

1

ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Κ. Ζαρογουλίδης

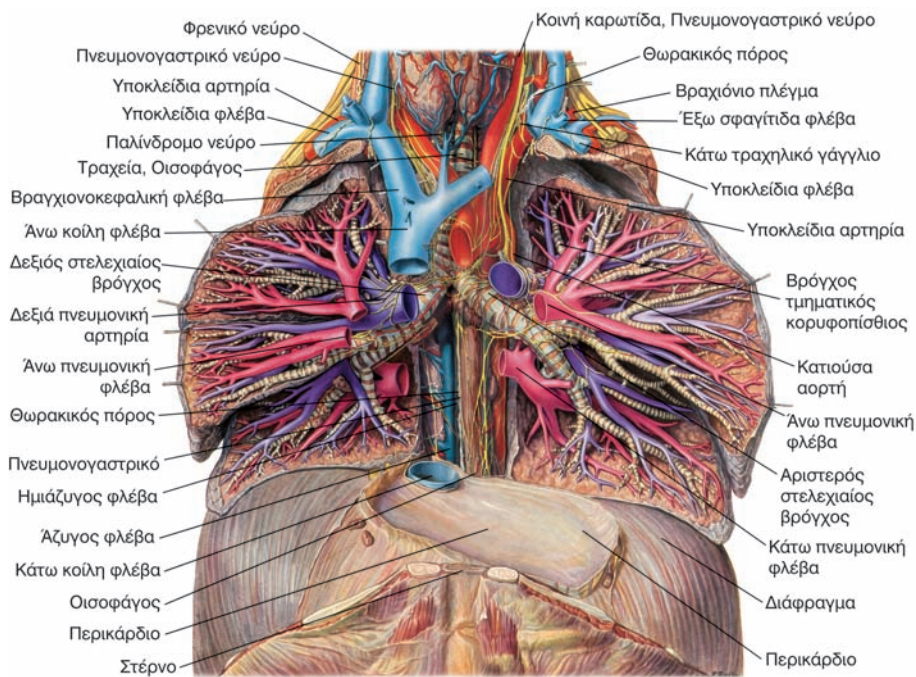
Η θωρακική κοιλότητα περιλαμβάνει τα ζωτικά όργανα της αναπνοής: τους πνεύμονες, την καρδιά, το αγγειοφλεβικό δίκτυο και το λεμφικό δίκτυο.

ΟΙ ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ

Οι πνεύμονες καταλαμβάνουν τη θωρακική κοιλότητα. Ο δεξιός πνεύμονας αποτελείται από τρεις λοβούς, άνω, μέσο και κάτω, ενώ ο αριστερός πνεύμονας αποτελείται από τον άνω και κάτω λοβό. Στον αριστερό πνεύμονα υπάρχει επίσης η γλωσσίδα, η οποία αποτελεί ανατομικό τμήμα του άνω λοβού και είναι το ανάλογο του δεξιού μέσου λοβού. Η κορυφή των πνευμόνων έμπροσθεν βρίσκεται άνω του χόνδρου της πρώτης πλευράς και όπισθεν στο επίπεδο του αυχένα της πρώτης πλευράς. Σε βαθιά εισπνοή οι πνεύμονες εκπτύσσονται 2,5 cm πάνω από τις κλείδες. Κάτωθεν οι πνεύμονες εκτείνονται μέχρι το διάφραγμα. Στον δεξιό πνεύμονα υπάρχουν δύο μεσολόβιες σχισμές: η πλάγια, που χωρίζει τον κάτω λοβό από τον άνω και μέσο, και μια μικρότερη, που χωρίζει τον άνω από τον μέσο λοβό. Στον αριστερό πνεύμονα υπάρχει μόνο η πλάγια μεσολόβιος, που χωρίζει τον άνω από τον κάτω λοβό.

ΟΙ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΕΣ ΠΥΛΕΣ

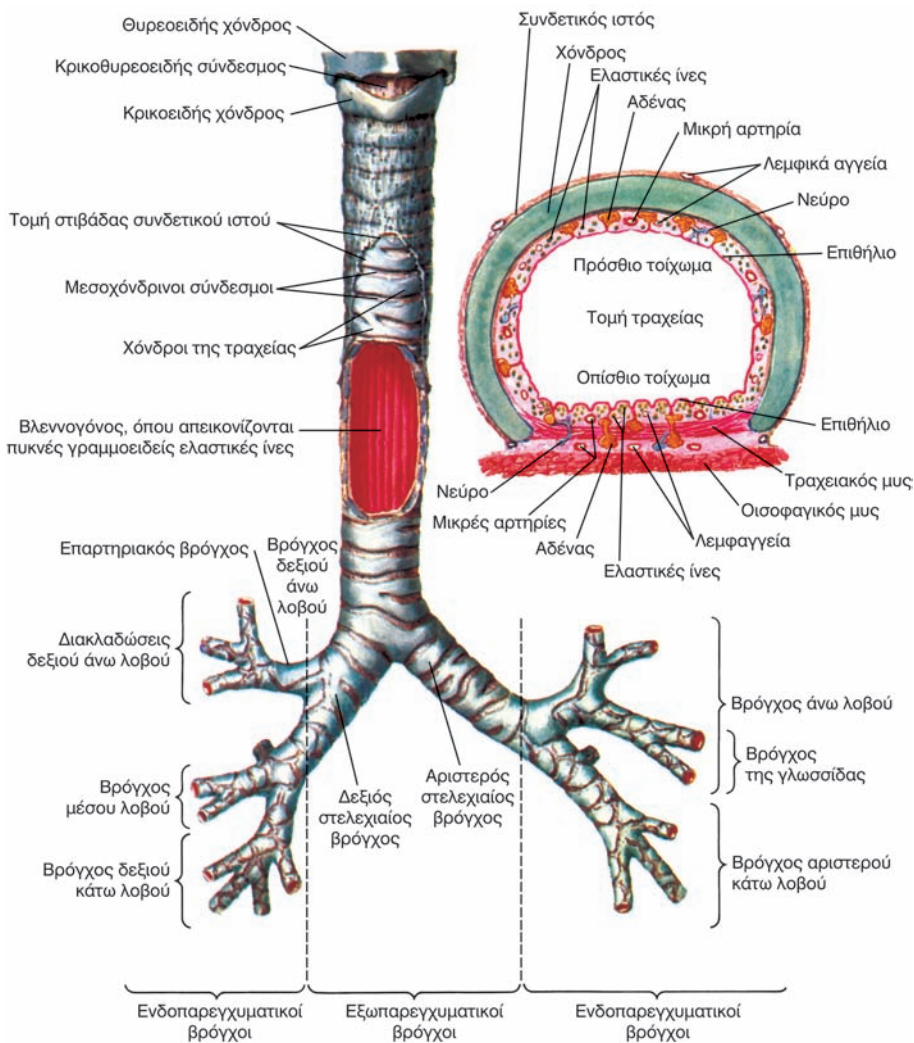
Η αριστερή και δεξιά πνευμονικές πύλες ανευρίσκονται στη μεσότητα περίπου των πνευμόνων και έρχονται σε επαφή με την καρδιά και την τραχεία. Σε κάθε μία πύλη εισέρχονται ή απάγονται ανατομικά στοιχεία στα οποία συμπεριλαμβάνονται οι κύριοι βρόγχοι, πνευμονικές αρτηρίες, άνω και κάτω πνευμονικές φλέβες, βρογχικές αρτηρίες και φλέβες, το αυτόνομο νευρικό δίκτυο, λεμφαγγεία και χαλαρός συνδετικός ιστός (Εικ. 1.1).



Εικόνα 1.1. Μεσοθωρακικές δομές μετά την απομάκρυνση της καρδιάς.

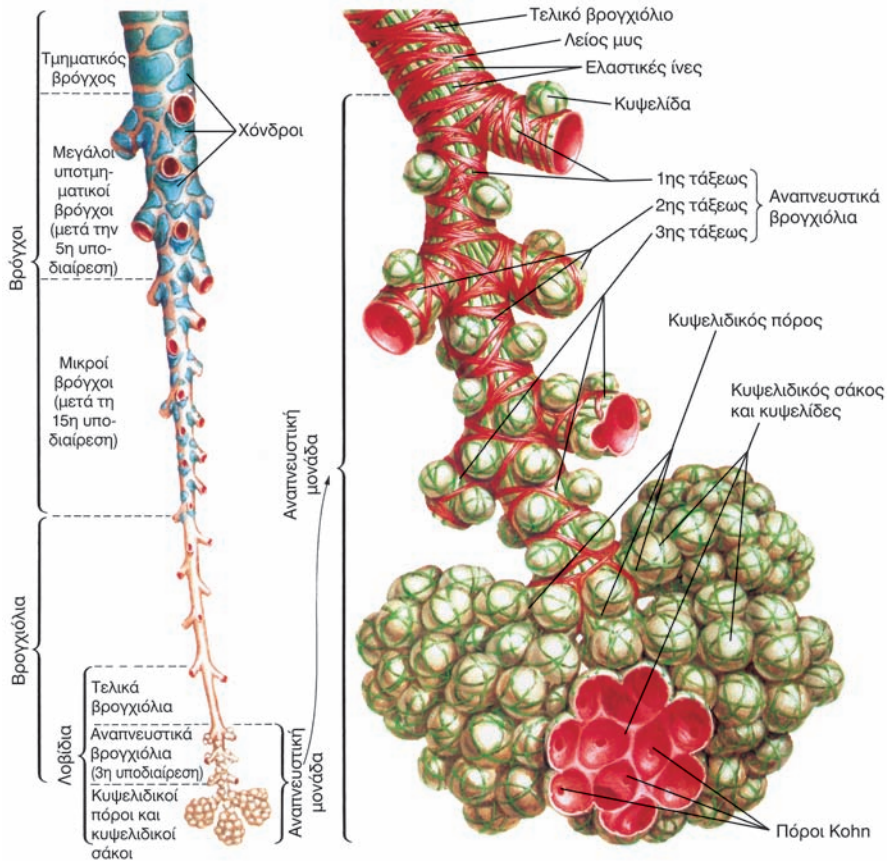
ΟΙ ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ

Οι αεραγωγοί φέρνουν σε επικοινωνία τις τελικές αναπνευστικές μονάδες με τον έξω κόσμο (ατμόσφαιρα). Η τραχεία είναι ένας ινοχόνδρινος σωλήνας μήκους περί τα 10-11 cm και περιβάλλεται μπροστά και πλάγια από 16-20 πεταλοειδείς χόνδρινους κρίκους, οι οποίοι στο πίσω μέρος κλείνουν με επίπεδο υμενώδες τοίχωμα. Η τραχεία διαιρείται σε δύο κύριους βρόγχους, έναν για κάθε πνεύμονα (Εικ. 1.2). Κάθε κύριος βρόγχος, συνεχίζοντας να διαιρείται, δίνει στον δεξιό πνεύμονα δέκα τμηματικούς (τρεις για τον άνω, τρεις για τον μέσο και πέντε για τον κάτω λοβό). Για τον αριστερό πνεύμονα δίνει εννέα τμηματικούς (τρεις για τον άνω, δύο για τη γλωσσίδα και τέσσερις για τον κάτω λοβό), καθώς λόγω της καρδιάς λείπει ο μέσος λοβός αριστερά. Οι διαιρέσεις της τραχείας και των βρόγχων αναφέρονται στον Πίνακα 1.1, 1.2 και στην Εικόνα 1.4. Ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι χόνδρου, οι αεραγωγοί διαιρούνται σε βρόγχους και βρογχιόλια. Τα βρογχιόλια στερούνται χόνδρου και είναι ανεπτυγμένα μεταξύ τελικής διαίρεσης των βρόγχων (τελικό βρογχιόλιο, το οποίο διαθέτει κροσσωτό επιθήλιο αλλά στερείται κυψελίδων) και κυψελίδων. Τα τελικά βρογχιόλια υποδιαιρούνται στα αναπνευστικά βρογχιόλια, τα οποία χαρακτηρίζονται από την πα-



Εικόνα 1.2. Δομική κατασκευή της τραχείας και των κύριων βρόγχων (από Netter).

ρουσία κυψελίδων στο τοίχωμά τους. Το καθένα από αυτά διαιρείται σε αναπνευστικά βρογγιόλια 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} τάξεως. Αυτά εμφανίζουν πλάγιες εκκολπώσεις, τους κυψελιδικούς πόρους, τα τοιχώματα των οποίων αποτελούνται εξ ολοκλήρου από κυψελίδες, ενώ καταλήγουν στους κυψελιδικούς σάκους (Εικ. 1.3). Οι κυψελίδες είναι το σημείο που επιτελείται η πρόσληψη του O₂ και η αποβολή του CO₂. Το τοίχωμα των κυψελίδων είναι πολύ λεπτό και αποτελείται από αναπνευστικά κύτταρα τύπου



Εικόνα 1.3. Ανατομική διαίρεση του βρογχικού δένδρου έως και την αναπνευστική μεμβράνη (από Netter).

I και II. Το πνευμονικό λοβίδιο αποτελεί τη μικρότερη ανατομική μονάδα του πνεύμονα. Έχει τρισδιάστατο σχήμα με διάμετρο 1-2,5 cm και περιβάλλεται από διαφραγμάτια συνδετικού ιστού. Τα μεσολόβια διαφράγματα αποτελούν μέρος του διάμεσου συνδετικού ιστού του πνεύμονα και όταν βρίσκονται περιφερικά, καταλήγουν στο περισπλάχιο πέταλο του υπεζωκότα. Το παρέγχυμα του πνευμονικού λοβιδίου αποτελείται από κυψελίδες, αναπνευστικά βρογχόλια, κυψελιδικούς πόρους και σάκους. Κεντρικά διέρχεται πνευμονικό αρτηρίδιο της πνευμονικής αρτηρίας και το τελικό βρογχόλιο. Μέσα στα διαφραγμάτια πορεύονται φλέβες και λεμφαγγεία. Ο διάμεσος ιστός που περιβάλλει όλα τα παραπάνω αποτελεί τον συνδετικό κρίκο με τον κεντρολοβιακό (αξονικό) διάμεσο συνδετικό ιστό.

Πίνακας 1.1. Ονοματολογία των βρογχοπνευμονικών τμημάτων.

Όνομα	Αριθμός	Διάμετρος (mm)	Εμβαδόν διατομής (cm ²)
Τραχεία	1	25	5
Βασικοί βρόγχοι	2	11-19	3,2
Λοβιακοί βρόγχοι	5	4,5-13,5	2,7
Τμηματικοί βρόγχοι	19	4,5-6,5	3,2
Υποτμηματικοί βρόγχοι	38	3-6	6,6
Τελικοί βρόγχοι	1.000	1	7,9
Τελικά βρογχιόλια	35.000	0,65	116
Τελικά αναπνευστικά βρογχιόλια	630.000	0,45	1.000
Κυψελιδικόί πόροι και σάκι	4×10 ⁶	0,4	17.100
Κυψελίδες	300×10 ⁶	0,25-0,30	700.000

(εμβαδόν επιφάνειας)

Thurlbeck WM. Chronic obstructive lung disease. In: Sommers SC, ed. Pathology Annual. Vol.3. New York: Appleton-Century-Crofts, 1968.

ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ ΑΓΓΕΙΩΣΗ ΚΑΙ ΛΕΜΦΙΚΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ

Η πνευμονική αρτηρία εκφύεται από τον αριστερό κώνο της δεξιά κοιλίας και κάτω από το αορτικό τόξο αποσχιζεται σε δύο κλάδους, έναν κλάδο για κάθε πνεύμονα. Οι πνευμονικές αρτηρίες (οι οποίες μεταφέρουν το φλεβικό αίμα από τη δεξιά κοιλία της καρδιάς στους πνεύμονες) ακολουθούν τις διαιρέσεις του βρογχικού δέντρου και διαιρούμενες συνεχώς στο τέλος καταλήγουν στα κυψελιδικά τριχοειδή, σχηματίζοντας ένα εκτεταμένο δίκτυο συγκοινωνούντων καναλιών κατά μήκος των κυψελιδικών τοιχωμάτων. Μετά την ανταλλαγή των αερίων στις κυψελίδες το οξυγονωμένο αίμα μεταφέρεται από τα πνευμονικά τριχοειδή, τα οποία στη διαδρομή συνενώνονται και σχηματίζουν τις τέσσερις μεγάλες πνευμονικές φλέβες, δύο για κάθε πνεύμονα, οι οποίες καταλήγουν στον αριστερό κόλπο. Οι κλάδοι της πνευμονικής αρτηρίας πορεύονται μαζί με τον βρόγχο και εισέρχονται στο κέντρο της ανατομικής μονάδας του πνεύμονα, το αναπνευστικό λοβίδιο. Αντίθετα, οι κλάδοι της πνευμονικής φλέβας φέρονται περιφερικά.

ΟΙ ΒΡΟΓΧΙΚΕΣ ΑΡΤΗΡΙΕΣ

Η δεξιά βρογχική αρτηρία εκφύεται από την τρίτη ή τέταρτη μεσοπλεύρια αρτηρία, ενώ η αριστερή από την αορτή. Σε σπάνιες περιπτώσεις η δεξιά βρογχική αρτηρία μπορεί να εκφύεται από την υποκλείδια και αυτό έχει μεγάλη σημασία σε περίπτωση αθρόας αιμόπτυσης, που απαιτείται εμβολισμός της βρογχικής αρτηρίας. Οι βρογχικές φλέβες αποχετεύουν το αίμα της βρογχικής κυκλοφορίας δεξιά στην άζυγο και αριστερά στην ημιάζυγο φλέβα.



Εικόνα 1.4. Βρογχοπνευμονικά τμήματα.

Η ΝΕΥΡΩΣΗ ΤΟΥ ΠΝΕΥΜΟΝΑ

Η νεύρωση του πνεύμονα επιτελείται μέσω δύο συστημάτων. Το παρασυμπαθητικό (χολινεργικό) σύστημα είναι υπεύθυνο για τον βρογχοπνευμονικό τόνο των αεραγωγών. Προέρχεται από το δίκτυο του πνευμονογαστρικού νεύρου και η διέγερσή του έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση βρογχοσπασμής των λείων μυϊκών ινών του τοιχώματος των αεραγωγών. Επίσης, λόγω χορήγησης νευρικών ινών στους υποβλεννογόνιους αδένες και τα καλικοειδή κύτταρα των αεραγωγών, η διέγερσή του προκαλεί αυξημένη παραγωγή βλέννης. Το συμπαθητικό (αδρενεργικό) σύστημα ελέγχει τον

Πίνακας 1.2. Ονοματολογία των βρογχοπνευμονικών τμημάτων της εικόνας 1.**Δεξιός Πνεύμονας**

Άνω λοβός	Κορυφαίος	1
	Πρόσθιος	2
	Οπίσθιος	3
Μέσος λοβός	Πλάγιος	4
	Μέσος	5
Κάτω λοβός	Κορυφαίος του κάτω	6
	Μέσος βασικός	7
	Πρόσθιος βασικός	8
	Πλάγιος βασικός	9
	Οπίσθιος βασικός	10

Αριστερός Πνεύμονας

Άνω λοβός	Άνω τμήμα	Κορυφο-οπίσθιος	1-3
		Πρόσθιος	2
Κάτω τμήμα	Κάτω	Κορυφαίος του κάτω	4
		Κάτω	5
Κάτω λοβός	Κάτω	Κορυφαίος του κάτω	6
		Μέσος βασικός	7
		Πρόσθιος βασικός	8
		Πλάγιος βασικός	9
		Οπίσθιος βασικός	10

συμπαθητικό τόνο των αεραγωγών μέσω των Β₂ υποδοχέων των λείων μυϊκών ινών των αεραγωγών. Η διέγερσή του οδηγεί σε βρογχοδιαστολή.

Τα μεσοθωρακικά λεμφαγγεία αποχετεύουν τη λέμφο στους οπίσθιους λεμφαδένες και καταλήγουν στον θωρακικό πόρο. Ο σπλαχνικός υπεζωκότας αρδεύεται από τα βρογχικά αγγεία και η λεμφική αποχέτευση γίνεται μέσω των μεσοθωρακικών και περιβρογχικών λεμφαγγείων. Ο τοιχωματικός υπεζωκότας νευρώνεται από τα νεύρα της περιοχής και περιλαμβάνει ίνες πόνου.

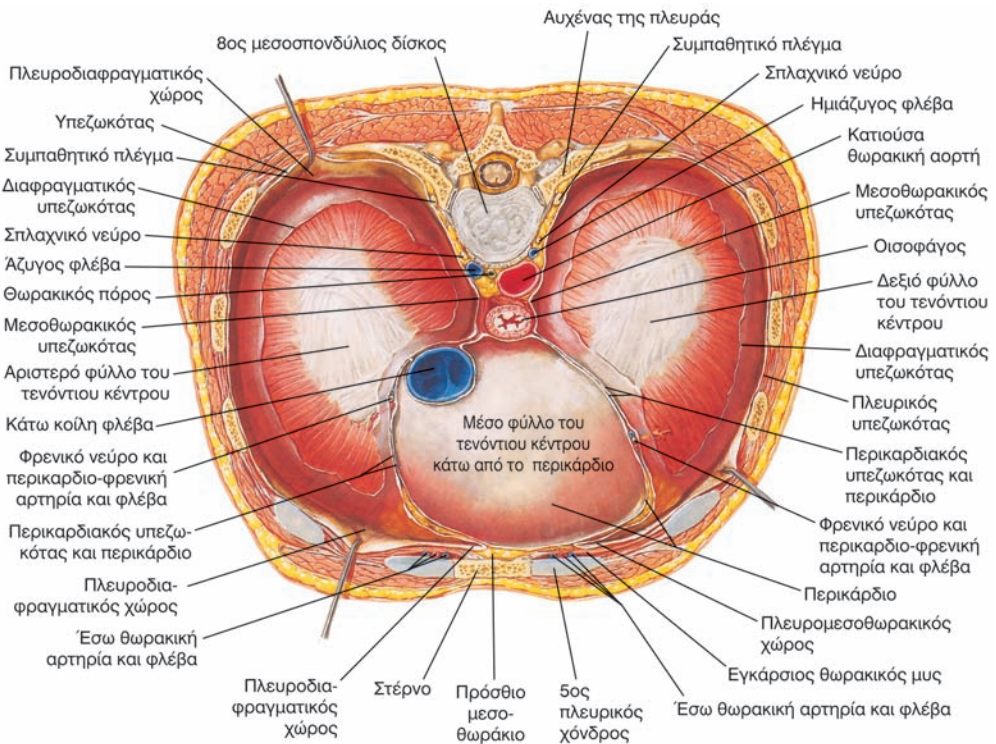
Ο ΥΠΕΖΩΚΟΤΑΣ

Οι πνεύμονες καλύπτονται από μια πολύ λεπτή σαρκοειδή μεμβράνη, τον υπεζωκότα. Η εσωτερική επιφάνεια της σαρκοειδούς μεμβράνης έρχεται σε άμεση επαφή με τους πνεύμονες και ονομάζεται περισπλάχνιος υπεζωκότας. Η εξωτερική επιφάνεια έρχεται σε επαφή με το θωρακικό τοίχωμα. Μεταξύ τους τα δύο αυτά πέταλα του υπεζωκοτικού σάκου σχηματίζουν υπεζωκοτική κοιλότητα, στην οποία φυσιολογικά

ανιχνεύεται ελάχιστη ποσότητα υγρού. Ο υπεζωκότας τροφοδοτείται από τα δικά του περιοχικά αγγεία. Το άνω μέρος τροφοδοτείται από τις βρογχικές αρτηρίες, ο πλευροτοιχωματικός υπεζωκότας τροφοδοτείται από τις μεσοπλεύριες και ο διαφραγματικός από το αγγειακό πλέγμα της επιφάνειας του διαφράγματος. Η απαγωγή του φλεβικού αίματος γίνεται μέσω των αντίστοιχων φλεβών και καταλήγει στην κοίλη φλέβα.

ΤΟ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ

Το διάφραγμα είναι ένας ινομυώδης, λεπτός, θολωτός μυς, που χωρίζει τον θωρακικό κλωβό από την κοιλιακή κοιλότητα (Εικ. 1.5). Παιζει σημαντικό ρόλο στον μηχανισμό της αναπνοής. Έχει τρία τρήματα, από τα οποία διέρχονται η κάτω κοίλη φλέβα, ο οισοφάγος και η θωρακική αορτή στο ύψος του 8^{ου}, 10^{ου} και 12^{ου} θωρακικού σπονδύλου αντίστοιχα. Αγγειώνεται από τις πέντε κατώτερες μεσοπλεύριες αρτηρίες, την υποπλεύρια και τη φρενική. Αποχετεύει μέσω των φρενικών φλεβών, που καταλήγουν στην κάτω κοίλη φλέβα. Νευρώνεται από το φρενικό νεύρο.



Εικόνα 1.5. Ανατομία του διαφράγματος (από Netter).

ΤΟ ΜΕΣΟΘΩΡΑΚΙΟ

Είναι ο χώρος μεταξύ των δύο πνευμόνων. Προς τα άνω ορίζεται από το άνοιγμα του θωρακικού κλωβού, προς τα κάτω από το διάφραγμα, έμπροσθεν από το στέρνο και όπισθεν από τη σπονδυλική στήλη (Εικ. 1.6):

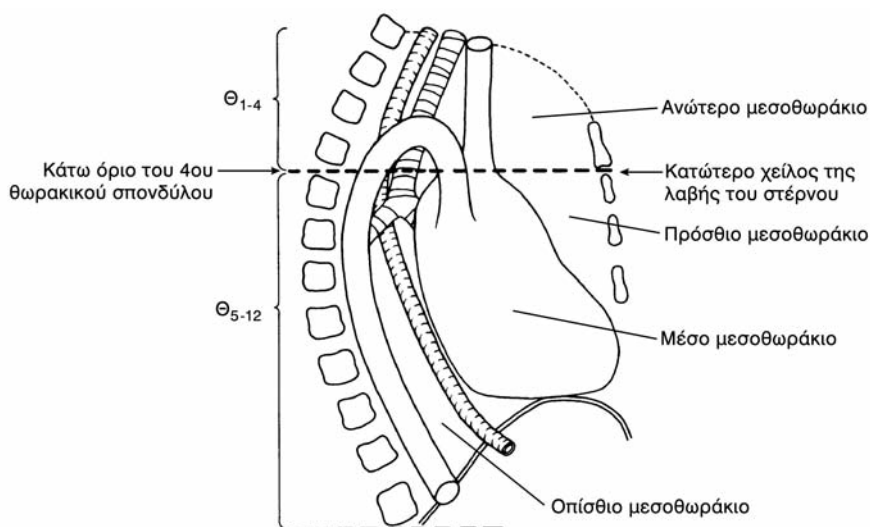
Διακρίνεται σε:

Πρόσθιο. Βρίσκεται μεταξύ της οπίσθιας επιφάνειας του στέρνου μέχρι την καρδιά και τα μεγάλα αγγεία. Περιλαμβάνει τον θύμο αδένα, λεμφαδένες, λιπώδη και συνδετικό ιστό.

Οπίσθιο. Οριοθετείται από τα οπίσθια όρια της καρδιάς και της τραχείας προς τα εμπρός και από τα σώματα των θωρακικών σπονδύλων προς τα πίσω. Περιλαμβάνει την κατιούσα αορτή, την άζυγο φλέβα, τον οισοφάγο, αυτόνομα γάγγλια και νεύρα, τον θωρακικό λεμφικό πόρο και λεμφαδένες.

Μεταξύ πρόσθιου και οπίσθιου μεσοθωρακίου βρίσκεται το **μέσο** μεσοθωράκιο. Περιλαμβάνει την καρδιά, την ανιούσα αορτή και το αορτικό τόξο, τις βρογχοκεφαλικές φλέβες, τις κύριες πνευμονικές αρτηρίες και φλέβες, την κοίλη φλέβα, λεμφαδένες, την τραχεία και κύριους βρόγχους.

Άνω. Βρίσκεται μεταξύ του άνω ανοίγματος του θωρακικού κλωβού και της νοητής ευθείας που φέρεται ως εφαπτόμενη του αορτικού τόξου.



Εικόνα 1.6. Υποδιαίρεσεις μεσοθωρακίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Richard Bordow RA, Stool EW, Moser KM. Manual of clinical problems in Pulmonary Medicine. USA: Little, Brown and Co, 1980.
2. Brewis RAL, Gibson GJ, Gedles DM. Respiratory Medicine. London: Bailliere Tindall, 1990.
3. Crofton and Douglas's. Respiratory Diseases. 4th ed. UK: Blackwell Scientific Publications, 1989.
4. Felson BQ. Chest Roentgenology. Philadelphia: W.B. Sanders Co, 1973.
5. Chest. 3rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Co, 1988.
6. Meschan I. Rontgen Signs in clinical practice. Philadelphia: W.B. Saunders Co, 1967.
7. Netter FH. The CIBA collection of Medical Illustrations, Respiratory system. 1980, vol 7.
8. Hofer M. CT Teaching Management Manual. 3rd ed. Thieme Medical Publishers Inc, 2007.
9. Lange S, Stark P. Radiology of Chest Diseases. Thieme Medical Publishers Inc, 1990.