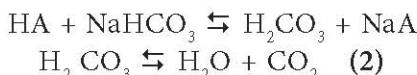


ΕΙΣΑΓΩΓΗ

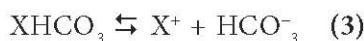
Kατά την καταβολική φάση του μεταβολισμού των πρωτεϊνών των υδατανθράκων και των λιπών, μέσω του ακετυλο-συνενζύμου Α διά του κύκλου του Krebs, παράγεται CO_2 , το οποίο διαλυόμενο στο ύδωρ παράγει ανθρακικό οξύ (H_2CO_3):



Ο καταβολισμός των πρωτεϊνών και των λιπών επιπλέον παράγει υδροχλωρικό, φωσφορικό, θειικό αλλά και άλλα «μεταβολικά οξέα». Επίσης λαμβάνονται έξωθεν τροφές, φάρμακα και άλλες ουσίες που περιέχουν οξέα ή αλκάλεα. Από άλλες χημικές αντιδράσεις παράγονται και άλλα «μη πτητικά» οξέα, όπως το γαλακτικό, το υδροξυβούτυρικό κ.λπ. Όλα τα πιο πάνω οξέα εξουδετερώνονται από το ρυθμιστικό διάλυμα του ανθρακικού οξέος, που αποτελεί το κύριο ρυθμιστικό διάλυμα του οργανισμού. Κάθε μη πτητικό οξύ που εισέρχεται στον οργανισμό μετατρέπεται σε CO_2 και H_2O , π.χ.



Το CO_2 αποβάλλεται διά των πνευμόνων. **Κάθε βάση μετατρέπεται σε HCO_3^- , π.χ.**



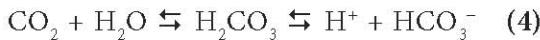
Οι δέκιες ανθρακικές ρίζες απορροφώνται από τους νεφρούς.
Τα ρυθμιστικά συστήματα του οργανισμού είναι τα εξής:

- a. ρυθμιστικό σύστημα διττανθρακικού/ανθρακικού οξέος
- β. ρυθμιστικό σύστημα φωσφορικών

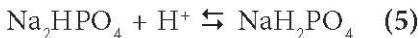
γ. ρυθμιστικό σύστημα πρωτεΐνών

δ. ρυθμιστικό σύστημα αιμοσφαιρίνης.

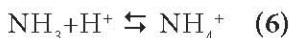
Το κυριότερο ρυθμιστικό διάλυμα είναι αυτό του $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ διότι το H_2CO_3 είναι πτητικό οξύ, επειδή διασπάται σε $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ και το CO_2 γρήγορα αποβάλλεται διά των πνευμόνων. Κατ' αυτόν τον τρόπο ένα οξύ μπορεί να εξουδετερωθεί από το διττανθρακικό. Το οξύ μετατρέπεται σε άλας και σε CO_2 που αποβάλλεται με τον εκπνεόμενο αέρα. Το ρυθμιστικό διάλυμα του ανθρακικού οξείου βρίσκεται σε «λειτουργική» σχέση με τους πνεύμονες και τους νεφρούς, όπως αναφέρθηκε, και γι' αυτό γίνεται ένα «ανοικτό» ρυθμιστικό διάλυμα με πολύ μεγάλη «ισχύ» διότι ο πνεύμονας διώχνει συνεχώς CO_2 διά της αναπνοής και ο νεφρός απεκκρίνει συνεχώς H^+ και απορροφά HCO_3^- . Ο νεφρός σχηματίζει το H^+ και το HCO_3^- εντός των κυττάρων του ουροφόρου σωληναρίου ως εξής:



Ο νεφρός δηλαδή διαχειρίζεται το με τον μεταβολισμό παραγόμενο CO_2 αλλά και τα H^+ που παράγονται από άλλες πηγές. Ο νεφρός οξινοποιεί τα ρυθμιστικά φωσφορικά άλατα



και έτσι αποβάλλει H^+ . Επίσης εκκρίνει αμμωνία (NH_3) που προσλαμβάνει H^+ σύμφωνα με την εξίσωση:



Το NH_4^+ αποβάλλεται διά των ούρων ως NH_4Cl και με αυτόν τον τρόπο ο νεφρός αποβάλλει επιπλέον H^+ . Οι μηχανισμοί αυτοί υπερλειτουργούν κατά την οξέωση, ενώ υπολειτουργούν ή και αναστέλλονται κατά την αλκαλωση. Η μεταβολή της $[\text{H}^+]$ και της $[\text{HCO}_3^-]$ του εξωκυττάριου χώρου ακολουθείται από διακίνηση ιόντων K^+ , Na^+ , Cl^- και άλλων ιόντων προς **διατήρηση της ηλεκτροστατικής ισορροπίας**. Το Na^+ ανταλλάσσεται με K^+ και το K^+ με H^+ . Η ανταλλαγή αυτή γίνεται μεταξύ εξωκυττάριου και ενδοκυττάριου χώρου. Στο άπω εσπειραμένο του νεφρού γίνεται τελική ρύθμιση με απορρόφηση Na^+ και αποβολή K^+ και H^+ . Στο εγγύς εσπειραμένο γίνεται απορρόφηση Na^+ κατά 80% περίπου. Μαζί με το Na^+ απορροφάται και Cl^- και HCO_3^- . Όταν υπάρχει έλλειψη Cl^- απορροφάται περισσότερο HCO_3^- (υποχλωραιμική αλκαλωση).

Όταν υπάρχει περίσσεια Cl^- απορροφάται λιγότερο HCO_3^- (υπερχλωραιμική οξέωση). Το Cl^- και τα HCO_3^- συνδέονται κατά παρόμοιο τρόπο με το K^+ , το οποίο απορροφάται σχεδόν όλο στο εγγύς εσπειραμένο και η τελική του ρύθμιση γίνεται στο άπω εσπειραμένο, ανταλλασσόμενο με Na^+ με δμοια πορεία με τα H^+ , όπως αναφέρθηκε πιο πάνω.

Τέσσερα είναι τα είδη της εκτροπής της οξεοβασικής ισορροπίας: **η μεταβολική οξέωση και αλκάλωση και η αναπνευστική οξέωση και αλκάλωση**. Υπάρχουν όμως και οι μικτές διαταραχές της οξεοβασικής ισορροπίας. Στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων, των μετρήσεων της οξεοβασικής ισορροπίας σημαντικό ρόλο κατέχουν οι έννοιες της **περίσσειας και ελλείμματος βάσης**, ($\pm \text{BE}$) του **χάσματος ανιόντων**, της **συγκέντρωσης του δραστικού** ($[\text{HCO}_3^-]_{\text{act}}$) **και σταθερού** ($[\text{HCO}_3^-]_{\text{std}}$) διττανθρακικού, που θα αναλύσουμε στα αντίστοιχα κεφάλαια.

ΕΞΩΚΥΤΤΑΡΙΟ ΥΓΡΟ

Το εξωκυττάριο υγρό αποτελεί το **εσωτερικό περιβάλλον του οργανισμού** και ταυτοχρόνως το **εξωτερικό περιβάλλον των κυττάρων** το οποίο, για την ομαλή λειτουργία τους, θα πρέπει να διατηρείται σταθερό. Ας γνωρίσουμε λοιπόν ορισμένα χαρακτηριστικά στοιχεία του εξωκυττάριου υγρού.

Το **ολικό σωματικό υγρό** κατανέμεται σε δύο κύρια διαμερίσματα: το **εξωκυττάριο** και το **ενδοκυττάριο**. Το εξωκυττάριο υγρό αποτελείται από το **πλάσμα** και το **υγρό των διάμεσου χώρου**. Οι γαστρεντερικές εκκρίσεις, τα ούρα, ο ιδρώτας, τα εξιδρώματα και τα διυδρώματα θεωρούνται τμήμα του εξωκυττάριου χώρουν επειδή η απώλειά τους προκαλεί μεγάλη μείωση του εξωκυττάριου υγρού αλλά, πολλές φορές, και έντονες διαταραχές της οξεοβασικής ισορροπίας, διότι περιέχουν **οξέα** (HCl = γαστρικό υγρό) και **βάσεις** (HCO_3^- παγκρεατικό υγρό – εντερικό υγρό).

Η μέση περιεκτικότητα του σώματος σε νερό είναι περίπου 60% στον άνδρα και 50% στη γυνναίκα.

Ηλεκτρολυτική σύσταση

Εχει προσδιοριστεί και για τον εξωκυττάριο αλλά και για τον ενδοκυττάριο χώρο, απαιτούνται όμως γι' αυτό πολύπλοκες τεχνικές· έτσι, προσδιορίζουμε συνήθως τη σύσταση του εξωκυττάριου υγρού. Οι κυριότεροι ηλεκτρολύτες του εξωκυττάριου χώρου είναι το Na^+ και το Cl^- , τον δε ενδοκυττάριο το K^+ και τα φωσφορικά (PO_4^{3-}). Η επικράτηση αυτή των ιόντων στον εξωκυττάριο και ενδοκυττάριο χώρο γίνεται με δαπάνη ενέργειας.

Όταν η συγκέντρωση των H^+ αυξάνεται στον εξωκυττάριο χώρο, τότε αυτά εισέρχονται εντός των κυττάρων και από αυτά εξέρχονται K^+ .

Η ηλεκτρολυτική σύσταση του πλάσματος είναι λίγο διαφορετική από αυτή του διάμεσου χώρου διότι εντός του πλάσματος η συγκέντρωση των πρωτεΐνων είναι μεγαλύτερη, επειδή τα μόρια των πρωτεΐνων δεν διέρχονται διά των πόρων των τριχοειδών. Έτσι, η πυκνότητα του Na^+ είναι μεγαλύτερη στο πλάσμα, ενώ η πυκνότητα του Cl^- είναι μεγαλύτερη στον διάμεσο χώρο.

Οι πυκνότητες των ηλεκτρολυτών δίνονται σε χιλιοστοϊσοδύναμα ανά λίτρο πλάσματος ή ορού (mEq/l).

Το mEq είναι το 1/1.000 του χημικού ισοδύναμου (Eq). Το χημικό ισοδύναμο –ακριβέστερος όρος είναι το γραμμοϊσοδύναμο– είναι η ποσότητα ενός ιόντος ή ρίζας σε γραμμάρια ίση με το ατομικό ή μοριακό βάρος διαιρεμένο με το σθένος του ιόντος ή της ρίζας.

Η πυκνότητα των κατιόντων στον ορό είναι ίση με την πυκνότητα των ανιόντων εκφραζόμενα σε mEq/l . Έτσι, το αλγεβρικό άθροισμα των φορτίων είναι μηδέν για να μην δημιουργούνται ηλεκτρικά πεδία τα οποία θα αλλοιώνουν την εξέλιξη των χημικών αντιδράσεων.

Κάθε λίτρο αίματος έχει 155 mEq/l κατιόντων (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}) και 155 mEq/l ανιόντων (HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , R-COOH , και πρωτεΐνικών ανιόντων).

Άλλος τρόπος έκφρασης του βάρους των χημικών ουσιών είναι το γραμμομόριο (mole, M) δηλαδή το βάρος της ουσίας σε γραμμάρια ίσο με το μοριακό της βάρος. Το χιλιοστογραμμομόριο (mM) είναι το 1/1.000 του γραμμομορίου (Mole).

Όσον αφορά την πυκνότητα των αερίων, αυτή μπορεί να εκφραστεί σε mEq ως εξής: Είναι γνωστό ότι ένα γραμμομόριο (Mole) ιδανικού αερίου σε σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας (0°C) και πίεσης (760 mmHg) έχει όγκο 22,4 l. Συνεπώς το mMole έχει όγκο 22,4 ml.

Όμως το CO_2 , που είναι πραγματικό αέριο, έχει κάπως διαφορετική πυκνότητα. Ένα Mole CO_2 , υπό τις πιο πάνω συνθήκες, έχει όγκο 22,26 l και 1 mM CO_2 έχει όγκο 22,26 ml. Μπορούμε να μετατρέψουμε την πυκνότητα του CO_2 από όγκους % σε mM/l (mEq/l) και αντίστροφα, αν χρησιμοποιήσουμε τους πιο κάτω τύπους:

$$\text{mMCO}_2/\text{l} = \frac{\text{όγκοι \% CO}_2}{22,2} \times 10 \quad (1)$$

και