

ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Μέρος Α΄

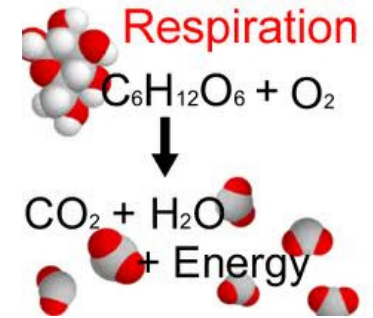
Δρ. Ανδρέας Φλουρής

Ερευνητής Περιβαλλοντικής Φυσιολογίας
Κέντρο Έρευνας, Τεχνολογίας και Ανάπτυξης
Θεσσαλίας



ΑΝΑΠΝΟΗ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ



- Ο όρος **αναπνοή** αναφέρεται στην ανταλλαγή O₂ και CO₂ μεταξύ ενός οργανισμού και του περιβάλλοντος
 - τα ανθρώπινα κύτταρα εξασφαλίζουν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που χρειάζονται για να διατηρηθούν στη ζωή μέσα από χημικές αντιδράσεις που απαιτούν την **παρουσία O₂**
 - τα κύτταρα πρέπει να μπορούν να **απομακρύνουν το CO₂** που παράγεται σαν κύριο τελικό προϊόν του οξειδωτικού μεταβολισμού

ΑΝΑΠΝΟΗ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

- Το αναπνευστικό σύστημα περιλαμβάνει:
 - τους **πνεύμονες**
 - το σύνολο των **αεραγωγών** που οδηγούν στους πνεύμονες
 - τις **δομές του θώρακα** που απαιτούνται για τη μετακίνηση του αέρα μέσα και έξω από τους πνεύμονες κατά τη διάρκεια της αναπνοής

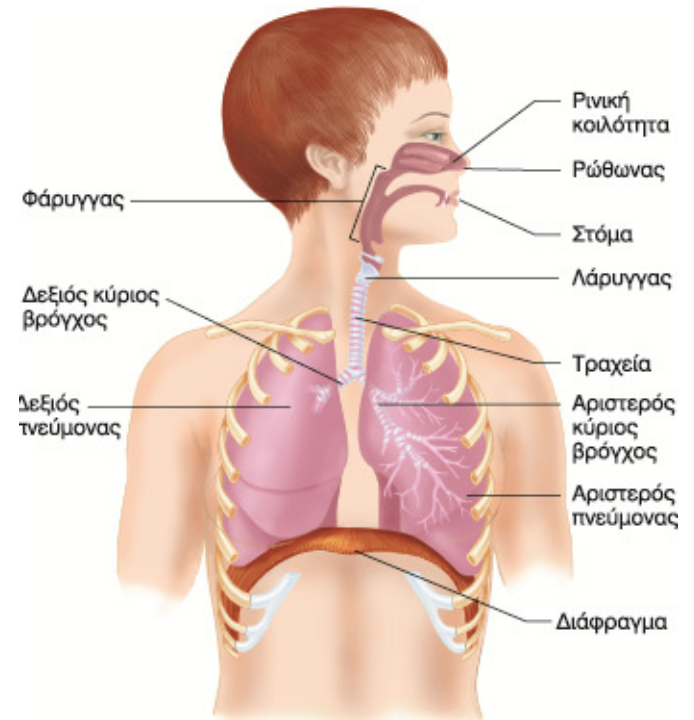
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ

- Πνεύμονες: **αριστερός-δεξιός**

- αποτελούνται κατά κύριο λόγο από **κυψελίδες**

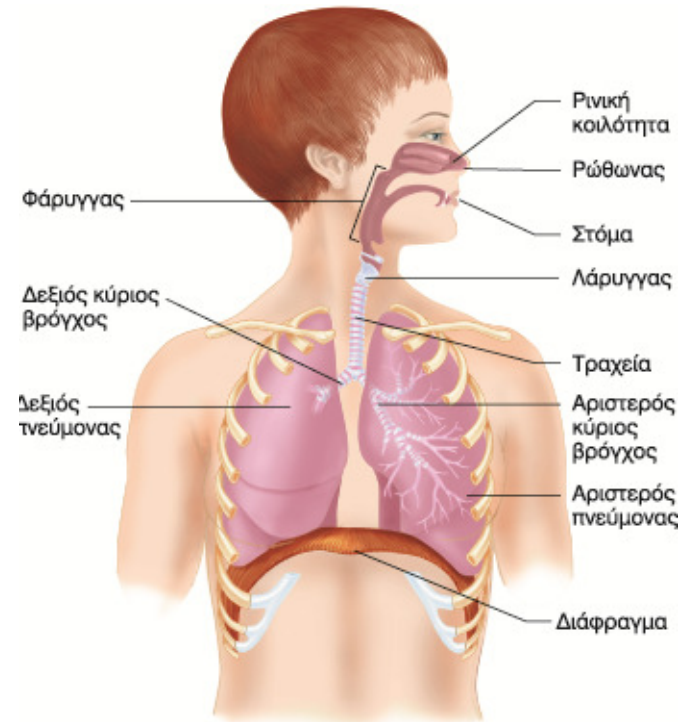
- μικροί σάκοι που περιέχουν αέρα
- ~300 εκατ. σε ένα ενήλικα
- το μέρος στο οποίο διεξάγεται η ανταλλαγή αερίων με το αίμα

- Οι **αεραγωγοί** είναι σωλήνες μέσα από τους οποίους ο αέρας διακινείται μεταξύ του περιβάλλοντος και των κυψελίδων



ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ

- **Εισπνοή** είναι η μετακίνηση αέρα διαμέσου των αεραγωγών από το περιβάλλον μέχρι τις κυψελίδες κατά τη διάρκεια της αναπνοής
- **Εκπνοή** είναι η κίνηση κατά την αντίθετη κατεύθυνση
- Μια εισπνοή και μια εκπνοή αποτελούν ένα **αναπνευστικό κύκλο**



ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ

- Κατά τη διάρκεια ενός αναπνευστικού κύκλου προωθείται αίμα από τη δεξιά κοιλία της καρδιάς προς τα τριχοειδή που περιβάλλουν κάθε κυψελίδα (πνευμονική κυκλοφορία)
 - σε ένα φυσιολογικό ενήλικα σε ηρεμία κάθε λεπτό εισέρχονται και απομακρύνονται από τις κυψελίδες περίπου **4 L αέρα** ενώ ολόκληρη η καρδιακή παροχή (**5 L αίματος**) διέρχεται από τα πνευμονικά τριχοειδή
 - κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης η ροή αέρα μπορεί να αυξηθεί μέχρι τα **80 L** και η αιματική ροή μέχρι τα **28 L**

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ

- Κατά την αναπνοή εισέρχεται αέρας (είτε μέσω της μύτης είτε μέσω του στόματος) στο **φάρυγγα**

- αποτελεί κοινή οδό διέλευσης του αέρα και της τροφής

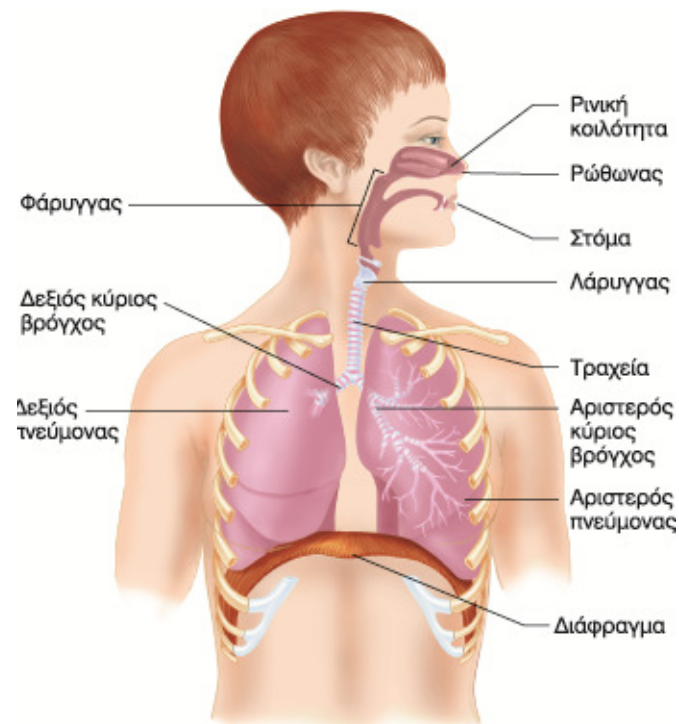
- Ο φάρυγγας συνεχίζεται με δύο οδούς:

- τον οισοφάγο

- μέσω του οποίου η τροφή καταλήγει στο στομάχι

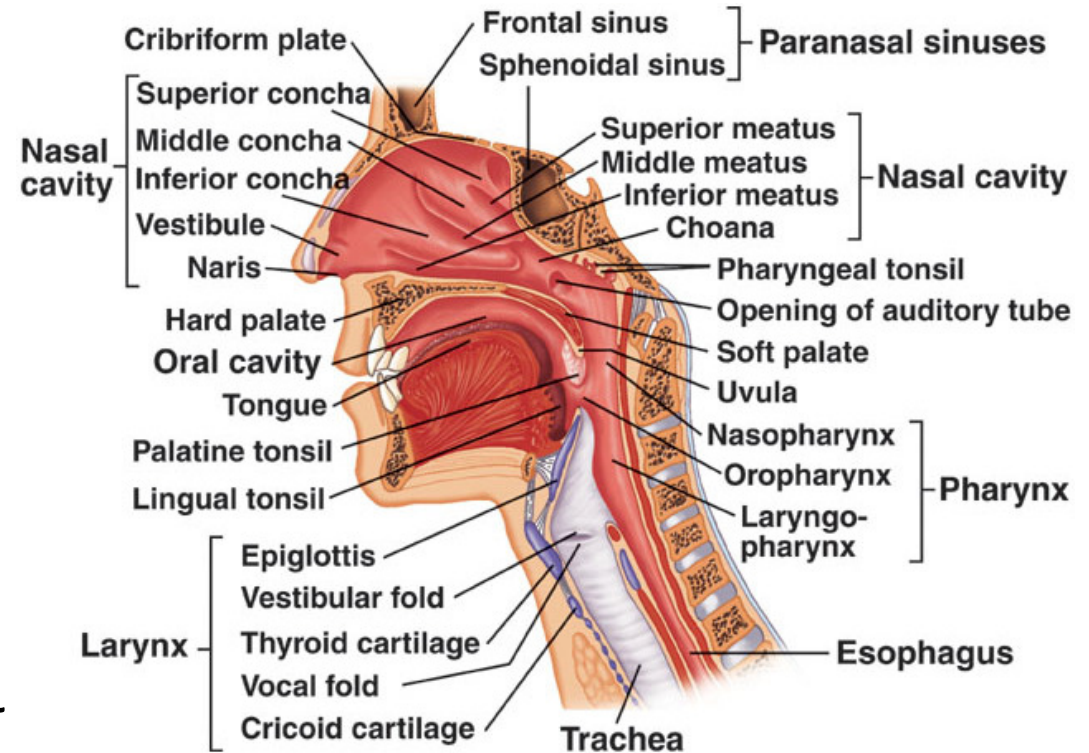
- το **λάρυγγα**

- αποτελεί τμήμα των αεραγωγών



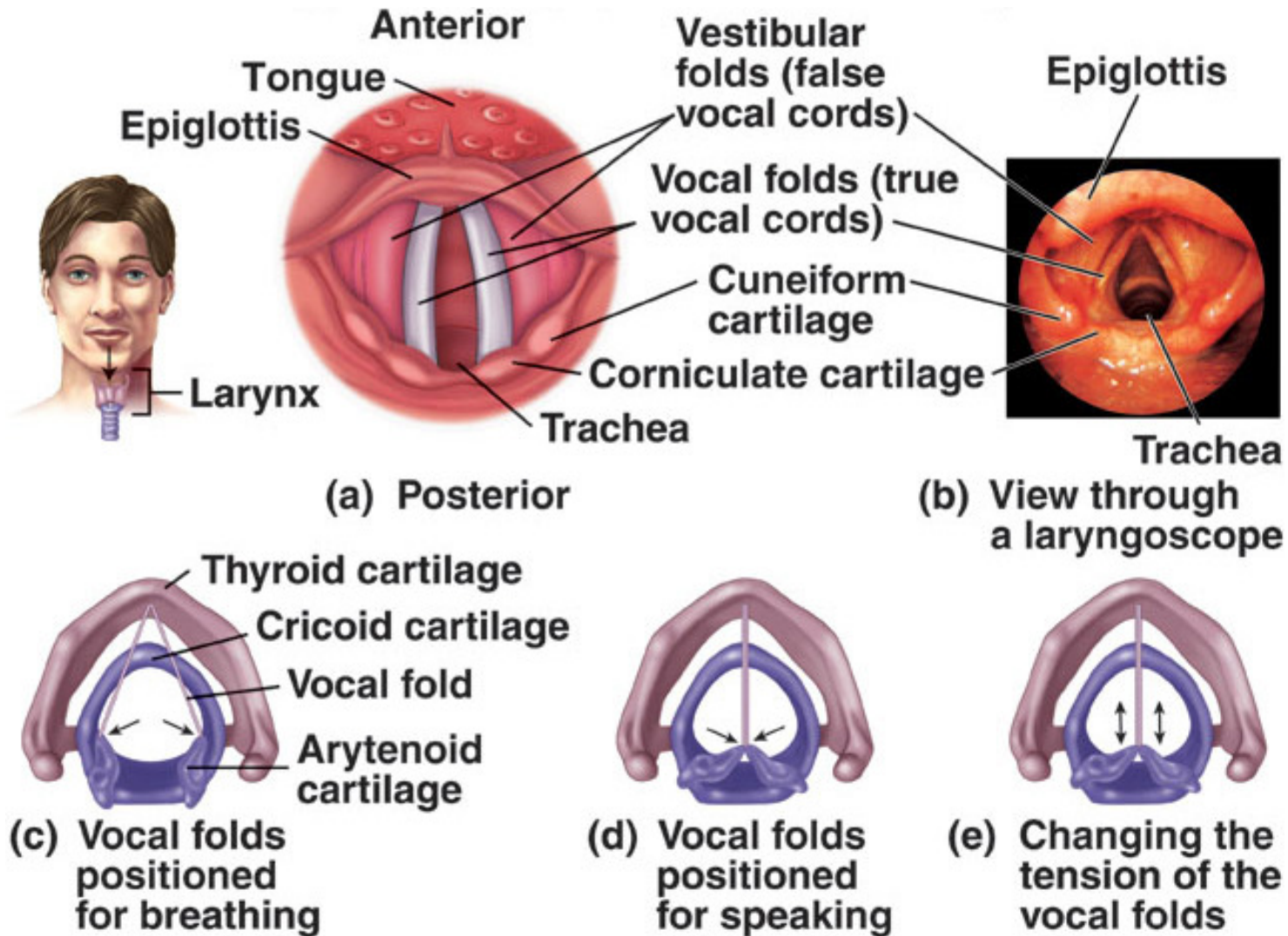
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ

- Κατά την αναπνοή εισέρχεται αέρας (είτε μέσω της μύτης είτε μέσω του στόματος) στο **φάρυγγα**
 - αποτελεί κοινή οδό διέλευσης του αέρα και της τροφής



- Ο φάρυγγας συνεχίζεται με δύο οδούς:
 - τον οισοφάγο
 - μέσω του οποίου η τροφή καταλήγει στο στομάχι
 - το **λάρυγγα**
 - αποτελεί τμήμα των αεραγωγών

ΦΩΝΗΤΙΚΕΣ ΧΟΡΔΕΣ



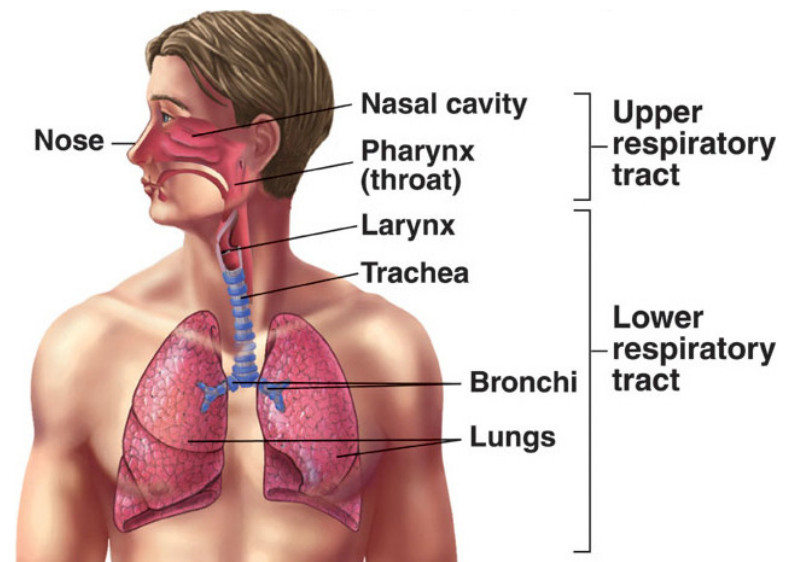
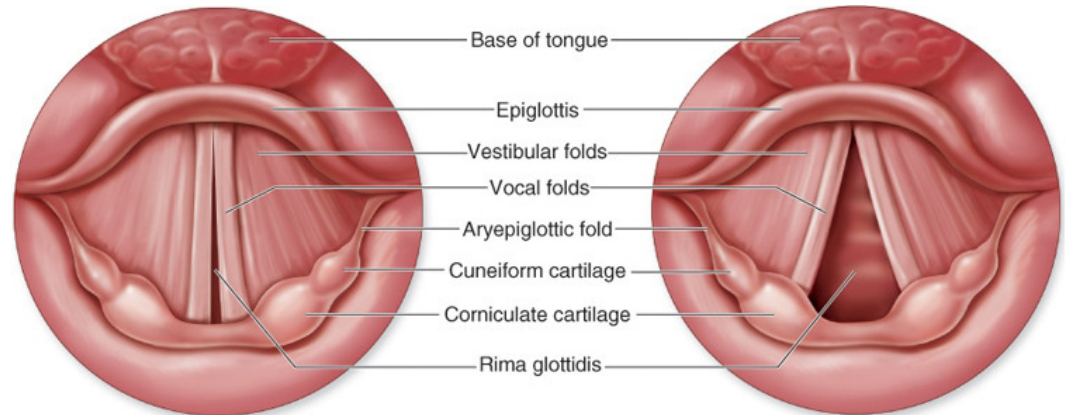
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ

- Στο λάρυγγα βρίσκονται οι **φωνητικές χορδές**

– δύο πτυχές ελαστικού ιστού που διατείνονται οριζόντια κατά μήκος του αυλού του

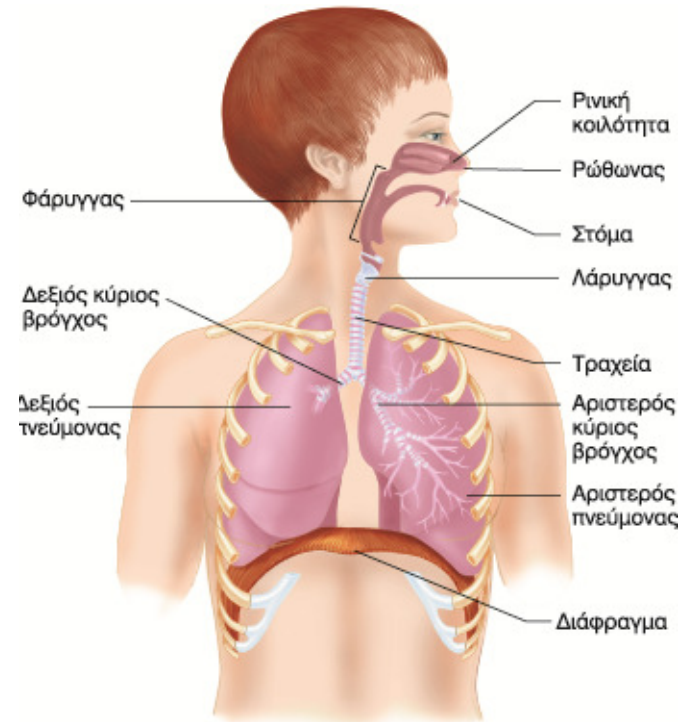
- η ροή του αέρα διαμέσου των φωνητικών χορδών προκαλεί τη δόνησή τους με αποτέλεσμα την παραγωγή **ήχων**

- Η μύτη, το στόμα, ο φάρυγγας και ο λάρυγγας αποτελούν τους **ανώτερους αεραγωγούς**

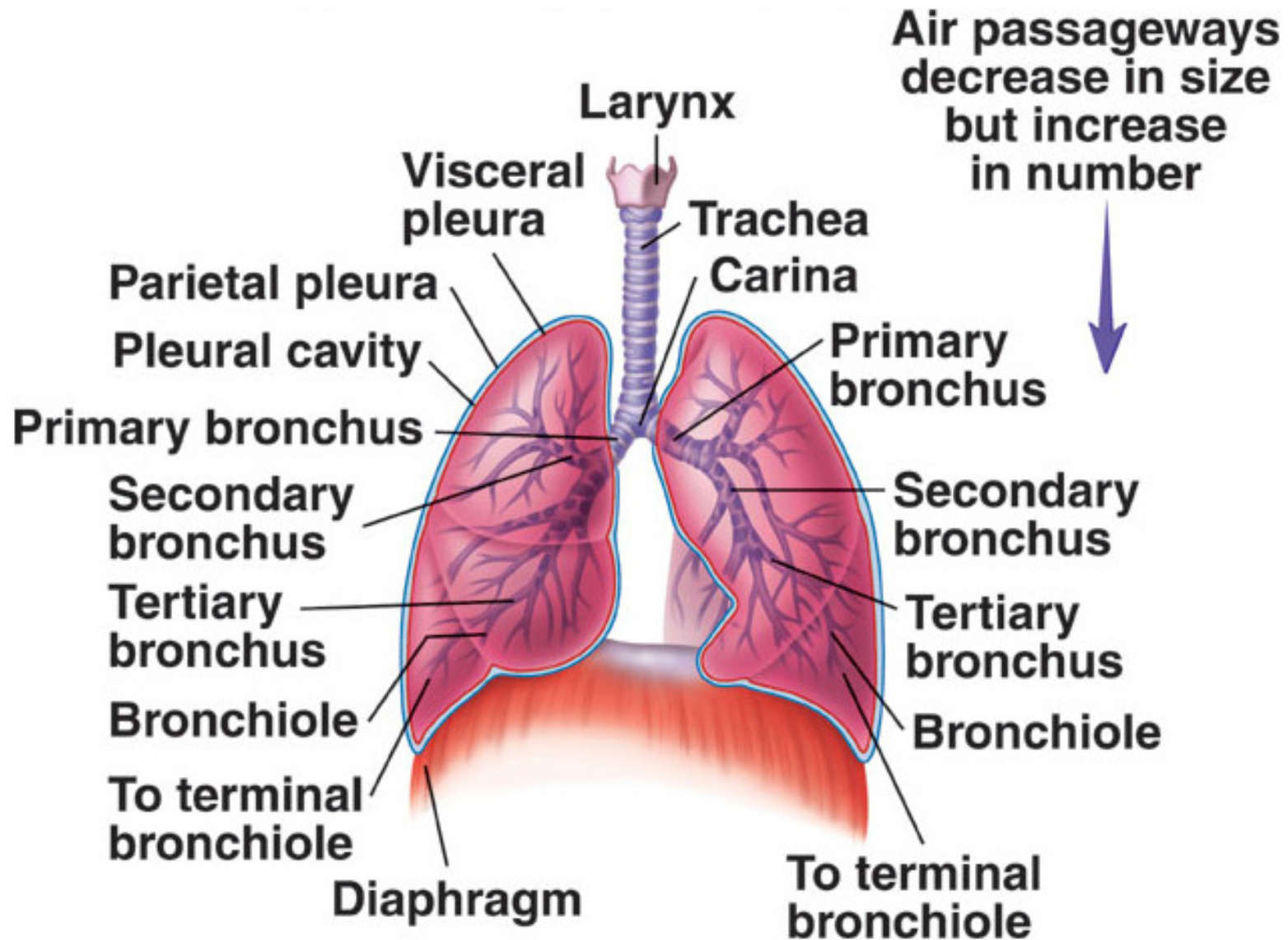


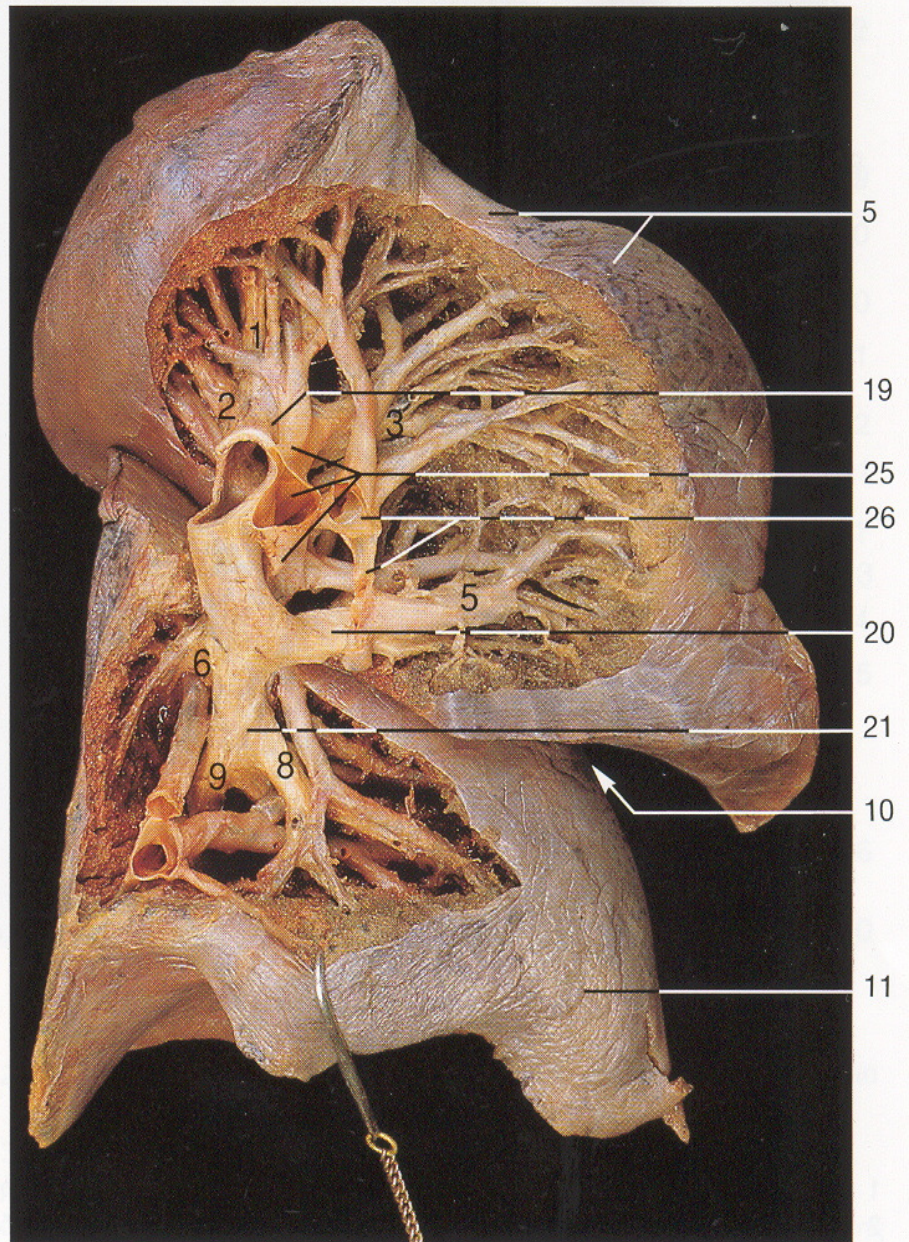
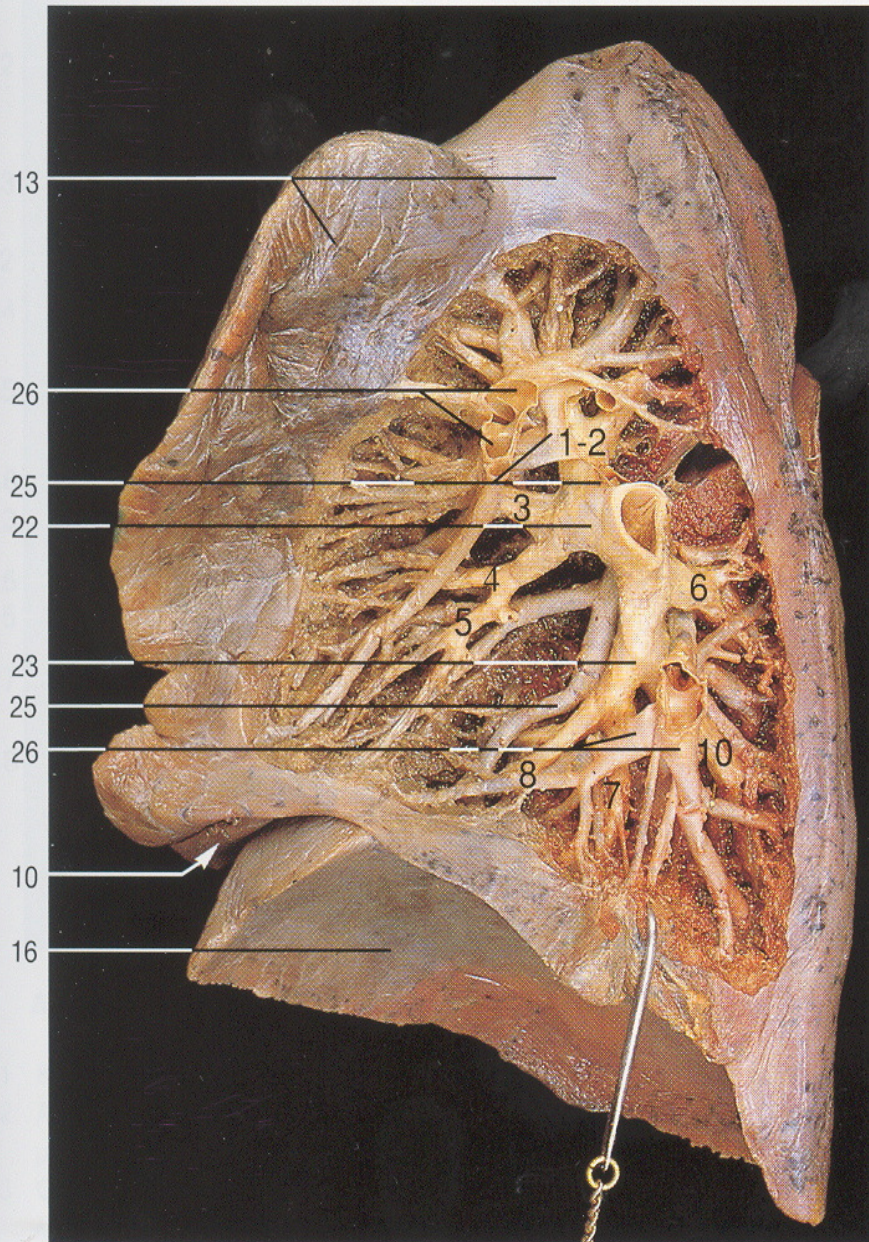
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ

- Ο λάρυγγας καταλήγει σε ένα επιμήκη σωλήνα, την **τραχεία** η οποία διακλαδίζεται σε δύο **βρόγχους** ο καθένας από τους οποίους εισέρχεται στον αντίστοιχο πνεύμονα



ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ





Παρασκευάσματα του βρογχικού δένδρου, πνευμονικών φλεβών και πνευμονικών αρτηριών του δεξιού πνεύμονα (αριστερά) και του αριστερού πνεύμονα (δεξιά), εκ των έσω. Οι τμηματικοί βρόγχοι αριθμούνται 1-10.

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ

- Μέσα στους πνεύμονες εντοπίζονται περισσότερες από **20 σειρές διακλαδώσεων** του βρογχικού δέντρου
 - η καθεμιά καταλήγει σε στενότερους, βραχύτερους και πολυπληθέστερους αεραγωγούς

	Ονόματα κλάδων	Αριθμός σωληνώσεων ανά διακλάδωση
Ζώνη αγωγής	Τραχεία	1
	Βρόγχοι	2
		4
		8
	Βρογχιόλια	16
	Τελικά βρογχιόλια	32 6×10^4
Αναπνευστική ζώνη	Αναπνευστικά βρογχιόλια	5×10^5
	Κυψελιδικοί πόροι	
	Κυψελιδικοί σάκοι	8×10^6

- Τα τοιχώματα της τραχείας και των βρόγχων περιέχουν χόνδρο που τους παρέχει το κυλινδρικό τους σχήμα και στήριξη

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ

- Μέχρι την 11^η υποδιαίρεση στο τοίχωμα των βρόγχων περιέχονται χόνδρινα στοιχεία
- Από την 12^η υποδιαίρεση τα τοιχώματα δεν περιέχουν πλέον χόνδρο και οι αεραγωγοί αυτοί ονομάζονται **βρογχιόλια**

	Ονόματα κλάδων	Αριθμός σωληνώσεων ανά διακλάδωση
Ζώνη αγωγής	Τραχεία	1
	Βρόγχοι	2
		4
		8
	Βρογχιόλια	16
	Τελικά βρογχιόλια	32 ↓ 6×10^4
Αναπνευστική ζώνη	Αναπνευστικά βρογχιόλια	↓ 5×10^5
	Κυψελιδικοί πόροι	↓
	Κυψελιδικοί σάκοι	8×10^6

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ

- Οι κυψελίδες αρχίζουν να εμφανίζονται στα **αναπνευστικά βρογχιόλια**, προσκολλημένες στα τοιχώματά τους

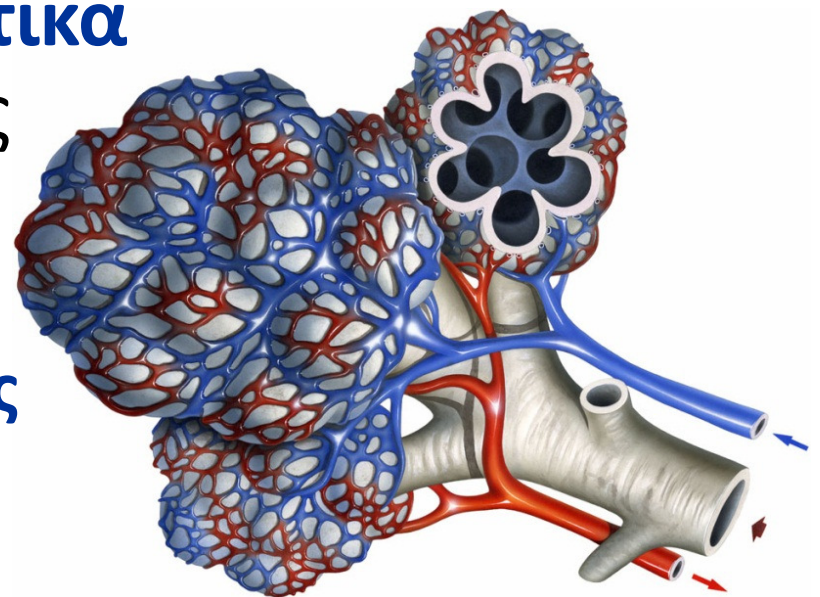
– ο αριθμός των κυψελίδων αυξάνεται στους **κυψελιδικούς πόρους** και οι αεραγωγοί καταλήγουν τελικά σε

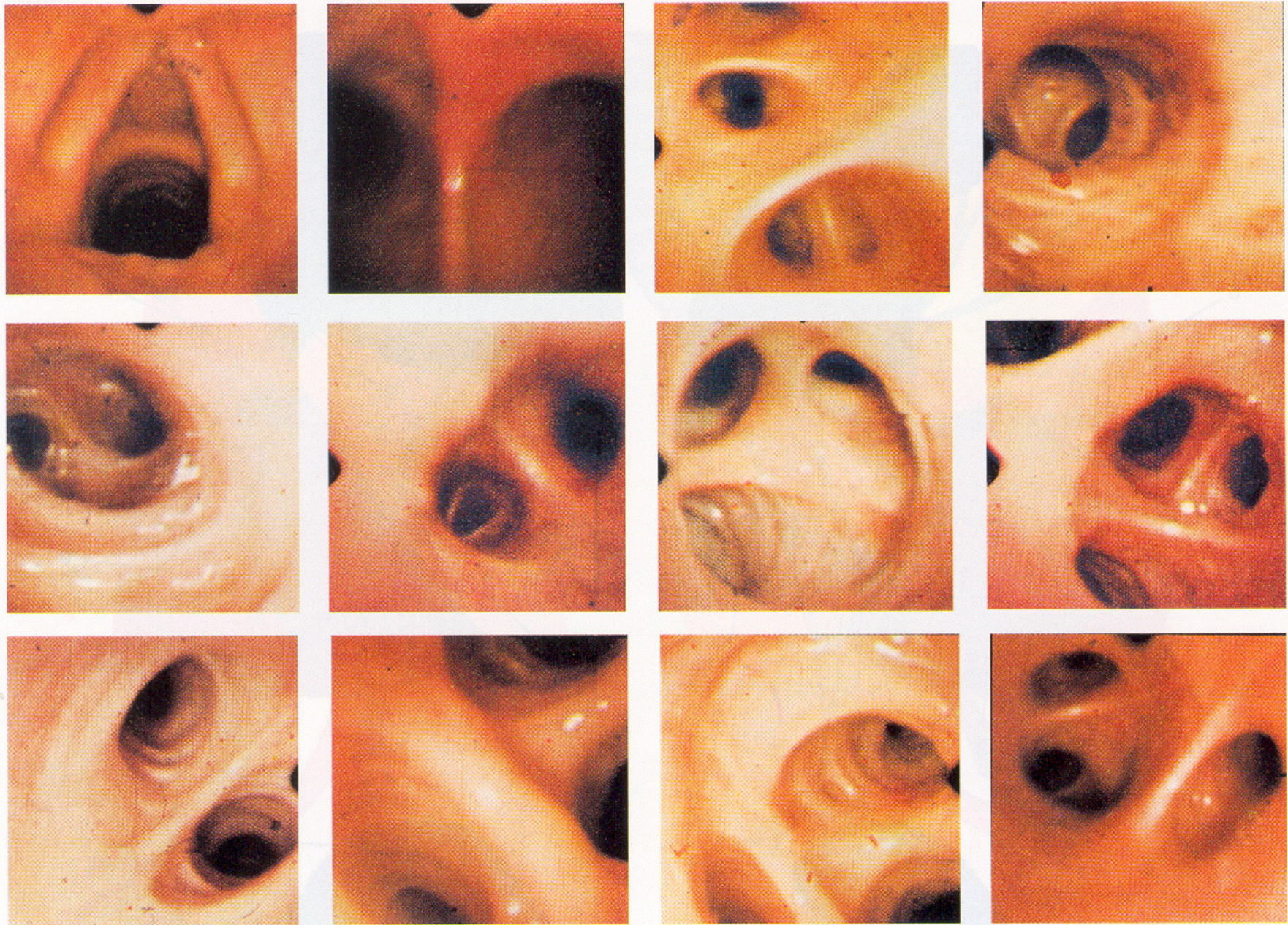
συναθροίσεις που μοιάζουν με τσαμπί σταφυλιού και αποτελούνται αποκλειστικά από κυψελίδες (**κυψελιδικοί σάκοι**)

	Ονόματα κλάδων	Αριθμός σωληνώσεων ανά διακλάδωση
Ζώνη αγωγής	Τραχεία	1
	Βρόγχοι	2
		4
		8
	Βρογχιόλια	16
	32	
	Τελικά βρογχιόλια	6×10^4
Αναπνευστική ζώνη	Αναπνευστικά βρογχιόλια	5×10^5
	Κυψελιδικοί πόροι	
	Κυψελιδικοί σάκοι	8×10^6

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ

- Οι κυψελίδες αρχίζουν να εμφανίζονται στα **αναπνευστικά βρογχιόλια**, προσκολλημένες στα τοιχώματά τους
 - ο αριθμός των κυψελίδων αυξάνεται στους **κυψελιδικούς πόρους** και οι αεραγωγοί καταλήγουν τελικά σε συναθροίσεις που μοιάζουν με τσαμπί σταφυλιού και αποτελούνται αποκλειστικά από κυψελίδες (**κυψελιδικοί σάκοι**)

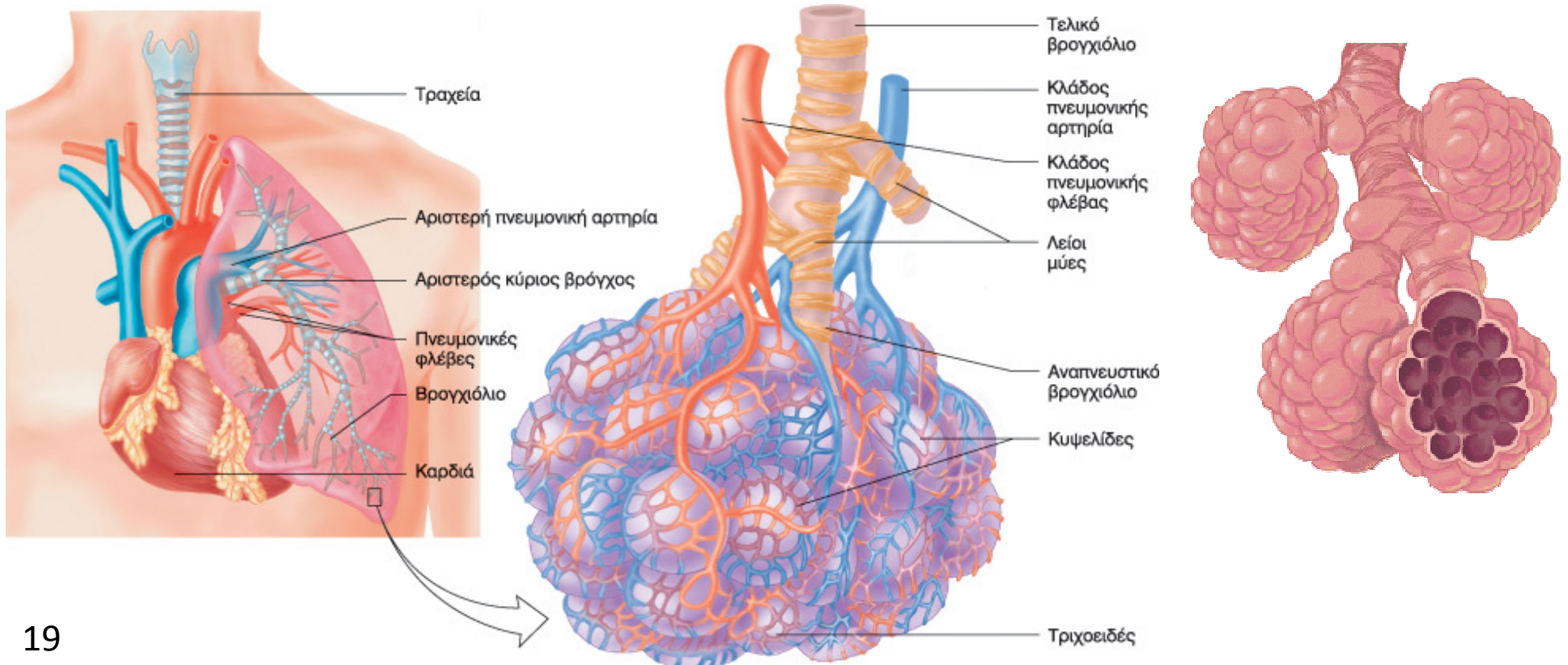




Εικ. 258. Εικόνες από τον αυλό της κάτω αεροφόρου οδού (βρογχικό δένδρο) όπως φαίνονται διά μέσου ενός βρογχοσκοπίου. (Από A. Bouchet et J. Guilleret).

ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΑΙΜΟΦΟΡΑ ΑΓΓΕΙΑ

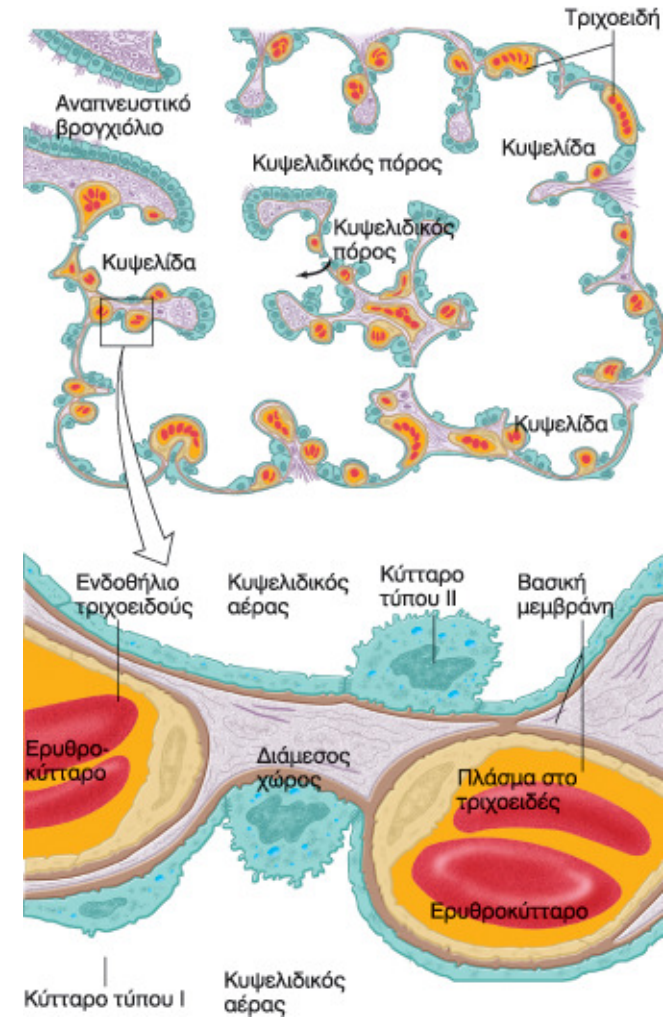
- Τα πνευμονικά αγγεία συνοδεύουν τους αεραγωγούς και έχουν πολλές διακλαδώσεις
 - τα μικρότερα από αυτά τα αγγεία διακλαδώνονται σε δίκτυα τριχοειδών που **αιματώνουν τις κυψελίδες**



ΟΙ ΚΥΨΕΛΙΔΕΣ

Η ΘΕΣΗ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

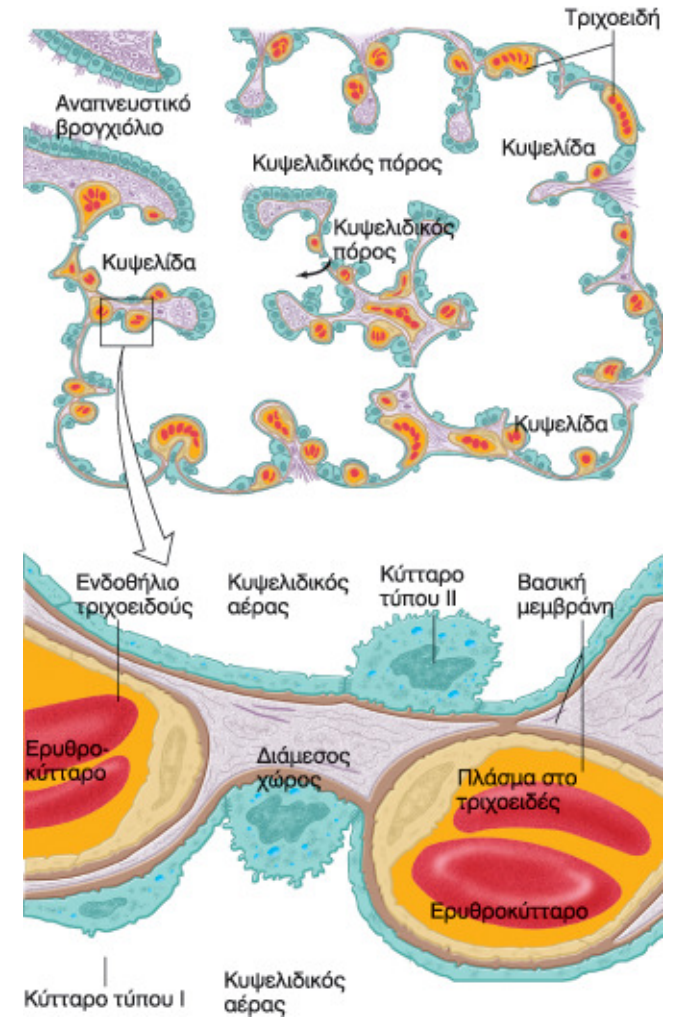
- Οι κυψελίδες είναι μικροί κοίλοι σάκοι που επικοινωνούν με τους αυλούς των αεραγωγών
 - ο αέρας μέσα σε δύο γειτονικές κυψελίδες διαχωρίζεται από ένα λεπτό κυψελιδικό τοίχωμα
 - το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας του τοιχώματος που έρχεται σε επαφή με τον αέρα καλύπτεται με μια συνεχή στιβάδα επίπεδων επιθηλιακών κυττάρων πάχους **ενός κυττάρου**
 - αυτά τα κύτταρα λέγονται **κυψελιδικά κύτταρα τύπου I**
 - το μικρό πάχος του τοιχώματος (0.2 μm) και η μεγάλη του επιφάνεια (συνολικά ίση με ένα γήπεδο τένις) επιτρέπουν τη **γρήγορη ανταλλαγή μεγάλων ποσοτήτων O₂ και CO₂ μέσω διάχυσης**



ΟΙ ΚΥΨΕΛΙΔΕΣ

Η ΘΕΣΗ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

- Οι κυψελίδες είναι μικροί κοίλοι σάκοι που επικοινωνούν με τους αυλούς των αεραγωγών
 - ανάμεσα στα κυψελιδικά κύτταρα τύπου I υπάρχουν διάσπαρτα κάποια μεγαλύτερα κύτταρα που λέγονται **κυψελιδικά κύτταρα τύπου II**
 - παράγουν μια ουσία με απορρυπαντικές ιδιότητες που λέγεται **επιφανειοδραστικός παράγοντας**



ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

- Η επιφάνεια του επιθηλίου των αεραγωγών μέχρι και τα αναπνευστικά βρογχιόλια περιέχει αδένες και επιθηλιακά κύτταρα που εκκρίνουν **βλέννα**
 - σωματίδια στον εισπνεόμενο αέρα (π.χ., σκόνη) προσκολλώνται στη βλέννα η οποία μεταφέρεται αργά και σταθερά προς το φάρυγγα όπου στη συνέχεια καταπίνεται
 - ο μηχανισμός αυτός είναι σημαντικός για τη **διατήρηση καθαρών πνευμόνων** από σωματίδια και βακτήρια που εισέρχονται στους πνεύμονες
 - μπορεί να ανασταλεί από βλαπτικούς παράγοντες
 - π.χ., το **κάπνισμα** 1 τσιγάρου ακινητοποιεί το μηχανισμό αυτό για αρκετές ώρες

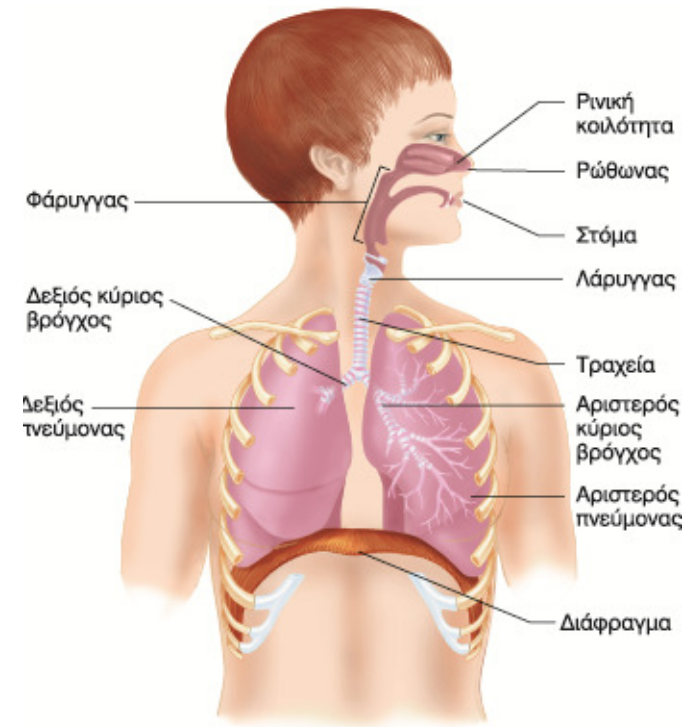
ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

- Το επιθήλιο των αεραγωγών εκκρίνει επίσης ένα υδαρές υγρό πάνω στο οποίο κινείται η βλέννα
 - η παραγωγή αυτού του υγρού είναι μειωμένη στην **κυστική ίνωση**
 - αποτελεί το συχνότερο θανατηφόρο γενετικό νόσημα της Καυκάσιας φυλής
 - το στρώμα της βλέννας γίνεται παχύρρευστο και αφυδατωμένο αποφράσσοντας τους αεραγωγούς
 - η μειωμένη έκκριση οφείλεται σε βλάβη των διαύλων χλωρίου που συμμετέχουν στην εκκριτική διαδικασία

ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ

- Οι πνεύμονες, όπως και η καρδιά, βρίσκονται στο **θώρακα**
 - κλειστό διαμέρισμα που συνδέεται με τον τράχηλο (λαιμό) με μυς και συνδετικό ιστό και διαχωρίζεται πλήρως από την κοιλία με ένα σκελετικό μυ που έχει σχήμα θόλου, το **διάφραγμα**



ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ

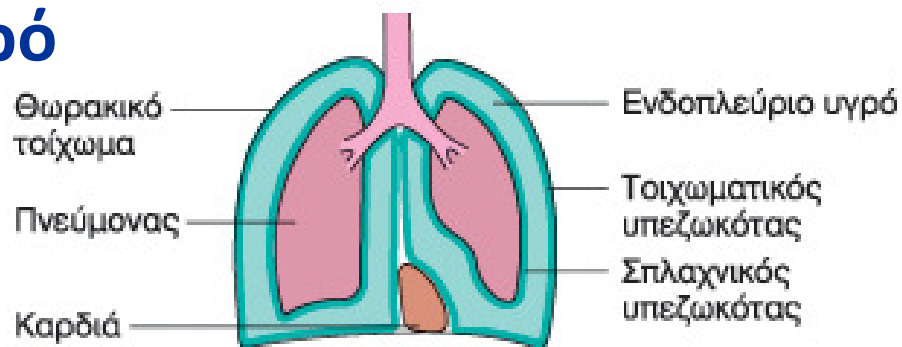
- Ο κάθε πνεύμονας περιβάλλεται από ένα κλειστό σάκο, τον **υπεζωκοτικό σάκο**, που αποτελείται από ένα λεπτό στρώμα κυττάρων που λέγεται **υπεζωκότας**

– οι δύο υπεζωκοτικοί σάκοι είναι πλήρως ανεξάρτητοι ο ένας από τον άλλο

– περιέχουν **ενδοπλεύριο υγρό**

- λιπαίνει τις επιφάνειες του υπεζωκότα ώστε να μπορούν να ολισθαίνουν η μια πάνω στην άλλη κατά την αναπνοή

– η υδροστατική πίεση που ενδοπλεύριου υγρού λέγεται **υπερζωκοτική πίεση** και έχει θεμελιώδη ρόλο στην αναπνοή



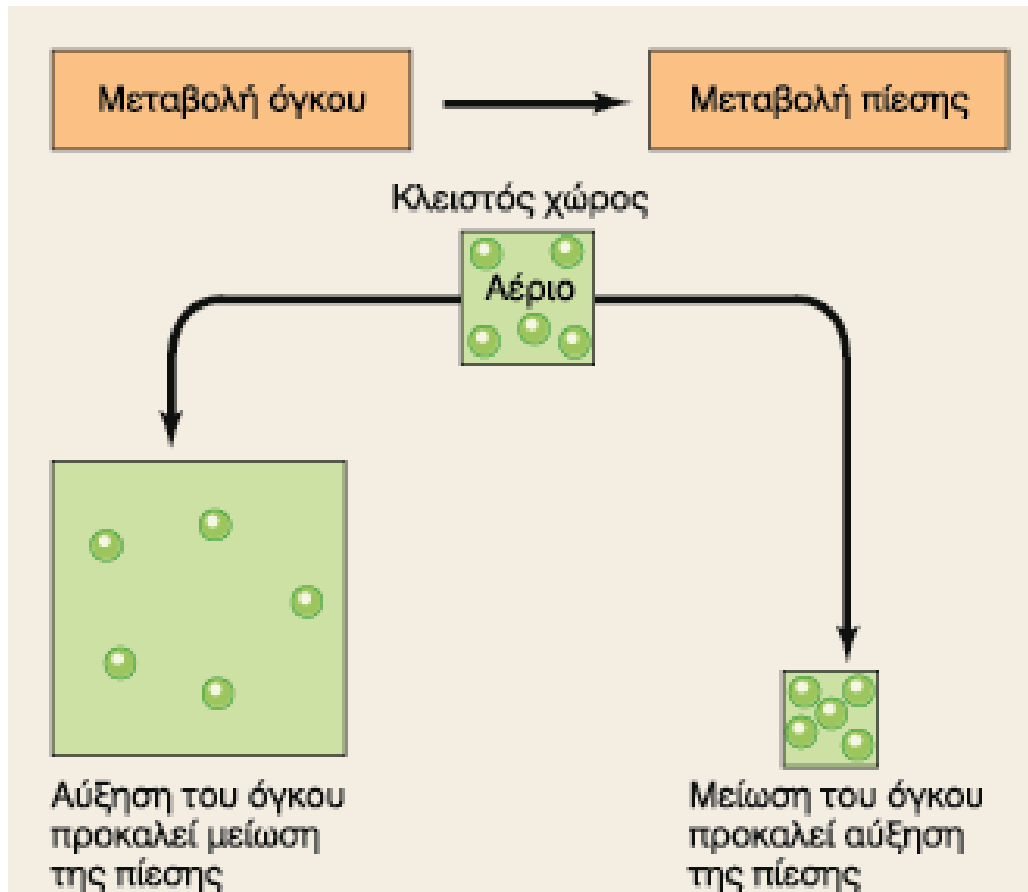
ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

- Αερισμό ονομάζουμε την **ανταλλαγή αέρα** μεταξύ της ατμόσφαιρας και των κυψελίδων
 - ο αέρας μετακινείται από μια περιοχή υψηλής πίεσης προς μια περιοχή χαμηλής πίεσης
 - η ροή αέρα από ένα σημείο σε ένα άλλο είναι ανάλογη προς τη **διαφορά πίεσης** μεταξύ των δύο σημείων και αντιστρόφως ανάλογη προς την **αντίσταση** που μπορεί να υπάρχει στην κίνηση του αέρα
 - η αντίσταση εξαρτάται από το μήκος και την ακτίνα του αυλού αλλά και από αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μορίων του αέρα

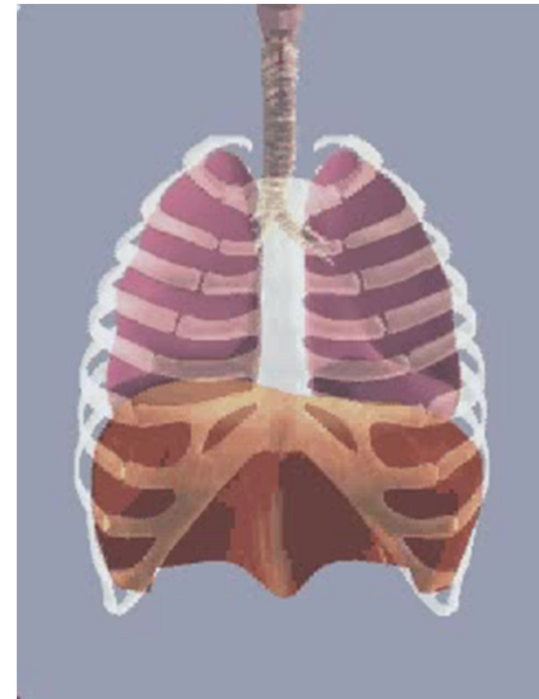
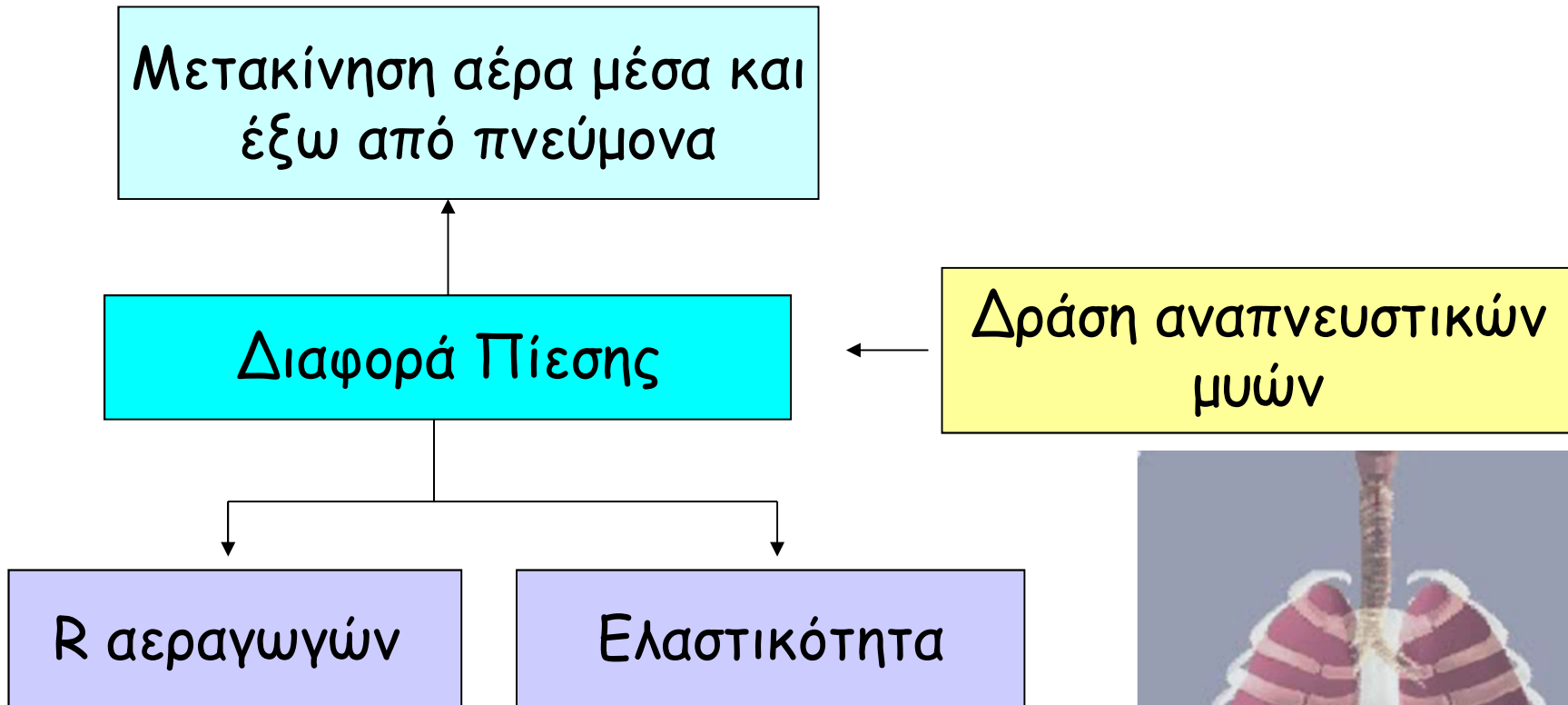
ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ BOYLE

- Σε σταθερή θερμοκρασία, ο **όγκος** ενός αερίου είναι αντιστρόφως ανάλογος της **πίεσής** του



ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ



ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

■ Διαφορά πίεσης

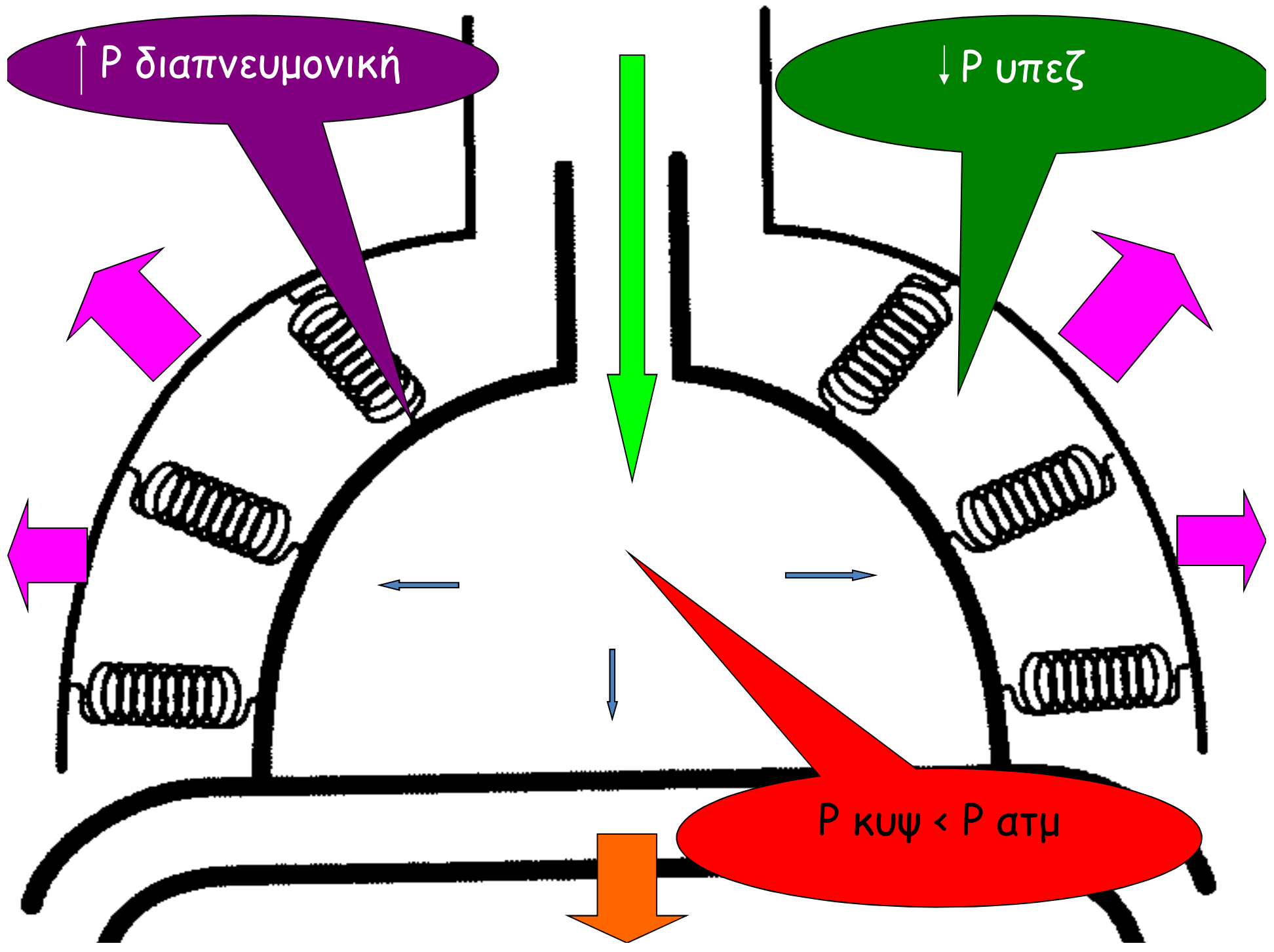
- Εισπνοή: πίεση κυψελίδων < πίεση ατμοσφαιρικού αέρα
- Εκπνοή: πίεση κυψελίδων > πίεση ατμοσφαιρικού αέρα
 - η **μεταβολή πίεσης** είναι η κινητήρια δύναμη για τη ροή αέρα ανεξάρτητα από τον τρόπο που επιτεύχθηκε

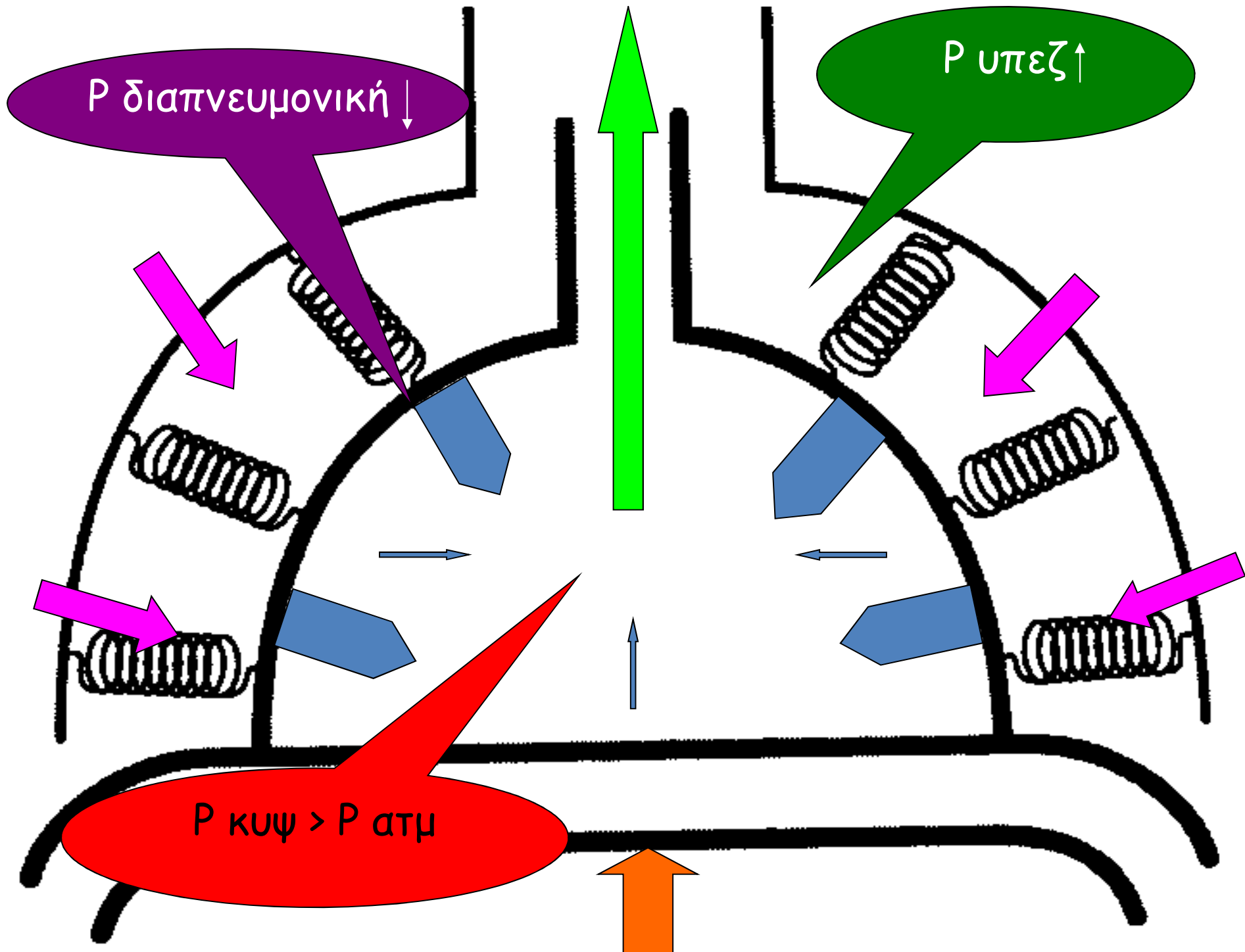
■ Διαπνευμονική πίεση

- διαπνευμονική πίεση = πίεση κυψελίδας - υπεζωκοτική πίεση

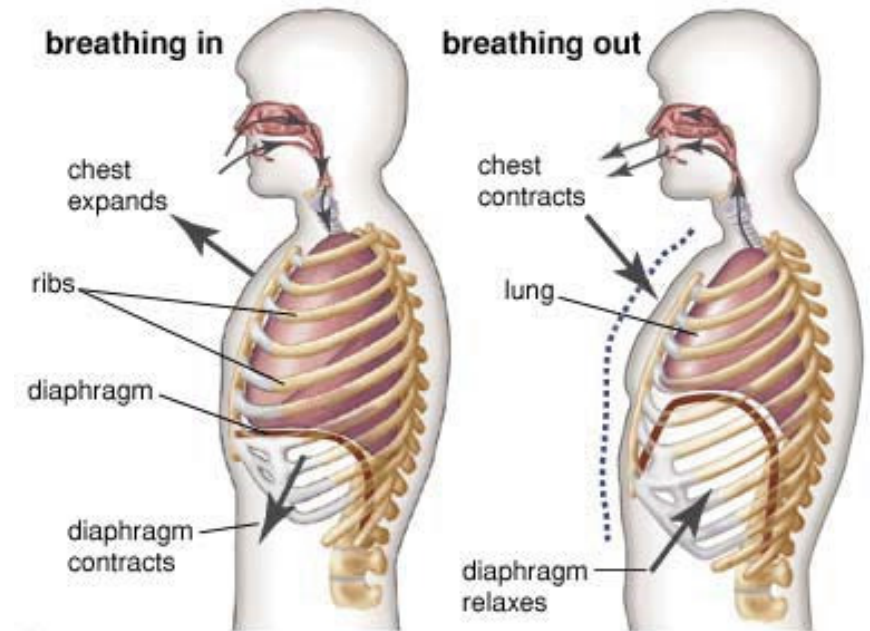
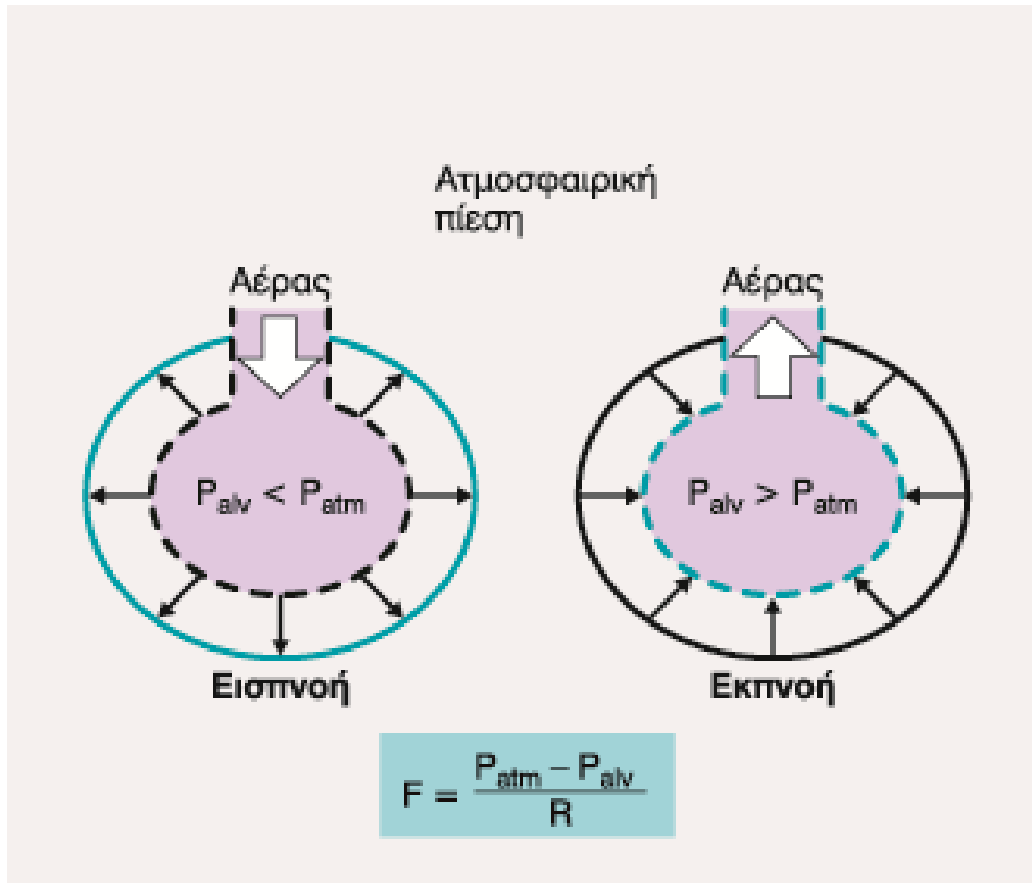
■ Υπεζωκοτική πίεση

- ελαστικότητα πνεύμονα
- ελαστικότητα θωρακικού τοιχώματος



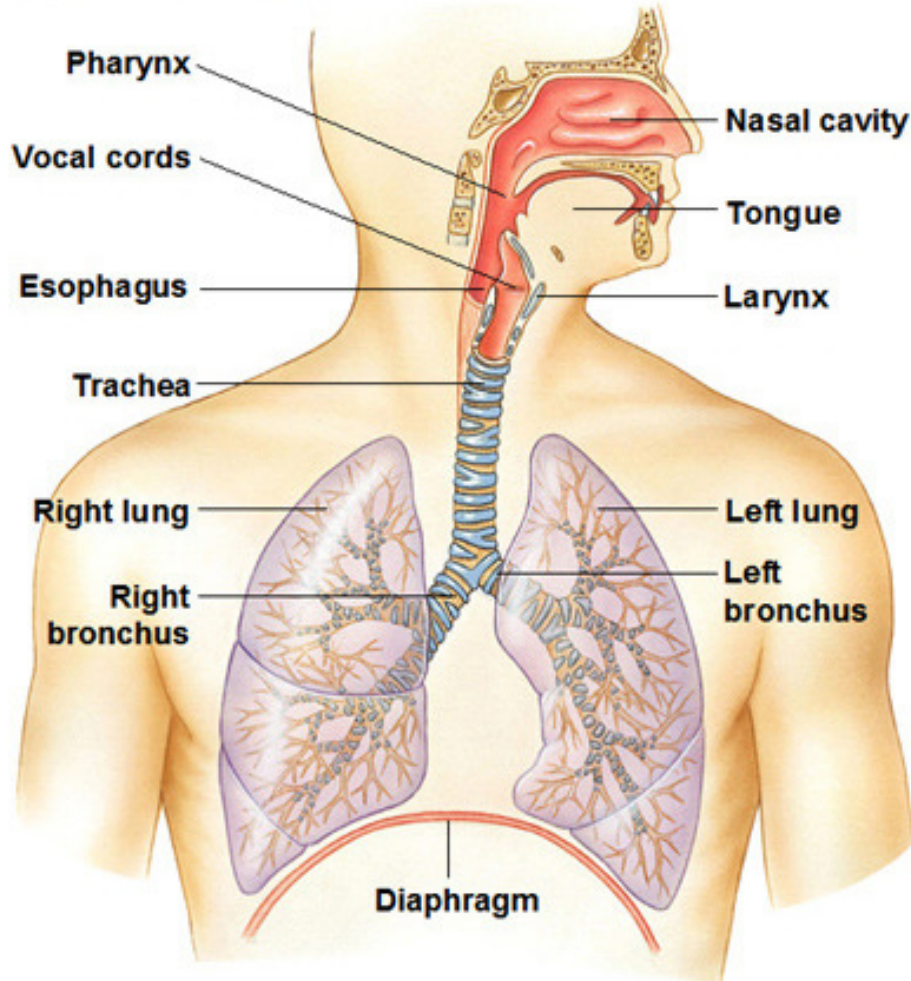


ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

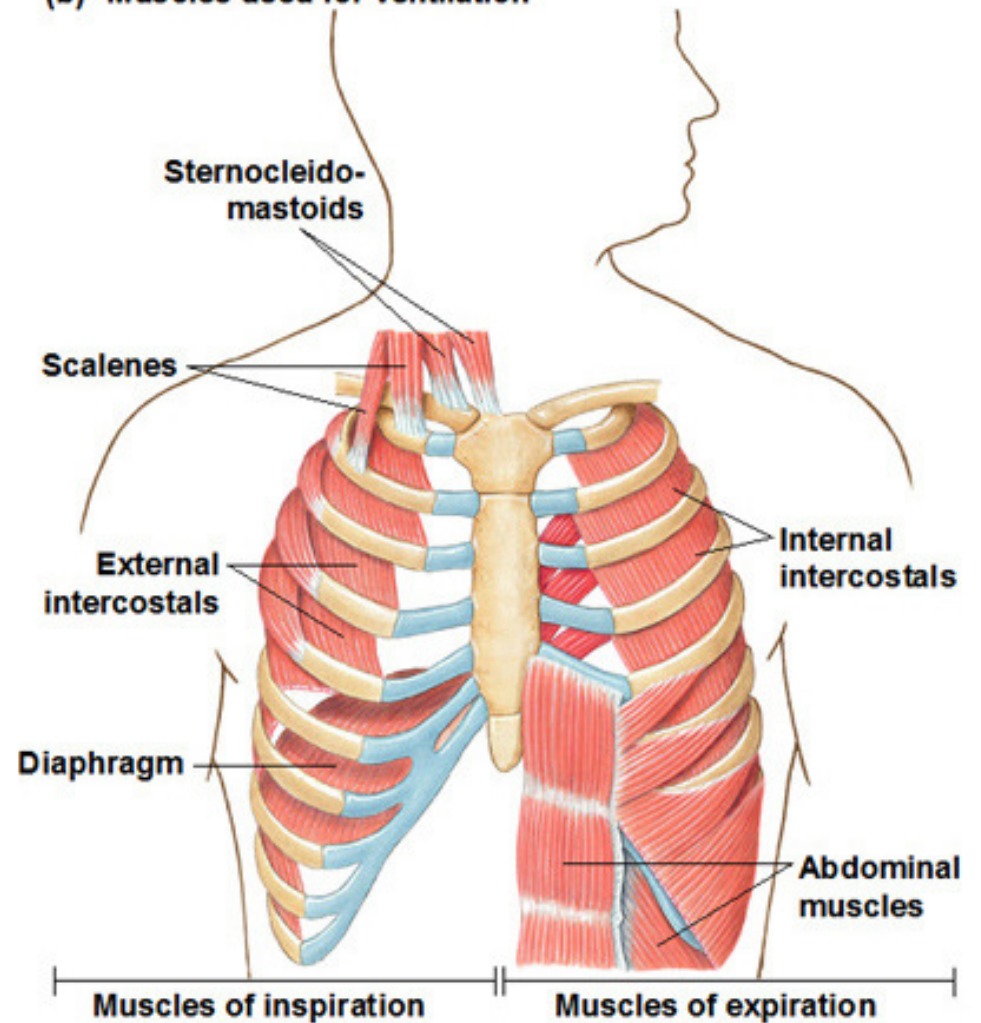


ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

(a) The respiratory system



(b) Muscles used for ventilation



ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

ΕΙΣΠΝΕΥΣΤΙΚΟΙ ΜΥΕΣ

■ Διάφραγμα

– **κυριότερος μυσ** της αναπνοής

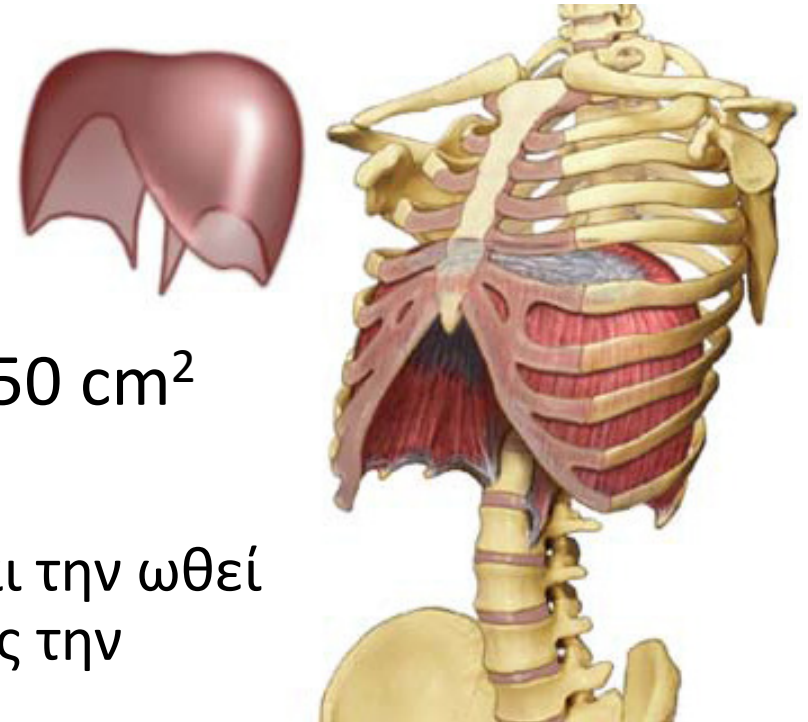
– σχήμα θόλου (αλεξίπτωτου), 250 cm^2

– δράση:

■ μετατοπίζεται προς την κοιλία και την ωθεί προς τα κάτω και έξω αυξάνοντας την κάθετη διάμετρο του θώρακα

■ ωθεί τα πλευρικά τόξα προς τα έξω αυξάνοντας την εγκάρσια διάμετρο του θώρακα

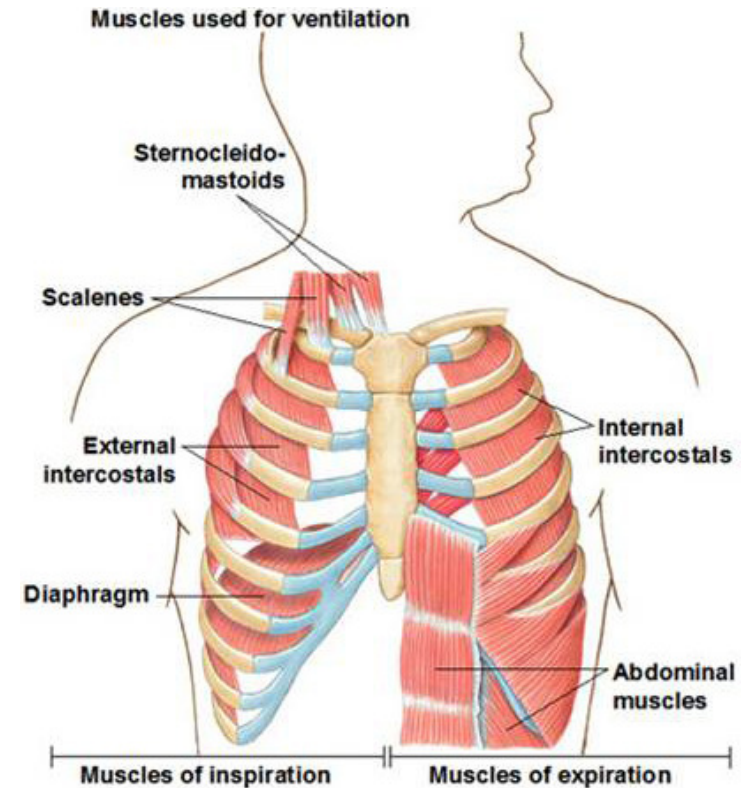
– στην ήρεμη εισπνοή το διάφραγμα κατέρχεται κατά 1.25 cm ενώ στη βαθιά εισπνοή μέχρι και 10 cm



ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

ΕΙΣΠΝΕΥΣΤΙΚΟΙ ΜΥΕΣ

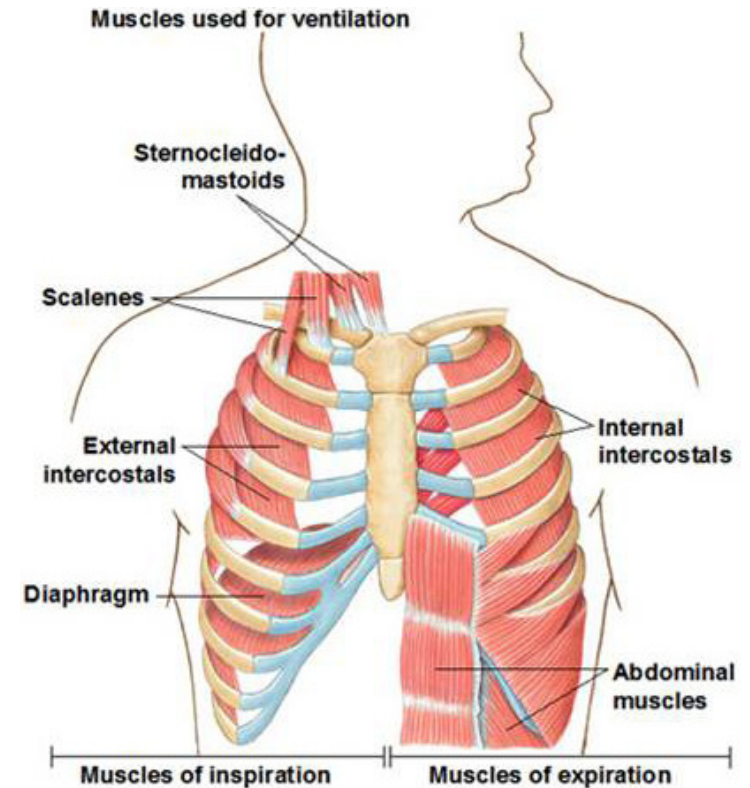
- Έξω μεσοπλεύριοι
 - έλκουν την κάτω πλευρά προς τα πάνω και έξω
- Επικουρικοί εισπνευστικοί μύες
 - σκαληνοί: (πρόσθιος, μέσος, οπίσθιος)
 - ανυψώνουν την 1^η και 2^η πλευρά
 - στερνοκλειδομαστοειδής
 - ανυψώνει το στέρνο
 - ανελκτήρες πτερυγίων ρινός
 - μικροί μύες κεφαλής και τραχήλου



ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

ΕΚΠΝΕΥΣΤΙΚΟΙ ΜΥΕΣ

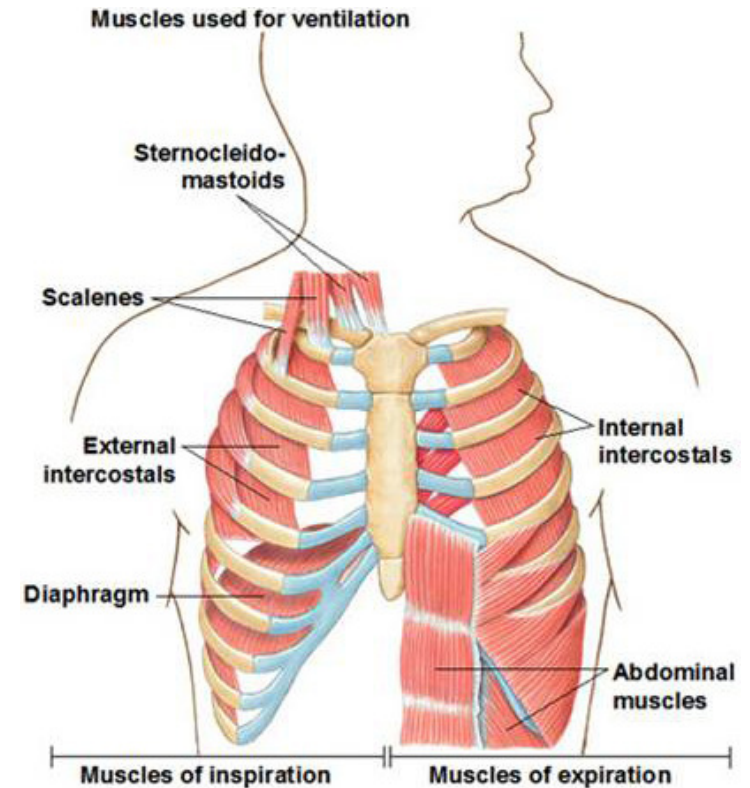
- Η εκπνοή είναι **παθητική** εξαιτίας της ελαστικότητας των πνευμόνων
- Ενεργητική εκπνοή: άσκηση, ομιλία, βήχας, φτέρνισμα
 - **κοιλιακοί μύες**: ορθός, έσω-έξω λοξοί, εγκάρσιος κοιλιακός
 - αυξάνουν την ενδοκοιλιακή πίεση και ανεβάζουν το διάφραγμα οδηγώντας σε μείωση της κάθετης διαμέτρου του θώρακα
 - ωθούν τις κατώτερες πλευρές προς τα κάτω



ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

ΕΚΠΝΕΥΣΤΙΚΟΙ ΜΥΕΣ

- Η εκπνοή είναι **παθητική** εξαιτίας της ελαστικότητας των πνευμόνων
- Ενεργητική εκπνοή: άσκηση, ομιλία, βήχας, φτέρνισμα
 - **έσω μεσοπλεύριοι**
 - έλκουν την άνω πλευρά προς τα κάτω και έσω οδηγώντας σε μείωση της κάθετης διαμέτρου του θώρακα
 - διατηρούν τη σταθερότητα του μεσοπλεύριου διαστήματος



ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

ΕΙΔΗ ΑΝΑΠΝΟΗΣ

- Διαφραγματική ή κοιλιακή αναπνοή
 - υπερισχύει το διάφραγμα σε σχέση με τους μεσοπλεύριους μύες
 - μεγαλύτερη συχνότητα στους άνδρες
- Θωρακική αναπνοή
 - υπερισχύουν οι έξω μεσοπλεύριοι μύες έναντι του διαφράγματος
 - μεγαλύτερη συχνότητα στις γυναίκες

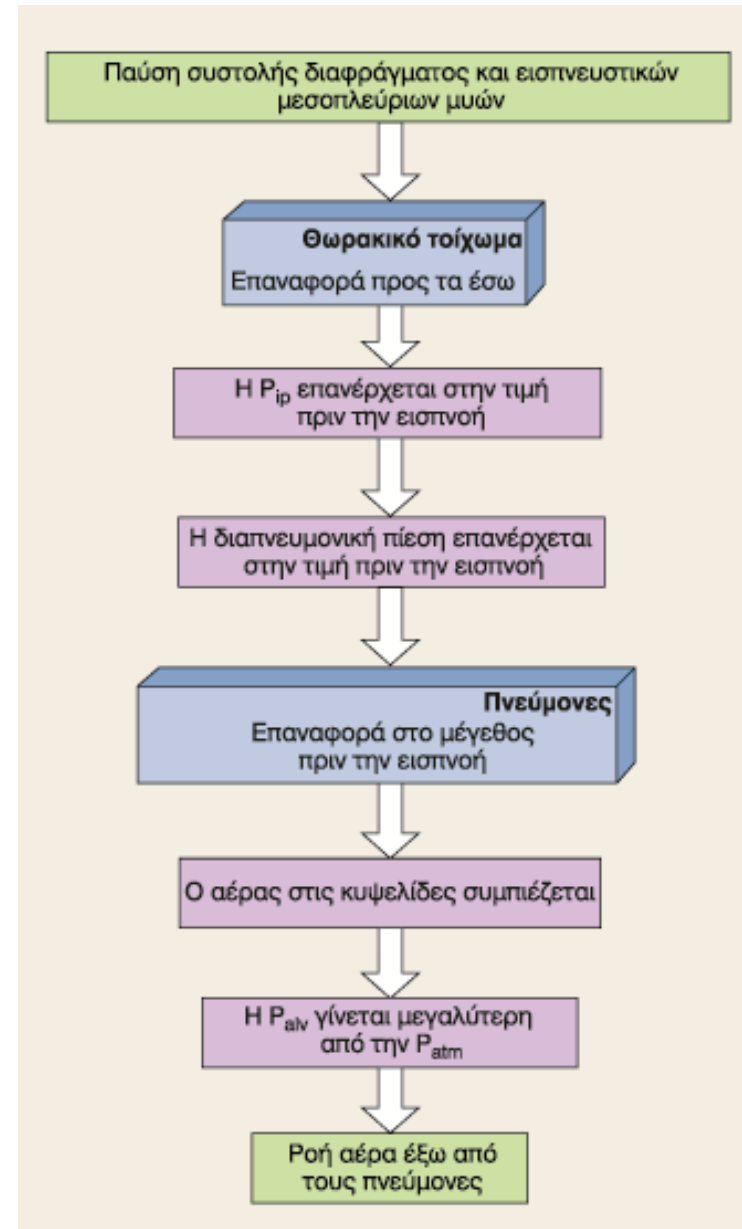
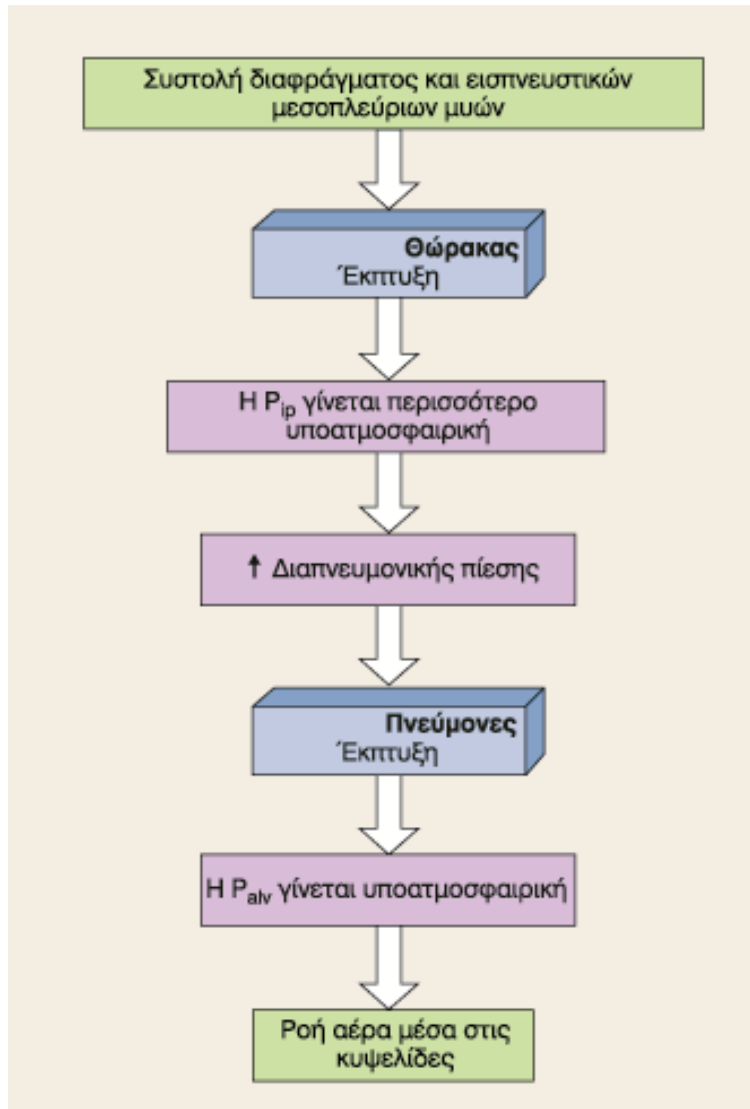


ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

ΕΙΔΗ ΑΝΑΠΝΟΗΣ

- Γενικότερα, υπάρχουν αρκετές ατομικές διαφορές ως προς τη σχετική αναλογία συμβολής της κοιλιακής και της θωρακικής αναπνοής στη συνολική αναπνευστική λειτουργία
 - κατά τη φυσιολογική ήρεμη αναπνοή τον κύριο ρόλο παίζει η **κίνηση του διαφράγματος**
 - η μεγαλύτερη συχνότητα θωρακικής αναπνοής στις γυναίκες οφείλεται πιθανώς σε **ανατομικές διαφορές** (9% μικρότερος θώρακας και μεγαλύτερη γωνία στις πλευρές) που κάνουν αυτό το είδος αναπνοής πιο αποδοτικό για εκείνες

ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ



ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ ΕΝΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

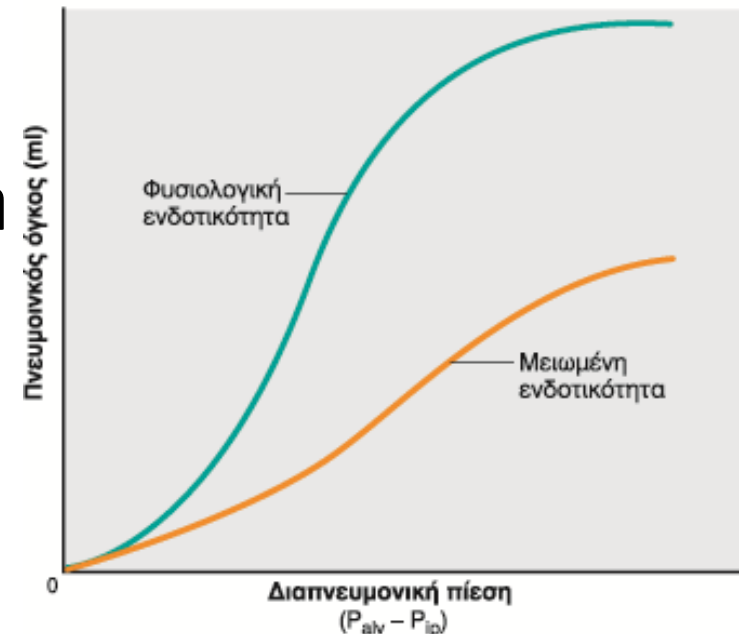
- Η έκπτυξη των πνευμόνων είναι ανάλογη της διαπνευμονικής πίεσης
 - όμως ο βαθμός στον οποίο μια συγκεκριμένη διαπνευμονική πίεση εκπτύσσει τους πνεύμονες εξαρτάται από την ενδοτικότητα τους (δηλαδή την ικανότητά τους να διαταθούν)

- **ενδοτικότητα των πνευμόνων**

ονομάζουμε το μέγεθος της μεταβολής του πνευμονικού όγκου που προκαλείται από μια δεδομένη μεταβολή της διαπνευμονικής πίεσης

- όσο μεγαλύτερη είναι η πνευμονική ενδοτικότητα, τόσο ευκολότερο είναι να εκπτυχθούν οι πνεύμονες σε μια δεδομένη διαπνευμονική πίεση

$$\text{Ενδοτικότητα} = \frac{\Delta \text{ Πνευμονικού όγκου}}{\Delta (P_{\text{alv}} - P_{\text{ip}})}$$

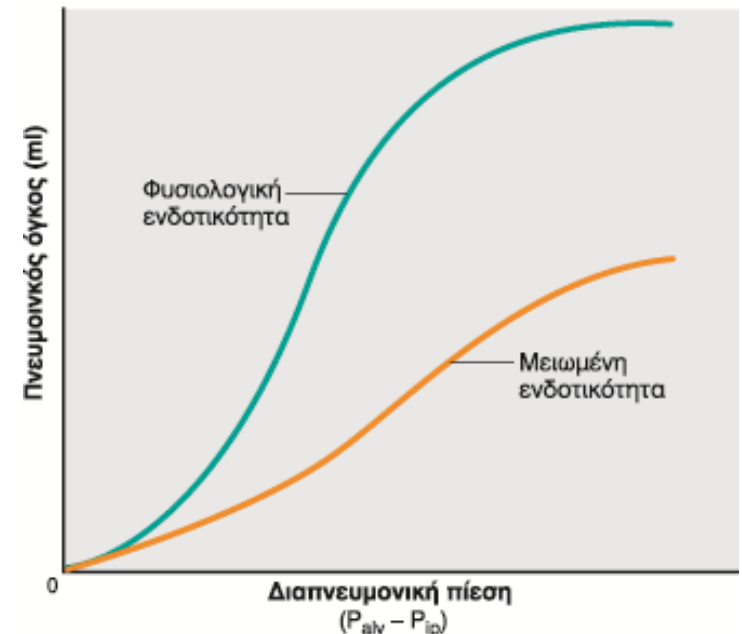


ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ ΕΝΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

- Η έκπτυξη των πνευμόνων είναι ανάλογη της διαπνευμονικής πίεσης
 - όμως ο βαθμός στον οποίο μια συγκεκριμένη διαπνευμονική πίεση εκπτύσσει τους πνεύμονες εξαρτάται από την ενδοτικότητα τους (δηλαδή την ικανότητά τους να διαταθούν)

- **μειωμένη πνευμονική ενδοτικότητα** μπορεί να προκληθεί από πνευμονικό οίδημα, πνευμονική αιμορραγία ή απώλεια επιφανειοδραστικού παράγοντα

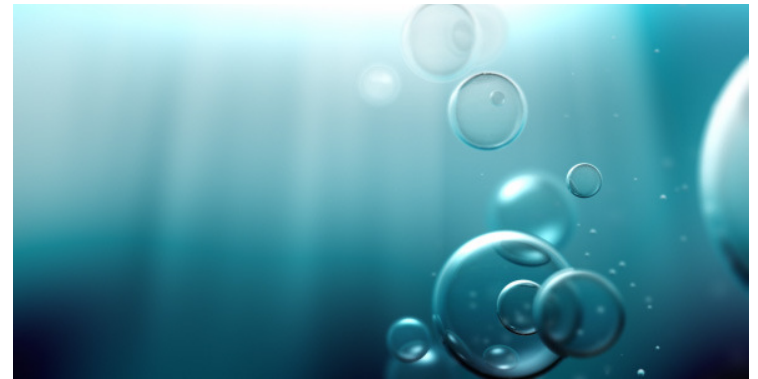
$$\text{Ενδοτικότητα} = \frac{\Delta \text{ Πνευμονικού όγκου}}{\Delta (P_{\text{alv}} - P_{\text{ip}})}$$



ΕΠΙΦΑΝΕΙΟΔΡΑΣΤΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ ΕΝΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

- Οι κυψελίδες περιέχουν αέρα, αλλά η επιφάνειά τους είναι υγρή (περιβάλλεται με αίμα)
 - παρομοιάζονται με φυσαλίδες αέρα μέσα σε νερό
 - η επιφάνεια των φυσαλίδων (άρα και των κυψελίδων) δέχεται μεγάλη πίεση από το νερό η οποία τείνει να τις συρρικνώσει
 - στους πνεύμονες η πίεση αυτή λέγεται **επιφανειακή τάση** και είναι τόσο μεγάλη που φυσιολογικά θα χρειαζόταν τεράστια μυϊκή προσπάθεια για να εκπτυχθούν οι πνεύμονες και να αναπνεύσουμε αφού οι πνεύμονες θα είχαν την τάση να συμπτυχθούν
 - τα κυψελιδικά κύτταρα τύπου II εκκρίνουν τον **επιφανειοδραστικό παράγοντα**, μια ουσία με απορρυπαντικές ιδιότητες, που μειώνει σημαντικά την επιφανειακή τάση αυξάνοντας την ενδοτικότητα των πνευμόνων



ΕΠΙΦΑΝΕΙΟΔΡΑΣΤΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ ΕΝΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

- Στο **σύνδρομο αναπνευστικής δυσχέρειας των νεογνών** υπάρχει ανεπάρκεια του επιφανειοδραστικού παράγοντα
 - πρόκειται για τη 2^η συχνότερη αιτία θανάτου των πρώιμων νεογνών
 - τα κύτταρα που συνθέτουν τον επιφανειοδραστικό παράγοντα δεν είναι αρκετά ώριμα για να λειτουργήσουν επαρκώς
 - λόγω της πολύ χαμηλής πνευμονικής ενδοτικότητας, το νεογνό μπορεί να εισπνέει μόνο με πολύ εντατικές προσπάθειες οι οποίες οδηγούν τελικά σε πλήρη εξάντληση, αδυναμία αναπνοής, σύμπτυξη των πνευμόνων και θάνατο
 - η θεραπεία είναι η υποβοηθούμενη αναπνοή με μηχανικό αναπνευστήρα και η χορήγηση φυσικού ή συνθετικού επιφανειοδραστικού παράγοντα μέσω της τραχείας

