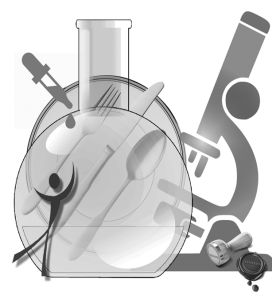


Κατηγορίες Θρεπτικών Υλών



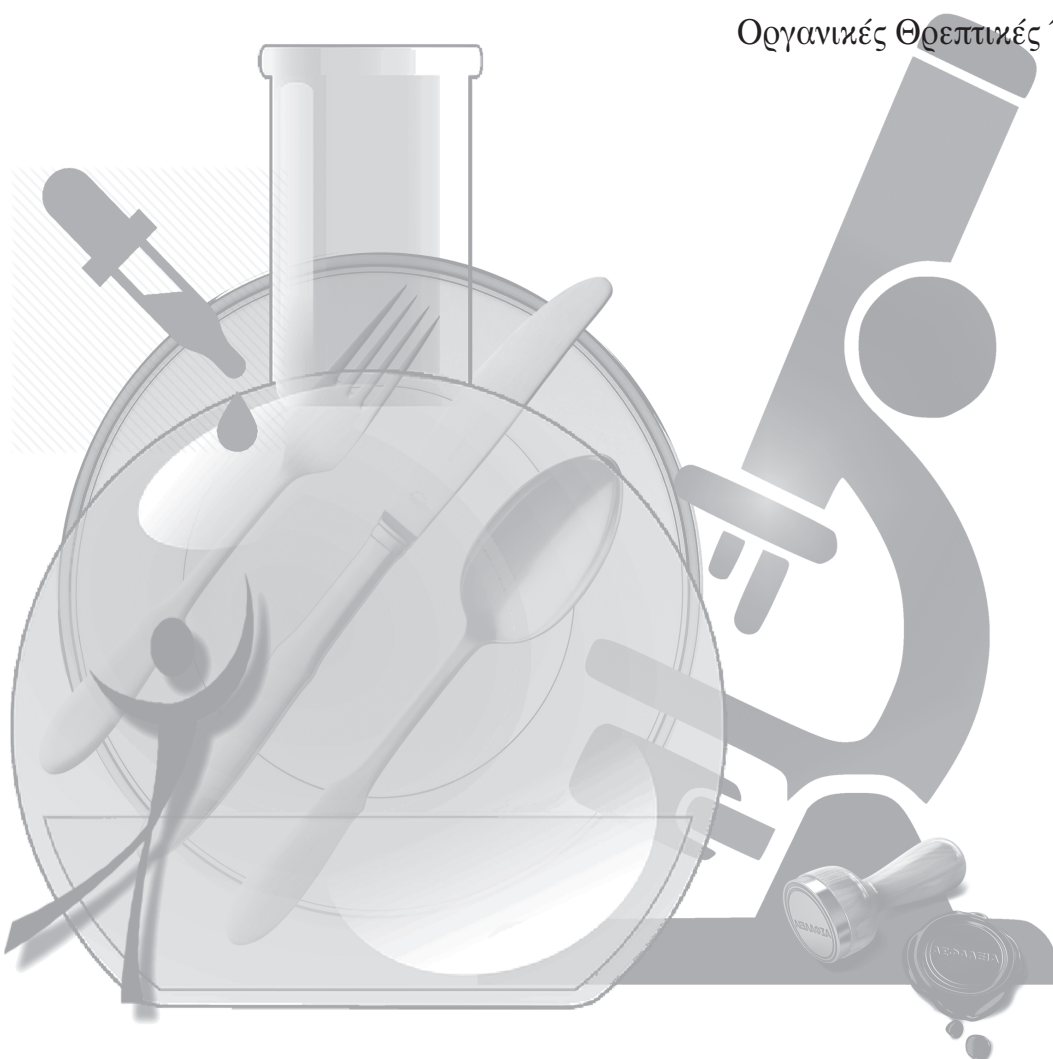
Μέρος Ι

Κεφάλαιο 1

Θρεπτικές Ύλες μη Θερμιδογόνες

Κεφάλαιο 2

Οργανικές Θρεπτικές Ύλες Θερμιδογόνες





Εισαγωγή στη Διατροφή

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ-ΟΡΙΣΜΟΙ

Διατροφή είναι η επιστήμη που έχει ως αντικείμενο τη μελέτη των τροφίμων σε σχέση με τις ανάγκες ενός ζώντος οργανισμού. Με άλλα λόγια είναι μια σύγχρονη επιστήμη η οποία μελετά την επίδραση των θρεπτικών υλών, καθώς και άλλων συστατικών των τροφίμων, στον ανθρώπινο οργανισμό. Ο ειδικός στη διατροφή επιστήμονας καλείται διαιτολόγος και εφαρμόζει τις αρχές της Επιστήμης της Διατροφής για την ορθή διατροφή των ατόμων ή ομάδων. Στόχος της επιστήμης αυτής είναι η ιδανική διατροφή, που όμως δεν μπορεί να είναι ίδια για όλα τα άτομα, διότι οι άνθρωποι διαφοροποιούνται μεταξύ τους ως προς την επίδραση της τροφής. Οι όροι διαιτητική και διαιτολογία αναφέρονται στην πρακτική εφαρμογή των αρχών της διατροφής, ενώ δίαιτα είναι το σύνολο τροφίμων και ποτών που προσλαμβάνει ένα άτομο. Οι ζωντανοί οργανισμοί παίρνουν ενέργεια από το περιβάλλον, είτε απευθείας από τον ήλιο, είτε μέσω της τροφής και τη μετατρέπουν σε χημική ενέργεια. Η μετατροπή ύλης και ενέργειας στα κύτταρα μέσω χημικών μεταβολών ονομάζεται μεταβολισμός.

Το είδος και η ποσότητα της τροφής καθορίζονται, κατά κύριο λόγο, από το φυσικό περιβάλλον αλλά και τις επιδράσεις που ασκεί η εκάστοτε ανθρώπινη δραστηριότητα σε αυτό. Σε ό,τι αφορά τη διατροφική συμπεριφορά, εκτός από τα παρεχόμενα τρόφιμα, καθοριστικό επίσης ρόλο διαδραματίζουν ευρύτεροι κοινωνικοί, οικονομικοί και πολιτισμικοί παράγοντες. Οι παράγοντες αυτοί είναι υπεύθυνοι για τις σημαντικές διατροφικές διαφορές που παρατηρούνται σε διάφορες περιοχές του κόσμου, καθώς και για τις διατροφικές αλλαγές που σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια της ανθρώπινης ιστορίας. Η διατροφή είναι ένας από τους πιο σημα-

ντικούς εξωγενείς παράγοντες που επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία. Η ίδια η ζωή των ανθρώπων εξαρτάται από τη λήψη τροφής, ενώ η προστασία και η προαγωγή της υγείας συναρτώνται με το είδος και την ποσότητα της τροφής, καθώς και με τις διατροφικές συνήθειες. Σε όλους τους μεγάλους πολιτισμούς η σωστή διατροφή θεωρούνταν σημαντικός παράγοντας για την προστασία της υγείας από διάφορα νοσήματα.

Σήμερα είναι ευρέως αποδεκτό ότι οι διατροφικές συνήθειες του ανθρώπου στον δυτικό πολιτισμό σχετίζονται με ορισμένα από τα σημαντικότερα νοσήματα, όπως είναι τα καρδιαγγειακά και οι κακοήθειες νεοπλασίες. Μεγάλο μέρος του πληθυσμού της γης δεν διατρέφεται σωστά, είτε υποσιτιζόμενο εξ ανάγκης, είτε υπερσιτιζόμενο. Και οι δύο περιπτώσεις συνδέονται με παθολογικές καταστάσεις και μπορεί να προκαλέσουν την εμφάνιση συγκεκριμένων νοσημάτων. Τις τελευταίες δεκαετίες του 20ού αιώνα παρατηρείται πολύ μεγάλη συσσώρευση γνώσεων στον τομέα της διατροφής, λόγω της ανάπτυξης σύγχρονων χημικών μεθόδων απομόνωσης, προσδιορισμού και ανάλυσης των θρεπτικών υλών των τροφίμων, λόγω της προόδου των βιολογικών επιστημών, καθώς και της ανάπτυξης της κλινικής ιατρικής που δίνει νέα και πολλά στοιχεία για τη σχέση διατροφής και υγείας.

Η διαθεσιμότητα των τροφίμων επηρέαζε ανέκαθεν την ανθρώπινη ιστορία. Η μελέτη για την επίδραση των θρεπτικών υλών και άλλων συστατικών των τροφίμων στον άνθρωπο οργανισμό, γίνεται μόνο με βάση τα δεδομένα που υπάρχουν από χώρες όπου υπάρχει αφθονία τροφής. Επίσης, στον τομέα των επιδημιολογικών μελετών υπάρχουν πολλές δυσκολίες που πηγάζουν κυρίως από το γεγονός ότι σε πολλές χώρες το κύριο πρόβλημα είναι η έλλειψη της τροφής.

Οι διατροφικές ελλείψεις παραμένουν βασικοί παράγοντες διαμόρφωσης του νοσολογικού φάσματος σε αρκετές πληθυσμιακές ομάδες του αναπτυσσόμενου κόσμου.

Ο άνθρωπος οργανισμός για τη διατροφή του καταναλώνει ορισμένες ουσίες, τις οποίες αξιοποιεί με τη βοήθεια του οξυγόνου του ατμοσφαιρικού αέρα.

Οι ουσίες τις οποίες παίρνει ο άνθρωπος για να διατηρηθεί στη ζωή ή για την ανάπτυξή του, χαρακτηρίζονται ως Θρεπτικές Ύλες. Οι ύλες αυτές πρέπει να μπορούν να απορροφηθούν από τον οργανισμό και να μην αποτελούν δηλητήρια γι' αυτόν.

Τα φυσικά μείγματα των διαφόρων θρεπτικών ουσιών λέγονται τρόφιμα. Επτά είναι οι σπουδαιότερες κατηγορίες ή τάξεις των θρεπτικών υλών:

1. Νερό
2. Ανόργανα στοιχεία ή συστατικά
3. Βιταμίνες
4. Κυτταρίνη

Σχέδιο 1. Τάξεις θρεπτικών υλών

- 1 νερό
- 2 ανόργανα στοιχεία
- 3 βιταμίνες
- 4 κυτταρίνη
- 5 πρωτεΐνες
- 6 λιπαρά
- 7 υδατάνθρακες

5. Πρωτεΐνες ή λευκώματα
6. Λιπαρά
7. Υδατάνθρακες ή σάκχαρα

Σε αυτές θα μπορούσε να προστεθεί και το οξυγόνο, έχει επικρατήσει όμως η άποψη να θεωρείται θρεπτική ύλη μόνο αυτή που παρέχεται στον οργανισμό μέσω του πεπτικού συστήματος. Η κυτταρίνη, επειδή ανήκει στην κατηγορία των υδατανθράκων, συχνά δεν αναφέρεται ως θρεπτική ύλη, με αποτέλεσμα οι τάξεις να περιορίζονται στις έξι. Όλες οι τάξεις θρεπτικών υλών απαιτούνται (είναι τελείως απαραίτητες) για την ανάπτυξη, την αντικατάσταση των αποικοδομούμενων συστατικών του οργανισμού (αναπαραγωγή των ιστών) και για τη ρύθμιση των λειτουργιών του. Από αυτές όμως μόνο οι τρεις τελευταίες δίνουν ενέργεια στον οργανισμό. Οι τέσσερις πρώτες είναι συμπληρωματικές ύλες, δηλαδή ανήκουν στις χημικές ουσίες οι οποίες παρόλο ότι στερούνται δυναμικής ενέργειας (που σημαίνει ότι μεταβολιζόμενες δεν παράγουν θερμότητα, κίνηση ή άλλη μορφή ενέργειας), συμμετέχουν στις διάφορες διεργασίες του οργανισμού κατά την ανταλλαγή της ύλης. Η ελλιπής κατανάλωση ενέργειας συνοδεύεται από συμπτώματα υποσιτισμού, ενώ η υπερβολική κατανάλωση ενέργειας από συμπτώματα υπερσιτισμού, δηλαδή από παχυσαρκία αλλά και από ασθένειες που έχουν άμεση σχέση με αυτήν (σακχαρώδης διαβήτης ή καρδιοπάθειες). Οι επτά αυτές ομάδες θρεπτικών και συμπληρωματικών ουσιών έχουν ονομασθεί τα επτά θαύματα της διατροφής του κόσκου. Πλήρης διατροφή σημαίνει μείγμα των επτά ανωτέρω θρεπτικών υλών. Έλλειψη του ελάχιστου απαραίτητου ποσού κάθε μιας από αυτές στη δίαιτα σημαίνει μη ορθή διατροφή, ενώ μια γενική ανεπάρκεια όλων ή του μεγαλύτερου μέρους των οδηγεί σε υποσιτισμό.

Τρόφιμα είναι τα φυσικά ή τεχνητά μείγματα των διάφορων θρεπτικών υλών. Μία ουσία για να λέγεται τρόφιμο πρέπει να περιέχει τουλάχιστον μία τάξη θρεπτικών υλών. Ένα τρόφιμο μόνο του δεν μπορεί να θεωρηθεί πλήρης τροφή διότι δεν περιέχει όλες τις τάξεις θρεπτικών υλών και μάλιστα στις απαραίτητες για τον οργανισμό ποσότητες. Ως τρόφιμα θεωρούνται και τα ευφραντικά όπως ο καφές, το κακάο, το τσάι, το οινόπνευμα, κ.ά. καθώς και οι αρτυματικές ύλες όπως το αλάτι, πιπέρι, κ.ά., ουσίες που μπορεί να μην έχουν θρεπτική αξία, καταφέρνουν όμως να προσφέρουν την ποικιλία και την ευχάριστη γεύση στην τροφή και για τα οποία θα μπορούσε να λεχθεί ότι “εάν μεν στα τρόφιμα οφείλουμε το ζην, στα ευφραντικά οφείλουμε το ευ ζην”.

Η ενέργεια της τροφής μετράται σε “θερμίδες”. Από τις θρεπτικές ύλες, ένα γραμμάριο υδατανθράκων παρέχει 4 θερ-

μίδες, ένα γραμμάριο πρωτεϊνών παρέχει 4 θερμίδες και ένα γραμμάριο λίπους παρέχει 9 θερμίδες στον οργανισμό. Είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε πόσες θερμίδες προσλαμβάνει ο οργανισμός με την τροφή αλλά και πόσες χρειάζεται το 24ωρο, έτσι ώστε να υπάρχει ενεργειακή ισορροπία και να μην αποθηκεύεται το ενεργειακό πλεόνασμα υπό μορφή λίπους το οποίο είναι η πιο συμπαγής μορφή ενέργειας στην οποία μετατρέπει ο οργανισμός την περίσσειά του σε θερμίδες. Οι πρωτεΐνες δεν αποτελούν μόνο υλικό που προσφέρει ενέργεια, αλλά παρέχουν και δομικά συστατικά στον οργανισμό. Ο άνθρωπος καθημερινά πρέπει να προσλαμβάνει με την τροφή περίπου 80 g λευκώματος (πρωτεΐνης), από το οποίο το μισό πρέπει να είναι ζωϊκής προελεύσεως. Επίσης ο οργανισμός για την παραγωγή ιδίων πρωτεϊνών χρησιμοποιεί ορισμένα αμινοξέα, προερχόμενα από την πέψη των πρωτεϊνών που προσλαμβάνει. Ο άνθρωπος διαφέρει από άλλα ζώα κατά το ότι δεν έχει την ικανότητα να συνθέσει ορισμένα αμινοξέα, επομένως, η πρόσληψη ορισμένων πρωτεϊνών είναι ζωτικής σημασίας.

Οι βασικές πηγές ενέργειας του οργανισμού είναι τα λίπη και οι υδατάνθρακες. Δεν επιτρέπεται μια δίαιτα να στερείται παντελώς των λιπών, διότι, εκτός των άλλων, θα προκαλέσει στον οργανισμό έλλειψη των λιποδιαλυτών βιταμινών. Αντίστοιχα η δίαιτα θα πρέπει να περιέχει υδατάνθρακες ως πηγή άμεσης ενέργειας. Το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού της γης χρησιμοποιεί τους υδατάνθρακες ως κύρια πηγή ενέργειας διότι υπάρχουν σε αφθονία σε πολλά και φθηνά τρόφιμα, με αποτέλεσμα η κατανάλωσή τους να είναι πολύ μεγαλύτερη και από τα λίπη και από τις πρωτεΐνες. Οι πρωτεΐνες αποτελούν μία δυσεύρετη και ακριβή τάξη θρεπτικών υλών, για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται, ως πηγή ενέργειας, μόνο από λαούς που έχουν υψηλό βιοτικό επίπεδο, ενώ οι υπόλοιποι λαοί καλύπτουν την ανάγκη για ενέργεια με τους υδατάνθρακες και τα λίπη, χρησιμοποιώντας τις πρωτεΐνες σε ποσότητες τέτοιες που καλύπτουν (αν καλύπτουν) μόνο τις άλλες ανάγκες του οργανισμού για αυτές.

Το νερό, τα ανόργανα άλατα, οι βιταμίνες και η κυτταρίνη δεν προσφέρουν ενέργεια στον οργανισμό (όπως προαναφέρθη), αλλά έχουν μεγάλη διατροφική σημασία. Το 65% του σώματός μας είναι νερό, ενώ πολλά άλατα, όπως το χλωριούχο νάτριο (μαγειρικό αλάτι) και τα άλατα του ασβεστίου είναι απαραίτητα για την οξεοβασική ισορροπία και τη δημιουργία του σκελετού, αντίστοιχα. Τέλος, ο οργανισμός πρέπει να προσλαμβάνει καθημερινά περίπου 40 g φυτικής πρωτεΐνης και κυτταρίνη, επειδή βοηθά στη φυσιολογική λειτουργία του εντέρου (σημειωτέον ότι αυτή ανευρίσκεται μόνο στα φυτικά τρόφιμα).

Πηγές ενέργειας

-
- λίπη
 - υδατάνθρακες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Θρεπτικές Ύλες μη Θερμιδογόνες

1. ΝΕΡΟ

1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό περιλαμβάνεται στις θρεπτικές ύλες οι οποίες δεν είναι θερμιδογόνες. Η ύπαρξη ζωής είναι ταυτισμένη με το νερό, επειδή καμία λειτουργία των κυττάρων δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς αυτό. Είναι ο διαλύτης της ζωής. Είναι θεμελιώδης θρεπτική ύλη για τον άνθρωπο, διότι, χωρίς νερό είναι αδύνατο να ζήσει παρά μόνο λίγες ημέρες, ενώ αντίθετα χωρίς τροφή μπορεί να επιζήσει έως ενάμισι μήνα. Το νερό συνιστά το 75% του βάρους στα παιδιά και το 55-65% του βάρους των ενηλίκων. Το 60% του νερού στον οργανισμό ευρίσκεται μέσα στο κύτταρο (ενδοκυττάριο νερό) ενώ το 40% εξωκυτταρικά (στο πλάσμα, αγγεία, οστά, λέμφο, υγρά πέψης) το οποίο και διακρίνεται στο κυκλοφορούν νερό και στο στάσιμο (υγρό των ιστών). Το νερό συνιστά βασικό συστατικό όλων των ιστών του σώματος, σε διαφορετικές όμως συγκεντρώσεις. Συγκεκριμένα αποτελεί το 90% του αίματος, το 75% του μυϊκού ιστού, το 25% των οστών, το 10% των δοντιών και το 20% του λιπώδους ιστού. Είναι το συστατικό εκείνο του σώματος που μεταφέρει τις θρεπτικές ύλες, ενώ συγχρόνως συλλέγει και απομακρύνει τα προϊόντα αποδόμησής τους.

Το νερό έχει πολύ μεγάλη βιολογική σημασία λόγω των παρακάτω φυσικο-χημικών ιδιοτήτων του:

1. Άριστος διαλύτης, υποβοηθά τις χημικές αντιδράσεις στον οργανισμό καθώς και την υδρόλυση (οι περισσότερες ουσίες του οργανισμού είναι υδατοδιαλυτές).
2. Διευκολύνει την απορρόφηση και μεταφορά των θρεπτικών συστατικών, ορμονών, ανοσοποιητικών παραγόντων κ.ά., κα-



1. Νερό
2. Ανόργανα στοιχεία ή συστατικά
3. Βιταμίνες
4. Κυτταρίνη

θώς είναι βασικός παράγοντας της κυκλοφορίας του αίματος και της ηλεκτρολυτικής ισορροπίας του οργανισμού.

3. Βοηθά στην απέκκριση των άχρηστων προϊόντων του μεταβολισμού από τον οργανισμό.
4. Ελαττώνει την τριβή μεταξύ των οργάνων.
5. Ρυθμίζει την θερμοκρασία του σώματος, απορροφώντας μεγάλες ποσότητες θερμότητας, σταθεροποιώντας έτσι τη θερμοκρασία των ζώντων οργανισμών.
6. Δεν διαλύεται στο λίπος, με αποτέλεσμα οι κυτταρικές μεμβράνες να περιορίζουν την κίνησή του.

Το νερό αποτελεί δομικό συστατικό όλων των τροφίμων εκτός των λιπών και των ελαίων (Πίνακας 1). Η παρουσία του επομένως στα τρόφιμα αποτελεί καθοριστικό παράγοντα τόσο για την επίδρασή του στις ιδιότητες των τροφίμων, όσο και για τη συντήρησή τους. Η μεγάλη περιεκτικότητα του τροφίμου σε νερό διευκολύνει την αλλοίωσή του, ενώ όταν απαιτείται αποθήκευση του τροφίμου για μεγάλο χρονικό διάστημα είναι αναγκαία η απομάκρυνση του νερού με αφυδάτωση.

1.2. ΧΗΜΙΚΗ ΔΟΜΗ

Το μόριο του νερού αποτελείται από δύο άτομα υδρογόνου και ένα οξυγόνο, τα οποία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με ομοιοπολικό δεσμό (Σχήματα 1-4). Η απόσταση μεταξύ των ατόμων Ο και Η είναι 0,0965 nm, ενώ η σχηματιζόμενη γωνία είναι 104,5°.

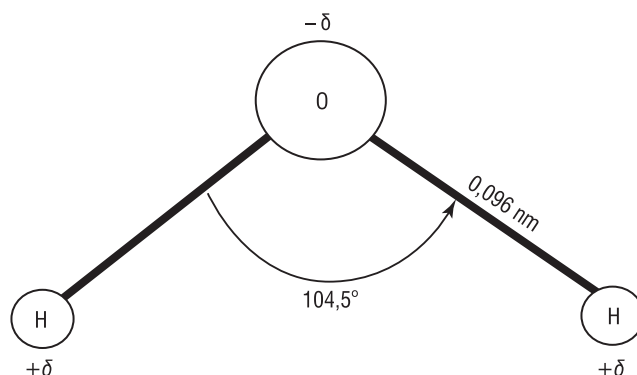
Λόγω αυτής της δομής, παρουσιάζει ηλεκτρική ασυμμετρία επειδή το άτομο του οξυγόνου είναι αρνητικά φορτισμένο και έλκει τα ηλεκτρόνια του δεσμού Ο-Η, σχηματίζοντας με αυτόν τον τρόπο ένα ηλεκτρικό δίπολο (διπολική ροπή 1,84 D).

Τα μόρια του νερού αναπτύσσουν ηλεκτροστατικές δυνάμεις, σχηματίζοντας ασθενείς δεσμούς υδρογόνου (διαμοριακές ελκτικές δυνάμεις στις οποίες οφείλεται η σύζευξη). Λόγω της τετραεδρικής διάταξης των ηλεκτρονίων γύρω από το άτομο του οξυγόνου, κάθε μόριο νερού μπορεί να σχηματίζει ασθενείς δεσμούς υδρογόνου με άλλα τέσσερα γειτονικά μόρια νερού (Σχήματα 2-4), (ελάχιστοι στον ατμό, αρκετοί στον πάγο).

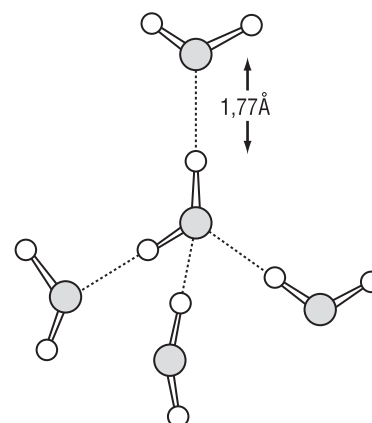
Η δομή αυτή του νερού ερμηνεύει μια σειρά ασυνήθιστων ιδιοτήτων του, όπως τη μεγάλη θερμοχωρητικότητα και τη θερμική αγωγιμότητα (ο πάγος έχει μάλιστα τέσσερις φορές μεγαλύτερη αγωγιμότητα από εκείνη του νερού ίδιας θερμοκρασίας), το υψηλό σημείο ζέσης, την επιφανειακή τάση, τη θερμότητα τήξης και τη διηλεκτρική σταθερά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Περιεκτικότητα σε νερό διαφόρων τροφίμων (% κατά βάρος).

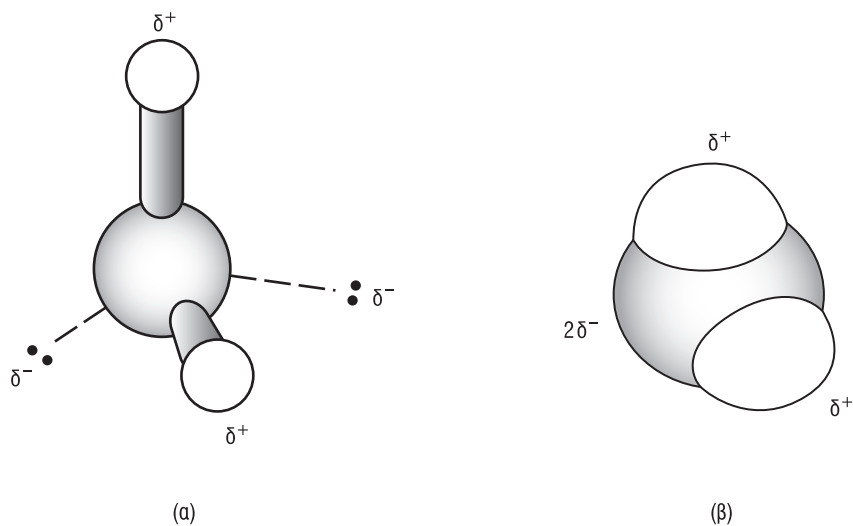
Τρόφιμο	% νερό
Νωπά λαχανικά	90
Νωπό γάλα	85
Φρέσκα φρούτα	85
Αυγά	80
Κρέας	65-75
Ψωμί	30-35
Μέλι	20
Αλεύρι	13
Σκόνη γάλακτος	4



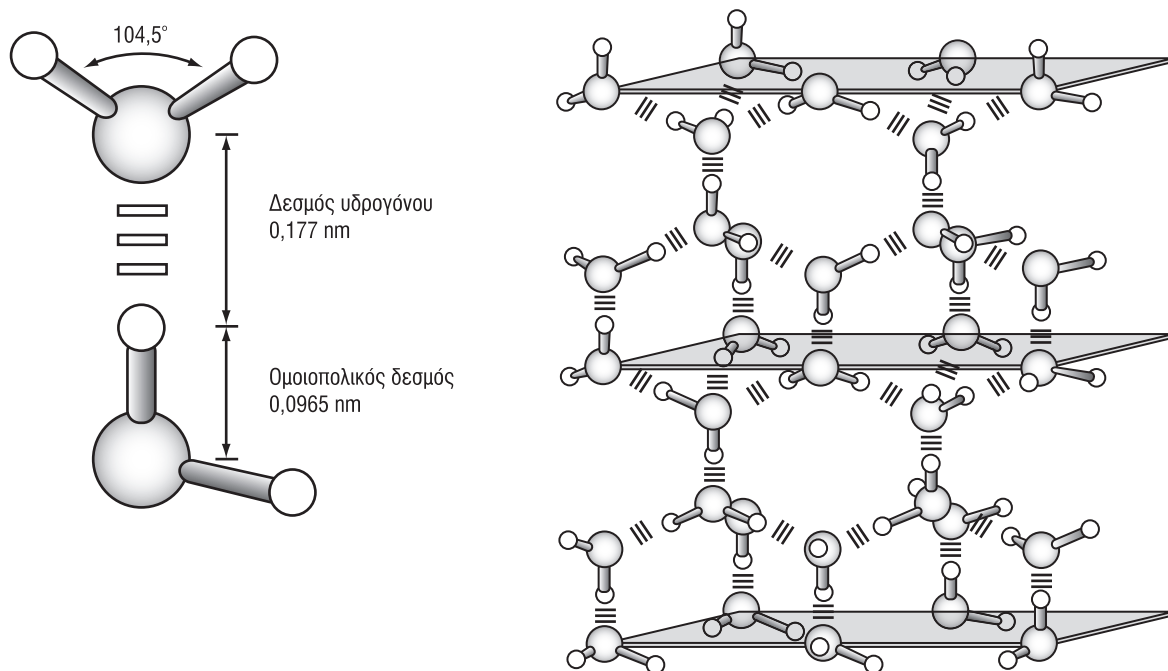
ΣΧΗΜΑ 1. Δομή του μορίου του νερού.



ΣΧΗΜΑ 2. Ανάπτυξη ενδομοριακών δεσμών υδρογόνου μεταξύ των μορίων του νερού.



ΣΧΗΜΑ 3. Δομή του μορίου του νερού.



ΣΧΗΜΑ 4. Δεσμοί υδρογόνου με άλλα 4 μόρια.

1.3. ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Το νερό είναι αναγκαίο συστατικό της ζωής. Αποτελεί το κύριο συστατικό του κυτταροπλάσματος των κυττάρων καθώς και τον βασικό διαλύτη ή μέσο διάχυσης στον οργανισμό. Είναι από τους καλύτερους διαλύτες, επειδή εξασθενεί τις ηλεκτροστατικές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ αρνητικών και θετικών ιόντων των αλάτων και άλλων ιοντικών ενώσεων

λόγω ενυδάτωσής τους. Με τον τρόπο αυτό τα αντιθέτου φορτίου ιόντα μπορούν να απομακρυνθούν το ένα από το άλλο και έτσι επιτυγχάνεται η διάλυση (αλάτων, ιοντικών ενώσεων, σακχάρων, αλκοολών, κ.ά.). Το νερό διασπείρει ή διαλυτοποιεί με τη μορφή μικκυλίων πολλές αμφίφιλες ενώσεις.

Η ελκτική δύναμη μεταξύ ιόντων νατρίου και χλωρίου, σε υδατικό περιβάλλον, είναι σαράντα φορές μικρότερη από εκείνη που έχουν τα ίδια ιόντα διαλυμένα σε βενζόλιο.

Έχει σημείο ζέσης 100°C και σημείο πήξης 0°C , ενώ παραμένει υγρό σε ευρεία περιοχή θερμοκρασιών, σε αντίθεση με τα υδρίδια στοιχείων της ίδιας ομάδας με το οξυγόνο, τα οποία είναι αέρια στους 25°C . Αυτό συμβαίνει λόγω των δεσμών υδρογόνου που έχει το νερό με αποτέλεσμα την τετραεδρική δομή των μορίων του και τη συμπεριφορά του σαν ένωση με πολύ μεγαλύτερο μοριακό βάρος. Στην αέρια φάση του (ατμός) υπάρχουν ελάχιστοι δεσμοί υδρογόνου, ενώ στη στερεή (πάγος) διατηρείται η τετραεδρική μορφή των μορίων του που συνδυάζονται μεταξύ τους σχηματίζοντας στοιβάδες από εξαγωνικούς δακτυλίους. Έτσι στον πάγο, σε αντίθεση με το νερό, σχηματίζεται μια ανοικτή δομή σε εξάγωνα στην οποία και οφείλεται η μικρότερη πυκνότητα του πάγου σε σχέση με το νερό, πράγμα που έχει ως αποτέλεσμα ο πάγος να επιπλέει σε αυτό. Στον αρχικό σχηματισμό του ο πάγος παρουσιάζεται διαφανής επειδή το φως διαδίδεται από τον ένα κρύσταλλο στον άλλο χάνοντας την ακτινοβολία ερυθρού μήκους κύματος. Η διαφάνειά του οφείλεται στις φυσαλίδες αέρα που περιέχει. Όμως, με την πάροδο του χρόνου οι φυσαλίδες διαλύονται, φως μεγαλύτερου μήκους κύματος απορροφάται (κυανούν) ενώ το μικρού μήκους κύματος είναι διαπερατό, γι' αυτό και ο πάγος φαίνεται κυανός. Ο πάγος άγει τη θερμότητα πολύ πιο εύκολα από το νερό που βρίσκεται μέσα στους ιστούς (λόγω τετραπλάσιας θερμικής αγωγιμότητας έναντι νερού ίδιας θερμοκρασίας), ενώ παρουσιάζει μεγαλύτερη θερμική διάχυση, με αποτέλεσμα οι ιστοί να παγώνουν ευκολότερα απ'ότι ξεπαγώνουν. Το νερό έχει μεγάλη ειδική θερμότητα δηλαδή η θερμοκρασία του μεταβάλλεται δύσκολα, με αποτέλεσμα η τελευταία να μην ανέρχεται γρήγορα σε περιοχές όπου συντελούνται χημικές αντιδράσεις στο σώμα (π.χ. μία οξείδωση μέσα στα κύτταρα) και έτσι προλαβαίνει να μεταδοθεί (διασπαρεί) η θερμοκρασία στο περιβάλλον. Σε αντίθετη περίπτωση θα προκαλούνταν μετουσίωση των πρωτεϊνών του κυττάρου με ολέθριες συνέπειες για τον οργανισμό. Τέλος, έχει μεγάλη λανθάνουσα θερμότητα εξαιρώσεως, δηλαδή απαιτεί υψηλές θερμοκρασίες για να μετατραπεί σε αέριο. Στην ιδιότητα αυτή του νερού οφείλεται η θερμορρυθμιστική ιδιότητα του ιδρώτα επειδή όταν εξατμίζεται συμπαρασύρει μεγάλα ποσά θερμότητας από τον οργανισμό.

Ατμός: αέρια φάση του νερού

Πάγος: στερεά φάση του νερού

1.4. ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ – ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΕΣ

Η σκληρότητα του νερού μετράται σε μέρη ανά εκατομμύριο (ppm = parts per million) και εξαρτάται από την περιεκτικότητα του νερού κυρίως σε άλατα ασβεστίου και μαγνησίου, γίνονται δε με ογκομέτρηση με διάλυμα EDTA (Titriplex) και δείκτη μέλανα εριόχρωμον T (Eriochrome black T).

$$1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg CaCO}_3 / 1.000.000 \text{ mg νερού} = \\ = 1 \text{ mg CaCO}_3 / 1 \text{ Kg ή L νερού.}$$



ΣΧΗΜΑ 5. Όξινα ανθρακικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου του νερού.

Παροδική σκληρότητα στο νερό προσδίδουν τα όξινα ανθρακικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου, τα οποία με βρασμό καθιζάνουν, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5:

Ολική σκληρότητα = Παροδική (ή ανθρακική) + Μόνιμη

Στον Πίνακα 2, δίδεται η κλίμακα χαρακτηρισμού της σκληρότητας του νερού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Σκληρότητα του νερού.

Χαρακτηρισμός	Βαθμοί (Γαλλικοί)	ppm (U.S.-EPA)
Μαλακό	έως 6 F°	0-75 ppm
Μέτρια μαλακό	6-10 F°	75-100 ppm
Ελαφριά σκληρό	10-15 F°	100-150 ppm
Μέτρια σκληρό	15-20 F°	150-200 ppm
Σκληρό	20-30 F°	200-300 ppm
Πολύ σκληρό	>30F°	300-500 ppm

1 Γαλλικός βαθμός (F° ή f°) εκφράζει 10 mg CaCO₃/l

1 Γερμανικός βαθμός (D° ή d°) εκφράζει 10 mg CaO/l
1 d° = 1.79 F°

Όρια σκληρότητας πόσιμου νερού: σκληρότητα μεγαλύτερη από 50 Γαλλικούς ή πάνω από 30 Γερμανικούς βαθμούς είναι ακατάλληλο για πόση. Το νερό της ΕΥΔΑΠ έχει

σκληρότητα περίπου 200 ppm, δηλαδή 20 Γαλλικούς βαθμούς. Τα σκληρά νερά είναι ανεπιθύμητα διότι με το σαπούνι σχηματίζουν αδιάλυτα αδρανή άλατα (κυρίως Ca και Mg) με αποτέλεσμα να μην δημιουργούν αφρό ή να επικάθονται στους λέβητες και τις σωληνώσεις των βιομηχανικών εγκαταστάσεων (πουρί). Τα σκληρά νερά απαιτούν μεγαλύτερη ποσότητα σε σαπούνι και απορρυπαντικά στην οικιακή καθαριότητα, ενώ επικάθονται στα πλυντήρια και στις οικιακές υδραυλικές σωληνώσεις υπό μορφή λιπαρών δακτυλίων και στα πιάτα μετά το πλύσιμο υπό μορφή φιλμ. Ένας απλοϊκός ορισμός της σκληρότητας του νερού είναι η ικανότητά του να καταναλώνει σαπούνι. Όταν το σύνολο των διαλελυμένων αλάτων και ορυκτών στο νερό υπερβεί τα 500 ppm, τότε αρχίζει να επηρεάζεται η γεύση του, ενώ, στα 1000 ppm, παρουσιάζει σοβαρό πρόβλημα γεύσης και πέψης. Η σκληρότητα μπορεί να περιορισθεί ή να εξουδετερωθεί με τη χρήση ιοντοεναλλακτικών ρητινών, οι οποίες ανταλλάσσουν το ασβέστιο και το μαγνήσιο με το νάτριο. Το νερό που έχει υποστεί τέτοια επεξεργασία (έχει μαλακώσει) δεν πρέπει να χρησιμοποιείται στο γκαζόν στους κήπους ή για το πότισμα των φυτών. Άλλες μέθοδοι

αποσκήρυνσης του νερού είναι η χρήση ζεόλιθων (πορώδη υλικά) οι οποίοι προσροφούν τα ιόντα ασβεστίου, μαγνησίου και σε μικρότερο ποσοστό σιδήρου του νερού και τα αντικαθιστούν με ιόντα νατρίου (η αναγέννηση των ζεόλιθων γίνεται με πυκνό διάλυμα χλωριούχου νατρίου). Ίδιο αποτέλεσμα επιτυγχάνεται με την αντίστροφη όσμωση κατά την οποία το σκληρό νερό περνά διαμέσου μίας ειδικής μεμβράνης (εφοδιασμένης με φίλτρο ενεργού άνθρακα), η οποία κατακρατά τα περισσότερα διαλυμένα στο νερό ορυκτά, χλωριόντα καθώς και ορισμένα είδη βακτηρίων. Η περιοχή της Ελλάδας με τα σκληρότερα νερά είναι η Κέρκυρα, όπου συναντώνται νερά με σκληρότητα μεγαλύτερη των 1000 ppm.

Ηλεκτρολύτες ονομάζονται οι ουσίες, οι οποίες, όταν βρίσκονται μέσα σε ένα διάλυμα μπορούν να επάγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Τα οξέα, οι βάσεις και τα άλατα είναι ηλεκτρολύτες και συνήθως διασπώνται σε ιόντα, τα οποία φέρουν είτε θετικό (κατιόντα), είτε αρνητικό (ανιόντα) ηλεκτρικό φορτίο. Οι σπουδαιότεροι ηλεκτρολύτες στα σωματικά υγρά είναι το νάτριο, το κάλιο, το χλώριο, το μαγνήσιο, το ασβέστιο καθώς και τα θειικά και διττανθρακικά ιόντα. Οι ηλεκτρολύτες μπορούν να δράσουν στην κυτταρική μεμβράνη και να επάγουν ηλεκτρικό ρεύμα, όπως π.χ. στα νευρικά ερεθίσματα. Επιπλέον, ενεργοποιούν ένζυμα για τη ρύθμιση ποικίλων μεταβολικών αντιδράσεων στα κύτταρα. Το κοινό επιτραπέζιο αλάτι (χλωριούχο νάτριο) περιέχει περίπου 40% νάτριο και 60% χλώριο. Για κάλυψη των ημερήσιων αναγκών (RDA recommended dietary allowance Na = 500 mg και RDA Cl = 750 mg) απαιτούνται μόνο 1.25 γραμμάρια αλατιού την ημέρα. Σε σχετική έρευνα αναφέρεται ότι ο μέσος Αμερικανός καταναλώνει περίπου 10-12 g αλατιού ημερησίως (4-4,8 g Na), από τα οποία 3 g προέρχονται από φυσικές τροφές, 3-5 g από κατεργασμένες τροφές και 4 g από την αλατιέρα του. Ετικέτα που αναγράφει “χωρίς νάτριο” σημαίνει περιεκτικότητα σε αλάτι (NaCl) μικρότερη από 5 mg ανά μερίδα, ενώ “χαμηλό νάτριο” σημαίνει περιεκτικότητα μικρότερη από 140 mg.

Η παρατεταμένη εφίδρωση, η αφυδάτωση και η θερμοπληξία, επιφέρουν σημαντική απώλεια ηλεκτρολυτών, σωματικών υγρών και υδατανθράκων. Για την αναπλήρωση των απωλειών αυτών υπάρχουν πόσιμα διαλύματα, όπως είναι το Gatorade, Powerade, κ.ά. που περιέχουν υδατάνθρακες (φρουκτόζη, γλυκόζη ή σακχαρόζη) 5-10% και ηλεκτρολύτες (Na, K, Cl, P), ενώ η θερμοιδική τους αξία κυμαίνεται από 20-40 θερμίδες/100 g.

Η εκτίμηση της ποιότητας του νερού είναι συνδεδεμένη με τη μικροβιολογική εξέταση αυτού (λόγω παρουσίας περιτωματικών ουσιών στο νερό). Η ρύπανση νερών ενέχει κινδύνους για τη Δημόσια Υγεία. Οι μικροοργανισμοί οι οποίοι περνούν παροδικά μέσα στο υδάτινο οικοσύστημα, προέρχονται κυρίως

Ηλεκτρολύτες: οξέα
βάσεις
άλατα

Διάσπαση ηλεκτρολυτών → κατιόντα
και ανιόντα

Κύριοι ηλεκτρολύτες
στα σωματικά υγρά: Na^+ , K^+
 Mg^{++} , Ca^{++}
 Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Μικροβιολογικοί παράμετροι του νερού.

Παράμετρος	Μονάδα μέτρησης	Όριο κατά ΕΕ 80/778 ΕΟΚ 1986	Ελληνικά όρια 98/83 ΕΕ ΦΕΚ 892/11-7-01
<i>Escherichia coli</i>	αριθμός/100 ml	–	0/100 ml
Εντερόκοκκοι	αριθμός/100 ml	0/250 ml	0/100 ml
<i>Pseudomonas</i>	αριθμός/100 ml	–	0/250 ml
<i>aeruginosa</i>			
Κολοβακτηριοειδή (ολικά)	αριθμός/100 ml	0/100 ml	0/100 ml
<i>Clostr. Perfringens</i> (+ σπόροι)	αριθμός/100 ml	–	0/100 ml
Αρ. αποικιών σε 22°C και 37°C	αριθμός/ml	100/ml & 10/ml	100/ml & 20/ml

από το γαστρεντερικό σύστημα του ανθρώπου και των θερμόαιμων ζώων. Από τις βασικές μικροβιολογικές παραμέτρους του νερού (Πίνακας 3) είναι τα ολικά κολοβακτηριοειδή. Αυτά ανήκουν στην οικογένεια των εντεροβακτηριακών, τυπικά γένη της οποίας είναι τα: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Serratia* και *Klebsiella*. Η *E. coli* ανήκει επίσης στα κολο-

βακτηριοειδή, αποτελεί δε μόνιμο ξενιστή του εντέρου των ανθρώπων και των θερμόαιμων ζώων και είναι ο καλύτερος βιολογικός δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης του νερού. Οι εντερόκοκκοι ανήκουν στην οικογένεια των στρεπτόκοκκων (υπάρχουν και αυτοί στα κόπρανα) αλλά παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην χλωρίωση από την *E. coli*, η δε παρουσία τους αποτελεί απόδειξη χρόνιας μόλυνσης του νερού με περιττωματικές ουσίες. Οι βλαστικές μορφές του *Clostridium Perfringens* αποτελούν είδος του γένους των θειοαναγωγικών κλωστηριδίων και παράγουν ανθεκτικούς σπόρους που επιζούν στο νερό πολύ περισσότερο από την *Escherichia coli*, χρησιμοποιείται δε ως δείκτης ελέγχου αποτελεσματικότητας της επεξεργασίας του νερού και αναζητείται όταν αυτό προέρχεται ή επηρεάζεται από επιφανειακά νερά. Η *Pseudomonas Aeruginosa* βρίσκεται και αυτή στα κόπρανα και η αναζήτησή της έχει σημασία στα εμφιαλωμένα νερά ειδικών χρήσεων (νοσοκομειακά, παραγωγή φαρμάκων). Ο ολικός αριθμός κοινών αερόβιων μικροβίων στους 22°C και 37°C πληροφορεί για την αποτελεσματικότητα της χλωρίωσης του νερού (του υδραγωγείου).

Στον ακόλουθο Πίνακα 4 με τις φυσικοχημικές παραμέτρους του νερού η ισχύουσα Νομοθεσία είναι η ΚΥΑ Υ2/2600/2001 η οποία έγινε σε συμμόρφωση με την Οδηγία 98/83 Ε.Ε. (ΦΕΚ 892/11-7-01) και με έναρξη ισχύος 25/12/2003 οπότε και καταργήθηκε η προηγούμενη Α5/288/86 που αναγράφεται στον Πίνακα 4 προς σύγκριση.

Από τις βασικές χημικές παραμέτρους του νερού είναι η ανάλυση κατιόντων (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Li^+ , Sr^{2+} , NH_4^+ , σε ppm), ανιόντων (Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , F^- , Br^- , σε ppm) και ιχνοστοιχείων (Al, Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Se, Zn, Hg σε µg/L).

Από τις φυσικοχημικές παραμέτρους του νερού (Πίνακας 4) η θολρότητα οφείλεται στην παρουσία αιωρούμενων στερεών σωματιδίων μικρής διαμέτρου (π.χ. σκουριάς). Χαρακτηρίζεται ως ένας από τους δείκτες πιθανής μόλυνσης του νερού

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. Φυσικοχημικοί παράμετροι του νερού.

Παράμετρος	Μονάδα μέτρησης	Όριο κατά ΕΕ 80/778 ΕΟΚ 1986	Όριο κατά ΠΟΥ-WHO	Όριο κατά U.S.-EPA - ΕΠΑ	Ελληνικά όρια ΚΥΑ Υ2/2600/01 ισχύει από 03
Θολερότητα (θολότητα)	mg/L	1-10		1-5	αποδεκτή
pH	pH units	6.5-8.5	6.5-9	6.5-8.5	6.5-9.5
Αγωγιμότητα (25°C)	μmho/cm	1.000	1.500		
Αγωγιμότητα (20°C)	μS/cm				2.500
Οξειδωσιμότητα	mg/L O ₂				5
Αιωρούμενα στερεά	mg/L	5	500		
Στερεά Υλικά -TDS	mg/L		500	500	
Χλωριούχα	mg/L	350	200-600	250	250
Χλώριο	mg/L Cl	1	0.75	1.1	
Θειικά (SO ₄)	mg/L	250	200-400	250	250
Ακρυλαμίδιο	mg/L				0.10
Αργίλιο	mg/L				200
Αμμωνιακά	mg/L	50	500		
Αμμώνιο	mg/L				0.50
Αντιμόνιο	μg/L Sb			6	5
Αρσενικό	μg/L As		10	2	50
Βενζόλιο (C ₆ H ₆)	μg/L			5 ppb	1
Βόριο	μg/L B			2	1
Βρωμικά	μg/L				10
Νιτρικά (NO ₃)	mg/L	0-50	0-45	45	50
Νιτρώδη (NO ₂)	mg/L	0.1	0.1		0.5
Νικέλιο	μg/L Ni			100	20
Ασβέστιο	mg/L Ca		75-200		
Μαγνήσιο	mg/L Mg		50-150		
Μαγγάνιο	μg/L Mn			50	50
Σελήνιο	μg/L Se			50	10
Σίδηρος	μg/L Fe	50	100	300	200
Μόλυβδος	μg/L Pb	50	10	15	25
Ψευδάργυρος	mg/L Zn	5	5-15	5	
Κάδμιο	μg/L Cd		5	5	5
Νάτριο	mg/L Na	175		20	200
Χρώμιο	μg/L Cr			100	50
Χαλκός	mg/L Cu			1.3	2
Κυανιούχα	μg/L CN				50
Φθόριο-Φθοριούχα	mg/L F			0.9-1.5	1.5
Υδράργυρος	μg/L Hg		1.0	2	1.0
Πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες	μg/L				0.10
Ολικά τριαλογονομεθάνια	μg/L			80	100
Ολικός οργανικός άνθρακας TOC	mg/L	<0.5			χωρίς συνήθη μεταβολή
Βινυλοχλωρίδιο	μg/L			2	0.50
Τετρα (και τρι) χλωροαιθέριο	μg/L				10
Επιχλωρυδρίνη	μg/L				0.10
Παρασιτοκτόνα	μg/L				0.10
Σύνολο παρασιτοκτόνων	μg/L				0.50
1,2-δichλωροαιθάνιο	μg/L			5	3.0

(αν και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας δεν έχει θεσπίσει όρια θολερότητας). pH του νερού από 5-9 θεωρείται γενικά αποδεκτό για να χρησιμοποιηθεί ως πόσιμο, μικρότερο όμως από 5 μπορεί να προκαλέσει διάβρωση επειδή πολλά μέταλλα διαλύονται ευκολότερα σε νερό χαμηλού pH. Τιμές μεγαλύτερες από 8.5 υποδηλώνουν την ύπαρξη διττανθρακικών (HCO_3^-) στο νερό. Τα στερεά σωματίδια αποτελούνται από τα διαλυμένα στερεά και τα ολικά στερεά. Τα θειικά ιόντα συνδέονται με τις αλκαλικές γαίες, των οποίων η παρουσία τους στο νερό μπορεί να προκαλέσει γαστρεντερικά προβλήματα κυρίως στα παιδιά, ενώ όταν υπερβούν την τιμή των 500 ppm προσδίδουν μια πικρή γεύση στο νερό. Τα χλωριούχα σε συγκέντρωση μεγαλύτερη των 250 ppm, προσδίδουν αλμυρή γεύση στο νερό. Τα νιτρικά δεν πρέπει να υπερβαίνουν την τιμή των 45 ppm ιδίως για τις έγκυες γυναίκες και τα παιδιά κάτω των 6 μηνών, γι' αυτό και αντενδείκνυται η χρήση νερού με υψηλά νιτρικά στην παρασκευή παιδικών τροφών. Επίσης, η ύπαρξη νιτρικών στο νερό μπορεί να υποδηλώνει μόλυνση από λύματα ή από χημικά λιπάσματα. Τα ολικά στερεά υλικά (TDS) ή ολικά διαλελυμένα στερεά ή ολικό υπόλειμμα, είναι το ολικό ποσό ύλης που απομένει μετά την εξάτμιση του νερού. Αυτά είναι κυρίως τα διαλελυμένα άλατα, μέταλλα και ορυκτά και αποτελούν έναν καλό δείκτη της ποιότητας του νερού. Υψηλές τιμές TDS προκαλούν ιζήματα, κηλίδες και προσδίδουν αλμυρή ή πικρή γεύση στο νερό, ενώ μόνο η αντίστροφη όσμωση μπορεί να τα μειώσει. Το φθόριο είναι σημαντικό για την ανάπτυξη των δοντιών στα παιδιά, αλλά αν η συγκέντρωσή του στο νερό υπερβεί τα 3 ppm ενδέχεται να αλλοιώσει την αδαμαντίνη. Τα φθοριούχα έχουν ως όριο τα 1.5 ppm και προέρχονται κυρίως από μόλυνση του νερού με εντομοκτόνα και από πρόσθετα επεξεργασίας του. Ο σίδηρος και το μαγνήσιο δημιουργούν κηλίδες και ιζήματα στις υδραυλικές εγκαταστάσεις αλλά και στα ρούχα κατά το πλύσιμό τους (κιτρινοκόκκινες ο σίδηρος και μαυρογκρί το μαγνήσιο). Ο ψευδάργυρος εμφανίζεται στα φυσικά νερά σε συγκέντρωση που συχνά υπερβαίνει το Ευρωπαϊκό όριο των 5 ppm, προέρχεται δε από τους ορειχάλκινους αγωγούς ή από αγωγούς με επίστρωση ψευδαργύρου, που προσβάλλονται από διαβρωτικά νερά ή νερά πλούσια σε ιόντα χλωρίου και θειικά. Το κάδμιο εμφανίζεται σε υψηλότερη συγκέντρωση όταν οι σωλήνες του δικτύου διανομής νερού είναι κατασκευασμένες από γαλβανισμένο χάλυβα. Συγκεντρώσεις ψευδαργύρου και χαλκού, πάνω από τα επιτρεπόμενα όρια, προσδίδουν δυσάρεστη γεύση στο νερό. Τα βαρέα μέταλλα (Μέρος V, Κεφάλαιο 5) όπως As, Ba, Cd, Pb και Hg είναι τοξικά προερχόμενα κυρίως από βιομηχανικές μονάδες. Ευτυχώς απαντώνται σπανίως στο νερό σε υψηλή συγκέντρωση (άνω των ορίων τους) και τότε πρέπει να απομακρυνθούν με

αντίστροφη όσμωση ή με απόσταξη. Τα τριαλογονομεθάνια σχηματίζονται από τον συνδυασμό της υπολειμματικής δράσης του χλωρίου (από την επεξεργασία του νερού-επιτρεπτό όριο τα 4 ppm) με βρωμιούχες και οργανικές ύλες. Ως παρασιτοκτόνα νοούνται: οργανικά ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα, νηματωδοκτόνα, ακαριοκτόνα, φυκοκτόνα, τρωκτικοκτόνα, γλινοκτόνα. Τέλος, περιεκτικότητα του νερού σε νάτριο πάνω από 20 mg/L, εγκυμονεί κίνδυνο (για τη Δημόσια Υγεία) εμφάνισης αρτηριακής υπέρτασης στους καταναλωτές. Η αυξημένη κατανάλωση νατρίου αντενδείκνυται σε ασθενείς με υπέρταση, παθήσεις των νεφρών, υπολειτουργία των επινεφριδίων, συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια και κίρρωση του ήπατος.

1.5. ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Βρόχινο είναι το νερό καθαρότερης μορφής και περιέχει διαλυμένο οξυγόνο και CO₂. Πηγαίο είναι το νερό το προερχόμενο από σημαντικό βάθος μέσα από τη γη και συνήθως είναι απαλλαγμένο μικροοργανισμών, επειδή οι τελευταίοι δεν υπάρχουν σε βάθος μεγαλύτερο των τεσσάρων μέτρων.

Μεταλλικό είναι το φυσικό νερό που περιέχει διαλυμένες ουσίες περισσότερες από 1 g/L ή περιέχει CO₂ ή άλλες σπάνιες ενώσεις σε ποσότητα μεγαλύτερη από τη συνήθη.

Τεχνητό μεταλλικό νερό χαρακτηρίζεται το σκεύασμα από πόσιμο νερό, στο οποίο έχει προστεθεί, είτε φυσικό μεταλλικό νερό, ή φυσικά πηγαία άλατα.

Το φυσικό νερό για να γίνει κατάλληλο προς πόση πρέπει να υποβληθεί σε επεξεργασία καθαρισμού (καθίζηση, διαύγαση, διήθηση, αποστείρωση-απολύμανση), ανάλογα με το βαθμό ρύπανσής του. Ο συνηθέστερος τρόπος εξυγίανσης του νερού από μικροοργανισμούς και βακτήρια, είναι η προσθήκη σε αυτό 0.5 ppm Cl₂, αερίου Cl₂ και υποχλωριδών αλάτων Na και Ca, ή όζοντος (O₃). Το O₃ διασπάται σε μοριακό και ατομικό οξυγόνο που είναι ισχυρότατο οξειδωτικό και καταστρέφει τους μικροοργανισμούς χωρίς να μεταβάλλει τη γεύση του νερού όπως και η υπερϊώδης ακτινοβολία. Η καλύτερη μέθοδος είναι η χρήση οξειδίου του χλωρίου που δεν δημιουργεί χλωραμίνες. Επίσης μπορεί να προστεθεί στο νερό και φθόριο (F) 0.2 - 4.4 mg/L ή διάφορα φθοριούχα άλατα, σε τελική συγκέντρωση φθορίου 1 ppm. Σκοπός αυτής της παρέμβασης είναι η προστασία των δοντιών και η πρόληψη της τετηδόνας. Η φθορίωση του νερού εφαρμόζεται στην Αμερική, σε αντίθεση με την Ελλάδα όπου δεν εφαρμόζεται.

Τέλος, σε μερικές περιπτώσεις απαιτείται και αποσκλήρυνση του φυσικού νερού με σκοπό την καθίζηση των αλάτων του ασβεστίου και μαγνησίου και τον διαχωρισμό τους από το νερό, αν και η μέθοδος αυτή επιβαρύνει το νερό με νάτριο.

Ονοματολογία (είδη) νερού:

βρόχινο
πηγαίο
μεταλλικό
τεχνητό

ΠΙΝΑΚΑΣ 5. Κριτήρια χαρακτηρισμού φυσικών μεταλλικών νερών

- πολύ χαμηλή περιεκτικότητας σε ανόργανα άλατα	≤50 mg/l
- χαμηλή περιεκτικότητας σε ανόργανα άλατα	≤500 mg/l
- πλούσιο σε ανόργανα άλατα (σταθερό υπόλειμμα)	> 1.500 mg/l
- οξυανθρακικό	HCO ₃ ⁻ >600 mg/l
- θειικό	SO ₄ ⁻ >200 mg/l
- φθοριούχο	F ⁻ > 1 mg/l
- σιδηρούχο	Fe ⁺⁺ > 1 mg/l
- νατριούχο	Na ⁺ >250 mg/l
- υπόξινο	CO ₂ >250 mg/l
- περιέχει ασβέστιο	Ca ⁺⁺ >150 mg/l
- περιέχει μαγνήσιο	Mg ⁺⁺ > 150 mg/l
- πτωχό σε νάτριο	Na ⁺ <20 mg/l

1.6. ΠΗΓΕΣ ΝΕΡΟΥ

Οι κύριες πηγές του νερού

πόσιμο νερό
τρόφιμα

Το πόσιμο νερό και τα τρόφιμα (υγρές και στερεές τροφές) αποτελούν τις κύριες πηγές νερού για τον ανθρώπινο οργανισμό. Από τις υγρές τροφές (γάλα, χυμοί, καφές, σούπες, κ.ά.) προσλαμβάνουμε ποσότητα 1-1.5 L/ημερησίως. Από τις στερεές τροφές λαμβάνουμε ποσότητες νερού 0.5-1 L/ημερησίως. Για παράδειγμα το γάλα περιέχει 87% νερό και 3% πρωτεΐνη και δίνει 65 Kcal/100 g ενώ η σκόνη γάλακτος έχει 27% πρωτεΐνης και δίνει 500 Kcal/100 g, ή το ψωμί έχει 8% πρωτεΐνη, ενώ το ξερό έχει 13% και αντίστοιχα το κανονικό ψωμί δίνει 275 Kcal/100 g, ενώ το ξερό 425 Kcal/100 g. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο συχνά σε ορισμένα τρόφιμα αναφέρεται και η επί ξηρού περιεκτικότητά τους σε διάφορα συστατικά. Επίσης, η μεγάλη διαφορά των τροφίμων ως προς το ποσό ενέργειας που αποδίδουν στον οργανισμό, οφείλεται κυρίως στις μεγάλες μεταξύ τους διαφορές στην περιεκτικότητά τους σε νερό, ενώ πολλές στερεές τροφές μπορεί να έχουν περισσότερο νερό από υγρές τροφές, π.χ. τα πράσινα φασόλια έχουν 92% νερό, ενώ το γάλα 87% (λόγω του ότι ο υδατάνθρακας κυτταρίνη των φασολιών είναι αδιάλυτη στο νερό, ενώ ο υδατάνθρακας λακτόζη του γάλακτος είναι διαλυτή). Ο μεταβολισμός των θρεπτικών υλών (πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και λίπη) παρέχει επίσης νερό στον οργανισμό, διότι τα τελικά του προϊόντα είναι νερό και διοξείδιο του άνθρακα.

1.7. ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΣΕ ΝΕΡΟ

Πρόσληψη νερού

2-3 λίτρα καθημερινά

Η ελάχιστη πρόσληψη καθημερινής ποσότητας νερού από τον οργανισμό είναι 1 λίτρο, ενώ, σε ειδικές περιπτώσεις, μπορεί να φθάσει 7-8 λίτρα, με μέσο όρο τα 2-3 λίτρα. Εάν δεν πει κανείς νερό και ιδρώσει, ανεβαίνοντας στη ζυγαριά την επόμενη μέρα θα είναι 2.5 κιλά ελαφρύτερος. Τόσο είναι περίπου το νερό που χρειάζεται ο οργανισμός κάθε 24ωρο. Το βάρος όμως που έχασε, θα το ξαναπάρει αμέσως με μερικά ποτήρια νερό. Η ποσότητα νερού που θα πρέπει να λαμβάνεται είναι τετραπλάσια από εκείνη της τροφής, δηλ. πρέπει κανείς να λαμβάνει 1 g νερού ανά kcal τροφής ή 1-1.5 ml/θερμίδα. Όμως, το συνολικό νερό που συμμετέχει στις λειτουργίες του σώματος καθημερινά είναι πολύ μεγαλύτερο, διότι το νερό που απεκκρίνεται στα διάφορα σημεία του σώματος επαναπορροφάται σε άλλα και δεν αποβάλλεται, έτσι έχουμε:

Ολική ποσότητα νερού που συμμετέχει στη λειτουργία του σώματος = 5-15 L/ημερ.
 Απώλειες νερού του σώματος = 1-7.5 L/ημερ.
 Επαναρρόφηση νερού από τον οργανισμό = 3.7-9.8 L/ημερ.

Η απέκκριση του νερού από τον οργανισμό γίνεται από:

1. Τα νεφρά 1-2 λίτρα/ημέρα.
2. Τον ιδρώτα έως 2 λίτρα/ημέρα.
3. Τους πνεύμονες περίπου 400 ml κατά την εκπνοή.
4. Τον εντερικό σωλήνα αποβάλλονται 100-200 ml νερό με τα κόπρανα.

1.8. ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ

Το νερό αποτελεί το βασικό συστατικό του αίματος το οποίο μεταφέρει τις θρεπτικές ύλες από το πεπτικό σύστημα στα κύτταρα, καθώς και τα προϊόντα απέκκρισης από τα κύτταρα στους νεφρούς και παίζει σημαντικό ρόλο στην απορρόφηση, διότι τελικά με τη μορφή διαλύματος απορροφώνται οι διάφορες θρεπτικές ύλες στο αίμα. Βοηθά στη λειτουργία της πέψης και στην απέκκριση από το παχύ έντερο των άπεπτων ουσιών, σχηματίζοντας με αυτές τα κόπρανα.

Συμμετέχει στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος (μέσω των κέντρων της δίψας και της εφίδρωσης, που βρίσκονται στον υποθάλαμο του εγκεφάλου).

Η βασική πηγή νερού για τον οργανισμό είναι η απορρόφηση του από το πεπτικό σύστημα. Σε ημερήσια βάση η κατανάλωση νερού από τον οργανισμό γίνεται μέσω των διαφόρων πόσιμων υγρών, του υγρού μέρους των τροφών, αλλά και του νερού που παράγεται κατά το μεταβολισμό των τροφών. Κατά μέσο όρο, με μία ομαλή διατροφή, ο οργανισμός λαμβάνει 1100 ml/ημέρα από τις στερεές τροφές, ενώ από το μεταβολισμό των τροφών παράγονται περίπου 300 ml/ημέρα νερού. Η απέκκριση του νερού γίνεται και μέσω της εφίδρωσης, αλλά σημαντικού βαθμού όμως εφίδρωση είναι επικίνδυνη επειδή εκτός από το νερό αποβάλλονται και άλατα και διαταράσσεται η ισορροπία του νερού και των ηλεκτρολυτών. Η εφίδρωση προκαλεί πτώση της θερμοκρασίας του δέρματος διότι για να εξατμισθεί ο ιδρώτας, χρειάζεται κάποια θερμότητα (ώστε να σπάσουν οι δεσμοί υδρογόνου) την οποία την παίρνει από το δέρμα προκαλώντας αίσθημα δροσιάς. Με την εφίδρωση μπορεί να χαθεί ποσό θερμότητας 12-18 Kcal/ώρα. Η ισορροπία μεταξύ του προσλαμβανόμενου και αποβαλλόμενου νερού επιτυγχάνεται με την ομαλή λειτουργία των νεφρών. Η λήψη μεγάλων ποσοτήτων νερού προκαλεί πτώση της θερμοκρασίας του σώματος και αύξηση των καύσεων για να παραχθεί θερμότητα, ώστε η θερμοκρασία του σώματος να μείνει σταθερή. Από την κατανάλωση νερού ο οργανισμός προσλαμβάνει, επίσης, ιχνοστοιχεία και μεταλλικά άλατα, η πρόσληψη των οποίων υποβοηθείται από τα άλατα του νερού Ca και Mg. Τα ιχνοστοιχεία, που περιέχονται στο νερό, όπως τα Zn, Cr, Cu και Mn, καλύπτουν τις ανάγκες του οργανισμού σε αυτά.

Ρόλος του νερού

- απαραίτητος διαλύτης της ζωής και θεμελιώδης θρεπτική ύλη για τον άνθρωπο
- βασικό συστατικό όλων των ιστών του σώματος
- βασικό συστατικό του αίματος και της κυκλοφορίας του στον οργανισμό
- διαλύει τις τροφές για να απορροφηθούν οι θρεπτικές τους ύλες στο αίμα, τις μεταφέρει και απομακρύνει τα προϊόντα αποδόμησής τους
- συμμετέχει στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος
- ελαττώνει τις τριβές μεταξύ των οργάνων
- αποτελεί δομικό συστατικό όλων των τροφίμων

2. ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ανόργανα στοιχεία, συστατικά ή άλατα είναι τα 24 χημικά στοιχεία που βρίσκονται στην τέφρα των ιστών του οργανισμού. Είναι απαραίτητα για την δόμηση, ανάπτυξη και συντήρηση του οργανισμού και του αίματος. Πέντε εξ αυτών δηλαδή τα C, O, N, H, S, συνθέτουν τους υδατάνθρακες, τα λίπη, τις πρωτεΐνες και το νερό και συνιστούν περισσότερο από το 96% του σωματικού βάρους. Τα υπόλοιπα 19 συμμετέχουν στη διαμόρφωση λιγότερο από το 4% του σωματικού βάρους. Ανάλογα με την ποσότητα που πρέπει να υπάρχουν στη διατροφή, διακρίνονται σε Μακροστοιχεία και Ιχνοστοιχεία:

ΠΙΝΑΚΑΣ 6. Μακροστοιχεία και μικροστοιχεία.

Μακροστοιχεία	Μικροστοιχεία
Ca	Cr
P	Co
Na	Cu
K	F
Cl	I
Mg	Fe
S	Mn
	Se
	Zn
	Mo
	Si
	B

1. Μακροστοιχεία-Macrominerals or macroelements (7) εμπλέκονται σε περισσότερους του ενός ρόλους μέσα στον οργανισμό, απαιτούμενη ποσότητα: δέκατα του γραμμαρίου έως 1 ή περισσότερα g/ημερησίως ασφαλής και επαρκής πρόσληψη >100 mg/ημερησίως ή αν ο οργανισμός περιέχει περισσότερο από 5 g (Πίνακας 6).
2. Μικροστοιχεία ή Ιχνοστοιχεία –Microminerals or Trace Elements (12) με περισσότερο εξειδικευμένους ρόλους –κυρίως δομικά στοιχεία ποικίλων ενζύμων, απαιτούμενη ποσότητα: μικρογραμμάρια (μg) –μιλιγραμμάρια (mg/ημερησίως) (Πίνακας 6). Στα ιχνοστοιχεία πιθανόν σύντομα να προστεθούν και τα V, Sn, As, Ni.

Σύμφωνα με ορισμένους συγγραφείς (Nestle et al 2004) τα Ca, K, Mg, P, Fe, Zn ονομάζονται μέταλλα, ενώ ιχνοστοιχεία μόνο τα Cr, Cu, Se. Επιπλέον ονομάζονται ηλεκτρολύτες τα κατιόντα K, Na, Ca, Mg και τα ανιόντα Cl, οι οργανικές φωσφατάσες, τα διττανθρακικά και τα θειικά ιόντα. Τα ανόργανα άλατα δεν αποτελούν πηγή ενέργειας, όμως είναι απαραίτητα ως συστατικά στοιχεία των κυττάρων ορισμένων οργάνων του σώματος και πρέπει να λαμβάνονται με την τροφή διότι δεν μπορούν να σχηματισθούν στο σώμα. Ο καθορισμός των αναγκών του οργανισμού σε ανόργανα συστατικά γίνεται βάσει της διαλυτότητάς τους και της ταχύτητας απορρόφησής τους από τον οργανισμό (DRI dietary reference intakes or R-DA). Ορισμένα στοιχεία σχηματίζουν ευδιάλυτα άλατα και έτσι απορροφώνται εύκολα και γρήγορα, ενώ άλλα σχηματίζουν δυσδιάλυτες ενώσεις δύσκολα απορροφώμενες από τον οργανισμό (Ca, P, Mg). Τα ανόργανα στοιχεία συμμετέχουν στις ακόλουθες γενικές λειτουργίες:

1. Στη δόμηση των σκελετικών (σκληρών) και άλλων ιστών (μαλακών) προσδίδοντάς τους αντοχή και σκληρότητα (π.χ. οστά, δόντια).
2. Σε ρυθμιστικές λειτουργίες (ρύθμιση ισοζυγίου ύδατος, οξεοβασικής ισορροπίας, οσμωτικής πίεσης, έκκρισης).

3. Στην ενεργοποίηση των ενζυμικών συστημάτων ως μέρη του μορίου τους (μεταλλοένζυμα) ή ως συνπαράγοντες.
4. Σε εξειδικευμένες λειτουργίες (μεταφορά του νευρικού ερεθίσματος στους μυς και στα νεύρα).
5. Στη ρύθμιση του μεταβολισμού μαζί με τις ορμόνες, τις βιταμίνες, κ.ά.

Σε ορισμένες παθολογικές καταστάσεις όπως λιθίαση των νεφρών, αρτηριακή υπέρταση, καρδιακή ανεπάρκεια, κ.ά., τα ανόργανα συστατικά συμμετέχουν στην παθογένειά τους.

Μερικά συνήθη φυσικά συστατικά της τροφής, μπορούν να δεσμεύουν τα ανόργανα συστατικά ή να ανταγωνίζονται τη δράση τους και όταν το ποσοστό των τελευταίων είναι οριακό, τότε μπορεί να προκληθούν παθολογικές καταστάσεις από την έλλειψη ιχνοστοιχείων.

Τέτοια φυσικά συστατικά της τροφής με την παραπάνω αρνητική δράση είναι τα εξής:

1. Φυτικές ίνες επειδή προσροφούν ανόργανα συστατικά τα οποία και αποβάλλονται, λόγω της γρήγορης διέλευσης των ινών αυτών από τον πεπτικό σωλήνα.
2. Βρογχοκηλογόνες ενώσεις (λαχανάκια Βρυξελών) που διαταράσσουν το μεταβολισμό του ιωδίου στον θυρεοειδή αδένα με αποτέλεσμα την διόγκωσή του και την πρόκληση βρογχοκήλης.
3. Χηλικές ενώσεις (chelating agents) κυρίως οργανικά μόρια, που σχηματίζουν χηλικά σύμπλοκα με τα μέταλλα, άλλοτε διευκολύνοντας και άλλοτε παρεμποδίζοντας την απορρόφησή τους από τον οργανισμό, γεγονός με ανάλογες επιπτώσεις.
4. Οξαλικά που συνδέονται με Ca, Fe (στο σπανάκι).
5. Άλατα φυτικού οξέος (εξωτερικός φλοιός κόκκων του σίτου) που δεσμεύουν τα Ca, Fe, Zn και εμπλέκονται στην απορρόφησή τους από τον οργανισμό. Προβλήματα ενδέχεται να παρουσιαστούν όταν διατρέφεται κανείς αποκλειστικά με ψωμί ολικής άλεσης.

Η λήψη των απαραίτητων πρόσθετων ανόργανων συστατικών μπορεί να γίνει με τη χορήγηση διαφόρων σκευασμάτων υπό την προϋπόθεση ότι θα ακολουθούνται αυστηρά οι οδηγίες του ιατρού, ή του παρασκευαστού.

2.1. ΤΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.1.1. ΑΣΒΕΣΤΙΟ (Ca)

Πηγές: Γάλα (120 mg/100 g) και γαλακτοκομικά προϊόντα (σκληρό τυρί 800 mg/100 g), αλεύρι, ψάρια (σαρδέλες 85 mg/

100 g, βακαλάος 24 mg/100 g), φυλλώδη λαχανικά (λάχανο 75 mg/100 g, σπανάκι βρασμένο 126 mg/100 g), αμύγδαλα, αυγά (56 mg/100 g), όσπρια, ψωμί (αλεύρι 70% 19 mg/100 g), πορτοκάλια (42 mg/100 g), τομάτα 14 mg/100 g) (Πίνακες 105-106).

Ημερήσια Πρόσληψη (ΗΠ): προτεινόμενο ποσό για ενήλικες 0.7 g/ημερησίως (ΕΕ) και 1 g/ημερησίως για ενήλικες <50 ετών (USA) και 1.2 g/ημερησίως για γυναίκες πριν από την εμμηνόπαυση. Η ανώτερη επιτρεπόμενη πρόσληψη = 2.500 mg.

Ρόλος στον οργανισμό: το ανθρώπινο σώμα περιέχει 2% ασβεστίου. Από αυτό το 99% βρίσκεται στα οστά ως φωσφορικό ασβέστιο $[Ca_3(PO_4)_2]$ και τα δόντια, ενώ το υπόλοιπο 1% βρίσκεται στους μαλακούς ιστούς και το εξωκυττάριο υγρό. Περιέχεται και στο πλάσμα του αίματος. 700 mg/ημερησίως Ca απομακρύνεται μεταβολικά από τα οστά, ενώ ίση ποσότητα δεσμεύεται σ' αυτά. Συμμετέχει στην πήξη του αίματος και στη ρύθμιση της πίεσης, στη σύσπαση των σκελετικών μυών αλλά και της καρδιάς, στην ενεργοποίηση ενζύμων και στη μετάδοση νευρικού ερεθίσματος στους νευρώνες. Επιπλέον προστατεύει το έντερο και τον μαστό από την εμφάνιση νεοπλασιών.

Το ασβέστιο είναι το ανόργανο συστατικό το οποίο βρίσκεται σε μεγαλύτερη αφθονία στο ανθρώπινο σώμα. Τα στοιχεία Ca και P απαντούν στην τέφρα των οστών σε αναλογία 2:1 (Ca/P), ενώ η περιεκτικότητα των οστών σε τέφρα χρησιμοποιείται ως δείκτης της περιεκτικότητας των οστών σε Ca και P. Ο μηχανισμός σχηματισμού των οστών συνίσταται κατά βάση, στην εναπόθεση αλάτων Ca. Συγκεκριμένα, τρία μόρια μονόξινου φωσφορικού ασβεστίου ($CaHPO_4$) συμπτυκνώνονται για να σχηματίσουν ένα μόριο φωσφορικού ασβεστίου ως εξής: $3CaHPO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_3PO_4$. Στη συνέχεια προστίθενται ιόντα ανθρακικού οξέος, φθορίου ή OH, ώστε να συμπληρωθεί ο σχηματισμός της κρυσταλλικής δομής του οστού.

Απορρόφηση: η απορρόφηση του Ca της τροφής είναι 40% στις παιδικές-εφηβικές ηλικίες και 20-30% σε μεγαλύτερες και γίνεται στο δωδεκαδάκτυλο με τη βοήθεια της βιταμίνης D. Η βιταμίνη D επιπλέον ρυθμίζει το σχηματισμό και την εναπόθεση αλάτων Ca και H_3PO_4 . Οι διατροφικοί παράγοντες που επιδρούν θετικά στην απορρόφηση του Ca, εκτός της βιταμίνης D, είναι οι πρωτεΐνες της τροφής, η λακτόζη και το όξινο περιβάλλον επειδή τα άλατα του Ca είναι περισσότερο διαλυτά σε χαμηλό pH. Αντίθετα οι παράγοντες που επηρεάζουν αρνητικά την απορρόφηση του Ca είναι η έλλειψη βιταμίνης D, η περίσσεια φωσφόρου και λίπους, το αλκαλικό περιβάλλον, το στρες, η έλλειψη σωματικής άσκησης, το οξαλικό οξύ και οι φυτικές ίνες. Μετά την απορρόφηση του

Το ασβέστιο είναι απαραίτητο για:

- δημιουργία και συντήρηση οστών και δοντιών
- βοηθάει στην πρόληψη της οστεοπόρωσης
- έλεγχο και συστολή μυών
- ρύθμιση έκκρισης ορμονών κατά τη γαλουχία
- ορθή λειτουργία καρδιακού μυός
- συμμετέχει στην πήξη του αίματος και στη ρύθμιση της πίεσης
- αυξάνει την HDL και μειώνει την LDL
- καθορίζει την ομαλή διαβίβαση των μηνυμάτων μέσω των νεύρων στον εγκέφαλο
- μειώνει την απορρόφηση της χοληστερόλης των τροφών
- προστατεύει έντερο και μαστό από νεοπλασίες

μεταφέρεται με το αίμα σε όλα τα όργανα. Τα επίπεδα του Ca στο αίμα διατηρούνται στα 9-11 mg/100 ml με τη δράση της παραθορμόνης (PTH, απελευθερώνοντας Ca από τα οστά) και της καλσιτονίνης (που διευκολύνει την εναπόθεση Ca στα οστά, σκληραίνοντας αυτά, όταν τα επίπεδά του στο αίμα είναι υψηλά) με μηχανισμό παλίνδρομης ρύθμισης. Δηλαδή η αφαίρεση του Ca από τα οστά, η οποία θα μπορούσε να θεωρηθεί ως επαναπορρόφηση, ελέγχεται από τους παραθυρεοειδείς αδένες, έτσι ώστε η περιεκτικότητα σε Ca και P του αίματος να διατηρείται περίπου σταθερή, μέσω της ρυθμιστικής δράσης των παραπάνω ορμονών, καθώς και του ενεργού μεταβολίτη της βιταμίνης D (1,25 διϋδροξυχολοκαλσιφερόλης).

Επειδή, όπως ήδη αναφέρθηκε, το Ca στα οστά είναι ενωμένο με το P, είναι ευνόητο ότι, παράλληλα με το Ca, απελευθερώνεται από τα οστά και ο P (ο οποίος και αποβάλλεται από το σώμα κυρίως με τα ούρα). Με άλλα λόγια ο σκελετός δεν μπορεί να απελευθερώσει το ένα από τα δύο αυτά ανόργανα στοιχεία, χωρίς ταυτόχρονα να απελευθερώσει και κάποια ισοδύναμη ποσότητα του άλλου. Αντίθετα, το Ca και ο P των δοντιών κινητοποιούνται και αντικαθίστανται ελάχιστα. Κατά την εγκυμοσύνη 30 g Ca ημερησίως προσφέρονται από τη μητέρα στο έμβρυο, ενώ κατά το θηλασμό 250 mg Ca/ημερησίως μεταφέρονται στο παιδί. Το ασβέστιο ρυθμίζει τις ακόλουθες τρεις φυσιολογικές λειτουργίες του οργανισμού: τη μεταφορά του νευρικού ερεθίσματος, τη μυϊκή σύσπαση και το σχηματισμό θρόμβων του αίματος. Η μέγιστη οστική πυκνότητα επιτυγχάνεται στα 30 μας.

Έλλειψη Ca έχει δραματικές επιπτώσεις στα οστά/δόντια (οστεομαλάκυνση-οστεοπόρωση), υποπαραθυρεοειδισμό, υπερφωσφαταιμία, υπομαγνησισαιμία και νεφρική ανεπάρκεια. Συμπτώματα αυτής είναι τα εύθραυστα νύχια και οι πόνοι στις αρθρώσεις. Ανεπάρκεια εμφανίζουν οι ηλικιωμένοι και οι γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση, αλλά και οι καπνιστές (και όσοι κάνουν κατάχρηση οινόπνευματων, καφέ και ζάχαρης).

Υπερβολική λήψη προκαλεί ανωμαλίες στα οστά, οστεοπέτρωση, λιθίαση των νεφρών, γαστρεντερικές ανωμαλίες, χωρίς να προκαλεί τοξίκωση (αποβάλλεται με τα ούρα).

2.1.2. ΣΙΔΗΡΟΣ (Fe)

Πηγές: ήπαρ-νεφρά (10 mg/100 g), κρέας (2,1 mg/100 g), σαρδέλες (2,9 mg/100 g), στρείδια, αλεύρι (μαύρο ψωμί 2,4 mg/100 g), αυγά, αποξηραμένα φρούτα, λαχανικά (1 mg/100 g), νερό, αλλά και τα μαγειρικά σκεύη (φαγητό όξινης αντίδρασης), (Πίνακες 107 και 107α).

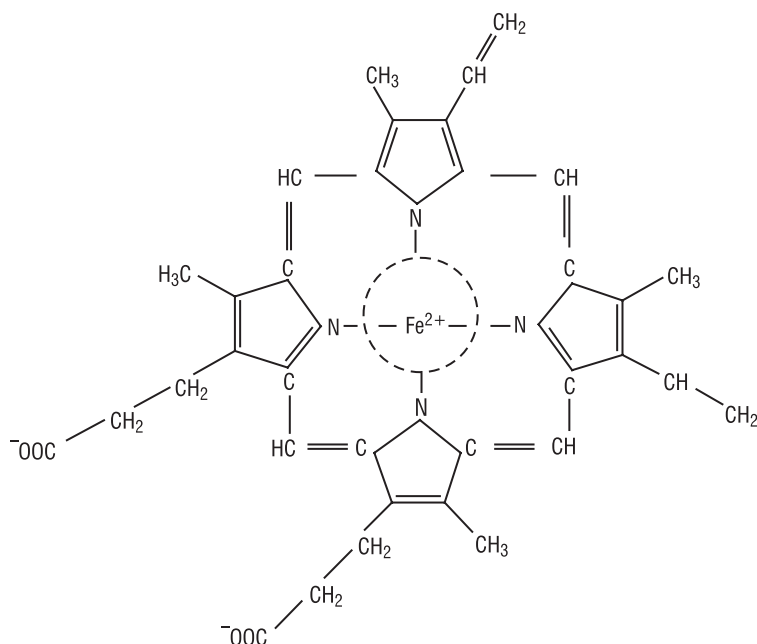
ΗΠ: προτεινόμενο ποσό για ενήλικες 10 mg/ημερησίως (8 mg για άνδρες και 18 mg για γυναίκες λόγω απωλειών κατά την έμμηνο ρύση).

Ρόλος στον οργανισμό: το ανθρώπινο σώμα περιέχει 0,004% Fe που για ενήλικες σημαίνει 3-4 g. Βοηθά στην παραγωγή των ερυθρών αιμοσφαιρίων, τα οποία μεταφέρουν το οξυγόνο σε ολόκληρο το σώμα. Συμμετέχει επίσης στη μεταφορά ηλεκτρονίων. Ο Fe που προσλαμβάνεται με τη τροφή υφίσταται σε δύο μορφές, εκείνη που αποτελεί συστατικό της αίμης, σχετίζεται με την αιμοσφαιρίνη και τη μυοσφαιρίνη και ανευρίσκεται μόνο σε ζωικές τροφές (ως αιμικός, όπως κρέας, κοτόπουλο, ψάρι) και εκείνη που αποτελεί συστατικό των οξειδωτικών ενζύμων και ανευρίσκεται τόσο σε ζωικές όσο και φυτικές τροφές. Το μεγαλύτερο μέρος του Fe, περίπου

70%, ευρίσκεται στην αιμοσφαιρίνη των ερυθρών αιμοσφαιρίων του αίματος [η προσθετική ομάδα της αιμοσφαιρίνης, γνωστή με την ονομασία αίμη, (Σχήμα 6), αποτελείται από πορφυρίνη ενωμένη με σίδηρο ο οποίος με τη μορφή του κατιόντος Fe^{2+} , βρίσκεται στο κέντρο ενός τετραπυρρολικού δακτυλίου του μορίου της αίμης], με περιεκτικότητα που ανέρχεται σε 0.34% περίπου. Το υπόλοιπο μέρος του Fe ευρίσκεται στη μυοσφαιρίνη των ερυθρών μυών, μιας ενδοκυτταρικής σύνθετης πρωτεΐνης, η οποία περιέχει, όπως και η αιμογλοβίνη, σιδηροπορφυρίνη και παραλαμβάνει το οξυγόνο από την αιμοσφαιρίνη μεταφέροντάς το στα κύτταρα των μυών. Σίδηρος, επίσης, υπάρχει στο ήπαρ, το σπλήνα, το μυελό των οστών, σε άλλες ενώσεις της αίμης με πρωτεΐνες οι οποίες συμμετέχουν σε αντιδράσεις οξειδοαναγωγής,

στους μυς, στα μιτοχόνδρια και τέλος σε πολλά ένζυμα (μεταλλοένζυμα) όπως π.χ. κυττοχρώματα, υπεροξειδάση, καταλάση, κ.ά. Αυξάνει τα επίπεδα σωματικής ενέργειας και βελτιώνει την πνευματική απόδοση.

Απορρόφηση: η απορρόφηση του Fe γίνεται κυρίως στο δωδεκαδάκτυλο. Απορροφάται το 10% του Fe που περιέχεται στα δημητριακά και λαχανικά, το 30% εκείνου στο κρέας, το 20% της σόγιας και το 15% των ψαριών. Ευκολότερα απορροφάται ο Fe με τη μορφή της αίμης παρά ο ανόργανος. Στα κόπρανα αποβάλλεται το 90 % του Fe της τροφής. Ο Fe στην τροφή ευρίσκεται κυρίως υπό μορφή τρισθενούς ιόντος Fe^{3+} (σιδηρική μορφή), ενώ στο στόμαχο μετατρέπεται σε διθενές ιόν Fe^{2+} (σιδη-



ΣΧΗΜΑ 6. Χημική δομή της αίμης (προσθετικής ομάδας της αιμογλοβίνης).

ρούχο μορφή), με τη δράση του HCl παρουσία της βιταμίνης C. Μετά την απορρόφηση του Fe^{2+} με τη βοήθεια της φερριτίνης (πρωτεΐνης) του εντέρου, μετατρέπεται και πάλι σε Fe^{3+} συνδεδεμένος με την τρανσφερρίνη σχηματίζοντας την τρανσφερριτίνη η οποία τον μεταφέρει στους ιστούς. Ο μη χρησιμοποιηθείς Fe αποθηκεύεται στο ήπαρ υπό μορφή φερριτίνης. Τα ελεύθερα ιόντα Fe είναι πολύ τοξικά, για αυτό το λόγο ο Fe μετακινείται και αποθηκεύεται ως τρανσφερριτίνη ή φερριτίνη. Η απορρόφηση του Fe αυξάνεται σε περιπτώσεις αναπτυσσόμενων οργανισμών, στην περίοδο έμμηνης ρύσης, στην εγκυμοσύνη, στο χαμηλό pH του στομάχου, σε περίπτωση αιμορραγίας ή αναιμίας, ενώ αντίθετα μειώνεται όταν οι τροφές περιέχουν κατά κύριο λόγο ανόργανο Fe, σε περίπτωση μεγάλης ποσότητας Fe στη φερριτίνη του εντέρου, στο αλκαλικό pH του παγκρεατικού υγρού, σε παρουσία στην τροφή φωσφορικών, φυτικού οξέος, οξαλικών, τανίνης κ.ά. Παράγοντες που συμβάλλουν στη μέγιστη απορρόφησή του είναι το ασκορβικό οξύ και η β-καροτίνη.

Έλλειψη Fe προκαλεί σιδηροπενική αναιμία, ατονία, χλωμάδα και τριχόπτωση, με μείωση κυρίως του ποσού της αιμοσφαιρίνης. Δυστυχώς η φερριτίνη απελευθερώνει Fe πολύ αργά και για το λόγο αυτό εάν υπάρχει έλλειψη Fe είναι αναγκαία η πρόσληψή του με την τροφή. Για την αντιμετώπιση της αναιμίας χρησιμοποιούνται συμπληρώματα σιδήρου σε δόσεις γύρω στα 100 mg/ημέρα (μαζί με ειδική διατροφή).

Υπερβολική λήψη Fe μπορεί να αποβεί βλαβερή (σχηματίζονται δραστικές ελεύθερες ρίζες) προκαλώντας αιμοχρωμάτωση και κίρρωση του ήπατος, σακχαρώδη διαβήτη, καρδιοπάθειες, δυσκοιλιότητα ή διάρροια, ναυτία, έμετο και γαστρικό άλγος, οξειδώσεις, πιθανότητα καρκινογένεσης, ακόμη και θάνατο κυρίως στα μικρά παιδιά (χορήγηση υπερβολικής δόσης 0,2-0,3 g/κιλό σωματικού βάρους).

2.1.3. ΙΩΔΙΟ (I)

Πηγές: ψάρια (1,2-2,5 mg/Kg), οστρακοειδή (0,8-1,6 mg/Kg), ιχθυέλαια (μουρουνέλαιο-σολομός-ρέγκα), νερό, κρέας (50 μg/Kg), γάλα ή αυγά ζώων ή πτηνών που η τροφή τους έχει εμπλουτισθεί σε I, ιωδιωμένο αλάτι με 0,01% KI, χόρτα και φυτικά τρόφιμα που έχουν καλλιεργηθεί σε παραθαλάσσιες περιοχές, ψυχανθή και λαχανικά (30 μg/Kg), ξερά φύκη (0,54-6,87 mg/g), μουστάρδα, σόγια, (Πίνακας 115).

ΗΠ: Προτεινόμενο ημερήσιο ποσό για ενήλικες 150 μg/ημερησίως (max 600 μg σύμφωνα με την ΕΕ).

Ρόλος στον οργανισμό: το ανθρώπινο σώμα περιέχει γύρω στα 25 mg ιωδίου (20-50), εκ των οποίων τα 8-10 mg βρίσκονται στο θυρεοειδή αδέν (και το υπόλοιπο στις θυρεοειδείς ορμόνες, στο αίμα και στους μυς), ο οποίος, ως γνω-

Η ανάγκη σε σίδηρο του οργανισμού εξαρτάται από την ηλικία/φύλο και κυμαίνεται από 1,5-2,2 mg/ημέρα

Για την κάλυψη αυτής της ανάγκης ο προσλαμβανόμενος σίδηρος με το φαγητό πρέπει να είναι 15 g/ημέρα

Ο Σίδηρος είναι απαραίτητος για:

- τη μεταφορά του O_2 από τους πνεύμονες στους ιστούς κατά την αναπνοή
- τη λειτουργία πολλών ενζύμων που παράγουν ενέργεια στα κύτταρα
- την παραγωγή θυρεοειδών ορμονών, συνδετικού ιστού και μερικών νευροδιαβιβστών
- το ανοσοποιητικό σύστημα

Συμμετέχει:

- στη βελτίωση της πνευματικής απόδοσης
- στην αύξηση των επιπέδων σωματικής ενέργειας
- σε αντιδράσεις οξειδοαναγωγής (στους μυς, στα μιτοχόνδρια)
- στην παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων

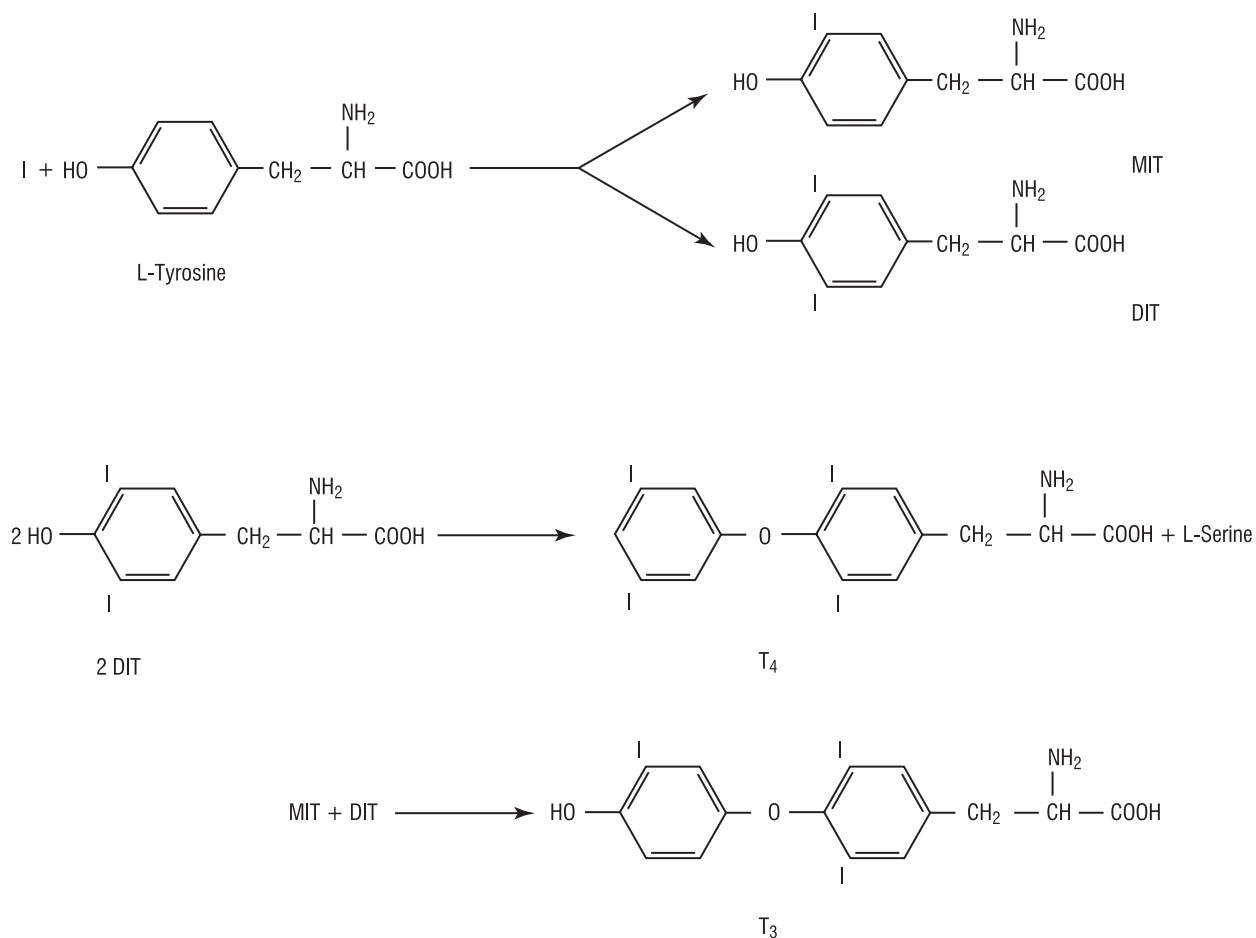
στόν, αποτελείται από δύο λοβούς που βρίσκονται εκατέρωθεν της τραχείας και ενώνονται μεταξύ τους με το λεγόμενο ισθμό. Ο θυρεοειδής αδένας εκκρίνει τις ορμόνες θυροξίνη T_4 (τετραϊωδοθυρονίνη) και την τριϊωδοθυρονίνη T_3 (περιέχει 3 άτομα ιωδίου). Ο σπουδαιότερος παράγοντας για την ομαλή έκκριση των ορμονών αυτών είναι η ύπαρξη ιωδίου στον οργανισμό, το οποίο συμμετέχει στη χημική δομή της θυροξίνης. Η τελευταία παράγεται από το θυρεοειδή αδέν

$I + \text{τυροσίνη} \rightarrow \text{MIT ή DIT}$ και εν συνεχεία $\text{MIT} + \text{DIT} \rightarrow T_3$
ή και δύο μόρια DIT δίνουν με συμπύκνωση ένα μόριο θυροξίνης: $\text{DIT} + \text{DIT} \rightarrow T_4$

ΣΧΗΜΑ 7. Σύνθεση MIT, DIT, T_3 και T_4 .

και ελέγχει το ρυθμό του μεταβολισμού. Η βιοσύνθεση των ορμονών T_3 και T_4 (Σχήμα 8), όπως και των MIT (Μονοϊωδοτυροσίνη) και DIT (Διϊωδοτυροσίνη), πραγματοποιείται με ένωση του ανόργανου ιωδίου με το αμινοξύ τυροσίνη, ή την πρόδρομη ουσία του φαινυλαλανίνη, όπως φαίνεται στο Σχήμα 7.

Οι ενώσεις MIT, DIT, T_3 και T_4 , ενσωματώνονται σε μία πρωτεΐνη, τη θυρεογλοβουλίνη, η οποία συμπεριφέρεται ως αποθήκη της θυροξίνης και υφίσταται πρωτεόλυση στον αυλό



ΣΧΗΜΑ 8. Βιοσύνθεση των ορμονών του θυρεοειδούς αδέν

των κύστεων του θυρεοειδούς αδένα. Οι ορμόνες T_3 και T_4 απελευθερώνονται στο αίμα, ενώ οι άλλες ενώσεις MIT και DIT υφίστανται απιωδιοποίηση στο εσωτερικό των κύστεων και το προκύπτων ιώδιο χρησιμοποιείται για τη βιοσύνθεση νέων T_3 και T_4 ορμονών. Η δραστηριότητα του θυρεοειδή αδένος ρυθμίζεται από τη θυρεοειδοτρόπο ορμόνη TSH (thyroid stimulating hormone), μία ορμόνη της υπόφυσης, η οποία διεγείρει τη συγκράτηση του ιωδίου από το θυρεοειδή καθώς και τη βιοσύνθεση των θυρεοειδικών ορμονών, οι οποίες εν συνεχεία ελέγχουν (μέσω μηχανισμού παλίνδρομης ρύθμισης “feed-back”) την έκκριση της TSH από την υπόφυση.

Απορρόφηση: η απορρόφηση του I γίνεται στο λεπτό έντερο. Το 30 % συγκεντρώνεται στο θυρεοειδή αδένος και χρησιμοποιείται για τη σύνθεση των ορμονών του.

Όταν τα επίπεδα των ορμονών του θυρεοειδούς στο αίμα μειωθούν, τότε αυξάνουν τα επίπεδα TSH και αντίστροφα. Ένα ποσοστό 80% των θυρεοειδικών ορμονών καταβολίζονται μέσω απιωδιοποίησης, στο ήπαρ, τους νεφρούς και άλλους ιστούς, ενώ το υπόλοιπο απεκκρίνεται μέσω της χολής. Το όργανο I απεκκρίνεται κυρίως μέσω των νεφρών. Μία άλλη ευνοϊκή επίδραση της θυροξίνης, είναι εκείνη που αφορά τη λειτουργία της ανάπτυξης και δεν αποκλείεται η έμμεση επίδρασή της επάνω στην αυξητική ορμόνη της υπόφυσης που είναι γνωστή ως GH (growth hormone).

Έλλειψη ιωδίου συνεπάγεται χαμηλά επίπεδα ορμονών T_3 και T_4 στο αίμα, αύξηση της TSH η οποία προκαλεί υπερτροφία του θυρεοειδούς χωρίς όμως ταυτόχρονη αύξηση της έκκρισης των ορμονών T_3 και T_4 λόγω έλλειψης I. Η νόσος που προκαλείται ονομάζεται απλή ή ενδημική βρογχοκήλη. Αντίθετα η υπερλειτουργία του αδένος οδηγεί στη διόγκωσή του και προκαλεί εξώφθαλμο βρογχοκήλη. Με τον όρο βρογχοκήλη εννοούμε τη διόγκωση του θυρεοειδούς αδένος, λόγω υπερπλασίας του, η οποία αποσκοπεί στην αύξηση της από μέρους του παραγόμενης θυροξίνης (λόγω πτώσης της συγκέντρωσής της στο αίμα) η οποία αποτελεί αντισταθμιστική προσπάθεια του αδένος να την κρατήσει σταθερή. Σε βρογχοκήλη μπορεί να οδηγήσει και η λήψη μεγάλων ποσοτήτων I. Βρογχοκηλογόνες τροφές είναι τα λαχανάκια βρυξελλών (του γένους Brassica), η σόγια, η αραχίδα, ουσίες που ανήκουν στον τύπο των θειοκυανικών αλάτων και της θειουρακίλης η δράση των οποίων εξουδετερώνεται με τη συμπληρωματική χορήγηση ιωδίου, κ.ά. Ανεπάρκεια θυροξίνης οδηγεί σε μείωση του ρυθμού του βασικού μεταβολισμού, ενώ συμπτώματα ιωδιοπενίας μπορούν να εμφανισθούν και όταν ακόμη το ιώδιο χορηγείται σε επαρκείς ποσότητες.

Σοβαρή έλλειψη ιωδίου κατά την εμβρυϊκή ηλικία ή αμέσως μετά τη γέννηση, μπορεί να προκαλέσει κρετινισμό με καθυστέρηση της σωματικής και πνευματικής ανάπτυξης.

Οι θυρεοειδείς ορμόνες είναι απαραίτητες για:

- την ανάπτυξη σχεδόν όλων των οργάνων του σώματος
- την ανάπτυξη των νεύρων, οστών, δοντιών, δέρματος, μαλλιών, νυχιών, κ.ά.
- τη σύνθεση των πρωτεϊνών, την απορρόφηση των υδατανθράκων
- τη μετατροπή των καροτενίων σε βιταμίνη A

Ο οργανισμός μέσω της ορμόνης θυροξίνης ρυθμίζει το μεταβολισμό των τροφών και συνεπώς το βάρος του ανθρώπου