



ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

Ευάγγελος Λυμπερόπουλος

Καθηγητής Παθολογίας-Μεταβολικών Νοσημάτων Ιατρικής Σχολής Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών
Α΄ Προπαιδευτική Παθολογική Κλινική, ΓΝΑ Λαϊκό

Αιμοληψία αρτηριακού αίματος

- ▶ Ηπαρινισμός σύριγγας ή χρήση έτοιμης ηπαρινισμένης σύριγγας
- ▶ **Αναερόβια αιμοληψία** (χωρίς φυσαλίδες αέρα εντός της σύριγγας)
- ▶ Άμεση μέτρηση ή συντήρηση στους 4°C



Φυσιολογικές
τιμές
παραμέτρων
οξεοβασικής
ισορροπίας

Αρτηριακό pH

7,40

7,37-7,43

PCO₂ (mmHg)

40

36-44

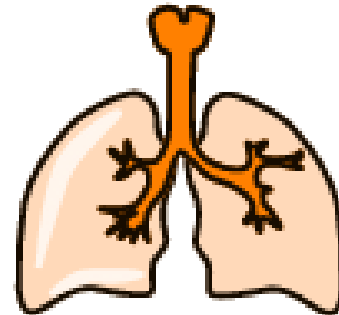
HCO₃⁻ (mEq/L)

24

22-26

Εξίσωση Henderson-Hasselbach

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



↓ pH

↓ [HCO₃⁻]

Metabolic Acidosis

↑ PaCO₂

Respiratory Acidosis

↑ pH

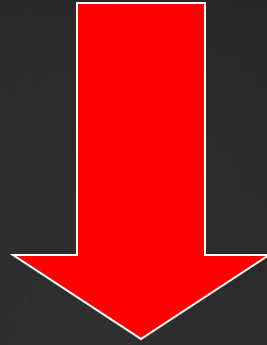
↑ [HCO₃⁻]

Metabolic Alkalosis

↓ PaCO₂

Respiratory Alkalosis

ΣΕ ΚΑΘΕ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ
ΤΗΣ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ



ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΤΙΡΡΟΠΙΣΤΙΚΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ
ΤΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ

ΠΡΟΣΟΧΗ: ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΥΠΕΡΑΝΤΙΡΡΟΠΗΣΗ

ΜΙΚΤΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΤΗΣ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

✓ Η γνώση του εύρους της αντιρρόπησης επιτρέπει την ασφαλή διάγνωση των μικτών διαταραχών της οξεοβασικής ισορροπίας

▶ Αναμενόμενο εύρος αντιρρόπησης

ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ	↓ PCO_2 ΚΑΤΑ 1.2 mmHg ΓΙΑ ΚΑΘΕ	↓ ΤΩΝ HCO_3^- ΚΑΤΑ 1 mmol/L
ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ	↑ PCO_2 ΚΑΤΑ 0.7 mmHg ΓΙΑ ΚΑΘΕ	↑ ΤΩΝ HCO_3^- ΚΑΤΑ 1 mmol/L
ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ	<u>ΟΞΕΙΑ:</u> ↑ ΤΩΝ HCO_3^- ΚΑΤΑ 1 mmol/L ΓΙΑ ΚΑΘΕ	↑ ΤΗΣ PCO_2 ΚΑΤΑ 10 mmHg
	<u>ΧΡΟΝΙΑ:</u> ↑ ΤΩΝ HCO_3^- ΚΑΤΑ 3.5 mmol/L ΓΙΑ ΚΑΘΕ	↑ ΤΗΣ PCO_2 ΚΑΤΑ 10 mmHg
ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ	<u>ΟΞΕΙΑ:</u> ↓ ΤΩΝ HCO_3^- ΚΑΤΑ 2 mmol/L ΓΙΑ ΚΑΘΕ	↓ ΤΗΣ PCO_2 ΚΑΤΑ 10 mmHg
	<u>ΧΡΟΝΙΑ:</u> ↓ ΤΩΝ HCO_3^- ΚΑΤΑ 4 mmol/L ΓΙΑ ΚΑΘΕ	↓ ΤΗΣ PCO_2 ΚΑΤΑ 10 mmHg

Βήματα
αξιολόγησης
των
παραμέτρων
της
οξεοβασικής
ισορροπίας

1. Αξιολόγηση του pH
2. Καθορισμός της πρωτοπαθούς διαταραχής βάσει των τιμών των PCO_2 και HCO_3^-
3. Έλεγχος της αντιρρόπησης
4. Ανίχνευση πιθανής μικτής διαταραχής

↓ pH

↓ HCO_3^-

Αντιρροπιστική ↓ PCO_2

Μεταβολική οξέωση

▶ Αντιρρόπηση στη μεταβολική οξέωση

Οξυαιμία



Διέγερση χημειούποδοχέων



Υπεραρισμός



↓ PCO₂

▶ Αναμενόμενο εύρος αντιρρόπησης

ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ



PCO₂ ΚΑΤΑ 1.2 mmHg ΓΙΑ ΚΑΘΕ



ΤΩΝ HCO₃⁻ ΚΑΤΑ 1 mmol/L

ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ
ΔΙΑΡΡΟΙΕΣ

pH= 7.26

1^ο περιστατικό

$\text{HCO}_3^- = 11 \text{ mEq/L}$

$\text{PCO}_2 = 25 \text{ mmHg}$

Αντιρρόπηση
μεταβολικής
οξέωσης =
Αντιρροπιστικός
υπεραερισμός

▶ ↓ των HCO_3^- κατά 1 mEq/L → ↓ PCO_2 κατά 1.2 mmHg

▶ ↓ των HCO_3^- κατά 13 mEq/L → ↓ PCO_2 κατά 15 (13 • 1.2) mmHg

Αναμενόμενη PCO_2 θα είναι 40-15= 25 mmHg

Απλή μεταβολική οξέωση!

2° περιστατικό

ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ
ΔΙΑΡΡΟΙΕΣ

pH= 7.30

$\text{HCO}_3^- = 11 \text{ mEq/L}$

$\text{PCO}_2 = 18 \text{ mmHg}$

Αντιρρόπηση
μεταβολικής
οξέωσης =
Αντιρροπιστικός
υπεραερισμός

▶ ↓ των HCO_3^- κατά 1 mEq/L → ↓ PCO_2
κατά 1.2 mmHg

▶ ↓ των HCO_3^- κατά 13 mEq/L → ↓ PCO_2
κατά 15 (13 • 1.2) mmHg

Η αναμενόμενη PCO_2 είναι 25 mmHg
Ο ασθενής έχει $\text{PCO}_2=18$ mmHg



ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ ΔΙΑΡΡΟΙΕΣ

pH= 7.30

HCO₃⁻= 11 mEq/L

PCO₂= 18 mmHg

Μικτή διαταραχή

-Μεταβολική οξέωση

-Αναπνευστική Αλκάλωση

2^ο περιστατικό
(συνέχεια)

Πχ «Διάρροιες σε ασθενή με
κίρρωση»

ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ
ΔΙΑΡΡΟΙΕΣ

pH= 7.20

$\text{HCO}_3^- = 11 \text{ mEq/L}$

$\text{PCO}_2 = 33 \text{ mmHg}$

3^ο ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ

Αντιρρόπηση
μεταβολικής
οξέωσης =
Αντιρροπιστικός
υπεραερισμός

▶ ↓ των HCO_3^- κατά 1 mEq/L → ↓ PCO_2
κατά 1.2 mmHg

▶ ↓ των HCO_3^- κατά 13 mEq/L → ↓ PCO_2
κατά 15 (13 • 1.2) mmHg

Η αναμενόμενη PCO_2 είναι 25 mmHg
Ο ασθενής έχει $\text{PCO}_2=33$ mmHg



ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ ΔΙΑΡΡΟΙΕΣ

pH= 7.30

HCO₃⁻= 11 mEq/L

PCO₂= 18 mmHg

Μικτή διαταραχή

-Μεταβολική οξέωση

-Αναπνευστική Οξέωση

3^ο ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ
(συνέχεια)

Πχ «Διάρροιες σε ασθενή με
ΧΑΠ»

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΑΣΜΑΤΟΣ ΑΝΙΟΝΤΩΝ

ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

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

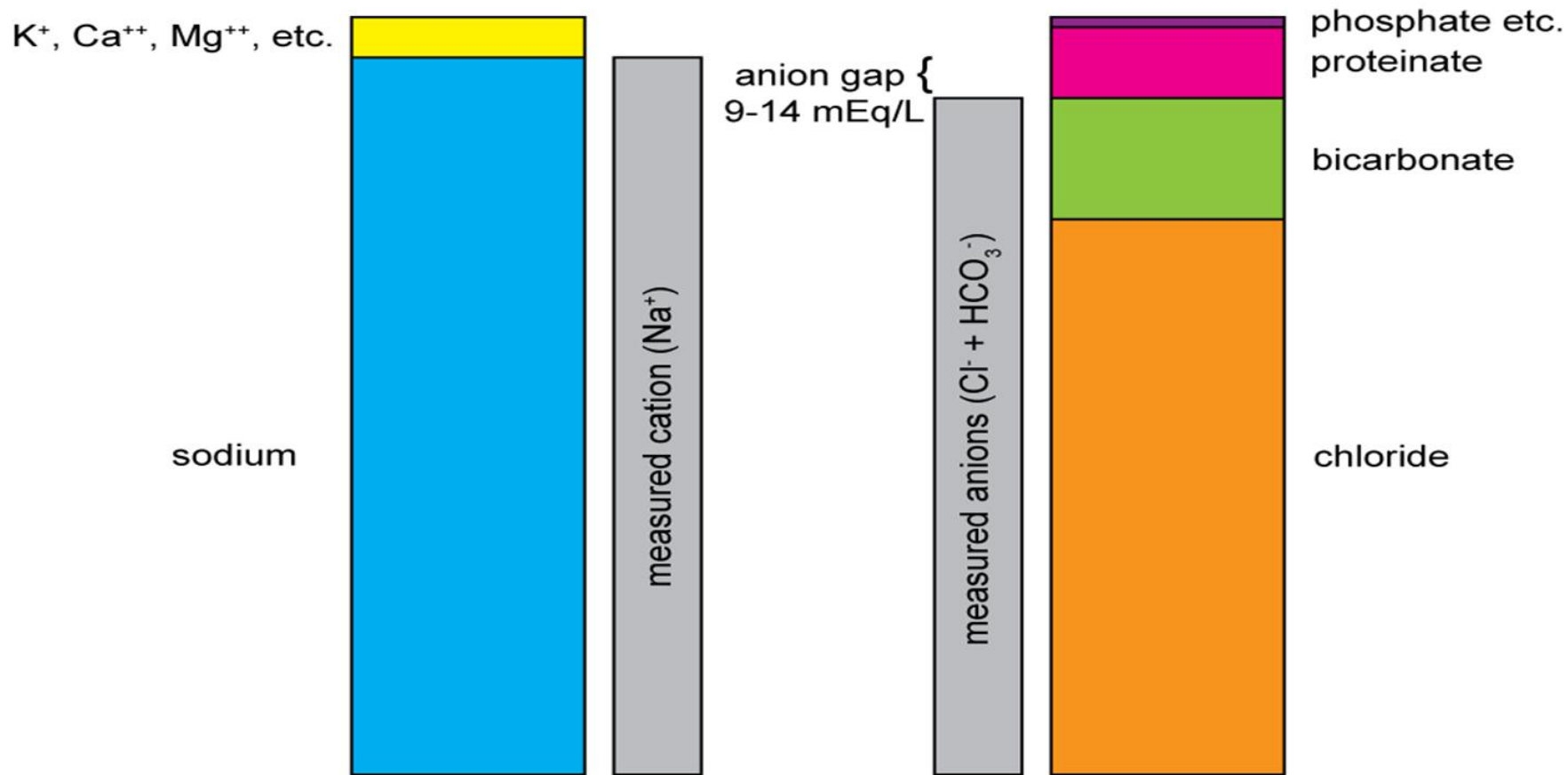
$\text{Χ.Α.} = \text{μη μετρούμενα ανιόντα} - \text{μη μετρούμενα κατιόντα} = \text{Na}^+ - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$

Φ.Τ. 5-11 mEq/L

Μη μετρούμενα κατιόντα

Μη μετρούμενα ανιόντα

$$\text{cations (mEq/L)} = \text{anions (mEq/L)}$$



ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΑΣΜΑΤΟΣ ΑΝΙΟΝΤΩΝ

Σε περιπτώσεις **υποαλβουμιναιμίας** : διόρθωση του Χ.Α.

ΔΗΛΑΔΗ  Χ.Α. κατά 2,5 mEq/L για  ALB κατά 1 g/dL

Μεταβολική Οξέωση με αυξημένο Χ.Α.

- 1. Κετοξέωση** (διαβητική/αλκοολική) → γλυκόζη ορού/
κετονοσώματα
- 2. Γαλακτική Οξέωση** → γαλακτικό οξύ > 5 mEq/L
- 3. Νεφρική Ανεπάρκεια** → ↑ κρεατινίνη ορού
- 4. Ραβδομυόλυση** → ↑ CPK
- 5. Πρόσληψη Ουσιών:** Δηλητηρίαση με Σαλικυλικά, Δηλητηρίαση με Μεθανόλη/ Αιθυλενογλυκόλη, Pyroglutamic Acidosis (συσσώρευση 5-oxiprolin)

Μεταβολική Οξέωση με φυσιολογικό Χ.Α.

Φυσιολογικό Χ.Α. - Υπερχλωραιμική Μεταβολική Οξέωση

ΑΙΤΙΑ

- ΓΕΣ Απώλειες
- Νεφροσωληναριακές Οξεώσεις

↑ pH

↑ HCO_3^-

Αντιρροπιστική ↑ PCO_2

Μεταβολική
αλκάλωση

▶ Αντιρρόπηση στη μεταβολική αλκάλωση

Αλκαλαιμία



Διέγερση χημειούποδοχέων



Υποαερισμός



↑ PCO₂

▶ Αναμενόμενο εύρος αντιρρόπησης

ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ
ΑΛΚΑΛΩΣΗ



PCO₂ ΚΑΤΑ 0.7 mmHg ΓΙΑ ΚΑΘΕ



ΤΩΝ HCO₃⁻ ΚΑΤΑ 1 mmol/L

ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ
ΕΜΕΤΟΥΣ

pH= 7.53

$\text{HCO}_3^- = 42 \text{ mEq/L}$

$\text{PCO}_2 = 52 \text{ mmHg}$

4^ο ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ

Αντιρρόπηση
μεταβολικής
αλκάλωσης =
Αντιρροπιστικός
υποαερισμός

▶ ↑ των HCO_3^- κατά 1 mEq/L → ↑ PCO_2
κατά 0.7 mmHg

▶ ↑ των HCO_3^- κατά 18 mEq/L → ↑ PCO_2
κατά 12 (18 • 0.7) mmHg

Αναμενόμενη PCO_2 θα είναι 40+12= 52 mmHg

Απλή μεταβολική αλκάλωση!

ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ
ΕΜΕΤΟΥΣ

pH= 7.48

$\text{HCO}_3^- = 42 \text{ mEq/L}$

$\text{PCO}_2 = 60 \text{ mmHg}$

5^ο ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ

Αντιρρόπηση
μεταβολικής
αλκάλωσης =
Αντιρροπιστικός
υποαερισμός

▶ ↑ των HCO_3^- κατά 1 mEq/L → ↑ PCO_2

κατά 0.7 mmHg

▶ ↑ των HCO_3^- κατά 18 mEq/L → ↑ PCO_2

κατά 12 (18 • 0.7) mmHg

Η αναμενόμενη PCO_2 είναι 52 mmHg
Ο ασθενής έχει $\text{PCO}_2=60$ mmHg



ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ ΔΙΑΡΡΟΙΕΣ

pH= 7.48

HCO₃⁻= 42 mEq/L

PCO₂= 60 mmHg

Μικτή διαταραχή

-Μεταβολική αλκάλωση

-Αναπνευστική οξέωση

5^ο περιστατικό
(συνέχεια)

Πχ «Έμετοι σε ασθενή με ΧΑΠ»

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗΣ ΑΛΚΑΛΩΣΗΣ

Υποογκαιμία

Υποκαλιαιμία

Υποχλωραιμία

**Μείωση της νεφρικής
απέκκρισης HCO_3^-**

```
graph LR; A[Υποογκαιμία] --> B[Μείωση της νεφρικής απέκκρισης HCO3-]; C[Υποκαλιαιμία] --> B; D[Υποχλωραιμία] --> B;
```

↓ pH

↑ PCO₂

Αντιρροπιστική ↑ HCO₃⁻

Αναπνευστική οξέωση

- ✓ Οξεία
- ✓ Χρόνια

▶ Αναμενόμενο εύρος αντιρρόπησης

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ
ΟΞΕΩΣΗ

ΟΞΕΙΑ: ↑ ΤΩΝ HCO_3^- ΚΑΤΑ 1 mmol/L ΓΙΑ ΚΑΘΕ ↑ ΤΗΣ PCO_2 ΚΑΤΑ 10 mmHg

ΧΡΟΝΙΑ: ↑ ΤΩΝ HCO_3^- ΚΑΤΑ 3.5 mmol/L ΓΙΑ ΚΑΘΕ ↑ ΤΗΣ PCO_2 ΚΑΤΑ 10 mmHg

ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ ΧΑΠ

pH= 7.33

$\text{HCO}_3^- = 33 \text{ mEq/L}$

$\text{PCO}_2 = 50 \text{ mmHg}$

6^ο ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ

6^ο ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ

▶ ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ ΧΑΠ

- $\text{pH} = 7.33 \rightarrow$ Οξυαιμία
- Πρωτοπαθής διαταραχή \rightarrow Αναπνευστική οξέωση διότι $\text{PCO}_2 = 50 \text{ mmHg}$
- Τα HCO_3^- θα έπρεπε να είναι περίπου 28 mEq/L ($3.5 + 24.0 \text{ mEq/L}$)



ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ ΧΑΠ

pH= 7.33

HCO₃⁻= 33 mEq/L

PCO₂= 50 mmHg

6^ο ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ

Πχ «Ασθενής με ΧΑΠ που λαμβάνει και διουρητικά της αγκύλης»

Μικτή διαταραχή

-Αναπνευστική οξέωση

-Μεταβολική αλκάλωση

Διαφορική Διάγνωση Υπερκαπνίας

Προσδιορισμός της κυψελιδο-αρτηριακής (A-α) κλίσης O₂

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

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

- Φυσιολογική κλίση O₂ → αποκλείει πνευμονική νόσο
- Αυξημένη κλίση O₂ → ενδογενής πνευμονική νόσος

↑ pH

↓ PCO₂

Αντιρροπιστική ↓ HCO₃⁻

Αναπνευστική αλκάλωση

- ✓ Οξεία
- ✓ Χρόνια

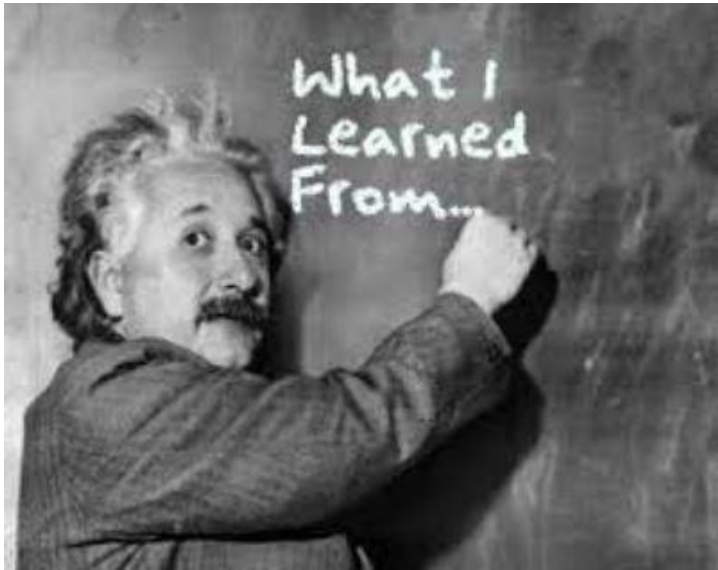
▶ Αναμενόμενο εύρος αντιρρόπησης

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ
ΑΛΚΑΛΩΣΗ

ΟΞΕΙΑ: ↓ ΤΩΝ HCO_3^- ΚΑΤΑ 2 mmol/L ΓΙΑ ΚΑΘΕ ↓ ΤΗΣ PCO_2 ΚΑΤΑ 10 mmHg

ΧΡΟΝΙΑ: ↓ ΤΩΝ HCO_3^- ΚΑΤΑ 4 mmol/L ΓΙΑ ΚΑΘΕ ↓ ΤΗΣ PCO_2 ΚΑΤΑ 10 mmHg

Συμπεράσματα



- ▶ Κοιτάω pH → οξέωση ή αλκάλωση
- ▶ Κοιτάω PCO_2 & HCO_3^- → Μεταβολική ή αναπνευστική πρωτοπαθής διαταραχή?
- ▶ Ελέγχω την αντιρρόπηση → υπάρχει μικτή διαταραχή???