



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Πνευμονικό αγγειακό δίκτυο

Ενότητα 5: Πνευμονικό αγγειακό δίκτυο

Κωνσταντίνος Σπυρόπουλος, Καθηγητής

Σχολή Επιστημών Υγείας

Τμήμα Ιατρικής

Πνευμονικό αγγειακό δίκτυο

- Η πνευμονική κυκλοφορία αρχίζει από τη δεξιά κοιλία και τελειώνει διά των πνευμονικών φλεβών στον αριστερό κόλπο.
- Η πνευμονική κυκλοφορία είναι σύστημα χαμηλών πιέσεων (περίπου $1/3$ της συστηματικών).



Πιέσεις πνευμονικής κυκλοφορίας

- Η πίεση της πνευμονικής αρτηρίας (P_{PA}) είναι φυσιολογικά 25 mmHg κατά τη συστολή και 9 mmHg κατά τη διαστολή.
- Η P_{PA} μετράται κανονικά με την εισαγωγή καθετήρα εντός της πνευμονικής αρτηρίας και της ενσφήνωσής του σε μικρή περιφερική πνευμονική αρτηρία.
- Η πίεση στην κορυφή του ενσφηνωμένου καθετήρα λέγεται πίεση ενσφήνωσης (P_{PW}). Η πίεση αυτή αντικατοπτρίζει την πίεση εντός του αριστερού κόλπου (P_{LA}) και είναι 5-10 mmHg.



Αντίσταση πνευμονικών αρτηριών

- Μετράται με την εξίσωση:
 - $PVR = (P_{PA} - P_{LA}) / Q_T$
 - P_{PA} = πίεση πνευμονικής, P_{LA} = πίεση αριστερού κόλπου, Q_T = αιματική ροή
- Η φυσιολογική της τιμή είναι 0,1 mmHg/l/min
- Η PVR μεταβάλλεται σε όλες τις φάσεις της αναπνευστικής λειτουργίας, γιατί κατά τις φάσεις αυτές άλλα αγγεία διατείνονται και άλλα πιέζονται.
- Η αιματική ροή εξαρτάται από τον καρδιακό ρυθμό και από τα πνευμονικά αγγεία.
 - Αγγειοσυσπαστικοί παράγοντες και η υποξία μπορεί να μειώσουν το εύρος τους.



Εξωκυψελιδικά αγγεία

- Επηρεάζονται κυρίως από την ενδοϋπεζωκοτική και όχι από την ενδοκυψελιδική πίεση.
- Οι πιέσεις αυτές εξαρτώνται από τις δυνάμεις ελαστικής επαναφοράς του πνεύμονα.
- Η μείωση της ενδοϋπεζωκοτικής πίεσης, όπως αυτό γίνεται στο επίπεδο της TLC, προκαλεί διαστολή αυτών των αγγείων. Το αντίθετο συμβαίνει στο επίπεδο του RV.



Κυψελιδικά αγγεία

- Τα κυψελιδικά αγγεία είναι τα τριχοειδή που βρίσκονται εντός των κυψελιδικών διαφραγμάτων.
- Περιβάλλονται από κυψελίδες και επηρεάζονται κυρίως από την κυψελιδική πίεση και όχι από την ενδοϋπεζωκοτική.
- Κατά την έκπτυξη του πνεύμονα από το επίπεδο του RV στο επίπεδο της TLC, η αντίσταση των κυψελιδικών αγγείων προοδευτικά αυξάνεται, ενώ η αντίσταση των εξω-κυψελιδικών προοδευτικά μειώνεται.



Κατανομή αιματικής ροής πνεύμονα

- Λόγω της βαρύτητας η ενδοαγγειακή πίεση είναι μικρότερη στην κορυφή και μέγιστη στη βάση του πνεύμονα. Έτσι προκύπτουν οι ακόλουθες ζώνες του πνεύμονα:
 - Ζώνη 1: $P_{alv} > P_{PA} > P_{PV}$
 - Ζώνη 2: $P_{PA} > P_{alv} > P_{PV}$
 - Ζώνη 3: $P_{PA} > P_{PV} > P_{alv}$



Απάντηση πνευμονικών αγγείων στην υποξία

- Όταν η κυψελιδική PO_2 είναι μικρότερη από 70 mmHg επέρχεται αγγειοσύσπαση των πνευμονικών αγγείων και κυρίως των μικρών προτριχοειδικών αρτηριολίων.
- Η υποξία στον πνεύμονα προκαλεί αγγειόσπασμο, ενώ στη συστηματική κυκλοφορία προκαλεί αγγειοδιαστολή. Αυτή η αγγειοσύσπαση βοηθά στην ανακατανομή του αίματος προς περιοχές που έχουν καλύτερο αερισμό.
- Σε χρόνια υποξία επέρχεται remodeling του αγγειακού δικτύου.
- Αγγειοσύσπαση προκαλούν: νορεπινεφρίνη, αγγειοτενσίνη II, ισταμίνη, ενδοθηλίνη, λευκοτριένια.
- Αγγειοδιαστολή προκαλούν: ακετυλοχολίνη, βραδυκινίνη, προσταγλανδίνη E_1 .



Ανταλλαγή ουσιών στον πνεύμονα

- Η διακίνηση του υγρού στα τριχοειδή του πνεύμονα γίνεται βάσει των δυνάμεων Starling:
 - $J_v = K_1 * (P_c - P_i) - K_2 * (\Pi_c - \Pi_i)$
- Από το συνολικό όγκο του πλάσματος που περιέχεται στο πνευμονικό αγγειακό δίκτυο διηθείται το 2-5% και από αυτό το 80-90% απορροφάται και πάλι στα τριχοειδή και τα φλεβίδια. Το υπόλοιπο υγρό εισέρχεται στα λεμφαγγεία.



Ανταλλαγή ουσιών στον πνεύμονα

- Διάχυση:
 - Μέσω αυτής μεταφέρονται διαλυμένες ουσίες και αέρια διαμέσου της μεμβράνης. Η διάχυση εξαρτάται από το μοριακό βάρος.
- Δίαυλοι:
 - Βοηθούν στην ανταλλαγή ορισμένων ουσιών και ιόντων.
- Τριχοειδο-κυψελιδική μεμβράνη:
 - Απαρτίζεται από τα ενδοθηλιακά και τα επιθηλιακά κύτταρα και το διάμεσο χώρο. Εκεί γίνεται η ανταλλαγή των αερίων.
- Λεμφαγγεία:
 - Ο πνεύμονας έχει εκταταμένο δίκτυο λεμφαγγείων.
- Πίεση στο διάμεσο χώρο:
 - Η πίεση στο διάμεσο χώρο είναι μεγαλύτερη γύρω από τις κυψελίδες και μικρότερη γύρω από την πύλη του κάθε πνεύμονα.



Παθογένεση πνευμονικού οιδήματος

- Το πνευμονικό οίδημα χαρακτηρίζεται από εναπόθεση υγρού στο διάμεσο χώρο:
 - Το υγρό εισέρχεται στις κυψελίδες
 - Το υγρό δεν παροχετεύεται αποτελεσματικά από τα λεμφαγγεία
 - Το υγρό επεκτείνεται προς τις πύλες του πνεύμονα
 - Έπειτα συσσωρεύεται περιαγγειακά και περιβρογχικά
 - Όταν η αύξηση υπερβεί το 35-50% αρχίζει η πλήρωση των κυψελίδων με υγρό



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.1.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Κωνσταντίνος Σπυρόπουλος, Κυριάκος Καρκούλιας 2015. «Πνευμονικό αγγειακό δίκτυο. Πνευμονικό αγγειακό δίκτυο». Έκδοση: 1.1. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/MED1041/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Δεν περιέχει.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Πίνακες

Δεν περιέχει.

