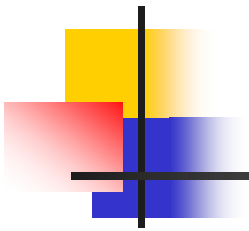




# ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΑΕΡΙΩΝ & ΥΠΟΞΑΙΜΙΚΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

Επαμεινώνδας Ν. Κοσμάς

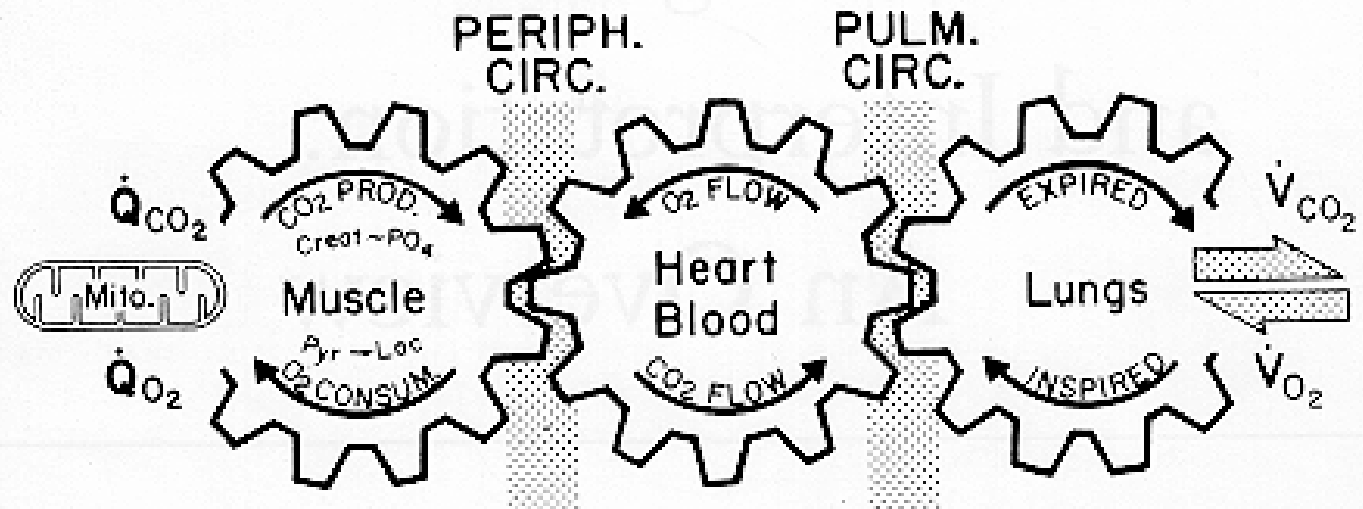
*Διευθύντριας 3ης Πνευμον. Κλινικής  
ΝΝΘΑ "Σωτηρία"*



MUSCLE  
ACTIVITY

$O_2$  &  $CO_2$   
DELIVERY

VENTILATION  
( $\dot{V}_A + \dot{V}_D = \dot{V}_E$ )



Physiological  
Responses:

$\uparrow \dot{Q}_{CO_2}$

Dilate

$\uparrow$ SV

Recruit

$\uparrow V_T$

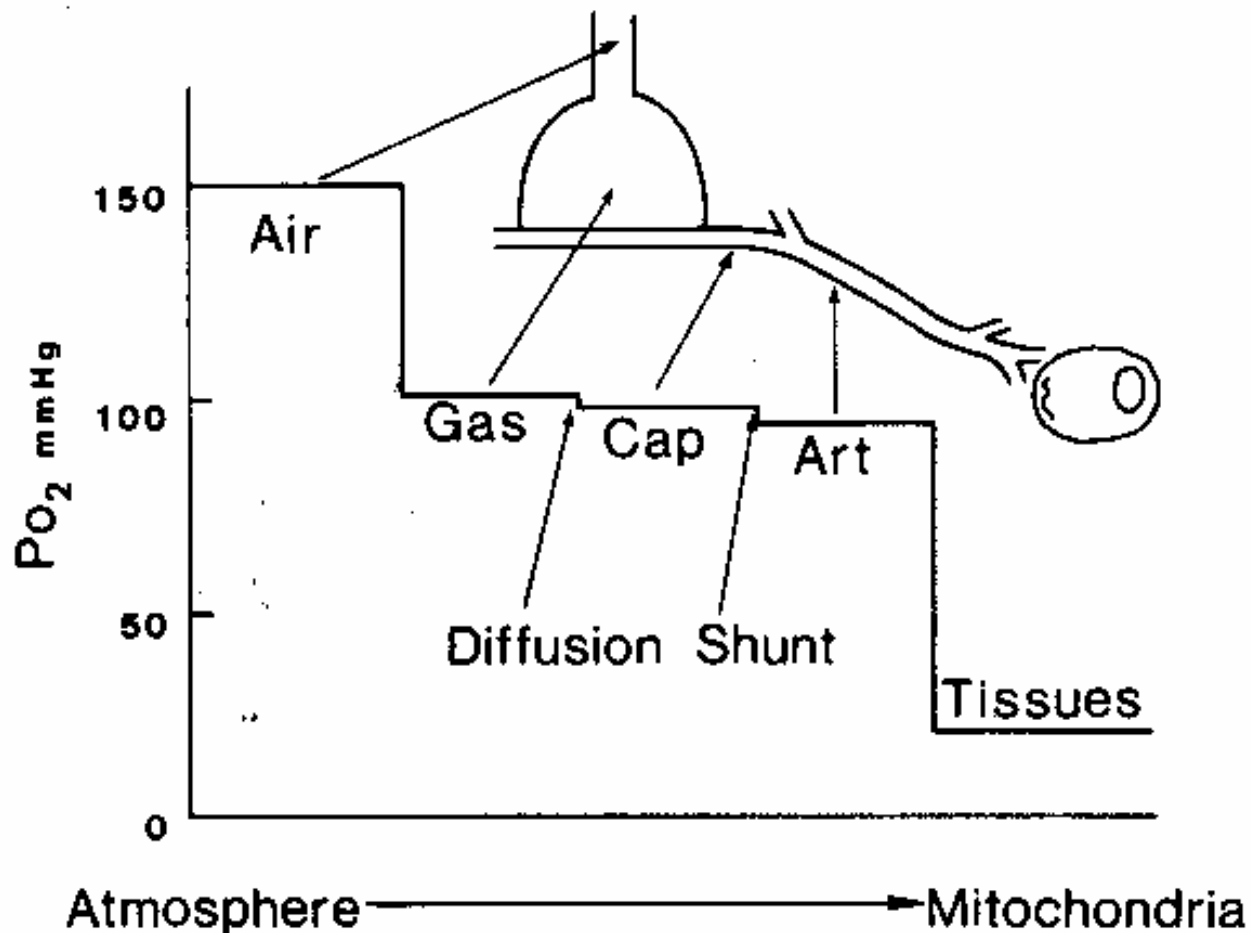
$\uparrow \dot{Q}_{O_2}$

$\uparrow$ HR

$\uparrow f$

# Η ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

Από την ατμόσφαιρα στους ιστούς





# ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

---

- Βασική λειτουργία

- Ανταλλαγή αερίων ( $O_2$ ,  $CO_2$ )

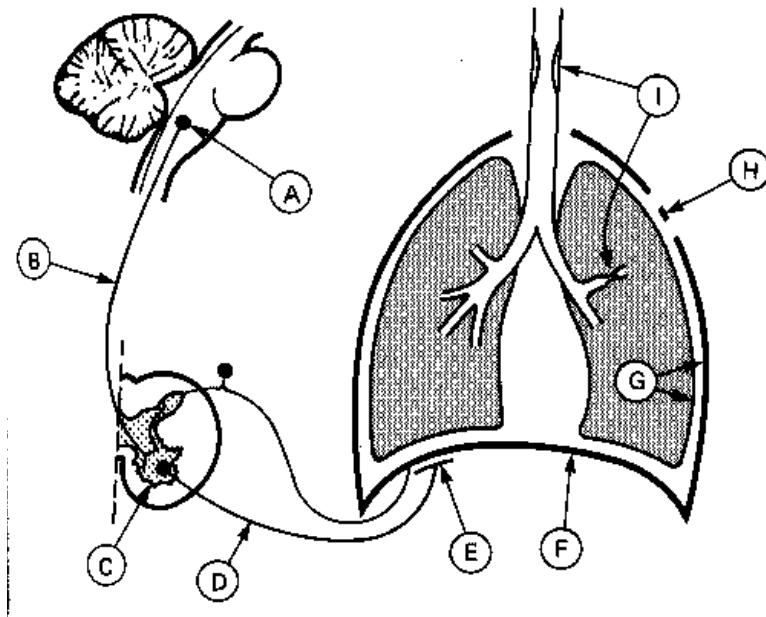
- Τόπος

- Κυψελιδοτριχοειδική μεμβράνη

- Μηχανισμοί ανταλλαγής αερίων

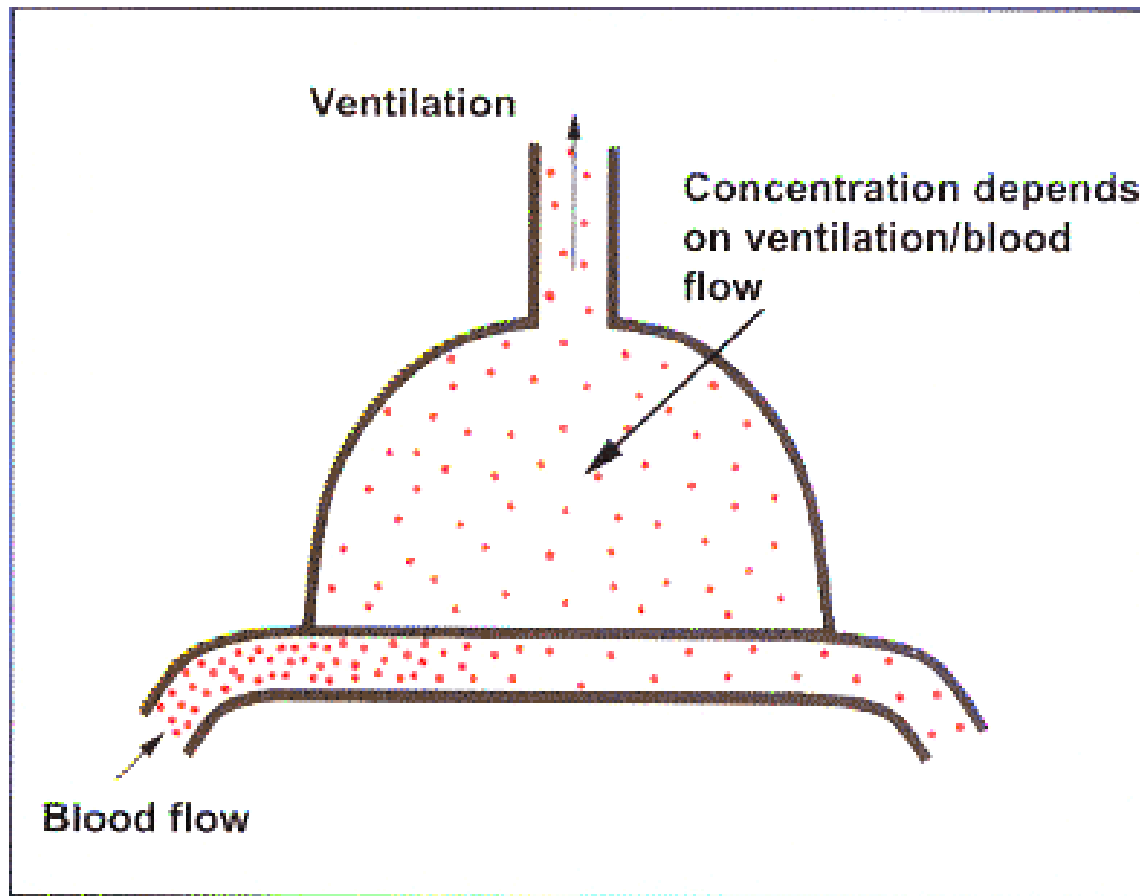
- Κυψελιδικός αερισμός
- Πνευμονική (τριχοειδική) αιμάτωση
- Παθητική διάχυση μορίων  $O_2$  &  $CO_2$  μεταξύ κυψελιδικού αέρα και μικτού φλεβικού αίματος του πνευμονικού τριχοειδούς

# ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ



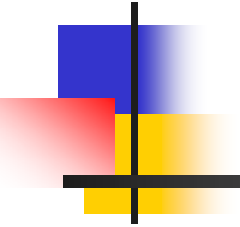
- **Αναπνευστική αντλία**
  - Οι δομές που συμβάλλουν στην αρνητικοποίηση της Ppl
- **Πνεύμονες (Βρόγχοι-Παρέγχυμα-Κυκλοφορία)**
  - Οι δομές που υφίστανται την αρνητικοποίηση της Ppl
  - Ανταλλαγή αερίων
    - Αερισμός
    - Αιμάτωση
    - Διάχυση

# Η $P_{aO_2}$ εξαρτάται από $V_A$ , $Q$ , σχέση $V_A/Q$



# ΚΥΨΕΛΙΔΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

## ( $V_A$ )





# ΑΕΡΙΣΜΟΣ ( $V_E$ )

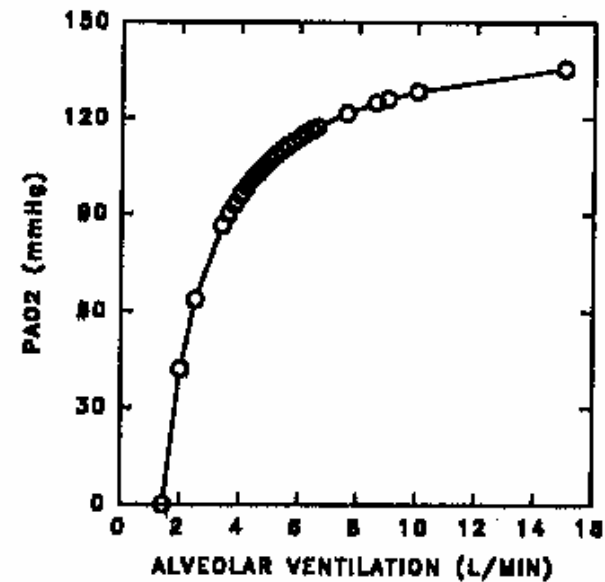
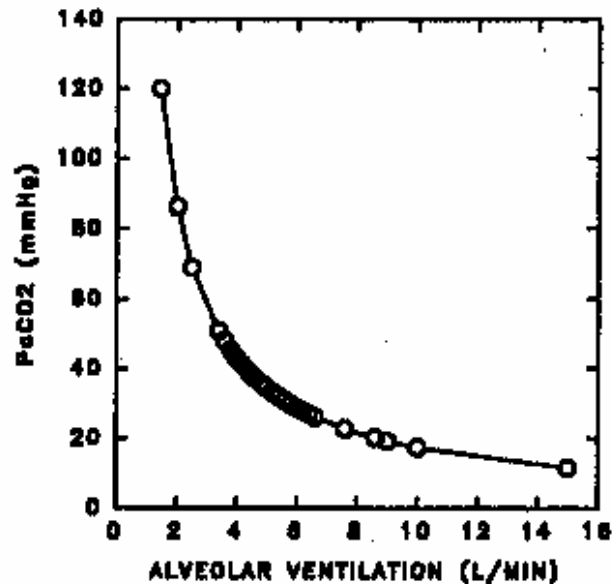
---

- Είναι η κρίσιμη μηχανική λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος
- Ολικός πνευμονικός αερισμός/min ( $V_E$ ) = αερισμός νεκρού χώρου ( $V_D$ ) + κυψελιδικός αερισμός ( $V_A$ )
- **ΣΤΟΧΟΣ:** Η επίτευξη κυψελιδικού αερισμού ( $V_A$ ) επαρκούς για την ανταλλαγή αερίων
- $P_{ACO_2} = k \cdot V_{CO_2} / V_A$
- $P_{AO_2} = P_{iO_2} - (k \cdot V_{O_2} / V_A)$

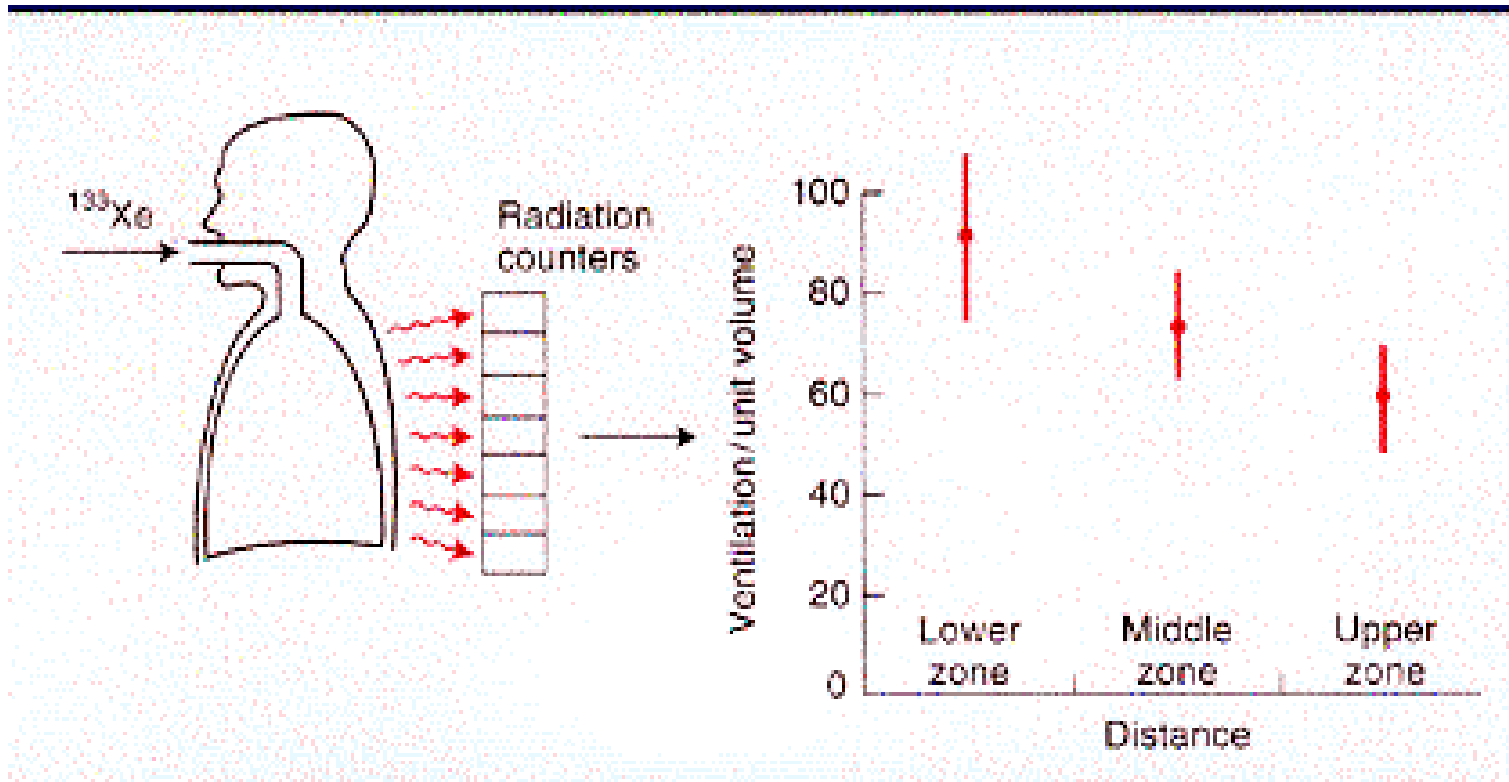


# ΣΧΕΣΗ V<sub>A</sub>-ΚΥΨΕΛΙΔΙΚΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

- $P_{ACO_2} = k \cdot VCO_2 / V_A$
- $PAO_2 = PiO_2 - (P_{ACO_2} / R)$
- $PAO_2 = PiO_2 - (k \cdot VO_2 / V_A)$

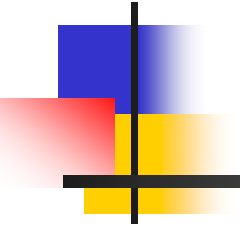


# ΤΟΠΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ( $V_E$ ) ΣΕ ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ

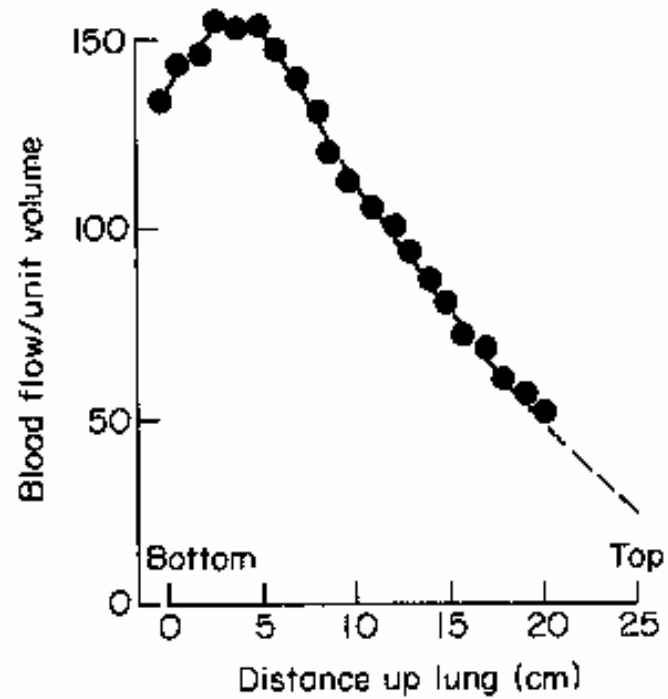
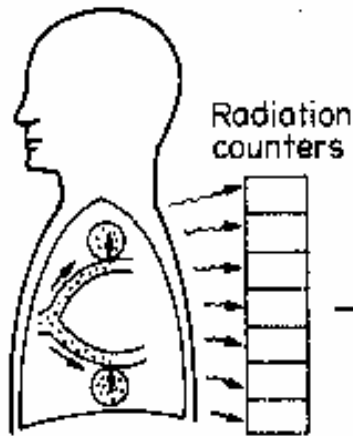


# ΑΙΜΑΤΩΣΗ

## (Q)

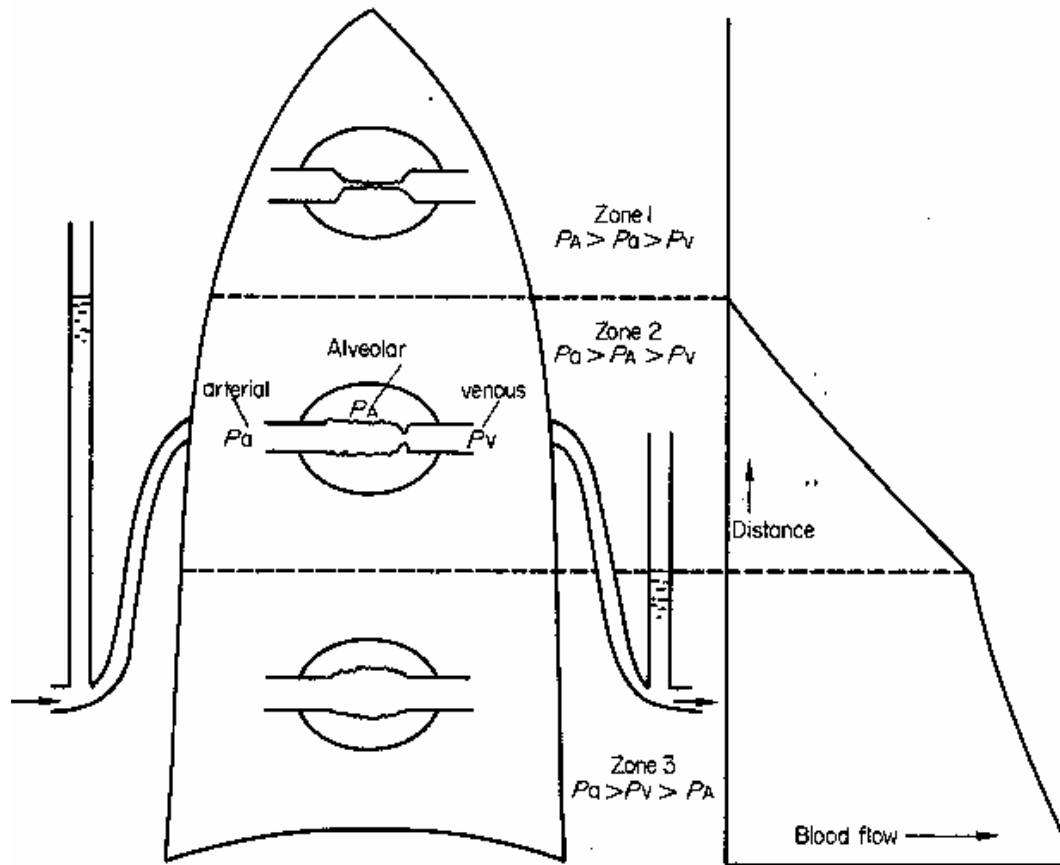


# ΤΟΠΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΙΜΑΤΩΣΗΣ (Q) ΣΕ ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ



# ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΙΜΑΤΩΣΗΣ

## Ζώνες West

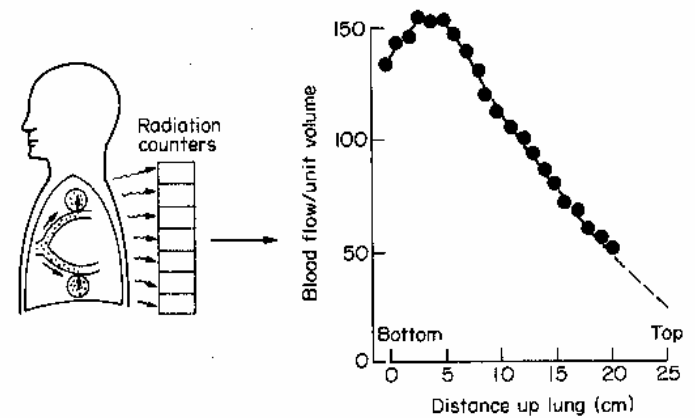
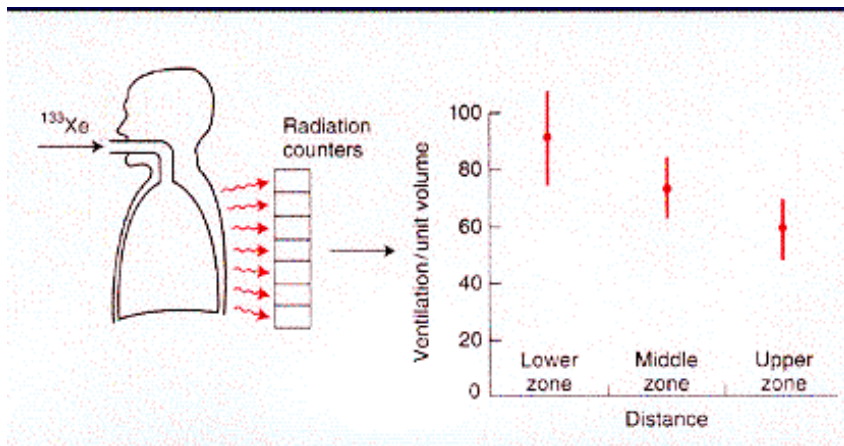




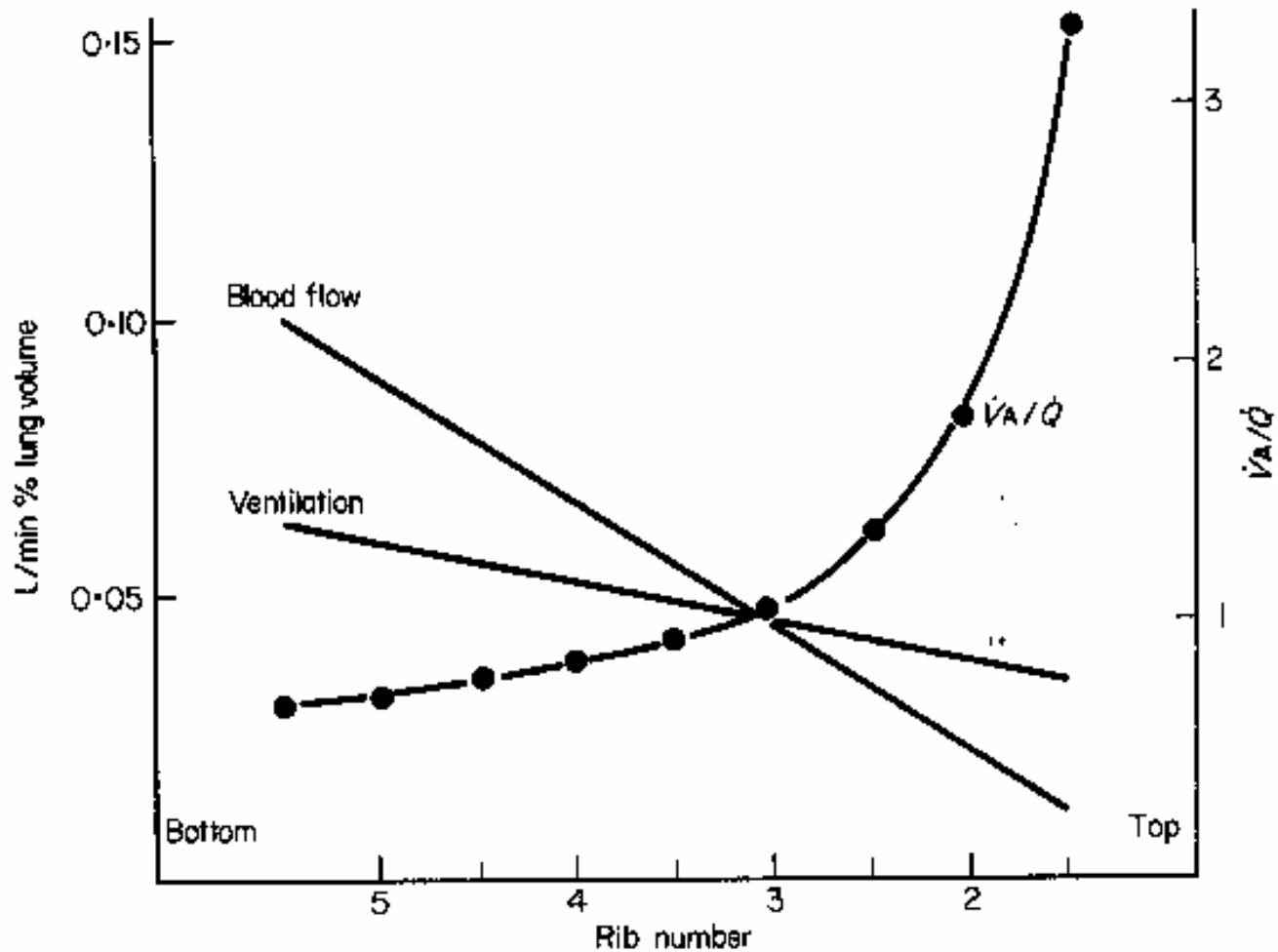
# ΣΧΕΣΗ $V_A/Q$

---

# ΤΟΠΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ $V_E$ , Q ΣΕ ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ

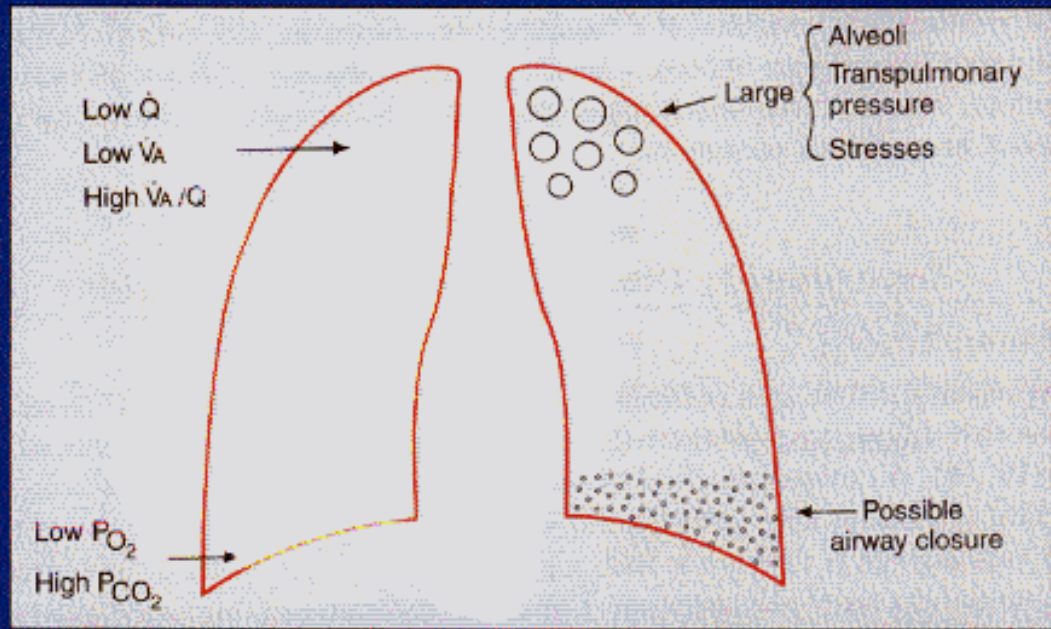


# ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΑΙ ΑΝΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΑ V, Q, ΣΧΕΣΗΣ V/Q



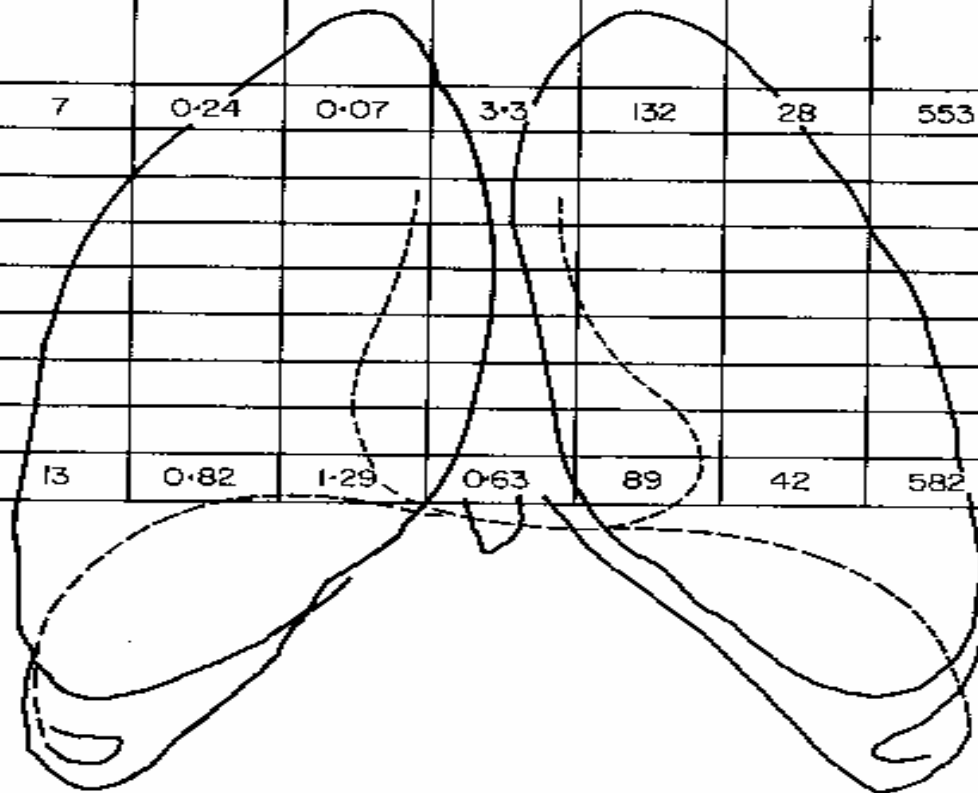


## Summary of Regional Differences in the Lung

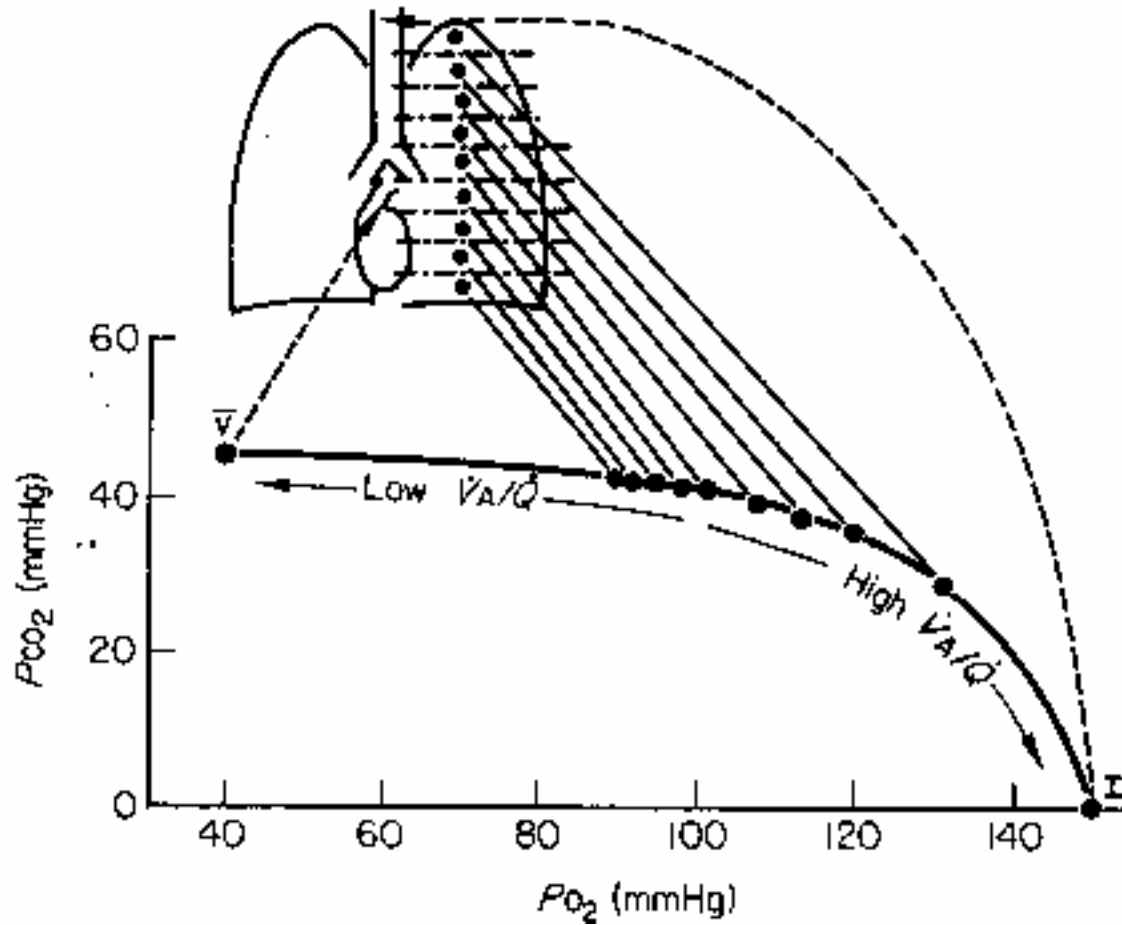


# ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ V, Q, V/Q

Vol. (%)	$V_A$ (l/min)	$\dot{Q}$	$V_A:\dot{Q}$	$P_{O_2}$	$P_{CO_2}$ (mmHg)	$P_{N_2}$
7	0.24	0.07	3.3	132	28	553
13	0.82	1.29	0.63	89	42	582



# ΑΝΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΑ V/Q ΣΤΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>



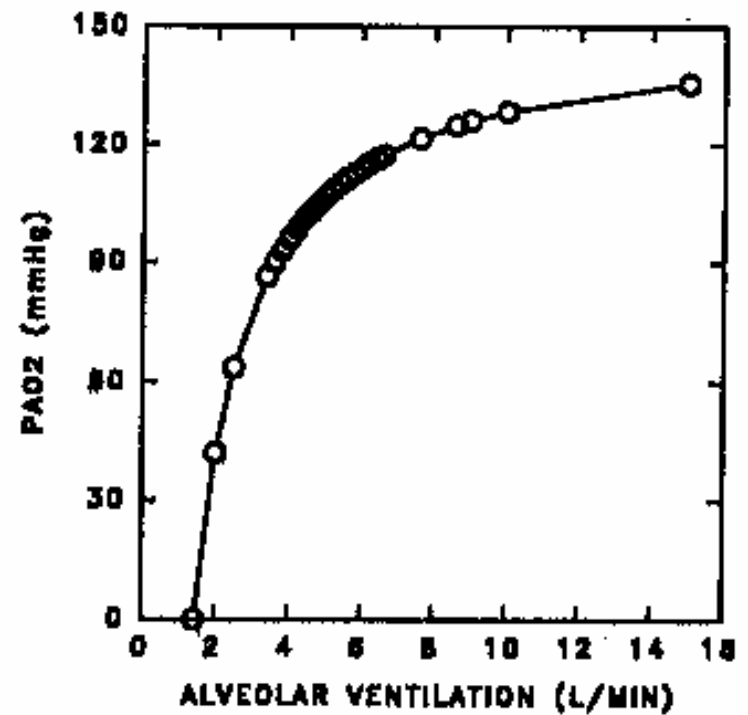
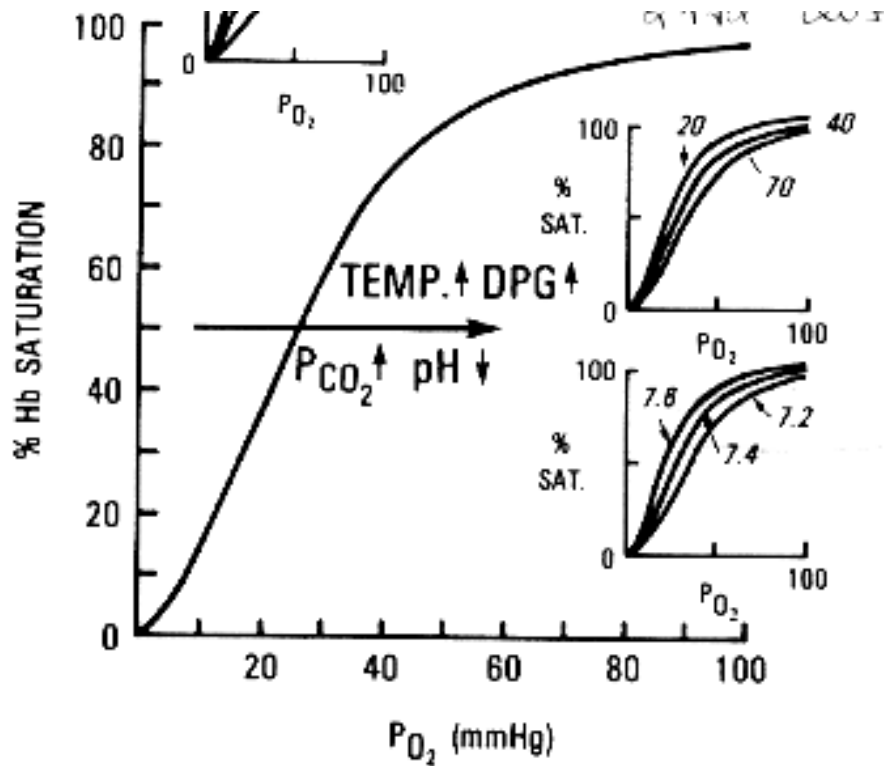


## ΟΡΙΣΜΟΙ ΑΝΑΠΝ. ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

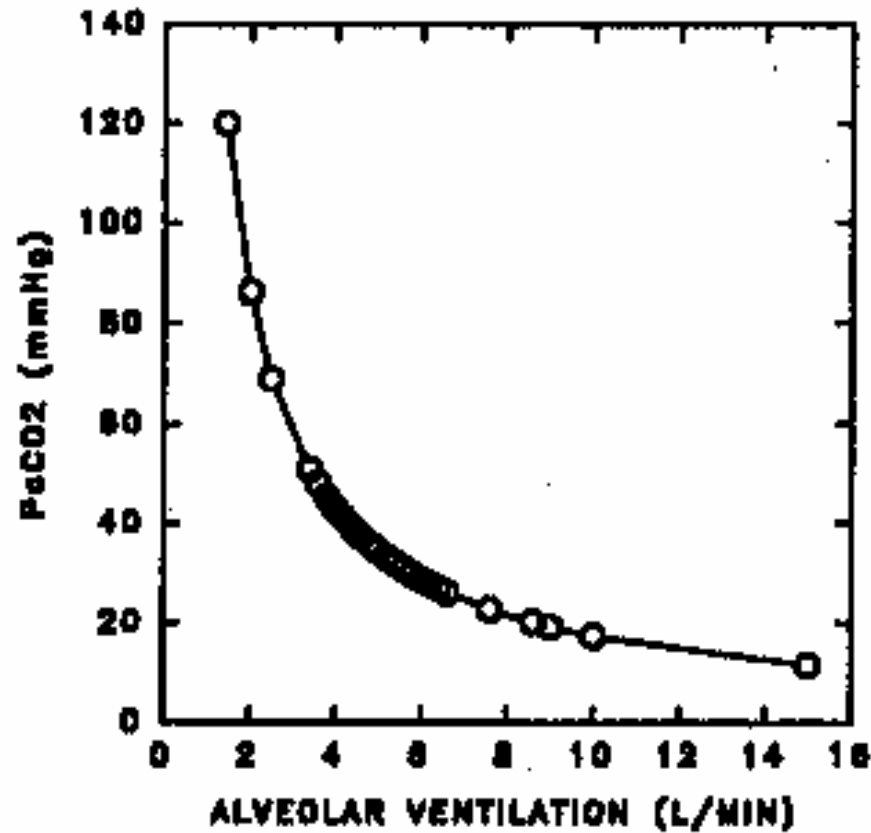
---

- Αδυναμία επαρκούς οξυγόνωσης αίματος ( $PO_2 < 60$  mmHg)
- Αδυναμία επαρκούς αποβολής  $CO_2$  ( $PCO_2 > 45$  mmHg)
- Συνδυασμός
  
- Διάγνωση: **ΑΕΡΙΑ ΑΡΤΗΡΙΑΚΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ** (ηρεμία,  $FiO_2$  21%)
- Δεν έχει σχέση με δύσπνοια, σπιρομέτρηση, απεικόνιση

# ΓΙΑΤΙ ΤΟ ΟΡΙΟ ΤΗΣ $P_{O_2}$ ΣΤΑ 60 mmHg ??



# ΓΙΑΤΙ ΤΟ ΟΡΙΟ ΤΗΣ $P_{CO_2}$ ΣΤΑ 45 mmHg ??



# ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

## ΥΠΟΞΑΙΜΙΚΗΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

---

- ↑↑ νοσηρότητα - κόστος
- ↑↑ θνητότητα
- Σε κλινικές – ΜΕΘ
- Λόγοι: Υποξαιμία – Επιπλοκές θεραπείας
- Επηρεασμός ζωτικών συστημάτων (ΚΝΣ, καρδιαγγειακό, νεφροί, ήπαρ κλπ) μέσω ιστικής υποξίας & γαλακτικής οξέωσης

# ΑΝΑΠΝ. ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ & ΤΥΠΟΙ

(αέρια αίματος σε ηρεμία & FiO<sub>2</sub> 21%)

## ■ ΤΥΠΟΣ 1 ή ΥΠΟΞΑΙΜΙΚΗ

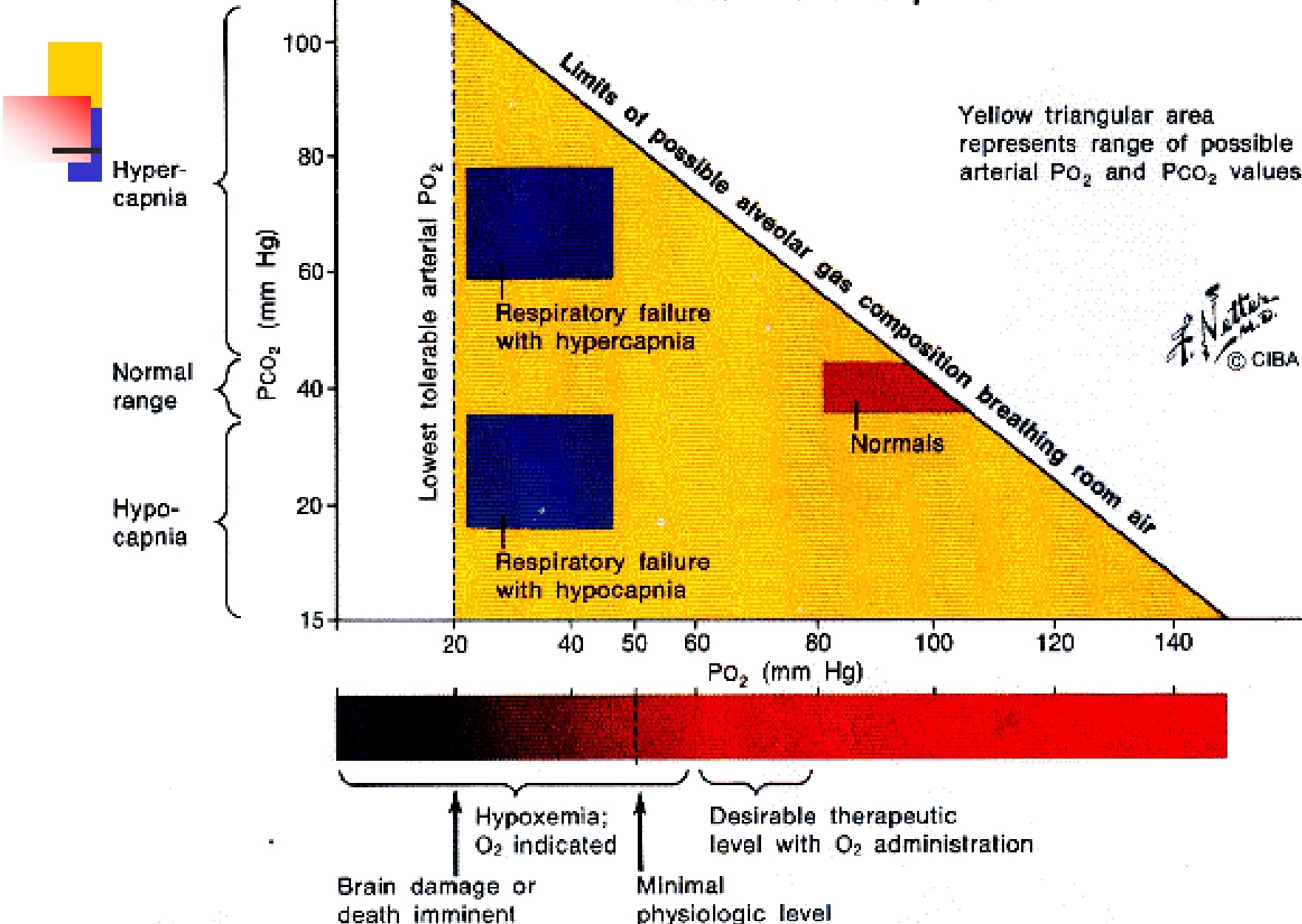
- PO<sub>2</sub> < 60 (SaO<sub>2</sub> < 90%, PO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 300)
- Νορμο- ή υποκαπνία
- Οξεία: ↓PCO<sub>2</sub>, ↑pH
- Χρονία: κ.φ. PCO<sub>2</sub>, pH

## ■ ΤΥΠΟΣ 2 ή ΥΠΕΡΚΑΠΝΙΚΗ

- PCO<sub>2</sub> > 45
- Υποξαιμία
- Οξεία: ↓pH, HCO<sub>3</sub> κφ ή λίγο ↑
- Χρονία: pH κφ ή λίγο όξινο, ↑↑ HCO<sub>3</sub>
- Οξεία επί χρονίας



# Arterial Gas Composition



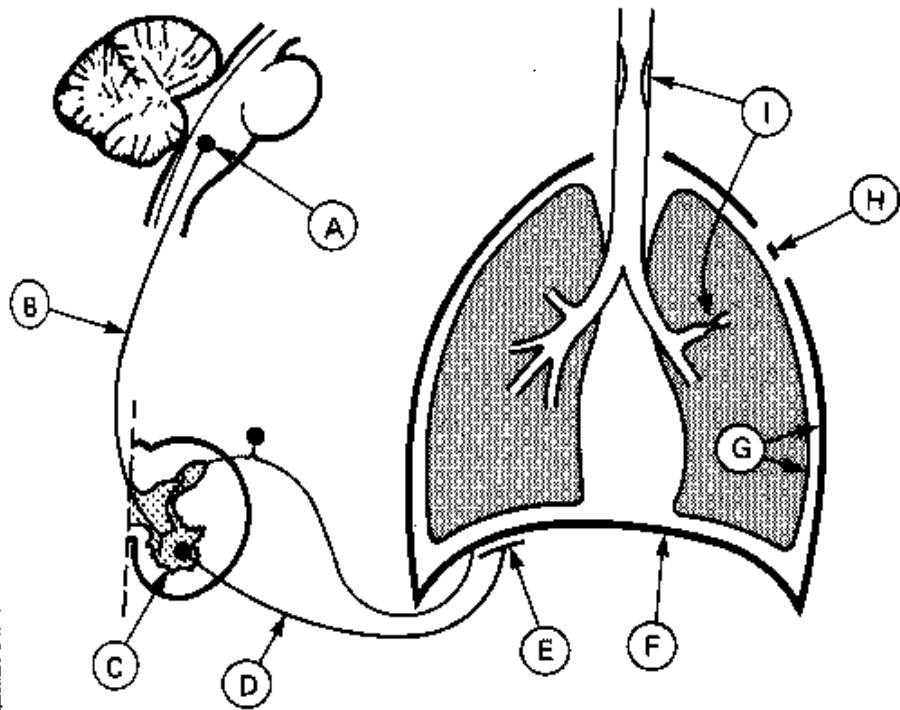
# ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΥΠΟΞΑΙΜΙΑΣ



---

- Κυψελιδικός υποαερισμός
- Διαταραχή αερισμού/αιμάτωσης (V/Q)
- Ενδοπνευμονικό shunt
- Διαταραχή διάχυσης
- Ελάττωση  $PiO_2$

# ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ



- **Αναπνευστική αντλία**
  - Οι δομές που συμβάλλουν στην αρνητικοποίηση της Ppl
- **Πνεύμονες (Βρόγχοι-Παρέγχυμα-Κυκλοφορία)**
  - Οι δομές που υφίστανται την αρνητικοποίηση της Ppl
  - Ανταλλαγή αερίων
    - Αερισμός
    - Αιμάτωση
    - Διάχυση



# ΜΕΡΗ ΑΝΑΠΝ.ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ & ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΠΝ.ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

---

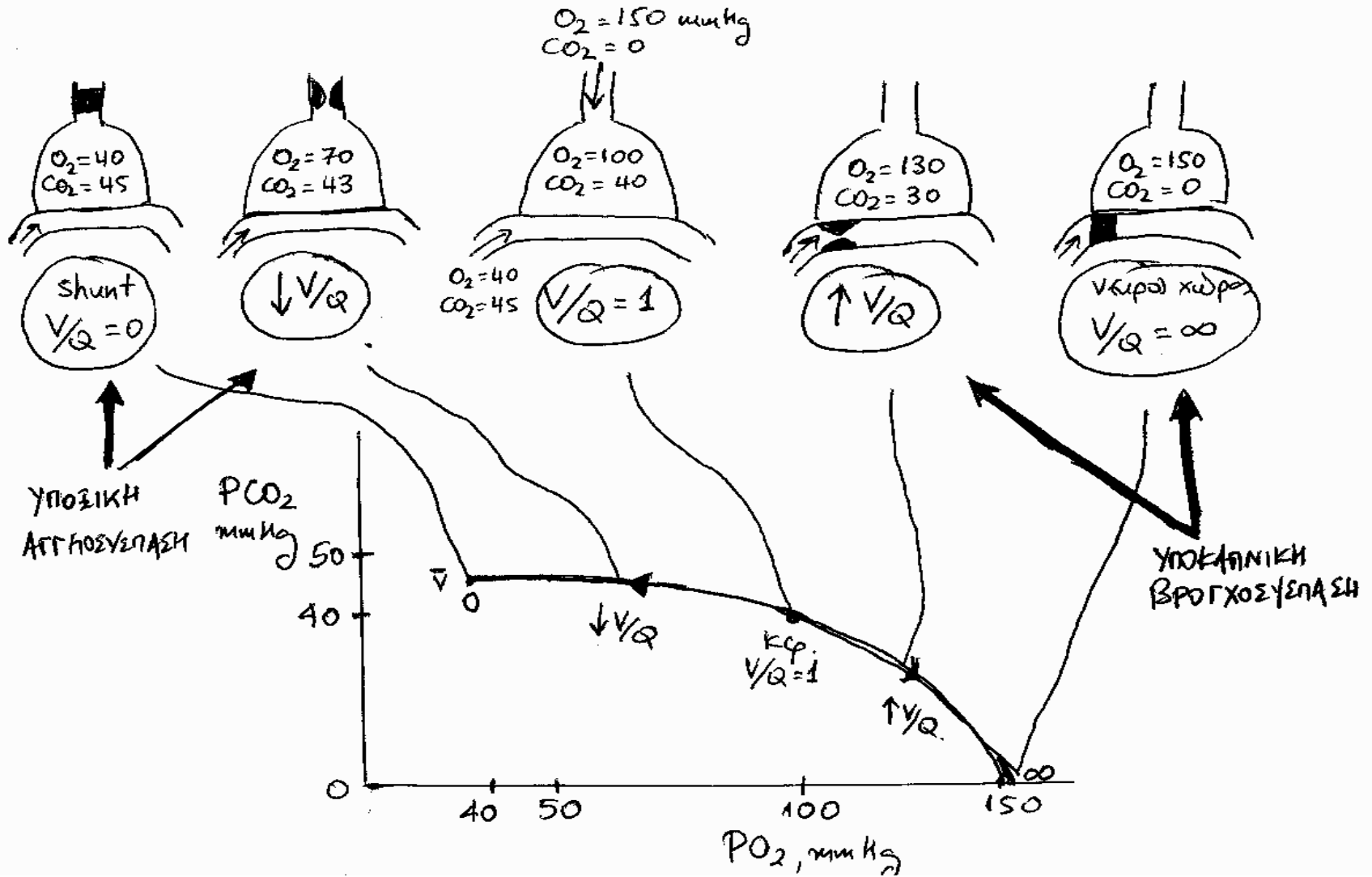
## ■ ΑΝΑΠΝ. ΑΝΤΛΙΑ

- Υπερκαπνική ΑΑ
- Μηχανισμός:
  - Κυψελιδικός υποαερισμός

## ■ ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ

- Υποξαιμική ΑΑ
- Μηχανισμός:
  - Διαταραχή V/Q
  - Shunt
  - Ελάττωση διάχυσης (σπανίως)
- Υπερκαπνική ΑΑ
- Μηχανισμός:
  - Διαταραχή V/Q
  - Shunt (σπανίως)

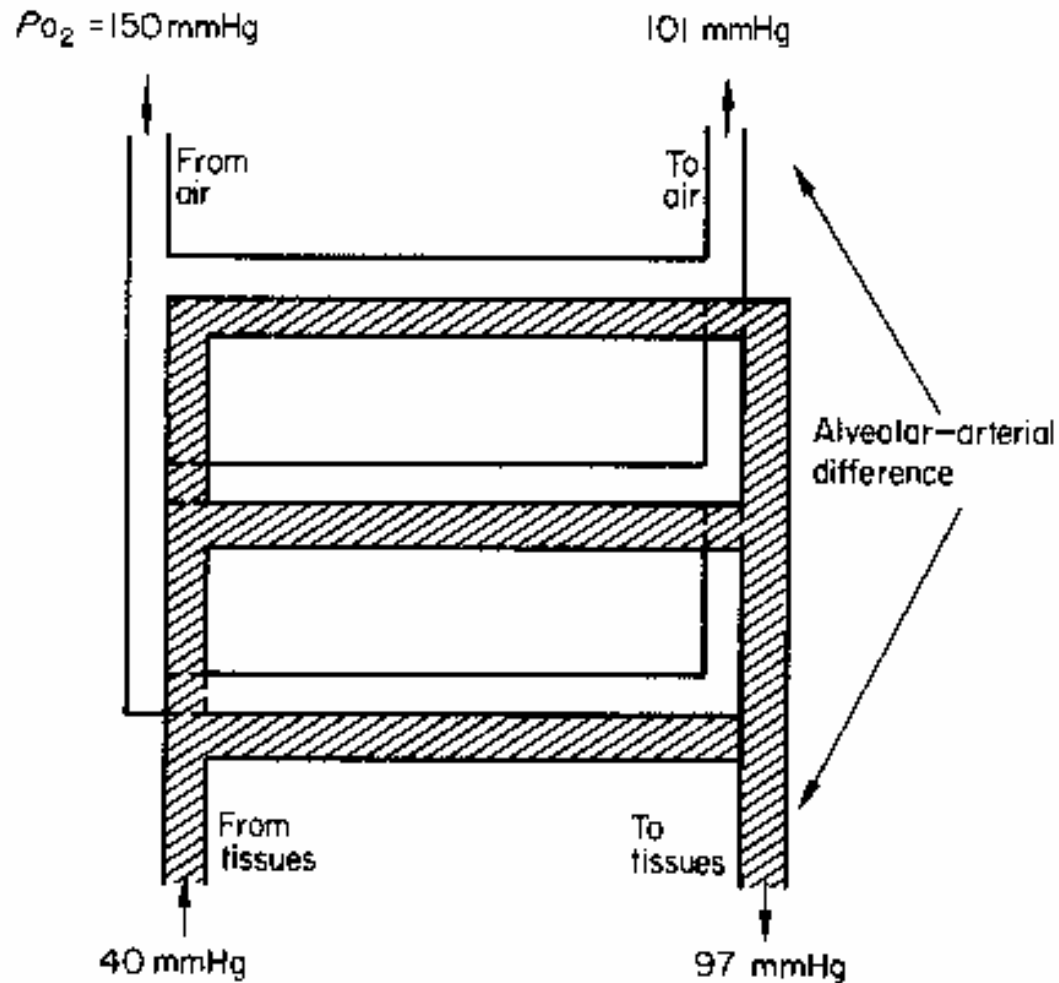
# ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΣΧΕΣΗΣ V/Q



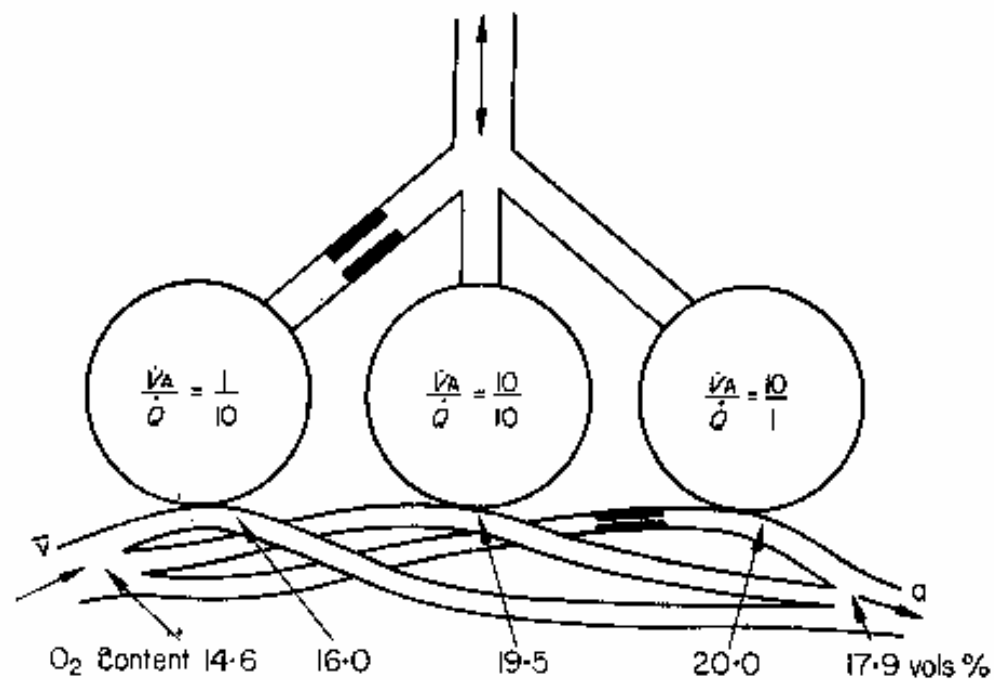
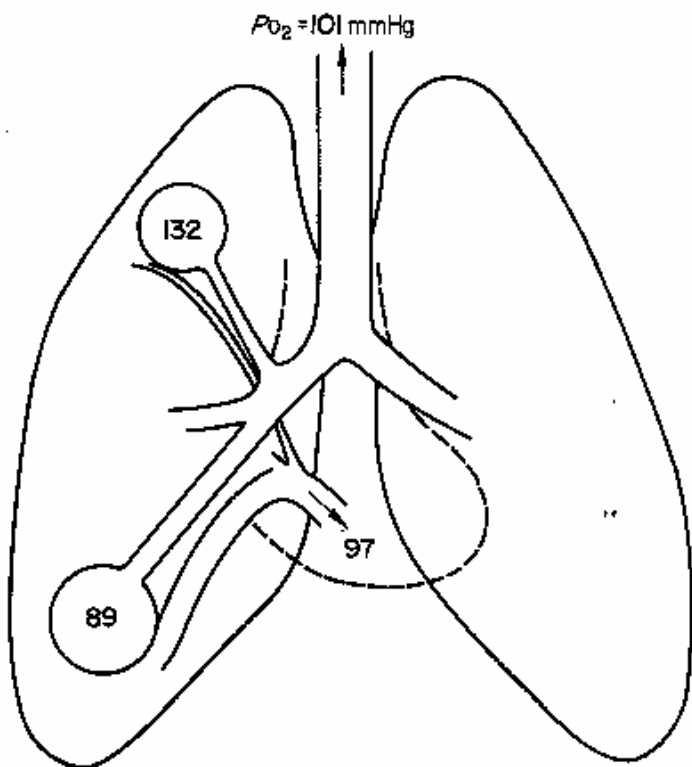
# ΚΥΨΕΛΙΔΟ-ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ

## O<sub>2</sub>

## AaDO<sub>2</sub>



# ΑΙΤΙΑ ΥΠΑΡΞΗΣ AaDO<sub>2</sub>





## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ AaDO<sub>2</sub>

---

- $AaDO_2 = P_{AO_2} - P_{aO_2}$
- $AaDO_2 = [P_{iO_2} - P_{aCO_2}/R] - P_{aO_2}$
- **$AaDO_2 = [(760-47)*F_{iO_2} - P_{aCO_2}/0.8] - P_{aO_2}$**
- Σε επίπεδο θάλασσας, σε ηρεμία
- κφ AaDO<sub>2</sub> < 15 mmHg





# ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΣΧΕΣΗΣ V/Q

---

## ■ ↓V/Q

- ↓ PaO<sub>2</sub>
- PCO<sub>2</sub> ↓, κφ, ↑
- ↑ AaDO<sub>2</sub>
- Εύκολη διόρθωση με O<sub>2</sub>  
(3-9 mmHg/1% ↑FiO<sub>2</sub>)

## ■ SHUNT

- ↓ ↓ PaO<sub>2</sub>
- PCO<sub>2</sub> ↓, κφ, σπν. ↑
- ↑ ↑ AaDO<sub>2</sub>
- Δύσκολη διόρθωση με O<sub>2</sub>  
(0-2 mmHg/1% ↑FiO<sub>2</sub>)



# ΝΟΣΟΙ ΜΕ V/Q

---

## ■ ↓V/Q

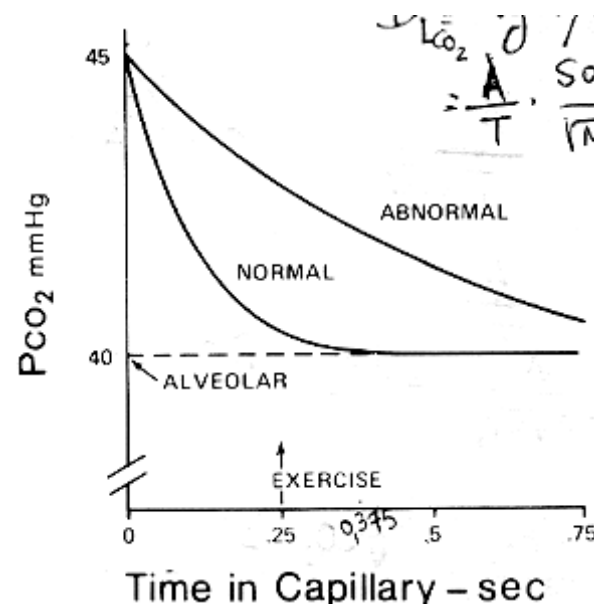
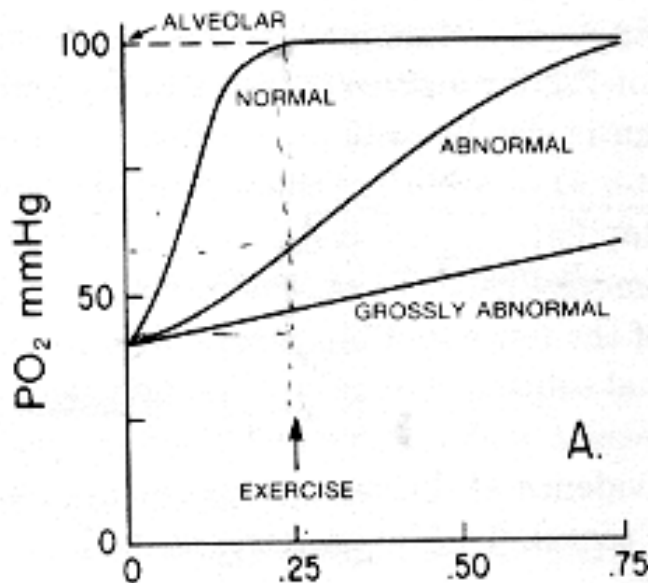
- ΧΑΠ
- Άσθμα
- Ίνωση
- Πνευμονική εμβολή
- Πνευμοθώραξ

## ■ SHUNT

- ARDS
- Καρδιογενές πνευμονικό οίδημα
- Πνευμονία
- Ατελεκτασία
- Πνευμονική εμβολή

# ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΔΙΑΧΥΣΗΣ

- Μηχανισμός υποξαιμίας σε άσκηση και όχι σε ηρεμία
- Εμφύσημα – Ίνωση - Πνευμονεκτομή



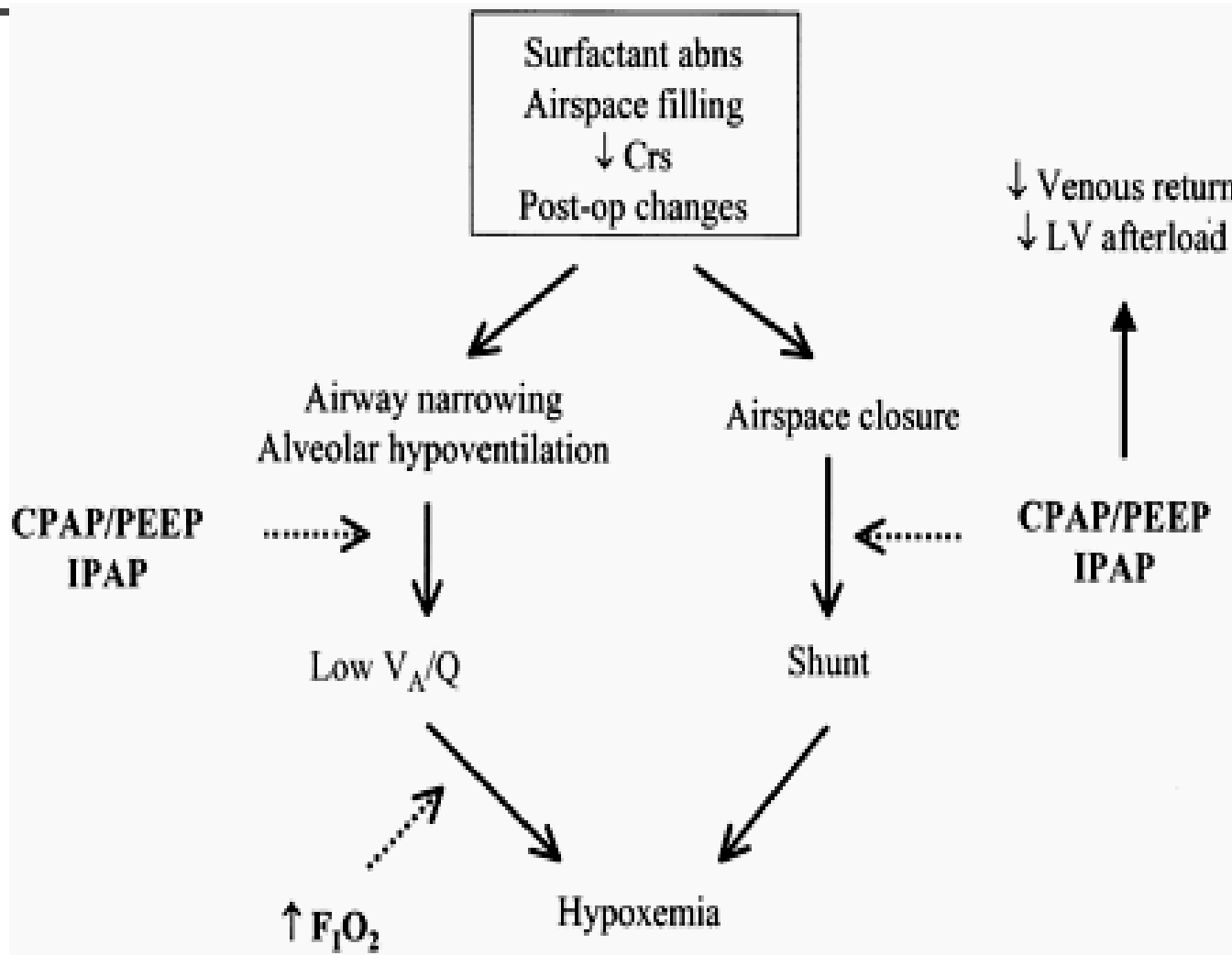


# ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΥΠΟΞΑΙΜΙΚΗΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

---

- Θεραπεία νόσου
- Οξυγονοθεραπεία
- Μηχανική υποβοήθηση της αναπνοής
  - Μη επεμβατική
  - Επεμβατική

# ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΥΠΟΞΑΙΜΙΚΗΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ



# ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΔΡΑΣΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

## ■ ΟΞΥΓΟΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

- $\uparrow F_iO_2$  &  $P_iO_2$
- $\uparrow P_{AO_2}$
- $\uparrow (P_{AO_2} - P_{vO_2})$  & διάχυσης
- $\uparrow P_{aO_2}$

## ■ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

- Βελτίωση οξυγόνωσης
  - $\uparrow F_iO_2$
  - Επιστράτευση κυψελίδων (VA) &  $\uparrow P_{aw}$ 
    - $P_{aw} = (IPAP \times T_i/T_{tot}) + (EPAP \times T_e/T_{tot})$
- Ανάπαυση αναπν. Μυών =  $\downarrow P_{mus}$ 
  - $P_{mus} = E.V + R.(dV/dt) + I.\dot{V}$



# ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ...

---

- Η υποξαιμία επικίνδυνη για τη ζωή
- Υποξαιμική αναπνευστική ανεπάρκεια:  $PO_2 < 60$  mmHg ( $SaO_2 < 90\%$ , σε ηρεμία & 21%) χωρίς υπερκαπνία
- Σχεδόν όλες οι πνευμονικές παθήσεις
- Μηχανισμοί: Διαταραχή V/Q – Ενδοπνευμονικό shunt (σπανιότατα η ελάττωση διάχυσης)
- Σημαντική η AaDO<sub>2</sub>
- Αντιμετώπιση: O<sub>2</sub>θεραπεία – Μηχανική υποβοήθηση της αναπνοής