

---

# **Διερεύνηση Ασθενή με Διαταραχές της Οξεοβασικής Ισορροπίας**

**Χαράλαμπος Μηλιώνης**  
**Αναπληρωτής Καθηγητής Παθολογίας**  
**Τμήμα Ιατρικής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων**

# Αέρια αρτηριακού αίματος

- Η ανάλυση των αερίων αίματος έχει άμεσο αντίκτυπο στη φροντίδα των ασθενών μεγαλύτερο σε σύγκριση με οποιαδήποτε άλλη εργαστηριακή εξέταση

*(National Committee for Laboratory Standards)*

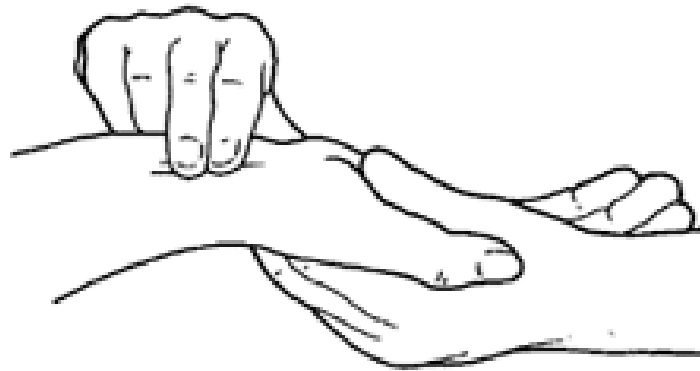
# Οξεοβασική ισορροπία: Δυσκολίες; Χαρτί και Μολύβι

pH/pCO<sub>2</sub>/pO<sub>2</sub>/HCO<sub>3</sub>

- 7.53/15/80/12
- 7.25/25/110/10
- 6.88/32/100/7
- 7.58/49/98/45
- 7.30/40/156/19
- 7.10/30/65/9
- 7.62/28/95/37
- 7.45/20/80/14

# Επιλογή της αρτηρίας

- Η **κερκιδική** αρτηρία είναι επιπολής, διαθέτει παράπλευρο δίκτυο και συμπιέζεται εύκολα → πρέπει να αποτελεί την 1<sup>η</sup> επιλογή



# Προβλήματα στη συλλογή του δείγματος

- Τύπος της σύριγγας
  - *Πλαστική με κενό αέρος (τυποποιημένη)*
- Χρήση ηπαρίνης
- Φυσαλίδες αέρα (αναερόβια αιμοληψία)
- Χειρισμός και μεταφορά του δείγματος
  - *Άμεση μέτρηση (ή ψύξη στους 4°C)*

---

**Είναι τα Αποτελέσματα  
της Ανάλυσης Συμβατά;**

# Εξίσωση Henderson-Hasselbach

- Το pH εκφράζεται ως συνάρτηση του  $\text{CO}_2$  (υπό τον έλεγχο των πνευμόνων) και των  $\text{HCO}_3^-$  (υπό των έλεγχο των νεφρών)

# Εξίσωση Henderson-Hasselbach

$$\text{pH} = 6.10 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{0.03 \times \text{PCO}_2}$$



# Έλεγχος συμβατότητας των αποτελεσμάτων της ανάλυσης αερίων αίματος

Εναλλακτική έκφραση της εξίσωσης  
Henderson-Hasselbach:

$$[H^+] = 24 \times PaCO_2 / [HCO_3^-]$$

# Έλεγχος συμβατότητας των αποτελεσμάτων της ανάλυσης αερίων αίματος

Το pH είναι αντιστρόφως ανάλογο της  $[H^+]$  – μια μεταβολή του pH κατά 1 αναπαριστά μια 10-πλάσια μεταβολή της  $[H^+]$

<u>pH</u>	<u><math>[H^+]</math> σε nmol/L</u>
7.00	100
7.10	80
7.30	50
7.40	40
7.52	30
7.70	20
8.00	10

# Φυσιολογικές τιμές των παραμέτρων των οξεοβασικής ισορροπίας

	pH	PCO <sub>2</sub> (mmHg)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/L)
Αρτηριακό αίμα	7.37-7.43	36-44	22-26
Φλεβικό αίμα	7.32-7.38	42-50	23-27

# Βήματα στην ανάλυση των αερίων αρτηριακού αίματος

1. Αξιολόγηση του pH: Οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
2. Καθορισμός της πρωτοπαθούς διαταραχής
3. Έλεγχος αντιρρόπησης
4. Χρόνια ή οξεία αντιρρόπηση;
5. Υπολογισμός του χάσματος ανιόντων
6. Υπολογισμός ΔΧάσματος (εάν  $\uparrow$ ΧΑ)
7. Διαφορική διάγνωση με βάση την κλινική εικόνα του ασθενούς

# Βήματα στην ανάλυση των αερίων αρτηριακού αίματος

- 1. Αξιολόγηση του pH: Οξυαιμία ή αλκαλαιμία;**
2. Καθορισμός της πρωτοπαθούς διαταραχής
3. Έλεγχος αντιρρόπησης
4. Χρόνια ή οξεία αντιρρόπηση;
5. Υπολογισμός του χάσματος ανιόντων
6. Υπολογισμός ΔΧάσματος (εάν  $\uparrow$ ΧΑ)
7. Διαφορική διάγνωση με βάση την κλινική εικόνα του ασθενούς

**Αξιολόγηση των  
Παραμέτρων της Οξεοβασικής Ισορροπίας**

**Οξυαμία / Αλκαλαιμία  
vs.  
Οξέωση / Αλκάλωση**

# pH : 7.35-7.45

- Εάν η τιμή του pH < 7.35 = οξυαιμία
- Εάν η τιμή του pH > 7.45 = αλκαλαιμία
- Η διεργασία που οδηγεί στη μεταβολή του pH ονομάζεται οξέωση ή αλκάλωση ανάλογα με τον τρόπο που επηρεάζει το pH

---

**pH**

**< 7.35**

**7.4**

**> 7.45**



# Βήματα στην ανάλυση των αερίων αρτηριακού αίματος

1. Αξιολόγηση του pH: Οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
2. Καθορισμός της πρωτοπαθούς διαταραχής
3. Έλεγχος αντιρρόπησης
4. Χρόνια ή οξεία αντιρρόπηση;
5. Υπολογισμός του χάσματος ανιόντων
6. Υπολογισμός ΔΧάσματος (εάν  $\uparrow$ ΧΑ)
7. Διαφορική διάγνωση με βάση την κλινική εικόνα του ασθενούς

# Βήματα στην ανάλυση των αερίων αρτηριακού αίματος

1. Αξιολόγηση του pH: Οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
2. Καθορισμός της πρωτοπαθούς διαταραχής
3. Έλεγχος αντιρρόπησης
4. Χρόνια ή οξεία αντιρρόπηση;
5. Υπολογισμός του χάσματος ανιόντων
6. Υπολογισμός ΔΧάσματος (εάν  $\uparrow$ ΧΑ)
7. Διαφορική διάγνωση με βάση την κλινική εικόνα του ασθενούς

Αξιολόγηση των  
Παραμέτρων της Οξεοβασικής Ισορροπίας

**Αναπνευστική  
vs.  
Μεταβολική διαταραχή**

# **Αναπνευστική vs. Μεταβολική διαταραχή**

- Διαταραχή του pH με τη συμμετοχή των πνευμόνων αναφέρεται ως «αναπνευστική»
- Διαταραχή του pH με τη συμμετοχή των νεφρών αναφέρεται ως «μεταβολική»

# Απλές διαταραχές της οξεοβασικής ισορροπίας

Διαταραχή	Κύρια μεταβολή
Μεταβολική οξέωση	↓ $\text{HCO}_3^-$
Μεταβολική αλκάλωση	↑ $\text{HCO}_3^-$
Αναπνευστική οξέωση – Οξεία	↑ $\text{PCO}_2$
– Χρόνια	
Αναπνευστική αλκάλωση – Οξεία	↓ $\text{PCO}_2$
– Χρόνια	

# Βήματα στην ανάλυση των αερίων αρτηριακού αίματος

1. Αξιολόγηση του pH: Οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
2. Καθορισμός της πρωτοπαθούς διαταραχής
3. Έλεγχος αντιρρόπησης
4. Χρόνια ή οξεία αντιρρόπηση;
5. Υπολογισμός του χάσματος ανιόντων
6. Υπολογισμός ΔΧάσματος (εάν  $\uparrow$ ΧΑ)
7. Διαφορική διάγνωση με βάση την κλινική εικόνα του ασθενούς

# Βήματα στην ανάλυση των αερίων αρτηριακού αίματος

1. Αξιολόγηση του pH: Οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
2. Καθορισμός της πρωτοπαθούς διαταραχής
3. Έλεγχος αντιρρόπησης
4. Χρόνια ή οξεία αντιρρόπηση;
5. Υπολογισμός του χάσματος ανιόντων
6. Υπολογισμός ΔΧάσματος (εάν  $\uparrow$ ΧΑ)
7. Διαφορική διάγνωση με βάση την κλινική εικόνα του ασθενούς

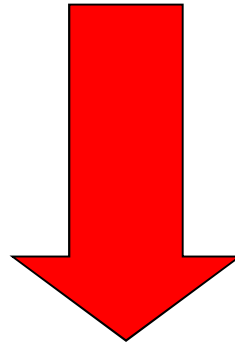
Αξιολόγηση των  
Παραμέτρων της Οξεοβασικής Ισορροπίας

**2<sup>ο</sup>παθής Αντιρρόπηση**



---

**ΣΕ ΚΑΘΕ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ  
ΤΗΣ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ**



**ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΤΙΡΡΟΠΙΣΤΙΚΩΝ  
ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ  
ΤΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ**

**ΠΡΟΣΟΧΗ: ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΥΠΕΡΑΝΤΙΡΡΟΠΗΣΗ**

---

# Είναι η δευτεροπαθής αντιρρόπηση η αναμενόμενη;

- ❑ Οι ομοιοστατικοί μηχανισμοί του οργανισμού τείνουν να ομαλοποιήσουν το πηλίκο  $\text{HCO}_3^- / \text{PaCO}_2 \rightarrow$  ομαλοποίηση του pH
- ❑ Στην πλειονότητα των περιπτώσεων οι μηχανισμοί αντιρρόπησης δεν οδηγούν στην πλήρη επιστροφή του pH στο φυσιολογικό

**Αξιολόγηση των  
Παραμέτρων της Οξεοβασικής Ισορροπίας**

**Η 2<sup>ο</sup>παθής  
αντιρρόπηση είναι η  
αναμενόμενη;**

## Απλές διαταραχές της οξεοβασικής ισορροπίας – αναμενόμενη αντιρρόπηση

Διαταραχή	Κύρια μεταβολή
Μεταβολική οξέωση	↓ $\text{HCO}_3^-$
Μεταβολική αλκάλωση	↑ $\text{HCO}_3^-$
Αναπνευστική οξέωση – Οξεία	↑ $\text{PCO}_2$
– Χρόνια	
Αναπνευστική αλκάλωση – Οξεία	↓ $\text{PCO}_2$
– Χρόνια	

# Βήματα στην ανάλυση των αερίων αρτηριακού αίματος

1. Αξιολόγηση του pH: Οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
2. Καθορισμός της πρωτοπαθούς διαταραχής
3. Έλεγχος αντιρρόπησης
4. Χρόνια ή οξεία αντιρρόπηση;
5. Υπολογισμός του χάσματος ανιόντων
6. Υπολογισμός Δχάσματος (εάν  $\uparrow$ ΧΑ)
7. Διαφορική διάγνωση με βάση την κλινική εικόνα του ασθενούς

# Βήματα στην ανάλυση των αερίων αρτηριακού αίματος

1. Αξιολόγηση του pH: Οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
2. Καθορισμός της πρωτοπαθούς διαταραχής
3. Έλεγχος αντιρρόπησης
4. Χρόνια ή οξεία αντιρρόπηση;
5. Υπολογισμός του χάσματος ανιόντων
6. Υπολογισμός Δχάσματος (εάν  $\uparrow$ ΧΑ)
7. Διαφορική διάγνωση με βάση την κλινική εικόνα του ασθενούς

Αξιολόγηση των  
Παραμέτρων της Οξεοβασικής Ισορροπίας

# Υπολογισμός του Χάσματος Ανιόντων

# ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΩΝ ΟΞΕΩΣΕΩΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΑΣΜΑΤΟΣ ΑΝΙΟΝΤΩΝ

Αρχή ηλεκτρικής ισορροπίας:

$\text{Na}^+ + \text{μη μετρούμενα κατιόντα} = \text{Cl}^- + \text{HCO}_3^- + \text{μη μετρούμενα ανιόντα}$

**ΧΑ: μη μετρούμενα ανιόντα – μη μετρούμενα κατιόντα =  $\text{Na}^+ - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$**

**Φ.Τ. = 3-9 mEq/L**

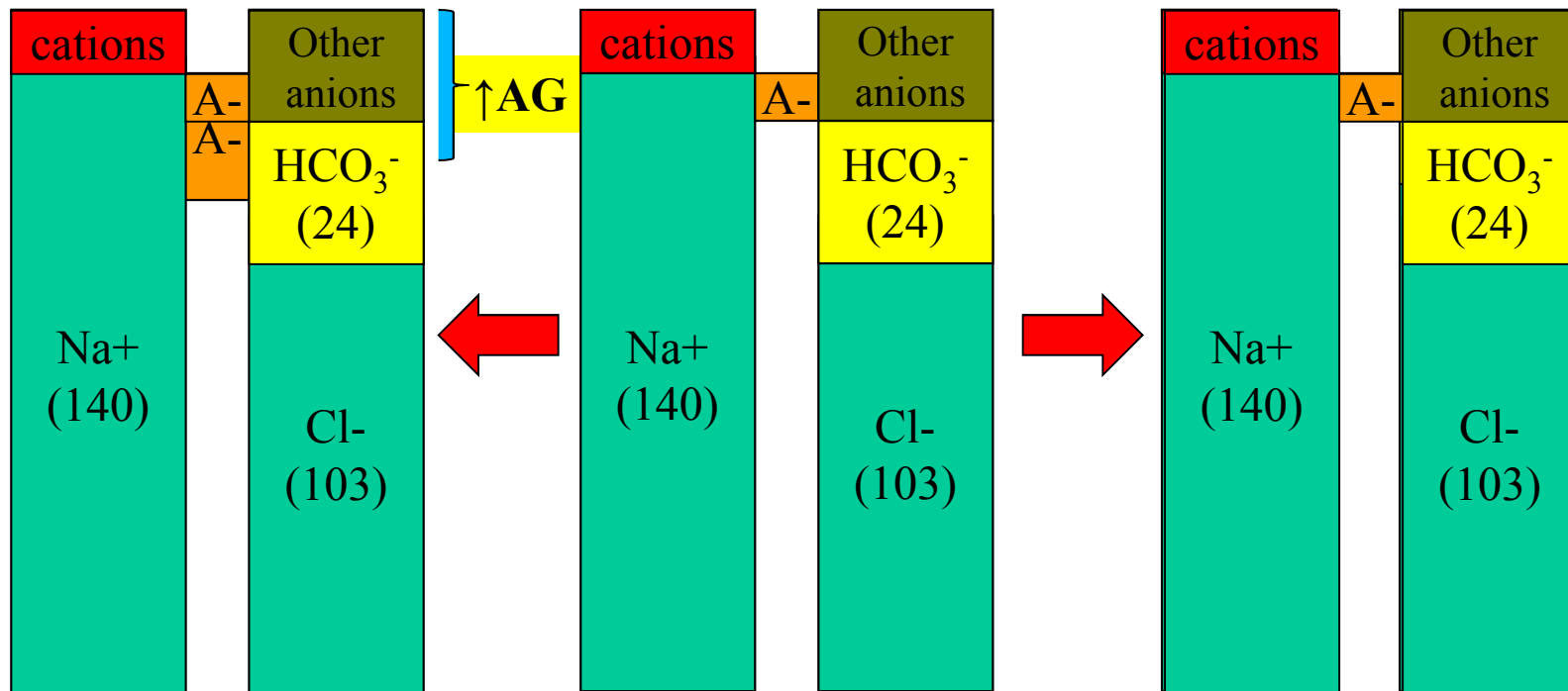


# **ΧΑΣΜΑ ΑΝΙΟΝΤΩΝ –** **Ο ρόλος της αλβουμίνης**

- Η αλβουμίνη είναι κύρια πηγή μη μετρούμενων ανιόντων!
- Εάν η αλβουμίνη του ορού είναι χαμηλή → ο ασθενής έχει περισσότερα μη μετρούμενα ανιόντα σε σχέση με αυτά που “προβλέπει” το χάσμα ανιόντων

**Διορθωμένο ΧΑ = Υπολογιζόμενο ΧΑ + 2.5 x (4.5 – τιμή αλβουμίνης ορού)**

# Anion Gap and Metabolic acidosis



Increased AG acidosis

Normal AG

Normal AG acidosis

# ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΩΝ ΟΞΕΩΣΕΩΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΑΣΜΑΤΟΣ ΑΝΙΟΝΤΩΝ

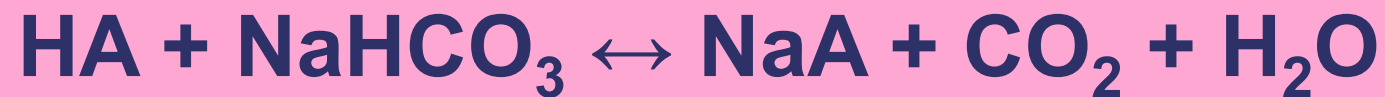
Χάσμα ανιόντων (ΧΑ): φυσιολογικό



Υπερχλωραιμική μεταβολική οξέωση

# ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΩΝ ΟΞΕΩΣΕΩΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΑΣΜΑΤΟΣ ΑΝΙΟΝΤΩΝ

Χάσμα ανιόντων (ΧΑ): αυξημένο



Νορμοχλωρραιμική μεταβολική οξέωση

# ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΩΝ ΟΞΕΩΣΕΩΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΑΣΜΑΤΟΣ ΑΝΙΟΝΤΩΝ

**Χάσμα ανιόντων (ΧΑ):  $8 \pm 2$**

**Εάν  $ΧΑ > 20 \rightarrow$  1<sup>ο</sup>παθής ΜΟ (ανεξάρτητα από το pH ή τη συγκέντρωση των  $HCO_3^-$ )**

# Υπολογισμός ΧΑ

- ❑ Κρίσιμος στη διάγνωση της μεταβολικής οξέωσης
- ❑ Αυξημένο: παρουσία μη μετρούμενου ανιόντος: ενδογενούς οξέος (γαλακτικό, κετονοσώματα) ή εξωγενούς οξέος (μεθανόλη, αιθυλενογλυκόλη, σαλικυλικά κτλ.)

❑ Μια εξωγενώς χορηγούμενη ουσία με ωσμωτικές ιδιότητες (μεθανόλη, αιθυλενογλυκόλη κτλ.) θα δημιουργήσει «ΩΣΜΩΤΙΚΟ ΧΑΣΜΑ» = Μετρούμενη Ωσμωτικότητα – Υπολογιζόμενη Ωσμωτικότητα [Φυσιολογικά < 10 mOsm/l]

❑  $\text{Calc. Osmol} = 2 \times \text{Na}^+ + \text{glucose}/18 + \text{BUN}/2.8$

# Βήματα στην ανάλυση των αερίων αρτηριακού αίματος

1. Αξιολόγηση του pH: Οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
2. Καθορισμός της πρωτοπαθούς διαταραχής
3. Έλεγχος αντιρρόπησης
4. Χρόνια ή οξεία αντιρρόπηση;
5. Υπολογισμός του χάσματος ανιόντων
6. Υπολογισμός ΔΧάσματος (εάν  $\uparrow$ ΧΑ)
7. Διαφορική διάγνωση με βάση την κλινική εικόνα του ασθενούς

# Βήματα στην ανάλυση των αερίων αρτηριακού αίματος

1. Αξιολόγηση του pH: Οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
2. Καθορισμός της πρωτοπαθούς διαταραχής
3. Έλεγχος αντιρρόπησης
4. Χρόνια ή οξεία αντιρρόπηση;
5. Υπολογισμός του χάσματος ανιόντων
6. Υπολογισμός ΔΧάσματος (εάν  $\uparrow$ ΧΑ)
7. Διαφορική διάγνωση με βάση την κλινική εικόνα του ασθενούς



Αξιολόγηση των  
Παραμέτρων της Οξεοβασικής Ισορροπίας

**Μικτές διαταραχές της  
οξεοβασικής ισορροπίας**

# Μικτές Διαταραχές της ΟΒΙ - Προσοχή

- ✓ Η *δευτεροπαθής αντιρρόπηση* σε μια απλή διαταραχή της ΟΒΙ δεν πρέπει να εκληφθεί ως ένα εκ των συστατικών μιας μικτής διαταραχής.

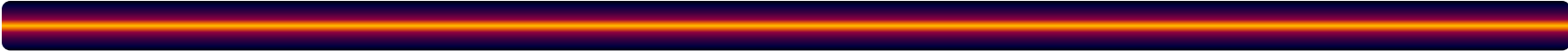
# Αιματολογικές παράμετροι στη διάγνωση των μικτών διαταραχών της ΟΒΙ

Διάγνωση	pH	PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/L)
<b>Μικτή Διαταραχή της ΟΒΙ:</b> MO + AA MA + AO	Φυσιολογικές τιμές (!)	Παθολογικές τιμές	Παθολογικές τιμές
MO + AO	↓	↑	↓
MA + AA	↑	↓	↑

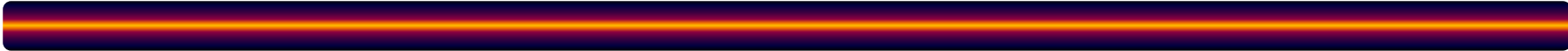
## Προσοχή

- ✓ AO + AA δεν μπορούν να συνυπάρξουν
- ✓ MA + MO μπορεί να ανευρεθούν

# **ΜΙΚΤΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΤΗΣ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ**



**Η γνώση του εύρους της αντιρρόπησης  
επιτρέπει την ασφαλή διάγνωση των  
μικτών διαταραχών της ΟΒΙ**



# Βήματα στην ανάλυση των αερίων αρτηριακού αίματος

1. Αξιολόγηση του pH: Οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
2. Καθορισμός της πρωτοπαθούς διαταραχής
3. Έλεγχος αντιρρόπησης
4. Χρόνια ή οξεία αντιρρόπηση;
5. Υπολογισμός του χάσματος ανιόντων
6. Υπολογισμός ΔΧάσματος (εάν  $\uparrow$ ΧΑ)
7. Διαφορική διάγνωση με βάση την κλινική εικόνα του ασθενούς

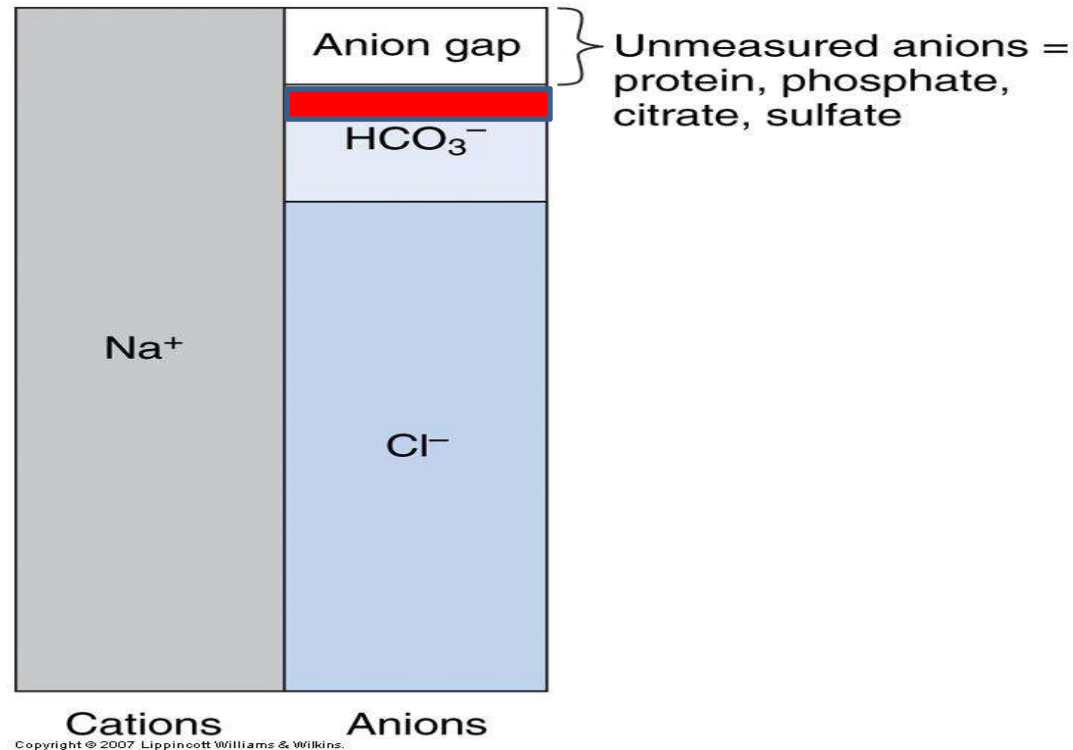
# Βήματα στην ανάλυση των αερίων αρτηριακού αίματος

1. Αξιολόγηση του pH: Οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
2. Καθορισμός της πρωτοπαθούς διαταραχής
3. Έλεγχος αντιρρόπησης
4. Χρόνια ή οξεία αντιρρόπηση;
5. Υπολογισμός του χάσματος ανιόντων
6. Υπολογισμός ΔΧάσματος (εάν  $\uparrow$ ΧΑ)
7. Διαφορική διάγνωση με βάση την κλινική εικόνα του ασθενούς

Αξιολόγηση των  
Παραμέτρων της Οξεοβασικής Ισορροπίας

# Υπολογισμός του ΔΧάσματος

# Κατανόηση του ΧΑ



- Κάθε millimolar μείωση των  $\text{HCO}_3^-$  συνοδεύεται από μια ισόποση millimolar αύξηση του ΧΑ → το άθροισμα της μεταβολής του (αυξημένου) ΧΑ και της μετρούμενης τιμής των  $\text{HCO}_3^-$  πρέπει να είναι ίσο με τη φυσιολογική συγκέντρωση των  $\text{HCO}_3^-$



# ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΩΝ ΟΞΕΩΣΕΩΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΑΣΜΑΤΟΣ ΑΝΙΟΝΤΩΝ (1)

Σε απλή μεταβολική οξέωση:

Η αύξηση του ΧΑ ( $\Delta\text{ΧΑ}$ ) είναι ίση με τη μείωση των  $\text{HCO}_3^-$  ( $\Delta\text{HCO}_3^-$ )

$$\frac{\Delta \text{ΧΑ}}{\Delta \text{HCO}_3^-} = 1$$

# Η σχέση $\Delta\text{ΧΑ}/\Delta\text{ΗCO}_3^-$ στη διαφορική διαγνωστική των μικτών διαταραχών της οξεοβασικής ισορροπίας

**Εάν:**

**$\Delta\text{ΧΑ} / \Delta\text{ΗCO}_3^- < 1 \rightarrow$  συνυπάρχει  
υπερχλωραιμική μεταβολική οξέωση**

**$\Delta\text{ΧΑ} / \Delta\text{ΗCO}_3^- > 2 \rightarrow$  συνυπάρχει  
μεταβολική αλκάλωση**

# Ο υπολογισμός του ΔΧάσματος στη διαφορική διαγνωση των μικτών διαταραχών της οξεοβασικής ισορροπίας

- ▶  $\Delta \text{gap} = (\text{actual AG} - 12) + \text{HCO}_3^-$
- ▶ Η διορθωμένη  $[\text{HCO}_3^-] = 24 \pm 6 = 18-30$
- ▶ Εάν  $\Delta \text{gap} > 30 \rightarrow$  **συνύπαρξη μεταβολικής αλκάλωσης**
- ▶ Εάν  $\Delta \text{gap} < 18 \rightarrow$  **συνύπαρξη υπερχλωραιμικής μεταβολικής οξέωσης**

# Βήματα στην ανάλυση των αερίων αρτηριακού αίματος

1. Αξιολόγηση του pH: Οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
2. Καθορισμός της πρωτοπαθούς διαταραχής
3. Έλεγχος αντιρρόπησης
4. Χρόνια ή οξεία αντιρρόπηση;
5. Υπολογισμός του χάσματος ανιόντων
6. Υπολογισμός ΔΧάσματος (εάν  $\uparrow$ ΧΑ)
7. Διαφορική διάγνωση με βάση την κλινική εικόνα του ασθενούς

# Βήματα στην ανάλυση των αερίων αρτηριακού αίματος

1. Αξιολόγηση του pH: Οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
2. Καθορισμός της πρωτοπαθούς διαταραχής
3. Έλεγχος αντιρρόπησης
4. Χρόνια ή οξεία αντιρρόπηση;
5. Υπολογισμός του χάσματος ανιόντων
6. Υπολογισμός ΔΧάσματος (εάν  $\uparrow$ ΧΑ)
7. Διαφορική διάγνωση με βάση την κλινική εικόνα του ασθενούς

# Αναπνευστική Αλκάλωση: Παθογένεια

- Εμφανίζεται όταν ένα επαρκώς ισχυρό ερέθισμα διέγερσης του αερισμού οδηγεί σε αποβολή  $\text{CO}_2$  από τους πνεύμονες >> από την παραγωγή του στους περιφερικούς ιστούς
- Διέγερση του ΚΝΣ (π.χ. πόνος, πανικός), περιφερικών χημειοϋποδοχέων (π.χ. υποξαιμία δευτεροπαθώς σε πνευμονία).

# **Αναπνευστική Αλκάλωση:**

## **Κλινικές εκδηλώσεις**

- **Ανησυχία-πανικός, μυική αδυναμία, διαταραχές του επιπέδου συνείδησης**
- **Παραισθησίες άκρων χειρών και άκρων ποδών**
- **Σημεία Trousseau και Chvostek**
- **Πιθανή εμφάνιση τετανίας και σπασμών**
  
- **Υπερκοιλιακές και κοιλιακές αρρυθμίες**

# Αναπνευστική Αλκάλωση: Αίτια

- **Υπεραερισμός εξαιτίας υποξαιμίας**
  - Μεγάλο υψόμετρο, σοβαρή αναιμία
- **Διέγερση ΚΝΣ**
  - Ψυχογενής, ΑΕΕ, ενδοκράνια υπέρταση (όγκος/τραύμα)
- **Φαρμακογενής**
  - Σαλικυλικά, καφεΐνη, αγγειοσυσπαστικά, θυροξίνη
- **Πνευμονικά νοσήματα**
  - Πνευμονία, πνευμονική εμβολή, μηχανικός υπεραερισμός, ατελεκτασία
- **Ηπατικά νοσήματα**
  - Εγκεφαλοπάθεια



# **Αναπνευστική οξέωση:** **Παθογένεια**

- **σοβαρή πνευμονική νόσος  
(π.χ. σοβαρή ΧΑΠ)**
- **κόπωση των αναπνευστικών μυών**
- **διαταραχές του ελέγχου της αναπνοής  
(π.χ. ΑΕΕ)**

# **Αναπνευστική οξέωση:**

## **Κλινικές εκδηλώσεις**

- εξαρτώνται από τη σοβαρότητα και την ταχύτητα εγκατάστασης
- δύσπνοια ή ταχύπνοια
- συστηματική αγγειοδιαστολή (ιδιαίτερα αγγειοεγκεφαλική) → αυξημένη ενδοκράνια πίεση → ψευδοόγκος εγκεφάλου
- Μυοκλονίες, αστήριξη, τρόμος, ευερεθιστότητα, κώμα

# Αναπνευστική οξέωση:

## Αίτια

- **Αεροφόροι οδοί**
  - Απόφραξη, εισρόφηση
- **Φαρμακογενής καταστολή του ΚΝΣ**
  - Αλκοόλ, οπιούχα, IV ηρεμιστικά
- **ΚΝΣ**
  - Myasthenia gravis, τραυματισμός, σύνδρομο Guillain-Barré
- **Πνευμονική νόσος**
  - Πνευμονία, πνευμονικό οίδημα, ΧΑΠ
- **Θωρακικός κλωβός**
  - Πνευμοθώρακας, flail chest

# Διαφορική Διάγνωση Υπερκαπνίας

Προσδιορισμός της κυψελιδο-αρτηριακής (Α-α) κλίσης  $O_2$

$$(A-\alpha) O_2 \text{ gradient} = P_{I_{O_2}}(150 \text{ mmHg}) - 1.25 P_{CO_2} - P_{O_2}$$

- ΦΤ: 5-10 mmHg σε άτομα <30 ετών  
15-20 mmHg σε ηλικιωμένα άτομα

- Φυσιολογική κλίση  $O_2 \rightarrow$  αποκλείει πνευμονική νόσο
- Αυξημένη κλίση  $O_2 \rightarrow$  ενδογενής πνευμονική νόσος

ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΑ



ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ  
ΡΕΝΙΝΗΣ - ΑΓΓΕΙΟΤΕΝΣΙΝΗΣ



↑ ΑΙΙ



↑ επαναρρόφησης  $\text{HCO}_3^-$

↑ αλδοστερόνης



↑ απέκκρισης  $\text{H}^+$

ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑ



ΕΞΟΔΟΣ  $K^+$  ΑΠΟ ΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ  
ΕΙΣΟΔΟΣ  $H^+$  ΣΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ



Ενδοκυττάρια οξέωση



↑ απέκκρισης  $H^+$

# Μεταβολική Αλκάλωση: Παθογένεια

- Κατακράτηση  $\text{HCO}_3$  ή απώλεια οξέος (π.χ.  $\text{HCl}$  με τους εμέτους)
- 2 στάδια:
  - **ΑΙΤΙΟΠΑΘΟΓΕΝΕΤΙΚΟ:** π.χ. απώλεια οξέος
  - **ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ:** αδυναμία των νεφρών να αντιρροπήσουν διαμέσου της απέκκρισης  $\text{HCO}_3$ , εξαιτίας συστολής του εξωκυττάριου όγκου, χαμηλού GFR ή ένδειας  $\text{K}^+$  ή  $\text{Cl}^-$

# Μηχανισμοί διατήρησης της μεταβολικής αλκάλωσης

- Υποογκαιμία
  - Υποκαλιαιμία
  - Υποχλωρραιμία
- Μείωση της νεφρικής απέκκρισης  $\text{HCO}_3^-$
- 
- ```
graph LR; A[Υποογκαιμία] --> B[Μείωση της νεφρικής απέκκρισης HCO3-]; C[Υποκαλιαιμία] --> B; D[Υποχλωρραιμία] --> B;
```



# Μεταβολική Αλκάλωση:

## Κλινικές εκδηλώσεις

- αύξηση της συγγένειας της αιμοσφαιρίνης για το οξυγόνο → επιβράδυνση του ιστικού μεταβολισμού
- μείωση του αερισμού
- μείωση του ιονισμένου ασβεστίου → νευρομυική υπερευερεθιστότητα
- Υπερκοιλιακές και κοιλιακές αρρυθμίες ( $\downarrow K^+$ )

# Μεταβολική Αλκάλωση:

## Αίτια

- **Απώλεια  $H^+$** 
  - Από το ΓΕΣ: έμετοι
  - Από τους νεφρούς: Διουρητικά, ↑αλατοκορτικοειδή
- **Είσοδος  $H^+$  στα κύτταρα**
  - Υποκαλιαιμία
- **Κατακράτηση  $HCO_3^-$** 
  - Χορήγηση  $NaHCO_3$
  - Μαζικές μεταγγίσεις

# Επισήμανση

- Το  $\text{Cl}^-$  των ούρων και όχι το  $\text{Na}^+$  των ούρων αποτελεί δείκτη του ισοζυγίου του εξωκυττάριου όγκου σε ασθενείς με μεταβολική αλκάλωση, στους οποίους παρατηρείται αυξημένη απέκκριση  $\text{NaHCO}_3$ .

# **Cl<sup>-</sup> ούρων στη διαφορική διάγνωση της Μεταβολικής Αλκάλωσης**

- **Χαμηλό Cl<sup>-</sup> ούρων (<25 mmol/L)**

- Έμετοι
- Χρόνια χορήγηση διουρητικών

- **Αυξημένο Cl<sup>-</sup> ούρων (>40 mmol/L)**

- Υπερέκκριση αλατοκορτικοειδών
- Οξεία χορήγηση διουρητικών
- Φόρτιση με HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

# Μεταβολική οξέωση: Παθολόγνεια

- Μειωμένη ικανότητα αποβολής του ημερήσιου φορτίου οξέος
- Αυξημένη φόρτιση με  $H^+$
- Αυξημένη απώλεια  $HCO_3^-$

# Μεταβολική οξέωση: Παθогένεια

- Μειωμένη ικανότητα αποβολής του ημερήσιου φορτίου οξέος

- ✓ Νεφρική ανεπάρκεια
- ✓ Υποαλδοστερονισμός
- ✓ Νεφροσωληναριακή οξέωση τύπου I

- Αυξημένη φόρτιση με  $H^+$
- Αυξημένη απώλεια  $HCO_3^-$

# Μεταβολική οξέωση: Παθογένεια

- Μειωμένη ικανότητα αποβολής του ημερήσιου φορτίου οξέος
- **Αυξημένη φόρτιση με  $H^+$** 
  - ✓ Γαλακτική οξέωση
  - ✓ Κετοξέωση
  - ✓ Προσλήψεις ουσιών (σαλικυλικά, μεθανόλη, παραλδεΐδη, αιθυλενογλυκόλη κλπ)
  - ✓ Μαζική ραβδομύλωση
- Αυξημένη απώλεια  $HCO_3^-$

# Μεταβολική οξέωση: Παθογένεια

- Μειωμένη ικανότητα αποβολής του ημερήσιου φορτίου οξέος
- Αυξημένη φόρτιση με  $H^+$
- **Αυξημένη απώλεια  $HCO_3^-$**

- ✓ από το ΓΕΣ (διάρροιες, συρρίγια, ουρητηροσιγμοειδοστομία, χολεστυραμίνη)
- ✓ από τους Νεφρούς (νεφροσωληναριακή οξέωση τύπου II)



# Μεταβολική Οξέωση: Κλινικές εκδηλώσεις

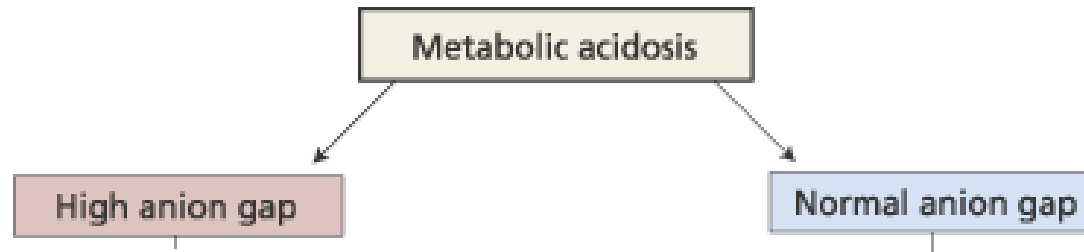
■ pH 7.20 - 7.35

Συνήθως χωρίς συμπτώματα

■ pH < 7.20

- Υπέρπνοια - Δύσπνοια
- Αρνητική ινότροπος δράση
- Κοιλιακές αρρυθμίες
- Σύγχυση – Λήθαργος - Κώμα

# Metabolic Acidosis



# Metabolic acidosis: Anion gap acidosis

## Differential for Anion Gap Metabolic Acidosis - MUDPIILERS

Methanol

Uremia

Diabetic ketoacidosis, starvation ketoacidosis, EtOH ketoacidosis

Paraldehyde

INH, iron toxicity

Lactic acidosis

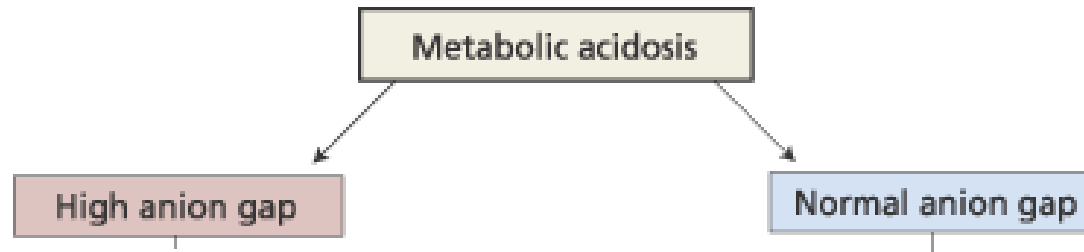
Ethylene glycol

Rhabdomyolysis

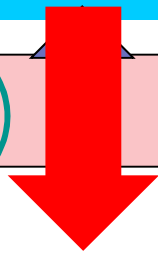
Salicylates

# Μεταβολική Οξέωση με Φυσιολογικό Χάσμα Ανιόντων

# Metabolic Acidosis



# ΧΑΣΜΑ ΑΝΙΟΝΤΩΝ ΟΥΡΩΝ (ΧΑΟ)

$$\text{Urine anion gap} = [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] - [\text{Cl}^-]$$


- **Φυσιολογικά:** μηδέν ή θετικό
- **Μεταβολική οξέωση:** Η απέκκριση του  $\text{NH}_4^+$  αυξάνει (σε συνδυασμό με του  $\text{Cl}^-$ ), εφόσον η οξινοποιητική λειτουργία των νεφρών είναι επαρκής
- **Αίτια από το ΓΕΣ:** αρνητικό ΧΑΟ (GI causes: “neGUTive” UAG)
- **Διαταραχή της νεφρικής απέκκρισης οξέος (RTA):** θετικό ή μηδέν ΧΑΟ
- Συχνά δεν χρειάζεται – επί κλινικών ενδείξεων (διάρροια)

# Προσδιορισμός χάσματος ανιόντων (ΧΑ) στον ορό

Αυξημένο

Φυσιολογικό

## Διαφορική διάγνωση υπερχλωραιμικής μεταβολικής οξέωσης (2)

Προσδιορισμός  $\text{NH}_4^+$  ούρων 

Υπολογισμός χάσματος ανιόντων (ΧΑ) των ούρων =  
 $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$

σε διάρροιες:  $\uparrow$  απέκκριση  $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \uparrow \text{Cl}^-$  ούρων  $>$   
 $\text{Na}^+ + \text{K}^+ \rightarrow$  αρνητικό ΧΑ

σε ΝΣΟ:  $\downarrow$  απέκκριση  $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Cl}^- \rightarrow$   
θετικό ΧΑ



# **Διερεύνηση Διαταραχών της Οξεοβασικής Ισορροπίας**

- **Αναπόσπαστο τμήμα της καθημερινής κλινικής πράξης**
- **Συστηματική αξιολόγηση των ευρημάτων**
- **Ανίχνευση των υποκείμενων διαταραχών**
- **Αιτιολογική αντιμετώπιση των ασθενών**
- **Αντίκτυπος στην έκβαση των ασθενών**