

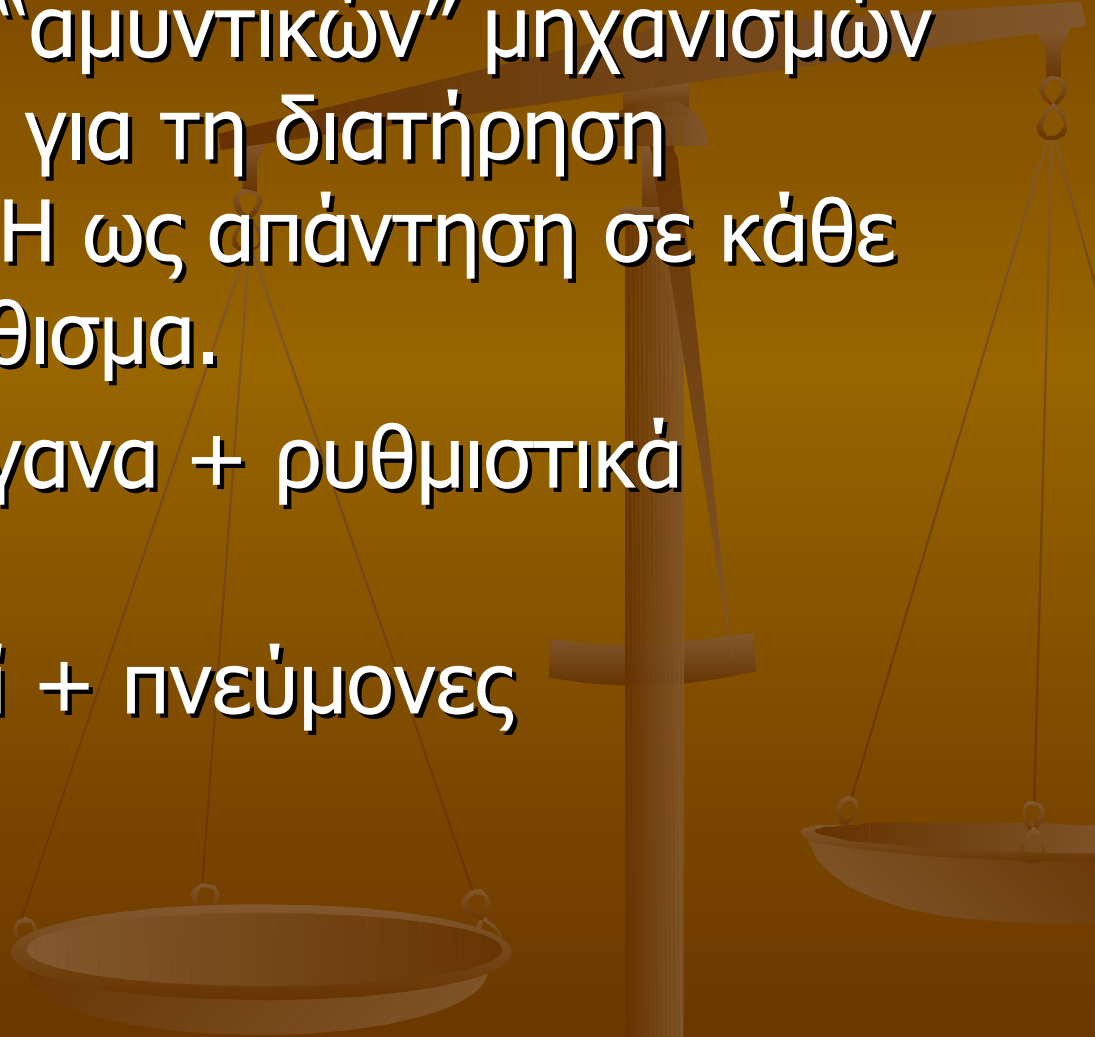
# ΑΡΧΕΣ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ



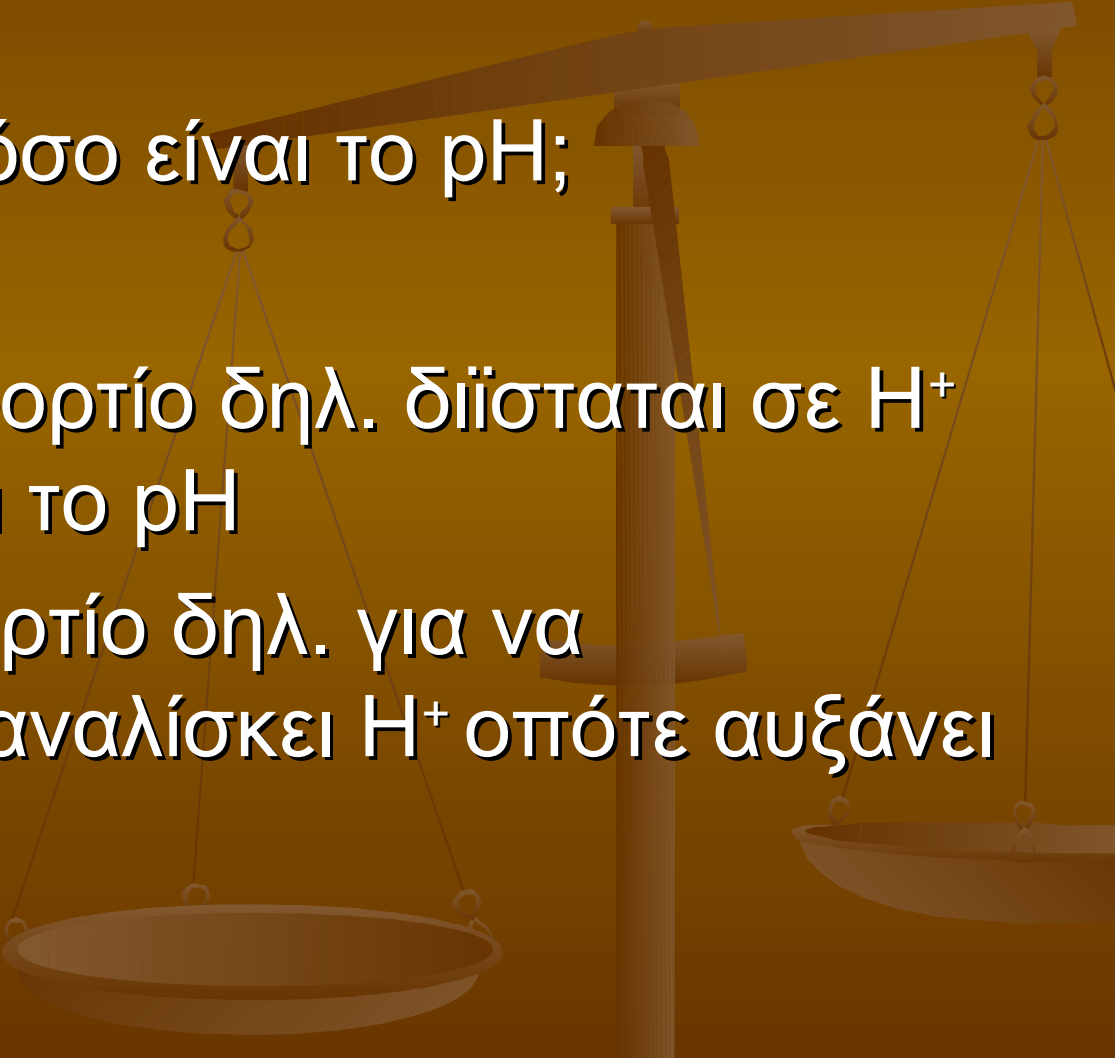
*Ε. Ι. Γιαμαρέλλος-Μπουρμπούλης*

Αναπλ. Καθηγητής Παθολογίας  
Δ΄ Παθολογική Κλινική  
Πανεπιστημίου Αθηνών

# ΟΡΙΣΜΟΣ

- Το σύνολο των “αμυντικών” μηχανισμών του οργανισμού για τη διατήρηση σταθερού του pH ως απάντηση σε κάθε «βλαπτικό» ερέθισμα.
  - Μηχανισμοί: όργανα + ρυθμιστικά διαλύματα
  - Όργανα: νεφροί + πνεύμονες
- 

# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ (1)

- $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$
  - πχ.  $[\text{H}^+]: 10^{-7}$ , πόσο είναι το pH;
  - $\text{pH} = 7$
  - Οξύ: αρνητικό φορτίο δηλ. διίσταται σε  $\text{H}^+$  οπότε ελαττώνει το pH
  - Βάση: θετικό φορτίο δηλ. για να σχηματιστεί καταναλίσκει  $\text{H}^+$  οπότε αυξάνει το pH
- 

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ (2)

- Ρυθμιστικό διάλυμα: κάθε διάλυμα στο οποίο είτε προστεθεί οξύ είτε βάση το pH θα διατηρηθεί ΠΕΡΙΠΟΥ σταθερό



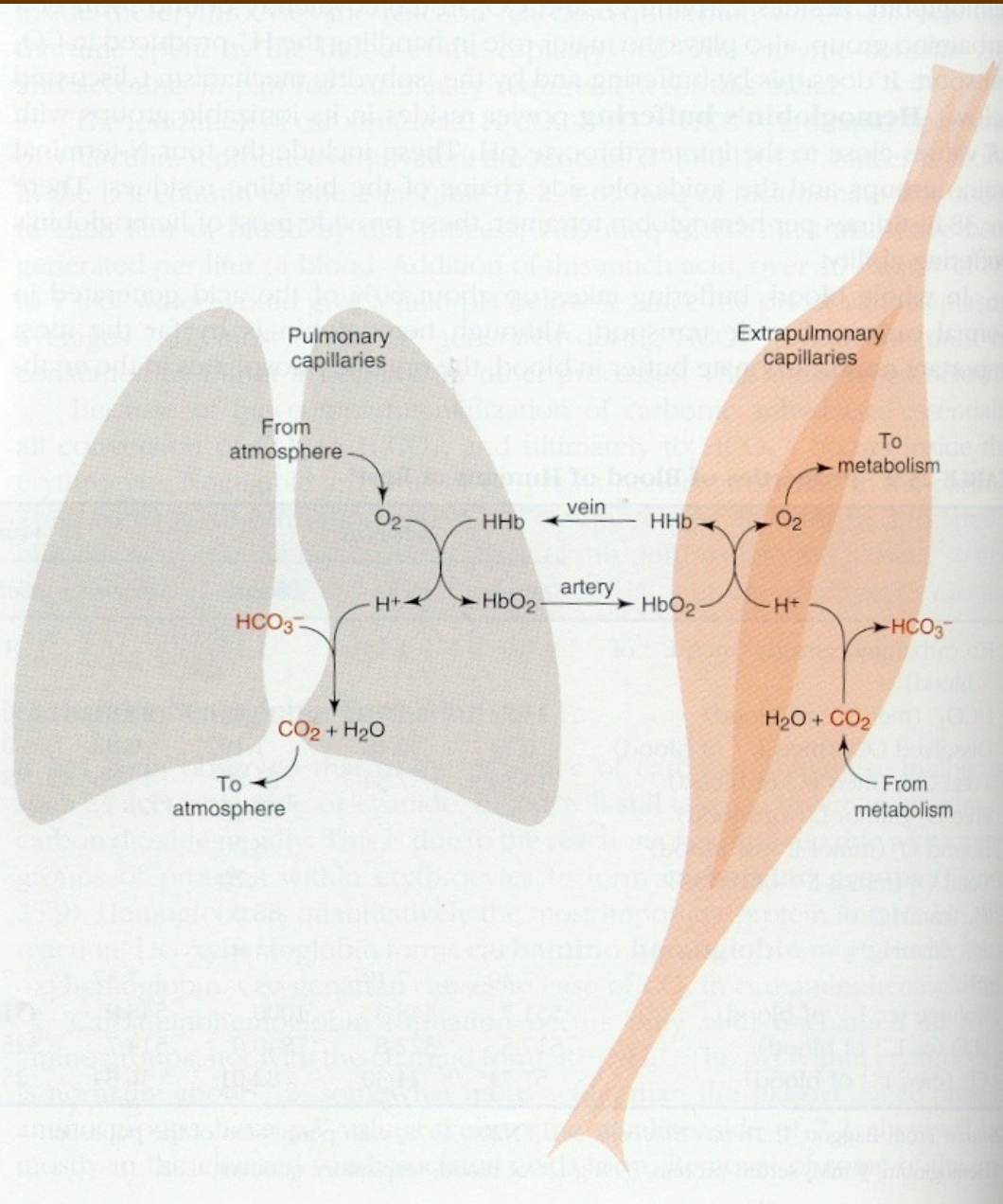
# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ (3)

- Ρυθμιστικό διάλυμα του οργανισμού:



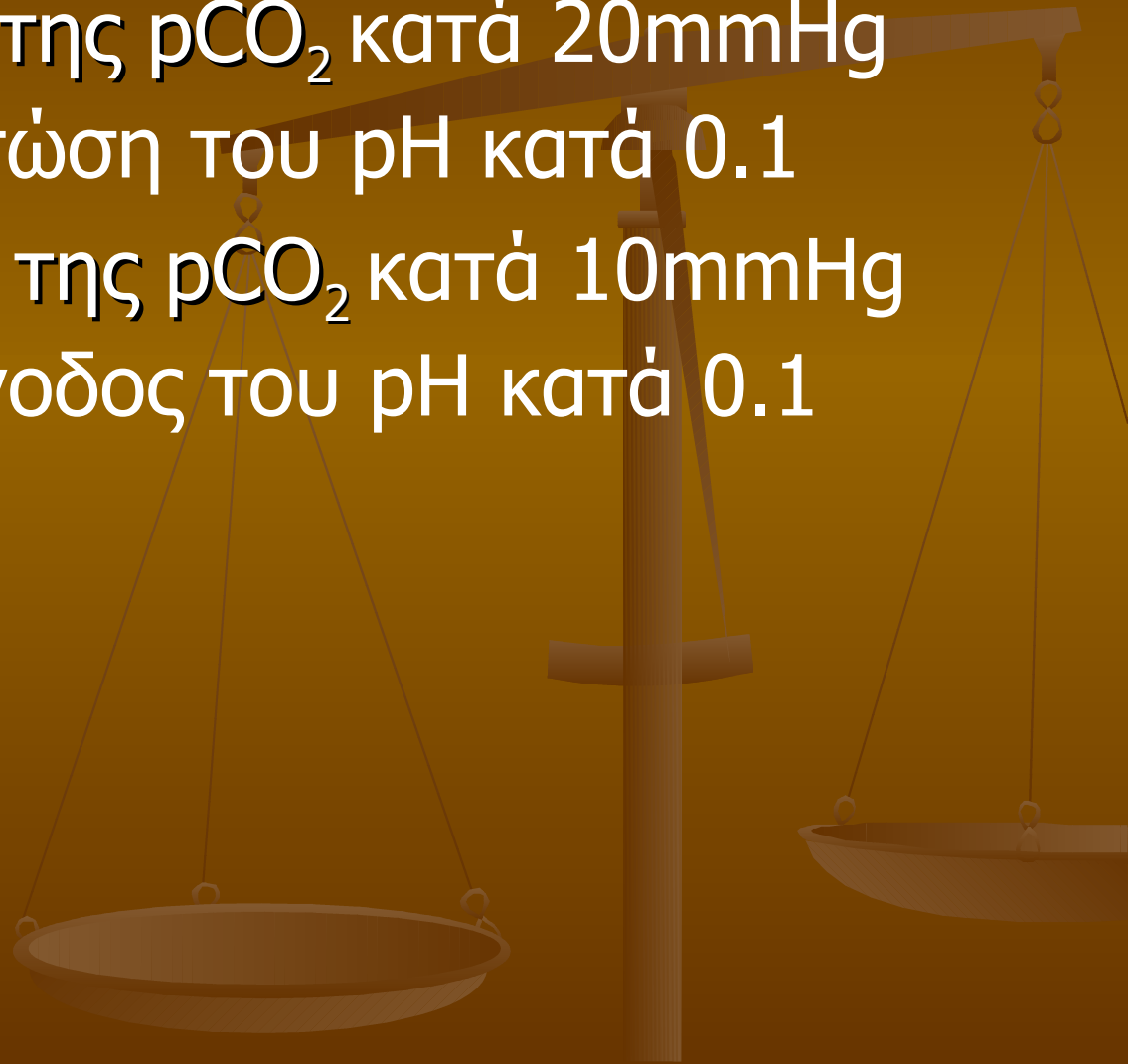
# Η ΕΞΙΣΩΣΗ HENDERSON-HASSELBACH (1)

- $[H^+] + [HCO_3^-] \leftrightarrow [CO_2] + [H_2O]$   
ή
- $pH = pK_a + \log [HCO_3^-] / [CO_2]$   
ή
- $pH = 6.1 + \log [HCO_3^-] / 0.03 \times pCO_2$   
ή
- $pH = 6.1 + \log \text{ΝΕΦΡΟΙ} / \text{ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ}$

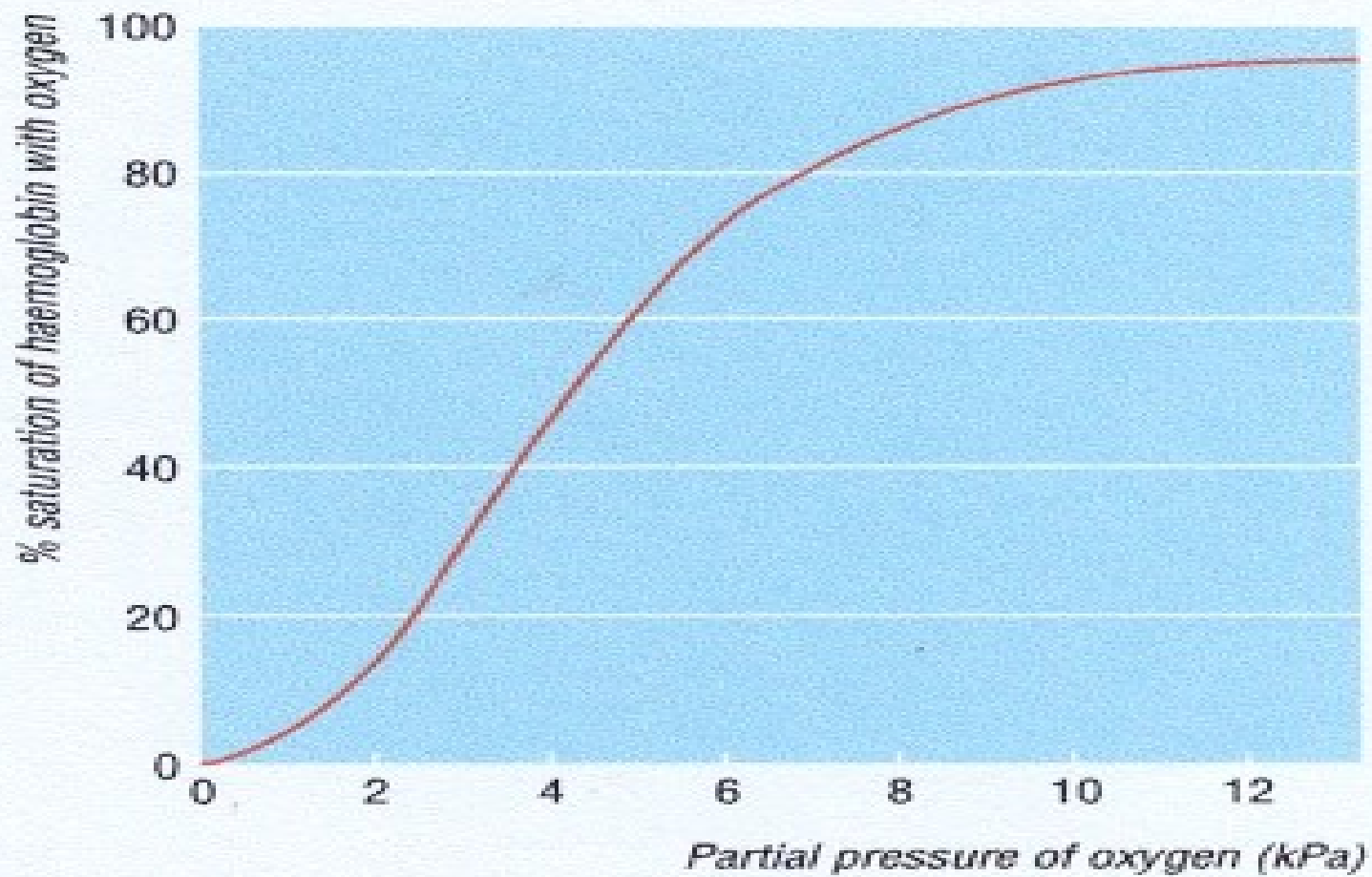


# Ο ΠΝΕΥΜΟΝΑΣ ΩΣ ΟΜΟΙΟΣΤΑΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ

- Για κάθε άνοδο της  $p\text{CO}_2$  κατά 20mmHg παρατηρείται πτώση του pH κατά 0.1
- Για κάθε πτώση της  $p\text{CO}_2$  κατά 10mmHg παρατηρείται άνοδος του pH κατά 0.1

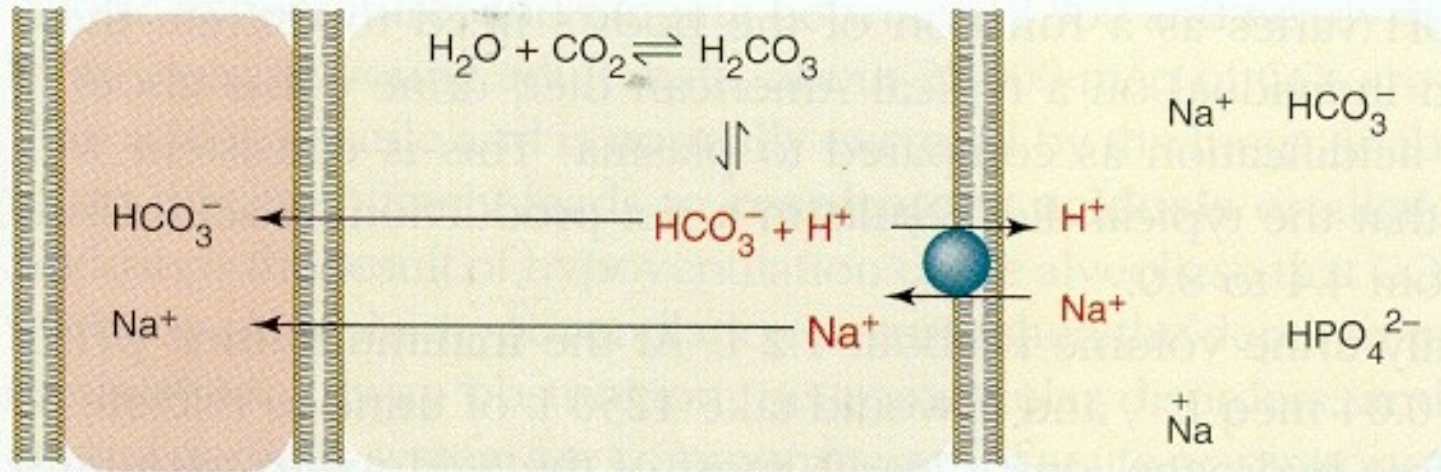




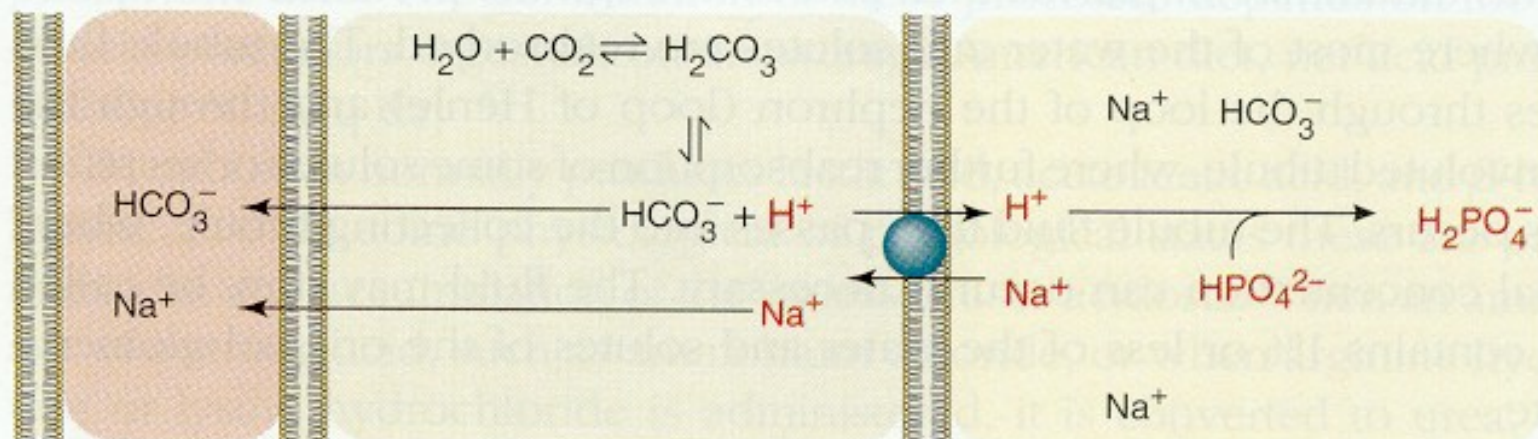
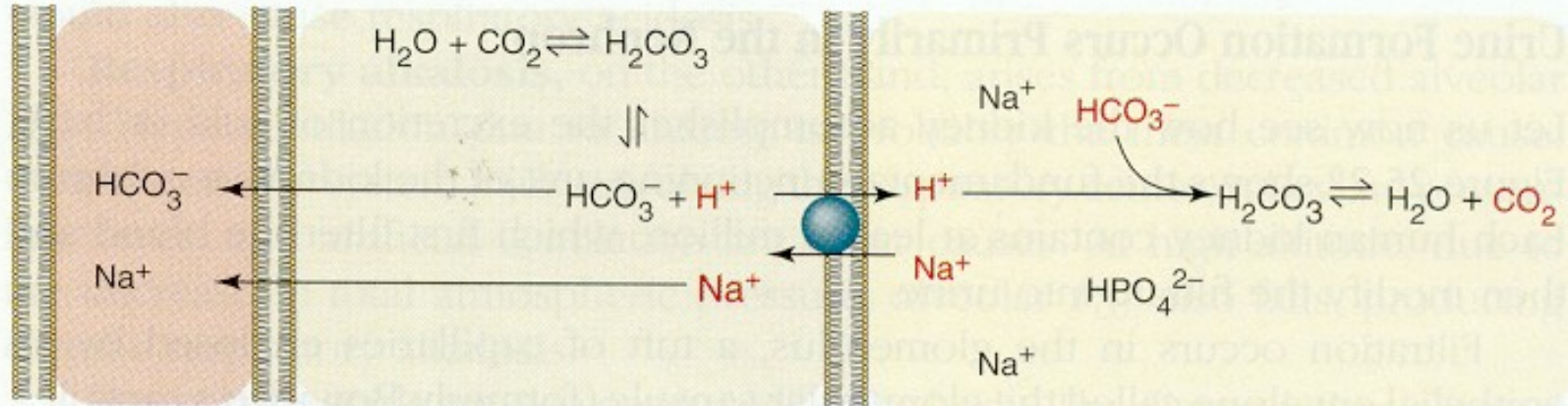


**Oxygen saturation curve**

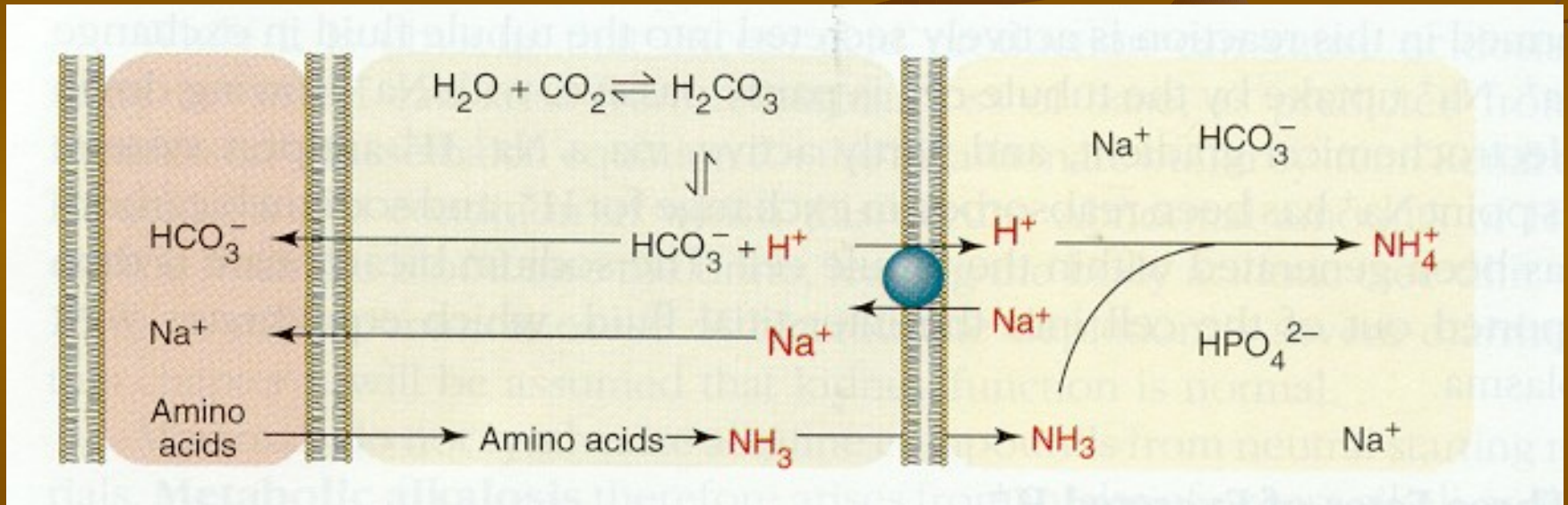
# Ο ΝΕΦΡΟΣ ΩΣ ΟΜΟΙΟΣΤΑΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ



# Η ΑΠΟΒΑΛΛΟΜΕΝΗ ΤΙΤΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΟΞΥΤΗΤΑ



# Η ΑΠΟΒΑΛΛΟΜΕΝΗ ΑΜΜΩΝΙΑ





## Η ΕΞΙΣΩΣΗ HENDERSON-HASSELBACH (2)

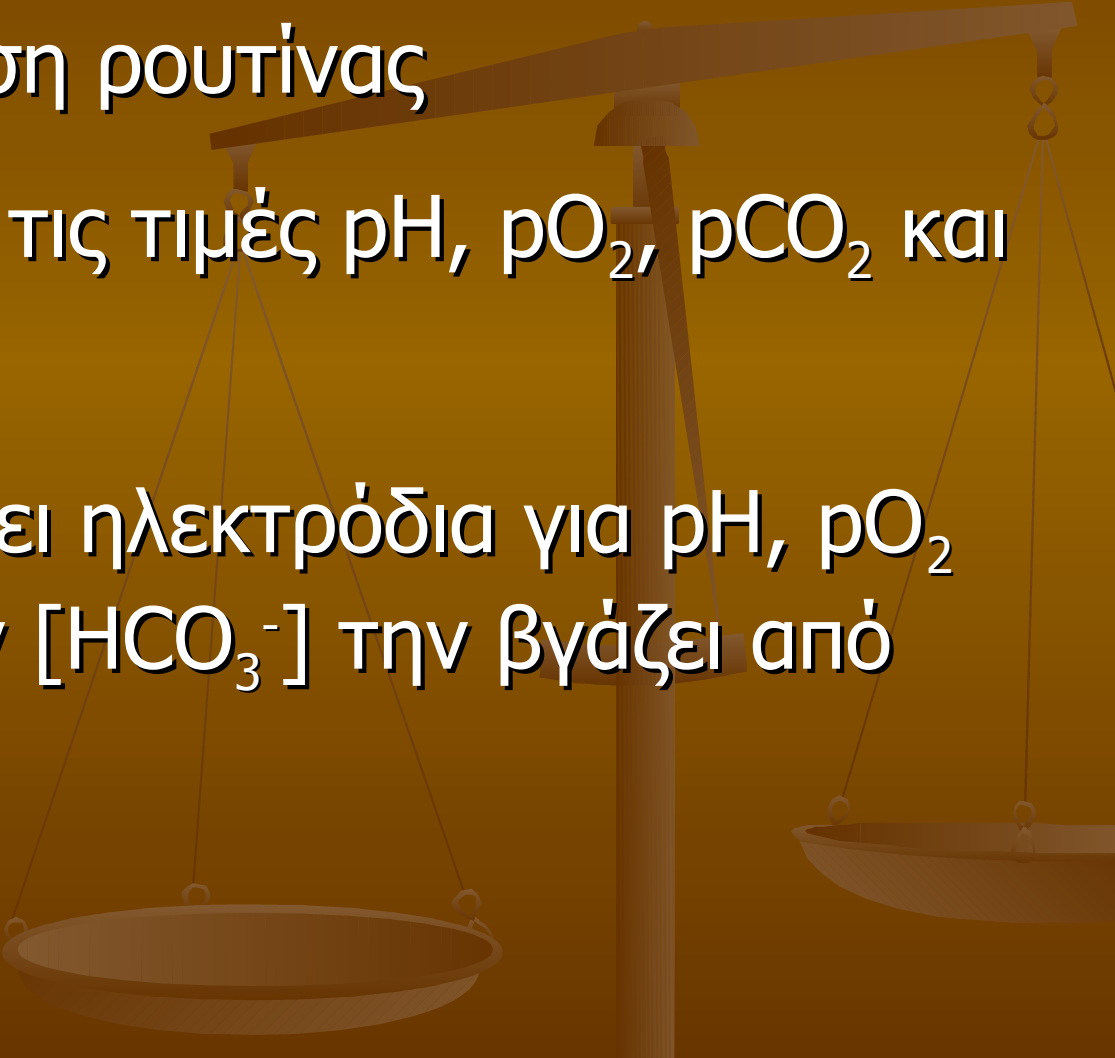
$$\text{pH} = 6.1 + \log \left[ \frac{[\text{HCO}_3^-]}{\text{pCO}_2} \right]$$


## Η ΕΞΙΣΩΣΗ HENDERSON-HASELBACH (3)

- Κάθε φορά που γίνεται μια βλαπτική επίδραση ο λόγος  $[\text{HCO}_3^-] / [\text{CO}_2]$  μεταβάλλεται έτσι ώστε:
- Αν αυξηθεί η  $p\text{CO}_2$  να αντιδράσει ο νεφρός με κατακράτηση (ΑΥΞΗΣΗ) των  $\text{HCO}_3^-$
- Αν ελαττωθεί η  $\text{HCO}_3^-$  να αντιδράσει ο πνεύμονας με αποβολή (ΜΕΙΩΣΗ) της  $p\text{CO}_2$

# Η ΕΞΕΤΑΣΗ ΑΕΡΙΩΝ ΑΙΜΑΤΟΣ

(Herd AM. *Can Fam Phys* 2005, 51: 226)

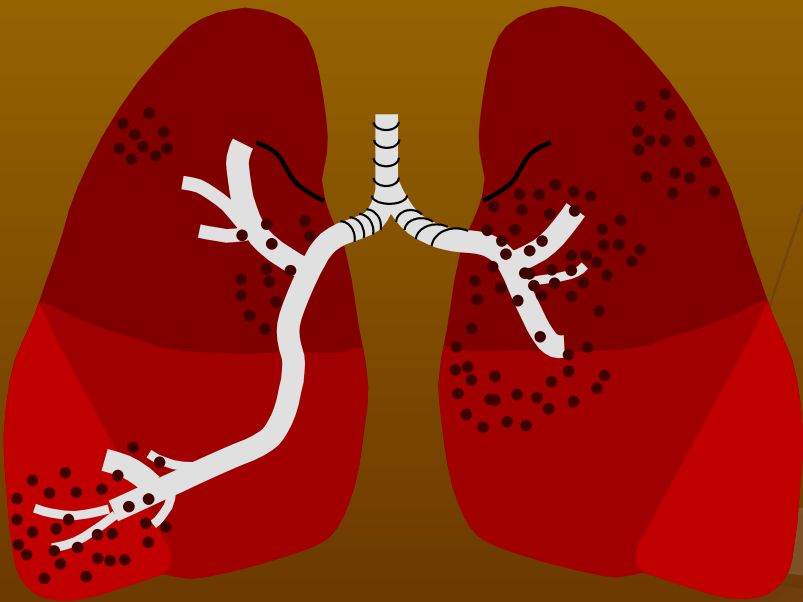
- ΔΕΝ είναι εξέταση ρουτίνας
  - ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ τις τιμές pH, pO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub> και HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>
  - Το μηχάνημα έχει ηλεκτρόδια για pH, pO<sub>2</sub> και pCO<sub>2</sub> και την [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] την βγάζει από τον τύπο
- 

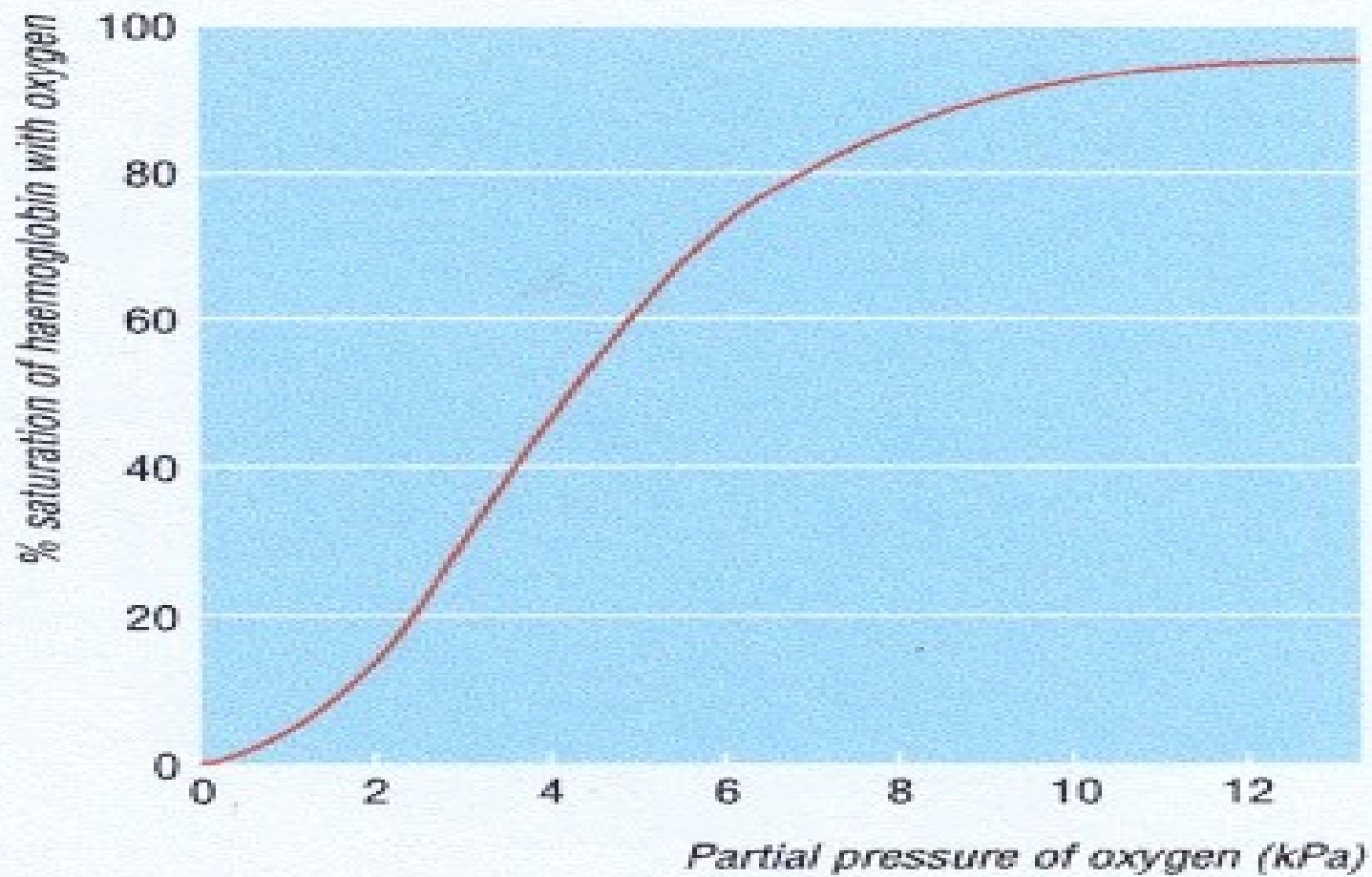




# ΠΡΟΣΟΧΗ

- Η τιμή του κορεσμού δεν δείχνει την προέλευση του δείγματος (αρτηριακό ή φλεβικό)

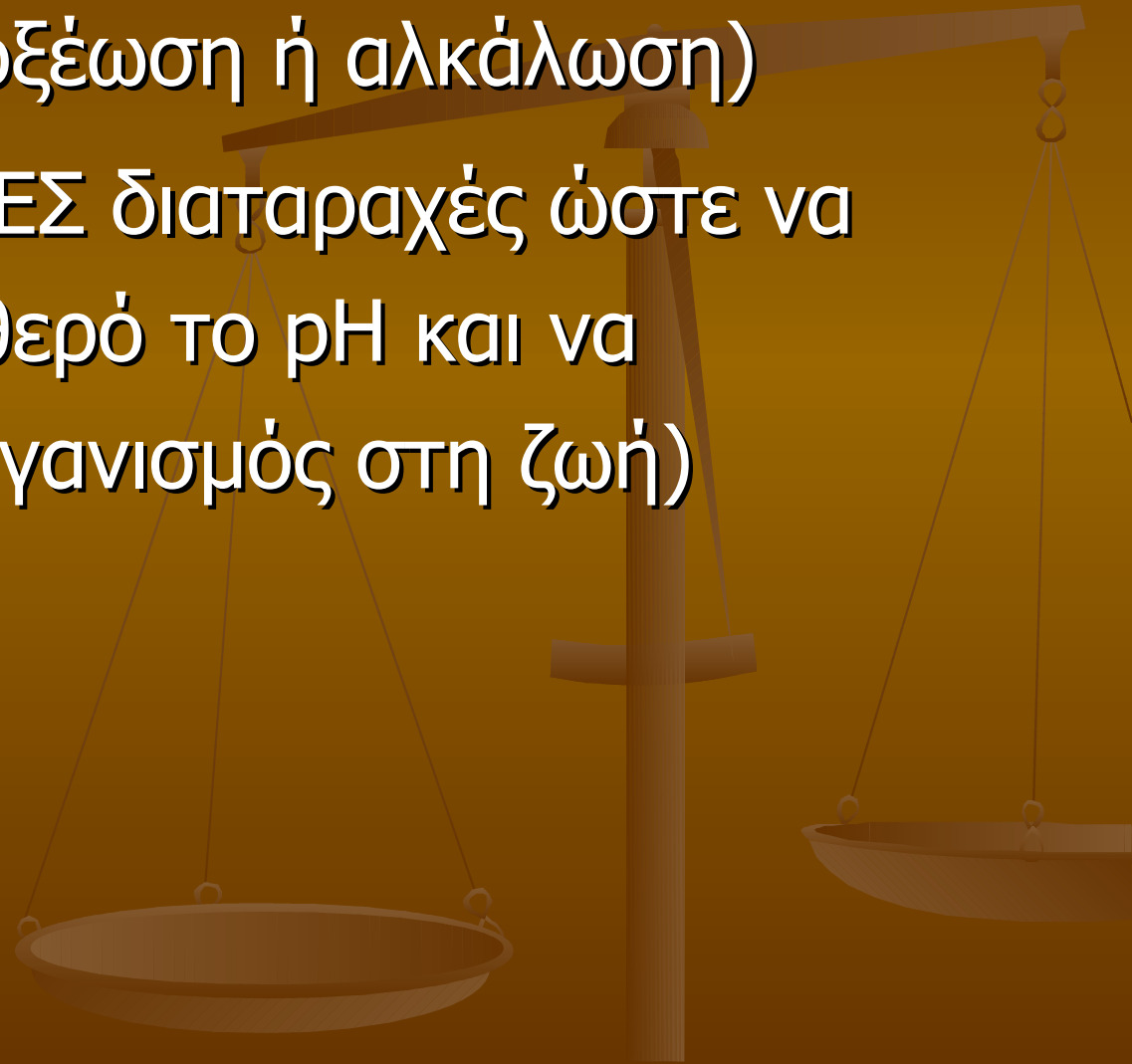




**Oxygen saturation curve**

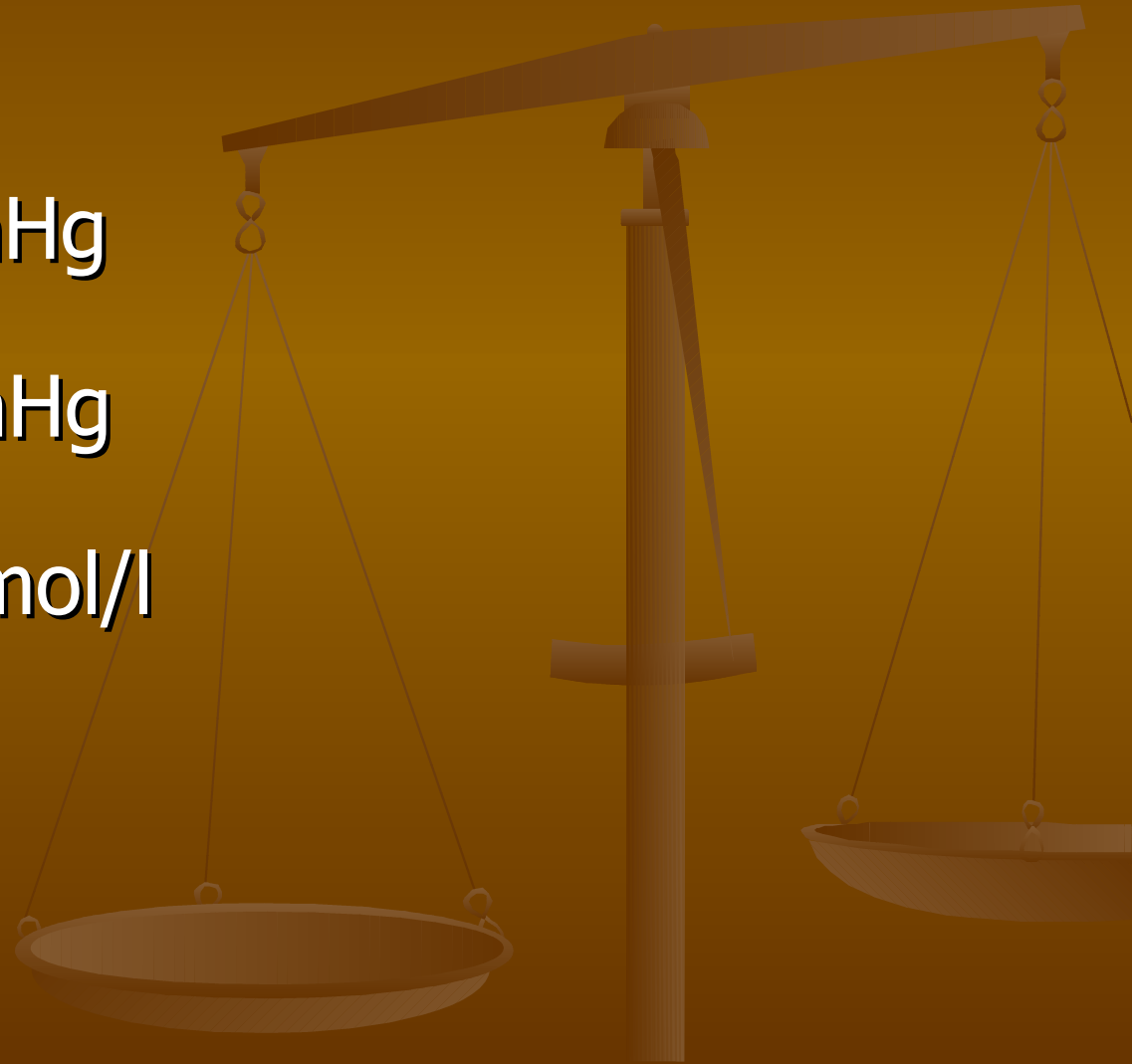
# ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ

- Οξείες (ΜΟΝΟ οξέωση ή αλκάλωση)
- Χρόνιες (ΜΕΙΚΤΕΣ διαταραχές ώστε να παραμείνει σταθερό το pH και να διατηρηθεί ο οργανισμός στη ζωή)



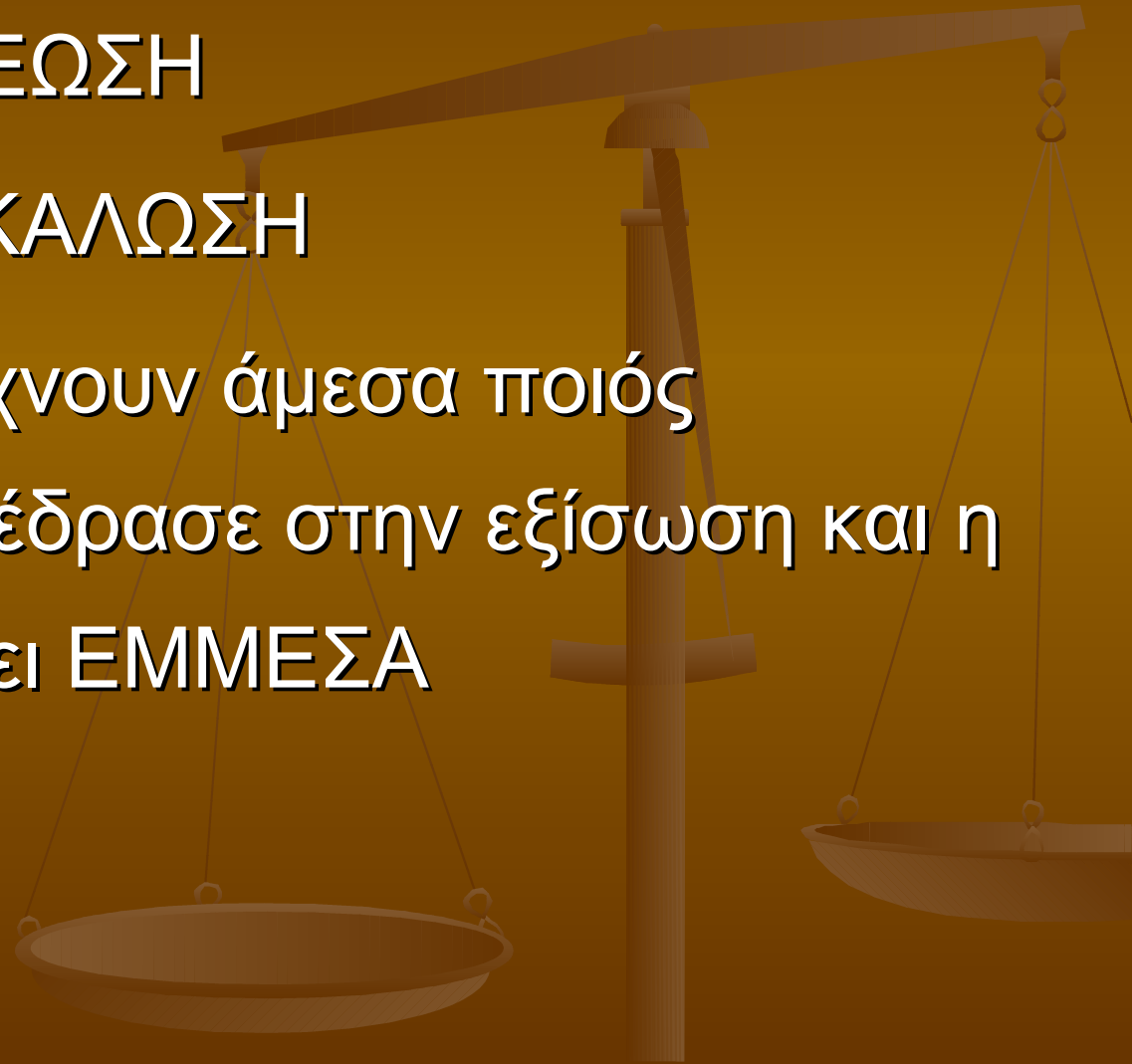
# ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ

- pH: 7.35-7.45
- pO<sub>2</sub>: 90-100mmHg
- pCO<sub>2</sub>: 35-40mmHg
- HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 22-26mmol/l



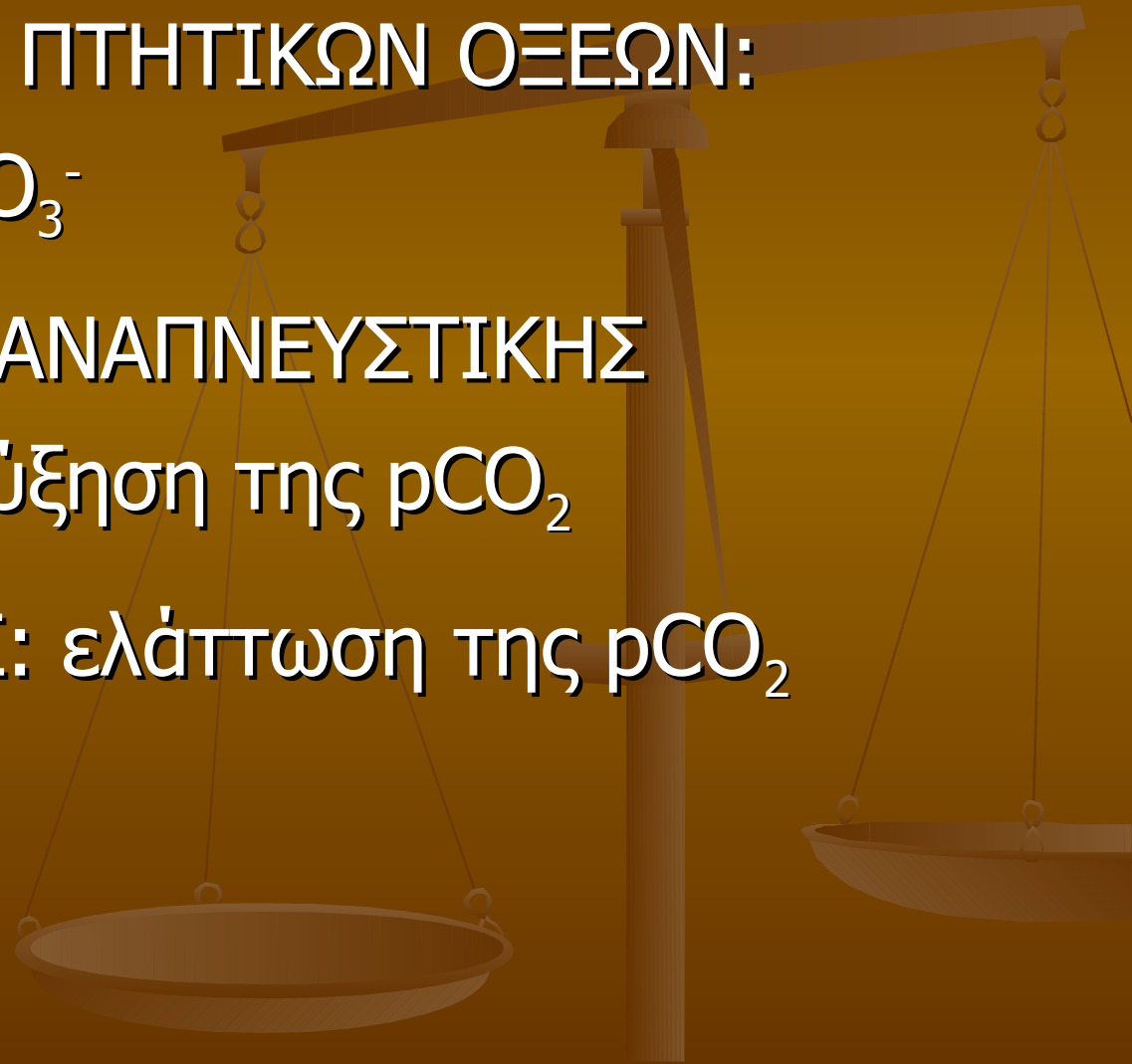
# ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΤΩΝ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ (1)

- pH:  $<7.35$  = ΟΞΕΩΣΗ
- pH:  $>7.45$  = ΑΛΚΑΛΩΣΗ
- Οι τιμές δεν δείχνουν άμεσα ποιός παράγοντας επέδρασε στην εξίσωση και η ερμηνεία θα γίνει ΕΜΜΕΣΑ



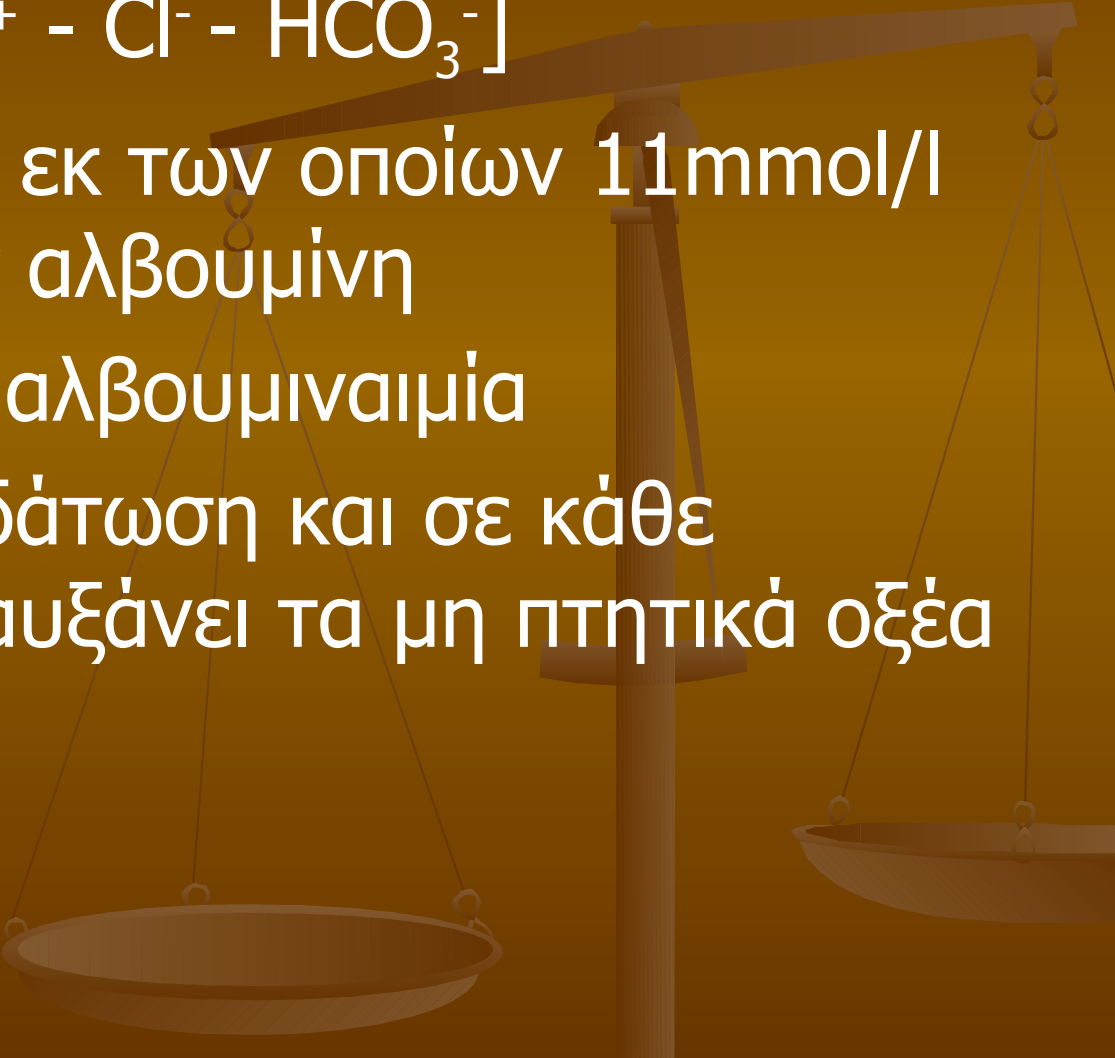
# ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΤΩΝ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ (2)

- ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΜΗ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ:  
μείωση των  $\text{HCO}_3^-$
- ΟΞΕΩΣΗ ΛΟΓΩ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΔΥΣΧΕΡΕΙΑΣ: αύξηση της  $\text{pCO}_2$
- ΥΠΕΡΑΕΡΙΣΜΟΣ: ελάττωση της  $\text{pCO}_2$



# ΤΟ ΧΑΣΜΑ ΑΝΙΟΝΤΩΝ

(Williams AJ. *Br Med J* 1998, 317: 1213)

- Ορίζεται ως  $[Na^+ - Cl^- - HCO_3^-]$
  - ΦΤ: 8-16mmol/l εκ των οποίων 11mmol/l οφείλονται στην αλβουμίνη
  - Ελάττωση σε υπαλβουμιναιμία
  - Αύξηση σε αφυδάτωση και σε κάθε διαδικασία που αυξάνει τα μη πτητικά οξέα
- 

# ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ

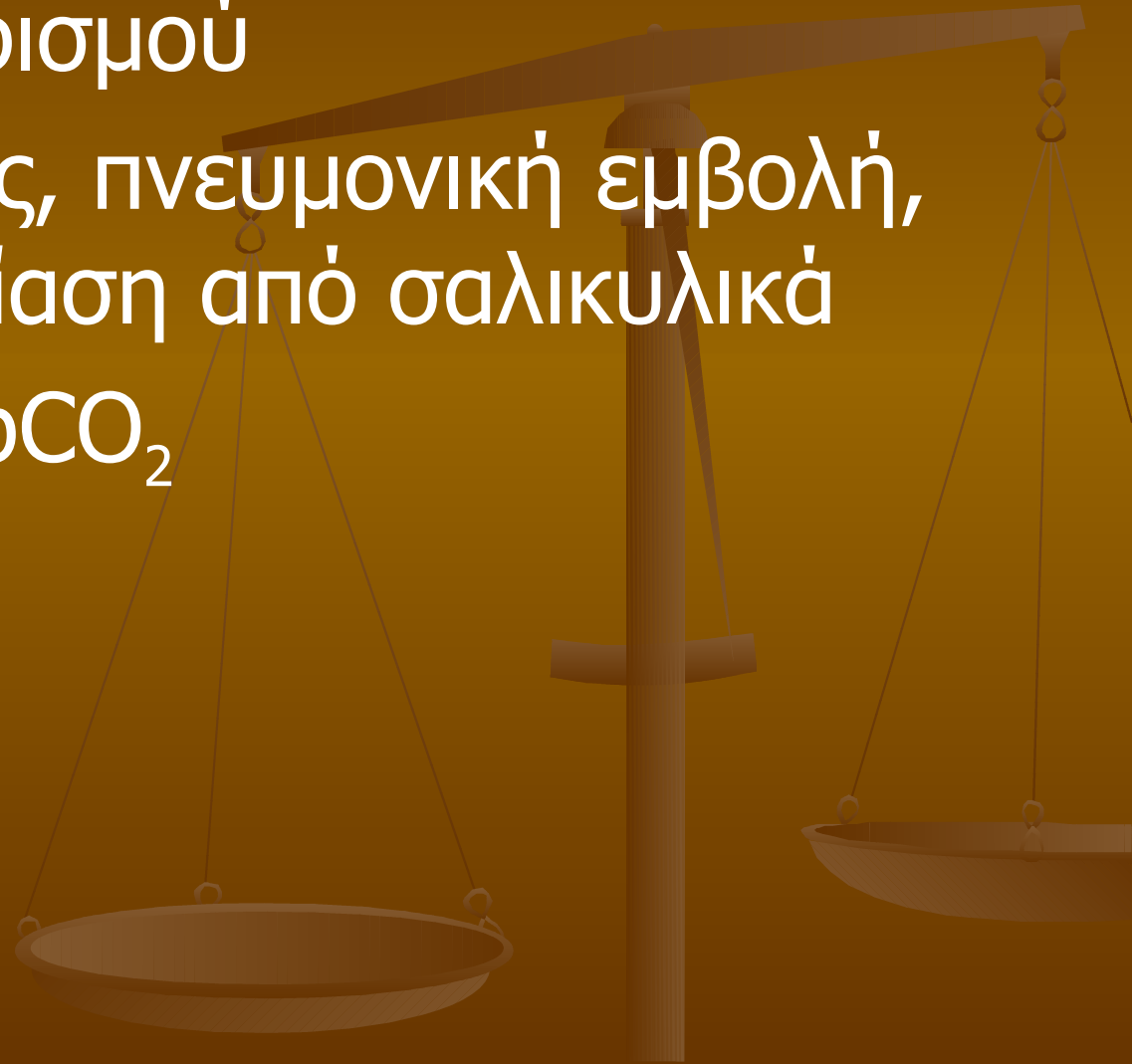
- Οξέωση λόγω αδυναμίας αποβολής του  $\text{CO}_2$  οπότε δημιουργείται διαφυγή αίματος από την κυψελίδα πλούσιου σε  $\text{CO}_2$  (shunt)
- Πνευμονία, πνευμονικό οίδημα, ARDS, ΧΑΠ, κρίση άσθματος, περιοριστική πνευμονοπάθεια, ΑΕΕ
- $\downarrow \text{pH}$ ,  $\uparrow \text{pCO}_2$ ,  $\uparrow \text{HCO}_3$
- Συνήθως  $\downarrow \text{pO}_2$
- Οξεία ( $\downarrow \text{pH}$ )
- Χρόνια ( $\text{pH}$  με σημαντική αντιρρόπηση)



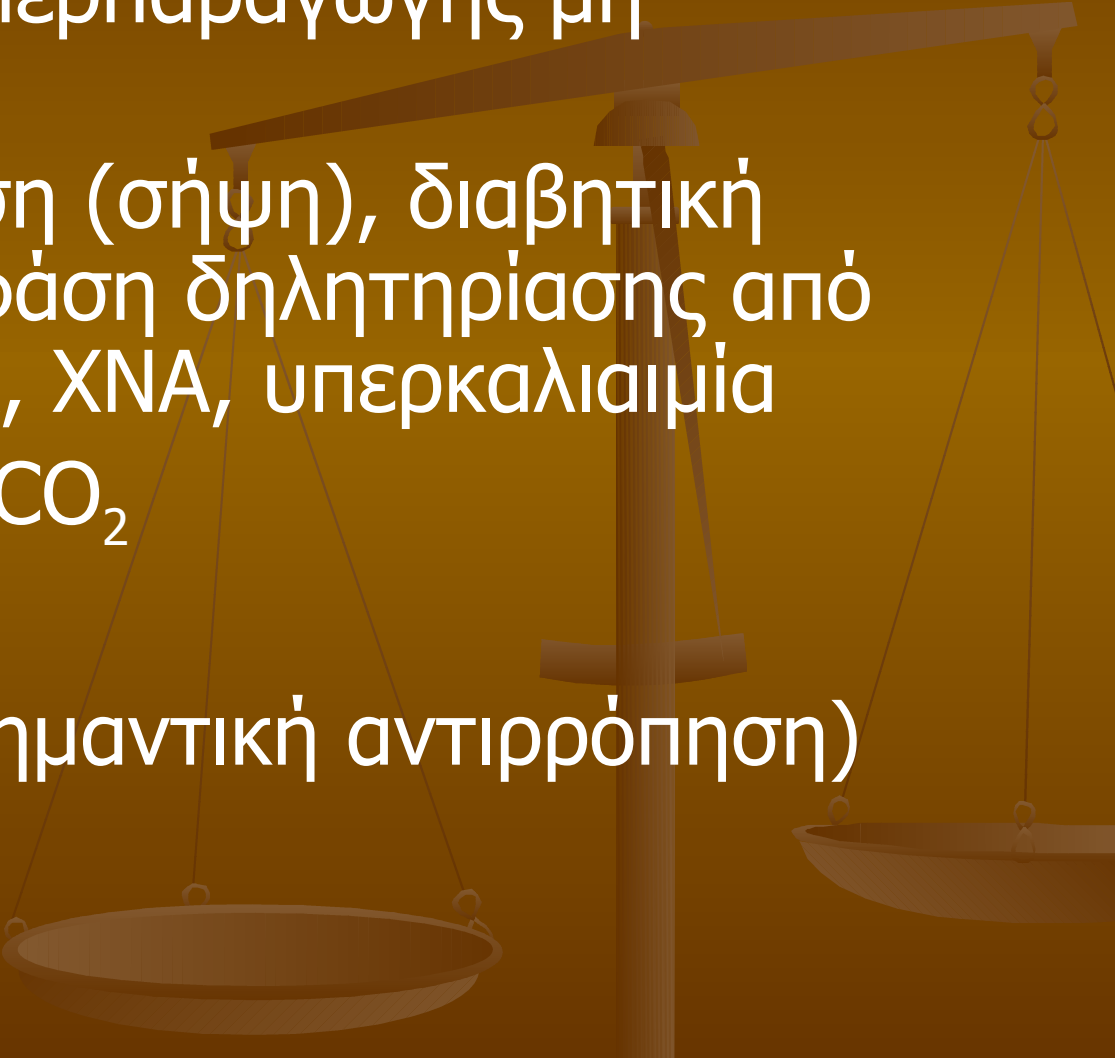
# ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ

(Gardner WN. *Chest* 1996, 109: 516)

- Λόγω υπεραερισμού
- Υστερία, άγχος, πνευμονική εμβολή, ΑΕΕ, δηλητηρίαση από σαλικυλικά
- $\uparrow pH$ ,  $\uparrow pO_2$ ,  $\downarrow pCO_2$

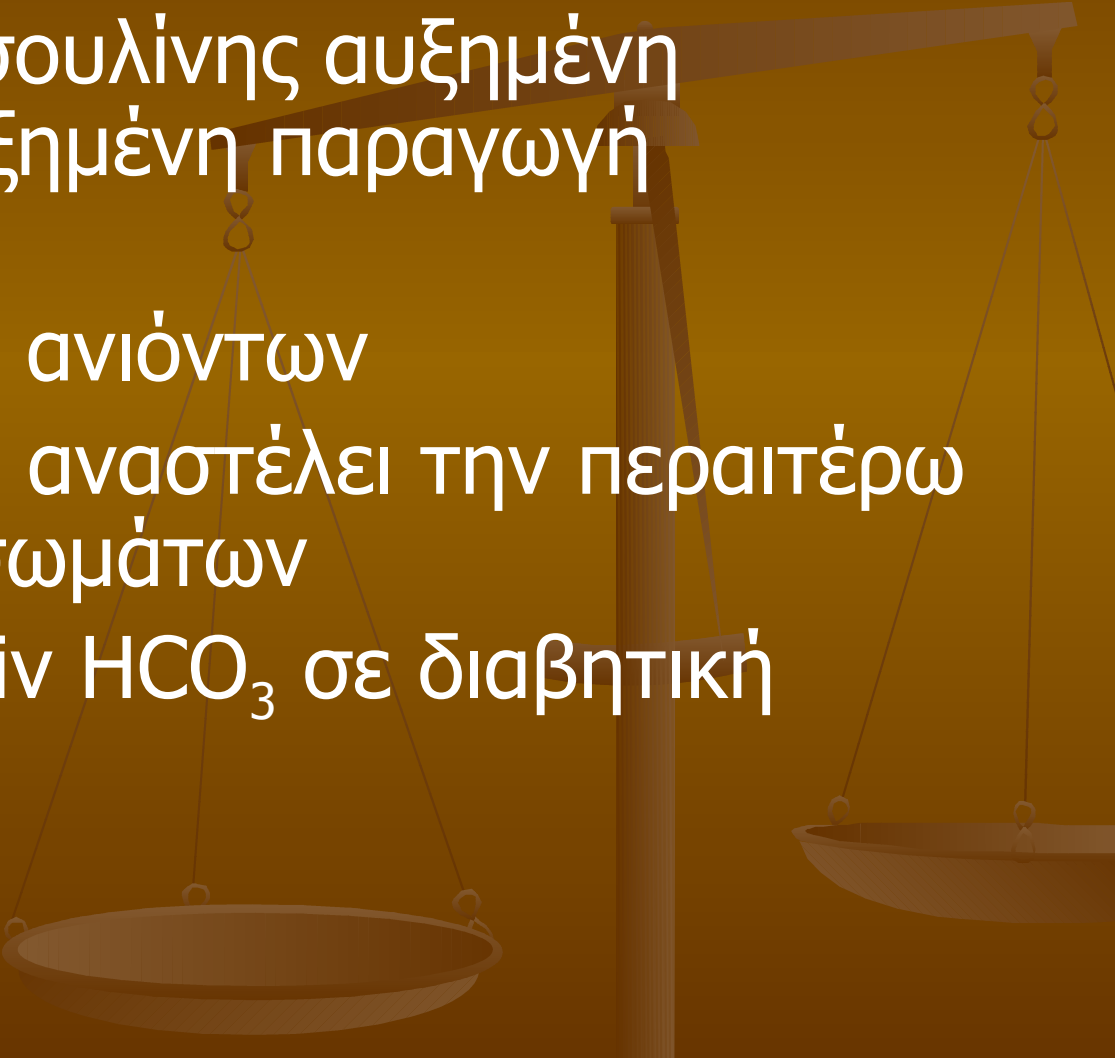


# ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ

- Οξέωση λόγω υπερπαραγωγής μη πτητικών οξέων
  - Γαλακτική οξέωση (σήψη), διαβητική κετοξέωση, 2η φάση δηλητηρίασης από σαλικυλικά, ΟΝΑ, ΧΝΑ, υπερκαλιαιμία
  - $\downarrow$ pH,  $\downarrow$ HCO<sub>3</sub>,  $\downarrow$ pCO<sub>2</sub>
  - Οξεία ( $\downarrow$ pH)
  - Χρόνια (pH με σημαντική αντιρρόπηση)
- 

# ΣΔ1 & ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ

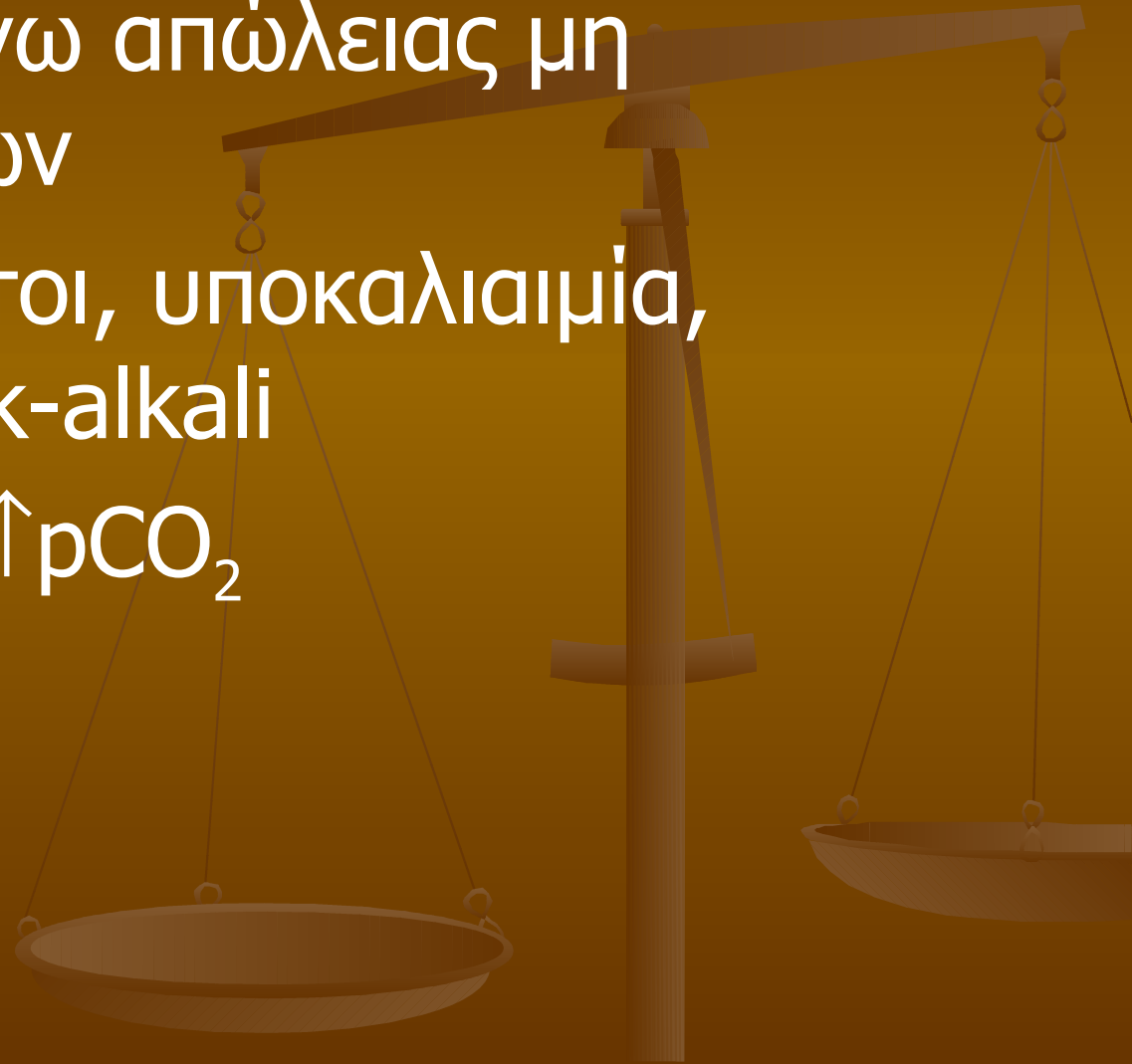
(Hood & Tannen. *N Engl J Med* 1998, 339: 819)

- Λόγω ένδειας ινσουλίνης αυξημένη λιπόλυση και αυξημένη παραγωγή κετοσωμάτων
  - Αυξημένο χάσμα ανιόντων
  - Η πτώση του pH αναστέλει την περαιτέρω παραγωγή κετοσωμάτων
  - ΠΡΟΣΟΧΗ: ΌΧΙ iv  $\text{HCO}_3^-$  σε διαβητική κετοξέωση
- 

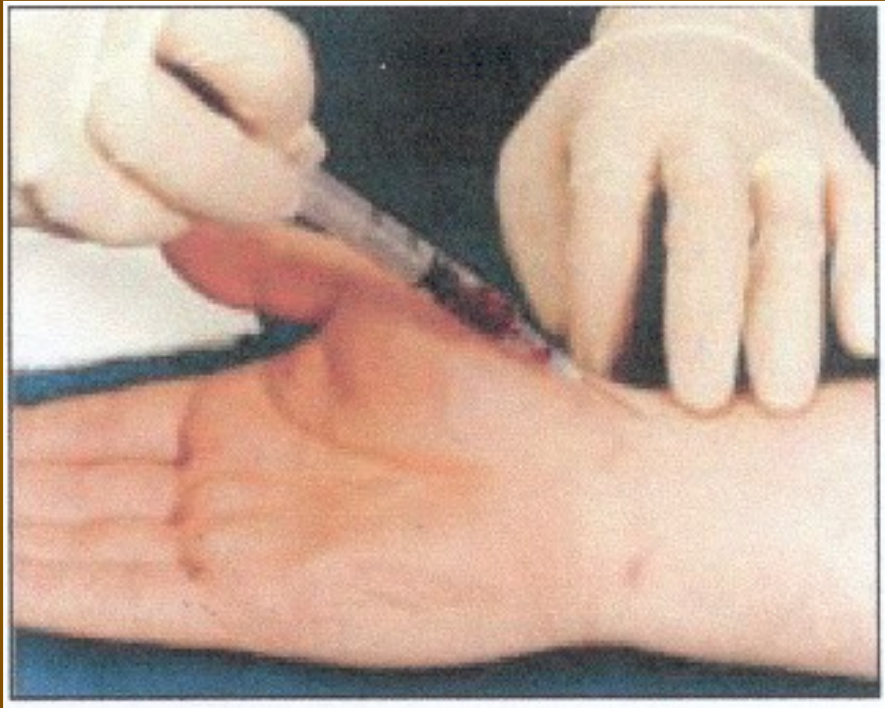
# ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ

(Gardner WN. *Chest* 1996, 109: 516)

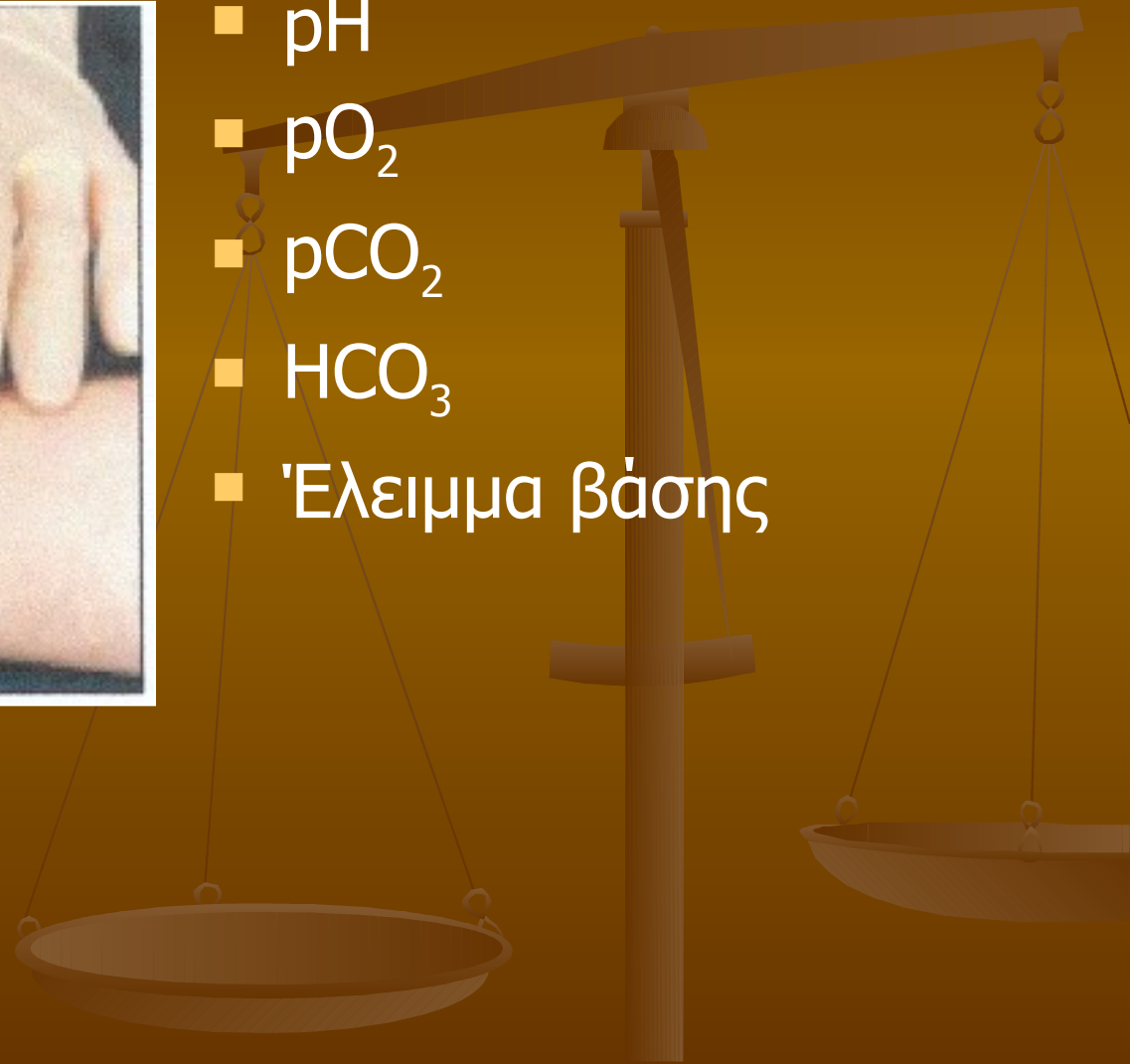
- Αλκάλωση λόγω απώλειας μη πτητικών οξέων
- Διάρροια, έμετοι, υποκαλιαιμία, σύνδρομο milk-alkali
- $\uparrow$ pH,  $\uparrow$ HCO<sub>3</sub>,  $\uparrow$ pCO<sub>2</sub>



# ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΙΜΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΑΙΜΑΤΟΣ

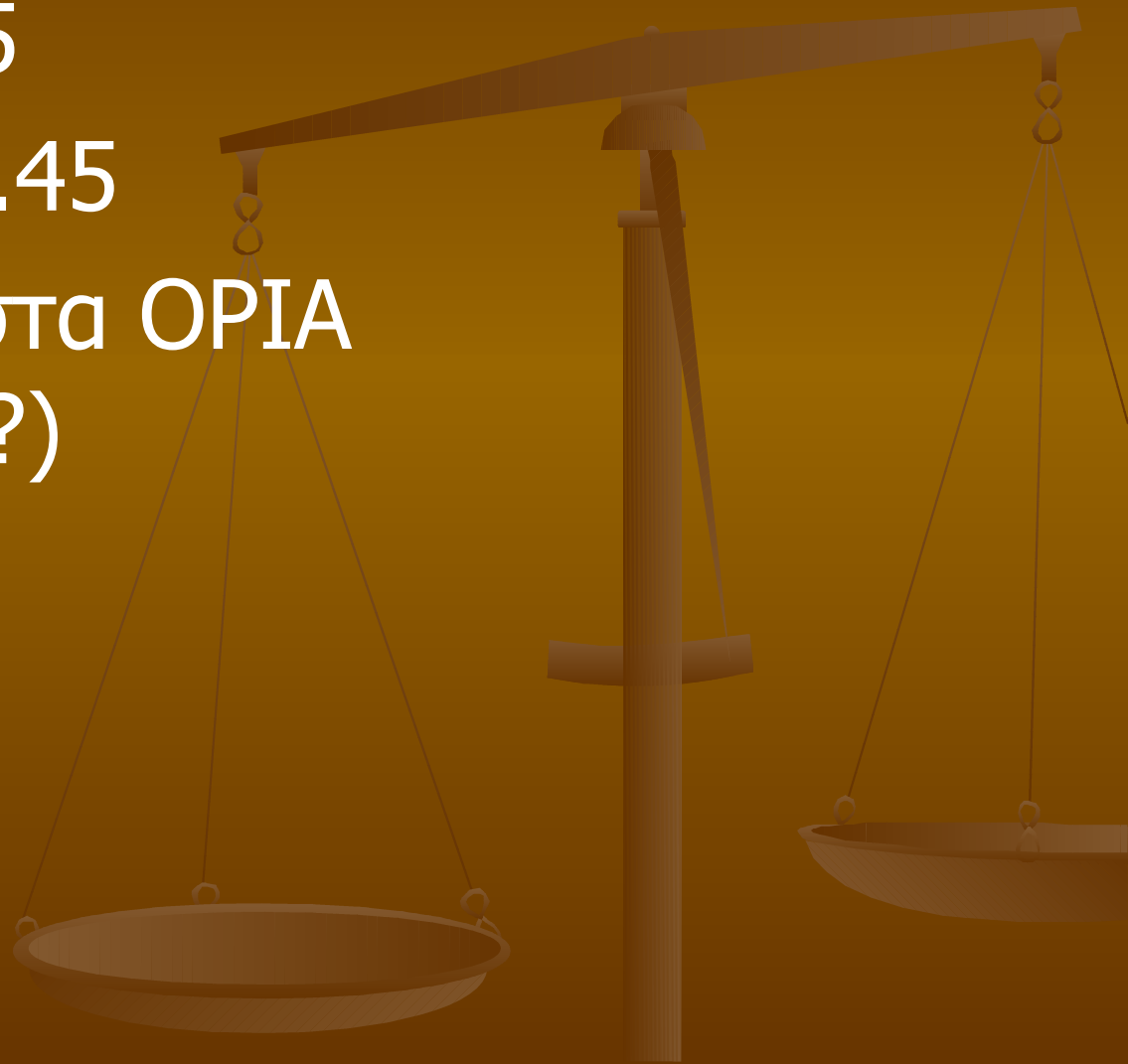


- pH
- $pO_2$
- $pCO_2$
- $HCO_3$
- Έλλειμμα βάσης



# ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΙΜΩΝ pH

- Οξέωση  $<7.35$
- Αλκάλωση  $>7.45$
- Φυσιολογικό στα ΟΡΙΑ  
(αντιρρόπηση?)



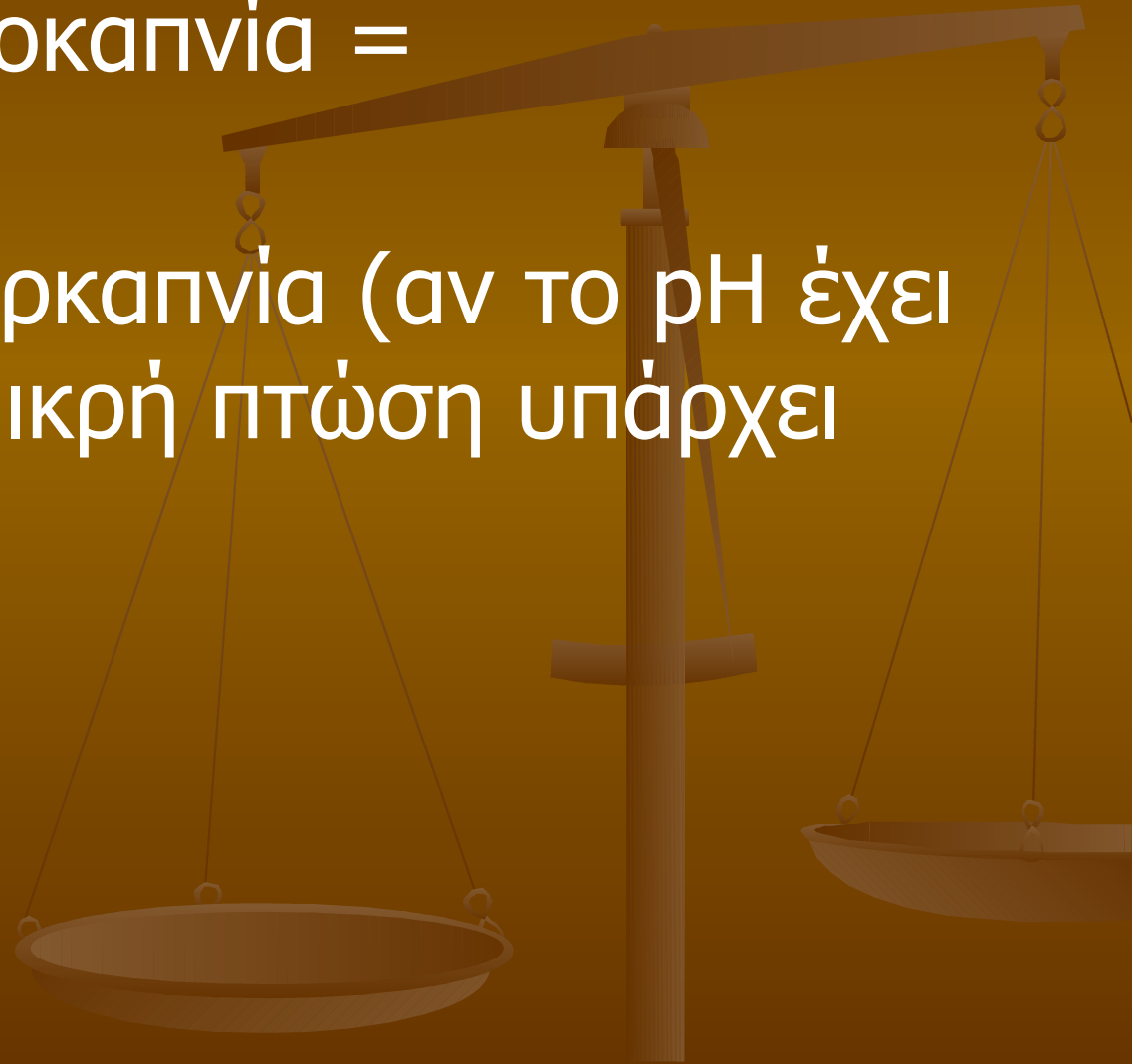
# ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΙΜΩΝ $pO_2$

- Αν χαμηλή Υπαιρισμός
- Αν υψηλή Υπεραιρισμός



# ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΙΜΩΝ $p\text{CO}_2$

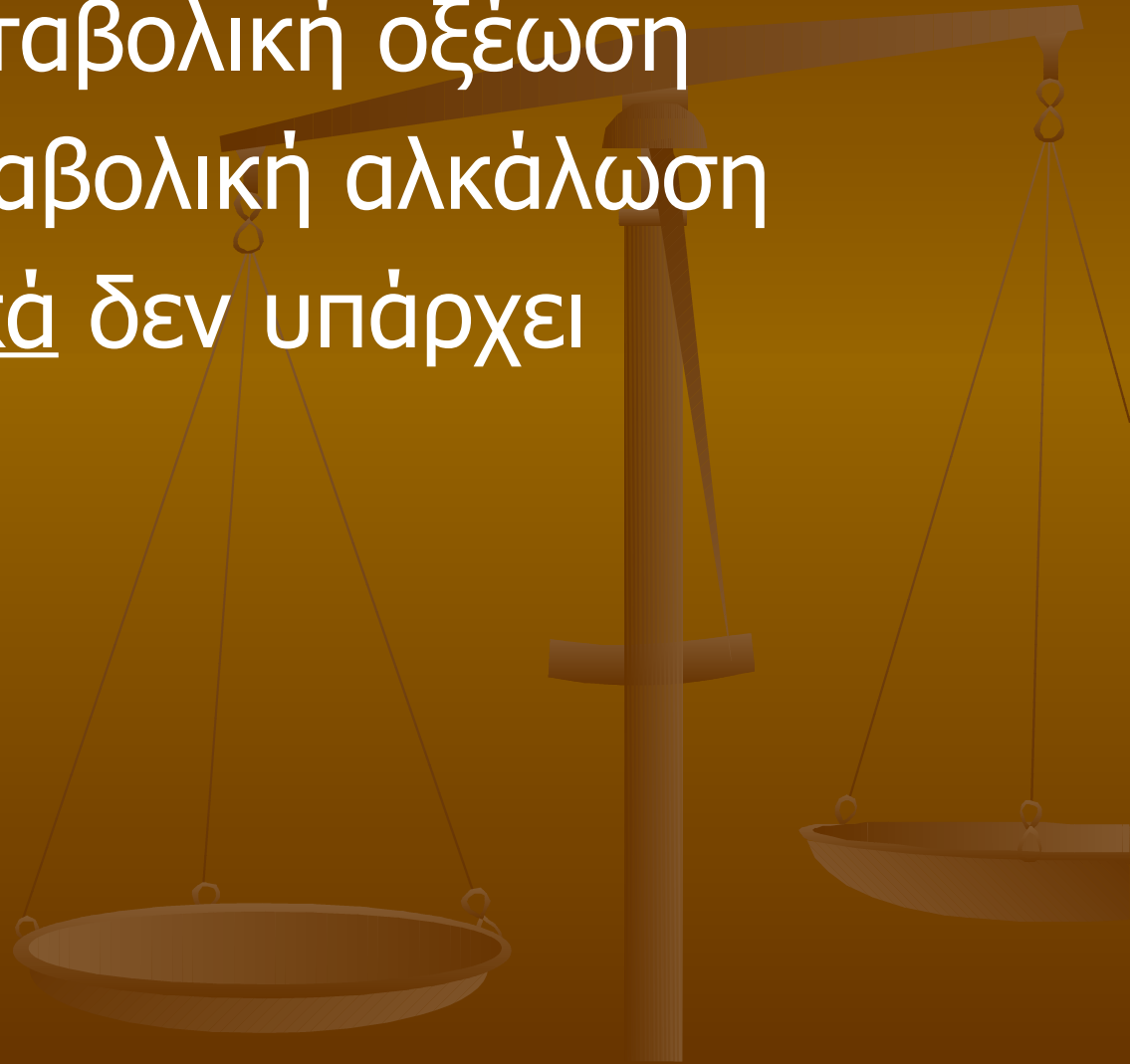
- Αν χαμηλή Υποκαπνία = υπεραερισμός
- Αν υψηλή Υπερκαπνία (αν το pH έχει δυσανάλογη μικρή πτώση υπάρχει αντιρρόπηση)





# ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΙΜΩΝ $\text{HCO}_3$

- Αν χαμηλά μεταβολική οξέωση
- Αν υψηλά μεταβολική αλκάλωση
- Αν φυσιολογικά δεν υπάρχει αντிரρόπηση



# AN pH <7.35 ΚΑΙ:

- $\uparrow \text{pCO}_2$  αναπνευστική οξέωση
- $\downarrow \text{HCO}_3$  μεταβολική οξέωση



# AN $\text{pH} > 7.45$ ΚΑΙ:

- $\downarrow \text{pCO}_2$  αναπνευστική αλκάλωση
- $\uparrow \text{HCO}_3$  μεταβολική αλκάλωση

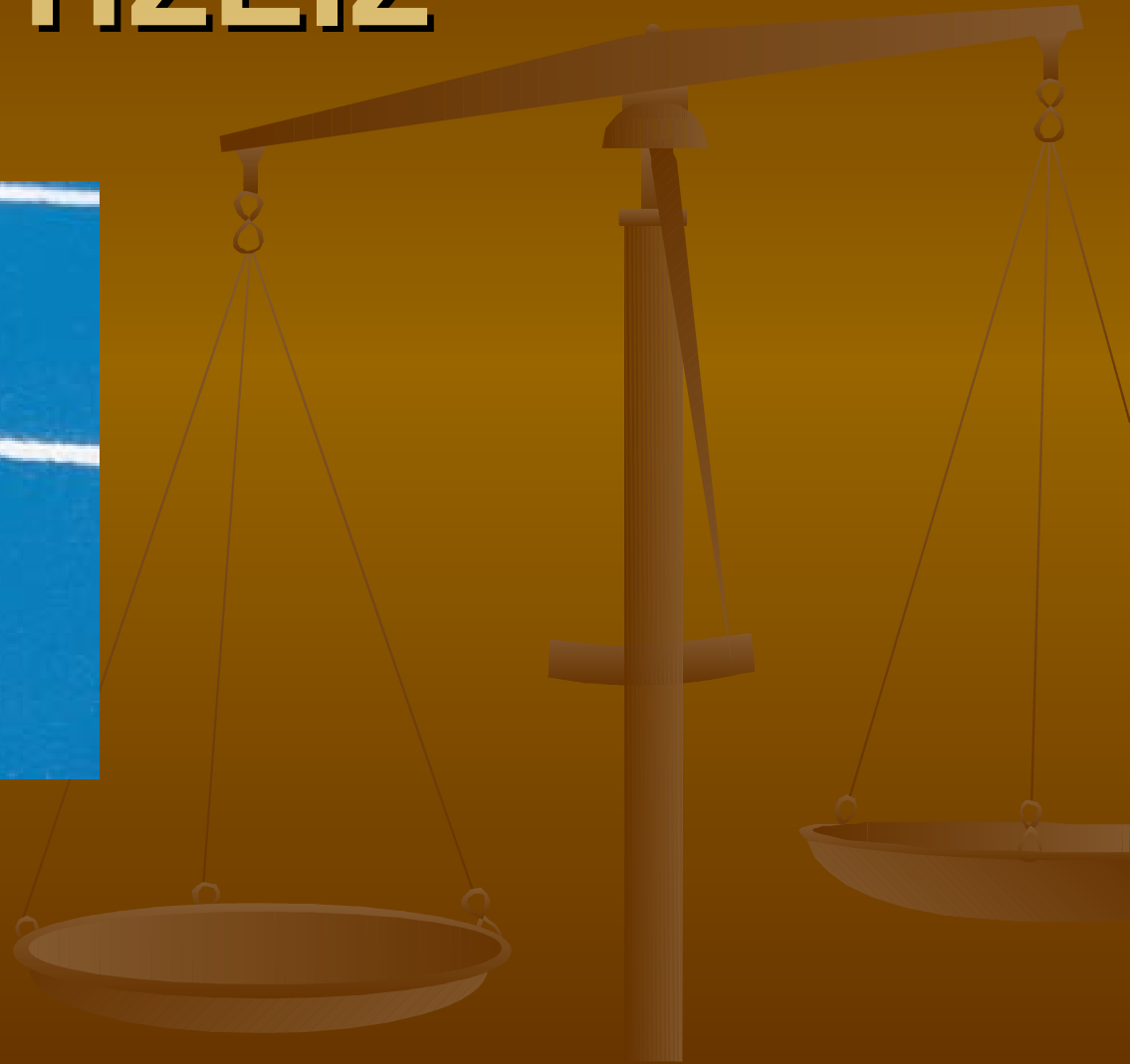


# AN pH: 7.35-7.45 ΚΑΙ:

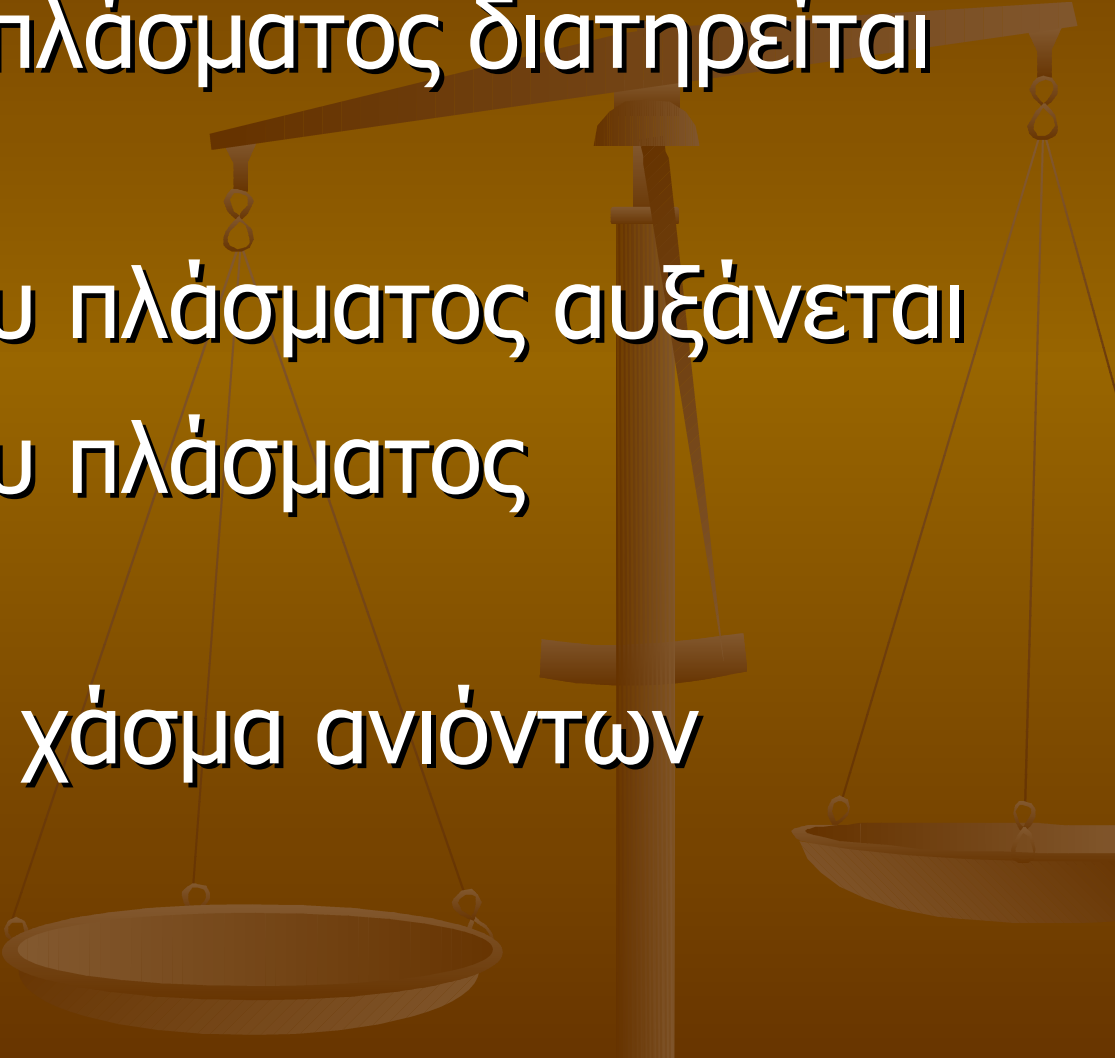
- Συνυπάρχουν παθολογικές τιμές:  
μεικτή διαταραχή




# ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



# Καθώς αυξάνεται η $p\text{CO}_2$ :

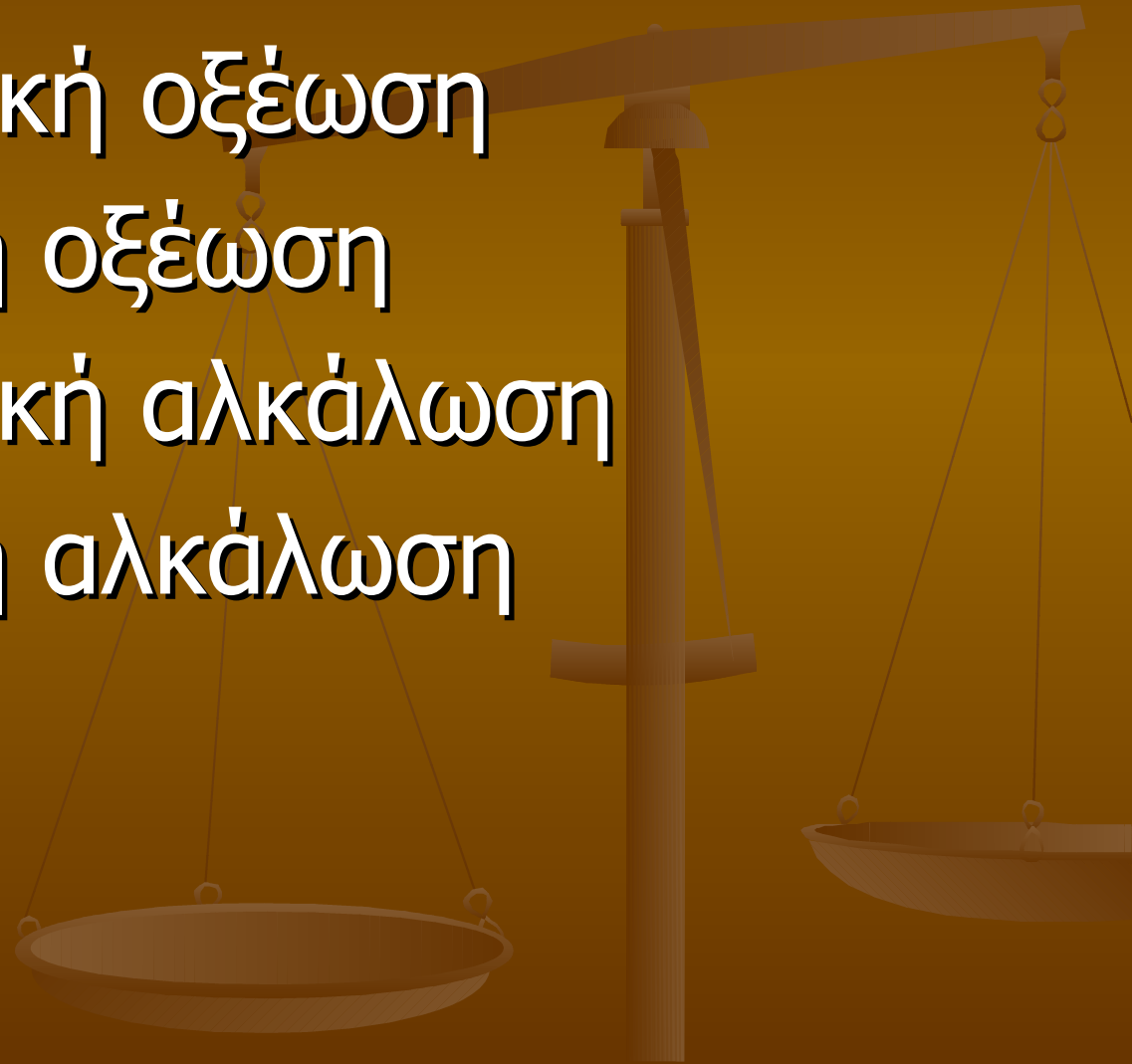
1. Η  $[\text{CO}_2]$  του πλάσματος διατηρείται σταθερή
  2. Η  $[\text{HCO}_3^-]$  του πλάσματος αυξάνεται
  3. Η  $[\text{HCO}_3^-]$  του πλάσματος ελαττώνεται
  4. Αυξάνεται το χάσμα ανιόντων
- 

**Ασθενής με pH: 7.28,  
pCO<sub>2</sub>: 60mmHg. Πρόκειται για:**

1. Οξεία βλάβη
  2. Χρόνια βλάβη
  3. Οξεία αντιρροπούμενη κατάσταση
  4. Χρόνια αντιρροπούμενη κατάσταση
- 

Ασθενής με pH: 7.28,  
pCO<sub>2</sub>: 60mmHg. Πρόκειται για:

1. Αναπνευστική οξέωση
2. Μεταβολική οξέωση
3. Αναπνευστική αλκάλωση
4. Μεταβολική αλκάλωση





Ασθενής με pH: 7.28,  
pCO<sub>2</sub>: 60mmHg. Τι τιμή HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> αναμένετε;

1. 15mmol/l
2. 22mmol/l
3. 27mmol/l
4. 35mmol/l

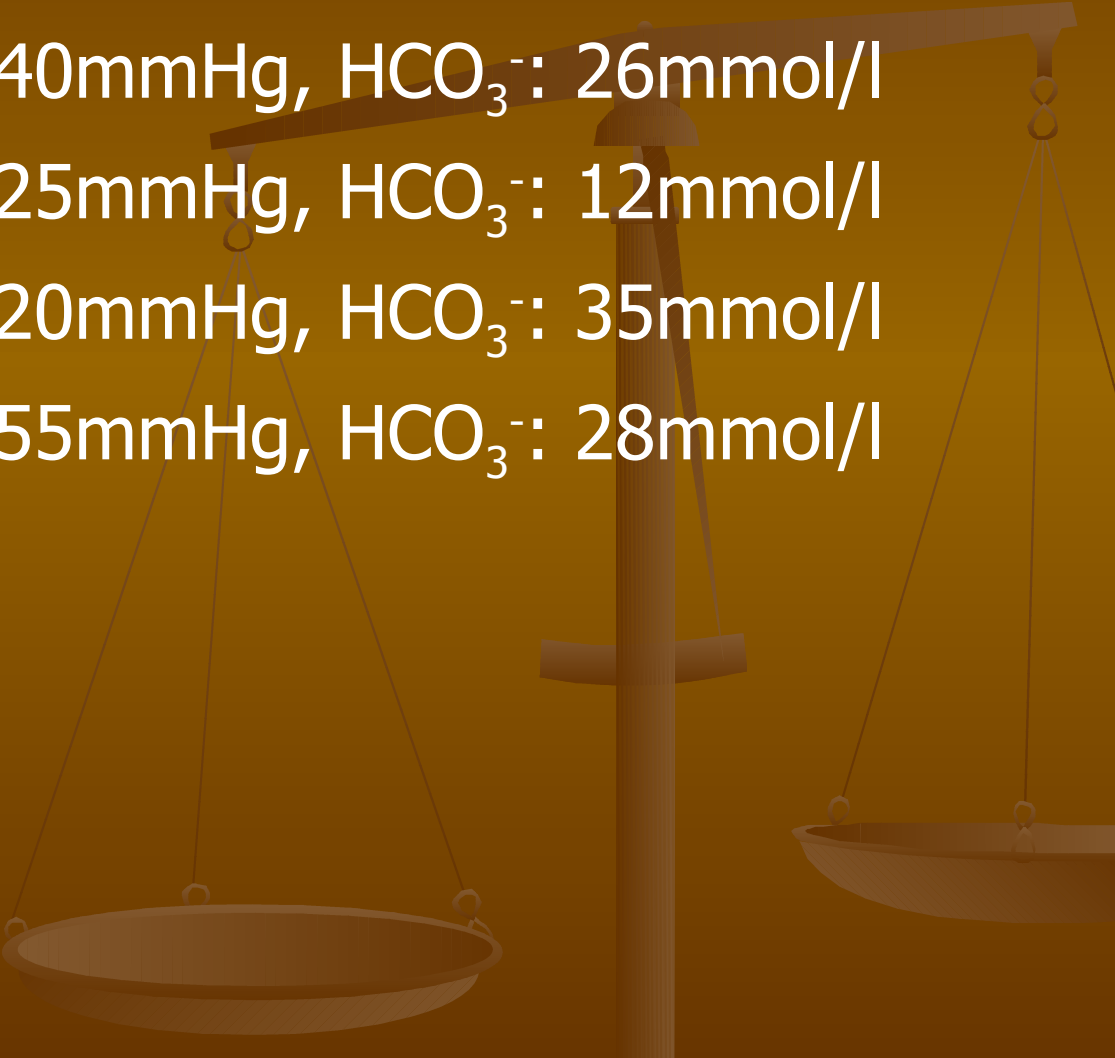


Ασθενής με pH: 7.28,  
pCO<sub>2</sub>: 60mmHg. Ποιο είναι το πιθανότερο νόσημα;

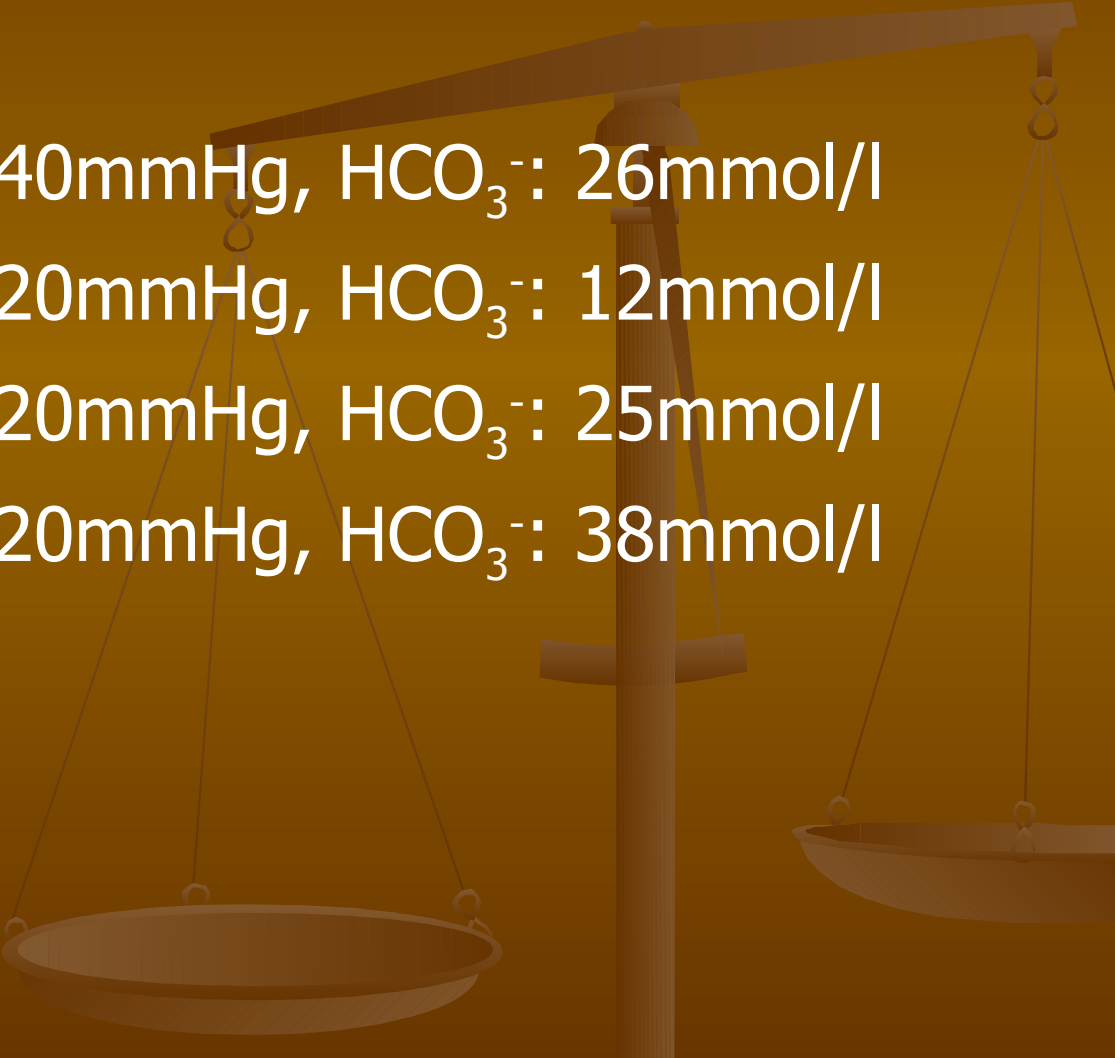
1. Σήψη
2. Πνευμονική εμβολή
3. Πνευμονία ΔΕ κάτω λοβού
4. Άγχος



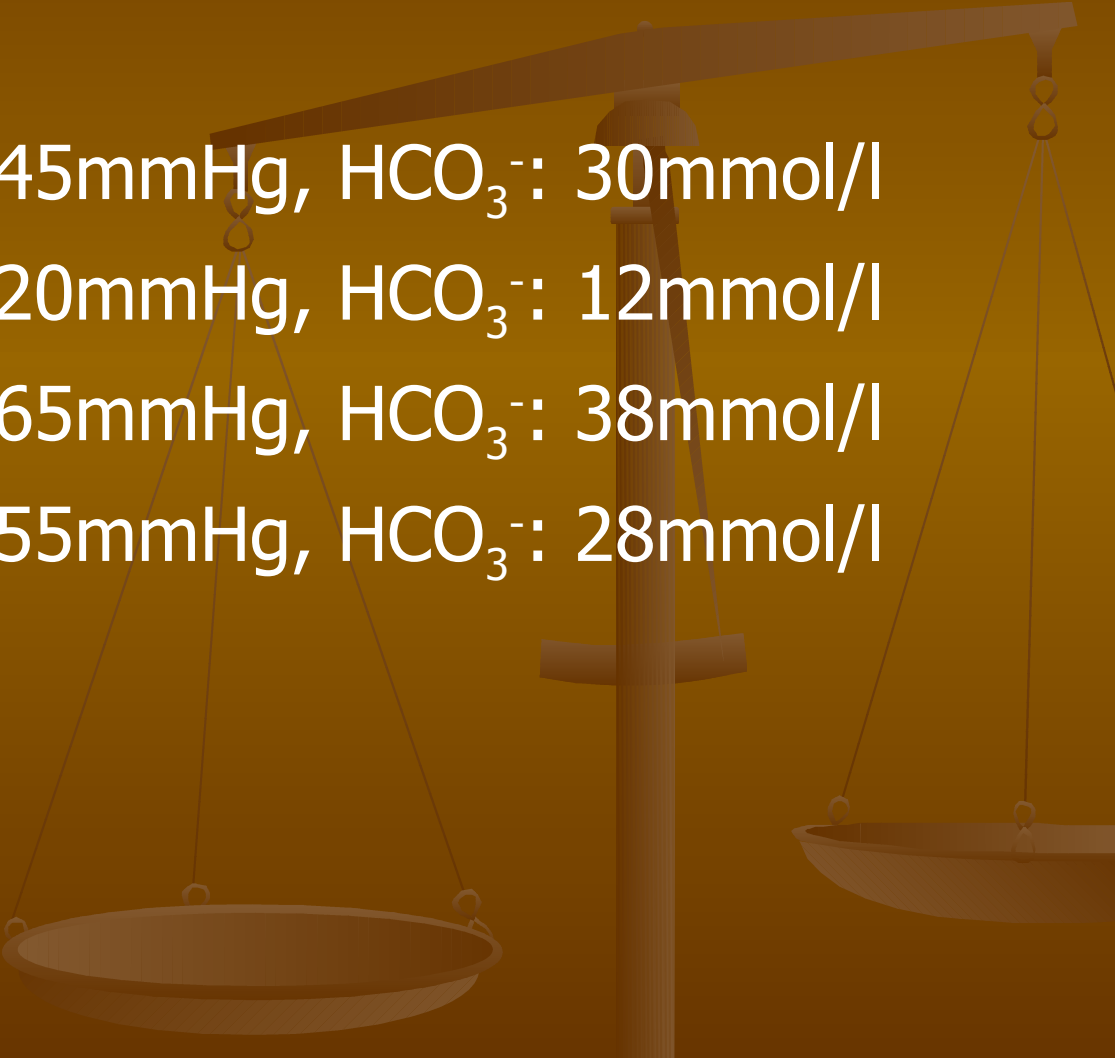
# Ασθενής ανουρικός από 24ωρου. Τι τιμές αερίων αναμένετε;

1. pH: 7.45, pCO<sub>2</sub>: 40mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 26mmol/l
  2. pH: 7.31, pCO<sub>2</sub>: 25mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 12mmol/l
  3. pH: 7.47, pCO<sub>2</sub>: 20mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 35mmol/l
  4. pH: 7.25, pCO<sub>2</sub>: 55mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 28mmol/l
- 

# Ασθενής μετά αεροπορικό ταξίδι εκδηλώνει αιφνίδια δύσπνοια. Τι τιμές αερίων αναμένετε;

1. pH: 7.45, pCO<sub>2</sub>: 40mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 26mmol/l
  2. pH: 7.31, pCO<sub>2</sub>: 20mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 12mmol/l
  3. pH: 7.43, pCO<sub>2</sub>: 20mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 25mmol/l
  4. pH: 7.55, pCO<sub>2</sub>: 20mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 38mmol/l
- 

# Ασθενής με ΧΑΠ από 10ετίας. Τι τιμές αερίων αναμένετε;

1. pH: 7.47, pCO<sub>2</sub>: 45mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 30mmol/l
  2. pH: 7.31, pCO<sub>2</sub>: 20mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 12mmol/l
  3. pH: 7.39, pCO<sub>2</sub>: 65mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 38mmol/l
  4. pH: 7.25, pCO<sub>2</sub>: 55mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 28mmol/l
- 

pH: 7.25, pCO<sub>2</sub>: 45mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 12mmol/l.

Ποιο είναι το πιθανότερο νόσημα;

1. Σήψη
2. Διαβητική κετοξέωση
3. Διάρροιες
4. Τα δύο πρώτα



pH: 7.38, pCO<sub>2</sub>: 33mmHg, HCO<sub>3</sub>: 15mmol/l.

Ποιο είναι το πιθανότερο νόσημα;

1. Σήψη
2. ΧΝΑ
3. Διάρροιες
4. Τα δύο πρώτα



pH: 7.42, pO<sub>2</sub>: 52mmHg, pCO<sub>2</sub>: 22mmHg.

Ποιο είναι το πιθανότερο νόσημα;

1. Σήψη
2. Πνευμονία
3. Διάρροιες
4. Πνευμονική εμβολή

