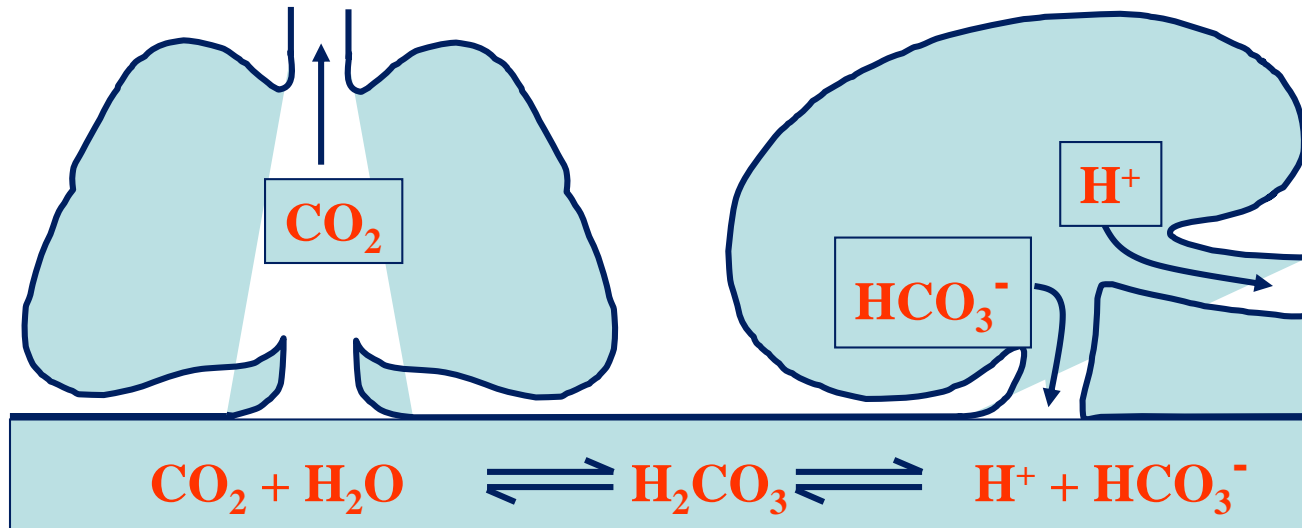


# Κλινικό φροντιστήριο- Οξεοβασική ισορροπία

## 10 Περιπτώσεις



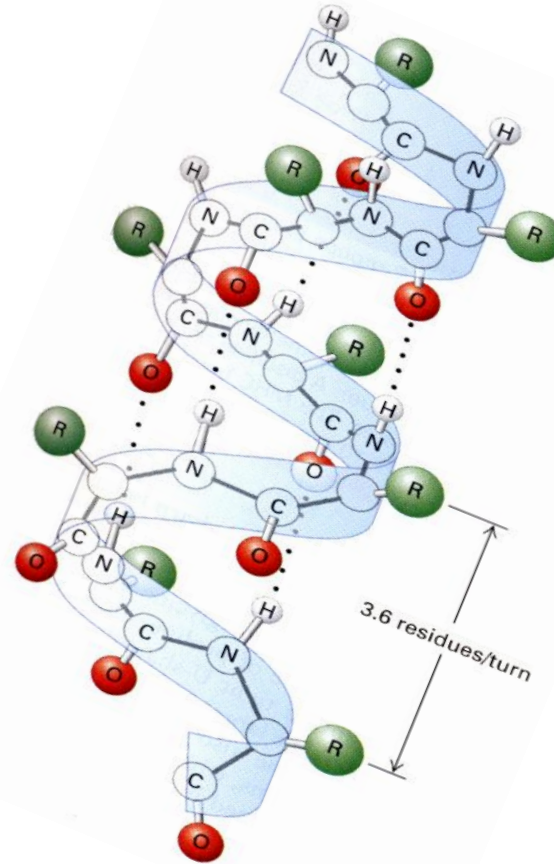
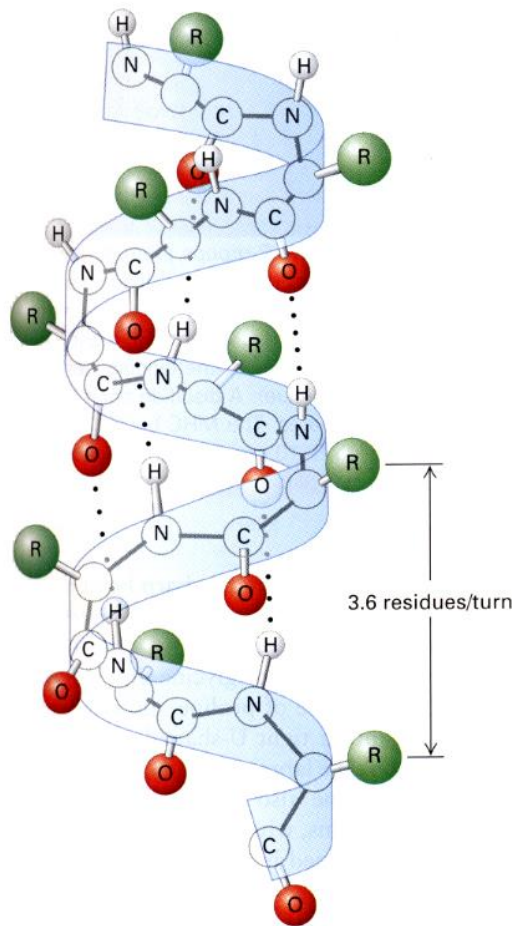
**Γεώργιος Χειλάς**

Πνευμονολόγος - Επιμελητής Β'

5<sup>η</sup> Πνευμονολογική Κλινική – Γ.Ν.Ν.Θ.Α. «Η ΣΩΤΗΡΙΑ»

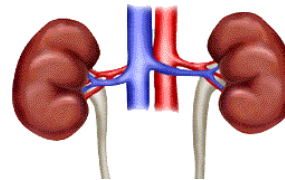
Διδάκτωρ Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Αθηνών

# Γιατί μας ενδιαφέρει η οξεοβασική ισορροπία;

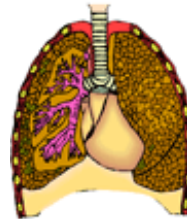


# Εξίσωση Henderson-Hasselbalch

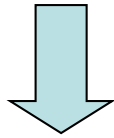
$$\text{pH} = \text{pK} + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]}$$



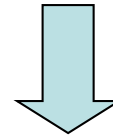
$$\text{pH} = \frac{\quad}{\quad}$$



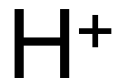
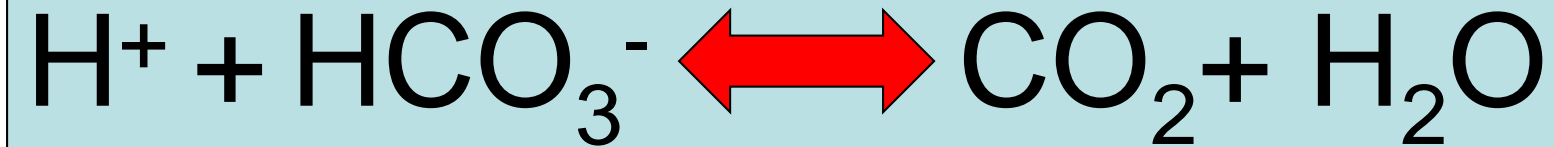
Μεταβολική  
Αλκάλωση



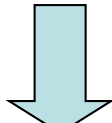
Αναπνευστική  
Οξέωση



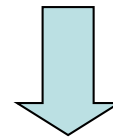
Υποαερισμός



Μεταβολική  
οξέωση

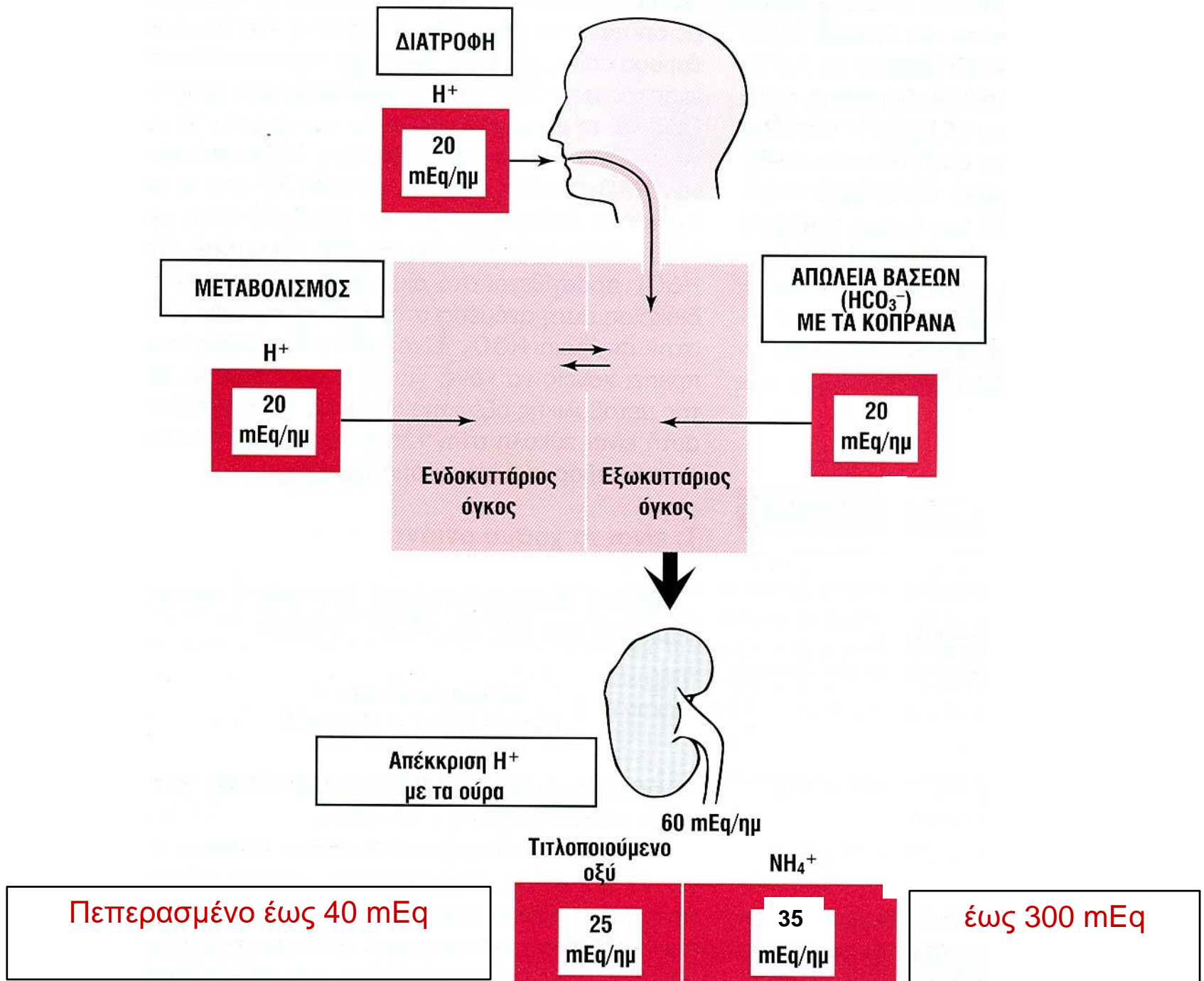


Μεταβολική  
Οξέωση



Αναπνευστική  
Αλκάλωση

Υπεραερισμός

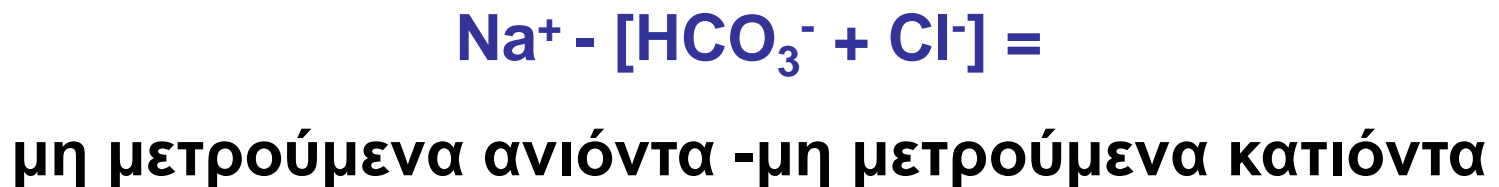
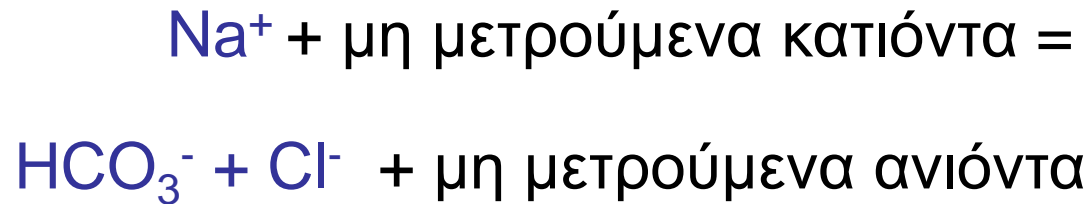
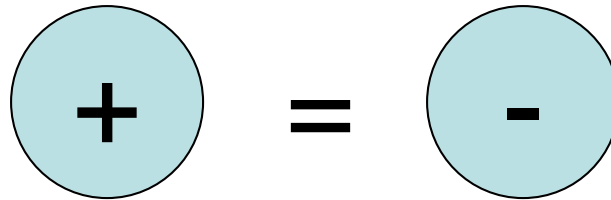


# Μεταβολική οξέωση

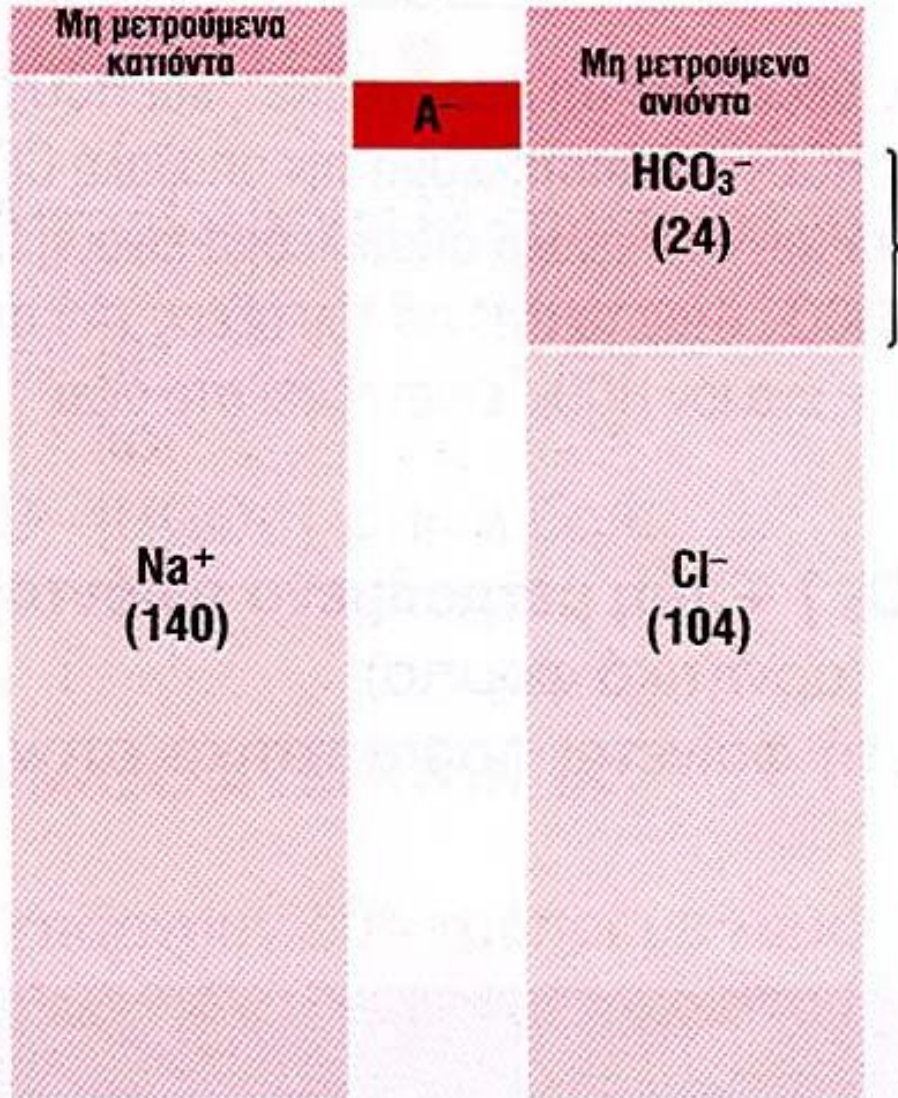
$\text{pH} < 7.40$  και  $[\text{HCO}_3^-] < 24 \text{ mEq/L}$

- Που οφείλεται η ΜΟ;
- Σε προσθήκη οξέος ή σε απώλεια  $\text{HCO}_3^-$ ;
- Χάσμα ανιόντων:  $\text{AG} = [\text{Na}^+] - \{[\text{Cl}^-] + [\text{HCO}_3^-]\}$
- $\text{AG} = 140 - (104 + 24) = 12 \text{ mEq/L}$  Φ.Τ. =  $12 \pm 2 \text{ mEq/L}$
- $\text{AG} \uparrow \Rightarrow$  Προσθήκη οξέος
- $\text{AG} = \text{κφ} \Rightarrow$  απώλεια  $\text{HCO}_3^-$

# Αρχή ηλεκτρικής ουδετερότητας



# Χάσμα ανιόντων



Φυσιολογικά



# Μεταβολική Οξέωση

- Αυξημένο AG


## Προσθήκη οξέος

- Γαλακτική οξέωση
- Διαβητική κετοξέωση
  - Δηλητηρίαση
- Νεφρική ανεπάρκεια





- Φυσιολογικό AG

## Απώλεια $\text{HCO}_3^-$

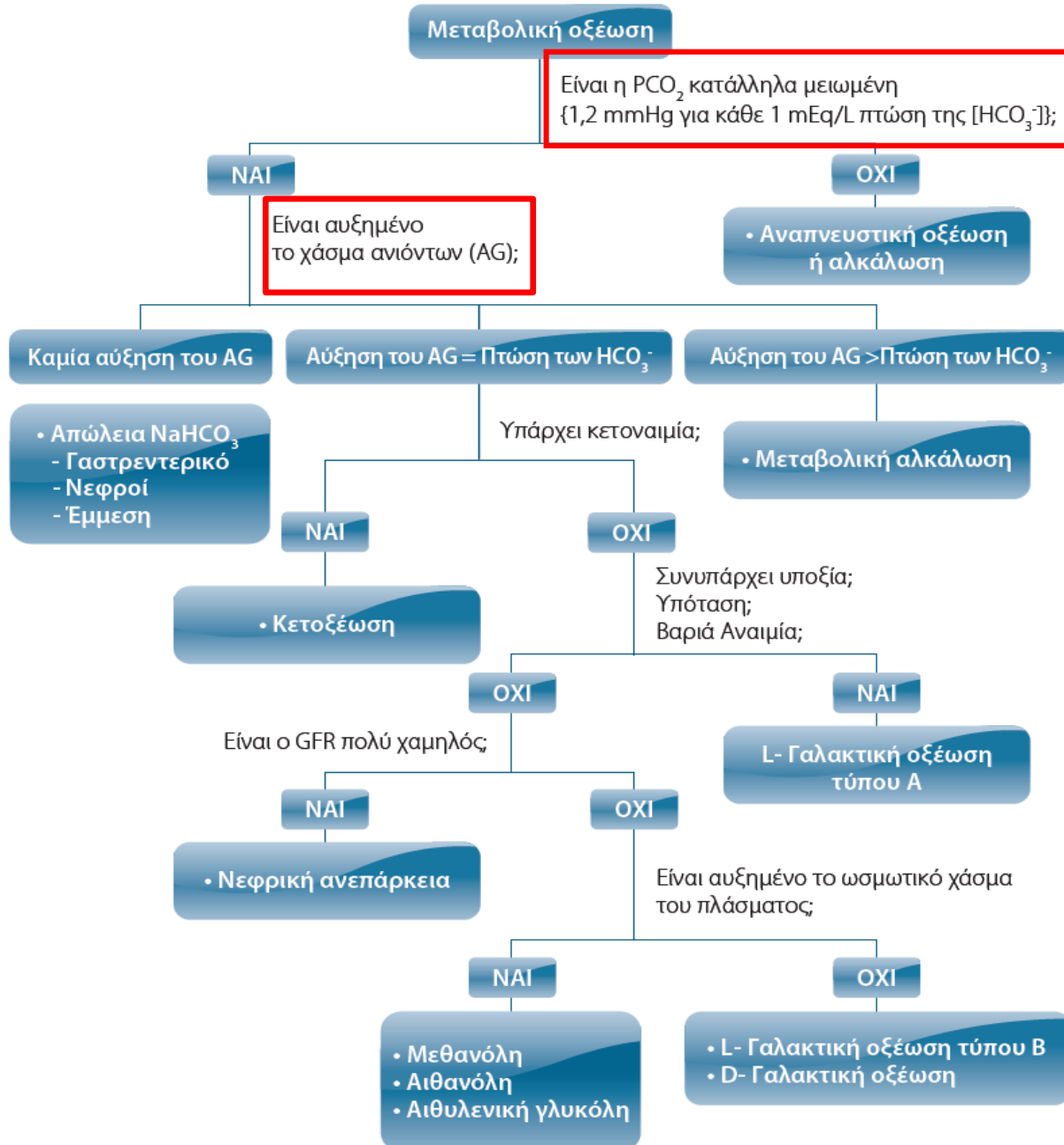
- Άμεσα (ΓΕΣ, Νεφροί-RTA II)
- Έμμεσα

(νεφρική σωληναριακή οξέωση, RTA I, III, IV)  κατανάλωση  $\text{HCO}_3^-$  για την εξουδετέρωση οξέος και αδυναμία των νεφρών να αναγεννήσουν το ιόν αυτό)

## Αντιρρόπηση στην μεταβολική οξέωση

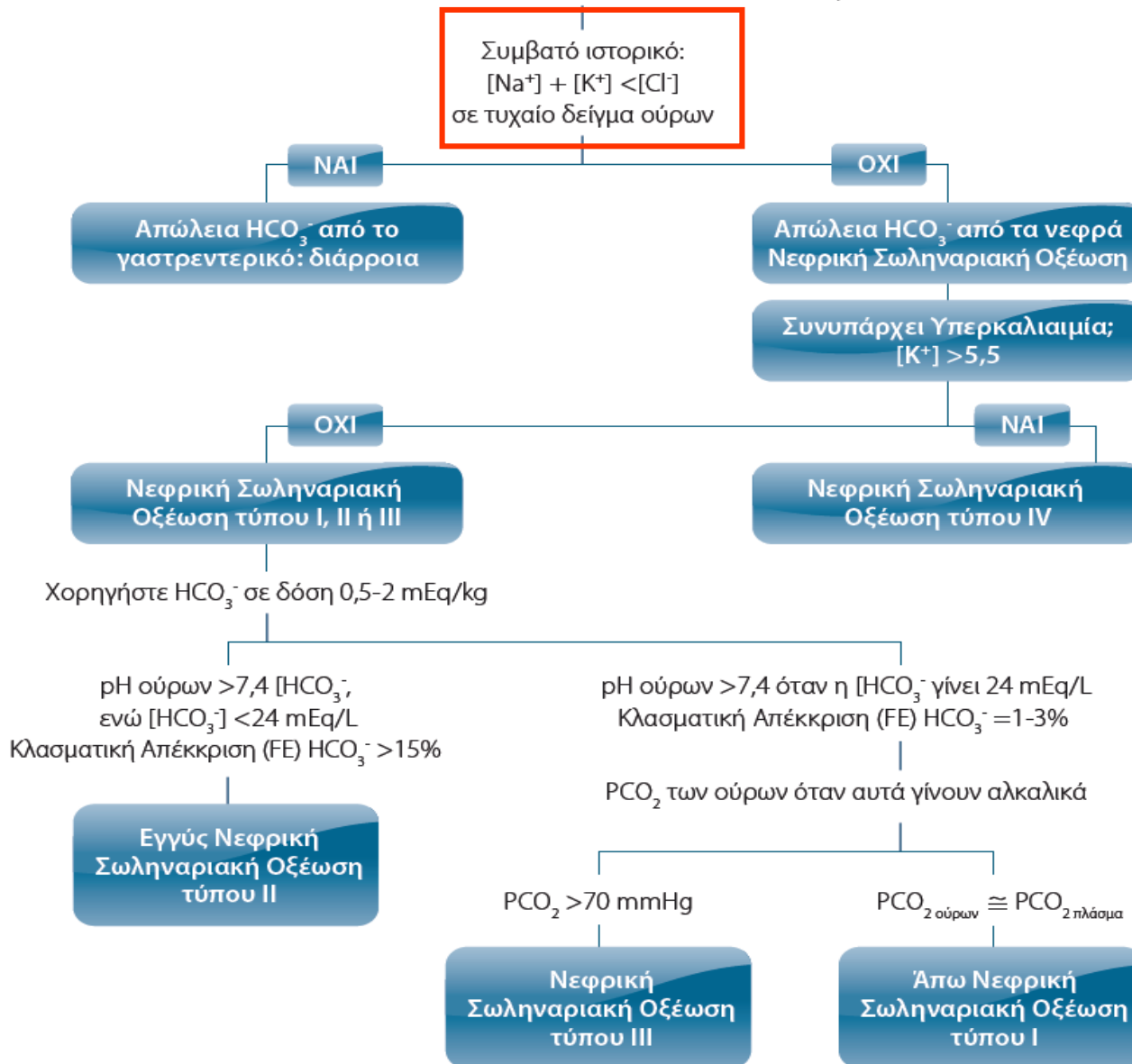
-   $[\text{HCO}_3^-]$         $\text{pCO}_2$       (1 προς 1,2)
- Η  $\text{PCO}_2$   κατά **1.2** mmHg για κάθε **1** mEq/L  της  $[\text{HCO}_3^-]$
- **Αμιγής μεταβολική οξέωση**

# ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ



## ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ ΜΕ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΑΣΜΑ ΑΝΙΟΝΤΩΝ

ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ ( $\text{pH} < 7,4$  και  $[\text{HCO}_3^-] < 24 \text{ mEq/L}$ )  
ΜΕ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΑΣΜΑ ΑΝΙΟΝΤΩΝ ( $12 \pm 2 \text{ mEq/L}$ )



# Μεταβολική αλκάλωση

$\text{pH} > 7,4$  και  $[\text{HCO}_3^-] > 24 \text{ mEq/L}$

# Παθοφυσιολογία μεταβολικής αλκάλωσης

The diagram illustrates the relationship between bicarbonate concentration and its quantity in the extracellular fluid volume. It features a central equation with three arrows indicating the direction of change:

$$[\text{HCO}_3^-] = \frac{\text{ποσό } \text{HCO}_3^- \text{ στον εξωκυττάριο όγκο}}{\text{εξωκυττάριο όγκο}}$$

The concentration  $[\text{HCO}_3^-]$  is on the left, with an upward arrow pointing to it. The numerator is "ποσό  $\text{HCO}_3^-$  στον εξωκυττάριο όγκο", with an upward arrow pointing to it. The denominator is "εξωκυττάριο όγκο", with a downward arrow pointing to it.

# Παθοφυσιολογία μεταβολικής αλκάλωσης:

- Για να διατηρηθεί η μεταβολική αλκάλωση



πρέπει

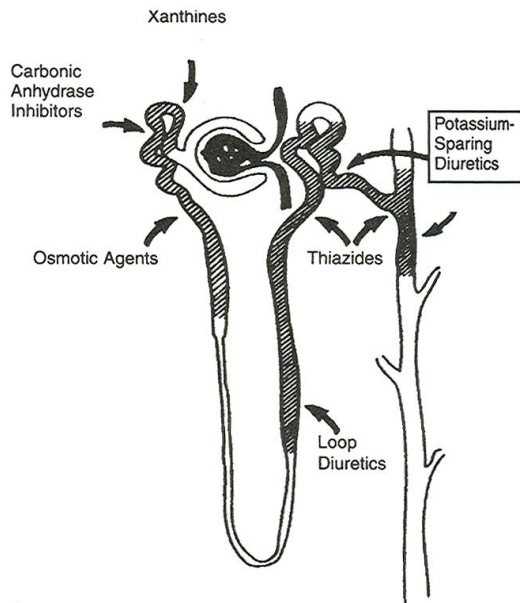
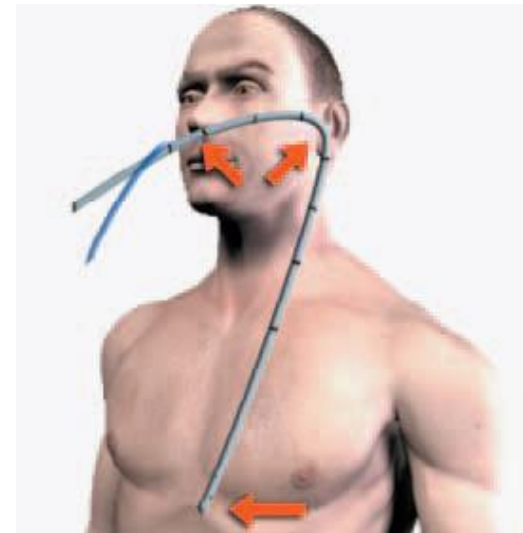
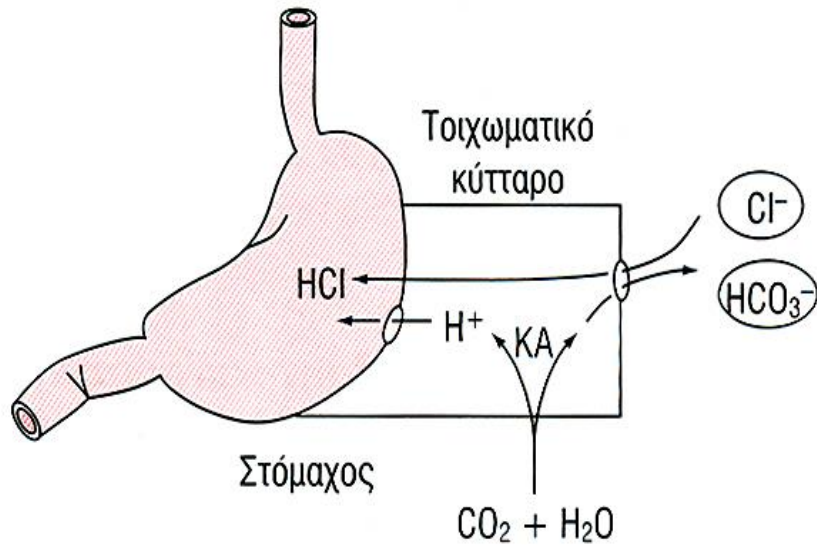
οι νεφροί να μην αποβάλουν τα πλεονάζοντα HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

# Πότε χάνεται η απεκκριτική ικανότητα των νεφρών στα $\text{HCO}_3^-$ ;

- Σε μείωση του εξωκυττάριου όγκου =  $\downarrow$ GFR, διέγερση άξονα ρενίνης - αγγειοτενσίνης - αλδοστερόνης
- Αλδοστερόνη: αυξάνει την έκκριση  $\text{H}^+$  στα αθροιστικά σωληνάκια και άρα επανααρροφούνται  $\text{HCO}_3^-$  στο αίμα
- Σε υποκαλιαιμία =  $\downarrow$ GFR (έκκριση αγγειοσυσπαστικών ουσιών) και ευόδωση δράσης αλδοστερόνης



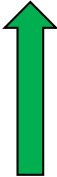
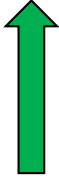
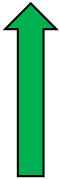

# Έμετοι-Ρινογαστρικός σωλήνας-Διουρητικά



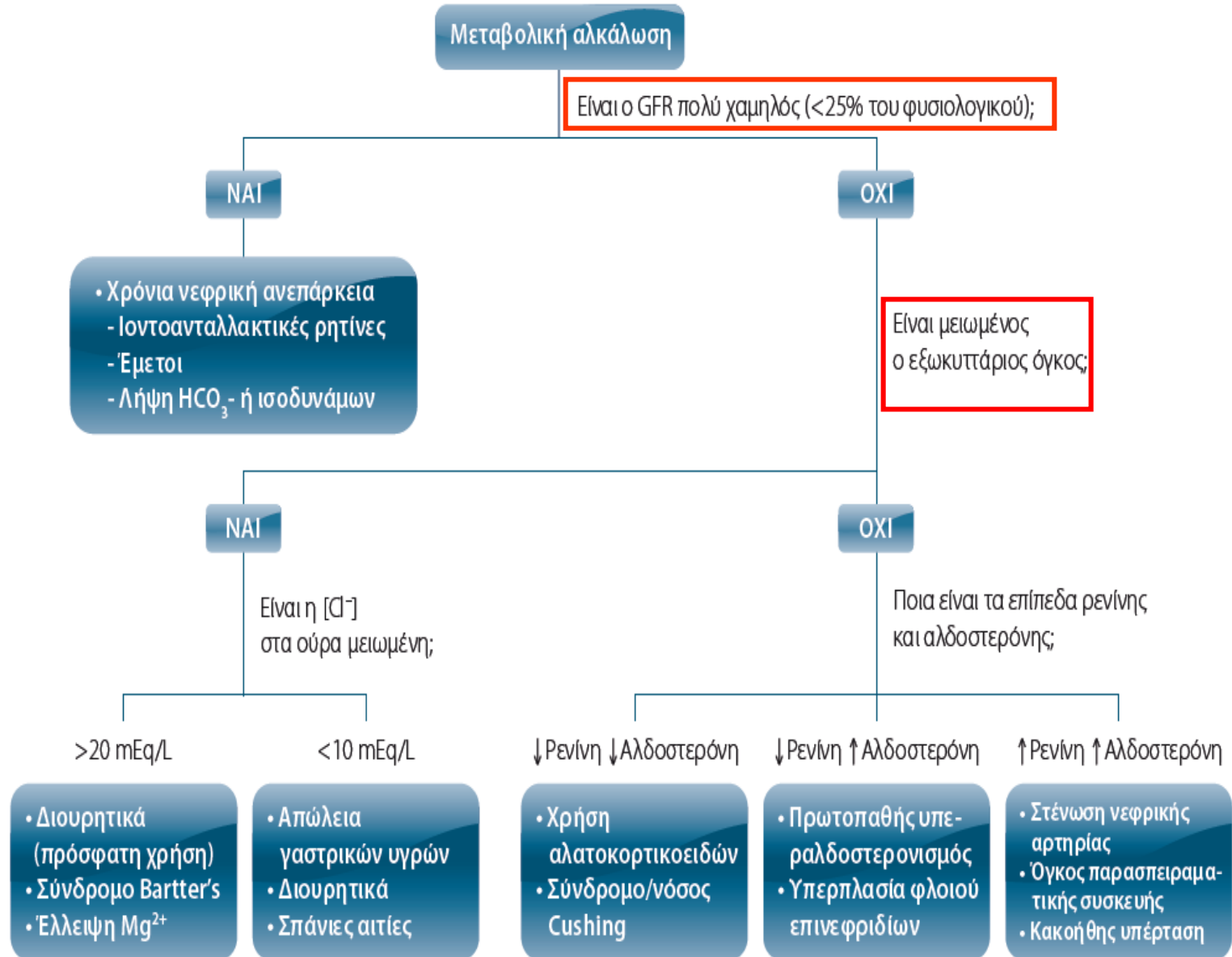
- Υπομαγνησισαιμία
- Σύνδρομο Bartter
- Μεθυπερκαπνική αλκάλωση

# Μεταβολική αλκάλωση $\text{pH} > 7,4$ και $[\text{HCO}_3^-] > 24 \text{ mEq/L}$

## Αντιρρόπηση στην μεταβολική αλκάλωση

-   $[\text{HCO}_3^-]$    $\text{pCO}_2$  (1 προς 0,7)
- Για κάθε **1** meq/L   $[\text{HCO}_3^-]$  από το 24 (mEq/L)  
αντιστοιχεί **0,7**  της  $\text{pCO}_2$  από το 40 (mmHg)
- **Αμιγής μεταβολική αλκάλωση**

## ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΑΛΚΑΛΩΣΗΣ



# Αναπνευστική οξέωση

$$\text{pH} < 7,4 \text{ και } \text{pCO}_2 > 40 \text{ mmHg}$$

**Αίτια:** νοσήματα ή διαταραχές της νευρομυϊκής αντλίας και του πνεύμονα που προκαλούν κυψελιδικό υποαερισμό και άρα υπερκαπνία

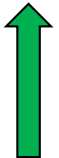
# Υποαερισμός

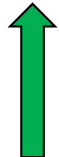
$$\uparrow P_aCO_2 = k \frac{VCO_2}{V_A} \downarrow$$

# Αναπνευστική οξέωση $\text{pH} < 7,4$ και $\text{pCO}_2 > 40$ mmHg

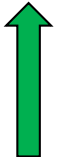
## Αντιρρόπηση στην αναπνευστική οξέωση


οξέως

**1** meq/L   $[\text{HCO}_3^-]$  από τα 24 (mEq/L)

για κάθε **10** mmHg  της  $\text{pCO}_2$  από τα 40 (mmHg)

χρονίως

• **3,5** meq/L   $[\text{HCO}_3^-]$  από τα 24 (mEq/L)

για κάθε **10** mmHg  της  $\text{pCO}_2$  από τα 40 (mmHg)

## ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ

pH <7,4 και PCO<sub>2</sub> >40 mmHg

Αναπνευστική οξέωση

Πόση είναι η [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>]

↑ [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] είναι <1 mEq/L  
για κάθε 10 mmHg  
↑ της PCO<sub>2</sub>

Συνυπάρχει  
μεταβολική οξέωση

↑ [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 1 mEq/L  
για κάθε 10 mmHg  
↑ της PCO<sub>2</sub>

Οξεία αναπνευστική  
οξέωση

↑ [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 1-3,5 mEq/L  
για κάθε 10 mmHg  
↑ της PCO<sub>2</sub>

• Περίοδος  
μετάβασης  
• Μικτή διαταραχή

↑ [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 3,5 mEq/L  
για κάθε 10 mmHg  
↑ της PCO<sub>2</sub>

Χρόνια  
αναπνευστική οξέωση

↑ [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] είναι >3,5 mEq/L  
για κάθε 10 mmHg  
↑ της PCO<sub>2</sub>

Συνυπάρχει  
μεταβολική αλκάλωση

# Αναπνευστική αλκάλωση

$\text{pH} > 7,4$  και  $\text{pCO}_2 < 40 \text{ mmHg}$

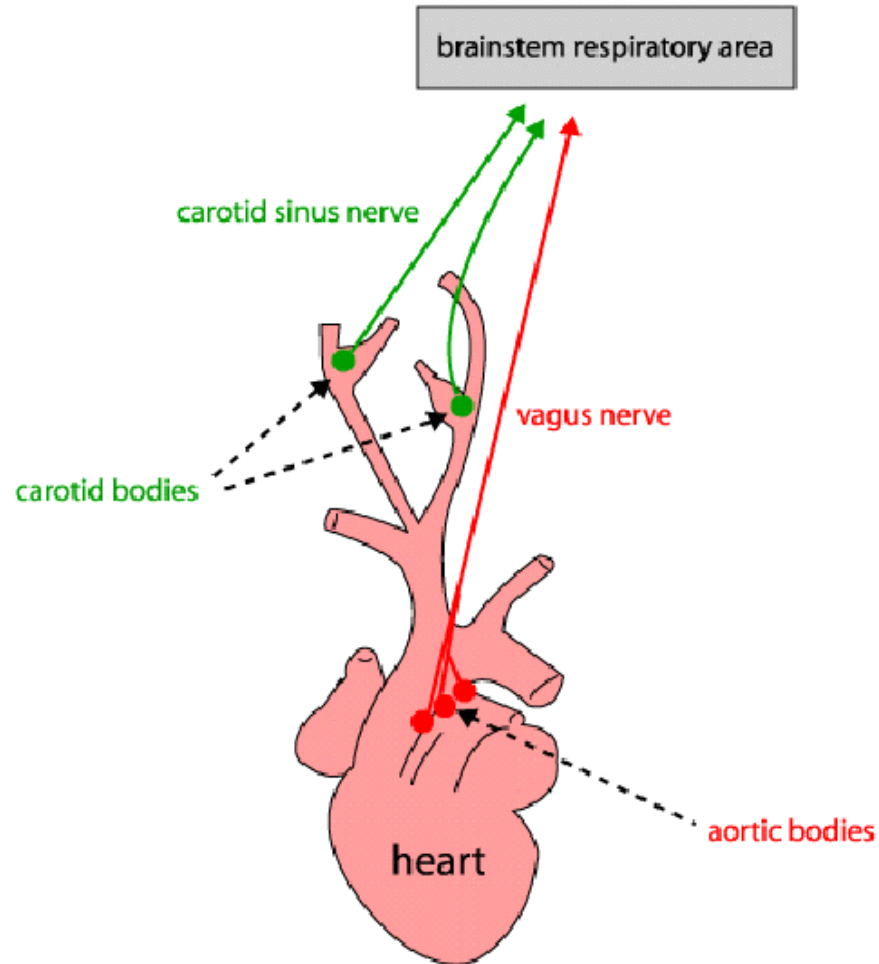


# Υπεραερισμός

$$\downarrow P_aCO_2 = k \frac{VCO_2}{V_A} \uparrow$$

**Υποξαιμία:** Διέγερση περιφερικών χημειοϋποδοχέων →

Υπεραρισμός και υποκαπνία (πτώση pH, αλκάλωση)



# Άλλα αίτια αναπνευστικής αλκάλωσης

- Πνευμονικές νόσοι
- Μηχανικός αερισμός
- Άμεση διέγερση κέντρου αναπνοής
  - Ψυχογενής ή εκούσιος υπεραερισμός
  - Ηπατική ανεπάρκεια
  - Σήψη
  - Δηλητηρίαση με σαλικυλικά
  - Κύηση και 2<sup>η</sup> φάση έμμηνου κύκλου (ωχρινική φάση)
  - Νευρολογικά νοσήματα (όγκοι της γέφυρας, αγγειακά εγκεφαλικά)
  - Ταχεία διόρθωση μεταβολικής οξέωσης

# Αναπνευστική αλκάλωση $\text{pH} > 7,4$ και $\text{pCO}_2 < 40 \text{ mmHg}$

## Αντιρρόπηση στην αναπνευστική αλκάλωση

οξέως

- **2** meq/L  $\downarrow$   $[\text{HCO}_3^-]$  από τα 24 (mEq/L)  
για κάθε **10** mmHg  $\downarrow$  της  $\text{pCO}_2$  από τα 40 (mmHg)

χρονίως

- **4** meq/L  $\downarrow$   $[\text{HCO}_3^-]$  από τα 24 (mEq/L)  
για κάθε **10** mmHg  $\downarrow$  της  $\text{pCO}_2$  από τα 40 (mmHg)

## ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΑΛΚΑΛΩΣΗΣ

pH >7,4 και PCO<sub>2</sub> <40 mmHg

Αναπνευστική αλκάλωση

Πόση είναι η [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>]

↓ [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] είναι <2 mEq/L  
για κάθε 10 mmHg  
↓ της PCO<sub>2</sub>

Συνοπάχει  
μεταβολική αλκάλωση

↓ [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 2 mEq/L  
για κάθε 10 mmHg  
↓ της PCO<sub>2</sub>

Οξεία αναπνευστική  
αλκάλωση

↓ [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 2-4 mEq/L  
για κάθε 10 mmHg  
↓ της PCO<sub>2</sub>

- Περίοδος  
μετάβασης
- Μικτή διαταραχή

↓ [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 4 mEq/L  
για κάθε 10 mmHg  
↓ της PCO<sub>2</sub>

Χρόνια αναπνευστική  
αλκάλωση

↓ [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] είναι >4 mEq/L  
για κάθε 10 mmHg  
↓ της PCO<sub>2</sub>

Συνοπάχει  
μεταβολική οξέωση

# Περίπτωση 1η

Ασθενής 67 ετών με γνωστή καρδιακή ανεπάρκεια προσέρχεται στο ΤΕΠ λόγω προοδευτικά επιδεινούμενης δύσπνοιας, εμπυρέτου και παραγωγικού βήχα από 3ημέρου. Δεν ελάμβανε οξυγονοθεραπεία κατ'οίκον. Η ακτινογραφία θώρακα ανέδειξε πύκνωση δεξιού κάτω πνευμονικού πεδίου. Αντικειμενική εξέταση: RR = 22 αναπνοές/min, ΑΠ = 85/60 mmHg.

- (FiO<sub>2</sub> 21%)
- PO<sub>2</sub> = 55 mmHg
- PCO<sub>2</sub> = 30 mmHg
- pH = 7.35
- [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 16 mEq/L
- [Na<sup>+</sup>] = 136 mEq/L
- [K<sup>+</sup>] = 4.6 mEq/L
- [Cl<sup>-</sup>] = 100 mEq/L
- [Γλυκόζης] = 98 mg/dl
- [Ουρίας] = 56 mg/dl
- [Κρεατινίνης] = 1.1 mg/dl
- [Γαλακτικού οξέος] = 9.2 mEq/L

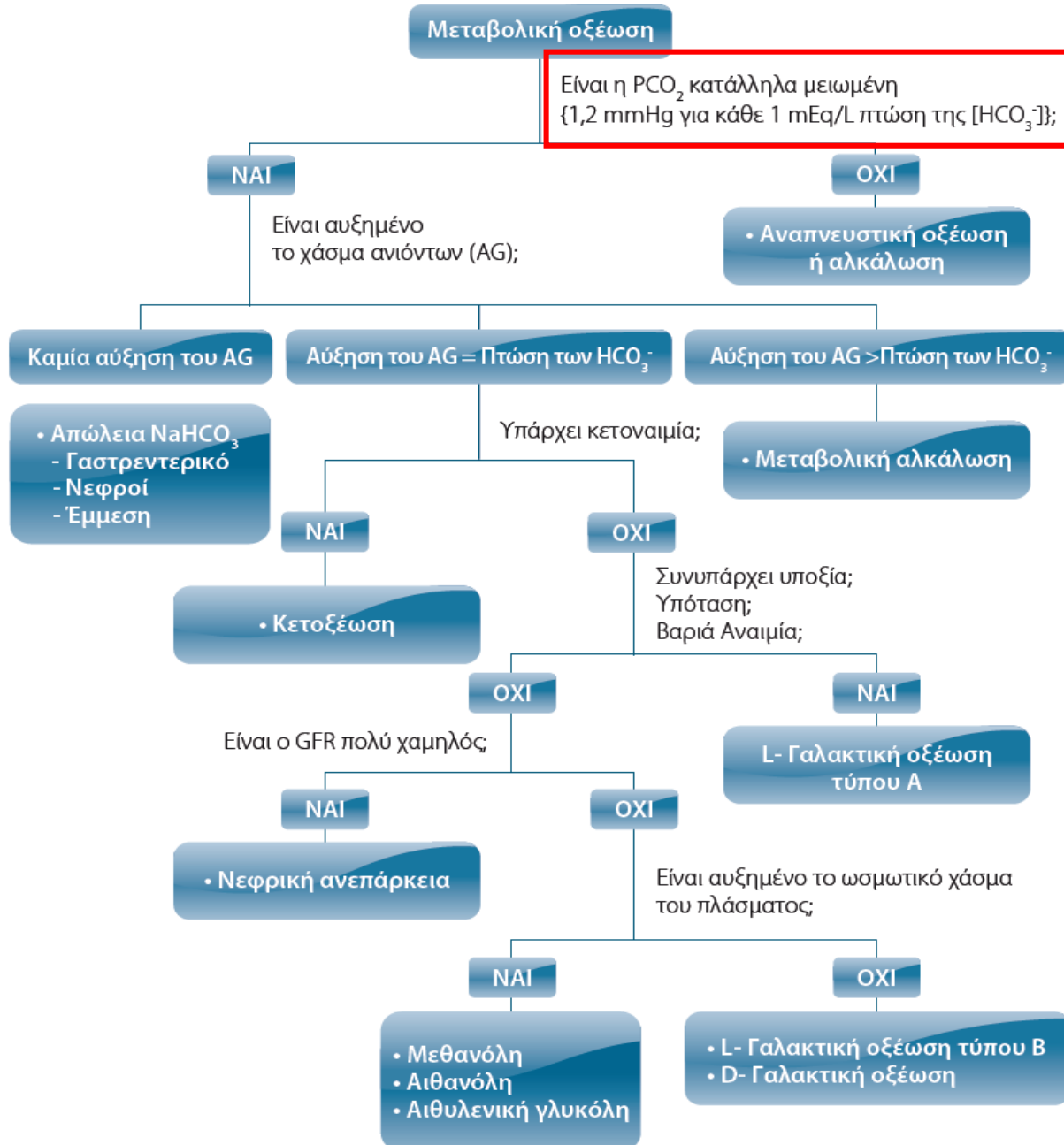
# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

- α. L-γαλακτική οξέωση τύπου A
- β. Μεταβολική οξέωση + αναπνευστική αλκάλωση
- γ. Αναπνευστική οξέωση
- δ. Διαβητική κετοξέωση



- pH = 7.35 (< 7.40)
- $[\text{HCO}_3^-]$  = 16 mEq/L (< 24 mEq/L)
- **Μεταβολική οξέωση**

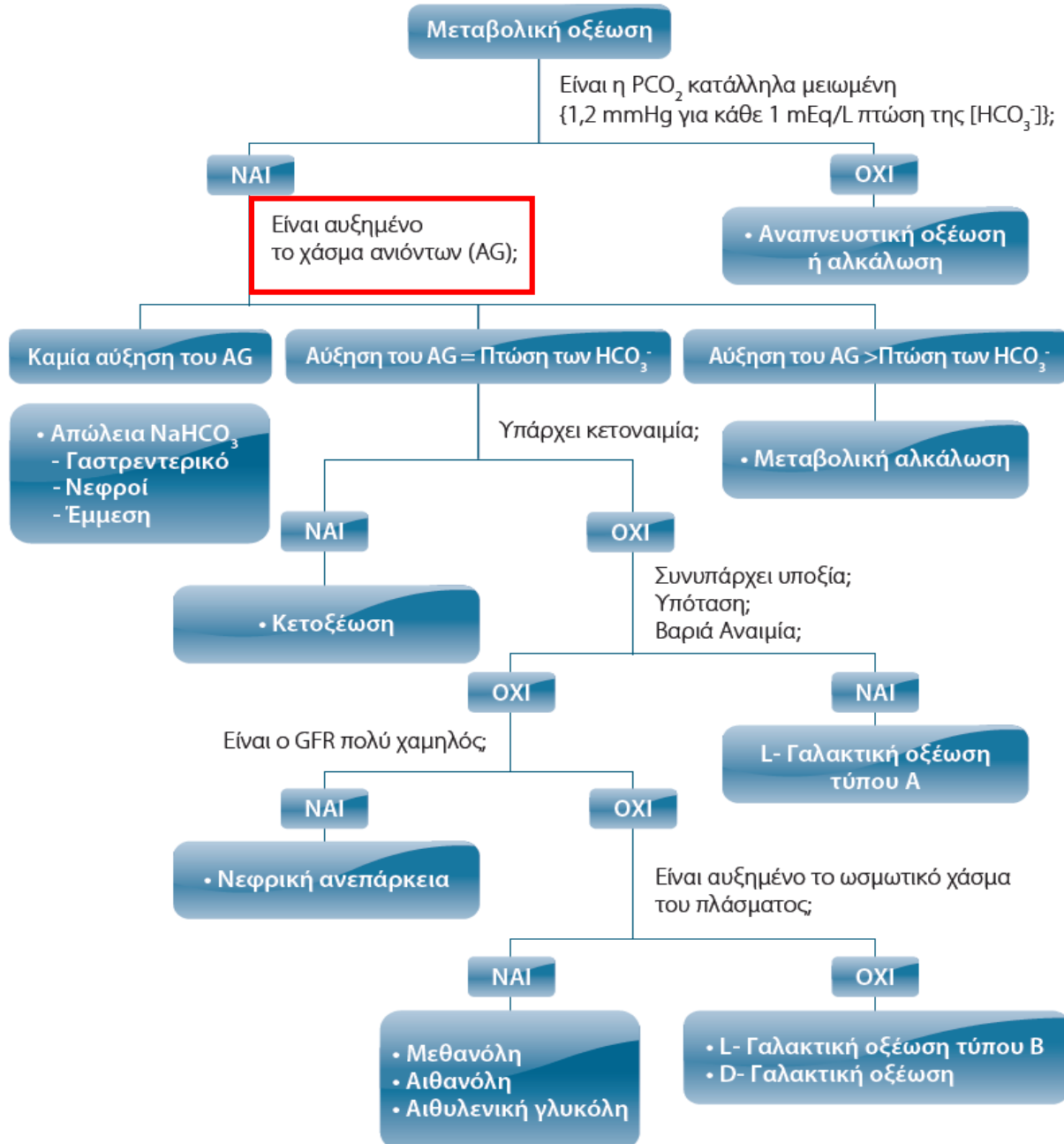
# ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ



## Είναι κατάλληλα ↓ η $PCO_2$ ;

- $[HCO_3^-] = 16$  mEq/L, ↓ κατά 8 mEq/L
- $PCO_2 = 30$  mmHg, αντιστοίχως ↓ κατά  $(8 \times 1.2 = 9.6)$  10 mmHg
- Η  $PCO_2$  ↓ κατά 1.2 mmHg για κάθε 1 mEq/L ↓ της  $[HCO_3^-]$

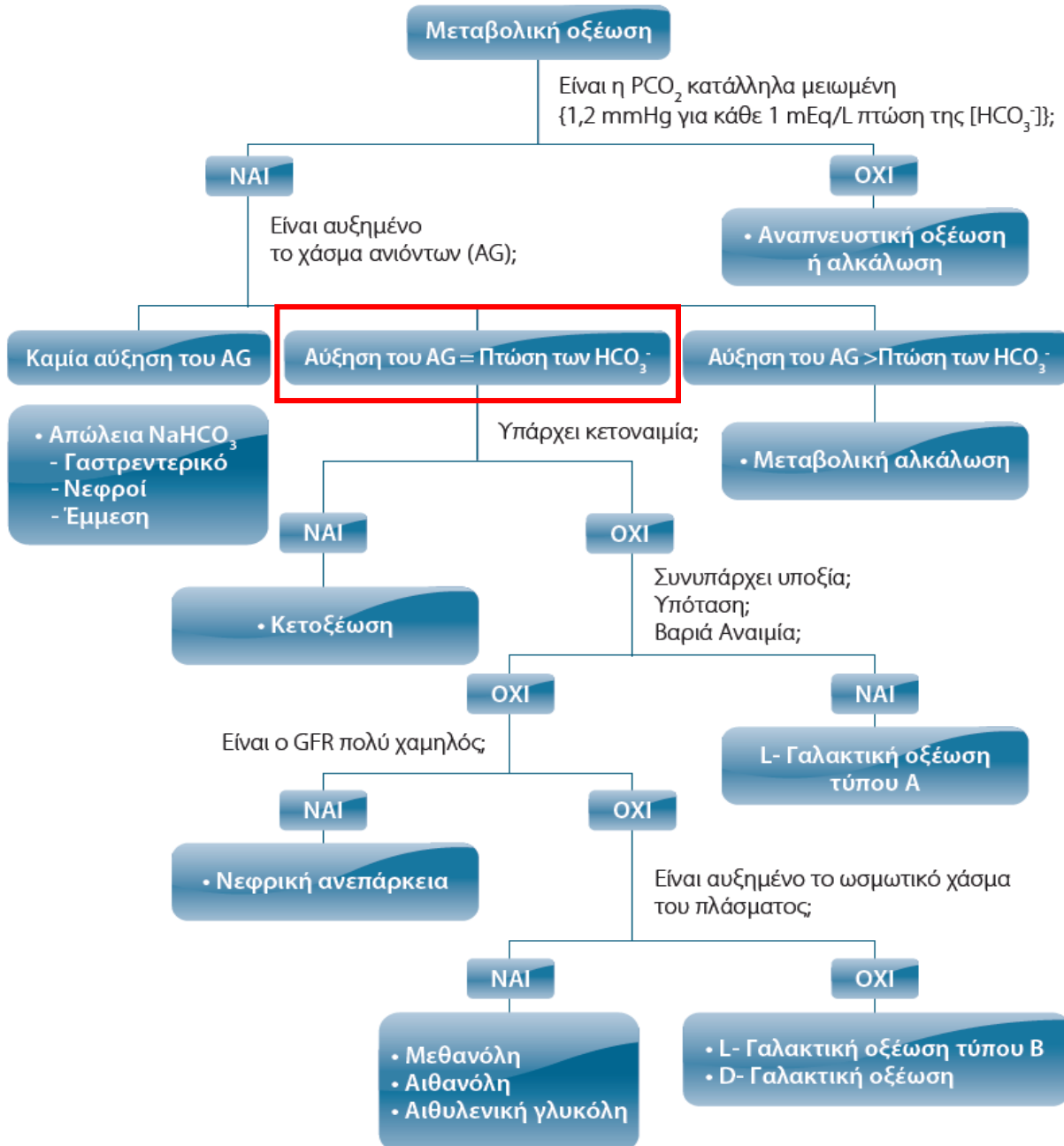
# ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ



Είναι ↑ το χάσμα ανιόντων (Anion Gap);

- $AG = [Na^+] - \{[Cl^-] + [HCO_3^-]\} = 136 - (100+16) = 20$  mEq/L
- AG ↑ κατά 8 mEq/L
- $[HCO_3^-] = 16$  mEq/L, ↓ κατά 8 mEq/L
- Η αύξηση του AG είναι ίση με την πτώση των  $[HCO_3^-]$

# ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ

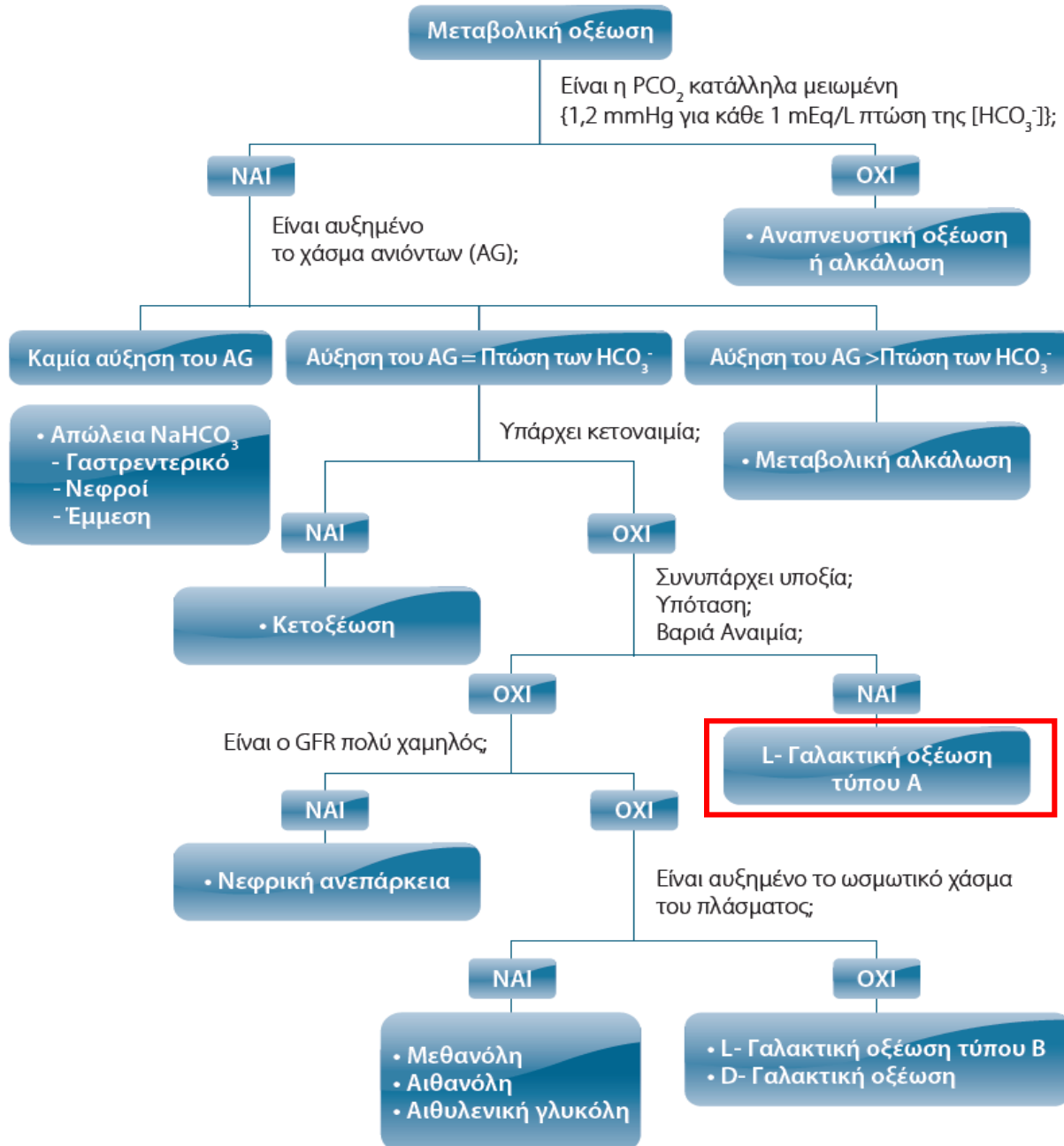


- Δεν υπάρχει κετοναιμία [Γλυκόζη] = 98 mg/dl
- **Γαλακτική οξέωση**
- Ήπια υποξυγοναιμία,  $PO_2 = 55$  mmHg ( $FiO_2$  21%)
- Υπόταση (ΑΠ = 85/60 mmHg)
- Η προσφορά  $O_2$  στους ιστούς είναι μικρότερη από αυτή που απαιτούν οι ιστοί ώστε να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες, με αποτέλεσμα μέρος αυτών να καλύπτεται με αναερόβιο μεταβολισμό  $\Rightarrow$

### **Αναερόβιος γλυκόλυση ή αλλιώς γαλακτική ζύμωση**

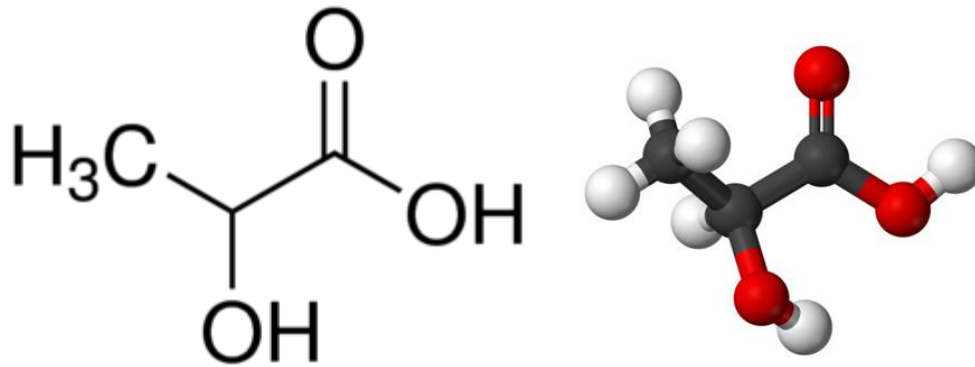
- [Γαλακτικού οξέος] = 9.2 mEq/L  $\uparrow$  (Φ.Τ.  $\leq 2$  mEq/L)

# ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ





- Συμπερασματικά, ο ασθενής εμφανίζει **L-γαλακτική οξέωση** λόγω αύξησης του ρυθμού παραγωγής του γαλακτικού οξέος (**L-γαλακτική οξέωση τύπου A**)



Γαλακτικό οξύ

# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

- α. L-γαλακτική οξέωση τύπου A
- β. Μεταβολική οξέωση + αναπνευστική αλκάλωση
- γ. Αναπνευστική οξέωση
- δ. Διαβητική κετοξέωση

# Περίπτωση 2η

Άνδρας 23 ετών, με ιστορικό σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1 προσέρχεται στο τμήμα επειγόντων περιστατικών με πολυουρία, πολυδιψία, ήπια σύγχυση και εμπύρετο από 24ωρου.

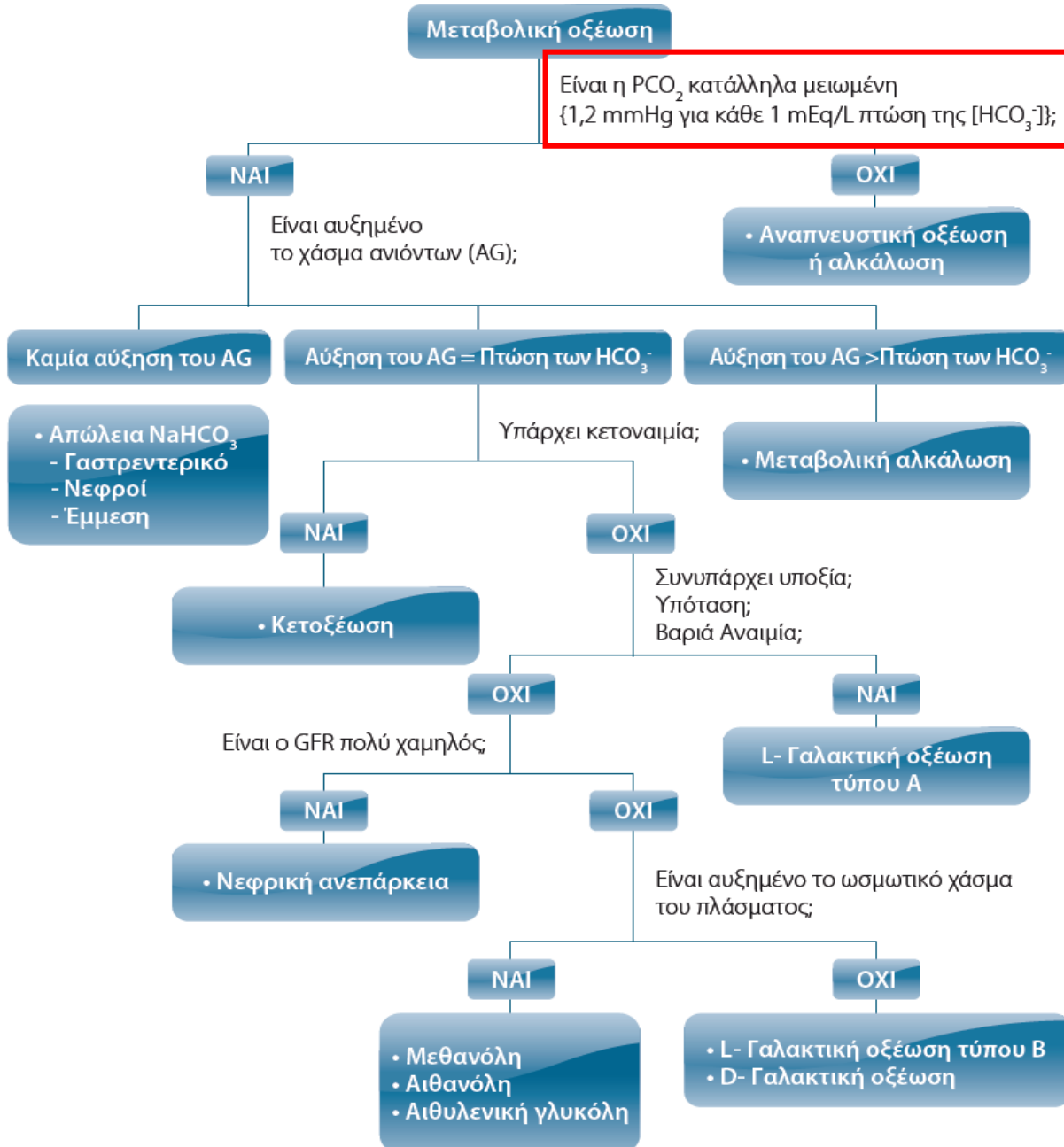
- (FiO<sub>2</sub> 21%)
- PO<sub>2</sub> = 98 mmHg
- PCO<sub>2</sub> = 23 mmHg
- pH = 7.26
- [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 10 mEq/L
- [Na<sup>+</sup>] = 137 mEq/L
- [K<sup>+</sup>] = 4.9 mEq/L
- [Cl<sup>-</sup>] = 104 mEq/L
- [Γλυκόζης] = 540 mg/dl
- [Ουρίας] = 46 mg/dl
- [Κρεατινίνης] = 1.1 mg/dl
- [Αλβουμίνης] = 2.5 g/dl

# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

- α. Διαβητική κετοξέωση
- β. Μεταβολική οξέωση + αναπνευστική αλκάλωση
- γ. L-γαλακτική οξέωση
- δ. Μεταβολική οξέωση από τοξίνες

- pH = 7.26 (< 7.40)
- $[\text{HCO}_3^-]$  = 10 mEq/L (< 24 mEq/L)
- **Μεταβολική οξέωση**

# ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ

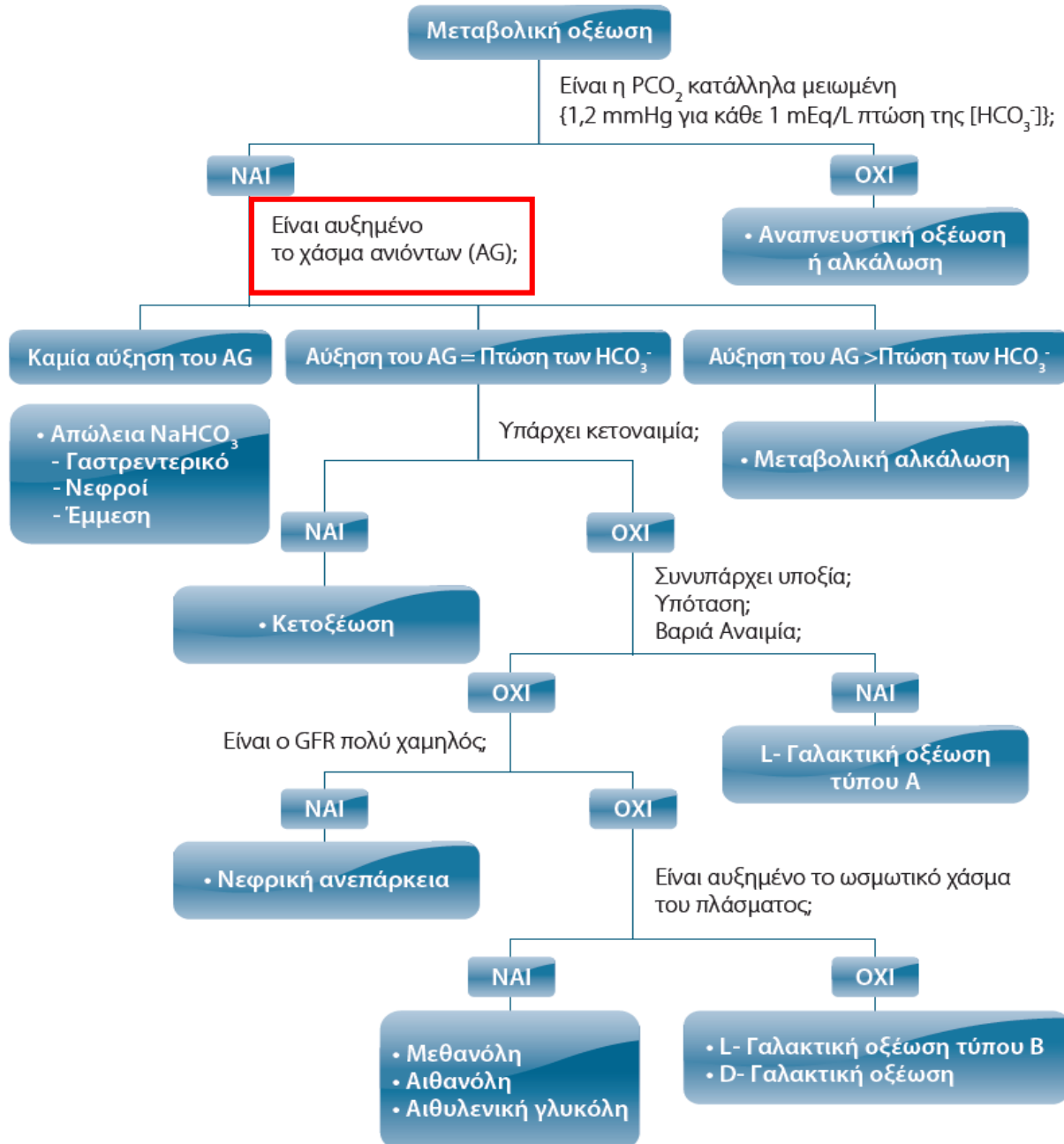


## Είναι κατάλληλα ↓ η $PCO_2$ ;

- $[HCO_3^-] = 10$  mEq/L, ↓ κατά  $14$  mEq/L
- $PCO_2 = 23$  mmHg, αντιστοίχως ↓ κατά  $(14 \times 1.2 = 16.8)$   $17$  mmHg
- Η  $PCO_2$  ↓ κατά  $1.2$  mmHg για κάθε  $1$  mEq/L ↓ της  $[HCO_3^-]$



# ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ



Είναι ↑ το χάσμα ανιόντων (Anion Gap);

- $AG = [Na^+] - \{[Cl^-] + [HCO_3^-]\} = 137 - (104+10) = 23 \text{ mEq/L}$
- $AG \uparrow$  κατά  $11 \text{ mEq/L}$
- $[HCO_3^-] = 10 \text{ mEq/L}$ ,  $\downarrow$  κατά  $14 \text{ mEq/L}$
- $[\text{Αλβουμίνης}] = 2.5 \text{ g/dl}$

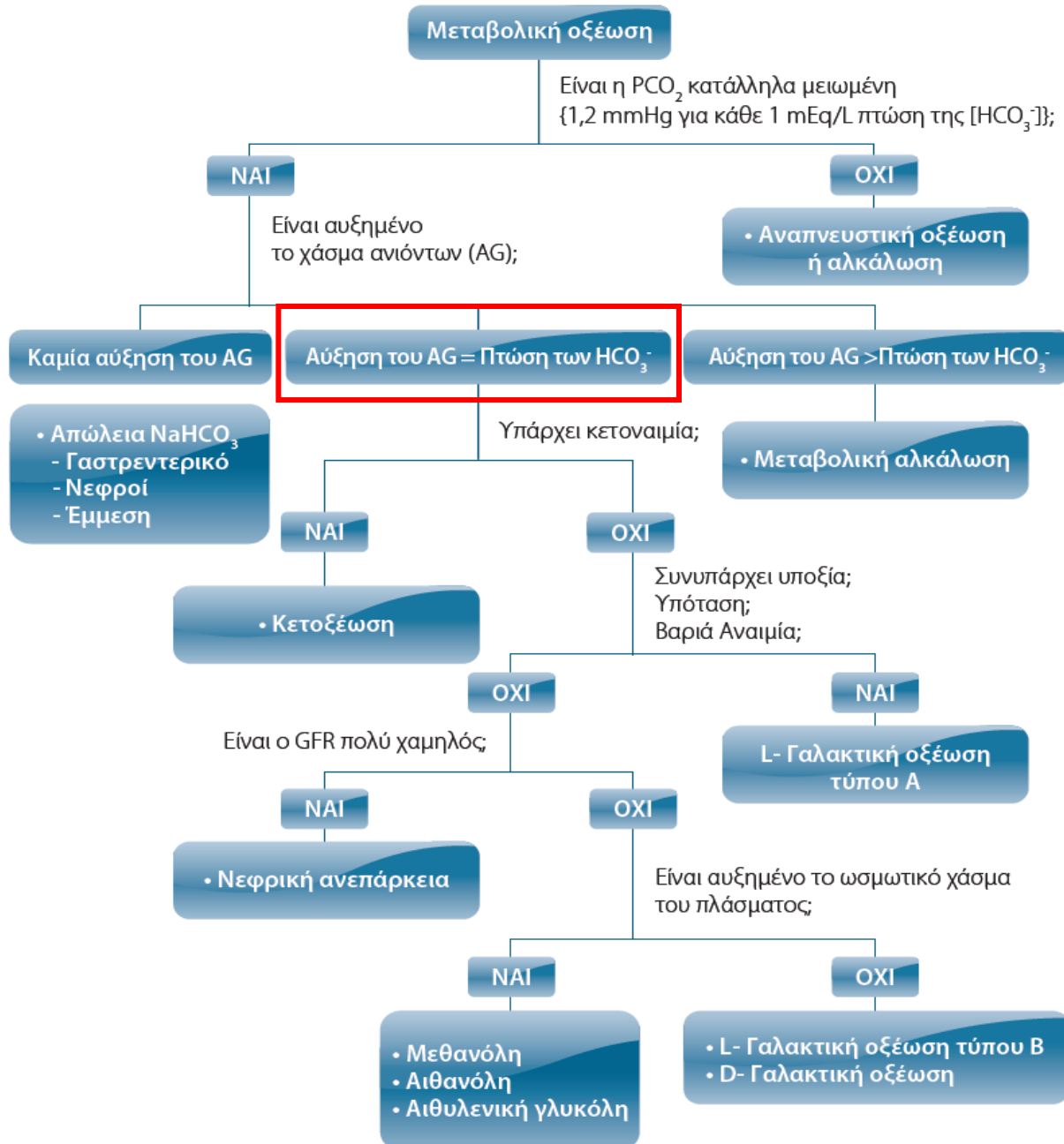
# Διόρθωση AG με βάση την αλβουμίνη

- Για κάθε 1g/dl μείωση ή αύξηση της συγκέντρωσης της αλβουμίνης του πλάσματος υπάρχει μείωση ή αύξηση κατά 2,3-2,5 mEq/L στο AG
- Η υποαλβουμιναιμία είναι η συνηθέστερη αιτία χαμηλού AG που παρατηρείται κλινικά
- Η διόρθωση του AG με βάση την αλβουμίνη γίνεται ως εξής:  
**Διορθωμένο AG = μετρούμενο AG + [2.5 X (4 – συγκέντρωση Alb)]**  
όπου τα 4g/dl είναι η φυσιολογική [Alb]
- Εάν το διορθωμένο AG > 12 υπάρχει οξέωση με ευρύ χάσμα ανιόντων

## Διόρθωση AG με βάση την αλβουμίνη

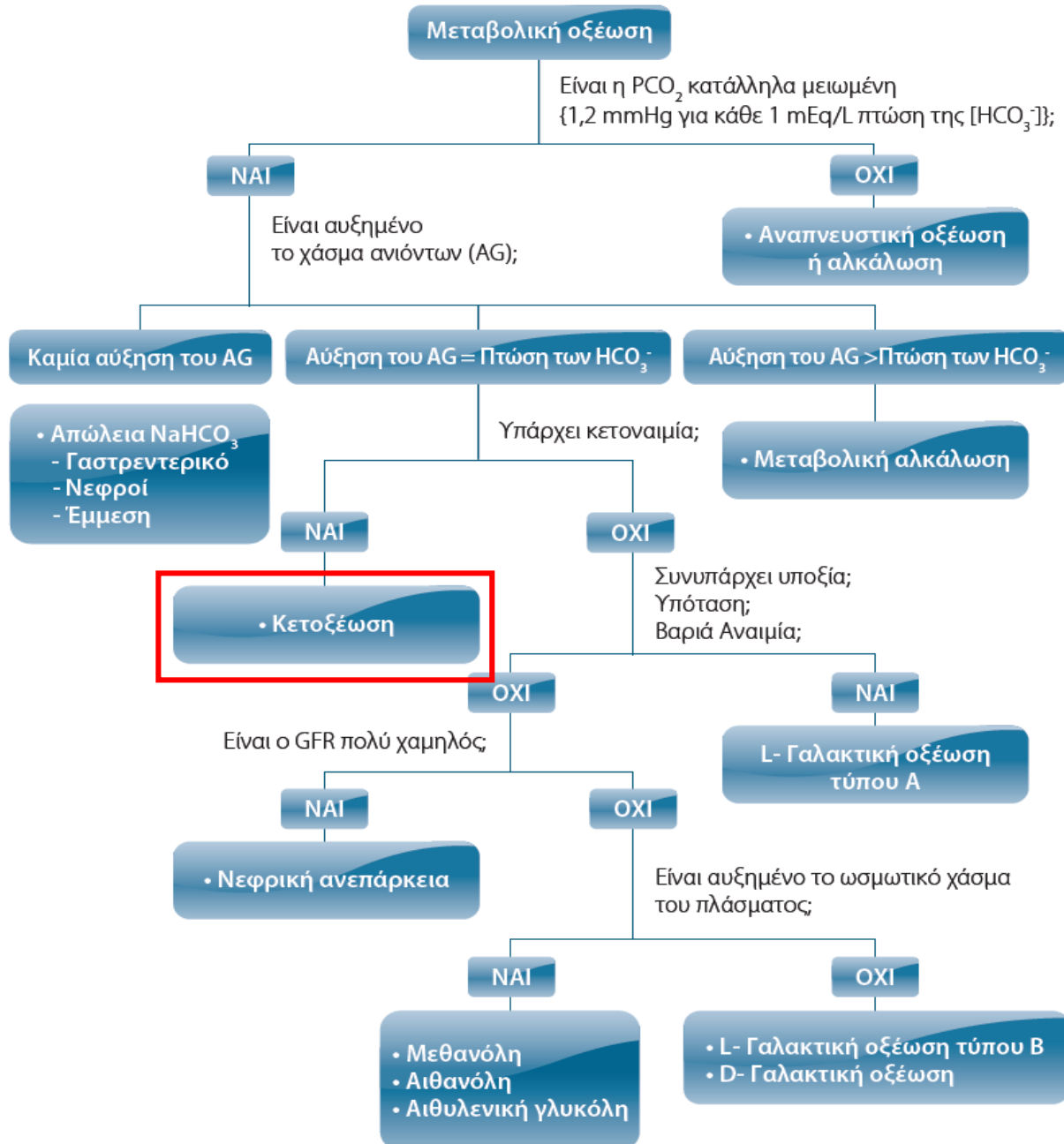
- $AG = [Na^+] - \{[Cl^-] + [HCO_3^-]\} = 137 - (104+10) = 23 \text{ mEq/L}$
- AG ↑ κατά 11 mEq/L
- $[HCO_3^-] = 10 \text{ mEq/L}$ , ↓ κατά 14 mEq/L
- $[Αλβουμίνης] = 2.5 \text{ g/dl}$
- **Διορθωμένο AG** = μετρούμενο AG +  $[2.5 \times (4 - \text{συγκέντρωση Alb})]$  =  $23 + [2.5 \times (4-2.8)] = 23 + 3 = 26 \text{ mEq/L}$
- AG ↑ κατά 14 mEq/L

# ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ



- Ο ασθενής δεν εμφανίζει νεφρική ανεπάρκεια
- [Γλυκόζης] = 540 mg/dl
- Η μεταβολική οξέωση οφείλεται στην προσθήκη κετοξέων στον οργανισμό (διαβητική κετοξέωση)

# ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ



# Διαβητική κετοξέωση

- Εμφανίζεται συνήθως σε γνωστούς ινσουλινοεξαρτώμενους διαβητικούς ασθενείς που για κάποιο λόγο δεν έλαβαν την ινσουλίνη τους
- Ταυτόχρονα μια συμπαραμαρτούσα νόσος (π.χ. λοίμωξη, stress) αύξησε τη συγκέντρωση των ορμονών που έχουν δράση αντίθετη της ινσουλίνης (γλυκαγόνη, αδρεναλίνη, νοραδρεναλίνη και γλυκοκορτικοειδή)

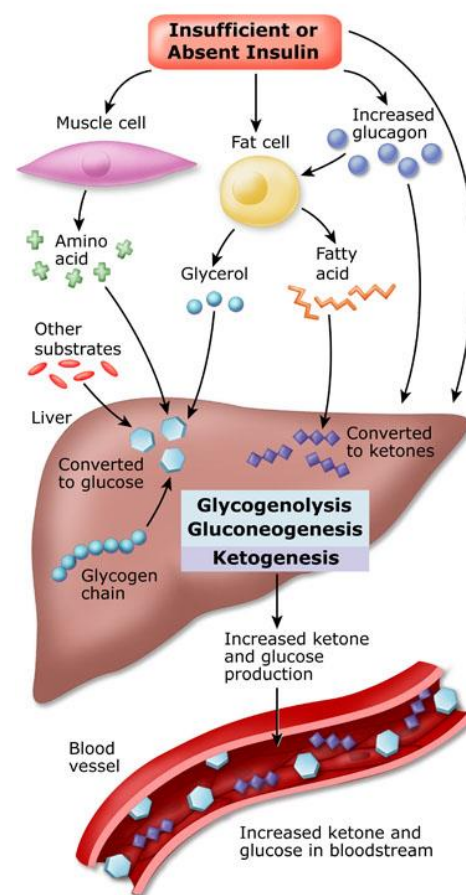




- Συμπερασματικά, ο ασθενής εμφανίζει **διαβητική κετοξέωση** λόγω κακώς ρυθμιζόμενου σακχαρώδη διαβήτη και συνυπάρχουσας λοίμωξης (εμπύρετο)



Diabetic Ketoacidosis



# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

- α. Διαβητική κετοξέωση
- β. Μεταβολική οξέωση + αναπνευστική αλκάλωση
- γ. L-γαλακτική οξέωση
- δ. Μεταβολική οξέωση από τοξίνες

# Περίπτωση 3η

Άνδρας 40 ετών, προσέρχεται στο τμήμα επειγόντων περιστατικών με αδυναμία, καταβολή και διαταραχές στην όραση. Τα συμπτώματα που αναφέρει άρχισαν την επόμενη μέρα μετά από κατανάλωση αλκοόλ.

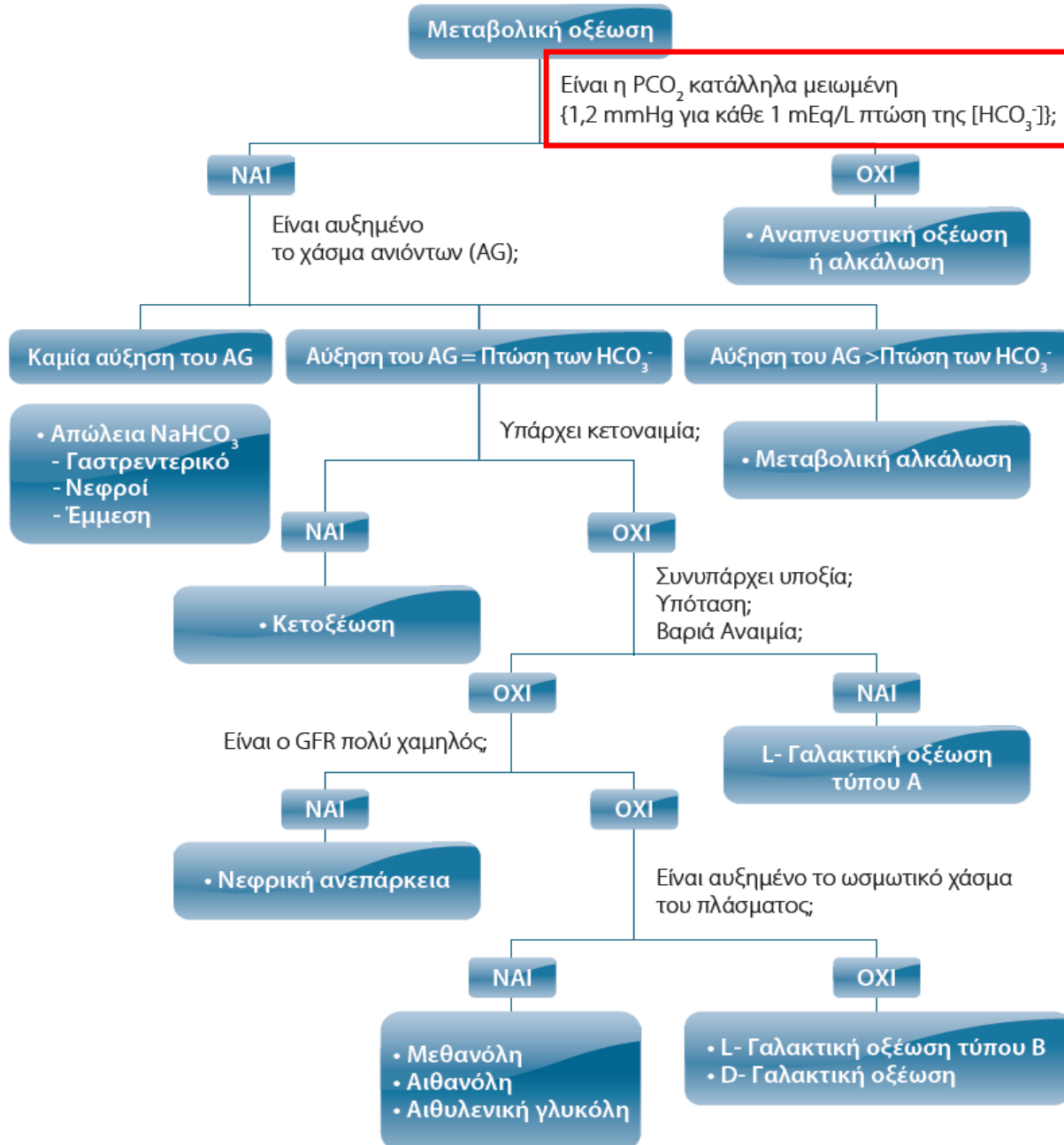
- $(\text{FiO}_2 \text{ 21\%})$
- $\text{PO}_2 = 83 \text{ mmHg}$
- $\text{PCO}_2 = 23 \text{ mmHg}$
- $\text{pH} = 7.26$
- $[\text{HCO}_3^-] = 10 \text{ mEq/L}$
- $[\text{Na}^+] = 140 \text{ mEq/L}$
- $[\text{K}^+] = 4.0 \text{ mEq/L}$
- $[\text{Cl}^-] = 104 \text{ mEq/L}$
- $[\text{Γλυκόζης}] = 180 \text{ mg/dl}$
- $[\text{Ουρίας}] = 42 \text{ mg/dl}$
- $[\text{Κρεατινίνης}] = 1.0 \text{ mg/dl}$
- $\text{Posm} = 358 \text{ mOsm/ kg H}_2\text{O}$

# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

- α. Μεταβολική οξέωση + αναπνευστική αλκάλωση
- β. Μεταβολική οξέωση από τοξίνες
- γ. Γαλακτική οξέωση
- δ. Διαβητική κετοξέωση

- pH = 7.26 (< 7.40)
- $[\text{HCO}_3^-]$  = 10 mEq/L (< 24 mEq/L)
- **Μεταβολική οξέωση**

# ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ

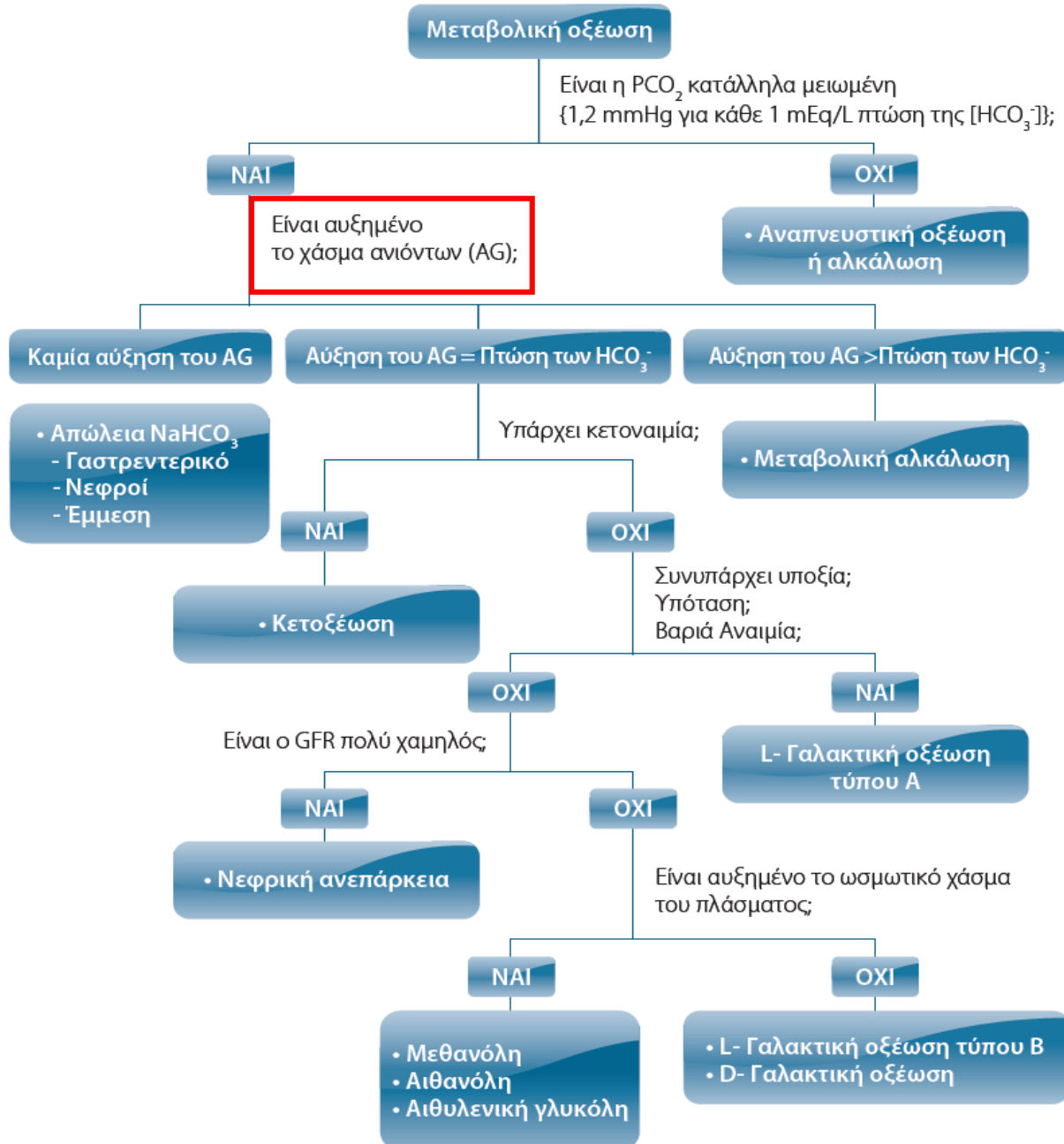


## Είναι κατάλληλα ↓ η $PCO_2$ ;

- $[HCO_3^-] = 10$  mEq/L, ↓ κατά  $14$  mEq/L
- $PCO_2 = 23$  mmHg, αντιστοίχως ↓ κατά  $(14 \times 1.2 = 16.8)$   $17$  mmHg
- Η  $PCO_2$  ↓ κατά  $1.2$  mmHg για κάθε  $1$  mEq/L ↓ της  $[HCO_3^-]$



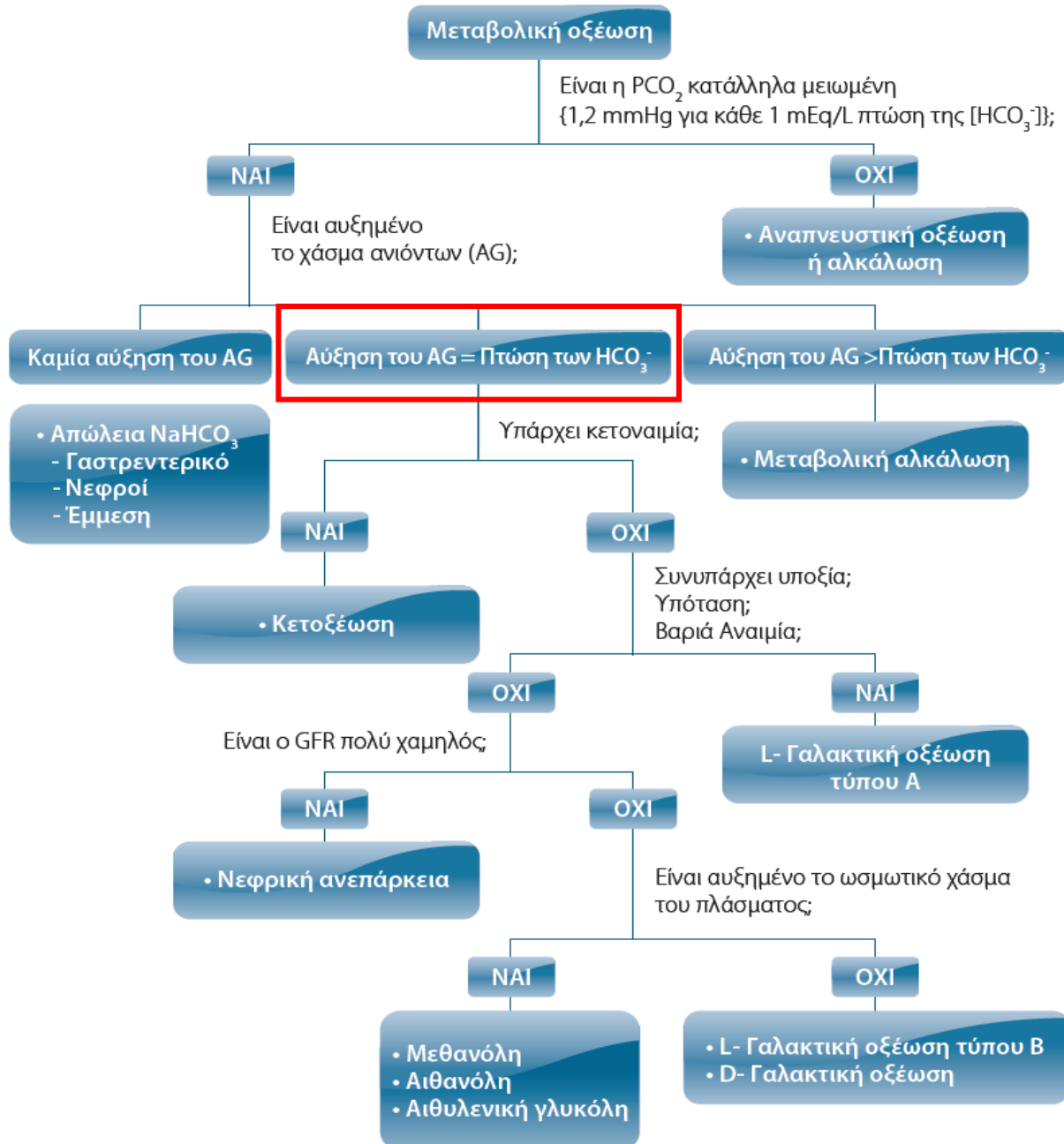
# ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ



Είναι ↑ το χάσμα ανιόντων (Anion Gap);

- $AG = [Na^+] - \{[Cl^-] + [HCO_3^-]\} = 140 - (104+10) = 26$  mEq/L
- AG ↑ κατά 14 mEq/L
- $[HCO_3^-] = 10$  mEq/L, ↓ κατά 14 mEq/L
- Η αύξηση του AG είναι ίση με την πτώση των  $[HCO_3^-]$

# ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ

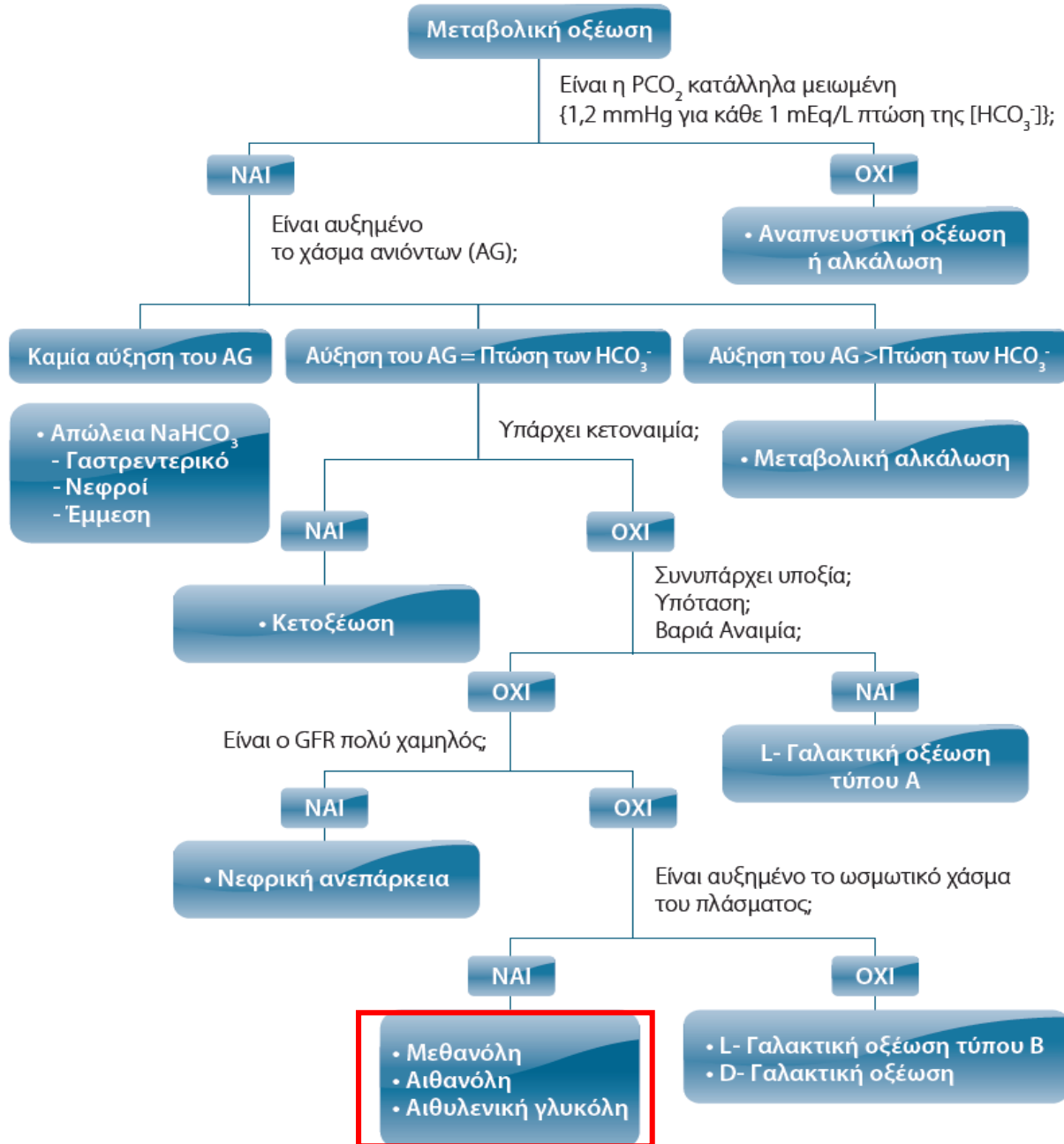


- Ο ασθενής δεν εμφανίζει υποξυγοναιμία ή νεφρική ανεπάρκεια
- Η τιμή της γλυκόζης στο αίμα είναι αυξημένη (180 mg/dl) όχι όμως τόσο όσο να προκαλέσει διαβητική κετοξέωση
- Πρόσφατη κατανάλωση αλκοόλ + διαταραχές της όρασης = πιθανή δηλητηρίαση από μεθανόλη (νοθευμένο αλκοόλ)
- Επόμενο βήμα  $\Rightarrow$  υπολογισμός ωσμωτικού χάσματος του πλάσματος

# Ωσμωτικό χάσμα πλάσματος

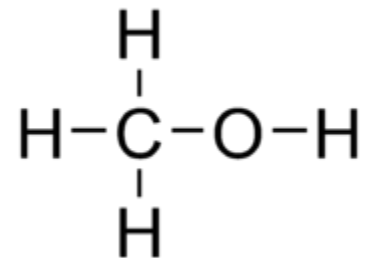
- Μετρούμενη (με ωσμέτρο) ωσμωτικότητα του πλάσματος ( $P_{osm}$ ) = **358** mOsm/ kg H<sub>2</sub>O
- Υπολογιζόμενη ωσμωτικότητα =  $2[Na^+] + [γλυκόζης]$  σε mg/dl/18 + [ουρίας] σε mg/dl/6 =  $(2 \times 140) + 180/18 + 42/6 = 280 + 10 + 7 =$  **297** mOsm/ kg H<sub>2</sub>O
- Ωσμωτικό χάσμα πλάσματος = **61** mOsm/ kg H<sub>2</sub>O
- Παρουσία μίας ωσμωτικώς δραστηκής ουσίας στο πλάσμα, που δεν είναι ιόν, γλυκόζη ή ουρία (αυξάνει τη μετρούμενη ωσμωτικότητα, χωρίς να αυξάνει την υπολογιζόμενη ωσμωτικότητα)

# ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ

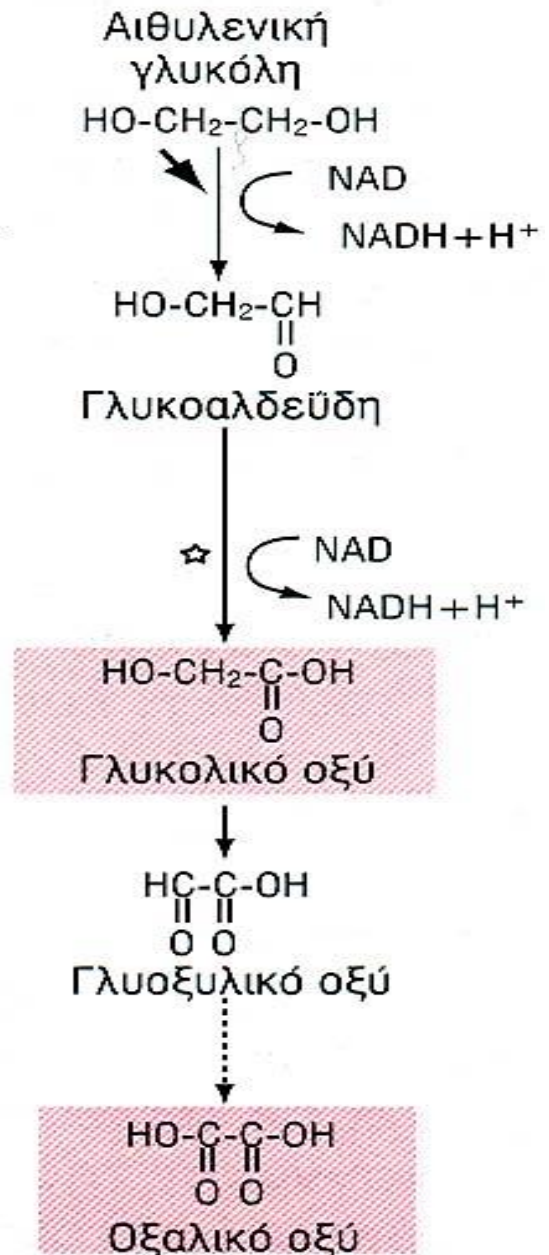
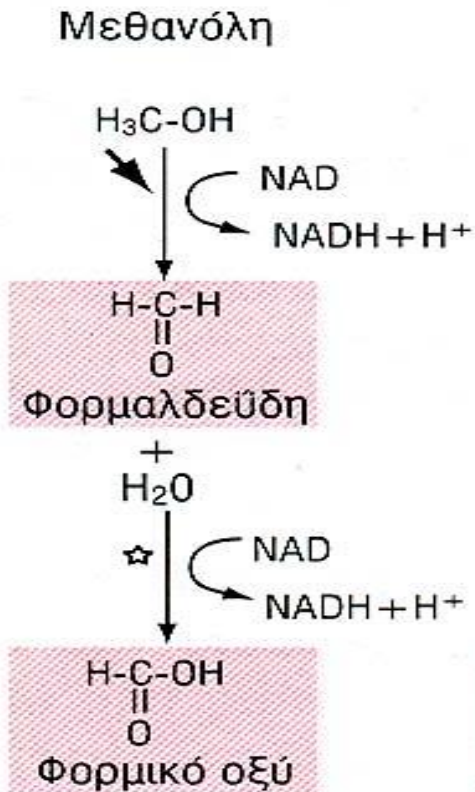
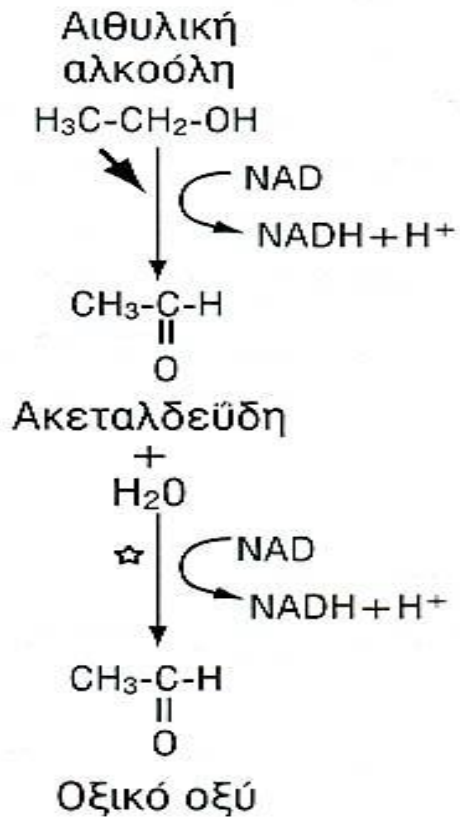


# Μεθανόλη

- Η **μεθανόλη** (φθηνή και ευρέως διαδεδομένη αλκοόλη), μεταβολίζεται αρχικά σε **φορμαλδεΐδη** και κατόπιν σε **φορμικό οξύ** (τοξικοί μεταβολίτες για τον εγκέφαλο και ιδιαίτερα για το οπτικό νεύρο)
- Το **φορμικό οξύ** αθροίζεται στον οργανισμό προκαλώντας μεταβολική οξέωση με αυξημένο χάσμα ανιόντων



# Δηλητηριάσεις



Τοξικότητα  
ΚΝΣ  
Οπτικό νεύρο  
τύφλωση



- Συμπερασματικά, ο ασθενής εμφανίζει **μεταβολική οξέωση** από τοξίνες (δηλητηρίαση από μεθανόλη)



# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

- α. Μεταβολική οξέωση + αναπνευστική αλκάλωση
- β. Μεταβολική οξέωση από τοξίνες
- γ. Γαλακτική οξέωση
- δ. Διαβητική κετοξέωση

# Περίπτωση 4η

Άνδρας 35 ετών, προσέρχεται στο τμήμα επειγόντων περιστατικών με εμπύρετο και αδυναμία από 3ημέρου.

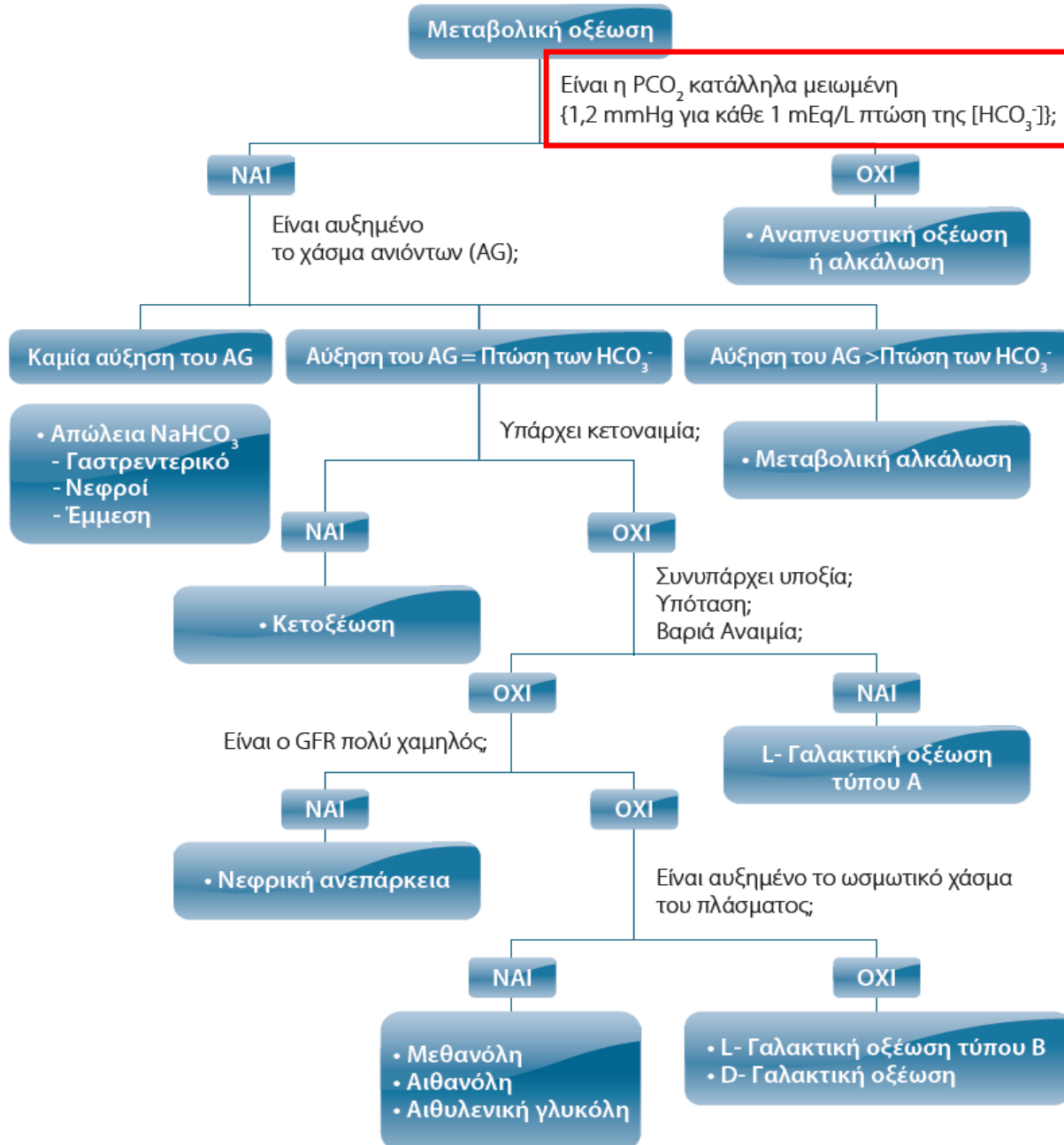
- (FiO<sub>2</sub> 21%)
- PO<sub>2</sub> = 88 mmHg
- PCO<sub>2</sub> = 23 mmHg
- pH = 7.26
- [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 10 mEq/L
- [Na<sup>+</sup>]<sub>ούρων</sub> = 12 mEq/L
- [K<sup>+</sup>]<sub>ούρων</sub> = 22 mEq/L
- [Cl<sup>-</sup>]<sub>ούρων</sub> = 49 mEq/L
- [Na<sup>+</sup>] = 138 mEq/L
- [K<sup>+</sup>] = 3.3 mEq/L
- [Cl<sup>-</sup>] = 116 mEq/L
- [Γλυκόζης] = 135 mg/dl
- [Ουρίας] = 39 mg/dl
- [Κρεατινίνης] = 1.0 mg/dl

# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

- α. Μεταβολική οξέωση λόγω απώλειας  $\text{HCO}_3^-$  από τους νεφρούς
- β. Διαβητική κετοξέωση
- γ. Μεταβολική οξέωση λόγω απώλειας  $\text{HCO}_3^-$  από το γαστρεντερικό σύστημα
- δ. Μεταβολική οξέωση + αναπνευστική αλκάλωση

- pH = 7.26 (< 7.40)
- $[\text{HCO}_3^-]$  = 10 mEq/L (< 24 mEq/L)
- **Μεταβολική οξέωση**

# ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ

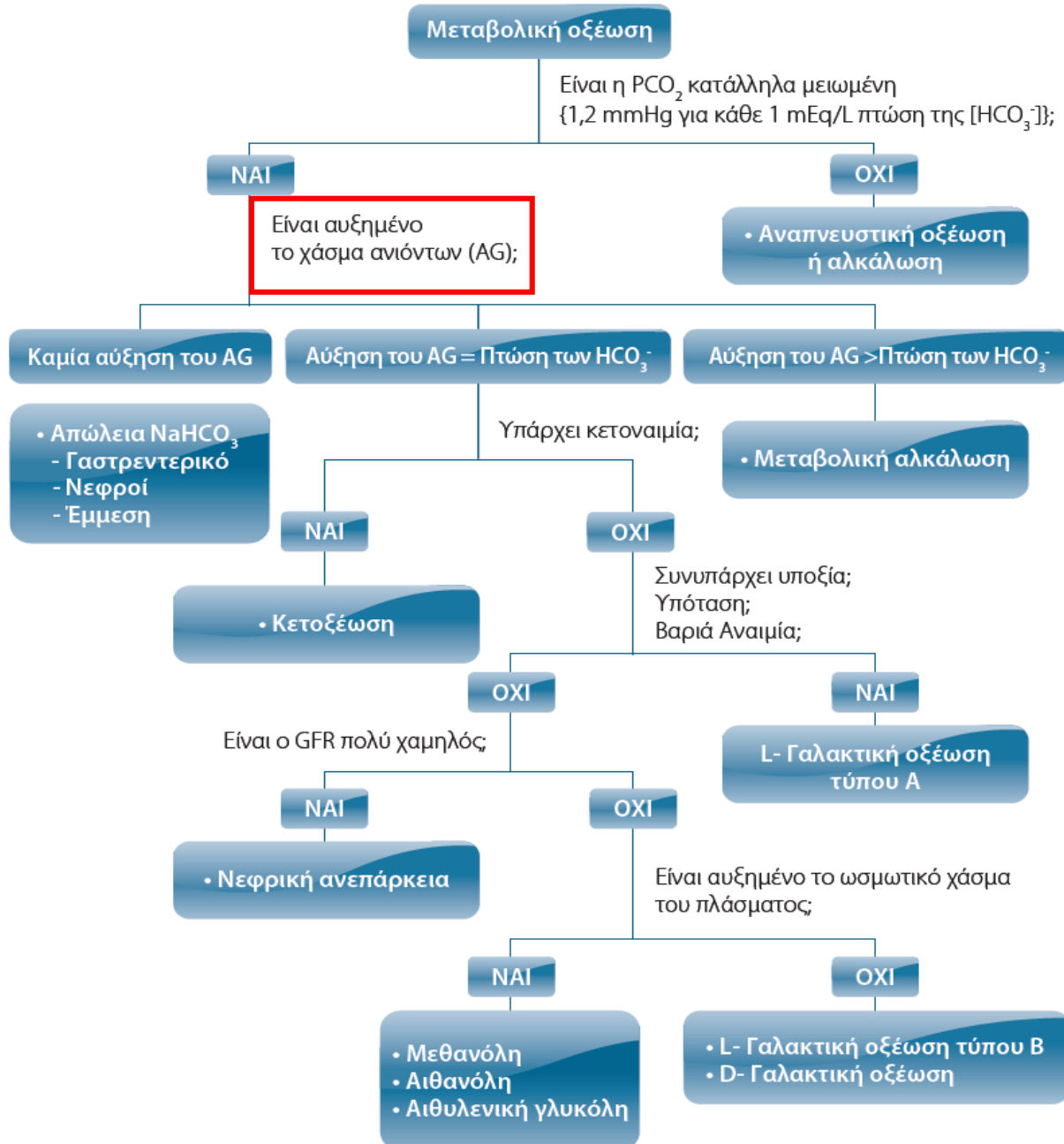


## Είναι κατάλληλα ↓ η $PCO_2$ ;

- $[HCO_3^-] = 10$  mEq/L, ↓ κατά 14 mEq/L
- $PCO_2 = 23$  mmHg, αντιστοίχως ↓ κατά  $(14 \times 1.2 = 16.8)$  17 mmHg
- Η  $PCO_2$  ↓ κατά 1.2 mmHg για κάθε 1 mEq/L ↓ της  $[HCO_3^-]$



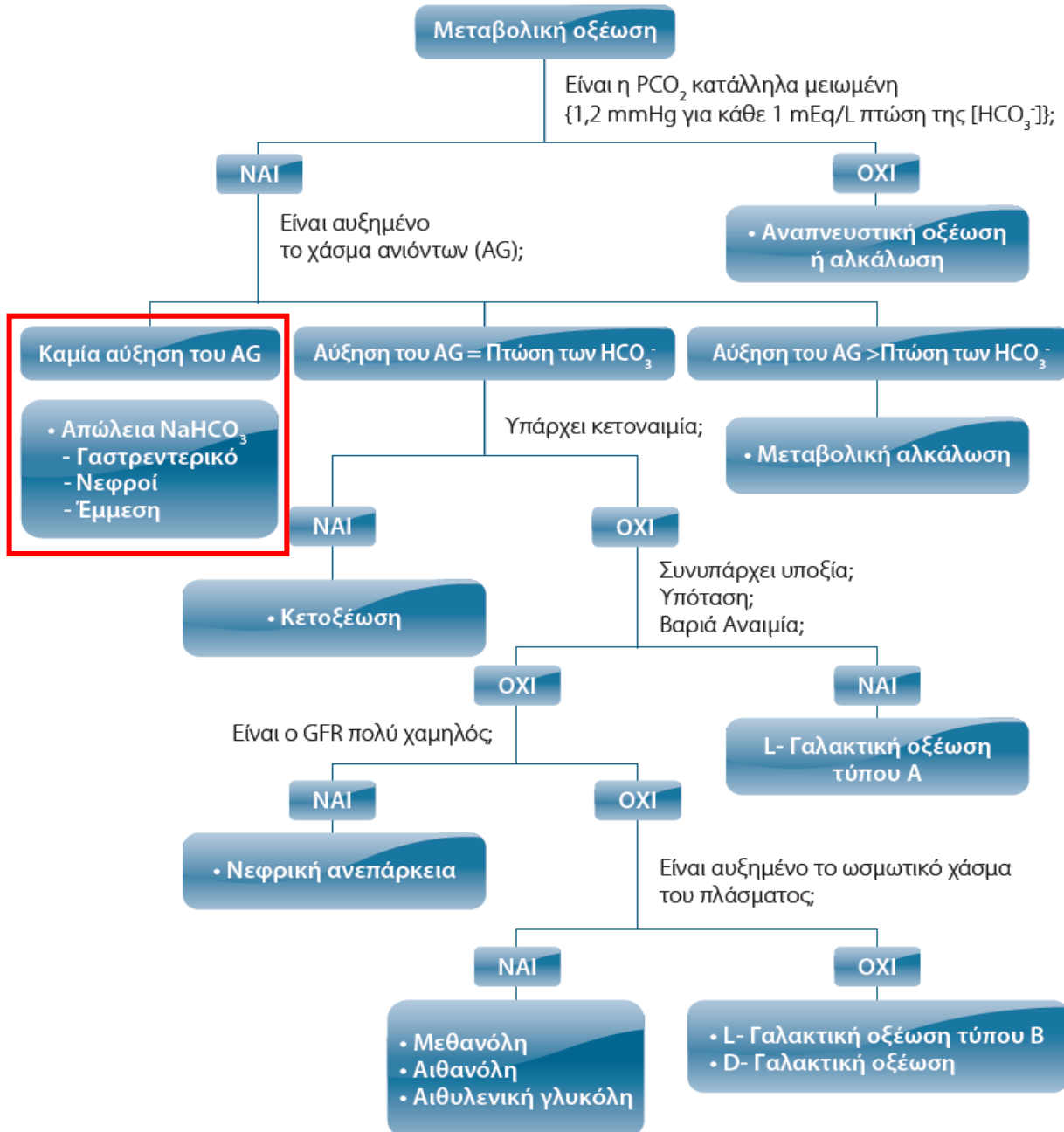
# ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ



Είναι ↑ το χάσμα ανιόντων (Anion Gap);

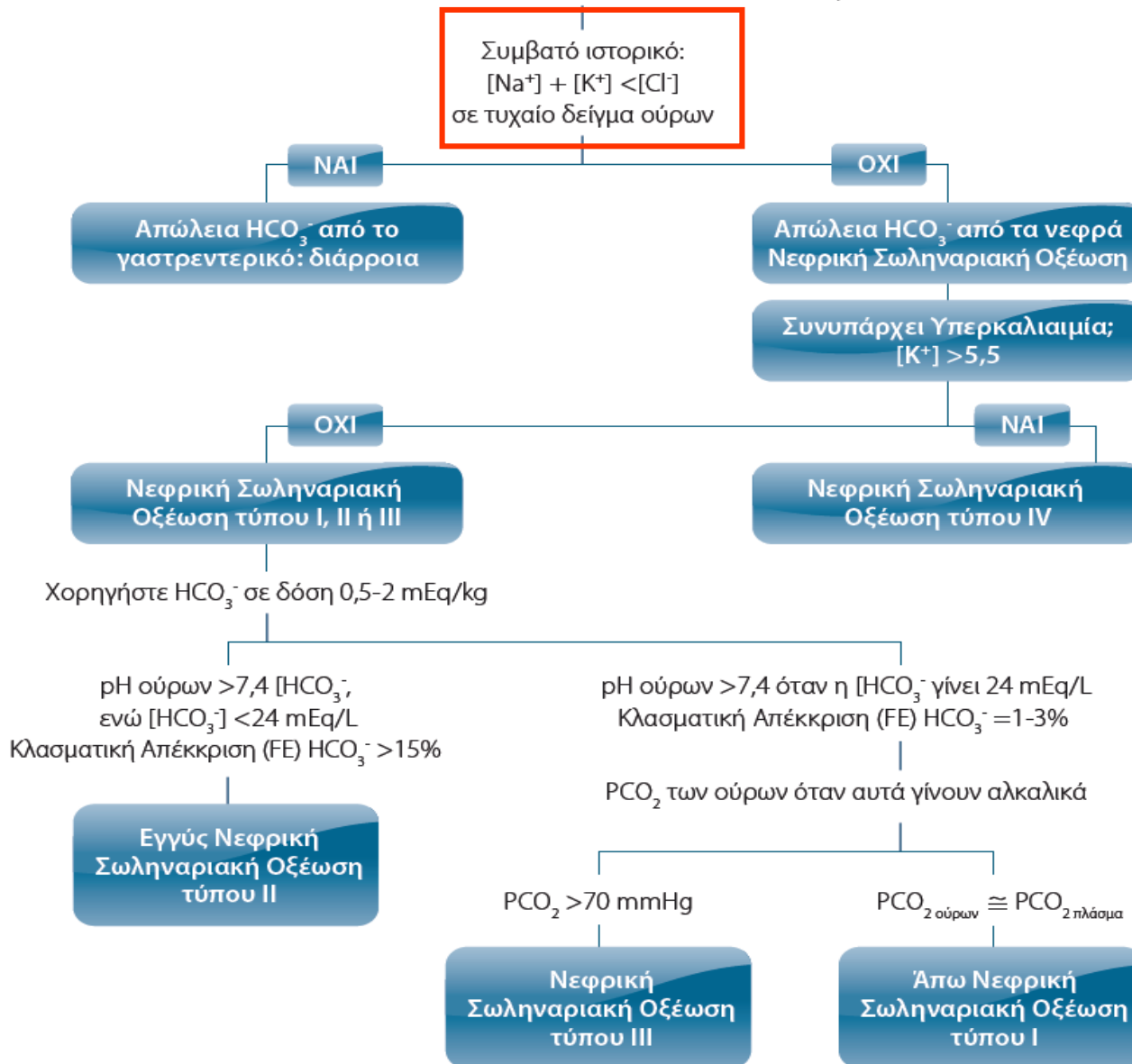
- $AG = [Na^+] - \{[Cl^-] + [HCO_3^-]\} = 138 - (116+10) = 12 \text{ mEq/L}$
- $AG = \text{Φυσιολογικό}$
- Μεταβολική οξέωση με φυσιολογικό χάσμα ανιόντων που οφείλεται σε απώλεια  $HCO_3^-$
- Η απώλεια των  $HCO_3^-$  είναι από το γαστρεντερικό ή από τους νεφρούς;

# ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ



## ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ ΜΕ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΑΣΜΑ ΑΝΙΟΝΤΩΝ

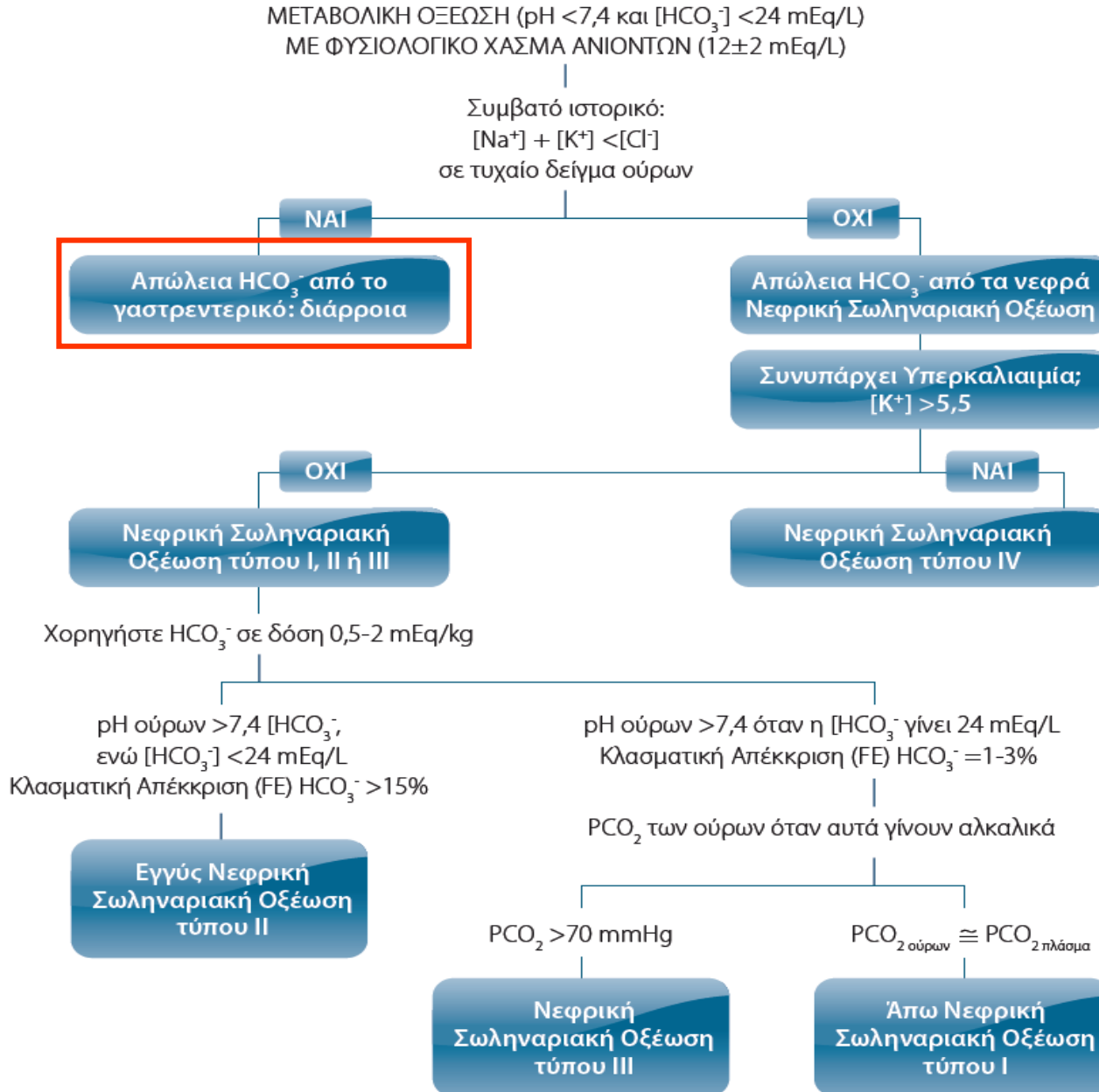
ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ ( $\text{pH} < 7,4$  και  $[\text{HCO}_3^-] < 24 \text{ mEq/L}$ )  
ΜΕ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΑΣΜΑ ΑΝΙΟΝΤΩΝ ( $12 \pm 2 \text{ mEq/L}$ )



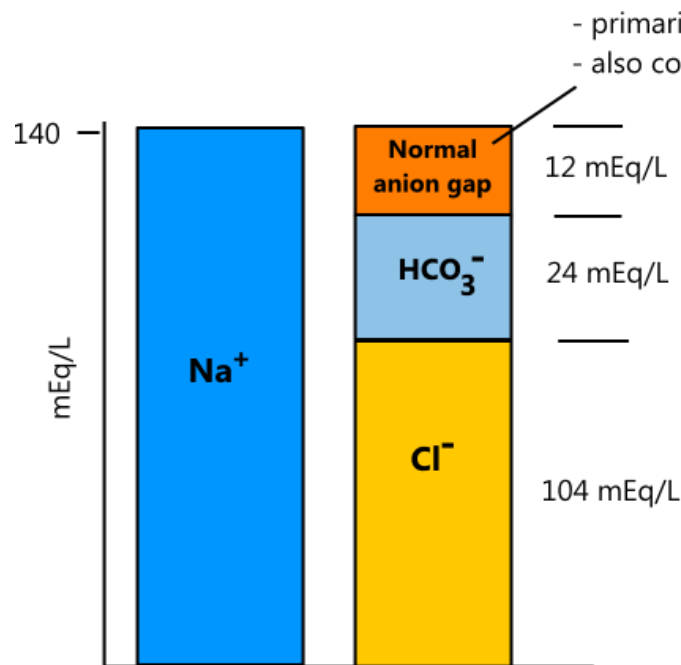
# Η απώλεια των $\text{HCO}_3^-$ είναι από το γαστρεντερικό ή από τους νεφρούς;

- Αν οι νεφροί αποβάλουν  $>$  από  $80 \text{ mEq NH}_4^+/\text{24ωρο}$   $\Rightarrow$  τα ουροφόρα σωληνάρια μπορούν να εκκρίνουν  $\text{H}^+$  (οι νεφροί αποκρίνονται στην οξέωση που υπάρχει φυσιολογικά, αυξάνοντας την αποβολή  $\text{NH}_4^+$ )
- Επειδή τα ούρα είναι ηλεκτρολυτικό διάλυμα, ισχύει η αρχή της ηλεκτρικής ουδετερότητας:  $[\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{NH}_4^+] = [\text{Cl}^-]$  σε τυχαίο δείγμα ούρων
- $[\text{Na}^+] + [\text{K}^+] < [\text{Cl}^-]$  κατά το ποσό της  $[\text{NH}_4^+]$  που δεν μετριέται (οι νεφροί αποβάλουν  $\text{NH}_4^+$  και άρα η οξέωση δεν είναι νεφρικής προέλευσης)
- $[\text{Na}^+] + [\text{K}^+] = 12 + 22 = 34$ , ενώ  $[\text{Cl}^-] = 49$
- $[\text{Na}^+] + [\text{K}^+] < [\text{Cl}^-] \Rightarrow$  απώλεια  $\text{HCO}_3^-$  από το γαστρεντερικό σύστημα

## ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ ΜΕ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΑΣΜΑ ΑΝΙΟΝΤΩΝ



- Συμπερασματικά, ο ασθενής εμφανίζει **μεταβολική οξέωση** με φυσιολογικό χάσμα ανιόντων λόγω απώλειας  $\text{HCO}_3^-$  από το γαστρεντερικό σύστημα (εκκριτική διάρροια)



- primarily composed of albumin  
- also contains phosphate, sulfate, and other anions

$$\text{Anion gap} = \text{Na}^+ - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$$

$$\text{Corrected anion gap for hypoalbuminemia} = (4 - \text{serum albumin concentration}) \times 2.5 + \text{calculated anion gap}$$

Reference [1,2,5]

# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

- α. Μεταβολική οξέωση λόγω απώλειας  $\text{HCO}_3^-$  από τους νεφρούς
- β. Διαβητική κετοξέωση
- γ. Μεταβολική οξέωση λόγω απώλειας  $\text{HCO}_3^-$  από το γαστρεντερικό σύστημα
- δ. Μεταβολική οξέωση + αναπνευστική αλκάλωση



# Περίπτωση 5η

Άνδρας 56 ετών, με ελεύθερο ατομικό αναμνηστικό προσέρχεται στο τμήμα επειγόντων περιστατικών λόγω επεισοδίων εμέτων τις τελευταίες 24 ώρες. Αναφέρει δεκατική πυρετική κίνηση και επιγαστραλγία.

- (FiO<sub>2</sub> 21%)
- PO<sub>2</sub> = 78 mmHg
- PCO<sub>2</sub> = 50 mmHg
- pH = 7.50
- [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 38 mEq/L
- [Na<sup>+</sup>]<sub>ούρων</sub> = 10 mEq/L
- [K<sup>+</sup>]<sub>ούρων</sub> = 22 mEq/L
- [Cl<sup>-</sup>]<sub>ούρων</sub> = 09 mEq/L
- [Na<sup>+</sup>] = 140 mEq/L
- [K<sup>+</sup>] = 3.3 mEq/L
- [Cl<sup>-</sup>] = 99 mEq/L
- [Γλυκόζης] = 140 mg/dl
- [Ουρίας] = 42 mg/dl
- [Κρεατινίνης] = 1.1 mg/dl

# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

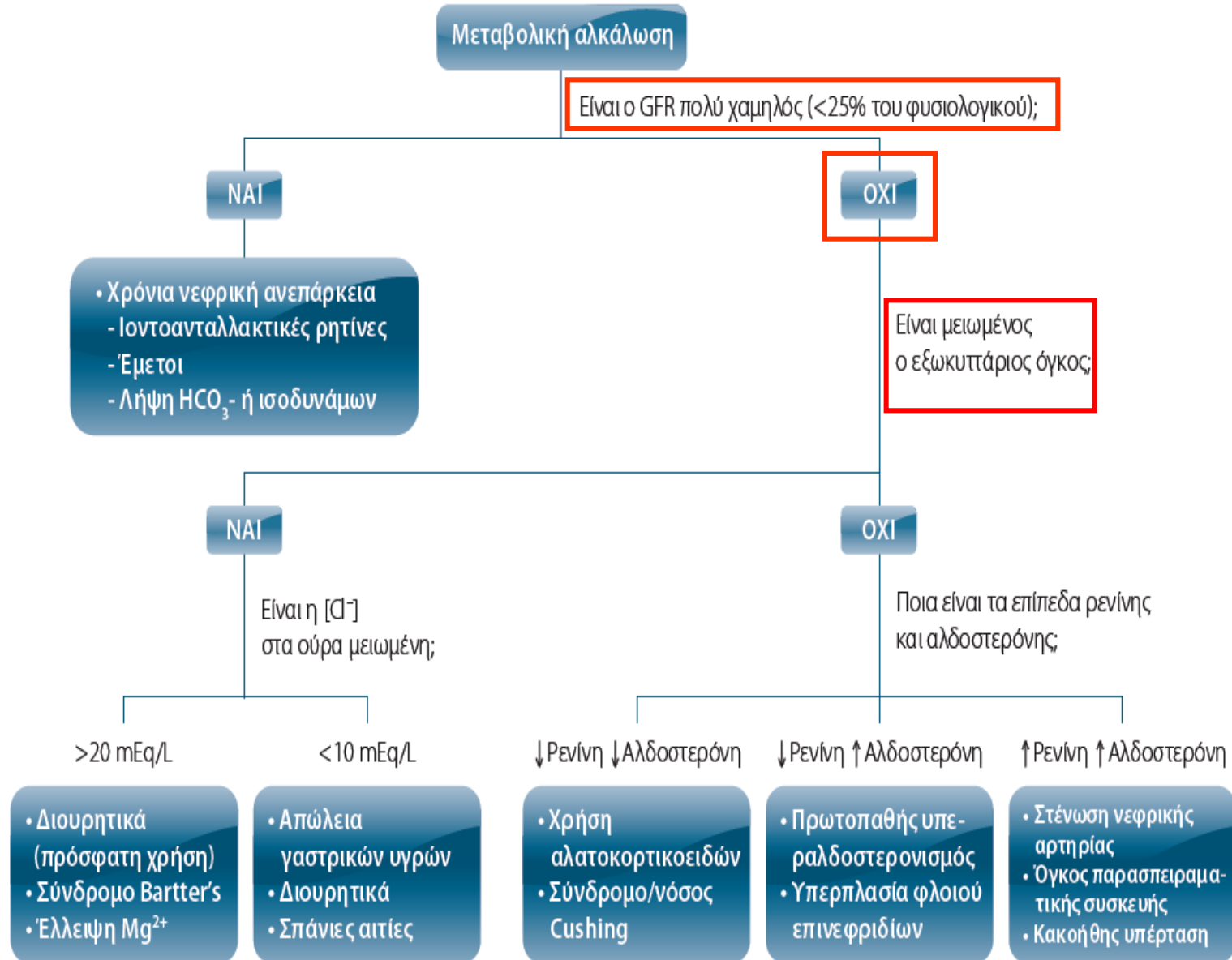
- α. Αναπνευστική οξέωση
- β. Αναπνευστική αλκάλωση + μεταβολική οξέωση
- γ. Μεταβολική αλκάλωση + αναπνευστική οξέωση
- δ. Μεταβολική αλκάλωση

- pH = 7.50 (> 7.40)
- $[\text{HCO}_3^-]$  = 38 mEq/L (> 24 mEq/L)
- **Μεταβολική αλκάλωση**

# Είναι αμιγής η μεταβολική αλκάλωση;

- $[\text{HCO}_3^-] = 38$  mEq/L,  $\uparrow$  κατά  $14$  mEq/L
- $\text{PCO}_2 = 50$  mmHg,  $\uparrow$  κατά  $(14 \times 0.7 = 9.8)$   $10$  mmHg
- Η  $\text{PCO}_2$   $\uparrow$  κατά  $0.7$  mmHg περίπου για κάθε  $1$  mEq/L  $\uparrow$  της  $[\text{HCO}_3^-]$
- **Αμιγής μεταβολική αλκάλωση**

## ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΑΛΚΑΛΩΣΗΣ



# Ο εξωκυττάριος όγκος είναι μειωμένος;

- Επανειλημμένα επεισόδια εμέτων = ↓ εξωκυττάριος όγκος
- ↓ εξωκυττάριος όγκος = οι νεφροί επανααρροφούν όσο περισσότερο  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$  μπορούν, ώστε να αποκαταστήσουν τον όγκο που λείπει  $\Rightarrow [\text{Na}^+]_{\text{ούρων}}$  και  $[\text{Cl}^-]_{\text{ούρων}} < 10 \text{ mEq/L}$
- Αν όμως η ↓ του εξωκυτταρίου όγκου έχει συμβεί από τους νεφρούς, λόγω απώλειας της επανααρροφητικής ικανότητας κάποιου τμήματος των νεφρικών σωληναρίων, όπως π.χ. από πρόσφατη λήψη διουρητικών, τότε  $[\text{Na}^+]_{\text{ούρων}}$  και  $[\text{Cl}^-]_{\text{ούρων}} > 20 \text{ mEq/L}$

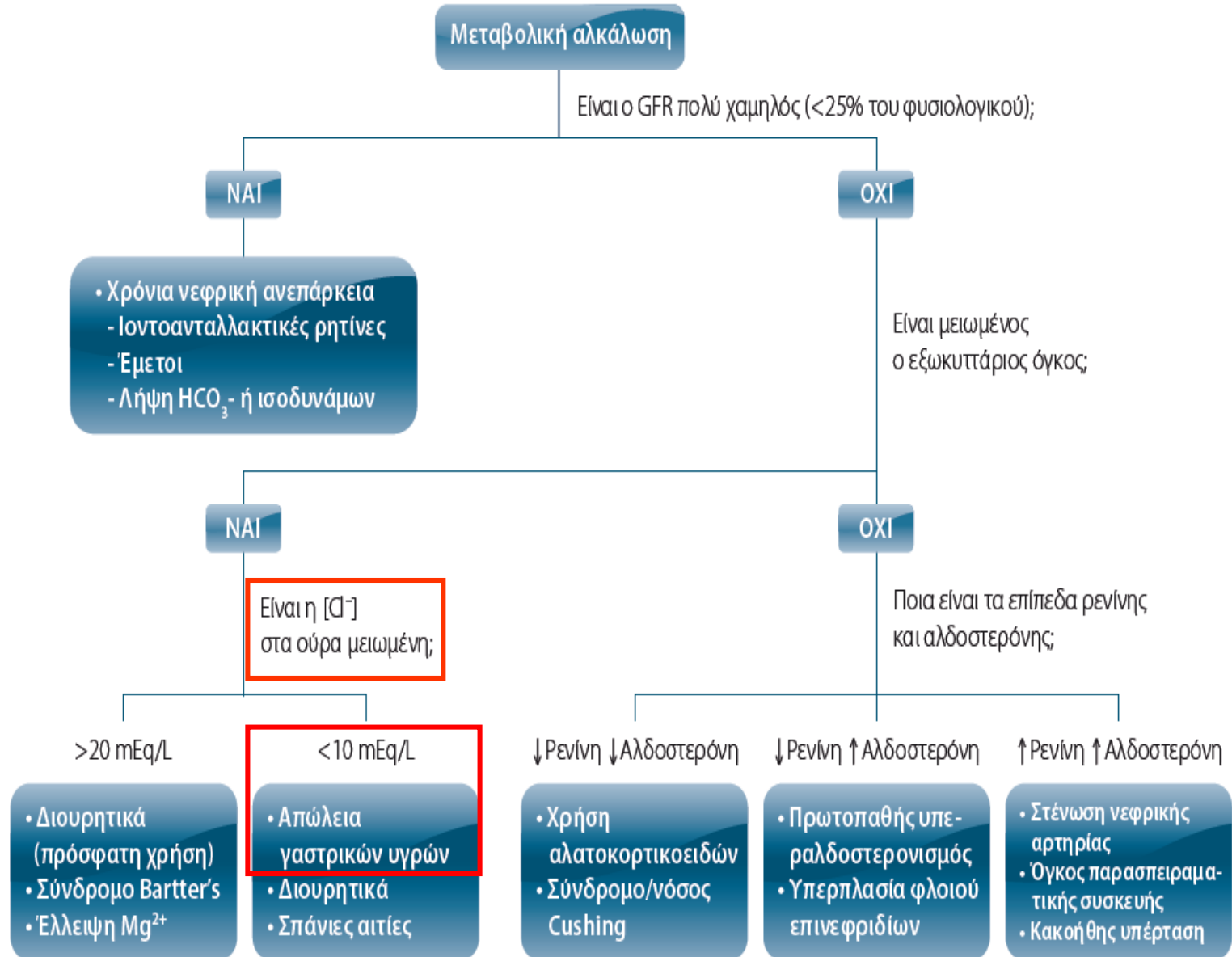
(Οι νεφροί δεν μπορούν να επανααρροφήσουν το  $\text{Na}^+$  και το  $\text{Cl}^-$ , οπότε αυτά αποβάλλονται στα ούρα σε υψηλές συγκεντρώσεις)

# Μεταβολική αλκάλωση με ↓ εξωκυττάριο όγκο: Η $[Cl^-]_{\text{ούρων}}$ είναι μειωμένη;

- Αν η  $[Cl^-]_{\text{ούρων}} < 10 \text{ mEq/L} \Rightarrow$  μεταβολική αλκάλωση που οφείλεται είτε σε εμέτους ή απώλεια γαστρικού περιεχομένου από ρινογαστρικό καθετήρα, είτε σε (μη πρόσφατη) χρήση διουρητικών ή σπανιότερες αιτίες
- Στο συγκεκριμένο περιστατικό,  $[Cl^-]_{\text{ούρων}} = 09 \text{ mEq/L}$



## ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΑΛΚΑΛΩΣΗΣ



- Συμπερασματικά, ο ασθενής εμφανίζει **μεταβολική αλκάλωση** λόγω μειωμένου εξωκυττάριου όγκου (με μειωμένη  $[Cl^-]_{\text{ούρων}}$ ) λόγω επανειλημμένων επεισοδίων εμέτων



# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

- α. Αναπνευστική οξέωση
- β. Αναπνευστική αλκάλωση + μεταβολική οξέωση
- γ. Μεταβολική αλκάλωση + αναπνευστική οξέωση
- δ. Μεταβολική αλκάλωση

# Περίπτωση 6η

Άνδρας 72 ετών, παχύσαρκος, με ιστορικό καρδιακής ανεπάρκειας, αρτηριακής υπέρτασης και υπερλιπιδαιμίας προσέρχεται στο τμήμα επειγόντων περιστατικών λόγω ήπιου οπισθοστερνικού άλγους και ταχυκαρδίας. Λαμβάνει συστηματικά αναστολείς διαύλων ασβεστίου και φουροσεμίδη, τη δόση της οποίας έχει αυξήσει τις τελευταίες ημέρες.

- (FiO<sub>2</sub> 21%)
- PO<sub>2</sub> = 81 mmHg
- PCO<sub>2</sub> = 50 mmHg
- pH = 7.50
- [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 38 mEq/L
- [Na<sup>+</sup>]<sub>ούρων</sub> = 40 mEq/L
- [K<sup>+</sup>]<sub>ούρων</sub> = 22 mEq/L
- [Cl<sup>-</sup>]<sub>ούρων</sub> = 39 mEq/L
- [Na<sup>+</sup>] = 140 mEq/L
- [K<sup>+</sup>] = 3.2 mEq/L
- [Cl<sup>-</sup>] = 104 mEq/L
- [Γλυκόζης] = 130 mg/dl
- [Ουρίας] = 42 mg/dl
- [Κρεατινίνης] = 1.0 mg/dl

# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

- α. Μεταβολική αλκάλωση
- β. Αναπνευστική αλκάλωση + μεταβολική οξέωση
- γ. Μεταβολική αλκάλωση + αναπνευστική οξέωση
- δ. Αναπνευστική οξέωση

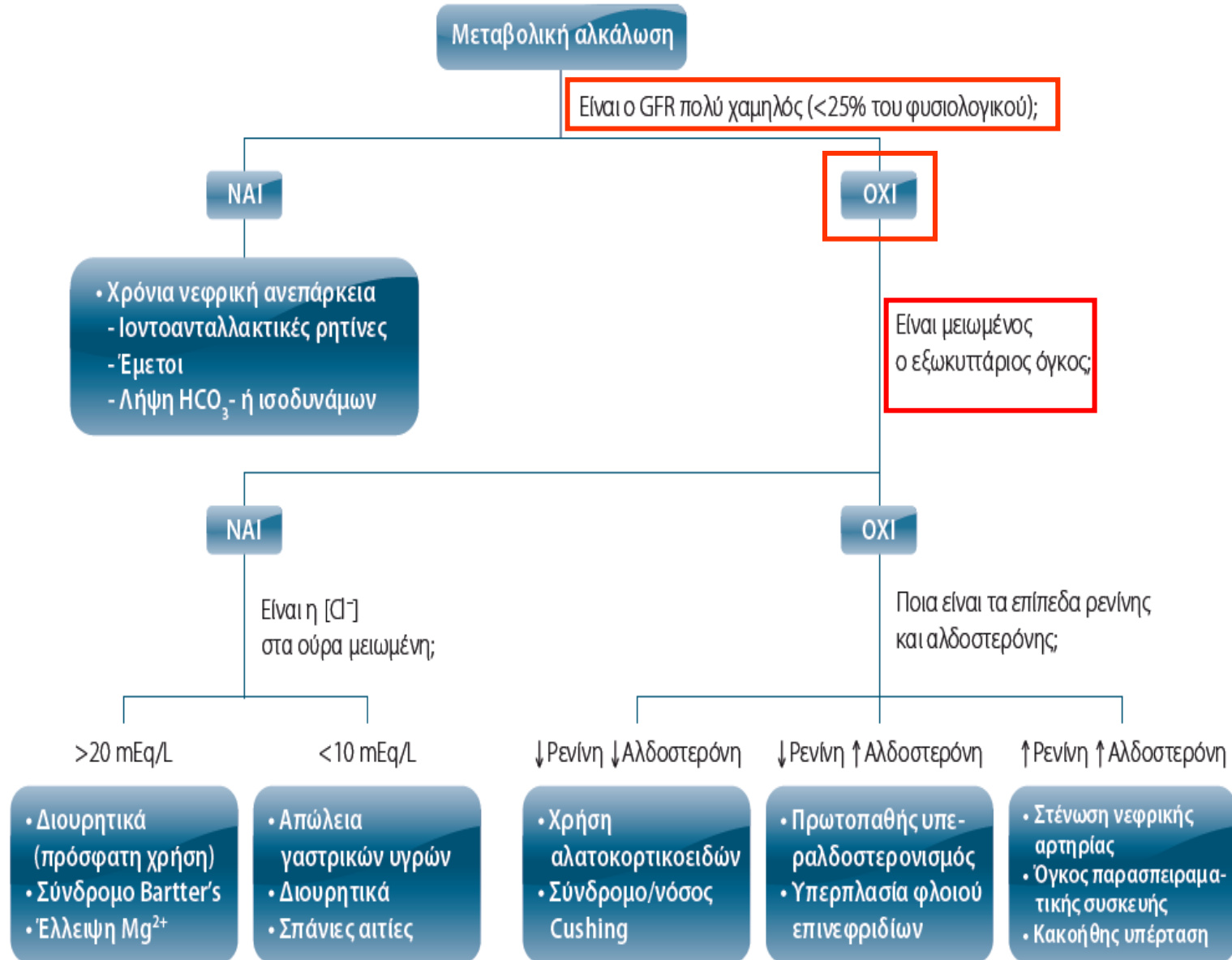
- pH = 7.50 (> 7.40)
- $[\text{HCO}_3^-]$  = 38 mEq/L (> 24 mEq/L)
- **Μεταβολική αλκάλωση**

# Είναι αμιγής η μεταβολική αλκάλωση;

- $[\text{HCO}_3^-] = 38$  mEq/L, ↑ κατά 14 mEq/L
- $\text{PCO}_2 = 50$  mmHg, ↑ κατά  $(14 \times 0.7 = 9.8)$  10 mmHg
- Η  $\text{PCO}_2$  ↑ κατά 0.7 mmHg περίπου για κάθε 1 mEq/L ↑ της  $[\text{HCO}_3^-]$
- **Αμιγής μεταβολική αλκάλωση**



## ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΑΛΚΑΛΩΣΗΣ



# Ο εξωκυττάριος όγκος είναι μειωμένος;

- Συστηματική χρήση διουρητικών
- ↓ εξωκυττάριος όγκος

# Μεταβολική αλκάλωση με ↓ εξωκυττάριο

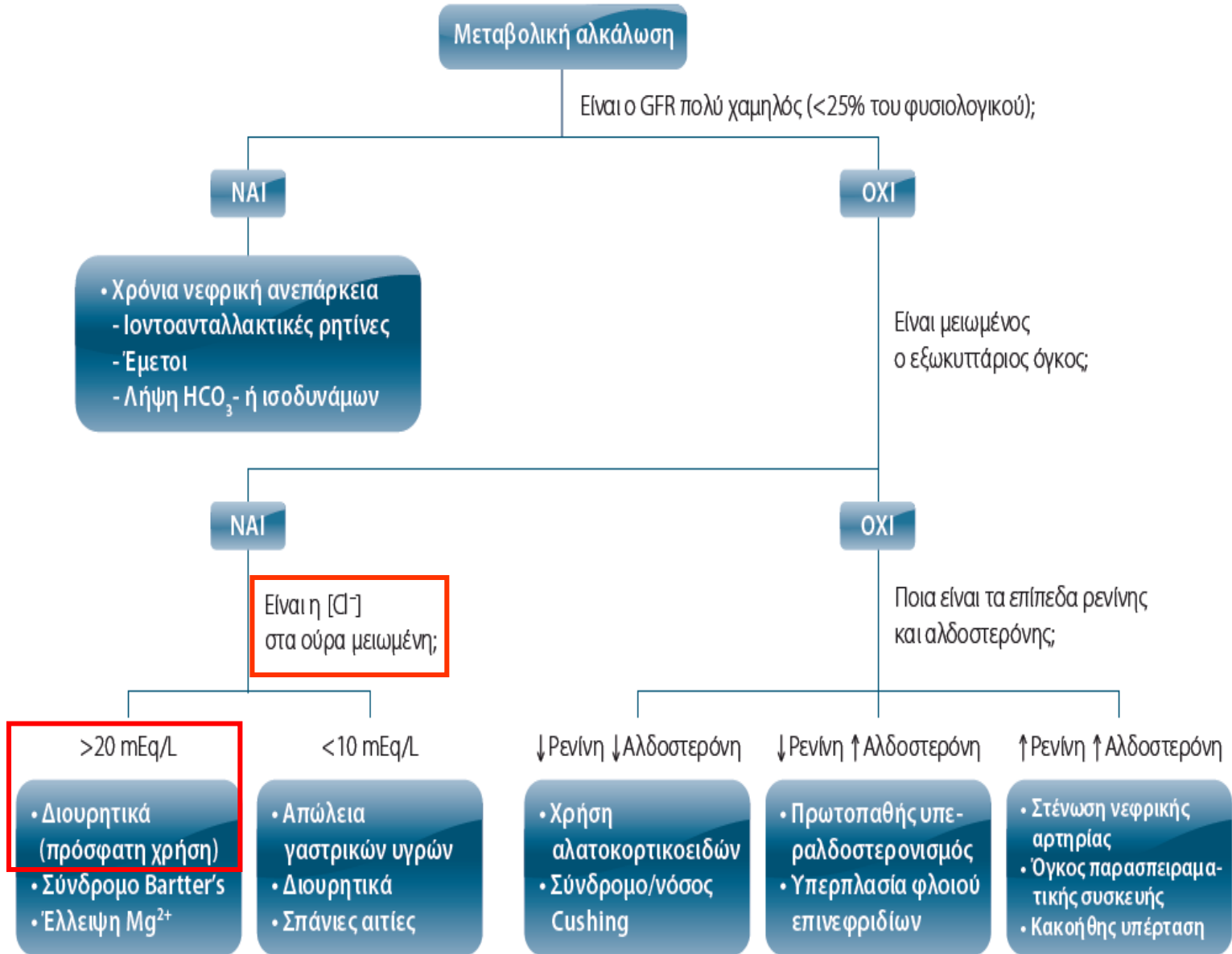
όγκο: Η  $[\text{Cl}^-]_{\text{ούρων}}$  είναι μειωμένη;

- Αν η ↓ του εξωκυττάριου όγκου έχει συμβεί από τους νεφρούς, λόγω απώλειας της επαναρροφητικής ικανότητας κάποιου τμήματος των νεφρικών σωληναρίων, όπως π.χ. από πρόσφατη λήψη διουρητικών, τότε  $[\text{Na}^+]_{\text{ούρων}}$  και  $[\text{Cl}^-]_{\text{ούρων}} > 20 \text{ mEq/L}$

(Οι νεφροί δεν μπορούν να επαναρροφήσουν το  $\text{Na}^+$  και το  $\text{Cl}^-$ , οπότε αυτά αποβάλλονται στα ούρα σε υψηλές συγκεντρώσεις)

- Στο συγκεκριμένο περιστατικό,  $[\text{Na}^+]_{\text{ούρων}} = 40 \text{ mEq/L}$  και  $[\text{Cl}^-]_{\text{ούρων}} = 39 \text{ mEq/L}$  (πρόσφατη χρήση διουρητικών φαρμάκων)

## ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΑΛΚΑΛΩΣΗΣ



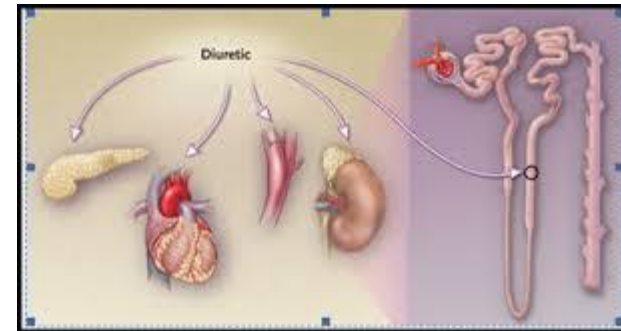
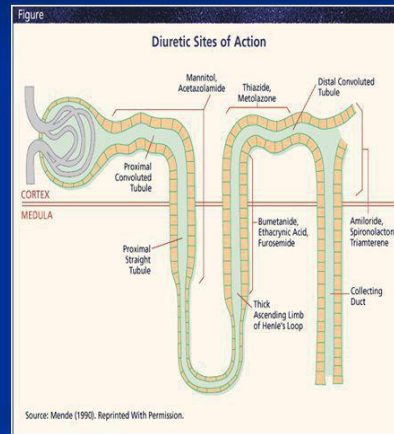
# Διουρητικά φάρμακα

- Τα διουρητικά εμποδίζουν την επαναρρόφηση NaCl, με αποτέλεσμα την αποβολή του με τα ούρα και συνεπώς τη ↓ του εξωκυττάριου όγκου
- ↑[HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] ⇒ μεταβολική αλκάλωση (από συμπύκνωση-συστολή “contraction alkalosis”)
- Η χρόνια λήψη διουρητικών με τη συνοδό ↓ του εξωκυττάριου όγκου, έχει ως συνέπεια την ενεργοποίηση του άξονα ρενίνης-αγγειοτενσίνης-αλδοστερόνης, με αποτέλεσμα την αποβολή H<sup>+</sup> και K<sup>+</sup> με τα ούρα, με ταυτόχρονη προσθήκη HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> στο αίμα από τα αθροιστικά σωληνάρια
- Η ↓ του εξωκυττάριου όγκου και η υποκαλιαιμία οδηγούν τους νεφρούς σε απώλεια της ικανότητας να αποβάλουν τα πλεονάζοντα [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] κι έτσι η μεταβολική αλκάλωση διατηρείται

- Συμπερασματικά, ο ασθενής εμφανίζει **μεταβολική αλκάλωση** λόγω μειωμένου εξωκυττάριου όγκου (με  $[Cl^-]_{\text{ούρων}} > 20$  mEq/L) λόγω πρόσφατης χρήσης διουρητικών φαρμάκων

## διουρητικά

- Διουρητικά αγκύλης (παχύ ανιόν A. Henle)
- Θειαζίδες-θειαζιδικού τύπου διουρητικά (άπω εσπειραμένο & συνδετικό τμήμα και ίσως το πρώιμο τμήμα φλοιωδών αθροιστικών σωληναρίων)
- Καλιο-συντηρητικά διουρητικά (ευαίσθητα στην αλδοστερόνη θεμέλια κύτταρα φλοιωδών αθροιστικών)
- Ακεταζολαμίδη – Μαννιτόλη (εγγύς εσπειραμένο)



# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

α. Μεταβολική αλκάλωση

β. Αναπνευστική αλκάλωση + μεταβολική οξέωση

γ. Μεταβολική αλκάλωση + αναπνευστική οξέωση

δ. Αναπνευστική οξέωση

# Περίπτωση 7η



Γυναίκα 40 ετών, με γνωστό ιστορικό βρογχικού άσθματος, προσέρχεται στο τμήμα επειγόντων περιστατικών με αίσθημα δύσπνοιας, βήχα και συριγμό.

- (FiO<sub>2</sub> 21%)
- PO<sub>2</sub> = 50 mmHg
- PCO<sub>2</sub> = 60 mmHg
- pH = 7.26
- [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 26 mEq/L
- [Na<sup>+</sup>] = 140 mEq/L
- [K<sup>+</sup>] = 4.2 mEq/L
- [Cl<sup>-</sup>] = 100 mEq/L
- [Γλυκόζης] = 97 mg/dl
- [Ουρίας] = 42 mg/dl
- [Κρεατινίνης] = 1.0 mg/dl

# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

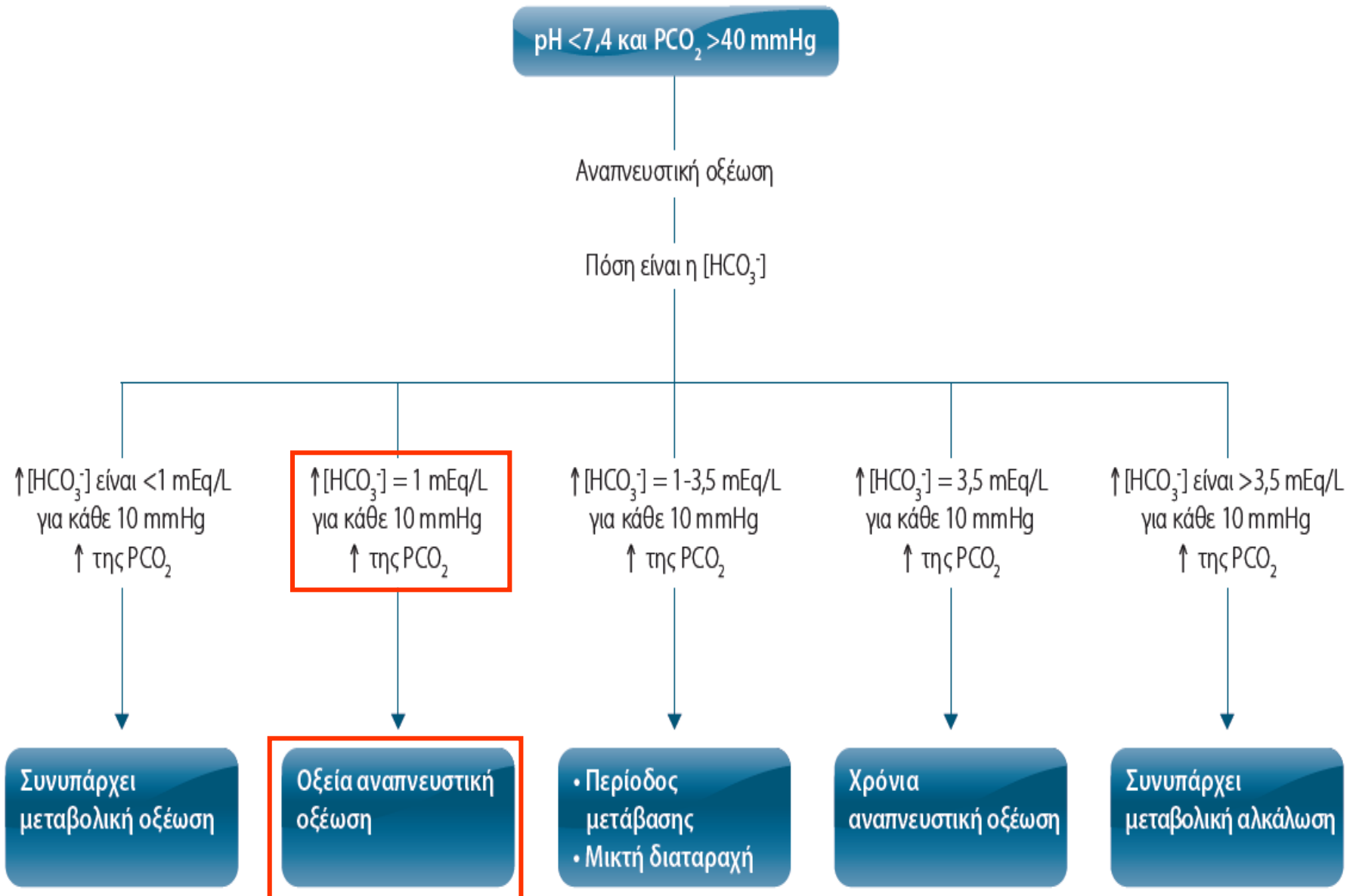
- α. Χρόνια αναπνευστική οξέωση
- β. Οξεία αναπνευστική οξέωση
- γ. Αναπνευστική οξέωση + μεταβολική οξέωση
- δ. Αναπνευστική οξέωση + μεταβολική αλκάλωση

- pH = 7.26 (< 7.40)
- PCO<sub>2</sub> = 60 mmHg (> 40 mmHg)
- **Αναπνευστική οξέωση**

# Η αναπνευστική οξέωση είναι οξεία ή χρόνια; Αμιγής ή συνυπάρχει μεταβολική διαταραχή;

- $\text{PCO}_2 = 60 \text{ mmHg}$ ,  $\uparrow$  κατά  $20 \text{ mmHg}$
- $[\text{HCO}_3^-] = 26 \text{ mEq/L}$ ,  $\uparrow$  κατά  $2 \text{ mEq/L}$
- Η  $[\text{HCO}_3^-]$   $\uparrow$  κατά  $1 \text{ mEq/L}$  για κάθε  $10 \text{ mmHg}$   $\uparrow$  της  $\text{PCO}_2$
- **Οξεία αναπνευστική οξέωση**

## ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ



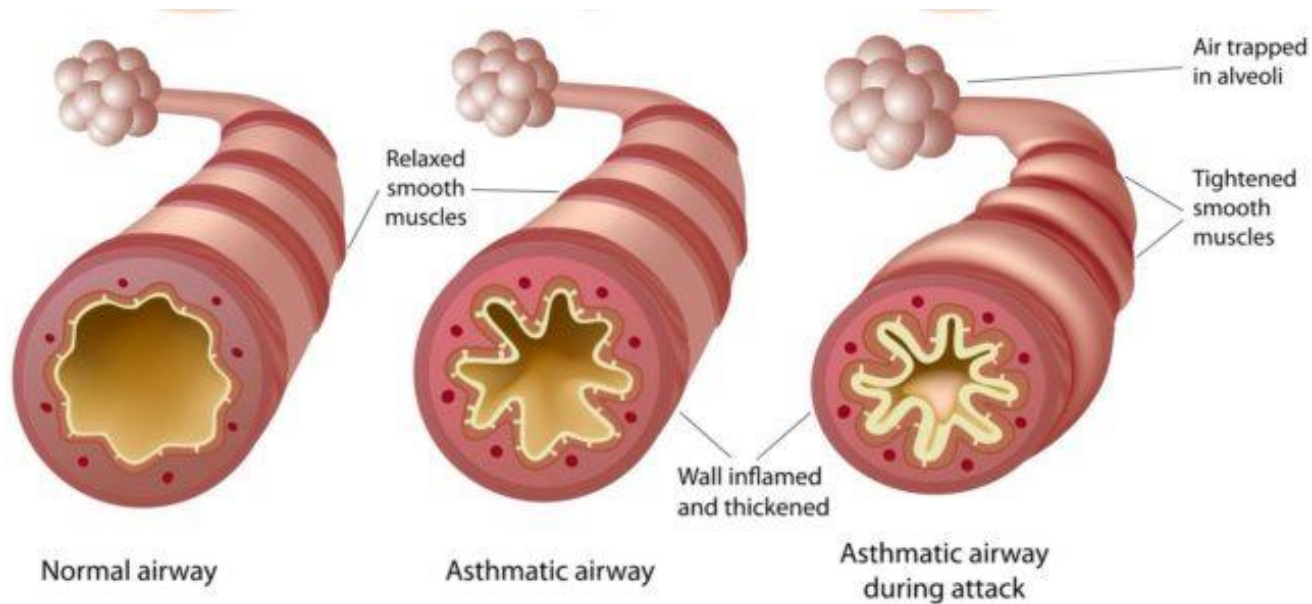
# Που οφείλεται η αναπνευστική οξέωση;

- Κυψελιδο-αρτηριακή διαφορά της μερικής πίεσης οξυγόνου
- $(A-a) DO_2 = [FiO_2 * (P_{atm} - P_{H_2O}) - (P_{aCO_2} / 0.8) ] - P_{aO_2}$
- Στο επίπεδο της θάλασσας και σε  $FiO_2$  21 %, ο υπολογισμός γίνεται από την παρακάτω απλοποιημένη εξίσωση:
- $(A-a) DO_2 = [150 - 1.25 \times (PCO_2)] - P_{aO_2}$
- Η φυσιολογική τιμή της  $(A-a) DO_2$  είναι περίπου 10 mmHg
- Μεγάλες τιμές της  $(A-a) DO_2$  είναι υπέρ πνευμονικής νόσου
- Τιμές < 15 mmHg υποδηλώνουν υποαερισμό λόγω νευρολογικής ή μυϊκής πάθησης

## (A-a) DO<sub>2</sub>

- (A-a) DO<sub>2</sub> = [150 – 1.25 X (PCO<sub>2</sub>)] - PaO<sub>2</sub> = [150 – (1.25 X 60)] – 50 = 150 – 75 – 50 = 25 mmHg
- ↑ (A-a) DO<sub>2</sub> = πνευμονική νόσος (βρογχικό άσθμα)

- Συμπερασματικά, η ασθενής εμφανίζει οξεία αναπνευστική οξέωση λόγω κρίσης βρογχικού άσθματος





# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

- α. Χρόνια αναπνευστική οξέωση
- β. Οξεία αναπνευστική οξέωση
- γ. Αναπνευστική οξέωση + μεταβολική οξέωση
- δ. Αναπνευστική οξέωση + μεταβολική αλκάλωση

# Περίπτωση 8η

Άνδρας 65 ετών με ΧΑΠ και χρόνια αναπνευστική ανεπάρκεια τύπου II υπό οξυγονοθεραπεία κατ' οίκον, προσέρχεται στο τμήμα επειγόντων περιστατικών με δύσπνοια προοδευτικά επιδεινούμενη και εμπύρετο με συνοδό παραγωγικό βήχα από 48ώρου.

- (FiO<sub>2</sub> 21%)
- PO<sub>2</sub> = 45 mmHg
- PCO<sub>2</sub> = 69 mmHg
- pH = 7.33
- [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 35 mEq/L
- [Na<sup>+</sup>] = 138 mEq/L
- [K<sup>+</sup>] = 3.7 mEq/L
- [Cl<sup>-</sup>] = 102 mEq/L
- [Γλυκόζης] = 114 mg/dl
- [Ουρίας] = 60 mg/dl
- [Κρεατινίνης] = 1.2 mg/dl

# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

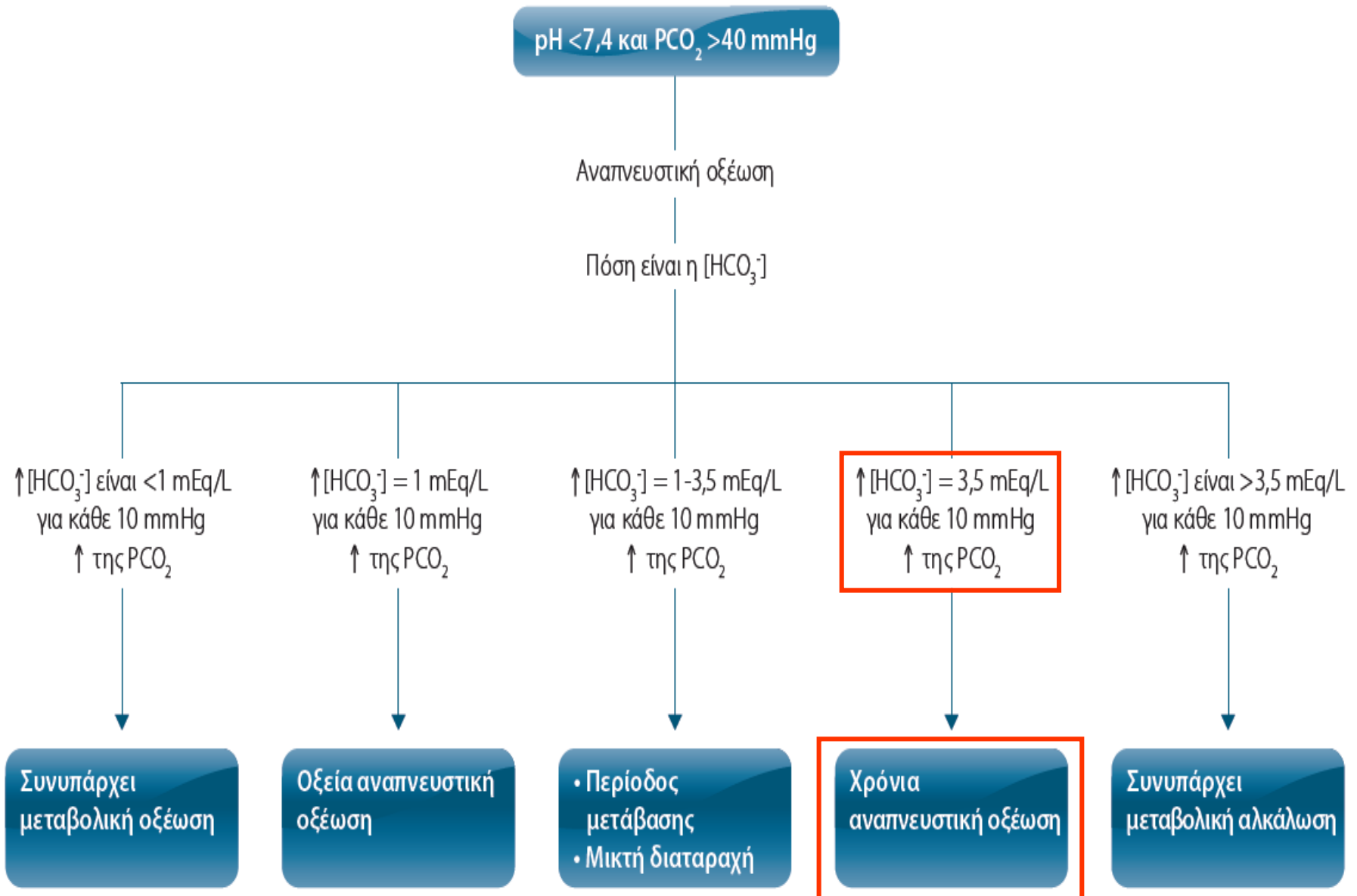
- α. Χρόνια αναπνευστική οξέωση
- β. Οξεία αναπνευστική οξέωση
- γ. Αναπνευστική οξέωση + μεταβολική οξέωση
- δ. Αναπνευστική οξέωση + μεταβολική αλκάλωση

- pH = 7.33 (< 7.40)
- PCO<sub>2</sub> = 69 mmHg (> 40 mmHg)
- **Αναπνευστική οξέωση**

# Η αναπνευστική οξέωση είναι οξεία ή χρόνια; Αμιγής ή συνυπάρχει μεταβολική διαταραχή;

- $PCO_2 = 69$  mmHg,  $\uparrow$  κατά  $29$  mmHg
- Οξεία ΑΟ (;)  $\Rightarrow \uparrow [HCO_3^-]$  κατά  $1$  mEq/L για κάθε  $10$  mmHg  $\uparrow$  της  $PCO_2$ , δηλαδή  $[HCO_3^-] = 24 + 3 = 27$  mEq/L
- Χρόνια ΑΟ (;)  $\Rightarrow \uparrow [HCO_3^-]$  κατά  $3.5$  mEq/L για κάθε  $10$  mmHg  $\uparrow$  της  $PCO_2$ , δηλαδή  $[HCO_3^-] = 24 + (3.5 \times 3) = 34-35$  mEq/L
- $[HCO_3^-] = 35$  mEq/L,  $\uparrow$  κατά  $11$  mEq/L
- **Χρόνια αναπνευστική οξέωση**

## ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΟΞΕΩΣΗΣ

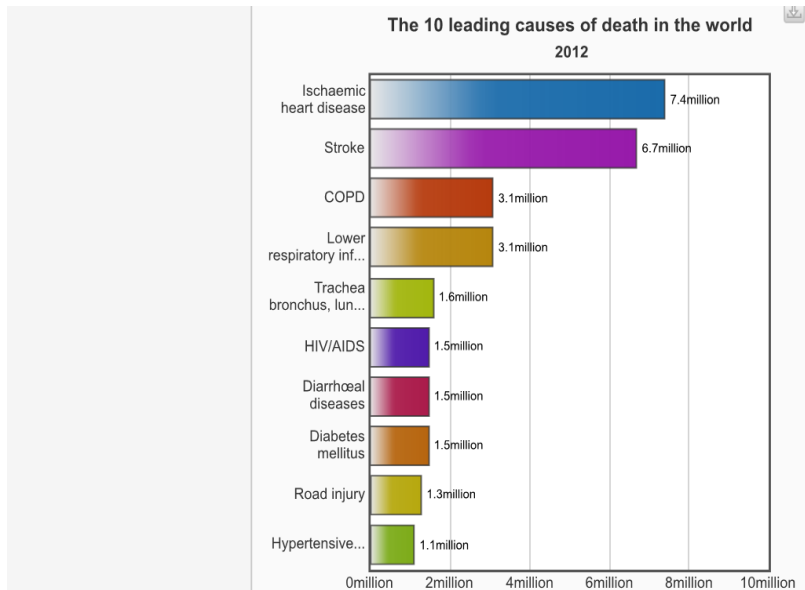


## (A-a) DO<sub>2</sub>

- (A-a) DO<sub>2</sub> = [150 – 1.25 X (PCO<sub>2</sub>)] - PaO<sub>2</sub> = [150 – (1.25 X 69)] – 45 = 150 – 86.25 – 45 = **18.75** mmHg
- ↑ (A-a) DO<sub>2</sub> = πνευμονική νόσος (ΧΑΠ)



- Συμπερασματικά, ο ασθενής εμφανίζει χρόνια αναπνευστική οξέωση λόγω ΧΑΠ



# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

- α. Χρόνια αναπνευστική οξέωση
- β. Οξεία αναπνευστική οξέωση
- γ. Αναπνευστική οξέωση + μεταβολική οξέωση
- δ. Αναπνευστική οξέωση + μεταβολική αλκάλωση

# Περίπτωση 9η

Άνδρας 70 ετών με ιστορικό στεφανιαίας νόσου, αρτηριακής υπέρτασης και κοιλιακής μαρμαρυγής προσέρχεται στο τμήμα επειγόντων περιστατικών με ταχύπνοια και δύσπνοια αιφνίδιας έναρξης.

- $(F_iO_2 \text{ 21\%})$
- $PO_2 = 64 \text{ mmHg}$
- $PCO_2 = 25 \text{ mmHg}$
- $pH = 7.54$
- $[HCO_3^-] = 21 \text{ mEq/L}$
- $[Na^+] = 137 \text{ mEq/L}$
- $[K^+] = 4.1 \text{ mEq/L}$
- $[Cl^-] = 103 \text{ mEq/L}$
- $[Γλυκόζης] = 123 \text{ mg/dl}$
- $[Ουρίας] = 88 \text{ mg/dl}$
- $[Κρεατινίνης] = 1.5 \text{ mg/dl}$

# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

- α. Οξεία αναπνευστική αλκάλωση
- β. Χρόνια αναπνευστική αλκάλωση
- γ. Αναπνευστική αλκάλωση + μεταβολική αλκάλωση
- δ. Αναπνευστική αλκάλωση + μεταβολική οξέωση

- pH = 7.54 (> 7.40)
- PCO<sub>2</sub> = 25 mEq/L (< 40 mmHg)
- **Αναπνευστική αλκάλωση**

# Η αναπνευστική αλκάλωση είναι οξεία ή χρόνια; Αμιγής ή συνυπάρχει μεταβολική διαταραχή;

- $[\text{PCO}_2] = 25$  mmHg, ↓ κατά 15 mmHg
- $[\text{HCO}_3^-] = 21$  mEq/L, ↓ κατά 3 mEq/L
- Η  $[\text{HCO}_3^-]$  ↓ κατά 2 mEq/L για κάθε 10 mmHg ↓ της  $\text{PCO}_2$
- **Οξεία αναπνευστική αλκάλωση**

## ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΑΛΚΑΛΩΣΗΣ

pH >7,4 και PCO<sub>2</sub> <40 mmHg

Αναπνευστική αλκάλωση

Πόση είναι η [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>]

↓ [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] είναι <2 mEq/L  
για κάθε 10 mmHg  
↓ της PCO<sub>2</sub>

Συνυπάρχει  
μεταβολική αλκάλωση

↓ [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 2 mEq/L  
για κάθε 10 mmHg  
↓ της PCO<sub>2</sub>

Οξεία αναπνευστική  
αλκάλωση

↓ [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 2-4 mEq/L  
για κάθε 10 mmHg  
↓ της PCO<sub>2</sub>

• Περίοδος  
μετάβασης  
• Μικτή διαταραχή

↓ [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 4 mEq/L  
για κάθε 10 mmHg  
↓ της PCO<sub>2</sub>

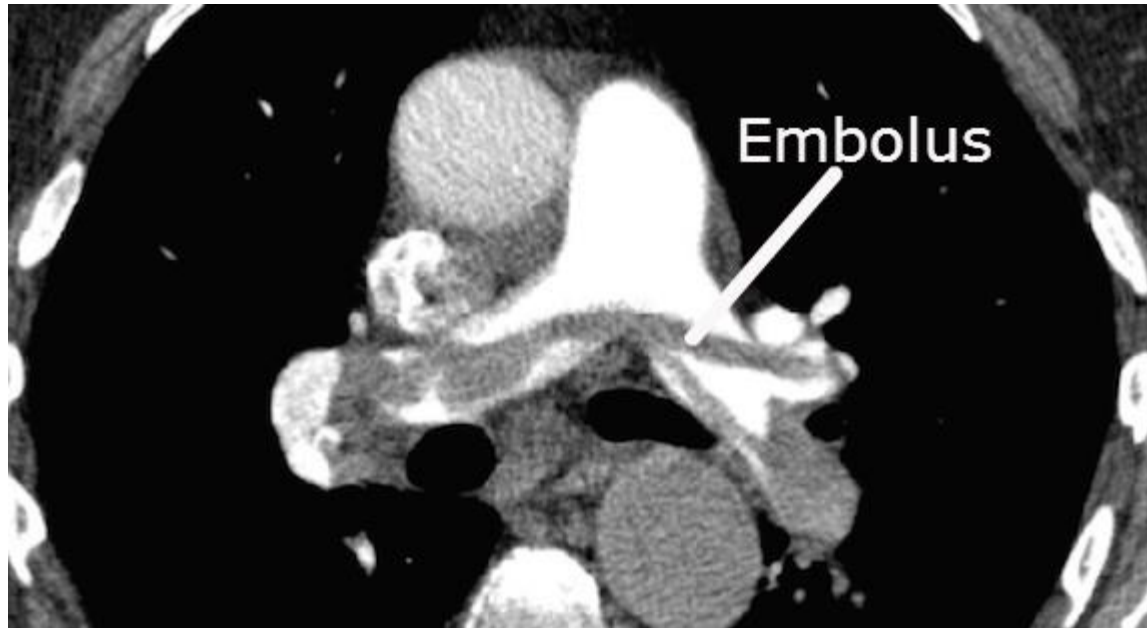
Χρόνια αναπνευστική  
αλκάλωση

↓ [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] είναι >4 mEq/L  
για κάθε 10 mmHg  
↓ της PCO<sub>2</sub>

Συνυπάρχει  
μεταβολική οξέωση



- Συμπερασματικά, ο ασθενής εμφανίζει **οξεία αναπνευστική αλκάλωση** λόγω πιθανής πνευμονικής εμβολής



# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

- α. Οξεία αναπνευστική αλκάλωση
- β. Χρόνια αναπνευστική αλκάλωση
- γ. Αναπνευστική αλκάλωση + μεταβολική αλκάλωση
- δ. Αναπνευστική αλκάλωση + μεταβολική οξέωση

# Περίπτωση 10η

Άνδρας 64 ετών με ιστορικό καρδιακής ανεπάρκειας και αναιμίας, προσέρχεται στο τμήμα επειγόντων περιστατικών με δύσπνοια και καταβολή δυνάμεων.

- (FiO<sub>2</sub> 21%)
- PO<sub>2</sub> = 62 mmHg
- PCO<sub>2</sub> = 30 mmHg
- pH = 7.44
- [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 20 mEq/L

- [Na<sup>+</sup>] = 138 mEq/L
- [K<sup>+</sup>] = 4.2 mEq/L
- [Cl<sup>-</sup>] = 104 mEq/L
- [Γλυκόζης] = 103 mg/dl
- [Ουρίας] = 58 mg/dl
- [Κρεατινίνης] = 1.2 mg/dl

# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

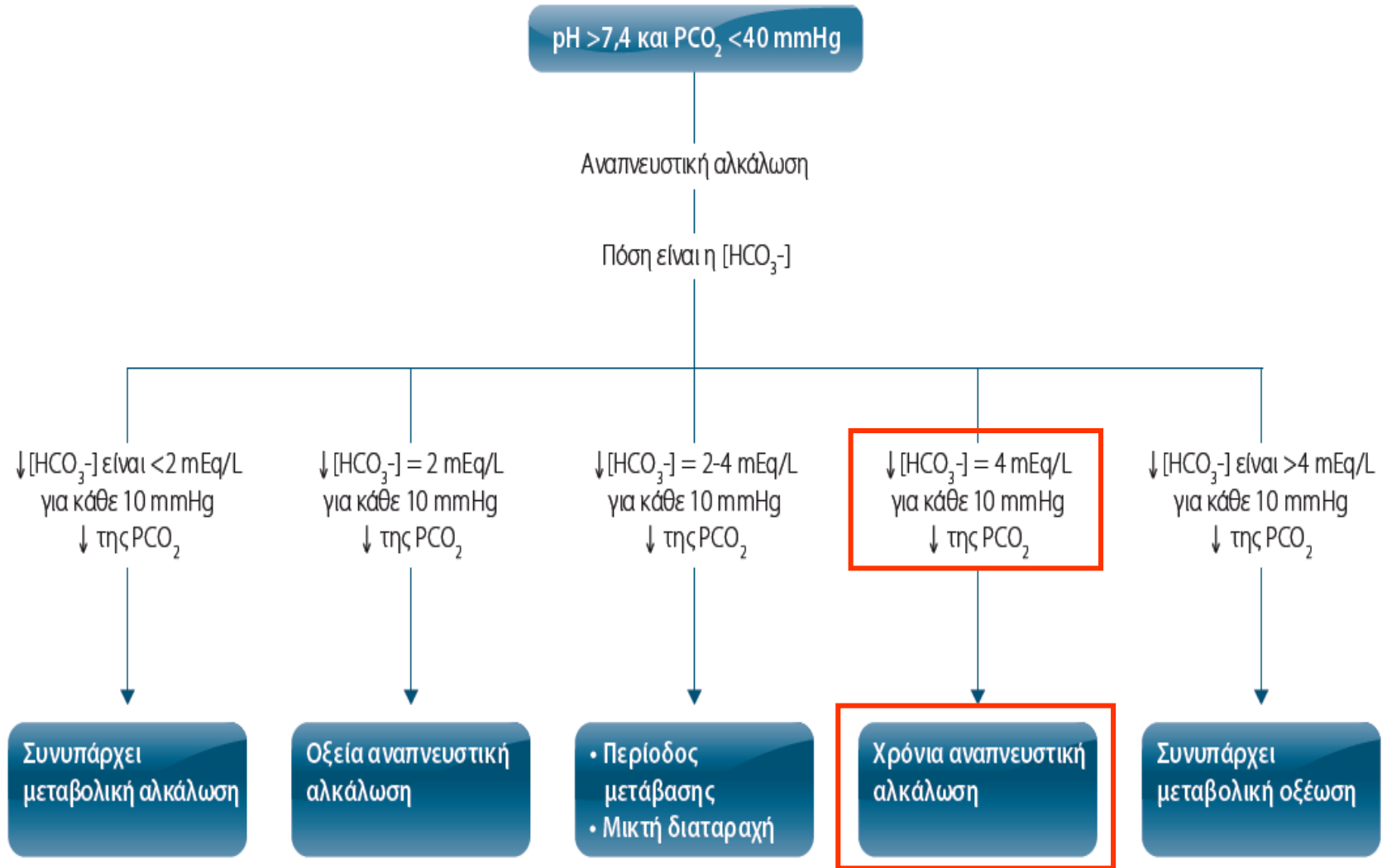
- α. Οξεία αναπνευστική αλκάλωση
- β. Χρόνια αναπνευστική αλκάλωση
- γ. Αναπνευστική αλκάλωση + μεταβολική αλκάλωση
- δ. Αναπνευστική αλκάλωση + μεταβολική οξέωση

- pH = 7.44 (> 7.40)
- PCO<sub>2</sub> = 30 mEq/L (< 40 mmHg)
- **Αναπνευστική αλκάλωση**

# Η αναπνευστική αλκάλωση είναι οξεία ή χρόνια; Αμιγής ή συνυπάρχει μεταβολική διαταραχή;

- $\text{PCO}_2 = 30 \text{ mmHg}$ , ↓ κατά  $10 \text{ mmHg}$
- $[\text{HCO}_3^-] = 20 \text{ mEq/L}$ , ↓ κατά  $4 \text{ mEq/L}$
- Η  $[\text{HCO}_3^-]$  ↓ κατά  $4 \text{ mEq/L}$  για κάθε  $10 \text{ mmHg}$  ↓ της  $\text{PCO}_2$
- **Χρόνια αναπνευστική αλκάλωση**

## ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΑΛΚΑΛΩΣΗΣ





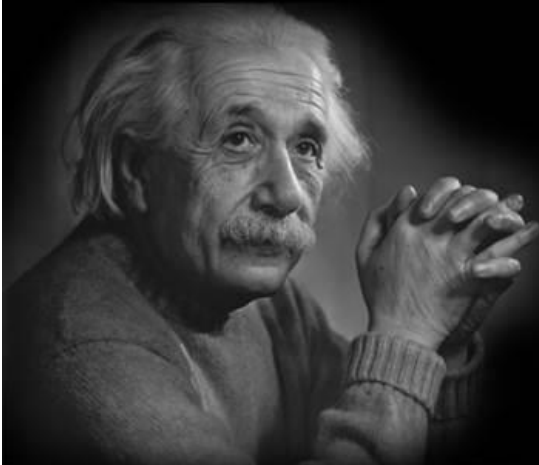
- Συμπερασματικά, ο ασθενής εμφανίζει **χρόνια αναπνευστική αλκάλωση** λόγω καρδιακής ανεπάρκειας και αναιμίας



# Ποια είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας;

- α. Οξεία αναπνευστική αλκάλωση
- β. Χρόνια αναπνευστική αλκάλωση
- γ. Αναπνευστική αλκάλωση + μεταβολική αλκάλωση
- δ. Αναπνευστική αλκάλωση + μεταβολική οξέωση

**Do not worry about  
your difficulties in  
Mathematics. I can  
assure you mine are still  
greater.**



**Albert Einstein**

*German Theoretical-Physicist*

(1879-1955)

*QuoteHD.com*