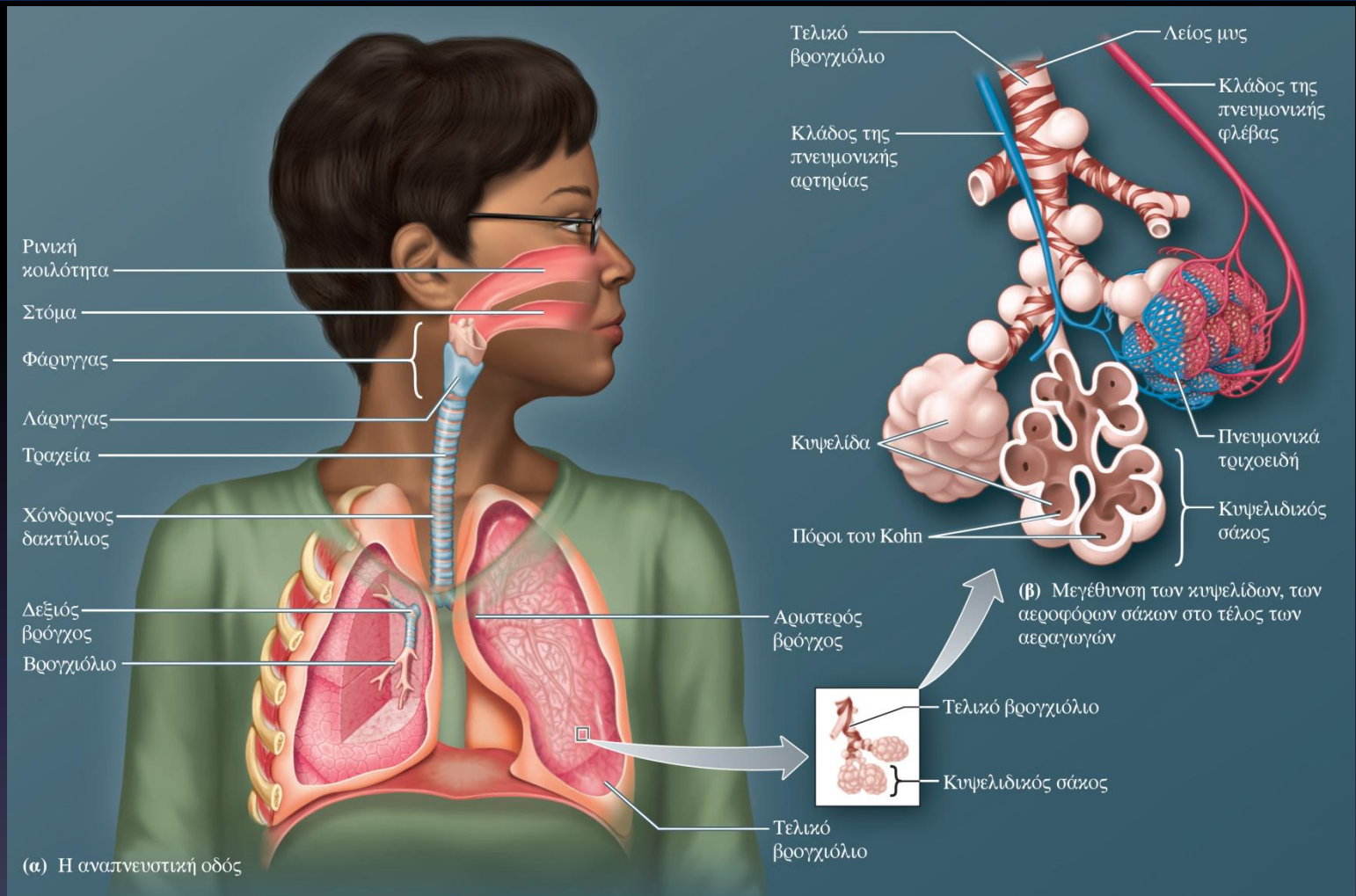


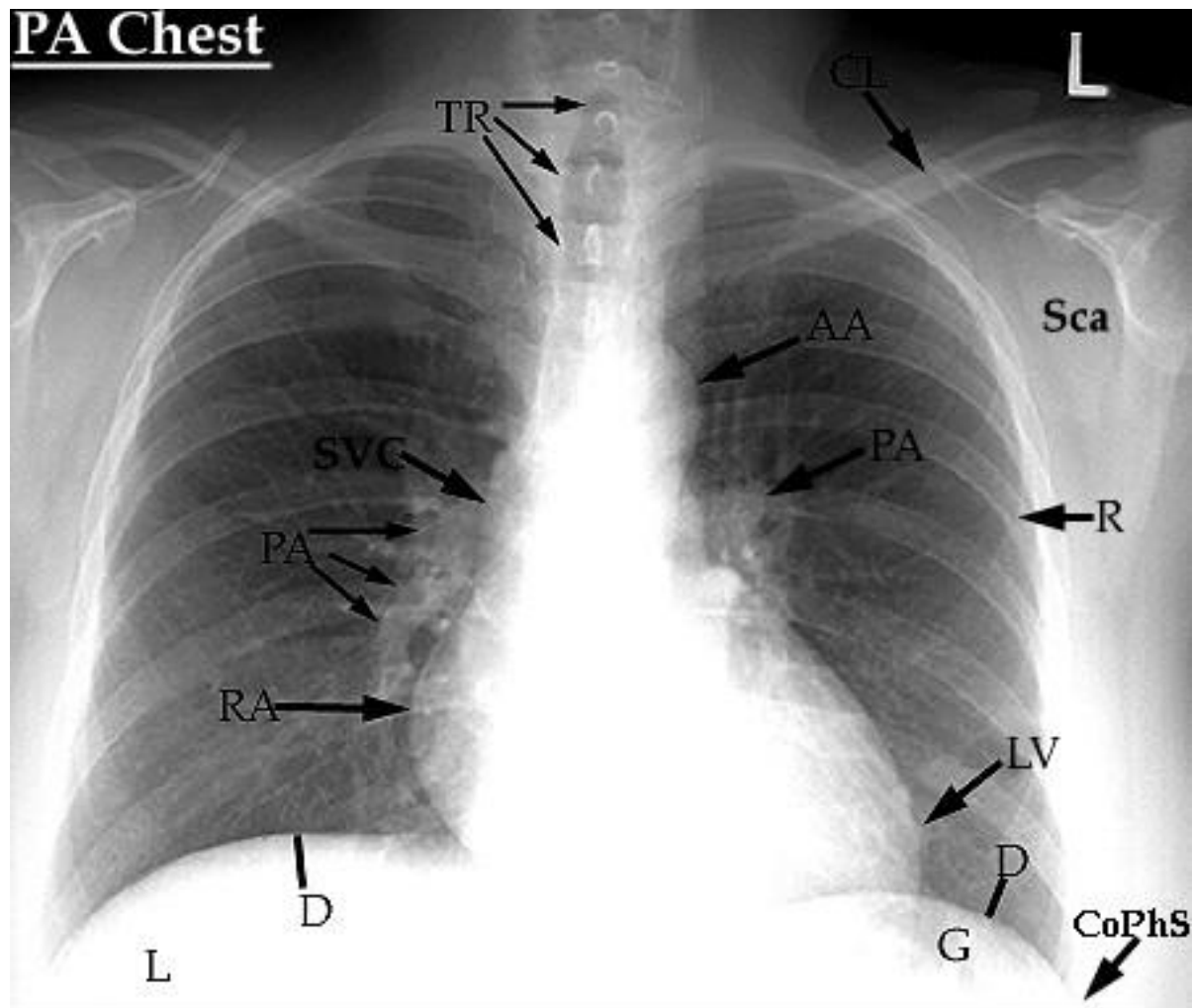
ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ

Η ανατομία του αναπνευστικού συστήματος



(α) Η αναπνευστική οδός περιλαμβάνει τις ρινικές χοάνες, τον φάρυγγα, τον λάρυγγα, την τραχεία, τους βρόγχους και τα βρογχόλια. (β) Οι περισσότερες κυψελίδες (αεροφόροι σάκοι) διατάσσονται σαν τσαμπιά από σταφύλι γύρω από τον αυλό των τελικών βρογχολίων.

PA Chest



PA=Pulmonary Artery

TR=Trachea

CL=Clavicle

AA=Aortic Arch

SVC=Superior Vena Cava

RA=Right Atrium

CoPhS=Costophrenic Sulcus

LV=Left Ventricle

D=Diaphragm

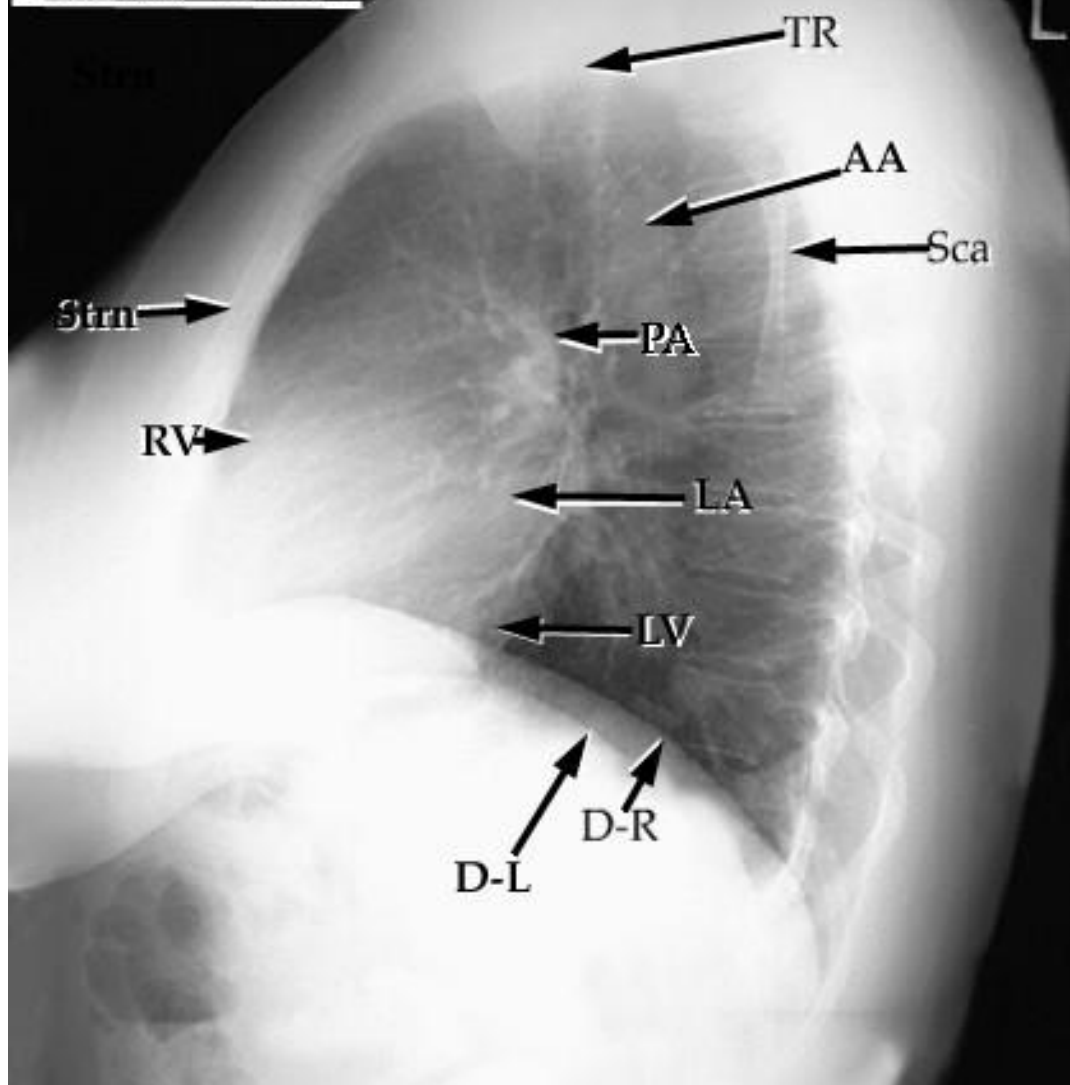
G=Gastric Air Bubble

L=Liver

Sca=Scapula

R=Rib

Lateral Chest



TR=Trachea	D-R=Right Hemidiaphragm
Strn=Sternum	D-L=Left Hemidiaphragm
AA=Aortic Arch	RV=Right Ventricle
Sca=Scapula	LV=Left Ventricle
PA=Pulmonary Artery	

Η αρχή των μερικών πιέσεων

Σύνθεση και μερικές πιέσεις αερίων στον ατμοσφαιρικό αέρα

79% N₂

Μερική πίεση του N₂ = 600 mm Hg

Μερική πίεση του N₂ στον ατμοσφαιρικό αέρα:
 $P_{N_2} = 760 \text{ mm Hg} \times 0,79$
 $= 600 \text{ mm Hg}$

21% O₂

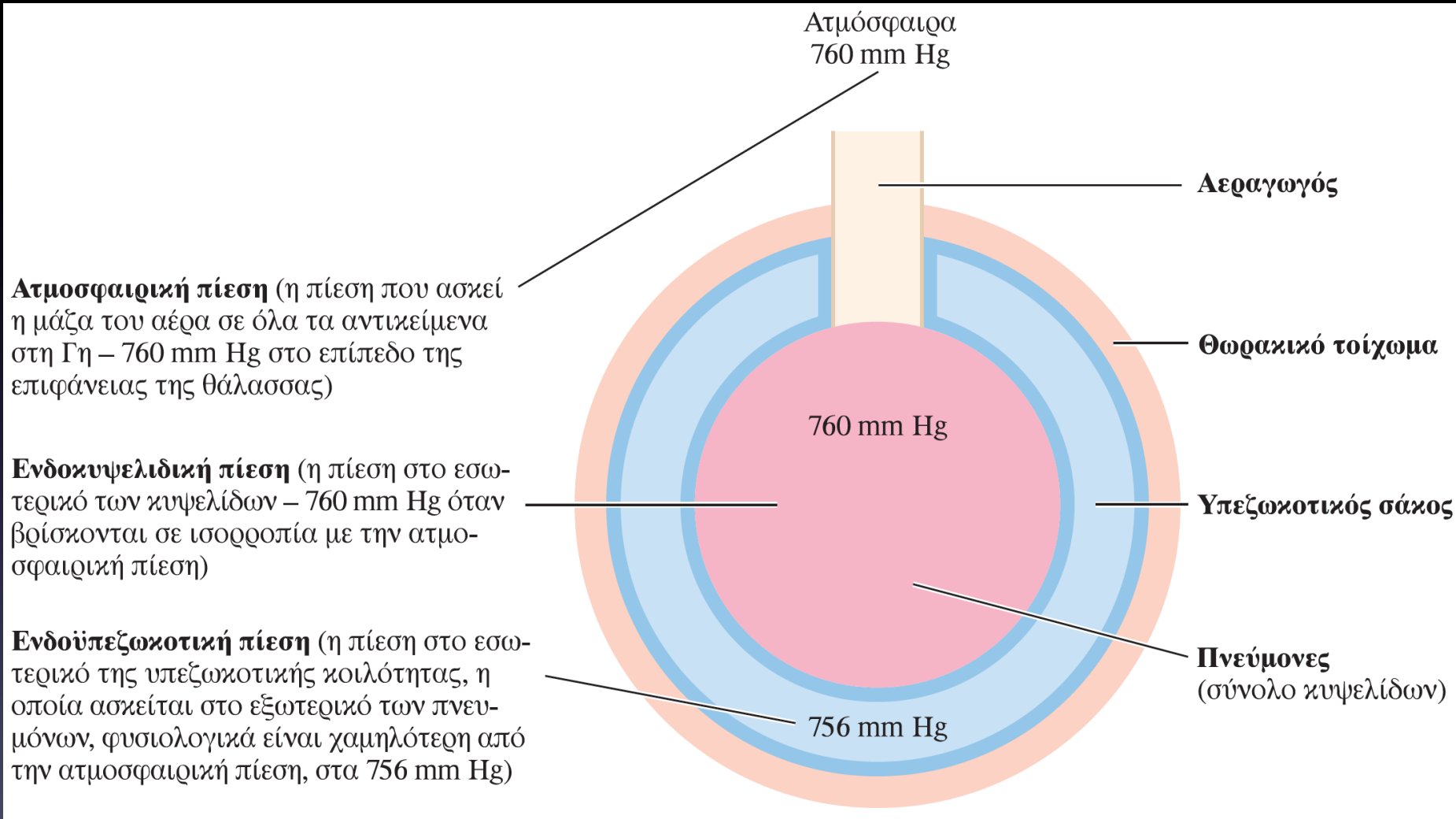
Μερική πίεση του O₂ = 160 mm Hg

Μερική πίεση του O₂ στον ατμοσφαιρικό αέρα:
 $P_{O_2} = 760 \text{ mm Hg} \times 0,21$
 $= 160 \text{ mm Hg}$

Συνολική ατμοσφαιρική πίεση = 760 mm Hg

Η μερική πίεση που ασκεί κάθε αέριο σε ένα μείγμα αερίων ισούται με την ολική πίεση του μείγματος επί το ποσοστό του αερίου στο σύνολο του μείγματος.

Οι διάφορες πιέσεις που είναι σημαντικές για τον αερισμό



Η ανατομία των αναπνευστικών μυών

**Επικουρικοί
εισπνευστικοί
μύες** (κινητο-
ποιούνται μόνο
κατά τη βίαιη
εισπνοή)

Στερνοκλειδομαστοειδής
Σκαληνός

Έσω
μεσοπλεύριοι
μύες

Στέρνο

Πλευρές

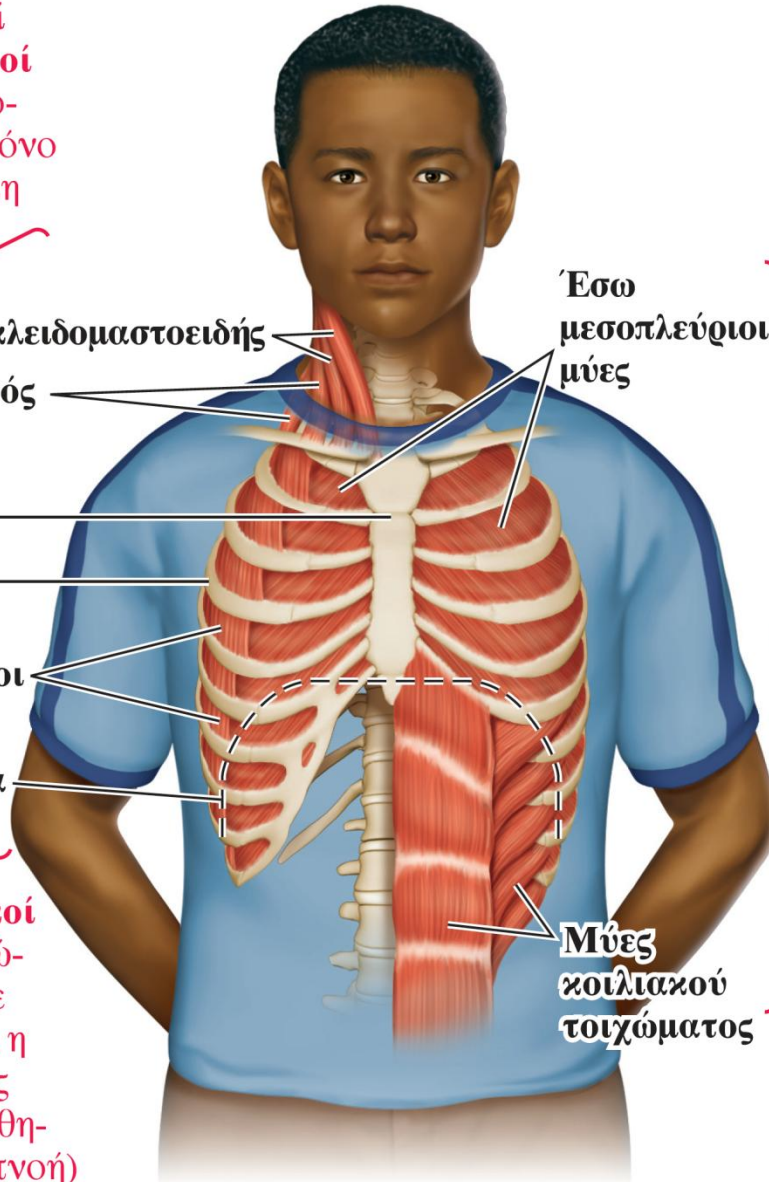
Έξω
μεσοπλεύριοι
μύες

Διάφραγμα

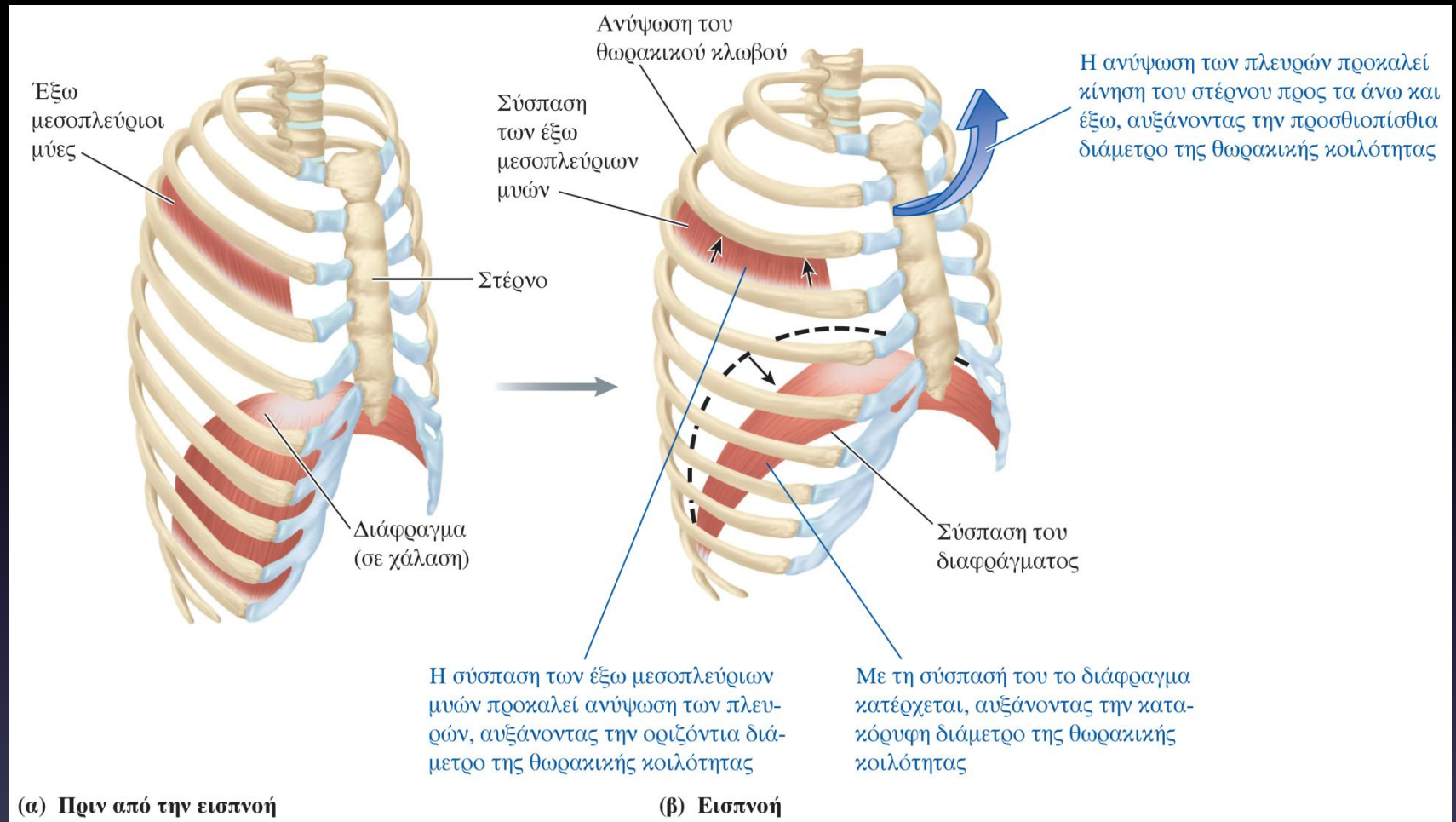
**Κύριοι
εισπνευστικοί
μύες** (συσπώ-
νται σε κάθε
εισπνοή και η
χάλασή τους
επιφέρει παθη-
τικά την εκπνοή)

Μύες
κοιλιακού
τοιχώματος

**Μύες της
ενεργητικής
εκπνοής**
(κινητοποιού-
νται μόνο
κατά την
ενεργητική
εκπνοή)

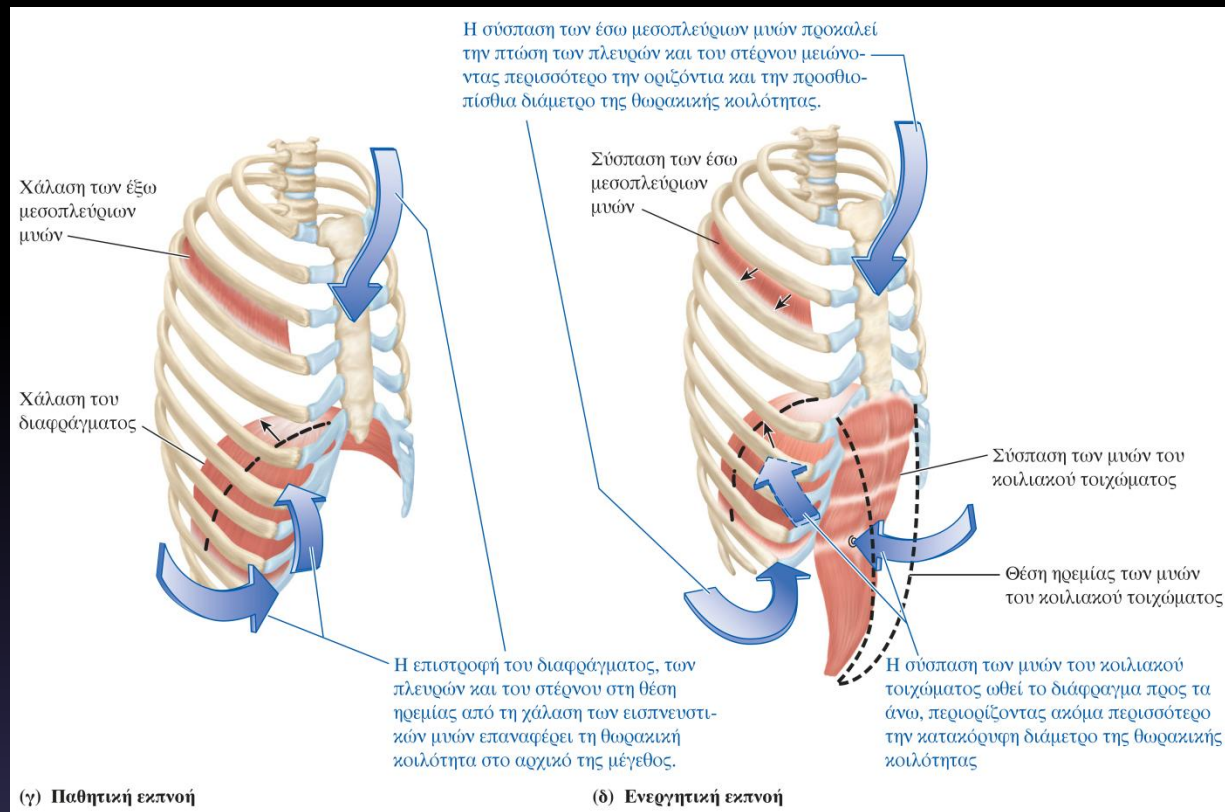


Δραστηριότητα των αναπνευστικών μυών κατά την εισπνοή και την εκπνοή



(α) Πριν από την εισπνοή, όλοι οι αναπνευστικοί μύες βρίσκονται σε χάλαση. (β) Κατά την εισπνοή, το διάφραγμα συσπάται και κατεβαίνει, αυξάνοντας την κατακόρυφη διάμετρο της θωρακικής κοιλότητας. Η σύσπαση των έξω μεσοπλεύριων μυών ανυψώνει τις πλευρές που συμπαρασύρουν το στέρνο και αυξάνει την προσθιοπίσθια και εγκάρσια διάμετρο της θωρακικής κοιλότητας.

Δραστηριότητα των αναπνευστικών μυών κατά την εισπνοή και την εκπνοή



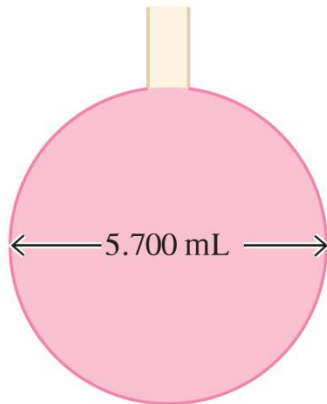
(γ) Κατά την ήρεμη παθητική εκπνοή, το διάφραγμα χαλαρώνει και ο όγκος της θωρακικής κοιλότητας επανέρχεται παθητικά στο αρχικό του μέγεθος. Με τη χάλαση των έξω μεσοπλευρίων μυών ο ανυψωμένος θωρακικός κλωβός επιστρέφει υπό την επίδραση της βαρύτητας στην αρχική του θέση, μειώνοντας πίσσης τον όγκο της θωρακικής κοιλότητας. (δ) Κατά την ενεργητική εκπνοή, η σύσπαση των μυών του κοιλιακού τοιχώματος αυξάνει την ενδοκοιλιακή πίεση και ωθεί το διάφραγμα προς τα άνω. Με αυτόν τον τρόπο, οι διαστάσεις της θωρακικής κοιλότητας μειώνονται περισσότερο από όσο στην ήρεμη παθητική εκπνοή. Η σύσπαση των έσω μεσοπλευρίων μυών μειώνει περαιτέρω την προσθιοπίσθια και την εγκάρσια διάμετρο του θώρακα, επιπεδώνοντας τις πλευρές και το στέρνο.

Spirometry

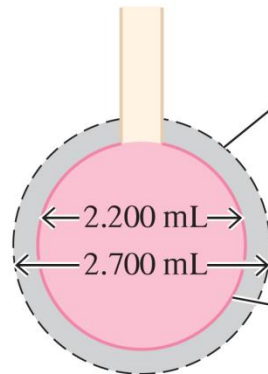


Φυσιολογικοί όγκοι και χωρητικότητες των πνευμόνων

Ολική χωρητικότητα των πνευμόνων κατά τη μέγιστη διάτασή τους



Μεταβολή του όγκου των πνευμόνων κατά τη φυσιολογική ήρεμη αναπνοή

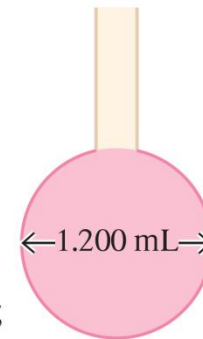


Όγκος των πνευμόνων στο τέλος της φυσιολογικής εισπνοής (κατά μέσο όρο 2.700 mL)

Όγκος των πνευμόνων στο τέλος της φυσιολογικής εκπνοής (κατά μέσο όρο 2.200 mL)

Η διαφορά μεταξύ τελοεισπνευστικού και τελοεκπνευστικού όγκου είναι ο εισπνεόμενος όγκος (κατά μέσο όρο 500 mL)

Ελάχιστος όγκος των πνευμόνων μετά τη μέγιστη εκπνοή



(α) Φυσιολογικό εύρος διακύμανσης και ακραίες τιμές του όγκου των πνευμόνων σε υγιή νεαρό ενήλικα

© SIU/Visuals Unlimited

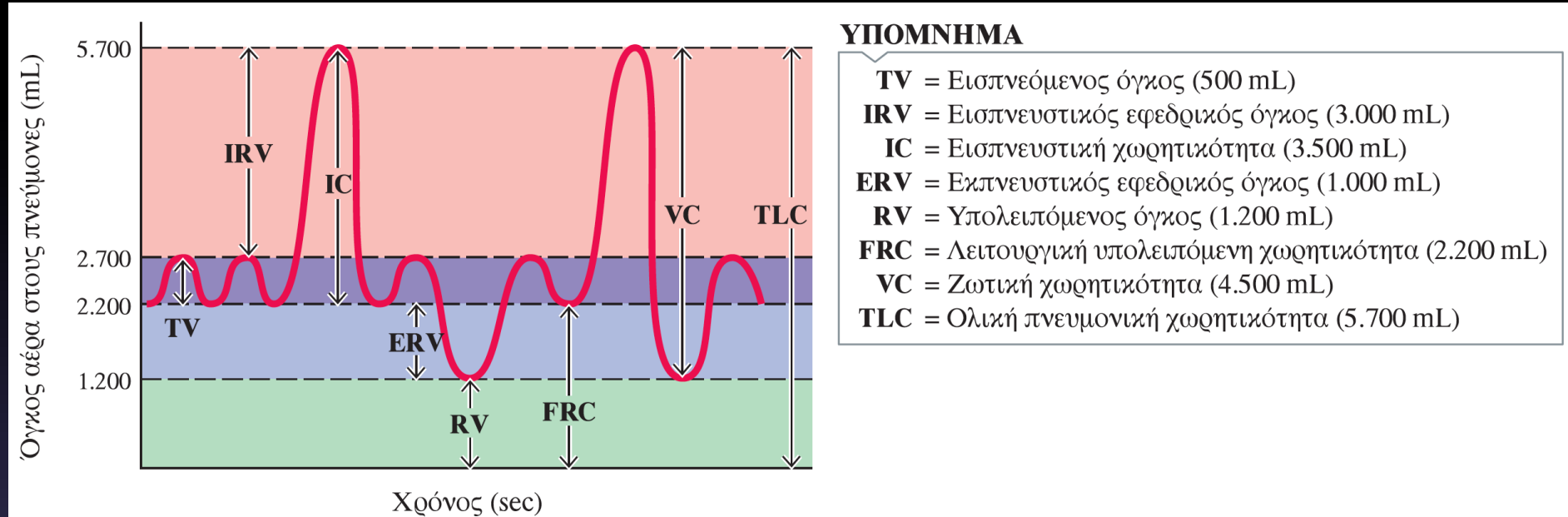
Οι πνευμονικές χωρητικότητες προκύπτουν από την άθροιση δύο ή περισσότερων πνευμονικών όγκων. Οι τιμές είναι ελαφρά χαμηλότερες στις γυναίκες. (Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι ο υπολειπόμενος όγκος δεν μπορεί να μετρηθεί κατά τη σπιρομέτρηση και προσδιορίζεται με άλλη μέθοδο.)

Στατικοί όγκοι του πνεύμονα

- α)** Υπολειπόμενος Όγκος (RV, Residual Volume)
- β)** Λειτουργική Υπολειπόμενη Χωρητικότητα (FRC, Functional Residual Capacity)
- γ)** Ολική Πνευμονική Χωρητικότητα (TLC, Total Lung Capacity)

Η μέτρηση των Στατικών Όγκων γίνεται με Σπιρομέτρηση.

Φυσιολογικοί όγκοι και χωρητικότητες των πνευμόνων



(β) Φυσιολογικές μεταβολές του όγκου των πνευμόνων σε υγιή νεαρό ενήλικα

Οι πνευμονικές χωρητικότητες προκύπτουν από την άθροιση δύο ή περισσότερων πνευμονικών όγκων. Οι τιμές είναι ελαφρά χαμηλότερες στις γυναίκες. (Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι ο υπολειπόμενος όγκος δεν μπορεί να μετρηθεί κατά τη σπιρομέτρηση και προσδιορίζεται με άλλη μέθοδο.)

Οι παράμετροι FEV_1 (L), FVC (L), $FEF_{25\%-75\%}$ (L/sec), έχουν πολύ μεγάλη αξία στην διάγνωση των Αποφρακτικών και των Περιοριστικών Πνευμονικών Παθήσεων.

Απόφραξη στο αναπνευστικό σύστημα σημαίνει ελάττωση της διαμέτρου των βρόγχων.

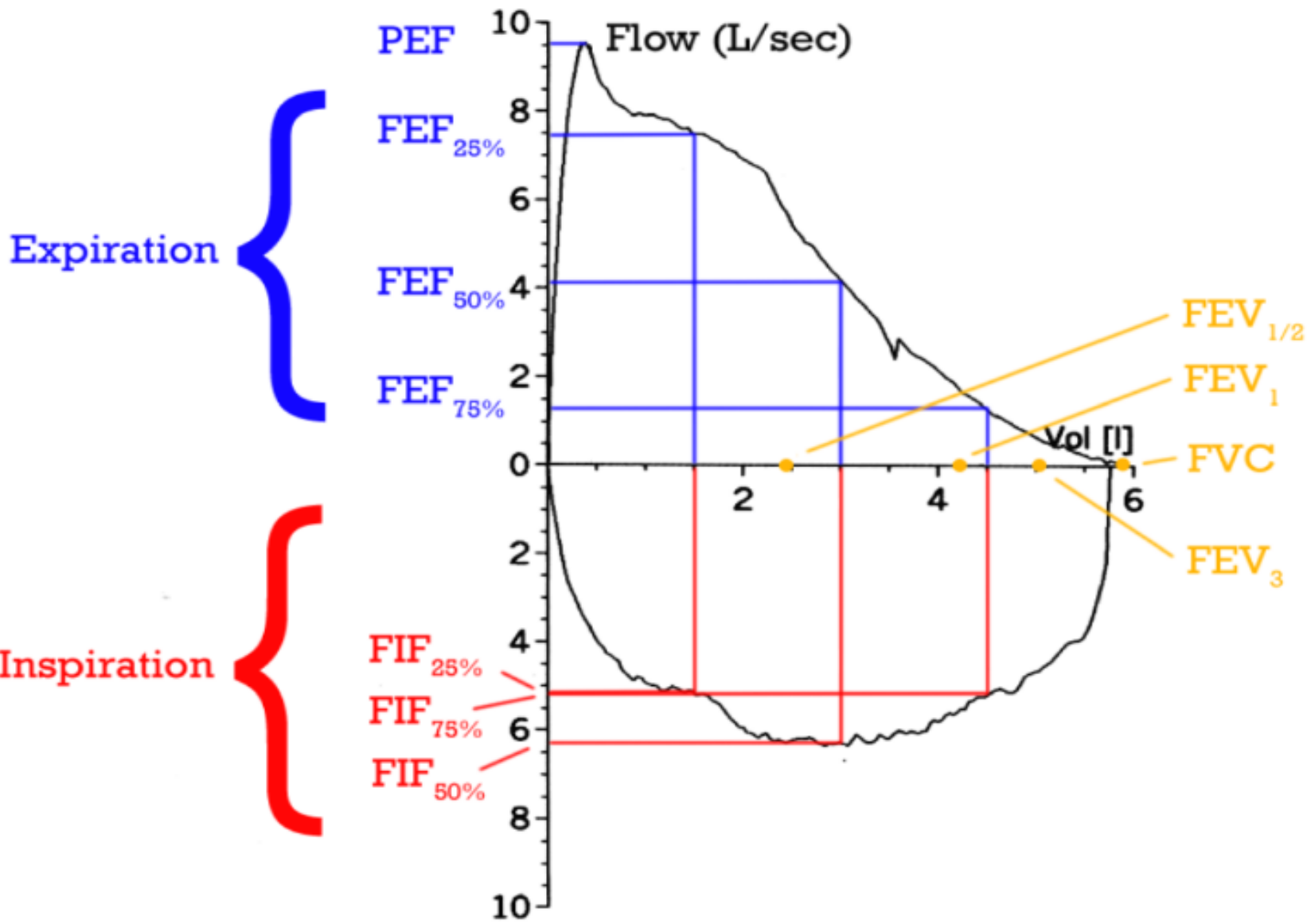
Περιορισμός σημαίνει την βλάβη τμήματος μάζας του πνευμονικού παρεγχύματος το οποίο πλέον εμφανίζει απώλεια επιτέλεσης των μηχανισμών της αναπνευστικής λειτουργίας.

Η διάγνωση είτε για την απόφραξη είτε για τον περιορισμό, τίθεται από τον λόγο FEV_1/FVC .

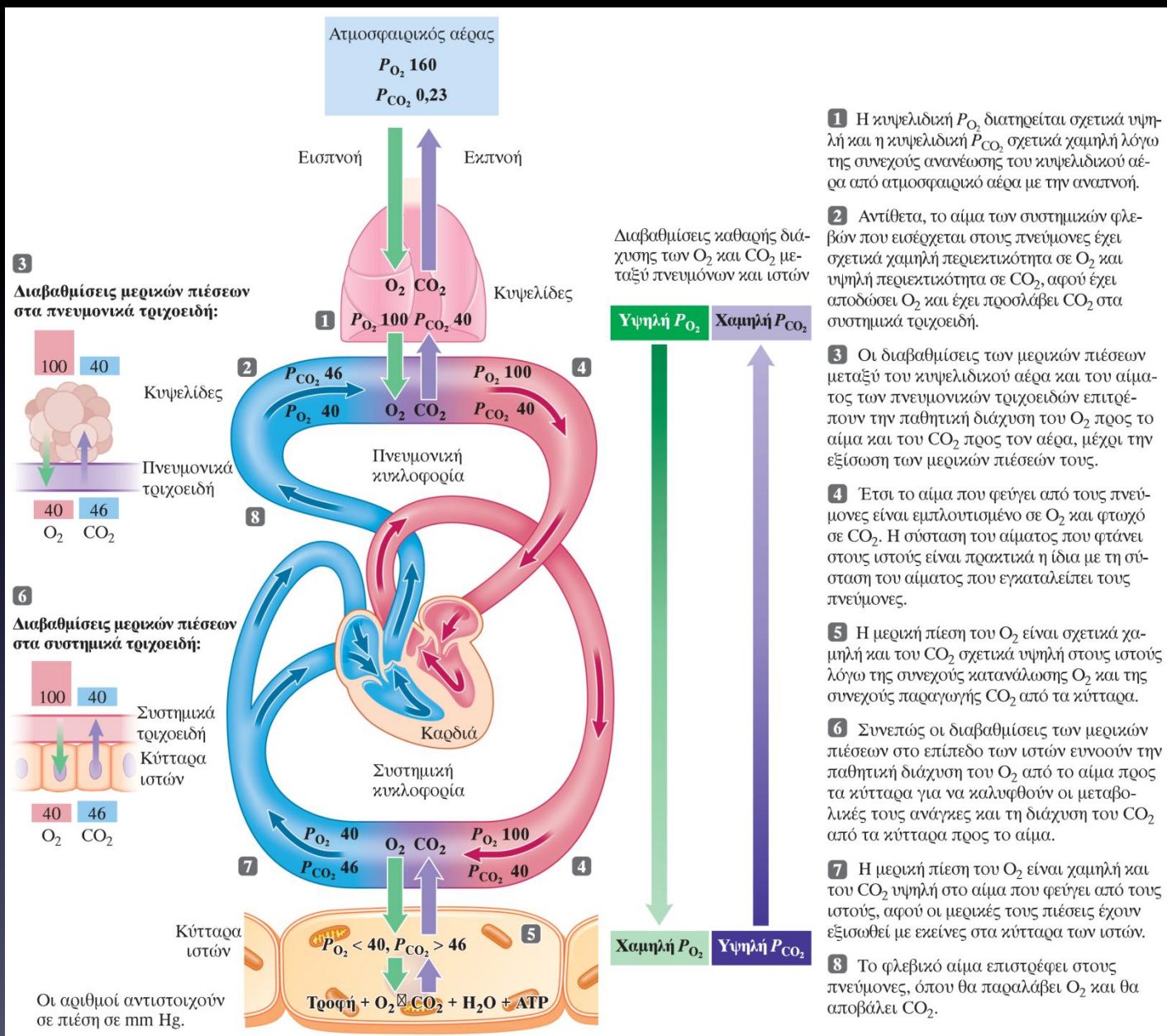
Ο λόγος αυτός ονομάζεται **δείκτης Tiffeneau**.

ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΣΠΙΡΟΜΕΤΡΗΣΗ

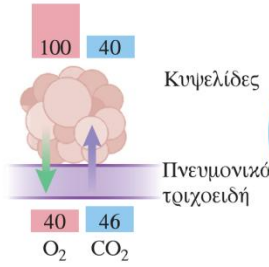
- Spiro = αναπνέω,
η «μέτρηση της αναπνοής»
- Η πιο συχνή από τις δοκιμασίες της αναπνευστικής λειτουργίας
- Μέτρηση του όγκου και της ταχύτητας που ο αέρας βγαίνει από τους πνεύμονες
- 2 γραφικές παραστάσεις: όγκου χρόνου
 ροής - όγκου
- Μέγιστη εισπνευστική προσπάθεια σε βίαιη εκπνοή επιμένοντας.



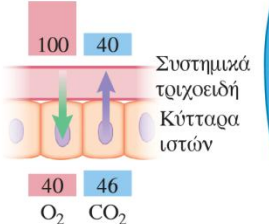
Η ανταλλαγή O₂ και CO₂ στα πνευμονικά και στα συστηματικά τριχοειδή οφείλεται στη διαβάθμιση των μερικών πιέσεών τους



3 Διαβαθμίσεις μερικών πιέσεων στα πνευμονικά τριχοειδή:



6 Διαβαθμίσεις μερικών πιέσεων στα συστηματικά τριχοειδή:



Οι αριθμοί αντιστοιχούν σε πίεση σε mm Hg.

1 Η κυψελιδική P_{O_2} διατηρείται σχετικά υψηλή και η κυψελιδική P_{CO_2} σχετικά χαμηλή λόγω της συνεχούς ανανέωσης του κυψελιδικού αέρα από ατμοσφαιρικό αέρα με την αναπνοή.

2 Αντίθετα, το αίμα των συστηματικών φλεβών που εισέρχεται στους πνεύμονες έχει σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε O_2 και υψηλή περιεκτικότητα σε CO_2 , αφού έχει αποδώσει O_2 και έχει προσλάβει CO_2 στα συστηματικά τριχοειδή.

3 Οι διαβαθμίσεις των μερικών πιέσεων μεταξύ του κυψελιδικού αέρα και του αίματος των πνευμονικών τριχοειδών επιτρέπουν την παθητική διάχυση του O_2 προς το αίμα και του CO_2 προς τον αέρα, μέχρι την εξίσωση των μερικών πιέσεών τους.

4 Έτσι το αίμα που φεύγει από τους πνεύμονες είναι εμπλουτισμένο σε O_2 και φτωχό σε CO_2 . Η σύσταση του αίματος που φτάνει στους ιστούς είναι πρακτικά η ίδια με τη σύσταση του αίματος που εγκαταλείπει τους πνεύμονες.

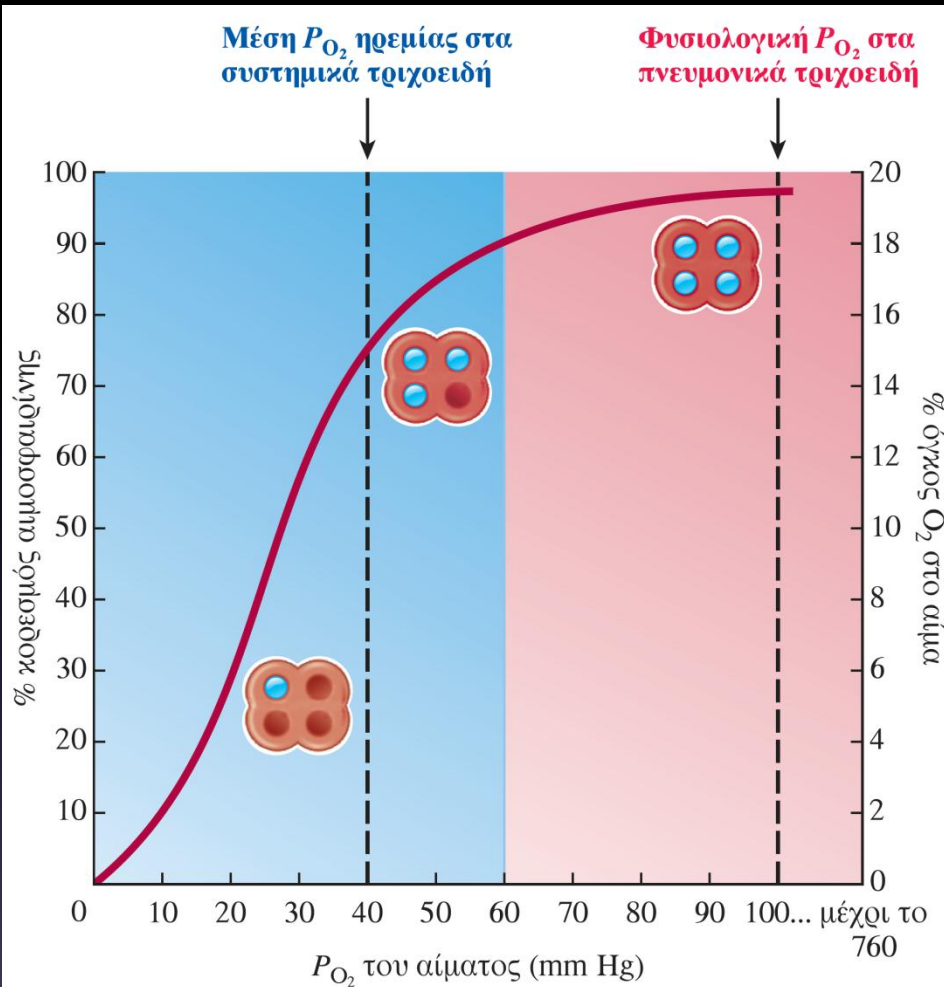
5 Η μερική πίεση του O_2 είναι σχετικά χαμηλή και του CO_2 σχετικά υψηλή στους ιστούς λόγω της συνεχούς κατανάλωσης O_2 και της συνεχούς παραγωγής CO_2 από τα κύτταρα.

6 Συνεπώς οι διαβαθμίσεις των μερικών πιέσεων στο επίπεδο των ιστών ευνοούν την παθητική διάχυση του O_2 από το αίμα προς τα κύτταρα για να καλυφθούν οι μεταβολικές τους ανάγκες και τη διάχυση του CO_2 από τα κύτταρα προς το αίμα.

7 Η μερική πίεση του O_2 είναι χαμηλή και του CO_2 υψηλή στο αίμα που φεύγει από τους ιστούς, αφού οι μερικές τους πιέσεις έχουν εξισωθεί με εκείνες στα κύτταρα των ιστών.

8 Το φλεβικό αίμα επιστρέφει στους πνεύμονες, όπου θα παραλάβει O_2 και θα αποβάλει CO_2 .

Η καμπύλη αποδέσμευσης (κορεσμού) οξυγόνου-αιμοσφαιρίνης (O₂-Hb)



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

● = Μόριο O₂



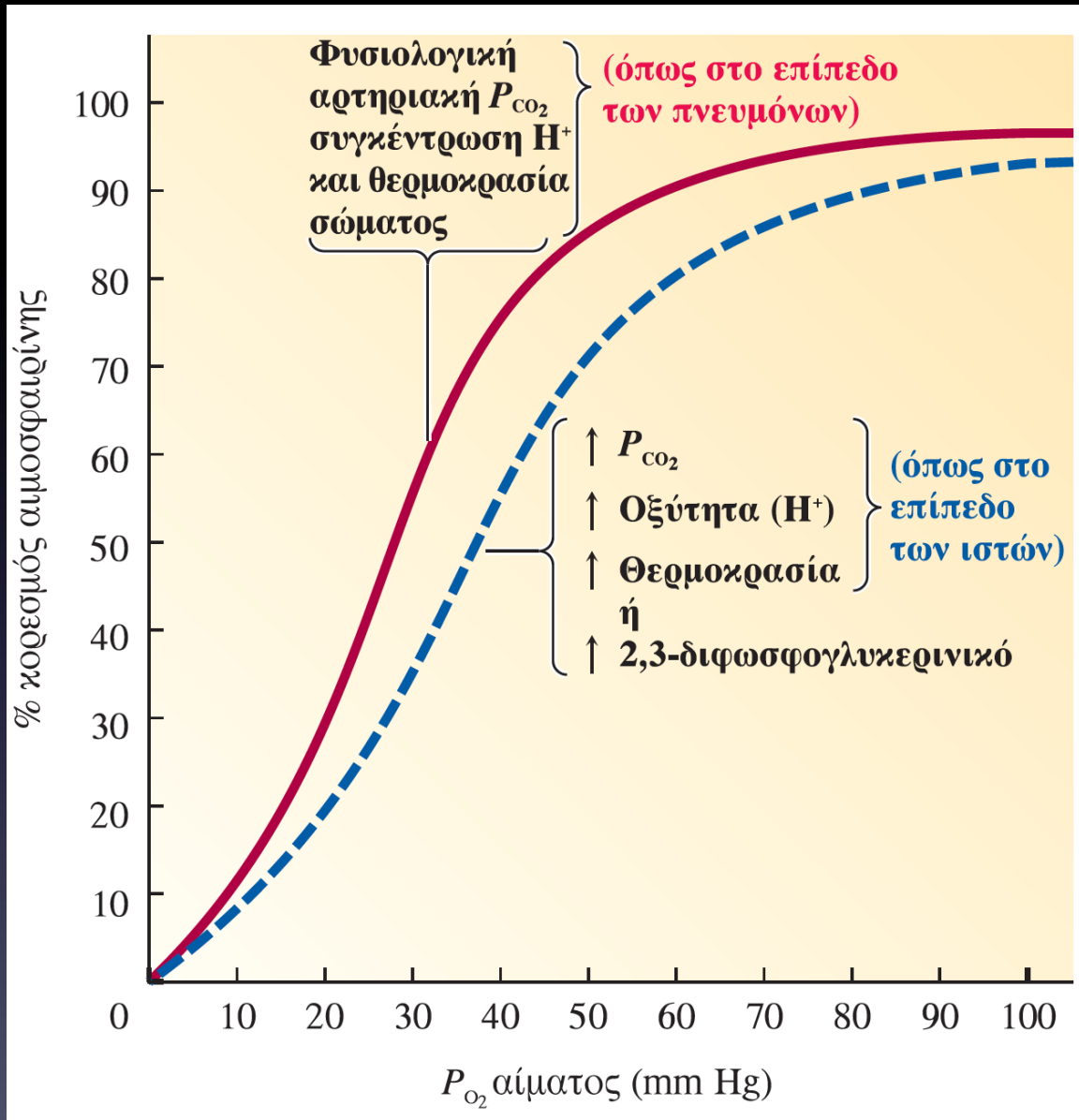
= Μερικά κορεσμένο μόριο αιμοσφαιρίνης



= Πλήρως κορεσμένο μόριο αιμοσφαιρίνης

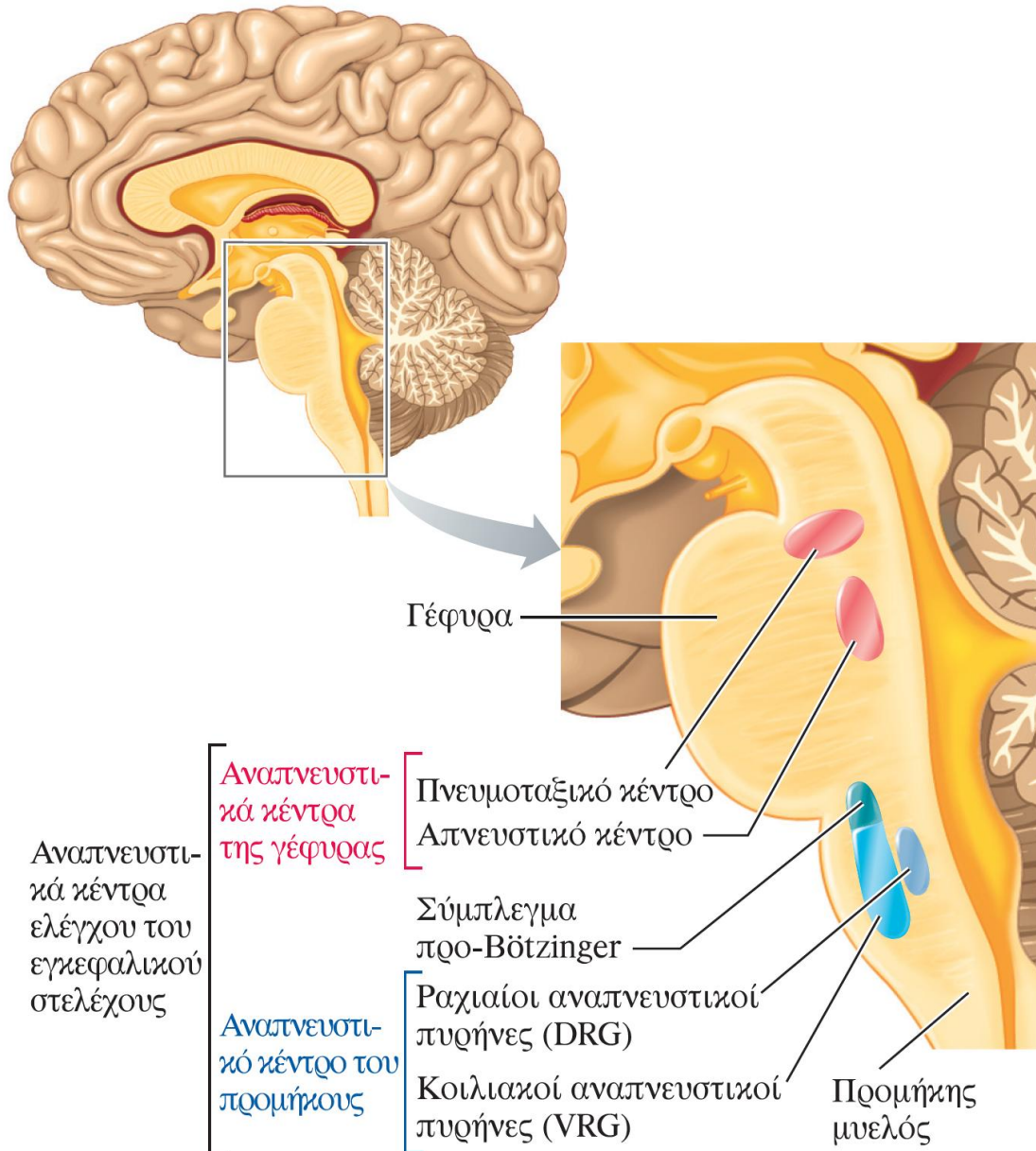
Ο % κορεσμός της αιμοσφαιρίνης (ο κάθετος άξονας στην αριστερή πλευρά του γραφήματος) εξαρτάται από την P_{O_2} του αίματος. Η συνάρτηση μεταξύ των δύο αυτών μεταβλητών αναπαριστάται γραφικά με μια σιγμοειδή καμπύλη που παρουσιάζει ένα επίπεδο τμήμα για τιμές P_{O_2} μεταξύ 60 και 100 mm Hg και ένα απότομα επικλινές τμήμα για τιμές P_{O_2} μεταξύ 0 και 60 mm Hg. Ένας άλλος τρόπος για να περιγράψουμε την επίδραση της P_{O_2} του αίματος στη δέσμευση του O₂ από την αιμοσφαιρίνη είναι το % ποσοστό του O₂ στο αίμα (mL O₂ που είναι δεσμευμένα στην αιμοσφαιρίνη ανά 100 mL αίματος). Η σχέση αυτή περιγράφεται από τον κάθετο άξονα στη δεξιά πλευρά του γραφήματος.

Επίδραση της αύξησης της P_{CO_2} , των H^+ , της θερμοκρασίας και του 2,3-διφωσφογλυκερινικού οξέος στην καμπύλη O_2 -Hb

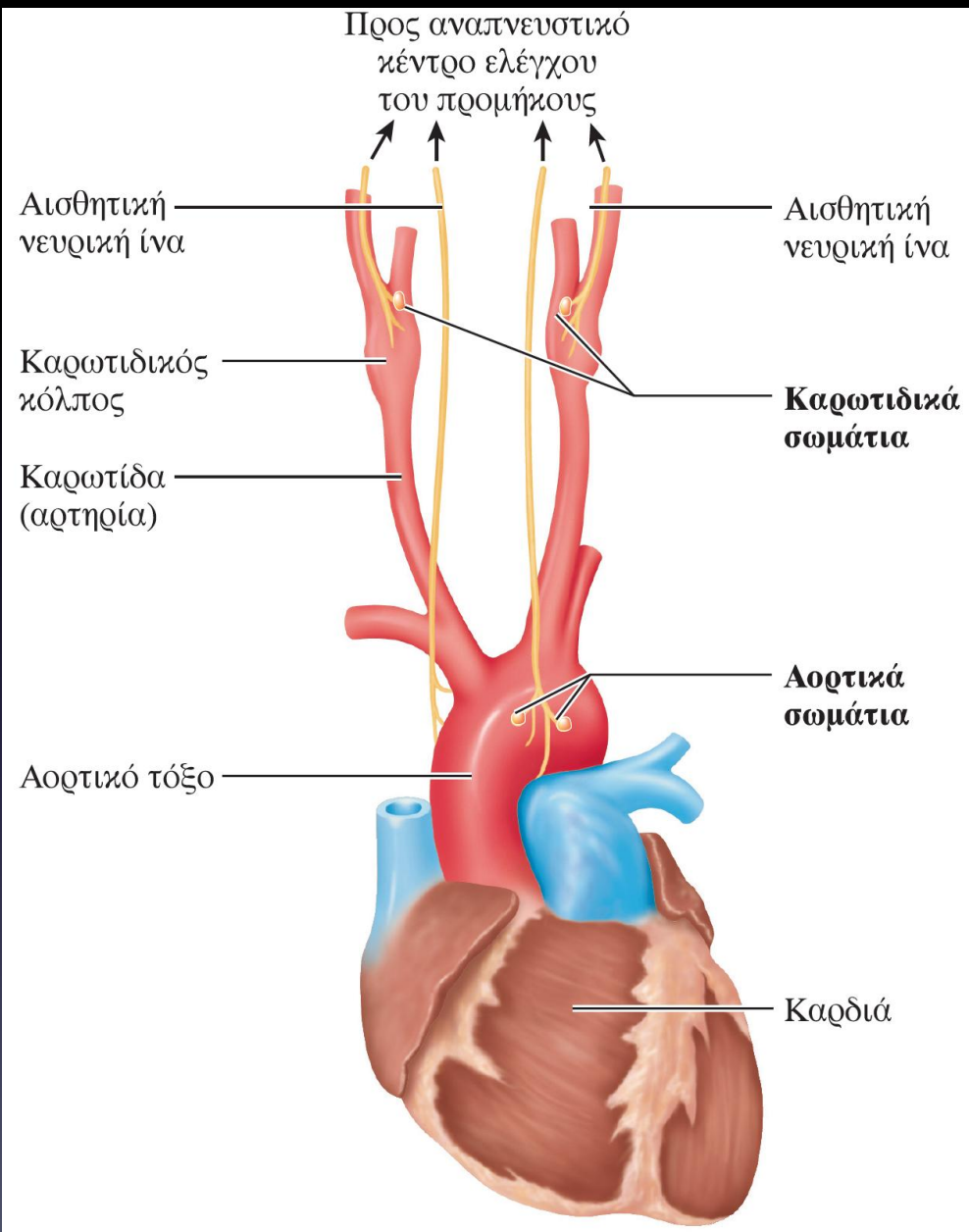


Η αύξηση της P_{CO_2} , της συγκέντρωσης των H^+ και της θερμοκρασίας στους ιστούς μετατοπίζει την καμπύλη O_2 -Hb προς τα δεξιά. Έτσι, λιγότερο O_2 μπορεί να παραμείνει συνδεδεμένο με την Hb για μια δεδομένη P_{O_2} και μεγαλύτερα ποσά O_2 αποδεσμεύονται από την Hb και διοχετεύονται τους ιστούς. Παρομοίως, το 2,3-διφωσφογλυκερινικό οξύ, του οποίου η παραγωγή αυξάνεται στα ερυθρά αιμοσφαίρια όταν τα επίπεδα της HbO_2 μειώνονται χρονίως, μετατοπίζει την καμπύλη O_2 -Hb προς τα δεξιά, αποδεσμεύοντας μεγαλύτερη ποσότητα O_2 στους ιστούς.

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ



Εντόπιση των περιφερικών χημειούποδοχέων



Τα καρωτιδικά σωματίδια εντοπίζονται στον καρωτιδικό κόλπο, ενώ τα αορτικά σωματίδια στο αορτικό τόξο.

Επίδραση της αύξησης της αρτηριακής P_{CO_2} στον αερισμό

