

ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

- pH(αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος συγκέντρωσης H^+)
- Καθημερινά αποβάλλονται από τα νεφρά 60 mEq H^+ ,ως NH_4^+ (35 mEq) και ως $H_2PO_4^-$ (25 mEq)
- ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ
- HCO_3^-/H_2CO_3
- ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΩΤΕΙΝΩΝ
- $H_2CO_3 \rightleftharpoons CO_2 + H_2O$
- pCO_2

ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ (1)

Το σύστημα $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2$



Τα HCO_3^- ενώνονται με H^+ με τελικό αποτέλεσμα το σχηματισμό CO_2 που αποβάλλεται από τους πνεύμονες.

Οδοί απομάκρυνσης H^+ , HCO_3^- και CO_2

Τροφές



Νεφροί

Μεταβολισμός

Τροφές



Νεφροί
Στόμαχος



Μεταβολισμός



Πνεύμονες

ΤΥΠΟΙ ΑΠΛΩΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

- ΟΞΕΙΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ
- ΧΡΟΝΙΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ
- ΟΞΕΙΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ
- ΧΡΟΝΙΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ

PH ↓ PCO₂ ↑ HCO₃ ↑

PH ↑ PCO₂ ↓ HCO₃ ↓

- ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ

PH ↓ PCO₂ ↓ HCO₃ ↓

- ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ

PH ↑ PCO₂ ↑ HCO₃ ↑

Διαγνωστική προσέγγιση ασθενών με μεταβολική οξέωση

Προσδιορισμός του χάσματος ανιόντων (ΧΑ)

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

Φ.Τ.: $12 \pm 2 \text{ mEq/L}$

ΧΑΣΜΑ ΑΝΙΟΝΤΩΝ (ANION GAP-AG)

$$AG = Na^+ - (Cl^- + HCO_3^-)$$

Σε προσθήκη οξέος : Εξουδετέρωση H^+ με HCO_3^- → Μείωση $[HCO_3^-]$ →
→ Αυξημένο χάσμα ανιόντων

Σε απώλεια HCO_3^- : Μείωση $[HCO_3^-]$ → Νεφρική απώλεια Na^+ (ως $NaHCO_3$)
→ Νεφρική κατακράτηση Cl^- → Αύξηση $[Cl^-]$ →
→ Φυσιολογικό χάσμα ανιόντων (Υπερχλωραιμική)

ΑΡΑ το αυξημένο χάσμα ανιόντων υποδηλώνει αύξηση μη μετρούμενων ανιόντων (γαλακτικό, κετόνες, σαλικυλικά κτλ)

Στη μεταβολική οξέωση από προσθήκη οξέος η αύξηση του AG πέραν του 12 πρέπει να συνοδεύεται από ίση μείωση της $[HCO_3^-]$ από τα 24.

ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ

$\text{pH} < 7,40$ - $\text{HCO}_3^- < 24 \text{ mEq}$

Πίνακας 1. Αίτια μεταβολικής οξέωσης

A. Προσθήκη οξέος (Αυξημένο χάσμα ανιόντων πλάσματος):

- α. L-γαλακτικό
- β. Κετόνες (διαβητική κετοξέωση, αλκοολική κετοξέωση).
- γ. D-γαλακτικό (περιορισμός κινητικότητας γαστρεντερικού, παθολογική χλωρίδα, σύνδρομο τυφλής έλικας).
- δ. Τοξικές ουσίες που είναι οξέα ή μεταβολίζονται σε οξέα: (μεθανόλη σε φορμικό οξύ, αιθυλενική γλυκόλη σε οξαλικό, ακετυλοσαλικυλικό οξύ)
- ε. Νεφρική ανεπάρκεια

B. Απώλεια HCO_3^- (Φυσιολογικό χάσμα ανιόντων πλάσματος):

1. Άμεση απώλεια HCO_3^-

- α. Απώλεια NaHCO_3 από το γαστρεντερικό (διάρροια, ειλεός, συρίγγια).
- β. Απώλεια NaHCO_3 στα ούρα.
 - Νεφρική σωληναριακή οξέωση τύπου II (Proximal RTA).
 - Χρήση του αναστολέα της καρβονικής ανυδράσης ακεταζολαμίδης (Diamox).

2. Έμμεση απώλεια HCO_3^- (Αδυναμία των νεφρών να αναγεννήσουν HCO_3^-)

- α. Απώ νεφρική σωληναριακή οξέωση τύπου I.
- β. Νεφρική σωληναριακή οξέωση τύπου III.
- γ. Νεφρική σωληναριακή οξέωση τύπου IV.

ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ

$$\text{pH} < 7,40 - \text{HCO}_3^- < 24 \text{ mEq}$$

- Η αύξηση του χάσματος ανιόντων ισούται με την μείωση των HCO_3^-
- ΧΑΣΜΑ ΑΝΙΟΝΤΩΝ(Na^+) - $[(\text{Cl}^-) + (\text{HCO}_3^-)]$ $12 \pm 2 \text{ mEq}$

ΑΝΤΙΡΡΟΠΗΣΗ

- ΕΛΛΑΤΩΣΗ pCO_2
- ΑΠΟΒΟΛΗ NH_4

ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ

$\text{pH} > 7,40$ - $\text{HCO}_3^- > 24 \text{ mEq}$

Πίνακας 2. Αίτια μεταβολικής αλκαλώσεως.

A. Αποκρινόμενη στο NaCl (μείωση του εξωκυττάριου όγκου)

- έμετοι
- χρήση διουρητικών.
- έλλειψη Mg^{2+} ,
- σύνδρομο Bartter
- ύπαρξη μη επαναροφούμενων ανιόντων (καρβενικιλίνη-pipril)
- μεταυπερκαπνική αλκάλωση
- συγγενής απώλεια χλωρίου στα κόπρανα

B. Ανθεκτική στο NaCl (περίσσεια HCO_3^-)

1. αύξηση της δράσεως της αλδοστερόνης & αύξηση της δράσεως της ρενίνης
 - στένωση νεφρικής αρτηρίας
 - όγκος παρασπειραματικής συσκευής
 - κακοήθης υπέρταση
2. αύξηση της δράσεως της αλδοστερόνης & μείωση της δράσεως της ρενίνης
 - πρωτοπαθής υπεραλδοστερονισμός
 - υπερπλασία φλοιού επινεφριδίων
3. μείωση της δράσεως της αλδοστερόνης & μείωση της δράσεως της ρενίνης
 - Cushing
 - χορήγηση κορτιζόνης
 - χρήση αλατοκορτικοειδών

ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ

$$\text{pH} > 7,40 - \text{HCO}_3^- > 24 \text{ mEq}$$

- ΑΝΤΙΡΡΟΠΗΣΗ

ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ

Για κάθε 1 mEq αύξηση της HCO_3^- ,
η pCO_2 αυξάνει κατά 0,5 mm Hg

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ

$\text{pH} < 7,40$ - $\text{pCO}_2 > 40 \text{ mm Hg}$

Πίνακας 3. Αίτια αναπνευστικής οξέωσης

- I. Υπερκαπνία οξέως αναπτυσσόμενη
 - A. Νοσήματα πνεύμονος
 1. Οξεία επί χρονίας αναπνευστικής ανεπάρκειας
 2. Άσθμα
 - B. Νοσήματα θωρακικού τοιχώματος και υπεζωκότα
 1. Πρόωρα νεογνά (ανωριμότητα μυών και κέντρων αναπνοής)
 2. Ατροφία αναπνευστικών μυών (παρατεταμένη μηχανική αναπνοή)
 3. Ανεπαρκής θρέψη
 4. Νευρομυϊκές διαταραχές
 5. Τραύματα θωρακικού τοιχώματος
 6. Οξεία συλλογή υγρού στον πνεύμονα
 - Γ. Διαταραχές κεντρικού νευρικού συστήματος
 1. Αγγειακά επεισόδια
 2. Λοιμώξεις
 3. Τραύματα (κρανιοεγκεφαλική κάκωση)

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ

$pH < 7,40$ - $pCO_2 > 40$ mm Hg

- Δ. Νοσήματα πνεύμονα και θωρακικού τοιχώματος
 1. Καρδιογενές πνευμονικό οίδημα
 2. Σήψη και μη καρδιογενές πνευμονικό οίδημα
 3. Οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια των νεογνών
- II. Υπερκαπνία βραδέως αναπτυσσόμενη
 - A. Νοσήματα πνεύμονα
 1. Βρογχίτιδα
 2. Εμφύσημα
 3. Βρογχεκτασία
 - B. Νοσήματα θωρακικού τοιχώματος
 1. Κυφοσκολίωση
 2. Θωρακοπλαστική
 3. Παχυπλευρίτιδα
 4. Βαριά παχυσαρκία
 5. Νευρομυϊκές διαταραχές
 - Γ. Νοσήματα πνεύμονος και θωρακικού τοιχώματος
 1. Σκληροδερμία
 2. Πολυμυοσίτιδα
 3. Συστηματικός ερυθηματώδης λύκος
 - Δ. Νοσήματα κεντρικού νευρικού συστήματος
 1. Πρωτοπαθής κεντρικός υποαερισμός
 2. Odlie curse

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ

$$pH < 7,40 - pCO_2 > 40 \text{ mm Hg}$$

- ΑΝΤΙΡΡΟΠΗΣΗ
- Οξεία ανεπάρκεια

ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ

Για κάθε 10 mm Hg αύξηση της pCO_2 ,
η HCO_3^- αυξάνει κατά 1 mEq

- Χρόνια ανεπάρκεια

ΝΕΦΡΟΙ

Για κάθε 5 mm Hg αύξηση της pCO_2 ,
η HCO_3^- αυξάνει κατά 3,5 mEq

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ

$$pH > 7,40 - pCO_2 < 40 \text{ mm Hg}$$

Πίνακας 4. Αιτίες αναπνευστικές αλκαλώσεως.

A. Υποξαιμία

1. Πνευμονικές νόσοι
2. Συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια
3. Διαβίωση σε μεγάλο υψόμετρο

B. Πνευμονικές νόσοι

Γ. Άμεση διέγερση του κέντρου της αναπνοής

1. Ψυχογενής ή εκούσιος υπεραερισμός
2. Ηπατική ανεπάρκεια
3. Σήψη
4. Δηλητηρίαση με σαλικυλικά
5. Νευρολογικά νοσήματα (αγγειακά εγκεφαλικά, όγκοι της γέφυρας)
6. Κύηση και η δεύτερη φάση του κύκλου (φάση του ωχρού σωματίου)
7. Ταχεία διόρθωση μεταβολικής οξεώσεως

Δ. Μηχανικός αερισμός

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ

$$pH > 7,40 - pCO_2 < 40 \text{ mm Hg}$$

ΑΝΤΙΡΡΟΠΗΣΗ

- Οξεία ΑΛΚΑΛΩΣΗ

ΝΕΦΡΟΙ

Για κάθε 10 mm Hg μείωση της pCO_2 ,
η HCO_3^- μειώνεται κατά 2 mEq

- Χρόνια ΑΛΚΑΛΩΣΗ

ΝΕΦΡΟΙ

Για κάθε 10 mm Hg μείωση της pCO_2 ,
η HCO_3^- μειώνεται κατά 5 mEq

ΑΝΤΙΡΡΟΠΗΣΗ

Πρωτοπαθής διαταραχή	Πρωτοπαθής μεταβολή	Δευτεροπαθής (αντιρροπιστική) μεταβολή
Αναπνευστική οξέωση	Αύξηση P_{CO_2}	Αύξηση HCO_3^-
Αναπνευστική αλκάλωση	Μείωση P_{CO_2}	Μείωση HCO_3^-
Μεταβολική οξέωση	Μείωση HCO_3^-	Μείωση P_{CO_2}
Μεταβολική αλκάλωση	Αύξηση HCO_3^-	Αύξηση P_{CO_2}

Στόχος η διατήρηση σταθερού του λόγου P_{CO_2} / HCO_3^-



ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ (2)

Φυσιολογικό pH με μεταβολές της PCO_2 και των HCO_3^- → ΜΙΚΤΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ (pH 7.40, PCO_2 60mm Hg, HCO_3^- 36meq/L)

Φυσιολογικές συγκεντρώσεις PCO_2 ή HCO_3^- σε ασθενείς με διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας → ΜΙΚΤΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ (pH 6.92, PCO_2 40mm Hg, HCO_3^- 8mEq/L)

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ – ΑΛΚΑΛΩΣΗ

(Αντιρρόπηση εφόσον)

P_aCO_2 HCO_3^-

ΟΞΕΩΣΗ

Για κάθε 10 mmHg αύξηση της P_aCO_2 πάνω από 40 :

•Οξεία

↑↑↑

↑

Τα HCO_3^- αυξάνονται κατά 1 mEq/L

•Χρόνια

↑↑↑

↑↑

Τα HCO_3^- αυξάνονται κατά 3,5 mEq/L

ΑΛΚΑΛΩΣΗ

Για κάθε 10 mmHg μείωση της P_aCO_2 κάτω από 40 :

•Οξεία

↓↓↓

↓

Τα HCO_3^- μειώνονται κατά 2 mEq/L

•Χρόνια

↓↓↓

↓↓

Τα HCO_3^- μειώνονται κατά 5 mEq/L

ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΡΡΟΠΗΣΗ

Διαταραχή	Κύριο συμβάν	Αντιρρόπηση
Μεταβολική οξέωση	↓ [HCO ₃ ⁻] 1.0	↓ PCO ₂ 1.0-1.5
Μεταβολική αλκάλωση	↑ [HCO ₃ ⁻] 1.0	↑ PCO ₂ 0.25-1.0