

Ερμηνεία αερίων αίματος

Κ. Μαυροματίδης
Νεφρολόγος

Φυσιολογικές τιμές pH-I

Το pH είναι ένας τρόπος έκφρασης άκρως μικρών συγκεντρώσεων ενός οξέος σ' ένα διάλυμα

	pH	[H ⁺] (mEq/L)
Φυσιολογικές τιμές	7,40	40x10 ⁻⁶
Φυσιολογικά όρια	7,37-7,43	43-37x10 ⁻⁶
Όρια συμβατά με ζωή	6,8-7,8	15-159x10 ⁻⁶

PATIENT SAMPLE REPORT

Status: ACCEPTED
 Date/Time: 06/09/2013 06:30:16
 Sample Type: Arterial
 Sample No.: 26
 Patient Name: HEXMET
 Sex: U
 Instrument: GEM 3000
 Model: GEM 3000
 S/N: 22861

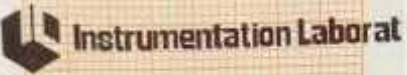
Measured (37.00)

pH	> 7.80	
pCO2	47	mmHg
pO2	89	mmHg
Na+	126	mmol/L
K+	2.4	mmol/L
Ca++	0.66	mmol/L
Glu	97	mg/dL
Lac	4.1	mmol/L
Hct	49	%

Derived Parameters

pCa++(7.4)	-----	
HCO3-	-----	
HCO3std	-----	
tCO2	-----	
BEeaf	-----	
BE(B)	-----	
S02c	-----	
THbc	15.2	g/dL
A-a002	-----	
pA02	-----	
pa02/pA02	-----	
R1	-----	

Απόπειρα αυτοκτονίας με αιθυλενογλυκόλη



PATIENT SAMPLE REPORT

Status: ACCEPTED
16/05/2016 11:06:32
Sample Type: /
Arterial
Sample No.: 40
Patient:
Sex: U
Instrument:
Model: GEM 3000
S/N: 22861

Measured (37.0C)

pH	7.33	
?pCO2	< 5	mmHg
pO2	146	mmHg
Na+	135	mmol/L
K+	8.0	mmol/L
Ca++	1.17	mmol/L
Glu	242	mg/dL
?Lac	> 15.0	mmol/L
Hct	62	%

Derived Parameters

Ca++(7.4)	0.96	mmol/L
?HCO3-	-----	
?HCO3std	-----	
?TCO2	-----	
?BEscf	-----	
?BE(B)	-----	
?S02c	-----	
THbc	19.2	g/dL
?A-aO2	-----	
?pA02	-----	
?pa02/pA02	-----	
?RI	-----	

?-Review

9.3.3 Rules for Metabolic Acid-Base Disorders

Rule 5 : The One & a Half plus 8 Rule - for a Metabolic Acidosis

The expected pCO2 (in mmHg) is calculated from the following formula:

$$\text{Expected pCO}_2 = 1.5 \times [\text{HCO}_3] + 8 \text{ (range: } \pm 2 \text{)}$$

Comments:

- Maximal compensation may take 12-24 hours to reach
- The **limit of compensation** is a pCO2 of about 10 mmHg
- Hypoxia can increase the amount of peripheral chemoreceptor stimulation

Example: A patient with a metabolic acidosis ([HCO3] 14mmol/l) has an actual pCO2 of 30mmHg. The expected pCO2 is (1.5 x 14 + 8) which is 29mmHg. This basically matches the actual value of 30 so compensation is maximal and there is no evidence of a respiratory acid-base disorder (provided that sufficient time has passed for the compensation to have reached this maximal value). If the actual pCO2 was 45mmHg and the expected was 29mmHg, then this difference (45-29) would indicate the presence of a respiratory acidosis and indicate its magnitude. See [Section 5.5](#) for more details.

'Acid-base physiology' by Kerry Brandis -from <http://www.anaesthesiaMCQ.com>

Φυσιολογικές τιμές pH-II

	Αρτηριακό	Φλεβικό
pH	7,40	7,36
HCO ₃ ⁻ (mEq/L)	20-24	20-24
PaCO ₂ (mmHg)	32-40	40-45
PaO ₂ (mmHg)	80-110	40

Ερώτηση

Τι από τα παρακάτω είναι σωστό σχετικά με την εκτίμηση των αερίων του αίματος από μη αρτηριακό αίμα;

- α) Εάν το φλεβικό αίμα δείξει ότι τα HCO_3^- δεν είναι φυσιολογικά, ο ασθενής **έχει οπωσδήποτε κάποια οξεοβασική διαταραχή;**
- β) Το φλεβικό αίμα από μία κεντρική γραμμή **δεν είναι αξιόπιστο** για την εκτίμηση της κατάστασης της οξεοβασικής ισορροπίας του ασθενούς;
- γ) Το φλεβικό αίμα δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη **διάγνωση της δηλητηρίασης από CO;**

Απάντηση

$$pH = pk + \log \frac{HCO_3^-}{0,03 \times PaCO_2}$$

Σωστό είναι το **α**

Εάν ένα από τα 3 συστατικά της εξίσωσης Henderson-Hasselbalch δεν είναι φυσιολογικό, ο ασθενής έχει οπωσδήποτε μία διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας

Φλεβικό αίμα από μία κεντρική γραμμή **είναι αξιόπιστο** για την εκτίμηση της οξεοβασικής κατάστασης του ασθενούς όταν αυτός είναι σταθερός. Οι διαφορές μεταξύ φλεβικού και του αρτηριακού pH και PaCO₂ **είναι μικρές**

Η **Hb-CO** **είναι ίδια**, τόσο στο φλεβικό, όσο και στο αρτηριακό αίμα

Γενικοί κανόνες

**Φυσιολογικά αέρια
αίματος δεν
ισοδυναμούν με
φυσιολογικό
άτομο**



Επισημάνσεις

- ✓ **-αιμία** αναφέρεται στο pH (αλκαλαιμία, οξυαιμία)
- ✓ **-ωση** αναφέρεται σε διαταραχή (αλκάλωση, οξέωση)

**Μπορεί να υπάρξει οξέωση χωρίς οξυαιμία και
αλκάλωση χωρίς αλκαλαιμία**

Πρόβλημα

Ασθενής 35 χρόνων με ιστορικό ΧΝΝ, υπό διουρητικά, μεταφέρθηκε στο νοσοκομείο με πνευμονία και τα ακόλουθα εργαστηριακά:

Na⁺ **145 mEq/L**

Cl⁻ **98 mEq/L**

K⁺ **2,9 mEq/L**

HCO₃⁻ **21 mEq/L**

pH **7,52**

PaCO₂ **30 mmHg**

PaO₂ **62 mmHg**

Ποια οξεοβασική διαταραχή είχε;

Απάντηση

$$\text{pH} = \text{pk} + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \times \text{PaCO}_2}$$

Na ⁺	145 mEq/L
Cl ⁻	98 mEq/L
K ⁺	2,9 mEq/L
HCO ₃ ⁻	21 mEq/L
pH	7,52
PaCO ₂	30 mmHg
PaO ₂	62 mmHg

Από το pH και την PaCO₂ φαίνεται ότι είχε **AA**
Είχε μέτρια υποξαιμία και από την εξέταση των αερίων του αίματος φαίνεται ότι υπήρχε υπεραερισμός (οξύς), εξαιτίας της πνευμονίας

Το ΧΑ=145-(98+21)=**26 mEq/L**, δηλαδή συνυπήρχε **ΜΟ (ΧΝΝ)**

Το Δέλτα ΧΑ=26-12=**+14 mEq/L**

Αναμενόμενα HCO₃⁻ ορού=24-14=10 mEq/L) (**ήταν όμως 21, ΜΑ διουρητικών**)

Δηλαδή ο ασθενής είχε τρεις ΟΒΔ:

1. **AA (πνευμονία)**
2. **ΜΟ (νεφρική ανεπάρκεια)**
3. **Υποκαλιαιμική ΜΑ (διουρητική αγωγή)**

Προσέγγιση όλων των οξεοβασικών προβλημάτων

- ✓ Μη βλέπετε όλους τους αριθμούς του αποτελέσματος των αερίων «με τη μία»!
- ✓ Χρησιμοποιήστε «μεθοδικό σύστημα», για να μελετήσετε λεπτομερειακά τους αριθμούς και σχεδόν ποτέ να μη κολλάτε σε κάτι
- ✓ Μη πηδάτε και προχωράτε μπροστά «βιαστικά», αν δεν κάνετε όλους τους υπολογισμούς



- ✓ **Αναγνωρίστε την πρωτοπαθής διαταραχή (ακόμη κι όταν είναι προφανής) και κτίστε πάνω σ' αυτή**
- ✓ **Όταν δείτε και εκτιμήσετε την αντιρρόπηση, συχνά αποκαλύπτεται η παρουσία και δεύτερης διαταραχής**
- ✓ **Αν υπολογίσετε τα χάσματα (ΧΑ, ΔΧ, ΩΧ, ΧΑΟ), μπορεί να αποκαλυφθεί και τρίτη διαταραχή!!**

Απλές οξεοβασικές διαταραχές

- ✓ Κάθε πρωτοπαθής ΟΒΔ πρέπει να εξετάζεται ως μία κατάσταση που προκαλείται από ειδική κλινική οντότητα ή νόσο και δεν πρέπει να θεωρείται ως μία απλή μεταβολή των παραμέτρων των αερίων του αίματος
- ✓ Οι απλές ΟΒΔ δεν οδηγούν σε φυσιολογικό pH
- ✓ Αν το pH και η P_aCO_2 δεν είναι φυσιολογικά, έχετε δικαίωμα να θεωρήσετε ότι υπάρχει τουλάχιστον μία ΟΒΔ

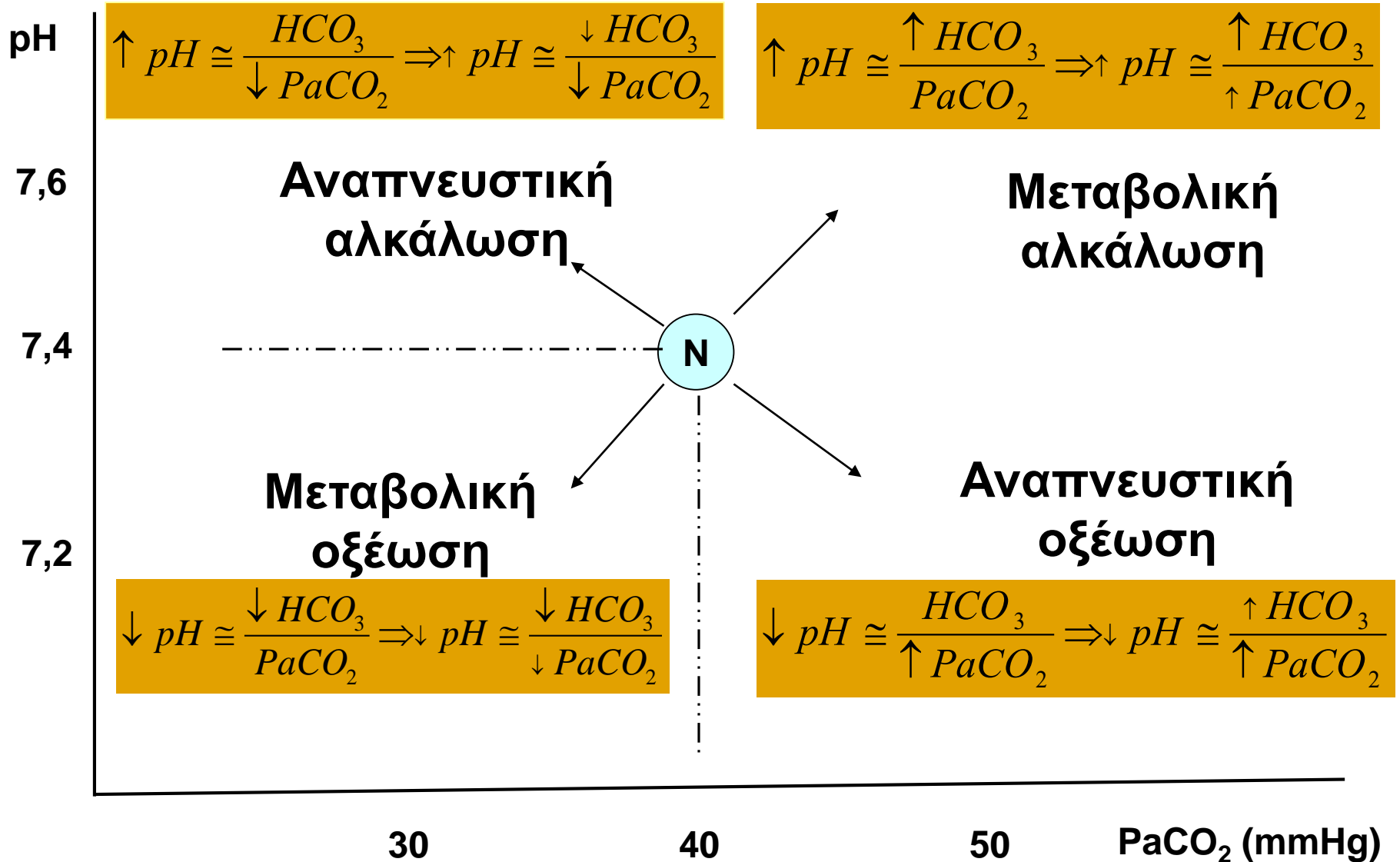
**Τα 8 βήματα
προσέγγισης για λύση
προβλημάτων
οξεοβασικών
διαταραχών**



Σημεία που πρέπει να θυμόμαστε στην εκτίμηση ΟΒΔ

- 1. Προσδιορισμός ΟΒΔ από τα αέρια αίματος**
2. Εκτίμηση ακρίβειας αποτελεσμάτων
3. Υπάρχει οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
4. Εκτίμηση αντιρρόπησης
5. Προσδιορισμός ΧΑ και ΧΑ ούρων
6. Αν υπάρχει ΜΟ με ΧΑ, προσδιορισμός ΔΧ
7. Μη ξεχνάτε το ιστορικό και την κλινική εικόνα
8. Εκτιμήστε τους ηλεκτρολύτες (κάλιο, χλώριο, φώσφορος)

Πρωτοπαθείς οξεοβασικές διαταραχές



Πρόβλημα

Ασθενής με ΧΑΠ είχε τα ακόλουθα εργαστηριακά:

pH **7,34**
PaCO₂ **55 mmHg**
HCO₃⁻ **29 mEq/L**

Ποια οξεοβασική διαταραχή είχε;

pH	[H ⁺]
7,80	16
7,70	20
7,60	26
7,50	32
7,40	40
7,30	50
7,20	63
7,10	80
7,00	100
6,90	125
6,80	160

Απάντηση

Βήμα 1: Στην εξίσωση Henderson: $H^+=24 \times PaCO_2/HCO_3^-=45$
οπότε τα αποτελέσματα φαίνεται να είναι σωστά (εκτίμηση ορθότητας αποτελεσμάτων)

Βήμα 2: Το pH=7,34, οπότε υπήρχε **οξυαιμία**

Βήμα 3: PaCO₂=55 mmHg και HCO₃⁻=29 mEq/L, οπότε επρόκειτο για **αναπνευστική οξέωση (ΑΟ)**

Βήμα 4: Τα αναμενόμενα HCO₃⁻ (αντιρρόπηση) σε χρόνια αναπνευστική οξέωση είναι ίσα με: $24 + 4 \times (\Delta PaCO_2/10) = 4 \times 15/10 = 24 + 6 = 30 \text{ mEq/L}$, όσα δηλαδή είχε (περίπου)

Συμπέρασμα: Επρόκειτο για **απλή χρόνια αναπνευστική οξέωση** με καλή αντιρρόπηση

Σημεία που πρέπει να θυμόμαστε στην εκτίμηση ΟΒΔ

1. Προσδιορισμός ΟΒΔ από τα αέρια αίματος
- 2. Εκτίμηση ακρίβειας αποτελεσμάτων**
3. Υπάρχει οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
4. Εκτίμηση αντιρρόπησης
5. Προσδιορισμός ΧΑ και ΧΑ ούρων
6. Αν υπάρχει ΜΟ με ΧΑ, προσδιορισμός ΔΧ
7. Μη ξεχνάτε το ιστορικό και την κλινική εικόνα
8. Εκτιμήστε τους ηλεκτρολύτες (κάλιο, χλώριο, φώσφορος)

Σημασία εκτίμησης ακρίβειας αποτελεσμάτων

Παράδειγμα: Έστω ασθενής με τα παρακάτω εργαστηριακά:

pH **7,50**
PaCO₂ **25 mmHg**
HCO₃⁻ **19 mEq/L**

Απάντηση: Στην ισότητα Henderson: $H^+ = 24 \times \text{PaCO}_2 / \text{HCO}_3^- = 24 \times 25 / 19 = 31,57 \text{ nEq/L}$

Παράδειγμα: Έστω άλλος ασθενής με τα ακόλουθα εργαστηριακά:

pH **7,50**
PaCO₂ **25 mmHg**
HCO₃⁻ **15 mEq/L**

Απάντηση: Στην ισότητα Henderson: $H^+ = 24 \times \text{PaCO}_2 / \text{HCO}_3^- = 24 \times 25 / 15 = 40 \text{ nEq/L}$

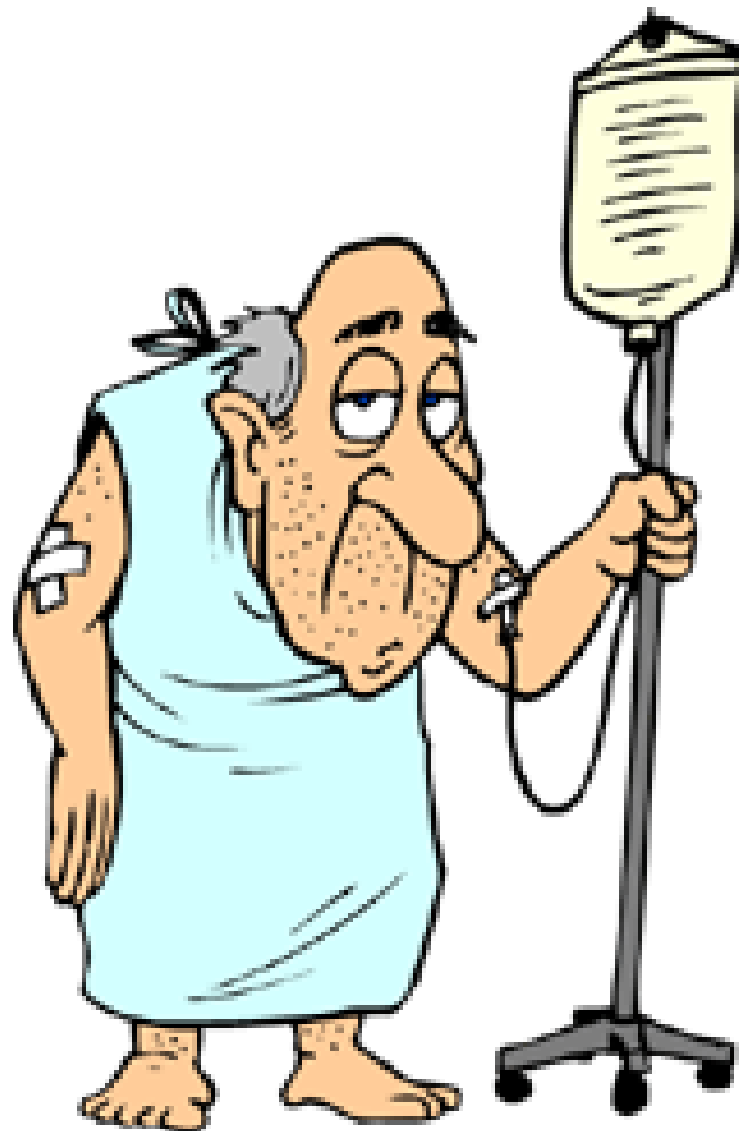
pH	[H ⁺]
7,80	16
7,70	20
7,60	26
7,50	32
7,40	40
7,30	50
7,20	63
7,10	80
7,00	100
6,90	125
6,80	160

$$H^+ = 24 \times \frac{\text{PaCO}_2}{\text{HCO}_3^-}$$

Σημεία που πρέπει να θυμόμαστε στην εκτίμηση ΟΒΔ

1. Προσδιορισμός ΟΒΔ από τα αέρια αίματος
2. Εκτίμηση ακρίβειας αποτελεσμάτων
- 3. Υπάρχει οξυαιμία ή αλκαλαιμία;**
4. Εκτίμηση αντιρρόπησης
5. Προσδιορισμός ΧΑ και ΧΑ ούρων
6. Αν υπάρχει ΜΟ με ΧΑ, προσδιορισμός ΔΧ
7. Μη ξεχνάτε το ιστορικό και την κλινική εικόνα
8. Εκτιμήστε τους ηλεκτρολύτες (κάλιο, χλώριο, φώσφορος)

Οξυαιμία / αλκαλαιμία



Βήμα 3: Υπάρχει οξυαιμία ή αλκαλαιμία;

- ✓ Δείτε αν υπάρχει $\text{pH} < 7,35$ (οξυαιμία) ή $\text{pH} > 7,45$ (αλκαλαιμία)

Αυτό συνήθως δείχνει και την πρωτοπαθή ΟΒΔ

Όταν η μεταβολή του pH εξηγείται, τόσο από την PaCO_2 όσο και από τα HCO_3^- , η πρωτοπαθής διαταραχή διαπιστώνεται από την μεγαλύτερη επί τοις % μεταβολή

Πρόβλημα

Ασθενής είχε:

pH **7,25**

HCO₃⁻ **16 mEq/L**

PaCO₂ **60 mmHg**

Ποια οξεοβασική διαταραχή είχε;

Απάντηση

pH	7,25
HCO ₃ ⁻	16 mEq/L
PaCO ₂	60 mmHg

- Βήμα 1:** Από το pH φαίνεται να είχε **οξυαιμία** και άρα θα έπρεπε να είχε κάποια **οξέωση**
- Βήμα 2:** Τόσο τα χαμηλά HCO₃⁻, όσο και η υψηλή PaCO₂ δικαιολογούν ένα χαμηλό pH
- Βήμα 3:** Πρέπει να εξεταστεί η % μεταβολή, τόσο των HCO₃⁻, όσο και της PaCO₂ (αυτή των HCO₃⁻ ήταν ίση με **33%** και της PaCO₂ ήταν **50%**). Άρα η πρωτοπαθής διαταραχή ήταν η **AO**
- Βήμα 4:** Η αναμενόμενη αύξηση των HCO₃⁻ δεν υπήρξε (υπήρξε μείωση) και άρα συνυπήρχε και **MO**
- Τελική διάγνωση:**
1. Αναπνευστική οξέωση
 2. Μεταβολική οξέωση

Σημεία που πρέπει να θυμόμαστε στην εκτίμηση ΟΒΔ

1. Προσδιορισμός ΟΒΔ από τα αέρια αίματος
2. Εκτίμηση ακρίβειας αποτελεσμάτων
3. Υπάρχει οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
- 4. Εκτίμηση αντιρρόπησης**
5. Προσδιορισμός ΧΑ και ΧΑ ούρων
6. Αν υπάρχει ΜΟ με ΧΑ, προσδιορισμός ΔΧ
7. Μη ξεχνάτε το ιστορικό και την κλινική εικόνα
8. Εκτιμήστε τους ηλεκτρολύτες (κάλιο, χλώριο, φώσφορος)

Βήμα 4: Η αντιρρόπηση είναι η αναμενόμενη για την πρωτοπαθή διαταραχή;

Οι ομοιοστατικοί μηχανισμοί του οργανισμού προσπαθούν να διατηρήσουν το λόγο $\text{HCO}_3^-/\text{PaCO}_2$ στα φυσιολογικά πλαίσια με στόχο την φυσιολογοποίηση του pH

$$\text{pH}=6,1 + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \times \text{PaCO}_2}$$

$$\log 24/1,2 = \log 20 = 1,3$$

- ✓ Όταν εξαιτίας κάποιου προβλήματος μεταβάλλεται το pH, **το όργανο που δεν πάσχει προσπαθεί να αντιρροπήσει**. Λ.χ. όταν οι πνεύμονες αδυνατούν να αποβάλλουν το CO₂ (**AO**), οι νεφροί επίσης δεν θα αποβάλλουν HCO₃⁻ (νεφρική αντιρρόπηση)
- ✓ Και αντίστροφα, όταν οι νεφροί αδυνατούν να αποβάλλουν οξέα, **που σημαίνει μείωση των HCO₃⁻ (MO)**, οι πνεύμονες αποβάλλουν περισσότερο CO₂ (αναπνευστική αντιρρόπηση)

$$\text{pH} = \text{pk} + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \times \text{PaCO}_2}$$

Αναμενόμενη αντιρρόπηση σε απλές ΟΒΔ

Μεταβολική οξέωση	Μείωση της PaCO_2 κατά 1,2 mmHg, για κάθε πτώση των HCO_3^- κατά 1 mEq/L
Μεταβολική αλκάλωση	Αύξηση της PaCO_2 κατά 0,7 mmHg για αύξηση των HCO_3^- κατά 1 mEq/L
Αναπνευστική οξέωση Οξεία	Αύξηση των HCO_3^- κατά 1 mEq/L για κάθε αύξηση της PaCO_2 κατά 10 mmHg (πάνω από τα 40)
Χρόνια	Αύξηση των HCO_3^- κατά 4 mEq/L για κάθε αύξηση της PaCO_2 κατά 10 mmHg
Αναπνευστική αλκάλωση Οξεία	Μείωση των HCO_3^- κατά 2 mEq/L για κάθε μείωση της PaCO_2 κατά 10 mmHg (κάτω από τα 40)
Χρόνια	Μείωση των HCO_3^- κατά 5 mEq/L για κάθε μείωση της PaCO_2 κατά 10 mmHg

Αντιρρόπηση

Πρέπει να γνωρίζουμε τα επίπεδα της αναμενόμενης αντιρρόπησης

- ✓ Όταν αυτή δεν βρίσκεται μέσα στα αναμενόμενα όρια, **ΣΥΝ-υπάρχει** και μία άλλη διαταραχή (ή δεν δόθηκε ο χρόνος για να ολοκληρωθεί)
- ✓ **ΥΠΕΡ-αντιρρόπηση δεν υπάρχει** και όταν διαπιστώνεται πρέπει να υποψιάζεστε τη συνύπαρξη και άλλης ΟΒΔ

Πρόβλημα

Ασθενής με υπόταση που ήταν σε μηχανική υποστήριξη της αναπνοής είχε τα ακόλουθα εργαστηριακά:

pH	7,25
PaCO₂	25 mmHg
HCO₃⁻	11 mEq/L
Na⁺	136 mEq/L
K⁺	5,5 mEq/L
Cl⁻	104 mEq/L

Ποια οξεοβασική διαταραχή είχε;

Απάντηση

$$\text{pH} = \text{pk} + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \times \text{PaCO}_2}$$

pH	7,25
PaCO ₂	25 mmHg
HCO ₃ ⁻	11 mEq/L
Na ⁺	136 mEq/L
K ⁺	5,5 mEq/L
Cl ⁻	104 mEq/L

Βήμα 1: Από το pH φαίνεται ότι επρόκειτο για **οξυαιμία**

Βήμα 2: Αυτή εξηγείται μόνο από τη μείωση των HCO₃⁻,

δηλαδή επρόκειτο για **ΜΟ**

Βήμα 3: Αναμενόμενη PaCO₂ = 40 - 1,2 × (24 - 11) = 40 - 1,2 × 13 = 40 - 15,6 = **24,4** mmHg (όση περίπου είχε)

Βήμα 4: ΧΑ = 136 - (104 + 11) = 136 - 115 = **21 mEq/L**, δηλαδή επρόκειτο για **ΜΟ με ΧΑ**

Συμπέρασμα: Είχε **ΜΟ με αυξημένο ΧΑ**, προφανώς εξαιτίας της γαλακτικής οξέωσης (υπόταση)

Πρόβλημα

Άνδρας με αλκοολική κίρρωση και ασκίτη είχε:

pH	7,45
PaCO₂	22 mmHg
HCO₃⁻	15 mEq/L
Na⁺	140 mEq/L
K⁺	4,5 mEq/L
Cl⁻	110 mEq/L

Ποιες οξεοβασικές διαταραχές είχε;

Απάντηση

$$\text{pH} = \text{pk} + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \times \text{PaCO}_2}$$

pH	7,45
PaCO ₂	22 mmHg
HCO ₃ ⁻	15 mEq/L
Na ⁺	140 mEq/L
K ⁺	4,5 mEq/L
Cl ⁻	110 mEq/L

Βήμα 1: Είχε αλκαλαιμία (pH=7,45)

Βήμα 2: Αυτή θα μπορούσε να εξηγηθεί μόνο από την

PaCO₂=22 mmHg (AA)

Βήμα 3: Αναμενόμενα HCO₃⁻ (αντιρρόπηση) = 24 - 18/10 x 5 = 24 -

9 = 15 mEq/L (δηλαδή όσα είχε)

Συμπέρασμα: Επρόκειτο για **απλή AA** λόγω της κίρρωσης

του ήπατος

Πρόβλημα

Διαβητικός σωματικού βάρους 125 kg είχε τα παρακάτω εργαστηριακά:

pH	7,34
PaCO ₂	56 mmHg
HCO ₃ ⁻	29 mEq/L
Na ⁺	140 mEq/L
K ⁺	4,5 mEq/L
Cl ⁻	98 mEq/L

Ποιες οξεοβασικές διαταραχές είχε;

$$pH = pk + \log \frac{HCO_3^-}{0,03 \times PaCO_2}$$

pH	7,34
PaCO ₂	56 mmHg
HCO ₃ ⁻	29 mEq/L
Na ⁺	140 mEq/L
K ⁺	4,5 mEq/L
Cl ⁻	98 mEq/L

Απάντηση

Βήμα 1: Από το pH (pH=7,34) φαίνεται ότι επρόκειτο για **οξυαιμία**

Βήμα 2: Αυτή θα μπορούσε να εξηγηθεί μόνο από την μεταβολή της PaCO₂ (**56 mmHg**) (**AO**)

Βήμα 3: Αντιρρόπηση (αναμενόμενα HCO₃⁻)=24+4x(56-40)/10=24+4x16/10=**30,4 mmHg**, όσα περίπου είχε

Συμπέρασμα: **AO** εξαιτίας της παχυσαρκίας

Πρόβλημα

Ασθενής είχε εγκαταστήσει οξέως τα εξής εργαστηριακά:

pH	7,27
PaCO₂	53 mmHg
PaO₂	50 mmHg
SaO₂	79%
HCO₃⁻	25 mEq/L

Ποια οξεοβασική διαταραχή είχε;

Απάντηση

$$pH = pk + \log \frac{HCO_3^-}{0,03 \times PaCO_2}$$

pH	7,27
PaCO ₂	53 mmHg
PaO ₂	50 mmHg
SaO ₂	79%
HCO ₃ ⁻	25 mEq/L

Βήμα 1: Από το pH φαίνεται ότι είχε **οξυαιμία**

Βήμα 2: Αυτή εξηγείται μόνο από την αυξημένη PaCO₂
(ΑΟ)

Βήμα 3: Αντιρρόπηση: Τα HCO₃⁻ ήταν περίπου όσα αναμένονταν (αύξηση κατά 1 mEq/L για κάθε αύξηση της PaCO₂ κατά 10 mmHg)

Βήμα 4: Ο SaO₂ (κορεσμός) ήταν χαμηλός (**79%**) και η PaO₂ μειωμένη (**50 mmHg**). Δηλαδή υπήρχε **υποξαιμία**

Διάγνωση: Αντιρροπούμενη ΑΟ με υποξαιμία (οξεία αναπνευστική διαταραχή)

Τελικά η γνώση των φυσιολογικών και αναμενόμενων αντιρροπήσεων:

- 1. Βοηθά να κατανοήσουμε την ύπαρξη και δεύτερης ή και τρίτης διαταραχής**
- 2. Αποκαλύπτει την επάρκεια ή ανεπάρκεια του οργάνου που ευθύνεται για την αντιρρόπηση**

Πρόβλημα

$$pH = pk + \log \frac{HCO_3^-}{0,03 \times PaCO_2}$$

Ασθενής με:

pH	7,15
HCO ₃ ⁻	8 mEq/L
PaCO ₂	21 mmHg

Ποια οξεοβασική διαταραχή είχε;

Απάντηση

1. Είχε οξυαιμία (pH=7,15)
2. Είδος οξέωσης (εξηγείται μόνο από τη μεταβολή των HCO₃⁻)
3. Αναμενόμενη PaCO₂ (↓PaCO₂ κατά 1,2 mmHg για κάθε μείωση των HCO₃⁻ κατά 1 mEq/L):
PaCO₂=40-[24-8]x1,2=40-16x1,2=40-19,2=20,8 mmHg

Συμπέρασμα: **Απλή μεταβολική οξέωση**

Υπενθύμιση

- ✓ Η αντιρρόπηση **δεν επαναφέρει ποτέ το pH** στα φυσιολογικά επίπεδα, γι' αυτό αν το pH βρίσκεται στην όξινη πλευρά, υποδηλώνει ότι η πρωτοπαθής διαταραχή είναι προς την ίδια κατεύθυνση
- ✓ Η **έλλειψη της αναμενόμενης αντιρρόπησης** υποδηλώνει ότι υπάρχει και δεύτερη πρωτοπαθής διαταραχή, όμως....

✓ Πρέπει να γνωρίζουμε πότε ακριβώς άρχισε η ΟΒΔ

Αν δεν το γνωρίζουμε δε μπορούμε λ.χ. σε **αναπνευστικές διαταραχές** να αποφανθούμε αν η αντιρρόπηση είναι η αναμενόμενη κι αν συνυπάρχει και άλλη διαταραχή

✓ Πρέπει να γνωρίζουμε πότε αναμένεται η ολοκλήρωση της αντιρρόπησης

Βοηθά να κατανοήσουμε αν η διαταραχή είναι απλή ή μικτή

✓ Πρέπει να γνωρίζουμε ποια είναι τα όρια μέσα στα οποία κυμαίνεται (αναμενόμενη μέγιστη αντιρρόπηση);

Αν είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη, τίθεται υποψία και δεύτερης διαταραχής. Λ.χ. $\text{PaCO}_2 > 15 \text{ mmHg}$ σε ΜΟ σημαίνει αδυναμία των πνευμόνων να μειώσουν την PaCO_2

Όμως....

Μην προσπαθείτε να υπολογίσετε την
αναμενόμενη PaCO_2 για μία πρωτοπαθή ΜΟ, αν
συνυπάρχει ταυτόχρονα και μία αναπνευστική
διαταραχή ή αν $\text{HCO}_3^- > 24 \text{ mEq/L}$

$$\text{pH} = 6,1 + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \times \text{PaCO}_2}$$

Και.....

....επί υπάρξεως μεταβολικής αλκάλωσης **όταν
συνυπάρχει και υποξαιμία δεν διαπιστώνεται η
αναμενόμενη αύξηση της PaCO₂**

$$\text{pH}=6,1 + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \times \text{PaCO}_2}$$

Γιατί η αναπνευστική αντιρρόπηση δεν αποκαθιστά πλήρως το pH σε ΜΟ;

$$pH=6,1 + \log \frac{HCO_3^-}{0,03 \times PaCO_2}$$

1. Η προοδευτική μείωση της $PaCO_2$ οδηγεί σε **αύξηση του pH του ΕΝΥ** (μείωση έντασης διεγέρτη)
2. Η **εργώδης αναπνοή οδηγεί σε κόπωση** των αναπνευστικών μυών (παύση έντονης αναπνευστικής λειτουργίας)
3. Η μείωση του CO_2 οδηγεί σε μείωση της **νεφρικής επαναρρόφησης των HCO_3^-**

Πρόβλημα

Γυναίκα 42 χρόνων παρουσιάστηκε στο ΤΕΠ λέγοντας ότι είχε από 24ώρου **συνεχείς εμέτους**. Ήταν **αφυδατωμένη** και **υποτασική**. Τα αέρια αίματος έδειξαν τα εξής:

pH	7,49
PaO₂	106 mmHg
PaCO₂	46 mmHg
HCO₃⁻	34 mEq/L

Ποια οξεοβασική διαταραχή είχε;

Απάντηση

$$pH = pK + \log \frac{HCO_3^-}{0,03 \times PaCO_2}$$

pH	7,49
PaO ₂	106 mmHg
PaCO ₂	46 mmHg
HCO ₃ ⁻	34 mEq/L

Από το pH φαίνεται ότι υπήρχε **αλκαλαιμία** και από τα HCO₃⁻ ότι ήταν **MA** (έμετοι)

Η αναμενόμενη PaCO₂ = 40 + (34 - 24) × 0,7 = 40 + 7 = **47 mmHg**, όπως και ήταν
Δηλαδή για τη μεταβολική διαταραχή που εγκαταστάθηκε μέσα σ' ένα 24ωρο, επιτεύχθηκε πλήρης αντιρρόπηση

Συμπέρασμα: Είχε MA με καλή αντιρρόπηση

$$pH = 6,1 + \log 34 / 0,03 \times 47 = 6,1 + 1,63 = 7,73$$

Τι θα συνέβαινε αν υποαερίζονταν; Θα είχε αυξημένη PaCO₂ λ.χ. 56 mmHg, οπότε:

$$pH = 6,1 + \log 34 / 0,03 \times 56 = 6,1 + \log 34 / 1,68 = 6,1 + \log 20,23 = 6,1 + 1,3 = 7,4$$

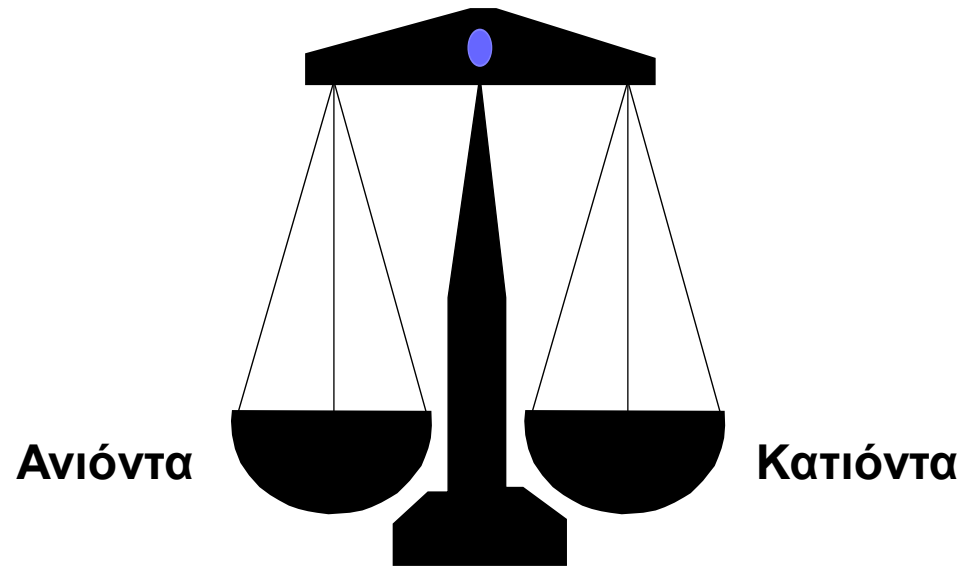
Αν και το pH ήταν φυσιολογικό, θέτει σκέψεις μικτής διαταραχής

Σημεία που πρέπει να θυμόμαστε στην εκτίμηση ΟΒΔ

1. Προσδιορισμός ΟΒΔ από τα αέρια αίματος
2. Εκτίμηση ακρίβειας αποτελεσμάτων
3. Υπάρχει οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
4. Εκτίμηση αντιρρόπησης
- 5. Προσδιορισμός ΧΑ και ΧΑ ούρων**
6. Αν υπάρχει ΜΟ με ΧΑ, προσδιορισμός ΔΧ
7. Μη ξεχνάτε το ιστορικό και την κλινική εικόνα
8. Εκτιμήστε τους ηλεκτρολύτες (κάλιο, χλώριο, φώσφορος)

Βήμα 5: Υπολογίστε το χάσμα ανιόντων

Αρχή ηλεκτρικής ουδετερότητας



Ορισμός

ΧΑ= Μετρούμενα κατιόντα-Μετρούμενα ανιόντα

Χάσμα ανιόντων



$$(\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}) - (\text{HCO}_3^- + \text{Cl}^-) = 25 \text{ mEq/L}$$

$$\text{Na}^+ - (\text{HCO}_3^- + \text{Cl}^-) = 10-12 \text{ mEq/L}$$

Μη μετρούμενα ανιόντα και μη υπολογιζόμενα	mEq/L	Μη μετρούμενα κατιόντα και μη υπολογιζόμενα	mEq/L
Λευκώματα (λευκωματίνη)	15	Ασβέστιο	5
Οργανικά οξέα	5	Μαγνήσιο	2
Φωσφορικές ρίζες	2		-
Θειικές ρίζες	1		-
		Κάλιο	4
Σύνολο	23		11

Χάσμα ανιόντων-I

Συμβάλλει στη διάγνωση ύπαρξης ή μη μεταβολικών διαταραχών (οξέωση ή αλκάλωση)

Ο διαχωρισμός των οξεώσεων με βάση το χάσμα ανιόντων είναι ο καλύτερος κλινικός τρόπος ταξινόμησής τους

Χάσμα ανιόντων-II

1. Μεταβολική οξέωση

-Φυσιολογικό ΧΑ

-Αυξημένο ΧΑ



16-20 μη διαγνωστικό
>20 πιθανή ΜΟ με ΧΑ
>29 βέβαιη ΜΟ με ΧΑ

2. Μεταβολική αλκάλωση

-Αυξημένο ΧΑ (\uparrow ανιονικού φορτίου λευκωμάτων)

Η αύξηση του ΧΑ συνοδεύεται από ίση μείωση των HCO_3^-

Μνημοτεχνικοί κανόνες ΜΟ με αυξημένο ΧΑ

MUDPILES

Methemoglobinemia

Το **χάσμα των ανιόντων** χρησιμεύει στον προσδιορισμό της αιτίας της μεταβολικής οξέωσης

Lactate

(MUDPILES, KUSMAUL, MUDPILERS, AT MUDPILES)

Χάσμα ανιόντων και λευκωματίνη

Όταν υπολογίζετε το ΧΑ, πρέπει να εκτιμάτε παράλληλα και τα επίπεδα της λευκωματίνης του

TAKE FIVE

Για κάθε 1 g/dl μείωσης της λευκωματίνης του ορού κάτω από τα 4,5 g/dl, διαπιστώνεται μείωση στο ΧΑ κατά 2,5 mEq/L

McAuliffe et al, 1986

Figge et al, 1998

Hatherill et al, 2002

Πρόβλημα

Άνδρας 38 ετών με νεφρωσικό σύνδρομο λόγω μεμβρανώδους ΣΝ ήρθε στο νοσοκομείο με επεισόδιο διάρροιας που συνοδεύονταν από υπόταση. Εργαστηριακά διαπιστώθηκαν τα παρακάτω:

Na ⁺	145 mEq/L
K ⁺	3,5 mEq/L
Ουρία	30 mg/dl
Cl ⁻	114 mEq/L
Γλυκόζη	100 mg/dl
Κρεατινίνη	1,8 mg/dl
Λευκωματίνη	1,5 g/L
Χάσμα ανιόντων	9 mEq/L
pH	7,32
PaCO ₂	22 mmHg
PaO ₂	81 mmHg
HCO ₃ ⁻	12 mEq/L

Ποιο ήταν το σωστό ΧΑ;

- A 5
- B 9,5
- Γ 16,5
- Δ Κανένα από τα παραπάνω

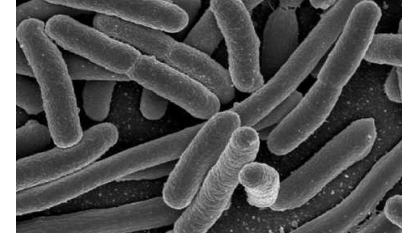
Απάντηση

- ✓ Σημείωση: Το ΧΑ μειώνεται κατά 2,5 mEq/L για κάθε 1 g/dl (10 g/L) μείωσης της λευκωματίνης του πλάσματος, οπότε:

$$4,5 - 1,5 = 3 \times 2,5 = 7,5$$

- ✓ Σωστή απάντηση η $\Gamma = 9 + 7,5 = 16,5$

Πρόβλημα



Κορίτσι 16 χρόνων χωρίς προηγούμενο ιστορικό, πήγε στο ΤΕΠ με ιστορικό από 4ημέρου **ναυτίας, εμέτων, πυρετού, διάρροιας, κραμπών στα κάτω άκρα, κοιλιακό πόνο και κεφαλόπονο**. Τελείωνε η έμμηνος ρύση της και όταν ήρθε στο ΤΕΠ είχε **ταμπόν στον κόλπο** (είπε ότι το έβαλε την προηγούμενη ημέρα). Τα ζωτικά της σημεία είχαν ως εξής: **Σφύξεις=165/min, αναπνοές=28/min, ΑΠ=65/30 mmHg**

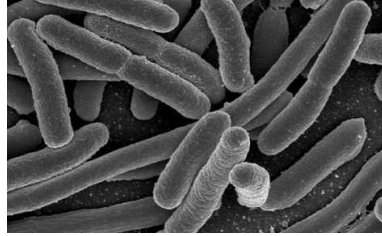
Πιθανή διάγνωση: **Τοξικό (σηπτικό) shock**

Εργαστηριακά είχε τα εξής:

pH	7,24
PaO₂	138 mmHg
PaCO₂	19 mmHg
HCO₃⁻	8 mEq/L

Ποια διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας είχε;

Απάντηση



pH	7,24
PaO ₂	138 mmHg
PaCO ₂	19 mmHg
HCO ₃ ⁻	8 mEq/L

Βήμα 1: Είχε οξυαιμία

Βήμα 2: Αυτή εξηγείται μόνο από τη μείωση των HCO₃⁻

Βήμα 3: Αναμενόμενη PaCO₂=40-1,2x(ΔHCO₃⁻)=40-1,2x(24-8)=40-19,2=**20,8 mmHg** (δηλαδή όση περίπου είχε)

Τα υπόλοιπα εργαστηριακά της είχαν ως εξής:

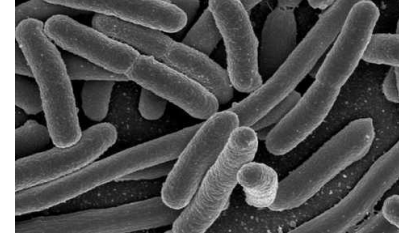
Na ⁺	133 mEq/L
K ⁺	4,2 mEq/L
Cl ⁻	109 mEq/L
Γαλακτικά	6,9 mg/dl

ΧΑ	12 mEq/L
Ουρία	49 mg/dl
Κρεατινίνη	3,96 mg/dl
Λευκωματίνη	2 g/dl

Τι είχε;

Απάντηση

pH	7,24
PaO ₂	138 mmHg
PaCO ₂	19 mmHg
HCO ₃ ⁻	8 mEq/L



Το χαμηλό ΧΑ ήταν παραπλανητικό, αφού σ' αυτό θα έπρεπε να προστεθεί και η διαφορά που προκύπτει από την **υπολευκωματιναιμία** ($2,5 \times 2,5 = 6,25$):

$$\text{ΧΑ} = 12 + 6,25 = 18,25 \text{ mEq/L}$$

Άρα υπήρχε **γαλακτική οξέωση** από το shock, δηλαδή υπήρχε **ΜΟ με αυξημένο χάσμα ανιόντων**

Μία ώρα μετά είχε τα εξής εργαστηριακά:

pH	7,06
PaO ₂	63 mmHg
PaCO ₂	47 mmHg
HCO ₃ ⁻	10,2 mEq/L

Τι είχε;

Απάντηση

pH	7,06
PaO ₂	63 mmHg
PaCO ₂	47 mmHg
HCO ₃ ⁻	10,2 mEq/L

Βήμα 1: Από το pH φαίνεται ότι επρόκειτο για **οξυαιμία**

Βήμα 2: Αυτή εξηγείται βασικά από τα χαμηλά HCO₃⁻ (μεγαλύτερη % μεταβολή έναντι της PaCO₂)

Βήμα 3: Αναμενόμενη PaCO₂=40-1,2x(Δ HCO₃⁻)=40-1,2x(24-10,2)=40-1,2x13,8=40-16,56=**23,04** (και είχε **47 mmHg**, που σημαίνει ότι συνυπήρχε και **AO** (αναπνευστική ανεπάρκεια))

Συμπέρασμα: **MO** και **AO** (ARDS)



Μεταβολική οξέωση

1. Αυξημένο χάσμα ανιόντων

K-Κετοξέωση

U-Νεφρική ανεπάρκεια

S-Σαλικυλικά

Δηλητηριάσεις (**M**-μεθανόλη, **A**-αιθυλαινογλυκόλη)

L-Γαλακτική οξέωση

I-Iron ή **I**-INH

2. Φυσιολογικό χάσμα ανιόντων

Γαστρεντερικές απώλειες HCO_3^-

Νεφρικές απώλειες HCO_3^-

Νεφρικές δυσλειτουργίες (ΧΝΑ, ΝΣΟ)

Εξωγενής λήψη (NH_4Cl , αμινοξέα)

U—Ureteroenterostomy

S—Small bowel fistula

E—Extra chloride

D—Diarrhea

C—Carbonic anhydrase inhibitors

A—Adrenal insufficiency

R—Renal tubular acidosis

- ✓ Αν υπάρχει ΜΟ και το ΧΑ είναι φυσιολογικό, **ελέγξτε το Cl^-** (θα πρέπει να είναι αυξημένο). Αυτό είναι η υπερχλωραιμική ΜΟ

Η συχνότερη αιτία είναι η διάρροια

✓ Η αιτία των ΜΟ οφείλονται **κυρίως** σε απώλεια HCO_3^- (από τον γαστρεντερικό σωλήνα), σε μη αποβολή οξέων από τους νεφρούς και νεφρική απώλεια HCO_3^-

Πρόβλημα

Ασθενής ηλικίας 20 χρόνων, με **τμηματική εντερίτιδα**, είχε **άφθονες διαρροϊκές κενώσεις** διάρκειας 6 ημερών πριν την είσοδό του στο νοσοκομείο. Κατά την εισαγωγή του παραπονιόταν για **ζάλη, η οποία επιδεινώνονταν στην όρθια θέση**. Είχε ΑΠ=100/50 mmHg, σφύξεις=110/min, δεν είχε πυρετό, το δέρμα του είχε μειωμένη σπαργή, ενώ τα δάκτυλα των χεριών και ποδιών του ήταν **κυανωτικά**.

Τα εργαστηριακά του έδειξαν τα εξής:

Na⁺ 137 mEq/L

K⁺ 3,7 mEq/L

Cl⁻ 112 mEq/L

pH 7,14

HCO₃⁻ 5 mEq/L

PaCO₂ 15 mmHg

$$pH = pk + \log \frac{HCO_3^-}{0,03 \times PaCO_2}$$

Ποιες οξεοβασικές διαταραχές είχε;

Απάντηση

Cl ⁻	112 mEq/L
pH	7,14
HCO ₃ ⁻	5 mEq/L
PaCO ₂	15 mmHg

1. Είχε **υπερχλωραιμική ΜΟ**
2. Είχε $ΧΑ=137-(112+5)=137-117=20 \text{ mEq/L}$ άρα **συνυπήρχε και ΜΟ με ΧΑ**

Αυτό επιβεβαιώνεται από το ότι η αύξηση του ΧΑ (**8 mEq/L**) δεν συνέπιπτε με τη μείωση των HCO₃⁻, οπότε επρόκειτο για **μικτή ΜΟ** (με και χωρίς ΧΑ)

Το ίδιο φαίνεται και από το **ιστορικό:**

- ✓ Διάρροιες (**ΜΟ χωρίς ΧΑ**)
- ✓ Υπόταση, shock (**ΜΟ με ΧΑ**)

3. Η αναπνευστική αντιρρόπηση ήταν η αναμενόμενη;

Ναι διότι PaCO₂ ήταν ίση με τα δεκαδικά του pH=7,14

Ωσμωτικό χάσμα

Ωσμωτικό χάσμα ορού

Οι οξεώσεις με ΧΑ διαχωρίζονται σε δύο ομάδες,
ανάλογα με το αν συνοδεύονται ή όχι αυξημένο

ΩΧ

Ωσμωτικό χάσμα ορού

$\Omega\chi =$

Ωσμώμετρο

Τύπος

Ωσμωτικότητα ορού = $1,86\chi(\text{Na}^+) + \text{Γλυκόζη}/18 + \text{Ουρία}/6$

Προσδιοριζόμενη ΩΠ # Υπολογιζόμενη ΩΠ

**Αυξημένο ΩΧ με ΜΟ
αυξημένου ΧΑ**

Δηλητηρίαση από:

-Μεθανόλη

-Αιθυλενογλυκόλη

Διαβητική κετοξέωση

ΧΝΑ (GFR<10 ml/min)

Αυξημένο ΩΧ χωρίς ΜΟ

Λήψη ισοπροπανόλης

Λήψη αιθανόλης

Χρήση μαννιτόλης, γλυκίνης

Σοβαρή υπερλευκωματαιμία

Σοβαρή υπερλιπιδαιμία

$$\text{Ωσμοτικότητα ορού} = 1,86 \times (\text{Na}^+) + \text{Γλυκόζη}/18 + \text{Ουρία}/6$$

Ωσμωτικό χάσμα ορού (χρησιμότητα)

Αίτια	Υπεύθυνα οξέα	Τοξικότητα
Αιθυλενογλυκόλη	(Γλυκολικό, οξαλικό)	Καρδιά Αναπνευστικό Νεφροί
Μεθανόλη	(Φορμικό, φορμαλδεΰδη)	Μάτια

**Βοηθά στη διάγνωση ΜΟ εξαιτίας αιθυλενογλυκόλης και
μεθανόλης**

Πρόβλημα

Αλκοολικός 50 χρόνων ήρθε στο ΤΕΠ με ταχύπνοια, ταχυκαρδία και αρτηριακή πίεση = 90/60 mmHg

Τα εργαστηριακά του είχαν ως εξής:

Na ⁺	142 mEq/L
K ⁺	3,6 mEq/L
Cl ⁻	100 mEq/L
Γλυκόζη	180 mg/dl
Ουρία	60 mg/dl

Τα αέρια αίματος είχαν ως εξής:

pH	7,28
PaCO ₂	26 mmHg
HCO ₃ ⁻	12 mEq/L
ΩΠ (μετρ)	360 mOsm/kg H ₂ O

Η εξέταση των ούρων έδειξε κρυστάλλους οξαλικού ασβεστίου

Τι είχε;

Απάντηση

pH	7,28
PaCO ₂	26 mmHg
HCO ₃ ⁻	12 mEq/L
ΩΠ (μετρ)	360 mOsm/kg H ₂ O

Είχε **οξυαιμία** που εξηγείται μόνο από τη μείωση των HCO₃⁻ (**ΜΟ**)

Αναμενόμενη PaCO₂=40-12x1,2=40-14,4=**25,6** (όση είχε)

Χάσμα ανιόντων=142-(100+12)=**142-112=30 mEq/L (ΜΟ με ΧΑ)**

Που θα μπορούσε να αποδοθεί:

Υπολογιζόμενη ωσμωτική πίεση ήταν ίση με: 2 x Na⁺ +
γλυκόζη/18 + ουρία/6 = 2 x 142 + 180/18 + 60/6 = **304 mOsm/kg H₂O**

Ωσμωτικό χάσμα: 360 - 304 = 56 mOsm/L (**αυξημένο**)

Ο συνδυασμός μεταβολικής οξέωσης με ΧΑ μαζί με υψηλό ΩΧ θέτει τη διάγνωση της δηλητηρίασης από **αιθυλενογλυκόλη ή μεθανόλη**. Ωστόσο οι **κρύσταλλοι οξαλικού ασβεστίου** στα ούρα θέτουν τη διάγνωση της δηλητηρίασης από αιθυλενογλυκόλη

Χάσμα ανιόντων ούρων

Χάσμα ανιόντων ούρων

$\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{NH}_4^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} = \text{Cl}^- + \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{PO}_4^{3-} + \text{οργανικά ανιόντα ή}$

$\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Μη μετρούμενα κατιόντα} = \text{Cl}^- + \text{Μη μετρούμενα ανιόντα}$

Αρχή ηλεκτρικής ουδετερότητας

Χάσμα ανιόντων ούρων

- ✓ Το όργανο που ευθύνεται για τη μείωση των HCO_3^- (έντερο ή νεφροί) προκύπτει από τον υπολογισμό του **ΧΑ των ούρων**
- ✓ $\text{ΧΑ ούρων} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^-)$
- ✓ Αν το αποτέλεσμα έχει **αρνητικό** πρόσημο τότε υπεύθυνο είναι το γαστρεντερικό, αν έχει **θετικό** τότε ευθύνονται οι νεφροί

Χάσμα ανιόντων ούρων

Βοηθά στο διαχωρισμό των **νεφρικών** και **μη νεφρικών αιτίων ΜΟ**

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

Goldstein et al 1986

Goldstein et al 1986

Batle et al 1988

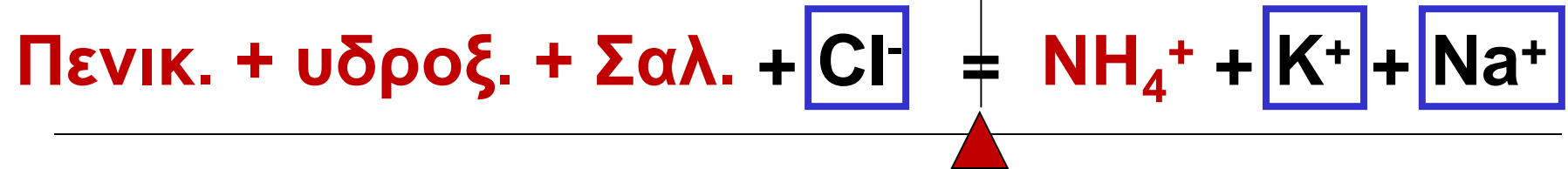
Kumar et al 1998

Bagga & Sinha 2007

Δηλαδή τελικά βοηθά στην εκτίμηση

των επιπέδων του NH_4^+ στα ούρα

Χάσμα ανιόντων ούρων



Το ΧΑ των ούρων **δεν πρέπει να χρησιμοποιείται** ως δείκτης αποβολής NH_4^+ στις παρακάτω περιπτώσεις:

1. Σε ασθενείς που θεραπεύονται με **πενικιλίνη** (είναι αρνητικά φορτισμένο μόριο)
2. Σε παρουσία στα ούρα μεγάλων ποσοτήτων **β -υδροξυβουτυρικού οξέος** (κετοξέωση) ή **σαλικυλικών**
3. Σε παρουσία λοίμωξης του ουροποιητικού από μικρόβια που διασπούν την ουρία (**πρωτέας**), οπότε παράγεται NH_3
4. Σε **υπογκαιμία**

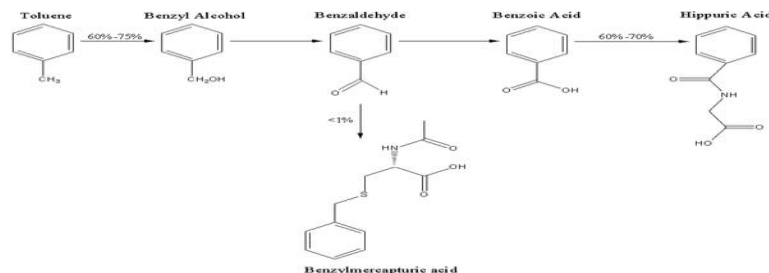
Ωσμωτικό χάσμα ούρων

Ωσμωτικό χάσμα ούρων

Διαπιστώνεται όταν στα ούρα υπάρχει ένα μη μετρούμενο ανιόν

Το ΩΧ αναδεικνύει την ύπαρξη του NH_4^+ στα ούρα που δεν είναι εμφανής (οξινοποιητική ικανότητα νεφρών)

όπου το μη μετρούμενο ανιόν στα ούρα είναι το **ΙΠΠΟΥΡΙΚΟ**
Owen et al 1981



Χρησιμότητα του ΩΧ ούρων

Το μισό της διαφοράς **μεταξύ μετρούμενου ΩΧ ούρων και υπολογιζόμενου αποδίδεται κυρίως στο NH_4^+**

Σημεία που πρέπει να θυμόμαστε στην εκτίμηση ΟΒΔ

1. Προσδιορισμός ΟΒΔ από τα αέρια αίματος
2. Εκτίμηση ακρίβειας αποτελεσμάτων
3. Υπάρχει οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
4. Εκτίμηση αντιρρόπησης
5. Προσδιορισμός ΧΑ και ΧΑ ούρων
- 6. Αν υπάρχει ΜΟ με ΧΑ, προσδιορισμός ΔΧ**
7. Μη ξεχνάτε το ιστορικό και την κλινική εικόνα
8. Εκτιμήστε τους ηλεκτρολύτες (κάλιο, χλώριο, φώσφορος)

Βήμα 6: Υπολογισμός ΔΧ

✓ Συγκρίνατε τη μεταβολή του ΧΑ με τη μεταβολή των HCO_3^-

✓ Σε μία απλή ΜΟ... τη

Δέλτα χάσμα

$$\Delta\text{X} = \text{Na}^+ - \text{Cl}^- - 39$$

$$\text{Na}^+ - \Delta\text{HCO}_3^-$$

$$\text{Μετρούμενο ΧΑ-12} = 27 - \text{μετρούμενα } \text{HCO}_3^-$$

$$\Delta\text{X} = \text{Μετρούμενο ΧΑ-12} - (27 - \text{μετρούμενα } \text{HCO}_3^-)$$

Δέλτα χάσμα

Χρησιμεύει στην αποκάλυψη πρόσθετης μεταβολικής διαταραχής επί υπάρξεως ΜΟ με ΧΑ

Υπερχλωραιμική ΜΟ
ή
Μεταβολική αλκάλωση

Προσδιορισμοί:

1. $\Delta X = \Delta X_A / \Delta HCO_3^-$ Φ.τ. = 1-1,6
2. $\Delta X = Na^+ - Cl^- - 39$ Φ.τ. = 0 (σημαντικές αποκλίσεις ± 6 ή ± 10)

$$\Delta X = \frac{(XA_{\alpha\sigma\theta} - 12)}{(24 - HCO_3^-_{\alpha\sigma\theta})}$$

Φ.Τ. = 1-1,6 ή <2

- ✓ Αν η μείωση των HCO_3^- είναι μεγαλύτερη από την αύξηση του ΧΑ, υπάρχει ταυτόχρονα και δεύτερη (ΜΟ χωρίς ΧΑ)
- ✓ Αν η μείωση των HCO_3^- είναι μικρότερη από την αύξηση του ΧΑ, συνυπάρχει και ΜΑ

Πρόβλημα

Ποια οξεοβασική διαταραχή είχε ασθενής 30 χρόνων που μεταφέρθηκε στο ΤΕΠ, επειδή είχε **εμέτους** εδώ και αρκετές ημέρες, ναυτία και κοιλιακό πόνο. Η αρτηριακή του πίεση ήταν **χαμηλή** και το δέρμα του **εγείρονταν σε πτυχή**. Τα εργαστηριακά του είχαν ως εξής:

Na⁺ 144 mEq/L

K⁺ 4,2 mEq/L

HCO₃⁻ 14 mEq/L

Cl⁻ 95 mEq/L

Απάντηση

$$\text{pH} = \text{pk} + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \times \text{PaCO}_2}$$

Na ⁺	144 mEq/L
K ⁺	4,2 mEq/L
HCO ₃ ⁻	14 mEq/L
Cl ⁻	95 mEq/L

Συμπεραίνεται ότι είχε: 1. ΜΟ με ΧΑ (γαλακτική)

2. ΜΑ (έμετοι, υπογκαιμία)

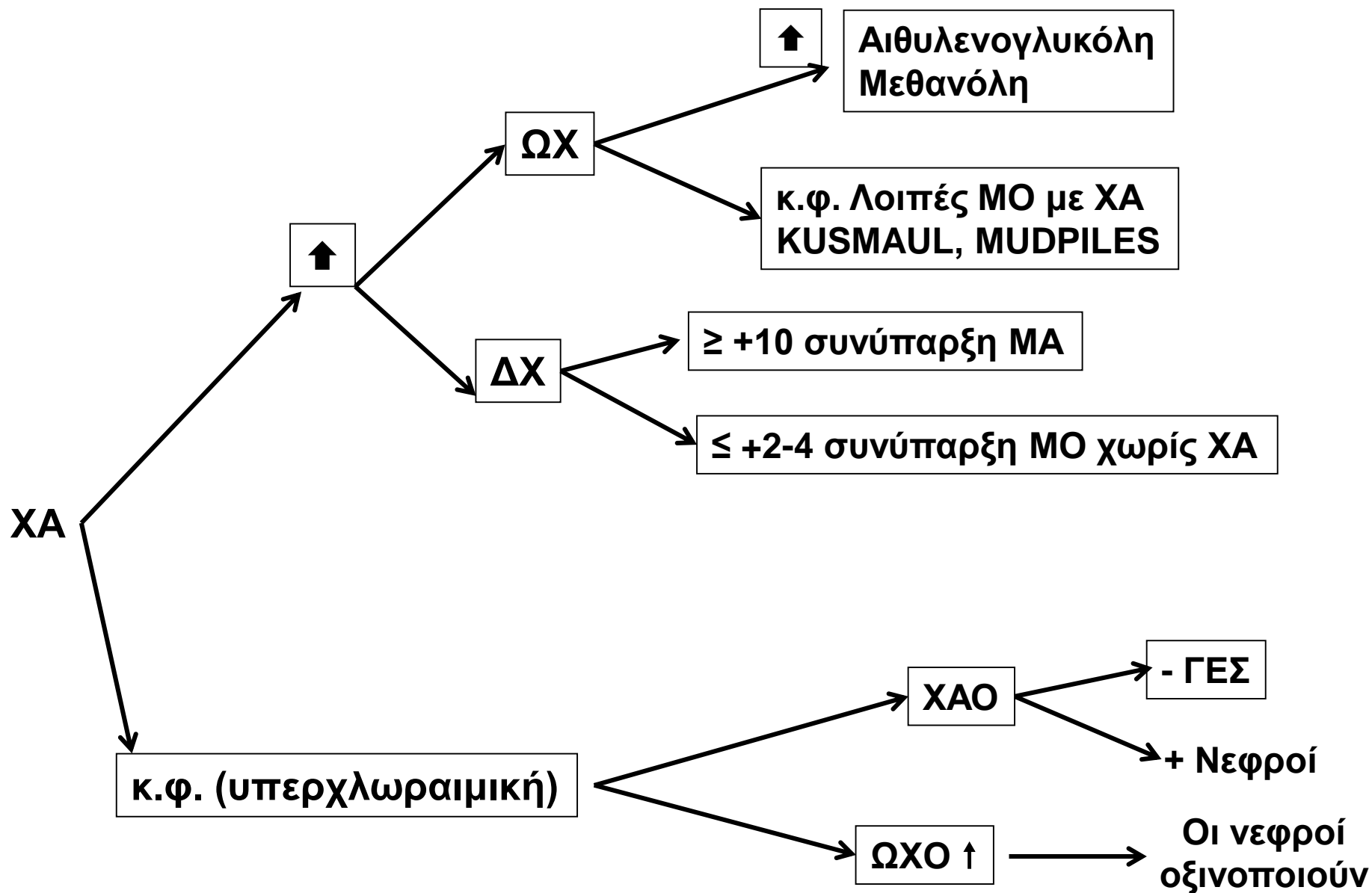
Με την πρώτη ματιά κάποιος πρέπει να σημειώσει ότι τα χαμηλά HCO₃⁻ δεν βοήθησαν να γίνει αντιληπτή η **συνύπαρξη της ΜΑ** που είχε ο ασθενής

Κανόνας (προϋπάρχοντα HCO_3^-)

Αν στη μεταβολή του ΧΑ (ΔΧΑ) προστεθούν τα HCO_3^- του ασθενούς και το άθροισμα είναι μεγαλύτερο από **30 mEq/L** συνυπάρχει και **υποκείμενη ΜΑ**, ενώ αν το άθροισμα αυτό είναι μικρότερο από τα φυσιολογικά επίπεδα των HCO_3^- (**24 mEq/L**), τότε **συνυπάρχει και ΜΟ με φυσιολογικό ΧΑ**

Προϋπάρχοντα $\text{HCO}_3^- = \Delta\text{ΧΑ} + \text{HCO}_3^-$ ασθενούς

Συμβολή των χασμάτων στη διαφορική διάγνωση των μεταβολικών οξεώσεων



Χρήση και σημασία των χασμάτων

Χάσματα

1. Χάσμα ανιόντων ορού
2. Χάσμα ανιόντων ούρων
3. Δέλτα χάσμα
4. Ωσμωτικό χάσμα ορού
5. Ωσμωτικό χάσμα ούρων

Πρόβλημα

Ασθενής 42 χρόνων επισκέφτηκε το νοσοκομείο με αφυδάτωση και υπόταση. Από τα εργαστηριακά διαπιστώθηκαν τα παρακάτω:

Na⁺	165 mEq/L
K⁺	4 mEq/L
HCO₃⁻	32 mEq/L
Cl⁻	112 mEq/L

Δεν λήφθηκε δείγμα αερίων αίματος. Ποια από τις παρακάτω φράσεις είναι σωστή;

- α) Οι ηλεκτρολύτες δείχνουν την ύπαρξη μεταβολικής οξέωσης;
- β) Οι ηλεκτρολύτες δείχνουν την παρουσία μεταβολικής αλκάλωσης;
- γ) Οι ηλεκτρολύτες δείχνουν την παρουσία, τόσο μεταβολικής οξέωσης, όσο και μεταβολικής αλκάλωσης;

Απάντηση

Na ⁺	165 mEq/L
K ⁺	4 mEq/L
HCO ₃ ⁻	32 mEq/L
Cl ⁻	112 mEq/L

Η απάντηση **γ** είναι η σωστή

Το $XA = Na^+ - (Cl^- + HCO_3^-) = 165 - (32 + 112) = 21 \text{ mEq/L}$ δείχνει ότι υπήρχε **ΜΟ με ΧΑ**

Το $\Delta X = Na^+ - Cl^- - 39 = 165 - 112 - 39 = +14 \text{ mEq/L}$, που σημαίνει ότι συνυπήρχε και **ΜΑ**

Στην ουσία δε χρειάζονταν να προσδιοριστεί το ΔX , αφού τα HCO₃⁻ του ασθενούς ήταν αυξημένα (**32 mEq/L**), ενώ υπήρχε μεταβολική οξέωση με χάσμα

Βέβαια χωρίς αέρια αίματος **δεν μπορεί να φανεί ποια ήταν η πρωτοπαθής διαταραχή**, όμως είναι ξεκάθαρο από τους ηλεκτρολύτες ότι υπήρχαν και οι δύο διαταραχές

Χάσμα ανιόντων (χρησιμότητα)

1. Διαχωρισμός ΜΟ με ή χωρίς ΧΑ
2. Διάγνωση συγκαλυμμένης ΜΟ
3. Αποκάλυψη συνύπαρξης ΜΑ μαζί με την ΜΟ με αυξημένο ΧΑ
4. Αναγνώριση μικτών ΜΟ
5. Ανίχνευση κλινικών καταστάσεων (θέτει υπόνοιες ύπαρξής τους)

Emmett & Narins 1977
Narins & Emmett 1980
Iberti et al 1990

Πρόβλημα

Ασθενής μεταφέρθηκε στη ΜΕΘ με τα εξής εργαστηριακά:

Na⁺ **149 mEq/L**

K⁺ **3,8 mEq/L**

Cl⁻ **100 mEq/L**

Ουρία **256 mg/dl**

Κρεατινίνη **8,7 mg/dl**

pH **7,40**

HCO₃⁻ **24 mEq/L**

PaCO₂ **38 mmHg**

PaO₂ **72 mmHg**

Ποια οξεοβασική διαταραχή είχε;

Απάντηση

$$pH = pk + \log \frac{HCO_3^-}{0,03 \times PaCO_2}$$

Na ⁺	149 mEq/L
K ⁺	3,8 mEq/L
Cl ⁻	100 mEq/L
Ουρία	256 mg/dl

Κρεατινίνη	8,7 mg/dl
pH	7,40
PaCO ₂	38 mmHg
HCO ₃ ⁻	24 mEq/L
PaO ₂	72 mmHg

Πρώτα απ' όλα το pH, η PaCO₂ και τα HCO₃⁻ ήταν φυσιολογικά και εκ πρώτης όψεως δεν φαίνεται να υπήρχε ΟΒΔ, ωστόσο βλέποντας την **ουρία και την κρεατινίνη** προκύπτει η υποψία ύπαρξης οξεοβασικής διαταραχής

Ας προχωρήσουμε όμως βήμα-βήμα

Βήμα 1: $XA = Na^+ - (Cl^- + HCO_3^-) = 149 - 124 = 25 \text{ mEq/L}$ (ΜΟ με ΧΑ)

Βήμα 2: Ας εκτιμήσουμε τη μεταβολή ΧΑ με τη μεταβολή των HCO₃⁻. Αφού το ΧΑ μεταβλήθηκε κατά $25 - 12 = 13 \text{ mEq/L}$, θα έπρεπε λογικά να μειωθούν τα HCO₃⁻ στον ίδιο βαθμό, δηλαδή από 24 να γίνουν 11 mEq/L (ήταν **όμως 24, δηλαδή αυξημένα, επειδή συνυπάρχει ΜΑ**)

Βήμα 3: $\Delta X = Na^+ - Cl^- - 39 = 149 - 100 - 39 = +10$ (δηλαδή ΜΑ)

Βήμα 4: Προϋπάρχοντα HCO₃⁻ = $24 + \Delta XA = 24 + 13 = 37 \text{ mEq/L}$

Συμπέρασμα: Ο ασθενής είχε:

1. ΜΟ με αυξημένο ΧΑ (νεφρική ανεπάρκεια)
2. ΜΑ (έμετοι λόγω της ουραιμίας)

Μνημοτεχνικοί κανόνες ΜΟ με αυξημένο ΧΑ

MUDPILES

Methanol

Uremia

Diabetes

Paraldehyde, Phenformin

Iron, Isoniazide

Lactate

Ethanol, Ethylenoglycol

Salicylate

KUSMAUL

Ketoacidosis

Uremia

Salicylate

Methanol

Αιθυλενογλυκόλη

Uremia

Lactate

(MUDPILES, KUSMAUL, MUDPILERS, AT MUDPILES)

Χάσμα ανιόντων (χρησιμότητα)

1. Διαχωρισμός ΜΟ με ή χωρίς ΧΑ
2. **Διάγνωση συγκαλυμμένης ΜΟ**
3. Αποκάλυψη συνύπαρξης ΜΑ μαζί με την ΜΟ με αυξημένο ΧΑ
4. Αναγνώριση μικτών ΜΟ
5. Ανίχνευση κλινικών καταστάσεων (θέτει υπόνοιες ύπαρξής τους)

Emmett & Narins 1977

Narins & Emmett 1980

Iberti et al 1990

Διάγνωση συγκαλυμμένης ΜΟ

Ασθενής 37 χρόνων μεταφέρθηκε στο νοσοκομείο με **εμετούς**, **νυχτουρία** και **πολυουρία**. Από τα εργαστηριακά του διαπιστώθηκαν τα εξής:

Na⁺ **142 mEq/L**

K⁺ **6,6 mEq/L**

Cl⁻ **84 mEq/L**

XA **34 mEq/L**

pH **7,40**

PaCO₂ **40 mmHg**

HCO₃⁻ **24 mEq/L**

Είχε διαταραχή της ΟΒΙ;

Απάντηση

Na ⁺	142 mEq/L	pH	7,40
K ⁺	6,6 mEq/L	PaCO ₂	40 mmHg
Cl ⁻	84 mEq/L	HCO ₃ ⁻	24 mEq/L
		XA	34 mEq/L

Είχε XA=34 mEq/L, δηλαδή **ΜΟ με XA**

Ωστόσο είχε φυσιολογικά επίπεδα HCO₃⁻

Λόγω **εμέτων** που προκαλούν ΜΑ

Τελικά είχε: **1. Προτελικό στάδιο ΧΝΑ (αιτία ΜΟ)**

2. Εμέτους (αιτία ΜΑ)

Σημεία που πρέπει να θυμόμαστε στην εκτίμηση ΟΒΔ

1. Προσδιορισμός ΟΒΔ από τα αέρια αίματος
2. Εκτίμηση ακρίβειας αποτελεσμάτων
3. Υπάρχει οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
4. Εκτίμηση αντιρρόπησης
5. Προσδιορισμός ΧΑ και ΧΑ ούρων
6. Αν υπάρχει ΜΟ με ΧΑ, προσδιορισμός ΔΧ
- 7. Μη ξεχνάτε το ιστορικό και την κλινική εικόνα**
8. Εκτιμήστε τους ηλεκτρολύτες (κάλιο, χλώριο, φώσφορος)

Ιστορικό (δίνει τις χρησιμότερες πληροφορίες)

Κανόνας

Αν οι πληροφορίες δείχνουν ότι υπάρχει μία απλή ΟΒΔ, αυτό δεν αποκλείει τη συνύπαρξη και δεύτερης, γι' αυτό και απαιτείται λήψη καλού ιστορικού

Το ιστορικό συνήθως δείχνει την ΟΒΔ που υπάρχει

Ιστορικό

Υπογκαιμία, shock	Γαλακτική οξέωση
Διάρροια	Μεταβολική οξέωση
Εμετοί, ρινογαστρική αναρρόφηση	Μεταβολική αλκάλωση
Διουρητικά της ανήλικης ηλικίας	Μεταβολική οξέωση
Πολύς ιδρώτας	Διαβητική κετοξέωση
Ηπατικό κώμα, σήψη	Αναπνευστική αλκάλωση
Εγκυμοσύνη	Αναπνευστική αλκάλωση
Χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια	Αναπνευστική οξέωση

Πολλές διαγνώσεις μικτών διαταραχών τίθενται από το ιστορικό του ασθενούς

Χρυσούς κανών

**Δεν επιτρέπεται να γίνεται καμία
ερμηνεία αερίων αίματος χωρίς να
είναι γνωστό το **ιστορικό του**
ασθενούς**

Βλέπουμε πάντοτε τον ασθενή 

Ερώτηση

Ασθενής είχε τα εξής αέρια αίματος:

pH	7,10
PaCO ₂	70 mmHg
HCO ₃ ⁻	27 mEq/L
PaO ₂	75 mmHg

Ποια διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας είχε;



Απάντηση

pH	7,10
PaCO ₂	70 mmHg
HCO ₃ ⁻	27 mEq/L
PaO ₂	75 mmHg

Βήμα 1: Από το pH φαίνεται ότι είχε **οξυαιμία**

Βήμα 2: Αυτή εξηγείται μόνο από την PaCO₂ (άρα επρόκειτο για **αναπνευστική οξέωση-AO**)

Βήμα 3: Αντιρρόπηση: Η αναμενόμενη αύξηση των HCO₃⁻ σε οξεία AO είναι κατά 1 mEq για κάθε αύξηση της PaCO₂ κατά 10 mmHg, δηλαδή θα έπρεπε να ήταν: $(70-40)/10 \times 1 = 3 \text{ mmHg}$ (ενώ για χρόνια κατά 4, δηλαδή θα ήταν $(70-40)/10 \times 4 = 3 \times 4 = 12 \text{ mmHg}$). Ο ασθενής είχε HCO₃⁻=27, που σημαίνει ότι είχε μάλλον **οξεία AO με καλή αντιρρόπηση**

Μοιάζει έτσι αλλά μήπως δεν ήταν έτσι, διότι πιθανά να υπήρχε λάθος, αφού δεν ήταν γνωστό το ιστορικό



Απάντηση (πρώτο σενάριο)

Επρόκειτο λοιπόν για άνδρα 27 χρόνων ο οποίος χειρουργούνταν για **βουβωνοκήλη**, οπότε και λήφθηκαν αέρια κατά τη διάρκεια του χειρουργείου

Έλαβε κατά την αναισθησία **νιτρικό οξείδιο, οξυγόνο, ισοφλουράνιο** (εισπνεόμενο αναισθητικό) και **ροκουρόνιουμ** (μυοχαλαρωτικό)

Είχε ελεύθερο ιστορικό και δεν λάμβανε φάρμακα πριν την επέμβαση (είχε πριν ουρία και ηλεκτρολύτες φυσιολογικά)

Έγινε κατά την επέμβαση **ταχυπνοϊκός και είχε έντονη εφίδρωση**



Απάντηση (πρώτο σενάριο)

Η **οξεία αναπνευστική οξέωση** λόγω **υποαερισμού** θα μπορούσε να ήταν μία εξήγηση της υπερκαπνίας του

Θα μπορούσε ίσως να είχε και **κακοήθη υπερθερμία** (έλαβε και ισοφλουράνιο το οποίο μπορεί να την προκαλέσει)

Θα βοηθούσε αν γνωρίζαμε τη θερμοκρασία του (**αναφέρθηκε ότι ιδρωσε έντονα**)

Τα αέρια όμως δεν στηρίζουν τη διάγνωση της κακοήθους υπερθερμίας, διότι αυτή προκαλεί **ΑΟ**, αλλά και **ΜΟ** που δεν είχε ο ασθενής



Απάντηση (πρώτο σενάριο)

Επίσης δεν πρέπει να λησμονείται ότι έλαβε **ροκουρόνιουμ**, που σημαίνει ότι ήταν σε μηχανικό αερισμό

Αν έτσι είχαν τα πράγματα μάλλον **υποαερίζονταν**, δηλαδή έγινε κάποιο λάθος στον αερισμό κατά την αναισθησία του (**απλή οξεία ΑΟ**)

Ερώτηση (δεύτερο σενάριο)

- ✓ Ο ασθενής ήταν ένας 75χρονος που είχε μακρύ ιστορικό **ΧΑΠ**. Ήταν παράλληλα **βαρύς καπνιστής**
- ✓ Μεταφέρθηκε στο νοσοκομείο με **πυρετό, σύγχυση και αναπνευστική δυσχέρεια**
- ✓ Ζούσε σ' ένα διαμέρισμα μόνος του και οι γείτονες είπαν ότι δεν φαίνονταν να ήταν καλά εδώ και περίπου μία εβδομάδα και ότι επιδεινώθηκε πολύ η εικόνα του τις τελευταίες 4 ημέρες
- ✓ Τα αέρια λήφθηκαν στο ΤΕΠ, όμως δεν έγινε βιοχημικός έλεγχος

Απάντηση (δεύτερο σενάριο)

pH	7,10
PaCO ₂	70 mmHg
HCO ₃ ⁻	27 mEq/L
PaO ₂	75 mmHg

Η PaO₂=75 mmHg που είχε δεν ήταν η αναμενόμενη για το ιστορικό του (αναπνέοντας σε αέρα δωματίου ασθενής με ΧΑΠ), όμως θα μπορούσε αυτό να είχε συμβεί λόγω του ότι λάμβανε O₂ στο ασθενοφόρο που τον μετέφερε (κάτι που δεν επιτρέπεται να διακοπεί, αν δεν προσδιοριστούν πρώτα τα αέρια αίματος)

... (παραπάνω) και είχε **27 mEq/L**, δηλαδή μάλλον συνυπήρχε και **ΜΟ** (πιθανά **γαλακτική εξαιτίας** κακής ιστικής αιμάτωσης)

Απάντηση (συνέχεια)

Απ' αυτά φαίνεται ότι η διάγνωση εξαρτάται από το **ιστορικό του ασθενούς**, αφού και στις δύο περιπτώσεις τα αέρια θα μπορούσαν να ταιριάζουν

Η **αντιμετώπιση** προφανώς θα ήταν διαφορετική (και φυσικά η διάγνωση της **ΜΟ** στη δεύτερη περίπτωση θα ήταν πολύ σημαντική)

Σημεία που πρέπει να θυμόμαστε στην εκτίμηση ΟΒΔ

1. Προσδιορισμός ΟΒΔ από τα αέρια αίματος
2. Εκτίμηση ακρίβειας αποτελεσμάτων
3. Υπάρχει οξυαιμία ή αλκαλαιμία;
4. Εκτίμηση αντιρρόπησης
5. Προσδιορισμός ΧΑ και ΧΑ ούρων
6. Αν υπάρχει ΜΟ με ΧΑ, προσδιορισμός ΔΧ
7. Μη ξεχνάτε το ιστορικό και την κλινική εικόνα
8. Εκτιμήστε τους ηλεκτρολύτες (κάλιο, χλώριο, φώσφορος)

Ηλεκτρολύτες

Μία ηλεκτρολυτική διαταραχή είναι συχνά το πρώτο εργαστηριακό εύρημα μιας ΟΒΔ

- ✓ Η παρουσία **υποχλωραιμίας και υποκαλιαιμίας** υποδηλώνουν την ύπαρξη **ΜΑ**
- ✓ Η παρουσία **υπερχλωραιμίας** υποδηλώνει **ΜΟ**
- ✓ Η **υπερφωσφαταιμία** συνοδεύει τη **ΜΟ** και η **υποφωσφαταιμία** τη **ΜΑ**

Διαφορική διάγνωση (κάλιο ορού)

Αν υπάρχει ΜΟ με φυσιολογικό χάσμα ανιόντων

1. Με υποκαλιαιμία

- ✓ Διαρροϊκά σύνδρομα
- ✓ Ουρητηροσιγμοειδοστομίες
- ✓ ΝΣΟ (τύπου I και II)
- ✓ Αναστολείς καρβονικής ανυδράσης
- ✓ ΜΣΑΦ κ.ά. (εγγύς ΝΣΟ)

2. Με υπερκαλιαιμία

- ✓ ΧΝΑ (πρώιμα)
- ✓ ΝΣΟ τύπου IV
- ✓ Ανεπάρκεια αλατοκορτικοειδών
- ✓ Ένδεια ρενίνης, αγγειοτενσίνης-II
- ✓ Υδρονέφρωση
- ✓ Οξινοποιητικοί παράγοντες
 - NH₄Cl, CaCl₂
 - Υδροχλωρική αργινίνη

Χλώριο

Το Cl^- πρέπει να συζητείται μαζί με το Na^+ (φυσιολογική τιμή $\text{Cl}^- = 105 \text{ mEq/L}$ και $\text{Na}^+ = 140 \text{ mEq/L}$), λόγος $\text{Na}^+/\text{Cl}^- = 1,33$

- ✓ Το Cl^- υποδηλώνει ύπαρξη αλκάλωσης αν ο λόγος $\text{Na}^+/\text{Cl}^- > 1,33$ (υποχλωραιμία)
- ✓ Το Cl^- υποδηλώνει ύπαρξη οξέωσης αν ο λόγος $\text{Na}^+/\text{Cl}^- < 1,33$ (υπερχλωραιμία)

Ηλεκτρολύτες ούρων

↓ **Νάτριο** και ↓ **Κάλιο**: Σε διαρροϊκές κενώσεις
(μεταβολική οξέωση)

↑ **Νάτριο** και ↑ **Κάλιο**: Σε ΝΣΟ (I και II)
(μεταβολική οξέωση)

↑ **Νάτριο** και ↓ **Κάλιο**: Σε υποαλδοστερονισμό
(μεταβολική αλκάλωση)

Πρακτική προσέγγιση

Αν υπάρχει μεταβολική οξέωση, ελέγξτε το pH των ούρων

Αν pH ούρων $>6,0$ και υπάρχει οξέωση αυτή είναι νεφρωσληνιακή

ρΗ ούρων

ρΗ ούρων $>6,0$ υποδηλώνει νεφρική αιτία ΜΟ

ρΗ ούρων $<6,0$ υποδηλώνει γαστρεντερικές απώλειες HCO_3^-

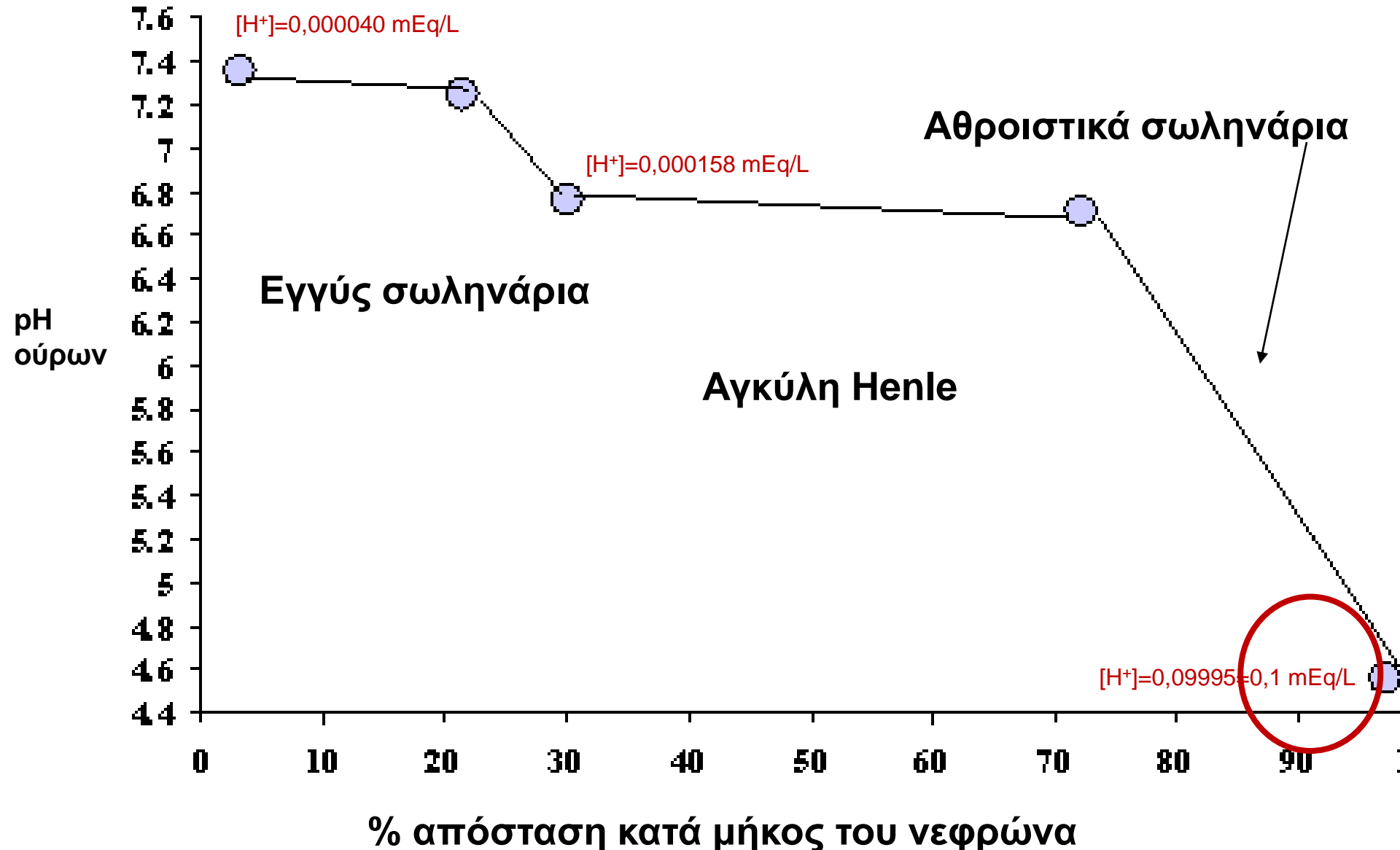
Όμως.....

ρΗ ούρων $<6,0$ μπορεί να υπάρχει σε χρόνια

υπερκαλιαιμία (μείωση παραγωγής NH_3 οπότε δεσμεύονται μικρές

ποσότητες H^+ των ούρων)

Οξινοποίηση των ούρων



Μερικές πληροφορίες για τις μικτές διαταραχές

Μικτές ΟΒΔ

$$\text{pH}=6,1 + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \times \text{PaCO}_2}$$

1. Πρώτα το ιστορικό:

- ✓ **Θέτει από μόνο του διαγνώσεις ΟΒΔ**

2. Να υποπτεύεστε μικτή ΟΒΔ όταν:

- ✓ **Το pH είναι φυσιολογικό με αυξημένο ΧΑ**
- ✓ **Τα HCO_3^- είναι φυσιολογικά με υψηλό ή χαμηλό pH**
- ✓ **Η PaCO_2 και τα HCO_3^- έχουν μεταβληθεί προς αντίθετη κατεύθυνση**

Μικτές ΟΒΔ-Ι

$$\text{pH}=6,1 + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \times \text{PaCO}_2}$$

Υπάρχουν όταν το pH είναι φυσιολογικό και παράλληλα είναι παθολογικά, τα HCO_3^- ή η PaCO_2

Μικτές ΟΒΔ-II

$$\text{pH}=6,1 + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \times \text{PaCO}_2}$$

- ✓ **Η αντιρρόπηση ποτέ δεν επαναφέρει το pH στα φυσιολογικά επίπεδα (εκτός της χρόνιας αναπνευστικής αλκάλωσης). Αν συμβαίνει κάτι τέτοιο τότε υπάρχει μικτή διαταραχή**
- ✓ **Σε μία απλή ΟΒΔ πρέπει να υπάρχει η αναμενόμενη αντιρρόπηση. Αν δεν υπάρχει (ενώ δόθηκε ο κατάλληλος χρόνος) πρόκειται περί μικτής ΟΒΔ**

Μικτές ΟΒΔ-III

$$\text{pH}=6,1 + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \times \text{PaCO}_2}$$

- ✓ Όσο σοβαρότερη είναι μία ΟΒΔ, τόσο πιθανότερο είναι να συνοδεύεται και από μία δεύτερη
- ✓ Υπάρχει μικτή ΟΒΔ όταν η μεταβολή των HCO_3^- δεν είναι ίση με τη μεταβολή του ΧΑ

Μικτές ΟΒΔ-IV

$$\text{pH}=6,1 + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \times \text{PaCO}_2}$$

- ✓ Σε μία απλή υπερχλωραιμική ΜΟ, η αύξηση του Cl^- πρέπει να ισούται με τη μείωση των HCO_3^- . Αν δεν συμβαίνει αυτό πρέπει να υπάρχει μικτή ΟΒΔ
- ✓ Αν τα HCO_3^- είναι υψηλότερα ή χαμηλότερα απ' ό τι αναμένεται για τη μεταβολή της PaCO_2 , ο ασθενής έχει πιθανότατα και μία μεταβολική ΟΒΔ

Μικτές ΟΒΔ-V

$$\text{pH}=6,1 + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \times \text{PaCO}_2}$$

Το φυσιολογικό pH σημαίνει δύο πράγματα:

- α) Ότι δεν υπάρχει ΟΒΔ ή
- β) Ότι υπάρχει μικτή διαταραχή

Μπορεί να συνυπάρχουν δύο αντίθετης κατεύθυνσης ΟΒΔ, που οδηγούν σε **φυσιολογικό pH**

Φυσιολογικό pH, φυσιολογικά HCO_3^- και φυσιολογική PaCO_2 **δεν αποκλείουν την ύπαρξη ΟΒΔ**

Συμπεράσματα 1

- ✓ Μη πανικοβάλλεστε, αναγνωρίστε την πρωτοπαθή διαταραχή (ακόμη κι αν είναι προφανής) και χτίστε πάνω σ' αυτή
- ✓ Όταν απαντήσετε στο ερώτημα που αφορά στην αντιρρόπηση, συχνά αποκαλύπτεται και η δεύτερη διαταραχή
- ✓ Όταν υπολογίσετε το ΔΧ, αποκαλύπτεται και η τρίτη διαταραχή!

Συμπεράσματα 2

**Τελικά έτσι σιγά-σιγά θα κατανοήσετε τις ΟΒΔ και
την διαταραχή του ασθενούς σας**

Παραδείγματα

Sample Profile

30-Jul-14 10:39 PM

CCX-ME8

Λαμ
Οφθ

$$PAO_2 = (B_{\pi} - P_{H_2O}) \times FiO_2 - 1,2 \times PaCO_2$$

PATIENT INFORMATION

No Patient Information Available

SAMPLE INFORMATION

Time Analyzed: 30-Jul-14 10:37 PM
Sample Number: 34207
SAMPLE TYPE: Arterial
PAT. TEMP. °C: 37.0
FIO2%: 20.8
BAROMETER: 745.09 mmHg
Analyzed by: default
Released by: auto

Περιεκτικότητα αέρα σε O₂

Βαρομετρική πίεση

Errors Comments

Test	Results	Units	Test Ranges		Flags
			Low	High	
BLOOD GAS					
pH	7.362		7.350	7.450	
pCO2	30.9	mmHg	36.0	44.0	<
pO2	80.2	mmHg	0.0	80.0	>
SO2%	95.1		30.0	95.0	>
Hct	30	%	12	70	
Hb	10.0	g/dL	14.0	18.0	<
CHEMISTRY					
Na+	138	mmol/L	135	145	
K+	3.6	mmol/L	3.5	5.5	
Cl-		mmol/L	50	200	UC
Ca++	4.73	mg/dL	0.40	10.80	

Νόμος Dalton: PaO₂ = 5 x FiO₂

CALCULATED		
A	109.2	mmHg
a/A	0.7	
AaDO2	29.0	mmHg
HCO3-	17.7	mmol/L
BE _{ecf}	-8.0	mmol/L
BE _b	-6.2	mmol/L
O2Ct	13.4	mL/dL
O2Cap	13.8	mL/dL
P50	26.3	mmHg
RI	0.4	
SBC	19.2	mmol/L
pO2/FIO2	383.8	mmHg

Κυψελιδική μερική πίεση O₂

PaO₂ στην P₅₀

Λόγος δείκτης διάχυσης O₂

CALCULATED CHEMISTRY

TCO2	18.6	mmol/L
nCa	4.6	mg/dL

Reported by: Time:

Notes

PATIENT INFORMATION

No Patient Information Available

SAMPLE INFORMATION

Time Analyzed: 06-Jun-17 8:23 PM
 Sample Number: 40104
 SAMPLE TYPE: Arterial
 PAT TEMP. °C: 37.0
 FIO2 %: 20.9
 BPFOMETER: 750.43 mmHg
 Analyzed by: default
 Released by: auto

FiO₂

Βαρομετρική πίεση

Units

Comments

Test Ranges

Test	Results	Units	Low	High
BLOOD GAS				
pH	7.464		7.350	7.450
pCO ₂	34.3	mmHg	36.0	44.0
pO ₂	76.3	mmHg	0.0	80.0
SaO ₂ %	95.8		30.0	95.0
Hct	48	%	12	70
Hb	16.1	g/dL	14.0	18.0

PaO₂

PaO₂/PAO₂>0,85

CHEMISTRY				
Na+	137	mmol/L	135	145
K+	3.3	mmol/L	3.5	5.5
Cl-	109	mmol/L	50	200
Ca++	4.61	mg/dL	0.40	10.80

Κυψελικδικό O₂ (PAO₂)

CALCULATED				
A-a	106.3	mmHg		
a/a	0.7			
A-aD O ₂	30.0	mmHg		
HCO ₃ -	24.8	mmol/L		
Bicarb	0.8	mmol/L		
Bicarb	2.1	mmol/L		
O ₂ Cap	21.7	mL/dL		
O ₂ Cap	22.4	mL/dL		
P ₅₀	25.9	mmHg		
RI	0.4			
SECO	26.2	mmol/L		

P₅₀

Λόγος PaO₂/FiO₂

Ολικό CO₂

CALCULATED CHEMISTRY				
T _{CO₂}	25.9	mmol/L		
Gap	3.2	mmol/L		
nCa	4.8	mg/dL		

Reported by: _____ Time: _____

A

ARTERIAL SAMPLE
11.01.2017 08:47
System Name KOMOTINI
System ID 0401-07092
Lst Name [REDACTED]

ACID/BASE 37.0 °C
pH 7.403
pCO₂ 39.8 mmHg
pO₂ 119.4 mmHg
HCO₃⁻act 24.3 mmol/L
HCO₃⁻std 24.2 mmol/L
BE(B) -0.4 mmol/L
BE(ect) -0.5 mmol/L
ctCO₂ 25.5 mmol/L

OXYGEN STATUS 37.0 °C
Hct 29 %
tHb(est) 9.9 g/dL
O₂SAT(est) 98.3 %
pO₂/F₁O₂ 2.65 mmHg/%

CORRECTED 37.9 °C
pH(T) 7.390
pCO₂(T) 41.4 mmHg
pO₂(T) 125.1 mmHg
pO₂(A-a)(T) 147.5 mmHg
pO₂(a/A)(T) 0.46
RI(T) 1.18

ELECTROLYTES
Na⁺ 141.7 mmol/L
K⁺ 4.43 mmol/L
Ca⁺⁺ 1.08 mmol/L
Ca⁺⁺(7.4) 1.08 mmol/L
Cl⁻ 107 mmol/L
AnGap 14.9 mmol/L

METABOLITES
GLU 132 mg/dL

Temperature 37.9 °C
F₁O₂ 45.0 %

Απάντηση

Πρόκειται για αερισμούς με $FiO_2 > 21\%$ (άρα η PaO_2 θα πρέπει να εκτιμάται με βάση τον FiO_2)

Αναμενόμενη PaO_2 :

Περίπτωση A: $45 \times 5 = 225 \text{ mmHg}$ (ήταν 119,4 mmHg)

Περίπτωση B: $60 \times 5 = 300 \text{ mmHg}$ (ήταν 196,1 mmHg)

Δείκτες διάχυσης

(A-a):

Περίπτωση A: 147,5

Φ.Τ. = <20

Περίπτωση B: 165,7

PaO_2/FiO_2 :

Περίπτωση A: 2,65

Φ.Τ. = 5

Περίπτωση B: 3,27

Ερώτηση

Ασθενής προσήλθε στο ΤΕΠ με **εμέτους** που είχε **αλκοολική κετοξέωση** και ευρήματα συμβατά με βακτηριδιακή **πνευμονία** είχε τα παρακάτω εργαστηριακά:

pH	7,50
PaCO₂	20 mmHg
HCO₃⁻	15 mEq/L
Na⁺	145 mEq/L
Cl⁻	100 mEq/L

Ποιά οξεοβασική διαταραχή υπήρχε;

Απάντηση

pH	7,50
P _a CO ₂	20 mmHg
HCO ₃ ⁻	15 mEq/L
Na ⁺	145 mEq/L
Cl ⁻	100 mEq/L

Βήμα 1: Από το pH φαίνεται να είχε **αλκαλαιμία**

Βήμα 2: Αυτή εξηγείται μόνο από τη μείωση της P_aCO₂
(επρόκειτο για **αναπνευστική αλκάλωση**)

Βήμα 3: Αναμενόμενα HCO₃⁻ = 24 - 5 × (40 - 20) / 10 = 24 - 10 = **14 mEq/L** (φυσιολογική αντιρρόπηση)

Βήμα 4: ΧΑ = 145 - (100 + 15) = **30 mEq/L** (άρα συνυπήρχε και **ΜΟ με ΧΑ**)

Προϋπάρχοντα HCO₃⁻ = 15 + (30 - 12) = 33 mEq/L (οπότε συνυπήρχε και **μεταβολική αλκάλωση**)

Συμπέρασμα: **Αναπνευστική αλκάλωση**
Μεταβολική οξέωση με ΧΑ
Μεταβολική αλκάλωση

Ερώτηση

Γιατί σε αναπνευστική οξέωση αυξάνουν τα

HCO_3^- όταν αυξάνει η PaCO_2 ;

Απάντηση

Διότι το ένα μόριο είναι σε ισορροπία με το άλλο και τα συνδέει η παρακάτω φυσικοχημική αντίδραση

Και βέβαια αυτό δεν αποτελεί αποτέλεσμα δράσης ενός buffer, διότι κανένα buffer δεν εξουδετερώνει τον εαυτό του

του (στη συγκεκριμένη περίπτωση) αυξήσει τα HCO_3^- . Αυτός είναι ο **νόμος της δράσης των μαζών**

Ερώτηση

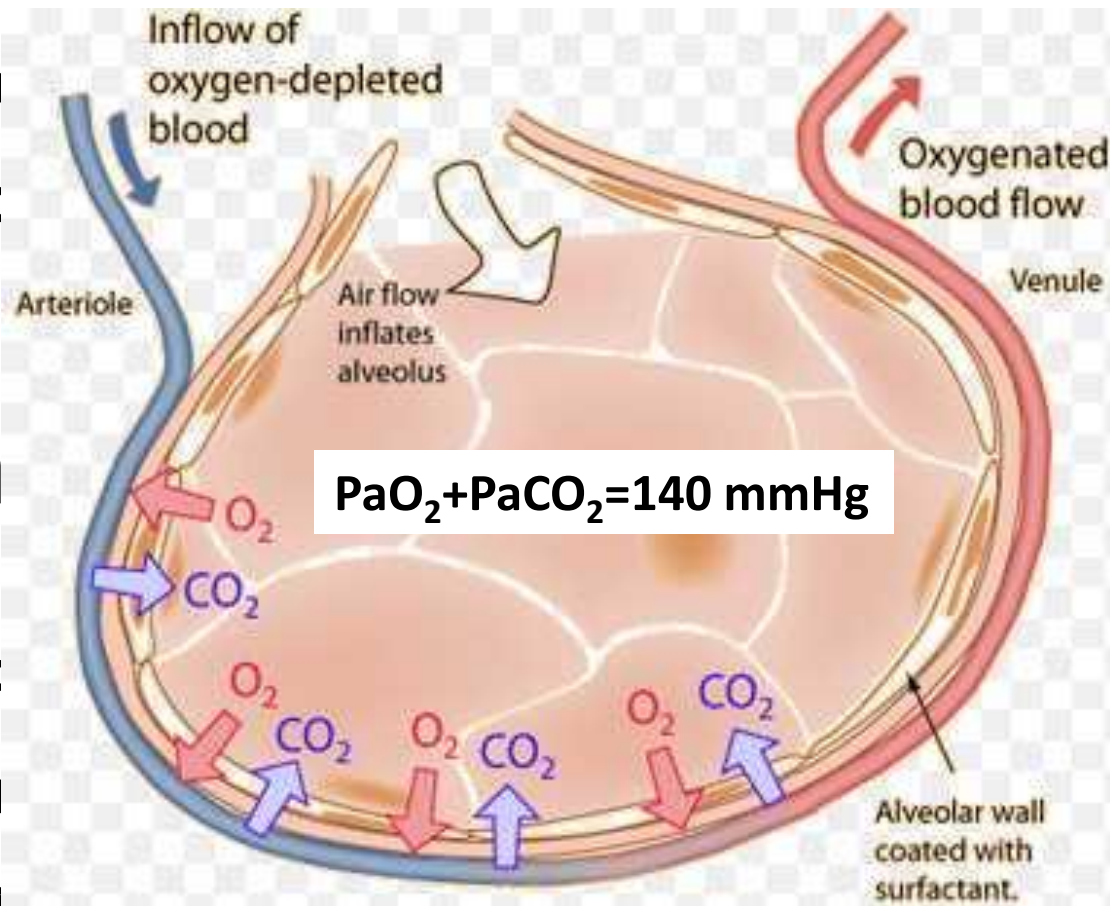
Για
μειώνεται

Απάντη

Η
αερισμοί

περιορισ

μείωση του O_2 , με αποτέλεσμα την υποξαιμία



σμού (VA)

αιδικού

υδηγεί σε

PATIENT SAMPLE REPORT
(DUPLICATE)

Status: ACCEPTED
 01/12/2015 12:14:25
 Sample Type:
 Arterial
 Sample No.: 74
 Patient:
 Name:

Sex: U
 Instrument:
 Model: GEM 3000
 S/N: 22861

Measured (37.0C)

pH	7.27	
pCO2	26	mmHg
pO2	81	mmHg
Na+	134	mmol/L
K+	4.8	mmol/L
Ca++	1.18	mmol/L
Glu	289	mg/dL
Lac	1.4	mmol/L
Hct	45	%

Derived Parameters

Ca++(7.4)	1.12	mmol/L
HCO3-	12.9	mmol/L
HCO3std	15.1	mmol/L
TCO2	13.8	mmol/L
BEecf	-14.0	mmol/L
BE(B)	-12.5	mmol/L
S02c	94	%
THbc	14.0	g/dL
?A-aD02		
?pA02		
?pa02/pA02		
?RI		

Ασθενής 72 ετών με παρόξυνση **XNN** προσήλθε με βήχα και γενικευμένα οιδήματα Έχει (**pH=7,27**), δηλαδή οξυαιμία Αυτή εξηγείται μόνο από τη μείωση των $\text{HCO}_3^- = 12,9$ (**MO**) Αναμενόμενη αντιρρόπηση = $40 - (24 - 12,9) \times 1,2 = 40 - 11,1 \times 1,2 = 13,32$, οπότε αναμενόμενη $\text{PaCO}_2 = 40 - 13,32 = 26,68$ (δηλαδή όση περίπου ήταν) Άρα ήταν μία καλά **αντιρροπούμενη MO**

$$\text{pH} = 6,1 + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \times \text{PaCO}_2}$$

ARTERIAL SAMPLE
30.11.2015 14:31
System Name KOMOTINI
System ID 0401-07092

ACID/BASE 37.0 °C
pH 7.483
pCO₂ 28.6 mmHg
pO₂ 94.3 mmHg
HCO₃⁻ act 21.0 mmol/L
HCO₃⁻ std 23.0 mmol/L
BE(B) -1.8 mmol/L
BE(ecf) -2.5 mmol/L
ctCO₂ 21.8 mmol/L

OXYGEN STATUS 37.0 °C
Hct 28 %
tHb(est) 9.5 g/dL
O₂ SAT(est) 97.8 %

ELECTROLYTES
Na⁺ 132.1 mmol/L
K⁺ 4.38 mmol/L
Ca⁺⁺ 1.07 mmol/L
Ca⁺⁺ (7.4) 1.11 mmol/L
Cl⁻ 101 mmol/L
AnGap 14.5 mmol/L

METABOLITES
Glu 149 mg/dL

Ασθενής 84 ετών με
αποφρακτική νεφροπάθεια
(υπερτροφία προστάτη)

Είχε αλκαλαιμία (pH=7,483), η
οποία εξηγείται μόνο από την
μείωση της PaCO₂ (AA)

Η αναμενόμενη αντιρρόπηση
ήταν (HCO₃⁻): 24-2x(40-
28,6):10=2x(11,4:10)=24-2,28
=21,72, όσα δηλαδή είχε

Άρα επρόκειτο για απλή AA

$$\text{pH} = 6,1 + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{0,03 \times \text{PaCO}_2}$$

PATIENT SAMPLE REPORT
(DUPLICATE)

PATIENT SAMPLE REPORT
(DUPLICATE)

Σε 16 min

KOMOTHNHS GEN.NOS.
MON.TEXN.NEFROY

KOMOTHNHS GEN.NOS.
MON.TEXN.NEFROY

Status: ACCEPTED
17/08/2007 13:45:51
Sample Type:
Arterial
Sample No. [REDACTED]
Patient:
Sex: U
Instrument:
Model: GEM 3000
S/N: 14041

Status: ACCEPTED
17/08/2007 14:02:47
Sample Type:
Arterial
Sample No.: 44
Patient:
ID: [REDACTED]
Sex: U
Instrument:
Model: GEM 3000
S/N: 14041

Measured (37.0C)

pH	7.74	
pCO2	18	mmHg
pO2	80	mmHg
Na+	125	mmol/L
K+	4.4	mmol/L
Ca++	1.18	mmol/L
Glu	185	mg/dL
Lac	0.6	mmol/L
Hct	55	%

Measured (37.0C)

pH	7.41	
pCO2	40	mmHg
pO2	75	mmHg
Na+	134	mmol/L
K+	3.9	mmol/L
Ca++	1.35	mmol/L
Glu	164	mg/dL
Lac	0.9	mmol/L
Hct	53	%

Derived Parameters

Ca++(7.4)	1.56	mmol/L
HCO3-	24.4	mmol/L
HCO3std	24.2	mmol/L
TCO2	25.0	mmol/L
BEecf	5.1	mmol/L
BE(B)	8.0	mmol/L
SO2c	98	%
THbc	17.1	g/dL
A-aDO2	---	
pA02	---	
paO2/pA02	---	
RI	---	

Derived Parameters

Ca++(7.4)	1.56	mmol/L
HCO3-	25.4	mmol/L
HCO3std	25.4	mmol/L
TCO2	26.6	mmol/L
BEecf	1.2	mmol/L
BE(B)	0.7	mmol/L
SO2c	95	%
THbc	16.4	g/dL
A-aDO2	---	
pA02	---	
paO2/pA02	---	
RI	---	

!=Outside critical limit
#=Outside ref. range
?=Review

!=Outside critical limit
#=Outside ref. range
?=Review

Αέρια αίματος ασθενούς πριν και μετά την αντιμετώπιση του επεισοδίου ΑΑ

Sample Profile

17-May-15 10:55 AM

CCX:MEB

210

PATIENT INFORMATION

No Patient Information Available

SAMPLE INFORMATION

Time Analyzed: 17-May-15 10:53 AM
Sample Number: 36442
SAMPLE TYPE: Arterial
PAT. TEMP. °C: 37.0
FIO2%: 20.9
BAROMETER: 749.48 mmHg
Analyzed by: default
Released by: auto

Errors

Comments

Test	Results	Units	Test Ranges		Flags
			Low	High	
BLOOD GAS					
pH	7.109		7.350	7.450	<
pCO2	9.9	mmHg	36.0	44.0	<
pO2	147.1	mmHg	0.0	80.0	>
SO2%	98.2		30.0	95.0	>
Hct	56	%	12	70	
Hb	18.6	g/dL	14.0	18.0	>
CHEMISTRY					
Na+	138	mmol/L	135	145	
K+	7.4	mmol/L	3.5	5.5	>
Cl-	113	mmol/L	50	200	
Ca++	4.80	mg/dL	0.40	10.80	
CALCULATED					
a	135.0	mmHg			
aA	1.1				
HCO3-	3.2	mmol/L			
BE _{act}	-26.6	mmol/L			
BE _b	-22.9	mmol/L			
O2Cl	25.9	mL/dL			
O2Cap	25.9	mL/dL			
SBC	9.5	mmol/L			
pO2/FIO2	704.0	mmHg			
CALCULATED CHEMISTRY					
TCO2	3.5	mmol/L			
Gap	22.5	mmol/L			
nCa	4.2	mg/dL			
Reported by					Time

Ασθενής 25 ετών, μεταφέρθηκε στο ΤΕΠ του νοσοκομείου διεγερτικός, παραπονούμενος για ζάλη, πόνο και δυσφορία στο επιγάστριο

Από τα αέρια αίματος διαπιστώθηκε μεταβολική οξέωση με αυξημένο χάσμα ανιόντων, για την οποία δεν υπήρχε προφανής αιτία

Στην επιμονή μας παραδέχτηκε ότι έλαβε με σκοπό την αυτοχειρία 500 ml αντιψυκτικού ψυγείου αυτοκινήτων, 7 ώρες νωρίτερα

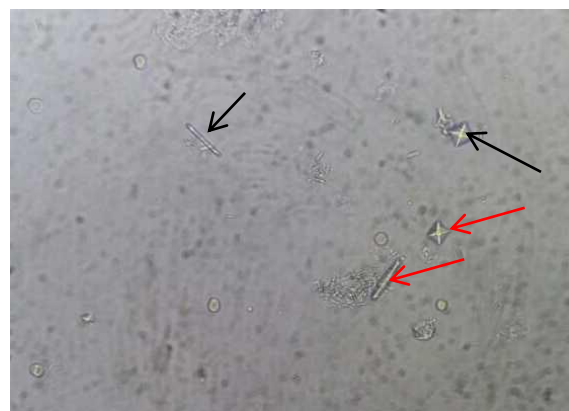
Είχε οξυαιμία (**pH=7,109**) προφανώς **ΜΟ**

Αντιρρόπηση: Μεγαλύτερη της αναμενόμενης (συνυπήρχε **ΑΑ**)

$XA=138-(113+3,2)=138-116,2=21,8$ (**ΜΟ με ΧΑ**)

$\Delta X=138-113-39=-14$ (+ υπερχλωραιμική ΜΟ)

$\Omega X=83$ mOsm/L (**ΜΟ με ΧΑ και ΩΧ**)



PATIENT SAMPLE REPORT

Status: ACCEPTED
 08/12/2009 00:30:30
 Sample Type:
 Arterial
 Sample No.: 14
 Patient:
 ID: [REDACTED]
 Instrument:
 Model: GEM 3000
 S/N: 14478

Μετά 1 ½ ώρα

Measured (37.0C)

pH	7.42	
pCO2	38	mmHg
pO2	53	mmHg
Na+	137	mmol/L
K+	3.8	mmol/L
Ca++	1.16	mmol/L
#Glu	161	mg/dL
Lac	0.8	mmol/L
Hct	49	%

Derived Parameters

Ca++(7.4)	1.17	mmol/L
HCO3-	24.6	mmol/L
HCO3std	24.3	mmol/L
TCO2	25.8	mmol/L
BEecf	0.1	mmol/L
BE(B)	0.3	mmol/L
S02c	88	%
THbc	15.2	g/dL
?A-aD02		
?pA02		
?pa02/pA02		
?RI		

PATIENT SAMPLE REPORT

Status: ACCEPTED
 08/12/2009 01:56:54
 Sample Type:
 Arterial
 Sample No.: 15
 Patient:
 ID: [REDACTED]
 Instrument:
 Model: GEM 3000
 S/N: 14478

Measured (37.0C)

pH	7.47	
pCO2	29	mmHg
pO2	67	mmHg
Na+	137	mmol/L
K+	3.9	mmol/L
Ca++	1.12	mmol/L
#Glu	173	mg/dL
Lac	1.5	mmol/L
#Hct	54	%

Derived Parameters

Ca++(7.4)	1.15	mmol/L
HCO3-	21.1	mmol/L
HCO3std	23.3	mmol/L
TCO2	22.0	mmol/L
BEecf	-2.6	mmol/L
BE(B)	-1.1	mmol/L
S02c	94	%
THbc	16.7	g/dL
?A-aD02		
?pA02		
?pa02/pA02		
?RI		

Αιμοκαθαιρόμενη ασθενής που προσήλθε με πνευμονικό οίδημα (Εικόνα Α), μετά την αφαίρεση 500 ml με ξηρά κάθαρση είχε βελτίωση της οξυγόνωσης (PaO₂), του κορεσμού της Hb (SaO₂) και της PaCO₂ (Εικόνα Β)

ARTERIAL SAMPLE
06.09.2017 11:17
System Name METH KOMOTHNNH
System ID 0500-40762

ACID/BASE 37.0 °C

pH	7.501	
pCO ₂	52.7	mmHg
pO ₂	57.0	mmHg
HCO ₃ ⁻ act	40.3	mmol / L
HCO ₃ ⁻ std	38.7	mmol / L
BE(B)	15.0	mmol / L
BE(ecf)	17.1	mmol / L
ctCO ₂	41.9	mmol / L

CO-OXIMETRY

Hct	34	%
tHb	11.6	g / dL
sO ₂	90.1	%
FO ₂ Hb	88.9	%
FCOHb	1.0	%
FMetHb	0.3	%
FHHb	9.8	%

OXYGEN STATUS 37.0 °C

BO ₂	15.9	mL / dL
ctO ₂ (a)	14.5	mL / dL

ELECTROLYTES

Na ⁺	137.0	mmol / L
K ⁺	4.89	mmol / L
Ca ⁺⁺	1.00	mmol / L
Ca ⁺⁺ (7.4)	1.04	mmol / L
Cl ⁻	88	mmol / L
AnGap	13.6	mmol / L
mOsm	289.5	mmol / kg

METABOLITES

Uu	279	mg / dL
	3.46	mmol / L

**Ασθενής 90 ετών
μεταφέρθηκε στο ΤΕΠ με
αναφερόμενη δύσπνοια**

**Ήταν γνωστή ΧΝΝ τελικού
σταδίου που δεν δέχτηκε
υποκατάσταση της νεφρικής
λειτουργίας**

**Κλινικά είχε ενδοκυττάρια
αφυδάτωση, είχε χαμηλή ΑΠ
και ήταν ολιγουρικός**

**Λάμβανε αγωγή με
διουρητικά και είχε
λευκωματίνη ορού=3,1 gr/dl**

Τι είχε οξεοβασικά;

Απάντηση

pH	7.501	
pCO ₂	52.7	mmHg
pO ₂	57.0	mmHg
HCO ₃ ⁻ act	40.3	mmol / L

Na ⁺	137.0	mmol / L
K ⁺	4.89	mmol / L
Ca ⁺⁺	1.00	mmol / L
Ca ⁺⁺ (7.4)	1.04	mmol / L
Cl ⁻	88	mmol / L
AnGap	13.6	mmol / L

- ✓ Είχε **MA** (όπως φαίνεται από τα HCO₃⁻ με καλή αντιρρόπηση (λόγω των διουρητικών))
- ✓ **XA=13,6 (+3,75)=17,35 mEq/L**
- ✓ Από το ιστορικό θα έπρεπε να είχε και **MO** (μικτή) λόγω της ΧΝΝ και της γαλακτικής οξέωσης (γαλακτικά=3,46 mmol/L)

ARTERIAL SAMPLE
17.08.2017 06:16
System Name ΜΕΤΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗ
System ID 0500-40762
Patient ID 164
Lst Name [REDACTED]

ACID/BASE 37.0 °C
pH 7.225
pCO₂ 21.4 mmHg
pO₂ 74.5 mmHg
HCO₃⁻ act 8.7 mmol/L
HCO₃⁻ std 11.4 mmol/L
BE(B) -17.1 mmol/L
BE(eL)F -19.0 mmol/L
ctCO₂ 9.3 mmol/L

CO-OXIMETRY
Hct 33 %
tHb 11.2 g/dL
sO₂ 92 %
rO₂Hb 42.4 %
FCOHb 0.1 %
rMetHb 0.3 %
rHHb 7.2 %

OXYGEN STATUS 37.0 °C
BO₂ 15.5 mL/dL
ctO₂(a) 14.6 mL/dL

ELECTROLYTES
Na⁺ 136.4 mmol/L
K⁺ 2.35 mmol/L
Ca⁺⁺ 1.02 mmol/L
Ca⁺⁺(7.4) 0.95 mmol/L
Cl⁻ 108 mmol/L
AnGap 22.1 mmol/L
mOsm 292.0 mmol/kg

METABOLITES
Glu 116 mg/dL
Lac 1.22 mmol/L

**Ασθενής 71 ετών με οξεία επί ΧΝΝ,
μεταφέρθηκε στο νοσοκομείο επειδή είχε
διαρροϊκό σύνδρομο**

**Η κρεατινίνη εισαγωγής του ήταν 4,8 και
εξόδου 2,7 mg/dl**

**Το K⁺ εισαγωγής=2,35 mEq/L (λάμβανε
θειαζιδικά διουρητικά)**

**Ποια διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας
είχε;**

Απάντηση

pH	7.225	
pCO ₂	21.4	mmHg
pO ₂	74.5	mmHg
HCO ₃ ⁻ act	8.7	mmol/L

Na ⁺	136.4	mmol/L
K ⁺	2.35	mmol/L
Ca ²⁺	1.02	mmol/L
Ca ²⁺ (7.4)	0.95	mmol/L
Cl ⁻	108	mmol/L
AnGap	22.1	mmol/L

- ✓ Είχε **ΜΟ** με φυσιολογική
- ✓ Αντιρόπηση: PaCO₂=40-1,2x15,3=21,64 mmHg
- ✓ Το ΧΑ=22,1 mEq/L (άρα ήταν **ΜΟ με ΧΑ**) εξαιτίας της ΧΝΝ
- ✓ ΔΧ=136,4-108-39=-10,4 (άρα είχε και **υπερχλωραιμική ΜΟ**) εξαιτίας της ΧΝΑ και των διαρροιών
- ✓ Λόγω των διουρητικών που λάμβανε πρέπει να είχε και **ΜΑ** (φαίνεται από τον **λόγο Na⁺:Cl⁻=1,26**)
- ✓ Συμπέρασμα: **ΜΟ με ΧΑ**
Υπερχλωραιμική ΜΟ
ΜΑ

ARTERIAL SAMPLE
DB . DB . 2017 20.17
System Name ΜΕΤΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗ
System ID 0500 40762
Patient ID 2
Lst Name

ACID/BASE @ 37.0 °C
pH 7.274
pCO₂ 26.8 mmHg
pO₂ 77.7 mmHg
HCO₃ act 12.1 mmol/L
HCO₃ std 14.4 mmol/L
BE(B) -13.0 mmol/L
BE(ecf) -14.7 mmol/L
ctCO₂ 13.0 mmol/L

CO-OXIMETRY
Hct 41 %
tHb 13.9 g/dL
sO₂ 93.9 %
FO₂Hb 92.8 %
FCOHb 0.9 %
FMethHb 0.3 %
FHHb 6.0 %

OXYGEN STATUS @ 37.0 °C
BO₂ 19.1 mL/dL
ctO₂(a) 18.2 mL/dL

ELECTROLYTES
Na⁺ 134.0 mmol/L
K⁺ 4.25 mmol/L
Ca⁺⁺ 1.17 mmol/L
Ca⁺⁺(7.4) 1.17 mmol/L
Cl⁻ 96 mmol/L
AnGap 30.1 mmol/L
mOsm 284.8 mmol/kg

METABOLITES
Glu 302 mg/dL
Lac 6.08 mmol/L

Άνδρας 79 ετών με παραμελημένη χολοκυστίτιδα μεταφέρθηκε στο νοσοκομείο (είχε και σημαντική αμυλασαιμία-παγκρεατίτιδα)

Διαγνώστηκε ONA (προσήλθε με κρεατινίνη ορού =12 mg/dl)

Από το ιστορικό του είχε σακχαρώδη διαβήτη, αρτηριακή υπέρταση και λάμβανε θειαζιδικά διουρητικά και μετφορμίνη

Τι είχε οξεοβασικά;

Απάντηση

pH	7.274	
pCO ₂	26.8	mmHg
pO ₂	77.7	mmHg
HCO ₃ act	12.1	mmol/L

Na ⁺	134.0	mmol/L
K ⁺	4.25	mmol/L
Ca ⁺⁺	1.17	mmol/L
Ca ⁺⁺ (7.4)	1.11	mmol/L
Cl ⁻	96	mmol/L
AnGap	30.1	mmol/L

- ✓ Από τα αέρια φαίνεται ότι είχε **οξυαιμία**
- ✓ Αυτή εξηγείται μόνο από τα χαμηλά HCO₃⁻ (**12,1 mEq/L**), άρα είχε **ΜΟ**
- ✓ Αντιρρόπηση: **Αναμενόμενη PaCO₂=40-(1,2x12)=40-14,4=25,6 mmHg** (περίπου όση είχε)
- ✓ **ΧΑ=30,1** (άρα επρόκειτο για **ΜΟ με ΧΑ**) (γαλακτική αφού είχε γαλακτικά=6,08 mmol/L λόγω της μετφορμίνης και της ΟΝΑ)
- ✓ **ΔΧ=134-96-39=134-132=+2** (είχε και **υπερχλωραιμική ΜΟ**)
- ✓ Προϋπάρχοντα HCO₃⁻=12,1+18=**30,1 mEq/L** (άρα προϋπήρχε και **ΜΑ** λόγω των διουρητικών που λάμβανε)
- ✓ Συμπέρασμα: **ΜΟ με ΧΑ**
Υπερχλωραιμική ΜΟ
ΜΑ

ARTERIAL SAMPLE

12.01.2017 23:43

System Name PATHOLOGIKH

System ID 0401-10651

Lst Name KIRTZIKI

ACID/BASE 37.0 °C

pH	<u>7.277</u>	
pCO ₂	<u>13.8</u>	mmHg
pO ₂	<u>124.9</u>	mmHg
HCO ₃ ⁻ act	<u>6.3</u>	mmol/L
HCO ₃ ⁻ std	10.2	mmol/L
BE(B)	-18.5	mmol/L
BE(ect)	-20.5	mmol/L
ctCO ₂	6.7	mmol/L

OXYGEN STATUS 37.0 °C

Hct	24	%
tHb(est)	8.2	g/dL
O ₂ SAT(est)	98.2	%

ELECTROLYTES

Na ⁺	134.6	mmol/L
K ⁺	2.85	mmol/L
Ca ⁺⁺	1.11	mmol/L
Ca ⁺⁺ (7.4)	1.06	mmol/L
Cl ⁻	106	mmol/L
AnGap	<u>25.2</u>	mmol/L

METABOLITES

Glu	61	mg/dL
-----	----	-------

Γυναίκα 36 ετών προσήλθε με έντονη ταχύπνοια (**48 αναπνοές/min**), έντονη ανησυχία και ΑΠ=105/65 mmHg

Από τα αέρια διαπιστώθηκε:

Βαριά ΜΟ (pH=7,22) με HCO₃⁻=6,3 mEq/L

Αναμενόμενη αντιρρόπηση: PaCO₂=40-(17,7x1,2)=**18,76** (ελαφρά υψηλότερη αυτής που είχε [**13,8**], πιθανά λόγω έντονης διέγερσης που είχε-ΑΟ)

ΧΑ=25,2 mEq/L (άρα ήταν ΜΟ με ΧΑ)

ΔΧ=-4 mEq/L (συνυπήρχε και υπερχλωραιμική ΜΟ)

Συμπέρασμα:

ΜΟ με ΧΑ (κετοξέωση νηστείας)
ΑΟ

Υπερχλωραιμική ΜΟ

Σας ευχαριστώ πολύ



Ερώτηση

Υπάρχουν κάποιες απλές γνώσεις φυσιολογίας για τη σωστή ερμηνεία των αερίων αίματος. Αυτές είναι **(μία σωστή)**:

- α) Ο υπεραερισμός και ο υποαερισμός δεν διαγιγνώσκονται από τα αέρια αίματος;
- β) Η $P(A-a)O_2$ αυξάνει με την ηλικία και με την αύξηση του κλάσματος του εισπνεόμενου O_2 ;
- γ) Η PaO_2 δε μπορεί να είναι >100 mmHg όταν κάποιος αναπνέει αέρα δωματίου στην επιφάνεια της θάλασσας;
- δ) Αν το αρτηριακό pH είναι φυσιολογικό, ο ασθενής δε μπορεί να έχει κλινικά σημαντική οξεοβασική διαταραχή;

Απάντηση

$$P(A-a)O_2 = [(P_B - P_{H_2O}) \times FiO_2 - PaCO_2/R] - PaO_2$$

Το β είναι η σωστή απάντηση

Ο υπεραερισμός και ο υποαερισμός
διαγιγνώσκονται από τις μεταβολές της $PaCO_2$

Η PaO_2 μπορεί εύκολα να πάει **πάνω από 100 mmHg**
με υπεραερισμό όταν οι πνεύμονες είναι φυσιολογικοί

Το pH του αρτηριακού αίματος μπορεί να είναι
φυσιολογικό σε συνύπαρξη 2 ή 3 οξεοβασικών διαταραχών

Ερώτηση

Γιατί στην **οξεία αναπνευστική οξέωση** υπάρχουν έντονες διαταραχές από το ΚΝΣ όπως κεφαλαλγία, θάμβος όρασης, ανησυχία, άγχος, τρόμος, αστηριξία, υπνηλία ή και κώμα, ενώ αυτά δε διαπιστώνονται στην **οξεία μεταβολική οξέωση;**

Απάντηση

Διότι το CO_2 διαχέεται εύκολα και μειώνει γρήγορα το pH του ΕΝΥ (είναι λιποδιαλυτό και διέρχεται γρήγορα τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό), ενώ τα HCO_3^- είναι πολική ένωση που δε μπορούν να περάσουν εύκολα το φραγμό αυτό

Ερώτηση

Ποια από τα παρακάτω ζεύγη παραμέτρων είναι χρήσιμα για την εκτίμηση της οξεοβασικής κατάστασης ασθενούς **(δύο σωστά)**;

α) pH και PaCO₂;

β) pH και PaO₂;

γ) PaCO₂ και PaO₂;

δ) PaCO₂ και HCO₃⁻;

ε) pH και SaO₂;

Απάντηση

Τα α και δ είναι σωστά

Τα β , γ και ε είναι λάθος. Χρειάζονται τουλάχιστον 2 από τις 3 παραμέτρους της εξίσωσης Henderson-Hasselbach για την εκτίμηση της οξεοβασικής κατάστασης του ασθενούς

Ερώτηση

Ποιο από τα παρακάτω αναμένεται να μειώσει την P_{aO_2}
(ένα σωστό);

α) Αναιμία;

β) Δηλητηρίαση με CO;

γ) Μία ανώμαλη Hb που δεσμεύει το O_2 με το $\frac{1}{2}$ της
συγγένειας της φυσιολογικής Hb;

δ) Μία ανώμαλη Hb που δεσμεύει το O_2 με διπλάσια
συγγένεια έναντι της φυσιολογικής Hb;

ε) Νόσος των πνευμόνων με ενδοπνευμονικό shunt;

Απάντηση

Από τις απαντήσεις μόνο η ϵ αναμένεται να μειώσει την P_{aO_2}

Οι άλλες απαντήσεις σχετίζονται με μεταβολές στα επίπεδα της Hb και στη σύνδεση μ' αυτή του O_2 και προφανώς δεν επηρεάζουν, δηλαδή δεν μειώνουν την P_{aO_2}

Ερώτηση

Ασθενής 35 χρόνων με ιστορικό **ΧΝΑ** και **νεφρωσικού συνδρόμου** ήρθε στο ΤΕΠ με **πνευμονία** και τα παρακάτω εργαστηριακά κατά την είσοδό του στο νοσοκομείο:

Na⁺ **145 mEq/L**

K⁺ **2,9 mEq/L**

Cl⁻ **98 mEq/L**

pH **7,52**

PaCO₂ **30 mmHg**

HCO₃⁻ **22 mEq/L**

PaO₂ **60 mmHg**

Ποια διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας είχε;

Απάντηση

Na ⁺	145 mEq/L
K ⁺	2,9 mEq/L
Cl ⁻	98 mEq/L
pH	7,52
PaCO ₂	30 mmHg
HCO ₃ ⁻	22 mEq/L
PaO ₂	60 mmHg

Από το pH και την PaCO₂ φαίνεται ότι είχε οξεία **AA**

Αντιρρόπηση: Τα αναμενόμενα HCO₃⁻ θα έπρεπε να ήταν μειωμένα κατά 2 mEq/L για κάθε 10 mmHg μείωσης της PaCO₂ (**όπως ήταν**)

Όμως είχε και μέτρια **υποξαιμία**, κάτι που μαζί με τα υπόλοιπα επιβεβαιώνει την παρουσία **πνευμονίας** (υποξαιμία με υποκαπνία)

Χάσμα ανιόντων: $145 - (98 + 21) = 26 \text{ mEq/L}$, που σημαίνει ότι συνυπήρχε και **ΜΟ με ΧΑ**

Δέλτα Χάσμα = $\Delta\text{ΧΑ} - \Delta\text{ΧHCO}_3^- = (26 - 12) - (24 - 21) = 14 - 3 = +11 \text{ mEq/L}$

Το ίδιο φαίνεται και από τον τύπο: $\text{Na}^+ - \text{Cl}^- - 39 = 145 - 98 - 39 = +8$ που σημαίνει ότι ο ασθενής εκτός από τη **ΜΟ με αυξημένο ΧΑ** είχε και **ΜΑ**

Συμπέρασμα: Ο ασθενής είχε 3 οξεοβασικές διαταραχές:

α) **AA** (από την πνευμονία)

β) **ΜΟ** (από τη νεφρική νόσο) και

γ) **Υποκαλιαιμική ΜΑ** (από την έντονη διουρητική θεραπεία που έκανε)

Ερώτηση

Γυναίκα 60 χρόνων επισκέφθηκε το νοσοκομείο έχοντας **λοβώδη πνευμονία**. Λάμβανε **διουρητικά** τους τελευταίους 9 μήνες πριν την εισαγωγή της για **συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια**

Εργαστηριακά είχε τα εξής:

pH	7,64
PaCO₂	32 mmHg
PaO₂	75 mmHg
HCO₃⁻	33 mEq/L
K⁺	2,1 mEq/L

Ποια οξεοβασική διαταραχή είχε;

Απάντηση

pH	7,64
PaCO ₂	32 mmHg
PaO ₂	75 mmHg
HCO ₃ ⁻	33 mEq/L
K ⁺	2,1 mEq/L

Είχε σοβαρή **υποκαλιαιμία** (αποτελεί επείγουσα κατάσταση)

Βήμα 1: Είχε **αλκαλαιμία**

Βήμα 2: Αυτή εξηγείται από την αύξηση των HCO₃⁻ και τη μείωση της PaCO₂ (άρα είχε δύο διαταραχές ίδιας κατεύθυνσης)

Βήμα 3: Θεωρώντας ότι πρωταρχική διαταραχή ήταν η **ΜΑ** (ιστορικό), θα έπρεπε αντιρροπιστικά να είχε $PaCO_2 = 40 + (33 - 24) \times (0,7) = 40 + 6,3 = 46,3 \text{ mmHg}$ (και είχε **32**, που σημαίνει ότι συνυπήρχε **ΑΑ**, προφανώς εξαιτίας της ταχύπνοιας από την πνευμονία)



Απάντηση

pH	7,64
PaCO ₂	32 mmHg
PaO ₂	75 mmHg
HCO ₃ ⁻	33 mEq/L
K ⁺	2,1 mEq/L

Τελική διάγνωση: Μικτή αλκάλωση (μεταβολική και αναπνευστική)

Κλινική διάγνωση: Η ΜΑ οφείλονταν στη χρήση των διουρητικών και η υποκαλιαιμία προφανώς την διαιώνιζε

Προσοχή!!!! Αν το K⁺ του ορού μειώνονταν κι άλλο, θα υπήρχε και ο κίνδυνος μυικής αδυναμίας, που θα οδηγούσε σε **αναπνευστική ανεπάρκεια και στην εμφάνιση ΑΟ**

Ερώτηση

Ασθενής 47 χρόνων είχε τα εξής εργαστηριακά:

pH	7,50
PaCO₂	20 mmHg
HCO₃⁻	15 mEq/L
Na⁺	140 mEq/L
Cl⁻	103 mEq/L

Ποια διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας είχε;

Απάντηση

pH	7,50
PaCO ₂	20 mmHg
HCO ₃ ⁻	13 mEq/L
Na ⁺	140 mEq/L
Cl ⁻	103 mEq/L

Βήμα 1: Ο ασθενής ήταν **αλκαλαιμικός**

Βήμα 2: Αυτό εξηγείται μόνο από την χαμηλή PaCO₂ (**AA**)

Βήμα 3: Τα αναμενόμενα HCO₃⁻ = $24 - 5 \times (40 - 20) / 10 = 24 - 10 = 14$ mmHg (περίπου όσα είχε)

Βήμα 4: ΧΑ = $140 - (103 + 14) = 23$ mEq/L που σημαίνει ότι είχε και **ΜΟ με αυξημένο ΧΑ** (αν δεν είχε εκτιμηθεί δεν θα γίνονταν αντιληπτή ΜΟ με ΧΑ)

Βήμα 5: Προϋπάρχοντα HCO₃⁻ = $13 + \Delta\text{ΧΑ} = 13 + 11 = 24$ mEq/L (άρα δεν υπήρχε και άλλη διαταραχή)

Τελική διάγνωση: Ο ασθενής έλαβε μεγάλη ποσότητα ασπιρίνης (κάνει **AA** και **ΜΟ με ΧΑ**)

Ερώτηση



Ασθενής 58 χρόνων, **καπνιστής**, μεταφέρθηκε στο ΤΕΠ έχοντας σοβαρού βαθμού **δύσπνοια**

Τα εργαστηριακά του είχαν ως εξής:

Na⁺ **132 mEq/L**

K⁺ **3,5 mEq/L**

Cl⁻ **92 mEq/L**

pH **7,20**

HCO₃⁻ **30 mEq/L**

PaCO₂ **70 mmHg**

PaO₂ **50 mmHg**

Ποια οξεοβασική διαταραχή είχε:

Απάντηση



Na ⁺	132 mEq/L
K ⁺	3,5 mEq/L
Cl ⁻	92 mEq/L
pH	7,20
HCO ₃ ⁻	30 mEq/L
PaCO ₂	70 mmHg
PaO ₂	50 mmHg

1. Ήταν οξυαιμικός ή αλκαλαιμικός; (οξυαιμικός, από το pH=7,20)
2. Η βέβαιη διάγνωση ήταν: (AO, PaCO₂=70 mmHg)
3. Υπολογισμός ΧΑ: $132-(92+30)=10$ mEq/L δηλαδή φυσιολογικό
4. Αντιρρόπηση: Αναμενόμενα HCO₃⁻= $24+4 \times \Delta PaCO_2 / 10 = 24+4 \times 3 = 24+12 = 36$ mEq/L (δηλαδή υψηλότερα απ' αυτά που είχε, MO)
5. Ποιες διαταραχές είχε συνολικά:
 1. Αναπνευστική οξέωση
 2. Μεταβολική οξέωση
6. Κλινική διάγνωση:
 1. Αναπνευστική οξέωση λόγω ΧΑΠ
 2. Μεταβολική οξέωση [πιθανά γαλακτική (PaO₂=50 mmHg;)]

Ερώτηση

Άνδρας 99 χρόνων μεταφέρθηκε από ένα γηροκομείο σε κατάσταση **shock** και **υποθερμία** στο ΤΕΠ

Εργαστηριακά είχε τα εξής:

Na⁺ 143 mEq/L

K⁺ 3,9 mEq/L

Cl⁻ 98 mEq/L

pH 7,61

HCO₃⁻ 22 mEq/L

PaCO₂ 23 mmHg

PaO₂ 95 mmHg

Γλυκόζη 126 mg/dl

Ουρία 23 mg/dl

Ποια οξεοβασική διαταραχή είχε;

Απάντηση

Na ⁺	143 mEq/L
K ⁺	3,9 mEq/L
Cl ⁻	98 mEq/L
pH	7,61
HCO ₃ ⁻	22 mEq/L

PaCO ₂	23 mmHg
PaO ₂	95 mmHg
Γλυκόζη	126 mg/dl
Ουρία	23 mg/dl

1. Ήταν οξυαιμικός ή αλκαλαιμικός; (αλκαλαιμικός, από το pH=7,61)
2. Η βέβαιη διάγνωση ήταν: (AA, PaCO₂=23 mmHg)
3. Υπολογισμός ΧΑ: $143-(98+22)=23$ mEq/L (δηλαδή αυξημένο, ΜΟ με ΧΑ)
4. Αντιρρόπηση: Αναμενόμενα HCO₃⁻: $24-5 \times (17/10)=24-8,5=15,5$ mEq/L (κατώτερα απ' όσα είχε-ΜΑ)
5. Προϋπάρχοντα HCO₃⁻= 23 (ασθενούς) + 11 (ΔΧΑ)=34 mEq/L (αυξημένα, ΜΑ)
6. Ποιες διαταραχές είχε συνολικά:
 1. Αναπνευστική αλκάλωση
 2. ΜΟ με ΧΑ
 3. ΜΑ
7. Κλινική διάγνωση (πιθανή αιτία):
 1. Αναπνευστική αλκάλωση [υπογκαιμία, πιθανή σήψη από gram (-) κόκκο]
 2. ΜΟ από γαλακτική οξέωση (shock) και
 3. Η προϋπάρχουσα ΜΑ (υπογκαιμία ή λήψη διουρητικών)

Ερώτηση

Ασθενής 23 ετών βρέθηκε **απνοϊκός** και χωρίς να απαντά στα ερεθίσματα σε θάλαμο της χειρουργικής κλινικής, όπου έκανε επέμβαση στο γόνατο (αποκατάσταση κάκωσης)

Περίπου 30 λεπτά νωρίτερα έλαβε ενδοφλέβια **25 mg μορφίνης** για ανακούφιση από τον πόνο

Ενώ άρχισε η προσπάθεια ανάνηψης του ασθενούς, λήφθηκε αίμα για αέρια, όπου βρέθηκαν τα εξής:

pH **7,08**

PaCO₂ **80 mmHg**

HCO₃⁻ **28 mEq/L**

Ποια διαταραχή είχε και γιατί;

Απάντηση

pH	7,08
PaCO ₂	80 mmHg
HCO ₃ ⁻	28 mEq/L

Από το pH ήταν **οξυαιμικός** και από τα λοιπά φαίνεται να είχε **οξεία ΑΟ** (PaCO₂=80 mmHg)

Αντιρρόπηση: Στην κατάσταση αυτή θα αναμένονταν μία αύξηση των HCO₃⁻ κατά 1 mEq/L για κάθε αύξηση της PaCO₂ κατά 10 mmHg πάνω από τα φυσιολογικά επίπεδα: $24 + (80 - 40) / 10 \times 1 = 24 + 4 = 28 \text{ mEq/L}$ (όσα είχε)

Συμπέρασμα: Επρόκειτο για απλή **οξεία ΑΟ**

Η **μορφίνη** και άλλα οπιοειδή είναι κατασταλτικά του αναπνευστικού και σε μεγάλες δόσεις μπορεί ακόμη και να διακόψουν την αναπνοή

Έλαβε **ναλοξόνη** (Narcan 0,4 mg ΕΦ) ως ανταγωνιστή της μορφίνης

Διάμεσο
πνευμονικό
οίδημα

Instrumentation Laboratory
PATIENT SAMPLE REPORT

Μετά 13 ώρες

Status: ACCEPTED
07/12/2009 21:04:48
Sample type:
Arterial
Sample No.: 13
Patient:
ID: [REDACTED]
Instrument:
Model: GEM 3000
S/N: 14478

Measured (37.0C)

#pH	7.46	
#pCO2	30	mmHg
#pO2	70	mmHg
#Na+	133	mmol/L
#K+	3.4	mmol/L
#Ca++	1.01	mmol/L
#Glu	126	mg/dL
Lac	1.9	mmol/L
Hct	50	%

Derived Parameters

Ca++(7.4)	1.04	mmol/L
HC03-	21.3	mmol/L
HC03std	23.8	mmol/L
TC02	22.2	mmol/L
BEecf	-2.5	mmol/L
BE(B)	-1.3	mmol/L
S02c	95	%
THbc	15.5	g/dL
?A-aD02	----	
?pA02	----	
?pa02/pA02	----	
?RI	----	

Instrumentation Laboratory
PATIENT SAMPLE REPORT

Εγκατεστημένο
πνευμονικό
οίδημα

Status: ACCEPTED
08/12/2009 09:50:21
Sample type:
Arterial
Sample No.: 16
Patient:
ID: [REDACTED]
Instrument:
Model: GEM 3000
S/N: 14478

Measured (37.0C)

#pH	7.49	
pCO2	36	mmHg
pO2	86	mmHg
#Na+	131	mmol/L
K+	4.4	mmol/L
#Ca++	0.94	mmol/L
Glu	102	mg/dL
Lac	1.3	mmol/L
Hct	44	%

Derived Parameters

Ca++(7.4)	0.98	mmol/L
HC03-	27.4	mmol/L
HC03std	28.1	mmol/L
TC02	28.5	mmol/L
BEecf	4.1	mmol/L
BE(B)	4.1	mmol/L
S02c	97	%
THbc	13.6	g/dL
?A-aD02	----	
?pA02	----	
?pa02/pA02	----	
?RI	----	

Rapid systems

OND 20/1/17

ARTERIAL SAMPLE
22.01.2017 13:02
System Name PATHOLOGIKH
System ID 0401-10651

ACID/BASE 37.0 °C
pH 7.520
pCO₂ 9.7 mmHg
pO₂ 110.6 mmHg
HCO₃⁻ act 7.7 mmol/L
HCO₃⁻ std 14.4 mmol/L
BE(B) -12.7 mmol/L
BE(ect) -15.1 mmol/L
ctCO₂ 8.0 mmol/L

OXYGEN STATUS 37.0 °C
Hct 27 %
tHb(est) 9.2 g/dL
O₂ SAT(est) 98.8 %

ELECTROLYTES

Na⁺ 132.5 mmol/L
K⁺ 3.29 mmol/L
Ca⁺⁺ 0.95 mmol/L
Ca⁺⁺ (7.4) 1.00 mmol/L
Cl⁻ 100 mmol/L
AnGap 28.0 mmol/L

METABOLITES

Glu 117 mg/dL

Γυναίκα 36 ετών προσήλθε με
έντονη ταχύπνοια

Χάσμα ανιόντων (Διάγνωση συγκαλυμμένης ΜΟ)

Ασθενής 44 χρόνων μεταφέρθηκε στο νοσοκομείο με **αφυδάτωση** και **υπόταση**

Από τα εργαστηριακά του διαπιστώθηκαν τα εξής:

Na⁺ **165 mEq/L**

K⁺ **4,0 mEq/L**

Cl⁻ **112 mEq/L**

HCO₃⁻ **32 mEq/L**

Δεν έγινε προσδιορισμός αερίων αίματος. Μπορείτε να διακρίνετε αν υπήρχε οξεοβασική διαταραχή;

Απάντηση

Na⁺ 165 mEq/L
K⁺ 4,0 mEq/L
Cl⁻ 112 mEq/L
HCO₃⁻ 32 mEq/L

Εκ πρώτης όψεως φαίνεται να είχε **αλκάλωση**; (↑HCO₃⁻)

Πράγματι είχε λόγο Na⁺/Cl⁻=**1,47** (φ.τ.=1,33) που σημαίνει
μικρότερη αύξηση του Cl⁻ έναντι του Na⁺

Όμως είχε **XA=165-(112+32)=21 mEq/L**

Συμπέρασμα:

- 1. Είχε ΜΟ με ΧΑ (γαλακτική)**
- 2. ΜΑ λόγω αφυδάτωσης**