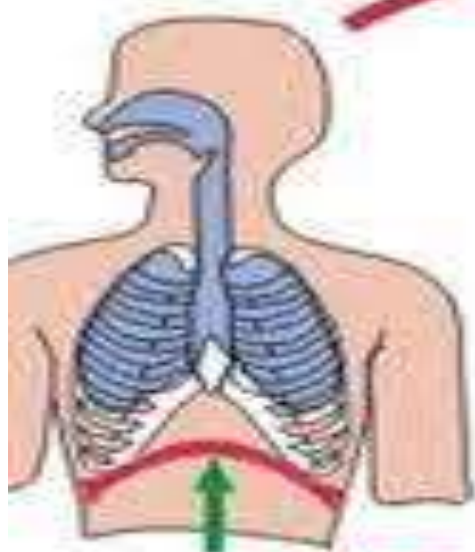


το διάφραγμα χαλαρώνει
και κινείται προς τα πάνω



η πίεση στους πνεύμονες αυξάνεται
και ο αέρας εξέρχεται.

ΕΚΠΝΟΗ



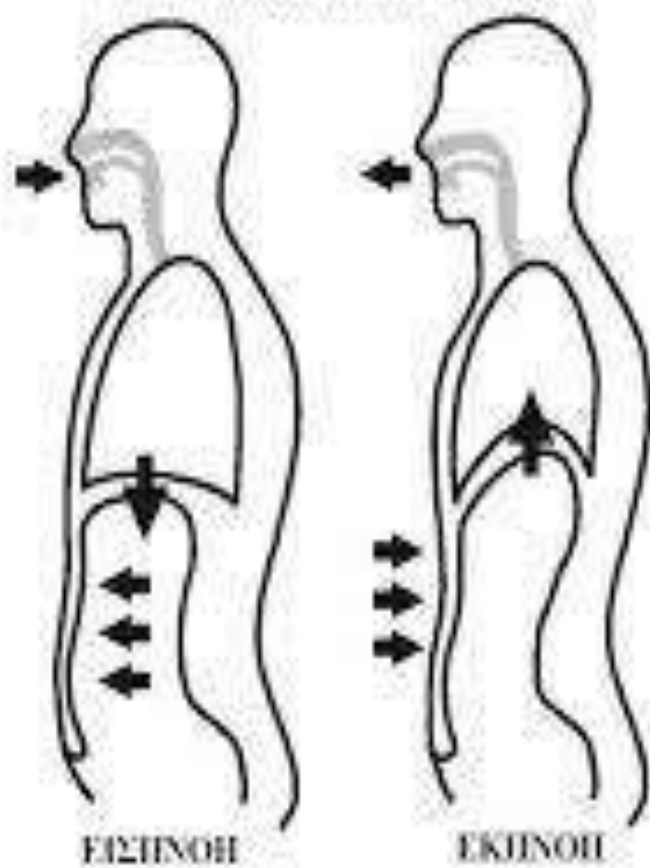
ΕΙΣΠΝΟΗ

1. ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

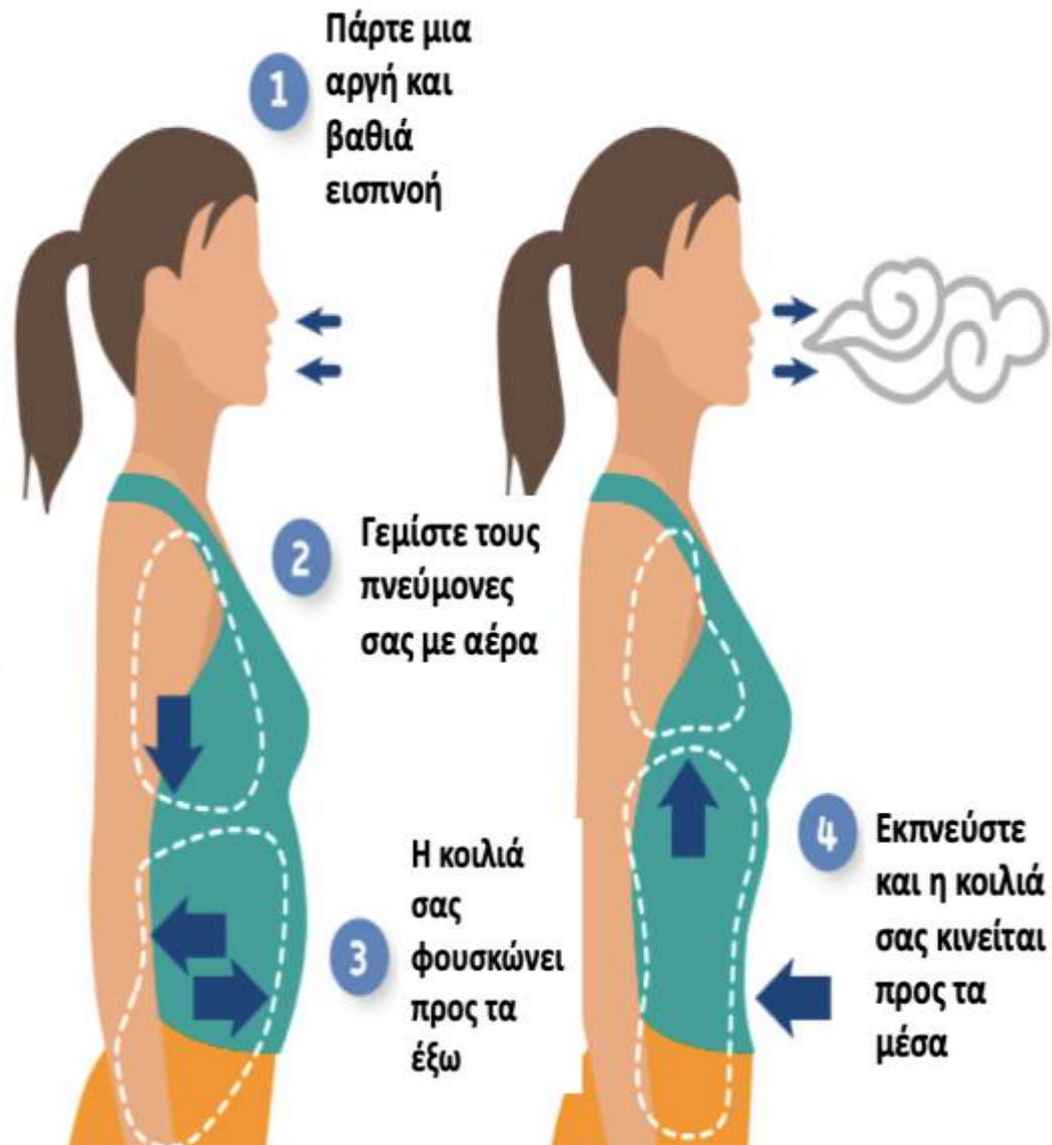
Μορφές αναπνοής

- Υπάρχουν δύο μορφές αναπνοής:
- α) η διαφραγματική ή κοιλιακή αναπνοή, η οποία χαρακτηρίζεται από την υπερίσχυση της κίνησης του διαφράγματος. Με τον τρόπο αυτό πιέζεται η κοιλία και προβάλλει προς τα έξω.
- β) η πλευρική αναπνοή που χαρακτηρίζεται από την υπερίσχυση της κίνησης των έξω μεσοπλεύριων μυών.
- Εκτός αυτών υπάρχουν διάφορες παραλλαγές αναπνευστικών κινήσεων οι οποίες είναι οι εξής: το φτάρνισμα, το χασμουρητό, ο βήχας, ο λόξυγκας, το γέλιο και το ροχαλητό.

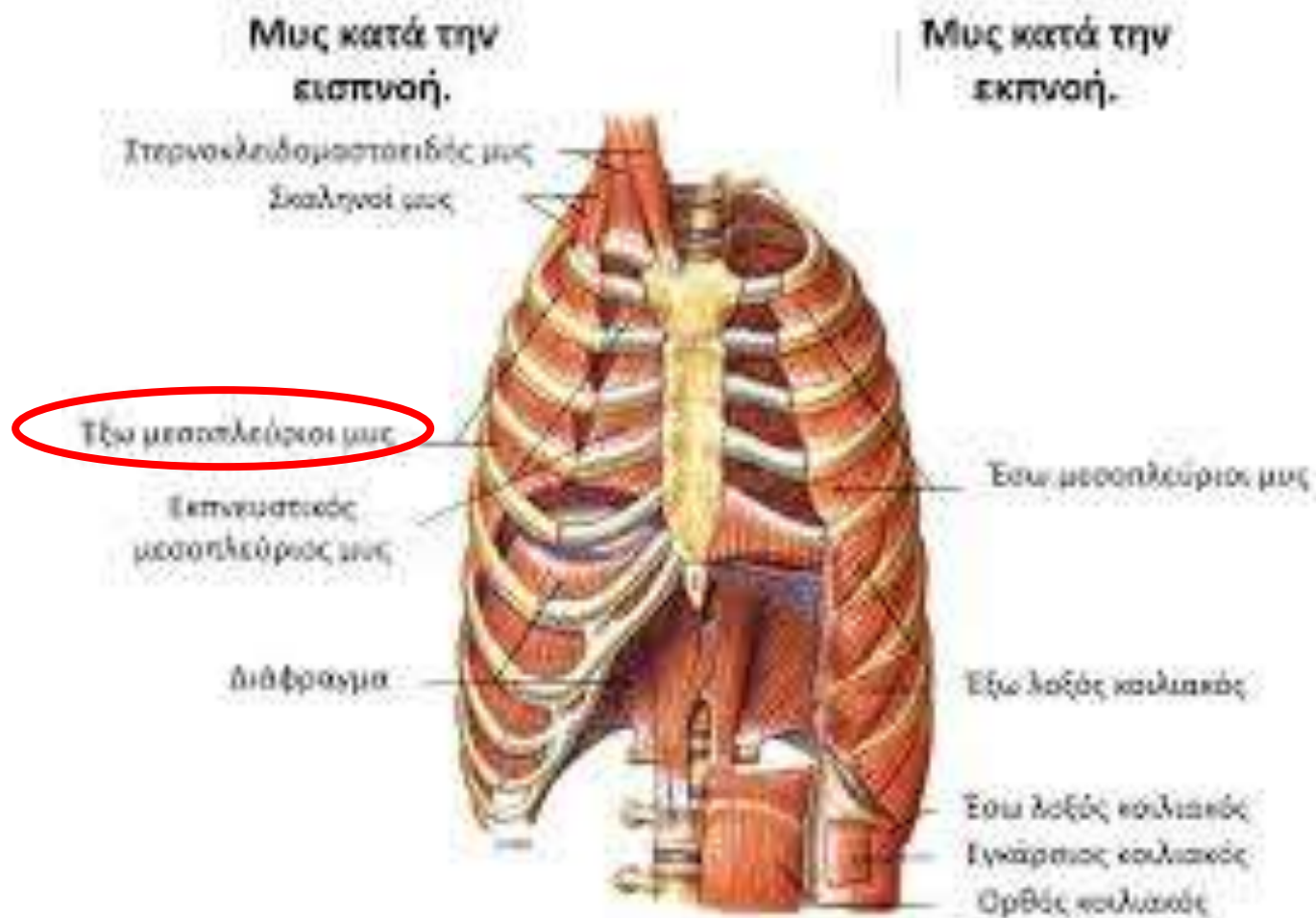
ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΠΝΟΗ



Η διαφραγματική αναπνοή αποτελεί τον τρόπο υγιούς, αναζωογονητικής και ξεκούραστης αναπνοής

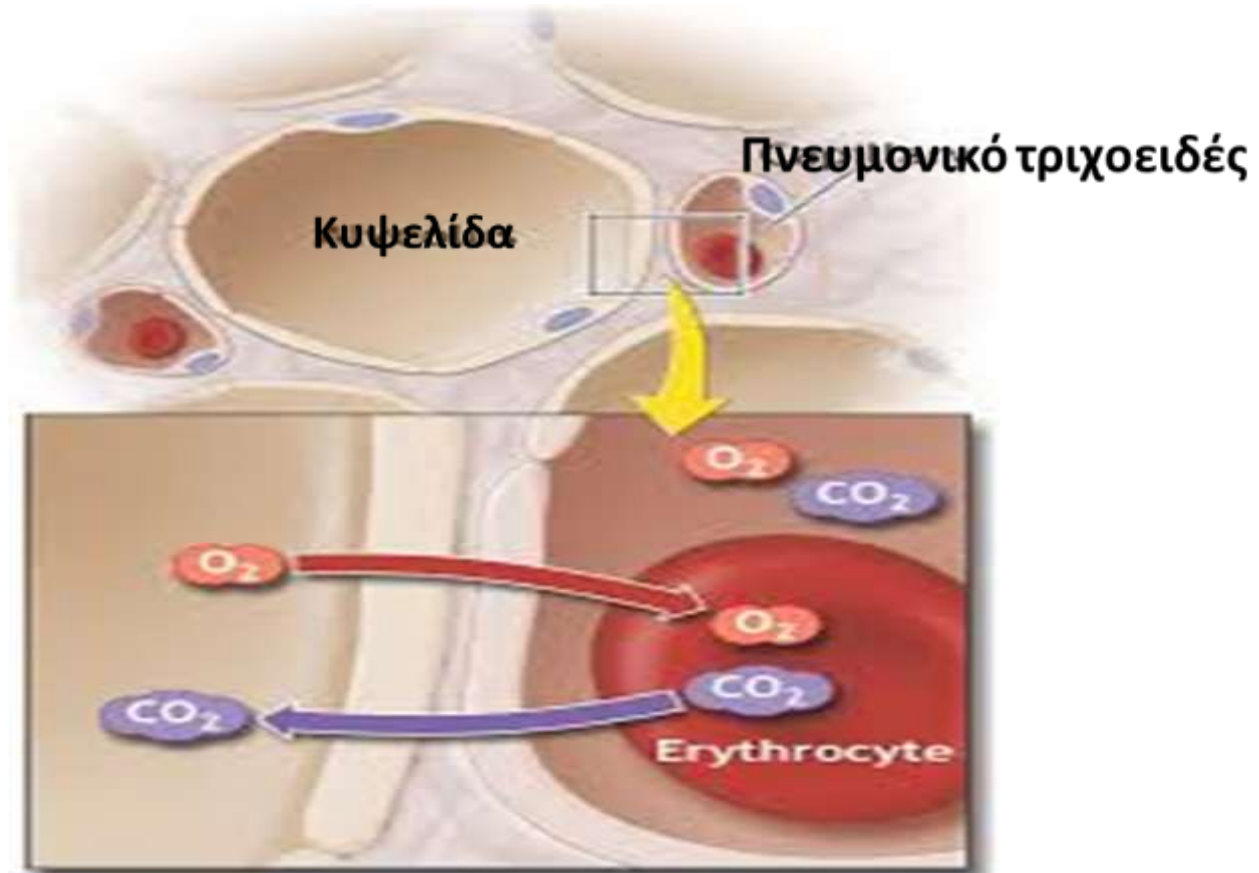


Πλευρική αναπνοή



2. ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

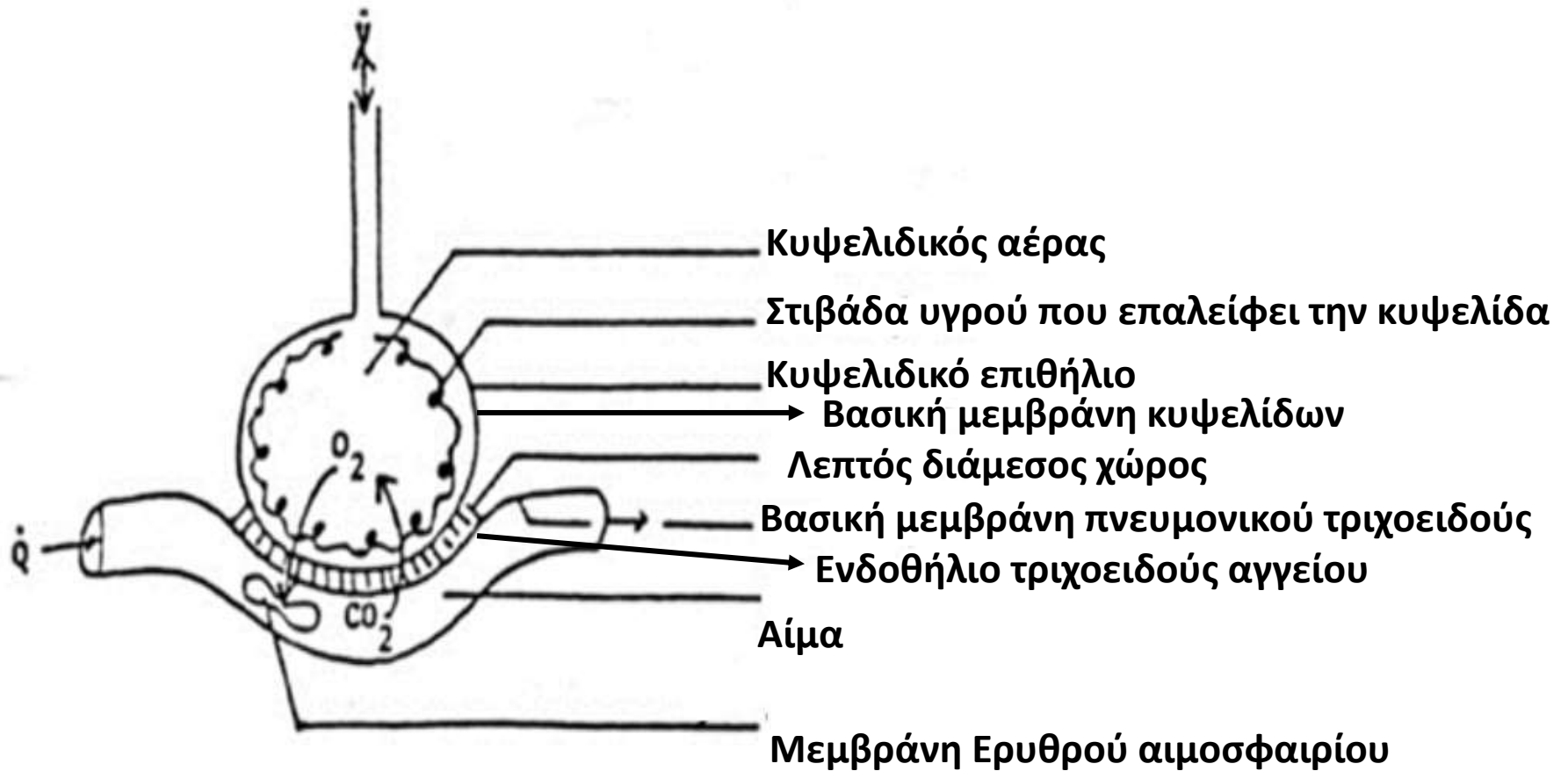
- Η ανταλλαγή των αερίων μεταξύ του κυψελιδικού αέρα και του αίματος της πνευμονικής κυκλοφορίας γίνεται διαμέσου των μεμβρανών όλων των τελικών τμημάτων του πνεύμονα.
- Οι μεμβράνες αυτές είναι γνωστές όλες μαζί σαν αναπνευστική ή κυψελιδοτριχοειδική μεμβράνη.

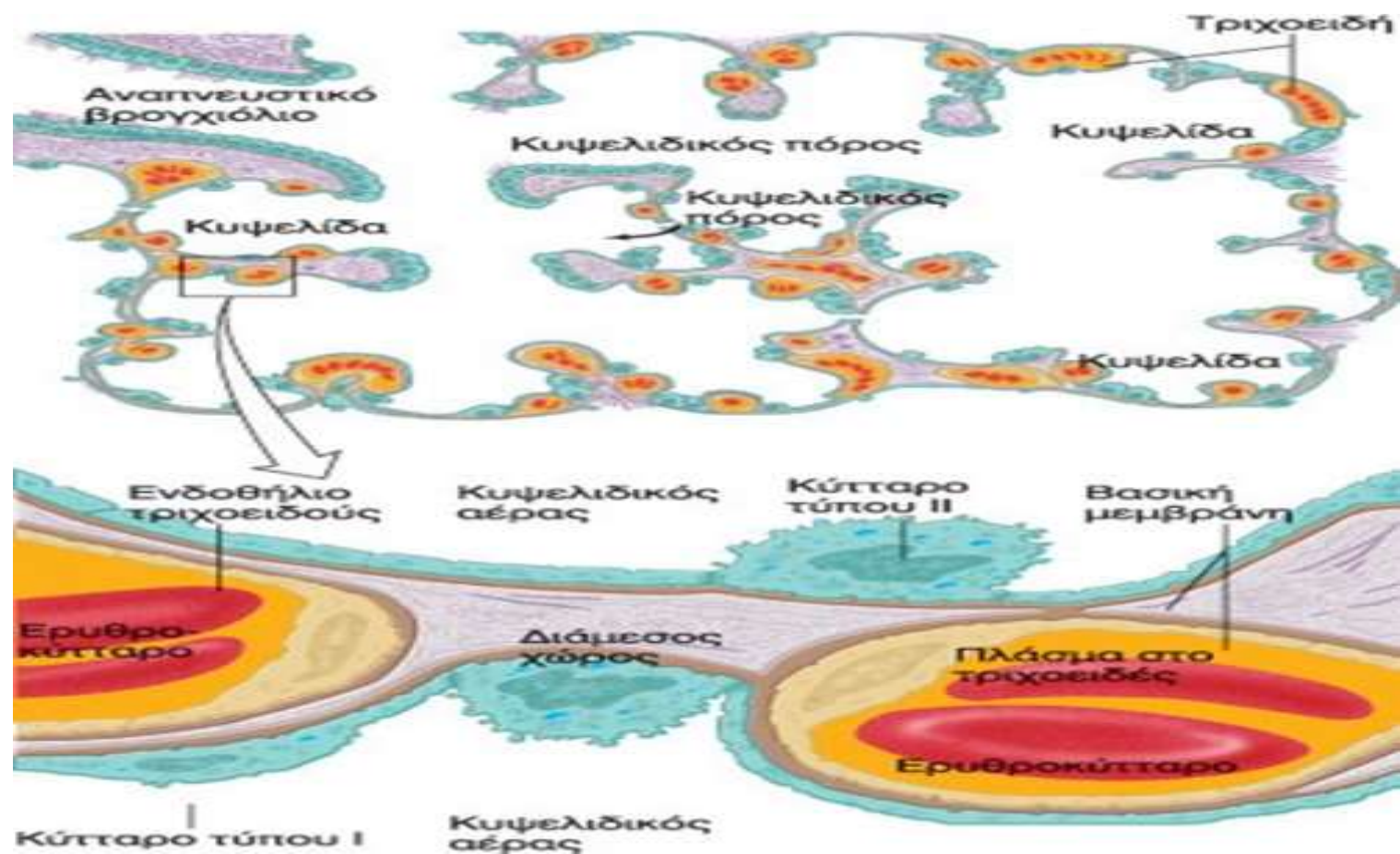


2. ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

- Η κυψελιδοτριχοειδική μεμβράνη αποτελείται από:
 - Α. Μία στιβάδα υγρού που επαλείφει την κυψελίδα
 - Β. Το κυψελιδικό επιθήλιο
 - Γ. Τη βασική μεμβράνη των κυψελίδων
 - Δ. Πολύ λεπτό διάμεσο χώρο
 - Ε. Τη βασική μεμβράνη των πνευμονικών τριχοειδών
 - ΣΤ. Το ενδοθήλιο των τριχοειδών αγγείων

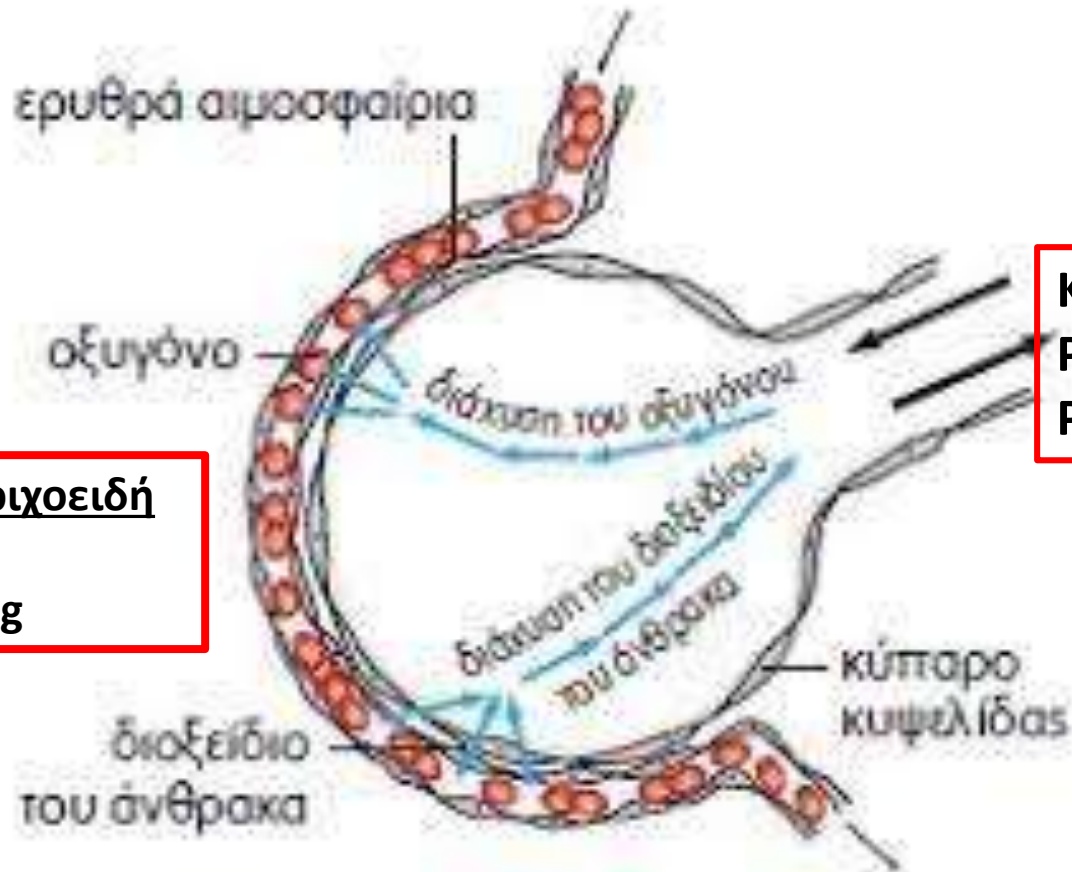
Κυψελιδοτριχοειδική μεμβράνη





2. ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

- Η ανταλλαγή αερίων διαμέσου της αναπνευστικής μεμβράνης γίνεται εξαιτίας της διαφοράς των μερικών πιέσεων του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα στις δύο πλευρές της μεμβράνης.
- Σύμφωνα με τους νόμους της φυσικής τα αέρια μετακινούνται από την περιοχή με τη μεγαλύτερη πίεση προς την περιοχή με τη μικρότερη μερική πίεση.
- Η μερική πίεση του οξυγόνου μέσα στις κυψελίδες είναι 100mmHg, ενώ η μερική πίεση του οξυγόνου μέσα στα τριχοειδή είναι 40mmHg. Έτσι το οξυγόνο κινείται από τις κυψελίδες προς τα τριχοειδή.
- Η μερική πίεση του διοξειδίου του άνθρακα μέσα στις κυψελίδες είναι 40 mmHg, ενώ η μερική πίεσή του στα τριχοειδή είναι 45mmHg. Έτσι το διοξείδιο του άνθρακα κινείται από τα τριχοειδή προς τις κυψελίδες.



Πνευμονικά τριχοειδή

$PO_2=40\text{mmHg}$

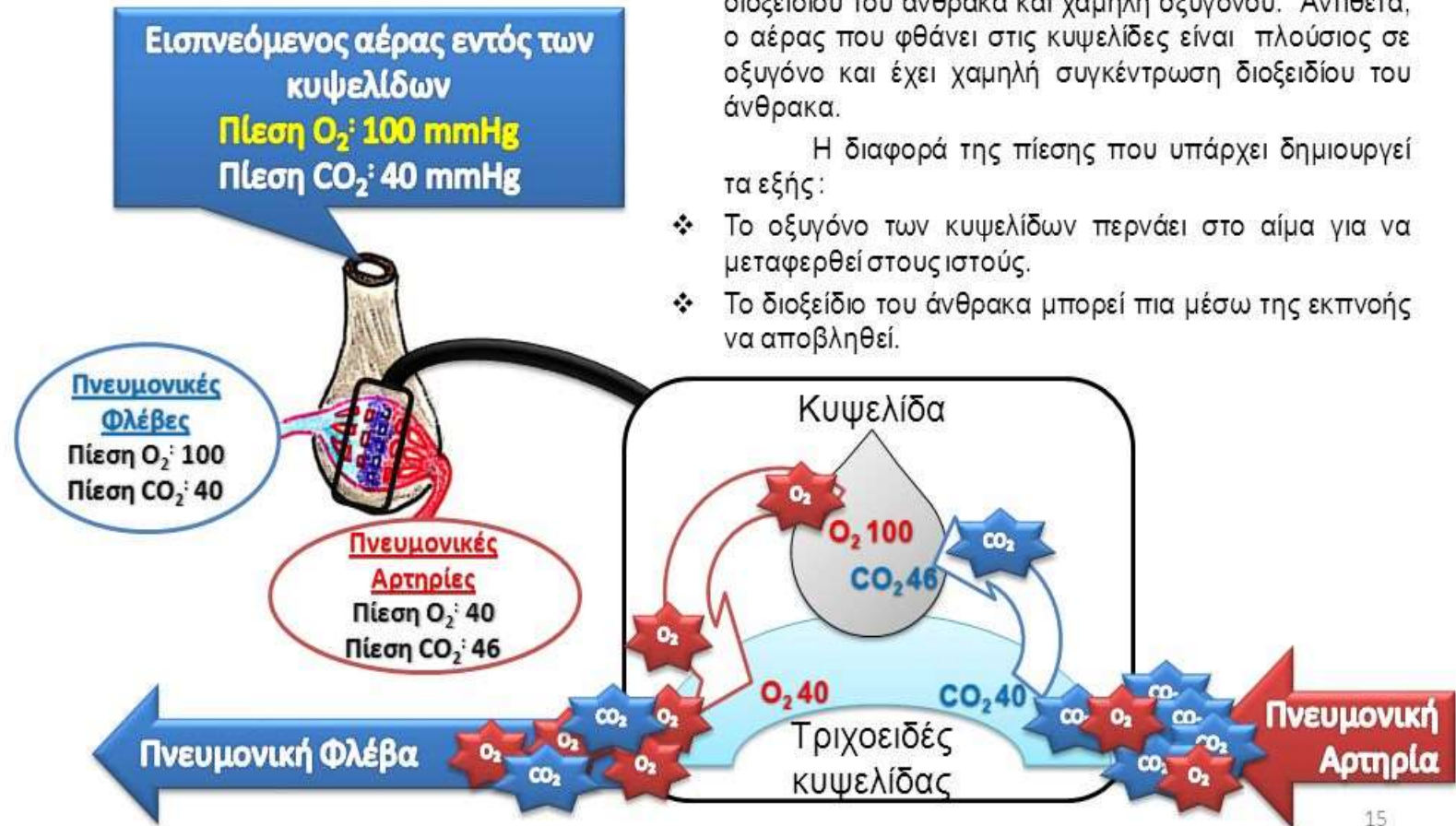
$PCO_2=45\text{mmHg}$

Κυψελίδες

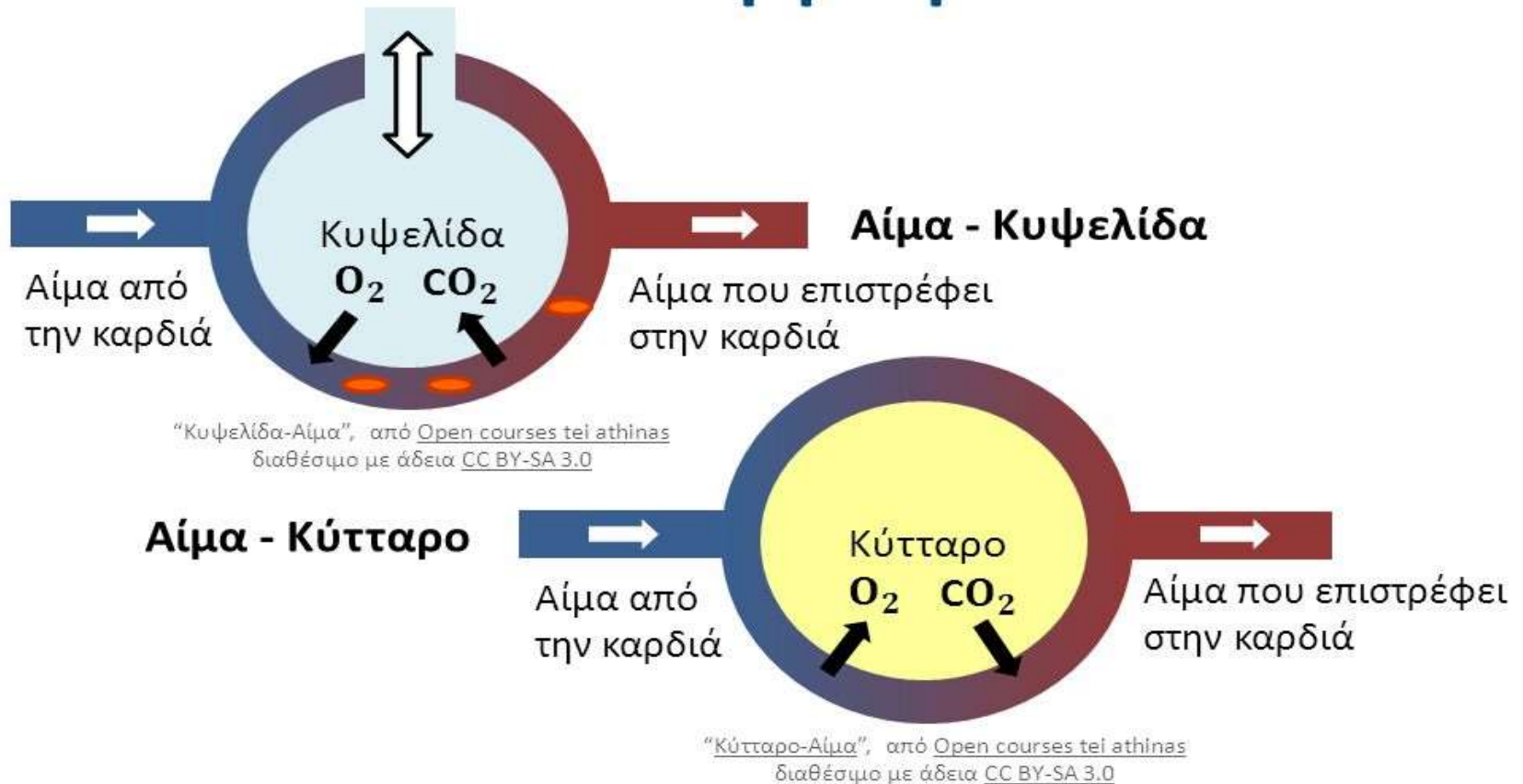
$PO_2=100\text{mmHg}$

$PCO_2=40\text{mmHg}$

Η ανταλλαγή των αναπνευστικών αερίων



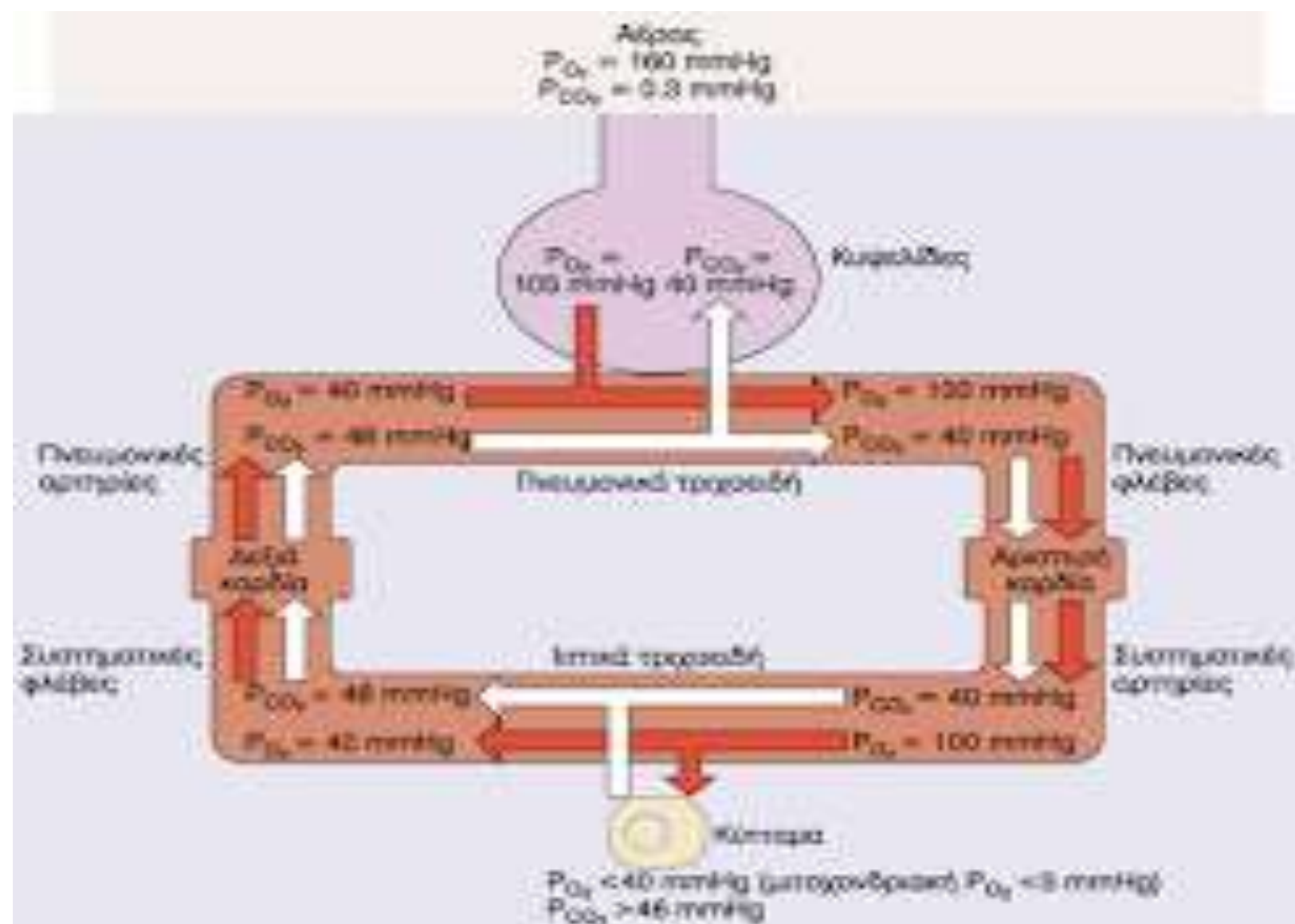
Ανταλλαγή Αερίων



Λέξεις κλειδιά: Ανταλλαγή αερίων, PO_2 , PCO_2 , pH, Υποξυγοναιμία, Υπερκαπνία

3. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

- Το οξυγόνο που εισέρχεται στο αίμα των τριχοειδών αγγείων ενώνεται με την αιμοσφαιρίνη των ερυθρών αιμοσφαιρίων και μετατρέπεται σε οξυαιμοσφαιρίνη.
- Το 97% του οξυγόνου μεταφέρεται με τη μορφή της οξυαιμοσφαιρίνης, ενώ το 3% βρίσκεται διαλυμένο στο πλάσμα του αίματος.
- Όταν η οξυαιμοσφαιρίνη φτάσει στους ιστούς, το οξυγόνο αποδεσμεύεται από την αιμοσφαιρίνη και εισέρχεται στα κύτταρα. Εκεί ενώνεται με οργανικές ενώσεις με αποτέλεσμα την παραγωγή ενέργειας, διοξειδίου του άνθρακα και άλλων άχρηστων ουσιών.



3. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

- Το διοξείδιο του άνθρακα, που παράγεται στα κύτταρα, μπαίνει στην κυκλοφορία και φτάνει στους πνεύμονες μέσω της κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης, περνάει από το αίμα προς τις κυψελίδες και αποβάλλεται με την εκπνοή στον ατμοσφαιρικό αέρα.
- Το διοξείδιο του άνθρακα μεταφέρεται από το αίμα με τρεις τρόπους:
 - α) ενωμένο με την αιμοσφαιρίνη των ερυθρών αιμοσφαιρίων σε ποσοστό 25%
 - β) διαλυμένο στο πλάσμα του αίματος σε ποσοστό 7%
 - γ) με τη μορφή διτταθρακικών ιόντων σε ποσοστό 68%.

3. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

- Ο ατμοσφαιρικός αέρας που εισπνέουμε περιέχει 21% οξυγόνο, 0.03% διοξείδιο του άνθρακα και 79% άζωτο. Ο αέρας τον οποίο εκπνέουμε περιέχει 16% οξυγόνο, 4% διοξείδιο του άνθρακα και 79% άζωτο.

