

# ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

Σ. Τσιόδρας

# Αναπνευστική ανεπάρκεια

- inability of the lung to meet the metabolic demands of the body.
- This can be from failure of tissue oxygenation and/or failure of CO<sub>2</sub> homeostasis.

# Αναπνευστική ανεπάρκεια



# Αναπνευστική ανεπάρκεια

- $P_{aO_2} < 60 \text{ mmHg}$
- $P_{CO_2} > 45 \text{ mmHg}$
- **τύπου I**: διαταραχή της οξυγόνωσης και υποξυγοναιμία
- **τύπου II**: κυψελιδικός υποαερισμός και υπερκαπνία

# ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

- Ορισμός

**A.  $P_{aO_2} < 60\text{mmHg}$  με  $F_{iO_2}=0.21$  ή**

**$P_{aO_2} / F_{iO_2} < 300$**

**B.  $P_{aCO_2} > 45-50 \text{ mmHg}$  με ή χωρίς**

**$P_{aO_2} < 60\text{mm Hg}$  ( $F_{iO_2}=0.21$ )**

# ΟΞΕΙΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

- Ορισμός

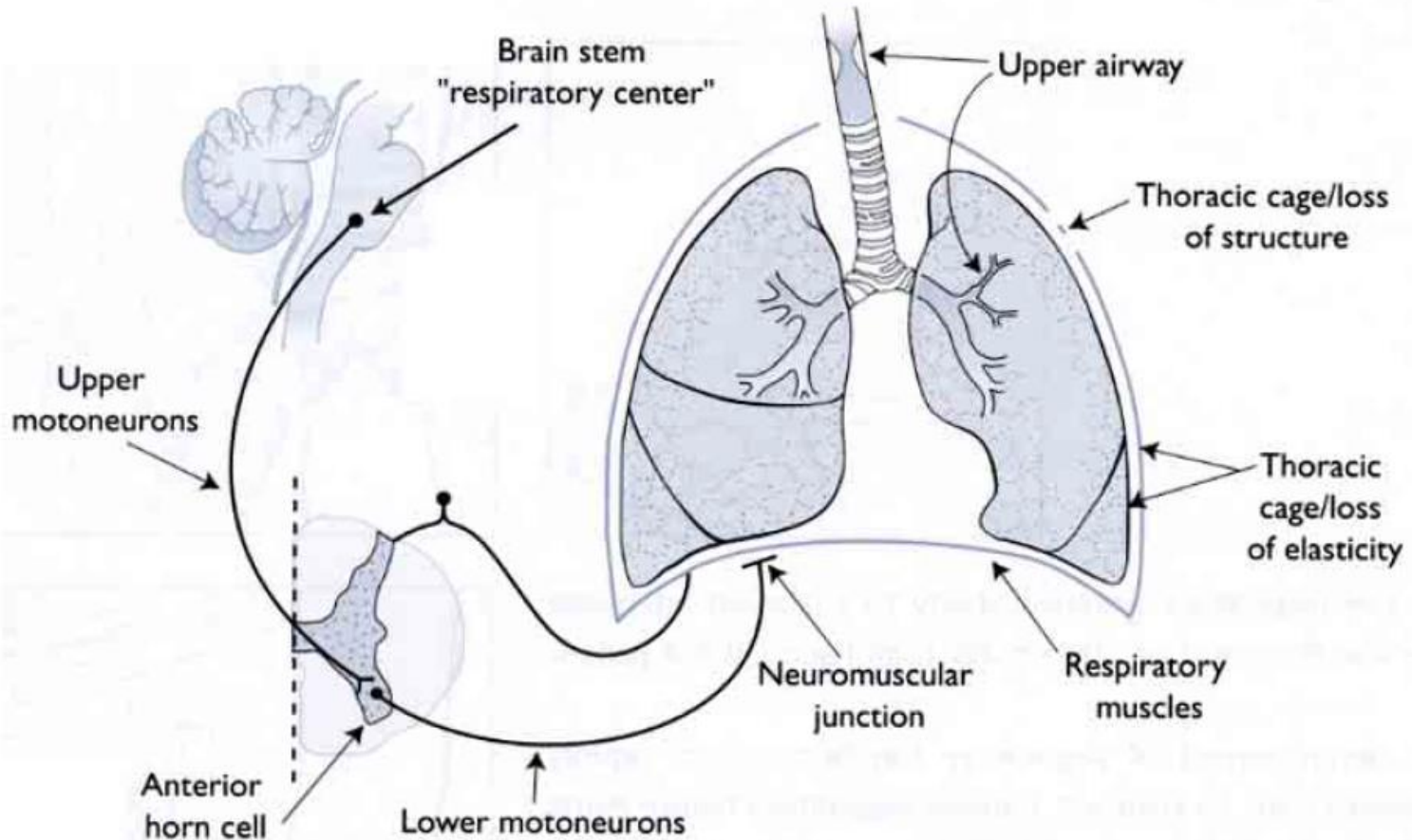
- $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mm Hg}$  με  $\text{FiO}_2=0.6$

- $\text{PaCO}_2 > 45-50 \text{ mm Hg}$  με  $\text{pH} < 7.25$  με ή χωρίς  $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mm Hg}$  με  $\text{FiO}_2=0.6$

# Αναπνευστικό σύστημα

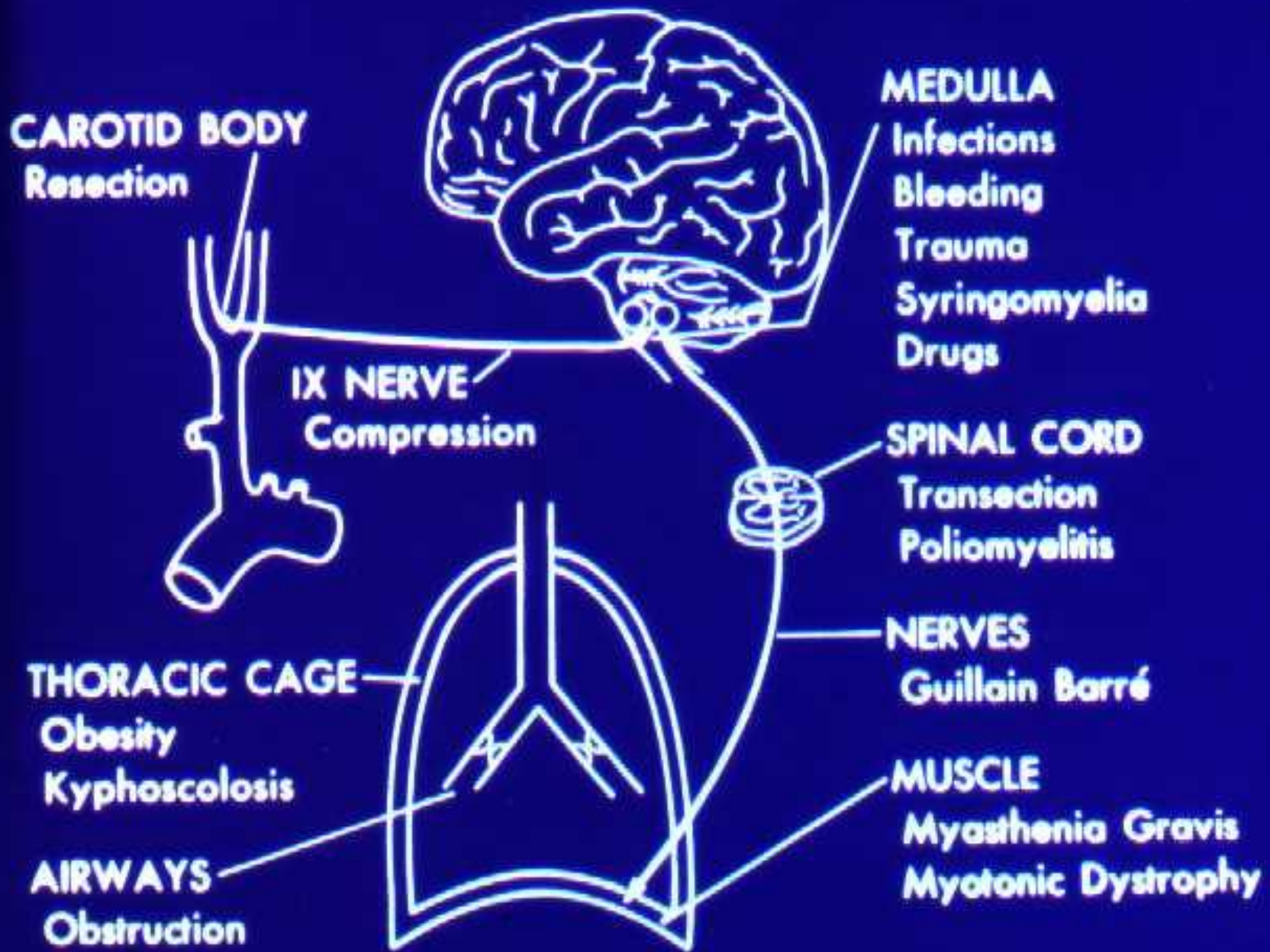
- Περιλαμβάνει
  - ΚΝΣ (γέφυρα)
  - ΠΝΣ (φρενικό)
  - Αν μύες
  - Θωρακικό τοίχωμα
  - Πνεύμονες
  - Ανώτερος αεραγωγός
  - Βρογχικό δένδρο
  - Κυψελίδες
  - Πνευμονική αγγείωση

# Αναπνευστικό σύστημα





# Potential causes of Respiratory Failure



## Resistive Loads

Bronchospasm  
Airway Edema, Secretions, Scarring  
Upper Airway Obstruction  
Obstructive Sleep Apnea

## Depressed Drive

Drug Overdose  
Brain-Stem Lesion  
Sleep Disordered Breathing  
Hypothyroidism

## Lung Elastic Loads

PEEPi  
Alveolar Edema  
Infection  
Atelectasis

## Chest Wall Elastic Loads

Pleural Effusion  
Pneumothorax  
Rib Fracture  
Tumor  
Obesity  
Ascites  
Abdominal Distention

## Minute Ventilation Loads

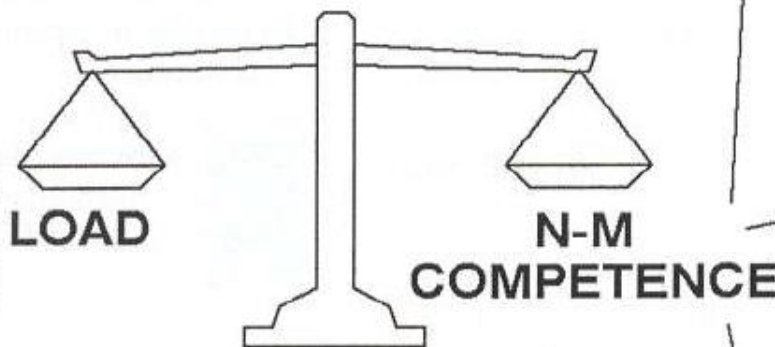
Sepsis  
Pulmonary Embolus  
Hypovolemia  
Excess Calories

## Impaired Neuromuscular Transmission

Phrenic Nerve Injury  
Cord Lesion  
Neuromuscular Blockers  
Aminoglycosides  
Guillain-Barre Syndrome  
Myasthenia Gravis  
Amyotrophic Lateral Sclerosis  
Botulism

## Muscle Weakness

Fatigue  
Electrolyte Derangement  
Malnutrition  
Hypoperfusion States  
Hypoxemia  
Myopathy



**Figure 93.2** The balance between load (resistive, elastic, and minute ventilation) and neuromuscular (N-M) competence (drive, transmission, and muscle strength) determines the ability to sustain alveolar ventilation.

# Αναπνευστική ανεπάρκεια

## Αίτια

- **Νοσήματα που αφορούν το αναπνευστικό κέντρο** (πρωτοπαθής κυψελιδικός υποαερισμός, λήψη ναρκωτικών και ηρεμιστικών ουσιών, αναισθησία, οργανικές βλάβες)
- **Νοσήματα που ελαττώνουν τη δράση των στοιχείων που κινούν το θώρακα** (υποκαλιαιμική αλκάλωση, σκλήρυνση κατά πλάκας, αλλαντίαση, μυασθένεια, βλάβη του νωτιαίου μυελού, πολιομυελίτιδα, ασκίτης, παχυσαρκία, πλευρίτιδα κ.α.)
- **Νοσήματα των πνευμόνων και των αεροφόρων οδών** (Σύνδρομο οξείας αναπνευστικής δυσχέρειας, ατελεκτασία, βρογχικό άσθμα, χρόνια βρογχίτιδα, εμφύσημα, πνευμονία, πνευμονικό οίδημα, πνευμονική εμβολή κ.α.)

# Υποξαιμική Αναπνευστική ανεπάρκεια (τύπου I)

- $PaO_2 < 60 \text{ mmHg}$  w nl or  $\downarrow PaCO_2 \rightarrow$  nl or  $\uparrow pH$
- Πιο συχνή μορφή
- Σοβαρή πνευμονική νόσος – επηρεάζει ανταλλαγή  $O_2$  – συνολικά ο αερισμός διατηρείται
- **Φυσιολογία: V/Q mismatch & shunt**

# Αίτια αρτηριακής υποξαιμίας

1.  $\downarrow \text{FiO}_2$
  2. Υποαερισμός  
( $\uparrow \text{PaCO}_2$ )
  3. V/Q mismatch  
(eg. COPD)
  4. περιορισμός διάχυσης?
  5. Ενδοπνευμονικό shunt
    - πνευμονία
    - ατελεκτασία
    - CHF (high pressure pulmonary edema)
    - ARDS (low pressure pulmonary edema)
- Υπερκαπνική  
Αναπνευστική ανεπάρκεια

# Χαμηλό $F_iO_2$ - $P_iO_2$

- Υψηλό υψόμετρο
- Εισπνοή τοξικών αερίων
  - Δηλητήρια
  - πυρκαγιά

# Οξεία Υποξαιμική Αναπνευστική ανεπάρκεια

## Διάχυτη πνευμονική βλάβη

- Καρδιογενές πνευμονικό οίδημα
- ARDS
- Πνευμονικό οίδημα άλλης αιτιολογίας:
  - νευρογενές
  - από επανέκπτυξη
  - από υψόμετρο
- Κυψελιδική αιμορραγία

## Εστιακή βλάβη πνεύμονα

- Πνευμονία
- Θλάση
- Ατελεκτασία



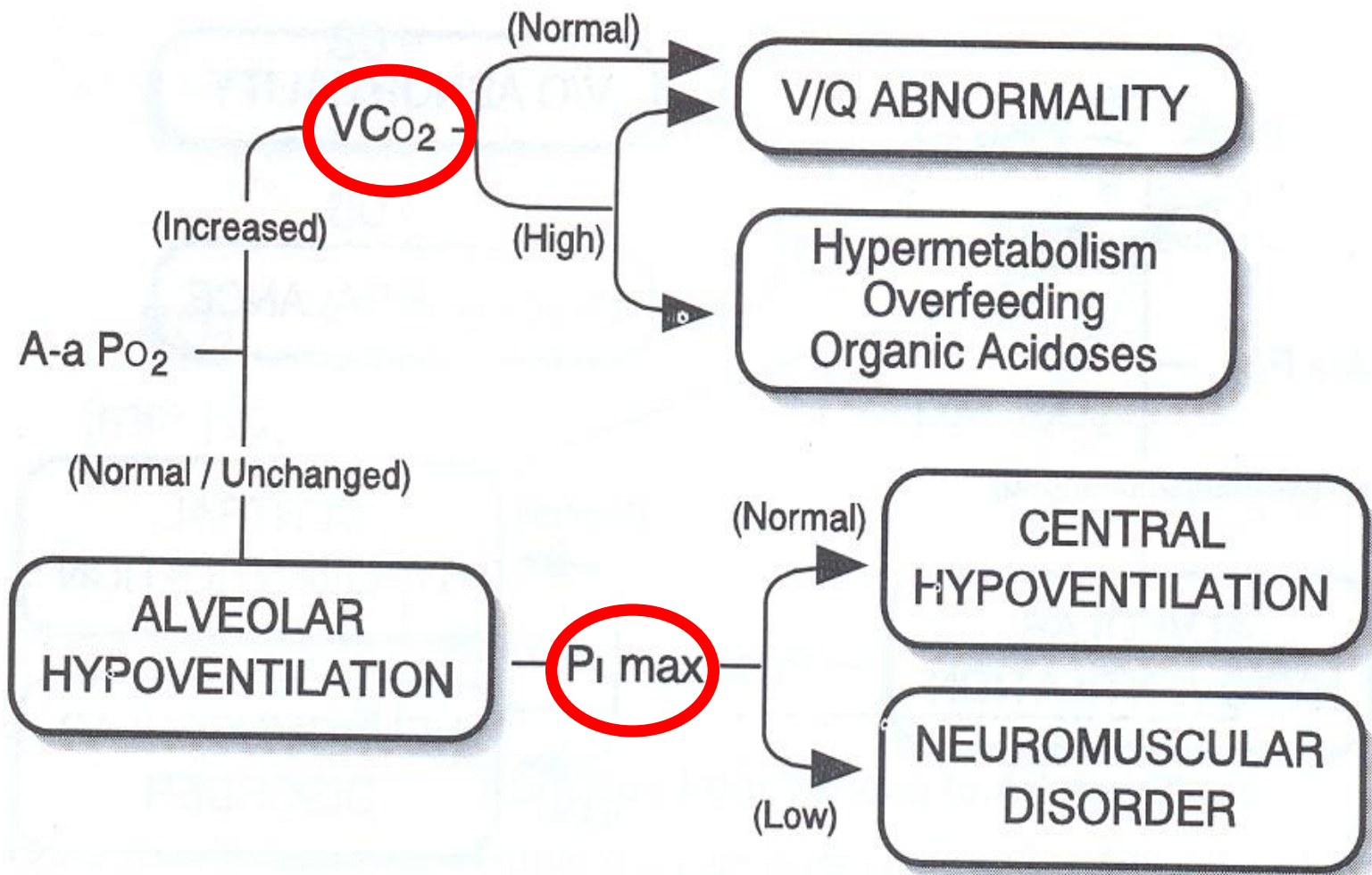


Figure 21.7. Flow diagram for the evaluation of hypercapnia.



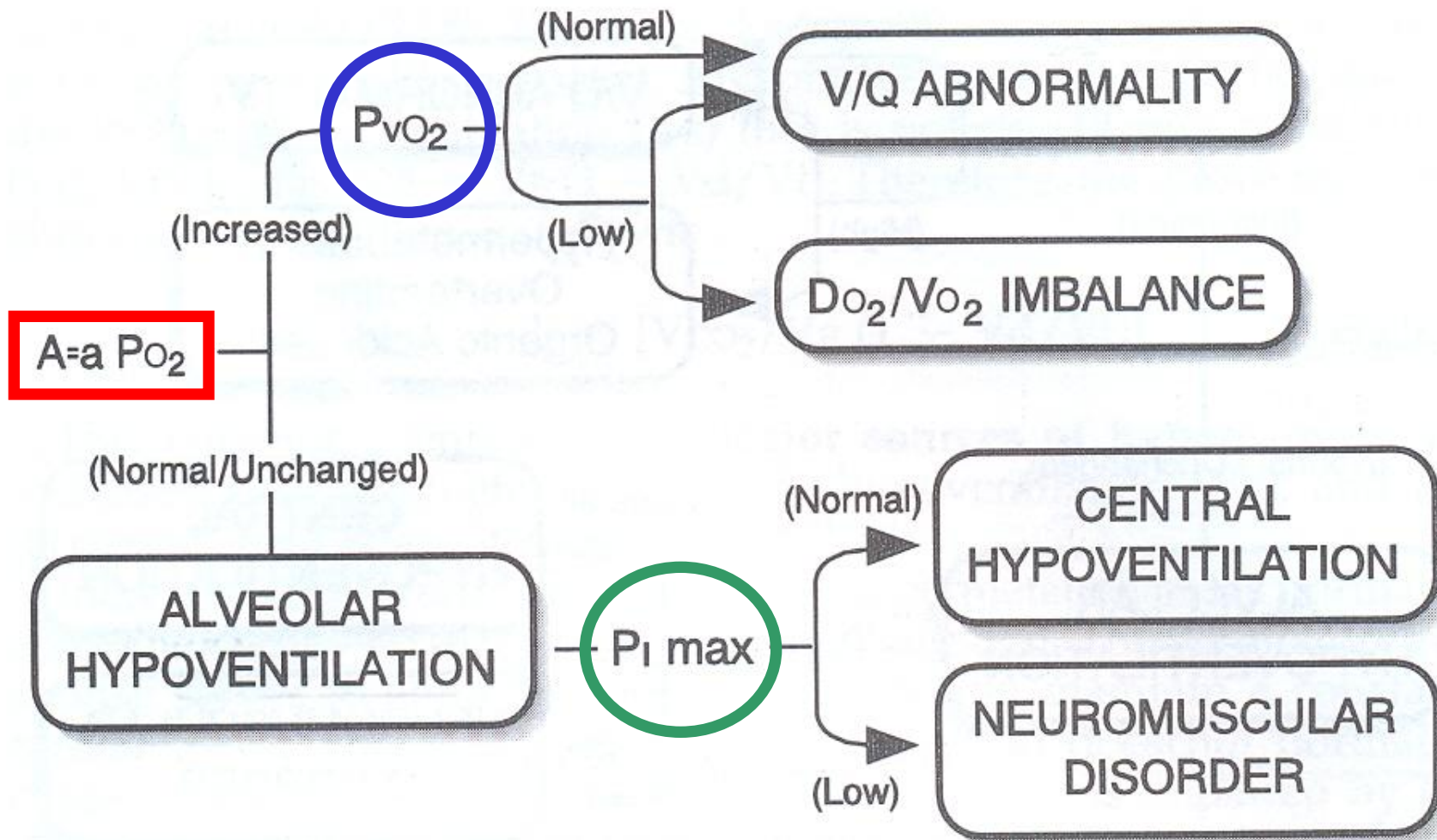
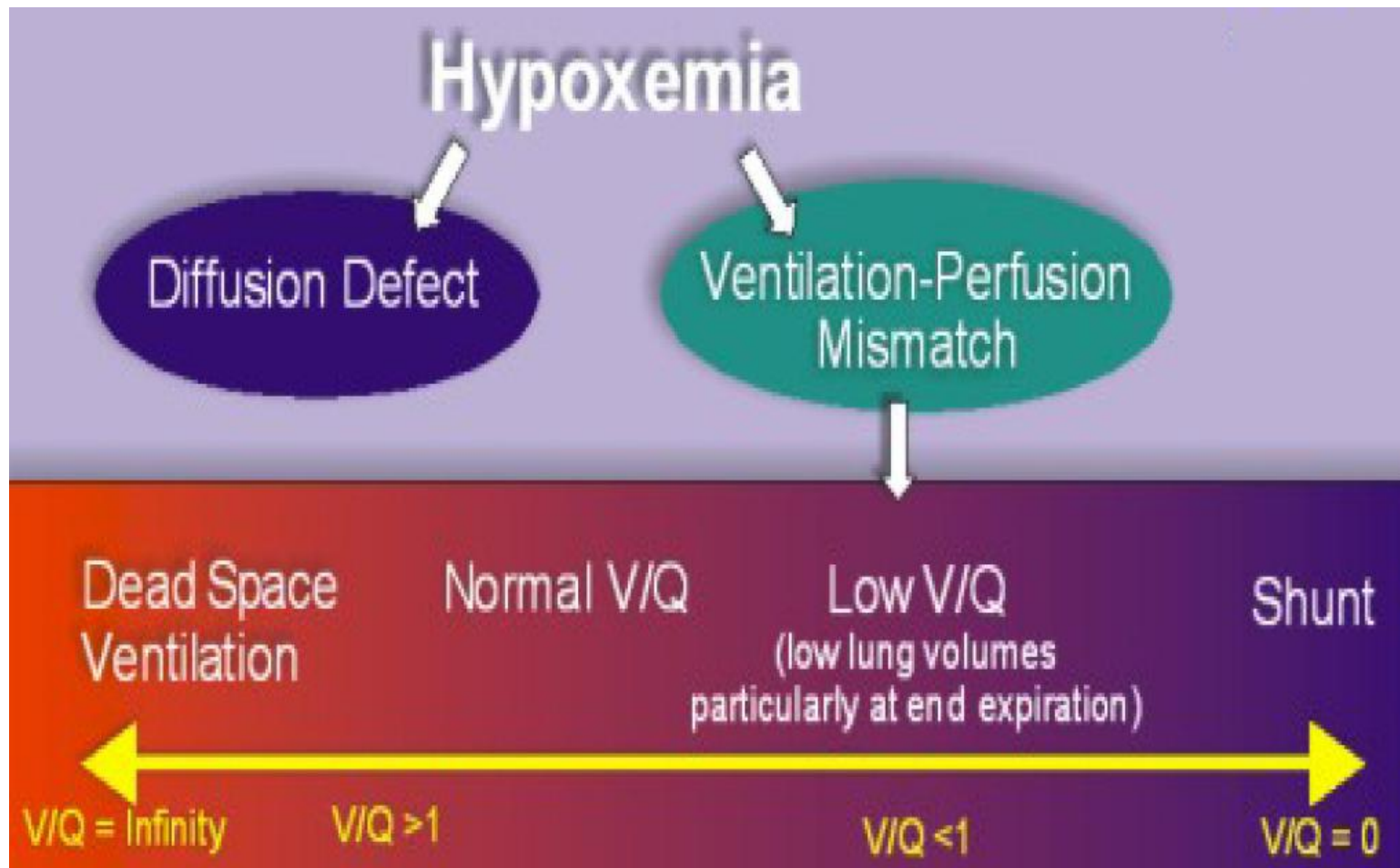
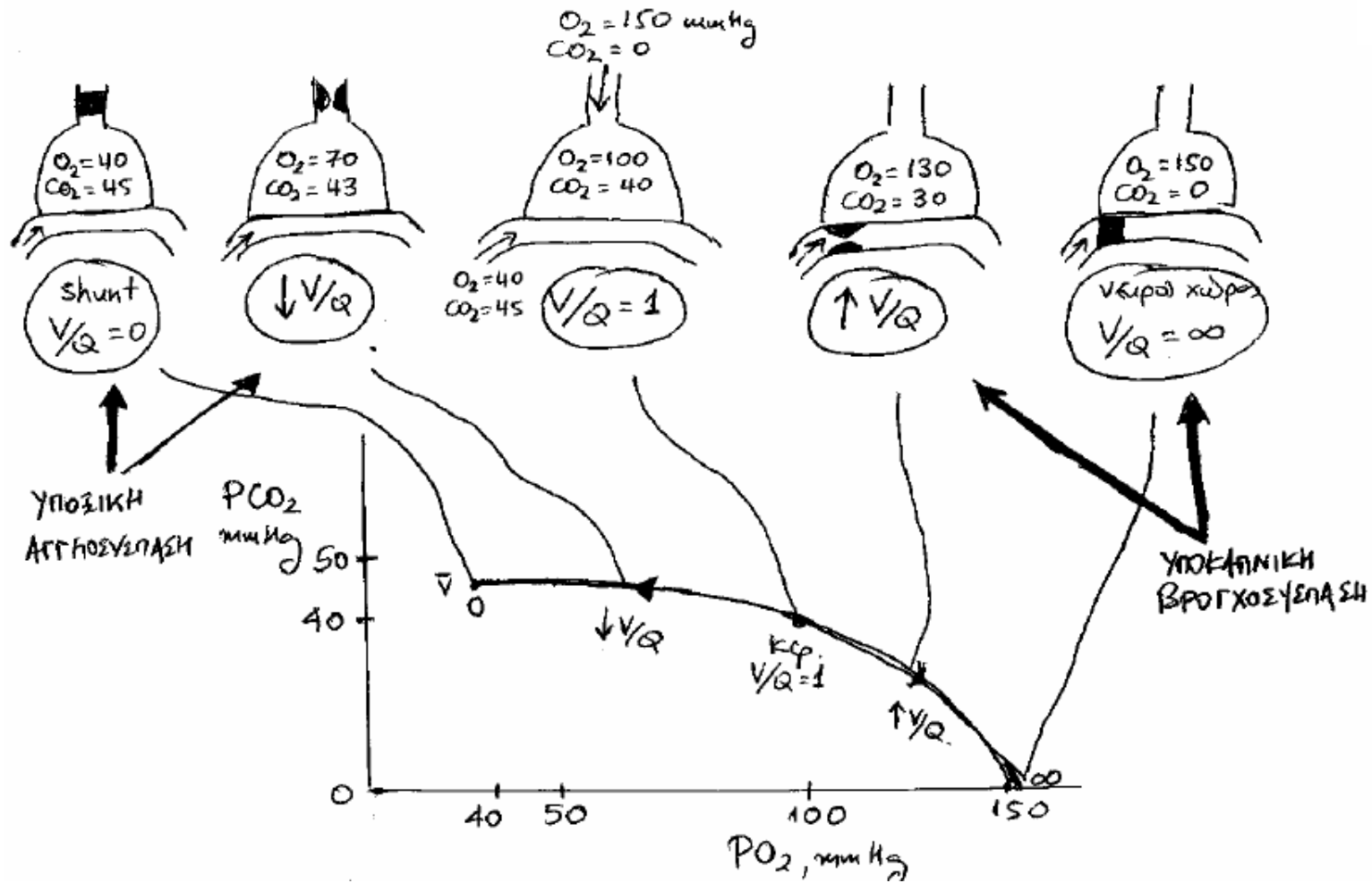


Figure 21.6. Flow diagram for the evaluation of hypoxemia.

# Παθολογική φυσιολογία



# Διαταραχή V/Q



# Κυψελιδοαρτηριακή διαφορά O<sub>2</sub>

$$A-aPO_2 = [FiO_2(PB - PH_2O) - (PaCO_2/RQ)] - PaO_2$$

(φ.τ. 5-10 mmHg)

Στο επίπεδο της θάλασσας:

$$A-aPO_2 = (150 - PaCO_2 / 0.8) - PaO_2$$

# Διαταραχή 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>)





# Διαταραχή V/Q

## ☛ ↓V/Q

- ΧΑΠ
- Άσθμα
- Ίνωση
- Πνευμονική εμβολή
- Πνευμοθώραξ

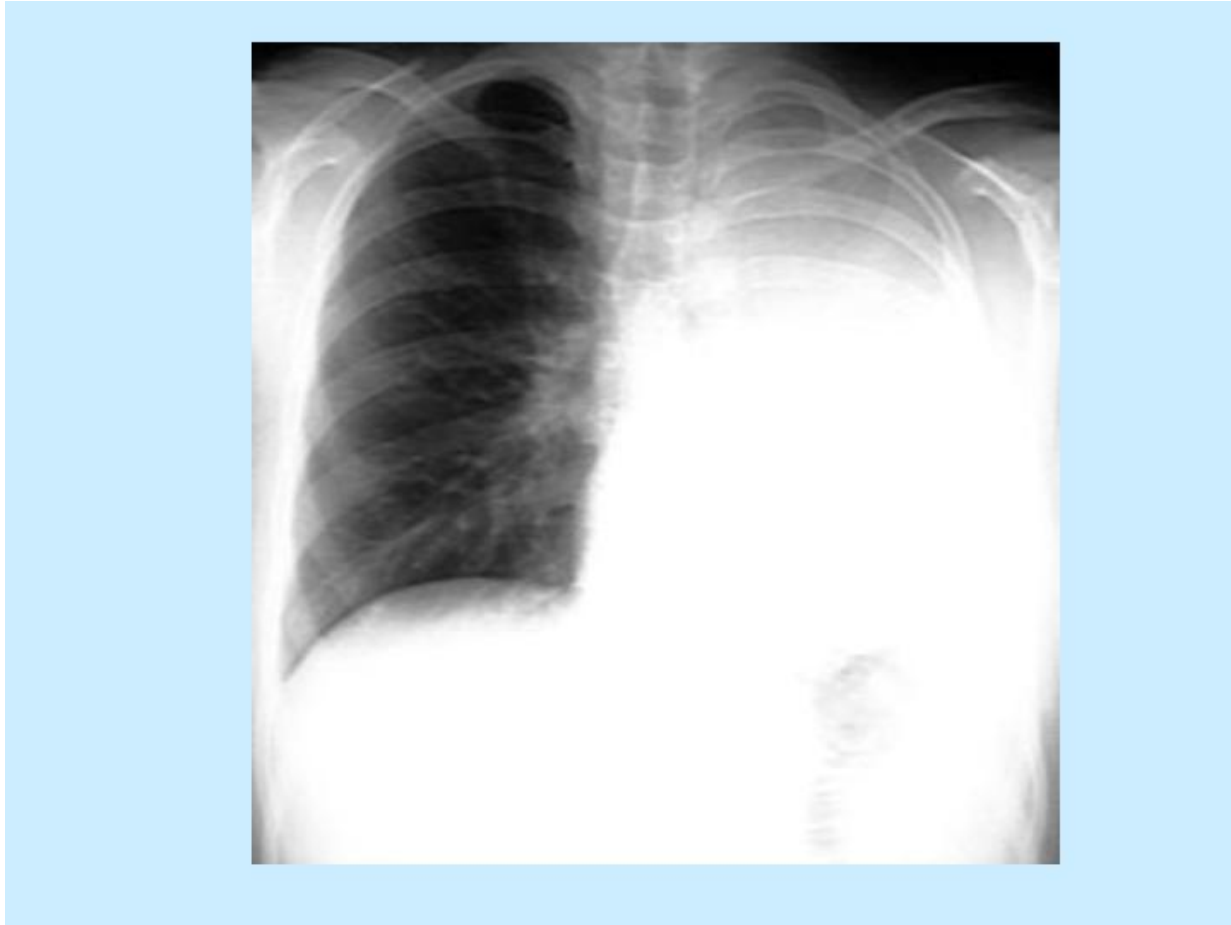
## ☛ SHUNT

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

			
A Clear	B Diffuse	C Lobar	D Unilateral
Intracardiac shunt Pulmonary vascular shunts	Bronchopneumonia Bronchopulmonary dysplasia	Infarction Occlusion (drowned lung)	Aspiration Pleural effusion
AV malformation Cirrhosis Asthma/obstructive lung disease Pulmonary embolism Pneumothorax Head injury Desaturated mixed venous blood Obesity/airway closure	Hemorrhage ARDS Hydrostatic edema Aspiration	Lobar pneumonia	Mass and drowned lung Infarction Main bronchus intubation Mucus plug Contusion Re-expansion edema Contralateral pneumothorax Pneumonia Decubitus position/ hydrostatic edema

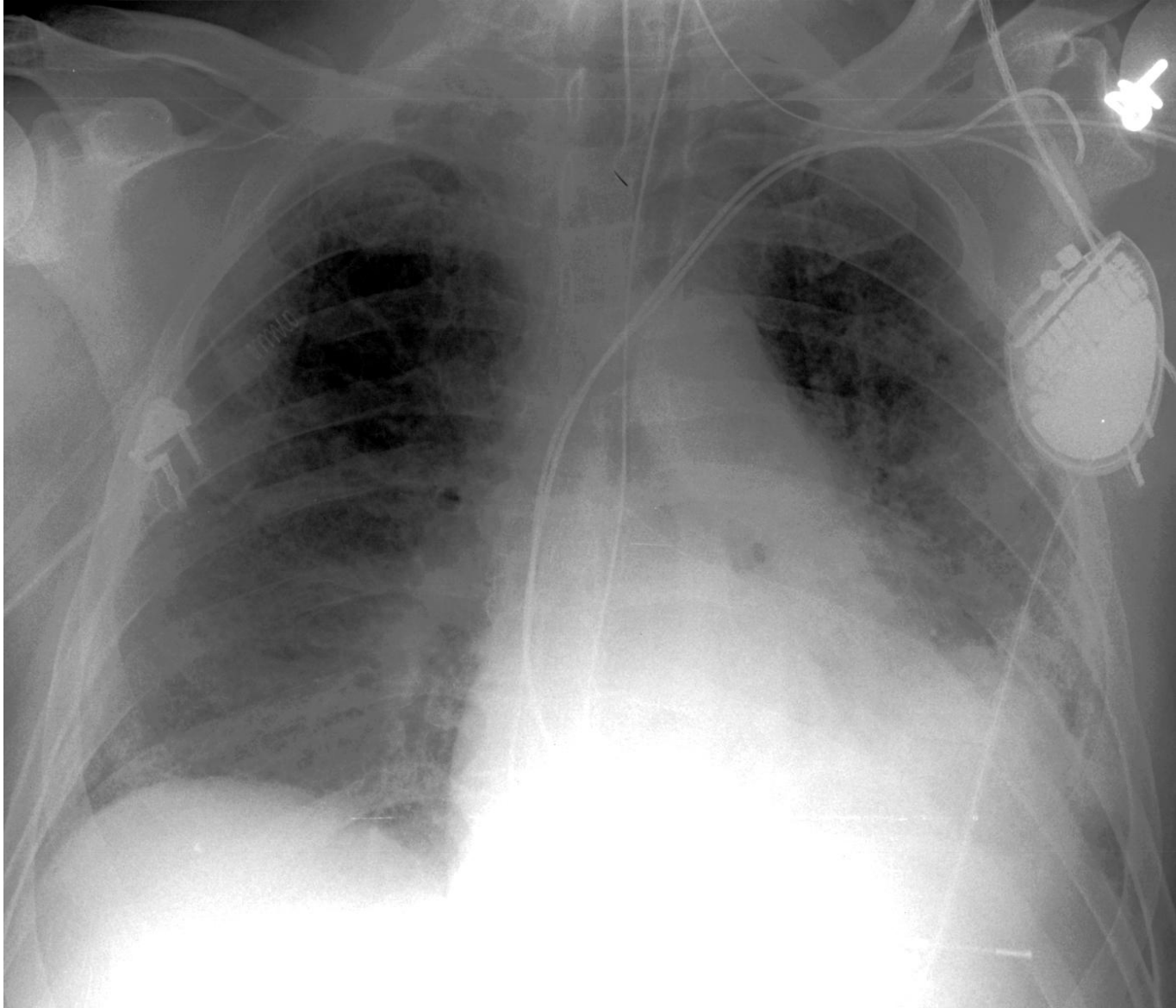
■ **FIGURE 24-3** Radiographic patterns associated with hypoxemia.

# Παράδειγμα ενδοπνευμονικού shunt





# Διάχυτα πνευμονικά διηθήματα



# ARDS

Σύνδρομο Οξείας Αναπνευστικής  
Δυσχέρειας

Acute Respiratory Distress  
Syndrome (ARDS)

# ARDS

- Το σύνδρομο οξείας αναπνευστικής δυσχέρειας (ARDS) είναι μία φλεγμονώδης απόκριση των πνευμόνων σε άμεσα και έμμεσα ερεθίσματα, και χαρακτηρίζεται από
  - σοβαρή υποξαιμία,
  - ελαττωμένη ευενδοτότητα (compliance) και
  - διάχυτες διηθήσεις στην ακτινογραφία θώρακα.
- Συνοδεύεται συχνά από πολυοργανική ανεπάρκεια και έχει σημαντική νοσηρότητα και θνητότητα.

# ARDS

- οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια που οφείλεται σε μη καρδιογενές πνευμονικό οίδημα
- οφείλεται σε **αύξηση της διαπερατότητας των κυψελιδικών τριχοειδών λόγω βλάβης του ενδοθηλίου τους**
- είναι η πιο συχνή ενδονοσοκομειακή αιτία αναπνευστικής ανεπάρκειας (>150000 ετησίως ΗΠΑ)
- προσβάλλει συνήθως υγιή άτομα
- η θνητότητα είναι μεγάλη (30-70%)

# ARDS

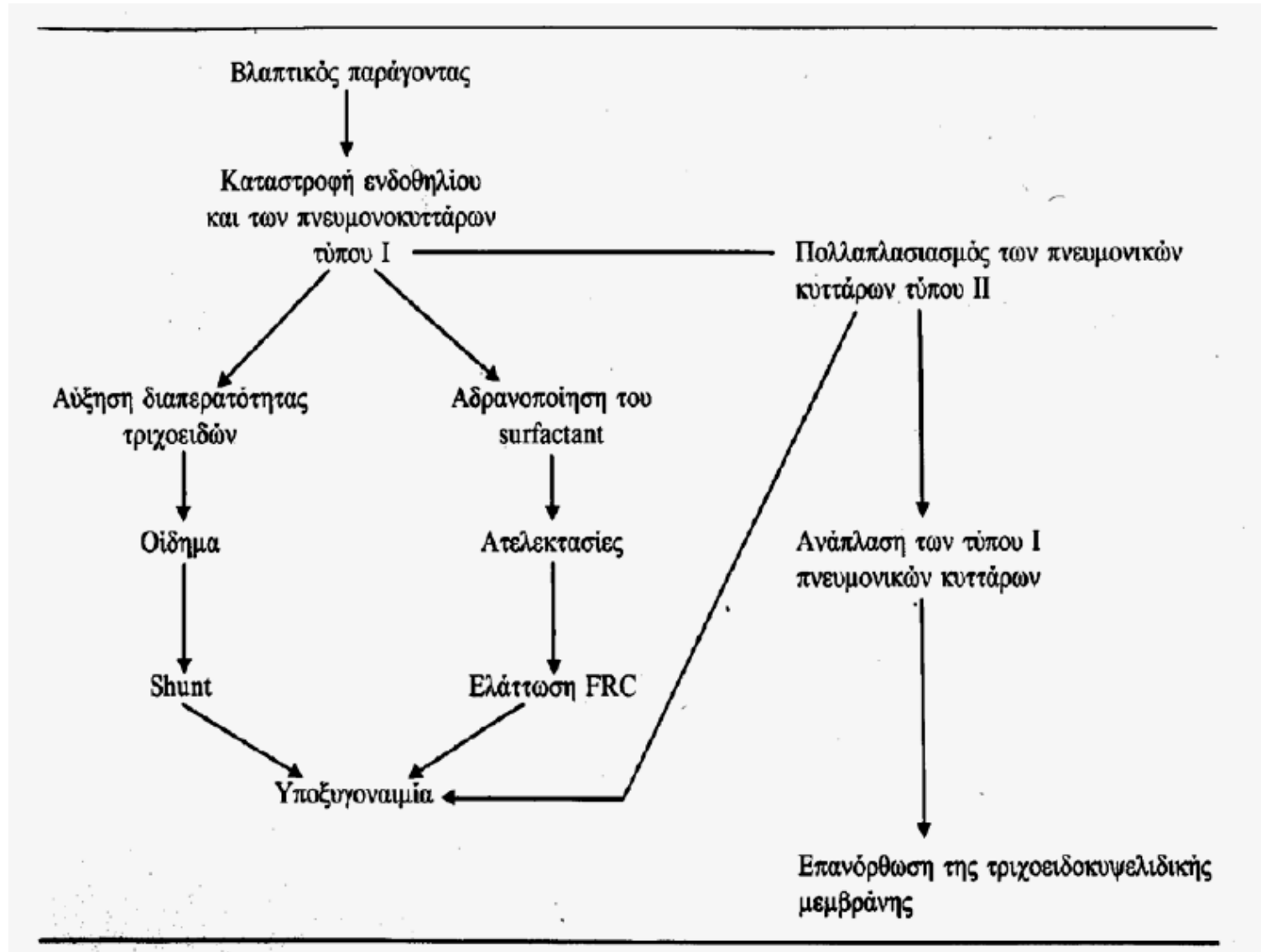
**TABLE 2. CLINICAL DISORDERS ASSOCIATED WITH THE DEVELOPMENT OF THE ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME.**

---

<b>DIRECT LUNG INJURY</b>	<b>INDIRECT LUNG INJURY</b>
Common causes	Common causes
Pneumonia	Sepsis
Aspiration of gastric contents	Severe trauma with shock and multiple transfusions
Less common causes	Less common causes
Pulmonary contusion	Cardiopulmonary bypass
Fat emboli	Drug overdose
Near-drowning	Acute pancreatitis
Inhalational injury	Transfusions of blood products
Reperfusion pulmonary edema after lung transplantation or pulmonary embolectomy	

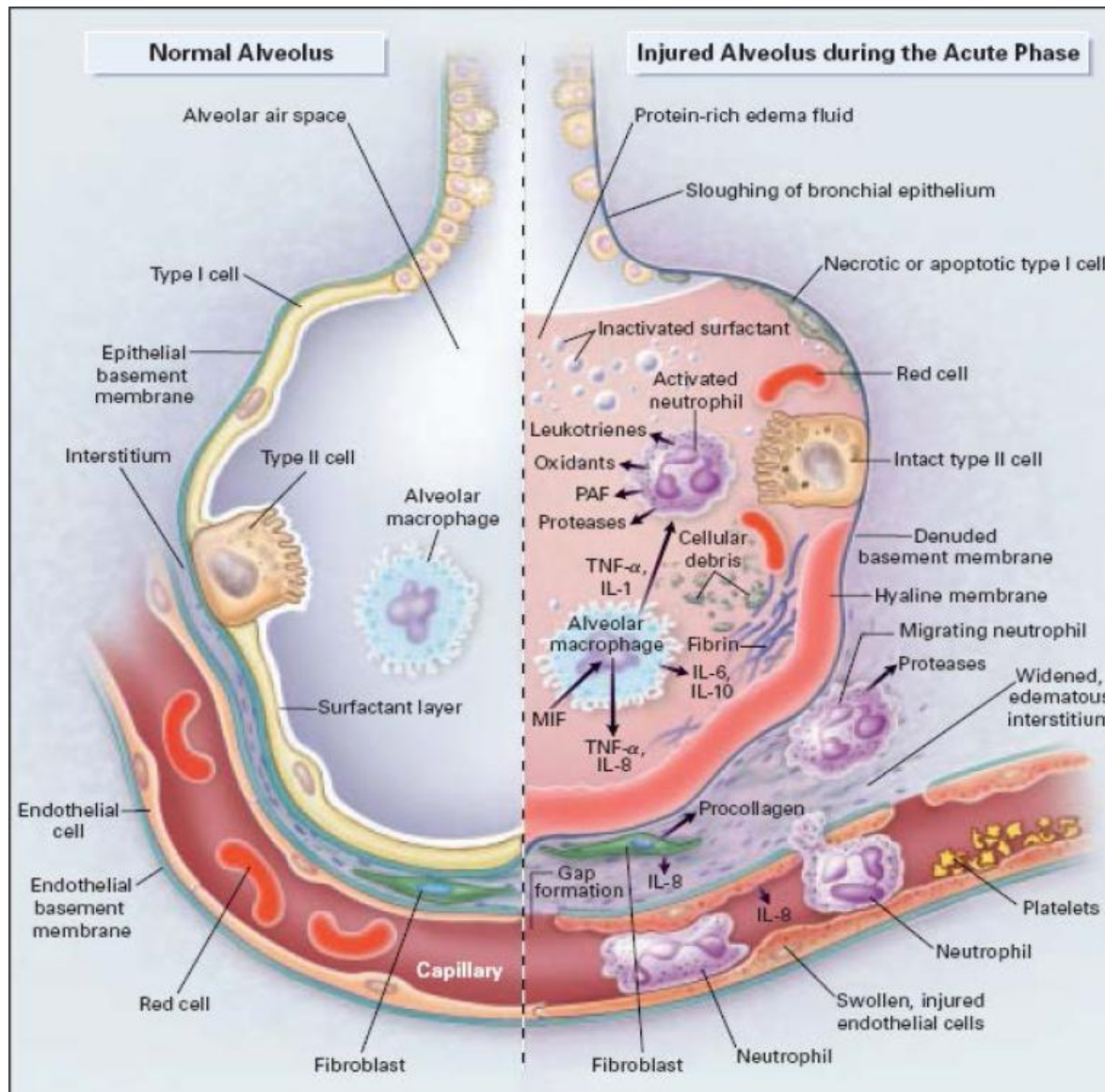
---

# ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ARDS

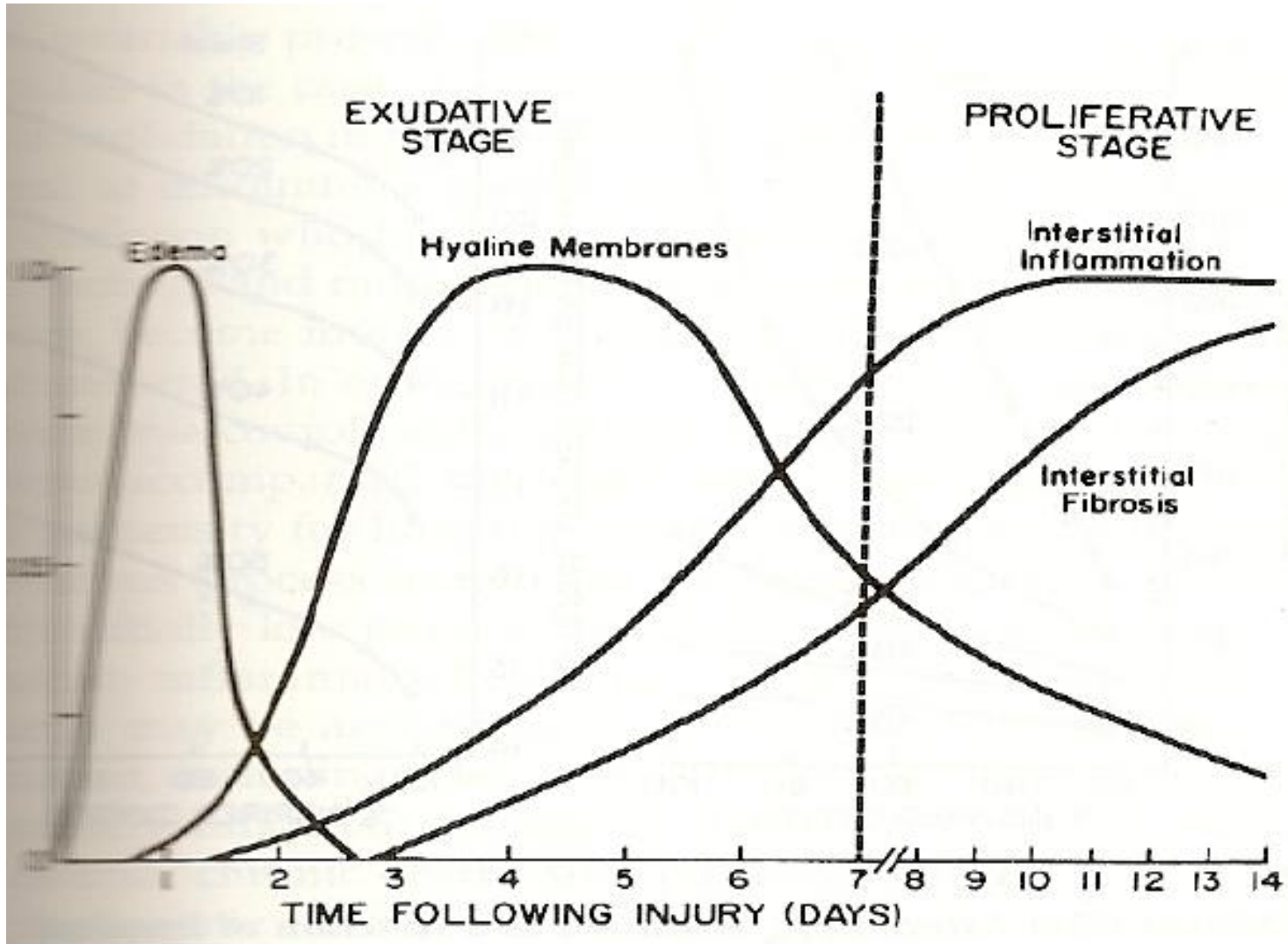




# ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ARDS

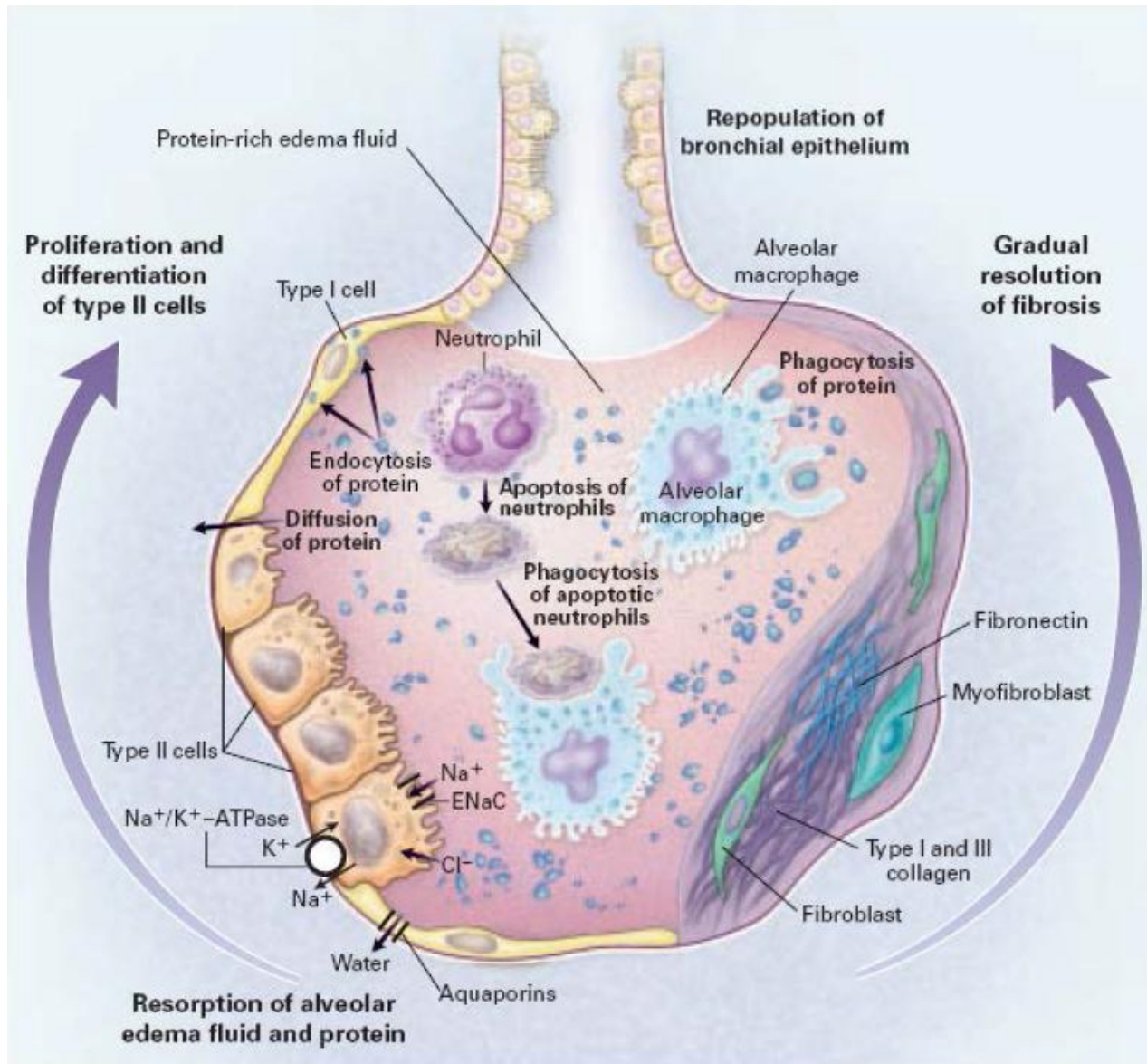


# EXUDATIVE ARDS





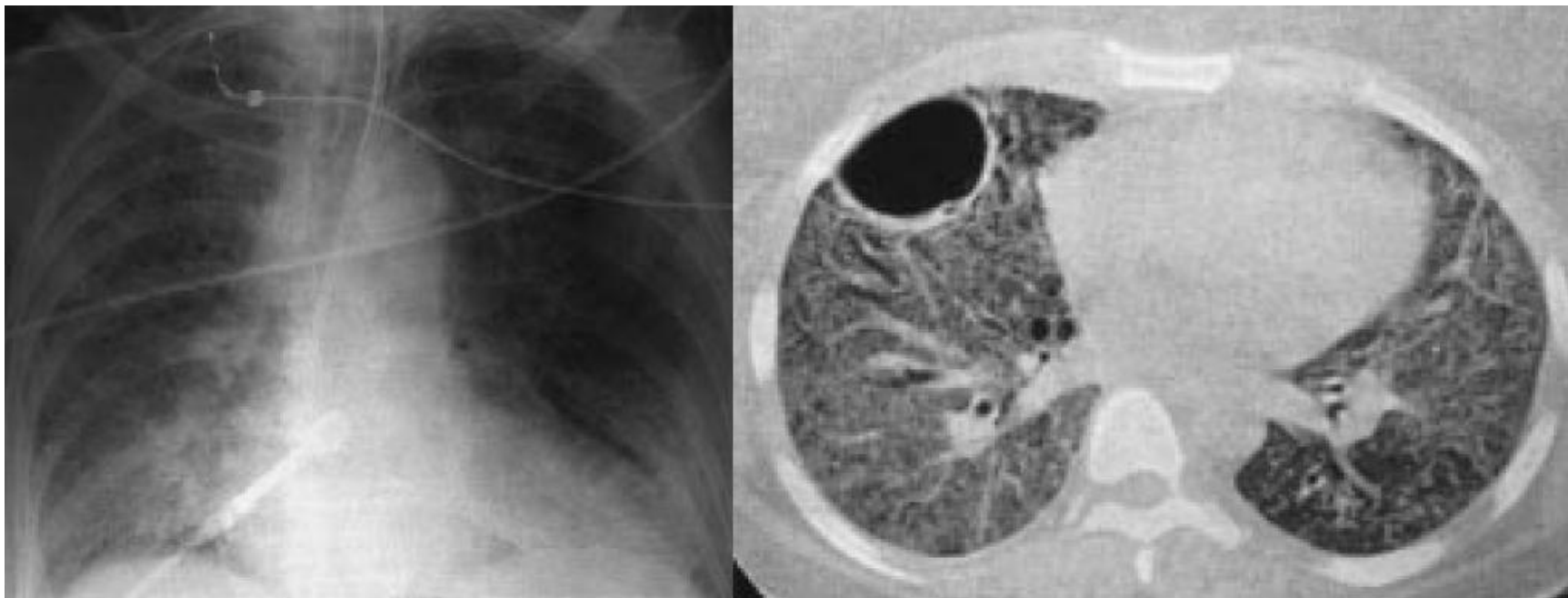
# REPAIR OF ARDS



# ARDS – ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΟΞΕΙΑ ΕΞΙΔΡΩΜΑΤΙΚΗ ΦΑΣΗ



# ARDS – ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΟΨΙΜΗ ΦΑΣΗ ΙΝΩΣΗΣ



NEJM 2000

# ARDS - Διαφορική Διάγνωση από καρδιογενές πνευμονικό οίδημα

	Καρδιογενές πνευμονικό οίδημα	ΣΑΔ
Μηχανισμός	αύξηση υδροστατικής πίεσης στα πνευμονικά τριχοειδή	αύξηση διαπερατότητας πνευμονικών τριχοειδών
PAPw	αυξημένη (> 12 mm Hg)	φυσιολογική (< 12 mm Hg)
PAPd-PAPw	φυσιολογική (< 5 mm Hg)	αυξημένη (> 5 mm Hg)
Πρωτεΐνες οιδήματος/ /πρωτεΐνες ορού	< 0,46	> 0,72

# Υπερκαπνική Αναπνευστική ανεπάρκεια (τύπου II)

- $PaCO_2 > 50\text{mmHg}$
- Υποξαιμία πάντα παρούσα
- pH εξαρτάται από επίπεδα  $HCO_3$
- $HCO_3$  εξαρτάται από χρονιότητα υπερκαπνίας
- Νεφρική αντιρρόπηση από ημέρες έως εβδομάδες

# Υπερκαπνική Αναπνευστική ανεπάρκεια (τύπου II)

- **Αίτια**

- Δυσλειτουργία αναπνευστικού κέντρου (γέφυρα)
  - Υπερδοσολογία φαρμάκων, ΑΕΕ, όγκος, υποθυρεοειδισμός, κεντρικού τύπου υποαερισμός
- Νευρομυϊκή νόσος
  - Guillain-Barre, Myasthenia Gravis, polio, βλάβες NM

# Υπερκαπνική Αναπνευστική ανεπάρκεια (τύπου II)

- **Αίτια**

- Θωρακικό τοίχωμα/Υπεζωκότητας

- κυφοσκολίωση, πνευμοθώρακας, μαζική πλευριτική συλλογή

- Απόφραξη ανωτέρω αεραγωγών

- όγκος, ξένο σώμα, οίδημα λάρυγγος

- Νόσος περιφερικών αεραγωγών

- Άσθμα, ΧΑΠ

# Υπερκαπνική Αναπνευστική ανεπάρκεια (τύπου II)

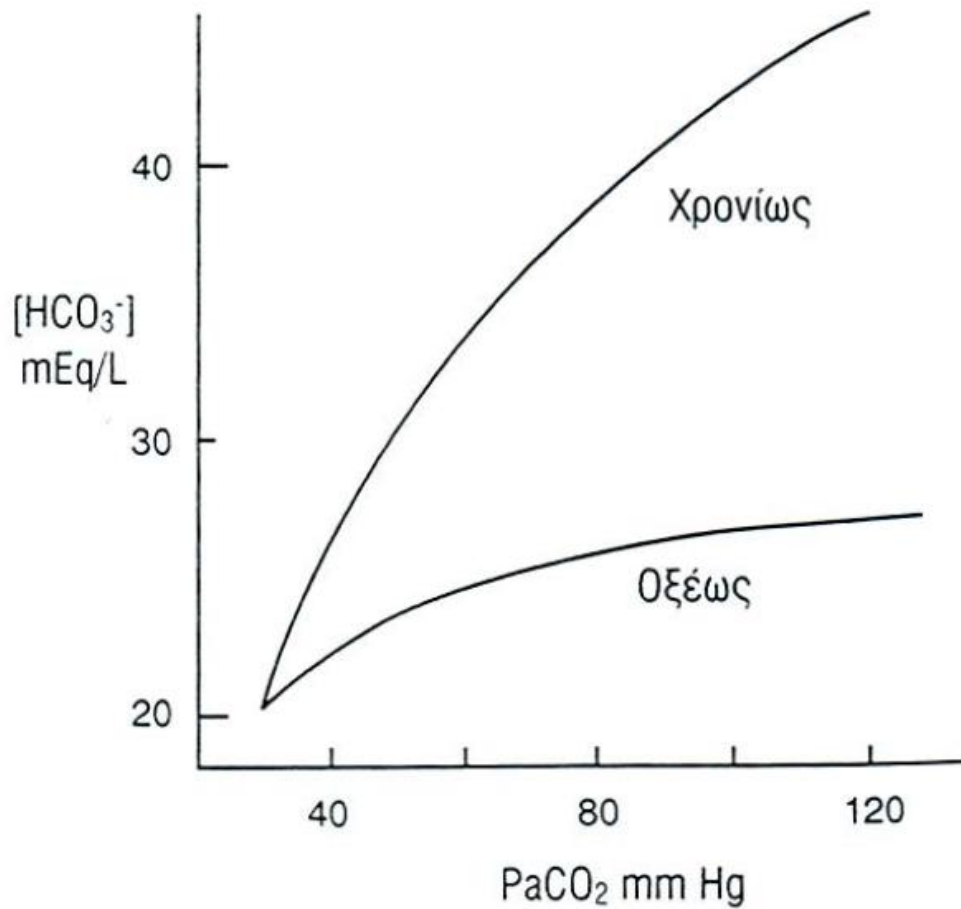
Υπερκαπνική αναπνευστική ανεπάρκεια  
= ανεπάρκεια κυψελιδικού αερισμού

$$PaCO_2 = (VCO_2 \times k) / VA$$

Αποτυχία της αναπνευστικής αντλίας να  
αποβάλλει το παραγόμενο CO<sub>2</sub>



# Υπερκαπνική Αναπνευστική ανεπάρκεια (τύπου II)



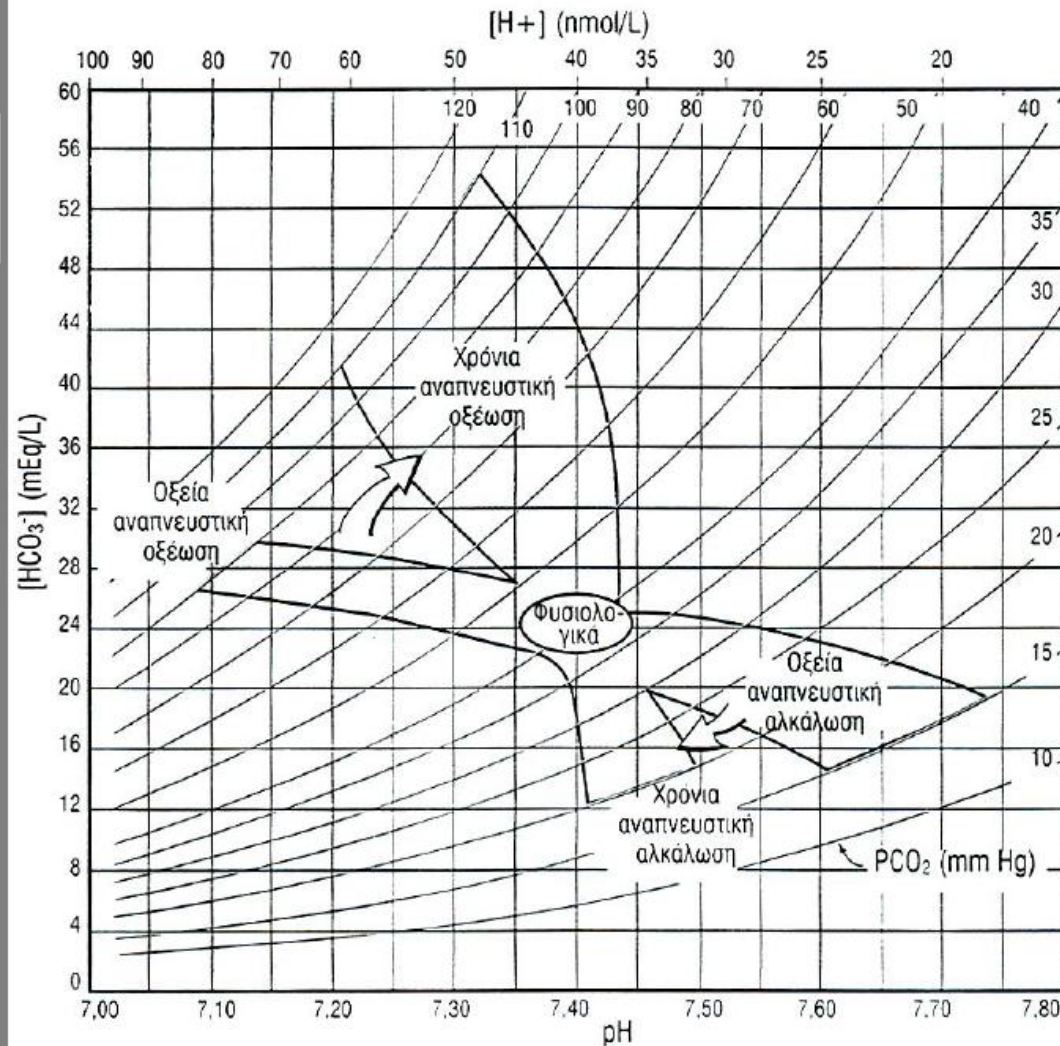
# Υπερκαπνική Αναπνευστική ανεπάρκεια (τύπου II)

χρόνια

$\uparrow [\text{HCO}_3^-] = 3,5 \text{ mEq/L}$   
για κάθε 10 mmHg  
 $\uparrow$  της  $\text{PCO}_2$

οξεία

$\uparrow [\text{HCO}_3^-] = 1 \text{ mEq/L}$   
για κάθε 10 mmHg  
 $\uparrow$  της  $\text{PCO}_2$



# Υπερκαπνική Αναπνευστική ανεπάρκεια (τύπου II)

- Οξεία

- ↓ Αρτηριακού pH

- Αίτια

- Οξεία λήψη κατασταλτικών φαρμάκων

- Οξεία μυϊκή αδυναμία π.χ. Μυασθένεια gravis

- Σοβαρή νόσος των πνευμόνων με μη διατήρηση κυψελιδικού αερισμού

- Π.χ. άσθμα ή πνευμονία

# Υπερκαπνική Αναπνευστική ανεπάρκεια (τύπου II)

- Οξεία επί χρονίας

- Χρόνια κατακράτηση  $\text{CO}_2$  που χειροτερεύει με  $\uparrow$

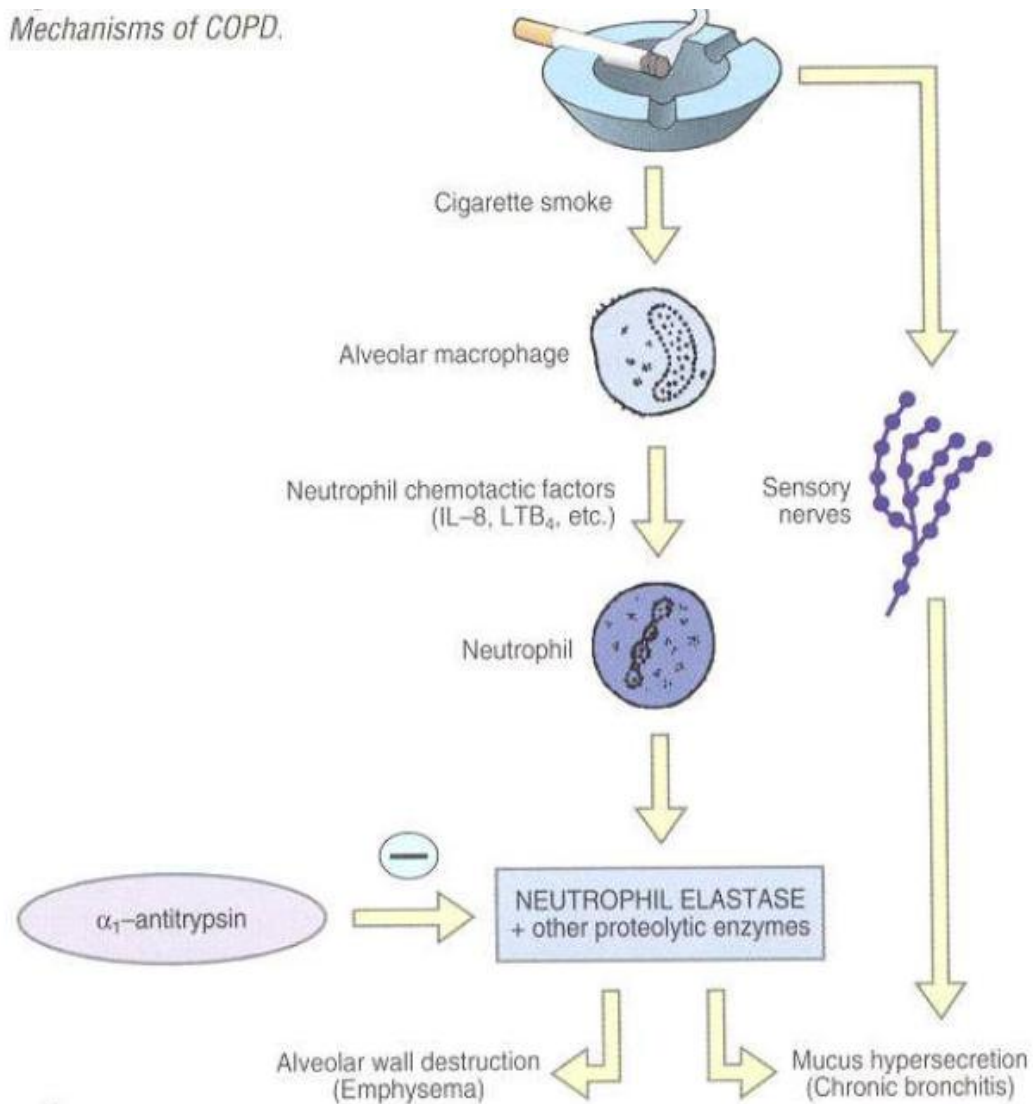
- $\text{PaCO}_2$  και  $\downarrow$  pH

- Μηχανισμός

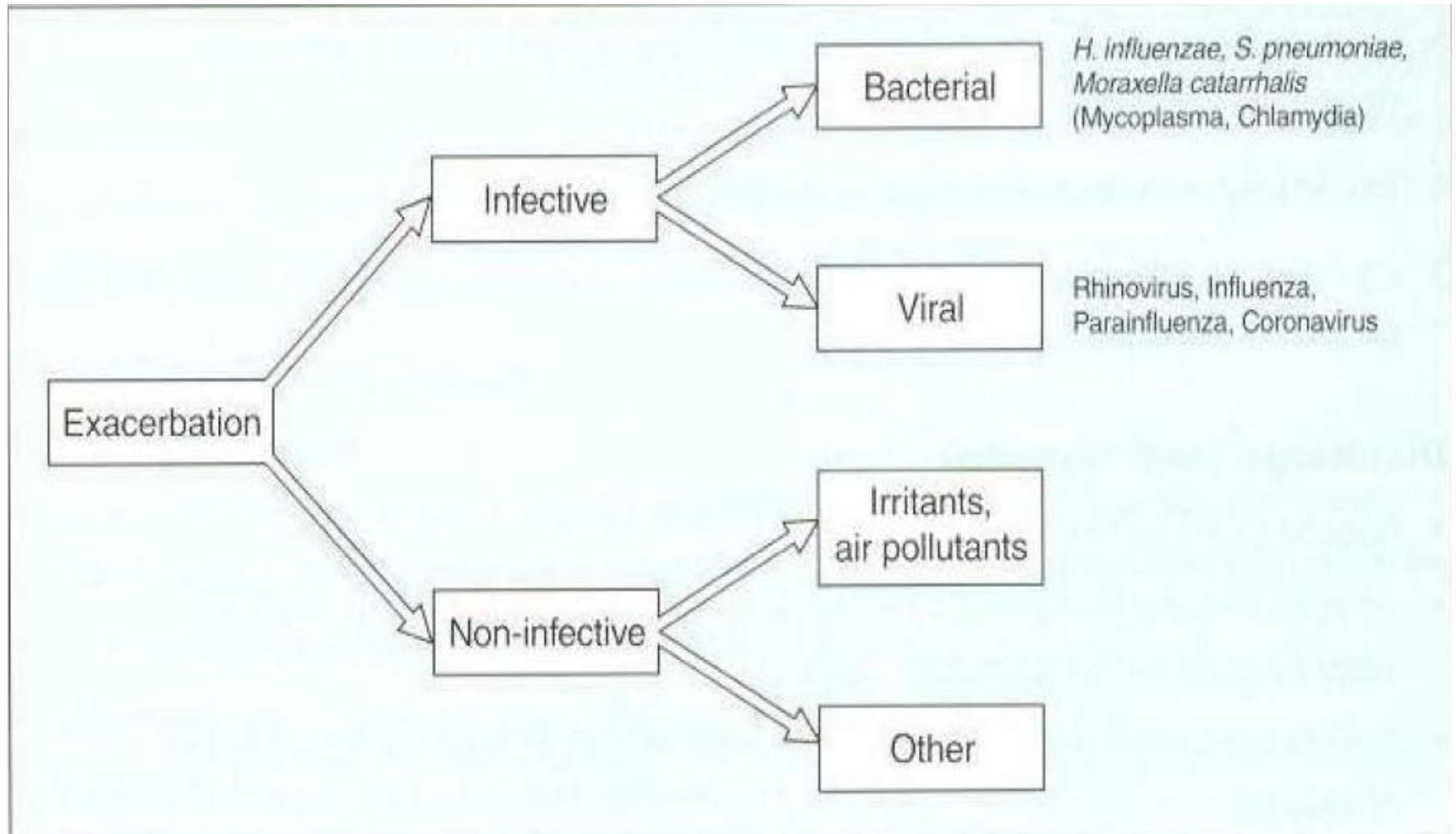
- Κόπωση αναπνευστικών μυών

# ΧΑΠ

*Mechanisms of COPD.*

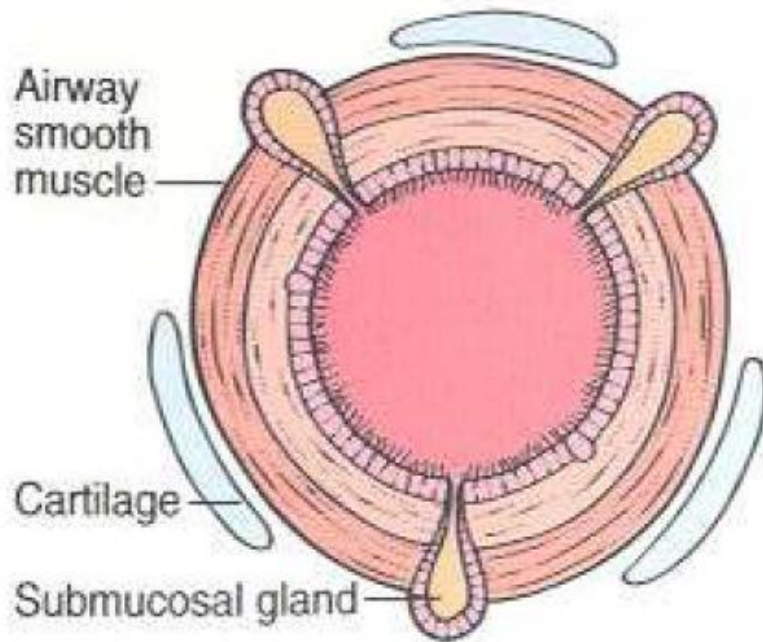


# ΑΙΤΙΑ ΕΞΑΡΣΗΣ ΧΑΠ

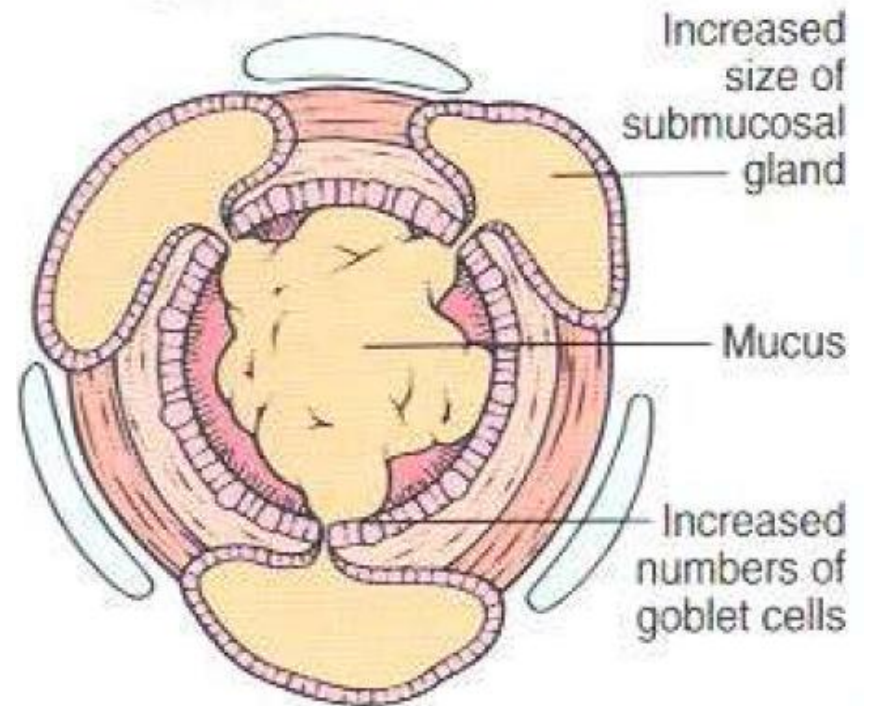


# ΧΑΠ

Normal airway

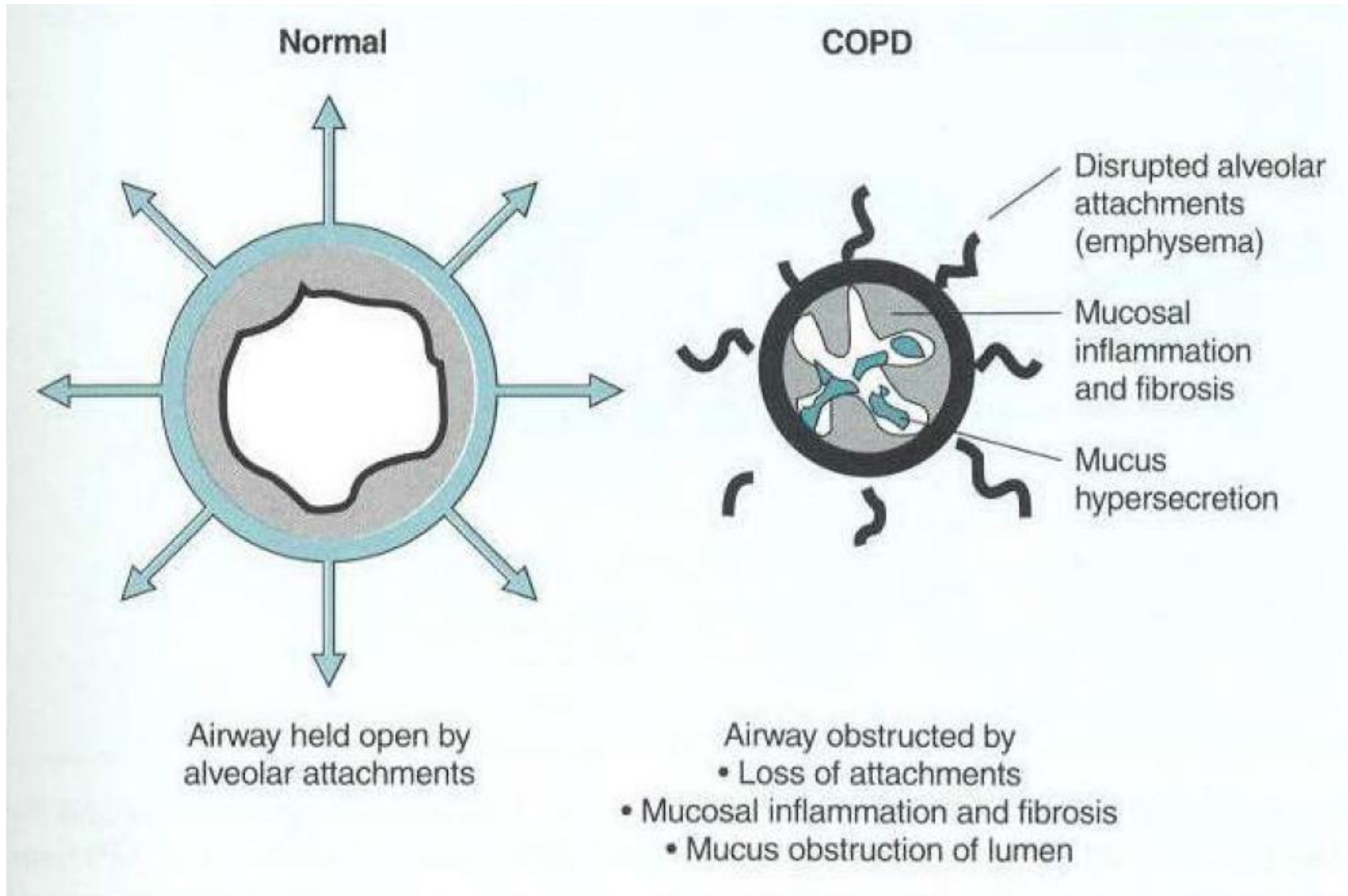


Chronic bronchitis





# ΧΑΠ





# ΧΑΠ

Βρογχόσπασμος, Συσσώρευση βλέννας,  
Φλεγμονή αεροφόρων

Παγίδευση  
αέρα

Αυξημένες  
αντιστάσεις

Επιπέδωση  
διαφράγματος

Αυξημένο  
ενδογενές PEEP

Αυξημένη  
ελαστική  
επαναφορά

Μυϊκή αδυναμία

Αυξημένη  
δύσπνοια

Αυξημένο έργο  
αναπνοής

Rx,  
CPAP,  
PEEP

Ανεπάρκεια  
αναπνευστικών  
μυών

Rx,  
IPPB

Μειωμένος  
αερισμός

Αυξημένη  
PaCO<sub>2</sub>



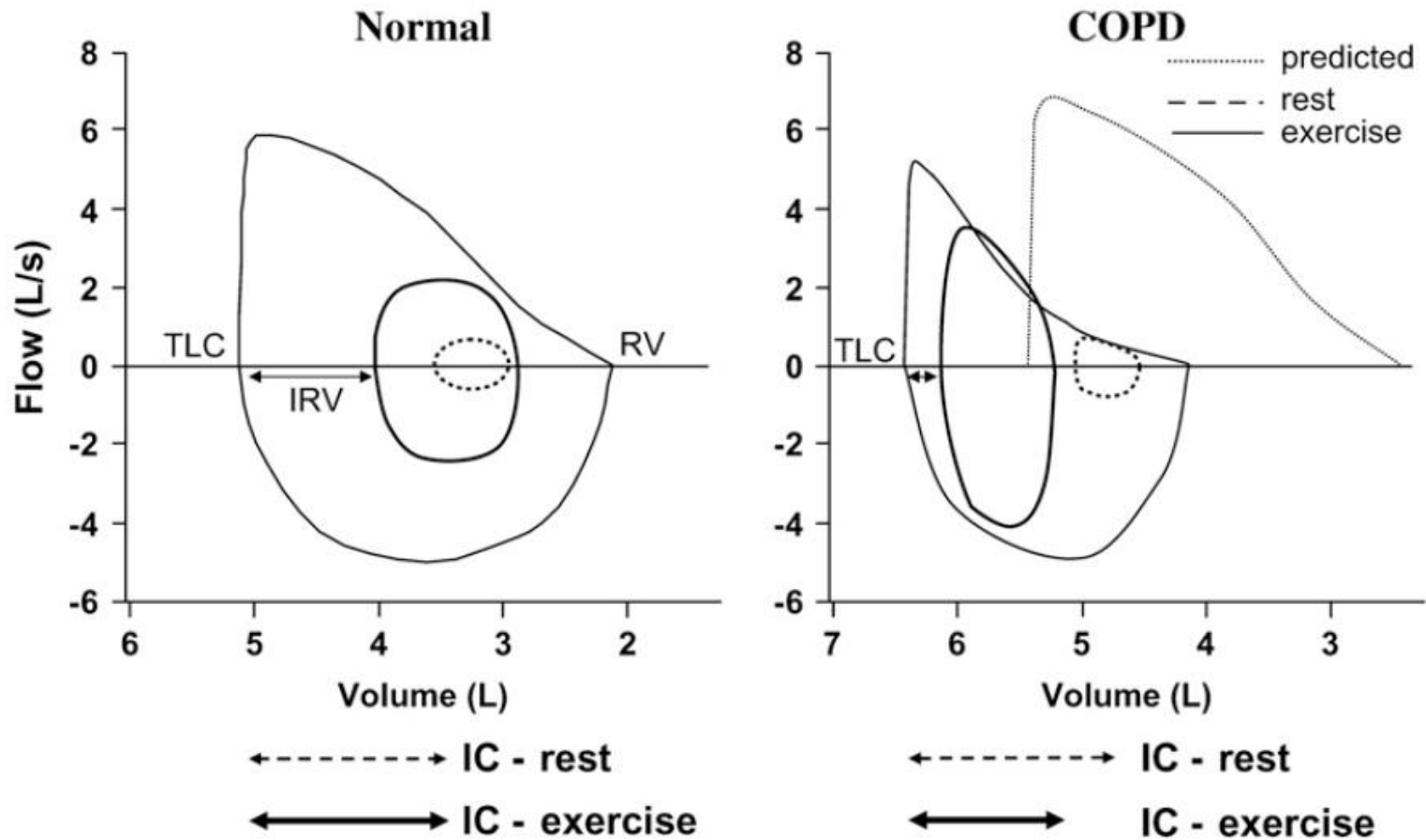
# ΧΑΠ

## Προβλήματα με την άσκηση

- η αύξηση του αερισμού κατά την άσκηση απαιτεί αύξηση των ροών
- η **εκπνευστική ροή είναι ελαττωμένη** σε ασθενείς με ΧΑΠ
- για να αυξηθεί η εκπνευστική ροή μεταφέρεται η αναπνοή τους σε υψηλότερους όγκους
- αποτέλεσμα η **δυναμική υπερδιάταση**

# ΧΑΠ

## Flow- volume curves: normal vs COPD



# Υπερκαπνική Αναπνευστική ανεπάρκεια (τύπου II)

- Κλινικές εκδηλώσεις (με ειδικές)
  - Κυάνωση
  - Δύσπνοια
  - Παράδοξη αναπνοή
  - Σύγχυση, υπνηλία, κώμα
  - Επιληπτικοί σπασμοί

# Υπερκαπνική Αναπνευστική ανεπάρκεια (τύπου II)

- Κλινική αξιολόγηση

- Ιστορικό

- ΦΕ

- Αέρια αίματος

- Πνευμονική λειτουργία (OVP vs RVP vs NVP)

- Α/α θώρακος

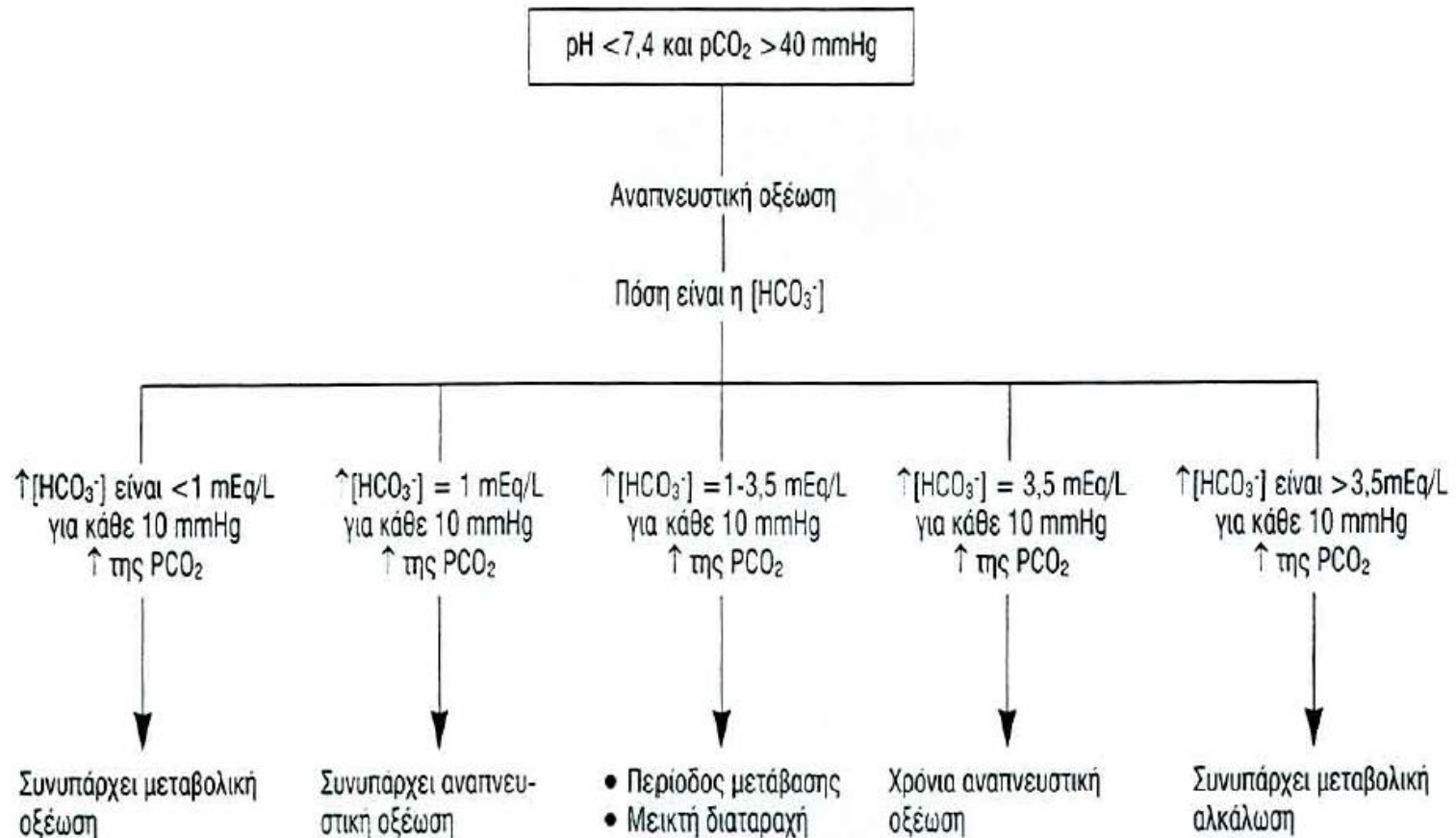
- ΗΚΓ

# Υπερκαπνική Αναπνευστική ανεπάρκεια (τύπου II)

- Κλινική αξιολόγηση
  - Κυκλοφορικές διαταραχές
    - Ταχυκαρδία, υπέρταση ή υπόταση
  - Πολυκυτταραιμία
    - Χρόνια υποξαιμία – σύνθεση ερυθροποιητίνης
  - Πνευμονική υπέρταση
  - Πνευμονική καρδιά ή δεξιά καρδιακή ανεπάρκεια

# Υπερκαπνική Αναπνευστική ανεπάρκεια (τύπου II)

Διαγνωστική προσπέλαση αναπνευστικής οξέωσης





# ΑΝΑΠΝ. ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ & ΤΥΠΟΙ

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

## ☀ ΤΥΠΟΣ 1 ή ΥΠΟΞΑΙΜΙΚΗ

- PO<sub>2</sub> < 60
- 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

# ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΥΠΟΑΕΡΙΣΜΟΥ ΠΑΧΥΣΑΡΚΙΑΣ - ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ

- Παχυσαρκία ( $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$ )
- Υπερκαπνία ( $PaCO_2 \geq 45 \text{ mmHg}$ )
- Αποκλεισμός άλλων αιτιών υποαερισμού
- Διαταραχές της αναπνοής στο ύπνο



The Report of an American Academy of Sleep Medicine Task Force. Sleep-related breathing disorders in adults: Recommendations for syndrome definition and measurement techniques in clinical research. *Sleep*. 1999;22:667-89.

Can Med Association J 2006;174:1293-99