

Οξεοβασική ισορροπία

+

-

ΟΞΕΩΣΗ

ΑΛΚΑΛΩΣΗ

ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ ΟΞΕΟΣ

ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ ΒΑΣΗΣ

H^+

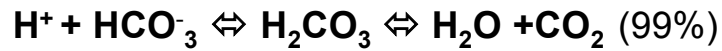
HCO_3^-

Έλλειμμα βάσης

Περίσσεια Βάσης

Υψηλό Anion gap

Πνευμονικός αερισμός: CO₂



PaCO ₂ (mmHg)	κυψελιδικός αερισμός	επίδραση στο pH
Φυσιολογικό PaCO ₂ =35-45	Φυσιολογικός	Χωρίς μεταβολή
Υψηλό PaCO ₂ >45	Υποαερισμός	Αναπν. οξέωση
Χαμηλό PaCO ₂ <35	Υπεραερισμός	Αναπν. αλκάλωση

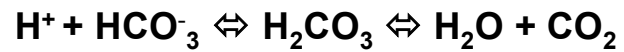
Ο πνευμονικός αερισμός ρυθμίζεται κυρίως από τρεις παράγοντες:

A) PaCO₂ B) PaO₂ και Γ) pH

Υψηλό PaCO₂, χαμηλό PaO₂ και χαμηλό pH προκαλούν ΥΠΕΡΑΕΡΙΣΜΟ

Χαμηλό PaCO₂, υψηλό PaO₂ και υψηλό pH προκαλούν ΥΠΟΑΕΡΙΣΜΟ

Νεφρική απέκκριση: HCO_3^-



HCO_3^- (mEq/L)	επίδραση στο pH
Φυσιολογικό HCO_3^- (22-28)	Χωρίς μεταβολή
Υψηλό $\text{HCO}_3^- > 28$	Μεταβολική αλκάλωση
Χαμηλό $\text{HCO}_3^- < 22$	Μεταβολική οξέωση

Χάσμα ανιόντων (anion gap)

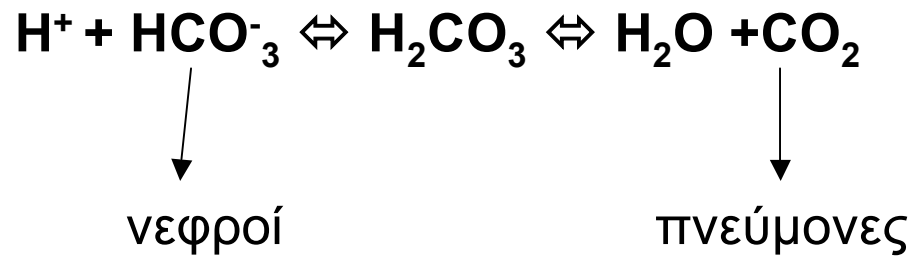
$$\text{Anion gap} = \text{Na}^+ - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$$

Anion gap (mEq/L)	επίδραση στο pH
Φυσιολογικό Anion gap (8-16)	Χωρίς μεταβολή
Υψηλό Anion gap > 16	Μεταβολική οξέωση
Χαμηλό Anion Gap < 8	Υποαλβουμιναιμία

Εξαίρεση: επί απώλειας διττανθρακικών από το ΓΕΣ οι τιμές των HCO_3^- και του pH μειώνονται (οξέωση) αλλά το χάσμα ανιόντων δεν αυξάνεται εξαιτίας της αύξησης της συγκέντρωσης του χλωρίου: **υπερχλωραιμική οξέωση**.

Περίσσεια / έλλειμμα βάσης (BE)

Περίσσεια/έλλειμμα βάσης (mEq/L)	επίδραση στο pH
Φυσιολογική BE (-2.5 έως 2.5)	Χωρίς μεταβολή
Περίσσεια Βάσης BE > 2.5	Μεταβολική αλκάλωση
Έλλειμμα Βάσης BE < -2.5	Μεταβολική οξέωση



$\text{HCO}_3^-/\text{PaCO}_2 = \text{μεταβολική/αναπνευστική αντίδραση} = 20/1$

Αναπνευστική οξέωση ←

Μείωση pH, αύξηση PaCO₂

→ Μεταβολική αλκάλωση

Αύξηση pH, αύξηση BE και HCO₃

Αναπνευστική αλκάλωση ←

Αύξηση pH, μείωση PaCO₂

→ Μεταβολική οξέωση

Μείωση pH, μείωση BE και HCO₃

Διάγνωση

1. Υπάρχει αναπνευστική οξέωση ή αναπνευστική αλκάλωση;
2. Υπάρχει μεταβολική οξέωση ή αλκάλωση;
3. Ποια είναι η πρωτοπαθής διαταραχή;

1. ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ

Αιτίες

A. Πνευμονικές διαταραχές (αποφρακτικές)

1. Απόφραξη αεραγωγών
2. Χ.Α.Π.
3. Άσθμα
4. Λοίμωξη: πνευμονίτιδα
5. Οίδημα: πνευμονικό οίδημα, ARDS

B. Δ/χές θωρακικού τοιχώματος και αναπνευστικών μυών (περιοριστικές)

1. Μυϊκή αδυναμία
2. Απώλεια πνευμονικού όγκου
 - i. Πνευμοθώρακας, αιμοθώρακας
 - ii. Αυξ. ενδοκοιλιακής πίεσης
 - iii. Κυφοσκωλίωση

Γ. Καταστολή του αναπνευστικού κέντρου (νευρολογικές)

1. Ναρκωτικά, κατασταλτικά, αναισθητικά
2. Ανθεκτικότητα στην υπερκαπνία
3. Σ. υπνικής άπνοιας

Δ. Μηχανική αναπνοή και οξυγονοθεραπεία

Συμπτώματα & σημεία

A. Νευρολογικά

Κεφαλαλγία, θολή όραση
Εκνευρισμός, αγωνία
Τρόμος, delirium
Υπνηλία

B. Καρδιαγγειακά

Αρρυθμίες
Περ.αγγειοδιαστολή
Υπόταση

1. ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ

Αντιμετώπιση των τριών κύριων προβλημάτων της Αν.Οξέωσης

A. Υπερκαπνία

1. Αντιμετώπιση των αναστρέψιμων αιτίων
2. Διέγερση της αναπνοής με φάρμακα
3. Αναπνευστήρας

B. Υποξαιμία

1. Μάσκα οξυγόνου
2. Αναπνευστήρας

Γ. Οξέωση

1. Αντιμετώπιση των αναστρέψιμων αιτίων
2. Χορήγηση NaHCO_3 εάν το $\text{pH} < 7.2$

2. ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ

Αιτίες

A. Υποξαιμία

1. Πνευμονική νόσος (πνευμονία, οίδημα, εμβολή, ίνωση)
2. Μειωμένη FiO₂ (πχ υψηλό υψόμετρο)
3. Υπόταση ή αναιμία

B. Νευρογενής διέγερση του αναπνευστικού κέντρου

1. ΚΝΣ: σ. υπεραερισμού, τραύμα, όγκος
2. Πνεύμονες: οίδημα, εμβολή, ίνωση, πνευμονία, ARDS

Γ. Άμεση διέγερση του αναπνευστικού κέντρου

1. Gram (-) σήψη
2. Ηπατική ανεπάρκεια
3. Σαλικυλικά
4. Νικοτίνη
5. Προγεστερόνη
6. Επινεφρίνη και νορεπινεφρίνη

Δ. Μηχανική αναπνοή

Συμπτώματα & σημεία

(όπως αυτά της υπασβεστιαϊμίας)

A. Τετανία

- Παραισθησίες
- Καρπιαίος σπασμός
- Μυαλγίες και μυϊκή αδυναμία
- Σπασμός προσωπικών μυών

B. Άλλα συμπτώματα

- Κεφαλαλγία, ευερεθιστότητα, σπασμοί
- Λαρυγγόσπασμος
- Αρρυθμίες

Γ. Σημεία τετανίας

- Σ. Chvostek
- Σ. Trousseau

2. ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ

Αντιμετώπιση (συνήθως δεν απαιτείται θεραπεία)

A. Υποξαιμία

Αντιμετώπιση υποκείμενης αιτίας

Χορήγηση οξυγόνου

B. Σύνδρομο υπεραερισμού

Γ. Ασθενείς με τραύμα, όγκο στο ΚΝΣ

Υποστηρικτική αγωγή

Γ. Άμεση διέγερση του αναπνευστικού κέντρου

Αντιμετώπιση υποκείμενης αιτίας και απομάκρυνση του γενεσιουργού αιτίου.

3. ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ

Αιτίες

A. ΑΠΩΛΕΙΑ ΔΙΤΤΑΝΘΡΑΚΙΚΩΝ

1. Απώλειες από το ΓΕΣ
Διάρροια
Παγκρεατικά, χοληφόρα ή εντερικά συρίγγια
2. Απώλειες από τους νεφρούς
Αναστολή καρβονικής ανυδράσης
Νεφρική σωληναριακή οξέωση II

B. ΑΔΥΝΑΜΙΑ ΝΕΦΡΙΚΗΣ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ H⁺

1. Νεφρική ανεπάρκεια
2. Νεφρική σωληναριακή οξέωση I
3. Νεφρική σωληναριακή οξέωση IV

Γ. ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΟΞΕΟΣ

1. Εξωγενής πρόσληψη
Μεθανόλη
Εθυλενική γλυκόλη
Σαλικυλικά
2. Ενδογενής παραγωγή
Γαλακτική οξέωση
Κετοξέωση

Συμπτώματα & σημεία

A. Αναπνευστικό

Υπεραερισμός και υποξαιμία

B. Καρδιαγγειακό

Ταχυκαρδία

Κοιλιακές αρρυθμίες

Γ. ΚΝΣ

Δ/χές επιπέδου συνείδησης

Δ. Μεταβολικές διαταραχές

Υπερκαλιαιμία

Υπερασβεστιαμία

3. ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ

Αντιμετώπιση

- A. Αντιμετώπιση της υποκείμενης αιτίας
- B. Χορήγηση διττανθρακικών (εάν $\text{pH} < 7.2$ ή $\text{HCO}_3^- < 10 \text{mEq/L}$ ή $\text{BE} < -14 \text{mEq/L}$)
- Γ. Προσπάθεια μερικής μόνο διόρθωσης
- Γ. Συνεχής παρακολούθηση του ασθενούς και της θεραπείας

4. ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ

Αιτίες

A. ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΑΠΩΛΕΙΑ H⁺

1. Απώλεια γαστρικού υγρού
2. Διουρητικά και υποκαλιαιμία
3. Μεθυπερκαπνική αλκάλωση
4. Μη επαναρροφήσιμα ανιόντα (πενικιλίνες)
5. Αλκάλωση επανασίτισης
6. Περίσσεια αλατοκορτικοειδών

B. ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΑΛΚΑΛΕΩΣ

1. NaHCO₃ και αντιόξινα

Γ. ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ

1. Διουρητικά (θειαζίδες, αγκύλης)
2. Κυστική ίνωση

Συμπτώματα & σημεία

A. ΚΝΣ

Σύγχυση, λήθαργος, σπασμοί, κώμα

B. Μεταβολικές

Υποκαλιαιμία
Υπασβεστιαιμία

Γ. Διαταραχές όγκου

Υποογκαιμία
Αρρυθμία

Δ. Αναπνευστικό

Υποαερισμός
Υποξαιμία

Shock

Η κλινική κατάσταση που χαρακτηρίζεται από σημεία και συμπτώματα που εμφανίζονται όταν η καρδιακή παροχή είναι ανεπαρκής να πληρώσει το αρτηριακό δίκτυο με αίμα υπό ικανή πίεση για την αποτελεσματική άρδευση οργάνων και ιστών.

Blalock, 1934

Καρδιογενές shock
Ολιγαιμικό shock
Νευρογενές shock
Αγγειογενές shock
(Σηπτικό shock)

Η καρδιά
Ο όγκος αίματος
Οι περιφερικές αρτηριακές αντιστάσεις
Η φλεβική χωρητικότητα

Κλινική εικόνα

- Αγωνία και κόπωση > απάθεια και εξάντληση > κώμα
- Ψυχρό και ωχρο δέρμα
- Σφυγμοί: φυσιολογικοί σε νευρογενές shock
φυσιολογικοί πρώιμα στο υποογκαιμικό shock
αυξημένοι στο υποογκαιμικό shock
αυξημένοι στο σηπτικό shock
- Δίψα
- Άδειες περιφερικές φλέβες
Διάταση περιφερικών φλεβών (σε καρδιακό επιπωματισμό)
- Ναυτία και έμετος
- Υποθερμία (πτώση μεταβολικού ρυθμού ή αποτέλεσμα υποάρδευσης)

Παθοφυσιολογικές μεταβολές

Η ΑΠ διατηρείται από την καρδιακή παροχή και τις περιφερικές αντιστάσεις

Αρτηριακή πίεση

Πτώση της καρδιακής παροχής > αύξηση των περιφερικών αντιστάσεων (αγγειοσύσπαση) επιλεκτικά > διατήρηση ικανοποιητικής ροής στην καρδιά και τον εγκέφαλο.

Σφυγμοί

Πτώση της ΑΠ > διέγερση του συμπαθητικο-αδρενεργικού άξονα και αναστολή του πνευμονογαστρικού άξονα.

Αγγειοσύσπαση

Μείωση του ενδαγγειακού όγκου > αγγειοσύσπαση στο δέρμα, νεφρούς, ήπαρ και τελικά στον εγκέφαλο (δράση εντός δευτερολέπτων).

Αιμοδιάλυση

Μείωση του ενδαγγειακού όγκου > μετακίνηση ύδατος εκ του μεσοκυττάριου χώρου στον ενδαγγειακό χώρο.

Παθοφυσιολογικές μεταβολές στο υποογκαιμικό shock

Αιμορραγία >

> υποογκαιμία >

> αγγειοσύσπαση (μέσω τασεο-υποδοχέων) >

> αδρενεργική συμπαθητική απάντηση >

> αύξηση νορεπινεφρίνης >

> αύξηση επινεφρίνης και αυξημένη δραστηριότητα ρενίνης >

> μείωση αιματικής ροής στο δέρμα και στους μύες >

> μείωση αιματικής ροής στα σπλάγχνα.

➤ Μείωση όγκου αίματος κατά 10% > εύκολη αντιστάθμιση.

➤ Μείωση όγκου αίματος κατά 10-20% > ορθοστατική υπόταση

➤ Μείωση όγκου αίματος 20-40% > αυξάνει η συχνότητα υπότασης και εάν ο ασθενής αφηθεί χωρίς θεραπεία κίνδυνος για την ζωή του.

➤ Μείωση όγκου αίματος μεγαλύτερου από 40% > άμεση απειλή για την ζωή του ασθενούς.

Αντιμετώπιση του υποογκαιμικού shock 1

Αποκατάσταση του όγκου

Τοποθέτηση δύο φ/κ ικανής διαμέτρου > χορήγηση RL 1000-2000ml/45 λεπτά και λήψη αίματος για διασταύρωση

Χορήγηση αίματος

(Πλάσμα, αλβουμίνη, τεχνητά κολλοειδή διαλύματα, υποκατάστατα αίματος)

Ανθιστάμενο shock

Συνεχιζόμενη απώλεια

Ανεπαρκής αναπλήρωση όγκου

Ανεπαρκής εκτίμηση τραύματος (πνευμοθώρακας, επιπωματισμός)

Ανεπάρκεια μυοκαρδίου

Σύγχρονο σηπτικό shock

Θέση του ασθενούς – MAST

Αναπνευστική υποστήριξη

Χορήγηση οξυγόνου

Πνευμοθώρακας, απόφραξη αεραγωγών, εισρόφηση

Αντιμετώπιση του υποογκαιμικού shock 2

Αντιβιοτικά

Ευρέος φάσματος αντιβιοτικά σε ασθενείς με ανοικτά ή δυνητικώς μολυσμένα τραύματα

Αντιμετώπιση του πόνου

Μικρές δόσεις οπιοειδών IV

Στεροειδή

Έχουν θέση σε ηλικιωμένους ασθενείς ή σε ασθενείς με v.Addison, επινεφριδεκτομηθέντες ή υπό συστηματική λήψη κορτικοστεροειδών.

Δακτυλίτιδα

Πιθανόν να έχει θέση σε ηλικιωμένους ασθενείς αν και η ΚΦΠ αυξάνει σε ασθενείς με ολιγαιμικό shock στο τελικό μόνο στάδιο.

Αγγειοσυσπαστικά

Δεν έχουν θέση καθώς η όποια αξία τους εμφανίζεται μόνο εάν έχει αποκατασταθεί ο ενδαγγειακός όγκος.

Παθοφυσιολογικές διαταραχές στο καρδιογενές shock

Αιτίες

Διαταραχές του ρυθμού

Καρδιακές αρρυθμίες (>150/λεπτό)

Διαταραχές της συσταλτικότητας

Καρδιακός επιπωματισμός, έμφραγμα μυοκαρδίου, μυοκαρδίτιδα

Αιμοδυναμικές μεταβολές

Μειωμένη Καρδιακή παροχή + Αυξημένη ΚΦΠ, πίεση πνευμονικής αρτηρίας, πίεση ενσφήνωσης πνευμονικών τριχοειδών.

Αντιμετώπιση του καρδιογενούς shock

ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΣΤΗΝ ΣΥΣΤΑΛΤΙΚΟΤΗΤΑ

Αποκλεισμός επιπωματισμού ή άλλης εξωκαρδιακής αιτίας

Δακτυλίτιδα

Ντοπαμίνη (5-25μg/(kg.min))

Νορεπινεφρίνη

Νιτροπρωσσικό νάτριο

Ενδοαορτική αντλία

ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΣΤΟΝ ΡΥΘΜΟ

Κολπική μαρμαρυγή > δακτυλίτιδα, απινίδωση.

Κολπικές ταχυκαρδίες > προπρανολόλη (Inderal), βεραπαμίλη (Isoptin)

Κοιλιακή αρρυθμία > λιδοκαΐνη, προκαϊναμίδη

Βηματοδότηση.

Νευρογενές shock

Διαταραχές στην ισορροπία αγγειοδιαστολής/αγγειοσύσπασης στα αρτηρίδια και στα φλεβίδια.

Αιτίες: αιφνίδιος ισχυρός πόνος, αιφνίδια έκθεση σε δυσάρεστα ερεθίσματα, κατάργηση αγγειοκινητικών αντανεκλαστικών (υψηλή επισκληρίδιος αναισθησία)

Κλινική εικόνα: χαμηλή ή πολύ χαμηλή ΑΠ **χωρίς** ταχυσφυγμία και υγρό, θερμό ερυθρό δέρμα.

Αντιμετώπιση: χορήγηση όγκου και αγγειοσυσπαστικών (νορεπινεφρίνη) με παρακολούθηση της ΚΦΠ.

Σηπτικό shock

Θνητότητα: >50%

- α) μέσα σε ώρες από την έναρξη της σήψης από την καταβολή που προκαλείται από το shock και την περιφερική αγγειοδιαστολή
- β) πολλαπλή οργανική ανεπάρκεια

Σύνδρομο φλεγμονώδους αντίδρασης (1991)

α) Σύνδρομο Συστηματικής Φλεγμονώδους Αντίδρασης (SIRS)

Παθ. Θ^ο + ταχυκαρδία + ταχύπνοια + Παθ. Λευκά αιμοσφαίρια

β) Σήψη

SIRS + καταγεγραμμένη λοίμωξη

γ) Βαριά σήψη

Σήψη + δυσλειτουργία βασικών οργάνων + ελαττωμένη παροχή

αίματος + υπόταση

δ) Σηπτικό shock

Βαριά σήψη που παρά την κατάλληλη ενδοφλέβια χορήγηση υγρών παραμένει σε shock

Αντιμετώπιση του σηπτικού shock

Θεραπεία της εστίας της σήψης

Αντιβιοτικά + χειρουργική επέμβαση

Καρδιαγγειακή υποστήριξη

Χορήγηση RL υπό παρακολούθηση ΚΦΠ και ΠΕΠΑ (τελοδιαστολικές πιέσεις δεξιάς και αρ. κοιλίας)

Ινότροπα (αντιμετώπιση της αύξησης της ενδοτικότητας των κοιλιακών κοιλοτήτων): ντοπαμίνη, δοβουταμίνη, επινεφρίνη

Αγγειοσυσπαστικά (αντιμετώπιση της αγγειοδιαστολής): φαινυλεφρίνη, νορεπινεφρίνη