

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ
ΤΜΗΜΑ Τ.Ε.Γ.Ε.Π.

ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ & ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ : ΠΗΓΕΣ
ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ , ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ
ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

ΕΚΠΟΝΗΤΡΙΑ : ΕΛΕΝΗ-ΑΛΕΞΙΑ ΝΑΤΣΑΡΙΔΟΥ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : κ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΒΑΡΖΑΚΑΣ

(Πτυχιακή μελέτη υποβληθείσα προς μερική εκπλήρωση των απαραίτητων
προϋποθέσεων για την ολοκλήρωση του προπτυχιακού κύκλου σπουδών)

ΑΘΗΝΑ 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο (ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ – ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ)	
1. Λειτουργίες των βιταμινών	3
1.1. Χαμηλές ποσότητες βιταμινών	3
1.2. Τι είναι η Συνιστώμενη Διαιτητική Πρόσληψη (RDA)	5
1.3. Τι ποσότητα από την κάθε βιταμίνη χρειάζεται το σώμα	5
1.4. Ο ρόλος των βιταμινών ως αντιοξειδωτικά	6
1.5. Η αποθήκευση και η προετοιμασία του φαγητού επηρεάζουν την ποσότητα των βιταμινών	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο (ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ)	
2. Υδατοδιαλυτές βιταμίνες (γενικά)	8
2.1. Βιταμίνη C- Ασκορβικό οξύ	9
2.2. Βιταμίνες συμπλέγματος Β	17
2.2.1. Βιταμίνη Β ₁ – Θειαμίνη	18
2.2.2. Βιταμίνη Β ₂ – Ριβοφλαβίνη	22
2.2.3. Βιταμίνη Β ₃ – Νιασίνη	26
2.2.4. Βιταμίνη Β ₅ - Παντοθενικό οξύ	30
2.2.5. Βιταμίνη Β ₆ – Πυριδοξίνη	34
2.2.6. Βιταμίνη Β ₉ – Φολασίνη	37
2.2.7. Βιταμίνη Β ₁₂ – Κυανοκοβαλαμίνη	40
2.2.8. Βιταμίνη Β ₈ – Βιοτίνη	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο (ΛΙΠΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ)	
3. Λιποδιαλυτές βιταμίνες (γενικά)	47
3.1. Βιταμίνη Α – Ρετινόλη	48
3.2. Βιταμίνη D – Αντιρραχitίνη	55
3.3. Βιταμίνη Ε – Τοκοφερόλη	59
3.4. Βιταμίνη Κ	62

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο (ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ)

4. Ιχνοστοιχεία και ανόργανα συστατικά (γενικά)	67
4.1. Νερό	68
4.2. Μέταλλα και Ηλεκτρολύτες	
4.2.1. Ασβέστιο (Ca)	72
4.2.2. Μαγνήσιο (Mg)	82
4.2.3. Φώσφορος (P)	87
4.3. Ηλεκτρολύτες	
4.3.1. Νάτριο (Na)	93
4.3.2. Κάλιο (K)	96
4.3.3. Χλώριο (Cl)	99
4.3.4. Θείο (S)	102
5. Ιχνοστοιχεία	
5.1. Σίδηρος (Fe)	104
5.2. Ιώδιο (I)	109
5.3. Ψευδάργυρος (Zn)	114
5.4. Σελήνιο (Se)	116
5.5. Χρώμιο (Cr)	120
5.6. Φθόριο (F)	122
5.7. Χαλκός (Cu)	125
5.8. Μόλυβδος (Pb)	127
5.9. Μολυβδαίνιο (Mo)	128
5.10. Μαγγάνιο (Mn)	131
5.11. Βόριο (B)	134
5.12. Βανάδιο (V)	136

5.13. Πυρίτιο (Si)	139
5.14. Κοβάλτιο (Co)	142
5.15. Κασσίτερος (Sn)	143
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	146
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	147

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Θεόδωρο Βαρζάκα που με την κριτική του ματιά , τις εύστοχες παρατηρήσεις και διορθώσεις του, συνέβαλε σημαντικά ώστε η πτυχιακή μου να λάβει την παρούσα μορφή. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου τόσο για την ηθική όσο και την υλική ενίσχυση και υποστήριξη που μου πρόσφερε όλα αυτά τα χρόνια ως ελάχιστη ένδειξη εκτίμησης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα εργασία θ' αναφερθούμε στις βιταμίνες και τα ιχνοστοιχεία. Ιδιαίτερα θα δοθεί έμφαση στην πρόσληψη των βιταμινών που λαμβάνουμε μέσω των τροφίμων και συγχρόνως στην εκτίμηση της επικινδυνότητάς τους.

Ιστορικά, ο όρος βιταμίνη (vitamine) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1911 από τον Funk, για να ονομάσει, μια κρυσταλλική ουσία που είχε τις ίδιες χημικές ιδιότητες με τις αμίνες, αλλά επιπλέον θεράπευε την ανίατη μέχρι τότε ασθένεια «berī-berī». Ουσιαστικά ονομάστηκε έτσι από το λατινικό όνομα vita που σημαίνει ζωή και από τις αμίνες, ίσως διότι αρχικά θεωρήθηκε ότι έχουν σχέση με τις αμίνες. (Κανάκης, 2003)

Βιταμίνες είναι σύνθετες, οργανικές ουσίες οι οποίες δεν συντίθενται από τον ίδιο τον οργανισμό, αλλά προσλαμβάνονται μέσω των τροφών και συνεπώς απαιτούνται σε διαφορετικές ποσότητες, για τις ποικίλες μεταβολικές λειτουργίες του οργανισμού. Ενδεικτικά η ημερήσια πρόσληψη είναι της τάξης των 100mg. Επιπροσθέτως, γνωρίζουμε ότι δρουν ως καταλύτες των ζωντανών κυττάρων. Με άλλα λόγια, υποβοηθούν σημαντικές βιοχημικές αντιδράσεις του οργανισμού. Προτού καθοριστούν χημικώς οι ουσίες αυτές ονομάστηκαν με τα γράμματα του αλφάβητου, τώρα όμως προστέθηκαν οι χημικές καθώς και άλλες ονομασίες τους. (Μόρτογλου, 2002)

Στην σύγχρονη εποχή διαπιστώνουμε ότι ο τρόπος ζωής χαρακτηρίζεται από έντονους ρυθμούς και πολύ άγχος και συνεπώς ελλείψεις διατροφικές προσλήψεις. Επομένως, οι άνθρωποι έχουν ανάγκη από πλήθος θρεπτικών στοιχείων και βιταμινών. Αναμφισβήτητα, λοιπόν, οι βιταμίνες θα πρέπει να αποτελέσουν αναπόσπαστο κομμάτι της διατροφής μας, διότι συμβάλλουν στην καλή υγεία, ανάπτυξη και ευεξία και συντελούν στην αντιμετώπιση διαφόρων ασθενειών, ενώ η έλλειψη τους γίνεται αιτία παθολογικών καταστάσεων που ονομάζονται «αβιταμινώσεις». Άρα, αντιλαμβανόμαστε ότι η ανεπάρκειά τους έχει ως απόρροια διάφορες συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία, οι οποίες ποικίλουν από ήπια συμπτώματα μέχρι σοβαρές επιπτώσεις σ' αυτήν, που ενδέχεται να είναι ακόμη και μη αναστρέψιμες.

Αντίθετα, η παρουσία ορισμένων βιταμινών σε υπερβολικά μεγάλες ποσότητες τείνει να προκαλέσει περαιτέρω προβλήματα στην υγεία του ατόμου, τα οποία καλούνται «υπερβιταμινώσεις».

Εξίσου σημαντικό είναι ν' αναφερθούμε στις δύο κύριες ομάδες που χωρίζονται οι βιταμίνες. Αφενός μεν στις λιποδιαλυτές οι οποίες διαλύονται στα λίπη και σ' αυτές συμπεριλαμβάνονται οι Α, D, E, Κ και οι οποίες αποθηκεύονται εύκολα στους ιστούς (από τις παραπάνω εξαίρεση αποτελεί η βιταμίνη Κ η οποία αποθηκεύεται σε μικρή μόνο ποσότητα). Αφετέρου στις υδατοδιαλυτές βιταμίνες, όπου συγκεκριμένα σ' αυτή την κατηγορία ανήκουν η βιταμίνη C και το σύμπλεγμα των βιταμινών Β. Οι υδατοδιαλυτές διαλύονται στο νερό και δεν αποθηκεύονται στους ιστούς. Εξαίρεση αποτελεί η βιταμίνη Β₁₂.

Ακόμα γίνεται εκτενέστερη αναφορά στην παρουσία των ιχνοστοιχείων, τα οποία είναι μεταλλικά στοιχεία τα οποία ο οργανισμός έχει ανάγκη σε πολύ μικρή ποσότητα.

Είναι ευνόητο ότι οι βιταμίνες και τα ιχνοστοιχεία είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με το φαινόμενο της ζωής. Συνεπώς, λαμβάνοντας τις ουσίες αυτές μέσω των τροφών θα μπορέσουμε να προστατέψουμε την υγεία μας, το πολυτιμότερο αγαθό που έχουμε, έτσι ώστε να εξασφαλίσουμε έναν καλύτερο τρόπο ζωής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο (ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ – ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ)

1. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΩΝ ΒΙΤΑΜΙΝΩΝ

Κάθε βιταμίνη έχει το δικό της τομέα δράσεως και το δικό της προσορισμό. Οι σημαντικότερες λειτουργίες των βιταμινών αφορούν:

1. την ανάπτυξη
2. την ικανότητα αναπαραγωγής
3. την διατήρηση της υγείας και της ζωτικότητας.

Το τρίτο επίτευγμα που αφορά την διατήρηση της υγείας και της ζωτικότητας, έχει τέσσερις υποδιαιρέσεις που όλες απαιτούν τη βιταμινική συνδρομή και αυτές είναι:

- α) Η κανονική λειτουργία του πεπτικού συστήματος.
- β) Η πραγματοποίηση της κανονικής διατροφής (αφορά την καλή χρησιμοποίηση των ανόργανων και την οξείδωση των οργανικών ουσιών).
- γ) Η ισορροπία και η σταθερότητα του νευρικού συστήματος.
- δ) Η υγεία των ιστών και η αντίσταση στις βακτηριδιακές μολύνσεις.

Πρέπει να σημειωθεί, πως όταν πολλές βιταμίνες συνεργάζονται για το ίδιο επίτευγμα όπως οι βιταμίνες Α, Β, C και D στην ανάπτυξη, τότε είναι όλες απαραίτητες και η απουσία και μίας μόνο εμποδίζει το αποτέλεσμα. (Τζάκου, 1967)

Στο σημείο αυτό όμως, και πριν προχωρήσουμε περαιτέρω την ανάλυσή μας, θεωρούμε αναγκαίο να παρεμβάλουμε κάποιες πληροφορίες τις οποίες θεωρούμε απαραίτητες για την καλύτερη κατανόηση των όσων θα αναφέρουμε στην συνέχεια.

1.1. ΧΑΜΗΛΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΩΝ

Ως χαμηλό επίπεδο μιας βιταμίνης μπορεί να οριστεί το επίπεδο εκείνο της συγκεκριμένης βιταμίνης που σχετίζεται με διαταραχές του μεταβολισμού, οι οποίες μπορούν να διορθωθούν με τη συμπληρωματική χορήγηση της. Για παράδειγμα, πολλοί άνθρωποι στο γενικό πληθυσμό έχουν επίπεδα

ομοκυστεΐνης ορού που κυμαίνονται από 1,62-2,03 mg/L (12-15μmol/L), τα οποία πέφτουν σε βασικά επίπεδα της τάξεως 1,08-1,35 mg/L (8-10μmol/L) μετά από τη συμπληρωματική χορήγηση φυλλικού οξέως για λίγες εβδομάδες, σε συνδυασμό με βιταμίνες B₁₂ και B₆. Παρομοίως, σε πολλούς ηλικιωμένους τα επίπεδα μεθυλμαλονικού οξέως πέφτουν όταν λαμβάνεται συμπληρωματικά βιταμίνη B₁₂, ενώ τα αυξημένα επίπεδα παραθορμόνης πέφτουν με τη συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D. Οι μετρήσεις των επιπέδων των βιταμινών στο αίμα, τον ορό ή τα ερυθρά αιμοσφαίρια, με τις ισχύουσες παθολογικές τιμές αναφοράς, δεν αποτελούν αξιόπιστο οδηγό γι' αυτή τη μορφή έλλειψης. Σε μελέτη, η συμπληρωματική χορήγηση ελάττωσε σημαντικά τα επίπεδα ομοκυστεΐνης στον ορό σε ηλικιωμένους ασθενείς με φυσιολογικές συγκεντρώσεις φυλλικού οξέως στον ορό. Για ορισμένες βιταμίνες, το πρόβλημα των χαμηλών επιπέδων υποστηρίζεται επίσης από στοιχεία τυχαιοποιημένων μελετών σύμφωνα με τα οποία η συμπληρωματική χορήγησή τους ελαττώνει την επίπτωση των κλινικών συμβάντων. Τα ερευνητικά δεδομένα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το φυλλικό οξύ κατά τη διάρκεια του πρώτου τριμήνου της κύησης ελαττώνει τον κίνδυνο ανωμαλιών του νευρικού σωλήνα σε γυναίκες που διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο. Παρομοίως, η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D, σε συνδυασμό με ασβέστιο, ελαττώνει τον κίνδυνο καταγμάτων σε ηλικιωμένες γυναίκες με οστεοπόρωση. Η υψηλή εμφάνιση χαμηλών επιπέδων βιταμινών υποδηλώνει ότι η συνήθης διατροφή παρέχει ανεπαρκείς ποσότητες αυτών των βιταμινών. Τα φρούτα και τα λαχανικά αποτελούν την κύρια διατροφική πηγή πολλών βιταμινών και οι ειδικοί του χώρου της υγείας από παλιά συστήνουν 5 τουλάχιστον δόσεις ημερησίως. Μια πρόσφατη έρευνα έδειξε ότι μόνο το 20-30% του πληθυσμού στις Ηνωμένες Πολιτείες πετυχαίνει αυτό το στόχο. (Wyeth Newsletter, 1995)

1.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ (RECOMMENDED DIETARY ALLOWANCE - RDA)

Το RDA (recommended dietary allowance) είναι η μέση ημερήσια πρόσληψη, η οποία αποτελεί τη διατροφική απαίτηση για σχεδόν ολόκληρο τον υγιή πληθυσμό κάθε συγκεκριμένης ηλικιακής ομάδας και φύλου.

Στο παρελθόν, το RDA (recommended dietary allowance) των περισσότερων συστατικών αντιπροσώπευε το επίπεδο πρόσληψης που χρειαζόταν προκειμένου να αποφευχθούν ασθένειες λόγω ανεπάρκειας, όπως η ραχίτιδα (έλλειψη βιταμίνης D) ή το σκορβούτο (έλλειψη βιταμίνης C). Σήμερα, ο καθορισμός του RDA (recommended dietary allowance) έχει, επίσης, ως σκοπό την αποφυγή χρόνιων ασθενειών όπως η οστεοπόρωση και τα καρδιακά νοσήματα, όπου αυτό είναι εφικτό. Το RDA (recommended dietary allowance) ενός θρεπτικού συστατικού υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την υπολογιζόμενη μέση απαίτηση EAR (estimated average requirement), το οποίο αντιπροσωπεύει τη μέση ημερήσια πρόσληψη του συστατικού που υπολογίζεται ότι καλύπτει τις απαιτήσεις του μισού υγιή πληθυσμού συγκεκριμένης ηλικίας και φύλου.

Τα RDA (recommended dietary allowance) μπορεί να ποικίλουν αρκετά μεταξύ χωρών, εξαιτίας των διαφορών στις διατροφικές συνήθειες, στο κλίμα καθώς και σε άλλους σημαντικούς τοπικούς παράγοντες. (Wyeth Newsletter, 1995)

1.3. ΤΙ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΕ ΒΙΤΑΜΙΝΗ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΤΟ ΣΩΜΑ

Το απαραίτητο ποσό κάθε βιταμίνης εκφράζεται συνήθως στην Ευρωπαϊκή Ένωση με το EU RDA (recommended dietary allowance), το οποίο είναι η ευρωπαϊκή συνιστώμενη ημερήσια δόση μιας βιταμίνης. Αυτές είναι οι τιμές που χρησιμοποιούνται για την θρεπτική περιγραφή των τροφίμων. Οι ιδιαίτερες ανάγκες ωστόσο ποικίλουν. Παραδείγματος χάριν, πιο υψηλά επίπεδα βιταμινών συνιστανται για άτομα που πάσχουν από ορισμένες ασθένειες. Επίσης, συγκεκριμένες ομάδες ατόμων χρειάζονται υψηλότερα ποσά συγκεκριμένων βιταμινών. Παράδειγμα αποτελούν τα παιδιά

(βιταμίνη D), οι έγκυες γυναίκες (φολικό οξύ), οι ηλικιωμένοι (βιταμίνη D), οι καπνιστές (βιταμίνη C), οι άνθρωποι που καταναλώνουν πολύ αλκοόλ (θειαμίνη) καθώς επίσης και οι χορτοφάγοι και οι ακραίοι χορτοφάγοι (βιταμίνη B₁₂) που έχουν ανάγκη από μεγαλύτερες ποσότητες των συγκεκριμένων βιταμινών. Ενδεικτικά παρακάτω παρεμβάλλουμε έναν πίνακα σχετικό με τις ημερήσιες συνιστώμενες δόσεις μερικών βιταμινών. (Ursei, 2001)

Βιταμίνες	ΕΥ RDA ανά ημέρα
A (ρετινόλη)	800mg
B ₁ (θειαμίνη)	1,4mg
B ₂ (ριβοφλαβίνη)	1,6mg
B ₃ (νιασίνη)	18mg
B ₅ (παντοθενικό οξύ)	6mg
B ₆ (πυριδοξίνη)	2mg
B ₈ (βιοτίνη)	150mg
B ₉ (φολικό οξύ)	200mg
B ₁₂ (κυανοκοβαλαμίνη)	1mg
C (ασκορβικό οξύ)	60mg
D (αντιραχιτίνη)	5mg
E (τοκοφερόλη)	10mg
K (ένωση ναφθοκινόνης)	80mg

(Πηγή: Κάσιμος & Κάσιμος, 1991)

1.4. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΒΙΤΑΜΙΝΩΝ ΩΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ

Οι βιταμίνες όπως η C, η E και το β-καροτένιο (πρόδρομος της βιταμίνης A), όπως και το μεταλλικό στοιχείο σελήνιο, έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Αυτό σημαίνει ότι προστατεύουν τις αδύναμες πρωτεΐνες και τα λιπίδια στις μεμβράνες των κυττάρων και παίζουν έναν σημαντικό ρόλο στην παρεμπόδιση των ιδιαίτερα δραστικών ατόμων οξυγόνου («ελεύθερες ρίζες»).

Εμποδίζουν τις ελεύθερες ρίζες, οι οποίες είναι μόρια με ένα ή περισσότερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια. Αντιδρούν γρήγορα με άλλα μόρια, αρχίζοντας αλυσιδωτές αντιδράσεις σε μια διαδικασία αποκαλούμενη ως οξειδωση. Οι ελεύθερες ρίζες είναι ένα φυσικό προϊόν του μεταβολισμού και το σώμα παράγει τα αντιοξειδωτικά του για να κρατήσει την ισορροπία. Εντούτοις, η πίεση, η γήρανση και οι περιβαλλοντικές συνθήκες όπως ο μολυσμένος αέρας και ο καπνός των τσιγάρων μπορούν να προσθέσουν στον αριθμό ελεύθερων ριζών στο σώμα, δημιουργώντας έτσι μια δυσαναλογία. Οι ιδιαίτερα αντιδραστικές ελεύθερες ρίζες μπορούν να βλάψουν το υγιές DNA (deoxyribonucleic acid) και έχουν συνδεθεί με τις αλλαγές που συνοδεύουν τη γήρανση (όπως ο ηλικιακός εκφυλισμός που προκαλεί κηλίδες, μια από τις κύριες αιτίες τύφλωσης στους ηλικιωμένους) καθώς και με τις διαδικασίες ασθενειών που οδηγούν στον καρκίνο, τις καρδιακές παθήσεις, και το εγκεφαλικό. Οι μελέτες έχουν δείξει ότι τα φυσικά αντιοξειδωτικά που βρίσκονται στα νωπά φρούτα και τα λαχανικά έχουν μια προστατευτική επίδραση. Παραδείγματος χάριν, η βιταμίνη E και το βήτα-καροτένιο φαίνεται να προστατεύουν τις μεμβράνες των κυττάρων, ενώ η βιταμίνη C απομακρύνει τις ελεύθερες ρίζες μέσα από το κύτταρο. (Ursei, 2001)

1.5. Η ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ Η ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΦΑΓΗΤΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΒΙΤΑΜΙΝΩΝ:

Τα επίπεδα των βιταμινών στα τρόφιμα μειώνονται κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας και της επεξεργασίας αυτών, καθώς και με την πάροδο του χρόνου. Μόνο οι βιταμίνες D και βιοτίνη φαίνεται να είναι ανεπηρέαστες από την αποθήκευση, την επεξεργασία και το μαγείρεμα. Οι βιταμίνες B₂, E και K είναι φωτοευαίσθητες. Για τον λόγο αυτό, τα τρόφιμα που περιέχουν αυτές τις βιταμίνες πρέπει να αποθηκευτούν σε σκοτεινές θέσεις για να ελαχιστοποιηθεί η μείωση αυτών των βιταμινών λόγω της αποθήκευσης. Η βιταμίνη C καθώς επίσης και η βιταμίνη E λειτουργούν ως αντιοξειδωτικά, έτσι τα επίπεδά τους μειώνονται όταν εκτίθενται στο οξυγόνο του αέρα. Το ποσό βιταμίνης μειώνεται όσο περισσότερο το τρόφιμο είναι αποθηκευμένο πριν από την προετοιμασία.

Η ψύξη των τροφίμων έχει μικρή επίδραση στην περιεκτικότητά τους σε βιταμίνες. Το μαγείρεμα πριν την ψύξη, εντούτοις, μπορεί να μειώσει το ποσό των βιταμινών. Οι βιταμίνες, ειδικά οι βιταμίνες Β και C, διαλύονται στο νερό του μαγειρέματος, ανεξάρτητα από το εάν το μαγείρεμα γίνεται στον φούρνο ή στα μικροκύματα. Η χρήση μικρής ποσότητας νερού και ο περιορισμός του χρόνου μαγειρέματος μπορούν να μειώσουν την απώλεια βιταμινών. (Ursef, 2001)

Εν συνεχεία, θα γίνει αναλυτική μελέτη κάθε μιας βιταμίνης ξεχωριστά, για την καλύτερη μελέτη των οποίων, θα τις διαχωρίσουμε σε δύο βασικές κατηγορίες(όπως εξάλλου απαντάται και στην διεθνή βιβλιογραφία) **α)** τις υδατοδιαλυτές και **β)** τις λιποδιαλυτές βιταμίνες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο (ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ)

2. ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ (ΓΕΝΙΚΑ)

Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες περιλαμβάνουν τις βιταμίνες του συμπλέγματος Β και συγκεκριμένα τη θειαμίνη (Β₁), τη ριβοφλαβίνη (Β₂), το νικοτινικό οξύ ή νιασίνη (Β₃), το φολικό οξύ (Β₉), τη πυριδοξίνη (Β₆), τη κυανοκοβαλαμίνη (Β₁₂), τη βιοτίνη (Β₈) και το παντοθενικό οξύ (Β₅) οι οποίες δρουν ως συνένζυμα καθώς επίσης και το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C).

Οι βιταμίνες αυτές δεν αποθηκεύονται στους ιστούς σε αντίθεση με τις λιποδιαλυτές οι οποίες έχουν την ικανότητα αποθήκευσης. Στην προκειμένη περίπτωση εξαίρεση αποτελεί η βιταμίνη Β₁₂ η οποία αποθηκεύεται σε περιορισμένες ποσότητες. Γνωρίζουμε ότι απορροφώνται απ' ευθείας στο αίμα σε υψηλά ποσοστά. Δεν εγκυμονεί κίνδυνος για τοξικότητα από την υπερβολική πρόσληψη των συγκεκριμένων βιταμινών διότι πλεονάζουσες ποσότητες απομακρύνονται μέσω των ούρων.

Έχει διαπιστωθεί ότι καταστρέφονται με το μαγείρεμα, την αποθήκευση (κονσερβοποίηση, κατάψυξη) και είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες στη θερμότητα και στο φως(κυρίως η βιταμίνη C). (Ζερφυρίδης, 1995)

2.1. ΒΙΤΑΜΙΝΗ C-ΑΣΚΟΡΒΙΚΟ ΟΞΥ

Όπως προαναφέρθηκε η βιταμίνη C είναι υδατοδιαλυτή βιταμίνη η οποία χημικώς είναι σχετικά απλή ένωση του εμπειρικού τύπου $C_6H_8O_6$. Ανήκει στα βιολογικά αναγωγικά συστήματα και μπορεί να μετατραπεί αντιστρεπτά σε δεϋδρο-ασκορβικό οξύ. (Μουντζούρης, 2002)

Ο όρος βιταμίνη C είναι ένα γενικός όρος ο οποίος χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις ουσίες που παρουσιάζουν τη βιολογική δράση του ασκορβικού οξέος. Οι συγκεκριμένες ουσίες περιλαμβάνουν το L-ασκορβικό οξύ και το L-δεϋδροασκορβικό οξύ.

Είναι σημαντικό να λάβουμε υπόψη μας ότι η συγκεκριμένη βιταμίνη καταστρέφεται εύκολα με οξείδωση γι' αυτό συνίσταται να μαγειρεύουμε στον ατμό ή στο φούρνο μικροκυμάτων. (Ζερφυρίδης, 1995)

Χημεία και Βιοχημεία

Το ασκορβικό οξύ ανήκει στην κατηγορία των υδατανθράκων. Δεν μπορεί να συντεθεί στον άνθρωπο και στα ανθρωποειδή, ούτε στα ινδικά χοιρίδια, επειδή λείπει η L-γουλονολακτονική οξειδάση. Το οξειδοαναγωγικό σύστημα ασκορβικό οξύ/δεϋδροασκορβικό οξύ συμμετέχει, κατά τρόπο ακόμη άγνωστο, σε διάφορες αντιδράσεις υδροξυλικώσεως. Και η προλινο-2-οξογλουταρική διοξυγενάση και η 4-υδροξυφαινυλοπυροσταφυλική διοξυγενάση χρειάζονται τη βιταμίνη C. (Karlson et. al., 1993)

Πηγές πρόσληψης

Το ασκορβικό οξύ είναι σχετικά διαδεδομένο στις τροφές. Πλούσιες πηγές βιταμίνης C αποτελούν: τα φρούτα και τα λαχανικά, κυρίως τα εσπεριδοειδή (πορτοκάλια, λεμόνια, μανταρίνια, γκρέιπφρουτ κ.α.), οι φράουλες, τα βατόμουρα, το μπρόκολο, το κουνουπίδι, οι πιπεριές, τα σπαράγγια, το σπανάκι, οι ντομάτες, το κάρδαμο, το πεπόνι, το ακτινίδιο, ο μαϊντανός, ο άνηθος, το γογγύλι κ.ά.



Αξιοσημείωτο είναι ότι τα λαχανικά και οι πατάτες που αποτελούν βασικές τροφές παρέχουν στον οργανισμό μας πολύ μεγάλες ποσότητες βιταμίνης C. Αναμφισβήτητα όμως τα εσπεριδοειδή αποτελούν μια από τις σημαντικότερες πηγές πρόσληψης. Κορωνίδα σε περιεκτικότητα βιταμίνης C αποτελούν οι (ώριμες) καυτερές και κόκκινες πιπεριές. Θα πρέπει επίσης να γίνει αναφορά και στις φαρμακευτικές πηγές πρόσληψης όπως είναι η μαγιά και τα φύτρα σιταριού.

Η συγκεκριμένη βιταμίνη υφίσταται τεράστιες απώλειες, σε ουδέτερο περιβάλλον, ενώ είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη ακόμα και στη θερμοκρασία των 60°C. Συνεπώς για ν' αποφευχθεί απώλεια και οξειδωση της συνίσταται τα τρόφιμα να διατηρούνται σε ψυχρό χώρο και όξινο περιβάλλον.

Η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA) της βιταμίνης C είναι για τα παιδιά 30mg/ημέρα και για τους ενήλικους 40mg/ημέρα. Κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης η συνιστώμενη δόση πρέπει ν' αυξηθεί κατά 10mg/ημέρα και κατά τη διάρκεια του θηλασμού κατά 30mg/ημέρα. (Briony, 2001)

Παρακάτω παραθέτουμε έναν ενδεικτικό πίνακα περιεκτικότητας τροφίμων σε βιταμίνη C.

Περιεκτικότητα σε Βιταμίνη C στα 100γρ. αναλώσιμης τροφής	
Είδος τροφής (100γρ.)	Βιταμίνη C (mg)
Αγγούρι	11
Αρακάς (μαγ.)	20
Αχλάδια	4
Βατόμουρα	21
Βερίκοκα	10
Δαμάσκηνα	4
Καρότα	8
Καρπούζι	7
Κολοκυθάκια (μαγ.)	5
Κρεμμύδια	35
Λάχανο	47
Λεμόνι	53
Μαιντανός	172
Μανταρίνι	46
Μαρούλι	8
Ντομάτα	20

Πατάτα ψητή	20
Πορτοκάλι	50
Σπανάκι (μαγ.)	28
Φράουλες	59
Γάλα	1

(Πηγή: www.geocities.com)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

- ◆ Είναι απαραίτητη για τη σύνθεση και τη διατήρηση του κολλαγόνου, το οποίο είναι μια εξωκυτταρική πρωτεΐνη που είναι συστατικό των μεμβρανών, του συνδετικού ιστού και των ιστών. Συγκεκριμένα βοηθά στη διατήρηση και στο σχηματισμό των δοντιών, των οστών, των μυών αλλά και στην διατήρηση της επιδερμίδας.
- ◆ Είναι απαραίτητη για τη λειτουργία των αιμοφόρων αγγείων και την επούλωση των πληγών.
- ◆ Η βιταμίνη C είναι ισχυρός αντιοξειδωτικός παράγοντας και συνεπώς έχει συνδεθεί με την προστασία από την αρτηριοσκλήρωση και τον καρκίνο μαζί με τ' άλλα, βεβαίως, αντιοξειδωτικά.
- ◆ Προλαμβάνει το σκορβούτο και τις ουλίπιδες.
- ◆ Συμμετέχει στη σύνθεση σημαντικών μορίων όπως: ορμόνες, τυροσίνη, καρνιτίνη, θυροξίνη (από το θυροειδή αδένα), αδρεναλίνη και νοραδρεναλίνη, πουρίνες και σεροτονίνη.
- ◆ Λειτουργεί ως συνένζυμο στο κολλαγόνο(συστατικό μεμβρανών, οστών), καθώς και στην υδροξυλίωση της προλίνης και της λυσίνης. Επίσης, ενεργοποιεί κάποια ένζυμα του ήπατος τα οποία έχουν αποτοξινωτικό ρόλο.
- ◆ Συμμετέχει στο μεταβολισμό της φαινυλαλανίνης, της τρυπτοφάνης, του φολικού οξέος και της ισταμίνης.
- ◆ Βοηθά στην απορρόφηση του σιδήρου από το έντερο και έχει ρόλο αποτοξικοποίησης δηλητηριώδων ουσιών λόγω διευκόλυνσης των αντιδράσεων υδροξυλίωσης.
- ◆ Είναι απαραίτητη για την απορρόφηση του ασβεστίου και του φωσφόρου.
- ◆ Παίζει σημαντικό ρόλο στη σύνθεση της επινεφρίνης και των αντιφλεγμονωδών στεροειδών όπως της υδροκορτιζόνης.

- ◆ Είναι απαραίτητη για την ικανοποιητική λειτουργία των ανοσοποιητικών μηχανισμών.
- ◆ Είναι απαραίτητη για τη φαγοκυτταρική ικανότητα των λευκοκυττάρων.
- ◆ Σχηματίζει τα αντισώματα τα οποία χρειάζεται ο οργανισμός για την άμυνα στις διάφορες αρρώστιες. Επιπροσθέτως με τις οξειδοαναγωγικές της ιδιότητες παίζει σημαντικό ρόλο στις οξειδωτικές αντιδράσεις των ζωικών ιστών και στη ρύθμιση της αναπνοής των κυττάρων.
- ◆ Χρησιμεύει σαν πηγή ιόντων H⁺ για την γέννηση του NADPH (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate) στο συκώτι και στο αίμα. (Sauberlich, 1999)

Μεταβολισμός: Όσον αφορά την απορρόφηση του ασκορβικού οξέος και του δεϋδροασκορβικού οξέος από τα κύτταρα του εντερικού βλεννογόνου γίνεται με μηχανισμό μεταφοράς χρησιμοποιώντας κατάλληλο φορέα.

Η πρόσληψη του ασκορβικού οξέος και του δεϋδρο-ασκορβικού οξέος που κυκλοφορεί στο αίμα από τα κύτταρα γίνεται με μηχανισμό μεταφοράς χρησιμοποιώντας τη πρωτεΐνη μεταφορέα της γλυκόζης. (Μουντζούρης, 2002)

Το 70-90% της διατροφικής πρόσληψης απορροφάται ημερησίως, αλλά η απορρόφηση μειώνεται στο 50% με δόση 1,5 gr. Υψηλότερη συγκέντρωση βιταμίνης βρίσκεται στα λευκοκύτταρα και στα αιμοπετάλια απ' ότι στο πλάσμα και στα ερυθροκύτταρα. Πλεονάζουσες ποσότητες απεκκρίνονται μέσω των ούρων και έτσι δεν εγκυμονεί κίνδυνος τοξικότητας. (Sauberlich, 1999)

Η ανοσολογική λειτουργία σε ηλικιωμένες γυναίκες βελτιώνεται με την πρόσληψη βιταμινών C και E

Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε σχετικά με τις επιδράσεις της συμπλήρωσης της διαίτας με αντιοξειδωτικές βιταμίνες C και E σε αρκετές παραμέτρους της ανοσολογικής απάντησης ηλικιωμένων γυναικών, σε είκοσι υγιείς γυναίκες (72+/-6 ετών) που έπασχαν από δύο παθήσεις συχνά σχετιζόμενες με την ηλικία (10 με μείζονα καταθλιπτική διαταραχή –MDD- και 10 με στεφανιαία καρδιοπάθεια –CHD-), χορηγήθηκε 1 γραμμάριο βιταμίνης C και 200mg βιταμίνης E καθημερινά για 16 εβδομάδες. Λήφθηκαν δείγματα

αίματος πριν και μετά τη θεραπεία για μέτρηση αρκετών ανοσολογικών παραμέτρων, όπως της απάντησης των λεμφοκυττάρων στη μιτογόνο φυτοαιμαγλουτινίνη (20 mgL) και των φαγοκυταρικών λειτουργιών των πολυμορφοκυττάρων ουδετερόφιλων, π.χ. της προσκόλλησης στο αγγειακό ενδοθήλιο, της χημειοταξίας, της φαγοκυττάρωσης των οζιδίων και της παραγωγής ανιόντων υπεροξειδίου. Επιπρόσθετα, μετρήθηκαν τα επίπεδα της κορτιζόλης και των λιπιδικών υπεροξειδίων του ορού. Η πρόσληψη βιταμινών οδήγησε σε σημαντική αύξηση της λεμφοπλαστικής ικανότητας και των φαγοκυταρικών λειτουργιών των πολυμορφοκυττάρων ουδετερόφιλων καθώς και σημαντική μείωση των επιπέδων των λιπιδικών υπεροξειδίων και της κορτιζόλης ορού, τόσο σε υγιείς ηλικιωμένες γυναίκες όσο και στις ηλικιωμένες γυναίκες με MDD ή CHD. Αυτά τα ευρήματα δείχνουν σημαντικό ρόλο της χορήγησης συμπληρωμάτων με αντιοξειδωτικά στη βελτίωση της ανοσολογικής λειτουργίας σε ηλικιωμένες γυναίκες καθώς και στην πρόληψη και θεραπεία συγκεκριμένων νοσημάτων που σχετίζονται με την ηλικία, τα οποία είναι αρκετά συχνά στις αναπτυγμένες χώρες. (Fernandez et. al.,1999)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη βιταμίνης C)

Η έλλειψη βιταμίνης C προκαλεί το σύνδρομο του σκορβούτου. Το σκορβούτο είναι ασθένεια με μεγάλη εξάπλωση η οποία μάλιστα επί αιώνες ναυτικούς, σταυροφόρους, στρατιώτες, εξερευνητές. Συγκεκριμένα μονάχα κατά τη διάρκεια του 17^{ου} και του 18^{ου} αιώνα είχε υπολογιστεί ότι είχαν πεθάνει πάρα πολλά εκατομμύρια ναύτες. Τα πρώτα συμπτώματα του σκορβούτου παρουσιάζονται 60-90 ημέρες μετά την ανεπάρκεια της βιταμίνης C και πολλές φορές διαφεύγουν από την προσοχή του πάσχοντα. Οι πρώιμες ενδείξεις έλλειψης αποδίδονται στη διάσπαση του κολλαγόνου και περιλαμβάνουν έντονη κόπωση, αδυναμία και λήθαργο.

Ο οργανισμός εξασθενεί και παρουσιάζει ελαττωμένη αντίσταση στις μολύνσεις. Εν συνεχεία, με την εξάπλωση της ασθένειας εμφανίζονται μικρά στίγματα στο δέρμα (συγκεκριμένα στο στήθος, στην κοιλιά και στην πλάτη) λόγω θραύσης των αγγείων (πετέχιες), ενώ επίσης παρατηρείται χαλάρωση των νεύρων (υποχονδρίαση) και αιμορραγίες οι οποίες εμφανίζονται στους ιστούς, στα ούλα (ουλίτιδα) και κυρίως περιθλακιοειδείς αιμορραγίες στους

θαλάμους των τριχών. Γενικότερα παρουσιάζονται αιμορραγίες σε όλα τα μέρη του σώματος όπως στους μύς και στον υποδόριο ιστό. (Sauberlich, 1999)

Ενδέχεται λοιπόν λόγω των παρατεταμένων αιμορραγιών και της ανεπάρκειας φολικού οξέος να εμφανιστεί αναιμία. Εάν η έλλειψη συνεχιστεί να υφίσταται τότε τα δόντια πέφτουν, το δέρμα σκληραίνει και σκάζει και γεμίζει εξανθήματα. Σε παρατεταμένες περιπτώσεις επέρχεται ο θάνατος.

Σύμφωνα με τον ερευνητή Wolbach έλλειψη ασκορβικού οξέος προκαλεί μετασχηματισμό στα άκρα των οστών και δυσμορφίες οι οποίες συγχέονται με ραχίτιδες, μεγάλωμα του όγκου της καρδιάς, εκφυλισμό των γεννητικών οργάνων και των αδένων. Επιπλέον, παρουσιάζεται αδυναμία του οργανισμού στο μεταβολισμό του φωσφόρου και του ασβεστίου. (Wolbach, 1968)

Συνηθέστερα η έλλειψη παρουσιάζεται στα παιδιά και κυρίως στη βρεφική ηλικία. Συγκεκριμένα παρουσιάζεται ανεπαρκής ανάπτυξη συνδετικών ιστών, δοντιών και οστών. Συνεπώς από αυτή την ηλικία είναι απαραίτητη η ύπαρξη χυμών φρούτων στο διαιτολόγιο του παιδιού έτσι ώστε να εξασφαλίσουν εκείνα τα ποσά βιταμίνης τα οποία χρειάζεται σε μια περίοδο όπου οι ανάγκες είναι επιτακτικές καθώς μεγαλώνει και σχηματίζει τα δόντια, τα οστά του και τους μύες του.

Ακόμα ομάδες ατόμων τα οποία βρίσκονται σε άμεσο κίνδυνο για εμφάνιση έλλειψης βιταμίνης C είναι ασθενείς οι οποίοι πάσχουν από διαβήτη, οι καπνιστές και οι ηλικιωμένοι.

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα βιταμίνης C)

Η βιταμίνη C θεωρείται ότι είναι μια από τις πιο ασφαλείς βιταμίνες. Δόσεις μέχρι 10 g ημερησίως θεωρούνται ανεκτές και δεν εγκυμονούν κινδύνους για την υγεία. Ωστόσο οι πολύ μεγάλες ποσότητες ημερησίως αποβαίνουν τοξικές. Συγκεκριμένα προκαλούν κούραση, αϋπνία, πονοκέφαλο, κοιλιακούς πόνους και σχετίζονται με οσμωτική διάρροια (λόγω των μεγάλων ποσοτήτων ασκορβικού οξέος το οποίο δεν έχει απορροφηθεί από το έντερο), καθώς και με γαστρική δυσφορία. Μπορούν επίσης να προκαλέσουν λανθασμένα αποτελέσματα σε αναλύσεις για διαβήτη ή να ανταγωνίζονται φάρμακα αντιπηκτικά του αίματος. (Ζερφυρίδης, 1995)

Όπως γνωρίζουμε το οξαλικό οξύ είναι ο κύριος μεταβολίτης της βιταμίνης C και ενδέχεται να δημιουργηθούν οξαλικοί λίθοι στα νεφρά από τις υψηλές δόσεις. Συνίσταται λοιπόν σ' αυτούς που πάσχουν από νεφρική ανεπάρκεια να λαμβάνουν βιταμίνη C σε τέτοιες δόσεις που να μην ξεπερνούν τα 100-200mg ημερησίως.

Τα συμπληρώματα βιταμίνης C θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με ιδιαίτερη προσοχή έτσι ώστε να αποφευχθούν προβλήματα υγείας όπως: σακχαρώδης διαβήτης (πρόβλημα κατά τον προσδιορισμό της γλυκόζης), δρεπανοκυτταρικής αναιμίας, σιδηροβλαστικής αναιμίας, έλλειψη του ενζύμου αφυδρογονάσης της 6-P γλυκόζης (κίνδυνος αιμολυτικής αναιμίας), διάβρωση των δοντιών και εμφάνιση τερηδόνας.

Υπάρχουν ενδείξεις ότι μεγάλες ποσότητες βιταμίνης C μπορεί να μειώσουν την κατακράτηση του χαλκού και να καταστρέψουν τη βιταμίνη B₁₂ (ωστόσο είναι δύσκολο ν' αποφανθεί κάποιος με βεβαιότητα αν οι συγκεκριμένες ενδείξεις είναι ακριβείς). Ακόμα έχει υποστηριχθεί ότι μπορεί να μειώσει τα επίπεδα των βαρέων μετάλλων και συγκεκριμένα του κάδμιου, του νικέλιου, του μόλυβδου και του βανάδιου. (Guthie, 1983)

Αλληλεπιδράσεις

- ◆ Έχει διαπιστωθεί ότι η χορήγηση αντισυλληπτικών μπορεί να μειώσει τη συγκέντρωση της βιταμίνης C. Μεγάλες δόσεις βιταμίνης C (>1gr) ενδέχεται ν' αυξήσουν τα επίπεδα οιστρογόνων στο πλάσμα.
- ◆ Μακροχρόνια χρήση τόσο της ασπιρίνης όσο και των τετρακυκλίων μειώνει τη συγκέντρωση της βιταμίνης C στο πλάσμα και στα αιμοπετάλια. Συμπληρώματα βιταμίνης C μπορεί ν' αποτρέψουν αυτή τη μείωση.
- ◆ Σύμφωνα με κάποιες αναφορές η βιταμίνη C μειώνει τη δραστηριότητα της βαρφαρίνης.
- ◆ Μεγάλες δόσεις της βιταμίνης ενδέχεται να επιταχύνουν την αποβολή της μεξιλετίνης και επιπλέον μπορεί να έχει επίδραση στην αντίδραση αλκοόλης – δισουλφιδράμης.
- ◆ Η βιταμίνη C βοηθάει επίσης στην αποβολή σιδήρου που προκαλεί η δεσφεριοξαμίνη. (Sauberlich, 1999)

Βιταμίνη C και καπνιστές

Είναι γεγονός ότι η βιταμίνη C οξειδώνεται με το κάπνισμα. Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν ότι οι καπνιστές είναι επιρρεπείς σε διάφορες αρρώστιες. Συγκεκριμένα αυξάνεται ο κίνδυνος για αρτηριοσκλήρυνση και συγχρόνως για καρδιακά νοσήματα. Έτσι για τους καπνιστές η συνιστώμενη δόση της βιταμίνης C είναι διπλάσια σε σχέση με τους μη καπνίζοντες (περίπου 80mg/μέρα). (Sauberlich, 1999)

Βιταμίνη C και ελεύθερες ρίζες

Όλα τα κύτταρα του σώματός μας χρειάζονται οξυγόνο, το οποίο είναι η ίδια η βάση της ζωής, για κάθε ζωντανό οργανισμό. Τα μόρια του οξυγόνου συχνά καθίστανται εξαιρετικά ασταθή. Συγκεκριμένα μαζεύουν πάρα πολλά ηλεκτρόνια ή μεταφέρουν ηλεκτρόνια σε ασταθείς τροχιές. Αυτά τα απασταθεροποιημένα μόρια του οξυγόνου, καλούνται «ελεύθερες ρίζες». (Κουμεντάκης, 1994)

Οι ελεύθερες ρίζες μπορούν να προσβάλλουν και να βλάψουν παριστάμενα μόρια, καθιστώντας τα ασταθή. Επίσης προσβάλλουν και άλλα μόρια, αρχίζοντας μια αλυσιδωτή αντίδραση κυτταρικής καταστροφής. Εκτός από τα κύτταρα του σώματος υπάρχει ενδεχόμενο να βλάψουν και το DNA (deoxyribonucleic acid), τον κεντρικό μηχανισμό ελέγχου του κυττάρου, και αυτό έχει ως απόρροια να μετατραπούν τα ομαλά κύτταρα σε καρκινικά κύτταρα. Επίσης βλάπτουν την καρδιά, το δέρμα αλλά και τα υπόλοιπα όργανα του σώματός μας.

Στις μέρες μας ένας τρόπος για ν' απαλλαγούμε από τις ελεύθερες ρίζες είναι η νηστεία και ο υγιεινότερος τρόπος ζωής. Αυτό διότι κατά τη διάρκεια της νηστείας σύμφωνα με επιστημονικές μελέτες δραστηριοποιείται το αντιοξειδωτικό σύστημα του κυττάρου και μ' αυτόν τον τρόπο εξουδετερώνονται οι ελεύθερες ρίζες.

Η βιταμίνη C κυκλοφορεί στο αίμα και αποτελεί αντιοξειδωτικό ενάντια στις ελεύθερες ρίζες στο πλάσμα του αίματος, ενώ έχει επίσης και περιορισμένη δυνατότητα στο να προστατεύει ενάντια στις ελεύθερες ρίζες που σχηματίζονται από το κάπνισμα.

Υπάρχουν τροφές οι οποίες διεγείρουν την παραγωγή ελευθέρων ριζών όπως είναι το κρέας, τα γαλακτοκομικά και γενικότερα οι ζωικές τροφές οι

οποίες περιέχουν αμελητέες ποσότητες βιταμίνης C και γι' αυτό συνίστανται να λαμβάνονται με φειδώ.

Το σίδηρο επίσης ενθαρρύνει το σχηματισμό ελευθέρων ριζών όταν λαμβάνεται σε μεγάλες ποσότητες.

Οφείλουμε να λαμβάνουμε όλα τα απαραίτητα μέτρα για να ελαχιστοποιούμε την παραγωγή ελευθέρων ριζών και να βασιζόμαστε σ' ένα διαιτολόγιο που είναι πλούσιο σε λαχανικά το οποίο προσφέρει αντιοξειδωτικά όπως η βιταμίνη C αλλά και άλλες βιταμίνες (E) και ν' αποφεύγουμε το κάπνισμα, τον καφέ και τα οينوπνευματώδη διότι αυτά δίνουν το έναυσμα για το σχηματισμό των ελεύθερων ριζών. (Κουμεντάκης, 1994)

Πλεονεκτήματα

Από την εκτεταμένη κατανάλωση της βιταμίνης C έχουν προκληθεί πολλά πλεονεκτήματα. Το ασκορβικό οξύ θεωρείται ένα αποτελεσματικό αντιοξειδωτικό και έχει συσχετισθεί με τη μείωση του καταρράκτη, της στεφανιαίας νόσου, μερικών μορφών καρκίνου, του σακχαρώδη διαβήτη, της νόσου του Parkinson, των αναπνευστικών συμπτωμάτων, του άσθματος, της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας και με την μείωση της πίεσης του αίματος. Επίσης συμβάλλει στην πρόσληψη και θεραπεία του κρουολογήματος και της υπερχοληστερολαιμίας.

Επιπλέον η βιταμίνη C αυξάνει την απορρόφηση του μη αιμικού σιδήρου και μειώνει τις τοξικές επιδράσεις της βιταμίνης A. Ακόμα έχει τη δυνατότητα να προστατέψει την ακεραιότητα της βιταμίνης E και αντιστρόφως. Εύκολα λοιπόν συνάγουμε το συμπέρασμα ότι είναι ιδιαίτερα απαραίτητη για την θωράκιση της υγείας μας. (Sauberlich, 1999)

2.2. ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑΤΟΣ Β

Οι βιταμίνες αυτές έχουν κάποιες κοινές ιδιαιτερότητες (που δεν έχουν οι λιποδιαλυτές), και οι οποίες συνίστανται κυρίως στο φυσιολογικό ρόλο που παίζουν για την καλή κατάσταση της υγείας του ανθρώπου. Οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β ενεργούν ως μέρος συνενζύμων. Το συνένζυμο είναι μικρό

μόριο το οποίο συνδυάζεται με το ένζυμο που είναι μακρομόριο και το ενεργοποιεί.

Το συνένζυμο αποτελεί το απαραίτητο συμπλήρωμα χωρίς το οποίο το ένζυμο είναι άχρηστο. Οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β απαντώνται σε πολλές τροφές και συνεργάζονται μεταξύ τους στην αξιοποίηση της ενέργειας των τροφών καθώς και στη σύνθεση των κυττάρων.

Όλες οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β είναι ασταθείς σε υψηλές θερμοκρασίες και εκχειλίζονται εύκολα με το βρασμό των λαχανικών. Ιδιαίτερα δε αν το pH του υδατικού διαλύματος είναι μεγαλύτερο του 5,5. Με την απομάκρυνση του νερού μετά το βρασμό των λαχανικών οι απώλειες σε βιταμίνη Β είναι μεγαλύτερες του 30%. (Ζερφυρίδης, 1995)

2.2.1. ΒΙΤΑΜΙΝΗ Β₁ – ΘΕΙΑΜΙΝΗ

Η βιταμίνη αυτή είναι διαλυτή στο νερό και στις αλκοόλες, με σχετική σταθερότητα σε ξηρή θέρμανση (100°C). Είναι ανθεκτική στα οξέα και στις οξειδωτικές επιδράσεις, αλλά καταστρέφεται από τα αλκάλια. Είναι η μόνη βιταμίνη που περιέχει θείο, για αυτό άλλωστε έχει και το όνομα θειαμίνη. Είναι επίσης γνωστή και ως Β₁ και ως ανευρική διότι τονώνει το νευρικό σύστημα. (Τζάκου, 1967)

Χημεία και Βιοχημεία

Η θειαμίνη παίζει πολύ σημαντικό ρόλο με την μορφή του συνένζυμου διφωσφορική θειαμίνη ή πυροφωσφορική θειαμίνη στο μεταβολισμό για την παραγωγή ενέργειας, ιδιαίτερα στον μεταβολισμό των υδατανθράκων. (Karlson et. al., 1993)

Πηγές πρόσληψης

Η πρόσληψη από τις τροφές είναι η καλύτερη και η φθηνότερη. Η θειαμίνη υπάρχει σε ζωικά και φυτικά τρόφιμα. Πλούσιες πηγές θεωρούνται όσες περιέχουν περισσότερο από 0,4mg βιταμίνης Β₁ ανά 1000 Kcal ενέργειας, όπως είναι το γάλα, το άπαχο χοιρινό, τα όσπρια, φρέσκα φρούτα

και λαχανικά, το ρύζι, το αλεύρι ολικής αλέσεως, το μαύρο και άσπρο ψωμί όταν προέρχεται από εμπλουτισμένο αλεύρι, οι ξηροί καρποί (φιστίκια, ηλιόσποροι), ο κρόκος αυγού, το βοδινό, μοσχαρίσιο συκώτι και τα ψάρια. Φαρμακευτικές πηγές θεωρούνται τα φύτρα σιταριού και η μαγιά.

Πρέπει να έχουμε υπ' όψιν μας ότι οι μαγειρικές κατεργασίες ελαττώνουν ή καταστρέφουν τη θειαμίνη. Προτιμότερη είναι η κάπως υψηλή αλλά ξηρή θέρμανση (σχάρα) από την χαμηλότερη αλλά υγρή θέρμανση (βρασμός). Όπως είναι γνωστό τα αλκάλια καταστρέφουν την θειαμίνη γι' αυτό δεν πρέπει να χρησιμοποιείται η σόδα στο μαγείρεμα. Επιπροσθέτως η θειαμίνη είναι πολύ ευαίσθητη στην επίδραση θειώδων αλάτων. Συνεπώς δεν ενδείκνυται η επεξεργασία της θείωσης σε τρόφιμα τα οποία αποτελούν πηγές της θειαμίνης. Οι συνιστώμενες ημερήσιες ανάγκες (recommended dietary allowance – RDA) του οργανισμού είναι για τους άνδρες 1.0-1.3 mg/μέρα και για τις γυναίκες 0,9-1 mg/μέρα και για τα παιδιά 0,8mg/μέρα. (Τζάκου, 1967)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

- ◆ Η θειαμίνη παίζει πολύ σημαντικό ρόλο με την μορφή του συνεχζύμου διφωσφορική θειαμίνη ή πυροφωσφορική θειαμίνη στο μεταβολισμό για την παραγωγή ενέργειας. Ιδιαίτερα διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στον μεταβολισμό των πρωτεϊνών, των λιπών και των υδατανθράκων.
- ◆ Λειτουργεί ως συνένζυμο στην οξειδωτική αποκαρβοξυλίωση των ακετοξέων και στην αντίδραση τρανσκετολάσης της οδού της φωσφορικής πεντόζης (μεταβολισμός των υδατανθράκων).
- ◆ Επίσης, η θειαμίνη, με την μορφή της τριφωσφορικής θειαμίνης, θεωρείται ότι παίζει σημαντικό ρόλο στην αγωγιμότητα των νευρικών ερεθισμάτων. Είναι επίσης σημαντική για την λειτουργία των νεύρων μέσω της σύνθεσης νευροδιαβιβαστών (ακετυλοχολίνη).
- ◆ Έχει επίδραση στη σωματική αύξηση.
- ◆ Προλαμβάνει την ασθένεια beri-beri (συμπτώματα της οποίας αποτελούν τα οιδήματα, η καρδιακή ανεπάρκεια και η πολυνευρίτιδα) , την ανορεξία και την υπερκόπωση.
- ◆ Είναι απαραίτητη για το σχηματισμό των ενζύμων των ιστών (καρβοξυλάσης).

- ◆ Είναι απαραίτητη για τη σύνθεση της ουσίας «ακετυλοχολίνης» της οποίας η έλλειψη συνδέεται με νευρολογικές διαταραχές.
- ◆ Είναι απαραίτητη για τη σύνθεση NADPH (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate) και πεντοζών.
- ◆ Αποτρέπει την εμφάνιση μυϊκών σπασμών. (Guthie, 1983)

Μεταβολισμός: Η απορρόφηση της θειαμίνης γίνεται στο δωδεκαδάκτυλο και στο πρόσθιο τμήμα της νηστίδας μέσω μιας διαδικασίας ενεργούς μεταφοράς αλλά και παθητικής διάχυσης. Έπειτα η θειαμίνη μεταφέρεται στο πλάσμα μέσω της αλβουμίνης και αποθηκεύεται σε μικρές ποσότητες στα νεφρά, στην καρδιά και στο ήπαρ (συνεπώς επειδή το ανθρώπινο σώμα δεν μπορεί να αποθηκεύσει την Β₁ παρά για πολύ λίγες ημέρες, είναι απαραίτητος ο καθημερινός εφοδιασμός). Εν συνεχεία η θειαμίνη μετατρέπεται σε πυροφωσφορική θειαμίνη (thiamine pyrophosphate - TPP). Γνωρίζουμε ότι αποβάλλεται με τα ούρα. (Μουντζούρης, 2002)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη θειαμίνης)

Η έλλειψη θειαμίνης προκαλεί το σύνδρομο beri-beri με χρόνια περιφερειακή νευρίτιδα που μπορεί να συνδυαστεί με ανωμαλίες στο μεταβολισμό. Η συγκεκριμένη ασθένεια μάλιστα κατά το παρελθόν τους λαούς της Άπω Ανατολής. Τα πρόδρομα συμπτώματα αυτής της ασθένειας είναι η ανορεξία, η εύκολη κόπωση, οι ψυχικές διαταραχές, η νευρική αβίαση αλλά και η απώλεια βάρους. Όταν η έλλειψη συνεχίζεται παρουσιάζεται δύσπνοια, στασιμότητα της ανάπτυξης, έλλειψη αντανάκλαστικής κίνησης στα γόνατα, οιδήματα, καρδιακή ανακοπή, περιφερειακή νευροπάθεια καθώς και ταχυκαρδίες. (Guthie, 1983)

Επιπροσθέτως σε συνδυασμό με την μεγάλη κατανάλωση αλκοόλ η έλλειψη θειαμίνης μπορεί να οδηγήσει στο σύνδρομο Wernicke – Korsakoff. Στην προκειμένη περίπτωση παρατηρούνται ψυχικές διαταραχές, διανοητική σύγχυση (απώλεια μνήμης), οφθαλμοπληγία και εγκεφαλοπάθεια. Με το σύνδρομο αυτό έχει συσχετισθεί η παρουσία μιας γενετικής παραλλαγής της τρανσκετολάσης, που απαιτεί μεγαλύτερες ποσότητες θειαμίνης σε σχέση με τη φυσιολογική, για να δράσει. Ωστόσο, αυτό δεν έχει διασαφηνιστεί ακόμα.

Εάν επιβεβαιωθεί όμως, τότε είναι αναγκαίο όσοι πάσχουν από αυτήν την γενετική ανωμαλία να λαμβάνουν μεγαλύτερες ποσότητες θειαμίνης από την ισχύουσα συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη. (Briony, 2001)

Ομάδες ατόμων που διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο για εμφάνιση έλλειψης βιταμίνης Β₁ είναι οι ηλικιωμένοι, όσοι είναι φορείς του συνδρόμου Επίκτητης Ανοσοποιητικής Ανεπάρκειας (Human Immunodeficiency Virus - HIV) αλλά και οι αλκοολικοί οι οποίοι, εκτός της λήψης ενέργειας από την αλκοόλη και όχι από τις θρεπτικές ουσίες, απεκκρίνουν μεγαλύτερη ποσότητα βιταμίνης Β₁ από τα ούρα οπότε δημιουργείται διπλός κίνδυνος ανεπάρκειας. (Ζερφυρίδης, 1995)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα θειαμίνης)

Λόγω της υδατοδιαλυτότητας της, η βιταμίνη Β₁ δεν είναι τοξική ακόμα και αν καταναλωθεί σε μεγαλύτερες ποσότητες από τις κανονικές, αφού αποβάλλεται με τα ούρα.

Υπάρχει όμως ενδεχόμενο όταν η ημερήσια δόση υπερβαίνει τα 3gr να εμφανιστούν παρενέργειες από τη λήψη μεγάλων δόσεων από το στόμα. Συγκεκριμένα ίσως εμφανιστούν γαστρεντερικές διαταραχές, εξανθήματα, οιδήματα και ερυθρότητα του δέρματος και γενικότερα δερματολογικά συμπτώματα. (Briony, 2001)

Πλεονεκτήματα

Σύμφωνα με έρευνες οι οποίες έχουν διεξαχθεί έχει αποδειχθεί η ευεργετική δράση της θειαμίνης. Υπάρχουν ενδείξεις ότι ωφελεί τους καπνιστές, τους φορείς του ιού HIV, όσους καταναλώνουν υψηλές ποσότητες αλκοόλ και αυτούς που πάσχουν από Alzheimer.

Επίσης έχει βρεθεί ότι οι υψηλές δόσεις θειαμίνης (μεγαλύτερες από 25mg ημερησίως) θεωρούνται αποτελεσματικές κατά της δυσλειτουργίας της στύσης, και της διαβητικής νευροπάθειας, αλλά ωστόσο αυτό ισχύει μόνο σε όσους τα επίπεδα θειαμίνης είναι χαμηλά. (Guthrie, 1983)

Αλληλεπιδράσεις

- ♦ Η υπερβολική κατανάλωση αλκοόλ έχει ως απόρροια να μειωθούν τα επίπεδα της θειαμίνης.

- ◆ Η φουροσεμίδα μπορεί να αυξήσει την απώλεια θειαμίνης μέσω των ούρων.

Όταν υπάρχει ανεπάρκεια θειαμίνης, μπορεί να υπάρχει συγχρόνως και ανεπάρκεια ριβοφλαβίνης το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε ανωμαλίες του μεταβολισμού. (Μουντζούρης, 2002)

2.2.2. ΒΙΤΑΜΙΝΗ Β₂ – ΡΙΒΟΦΛΑΒΙΝΗ

Χημεία και Βιοχημεία

Η ριβοφλαβίνη, ένα παράγωγο της αλλοξαζίνης, δρα ως συστατικό δύο συνενζύμων, του Flavin Mononucleotide (FMN) και Flavin Adenine Dinucleotide (FAD). Αυτά αποτελούν προσθετικές ομάδες των φλαβοενζύμων ή φλαβοπρωτεϊνών σε αντιδράσεις οξειδοαναγωγών κατά τις ζυμώσεις υδατανθράκων, λιπών και πρωτεϊνών.

Την ονομασία της πήρε από τη σακχαροαλκοόλη D-ριβιτόλη που είναι μέρος του μορίου της, και το κιτρινωπό (flavin) χρώμα της όταν βρίσκεται στην οξειδωμένη μορφή της. Τέλος, παρουσιάζει συνέργεια τόσο με τη θειαμίνη όσο και με τη νιασίνη. (Karlson et. al., 1993)

Πηγές πρόσληψης

Η συγκεκριμένη βιταμίνη βρίσκεται κατά το πλείστον στις ίδιες τροφές με τη θειαμίνη. Στις περισσότερες τροφές περιέχεται με τη μορφή φλαβινοσυνενζύμων συνδεδεμένων σε ένζυμα. (Μουντζούρης, 2002)

Ειδικότερα, πλούσιες πηγές θεωρούνται το γάλα (είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι το γάλα δεν πρέπει να μένει πολύ ώρα στον ήλιο διότι καταστρέφεται από την υπεριώδη ακτινοβολία), τα αυγά, το γιαούρτι, το τυρί και τα ψάρια. Άλλες πηγές είναι τα δημητριακά με το φλοιό τους, το σιτάλευρο, το αλεύρι σόγιας, τα όσπρια, τα σπλάχνα (νεφρά), το συκώτι, τα μανιτάρια και τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά (αρακάς, φασολάκια). Από τα ποτά η μπύρα περιέχει αξιόλογα ποσά ριβοφλαβίνης και μάλιστα ποσότητα 1 λίτρου

καλύπτει τις ημερήσιες ανάγκες. Φαρμακευτικές πηγές είναι η μαγιά και τα εκχυλίσματα ήπατος. (Τριχοπούλου, 1980)



Στις τροφές που προαναφέρθηκαν η ριβοφλαβίνη μπορεί να υπάρχει σε διάφορες μορφές είτε σαν καθαρή ριβοφλαβίνη, είτε σαν άλας ενωμένη με φωσφορικό οξύ και σαν φλαβοπρωτεΐνη.

Οι ανάγκες σε ριβοφλαβίνη υπολογίζονται βάσει του συντελεστή 0,6mg / 1000 Kcal για όλες τις ηλικίες, ενδεχομένως οι ημερήσιες ανάγκες για τους ενήλικες είναι 1,8 και 1,3 mg για τον άνδρα και τη γυναίκα αντίστοιχα. Απαιτούνται όμως αυξημένα ποσά κατά 0,2 και 0,4 mg για εγκυμοσύνη και θηλασμό αντίστοιχα. (Ζερφυρίδης, 1995)



Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

- ◆ Είναι απαραίτητη για τον μεταβολισμό των υδατανθράκων και των πρωτεϊνών.
- ◆ Προάγει την ανάπτυξη.
- ◆ Αποτελεί ουσιαστικό συστατικό σε πολλά ένζυμα.
- ◆ Βοηθάει στην υγεία των ματιών.
- ◆ Είναι απαραίτητη για την αντίσταση του οργανισμού στις μολύνσεις.
- ◆ Διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό όπου τα φλαβινο-συνένζυμα φλαβιμονονουκλεοτίδια (Flavin Mononucleotide - FMN) και τα φλαβινο-αδενινο-νουκλεοτίδια (Flavin Adenine Dinucleotide - FAD) συμμετέχουν ως μεταφορείς ηλεκτρονίων σε πολλές οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις όπως στην αναπνευστική αλυσίδα, την οξείδωση λιπαρών οξέων και αμινοξέων καθώς και στον κύκλο του κιτρικού οξέος (κύκλος του krebs). Επιπλέον, συμμετέχει στη μετατροπή της θρυπτοφάνης σε νιασίνη.
- ◆ Παίξει το ρόλο του αντιοξειδωτικού.
- ◆ Είναι απαραίτητη για την αξιοποίηση της ενέργειας των τροφών.

- ◆ Αποτελεί βασικό παράγοντα ζωτικότητας και μακροβιότητας. (Guthrie, 1983)

Μεταβολισμός: Η απορρόφηση της ριβοφλαβίνης επιτυγχάνεται στον δωδεκαδάκτυλο μέσω ενός συστήματος ενεργού μεταφοράς. Η μετατροπή της ριβοφλαβίνης στα συνένζυμα της λαμβάνει χώρα στους περισσότερους ιστούς. Εντερικές φωσφατάσες υδρολύουν τα συνένζυμα και ελευθερώνουν την ριβοφλαβίνη που απορροφάται στο λεπτό έντερο. Η αποθήκευση της ριβοφλαβίνης στο σώμα δεν είναι σημαντική και όταν η πρόσληψη είναι μεγαλύτερη από αυτή που χρειάζεται για το μεταβολισμό, οι επιπλέον ποσότητες αποβάλλονται με τα ούρα. Όταν η πρόσληψη δεν είναι επαρκής ο οργανισμός έχει την ιδιότητα να συντηρεί τη βιταμίνη στους ιστούς. (Guthrie, 1983)

Εκτίμηση Επικινδυνότητας (έλλειψη ριβοφλαβίνης)

Τα συμπτώματα από την σχετική έλλειψη της δύσκολα εξακριβώνονται. Αυτό οφείλεται στο ότι έχει συνδυασμένες λειτουργίες με τη θειαμίνη και τη νιασίνη και υπάρχει ένα είδος παρεμβάσεως της μίας στις λειτουργίες της άλλης.

Έλλειψη της ριβοφλαβίνης προκαλεί αλλοιώσεις στις επιφάνειες της στοματικής κοιλότητας και ποικίλα δερματικά προβλήματα. Συχνότερα παρουσιάζεται υπερπλασία του δέρματος (υπερκεράτωση), ερεθισμός του δέρματος (εξανθήματα), «σκάσιμο» του δέρματος στις γωνίες του στόματος (γωνιακή χειλίτιδα) καθώς και φλεγμονή της γλώσσας (γλωσσίτιδα) και προβλήματα στα ούλα (ουλίτιδα). Παρατεταμένη έλλειψη μπορεί να προκαλέσει ανωμαλίες στο μεταβολισμό του σιδήρου και ενδέχεται να εμφανιστεί αναιμία, λευκοπενία και θρομβοκυττοπενία καθώς και νορμοχρωμική-νορμοκυτταρική αναιμία. Επιπλέον, έλλειψή της αποτελεί σύνδρομο του καταρράκτη, της φωτοφοβίας (υπερευαισθησία στο φως), της συμφορήσεως στον κερατοειδή και του στιγματισμού της ίριδος. (Shils et. al., 1999)

Σε χώρες με κανονικό επίπεδο διατροφής έχει βρεθεί ότι είναι σχεδόν ανύπαρκτα τα συμπτώματα σοβαρής έλλειψης ριβοφλαβίνης, σε αντίθεση με τον πληθυσμό των αναπτυσσόμενων χωρών που παρουσιάζει προβλήματα

τυφλώσεων λόγω του ότι απουσιάζει η ριβοφλαβίνη από το διαιτολόγιό τους.
(Τζάκου, 1967)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα ριβοφλαβίνης)

Δεν ενέχει κίνδυνος τοξικότητας λαμβάνουσας μεγάλες δόσεις της συγκεκριμένης βιταμίνης. (Μόρτογλου, 2002)

Πλεονεκτήματα

Υπάρχουν ενδείξεις ότι υψηλές δόσεις ριβοφλαβίνης μπορεί να είναι ωφέλιμες στην ημικρανία. Επίσης μπορεί να θεραπεύσει την ακμή καθώς και τις διάφορες φλεγμονώδεις διαταραχές στα χείλη. Ωστόσο δεν υπάρχουν μαρτυρίες που να υποστηρίζουν την χρήση της κατά του καρκίνου. (Guthrie, 1983)

Αλληλεπιδράσεις

- ◆ Υπερβολική κατανάλωση οινοπνευματωδών προκαλεί έλλειψη ριβοφλαβίνης.
- ◆ Η προβενεσίδη μειώνει την γαστρεντερική απορρόφηση της ριβοφλαβίνης και την απέκκριση της από τα ούρα.
- ◆ Η χρήση αντικαταθλιπτικών (τρικυκλικά) αλλά και φαινοθειαζινών ενδέχεται να αυξήσουν τις ανάγκες σε ριβοφλαβίνη.
- ◆ Μακροχρόνια χρήση βαρβιτουρικών οδηγεί σε έλλειψη ριβοφλαβίνης.
- ◆ Συνίσταται να υπάρχουν επαρκή ποσά από όλες τις βιταμίνες του συμπλέγματος Β, διότι έλλειψη ή πλεόνασμα μιας εκ των βιταμινών αυτών έχει ως απόρροια να προκληθούν προβλήματα και ανωμαλίες στο μεταβολισμό. (Μουντζούρης, 2002)

2.2.3. ΒΙΤΑΜΙΝΗ Β₃ – ΝΙΑΣΙΝΗ

Χημεία και Βιοχημεία

Ο όρος νιασίνη περιλαμβάνει το νικοτινικό οξύ (πυριδινο-3-καρβοξυλικό-οξύ) και το νικοτιναμίδιο που αποτελεί το ενεργό μέρος των συνενζύμων: νικοτινάμινο – αδένινο – δινουκλεοτίδιο (Nicotinamide Adenine Dinucleotide - NAD) και νικοτινάμινο – αδένινο – φωσφορικό – δινουκλεοτίδιο (Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate - NADP). Το πρώτο ονομάζεται επίσης νουκλεοτίδιο διφωσφοπυρίδης (DPN) και το δεύτερο νουκλεοτίδιο τριφωσφοπυρίδης (TPN). Τα παραπάνω συνένζυμα έχουν πολύ σημαντικό ρόλο σε πολλές μεταβολικές οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις (όπως του κύκλου του krebs, της αλυσίδας μεταφοράς ηλεκτρονίων, της γλυκόλυσης, στην διάσπαση των λιπαρών οξέων και τη σύνθεση λίπους).

Το νικοτιναμίδιο μπορεί να συντεθεί από κάποια αμινοξέα και την τρυπτοφάνη. Η σύνθεση αυτή αποτελεί και βασική πηγή νιασίνης και Nicotinamide Adenine Dinucleotide - NAD στον οργανισμό. (Μουντζούρης, 2002)

Εφόσον η νιασίνη παρουσιάζει συνέργεια με τις άλλες βιταμίνες του συμπλέγματος Β (ριβοφλαβίνη και θειαμίνη), είναι δύσκολο να εντοπισθεί η έλλειψη της.

Η νιασίνη είναι υδατοδιαλυτή και μπορεί να θεωρηθεί η ισχυρότερη απ' όλες τις βιταμίνες διότι είναι σταθερή στα αλκάλια, στα οξέα καθώς και στη θέρμανση. (Τζάκου, 1967)

Πηγές πρόσληψης

Η νιασίνη αποτελεί απαραίτητο στοιχείο του ενδιάμεσου μεταβολισμού και οι ημερήσιες ανάγκες του οργανισμού σε αυτήν καθορίζονται από την ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση.

Τα πλούσια σε τρυπτοφάνη τρόφιμα, όπως τα προϊόντα ζωικής προέλευσης, συμμετέχουν σημαντικά στην κάλυψη των αναγκών σε νιασίνη. Τροφικές πηγές για τη νιασίνη είναι: το συκώτι, τα νεφρά, το άπαχο κρέας, τα ψάρια, τα αυγά, ο καβουρδισμένος καφές, τα γαλακτοκομικά προϊόντα αλλά και τρόφιμα φυτικής προέλευσης όπως λαχανικά (φασόλια, αρακάς, μανιτάρια). Η

νιασίνη στα τρόφιμα αυτά βρίσκεται με τη μορφή των νικοτιναμινών βουκλεοτιδίων. (Μουντζούρης, 2002)



Ωστόσο είναι σημαντικό ν' αναφερθεί ότι τα δημητριακά είναι φτωχά σε βιοδιαθέσιμη νιασίνη, καθώς η βιταμίνη σε αυτά βρίσκεται δεσμευμένη ως νιασιπίνη, και επιπλέον έχουν χαμηλότερα ποσά τρυπτοφάνης από τα ζωικά προϊόντα. Φαρμακευτικές πηγές αποτελούν η μαγιά και τα εκχυλίσματα ήπατος.

Οι ημερήσιες ανάγκες σε νιασίνη είναι 5,5 ισοδύναμα νιασίνης / 1000Kcal αλλά για την κάλυψη των ατομικών διακυμάνσεων προστίθεται ένα ποσοστό 20% στην παραπάνω δόση. Έτσι ορίζεται σαν ημερήσια ανάγκη τα 6,6 ισοδύναμα νιασίνης. Το παραπάνω ποσό καλύπτει και τις ανάγκες κατά την κύηση και το θηλασμό.

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

- ◆ Είναι σημαντική για την καλή υγεία.
- ◆ Τα συνένζυμα νικοτινάμινο-αδένινο-δινουκλεοτίδιο (Nicotinamide Adenine Dinucleotide - NAD) και το νικοτινάμινο-αδένινο-φωσφορικό-δινουκλεοτίδιο (Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate - NADP) λαμβάνουν χώρα σε πολλές οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις και είναι υποδοχείς υδρογόνου.
- ◆ Προάγει την ανάπτυξη.
- ◆ Διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό υδατανθράκων, πρωτεϊνών καθώς και στη σύνθεση των λιπαρών οξέων.
- ◆ Βοηθάει στο μεταβολισμό του ζαχάρου.
- ◆ Αποτελεί ουσιαστικό συστατικό σε πολλά ένζυμα.
- ◆ Προλαμβάνει την πελλάγρα.
- ◆ Ενισχύει το νευρικό σύστημα.
- ◆ Είναι σημαντική για τη φυσιολογική εντερική λειτουργία. (Τζάκου, 1967 & Canong, 1995)

Μεταβολισμός: Η νιασίνη απορροφάται εύκολα στο λεπτό έντερο και με την πυλαία κυκλοφορία οδηγείται στο ήπαρ. Εκεί μετατρέπεται στο συνένζυμο Nicotinamide Adenine Dinucleotide - NAD. Επίσης, μικρή ποσότητα Nicotinamide Adenine Dinucleotide - NAD συντίθεται στο ήπαρ από την τρυπτοφάνη. Όλο το Nicotinamide Adenine Dinucleotide - NAD του ήπατος διασπάται εντός του οργάνου αυτού και δίνει γένεση στη νικοτιναμίδη, η οποία εκκρίνεται στη γενική κυκλοφορία του αίματος. Με το αίμα, η νικοτιναμίδη, μαζί με τη νιασίνη που δεν μεταβολίστηκε, οδηγούνται στους ιστούς όπου χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση των συνενζύμων που περιέχουν νιασίνη.

Η νιασίνη, όπως αναφέρθηκε, βρίσκεται στους ιστούς του σώματος, κυρίως ως ένα τμήμα των ιδιαίτερης σημασίας συνενζύμων NAD και NADP, γνωστά επίσης και ως *νουκλεοτίδια της πυριδίνης*.

Το NAD συντίθεται από νικοτιναμίδη, αδερίνη, δύο μόρια ριβόζης και δύο μόρια φωσφορικής ομάδας. Το NADP έχει παρόμοιο χημικό τύπο με το NAD, με τη διαφορά ότι περιέχει τρεις φωσφορικές ομάδες.

Σχετικά μικρή ποσότητα νιασίνης εναποθηκεύεται στο σώμα του ανθρώπου. Η μεγαλύτερη ποσότητα που βρίσκεται σε περίσσεια (υπερεπάρκεια) μεθυλιώνεται και αποβάλλεται στα ούρα, ως N-μεθυλονικοτιναμίδη και N-μαθυλοπυριδίνη, σε ίσες περίπου ποσότητες. Επίσης, μικρές ποσότητες νικοτινικού οξέος και νικοτιναμίδης αποβάλλονται στα ούρα. Όταν η πρόσληψη της νιασίνης είναι χαμηλή, τότε, φυσικά, μειώνεται αντίστοιχα και η αποβολή των μεταβολιτών της. (Παπανικολάου, 1997)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη νιασίνης)

Η συνδυασμένη έλλειψη νιασίνης και τρυπτοφάνης προκαλούν το σύνδρομο της πελλάγρας. Η ονομασία πελλάγρα προέρχεται από το ιταλικό *pelle agra*, που σημαίνει τραχύ δέρμα. Το σύνδρομο της πελλάγρας συναντάται κυρίως σε υποανάπτυκτες χώρες οι οποίες διηλεκώς τρέφονται με καλαμπόκι το οποίο είναι φτωχή πηγή τόσο νιασίνης όσο και τρυπτοφάνης (διότι μεγάλο μέρος της βιταμίνης βρίσκεται σε δεσμευμένη και μη απορροφήσιμη μορφή, τη νιασιτίνη). (Τριχοπούλου, 1980)

Επιπλέον αυτή η αρρώστια παρουσιάζεται και σε άτομα τα οποία έχουν κάποια εντερική διαταραχή η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την κακή απορρόφηση των τροφών που καταναλώνουν.

Οι όψιμες εκδηλώσεις της πελλάγρας χαρακτηρίζονται από ανορεξία, αδυναμία, δυσπεψία και κατόπιν ακολουθεί η φωτο-ευαίσθητη δερματίτιδα σαν εκτενές ηλιακό έγκαυμα, η οποία προκαλεί εξάνθημα του δέρματος στο πρόσωπο, τα χέρια αλλά και γενικά στα ακάλυπτα μέρη του σώματος. Υπάρχουν επίσης διαταραχές στη γαστρεντερική λειτουργία όπου στην προκειμένη περίπτωση υπάρχει ενδεχόμενο να παρουσιαστεί διάρροια. Προχωρημένη έλλειψη χαρακτηρίζεται από φλεγμονή της γλώσσας (γλωσσίτιδα και στοματίτιδα), παράνοια και νευρικές διαταραχές. Ακόμα μπορεί να οδηγήσει σε διανοητική σύγχυση και ανικανότητα προσανατολισμού.

Όπως γνωρίζουμε η νιασίνη παρουσιάζει συνέργεια με τη θειαμίνη και τη ριβοφλαβίνη. Συνεπώς η έλλειψη της νιασίνης συσχετίζεται άμεσα με την έλλειψη των δύο αυτών βιταμινών και ειδικότερα με την έλλειψη της ριβοφλαβίνης. (Guthrie, 1983)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα νιασίνης)

Σε δόσεις μεγαλύτερες των 100-200mg/ημέρα παρουσιάζονται ζαλάδες, πονοκέφαλοι, ναυτία, δερματικό ερύθημα (κοκκίνισμα του δέρματος). Ακόμα εμφανίζονται διαταραχές στο γαστρεντερικό σύστημα (διάρροια) και αυξημένα επίπεδα ουρικού οξέος.

Συμπτώματα τοξικότητας ενδέχεται να εμφανιστούν σε όσους λαμβάνουν συμπληρώματα νιασίνης στα πλαίσια θεραπείας της υπερχοληστερολαιμίας. Υπάρχουν ενδείξεις ότι υψηλά επίπεδα πρόσληψης νιασίνης (μεγαλύτερα από 500 mg/ημέρα) μπορούν να προκαλέσουν ηπατικές βλάβες. Συνίσταται επίσης, οι μεγάλες δόσεις να χρησιμοποιούνται με ιδιαίτερη προσοχή στην περίπτωση του σακχαρώδη διαβήτη. (Shils et. al., 1999)

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Έρευνες έδειξαν ότι μεγάλες δόσεις νικοτινικού οξέος ελαττώνουν τη χοληστερίνη και τα τριγλυκερίδια στο αίμα, παρεμποδίζοντας τη σύνθεση των πολύ χαμηλής περιεκτικότητας λιποπρωτεϊνών (very low density lipoprotein -

VLDL), οι οποίες είναι οι πρόδρομοι των χαμηλής περιεκτικότητας λιποπρωτεϊνών (low density lipoprotein - LDL). (Shils et. al., 1999)

Επιπροσθέτως υπάρχουν ενδείξεις ότι βοηθάει στις ψυχικές και νευρικές διαταραχές (σχιζοφρένεια), καθώς και στην αρθρίτιδα, χωρίς όμως να γνωρίζουμε αν όντως τα παραπάνω είναι ακριβή.

Αλληλεπιδράσεις

- ♦ Η ανεπάρκεια ή η περίσσεια μιας εκ των βιταμινών του συμπλέγματος Β προκαλεί διαταραχές στο μεταβολισμό των άλλων.

Σε συνδυασμό με φάρμακα για τη μείωση των λιπιδίων, εγκυμονεί κίνδυνους για ραβδομυόλυση και μυοπάθεια. (Μουντζούρης, 2002)

2.2.4. ΒΙΤΑΜΙΝΗ Β₅ – ΠΑΝΤΟΘΕΝΙΚΟ ΟΞΥ

Ο όρος «παντοθενικό οξύ» δηλώνει οξύ που, όπως απέδειξε ο R.R.Williams (1933), βρίσκεται παντού στο ζωικό και στον φυτικό κόσμο. (Τζάκου, 1995).

Συγκεκριμένα το παντοθενικό οξύ είναι το λειτουργικό συστατικό του συνενζύμου Α (CoA) και έχει σημαντικό ρόλο στον μεταβολισμό των μακροθρεπτικών συστατικών για την παραγωγή ενέργειας. Το παντοθενικό οξύ εκτός από την τροφική πρόσληψη παράγεται και στο σώμα. Γνωρίζουμε λοιπόν, ότι τα κύτταρα του σώματος είναι ικανά να συνθέτουν CoA που χρησιμοποιείται ως φορέας των λιπαρών οξέων κατά την Β-οξειδωση τους στα μιτοχόνδρια και κατά την μετέπειτα οξειδωση των προϊόντων τους στον κύκλο του κιτρικού οξέος. (Μόρτογλου, 2002 & Guthrie, 1983)

Είναι σημαντικό ν' αναφερθεί η στενή σχέση που υπάρχει ανάμεσα στο παντοθενικό οξύ και στη ριβοφλαβίνη. Αυτό είναι εμφανές από τις λειτουργίες των δύο βιταμινών οι οποίες είναι κοινές. Ακόμα υπάρχει εξομοίωση στην κατανομή τους στις τροφικές πηγές. Η παρουσία λοιπόν, του παντοθενικού οξέος αυξάνει το ποσοστό της ριβοφλαβίνης στο αίμα και κατ' αντιστοιχία η ριβοφλαβίνη αυξάνει το ποσοστό του παντοθενικού οξέος.

Το παντοθενικό οξύ καταστρέφεται σε θερμότητα, σε οξέα, σε αλκάλια καθώς και σε μερικά άλατα. (Τζάκου, 1995)

Πηγές πρόσληψης

Το παντοθενικό οξύ, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, είναι συστατικό των περισσότερων τροφών είτε ζωικής είτε φυτικής προέλευσης. Οι καταλληλότερες τροφικές πηγές είναι το συκώτι, τα αυγά, το άπαχο κρέας, τα δημητριακά, τα όσπρια, οι πατάτες, ο σολομός, τα μανιτάρια, το κουνουπίδι, το μπρόκολο, οι τομάτες και άλλα φρέσκα λαχανικά πλην παντζαριών και ραπανιού. Φαρμακευτικές πηγές θεωρούνται τα φύτρα σιταριού και η μαγιά. (Κανάκης, 2003 & Saubenlich, 1999)



Η συνισταμένη ημερήσια διαιτητική πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA) παντοθενικού οξέος είναι 3mg ανά 1000 θερμίδες. Μεγαλύτερο όριο συνίσταται για έγκυες και θηλάζουσες. (Μόρτογλου, 2002)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

- ◆ Βοηθάει στο μεταβολισμό των υδατανθράκων, των λιπών και των πρωτεϊνών απελευθερώνοντας ενέργεια και συντελώντας στη βιοσύνθεση λιπαρών οξέων και άλλων ενώσεων.
- ◆ Είναι απαραίτητο για την σωστή ανάπτυξη και υγεία.
- ◆ Βοηθάει στην υγεία του δέρματος.
- ◆ Συμμετέχει σε πολλές αντιδράσεις μεταφοράς της ρίζας του ακυλίου ή μονάδων με δύο άτομα άνθρακα.
- ◆ Είναι απαραίτητο για τον σχηματισμό των ενζύμων.
- ◆ Προλαμβάνει την αναιμία.
- ◆ Έχει σχέση με το άσπρισμα των μαλλιών.
- ◆ Είναι απαραίτητο για τις αντιδράσεις μεθυλίωσης και λαμβάνει χώρα στη σύνθεση του DNA (deoxyribonucleic acid) και του RNA (ribonucleic acid)

και γι' αυτό παίζει σημαντικό ρόλο στη διαίρεση των κυττάρων. (Βίονη, 2001 & Τζάκου, 1967)

Μεταβολισμός: Το μεγαλύτερο ποσοστό, περίπου το 85%, του παντοθενικού οξέος στα τρόφιμα υπάρχει ως συστατικό του συνενζύμου A, το οποίο συμβολίζεται ως CoA. Κατά τη διαδικασία της πέψης, το CoA υδρολύεται σε παντοθεινή και κατόπιν σε παντοθενικό οξύ.

Το παντοθενικό οξύ πιστεύεται ότι απορροφάται κυρίως στη νήστιδα, με παθητική διάχυση, αν και μελέτες σε ζώα προτείνουν ότι όταν βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, το παντοθενικό οξύ μπορεί να απορροφηθεί με ενεργητική μεταφορά που εξαρτάται από το νάτριο. Περίπου το 40% έως 61%, μέση τιμή 50%, του παντοθενικού οξέος που προσλαμβάνεται φαίνεται ότι είναι διαθέσιμο για απορρόφηση. Η πανθενόλη, μια αλκοολική μορφή της βιταμίνης που χρησιμοποιείται στα πολυβιταμινούχα σκευάσματα, μπορεί επίσης να απορροφηθεί και να μετατραπεί στη συνέχεια σε παντοθενικό οξύ. Παρ' όλα αυτά, η απορρόφηση του παντοθενικού οξέος φαίνεται ότι μειώνεται περίπου στο 10% όταν η πρόσληψη παντοθενικού οξέος φτάνει 10 φορές τις συνιστώμενες προσλήψεις με τη μορφή ενός συμπληρώματος.

Από τα εντεροκύτταρα, το παντοθενικό οξύ εισέρχεται στην πυλαία κυκλοφορία για να μεταφερθεί στη συνέχεια στα σωματικά κύτταρα. Το παντοθενικό οξύ βρίσκεται στο πλήρες αίμα, στο πλάσμα, στον ορό και στα ερυθροκύτταρα. Διαχέεται παθητικά μέσα και έξω από τα ερυθροκύτταρα, στα οποία βρίσκεται όχι μόνο ως παντοθενικό οξύ, αλλά επίσης και ως 4-φωσφοπαντοθενικό οξύ και ως παντοθεινή. Το ελεύθερο παντοθενικό οξύ βρίσκεται στον ορό και στο πλάσμα, αλλά οι υψηλότερες συγκεντρώσεις αυτού βρίσκονται στα ερυθροκύτταρα.

Η πρόσληψη του παντοθενικού οξέος διαφέρει στους διάφορους ιστούς. Η καρδιά, οι μύες και τα κύτταρα του ήπατος προσλαμβάνουν το παντοθενικό οξύ με ενεργητική μεταφορά που εξαρτάται από το νάτριο. Το κεντρικό νευρικό σύστημα, ο λπώδης ιστός και οι νεφροί προσλαμβάνουν το παντοθενικό οξύ με διευκολυνόμενη διάχυση. Μέσα στα κύτταρα, το παντοθενικό οξύ μπορεί να συσσωρευθεί και χρησιμοποιείται κυρίως για τη σύνθεση ή την επανασύνθεση του συνένζυμου A. Το συνένζυμο A βρίσκεται

σε μεγάλες συγκεντρώσεις στο ήπαρ, τα επινεφρίδια, τα νεφρά και την καρδιά.
(Groff & Gropper, 1995)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη παντοθενικού οξέος)

Λόγω του ότι βρίσκεται σε όλα τα τρόφιμα δεν έχουν αναφερθεί συμπτώματα έλλειψης παρά μόνο σε κακοτρεφόμενους υποανάπτυκτους πληθυσμούς.

Συγκεκριμένα τα φαινόμενα από την έλλειψη του παντοθενικού οξέος συγχέονται με τα φαινόμενα της έλλειψης της ριβοφλαβίνης και παρουσιάζονται με τη μορφή οδυνηρής εγκαυματικής αισθήσεως στα γόνατα και τους αγκώνες.

Επίσης τα άτομα παρουσιάζουν πονοκέφαλο, ζάλη, μυϊκή αδυναμία, κόπωση και ανορεξία. Ακόμα υπάρχει ενδεχόμενο ν' ασπρίσουν τα μαλλιά και να παρουσιαστεί ελαττωμένη αντίσταση στις μολύνσεις. (Shils et. al., 1999)

Εκτίμηση επικινδυνότητας(τοξικότητα παντοθενικού οξέος)

Δεν ενέχουν σοβαρούς κινδύνους οι υψηλές δόσεις παντοθενικού οξέος. Υπάρχει ωστόσο περίπτωση να παρουσιαστούν κοιλιακές διαταραχές, όπως διάρροια, όταν η ημερήσια δόση υπερβαίνει τα 10gr την ημέρα. (Brieny, 2001)

Πλεονεκτήματα

Η συγκεκριμένη βιταμίνη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο διότι, προλαμβάνει την αναιμία.

Αλληλεπιδράσεις

Η ανεπάρκεια ή η περίσσεια μιας εκ των βιταμινών του συμπλέγματος Β προκαλεί διαταραχές στο μεταβολισμό των άλλων. (Μουντζούρης, 2002)

2.2.5. ΒΙΤΑΜΙΝΗ Β₆ - ΠΥΡΙΔΟΞΙΝΗ

Χημεία και Βιοχημεία

Ο όρος Βιταμίνη Β₆ περιλαμβάνει την πυριδοξίνη (αλκοόλη) [3-ύδροξυ-4, 5-δισ (ύδροξυμεθυλο) -2-μεθυλο-πυριδίνη], την πυριδοξάλη (αλδεύδη), την πυριδοξαμίνη (αμίνη) και τις αντίστοιχες 3 φωσφορικές τους ενώσεις όπως τη φωσφορική πυριδοξάλη (συνένζυμο το οποίο συμμετέχει στην τρανσαμίνωση και στην αποκαρβοξυλίωση των αμινοξέων, στην ρύθμιση της δράσης των στεροειδών και στη φωσφορυλάση του γλυκογόνου). Για την καλύτερη κατανόηση των παραπάνω, θεωρούμε απαραίτητο ν' αναφερθούμε σε ένα παράδειγμα. Παράδειγμα λοιπόν, αποτελεί η διάσπαση του γλυκογόνου προς σχηματισμό 1-φωσφορικής γλυκόζης καθώς και η μετατροπή της τρυπτοφάνης σε νικοτινικό οξύ. Πρέπει να ληφθεί υπόψιν ότι η συγκεκριμένη βιταμίνη είναι σταθερή στο φως αλλά καταστρέφεται σε θερμότητα και οξειδωση. (Karlson et. al., 1993)

Πηγές πρόσληψης

Η βιταμίνη Β₆ περιέχεται σε μία μεγάλη ποικιλία τροφίμων. Πλούσιες πηγές είναι η ζύμη, το κρέας, το συκώτι, τα πουλερικά, τα εντόσθια, τα ψάρια (και γενικότερα τα θαλασσινά), τα δημητριακά, τα όσπρια (φασόλια) και από τους ξηρούς καρπούς κυρίως τα καρύδια. Φτωχότερες πηγές θεωρούνται τα φυλλώδη λαχανικά (μαρούλι), τα σταυρανόθη, καθώς επίσης το γάλα, ο κρόκος του αυγού και τα φρούτα. Φαρμακευτικές πηγές θεωρούνται η μαγιά, τα φύτρα σιταριού και τα εκχυλίσματα ήπατος.



Η συνιστάμενη ημερήσια πρόσληψη (recommende dietary allowance - RDA) πυριδοξίνης είναι 15mg ανά γρ. πρωτεΐνης. Οι απαιτήσεις σε βιταμίνη Β₆ εξαρτώνται κυρίως από την ποσότητα πρωτεϊνών στο διατολόγιο. (Μόρτογλου, 2002)

Βιολογική δράση: Λειτουργίες και μεταβολισμός

- ◆ Παρεμβαίνει στο μεταβολισμό των γλυκιδίων, των λιπιδίων, και κυρίως των πρωτεϊνών.
- ◆ Είναι απαραίτητη για τη σύνθεση των μη ουσιώδων αμινοξέων.
- ◆ Συσχετίζεται με τη σύνθεση της αιμοσφαιρίνης, των λευκών αιμοσφαιρίων και της σφιγγοσίνης.
- ◆ Θεωρείται απαραίτητη για το μεταβολισμό του κυττάρου.
- ◆ Είναι απαραίτητη για τη σύνθεση αδρεναλίνης.
- ◆ Προλαμβάνει την αναιμία.
- ◆ Δρα στο νευρικό σύστημα. Δηλαδή είναι απαραίτητη για τη σύνθεση των νευροδιαβιβαστών όπως του GABA-γ-αμινοξυβουτυρικού οξέος και της σεροτονίνης (αμίνη του εγκεφάλου).
- ◆ Λαμβάνει μέρος στην μετατροπή της τρυπτοφάνης σε νικοτινικό οξύ. (Gibson, 1990)

Μεταβολισμός: Οι φωσφορικές ενώσεις της βιταμίνης B₆ από-φωσφορυλιώνονται από την αλκαλική φωσφατάση της μεμβράνης των επιθηλιακών εντεροκυττάρων και έτσι η πυριδοξίνη ή πυριδοξάλη ή πυριδοξαμίνη απορροφούνται ταχύτητα με παθητική διάχυση.

Εν συνεχεία η βιταμίνη B₆ αποθηκεύεται στο ήπαρ και η φωσφορική πυριδοξάλη μεταφέρεται μέσα στο πλάσμα (συνδεδεμένη με αλβουμίνη) και μέσα στα ερυθροκύτταρα (σε συνδυασμό με την αιμοσφαιρίνη). Η απέκκριση της, επιτυγχάνεται μέσω των ούρων ως επί το πλείστον με τη μορφή μεταβολιτών. (Guthie, 1983)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη βιταμίνης B₆)

Ανεπάρκειά της προκαλεί αδυναμία, ευερεσθησία, νευρικότητα, δυσκολία στο περπάτημα. Επίσης όπως συμβαίνει και με την ανεπάρκεια της ριβοφλαβίνης, της νιασίνης και της θειαμίνης μπορεί να εμφανιστούν συμπτώματα όπως γωνιώδης στοματίτιδα, χείλωση και έντονη δερματίτιδα. Προχωρημένη έλλειψη οδηγεί σε ένα τύπο αναιμίας που ονομάζεται μικροκυτταρική αναιμία και χαρακτηρίζεται από ανεπαρκή σύνθεση

αιμοσφαιρίνης. Επίσης υπάρχει κίνδυνος να εμφανιστεί πέτρα στα νεφρά, ακόμα έχει συσχετιστεί με τον κίνδυνο εμφάνισης στεφανιαίας νόσου.

Άλλα χαρακτηριστικά συμπτώματα της έλλειψής της είναι οι σπασμοί, η φλεγμονή των νεύρων και των άκρων (νευρίτιδα). Γνωρίζουμε ότι η ανεπάρκεια της πυριδοξίνης ενδέχεται να έχει αντίκτυπο στο μεταβολισμό αμινοξέων και πρωτεϊνών. Υπάρχουν ενδείξεις ότι μπορεί να εμφανιστεί πνευματική κατάπτωση στα παιδιά καθώς και να δημιουργηθούν επιληπτικοί σπασμοί, οι οποίοι πιθανόν να οφείλονται σε διαταραχές του μεταβολισμού του γλουταμινικού οξέος. Άτομα τα οποία βρίσκονται σε άμεσο κίνδυνο για εμφάνιση έλλειψης πυριδοξίνης είναι κυρίως τα παιδιά των γυναικών εκείνων που έπαιρναν μεγάλες δόσεις φαρμάκων (για αντιμετώπιση της ναυτίας) κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης. Επίσης, έχουν βρεθεί χαμηλά επίπεδα πυριδοξίνης σε ασθματικά παιδιά (αυτό ίσως να οφείλεται στη χρήση θεοφυλλίνης η οποία μειώνει τα επίπεδα της βιταμίνης Β6). (Guthie, 1983)

Εκτίμηση επικινδυνότητας(τοξικότητα βιταμίνης Β6)

Πολύ υψηλές δόσεις (μεγαλύτερες από 50 mg/μέρα) έχουν τοξικές επιδράσεις το νευρικό σύστημα. Τα συμπτώματα τα οποία είναι έκδηλα είναι ασταθές βάδισμα, απώλεια αντανακλαστικών αντιδράσεων, αδυναμία, ακμή, ναυτία, παραισθήσεις. Σαν αποτέλεσμα η προτεινόμενη μέγιστη δόση, προκειμένου ν' αποφύγουμε τις παραπάνω παρενέργειες, είναι 10mg/ημέρα. (Guthie, 1983)

Πλεονεκτήματα

Η πυριδοξίνη χορηγείται με καλά αποτελέσματα στη θεραπεία φανερών πελλαγγικών συμπτωμάτων (δερματίτιδα), καθώς και στην κακοήγη πελλαγγική αναιμία. Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί ότι είναι ιδιαίτερα δραστική στην θεραπεία της ναυτίας κατά την διάρκεια της εγκυμοσύνης. Ακόμα μπορεί να ωφελήσει το προεμμηνορροϊκό σύνδρομο (PMS). Είναι ιδιαίτερα ευεργετική σε άτομα τα οποία είναι επιρρεπή σε καταθλιπτικές τάσεις και εκδηλώνουν ψυχικές διαταραχές. (Brieny, 2001)

Αλληλεπιδράσεις

- ◆ Διάφορα φάρμακα όπως το αντιφυματικό ισονιαζίδη, η υδραλαζίνη, η κυκλοσερίνη και η πενικιλλαμίνη μειώνουν τη δράση της πυριδοξίνης. Ακόμα υπάρχει ενδεχόμενο να προκαλέσουν αναιμία.
- ◆ Η κατάποση αντισυλληπτικών μπορεί να αυξήσει τις ανάγκες του οργανισμού σε πυριδοξίνη.
- ◆ Η θεοφυλλίνη, επίσης αυξάνει τις ανάγκες σε πυριδοξίνη.
- ◆ Το αλκοόλ αυξάνει την παραμονή της πυριδοξίνης στον οργανισμό.
- ◆ Η ανεπάρκεια ή η περίσσεια μιας εκ των βιταμινών του συμπλέγματος Β έχει ως απόρροια να προκληθούν διαταραχές στο μεταβολισμό των άλλων.
- ◆ Έλλειψη πυριδοξίνης έχει ως αποτέλεσμα την έλλειψη του ασκορβικού οξέος. (Μουντζούρης, 2002)

2.2.6. ΒΙΤΑΜΙΝΗ Β₉ – ΦΟΛΑΣΙΝΗ

Χημεία και Βιοχημεία

Το φολικό ή φυλλικό οξύ (παράγωγο της πτεριδίνης) ονομάζεται επίσης και πτεροϋλογλουταμινικό οξύ. Το φολικό οξύ καθώς και τα διάφορα παράγωγα του, συμμετέχουν σε πολλές χημικές αντιδράσεις στον οργανισμό που αφορούν τη σύνθεση των αμινοξέων καθώς και των νουκλεοτιδίων. (Μόρτογλου, 2002)

Ενεργός μορφή της βιταμίνης είναι το τετραϋδροφολικό οξύ (tetrahydrofolates - THF) που παίζει ρόλο στο μεταβολισμό των μονανθρακικών ομάδων. Με το τετραϋδροφολικό οξύ, μεταφέρονται η φορμαλδεΰδη και το μυρμηκικό, π.χ. κατά τη σύνθεση των νουκλεοτιδίων. Επίσης είναι δυνατή και η μεταφορά μεθυλικών ομάδων.

Η φολασίνη καταστρέφεται με τη θέρμανση και το όξινο περιβάλλον και υφίσταται απώλειες από το ηλιακό φως, την αποθήκευση και την μαγειρική παρασκευή. (Karlson et. al., 1993)

Πηγές πρόσληψης

Το φολικό οξύ βρίσκεται σε πολλές τροφές αλλά ιδιαίτερα πλούσια είναι τα ωμά πράσινα φυλλώδη λαχανικά όπως (μαρούλι, σπανάκι, λάχανο, μπρόκολο). Καλές πηγές επίσης είναι τα πορτοκάλια, οι μπανάνες, τα παντζάρια, οι φράουλες, το ρύζι, το ψωμί, τα εντόσθια και τα όσπρια (τα ξερά φασόλια αποτελούν εξαιρετικές πηγές φολικού οξέος).



Η πρόσληψη φολικού οξέος στα 400mg/ημέρα στις έγκυες βοηθά στην αντιμετώπιση προβλημάτων στην ανάπτυξη του κεντρικού νευρικού συστήματος στο έμβρυο, ενώ αντίθετα στους ενήλικες μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς την απορρόφηση του ψευδαργύρου. (Ζερφυρίδης, 1995)

Βιολογική δράση:Λειτουργίες και μεταβολισμός

- ◆ Παίζει σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών αλλά και άλλων θρεπτικών συστατικών.
- ◆ Είναι απαραίτητη για την μετατροπή της τρυπτοφάνης σε νιασίνη.
- ◆ Είναι απαραίτητη για τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων λόγω του ότι λαμβάνει μέρος στην σύνθεση των νουκλεϊκών οξέων.
- ◆ Παίζει σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό των ερυθροκυττάρων του αίματος.
- ◆ Προλαμβάνει την αναιμία.
- ◆ Βοηθάει το νευρικό σύστημα να λειτουργεί καλύτερα.

Είναι απαραίτητη για το σχηματισμό ενζύμων (μέσω της σύνθεσης χολίνης). (Μουντζούρης, 2002)

Μεταβολισμός: Το φολικό οξύ απορροφάται στο επάνω τμήμα του εντέρου τόσο με «ενεργή» μεταφορά, όσο και με διάχυση. Περίπου το 90% της θεραπευτικής δόσης που παίρνουμε από μανογλουταμινικό άλας και το 50%

με 90% από διαιτητικό φολικό οξύ απορροφάται. Η απορρόφηση αυτή διευκολύνεται από ασκορβικό οξύ και από μερικά αντιβιοτικά. Τα περαιτέρω μόρια γλουταμινικού οξέος τα οποία απαντώνται, βρίσκονται κατά 80% στο διαιτητικό φολικό οξύ, διαχωρίζονται από ένζυμα είτε στο παγκρεατικό υγρό, είτε μέσα στα κύτταρα του εντερικού τοιχώματος.

Η απορροφημένη φολασίνη απομακρύνεται ταχέως από την λευκωματίνη του αίματος προς τους ιστούς όπου προφανώς υπάρχει κάποια πρωτεΐνη η οποία «ενεργά» μεταφέρει την φολασίνη. Μέσα στα κύτταρα, η φολασίνη ξανασυνδυάζεται με επιπρόσθετα μόρια γλουταμινικού οξέως. Αυτά τα μεγάλα μόρια μπορούν να ξεφύγουν από τα κύτταρα μόνο με πολύ μεγάλη δυσκολία, και έτσι αυτό συνιστά μια μέθοδο για την συγκράτηση – διατήρηση του φολικού οξέως. Έτσι λίγο φολικό οξύ εκκρίνεται.

Το συκώτι αποτελεί την κύρια πηγή αποθήκευσης φολικού οξέως με αποθέματα που υπολογίζονται περίπου σε 7,5 mg και κυρίως με την μορφή μεθυλικής φολασίνης, η οποία είναι δυνατόν να διατηρηθεί 4 με 5 μήνες.

Η απελευθέρωση του φολικού οξέως από την μεθυλική φολασίνη απαιτεί την παρουσία της βιταμίνης B₁₂. Έτσι, ακόμα και αν τα αποθέματα του φολικού οξέως είναι επαρκή, ίσως να υπάρξει μια σχετική έλλειψη, διότι τα αποθέματα αυτά μπορεί να παραμένουν παγιδευμένα λόγω πιθανής έλλειψης βιταμίνης B₁₂.

Η απορρόφηση του φολικού οξέως μειώνεται στα στεατόρια, μια κατάσταση κατά την οποία υπάρχουν εκφυλιστικές αλλαγές στην άνω μοίρα του λεπτού εντέρου. Αυτές οι ίδιες αλλαγές συμβαίνουν επίσης σε αλκοολικούς, το 75% των οποίων έχουν έλλειψη σε φολικό οξύ καθώς και σε άτομα τα οποία παίρνουν αντισπασμωδικά φάρμακα ή αντισυλληπτικά. Έτσι συμπτώματα έλλειψης φολικού οξέως συμβαίνουν κάτω από όλες τις προηγούμενες καταστάσεις. (Τζάκου, 1967 & Guthie, 1983)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη φολασίνης)

Ανεπάρκεια φολικού οξέως προκύπτει μόνο όταν το διαιτολόγιο είναι σχετικά περιορισμένο. Έλλειψη φολικού οξέος προκαλεί μεγαλοβλαστική αναιμία (απελευθέρωση στην κυκλοφορία του αίματος ανώριμων προδρόμων των ερυθρών αιμοσφαιρίων), διαταραχή της ανάπτυξης των λευκοκυττάρων καθώς και θρομβοπενία. Επιπλέον, λόγω της ταχείας διαίρεσης των κυττάρων

του το επιθήλιο του εντέρου μπορεί να επηρεασθεί δυσμενώς από την έλλειψη φολικού οξέως. (Guyton ,1991)

Είναι σημαντικό ν' αναφερθεί ότι έλλειψη φολικού οξέως στα πρώτα στάδια της εγκυμοσύνης έχει συσχετισθεί με προβλήματα στην ανάπτυξη του κεντρικού νευρικού συστήματος του εμβρύου.

Η αβιταμίνωση που προκαλείται από έλλειψη φολικού οξέως συχνά σχετίζεται με την έλλειψη βιταμίνης C. (Μόρτογλου, 2002)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα φολασίνης)

Υψηλές δόσεις φολικού οξέως δεν έχουν τοξική επίδραση στον οργανισμό αλλά υπάρχει ενδεχόμενο να επηρεάσουν δυσμενώς την απορρόφηση του ψευδάργυρου. (Μόρτογλου, 2002)

Αλληλεπιδράσεις

- ◆ Όταν λαμβάνονται αντιεπιληπτικά και αντισυλληπτικά φάρμακα μειώνεται η απορρόφηση της φολασίνης.
- ◆ Μακροχρόνια χρήση της ασπιρίνης έχει ως απόρροια να μειωθούν τα επίπεδα της φολασίνης.
- ◆ Υπερβολική πρόσληψη αλκοόλ μειώνει την απορρόφηση της φολασίνης (Ζερφυρίδης, 1995)

2.2.7. BITAMINΗ B₁₂ - ΚΥΑΝΟΚΟΒΑΛΑΜΙΝΗ

Είναι η μόνη βιταμίνη που περιέχει προσαρμοσμένο στο μόριο της το μέταλλο κοβάλτιο και η μόνη η οποία αποταμιεύεται στον οργανισμό έτσι ώστε να υπάρχει επάρκεια για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η πλήρης χημική ονομασία της είναι κυανοκοβαλαμίνη.

Η συγκεκριμένη βιταμίνη παίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του μεταβολισμού του φολικού οξέως. Επίσης, έχει ευεργετική δράση στην ανάπτυξη, την αντοχή και τη ζωτικότητα. Κυρίως είναι απαραίτητη για την

παραγωγή ερυθρών και λευκών αιμοσφαιρίων. Επιπροσθέτως είναι σημαντική για τη σύνθεση της μυελικής ουσίας η οποία μονώνει τους νευρώνες.

Η κυανοκοβαλαμίνη καταστρέφεται με την έκθεση της στο φως, στα οξέα, στα αλκάλια και στη θερμότητα (Τζάκου, 1967)

Χημεία και Βιοχημεία

Η κοβαλαμίνη έχει σαν βασικό συστατικό ένα πολύπλοκο σύστημα δακτυλίων, που ονομάζεται κορρίνη. Έχει ομοιότητες με το σύστημα της αίμης. Κεντρικό άτομο είναι το κοβάλτιο. Στην αδενосуλο-κοβαλαμίνη (συνένζυμο B₁₂) η 5-δεοξαδενοσίνη είναι συνδεδεμένη με το κοβάλτιο. Στις βιταμίνες, αντί για την ομάδα αυτή, βρίσκεται CN (κυανοκοβαλαμίνη), OH (υδροξυκοβαλαμίνη) ή άλλες ομάδες. Η αδενосуλοκοβαλαμίνη (συνένζυμο B₁₂) συμμετέχει σαν συμπαράγοντας σε δύο αντιδράσεις: στη μετάθεση του μεθυλομηλονυλο-CoA σε ηλεκτρολυλο-CoA με τη μεθυλομηλονυλο-CoA-μουτάση, καθώς και στο σχηματισμό της μεθειονίνης από την ομοκυστεΐνη με την τετραϋδροπτερουλογλουταμινική μεθυλοτρανσφεράση. (Karlson et. al., 1993)

Πηγές πρόσληψης

Η συγκεκριμένη βιταμίνη βρίσκεται μόνο στα τρόφιμα ζωικής προέλευσης, ενώ μπορεί να παράγεται και από μερικές ζύμες και βακτήρια. Τα φυτικά προϊόντα δεν έχουν βιταμίνη B₁₂.

Πλούσιες πηγές θεωρούνται, το συκώτι, τα νεφρά, τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα ψάρια, το κρέας, τα αυγά, τα εντόσθια. Φαρμακευτική πηγή αποτελεί η μαγιά.



Η συστηνόμενη διαιτητική πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA) της βιταμίνης B₁₂ είναι 1,2 – 2 mg/ημέρα. (Μόρτογλου, 2002)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

- ◆ Παίζει σημαντικό αντιαναιμικό ρόλο (είναι απαραίτητη για το σχηματισμό των ερυθρών αιμοσφαιρίων).
- ◆ Βοηθάει στην ανάπτυξη.
- ◆ Παρεμβαίνει στο μεταβολισμό των λιπιδίων, των γλυκιδίων καθώς και στον αναβολισμό των πρωτεϊνών (σύνθεση πρωτεϊνών στον οργανισμό).
- ◆ Είναι απαραίτητη για τη σύνθεση της μυελίνης (δηλαδή της ουσίας που μονώνει τους νεύρωνες).
- ◆ Προλαμβάνει την κακοήθη αναιμία.
- ◆ Λαμβάνει χώρα στη ρύθμιση του καταβολισμού του φολικού οξέως.
- ◆ Είναι απαραίτητη για τη σύνθεση των νουκλεοπρωτεϊνών.
- ◆ Οι βιοχημικές αντιδράσεις οι οποίες απαιτούν την παρουσία της Βιταμίνης B₁₂ ως μεθυλο-κοβαλαμίνη ή ως αδενουσυλο-κοβαλαμίνη είναι οι εξής: α) η μετατροπή της ομοκυστεΐνης σε μεθειονίνη, β) η μετατροπή του L-μεθυλομαλονυλο-CoA σε ηλεκτρολο-CoA και γ) ο ισομερισμός της L-λευκίνης και της Β-λευκίνης. (Shils et. al., 1999)

Μεταβολισμός: Η κοβαλαμίνη πρέπει να απελευθερωθεί από τις πρωτεΐνες με τις οποίες είναι συνδεδεμένη πριν επιτευχθεί η απορρόφησή της. Έτσι η βιταμίνη B₁₂ απορροφάται στο τελευταίο τρίτο του ειλεού κυρίως με ενεργητική διαδικασία. Τα επιθηλιακά κύτταρα στην περιοχή αυτή έχουν ειδικούς υποδοχείς για το σύμπλοκο μιας γλυκοπρωτεΐνης (με την ονομασία ενδογενής παράγοντας) με την B₁₂. Η απαραίτητη γλυκοπρωτεΐνη παράγεται από τα καλυπτήρια κύτταρα του στομάχου και η σύνδεση της με τη B₁₂ επιτυγχάνεται στον αυλό του εντέρου. Επιπροσθέτως μεγάλες ποσότητες μπορούν να απορροφηθούν και με παθητική διάχυση. Εν συνεχεία η βιταμίνη B₁₂ αποθηκεύεται στο συκώτι και έπειτα απεκκρίνεται μέσω των ούρων και των κοπράνων. (Μουντζούρης, 2002)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη βιταμίνης B₁₂)

Έλλειψη της βιταμίνης B₁₂ οφείλεται κυρίως σε διατροφικά αίτια αλλά και σε διαταραχές στην απορρόφησή της (όπως από ατροφία του γαστρικού βλεννογόνου και αδυναμία παραγωγής).

Γνωρίζουμε ότι η βιταμίνη B₁₂ βοηθά τη φολασίνη στη διαίρεση των κυττάρων στο μυελό των οστών προς σχηματισμό του αίματος. Συνεπώς η ανεπάρκεια της προκαλεί αναιμία όμοια μ' εκείνη της φολασίνης. (Ζερφυρίδης, 1995)

Η αναιμία η οποία προκαλείται ονομάζεται μεγαλοβλαστική (κακοήθης) αναιμία ή τύπου Bierpmer και χαρακτηρίζεται από μορφολογικές αλλαγές στα ερυθροκύτταρα. (Μόρτογλου, 2002)

Η μεγαλοβλαστική αναιμία μπορεί να εμφανιστεί κυρίως αν υπάρχουν διαταραχές στην απορρόφησης της βιταμίνης. Ωστόσο, για να επιτευχθεί καλύτερη απορρόφηση της B₁₂ πρέπει να υπάρχει η απαραίτητη γλυκοπρωτεΐνη (ενδογενής παράγοντας) η οποία παράγεται από τα καλυπτήρια κύτταρα του στομάχου και η σύνδεσή της με τη βιταμίνη B₁₂ γίνεται στον αυλό του εντέρου. (Ζερφυρίδης, 1995)

Τα πρόδρομα συμπτώματα που παρουσιάζονται από την έλλειψη της είναι η αδυναμία, η κόπωση, αλλά και ψυχολογικές διαταραχές. Άλλα συμπτώματα έλλειψης είναι η λευκοπενία και οι εκφυλιστικές διαταραχές του νωτιαίου μυελού. Μακροχρόνια έλλειψη μπορεί να καταλήξει σε μόνιμες βλάβες του νευρικού συστήματος.

Ομάδες ατόμων οι οποίοι διατρέχουν κίνδυνο να εκδηλώσουν συμπτώματα έλλειψης βιταμίνης B₁₂ είναι οι ηλικιωμένοι, αλλά και άνθρωποι οι οποίοι τρέφονται διηλεκώς με χορταρικά, καθώς και γυναίκες οι οποίες βρίσκονται σε περίοδο εγκυμοσύνης και δεν συμπεριλαμβάνουν καθόλου ζωικά προϊόντα στο διαιτολόγιό τους. (Guyton, 1991)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα βιταμίνης B₁₂)

Υψηλές δόσεις Βιταμίνης B₁₂ δεν έχουν τοξική επίδραση στον οργανισμό.

Πλεονεκτήματα

Σύμφωνα με έρευνες οι οποίες έχουν διεξαχθεί δεν έχει ακόμα διευκρινιστεί ο ρόλος της όσον αφορά την σκλήρυνση κατά πλάκας. Ωστόσο, έχει ευεργετική επίδραση σε όσους πάσχουν από διαβητική νευροπάθεια και στοματικά έλκη. Επιπροσθέτως, έχει αποδειχθεί ότι συμβάλλει στη μείωση της εμφάνισης στεφανιαίας νόσου. (Sauberlich, 1999)

Αλληλεπιδράσεις

- ◆ Η βιταμίνη C καταστρέφει την βιταμίνη B₁₂.
- ◆ Το φολικό οξύ μειώνει τα επίπεδα της Βιταμίνης B₁₂ στο αίμα.
- ◆ Η κατάποση αντισυλληπτικών ενδέχεται να μειώσει τα επίπεδα της B₁₂.
- ◆ Ακόμα διάφορα φάρμακα όπως οι Αμινογλυκοσίδες, τα αμινοσαλικυλικά, η χλωραμφενικόλη, η χολεστυραμίνη, η μετοφορμίνη, η κολχικίνη και η μεθυλντόπα μπορεί να μειώσουν την απορρόφηση της βιταμίνης B₁₂.
- ◆ Το χλωριούχο κάλιο ελαττώνει τα επίπεδα της Βιταμίνης B₁₂ όταν χορηγείται μακροχρόνια. (Μουντζούρης, 2002)

2.2.8 ΒΙΤΑΜΙΝΗ Β₈ - ΒΙΟΤΙΝΗ

Χημεία και Βιοχημεία

Η βιοτίνη αποτελεί βασική θρεπτική ουσία για του ανθρώπους, τα ζώα και τους μικροοργανισμούς. Η βιοτίνη ως συνένζυμο έχει σημαντικό ρόλο στις αντιδράσεις καρβοξυλίωσης (μεταφέρει CO₂) κατά τη γλυκονεογέννεση και τη σύνθεση των λιπαρών οξέων. Ακόμα αποτελεί συνένζυμο όλων των καρβοξυλασών (ακετυλ-coA-καρβοξυλάση, πυροσταφυλική καρβοξυλάση).

Η βιοτίνη είναι ευκολοδιάλυτη και σταθερή στη θερμότητα. (Μουντζούρης, 2002)

Πηγές πρόσληψης

Η μορφή με την οποία συναντάται συνήθως η βιοτίνη στα τρόφιμα είναι της βιοκυτίνης στην οποία η καρβοξυλομάδα της βιοτίνης είναι ενωμένη με την ε-αμινοομάδα της λυσίνης σαν σε πεπτιδικό δεσμό.

Πλούσιες πηγές βιοτίνης θεωρούνται: το συκώτι, τα μυαλά, τα νεφρά, το κουνουπίδι, η μπανάνα, το τυρί, το γάλα, τα όσπρια, οι ξηροί καρποί, η σοκολάτα, τα λάχανα, η μαγιά μπύρας και τα μανιτάρια. Η βιοτίνη συντίθεται

και από τους μικροοργανισμούς του παχέος εντέρου.
(www.geocities.com/nutripolis/bitamines)



Αξιοσημείωτο είναι ότι η αποβολή βιοτίνης με τα ούρα και τα κόπρανα είναι 3-6 φορές μεγαλύτερη από την πρόσληψη της λόγω του ότι παράγεται από την μικροχλωρίδα του εντέρου. Για το λόγο αυτό είναι άσκοπο να συστήνονται απαραίτητες ημερήσιες προσλήψεις βιοτίνης. (Ζερφυρίδης, 1995)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

- ◆ Είναι απαραίτητη για τον μεταβολισμό των πρωτεϊνών, των λιπών και των υδατανθράκων.
- ◆ Παίζει σημαντικό ρόλο στη βιοτινυλίωση των πρωτεϊνών του πυρήνα.
- ◆ Βοηθάει στην ανάπτυξη και στο σχηματισμό του αίματος.
- ◆ Έχει επίσης μεγάλη σημασία στο μεταβολισμό της ενέργειας (βοηθά τον οργανισμό να μετατρέπει τις τροφές σε ενέργεια). (Sauberlich, 1999)

Μεταβολισμός: Η βιοτίνη απορροφάται από το ανώτερο τμήμα του λεπτού εντέρου. Όμως, η αβιδίνη, μια πρωτεΐνη που βρίσκεται στο λευκό του ωμού αυγού, δεσμεύει τη βιοτίνη και έτσι εμποδίζει την απορρόφησή της από το έντερο. Ευτυχώς, το μαγείρεμα αδρανοποιεί την αβιδίνη έτσι που να μην έχει πλέον την ικανότητα της δέσμευσης της βιοτίνης μετά τη σύνδεσή της με αυτήν.

Μια σημαντική ποσότητα βιοτίνης συντίθεται από την εντερική χλωρίδα του ανθρώπου όπως εξάλλου αποδεικνύεται από τις ποσότητες αυτής που αποβάλλονται στα κόπρανα και στα ούρα. Υπολογίζεται ότι αποβάλλεται τρεις ως έξι φορές περισσότερη βιοτίνη από εκείνη που καταναλώνεται μέσω των προαναφερόμενων οδών. Θεωρείται πιθανόν η σύνθεση αυτή να γίνεται σχετικά πολύ πίσω στο έντερο, συγκεκριμένα προς το παχύ έντερο, οπότε η απορρόφησή της να μην είναι πλήρης. Επίσης, διάφορες άλλες παράμετροι επηρεάζουν τη μικροβιακή σύνθεσή της στο έντερο, όπως : α) η πηγή των

υδατανθράκων στη διαίτα: άμυλο, γλυκόζη, ζάχαρη κ.α. , β) η παρουσία ή όχι άλλων βιταμινών του συμπλέγματος Β, και γ) η παρουσία ή όχι αντιμικροβιακών φαρμάκων ή αντιβιοτικών στο έντερο.

Μετά την απορρόφησή της, η βιοτίνη οδηγείται στην πυλαία κυκλοφορία. Αρχικά εναποθηκεύεται στο ήπαρ και στους νεφρούς, παρόλο που όλα τα κύτταρα του σώματος την περιέχουν.

Η αποβολή της γίνεται κυρίως με τα ούρα. Μόνον ίχνη βιοτίνης απεκκρίνονται με το γάλα κατά την περίοδο του θηλασμού.

Ο καθορισμός των επιπέδων της βιοτίνης στο αίμα και στα ούρα αποδεικνύει τη διατροφική κατάσταση αυτής στον άνθρωπο. (Παπανικολάου, 1997)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη βιοτίνης)

Η έλλειψή της βιοτίνης δεν είναι συνηθισμένη. Έχει παρατηρηθεί μόνο σε ασθενείς που βρίσκονται σε χρόνια παρεντερική σίτιση, καθώς και σε άτομα που κατανάλωναν μεγάλες ποσότητες ωμού αυγού, στου οποίου, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, στο ασπράδι περιέχεται η πρωτεΐνη (αβιδίνη) η οποία δεσμεύει την βιοτίνη και την καθιστά μη διαθέσιμη για απορρόφηση.

Τα συμπτώματα της έλλειψής της σχετίζονται κυρίως με αδυναμία, κόπωση, απώλεια όρεξης, ηπατικές παθήσεις, αιμορραγίες στα περιφερειακά αγγεία καθώς και δερματίτιδες. (Guthrie, 1983)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα βιοτίνης)

Δεν έχουν αναφερθεί συμπτώματα τοξικότητας.

Αλληλεπιδράσεις

- ♦ Η χορήγηση αντιβιοτικών μειώνει τα επίπεδα βιοτίνης στο αίμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο (ΛΙΠΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ)

3. ΛΙΠΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ (ΓΕΝΙΚΑ)

Λιποδιαλυτές είναι οι βιταμίνες A, D, E και K. Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες βρίσκονται στην τροφή μαζί με τις λιπαρές ύλες. Η πέψη, η απορρόφηση και η μεταφορά των λιποδιαλυτών βιταμινών στους ιστούς γίνονται μαζί με των λιπιδίων. Για την πέψη τους επομένως, απαιτούνται χολικά άλατα, μεταφέρονται αρχικά στη λέμφο μαζί με τα χυλομικρά, ενώ η μεταφορά τους στο αίμα γίνεται με τη βοήθεια λιποπρωτεϊνών. Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες μπορούν να αποθηκευτούν μαζί με άλλα λιπίδια στο συκώτι και το λιπώδη ιστό. Για το λόγο αυτό, ο οργανισμός μπορεί να επιβιώσει κάποιο χρονικό διάστημα στην έλλειψη των βιταμινών αυτών. Η ιδιότητά τους αυτή όμως, μπορεί να έχει και αρνητικές συνέπειες όταν αποθηκεύονται σε ποσότητες που είναι τοξικές για τον οργανισμό. Οι βιταμίνες A και D ειδικότερα, επιδεικνύουν ισχυρή *τοξικότητα* όταν υπάρχει υπερβάλλουσα συσσώρευση τους στους ιστούς.

Έλλειψη σε λιποδιαλυτές βιταμίνες μπορεί να εμφανιστεί όταν η διαίτα είναι για μεγάλο χρονικό διάστημα φτωχή στις βιταμίνες αυτές, αλλά και όταν χάνονται μέσω του εντερικού σωλήνα επειδή είναι διαλυμένες σε μη απορροφήσιμο λίπος. Έτσι, οποιαδήποτε παθολογική κατάσταση ή κατανάλωση ουσίας ή φαρμάκου που οδηγεί σε παρεμπόδιση της απορρόφησης του λίπους μπορεί να προκαλέσει και ανεπάρκεια σε λιποδιαλυτές βιταμίνες (όπως για παράδειγμα συμβαίνει όταν καταναλώνονται συνθετικά, μη-απορροφήσιμα λίπη, ή αναστολείς των λιπασών). Ανεπάρκεια μπορεί επίσης να εμφανιστεί όταν η διαίτα παρέχει αμελητέες ποσότητες σε λίπος. (Guthie, 1983)

3.1. ΒΙΤΑΜΙΝΗ Α – ΡΕΤΙΝΟΛΗ

Η βιταμίνη Α είναι μια λιποδιαλυτή, ακόρεστη αλκοόλη. Η ενεργή μορφή της είναι γνωστή ως ρετινόλη. Ο ανθρώπινος οργανισμός έχει την ικανότητα να σχηματίζει ρετινόλη από προβιταμίνες, γνωστές ως καροτεινοειδή και κυρίως από το β-καροτένιο. Τόσο η βιταμίνη Α, η ρετινόλη, όσο και το β-καροτένιο βρίσκονται στα τρόφιμα που καταναλώνουμε. Συγκεκριμένα, η ρετινόλη (μια αλκοόλη) και η ρετινάλη (η αλδεϋδική μορφή της ρετινόλης) περιέχονται μόνο σε ζωικής προέλευσης τρόφιμα, ενώ τα καροτενοειδή προέρχονται μόνο σε τρόφιμα φυτικής προέλευσης. Στον οργανισμό, η βιταμίνη Α συναντάται επιπλέον και ως ρετινοϊκό οξύ, που είναι μεταβολικό προϊόν της ρετινάλης. (Williams, 2003)

Χημεία και Βιοχημεία

Η ρετινόλη σχηματίζεται από 4 ισοπρενικές ομάδες, έχει δηλαδή συγγένεια με τα καροτινοειδή και μπορεί να συντεθεί απ' αυτά στον οργανισμό: με τη β-καροτινο-15, 15-διοξυγενάση διασπάται η β-καροτίνη σε δύο μόρια ρετινάλης (την αλδεϋδη της βιταμίνης Α). Γι' αυτό, η καροτίνη, όπως προαναφέρθηκε, αποτελεί μια σημαντική προβιταμίνη.

Η ρετινόλη φέρει μια $-CH_2OH-$ ομάδα, που μπορεί να οξειδωθεί σε αλδεϋδη (ρετινάλη) και σε συνέχεια σε οξύ (οξύ της βιταμίνης Α, ρετινικό οξύ). Η ρετινάλη σχηματίζει, μαζί με την αντίστοιχη αποπρωτεΐνη, τη φωτοευαίσθητη χρωστική του οφθαλμού (ροδοφίνη) και έτσι συμμετέχει ουσιαστικά στη λειτουργία της οράσεως.

Εκτός από αυτό, η βιταμίνη Α παίζει ρόλο και σαν αυξητική βιταμίνη. Τη λειτουργία αυτή, μπορεί να την εξασκήσει και το ρετινικό οξύ. (Karlson et. al., 1993)

Πηγές Πρόσληψης

Η ρετινόλη βρίσκεται στους ιστούς των ζώων (ιδιαίτερα στο συκώτι) και στα γαλακτοκομικά προϊόντα. Έλαια από το συκώτι ψαριών αποτελούν την πλουσιότερη πηγή πρόσληψης ενώ η κατανάλωση μωρουνέλαιου και ελαίου από συκώτι βακαλάου αποτελεί έναν απλό τρόπο ώστε να επιτύχουμε μια ικανοποιητική πρόσληψη της βιταμίνης.



Η προβιταμίνη Α, σε μορφή β-καροτένιου, βρίσκεται στους ιστούς των φυτών και κυρίως στα καρότα, τα σκούρα πράσινα φυλλώδη λαχανικά και τα κιτρινοπορτοκαλί φρούτα (πορτοκάλι, ανανάς, πεπόνια, δαμάσκηνα). Από την κατανάλωση των λαχανικών δεν απορροφάται ολόκληρο το β-καροτένιο που περιέχουν αλλά μόνο ένα κλάσμα αυτού απορροφάται και μετατρέπεται σε ρετινόλη. Επίσης η πηγή πρόσληψης του β-καροτένιου επηρεάζει την βιοδιαθεσιμότητά του, για παράδειγμα το καροτένιο λαμβάνεται πιο εύκολα από τα πράσινα λαχανικά απ' ό,τι από τα καρότα τα οποία έχουν συγκριτικά πιο ινώδη δομή.

Το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα επίσης αποτελούν καλές πηγές βιταμίνης Α αλλά το ποσό που περιέχουν εξαρτάται από το ποσό του β-καροτένιου ή της ρετινόλης το οποίο περιέχονταν στην τροφή των βοειδών. Εμπλουτισμένες μαργαρίνες επίσης περιέχουν β-καροτένιο.

Η ρετινόλη και το καροτένιο είναι σε υψηλό βαθμό ακόρεστο και έτσι υπόκεινται εύκολα σε οξειδωση ιδιαίτερα σε υψηλές θερμοκρασίες. Επιπλέον, υπόκεινται πιο εύκολα σε οξειδωση αφού έχουν εξαχθεί από τα τρόφιμα απ' ό,τι όταν βρίσκονται στους ιστούς των ζώων και των φυτών. Οι απώλειες λόγω οξειδωσης κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος είναι μικρές, αλλά σημαντικές απώλειες μπορούν να συμβούν κατά τη διάρκεια αποθήκευσης αφυδατωμένων φαγητών εάν δεν λάβουμε προληπτικά μέτρα. Εκτός από την ευαισθησία αυτή που παρουσιάζουν στην οξειδωση, η ρετινόλη και το β-καροτένιο είναι σχετικά σταθερά και μόνο μικρές απώλειες συμβαίνουν κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος. Επίσης, παραμένουν αδιάλυτες στο νερό και παρουσιάζουν μικρή ή καθόλου απώλεια κατά τη διάρκεια του βρασμού των λαχανικών.

Το ποσό της βιταμίνης Α το οποίο απαιτείται για την καλή διατήρηση της υγείας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ηλικία. Η συνιστώμενη ποσότητα πρόσληψης εκφράζεται σε ισοδύναμα ρετινόλης προκειμένου να λάβουμε υπόψη μας το γεγονός ότι η δραστηριότητα της βιταμίνης Α από μια μέση διαίτα παρέχεται κυρίως από το β-καροτένιο. Το RDA (recommended dietary allowance) για τους ενήλικες υπολογίζεται σε 750μg ισοδύναμα ρετινόλης,

ενώ κατά τη διάρκεια του θηλασμού η συνιστώμενη ποσότητα πρέπει ν' αυξηθεί σε 1200μg/ημερησίως.

Η ρετινόλη δεν διαλύεται στο νερό και υπερβάλλουσες ποσότητες αυτής δεν αποβάλλονται στα ούρα, αλλά συσσωρεύονται στο συκώτι. Για το λόγο αυτό υπερβολικές ποσότητες πρόσληψης πρέπει να αποφεύγονται.

Οι συστάσεις, τέλος, για επαρκή πρόσληψη βιταμίνης Α έχουν βασιστεί στις ποσότητες που είναι απαραίτητες για να διορθωθεί η νυκταλωπία και για να αυξηθούν τα επίπεδα βιταμίνης Α του πλάσματος σε φυσιολογικά επίπεδα. (Fox & Cameron, 1989)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Η βιταμίνη Α (στη μορφή της ρετινόλης) είναι απαραίτητη για την φυσιολογική λειτουργία του αμφιβληστροειδούς και ιδιαίτερα για την προσαρμογή της όρασης στο σκοτάδι. Άλλες μορφές (ρετινόλη, ρετινοϊκό οξύ) είναι απαραίτητες για την διατήρηση της δομικής και λειτουργικής ακεραιότητας του επιθηλιακού ιστού και του ανοσοποιητικού συστήματος, της κυτταρικής διαφοροποίησης και διαίρεσης, της ανάπτυξης των οστών, της λειτουργίας των γεννητικών οργάνων, και στην ανάπτυξη του εμβρύου. Επίσης η βιταμίνη Α μπορεί να ενεργεί σαν συμπράγοντας σε βιοχημικές αντιδράσεις, ενώ το β-καροτένιο έχει υποστηριχθεί ότι μπορεί να έχει αντιοξειδωτική δράση και έτσι να παρέχει ποικίλα οφέλη στην υγεία. (Guthrie, 1995)

Μεταβολισμός

Απορρόφηση

Η βιταμίνη Α απορροφάται από το λεπτό έντερο διαλυμένη μέσα στις μικέλες των λιπιδίων, ενώ για την απορρόφησή της απαιτείται η παρουσία γαστρικών υγρών, χολικών αλάτων, παγκρεατικής και εντερικής λιπάσης, πρωτεϊνικών και διαιτητικών λιπών.

Κατανομή

Η βιταμίνη Α αποθηκεύεται κατά κύριο λόγο στα αστεροειδή κύτταρα του ήπατος με τη μορφή εντέρων, έτσι το ήπαρ περιέχει τουλάχιστον το 90% της αποθηκευμένης στο σώμα βιταμίνης Α (την ποσότητα που χρειάζεται ένας ενήλικας για περίπου δύο χρόνια). Μικρές ποσότητες αποθηκεύονται επίσης

στο λιπώδη ιστό, στους νεφρούς και στους πνεύμονες. Για να μεταφερθεί στο αίμα συνδέεται με μια α-γλοβουλίνη γνωστή ως πρωτεΐνη σύνδεσης της ρετινόλης στο πλάσμα (RBP-Retinol Binding Protein).

Αποβολή

Η βιταμίνη Α αποβάλλεται στην χολή και στα ούρα (ως μεταβολιτές), ενώ αναπορρόφητες ποσότητες καροτινών ανευρίσκονται επίσης στα κόπρανα. Τέλος, εμφανίζεται και στο μητρικό γάλα.

Βιοδιαθεσιμότητα

Η απορρόφηση της βιταμίνης μειώνεται αισθητά με την κατανάλωση τροφής πτωχής σε λίπη (< 5gr) καθώς και από την παρουσία υπεροξειδωμένων λιπών και άλλων οξειδωτικών παραγόντων μέσα στα τρόφιμα. Η έλλειψη πρωτεϊνών, βιταμίνης E, ψευδαργύρου καθώς και η μεγάλη κατανάλωση αλκοόλ επηρεάζουν την μεταφορά, την αποθήκευση και τη χρησιμοποίηση της βιταμίνης Α. (Francis & Ball, 2006)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη ρετινόλης)

Οι αιτίες της Α υποβιταμίνωσης οφείλονται στην ανεπαρκή λήψη βιταμίνης Α με τη διαίτα, στην ανεπαρκή απορρόφηση ή εναποθήκευσή της, στις διαταραχές της μετατροπής του καροτενίου σε βιταμίνη Α ή στην ταχεία εξάντληση της βιταμίνης Α των αποθηκών του σώματος. Κακή απορρόφηση ή εναποθήκευση της βιταμίνης Α παρατηρείται στην κοιλιοκάκη, στην κυστική ίνωση του παγκρέατος, στην ελκώδη κωλίτιδα, στην παγκρεατεκτομή, στην απόφραξη των χοληφόρων οδών και στην κίρρωση του ήπατος. Παρεμπόδιση της μετατροπής των καρωτενίων σε ρετινόλη παρατηρείται επίσης στο διαβήτη και στον υπερθυρεοειδισμό. Μερικές λοιμώξεις επίσης συνοδεύονται από εξαφάνιση της βιταμίνης Α από το αίμα.

Οι τυπικές εκδηλώσεις της υποβιταμίνωσης Α είναι η νυκταλωπία, η ξήρανση ή αδρανοποίηση διαφόρων μεμβρανών (ειδικότερα ξηροφθαλμία), η μειωμένη ανάπτυξη του ατόμου, η μειωμένη αύξηση των οστών, η ασθενής οδοντοστοιχία, το σκληρό-ξηρό και φολιδώδες δέρμα, οι βλάβες στο φάρυγγα, τα αποστήματα στα αυτιά, στο στόμα και στους σιελογόνους αδένες, οι αυξημένες διαρροϊκές κενώσεις, καθώς και η αύξηση της λιθίασης των νεφρών και της χοληδόχου κύστης. (Τριχοπούλου, 1980)

Παρακάτω παραθέτουμε τα πιο συχνά και ιδιαίτερα σοβαρά συμπτώματα της ανεπάρκειας αυτής.

1) Νυκταλωπία, Ξήρωση και Ξηροφθαλμία.

Το αρχικό σύμπτωμα της βιταμινικής ανεπάρκειας Α είναι η αδυναμία του ατόμου να βλέπει στο αμυδρό φως, νυκταλωπία ή ημεραλωπία κατ' άλλους. Η οδήγηση αυτοκινήτου τη νύχτα, που απαιτεί την οπτική αντίδραση στο φως των αυτοκινήτων που κινούνται προς την αντίθετη κατεύθυνση, είναι δύσκολη αν όχι επικίνδυνη, από την αδυναμία του οδηγού να προσαρμόζεται οπτικά σε διαφορετικής φωτεινότητας καταστάσεις.

Το επόμενο σύμπτωμα είναι η ξήρωση, δηλαδή η αποξήρανση των επιπεφυκότων, που συχνά συνοδεύεται από: 1) ρυτίδωση, μελάνχρωση και συγκέντρωση φλεγμονωδών συντριμμάτων, και 2) απώλεια της διαφάνειάς τους.

Στα παιδιά, η γενικευμένη ξήρωση των επιπεφυκότων συνοδεύεται και από τα στίγματα Bitot, που εμφανίζονται σαν μικρά πλακίδια αργυρόχρσα-λευκόφαια, συχνά με μια αφρώδη επιφάνεια πάνω στους επιπεφυκότες και που συνήθως οφείλονται στην ανεπάρκεια της βιταμίνης Α, ενώ στους ενήλικες πιθανόν να έχουν και άλλη αιτιολογία.

Εξαιρετικά σοβαρή ανεπάρκεια και μάλιστα μακρόχρονη, προκαλεί ξηροφθαλμία, η οποία χαρακτηρίζεται από τα ακόλουθα στάδια: 1) ο κερατοειδής χιτώνας γίνεται ξηρός, φλεγμονώδης και οιδηματώδης, 2) οι οφθαλμοί προοδευτικά χάνουν τη διαύγειά τους και εξαιτίας της φλεγμονής εμφανίζουν έλκη, και 3) εμφανίζεται η κερατομαλακία, δηλαδή η μαλάκυνση και η κερατινοποίηση του κερατοειδούς χιτώνα, που καταλήγει σε μόνιμη τύφλωση, αν η ασθένεια δεν αντιμετωπιστεί έγκαιρα.

2) Μειωμένη Ανάπτυξη

Η ανεπάρκεια της βιταμίνης Α έχει ως αποτέλεσμα τη δραστική μείωση της σωματικής ανάπτυξης του παιδιού.

3) Μειωμένη Αύξηση των Οστών

Η έλλειψη σε βιταμίνη Α μειώνει τη δυνατότητα των οστών να αυξάνονται (σε μήκος) και φαίνεται ότι πολύ σύντομα η διεργασία της αύξησής τους παύει. Φυσικό είναι να εμφανίζονται, στη συνέχεια, ανωμαλίες ή παραμορφώσεις στη σωματική διάπλαση του ατόμου. Όπως αναφέρθηκε, η αύξηση των οστών του κρανίου και της σπονδυλικής στήλης μειώνεται

προοδευτικά, ενώ ο νευρικός ιστός συνεχίζει να αναπτύσσεται, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται σοβαρά νευρολογικά συμπτώματα με παραλύσεις και εκφυλίσεις κεντρικών και περιφερειακών νεύρων.

4) Προβληματική Οδοντοστοιχία.

5) Σκληρό, ξηρό και φολιδώδες δέρμα.

Αυξημένα προβλήματα στην ανάπτυξη των κοίλων οργάνων, φλεγμονώδης φάρυγγας, αποστήματα στο στόμα, στα αυτιά και στους σιελογόνους αδένες και αυξημένη συχνότητα εμφάνισης διαρροϊκών κενώσεων, καθώς και λιθίασης της χοληδόχου κύστης και των νεφρών.

Η ανεπάρκεια της βιταμίνης Α προσβάλλει τους επιθηλιακούς ιστούς ολόκληρου του σώματος, που τελικά καταλήγει σε έναν ιδιόμορφο τύπο εκφύλισης ο οποίος καθορίζεται ως κερατινοποίηση. Αποτέλεσμα όλης αυτής της εκφυλιστικής διεργασίας είναι ότι: 1) το δέρμα, ιδιαίτερα σε περιοχές οι βραχίονες, τα κάτω άκρα, οι ωμοπλάτες και το υπογάστριο, γίνεται σκληρό, ξηρό και φολιδώδες, κατάσταση που χαρακτηρίζεται ως υπερκεράτωση, και 2) οι παθολογικοί μικροοργανισμοί εύκολα διεισδύουν στα ενδότερα των βλεννογόνων μεμβρανών με αποτέλεσμα την αυξημένη προδιάθεση του οργανισμού σε λοιμώξεις, αποστήματα και άλλες πυογόνες εστίες. Οι ίδιες βλάβες οδηγούν σε αύξηση της συχνότητας τόσο των διαρροϊκών κενώσεων, όσο και της λιθίασης των νεφρών και της χοληδόχου κύστης.

6) Προβλήματα Αναπαραγωγής.

Η ανεπάρκεια αυτή οδηγεί σε μειωμένη συχνότητα σύλληψης, ανώμαλη ή προβληματική ανάπτυξη του εμβρύου, φλεγμονώδεις βλάβες του πλακούντα και σε σοβαρή ανεπάρκεια, είναι συχνός ακόμη και ο θάνατος του εμβρύου. (Παπανικολάου, 1997)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα ρετινόλης)

Υπερβολικές ποσότητες βιταμίνης Α, συνήθως λόγω προσωπικής πρωτοβουλίας χρήσης υπερβολικών δόσεων, μπορούν να προκαλέσουν μια κατάσταση γνωστή ως υπερβιταμίνωση Α. στα συμπτώματα περιλαμβάνονται αδυναμία, κεφαλαλγία, ανορεξία, ναυτία, αρθραλγίες, απολέπιση δέρματος, ηπατικές βλάβες, οιδήματα στις περιοχές πάνω από τα μακρά οστά, νυσταγμό, νωθρότητα, αυξημένη ενδοκρανική πίεση και υπερασβεστιαμία (λόγω της αύξησης της λειτουργικότητας της αλκαλικής φωσφατάσης).

Υπερβολικά μεγάλες δόσεις βιταμίνης Α μπορεί να είναι θανατηφόρε. Όπως έχουν αναφερθεί από τον Olson, μεγάλες ποσότητες βιταμίνης Α κατά την κύηση μπορεί να προκαλέσουν τερατογένεση, προκαλώντας δυσμορφίες στο έμβρυο. Πρόσφατες έρευνες από τον Rothman και άλλους έδειξαν ότι δόση βιταμίνης Α ακόμα και τετραπλάσια της αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα μιας εγκύου να αποκτήσει βρέφος με βλάβες, όπως λυκόστομα, καρδιακά προβλήματα και άλλες ανωμαλίες. Μολονότι αυτή η ποσότητα δεν είναι δυνατόν να καταναλωθεί με μία φυσιολογική διαίτα, μπορεί όμως να συμβεί σε κάποιον ο οποίος καταναλώνει καθημερινά συμπληρώματα, πίνει σημαντικές ποσότητες γάλατος, τρώει συκώτι και αρκετές μερίδες εμπλουτισμένα δημητριακά.

Τα συμπληρώματα του βήτα-καροτενίου δε θεωρούνται τοξικά, μπορούν όμως να προκαλέσουν ακίνδυνη κίτρινη χρώση του δέρματος, λόγω της αποθήκευσης του βήτα-καροτενίου στο λιπώδη ιστό. Το βήτα-καροτένιο έχει συνδυαστεί με άλλα αντιοξειδωτικά, με στόχο να προληφθούν οι μυϊκές βλάβες κατά την άσκηση. (Williams, 2003)

Αλληλεπιδράσεις

Όσον αφορά τις αλληλεπιδράσεις της βιταμίνης Α με τα φάρμακα, αυτές είναι οι εξής:

- ◆ *Αντιπηκτικά*: μεγάλες δόσεις βιταμίνης Α (> 750 µg; 2500 Units) μπορούν να προκαλέσουν υποπροθρομβιναιμία.
- ◆ *Χολεστυραμίνη και χολεστιπόλη*: μπορεί να μειώσουν την εντερική απορρόφηση της βιταμίνης Α.
- ◆ *Κολχικίνη*: μπορεί να μειώσουν την εντερική απορρόφηση της βιταμίνης Α.
- ◆ *Υγρή παραφίνη*: μπορεί να μειώσουν την εντερική απορρόφηση της βιταμίνης Α.
- ◆ *Νεομυκίνη*: μπορεί να μειώσουν την εντερική απορρόφηση της βιταμίνης Α.
- ◆ *Ρετινοειδή (ακιτρεκίνη, ετρενοϊκά, ισοτρετινοΐνη, τρετινοΐνη)*: ταυτόχρονη χορήγηση με βιταμίνη Α μπορεί να προκαλέσει επιπρόσθετα τοξικά αποτελέσματα.
- ◆ *Στατίνες*: παρατεταμένη θεραπεία με στατίνες μπορεί να προκαλέσει αύξηση των επιπέδων βιταμίνης Α στον ορό.

- ♦ *Σουκραλφάτη*: μπορεί να μειώσουν την εντερική απορρόφηση της βιταμίνης A.

Όσον αφορά τις αλληλεπιδράσεις της βιταμίνης A με τα θρεπτικά συστατικά, αυτές είναι οι εξής:

- ♦ *Σίδηρος*: σε ανεπάρκεια βιταμίνης A ελαττώνονται τα επίπεδα σιδήρου πλάσματος.
- ♦ *Βιταμίνη C*: σε συνθήκες υπερβιταμίνωσης A, τα επίπεδα βιταμίνης C στους ιστούς μπορεί να μειωθούν ενώ η απέκκριση βιταμίνης C στα ούρα αυξάνεται. Η βιταμίνη C μπορεί να ελαττώσει τα τοξικά αποτελέσματα της βιταμίνης A.
- ♦ *Βιταμίνη E*: μεγάλες δόσεις βιταμίνης A αυξάνουν την ανάγκη για βιταμίνη E – η βιταμίνη E ελαττώνει την οξειδωτική καταστροφή της βιταμίνης A.
- ♦ *Βιταμίνη K*: σε συνθήκες υπερβιταμίνωσης A, μπορεί να προκύψει υποθρομβιναιμία, η οποία διορθώνεται με χορήγηση βιταμίνης K. (Groff et. al., 1995)

3.2. BITAMINH D – ANTIPPAXITINH

Η βιταμίνη D έχει ένα χαρακτηριστικό που ξεχωρίζει από όλες τις άλλες βιταμίνες, το γεγονός ότι μπορεί να παραχθεί από το ηλιακό φως. Αυτό σημαίνει ότι με συχνή έκθεση στο ηλιακό φως δεν χρειάζεται επιπλέον λήψη βιταμίνης D. Διατροφική πρόσληψη είναι απαραίτητη κατά κανόνα σε χώρες που η έκθεση σε ηλιακό φως είναι μη επαρκής. (Ursel, 2001)

Υπάρχουν διάφορες ουσίες οι οποίες παρουσιάζουν δραστηριότητα βιταμίνης D. Όλες αυτές είναι προβιταμίνες και ανήκουν στα στεροειδή τα οποία με την επίδραση της ηλιακής υπεριώδους ακτινοβολίας επί του δέρματος μετατρέπονται σε βιταμίνη D, ύστερα από μια σειρά ενδιάμεσων ουσιών. (Ζερφυρίδης, 1995)

Χημεία και Βιοχημεία

Οι δύο κύριες μορφές βιταμίνης D είναι η εργοκαλσιφερόλη, η βιταμίνη D₂ προερχόμενη από ακτινοβολία της εργοστερόλης η οποία είναι φυτικής προέλευσης και η χοληκαλσιφερόλη η οποία είναι ζωικής προέλευσης και παράγεται στο δέρμα από την προβιταμίνη, την 7-διυδροχοληστερίνη μετά από επίδραση υπεριώδους ακτινοβολίας. Αν υπάρχει αρκετή ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να σχηματισθεί με τη φωτοχημική αυτή αντίδραση βιταμίνη D₃ σε αρκετή ποσότητα για τις ανάγκες του οργανισμού. Η χοληκαλσιφερόλη μετατρέπεται πρώτα στο ήπαρ σε 25-υδροξυχοληκαλσιφερόλη, και έπειτα, με μια δεύτερη υδροξυλίωση, σχηματίζεται στους νεφρούς ή δραστική μορφή, ή 1,25-διυδροξυχοληκαλσιφερόλη.

Η 1,25-διυδροξυχοληκαλσιφερόλη, μαζί με την παραθορμόνη και την καλσιτονίνη, ρυθμίζει τη συγκέντρωση του ασβεστίου του πλάσματος. Επάγει μια μεταφορική πρωτεΐνη, με την οποία επιταχύνεται η απορρόφηση του ασβεστίου στο λεπτό έντερο. Ο τρόπος δράσεώς της μοιάζει μ' αυτόν των στεροειδών ορμονών. Γι' αυτό και η 1,25-διυδροξυκαλσιφερόλη κατατάσσεται από μερικούς συγγραφείς στις ορμόνες. (Karlson et. al., 1993)

Πηγές πρόσληψης

Η βιταμίνη D δεν είναι ευρέως διαδεδομένη στα τρόφιμα αλλά ευτυχώς, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, συντίθεται στο σώμα από τις προβιταμίνες με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στο δέρμα του ανθρώπου. Η εργοστερόλη και η 7-διυδροχοληστερόλη στο δέρμα, με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας μετατρέπονται σε άλλες ουσίες οι οποίες μπαίνουν στην κυκλοφορία του αίματος και μετατρέπονται στην ενεργό βιταμίνη στο ήπαρ και



στα νεφρά.

Απ' όσα αναφέρθηκαν αντιλαμβανόμαστε ότι η καλύτερη πηγή βιταμίνης D για τους ανθρώπους είναι η ηλιακή ακτινοβολία στο δέρμα τους άρα μπορεί

να μην χρειασθούν συμπλήρωμα από τις τροφές εκτός από τα παιδιά μέχρι 5 χρονών αλλά και τις γυναίκες οι οποίες θηλάζουν.

Τρόφιμα πλούσια σε βιταμίνη D θεωρούνται ο κρόκος του αυγού, το βούτυρο γάλακτος, τα λιπαρά ψάρια (σκουμπρί, σολομός, σαρδέλλα), το μωρουκέλαιο, η εμπλουτισμένη μαργαρίνη καθώς και το εμπλουτισμένο γάλα (με εργοκαλσιφερόλη ή βιταμίνη D₂). Η συνιστώμενη ημερήσια διαιτητική πρόσληψη (recommended dietary allowance – RDA) για την βιταμίνη D είναι τα 54g. (Ζερφυρίδης, 1995)

Βιολογική δράση: λειτουργία και μεταβολισμός.

- ◆ Κύρια λειτουργία της βιταμίνης D σε συνεργασία με την παραθυρεοειδή ορμόνη και την θυροκαλσιπονίνη είναι η διατήρηση της συγκέντρωσης του ασβεστίου στο πλάσμα.
- ◆ Ρυθμίζει το μεταβολισμό του ασβεστίου και του φωσφόρου. Αυτός αφορά την απορρόφησή τους, την ενσωμάτωσή τους στα οστά, τη διατήρηση της στάθμης τους στο αίμα και τελικά την αποβολή τους στα νεφρά.
- ◆ Προλαμβάνει ραχιτισμό, οστεομαλακία, κακή οδοντοφυΐα.
- ◆ Είναι απαραίτητη για την οστέωση του σκελετού.

Μεταβολισμός: Η βιταμίνη D απορροφάται με τη βοήθεια των χολικών αλάτων από το λεπτό έντερο μέσω του λεμφικού συστήματος. Η απορρόφησή της εκτιμάται περίπου στο 50%.

Εν συνεχεία η χοληκαλσιφερόλη, προσλαμβανόμενη είτε από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας πάνω στο δέρμα, μεταφέρεται με τη βιταμινω-D-δεσμευτική πρωτεΐνη (σφαιρίνη) στο αίμα και καταλήγει στο ήπαρ. Έπειτα μετατρέπεται σε 25-OH-D3.

Οι σημαντικότερες αποθήκες της βιταμίνης D θεωρούνται ο λιπώδης ιστός, οι σκελετικοί μύες καθώς μικρές ποσότητες βιταμίνης D αποθηκεύονται στο ήπαρ, στους πνεύμονες, στα οστά και στο δέρμα. Η κύρια οδός απέκκρισης της βιταμίνης D είναι μέσω της χολής και αποβάλλεται με τη βοήθεια των κοπράνων. (Mahan et.al., 2002)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη βιταμίνης D).

Έλλειψη της βιταμίνης D έχει τα ίδια συμπτώματα με αυτά της έλλειψης ασβεστίου όπου τα σπουδαιότερα συμπτώματα είναι τα εξής: ραχίτιδα (στα νεαρά άτομα) όπου τα οστά μπορούν να γίνουν τόσο αδύναμα ώστε να λυγίσουν από το σωματικό βάρος και να παραμορφωθούν. Επιπροσθέτως έλλειψη της μπορεί να προκαλέσει παραμόρφωση του θώρακα, της σπονδυλικής στήλης και της λεκάνης. Υπάρχει επίσης ενδεχόμενο να προκληθούν βλάβες στο νευρικό και μυϊκό σύστημα προκαλώντας σπασμούς μυών. (UrseI, 2001)

Ακόμα μπορεί να προκληθεί τετάνια η οποία χαρακτηρίζεται από τινάγματα, συσπάσεις και κράμπες των μυών, καθώς και οστεομαλακία (κυρίως για τους ενήλικες).

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα βιταμίνης D)

Μεγάλες δόσεις βιταμίνης D σε μακροχρόνια βάση είναι πολύ επικίνδυνες. Συγκεκριμένα προκαλεί υψηλή συγκέντρωση ασβεστίου στο αίμα. Το ασβέστιο μπορεί να σχηματίσει πέτρες στα νεφρά.

Ακόμα προκαλείται υπερασβεστιαμία η οποία έχει σοβαρές επιπτώσεις στα νεφρά, στον εγκέφαλο και στον καρδιακό ρυθμό. Μεγάλη υπερασβεστιαμία μπορεί να οδηγήσει ακόμα και σε θάνατο.

Τα συμπτώματα τοξικότητας περιλαμβάνουν νεφρικές βλάβες, εναπόθεση ασβεστίου σε μαλακά μόρια καθώς και καθυστέρηση στη διανοητική και σωματική ανάπτυξη. (Παπανικολάου , 1997)

Αλληλεπιδράσεις

- ◆ Η χολυστυραμίνη, η χολεστιπόλη, η υγρή παραφίνη ενδέχεται να μειώσουν την εντερική απορρόφηση της βιταμίνης D.
- ◆ Τα αντισπασμωδικά μειώνουν την επίδραση της βιταμίνης D επιπαχύνοντας τον μεταβολισμό της.
- ◆ Η καλσιτονίνη μπορεί να δρα ανταγωνιστικά με τη βιταμίνη D.
- ◆ Τα θειαζινικά διουρητικά καθώς και το ασβέστιο μπορεί να αυξήσουν τον κίνδυνο υπερκαλιαιμίας. (Μουντζούρης, 2002)

3.3. ΒΙΤΑΜΙΝΗ Ε – ΤΟΚΟΦΕΡΟΛΗ

Η συγκεκριμένη βιταμίνη λειτουργεί ως λιποδιαλυτή αντιοξειδωτική ουσία στις κυτταρικές μεμβράνες. Η ονομασία της προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις: «τόκος» και «φέρω» επειδή οι επιδράσεις της στον οργανισμό είχαν συνδεθεί με τη γονιμότητα. (Παπανικολάου, 1997)

Χημεία – Βιοχημεία

Οκτώ τοκοφερόλες και τοκοτριενόλες με βιταμινική-Ε δραστηριότητα, συλλογικά ονομαζόμενες βιταμίνη Ε, έχουν ερευνηθεί και αναγνωρισθεί επίσημα μέχρι σήμερα. Διαφέροντας η μία από την άλλη κατά τον αριθμό και τη θέση των μεθυλικών ομάδων (CH₃) γύρω από το δακτύλιο, στη σειρά αυτές είναι: η α-, η β-, η γ- και η δ-τοκοφερόλη καθώς και η α-, η β-, η γ- και η δ-τοκοτριενόλη. Η α-τοκοφερόλη εμφανίζει τη μεγαλύτερη δραστηριότητα ως βιταμίνη Ε, ενώ οι άλλες τοκοφερόλες εμφανίζουν βιολογική δραστηριότητα που κυμαίνεται από 1% μέχρι το 50%, σε σύγκριση μ' εκείνη της α-τοκοφερόλης. Παρόλα αυτά οι μη-α-τοκοφερόλες, που βρίσκονται συνήθως στις καταναλωόμενες τροφές, συνεισφέρουν περίπου το 20% της απαιτούμενης ποσότητας της α-τοκοφερόλης μιας μικτής διαίτας. (Παπανικολάου, 1997)

Πηγές πρόσληψης

Η τοκοφερόλη απαντάται σε μια πλειάδα φυτικών προϊόντων, ιδιαίτερα βρίσκεται στα φυτικά λίπη, στους ξηρούς καρπούς, σε διάφορους σπάρους σιτηρών, στα δημητριακά, στο φοινικέλαιο, στο αβοκάντο, στις γλυκοπατάτες, στη μαργαρίνη, στις γαρίδες, στο βαμβακέλαιο και στο φιστικοβούτυρο.



Επιπροσθέτως, καλές πηγές θεωρούνται τα σπαράγγια, το σέλινο και το καρότο. (Παπανικολάου, 1997)

Βιολογική δράση: λειτουργία και μεταβολισμός

- ◆ Πρωταρχική λειτουργία της βιταμίνης Ε είναι η προστασία της ακεραιότητας των κυτταρικών και ενδοκυτταρικών σχηματισμών και η προφύλαξη από την καταστροφή συγκεκριμένων ενζύμων και ενδοκυττάρων συστατικών.
- ◆ Θεωρείται αντιοξειδωτική ουσία και συνεπώς αντιλαμβανόμαστε ότι προστατεύει τα κύτταρα από τοξικές ενώσεις, που σχηματίζονται από την οξείδωση πολυακόρεστων λιπών. Επιπλέον θεωρείται σημαντική διότι επιβραδύνει το τάγγισμα των λιπών στις τροφές και στο πεπτικό σύστημα. Η βιταμίνη Ε λόγω του ότι είναι ένα ισχυρό αντιοξειδωτικό οξειδώνεται εύκολα μετά από συνένωση της με οξυγόνο και έτσι ελαχιστοποιεί την καταστροφή, λόγω οξείδωσης, των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, τόσο στο πεπτικό σύστημα όσο και στους ιστούς.
- ◆ Επιπροσθέτως η βιταμίνη Ε δρα αντιοξειδωτικά στην προστασία της βιταμίνης Α, της C, των ενζύμων που περιέχουν θείο και του ATP (αδενικό-τρι-φωσφορικό οξύ) από οξείδωση και με αυτόν τον τρόπο καθιστά ικανά αυτά τα ουσιώδη στοιχεία να φέρουν σε πέρας τις ειδικές και απαραίτητες λειτουργίες τους στον οργανισμό.
- ◆ Θεωρείται απαραίτητη για την κυτταρική αναπνοή.
- ◆ Η συγκεκριμένη βιταμίνη θεωρείται ρυθμιστής στη σύνθεση ορισμένων απαραίτητων ενώσεων του σώματος. Οι τοκοφερόλες φαίνεται ότι σχετίζονται με τη βιοσύνθεση του DNA (δεσοξυ-ριβοζο-νουκλεϊνικό οξύ), με τη ρύθμιση της ενσωμάτωσης των πυριμιδίνων μέσα στη δομή του νουκλεϊνικού οξέος.
- ◆ Θεωρείται ουσιώδης παράγοντας που σχετίζεται με την ακεραιότητα των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Όντως υπάρχουν ενδείξεις ότι η βιταμίνη αυτή εμφανίζει προστατευτικό χαρακτήρα της ακεραιότητας των ερυθροκυττάρων.
- ◆ Σύμφωνα με έρευνες οι οποίες έχουν γίνει έχει βρεθεί ότι η βιταμίνη Ε πιθανόν να προφυλάσσει τους πνεύμονες από τον καπνό αλλά και από τις βλάβες που προκαλούνται από παρόμοια οξειδωτικά συστατικά της μόλυνσης του ατμοσφαιρικού αέρα, όπως είναι το όζον καθώς και το διοξείδιο του αζώτου (NO₂).

- ♦ Δρα σε συνεργασία με το σελήνιο αλλά και με τη βιταμίνη C καθώς και με άλλα ένζυμα όπως τη δισμουτάση υπεροξειδίου και την καταλάση.

Μεταβολισμός: Όσον αφορά την απορρόφηση για να γίνει σωστά απαιτείται η παρουσία χολής και λιπών. Αυτή επιτυγχάνεται στο λεπτό έντερο όπου το 20% της ολικής πρόσληψης της βιταμίνης E διέρχεται μέσω του εντερικού τοιχώματος στη λέμφο.

Εν συνεχεία η βιταμίνη E μεταφέρεται στο αίμα συνδεδεμένη με λιποπρωτεΐνες. Γενικά ένα επίπεδο της βιταμίνης κάτω από 0.5mg/1000ml αίματος θεωρείται μη επιθυμητό. Ωστόσο εκείνο που έχει μεγαλύτερη σημασία είναι η σχέση ολικής τοκοφερόλης (0.8mg) με τα ολικά λιπίδια (1g). Η σχέση αυτή θεωρείται ως ενδεικτική της επάρκειας της βιταμίνης E στον οργανισμό. Η κύρια και αντιπροσωπευτική μορφή της βιταμίνης E στο πλάσμα και στα ερυθρά αιμοσφαίρια είναι η α-τοκοφερόλη η οποία ανέρχεται, κατά μέσο όρο, στο 83% της ολικής τοκοφερόλης ενώ η γ-τοκοφερόλη φέρεται ως δεύτερη.

Όσον αφορά την αποθήκευσή της, αυτή επιτυγχάνεται σε όλους τους ιστούς ειδικά στο λιπώδη ιστό, στους μύες και στο ήπαρ. Επίσης μεγάλες ποσότητες της βρίσκονται στα επινεφρίδια, στην υπόφυση, στην καρδιά, στους όρχεις, στη μήτρα αλλά και στους πνεύμονες. Η βιταμίνη αυτή εναποτίθεται στο λίπος των ιστών και μεταβολίζεται μαζί με αυτό.

Η βασική πορεία απομάκρυνσης από το σώμα είναι τα κόπρανα αλλά συνήθως μικρές ποσότητες της βιταμίνης απομακρύνονται και μέσω των ούρων. (Παπανικολάου, 1997)

Αλληλεπιδράσεις

- ♦ Τα αντισπασμωδικά (φαινοβαρβιτάλη, φαινυτοΐνη και καρβαμαζεπίνη) υπάρχει ενδεχόμενο να μειώσουν τα επίπεδα της βιταμίνης E του πλάσματος.
- ♦ Υψηλές δόσεις βιταμίνης E μπορεί να αυξήσουν την αντιπηκτική δράση.
- ♦ Η χορήγηση αντισυλληπτικών μπορεί να μειώσει τα επίπεδα της βιταμίνης E στο πλάσμα.
- ♦ Η σουκραλφάτη μπορεί να μειώσει την εντερική απορρόφηση της βιταμίνης E.

- ◆ Οι απαιτήσεις σε ινσουλίνη ενδέχεται να μειωθούν λόγω της βιταμίνης E.
- ◆ Η χολεστυραμίνη και η υγρή παραφίνη μπορεί να μειώσουν την εντερική απορρόφηση της βιταμίνης E.

Όσον αφορά τις αλληλεπιδράσεις της βιταμίνης E σε σχέση με τα στοιχεία και τις βιταμίνες, αυτές είναι οι εξής:

- ◆ Η βιταμίνη C μπορεί να ελαττώσει την κατανάλωση βιταμίνης E. Επιπροσθέτως αντίστοιχα η βιταμίνη E μπορεί να ελαττώσει την κατανάλωση βιταμίνης C.
- ◆ Υψηλές δόσεις χαλκού και σιδήρου μπορεί να αυξήσουν τις απαιτήσεις για βιταμίνη E.
- ◆ Έλλειψη ψευδαργύρου μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλά επίπεδα πλάσματος βιταμίνης E.
- ◆ Η βιταμίνη E ελαττώνει την κατανάλωση βιταμίνης A και προστατεύει εναντίον κάποιων συμπτωμάτων τοξικότητας βιταμίνης A.
- ◆ Υψηλές δόσεις βιταμίνης E (1200 mg ημερησίως) αυξάνουν την απαίτηση για βιταμίνη K σε ασθενείς που παίρνουν αντιπηκτικά. (Groff et. al., 1995)

3.4. BITAMINH K

Η βιταμίνη K είναι λιποδιαλυτή βιταμίνη. Ο όρος βιταμίνη K χρησιμοποιείται περισσότερο για το χαρακτηριστικό μιας ομάδας κινονών, παρά για μια και μόνο ουσία, που το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τους είναι η αντισταμορραγική δράση τους. Υπάρχουν δύο φυσικές μορφές της βιταμίνης K, η βιταμίνη K₁ (φυλλοκινόνη) η οποία βρίσκεται μόνο στα πράσινα φυτά και η βιταμίνη K₂ (μενακινόνες) η οποία συντίθεται από πολλούς μικροοργανισμούς, συμπεριλαμβανομένων και των βακτηριδίων του πεπτικού σωλήνα του ανθρώπου. Επιπλέον, έχουν παρασκευαστεί διάφορες συνθετικές ενώσεις που εμφανίζουν δράση παρόμοια με εκείνη της βιταμίνης K. Η πιο γνωστή απ' αυτές είναι η μεναδιόνη (βιταμίνη K₃) η οποία όμως πρέπει να μετατραπεί στη βιταμίνη K₂ για να είναι βιολογικά δραστική στο ανθρώπινο σώμα.

Τέλος, το μεναδιόληφωσφορικό νάτριο αποτελεί ένα υδατοδιαλυτό προϊόν της μεναδιόλης. (Παπανικολάου, 1997)

Χημεία και Βιοχημεία

Η βιταμίνη K₁ (φυλλοκινόνη) και K₂ (μενακινόνη) διαφέρουν μεταξύ τους στην κατασκευή της πολυπρενυλικής πλάγιας αλυσίδας. Η μεναδιόνη (βιταμίνη K₃, 2-μεθυλο-1, 4-ναφθοκινόνη) έχει χαρακτηριστικά προβιταμίνης, επειδή η πλάγια αλυσίδα μπορεί να συντεθεί στον οργανισμό. Η βιταμίνη K διεγείρει στο ήπαρ το σχηματισμό και την έκκριση περισσότερων παραγόντων της πήξεως του αίματος, κυρίως της προθρομβίνης (παράγοντας II) και της προκομβερτίνης (παράγοντας VII). Σύμφωνα με νεότερες έρευνες, χρησιμεύει σαν συμπαράγοντας κατά την ενζυμική μεταβολή της πεπτιδικής αλυσίδας (καρβοξυλίωση της πλάγιας αλυσίδας του γλουταμινικού οξέος σε παράγωγο μηλονικού οξέος), με αποτέλεσμα την ενεργοποίησή της. (Karlson et. al., 1993)

Πηγές πρόσληψης

Η βιταμίνη K είναι σχετικά πλατιά διαδεδομένη στις τροφές. Καλύτερη πρόσληψη της βιταμίνης επιτυγχάνεται με την κατανάλωση φρέσκων τροφίμων, ενώ αντίθετα οι κατεψυγμένες τροφές τείνουν να είναι ανεπαρκείς στη συγκεκριμένη βιταμίνη. Τρόφιμα πλούσια σε βιταμίνη K είναι τα πράσινα λαχανικά, το πράσινο τσάι, τα αυγά, το συκώτι, τα κάστανα και οι ντομάτες. Η συνιστώμενη διαιτητική πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA) της βιταμίνης K δεν είναι καθορισμένη, εφόσον η ποσότητα αυτής (βιταμίνη K₂) που συντίθεται στο παχύ έντερο και απορροφάται από το βλεννογόνο του είναι μη προσδιορισμένη.



Επειδή, όμως, το πεπτικό σύστημα των νεογέννητων βρεφών δεν είναι σε θέση να υποστηρίξει τη σύνθεση της βιταμίνης K (στερείται φυσιολογικής χλωρίδας) συνθίζεται να χορηγείται η συγκεκριμένη βιταμίνη αμέσως μετά τη γέννηση. (Μόρτογλου, 2002)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Η βιταμίνη Κ είναι απαραίτητος συμπαράγοντας (δρα ως συνένζυμο για το σχηματισμό του γ-καρβοξύ-γλουταμινικού οξέως) για την ηπατική σύνθεση πρωτεϊνών που εμπλέκονται στη διαδικασία της πήξης του αίματος. Αυτές είναι η προθρομβίνη (παράγοντας II), η προκομβερτίνη (παράγοντας VII), οι παράγοντες IX, X καθώς και οι πρωτεΐνες C, S και Z. Η βιταμίνη Κ είναι, επίσης, υπεύθυνη για την καρβοξυλίωση της πρωτεΐνης των οστών, οστεοκαλσίνης στην δραστική της μορφή. Η οστεοκαλσίνη ρυθμίζει την ανταλλαγή του ασβεστίου στα οστά και την μεταλλοποίηση. Επιπλέον, το γ-καρβοξύ-γλουταμινικό οξύ μετατρέπεται σε χειλικά τα ιόντα ασβεστίου και επιτρέπει την πρόσδεση των πρωτεϊνών της πήξης του αίματος στα λιπίδια των μεμβρανών. Τέλος, η βιταμίνη Κ απαιτείται για τη βιοσύνθεση και κάποιων άλλων πρωτεϊνών που βρίσκονται στο πλάσμα και στα νεφρά. (Ursei, 2001)

Μεταβολισμός

Απορρόφηση

Η βιταμίνη Κ απορροφάται στο λεμφικό σύστημα κυρίως από την άνω μοίρα του λεπτού εντέρου (νήστιδα και ειλεός) με μια διαδικασία που απαιτεί χολικά άλατα και παγκρεατικό υγρό. Η απορρόφηση των διάφορων μορφών της βιταμίνης Κ ποικίλει. Η βιταμίνη K₁ (φυλλοκινόνη) απορροφάται από μια ενεργή διαδικασία που απαιτεί ενέργεια από το εγγύς τμήμα του λεπτού εντέρου. Η μεναδιόνη (βιταμίνη K₃) απορροφάται παθητικά με διαδικασία που δεν ενέχονται μεταφορείς από το λεπτό και το παχύ έντερο.

Υπάρχουν στοιχεία ότι η βακτηριακά παραγόμενη βιταμίνη Κ μπορεί να είναι πηγή βιταμίνης Κ για τους ανθρώπους παρόλο που η διαθεσιμότητα επαρκούς συγκέντρωσης χολικών αλάτων για απορρόφηση είναι αμφισβητήσιμη (τα επίπεδα μενακινόνης του πλάσματος υποδεικνύουν ότι συμβαίνει κάποια απορρόφηση).

Κατανομή

Η βιταμίνη Κ μεταφέρεται μέσα στο πλάσμα και μεταβολίζεται στο ήπαρ, ενώ εναποθηκεύεται σε μικρές ποσότητες. Η βιταμίνη K₁ συγκεντρώνεται και διατηρείται στο ήπαρ. Η μεναδιόνη διατηρείται ελάχιστα στο ήπαρ αλλά διανέμεται ευρέως στους άλλους ιστούς (κυρίως στο δέρμα και στους μύες).

Μεταφορά

Η βιταμίνη Κ περνάει αμετάβλητη από το λεπτό έντερο στο λεμφικό σύστημα. Από εκεί μεταφέρεται στο θωρακικό πόρο με τον οποίο οδηγείται στο αίμα. Στο αίμα βρίσκεται συνδεδεμένη με τη β-λιποπρωτεΐνη και οδηγείται στο ήπαρ και στους άλλους ιστούς.

Απομάκρυνση

Σε περίπτωση περίσσειας, η βιταμίνη Κ απομακρύνεται μερικώς στη χολή (30-40%) και μερικώς στα ούρα (15%). (Guthie, 1995)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη βιταμίνης Κ)

Δεν έχουν αναφερθεί ελλείψεις βιταμίνης Κ λόγω μειωμένης διαιτητικής πρόσληψης. Έλλειψη, ωστόσο, μπορεί να προκληθεί λόγω χολικής απόφραξης καθώς και σε παθήσεις ή χειρουργικές επεμβάσεις στο λεπτό έντερο που διαταράσσουν την απορρόφηση των λιπιδίων. Έλλειψη βιταμίνης Κ έχει παρατηρηθεί επίσης σε άτομα που συντηρούνται με παρεντερική διατροφή που δεν παρέχει την βιταμίνη, καθώς και σε νεογνά.

Κύρια συνέπεια της ανεπάρκειας της βιταμίνης είναι η αναστολή της σύνθεσης της προθρομβίνης καθώς και των άλλων παραγόντων πήξης του αίματος που εξαρτώνται από αυτήν. Επίσης, η μακροχρόνια θεραπεία με αντιπηκτικά φάρμακα (τα οποία θεωρούνται ανταγωνιστές της βιταμίνης Κ) που χορηγούνται για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων κυκλοφορικών προβλημάτων, προκαλούν συμπτώματα παρόμοια με αυτά της έλλειψης της βιταμίνης. Τέλος, υπάρχουν αυξανόμενα στοιχεία που καταδεικνύουν ότι έλλειψη βιταμίνης Κ μπορεί να συνεισφέρει στην οστεοπόρωση, μειώνοντας την καρβοξυλίωση της οστεοκαλσίνης στα οστά (χαμηλά επίπεδα ορού βιταμίνης Κ και υψηλά επίπεδα υποκαρβοξυλιωμένης οστεοκαλσίνης έχουν αναφερθεί σε μια μεταεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και άτομα που έχουν υποστεί κατάγματα γοφών). (Sauberlich, 1999)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα βιταμίνης Κ)

Η κατανάλωση από το στόμα φυσικών μορφών βιταμίνης Κ δεν σχετίζεται με τοξικότητα. Αντίθετα όμως, η συνθετική μορφή της, η μεναδιόνη και τα διάφορα παράγωγά της, προκαλεί τοξικά φαινόμενα και απαγορεύεται η χρησιμοποίησή της σε διατροφικά εμπλουτισμένα τροφών. Για το λόγο αυτό,

τα παρασκευάσματα της βιταμίνης K₁ προτιμούνται για την αντιμετώπιση παθολογικών καταστάσεων όπως είναι η ηπατική νόσος, οι σοβαρές περιπτώσεις δυσαπορρόφησης και η χορήγηση υπερβολικής δόσης αντιπηκτικών. (Townsend, 1996)

Αλληλεπιδράσεις

Οι περισσότερες αλληλεπιδράσεις της βιταμίνης K έχουν αναφερθεί σε σχέση με διάφορα φάρμακα.

- ◆ *Αντιβιοτικά*: μπορεί να αυξήσουν την ανάγκη σε βιταμίνη K.
- ◆ *Αντιπηκτικά*: η αντιπηκτική δράση μειώνεται από τη βιταμίνη K (η βιταμίνη K περιέχεται σε αρκετά εντερικά σκευάσματα). Μεταβολή της δόσης των αντιπηκτικών μπορεί να είναι απαραίτητη ειδικά όταν η βιταμίνη K έχει χρησιμοποιηθεί για να ανταγωνισθεί τις υπερβολικές επιδράσεις των αντιπηκτικών.
- ◆ *Χολεστυραμίνη ή χολεστιπόλη*: μπορεί να μειώσει την εντερική απορρόφηση της βιταμίνης K.
- ◆ *Υγρή παραφίνη*: μπορεί να μειώσει την εντερική απορρόφηση της βιταμίνης K (πρέπει να αποφεύγονται μακροχρόνια χρήση υγρής παραφίνης).
- ◆ *Σουκραλφάτη*: μπορεί να μειώσει την εντερική απορρόφηση της βιταμίνης K. (Groff et. al., 1995)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο (ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ)

4. ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ (ΓΕΝΙΚΑ)

Μεγάλος αριθμός ανόργανων στοιχείων διαδραματίζει πολλούς και σημαντικούς ρόλους στις λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού. Τα ανόργανα στοιχεία αποτελούν συστατικά του σώματος και βρίσκονται στο σκελετό, τους ιστούς και τα υγρά του σώματος.

Τα κυριότερα μέταλλα που είναι το ασβέστιο (Ca), ο φώσφορος (P) και το μαγνήσιο (Mg) καθώς επίσης και οι ηλεκτρολύτες το νάτριο (Na), το κάλιο (K) και το χλώριο (Cl) βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες στο σώμα, σε αντίθεση με τα ιχνοστοιχεία που ενώ η συνολική τους συγκέντρωση φαίνεται μηδαμινή, είναι εξίσου σημαντικά για πολλές μεταβολικές διεργασίες γι' αυτό και θεωρούνται απαραίτητα. Οι ημερήσιες ανάγκες του οργανισμού σε μέταλλα είναι μεγαλύτερες από 100mg και φτάνουν ως μερικά γραμμάρια. Αντίθετα, οι ημερήσιες ανάγκες σε ιχνοστοιχεία είναι μικρότερες και κυμαίνονται από µg σε μερικά mg.

Ιχνοστοιχεία καλούνται τα στοιχεία εκείνα που βρίσκονται στον ανθρώπινο οργανισμό μόνο σε ίχνη, δηλαδή τα σπανιότερα συστατικά του ανθρώπινου σώματος.

Τα ιχνοστοιχεία μπορεί να διακριθούν σ' απαραίτητα ή χρήσιμα για τη ζωή, όπως ο σίδηρος (Fe) και το ιώδιο (I) και σε μη απαραίτητα ή και τοξικά όπως είναι ο μόλυβδος (Pb). Φυσικά, το ίδιο ιχνοστοιχείο μπορεί σε μικρές δόσεις να είναι απαραίτητο και σε μεγάλες τοξικό. Άλλα κύρια ιχνοστοιχεία θεωρούνται ο ψευδάργυρος (Zn), ο χαλκός (Cu), το σελήνιο (Se), το μαγγάνιο (Mn), το φθόριο (F), το χρώμιο (Cr), το μολυβδαίνιο (Mo), το βανάδιο (V) και το βόριο (B). (Τριχοπούλου, 1980)

Τα άλατα του νατρίου, του καλίου, του ιωδίου και του φθορίου που βρίσκονται στις τροφές, είναι διαλυτά στο νερό και έτσι απορροφώνται εύκολα.

Αντίθετα, τα άλατα όλων των άλλων μετάλλων και ιχνοστοιχείων διαλύονται δυσκολότερα στο νερό και έτσι πολύ μικρότερο ποσοστό από αυτό που βρίσκεται στις τροφές απορροφάται από το έντερο του ανθρώπου.

Παρακάτω, εν συντομία θα αναφερθούμε στο δομικό, λειτουργικό και φυσικοχημικό ρόλο των μετάλλων και ιχνοστοιχείων:

- ◆ Συμμετέχουν στη δόμηση του σκελετού του σώματος (κυρίως το ασβέστιο Ca, ο φώσφορος P και το μαγνήσιο Mg).
- ◆ Αποτελούν συστατικά της δομής του μορίου πολλών πρωτεϊνών, ενζύμων και ορμονών (π.χ. ο σίδηρος στην αιμοσφαιρίνη, ο ψευδάργυρος στην καρβοξυπεπτιδάση, το ιώδιο στην θυροξίνη).
- ◆ Μπορούν να δρουν ως ενεργοποιητές ή παρεμποδιστές της δράσης των ενζύμων.
- ◆ Συμβάλλουν στην μεταβίβαση των ερεθισμάτων μέσω του νευρικού συστήματος (π.χ. Na και K).
- ◆ Εξασφαλίζουν την αποταμίευση ενέργειας (π.χ. πλούσιοι σε ενέργεια δεσμοί P ως ATP).
- ◆ Ρυθμίζουν την οσμωτική πίεση των υγρών του σώματος.
- ◆ Ρυθμίζουν την ιοντική σύσταση και το pH των ιστών και υγρών του σώματος (π.χ. με το ρυθμιστικό σύστημα $H_2CO_3 / NaHCO_3$).
- ◆ Ως ηλεκτρολύτες ρυθμίζουν το ισοζύγιο νερού του οργανισμού.
- ◆ Στον οργανισμό με τη βοήθεια του ομοιοστατικού μηχανισμού εξασφαλίζεται ο συνεχής εφοδιασμός των διαφόρων ιστών και οργάνων στα διάφορα στοιχεία αναλόγως των εκάστοτε αναγκών και με την προϋπόθεση ότι με τη διατροφή εξασφαλίζεται η ύπαρξη αποθεμάτων εντός του οργανισμού. (Μουντζούρης, 2002)

4.1. ΝΕΡΟ(H_2O)

Το νερό ως συστατικό του σώματος

Καμία λειτουργία των κυττάρων δεν μπορεί να γίνει χωρίς την παρουσία νερού. Το 1/2 έως τα 2/3 του σωματικού βάρους είναι νερό. Η περιεκτικότητα του σώματος σε νερό ποικίλει από άτομο σε άτομο και είναι αντιστρόφως

ανάλογη του ποσοστού λίπους του σώματος. Σε γενικές γραμμές, τα νεαρά άτομα έχουν μεγαλύτερο ποσοστό νερού στο σώμα τους από τα πιο ηλικιωμένα. Έτσι, ένα νεογνό έχει νερό στο σώμα του σε ποσοστό 75-80%, ενώ ένας υπερήλικας έχει γύρω στο 45-50%. Η ενήλικη γυναίκα έχει περίπου 55% νερό στο σώμα της, ενώ ένας ενήλικας άνδρας γύρω στο 65% (το λίπος στη γυναίκα αντιπροσωπεύει περίπου το 24% του βάρους της, ενώ στον άνδρα μόνο το 16%).

Τα παχύσαρκα άτομα έχουν λιγότερο νερό στο σώμα τους από τα ισχνά. Αυτό οφείλεται στο ότι ο λιπώδης ιστός περιέχει χαμηλότερα ποσοστά νερού σε σχέση με τον μυϊκό ιστό (το νερό στον λιπώδη ιστό είναι περί το 20-35% ενώ στους μυς ανέρχεται στο 80%). (Townsend, 1996)

Πηγές νερού για τον άνθρωπο

Εκτός από το νερό που πίνει ο άνθρωπος, προσλαμβάνει επίσης νερό και από τα τρόφιμα. Τα φυσικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται σαν τρόφιμα έχουν νερό που η περιεκτικότητά τους ποικίλλει. Έτσι από τις υγρές τροφές όπως το γάλα, οι χυμοί, ο καφές, οι σουπές αλλά και το νερό που πίνει, ο άνθρωπος λαμβάνει ένα με ενάμιση λίτρο νερού την ημέρα. Αλλά και από τις στερεές τροφές που τρώει ο άνθρωπος λαμβάνει μέρος που η ποσότητα είναι από μισό μέχρι ένα λίτρο. Σε κάποιες στερεές τροφές π.χ. νωπά φασολάκια, η περιεκτικότητα σε νερό είναι μεγαλύτερη από εκείνη κάποιων υγρών τροφών π.χ. γάλα, όπου αντίστοιχα περιέχεται 92% και 87% νερό.

Νερό όμως παίρνει ο οργανισμός και από το μεταβολισμό των θρεπτικών υλών, όταν τα τελικά προϊόντα είναι νερό και διοξείδιο του άνθρακα. Από τις πρωτεΐνες παίρνει περίπου 0,41g νερού/g πρωτεΐνης, από τους υδατάνθρακες 0,6 g νερού/g υδατάνθρακα και από το λίπος 1,07g νερού/g λίπους. Το ποσό του νερού που περιέχει ένα τρόφιμο, όπως είναι κατανοητό, επηρεάζει και το % ποσό των θρεπτικών υλών που περιέχει το τρόφιμο. Για το λόγο αυτό η % σύσπαση των τροφίμων σε θρεπτικά και άλλα συστατικά αναφέρεται συχνά επί ξηρού, δηλαδή αφού το τρόφιμο έχει απομακρύνει το νερό. (Δημόπουλος & Ανδρικόπουλος, 1996)

Ο ρόλος του νερού στον ανθρώπινο οργανισμό

Αναμφισβήτητο το νερό είναι απαραίτητο για τη ζωή καθώς αποτελεί συστατικό των κυττάρων και του σώματος.

Η βιολογική σημασία του νερού είναι τεράστια και οφείλεται στις ιδιαίτερες φυσικές και χημικές ιδιότητες που έχει.

1. Είναι καλός διαλύτης. Διαλύει πολλές ουσίες, όπως είναι πολλά από τα θρεπτικά συστατικά καθώς και τα προϊόντα μεταβολισμού.
2. Υποβοηθά τις χημικές αντιδράσεις στον οργανισμό ως διαλυτικό μέσο, αλλά και εμπλέκεται και το ίδιο ως χημική ουσία σε όλες τις αντιδράσεις υδρόλυσης.
3. Διευκολύνει την απορρόφηση και τη μεταφορά των θρεπτικών συστατικών ορμονών, ανοσοποιητικών παραγόντων καθώς και την απέκκριση των άχρηστων ουσιών από τον οργανισμό.
4. Ελαττώνει την τριβή μεταξύ των οργάνων.
5. Ρυθμίζει την θερμοκρασία του σώματος γύρω στους 37°C. Αν η θερμοκρασία σώματος πέσει στους 27°C ή υπερβεί τους 42°C, η ζωή είναι αδύνατη. Το νερό επεμβαίνει στη ρύθμιση της θερμοκρασίας με διάφορους τρόπους:

Άγει τη θερμότητα από το κέντρο του σώματος στην περιφέρεια και διευκολύνει την αποβολή της.

Έχει μεγάλη ειδική θερμότητα, πράγμα που σημαίνει ότι δεν αλλάζει εύκολα η θερμοκρασία του. Έτσι ο οργανισμός που αποτελείται κυρίως από νερό, απορροφά ή αποβάλλει θερμότητα χωρίς σημαντικές αυξομειώσεις στη θερμοκρασία του.

Και τέλος χρειάζεται πολύ υψηλές θερμοκρασίες για να μετατραπεί σε αέριο, γιατί έχει μεγάλη λανθάνουσα θερμότητα, εξαερώσεως. Έτσι όταν ο ιδρώτας εξατμίζεται παίρνει υψηλά ποσά θερμότητας από τον οργανισμό.

Οι ατομικές απαιτήσεις σε νερό επηρεάζονται από το είδος της διαίτας, από τις συνθήκες του περιβάλλοντος και τη φυσική δραστηριότητα του ατόμου, γιατί με την εφίδρωση και την υψηλή θερμοκρασία οι ανάγκες του ατόμου αυξάνουν. Η κάλυψη των αναγκών σε νερό επιτυγχάνεται με:

- ◆ το πόσιμο νερό
- ◆ το υδατικό περιεχόμενο της τροφής

- ♦ το νερό που παράγεται κατά το μεταβολισμό και ιδίως κατά τις οξειδώσεις στην αναπνευστική αλυσίδα: 413 g/1 kg μεταβολιζόμενης πρωτεΐνης, 555-600/1kg μεταβολιζόμενων υδατανθράκων, 1071g /1kg μεταβολιζόμενου λίπους.

Συνιστάται η κατανάλωση 2 λίτρων υγρών την ημέρα. (Mahan et. al., 2002)

Ισοζύγιο νερού

Ο οργανισμός έχει σχετικά μικρές διαθέσιμες αποθήκες ελεύθερου νερού. Το νερό βρίσκεται κατανεμημένο σε 3 χώρους μεταξύ των οποίων υπάρχει ανταλλαγή: Μέσα στα κύτταρα (ενδοκυτταρικά), έξω από αυτά (εξωκυτταρικά) και στο πεπτικό σύστημα. Μεγάλες ποσότητες μετακινούνται από τον ένα χώρο στον άλλο. Γι' αυτό στον κάθε οργανισμό υπάρχει μία σταθερή δεδομένη κατάσταση, μία κατάσταση ισορροπίας υγρών, της οποίας η κάθε μεταβολή είναι ανεπιθύμητη. Το νερό που πίνει κανείς αυτούσιο, το νερό που περιέχεται στα διάφορα ποτά και τρόφιμα και τέλος το νερό που παράγεται στον οργανισμό κατά τις διάφορες μεταβολικές αντιδράσεις (οξειδώσεις), εξισορροπεί τις απώλειες που συμβαίνουν με τα ούρα, τα κόπρανα, τον ιδρώτα, το σάλιο κ.λπ. (Mahan et. al., 2002)

Απορρόφηση – απέκκριση νερού από τον οργανισμό

Η κύρια οδός εισόδου του νερού στον οργανισμό, είναι η απορρόφησή του από το πεπτικό σύστημα. Η ποσότητα του νερού που απορροφάται, εξαρτάται από τη διαφορά της ωσμωτικής πίεσης του αίματος και της τροφής που λαμβάνεται. Έτσι αν το διάλυμα της τροφής είναι πιο πυκνό από το αίμα ή από τα διάφορα υγρά των ιστών σε κάποιο σημείο του γαστρεντερικού σωλήνα, τότε διοχετεύεται νερό από το αίμα στο γαστρεντερικό σωλήνα ή από το γαστρεντερικό σωλήνα στο αίμα στην αντίθετη περίπτωση, ώστε πάντα οι πεπτούμενες τροφές να διατηρούνται στην κατάλληλη κατάσταση από την άποψη της περιεκτικότητας σε νερό. Δεν πρέπει όμως να αγνοείται το γεγονός ότι η περιεκτικότητα σε νερό της πεπτομένης τροφής εξαρτάται και από την σύστασή της. Για παράδειγμα κυτταρινούχες ύλες που περιέχουν πηκτίνες συγκρατούν περισσότερο νερό, με αποτέλεσμα η απορρόφηση του νερού να είναι μικρότερη και τα κόπρανα να έχουν αυξημένη περιεκτικότητα σε νερό.

Η απέκκριση του νερού από τον οργανισμό γίνεται από τα νεφρά και με την εφίδρωση. Ο άνθρωπος αποβάλλει 1-2 l νερό από τα νεφρά ημερησίως και με την εφίδρωση χάνει μέχρι 2 l νερού ημερησίως. Ανάλογα με το βαθμό της μυϊκής δραστηριότητας και την θερμοκρασία του περιβάλλοντος μπορεί να χάνει περισσότερο νερό με την εφίδρωση απ' ό,τι με τα ούρα. Πάντως η απώλεια νερού με εφίδρωση μπορεί να αποτελέσει και επικίνδυνη κατάσταση για τον οργανισμό, γιατί εκτός από το νερό αποβάλλονται και άλατα. Αξίζει να αναφερθεί μια σχετική ασθένεια που ονομάζεται *δηλητηρίαση από νερό* (Water intoxication) και η οποία συναντάται σε θερμά κλίματα σε συνδυασμό με έντονη μυϊκή δραστηριότητα. Κατ' αυτήν, όταν ο οργανισμός λόγω εφίδρωσης χάσει μεγάλα ποσά νερού και στη συνέχεια λόγω δίψας λάβει μεγάλες ποσότητες νερού, δημιουργούνται ωσμωτικά προβλήματα, λόγω της μη αναπλήρωσης των αλάτων που απεκκρίθηκαν με τον ιδρώτα. Αυτά τα προβλήματα μπορεί να προκαλέσουν και το θάνατο. Η ασθένεια αυτή προσλαμβάνεται αν στις περιπτώσεις αυτές χορηγούνται και άλατα. Από το πεπτικό σύστημα αποβάλλεται 100-200 ml νερό μαζί με τα κόπρανα, ποσότητα που αυξάνεται σε περιπτώσεις διάρροιας. Τέλος και από τους πνεύμονες με την εκπνοή αποβάλλεται μια ποσότητα νερού, περίπου 400 ml ημερησίως. (Δημόπουλος & Ανδρικόπουλος, 1996)

4.2. ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΕΣ

4.2.1 Ασβέστιο (Ca)

Το ασβέστιο είναι το πιο άφθονο δισθενές κατιόν στο ανθρώπινο σώμα. Αποτελεί περίπου το 1,5% του συνολικού σωματικού βάρους ή 1000 με 1200g. Το 99% του ασβεστίου βρίσκεται στα οστά και στα δόντια με τη μορφή υδροξυαπατίτη. Το υπόλοιπο 1% είναι κατανεμημένο στα ενδοκυττάρια και εξωκυττάρια υγρά του σώματος. (Groff & Gropper, 1995)

Πηγές πρόσληψης

Τρόφιμα πλούσια σε ασβέστιο είναι τα γαλακτοκομικά προϊόντα (γάλα, τυρί, γιαούρτι), τα ψάρια, το μουρουνέλαιο, τα πράσινα λαχανικά (μπρόκολο, κουνουπίδι), τα αυγά, τα όσπρια, ο σολομός, οι σαρδέλες, οι ξηροί καρποί. Η βιοδιαθεσιμότητα του ασβεστίου ποικίλει πολύ ανάλογα με τη σύσταση του τροφίμου και είναι υψηλή για όλα τα γαλακτοκομικά προϊόντα αλλά και για πολλά από τα πράσινα λαχανικά.

Ωστόσο, παράγοντες που περιέχονται σε ορισμένα λαχανικά και κυρίως τα οξαλικά οξέα, παρεμποδίζουν την απορρόφηση του μετάλλου. Επιπροσθέτως η βιοδιαθεσιμότητα του ασβεστίου επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες ορμονικούς αλλά και διαιτητικούς.



Σημαντικοί παράγοντες για να αφομοιωθεί το ασβέστιο στον οργανισμό μας θεωρούνται οι εξής:

1) Η βιταμίνη D, ή το παράγωγό της 25-υδροξυχοληκαλσιφερόλη, αυξάνουν την απορρόφηση του ασβεστίου, με την αύξηση της σύνθεσης της πρωτεΐνης – μεταφορά του ασβεστίου, η οποία διευκολύνει τη μεταφορά του ασβεστίου δια μέσου του εντερικού τοιχώματος.

2) Οι πρωτεΐνες: Η αυξημένη πρόσληψή τους προάγει την απορρόφηση του ασβεστίου, πιθανόν λόγω σχηματισμού εναπορρόφητων αλάτων του με τα αμινοξέα λυσίνη και αργινίνη. Εντούτοις, η αυξημένη κατανάλωση πρωτεϊνών προδιαθέτει σε αύξηση της αποβολής του ασβεστίου στα ούρα.

3) Λακτόζη: Ο δισακχαρίτης του γάλατος λακτόζη αυξάνει την απορρόφηση του ασβεστίου στο λεπτό έντερο. (Το γάλα χαρακτηρίζεται από υψηλή βιοδιαθεσιμότητα λόγω της λακτόζης που περιέχει).

4) Οξίνο περιβάλλον: Επειδή το χαμηλό pH διατηρεί το ασβέστιο σε μορφή διαλύματος με τα εντερικά υγρά, γι' αυτό το όξινο περιβάλλον, ιδιαίτερα του δωδεκαδάκτυλου, «αυξάνει» την απορρόφησή του.

5) Η παραθυροειδής ορμόνη.

Παράγοντες οι οποίοι εμποδίζουν την αφομοίωση του ασβεστίου είναι:

1) η πολύ υψηλή κατανάλωση διαιτητικών ινών, καθώς και η παρουσία στη δίαιτα ταννινών και οξαλικών οξέων (που βρίσκονται στα λαχανικά), το φυτικό οξύ το οποίο βρίσκεται στον εξωτερικό φλοιό των δημητριακών καρπών και σχηματίζει με το ασβέστιο ένα αδιάλυτο άλας, το φυτικό ασβέστιο, το οποίο εμποδίζει την απορρόφηση του ασβεστίου.

2) Ανεπαρκής βιταμίνη D: Αυτή οδηγεί σε μειωμένη σύνθεση πρωτεΐνης – μεταφορέα του ασβεστίου κι έτσι μειώνεται η απορρόφηση του.

3) Έλλειψη ισορροπίας Ασβεστίου – Φωσφόρου.

Μεγάλη περιεκτικότητα της δίαιτας είτε σε ασβέστιο είτε σε φώσφορο μειώνει την απορρόφηση και των δύο στοιχείων και αυξάνει την αποβολή του ανεπαρκούς στοιχείου. Η σχέση ασβεστίου / φωσφόρου (Ca:P) στη δίαιτα πρέπει να είναι 1:1,5 έως 1:16.

Επιπλέον τα μειωμένα επίπεδα των οιστρογόνων και η χρήση καθαρτικών έχουν ως απόρροια την μείωση της βιοδιαθεσιμότητας του ασβεστίου. Ακόμα θα πρέπει ν' αναφερθούν και οι παράγοντες οι οποίοι αυξάνουν τη νεφρική απέκκριση και είναι οι εξής: 1) οι πολύ υψηλές προσλήψεις πρωτεΐνης καθώς και η υπερβολική κατανάλωση καφεΐνης και αλκοόλ.

Οι ημερήσιες ανάγκες σε ασβέστιο κυμαίνονται από 800 έως 1200 mg ανάλογα το φύλο και την ηλικία. Αφενός μεν υψηλά ποσοστά απορρόφησης ασβεστίου παρατηρούνται σε παιδιά καθώς και σε γυναίκες στην περίοδο της εγκυμοσύνης και του θηλασμού. Αφετέρου χαμηλά ποσοστά παρατηρούνται σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες λόγω της ύπαρξης χαμηλών οιστρογόνων στο αίμα. (Παπανικολάου, 1997)

Εν συνέχεια παραθέτουμε έναν πίνακα περιεκτικότητας Ασβεστίου σε διάφορα τρόφιμα (Calcium, Ca) σε mg ανά 100 gr.

Φυτικής τροφής	
Αμύγδαλα	248
Σουσάμι	159
Ηλιάσπορος	114
Σπανάκι	99
Φιστίκια	92
Φασόλια	90
Βρώμη	54

Ζωικής τροφής	
Γάλα	117
Κοτόπουλο	26
Βοδινό	11

Σταφίδες	50
Μπρόκολο	47
Αλεύρι σιταριού ολικής αλέσεως	34
Καρότα	33
Κουνουπίδι	22
Φακές	19
Χυμός πορτοκάλι	11
Μπανάνα	5
Πατάτα	8
Ελαιόλαδο	1

Πηγή: USDA (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE)

Βιολογική δράση:λειτουργίες και μεταβολισμός

- ◆ Δομικός ρόλος: Το 99% του ασβεστίου βρίσκεται στα οστά και τα δόντια με τη μορφή υδροξυαπατίτη. Αυτή θεωρείται η σημαντικότερη λειτουργία του.
- ◆ Είναι απαραίτητο διότι ρυθμίζει την πήξη του αίματος μαζί με την βιταμίνη Κ (συγκεκριμένα βοηθάει στη σύνθεση του ινώδους μιας πρωτεΐνης που επιτρέπει τον σχηματισμό πύγματος στο αίμα).
- ◆ Ρυθμίζει την κανονική λειτουργία του νευρικού και του μυϊκού συστήματος.
- ◆ Είναι σημαντικό για την καλή λειτουργία της πέψης.
- ◆ Συμμετέχει στη ρύθμιση του μεταβολισμού. Αποτελεί συνένζυμο της καλμοδουλίνης, ενζύμου που ρυθμίζει τη δραστητικότητα μιας σειράς ενζύμων, μεταξύ των οποίων και της συνθάσης του γλυκογόνου.
- ◆ Ρυθμίζει τη λειτουργία της καρδιάς.
- ◆ Συντελεί στην αλληλοσυγκράτηση των κυττάρων του ασβεστίου.
- ◆ Θεωρείται απαραίτητο για την έκκριση ορισμένων ορμονών η παραγόντων που προκαλούν απελευθέρωση – έκκριση ορμονών. (Guthrie, 1983)

Μεταβολισμός

Απορρόφηση

Με τον όρο αυτό εννοούμε το ποσό του ασβεστίου που το γαστρεντερικό μας σύστημα απορροφά από τις τροφές και το παραδίδει στην κυκλοφορία του αίματος, που είναι απαραίτητο βήμα πριν το ασβέστιο φθάσει στα οστά.

Το ασβέστιο για να απορροφηθεί από το έντερο πρέπει να βρίσκεται σε διαλυτή και πιθανόν ιονισμένη μορφή Ca^{+2} . Η απορρόφηση του Ca γίνεται με δύο τρόπους: Αφενός μεν με ενεργητική μεταφορά του μέσα από τα

επιθηλιακά κύτταρα του εντερικού βλεννογόνου μέσω ειδικής πρωτεΐνης και αφετέρου με παθητική μεταφορά μέσα από τον χώρο μεταξύ των κυττάρων του βλεννογόνου.

Ο πρώτος μηχανισμός υπόκειται σε ορμονική ρύθμιση και εξαρτάται από τα επίπεδα ασβεστίου στο αίμα, ενώ ο δεύτερος μηχανισμός δεν υπόκειται σε ρύθμιση και εξαρτάται από τη συγκέντρωση του Ca στην τροφή.

Εν συνεχεία το ασβέστιο εναποθηκεύεται στα σπογγώδη οστά από τα οποία μετακινείται ανάλογα με τις ανάγκες του.

Απέκκριση

Η απέκκριση του ασβεστίου επιτυγχάνεται με τους ακόλουθους τρόπους:

1) Με τα κόπρανα: Αυτή θεωρείται η κύρια οδός απέκκρισης του ασβεστίου, αφενός μεν εκείνου που δεν απορροφήθηκε, αφετέρου του ενδογενούς ασβεστίου (125-180mg/ημέρα). Υπολογίζεται ότι το 70-80% του ασβεστίου της δίαιτας δεν απορροφάται και κάποια ποσότητά του αποβάλλεται και επομένως βρίσκεται στα κόπρανα.

2) Με τα ούρα: Με αυτά αποβάλλονται 100-200 mg/ημέρα. Η ποσότητα εξαρτάται από το μέγεθος του σώματος, την οξεοβασική ισορροπία και τις πρωτεΐνες της δίαιτας. Όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα των πρωτεϊνών στη διαίτα τόσο μεγαλύτερη είναι και η αποβολή του ασβεστίου με τα ούρα αν και ο φώσφορος φαίνεται να παίζει εξισορροπιστικό ρόλο.

3) Με τον ιδρώτα: Σε φυσιολογικά άτομα η απέκκριση αυτή είναι 15mg/ημέρα, αλλά σε άτομα που εργάζονται σκληρά, σε θερμά κλίματα, μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 100mg/ημέρα.

4) Απώλειες ασβεστίου κατά την Κύηση και τον Θηλασμό: Υπολογίζεται ότι περίπου 30gr. ασβεστίου εναποτίθενται στο έμβρυο από την μητέρα και κατά τον θηλασμό ποσότητα περίπου 250gr ασβεστίου την ημέρα απεκκρίνεται στο γάλα της θηλάζουσας μητέρας. (Παπανικολάου, 1997)

Εκτίμηση Επικινδυνότητας (έλλειψη ασβεστίου)

Ανεπαρκής πρόσληψη, δυσαπορρόφηση και υπερβολικές απώλειες ασβεστίου συμβάλουν σε μη επαρκή εναπόθεση αλάτων στα οστά. Η ραχίτιδα στα παιδιά εμφανίζεται όταν η εναπόθεση ασβεστίου ανά μονάδα οστικής μάζας είναι ανεπαρκής. Χαμηλά επίπεδα ελεύθερου Ca^{2+} στο αίμα

(υπασβεστιαμία) μπορεί να οδηγήσουν σε τετανία. Η τετανία εκδηλώνεται με διαλείπουσες μυϊκές συσπάσεις. Μυϊκός πόνος, μυϊκοί σπασμοί και παραισθήσεις (αιμωδίες ή μυρμηγκιάσματα στα χέρια και πόδια) είναι συχνά σημάδια τετανίας. Η ανεπάρκεια ασβεστίου στους ενήλικες μπορεί επίσης να οδηγήσει σε οστεοπόρωση.

Η οστεοπόρωση είναι μία νόσος κατά την οποία ελαττώνεται η οστική μάζα των οστών χωρίς να ελαττώνεται ο όγκος τους και γίνονται περισσότερο αραιά. Έτσι διατηρείται φυσιολογική μεν η σχέση οργανικής ουσίας προς ανόργανα συστατικά, αλλά στην πραγματικότητα ελαττώνεται και η οργανική ουσία και δευτεροπαθώς τα ανόργανα συστατικά.

Δεν είναι ακριβώς γνωστό τι προκαλεί την οστεοπόρωση. Είμαστε όμως σίγουροι ότι μπορούν να την προκαλέσουν πάρα πολλά αίτια. Μερικά από αυτά είναι τα εξής: 1) η προχωρημένη ηλικία, 2) η λευκή φυλή, 3) το γυναικείο φύλο, 4) η μικρόσωμη ή λευκή εμφάνιση, 5) πρόωρη εμμηνόπαυση, 6) οι διαταραχές του κύκλου, 7) η κατάχρηση καπνίσματος και οινοπνευματωδών, 8) το θετικό οικογενειακό ιστορικό, 9) η καθιστική ζωή και περιορισμένη φυσική άσκηση, 10) η έλλειψη βιταμίνης D, 11) η ανεπαρκής πρόσληψη ασβεστίου, 12) τα διάφορα φάρμακα. Εκτός όμως απ' όσα προαναφέρθηκαν, πάρα πολλές άλλες παθήσεις μπορούν επίσης να προκαλέσουν δευτεροπαθώς οστεοπόρωση. Έτσι ένα ευρύ φάσμα νοσημάτων (θυρεοειδοπάθειες, νεφροπάθειες, ρευματοπάθειες) μπορούν να προκαλέσουν οστεοπόρωση. Έχει λοιπόν τεράστια σημασία το να διευκρινίσει κανείς την αιτιολογία της οστεοπόρωσης ενός συγκεκριμένου ατόμου γιατί προφανώς τότε μόνο μπορεί να δοθεί η αντίστοιχη θεραπεία.

Ωστόσο έχουν περιγραφεί δύο τύποι οστεοπόρωσης:

- ◆ Τύπος I, που εμφανίζεται σε μετεμμηνόπαυσιακές γυναίκες μεταξύ 51-65 ετών και επηρεάζει κυρίως τους σπονδύλους και τον καρπό και
- ◆ Τύπος II, που εμφανίζεται σε άνδρες και γυναίκες άνω των 75 ετών και επηρεάζει τους σπονδύλους, τη λεκάνη, το ισχίο, την κνήμη και το βραχιόνιο οστό. Και οι δύο τύποι οστεοπόρωσης συμβάλλουν στην απώλεια οστικής μάζας σε άτομα ηλικίας 65 με 75 ετών.

Μεγάλο μέρος του πληθυσμού στις ΗΠΑ, κυρίως γυναίκες άνω των 12 ετών, δεν προσλαμβάνει τις συνιστώμενες ποσότητες ασβεστίου. Ανεπαρκής

πρόσληψη ασβεστίου σε ηλικίες αυξημένης εναπόθεσης αλάτων στα οστά αποτελεί στοιχείο ανησυχητικό, λαμβάνοντας υπόψη την υψηλή συχνότητα οστεοπόρωσης στις ηλικιωμένες γυναίκες και τη σημαντική συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ της παρούσης οστικής πυκνότητας και της πρόσληψης ασβεστίου κατά το παρελθόν. Πολλές μελέτες έχουν δείξει θετικές επιδράσεις από τη χορήγηση ασβεστίου στην απώλεια οστικής μάζας λόγω ηλικίας. Επιπλέον, η χρήση συμπληρωμάτων ασβεστίου σε συνδυασμό με καλσιπονίνη ή οιστρογόνα είναι περισσότερο αποτελεσματική στην αύξηση της οστικής μάζας από ό,τι όταν γίνεται χρήση μόνο καλσιτονίνης ή μόνο οιστρογόνων. Άλλοι πληθυσμοί με αυξημένες ανάγκες σε ασβέστιο είναι άτομα που καταναλώνουν δίαιτες με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες ή φυτικές ίνες, άτομα με διαταραχές δυσαπορρόφησης λίπους, με μειωμένο χρόνο γαστρεντερικής διέλευσης, με μακροχρόνια λήψη διουρητικών θειαζιδης (αυξάνουν την απέκκριση ασβεστίου στα ούρα) ή άτομα σε κατάκλιση (προάγεται η απώλεια ασβεστίου από τα οστά).

Ανεπαρκής (μακροχρόνια) πρόσληψη ασβεστίου συσχετίζεται επίσης με την ανάπτυξη υπέρτασης και καρκίνου του παχέος εντέρου. Υπάρχει αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ ασβεστίου και αρτηριακής πίεσης. Η λήψη συμπληρωμάτων ασβεστίου έχει βρεθεί να μειώνει την αρτηριακή πίεση σε ορισμένα υπερτασικά άτομα που προηγουμένως κατανάλωναν δίαιτα ανεπαρκή σε ασβέστιο. Ο καρκίνος του παχέος εντέρου έχει επίσης συσχετισθεί με δίαιτες ανεπαρκείς σε ασβέστιο. Επαρκείς προσλήψεις ασβεστίου (>800mg/ημέρα) θεωρούνται προστατευτικές για τη νόσο αυτή, αν και δεν υπάρχουν επαρκή επιστημονικά στοιχεία που να αποδεικνύουν κάτι τέτοιο. Μια προτεινόμενη θεωρία για την προστατευτική δράση του ασβεστίου είναι ότι δεσμεύει χολικά οξέα και ελεύθερα λιπαρά οξέα που προάγουν τον καρκίνο με το να ευνοούν τον υπερ-πολλαπλασιασμό των κυττάρων του παχέος εντέρου. (Groff & Gropper, 1995 και Δημόπουλος & Ανδρικόπουλος, 1996)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα ασβεστίου)

Οι υπερβολικά υψηλές προσλήψεις ασβεστίου μπορούν να έχουν δυσμενή αποτελέσματα. Οι δυσμενείς καταστάσεις που συνδέονται με τις προσλήψεις ασβεστίου είναι η υπερ-ασβεστίωση (ανυψωμένα επίπεδα ασβεστίου στο αίμα, εξασθενημένη λειτουργία νεφρών και η μείωση της

απορρόφησης άλλων μεταλλικών στοιχείων. Η υπερ-ασβεσίωση μπορεί να προκύψει από την υπερβολική πρόσληψη της βιταμίνης D, όπως από την κατάχρηση συμπληρωμάτων σε επίπεδα 50.000 Iu. Εντούτοις η υπερ-ασβεσίωση από τη διατροφή και τα συμπληρώματα είναι πολύ σπάνια. Περισσότερες περιπτώσεις υπερ-ασβεσίωσης εμφανίζονται ως αποτέλεσμα του καρκίνου – ειδικά σε προχωρημένα στάδια.

Επιπροσθέτως μια άλλη ανησυχία με τις υψηλές προσλήψεις ασβεστίου είναι η πιθανότητα το ασβέστιο να αναχαιτίσει την απορρόφηση άλλων σημαντικών μεταλλικών στοιχείων (σίδηρος, ψευδάργυρος, μαγνήσιο, φώσφορος) καθώς μπορεί να δημιουργηθούν αποτιτανώσεις (εναποθέσεις ασβεστίου στους ιστούς). (Ursel, 2001)

Αλληλεπιδράσεις

Όσον αφορά τις αλληλεπιδράσεις του ασβεστίου με διάφορα φάρμακα και θρεπτικά συστατικά είναι οι εξής:

- ◆ *Αλκοόλ*: υπερβολική πρόσληψη αλκοόλ, μπορεί να μειώσει την απορρόφηση του ασβεστίου.
- ◆ *Αντιόξινα που περιέχουν αργίλιο*: μπορεί να μειώσουν την απορρόφηση του ασβεστίου.
- ◆ *Αντισπασμωδικά*: μπορεί να μειώσουν τα επίπεδα ασβεστίου του ορού.
- ◆ *Διφωσφονικά*: Το ασβέστιο μπορεί να μειώσει την απορρόφηση της ετιδρονάτης (πρέπει να δίνεται με 2 ώρες διαφορά).
- ◆ *Καρδιακές γλυκοσίδες*: ταυτόχρονη θεραπεία με παρεντερικά συμπληρώματα ασβεστίου μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο για καρδιακές αρρυθμίες (συνιστάται ηλεκτροκαρδιογραφική παρακολούθηση).
- ◆ *Κορτικοστεροειδή*: μπορεί να μειώσουν τα επίπεδα του ασβεστίου στον ορό.
- ◆ *Καθαρτικά*: Παρατεταμένη χρήση μπορεί να μειώσει την απορρόφηση ασβεστίου.
- ◆ *Διουρητικά της αγκύλης*: Αυξημένη έκκριση ασβεστίου.
- ◆ *Κινολόνες*: Το ασβέστιο μπορεί να μειώσει την απορρόφηση τους, πρέπει να χορηγούνται με 2 ώρες διαφορά.

- ◆ *Ταμοξικίνη*: Τα συμπληρώματα ασβεστίου μπορεί να αυξήσουν τον κίνδυνο υπερασβεστιαϊσμού, που αποτελεί μια σπάνια ανεπιθύμητη ενέργεια της χορήγησης του φαρμάκου. Πρέπει να αποφεύγονται τα συμπληρώματα ασβεστίου.
- ◆ *Τετρακυκλίνες*: Το ασβέστιο μπορεί να μειώσει την απορρόφηση τετρακυκλινών. Πρέπει να χορηγούνται με 2 ώρες διαφορά.
- ◆ *Θειοζιδικά διουρητικά*: Μπορεί να μειώσουν την έκκριση ασβεστίου.

Επιπλέον το ασβέστιο αλληλεπιδρά και με διάφορα θρεπτικά συστατικά όχι μόνο στην απορροφητική επιφάνεια του εντεροκυττάρου, αλλά και μέσα στο σώμα.

Ο *φώσφορος* είναι ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον στοιχείο γιατί, αν και από τη μία μεριά προκαλεί απώλεια ασβεστίου με το να αυξάνει την έκκρισή του στο έντερο, από την άλλη μεριά συντηρεί το ασβέστιο με το να μειώνει την απώλειά του στα ούρα. Όπως συμβαίνει και με το φώσφορο, αυξημένη πρόσληψη καλίου μειώνει την απώλεια ασβεστίου στα ούρα. Το μαγνήσιο, επειδή είναι απαραίτητο για την έκκριση της PTH (parathyroid hormone) επηρεάζει επίσης έμμεσα το μεταβολισμό του ασβεστίου.

Κάποια θρεπτικά συστατικά αλληλεπιδρούν με το ασβέστιο και προάγουν την απώλειά του από το σώμα. Οι διαιτητικές πρωτεΐνες επηρεάζουν άμεσα την απορρόφηση του ασβεστίου (την αυξάνουν), όπως επίσης και τις απώλειές του. Διπλασιασμός της πρόσληψης πρωτεϊνών χωρίς μεταβολή στην πρόσληψη άλλων θρεπτικών συστατικών προκαλεί αύξηση μέχρι και 50% του ασβεστίου στα ούρα. Σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ πρόσληψης πρωτεϊνών και απέκκρισης ασβεστίου στα ούρα έχει βρεθεί σε ενήλικες ηλικίας 20-79 ετών. Θειικά που παράγονται από το μεταβολισμό αμινοξέων που περιέχουν θείο μπορεί να συνδεθούν με το ασβέστιο και να αυξήσουν την απέκκρισή του στα ούρα. Επίσης, επειδή πολλά πρωτεϊνούχα τρόφιμα περιέχουν φώσφορο, η κατανάλωση τροφίμων που περιέχουν και τα δύο αυτά θρεπτικά συστατικά τείνει να ελαχιστοποιήσει τις αρνητικές επιδράσεις στο ισοζύγιο ασβεστίου. Όταν τα συμπληρώματα βορίου (3mg) δόθηκαν με συμπληρώματα μαγνησίου (200mg), αυξήθηκαν οι απώλειες ασβεστίου στα ούρα. Αλληλεπιδράσεις μεταξύ νατρίου και ασβεστίου έχουν επίσης επισημανθεί. Μια σχετικά μεγάλη δόση νατρίου (100 mmol ή

2,3g/ημέρα) αυξάνει την απώλεια ασβεστίου στα ούρα κατά 1mmol ή 40 mg/ημέρα. Η απέκκριση νατρίου στα ούρα έχει συσχετιστεί αρνητικά με μεταβολές στην οστική πυκνότητα του ισχίου σε μεταεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Η μείωση της πρόσληψης νατρίου στο μισό έχει βρεθεί να είναι ισοδύναμη με αύξηση της διαιτητικής πρόσληψης ασβεστίου κατά 891mg. Η καφεΐνη (300-400mg) όχι μόνο αυξάνει το ασβέστιο στα ούρα (0,25mmol ή 10mg/ημέρα) μειώνοντας την νεφρική επαναρρόφηση, αλλά επιπλέον προκαλεί αυξημένη έκκριση ασβεστίου στο έντερο, οδηγώντας σε αυξημένες απώλειες με τα κόπρανα. Τόσο η πρόσληψη καφεΐνης, όσο και το αλκοόλ έχουν συσχετισθεί θετικά με τον κίνδυνο καταγμάτων σε μεσήλικες γυναίκες.

Το ασβέστιο, είτε σε μορφή διαιτητικών συμπληρωμάτων (προσδίδοντας 600mg ασβεστίου σε διάφορες μορφές, όπως κιτρικό ασβέστιο), είτε σε τρόφιμα, φαίνεται να μειώνει την απορρόφηση του αιμικού και μη αιμικού σιδήρου κατά 49% με 62%. Το ασβέστιο πιστεύεται ότι επιδρά στην ενδοκυτταρική μεταφορά του σιδήρου στο εντερακύτταρο και όχι στην ψηκτροειδή επιφάνεια. Αυτή η σχέση έχει τεκμηριωθεί σε πολλές μελέτες και λαμβάνει χώρα κυρίως όταν το ασβέστιο και ο σίδηρος προσλαμβάνονται ταυτόχρονα στην τροφή.

Η απορρόφηση του μολύβδου σχετίζεται αντίστροφα με τη διαιτητική πρόσληψη ασβεστίου. Επίσης, χαμηλή διαιτητική πρόσληψη ασβεστίου σχετίζεται με συσσώρευση μολύβδου στο αίμα και σε όργανα του σώματος.

Το ασβέστιο επιδρά επιπλέον στην απορρόφηση των λιπαρών οξέων και έτσι μπορεί να επηρεάσει τη συγκέντρωση λιποειδών του ορού και το προφίλ των λιπαρών οξέων της χολής. Το ασβέστιο μπορεί να παρεμποδίσει την επαναπορρόφηση χολικών οξέων στον ειλεό, κάνοντας έτσι απαραίτητη τη χρήση των λιπαρών οξέων των λιποπρωτεϊνών για τη σύνθεση επιπλέον χολής. Το ασβέστιο μπορεί επίσης να συνδεθεί άμεσα με λιπαρά οξέα στο λεπτό έντερο, σχηματίζοντας αδιάλυτους «σάπωνες», οι οποίοι απεκκρίνονται με τα κόπρανα. Η πρόσληψη ανθρακικού ασβεστίου (προσδίδοντας 1200-1300mg ασβεστίου) έχει επιφέρει σημαντικές μειώσεις της ολικής και της LDL (low density lipoproteins) χοληστερόλης και σημαντικές αυξήσεις της HDL (high density lipoproteins) χοληστερόλης. Τέτοιες μεταβολές μπορεί να μειώσουν τον κίνδυνο για ανάπτυξη καρδιοπαθειών. Συμπληρώματα ασβεστίου 2000 ή 3000 mg ημερησίως μείωσαν τις συγκεντρώσεις

χηνοδεοξυχολικού στη χολή και το λόγο λιθοχολικού: δεοξυχολικού στα κόπρανα. Τέτοιες αλλαγές ευνοούν το εντερικό περιβάλλον και μπορεί να βοηθήσουν στην πρόληψη του καρκίνου του παχέος εντέρου. (Groff & Gropper, 1995 and Ottaway, 1993)

4.2.2. ΜΑΓΝΗΣΙΟ (Mg)

Το μαγνήσιο είναι το τέταρτο πιο άφθονο στοιχείο που ανευρίσκεται στον οργανισμό. Είναι ένα θετικό ιόν και συνδέεται με το ασβέστιο και το φώσφορο. Η συνολική ποσότητα μαγνησίου που συναντάται στον οργανισμό είναι πολύ περιορισμένη: μόλις 20-30g φωσφόρου περιέχονται στους ιστούς ενός ενήλικα, το 60% του οποίου βρίσκεται στα οστά. Ενδοκυτταρικά το μαγνήσιο είναι το δεύτερο σε περιεκτικότητα μέταλλο, μετά το κάλιο. (Williams, 2003)

Πηγές πρόσληψης

Το μαγνήσιο αποτελεί μέρος του μορίου της χλωροφύλλης και για το λόγο αυτό όλα τα πράσινα λαχανικά θεωρούνται καλές πηγές του. Οι ξηροί καρποί, τα δημητριακά, τα όσπρια, τα θαλασσινά, τα σύκα, ο καφές, το τσάι είναι επίσης τρόφιμα που παρέχουν σημαντικές ποσότητες μαγνησίου. Άλλες καλές πηγές μαγνησίου είναι, η σοκολάτα, το καλαμπόκι και τα καρότα. Ωστόσο θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν ότι η επεξεργασία των τροφίμων μπορεί να μειώσει κατά πολύ την περιεκτικότητά τους σε μαγνήσιο. (Mahan et. al., 2002)



Οι ημερήσιες απαιτήσεις για τον ενήλικο είναι 5mg/kg βάρους και για τους εφήβους 8-10mg/kg και για μικρότερες ηλικίες αναπτυσσομένων 12mg/kg βάρους. Στις περιπτώσεις εγκυμοσύνης και θηλασμού οι απαιτήσεις αυξάνονται κατά 15 και 25%, αντίστοιχα. Καθοδηγητικά, για τον ενήλικο άνδρα

η πρόσληψη 400mg/ημέρα και για τη γυναίκα 300mg/ημέρα είναι επαρκής.
(Ζερφυρίδης, 1995)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Το σώμα αποθηκεύει περίπου 50-60% του μαγνησίου στο σκελετικό σύστημα, το οποίο μπορεί να χρησιμεύσει ως απόθεμα σε περιόδους διαιτητικής ανεπάρκειας. Οι Sojka και Weaver αναφέρουν ότι το μαγνήσιο επηρεάζει το μεταβολισμό των οστών και βοηθά στο να μην είναι εύθραυστα. Ένα μικρό ποσοστό ανευρίσκεται στον ορό και το υπόλοιπο βρίσκεται στα μαλακά μόρια, όπως οι μύες, όπου και αποτελεί συστατικό στοιχείο περισσότερων από 300 ενζύμων. Κατ' αυτόν τον τρόπο το μαγνήσιο παίζει βασικό ρόλο σε ποικιλία φυσιολογικών διεργασιών, πολλές από τις οποίες είναι σημαντικές στο ενεργό σωματικά άτομο, περιλαμβάνοντας νευρομυικές, καρδιαγγειακές και ορμονικές λειτουργίες. Για παράδειγμα, ως μέρος της ΑΤΡασης βοηθάει στη μυϊκή σύσπαση και σε όλες τις λειτουργίες του οργανισμού που χρησιμοποιούν το ATP (adenosine triphosphate) ως πηγή ενέργειας. (Williams, 2003)

Άλλες σημαντικές λειτουργίες – αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχει το μαγνήσιο είναι:

- ◆ Γλυκόλυση: μέσω των ενζύμων εξοκινάση και φωσφοφρουκτοκινάση.
- ◆ Κύκλος του Krebs: οξειδωτική αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού (σύμπλεγμα πυροσταφυλικής αφυδρογονάσης).
- ◆ Σχηματισμός φωσφοκρεατίνης (κρεατινική κινάση).
- ◆ β-οξειδωση: έναρξη με τη θειοκινάση (συνθετάση του άκυλο-CoA).
- ◆ Δραστηκότητα της αλκαλικής φωσφατάσης.
- ◆ Σύνθεση των νουκλεϊκών οξέων.
- ◆ Σύνθεση και αποικοδόμηση του DNA (deoxyribonucleic acid) αλλά και της φυσικής ακεραιότητας της έλικας του DNA.
- ◆ Μεταγραφή του DNA.
- ◆ Ενεργοποίηση των αμινοξέων.
- ◆ Πρωτεϊνοσύνθεση και στη σύνθεση άλλων μορίων όπως το 2,3 – DPG (2,3-Diphosphoglycerate) το οποίο μπορεί να είναι βασικό για τον βέλτιστο μεταβολισμό του οξυγόνου.

- ◆ Σύσπαση του καρδιακού και σκελετικού μυός.
- ◆ Πήξη του αίματος (αντίθετη – ανασταλτική δράση από αυτή του ασβεστίου).
- ◆ Σχηματισμός του CAMP (cyclic AMP) από την αδενυλική κυκλάση. (Βρίony, 2001)

Μεταβολισμός: Η απορρόφηση του μαγνησίου γίνεται καθ' όλο το μήκος του λεπτού εντέρου, κυρίως στο δωδεκαδάκτυλο και στο ειλεό. Δύο είναι οι πιθανοί μηχανισμοί της απορρόφησης του μαγνησίου στον εντερικό σωλήνα:

- ◆ Ο πρώτος γίνεται μέσω φορέα και υφίσταται κορεσμό ακόμη και σε χαμηλά επίπεδα πρόσληψης μαγνησίου.
- ◆ Ο δεύτερος μηχανισμός απορρόφησης περιλαμβάνει απλή διάχυση και θεωρείται ότι λαμβάνει χώρα σε υψηλότερες προσλήψεις μαγνησίου.

Επίσης, το παχύ έντερο πιθανά να συμμετέχει στην απορρόφηση του μαγνησίου, κυρίως όταν κάποια νόσος εμποδίζει την ομαλή απορρόφηση στο λεπτό έντερο.

Στους ενήλικες με φυσιολογικά επίπεδα διαιτητικής πρόσληψης, απορροφάται το 30% με 65% του μαγνησίου. Η απορρόφηση είναι πιο αποδοτική, όταν η κατάσταση μαγνησίου στο σώμα είναι χαμηλή ή οριακή και όταν η πρόσληψη μαγνησίου είναι χαμηλή. Για παράδειγμα, 65% του μαγνησίου απορροφάται με πρόσληψη 36 mg έναντι απορρόφησης μόλις 11% με πρόσληψη 973mg.

Απέκκριση

Το μαγνήσιο που απορροφάται αλλά δεν κατακρατείται από το σώμα χάνεται κυρίως μέσω των νεφρών. Από το μαγνήσιο του ορού, περίπου 70% με 80% διηθείται από τους νεφρούς, ωστόσο το 95% με 97% αυτού επαναρροφάται. Επομένως, μόνο το 3% με 5% από το μαγνήσιο που διηθείται αποβάλλεται τελικά με τα ούρα. Σε μειωμένη πρόσληψη διαιτητικού μαγνησίου, οι νεφροί επαναρροφούν και διατηρούν το μαγνήσιο πολύ αποδοτικά. Αυξήσεις της συγκέντρωσης μαγνησίου στον ορό οδηγούν σε αύξηση της διήθησης και απέκκρισης (περίπου το 40%-80% του διηθούμενου όγκου απεκκρίνεται).

Γενικά, η συγκέντρωση του μαγνησίου στο πλάσμα ρυθμίζει, τουλάχιστον εν μέρει, τη νεφρική επαναρρόφησή του.

Θεραπευτικές αγωγές με διουρητικά, οι θηρεοειδικές ορμόνες και η αλδοστερόνη και η κατανάλωση καφεΐνης αυξάνουν την απέκκριση μαγνησίου. Αντίθετα, η PTH την αναστέλλει.

Οι συγκεντρώσεις μαγνησίου στα κόπρανα αντικατοπτρίζουν το μαγνήσιο που δεν απορροφήθηκε και μια μικρή ποσότητα ενδογενούς μαγνησίου που διέφυγε της επαναρρόφησης. Περίπου 25-50mg ενδογενούς μαγνησίου μπορούν να απεκκριθούν ημερησίως με τα κόπρανα. (Groff & Gropper, 1995)

Εκτίμηση Επικινδυνότητας (έλλειψη μαγνησίου)

Συμπτώματα έλλειψης μαγνησίου έχουν παρατηρηθεί μόνο σε παθολογικές καταστάσεις και κυρίως σε άτομα που πάσχουν από νεφρική ανεπάρκεια ή αλκοολισμό.

Έλλειψη λόγω μειωμένης διαιτητικής πρόσληψης δεν έχει αναφερθεί. Ο νεφρός είναι το όργανο που ρυθμίζει τα επίπεδα μαγνησίου στο αίμα. Επειδή στο σκελετό υπάρχουν αποθέματα του μετάλλου, η έλλειψη μαγνησίου αναπτύσσεται προοδευτικά. Η προχωρημένη έλλειψη του μετάλλου συνοδεύεται από σπασμούς, μυϊκή αδυναμία, κόπωση, ανορεξία, παραισθήσεις ταχυκαρδία, ναυτία ακόμα υπάρχει ενδεχόμενο να οδηγήσει ακόμα και σε θάνατο αν δεν αντιμετωπισθεί εγκαίρως. Σε υγιή άτομα έλλειψη μαγνησίου συναντάται σε πολύ σπάνιες περιπτώσεις. (Mahan et. al., 2002)

Εκτίμηση Επικινδυνότητας (τοξικότητα μαγνησίου)

Υπερβολική πρόσληψη δεν παρουσιάζεται παρά μόνο με φάρμακα όπου περιέχεται, όπως τα αντιόξινα αλλά αποβάλλεται εύκολα από τα νεφρά και δεν παρατηρείται τοξικότητα. Σύμφωνα με έρευνες οι οποίες πραγματοποιήθηκαν αναφέρουν μερικά έκδηλα συμπτώματα που είναι τα εξής: ξηροστομία, νευρικότητα καθώς και ναυτία. (Ζερφυρίδης, 1995)

Αλληλεπιδράσεις

Το μαγνήσιο αλληλεπιδρά με ένα πλήθος θρεπτικών συστατικών. Το πρώτο που θα συζητηθεί είναι το ασβέστιο. Το μαγνήσιο απαιτείται για την

έκκριση της PTH (parathyroid hormone), η οποία είναι σημαντική για την ομοιόσταση του ασβεστίου. Όπως και το ασβέστιο, υψηλές συγκεντρώσεις μαγνησίου φαίνεται να αναστέλλουν την έκκριση της PTH. Επίσης, το μαγνήσιο είναι απαραίτητο για τις δράσεις της PTH στα οστά, τους νεφρούς και το γαστρεντερικό σωλήνα. Η υδροξυλίωση της βιταμίνης D στο ήπαρ απαιτεί μαγνήσιο, ενώ υψηλά επίπεδα μαγνησίου, όπως και ασβεστίου, αναστέλλουν την έκκριση της PTH. Το μαγνήσιο και το ασβέστιο χρησιμοποιούν κοινά συστήματα μεταφοράς στους νεφρούς και έτσι ανταγωνίζονται σε κάποιο βαθμό κατά την επαναρρόφηση. Το μαγνήσιο μπορεί να μιμηθεί το ασβέστιο και να προσδεθεί σε σημεία σύνδεσης του ασβεστίου, προκαλώντας την ανάλογη φυσιολογική απόκριση. Το μαγνήσιο μπορεί επίσης να προκαλέσει μεταβολή στην κατανομή του ασβεστίου μεταβάλλοντας τη ροή του ασβεστίου διαμέσου της κυτταρικής μεμβράνης ή εκτοπίζοντας το ασβέστιο από ενδοκυτταρικά σημεία πρόσδεσης. Το μαγνήσιο μπορεί επιπλέον να αναστείλει την απελευθέρωση ασβεστίου από το σαρκοπλασματικό δίκτυο σε απόκριση στην αυξημένη εισροή από τον εξωκυττάριο χώρο και μπορεί να ενεργοποιήσει την αντλία Ca^{2+} -ATPάση που οδηγεί σε μείωση της ενδοκυττάριας συγκέντρωσης Ca^{2+} . Ο λόγος ασβεστίου προς μαγνήσιο φαίνεται να επηρεάζει τη μυϊκή συστολή. Το μαγνήσιο μπορεί να ανταγωνίζεται με το ασβέστιο για μη εξειδικευμένα σημεία σύνδεσης στην τροπονίνη C και μυοσίνη. Το μαγνήσιο επιδρά και στους λείους μύες. Για παράδειγμα, η πρόσδεση του ασβεστίου πυροδοτεί την απελευθέρωση της ακετυλοχολίνης και τη συστολή του λείου μυός. Η πρόσδεση του μαγνησίου στα σημεία σύνδεσης του ασβεστίου αποτρέπει την πρόσδεση του ασβεστίου και τη συστολή. Αυτή η αλληλεπίδραση μαγνησίου – ασβεστίου έχει επιπτώσεις σε άτομα με αναπνευστική νόσο, διότι αυξημένα ενδοκυτταρικά επίπεδα ασβεστίου προκαλούν συστολή των λείων μυών των βρόγχων. Το μαγνήσιο μπορεί επίσης να επηρεάσει την πήξη του αίματος. Στην πήξη του αίματος, το ασβέστιο και το μαγνήσιο δραουν ανταγωνιστικά, με το πρώτο να την επάγει ενώ το δεύτερο να την αναστέλλει.

Το μαγνήσιο αναστέλλει την απορρόφηση του φωσφόρου. Η απορρόφηση του φωσφόρου μειώνεται, όσο η πρόσληψη μαγνησίου αυξάνεται. Πιστεύεται ότι σχηματίζεται $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, το οποίο κατακρημνίζεται.

Το οξικό μαγνήσιο (600mg) πιστεύεται ότι είναι ικανό να μειώσει την απορρόφηση του φωσφόρου από περίπου 77% μέχρι 34%.

Στενή αλληλεπίδραση υπάρχει μεταξύ του μαγνησίου και του καλίου. Το μαγνήσιο επηρεάζει την ισορροπία μεταξύ του ενδοκυττάριου και εξωκυττάριου καλίου, με μηχανισμό ο οποίος δεν είναι απόλυτα γνωστός. Μια θεωρία υποστηρίζει ότι επειδή το μαγνήσιο είναι απαραίτητο για τη λειτουργία της Na^+/K^+ -ATPάσης, έλλειψη μαγνησίου οδηγεί σε διαταραχή στην άντληση του νατρίου έξω από το κύτταρο και την άντληση καλίου στο εσωτερικό του κυττάρου. Όταν η έλλειψη μαγνησίου και καλίου συνυπάρχουν, όπως μπορεί να συμβεί κατά τη χορήγηση διουρητικών, έγχυση μαγνησίου αλλά όχι καλίου, μπορεί να αποκαταστήσει το κάλιο στους μύες.

Τέλος, οι διαιτητικές πρωτεΐνες επιδρούν στην κατακράτηση του μαγνησίου. Η αύξηση των διαιτητικών πρωτεϊνών σε οριακά επαρκή επίπεδα σε άτομα που προηγούμενα λάμβαναν δίαιτες με χαμηλή περιεκτικότητα σε μαγνήσιο και πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες βελτίωσε την κατακράτηση του μαγνησίου. Με την περαιτέρω ωστόσο αύξηση της πρόσληψης πρωτεϊνών, η κατακράτηση μαγνησίου μειώθηκε. (Groff & Gropper, 1995)

4.2.3. Φώσφορος (P)

Ο φώσφορος είναι το δεύτερο σε περιεκτικότητα μεταλλικό στοιχείο του οργανισμού το οποίο είναι στενά συνδεδεμένο με το ασβέστιο, σε σημείο που η ανεπάρκεια του ενός δημιουργεί πρόβλημα και στη χρησιμοποίηση του άλλου.

Πηγές πρόσληψης

Πηγές φωσφόρου (P) αποτελούν οι τροφές που είναι πλούσιες σε πρωτεΐνες. Τα ψάρια, το κρέας, τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα δημητριακά ολικής αλέσεως παρέχουν σημαντικές ποσότητες φωσφόρου. Επίσης P

περιέχεται στα πρόσθετα των τροφίμων με τη μορφή φωσφορικών αλάτων ή φωσφορικού οξέος (αναψυκτικά).

Οι συνιστώμενη διαιτητική πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA) του φωσφόρου για τους εφήβους και νεαρούς ενήλικες 12-19 ετών είναι 1.250mg ημερησίως και για τα άτομα 19 ετών και άνω 700mg/ημ. (Sauberlich, 1999)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Το φωσφορικό είναι εξαιρετικής σημασίας για την ανάπτυξη του σκελετικού ιστού. Το 85% των συνολικών αποθεμάτων φωσφορικού βρίσκεται στα οστά. Εκεί, ο φώσφορος είναι συστατικό του φωσφορικού ασβεστίου, όπως για παράδειγμα $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ και του υδροξυπαπατίτη ($\text{Ca}_{10}[\text{PO}_4]_6 [\text{OH}]_2$) που εναποτίθεται στο κολλαγόνο στην διαδικασία οστεοποίησης κατά το σχηματισμό του οστού.

Η παραθυρεοειδής ορμόνη (PTH) και η καλσιτριόλη επηρεάζουν το μεταβολισμό του φωσφόρου με παρόμοιο τρόπο με αυτόν που ρυθμίζουν και το μεταβολισμό του ασβεστίου με λίγες εξαιρέσεις. Η PTH ενεργοποιεί την απορρόφηση φωσφορικών από τα οστά, όπως και το ασβέστιο. Σε αντίθεση όμως με το ασβέστιο, η PTH ενεργοποιεί την απέκκριση φωσφόρου στα ούρα. Αυτή η αύξηση της απέκκρισης στα ούρα είναι συνήθως μεγαλύτερη από ό,τι η είσοδος φωσφορικών στο αίμα από την απορρόφηση αλάτων των οστών, με αποτέλεσμα να μειώνεται συνολικά η συγκέντρωση φωσφορικού στο αίμα.

Η καλσιτριόλη, σε συνδυασμό με την PTH, επίσης αυξάνει την απορρόφηση φωσφορικού από τα οστά. Η καλσιτριόλη επηρεάζει το έντερο, καθώς αυξάνει την απορρόφηση φωσφορικών, πιθανά μέσω αύξησης της ενεργότητας της αλκαλικής φωσφατάσης.

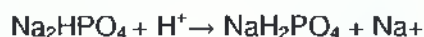
Ο φώσφορος που δεν αποτελεί συστατικό των οστών βρίσκεται σε εξωκυτάρια υγρά, όπως το αίμα, ή σε μαλακούς ιστούς. Ενδοκυτταρικά, ο φώσφορος αποτελεί σημαντικό ανιόν και εμπλέκεται σε ένα πλήθος διαδικασιών. Ο φώσφορος είναι ζωτικής σημασίας για το διάμεσο μεταβολισμό, συμμετέχοντας στο μεταβολικό δυναμικό με τη μορφή φωσφορικών δεσμών υψηλής ενέργειας, όπως το ATP (adenosine triphosphate), και με τη φωσφορυλίωση των ενεργειακών υποστρωμάτων. Η ενεργότητα πολλών ενζύμων ρυθμίζεται με εναλλασσόμενη φωσφορυλίωση ή

αποφωσφορυλίωση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα ένζυμα που συμμετέχουν στη διάσπαση του γλυκογόνου.

Το φωσφορικό είναι σημαντικό συστατικό των νουκλεϊκών οξέων DNA και RNA. Ο φώσφορος εναλλάσσεται με πεντόζες για το σχηματισμό του γραμμικού σκελετού αυτών των μακρομορίων.

Οι κυτταρικές μεμβράνες αποτελούνται κατά ένα μέρος από λιποειδή, συμπεριλαμβανομένων και φωσφολιποειδών, που όμως υποδηλώνει το όνομά τους περιέχουν φώσφορο. Τα φωσφολιποειδή με το πολικό και μη πολικό τμήμα τους είναι σημαντικά για τη διαμόρφωση της διπλής λιποειδικής στιβάδας των κυτταρικών μεμβρανών.

Επιπλέον, το φωσφορικό συμμετέχει στην οξεοβασική ισορροπία. Ενδοκυτταρικά, το φωσφορικό είναι το κυριότερο ρυθμιστικό σύστημα. Στους νεφρούς, το διηθούμενο φωσφορικό αντιδρά με ιόντα υδρογόνου, ελευθερώνοντας ιόντα νατρίου. Αυτή η δράση αυξάνει το pH. Τα ιόντα νατρίου που ελευθερώνονται μπορούν να επαναρροφηθούν από τα νεφρικά σωληνάρια με την επίδραση της αλδοστερόνης.



Το φωσφορικό εμπλέκεται επίσης στη μεταφορά οξυγόνου. Στα ερυθρά αιμοσφαίρια, η σύνθεση του 2,3 διφωσφογλυκερικού οξέως απαιτεί φώσφορο. Μειωμένο 2,3 διφωσφογλυκερικό μειώνει την απελευθέρωση οξυγόνου στους ιστούς. (UrseI, 2001)

Μεταβολισμός

Πέψη

Ανεξάρτητα από τη διαιτητική του μορφή ο φώσφορος απορροφάται κυρίως στην ανόργανή του μορφή. Ο φώσφορος που είναι συνδεδεμένος με οργανικά μόρια υφίσταται ενζυμική υδρόλυση στον αυλό του λεπτού εντέρου και απελευθερώνεται ως ανόργανο φωσφορικό (P_i). Η φωσφολίπωση C, για παράδειγμα, υδρολύει φωσφορικά από τα φωσφολιποειδή. Η αλκαλική φωσφατάση, ένα ψευδάργυρο – εξαρτώμενο ένζυμο, του οποίου η δραστηριότητα ενεργοποιείται από την καλσιπριόλη, δρα στην ψυκτροειδή παρυφή του εντεροκυτάρου και ελευθερώνει δεσμευμένο φώσφορο. Η αλκαλική φωσφατάση ωστόσο δεν μπορεί να ελευθερώσει όλον το δεσμευμένο φώσφορο.

Απορρόφηση

Η απορρόφηση του φωσφόρου γίνεται καθ' όλο το μήκος του λεπτού εντέρου. Μελέτες ωστόσο με ραδιενεργό φώσφορο δείχνουν ότι η απορρόφηση του φωσφόρου γίνεται κυρίως στο δωδεκαδάκτυλο και τη νήστιδα. Σε φυσιολογικά επίπεδα διαιτητικής πρόσληψης, απορροφάται το 50% με 70% του φωσφόρου, ενώ το ποσοστό αυτό αυξάνεται στο 90%, όταν η πρόσληψη είναι χαμηλή. Οι μηχανισμοί απορρόφησης του φωσφόρου δεν έχουν ακόμη διασαφηνιστεί. Η απορρόφηση του φαίνεται να επιτελείται μέσω κάποιας από τις παρακάτω δύο διαδικασίες:

- ♦ μέσω ενός κορεστού ενεργητικού συστήματος μεταφοράς, το οποίο περιλαμβάνει κάποιο φορέα και εξαρτάται από το νάτριο ή
- ♦ με διάχυση, η οποία εξαρτάται γραμμικά από τη συγκέντρωση.

Παράγοντες που Επηρεάζουν την Απορρόφηση

Η βιταμίνη D ως καλσιτριόλη ενεργοποιεί την απορρόφηση του φωσφόρου, ιδίως στο δωδεκαδάκτυλο και τη νήστιδα, και κυρίως σε συνθήκες χαμηλής πρόσληψης φωσφόρου. Η παραθυρεοειδής ορμόνη δε φαίνεται να έχει κάποιο άμεσο ρόλο.

Ένα πλήθος παραγόντων επηρεάζουν αρνητικά τη βιοδιαθεσιμότητα του φωσφόρου. Το φυτικό οξύ αποτελεί την κύρια μορφή φωσφορικών στα δημητριακά. Η χαμηλή βιοδιαθεσιμότητα του φωσφόρου από τα φυτικά οφείλεται στην απουσία της φυτάσης στα θηλαστικά. Η φύταση είναι μια φωσφορική εστεράση που αποδεσμεύει φωσφορικό από το φυτικό οξύ. Οι ζυμομύκητες στο ψωμί έχουν φυτάση και μπορούν να υδρολύσουν τα φυτικά αποδεσμεύοντας φώσφορο και καθιστώντας τον διαθέσιμο για απορρόφηση. Περίπου το 50% του φωσφόρου των φυτικών πιστεύεται ότι απορροφάται.

Το μαγνήσιο, το αργίλιο και το ασβέστιο επίσης δυσχεραίνουν την απορρόφηση του φωσφόρου. Η απορρόφηση του φωσφόρου μπορεί να μειωθεί από το διαιτητικό μαγνήσιο και, αντίθετα, ανεπάρκεια μαγνησίου στον αυλό βελτιώνει την απορρόφηση φωσφορικού. Τα δύο αυτά στοιχεία πιστεύεται ότι δημιουργούν ένα σύμπλοκο, $Mg_3(PO_4)_2$, στο γαστρεντερικό σωλήνα, καθιστώντας τα μη διαθέσιμα για απορρόφηση. Το υδροξείδιο του αργιλίου (3g), όταν δίνεται μαζί με γεύμα, μειώνει την απορρόφηση του φωσφόρου από 70% έως 35%. Η παρατεταμένη χρήση μη απορροφήσιμου

υδροξειδίου του μαγνησίου και αργιλίου, για παράδειγμα στα αντιόξινα, μπορεί να προκαλέσει υποφωσφαταιμία (χαμηλά επίπεδα φωσφόρου στο αίμα). Έτσι, συχνά χρησιμοποιείται ως θεραπεία για την υπερφωσφαταιμία που συνδέεται με τη χρόνια νεφρική ανεπάρκεια. Επίσης, το ασβέστιο (ως ανθρακικό ή οξικό ασβέστιο) αναστέλλει την απορρόφηση φωσφόρου και χρησιμοποιείται για τη δέσμευση φωσφορικών σε ασθενείς με δευτεροπαθή υπερφωσφαταιμία από νεφρική νόσο.

Μεταφορά

Ο φώσφορος απορροφάται γρήγορα από το έντερο στο αίμα. Ραδιενεργά ισότοπα φωσφόρου που χορηγούνται από το στόμα εμφανίζονται στο αίμα μέσα σε διάστημα 10 λεπτών, με μέγιστη συγκέντρωση μετά από περίπου μία ώρα. Το φωσφορικό που έχει απορροφηθεί κυκλοφορεί στο πλάσμα σε δύο κυρίως μορφές. Το 70% περίπου του φωσφόρου βρίσκεται στο πλάσμα ως συστατικό των φωσφολιπιδίων. Από το υπόλοιπο 30% του φωσφόρου, περίπου το 10% είναι δεσμευμένο με πρωτεΐνες, 5% με ασβέστιο ή μαγνήσιο και το υπόλοιπο 85% βρίσκεται ως ανόργανα φωσφορικά, κυρίως HPO_4^{2-} και H_2PO_4^- . Στους ενήλικες, η συγκέντρωση του ανόργανου φωσφορικού στο πλάσμα κυμαίνεται μεταξύ 2,5 και 4,4 mg/dL. Η συγκέντρωση αυτή ποικίλει ανάλογα με τη διαιτητική πρόσληψη, την ηλικία και το στάδιο ανάπτυξης, την ώρα της μέρας, ορμονικές επιδράσεις και τη νεφρική λειτουργία. Ο φώσφορος βρίσκεται σε όλα τα κύτταρα του σώματος, αλλά το μεγαλύτερο ποσοστό του είναι στα οστά και στους μύες.

Απέκκριση

Περίπου το 67% του φωσφόρου απεκκρίνεται στην ανόργανη μορφή του μέσω των ούρων. Το υπόλοιπο 10% με 33% απεκκρίνεται με τα κόπρανα. Αντίθετα με το ασβέστιο, υψηλή διαιτητική πρόσληψη φωσφόρου οδηγεί σε αυξημένα επίπεδα φωσφόρου, στον ορό, που με τη σειρά τους οδηγούν σε αυξημένη απέκκρισή του με τα ούρα. Με άλλα λόγια, η ομοιόσταση του φωσφορικού επιτυγχάνεται σε μεγάλο βαθμό μέσω της νεφρικής απέκκρισης. Η ποσότητα του φωσφόρου στη διατροφή και η ποσότητα που απορροφάται βρίσκεται σε γραμμική συσχέτιση με το φώσφορο στα ούρα και αυτή η σχέση διατηρείται ακόμα και αν η διαιτητική πρόσληψη αυξηθεί κατά πολύ. Αν ένα άτομο βρίσκεται σε ισορροπία, τότε ο φώσφορος που απεκκρίνεται στα ούρα είναι ίσος με την καθαρή ποσότητα φωσφόρου που απορροφάται, η οποία

ορίζεται ως η συνολική ποσότητα που απορροφάται στο έντερο μείον αυτήν που εκκρίνεται στον πεπτικό σωλήνα.

Έχει βρεθεί ότι υπάρχει μια ημερήσια διακύμανση στο φωσφορικό των ούρων που δε σχετίζεται με την πρόσληψη τροφής, αλλά με μεταβολές στη σωληναριακή νεφρική επαναρρόφηση. Η διακύμανση αυτή σχετίζεται με τη φυσική δραστηριότητα, με τα μέγιστα επίπεδα απέκκρισης να εμφανίζεται μερικές ώρες μετά το τέλος του ύπνου. Επειδή αυτό σχετίζεται αντίστροφα με την ημερήσια διακύμανση της απελευθέρωσης της φλοιοεπινεφριδιοτρόπου ορμόνης και της κορτιζόλης, οι οποίες κορυφώνονται μετά από μια περίοδο ύπνου, είναι πιθανό ότι η απέκκριση φωσφορικού βρίσκεται υπό την επίδραση της υπόφυσης και των επινεφριδίων. Η επαναρρόφηση του φωσφόρου από τα νεφρικά σωληνάκια ενισχύεται μετά από μικρής διάρκειας θεραπεία με κορτιζόλη. Ορμόνες που αναστέλλουν την επαναρρόφηση του φωσφόρου είναι η παραθυρεοειδής ορμόνη, τα οιστρογόνα, και οι θυρεοειδικές ορμόνες. (Groff & Gropper, 1995)

Εκτίμηση Επικινδυνότητας (έλλειψη φωσφόρου)

Η ανεπάρκεια του φωσφόρου θεωρείται σπάνια, διότι ο φώσφορος βρίσκεται σχεδόν σε όλες τις τροφές και απορροφάται στον οργανισμό πολύ ικανοποιητικά σε ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ 60% και 80%.

Ωστόσο έλλειψη φωσφόρου μπορεί να εκδηλωθεί σε άτομα που λαμβάνουν αντιόξινα για πολύ χρόνο, σε άτομα με σύνδρομα δυσαπορρόφησης, σε αλκοολικούς, σε νεφροπαθείς, σε χορτοφάγους καθώς και σε άτομα με ελλιπή διατροφή. Η προχωρημένη έλλειψη του μετάλλου συνοδεύεται από αίσθημα γενικής κακουχίας, ανορεξία, οστικά άλγη, μυϊκή αδυναμία, απώλεια φωσφορικών αλάτων από τα οστά καθώς και απώλεια ασβεστίου. (Μορτογλού, 2002)

Εκτίμηση Επικινδυνότητας (τοξικότητα φωσφόρου)

Αυξημένη πρόσληψη φωσφόρου μέσω κρέατος ή αναψυκτικών τύπου Cola, μπορεί να μειώσει την απορρόφηση ασβεστίου και να δημιουργήσει σκελετικά προβλήματα και οστεοπόρωση. Επιπλέον τα υψηλά επίπεδα του φωσφόρου μπορεί να οδηγήσουν σε υπερθυρεοειδισμό, αύξηση στην

εναπόθεση ασβεστίου σε μαλακούς ιστούς, και μείωση στην οστική μάζα. (Ζερφυρίδης, 1995)

4.3. ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΕΣ

Τα στοιχεία νάτριο, κάλιο και χλώριο αποτελούν τους κύριους ηλεκτρολύτες των υγρών του ανθρώπινου σώματος και ρυθμίζουν στον οργανισμό το οσμωτικό ισοζύγιο, κατ' επέκταση τον όγκο και τη σύνθεση των υγρών του σώματος και τη δραστηριότητα των μυών και νεύρων. Οι ουσίες αυτές ονομάζονται ηλεκτρολύτες διότι έχουν ηλεκτρικά φορτία κατά την ιονισμένη τους μορφή. Έτσι έχουν τη δυνατότητα να επηρεάζουν τη διαλυτότητα των πρωτεϊνών αλλά και άλλων ουσιών του οργανισμού. Το νάτριο αποτελεί το κύριο κατιόν του εξωκυτταρικού υγρού του σώματος, ενώ το κάλιο αποτελεί το κύριο ενδοκυτταρικό κατιόν, κατά το πλείστο ενωμένα με χλώριο. (Ζερφυρίδης, 1995)

4.3.1. ΝΑΤΡΙΟ (Na)

Έχει βρεθεί ότι περίπου 120mg νατρίου περιέχονται στους ιστούς του σώματος και το 30% αυτής της ποσότητας βρίσκεται στην επιφάνεια των οστικών κρυστάλλων. Από εκεί μπορεί να απελευθερωθεί στην κυκλοφορία του αίματος σε περίπτωση υπονατριαιμίας (χαμηλά επίπεδα νατρίου στον ορό). Το υπόλοιπο νάτριο του σώματος βρίσκεται στο εξωκυττάριο υγρό, κυρίως στο πλάσμα, και στο νευρικό και μυϊκό ιστό. Το νάτριο αποτελεί περίπου το 93% των κατιόντων στο σώμα, κάνοντας το έτσι το πιο άφθονο αυτής της κατηγορίας. (Groff & Gropper, 1995)

Πηγές πρόσληψης

Η κυριότερη πηγή νατρίου στη δίαιτα είναι το χλωριούχο νάτριο (αλάτι). Το χλωριούχο νάτριο αποτελείται κατά 39% κατά βάρος από νάτριο. Εκτιμάται

ότι το 75% του συνολικού νατρίου που καταναλώνεται προέρχεται από αλάτι που έχει προστεθεί κατά τη βιομηχανική επεξεργασία των τροφίμων. Αντίθετα, φυσικές πηγές νατρίου, όπως το γάλα, το κρέας, τα αυγά και τα περισσότερα λαχανικά, παρέχουν μόνο το 10% του νατρίου που προσλαμβάνεται. Το αλάτι που προστίθεται κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος παρέχει περίπου το 15% του συνολικού νατρίου, ενώ το νερό παρέχει λιγότερο από το 10%.

Συνιστώμενη διαιτητική πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA) δεν έχει ορισθεί για το νάτριο. Η ελάχιστη συνιστώμενη απαίτηση (estimated minimum requirement – EMR) που έχει προταθεί από το Εθνικό Συμβούλιο Ερευνών των ΗΠΑ είναι 500mg/ημέρα και αυτό λόγω των μεγάλων διακυμάνσεων στη φυσική δραστηριότητα και τις κλιματολογικές συνθήκες, παράγοντες δηλαδή που επηρεάζουν τις απώλειες νατρίου μέσω του ιδρώτα (έχει υποστηριχθεί ότι πρόσληψη μόνο 115mg/ημέρα ίσως να είναι αρκετή για την αποκατάσταση των απωλειών και την ανάπτυξη). Ωστόσο, οι προσλήψεις νατρίου που κατά κανόνα παρατηρούνται στο γενικό πληθυσμό είναι πολύ υψηλότερες των συνιστώμενων και κυμαίνονται μεταξύ 1800 και 5000 mg/ημέρα. (Groff & Gropper, 1995)

Βιολογική Δράση: Λειτουργίες και μεταβολισμός

Οι κύριες λειτουργίες του νατρίου είναι οι ακόλουθες:

- ◆ Αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα ρύθμισης του όγκου των εξωκυττάρικων υγρών. Η υδάτινη ισορροπία του οργανισμού εν μέρει εξαρτάται από την κατανομή των ιόντων νατρίου στα διάφορα διαμερίσματά του.
- ◆ Παίζει σπουδαίο ρόλο στη μεταφορά ηλεκτροχημικού σήματος για τη λειτουργία των νευρών και τη μυϊκή συστολή.
- ◆ Το νάτριο μαζί με τους άλλους ηλεκτρολύτες ρυθμίζουν την οσμωτική πίεση και την εσωτερική πίεση των κυττάρων, καθώς και συμβάλλουν στη διατήρηση της οξεο-βασικής ισορροπίας στο αίμα και τα λεμφικά υγρά.
- ◆ Ρυθμίζει τη μεταφορά και την απέκκριση CO₂.
- ◆ Αποτελεί συστατικό του παγκρεατικού υγρού, της χολής, των δακρύων και του ιδρώτα.

- ♦ Ρυθμίζει τη λειτουργία της αντλίας ιόντων νατρίου/καλίου των κυτταρικών μεμβρανών, κάτι που βοηθά τη διαπερατότητα ουσιών από τα κυτταρικά τοιχώματα. (Παπανικολάου, 1997)

Μεταβολισμός: Περίπου το 95% του προσληφθέντος νατρίου απορροφάται ενώ το υπόλοιπο 5% απομακρύνεται με τα κόπρανα. Το νάτριο που απορροφάται σε πλεόνασμα αυτού που χρειάζεται απεκκρίνεται από τους νεφρούς. Υπάρχουν τρεις βασικές οδοί για την απορρόφηση του νατρίου κατά μήκος του εντερικού βλεννογόνου. Η πρώτη είναι ένα σύστημα συμμεταφοράς Na^+ /γλυκόζης και λειτουργεί κυρίως στο λεπτό έντερο. Η δεύτερη είναι ένας ηλεκτρικά ουδέτερος μηχανισμός συμμεταφοράς Na^+ και Cl^- και είναι ενεργή τόσο στο λεπτό έντερο, όσο και στο εγγύς τμήμα του παχέος εντέρου, ενώ ο τρίτος μηχανισμός (ηλεκτρογόνος μηχανισμός απορρόφησης νατρίου) λαμβάνει χώρα κυρίως στο παχύ έντερο. Το υψηλό ποσοστό απορρόφησής του έχει σαν συνέπεια να απορροφώνται μεγαλύτερες ποσότητες απ' ότι χρειάζεται το σώμα και η περίσσεια απεκκρίνεται κυρίως από τους νεφρούς. Απώλειες νατρίου συμβαίνουν όμως και από το δέρμα, μέσω του ιδρώτα. Η νεφρική απέκκριση και κατακράτηση του νατρίου βρίσκονται υπό τον έλεγχο της αλδοστερόνης, η οποία προάγει την κατακράτηση (επαναρρόφηση) του νατρίου και την απέκκριση του καλίου, και η οποία εκκρίνεται από το φλοιό των επινεφριδίων. (Groff & Gropper, 1995)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη νατρίου)

Διαιτητική έλλειψη νατρίου συνήθως δεν εμφανίζεται λόγω της αφθονίας του στα τρόφιμα. Ωστόσο, ανεπάρκεια είναι δυνατόν να προκληθεί σε καταστάσεις όπως η αυστηρή χορτοφαγία, η πλήρης νηστεία, ο εμετός, η διάρροια, η παρατεταμένη εφύδρωση σε συνδυασμό με αφυδάτωση, καθώς και σε διάφορες παθήσεις όπως νεφρική ανεπάρκεια, γαστρεντερικές και ηπατικές διαταραχές. Συμπτώματα της ανεπάρκειας νατρίου περιλαμβάνουν μυϊκή αδυναμία, μειωμένη συγκέντρωση, απώλεια μνήμης, αφυδάτωση και απώλεια όρεξης. (Παπανικολάου, 1997)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα νατρίου)

Επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει την ύπαρξη θετικής συσχέτισης μεταξύ της υψηλής πρόσληψης χλωριούχου νατρίου (αλάτι), με παθήσεις όπως η υψηλή αρτηριακή πίεση (υπέρταση), η οστεοπόρωση, οι παθήσεις των νεφρών και ο καρκίνος του στομάχου. Η τοξικότητα του χλωριούχου νατρίου είναι δυνατόν να επιτευχθεί κάτω από τις ακόλουθες περιπτώσεις:

- α) η πρόσληψη νατρίου είναι υψηλή, ενώ η κατανάλωση νερού περιορισμένη
- β) ο οργανισμός έχει προσαρμοστεί σε χρόνιες δίαιτες φτωχές σε αλάτι
- γ) βρέφη ή άλλα άτομα διατρέφονται με περίσσεια χλωριούχου νατρίου, ενώ ο νεφροί των ατόμων αυτών δεν έχουν τη δυνατότητα της απέκκρισής του. (Groff & Gropper, 1995)

Αλληλεπιδράσεις

Έχει αναγνωρισθεί εδώ και πολλά χρόνια ότι η υψηλή πρόσληψη διαιτητικού νατρίου επηρεάζει την απέκκριση ασβεστίου από τα ούρα, προκαλώντας αύξηση των απαιτήσεων σε ασβέστιο, την αυξημένη απορρόφηση των οστών και πιθανά οστεοπόρωση. Ωστόσο, νέες μελέτες έχουν δείξει ότι παρά την εμφάνιση ασβεστιουρίας, η αυξημένη πρόσληψη νατρίου ενδεχομένως δεν επηρεάζει το ισοζύγιο του ασβεστίου. (Μουντζούρης, 2002)

4.3.2. ΚΑΛΙΟ (Κ)

Το κάλιο είναι το τρίτο αφθονότερο μέταλλο στον ανθρώπινο οργανισμό μετά το ασβέστιο και το φώσφορο, και το πρώτο σε περιεκτικότητα μέταλλο του ενδοκυτταρικού χώρου. Σε αντίθεση με το νάτριο, το 98% του καλίου του σώματος είναι ενδοκυτταρικό. Τα περίπου 270 mg καλίου του σώματος βρίσκονται στο εσωτερικό των κυττάρων, καθιστώντας το έτσι το κύριο ενδοκυτταρικό κατιόν. Το κάλιο επηρεάζει την συσταλτικότητα των λείων και σκελετικών μυών, του καρδιακού μυός και επιδρά σημαντικά στη

διεγερσιμότητα του νευρικού ιστού. Επίσης, είναι σημαντικό για τη διατήρηση της ηλεκτρολυτικής ισορροπίας και του pH. (Groff & Gropper, 1995)

Πηγές πρόσληψης

Το κάλιο βρίσκεται σχεδόν σε όλες τις τροφές και ιδιαίτερα στα φρέσκα φρούτα και λαχανικά, τους ξηρούς καρπούς, το κρέας και το γάλα. Επίσης, πολλά υποκατάστατα του αλατιού περιέχουν κάλιο αντί για νάτριο.

Συνιστώμενη Διαιτητική πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA) καλίου για τον γενικό πληθυσμό δεν έχει καθορισθεί, ωστόσο, σύμφωνα με το Εθνικό Συμβούλιο Ερευνών των ΗΠΑ η ελάχιστη συνιστώμενη απαίτηση (estimated minimum requirement – EMR) έχει προσδιοριστεί στα 2000mg/ημέρα, θεωρώντας όμως ότι η πρόσληψη 3.500mg/ημέρα είναι περισσότερο επιθυμητή δεδομένης της αυξημένης κατανάλωσης φρούτων και λαχανικών που συστήνεται για την πρόληψη ή τον έλεγχο της υπέρτασης. Στις νέες συστάσεις που εκδόθηκαν το 2004 ως επαρκή πρόσληψη καλίου θεωρείται η τιμή των 4,7 gr/ημέρα (120 mmol/ημέρα) για όλους τους ενήλικες. (Groff & Gropper, 1995)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Οι κύριες λειτουργίες του καλίου είναι οι ακόλουθες:

- ◆ Συμβάλει στη ρύθμιση της οσμωτικής πίεσης και του όγκου των ενδοκυττάρων υγρών.
- ◆ Επηρεάζει τη σύσπαση των λείων μυϊκών ινών και έτσι είναι απαραίτητο για τη διατήρηση του καρδιακού παλμού.
- ◆ Παίζει σπουδαίο ρόλο στη μεταφορά νευρικών ηλεκτρικών σημάτων.
- ◆ Συμβάλλει, μαζί με τους άλλους ηλεκτρολύτες, στη διατήρηση της οξεοβασικής ισορροπίας (με τον έλεγχο της κατανομής των υγρών του σώματος) και στη μεταφορά ουσιών μέσα και έξω από τα κύτταρα.
- ◆ Βοηθά στη μείωση της πίεσης του αίματος και έχει συσχετιστεί αρνητικά με την πιθανότητα καρδιακής προσβολής.
- ◆ Απαιτείται για την έκκριση της ινσουλίνης από το πάγκρεας και για αντιδράσεις που σχετίζονται με τη φωσφορύλιωση της κρεατίνης, το

μεταβολισμό των υδατανθράκων και τη σύνθεση των πρωτεϊνών.
(Παπανικολάου, 1997)

Μεταβολισμός: Το κάλλιο απορροφάται από το έντερο σε βαθμό μεγαλύτερο του 90%¹. Μικρές μόνο ποσότητες απεκκρίνονται στα κόπρανα. Όπως και στο νάτριο, η ισορροπία του καλίου επιτυγχάνεται κυρίως μέσω των νεφρών, με την αλδοστερόνη να είναι η κύρια ρυθμιστική ορμόνη.

Η αλδοστερόνη δρα αντίστροφα στο νάτριο από ότι στο κάλλιο. Αν και ενεργοποιεί την επαναρρόφηση του νατρίου στα νεφρικά σωληνάκια, αντίθετα επιταχύνει την απέκκριση του καλίου. Ομοίως, η αλκοόλη, ο καφές και η περίσσεια ζάχαρης αυξάνουν την αποβολή του καλίου με τα ούρα. Τέλος, οι νεφροί, ως κύριος ρυθμιστής της διατήρησης του ισοζυγίου του καλίου, συμβάλουν στο να μη συνοδεύονται οι μεγάλες διαφορές της πρόσληψης του καλίου με τις τροφές από σοβαρές διακυμάνσεις της συγκέντρωσής του στο πλάσμα. (Groff & Gropper, 1995)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη καλίου)

Μείωση στα επίπεδα του καλίου του αίματος μπορεί να προκαλέσει η χρήση διουρητικών φαρμάκων, η διάρροια, η νεφρική ανεπάρκεια, οι διαταραχές του μεταβολισμού του καλίου, ο παρατεταμένος υποσιτισμός και ο εμετός.

Τα συμπτώματα της υποκαλιαιμίας (πολύ χαμηλή συγκέντρωση καλίου στον ορό) σχετίζονται κυρίως με καρδιακές αρρυθμίες (που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να οδηγήσουν και στο θάνατο), μείωση αντανακλαστικών, μυϊκή αδυναμία, κόπωση, οίδημα, δυσκοιλιότητα, ζάλη, πνευματική σύγχυση και νευρικές διαταραχές. (Παπανικολάου, 1997)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα καλίου)

Η υπερκαλιαιμία (πολύ υψηλή συγκέντρωση καλίου στον ορό) είναι τοξική και συμβαίνει όταν η πρόσληψη καλίου ξεπερνά την ικανότητα των νεφρών να το αποβάλλουν.

¹ Πιστεύεται ότι το K^+ απορροφάται διαμέσου της μεμβράνης των επιθηλιακών κυττάρων του παχέος εντέρου μέσω μιας K^+/H^+ -ΑΤΡάσης.

Συνήθως, είναι σχεδόν αδύνατον να εμφανισθεί υπερκαλιαιμία με διαιτητικά μέσα σε άτομα με φυσιολογική νεφρική λειτουργία και κυκλοφορία. Η υπερκαλιαιμία είναι δυνατόν να προκληθεί από τη χρήση ορισμένων διουρητικών που έχουν ως συνέπεια την ανεπαρκή έκκριση αλδοστερόνης (υποαλδοστερονισμός) που μπορεί να οδηγήσει στη συσσώρευση καλίου λόγω μειωμένης αποβολής ουρίας. Επίσης, η υπερκαλιαιμία μπορεί να προκληθεί από την μετακίνηση του ενδοκυτταρικού καλίου στο κυκλοφοριακό, το οποίο μπορεί να προκληθεί από ρήξη των ερυθρών αιμοσφαιρίων (αιμολυσία) ή καταστροφή των ιστών (π.χ. τραυματισμός ή σοβαρό έγκαυμα). Τα συμπτώματα της υπερκαλιαιμίας μπορεί να περιλαμβάνουν μούδιασμα των χεριών και των ποδιών, μυϊκή ατονία και προσωρινή παράλυση. Η πιο σοβαρή επιπλοκή είναι η πρόκληση αρρυθμίας της καρδιάς γεγονός το οποίο μπορεί να επιφέρει καρδιακό επεισόδιο. (Ursel, 2001)

Αλληλεπιδράσεις

Το κάλιο, όπως και το νάτριο, επηρεάζει την νεφρική απέκκριση του ασβεστίου. Εντούτοις, η επίδρασή του είναι αντίθετη με αυτή του Na^+ , δηλαδή μειώνει την απέκκριση του ασβεστίου, ενώ το νάτριο την αυξάνει. Μια σύγχρονη πρακτική είναι να αντικαθίσταται μέρος του NaCl με KCl στη διαίτα, έτσι ώστε να μειωθεί η ποσότητα του προσλαμβανόμενου NaCl . Η διαπίστωση ότι το κάλιο δεν προκαλεί τόση ασβεστιουρία όση το νάτριο και ότι στην πραγματικότητα μειώνει τον ρυθμό απέκκρισης του ασβεστίου, ενθαρρύνει αυτή την πρακτική. (Groff & Gropper, 1995)

4.3.3. ΧΛΩΡΙΟ (Cl)

Το χλώριο είναι ένα στοιχείο που δεν υπάρχει ελεύθερο στη φύση. Η πιο κοινή μορφή που το βρίσκουμε είναι το χλωριούχο νάτριο (αλάτι). Πάρα πολλές από τις ενώσεις του συμπεριλαμβάνονται σε χιλιάδες σύγχρονα βιομηχανικά προϊόντα. Μια από τις βασικές του χρήσεις είναι σαν

απολυμαντικό του πόσιμου νερού αλλά και τους νερού για πισίνες. Το χλώριο ανακαλύφθηκε το 1774 από τον Carl William Scheele.

Πηγές πρόσληψης

Το μεγαλύτερο ποσοστό του διαιτητικού Cl⁻ συνδέεται με το Na⁺ με τη μορφή NaCl. Συνεπώς βρίσκεται άφθονο σε πολλά τρόφιμα, κυρίως κατεργασμένα και σνακ, όπως επίσης και στα αβγά, το νωπό κρέας και τα θαλασσινά.

Το Εθνικό Συμβούλιο Ερευνών των ΗΠΑ πρότεινε το 1989 πρόσληψη 750 mg/ημέρα. Οι συστάσεις που εκδόθηκαν το 2004 ανεβάζουν την προτεινόμενη ως επαρκή πρόσληψη χλωρίου στα 2,3 g/ημέρα (65mmol/μέρα) για τους νέους ενήλικες και ελαφρά μείωση σε ηλικιωμένα άτομα. Σε άτομα με αυξημένη φυσική δραστηριότητα ή με χρόνια έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες, ίσως να απαιτείται αύξηση της πρόσληψης.

Η φυσιολογική συγκέντρωση Cl⁻ στον ορό είναι 101-111 mEq/l. Η μέτρηση της γενικά χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της κατάστασης χλωρίου στο σώμα. Ωστόσο, όπως και για τους άλλους ηλεκτρολύτες του ορού, η συγκέντρωσή τους εξαρτάται από τη συνολική ποσότητα του νερού στο σώμα. Είναι πιθανό, για παράδειγμα, η συνολική ποσότητα Cl⁻ να είναι μειωμένη, ωστόσο, αν το σωματικό νερό εμφανίσει ανάλογες απώλειες, οι συγκεντρώσεις ιόντων χλωρίου μπορεί να εμφανίζονται φυσιολογικές ή ακόμα και αυξημένες. Δύο ευρέως χρησιμοποιούμενες μέθοδοι προσδιορισμού του χλωρίου στον ορό βασίζονται στην ποτενσιομετρία εκλεκτικού ηλεκτροδίου και στην ποσοτική τιτλοδότηση με ιόντα αργυρού. (Groff & Gropper, 1995)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Το χλώριο παίρνει μέρος στη ρύθμιση της οσμωτικής πίεσης και στη διατήρηση της οξεο-βασικής ισορροπίας. Ακόμη το χλώριο είναι απαραίτητο για την παραγωγή υδροχλωρικού οξέος στο στομάχι.

Το οξύ αυτό είναι απαραίτητο για τη φυσιολογική απορρόφηση της βιταμίνης B-12 και του σιδήρου, για την ενεργοποίηση ομάδας ενζύμων που σχετίζονται με την πέψη του αμύλου και για την εξάλειψη των μικροοργανισμών, οι οποίοι εισέρχονται στο στομάχι με τις τροφές και τα ποτά.

Το χλώριο είναι, κυρίως, εξωκυττάριο παρά ενδοκυττάριο ανιόν. Στα ερυθρά αιμοσφαίρια, όμως, το χλώριο διαπερνά γρήγορα την κυτταρική μεμβράνη για να σταθεροποιήσει την ισορροπία των υγρών που υπάρχουν μεταξύ του ενδοκυτταρίου και εξωκυτταρίου χώρου. Αυτή η ικανότητα του χλωρίου, να μετακινείται σε πολύ λίγο χρόνο από τα ερυθροκύτταρα στο πλάσμα, αυξάνει τη δυνατότητα του αίματος να μεταφέρει μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα στους πνεύμονες.

Σε ορισμένες χώρες το χλώριο προστίθεται στο πόσιμο νερό με σκοπό να θανατώνονται οι βλαπτικοί μικροοργανισμοί, που πιθανόν να περιέχονται σ' αυτό. Υπάρχουν, όμως αντιρρήσεις από ομάδα διατροφολόγων γι' αυτή την πρακτική, γιατί: 1) το χλώριο έχει ιδιαίτερη χημική συγγένεια με πολλά ανόργανα στοιχεία ή άλλα χημικά παράγωγα και πολύ εύκολα αντιδρά με αυτά για να σχηματίσει ουδέτερες ενώσεις, 2) το χλώριο στο πόσιμο νερό καταστρέφει τη βιταμίνη E, και 3) το χλώριο καταστρέφει σημαντικό τμήμα της εντερικής χλωρίδας, που είναι απαραίτητη για την φυσιολογική πέψη. (Guthrie, 1983 και Παπανικολάου, 1997)

Μεταβολισμός

Απορρόφηση, Μεταφορά Απέκκριση

Το Cl⁻ απορροφάται σχεδόν ολοκληρωτικά στο λεπτό έντερο. Η απορρόφησή του είναι στενά συνυφασμένη με αυτή του νατρίου, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η διατήρηση της ηλεκτρικής ουδετερότητας. Οι μηχανισμοί απορρόφησής του ωστόσο διαφέρουν από αυτούς του νατρίου. Για παράδειγμα, στο σύστημα συμμεταφοράς Na⁺/γλυκόζης (παρουσιάστηκε στην πυκνότητα του νατρίου), το Cl⁻ ακολουθεί παθητικά το ενεργητικά απορροφούμενο νάτριο μέσω εντεροκυτταρικής οδού. Το απορροφούμενο Na⁺ επιφέρει μια ηλεκτρική κλίση, η οποία παρέχει την απαιτούμενη ενέργεια για τη διάχυση του Cl⁻ στο εντεροκύτταρο. Το ηλεκτρικά ουδέτερο σύστημα συμπεριφοράς Na⁺ και Cl⁻ επίσης συμβάλλει στη μετακίνηση του Cl⁻ μέσα στο εντεροκύτταρο, αν και η σχετική συμμετοχή του συστήματος αυτού στη συνολική απορρόφηση Cl⁻ δεν είναι καλά τεκμηριωμένη. Το νάτριο που απορροφάται με τον ηλεκτρογόνο μηχανισμό απορρόφησης Na⁺ συνοδεύεται από Cl⁻ παθητικά (παρακυτταρικά) για τη διατήρηση ηλεκτρικής

ουδετερότητας. Είναι φανερό επομένως ότι ανεξαρτήτως του μηχανισμού απορρόφησης, όπου πηγαίνει το νάτριο, το χλώριο ακολουθεί.

Οι μηχανισμοί έκκρισης ηλεκτρολυτών στο γαστρεντερικό σωλήνα έχουν επίκεντρο το χλώριο. Αποτελεί το κύριο εκκριτικό προϊόν του στομάχου και του υπόλοιπου γαστρεντερικού σωλήνα. Ο μηχανισμός είναι μία ηλεκτρογόνος έκκριση Cl^- , διότι το Cl^- είναι το μόνο ιόν που εκκρίνεται ενεργητικά από το επιθήλιο και η μετακίνησή του μπορεί να παρακολουθηθεί μέσω της μέτρησης των μεταβολών των ηλεκτρικών δυναμικών. Τα εντεροκύτταρα προσλαμβάνουν Cl^- από το αίμα διαμέσου της βασικοπλευρικής μεμβράνης, με ένα σύστημα συμμεταφοράς $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{Cl}^-$. Η απαραίτητη κλίση επιτυγχάνεται με τη δράση της Na^+/K^+ -ATPάσης, η οποία διατηρεί χαμηλή την ενδοκυττάρια συγκέντρωση του νατρίου. Διάλυοι καλίου στη βασικοπλευρική μεμβράνη επιτρέπουν την επιστροφή του ιόντος έξω από το κύτταρο. Το χλώριο που εισέρχεται στο εντεροκύτταρο εξέρχεται στον εντερικό αυλό μέσω διαύλων Cl^- .

Οι διάλυοι Cl^- δεν έχουν μελετηθεί λεπτομερώς, εξαιτίας της έλλειψης χημικών αναστολέων εξειδικευμένων για τους διαύλους αυτούς. Ωστόσο μελέτες στο ελαττωματικό γονίδιο της κυστικής ίνωσης (η οποία οφείλεται στη δυσλειτουργία της μεταφοράς των ιόντων χλωρίου) έχουν αποκαλύψει μια πρωτεΐνη που ονομάζεται «διαμεμβρανικός ρυθμιστής αγωγιμότητας της κυστικής ίνωσης» (Cystic Fibrosis Transmembrane Conductance Regulator, CFTR). Η πρωτεΐνη αυτή θεωρείται ότι έχει δομή διαύλου ή ότι αποτελεί τμήμα ενός διαύλου.

Ρύθμιση και Απέκκριση

Υπολογίζεται ότι ένας μέσος ενήλικας προσλαμβάνει 50-200 mEq/ημερησίως. Η απέκκριση του χλωρίου γίνεται μέσω τριών κυρίως οδών: του γαστρεντερικού σωλήνα, του δέρματος και των νεφρών, με τις απώλειες διαμέσου αυτών των οδών να αντανακλούν τις απώλειες του νατρίου. Η απέκκριση του Cl^- από το γαστρεντερικό σωλήνα είναι πολύ χαμηλή (1-2 mEq /ημερησίως για το μέσο ενήλικα), με δεδομένη την εκτεταμένη απορρόφηση από το έντερο. Οι απώλειες από το δέρμα είναι ουσιαστικά παρόμοιες με αυτή του Na^+ , δηλαδή μικρές εκτός των περιπτώσεων υψηλής θερμοκρασίας και έντονης άσκησης. Η κύρια οδός απέκκρισης είναι οι νεφροί, η οποία ρυθμίζεται έμμεσα, μέσω της ρύθμισης του νατρίου. (Groff & Gropper, 1995)

Αλληλεπιδράσεις

Η ανεπάρκεια του χλωρίου παραλληλίζεται με εκείνη του νατρίου. Συνεπώς όταν μειώνεται η πρόσληψη του χλωριούχου νατρίου τότε μειώνονται, αντίστοιχα και τα επίπεδα του χλωρίου στους ιστούς, καθώς και η περιεκτικότητά του στα ούρα. (Ζερφυρίδης, 1995)

4.3.4. ΘΕΙΟ (S)

Το ανόργανο αυτό στοιχείο βρίσκεται σε όλα σχεδόν τα κύτταρα και ιδιαίτερα σε εκείνα που αποτελούν τα μαλλιά και τα νύχια. Βρίσκεται επίσης στο σάλιο και στη χολή και αποτελεί βασικό συστατικό της ινσουλίνης, της ορμόνης που ελέγχει το μεταβολισμό των υδατανθράκων.

Το ανόργανο αυτό στοιχείο είναι συστατικό των απαραίτητων αμινοξέων, της μεθειονίνης και της κυστίνης και συμμετέχει στη σύνθεση της θειαμίνης πολλών ιστών. (Τριχοπούλου, 1980)

Πηγές πρόσληψης

Το θείο βρίσκεται σε όλες τις πρωτεϊνούχες τροφές. Καλές πηγές θωρούνται τα κρέατα, τα αυγά, το γάλα, το τυρί, τα ψάρια, τα μύδια αλλά και τα δημητριακά και τα όσπρια.

Δεν έχει εξακριβωθεί και καθοριστεί ποια είναι η ποσότητα που χρειάζεται ο άνθρωπος στην καθημερινή του διαίτα, είναι όμως βέβαιο ότι διαίτα επαρκής σε πρωτεΐνες εξασφαλίζει και το θείο που χρειάζεται, αφού περιέχεται στα περισσότερα αμινοξέα. (Παπανικολάου, 1997)

Βιολογική Δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Το θείο όπως προαναφέρθηκε, αποτελεί τμήμα των θειούχων αμινοξέων (κυστίνη, κυστεΐνη, μεθειονίνη) και δύο βιταμινών (θειαμίνη, βιοτίνη). Ακόμη αποτελεί συστατικό της κερατίνης, δηλαδή της σκληρής πρωτεϊνικής ουσίας του δέρματος, των τριχών και των νυχιών. Ακόμη είναι απαραίτητο για τη σύνθεση του κολλαγόνου.

Χωρίς το θείο ο οργανισμός δεν μπορεί να κάνει τον μεταβολισμό των πρωτεϊνών σωστά. Βοηθά στην καλή διατήρηση της γενικής εμφάνισης και ομορφιάς. Δίνει ωραίο χρώμα στο δέρμα και αστραφτερά μαλλιά. Οι διαβητικοί συχνά έχουν έλλειψη θείου και η σωστή ποσότητα μας προφυλάσσει αποτελεσματικά από αυτήν την ασθένεια. Τέλος όσοι έχουν προβλήματα τριχόπτωσης ωφελούνται όταν παίρνουν αποτελέσματα τις τροφές την απαραίτητη ποσότητα θείου. (Briony, 2001)

Μεταβολισμός: Το λεπτό έντερο είναι το τμήμα του γαστρεντερικού σωλήνα όπου απορροφάται το θείο.

Κατά τη διάρκεια της πέψης τα αμινοξέα που περιέχουν θείο διασπώνται, απομακρύνονται από τις πρωτεΐνες τους και απορροφούνται. Το θείο εναποθηκεύεται σε κάθε κύτταρο του σώματος, αλλά σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις βρίσκεται στο δέρμα, στα μαλλιά και στα νύχια.

Η περίσσεια του θείου αποβάλλεται στα ούρα και στα κόπρανα. Περίπου το 85% του αποβαλλόμενου θείου βρίσκεται στα ούρα στην ανόργανη μορφή του, προερχόμενο από το μεταβολισμό των θειικών αμινοξέων, ενώ η περιεκτικότητα των κοπράνων σε θείο ισούται χονδρικά με το περιεχόμενο θείο στη δίαιτα. (Παπανικολάου, 1997)

5. ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

5.1. Σίδηρος (Fe)

Ο σίδηρος αποτελεί απαραίτητο μεταλλικό ιχνοστοιχείο. Το μεγαλύτερο μέρος του σιδήρου του οργανισμού περιέχεται στην αιμοσφαιρίνη (πρωτεΐνη των ερυθρών αιμοσφαιρίων) και τη μυοσφαιρίνη, πρωτεΐνη των μυϊκών κυττάρων). Ο σίδηρος επιτρέπει στις πρωτεΐνες αυτές να μεταφέρουν οξυγόνο και στη συνέχεια να το απελευθερώνουν. Ο σίδηρος της διατροφής μπορεί να είναι είτε συνδεδεμένος με την αίμη είτε ελεύθερος. Στα ζωικά τρόφιμα, περίπου 40% του σιδήρου βρίσκεται συνδεδεμένος στην αίμη και το 60% ελεύθερο. Αντίθετα στα φυτικά τρόφιμα όλος ο σίδηρος είναι ελεύθερος.

Περιορισμένες ποσότητες σιδήρου αποθηκεύονται στο μυελό των οστών, καθώς και στην πρωτεΐνη φερριτίνη που βρίσκεται στο συκώτι. (Groff et. al., 1995)

Πηγές πρόσληψης

Τρόφιμα υψηλής περιεκτικότητας σε σίδηρο είναι τα θαλασσινά, το συκώτι και άλλα εντόσθια, τα όσπρια, τα σύκα, και όλα τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά. Η συνολική ποσότητα σιδήρου, ωστόσο, δεν είναι ο μοναδικός παράγοντας που απασχολεί στον προσδιορισμό καλών πηγών του ιχνοστοιχείου αυτού. Ο σίδηρος χαρακτηρίζεται από χαμηλή βιοδιαθεσιμότητα, χαμηλό δηλαδή ποσοστό απορρόφησης στο έντερο. Έτσι, τρόφιμα φυτικής προέλευσης πλούσια σε σίδηρο όπως είναι το σπανάκι δεν αποτελούν καλές πηγές γιατί ελάχιστο μόνο ποσοστό του σιδήρου που περιέχουν είναι διαθέσιμο στον οργανισμό. Αντίθετα, το κρέας και τα ψάρια, επειδή περιέχουν σημαντικές ποσότητες σιδήρου δεσμευμένες στο μόριο της πρωτεΐνης αίμη (βιοδιαθεσιμότητα σιδήρου περί το 50% με 60%), χαρακτηρίζονται από υψηλή βιοδιαθεσιμότητα του μετάλλου. Η βιοδιαθεσιμότητα του σιδήρου από το κρέας και τα τρόφιμα ανέρχεται στο 1% - 5%.



Η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη (recommended dietary allowance – RDA) στις ΗΠΑ είναι 10mg για τον άνδρα και τις γυναίκες περασμένης ηλικίας. Για τις γυναίκες σε ηλικία τεκνοποίησης είναι 15mg και κατά την εγκυμοσύνη 30mg σιδήρου ημερησίως. Για τη θηλάζουσα γυναίκα δεν χρειάζεται επιπλέον σίδηρος αφού το γάλα που παράγει έχει σημαντική ποσότητα σιδήρου. (Institute of Medicine, 2001)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Ο σίδηρος αποτελεί βασικό συστατικό της αιμοσφαιρίνης, της μυοσφαιρίνης, των κυτοχρωμάτων και πολλών άλλων ενζύμων με μεγάλη ποικιλία μεταβολικών λειτουργιών, όπως η μεταφορά και αποθήκευση οξυγόνου, η αλυσίδα μεταφοράς, η σύνθεση του DNA (deoxyribonucleic acid) και ο μεταβολισμός των κατεχολαμινών. Τέλος, ο σίδηρος είναι απαραίτητο στοιχείο για τη σύνθεση πολλών αμινοξέων, ορμονών και νευροδιαβιβαστών.

Η αιμοσφαιρίνη παίζει βασικό ρόλο για τη μεταφορά του οξυγόνου από τους πνεύμονες στους ιστούς. Η κύρια λειτουργία της μυοσφαιρίνης είναι να μεταφέρει και να αποθηκεύει οξυγόνο μέσα στο μυ και να το απελευθερώνει προκειμένου να καλυφθούν οι αυξημένες μεταβολικές ανάγκες κατά τη διάρκεια της μυϊκής συστολής.

Τα κυτοχρώματα είναι απαραίτητα για την παραγωγή κυτταρικής ενέργειας μέσω της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης. Με το να μεταφέρουν ηλεκτρόνια συμβάλλουν σημαντικά στη μετατροπή του ADP (adenosine diphosphate) σε ATP (adenosine triphosphate), που αποτελεί το βασικό ενεργειακό νόμισμα του κυττάρου. (Παπανικολάου, 1997)

Μεταβολισμός: Η απορρόφηση του σιδήρου λαμβάνει χώρα αφενός στο δωδεκαδάκτυλο με ενεργή μεταφορά που μεταφέρει τον σίδηρο από τον εντερικό σωλήνα μέσα στα εντεροκύτταρα, και αφετέρου στο εγγύς τμήμα της νηστίδας. Η απορρόφηση του σιδήρου ποικίλει από 5 έως 15%. Ο σίδηρος της αίμης απορροφάται ευκολότερα από το μη αιματικό σίδηρο. Η ποσότητα σιδήρου στον οργανισμό εξαρτάται κυρίως από τις μεταβολές στην απορρόφηση του. Η αίμη (ζωικής προέλευσης) απορροφάται ολόκληρη από τα εντεροκύτταρα και αποτελεί περίπου το 40% του συνολικού σιδήρου που απορροφάται. Αντίθετα, ο σίδηρος των τροφών φυτικής προέλευσης δεν απορροφάται τόσο καλά όσο της αίμης καθώς η απορρόφησή του εξαρτάται από πολλούς διατροφικούς παράγοντες που δεσμεύουν τον σίδηρο στο έντερο με τη μορφή σύμπλοκων ενώσεων.

Ο σίδηρος μεταφέρεται στο αίμα από την πρωτεΐνη τρανσφερρίνη και αποθηκεύεται στο ήπαρ, στον σπλήνα και στο μυελό των οστών σαν φερριτίνη και αιμοσιδηρίνη.

Το ανθρώπινο σώμα εμφανίζει μειωμένη ικανότητα στην αποβολή του σιδήρου, γι' αυτό ο σίδηρος μπορεί να αθροιστεί και να εμφανιστούν τοξικές συγκεντρώσεις. Μικρές ποσότητες απεκκρίνονται στα κόπρανα, στα ούρα, στο δέρμα, στον ιδρώτα, στις τρίχες, στα νύχια και κατά την έμμηνο ρύση. (Groff et. al., 1995)

Εκτίμηση Επικινδυνότητας (έλλειψη σιδήρου)

Η ανεπάρκεια σιδήρου συνδέθηκε με μια μορφή αναιμίας την σιδηροπενική αναιμία (μειωμένα επίπεδα αιμοσφαιρίνης στο αίμα καθώς και μείωση του αριθμού των ερυθρών αιμοσφαιρίων στο αίμα με παρουσία και άτυπων μορφών ερυθροκυττάρων) για διάκριση από τις άλλες μορφές αναιμίας που προκαλούνται από ανεπάρκεια βιταμινών όπως φολικού οξέος και κυανοκομπλαμίνης (βιταμίνης B₁₂).

Περιορισμένος σίδηρος στην αιμοσφαιρίνη σημαίνει ανεπαρκή εφοδιασμό του οργανισμού με οξυγόνο κι επομένως περιορισμένη αξιοποίηση της ενέργειας λόγω αδυναμίας καύσεων. Αποτέλεσμα αυτού είναι να φαίνεται ο άνθρωπος ως απαθής ή κουρασμένος και γίνεται ευαίσθητος στο κρύο. Αλλά και οι εγκεφαλικές λειτουργίες είναι περιορισμένες και προπαντός η ικανότητα πνευματικής συγκέντρωσης. Δηλαδή ο άνθρωπος με έκδηλα συμπτώματα ανεπάρκειας σιδήρου έχει μειωμένη διάθεση για μάθηση, σκέψη, προγραμματισμό, εργασία και δίνει την εντύπωση μη παραγωγικού ατόμου με μειωμένη φυσική ικανότητα. (Ζερφυρίδης, 1995)

Το κύριο αίτιο ανεπάρκειας σιδήρου είναι η κακή διατροφή, είτε λόγω πείνας είτε λόγω μη σωστής επιλογής των τροφίμων που αποτελούν το διαιτολόγιο. Αυτό συμβαίνει στα διαιτολόγια δυτικού τύπου τα οποία περιλαμβάνουν τρόφιμα πλούσια σε σάκχαρα και λίπη ξεφεύγοντας από τα παραδοσιακά τρόφιμα τα οποία έχουν σίδηρο.

Σοβαρή αιτία αναιμίας είναι η απώλεια αίματος όπου συγκεντρώνεται το 80% του σιδήρου. Απώλεια αίματος και ως εκ τούτου αναιμία παρουσιάζεται στις γυναίκες λόγω του αναπαραγωγικού τους κύκλου, γι' αυτό και έχουν ανάγκες σε σίδηρο αυξημένες κατά 50% έναντι των ανδρών όταν βρίσκονται σε ηλικία τεκνοποίησης. Εκτός όμως από αυτό οι άνδρες έχουν γενικά περισσότερα αποθέματα σιδήρου από τις γυναίκες οι οποίες συχνά βρίσκονται στα όρια της επάρκειας. Απώλεια αίματος παρουσιάζεται και κατά

τις παρασιτικές προσβολές του πεπτικού σωλήνα σε ορισμένα άτομα που δεν το γνωρίζουν και αισθάνονται μόνιμα κουρασμένα και χωρίς δραστηριότητα.

Οι ανάγκες μεταβάλλονται επίσης ανάλογα με το στάδιο ηλικίας και την κατάσταση του ατόμου. Κατά το στάδιο ανάπτυξης αυξάνεται η ποσότητα του αίματος και γι' αυτό είναι αυξημένες και οι ανάγκες σε σίδηρο κατά τη νηπιακή, παιδική και εφηβική ηλικία. Για τον ίδιο λόγο είναι αυξημένες οι ανάγκες στις γυναίκες σε κατάσταση εγκυμοσύνης και ιδίως κατά τους τελευταίους μήνες της εγκυμοσύνης που το έμβρυο μεγαλώνει πολύ, συμπληρώνει το αίμα του και δημιουργεί τα αποθέματα σιδήρου που χρειάζεται κατά τους πρώτους μήνες θηλασμού μέχρι να αρχίσει παράλληλα και άλλη διατροφή.

Όταν οι ανάγκες είναι αυξημένες ο οργανισμός του ανθρώπου έχει την ικανότητα να αξιοποιεί καλύτερα τον σίδηρο των τροφίμων. Παρ' όλα αυτά θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για τον εμπλουτισμό του διαιτολογίου με τρόφιμα πλούσια σε σίδηρο. (Ζερφυρίδης, 1995)

Εκτίμηση Επικινδυνότητας (τοξικότητα σιδήρου)

Η υπερφόρτωση του οργανισμού σε σίδηρο έχει τοξικές επιπτώσεις. Κατά την υπερφόρτωση τα αποθέματα του σιδήρου στο συκώτι, τη σπλήνα και άλλα όργανα φθάνουν επίπεδα που είναι βλαβερά για τα όργανα. Υπερφόρτωση μπορεί να προκληθεί λόγω υπερβολικής πρόσληψης, αλλά και σαν αποτέλεσμα μιας γενετικής διαταραχής που οδηγεί σε αυξημένη απορρόφηση του μετάλλου στο έντερο, της αιμοχρωμάτωσης. Οι επιπλοκές της αιμαχρωμάτωσης περιλαμβάνουν κίρρωση του ήπατος και έναν τύπο σακχαρώδους διαβήτη, τον χαλκόχρου διαβήτη. (Βπολυ, 2001)

Αλληλεπιδράσεις

Φάρμακα

- ◆ *Αντιόξινα*: Μειώνεται η απορρόφηση σιδήρου. Λήψη τουλάχιστον με 2 ώρες διαφορά.
- ◆ *Διφωσφονικά*: Μειώνεται η απορρόφηση σιδήρου. Λήψη τουλάχιστον με 2 ώρες διαφορά.
- ◆ *Μεθυλοντόπα*: Μειώνεται η απορρόφηση της μεθυλοντόπα.
- ◆ *Λεβοντόπα*: Μειώνεται η απορρόφηση της λεβοντόπα.

- ◆ *Κινολόνες*: μειώνεται η απορρόφηση της κίτροφλοξασίνης, νορφλοξασίνης και οφλοξασίνης. Λήψη τουλάχιστον με 2 ώρες διαφορά.
- ◆ *Τετρακυκλίνες*: Μειώνεται η απορρόφηση σιδήρου και αντίστροφα. Λήψη τουλάχιστον με 2 ώρες διαφορά.
- ◆ *Τριεντίνη*: Μειώνεται η απορρόφηση σιδήρου. Λήψη τουλάχιστον με 2 ώρες διαφορά.

Θρεπτικά συστατικά

- ◆ *Ασβέστιο*: Το ανθρακικό ή φωσφορικό ασβέστιο μπορεί να μειώσει την απορρόφηση σιδήρου. Λήψη τουλάχιστον με 2 ώρες διαφορά.
- ◆ *Χαλκός*: Υψηλές δόσεις σιδήρου μπορούν να βελτιώσουν τα επίπεδα χαλκού και αντιστρόφως.
- ◆ *Μαγγάνιο*: Μειώνει την απορρόφηση μαγγανίου.
- ◆ *Βιταμίνη Ε*: Υψηλές δόσεις σιδήρου μπορούν να αυξήσουν τις απαιτήσεις σε βιταμίνη Ε. Η βιταμίνη Ε είναι δυνατόν να ελαττώσει την αιματολογική ανταπόκριση του σιδήρου σε ασθενείς με σιδηροπενική αναιμία.
- ◆ *Ψευδάργυρος*: Μειώνει την απορρόφηση σιδήρου και αντίστροφα.
(Μουντούρης, 2002)

5.2. Ιώδιο (I)

Το ιώδιο είναι ένα μεταλλικό ιχνοστοιχείο που απαιτείται από τους ανθρώπους για τη σύνθεση ορμονών (T3, T4) του θυρεοειδούς αδένος. Οι ορμόνες αυτές ρυθμίζουν το μεταβολισμό των κυττάρων και, επομένως, σχετίζονται με τη φυσική και διανοητική ανάπτυξη του ατόμου, τη λειτουργία του νευρικού και μυϊκού συστήματος και το μεταβολισμό των θρεπτικών ουσιών. Στον θυρεοειδή αδένα συγκεντρώνεται σχεδόν όλο το ιώδιο του οργανισμού. (Ζερφυρίδης, 1995)

Πηγές πρόσληψης

Η περιεκτικότητα σε ιώδιο των περισσότερων τροφίμων εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε ιώδιο του χώματος στο οποίο μεγάλωσαν επειδή η

εδαφολογική περιεκτικότητα σε ορυκτά ποικίλει γεωγραφικά. Τα θαλασσινά είναι πλούσια σε ιώδιο επειδή τα θαλάσσια ζώα μπορούν να συγκεντρώσουν το ιώδιο από το νερό της θάλασσας. Ορισμένοι τύποι φυκιών είναι επίσης πολύ πλούσιοι σε ιώδιο.



Τα επεξεργασμένα τρόφιμα μπορεί να περιέχουν ελαφρώς πιο υψηλά επίπεδα ιωδίου λόγω της προσθήκης ιωδιωμένου αλατιού ή πρόσθετων ουσιών όπως το ιωδιούχο ασβέστιο, το ιωδιούχο ποτάσσιο και το ιωδιούχο κάλιο. Η συνιστώμενη διαιτητική πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA) για τους ενήλικες άνδρες και γυναίκες είναι 150μg/ημέρα. Οι απαιτήσεις σε ιώδιο αυξάνονται σημαντικά κατά την περίοδο της εγκυμοσύνης και του θηλασμού. Η μέση δόση ιωδίου από τις τροφές στις ΗΠΑ κυμαίνεται από 240 έως 300μg/ημέρα για τους άνδρες και 190 έως 210μg/ημέρα για τις γυναίκες. (Institute of Medicine, 2001)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Το ιώδιο είναι ένα ουσιαστικό συστατικό των ορμονών του θυρεοειδή, της τριδοθυρονίνης (triiodothyronine - T_3) και της θυροξίνης (thyroxine - T_4) και επομένως σημαντικό για την κανονική λειτουργία του θυρεοειδή. Για να ικανοποιήσει την απαίτηση του σώματος για τις ορμόνες του θυρεοειδή, ο θυρεοειδής αδένας παγιδεύει το ιώδιο από το αίμα και το μετατρέπει στις θυρεοειδικές ορμόνες που αποθηκεύονται και απελευθερώνονται στην κυκλοφορία όταν απαιτείται. Σε κάποιους ιστούς, όπως το συκώτι και ο εγκέφαλος, η T_3 , η φυσιολογικά ενεργός ορμόνη του θυρεοειδή, μπορεί να κολλήσει στους δέκτες του θυρεοειδή στους πυρήνες των κυττάρων και να ρυθμίσει την έκφραση γονιδίων. Η T_4 , η αφθονότερη ορμόνη του θυρεοειδή που κυκλοφορεί, μπορεί να μετατραπεί σε T_3 από τα ένζυμα γνωστά ως δειδοδινάσες στους παραπάνω ιστούς. Με αυτόν τον τρόπο οι ορμόνες του θυρεοειδή ρυθμίζουν διάφορες φυσιολογικές διαδικασίες

συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης της εξέλιξης, του μεταβολισμού και της αναπαραγωγικής λειτουργίας.

Οι ορμόνες του θυρεοειδή, δηλαδή το ίδιο το ιώδιο, καθορίζουν τις κύριες βιοχημικές αντιδράσεις και συγκεκριμένα τη σύνθεση των πρωτεϊνών και τη δραστηριότητα των ενζύμων. Ο κύριος ρόλος των ορμονών αυτών, όσον αφορά τα ανθρώπινα όργανα, είναι η ανάπτυξη του εγκεφάλου, του βλεννογόνου αδένου, της καρδιάς και των νεφρών.

Σύμφωνα με έρευνες οι οποίες έχουν διεξαχθεί έχει διαπιστωθεί ο επωφελής ρόλος του ιωδίου σε διάφορες μορφές δυσπλασιών του στήθους. Άλλες αναφορές έχουν δείξει ότι ανεπαρκείς ποσότητες ιωδίου στην διατροφή μας συνδέονται με εξασθένηση του ανοσοποιητικού μας συστήματος και ίσως να σχετίζονται με γαστρικό καρκίνο. (Institute of Medicine and Ursel, 2001)

Μεταβολισμός: Η ρύθμιση της λειτουργίας του θυρεοειδή είναι μια σύνθετη διαδικασία που περιλαμβάνει τον εγκέφαλο (υποθάλαμος) και το βλεννογόνο αδένου. Σε απάντηση στην ορμόνη (thyrotropin releasing hormone - TRH) που απελευθερώνει θυρεοτροπίνη από τον υποθάλαμο, ο βλεννογόνος αδένος εκκρίνει την ορμόνη (thyroid-stimulating hormone - TSH) που υποκινεί τον θυρεοειδή και την παγίδευση ιωδίου, την σύνθεση ορμονών του θυρεοειδή και την απελευθέρωση της T_3 και της T_4 από το θυρεοειδή αδένου. Η παρουσία επαρκούς κυκλοφορίας της T_4 μειώνει την ευαισθησία του βλεννογόνου αδένου σε TRH, περιορίζοντας την έκκριση του σε TSH. Όταν τα επίπεδα κυκλοφορίας της T_4 μειώνονται, ο βλεννογόνος αδένος αυξάνει την έκκριση, σε TSH, με συνέπεια την αυξανόμενη παγίδευση, ιωδίου, καθώς επίσης και την αυξανόμενη παραγωγή και απελευθέρωση των T_3 και T_4 . Η ανεπάρκεια σε ιώδιο οδηγεί στην ανεπαρκή παραγωγή T_4 . Σε απάντηση στα μειωμένα επίπεδα του αίματος σε T_4 , ο βλεννογόνος αδένος αυξάνει την παραγωγή του σε TSH. Τα διαρκώς ανυψωμένα επίπεδα TSH μπορούν να οδηγήσουν όπως έχουμε ήδη αναφέρει προηγουμένως, στην υπερτροφία (διόγκωση) του θυρεοειδούς αδένου, γνωστή ως βρογχοκήλη. (Ursel, 2001)

Όσον αφορά τη βιολογική θεώρηση του ιωδίου είναι σχετικά απλή, γιατί ο μόνος γνωστός ρόλος του συνίσταται στη βιοσύνθεση των θυρεοειδικών ορμονών όπως ήδη έχει ειπωθεί. Με δύο λόγια, μεταβολισμός του ιωδίου και

θυροειδική λειτουργία είναι στενά συνυφασμένα, αλλ' εδώ θα δοθεί περισσότερη έμφαση στο μεταβολισμό.

Ο μεταβολισμός του ιωδίου μπορεί να παρασταθεί σαν μεταβολικός κύκλος από 4 δεξαμενές. Στη πρώτη δεξαμενή, του ανόργανου ιωδίου, έρχεται ιώδιο με τις τροφές, και λιγότερο με το νερό και την αναπνοή. Από εκεί είτε προσλαμβάνεται από το θυροειδή (2^η δεξαμενή), είτε αποβάλλεται με τα ούρα.

Στο θυροειδή το ιώδιο συνδέεται με τυροσίνη για το σχηματισμό της θυροξίνης.

Από το θυροειδή η T₄ και η T₃ εκκρίνονται προς το πλάσμα (3^η μεταβολική δεξαμενή), όπου κυκλοφορούν βασικά συνδεδεμένες με λευκώματα και σε πολύ μικρό ποσοστό ελεύθερες. Κατά ένα σημαντικό μέρος η T₄ μετατρέπεται περιφερικά σε T₃.

Από το πλάσμα οι θυροειδικές ορμόνες μεταφέρονται στους ιστούς (4^η μεταβολική δεξαμενή), όπου ασκούν τις μεταβολικές τους δράσεις.

Η T₃ είναι αρκετά ισχυρότερη από τη T₄. Συζητιέται αν η T₄ έχει αυτή η ίδια κάποια μεταβολική δράση, ή αν η δράση της οφείλεται αποκλειστικά στη μετατροπή της σε T₃. Σε κάθε περίπτωση οι θυροειδικές ορμόνες στους ιστούς κατά 80% αποιωδιωνώνονται και το ιώδιο ξαναγυρνάει στη μεταβολική δεξαμενή του PII κι ο κύκλος επαναλαμβάνεται, ενώ κατά τα 20% συνδέονται με γλυκουρονικό κι άλλα οξέα κι αποβάλλονται με τη βοήθεια της χολής στα κόπρανα.

Δεν υπάρχει νεφρικός ομοιοστατικός μηχανισμός για να κρατάει το PII σταθερό. Έτσι αυτό κυμαίνεται ανάλογα με το ιώδιο των τροφών.

Υπάρχει όμως θυροειδικός ομοιοστατικός μηχανισμός. Όταν το PII κατεβαίνει, ο θυροειδής καθairεί μεγαλύτερο όγκο πλάσματος, δηλαδή αυξάνει η θυροειδική κάθαρση ώστε η απόλυτη πρόσληψη ιωδίου να μένει σταθερή. (Τριχοπούλου, 1980)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη ιωδίου)

Η ανεπάρκεια ιωδίου έχει γίνει αποδεκτή ως η πιο κοινή αιτία της αποτρέψιμης ζημιάς του εγκεφάλου στον κόσμο. Σύμφωνα με την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (WHO) οι αναταραχές ανεπάρκειας ιωδίου (IDD) έχουν επιπτώσεις σε 740 εκατομμύρια ανθρώπους σε όλο τον κόσμο και σχεδόν 50

εκατομμύρια άνθρωποι υφίστανται κάποιο βαθμό εγκεφαλικής ζημιάς σχετικής με το IDD. Σημαντικές διεθνείς προσπάθειες έχουν καταφέρει δραματικές βελτιώσεις στη διόρθωση της ανεπάρκειας ιωδίου στη δεκαετία του '90 κυρίως μέσω της χρήσης του ιωδιωμένου αλατιού και του ιωδιωμένου φυτικού ελαίου στις χώρες που είναι ανεπαρκείς σε ιώδιο.

Η διόγκωση του θυρεοειδή, η βρογχοκήλη, είναι ένα από τα πιο πρόωρα και πιο ορατά σημάδια της ανεπάρκειας ιωδίου. Ο θυρεοειδής μεγαλώνει σε απάντηση στην επίμονη υποκίνηση από TSH. Στην περίπτωση της ήπιας ανεπάρκειας ιωδίου, αυτή η απάντηση προσαρμογής μπορεί να είναι αρκετή στο να παρέχει στο σώμα ικανοποιητική ορμόνη του θυρεοειδή. Εντούτοις, οι πιο βαριές περιπτώσεις της ανεπάρκειας ιωδίου οδηγούν σε υποθυρεοειδισμό. Η επαρκής πρόσληψη ιωδίου θα μειώσει γενικά το μέγεθος των πρηξιμάτων, αλλά η ανιστρεψιμότητα των αποτελεσμάτων του υποθυρεοειδισμού εξαρτάται από το στάδιο της ανάπτυξης του ατόμου.

Η ανεπάρκεια ιωδίου έχει δυσμενή αποτελέσματα σε όλα τα στάδια ανάπτυξης, αλλά είναι πιο καταστρεπτική για τον αναπτυσσόμενο εγκέφαλο. Εκτός από τη ρύθμιση πολλών πτυχών της ανάπτυξης και της εξέλιξης, η θυρεοειδική ορμόνη είναι σημαντική για την ανάπτυξη του κεντρικού νευρικού συστήματος, το οποίο είναι το πιο ενεργό πριν από και αμέσως μετά τη γέννηση. Έλλειψη ιωδίου κατά την εγκυμοσύνη έχει σαν αποτέλεσμα την μη ανιστρεπτική, διανοητική και σωματική καθυστέρηση του παιδιού, κατάσταση που είναι γνωστή ως κρετινισμός. Επιπροσθέτως θα πρέπει ν' αναφερθεί ότι η έλλειψη ιωδίου είναι ανάμεσα στις πλέον πιο συνήθεις αιτίες διανοητικής καθυστέρησης στον κόσμο. (UrseI, 2001 and Francis & Ball, 2006)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα ιωδίου)

Η οξεία δηλητηρίαση από ιώδιο είναι σπάνια και εμφανίζεται συνήθως μόνο με δόσεις πολλών γραμμαρίων. Τα συμπτώματα της οξείας δηλητηρίασης από ιώδιο περιλαμβάνουν το κάψιμο του στόματος, του λαιμού και του στομαχιού, τον πυρετό, τη ναυτία, τον εμετό, τη διάρροια, τον αδύναμο σφυγμό και το κώμα.

Τοξικές επιδράσεις παρατηρούνται όταν η ημερήσια πρόσληψη ιωδίου ξεπεράσει κατά πολύ τα 2-3 mg. Τέτοιες υψηλές προσλήψεις ιωδίου οδηγούν

επίσης στη διόγκωση του θυρεοειδούς αδένος, κατάσταση που είναι γνωστή ως «τοξική βρογχοκήλη». (Groff et. al., 1995 and Ursel, 2001)

5.3. Ψευδάργυρος (Zn)

Ο ψευδάργυρος είναι συστατικό των περισσότερων ιστών του σώματος, όντας στοιχείο πολλών ενζύμων και πρωτεϊνών. Συμμετέχει σε ουσιαστικές μεταβολικές διεργασίες που αφορούν το μεταβολισμό πρωτεϊνών, υδατανθράκων, λιπών και νουκλεϊνικών οξέων. Το 95% του ψευδάργυρου του σώματος (περίπου 2gr) είναι ενδοκυτταρικό (60% στους μύες, 30% στα οστά και 4-6% στην επιδερμίδα). (Ζερφυρίδης, 1995)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Ο ψευδάργυρος έχει καταλυτικό, λειτουργικό και ρυθμιστικό ρόλο διότι είναι συστατικό και ενεργοποιητής πολλών ενζύμων (όπως της αλκαλικής φωσφατάσης, της καρβονικής ανυδράσης, της αλκοολικής δεϋδρογενάσης και της RNA πολυμεράσης III).

Επιπλέον είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη του ανθρώπου καθώς και άλλων οργανισμών διότι συμμετέχει στη διαδικασία μεταφοράς σημάτων καθώς και στη ρύθμιση της έκφρασης των γονιδίων.

Η σπουδαιότητα του ψευδάργυρου έγκειται επίσης στην καλή λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, στην σύνθεση προσταγλαδινών, στις λειτουργίες της γεύσης και της όσφρησης, ενώ είναι επίσης υπεύθυνος για το μεταβολισμό του αλκοόλ στο ήπαρ, για τη λειτουργία ενζύμων που συμμετέχουν στην εξουδετέρωση των επικίνδυνων ελευθέρων ριζών καθώς και για τη σύνθεση του DNA και RNA των κυττάρων. Επιπλέον θα πρέπει να αναφέρουμε ότι ο ψευδάργυρος βρίσκεται σε πολλά μέρη του σώματος και κυρίως στο ήπαρ, στα κόκαλα και στα σπερματοζώαρια. Επίσης έχει βρεθεί στις πρωτεΐνες που περιέχουν χαλκό (κυτοκαυπρεΐνες). Τέλος, βοηθάει στην γρήγορη θεραπεία των τραυμάτων και στην κανονική ανάπτυξη του εμβρύου. (Τριχοπούλου, 1980)

Μεταβολισμός: Ο ψευδάργυρος απορροφάται στην άνω μοίρα του λεπτού εντέρου. Η παρουσία ορισμένων συστατικών της τροφής μπορεί είτε να διευκολύνει, είτε να παρεμποδίσει την απορρόφησή του. Για παράδειγμα μπορούμε ν' αναφέρουμε το φυτικό οξύ (φυτόλη) που εμποδίζει την απορρόφηση του ψευδαργύρου, καθώς επίσης και την τυρίνη, η οποία εξίσου εμποδίζει την απορρόφηση του, διότι ενώνεται με αυτόν και αυτό έχει ως απόρροια η απορρόφησή του να είναι δυσκολότερη στο γάλα αγελάδος απ' ότι στο μητρικό γάλα. Όσον αφορά την απέκκριση του ψευδαργύρου, αυτή επιτυγχάνεται μέσω των κοπράνων. (Κάσιμος & Κάσιμος, 1991)

Πηγές πρόσληψης

Σε γενικές γραμμές, όλες οι δίαιτες που είναι πλούσιες σε πρωτεΐνη παρέχουν επαρκείς ποσότητες ψευδάργυρου. Ιδιαίτερα καλές πηγές θεωρούνται τα οστρακόδερμα και τα μαλάκια, τα εντόσθια, το κόκκινο κρέας, τα πουλερικά, τα μανιτάρια, τα σύκα, το φύτρο δημητριακών τα μη αποφλοιωμένα δημητριακά και οι ξηροί καρποί. Φτωχές πηγές ψευδαργύρου αποτελούν τα αποφλοιωμένα δημητριακά και τα φρούτα. Η βιοδιαθεσιμότητα του ψευδαργύρου είναι μεγαλύτερη στα ζωικής προέλευσης προϊόντα, σε αντίθεση με τα φυτικής προέλευσης προϊόντα (δημητριακά ολικής αλέσεως και όσπρια) όπου η βιοδιαθεσιμότητα του Zn είναι χαμηλή εξαιτίας των φυτινών που δρουν παρεμποδιστικά στην απορρόφησή του.

Η συνιστώμενη διαιτητική πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA) για τις ενήλικες γυναίκες ανέρχεται σε 8mg/ημέρα ενώ για τους ενήλικους άνδρες υπολογίζεται περίπου σε 11mg/ημέρα. Από πρόσφατες μελέτες η μέση πρόσληψη ψευδαργύρου από τροφή στις ΗΠΑ υπολογίζεται περίπου σε 9mg/ημέρα για τις γυναίκες και 14mg/ημέρα για τους άνδρες. (Institute of Medicine, 2001)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη ψευδαργύρου)

Η έλλειψη ψευδαργύρου οδηγεί σε αναστολή της φυσιολογικής ανάπτυξης, προβλήματα στην επούλωση των πληγών, απώλεια γεύσης και όρεξης, καθώς και καθυστέρηση στην ανάπτυξη του αναπαραγωγικού συστήματος. Επίσης, στην έλλειψη ψευδαργύρου αποδίδονται ποικίλες

μορφές δερματοπαθειών, ακμή, τριχόπτωση, διανοητικές διαταραχές, καθώς και προδιάθεση για διαβήτη. (Francis & Ball, 2006)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα ψευδαργύρου)

Υψηλές προσλήψεις ψευδαργύρου είναι τοξικές. Μεγάλη πρόσληψη ψευδαργύρου συνιστά η ημερήσια λήψη δόσεων μεγαλύτερων από 1-2 gr. Έκδηλα συμπτώματα υψηλών δόσεων ψευδαργύρου είναι ο πυρετός, η ναυτία, ο εμετός, η διάρροια, η ζαλάδα, η ατονία, η επιτάχυνση της αθηροσκλήρωσης, η πρόκληση αναιμίας, καθώς και εξασθένιση των νεφρών.

Η εισπνοή πυκνών οξειδίων ψευδαργύρου προκαλεί βραχείας διάρκειας ρίγη, πυρετό, βήχα και πονοκέφαλο. Πολλές φορές προκαλείται δηλητηρίαση από τροφές διατηρημένες σε δοχεία γαλβανιζέ. (Guthie, 1983)

Αλληλεπιδράσεις

- ◆ Ο ψευδάργυρος αλληλεπιδρά κατά την απορρόφηση του με τον χαλκό.
- ◆ Μεγάλες μακροχρόνιες προσλήψεις, είναι πιθανό να οδηγήσουν σε έλλειψη χαλκού. (Ζερφυρίδης, 1995)

5.4. Σελήνιο (Se)

Το σελήνιο είναι ένα μη μεταλλικό ιχνοστοιχείο το οποίο έχει παρόμοιες χημικές ιδιότητες με το θείο και είναι βασικό για την υγεία αλλά απαραίτητο μόνο σε μικρή ποσότητα. Το σελήνιο ενσωματώνεται σε πρωτεΐνες τις σεληνιοπρωτεΐνες, οι οποίες είναι σημαντικά αντιοξειδωτικά ένζυμα. Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των πρωτεϊνών αυτών βοηθούν στο να αποτραπεί η καταστροφή των κυττάρων από τις ελεύθερες ρίζες. Οι ρίζες είναι φυσικά παραπροϊόντα του μεταβολισμού του οξυγόνου που μπορεί να συμβάλλουν στη δημιουργία χρόνιων παθήσεων όπως ο καρκίνος και οι καρδιακές παθήσεις. Επίσης οι πρωτεΐνες αυτές βοηθούν στη ρύθμιση της λειτουργίας

του θυρεοειδούς και παίζουν σημαντικό ρόλο στο ανοσοποιητικό σύστημα. (Ursel, 2001)

Πηγές πρόσληψης

Όλες οι δίαιτες που είναι πλούσιες σε μη επεξεργασμένα τρόφιμα παρέχουν επαρκείς ποσότητες σεληνίου. Πλούσιες πηγές σεληνίου είναι τα οστρακοειδή, το κρέας και κυρίως τα λαχανικά και δημητριακά που έχουν καλλιεργηθεί σε εδάφη με ικανοποιητικά επίπεδα του μετάλλου (οργανική μορφή καλύτερη βιοδιαθεσιμότητα).



Η προτεινόμενη διαιτητική πρόσληψη από την Ευρωπαϊκή Ένωση (recommended dietary allowance - RDA) έχει καθοριστεί για τους ανήλικες άνδρες και γυναίκες στα 55mg / ημέρα. (Guthie, 1983)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Όσον αφορά τη δράση του σεληνίου έγκειται κυρίως στο μέρος του ενζύμου υπεροξειδάση της γλουταθειόνης και άλλων σεληνοπρωτεϊνών. Η υπεροξειδάση της γλουταθειόνης προστατεύει από τη γένεση των ελεύθερων ριζών οξυγόνου που προκαλούν την καταστροφή των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων στις κυτταρικές μεμβράνες. Το σελήνιο υποκαθιστά την ανάγκη για βιταμίνη E και αντίστροφα. Έτσι, η αντιξειδωτική δράση του σεληνίου είναι άμεσα συνυφασμένη με αυτή της βιταμίνης E. Το σελήνιο επιπλέον δρα υποβοηθώντας στην ανοσολογική απόκριση του οργανισμού ενώ διαθέτει και προστατευτικές ιδιότητες ενάντια στον καρκίνο, που δεν οφείλονται αποκλειστικά σε αυτές τις ενζυμικές λειτουργίες. Τέλος, έρευνες έχουν δείξει ότι το σελήνιο χρησιμεύει στην αιμοποίηση. (Τριχοπούλου, 1980)

Λειτουργίες του σεληνίου στο σώμα

Κατά τη διάρκεια της σεληνοπρωτεϊνικής σύνθεσης, η σεληνοκυστεΐνη ενσωματώνονται σε μια συγκεκριμένη περιοχή μέσα στην αλυσίδα των

αμινοξέων έτσι ώστε να σχηματίσει μια λειτουργική πρωτεΐνη. Τουλάχιστον έντεκα σεληνιοπρωτεΐνες, έχουν χαρακτηριστεί, ενώ υπάρχουν στοιχεία ότι υπάρχουν ακόμα περισσότερες. (Ursei, 2001)

Μεταβολισμός: Η απορρόφηση του σεληνίου λαμβάνει χώρα στην άνω μοίρα του λεπτού εντέρου και εξαρτάται από τη διαλυτότητα της λαμβανόμενης ουσίας και από την αναλογία στη δίαιτα του σεληνίου με το θείο. Η διαθεσιμότητα του σεληνίου για απορρόφηση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, μεταξύ των οποίων είναι η φύση των τροφίμων (π.χ. τα θαλασσινά είναι πλούσια σε σελήνιο, αλλά το σελήνιο απορροφάται δύσκολα) και η μέθοδος της επεξεργασίας των τροφίμων.

Όταν απορροφηθεί το σελήνιο με τα αμινοξέα που περιέχουν θείο (π.χ. κυστεΐνη και μεθειονίνη) ώστε να σχηματίσει το ένζυμο της περοξειδάσης της γλουταθειόνης και να ενσωματωθεί στις διάφορες πρωτεΐνες όπως είναι η αιμογλοβίνη και η μυογλοβίνη.

Το σελήνιο αποθηκεύεται στα ερυθρά αιμοσφαίρια, τον σπλήνα, το ήπαρ, τη καρδιά, το σμάλτο των δοντιών, τα νύχια, τους όρχεις και τα σπερματοζωάρια. Είναι ενσωματωμένο στο ένζυμο υπεροξειδάση της γλουταθειόνης, τη μεταβολικά ενεργή μορφή του σεληνίου. Η περίσσεια σεληνίου αποβάλλεται με τα ούρα καθώς και μέσω της αναπνοής από τα μόρια του διμεθυλοσεληνίου. (Guthrie, 1983)

Εκτίμηση Επικινδυνότητας (έλλειψη σεληνίου)

Η ανεπαρκής λήψη σεληνίου έχει ως αποτέλεσμα την μειωμένη δραστηριότητα της περοξειδάσης της γλουταθειόνης. Χαρακτηριστικά της έλλειψης σεληνίου αποτελούν ο μυϊκός πόνος, η αδυναμία, η χαλαρότητα καθώς και η απώλεια της χρωστικής των μαλλιών και του δέρματος. Επίσης, έχουν αναφερθεί κάποιες περιπτώσεις μυοκαρδιοπάθειας σε ασθενείς με χαμηλά επίπεδα σεληνίου που τρέφονται αποκλειστικά παρεντερικώς. Η νόσος Keshan, που παρουσιάστηκε για πρώτη φορά στην Κίνα, είναι ένα σύνδρομο ενδημικής μυοκαρδιοπάθειας το οποίο καταπραΰνεται με τη χορήγηση σεληνίου.

Υπάρχουν ενδείξεις ότι ακόμα και η μικρότερης έκτασης έλλειψη σεληνίου μπορεί να έχει δυσάρεστες συνέπειες για την υγεία. Χαμηλά επίπεδα

σεληνίου έχουν συνδεθεί με μειωμένη ανοσοεπάρκεια, με διευκόλυνση της ανάπτυξης και της προόδους κάποιων ιικών μολύνσεων, καθώς και με αποβολές, ανδρική στειρότητα, κατάθλιψη, γεροντική άνοια, νόσο Alzheimer και υποθυρεοειδισμό. Η έλλειψη σεληνίου έχει ακόμα συνδεθεί με τα καρδιαγγειακά νοσήματα, παρόλο που τα αποτελέσματα των επιδημιολογικών μελετών ήταν αμφιλεγόμενα. Επιπλέον, χαμηλή πρόσληψη σεληνίου έχει συνδεθεί και με τη θνησιμότητα λόγω καρκίνου.

Τέλος, η έλλειψη σεληνίου μπορεί να οξύνει τις συνέπειες της έλλειψης ιωδίου. Το ιώδιο, που όπως έχουμε ήδη δει, είναι απαραίτητο για τη σύνθεση των αρμονών του θυρεοειδούς, αλλά τα ένζυμα σεληνίου, οι δεϊδοδινάσες της ιοδοθυρίνης είναι επίσης απαραίτητα για τη μετατροπή της θυροξίνης (T₄) στη βιολογική ενεργή ορμόνη του θυρεοειδή τριϊωδοθυρίνη (T₃). (UrseI, 2001)

Εκτίμηση Επικινδυνότητας (τοξικότητα σεληνίου)

Παρά το γεγονός ότι το σελήνιο είναι απαραίτητο για την καλή λειτουργία του οργανισμού, όταν βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να είναι τοξικό. Συμπτώματα τοξικότητας σεληνίου μπορεί να εμφανιστούν σχετικά εύκολα, ιδιαίτερα σε άτομα που παίρνουν συμπληρώματα σεληνίου για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν ναυτία, εμετό, διάρροια, τριχόπτωση, απώλεια νυχιών, οσμή σκόρδου στην αναπνοή, κόπωση, περιφερική νευροπάθεια, ερεθιστικότητα καθώς και διαταραχές του νευρικού συστήματος. Συμπτώματα τοξικότητας μπορούν να εμφανιστούν και σε περιοχές με έδαφος ιδιαίτερα πλούσιο σε σελήνια. (Guthrie, 1983)

Αλληλεπιδράσεις

Ως αναπόσπαστο μέρος της υπεροξειδωσής της γλουταθειόνης και της αναγωγής της θυρεοειδοξίνης, το σελήνιο πιθανότατα αντιδρά με κάθε θρεπτικό συστατικό το οποίο επηρεάζει την αντιοξειδωτική ισορροπία του κυττάρου. Άλλα μεταλλικά στοιχεία που είναι απαραίτητα συστατικά των αντιοξειδωτικών ενζύμων περιλαμβάνουν τον χαλκό, τον ψευδάργυρο, το υπεροξειδίο της δισμουτάσης, το σίδηρο (ως καταλάση). Το σελήνιο ως υπεροξειδάση της γλουταθειόνης επίσης εμφανίζεται να βοηθά τη δράση της βιταμίνης E (α-τοκοφερόλη) περιορίζοντας την οξειδωση των λιπιδίων. Έρευνες σε ζώα δείχνουν ότι το σελήνιο και η βιταμίνη E τείνουν να

υποκαθιστούν το ένα το άλλο και ότι το σελήνιο μπορεί να αποτρέψει μερικές από τις βλάβες που προκαλούνται από την έλλειψη της βιταμίνης E σε περιπτώσεις οξειδωτικού στρες. Η θυρεοειδοξίνη επίσης διατηρεί την αντιοξειδωτική λειτουργία της βιταμίνης C με το να καταλύει την ανάπλάσή της. (Ursel, 2001)

5.5. Χρώμιο (Cr)

Το χρώμιο αναγνωρίζεται σήμερα ως ένα θρεπτικό απαραίτητο μεταλλικό στοιχείο του οποίου η έλλειψη μπορεί να προκαλέσει διάφορες καρδιακές καταστάσεις, ανωμαλίες στο μεταβολισμό της γλυκόζης καθώς και διαβήτη. Οι δύο πιο κοινές μορφές στις οποίες απαντάται το χρώμιο στη φύση είναι το τρισθενές και το εξασθενές χρώμιο. Σε αντίθεση με την εξασθενή μορφή του χρωμίου η οποία είναι τοξική και αποτελεί κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία, το τρισθενές χρώμιο είναι μία απαραίτητη θρεπτική ουσία κυρίως λόγω του χαμηλού βαθμού οξειδωσης που παρουσιάζει. Το τρισθενές χρώμιο αποτελεί την κύρια μορφή στα τρόφιμα, καθώς και τη μόνη μορφή που χρησιμοποιείται από το σώμα. Είναι αξιοσημείωτο τέλος, να σημειωθεί ότι ενώ τα ιχνοστοιχεία γενικά αυξάνουν στο ανθρώπινο σώμα με την ηλικία, το χρώμιο αντίθετα, μειώνεται. Αυτό είναι μάλλον δυσμενές διότι θεωρείται ότι το χρώμιο γενικά ελαττώνει την αρτηριοσκλήρυνση. (Ζερφυρίδης, 1995)

Πηγές πρόσληψης

Το χρώμιο βρίσκεται σε όλα σχεδόν τα τρόφιμα, αν και έχει βρεθεί ότι οι διάφοροι τρόποι προετοιμασίας και αποθήκευσης των τροφίμων μπορούν να αλλοιώσουν το ποσοστό του χρωμίου σε αυτά. Ιδιαίτερα πλούσιες πηγές αποτελούν το κρέας, ο κρόκος αυγού, τα μη αποφλοιωμένα δημητριακά, τα πράσινα φασόλια και το μπρόκολο. Τέλος, τρόφιμα τα οποία περιέχουν πολλά σάκχαρα (όπως σακχαρόζη και φρουκτόζη) έχει βρεθεί ότι προωθούν την απώλεια χρωμίου.

Αν και ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση, ούτε οι ΗΠΑ έχουν θέσει μία συγκεκριμένη τιμή για την ημερήσια προτεινόμενη διαιτητική πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA), ωστόσο, έχει βρεθεί ότι ένα επαρκές εύρος πρόσληψης θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 30-50 μg/ημέρα. (Guthie, 1983)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Το χρώμιο θεωρείται ότι είναι απαραίτητο προκειμένου να ολοκληρωθεί η αλληλεπίδραση ανάμεσα στο μόριο της ινσουλίνης και τον κυτταρικό της υποδοχέα, ώστε να επιτευχθεί η μεταφορά της γλυκόζης από το αίμα μέσα στα κύτταρα. Εκτός από την επίδρασή της στο μεταβολισμό των υδατανθράκων (γλυκόζης), η ινσουλίνη (με τη βοήθεια βέβαια του χρωμίου) επηρεάζει επίσης το μεταβολισμό των λιπών και των πρωτεϊνών.

Μεταβολισμός: Το μεγαλύτερο μέρος του χρωμίου που λαμβάνουμε καθημερινά δεν απορροφάται από τον οργανισμό μας και δεν εισάγεται ποτέ στο αίμα, αποβάλλεται μέσα σε λίγες ημέρες μέσω των περιττωμάτων. Ένα μικρό ποσοστό (περίπου 0,4-2,1%) μόνο θα περάσει μέσω των εσωτερικών πτυχών του εντέρου και θα εισαχθεί στην κυκλοφορία του αίματος απ' όπου θα διανεμηθεί σε όλα τα μέρη του σώματος. Έπειτα το χρώμα θα περάσει μέσα από τα νεφρά και θα αποβληθεί με τα ούρα. (Guthie, 1983)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη χρωμίου)

Η έλλειψη χρωμίου παρεμποδίζει τη φυσιολογική δράση της ινσουλίνης. Στον άνθρωπο, τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα ανεβαίνουν πάνω από το φυσιολογικό και εμφανίζεται δυσανεξία γλυκόζης, όπως ακριβώς συμβαίνει και στο διαβήτη. Επιπλέον, αυξάνονται τα επίπεδα τριγλυκεριδίων και χοληστερόλης στο αίμα, συμπτώματα που επίσης είναι συνηθισμένα ανάμεσα στους διαβητικούς. Τέλος, έχει επικρατήσει η άποψη ότι μακροχρόνια πρόσληψη ανεπαρκώς ποσοτήτων χρωμίου από τους ηλικιωμένους αυξάνει τον κίνδυνο για ανάπτυξη διαβήτη. (Shils et. al., 1999)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα χρωμίου)

Το εξασθενές χρώμιο αποτελεί μια αναγνωρισμένη καρκινογόνο ουσία η οποία συνδέεται άμεσα με την αυξανόμενη εμφάνιση καρκίνου των πνευμόνων, ενώ είναι επίσης γνωστό ότι προκαλεί αλλεργικές αντιδράσεις όπως δερματικά εξανθήματα. Επιπλέον, η εισπνοή εξασθενών ενώσεων χρωμίου μπορεί να οδηγήσει σε στομαχικές διαταραχές, διάτρηση των βλεννωδών μεμβρανών του ρινικού διαφράγματος, ενοχλήσεις στο φάρυγγα και το λάρυγγα, αποδυνάμωση του ανοσοποιητικού συστήματος, βλάβες στα νεφρά και στο ήπαρ καθώς και αλλαγή του γενετικού υλικού. Τα άτομα που είναι περισσότερο επιρρεπή στην εισπνοή των εξασθενών ενώσεων του χρωμίου αποτελούν κυρίως οι εργαζόμενοι στις χαλυβουργικές και κλωστούφαντουργικές βιομηχανίες. (Ζερφυρίδης, 1995)

Αλληλεπιδράσεις

- ◆ Έρευνες έχουν δείξει ότι τροφές πλούσιες σε σάκχαρα αυξάνουν την ουρική απέκκριση του χρωμίου στους ενήλικες.
- ◆ Το χρώμιο προκειμένου να μεταφερθεί στο αίμα χρησιμοποιεί την πρωτεΐνη μεταφοράς του σιδήρου (γνωστή ως τρανσφερίνη). Έτσι η υπεραποθήκευση σιδήρου (π.χ. στην κληρονομική αιμαχρωμάτωση) παρεμποδίζει τη μεταφορά του χρωμίου με το να ανταγωνίζεται για τη σύνδεση με την τρανσφερίνη. (Groff et. al., 1995)

5.6. Φθόριο (F)

Το φθόριο εμφανίζεται φυσικά στο φλοιό της γης, στο νερό και τα τρόφιμα κυρίως ως αρνητικά φορτισμένο ιόν, το φθορίδιο (F⁻). Το φθορίδιο θεωρείται ένα απαραίτητο ιχνοστοιχείο για τους ζωικούς οργανισμούς και κυρίως για την ανάπτυξη των οστών και των δοντιών. Αν και ο ρόλος του τόσο στην πρόληψη της οδοντικής τερηδόνας, όσο και της οστεοπόρωσης είναι ευρέως γνωστός, το φθορίδιο, ωστόσο, δεν θεωρείται απαραίτητο

μεταλλικό στοιχείο επειδή δεν είναι απαραίτητο στην ανάπτυξη των ανθρώπων ή για να μείνουν στην ζωή. Περίπου το 95% του συνολικού φθοριδίου του σώματος βρίσκεται στα κόκκαλα και τα δόντια. (UtseI, 2001)

Πηγές πρόσληψης

Την κύρια διαιτητική πηγή φθορίου αποτελεί το πόσιμο νερό το οποίο περιέχει περίπου 1mg/L. Άλλες πλούσιες πηγές φθοριδίου αποτελούν το τσάι (που συγκεντρώνει φθορίδιο στα φύλλα του) καθώς και τα ψάρια (κυρίως όσα καταναλώνονται με το κόκκαλο). Σε περιοχές όπου η συγκέντρωση φθορίου στο νερό είναι μικρότερη από 1mg/L εφαρμόζεται η φθορίωση του νερού ως μέτρο που στοχεύει στην πρόληψη του πληθυσμού από την τερηδόνα. Τέλος, η περιεκτικότητα των τροφίμων σε φθόριο αν και είναι πολύ μικρή (αποτελεί περίπου το 0,3-0,6 mg της καθημερινής πρόσληψης (φθορίου), ποικίλει από μέρος σε μέρος κυρίως λόγω της διαφορετικής περιεκτικότητας του εδάφους στα διάφορα μέταλλα, αλλά και της χρήσης λιπασμάτων που μπορεί να μολύνουν τους υδροφόρους ορίζοντες.

Η προτεινόμενη διαιτητική πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA) έχει εκτιμηθεί από το αμερικανικό συμβούλιο τροφίμων και διατροφής (National Research Council's Food and Nutrition Board) πως πρέπει να ανέρχεται για το γενικό πληθυσμό σε 0,05-0,07 mg/kg σωματικού βάρους ημερησίως. Έτσι η προτεινόμενη πρόσληψη για ένα άτομο βάρους 70kg ανέρχεται περίπου σε 3,5-4,9 mg ημερησίως. (UtseI, 2001)

Βιολογική δράση: λειτουργία και μεταβολισμός

Το φθόριο όταν μπει στην κυκλοφορία του αίματος κατευθύνεται προς τους ιστούς με μεταλλικά στοιχεία (δηλ. τα κόκκαλα και τα δόντια), όπου χάρις σ' αυτό οι κρύσταλλοι των οστών και των δοντικών γίνονται μεγαλύτεροι σε μέγεθος και τελειότεροι στο σχηματισμό τους. Το αποτέλεσμα αυτό παρατηρείται λόγω της υψηλής χημικής δραστηριότητας του φθορίου που του επιτρέπει να αντικαθιστά ορισμένα υδροξύλια στον κρύσταλλο του υδροξυαπατίτη (κρύσταλλοι του ασβεστίου και του φωσφορικού άλατος) με αποτέλεσμα αυτός να γίνεται πιο ανθεκτικός στην αποσύνθεση. Οι νέοι κρύσταλλοι που δημιουργούνται σχηματίζουν τον φθοριοαπατίτη ο οποίος

σκληραίνει το σμάλτο των δοντιών και σταθεροποιεί τα μεταλλικά στοιχεία των οστών.

Μεταβολισμός

- ◆ Το φθορίδιο εισάγεται στην κυκλοφορία του αίματος μέσω της πεπτικής οδού.
- ◆ Η απορρόφηση του φθοριδίου λαμβάνει χώρα στο στομάχι και το λεπτό έντερο.
- ◆ Η απέκκρισή του από το σώμα πραγματοποιείται μέσω των ούρων. Το ποσό που δεν απεκκρίνεται αποθηκεύεται στα κόκκαλα και τα δόντια. (Guthrie, 1983)

Εκτίμηση Επικινδυνότητας (έλλειψη φθορίου)

Η μόνη σαφής ένδειξη της ανεπαρκούς πρόσληψης φθοριδίου αποτελεί ο αυξανόμενος κίνδυνος οδοντικής τερηδόνας (αποσύνθεση των δοντιών).

Εκτίμηση Επικινδυνότητας (τοξικότητα φθορίου)

Το φθορίδιο είναι τοξικό και όταν καταναλώνεται σε υπερβολικές ποσότητες μπορεί να προκαλέσει αποχρωματισμό των δοντιών, μια κατάσταση που είναι γνωστή ως φθορίωση. Άλλα συμπτώματα της τοξικότητας του φθορίου αποτελούν η ναυτία, ο κοιλιακός πόνος, ο εμετός, η διάρροια, η πρόκληση οστεομαλακίας, η γενική αδυναμία – ατονία, ενώ ποσότητες παραπάνω από 5mg/kg σωματικού βάρους μπορούν να οδηγήσουν ακόμα και στο θάνατο. (Guthrie, 1983)

Αλληλεπιδράσεις

- ◆ Το χλωριδικό άλας αυξάνει την κατακράτηση του φθορίου με το να μειώνει την ουρική απέκκρισή του.
- ◆ Το ασβέστιο σχηματίζει αδιάλυτους σχηματισμούς με το φθορίδιο και είναι ικανό να μειώσει σημαντικά την απορρόφηση του όταν βρίσκονται στο ίδιο γεύμα. Εντούτοις, η απορρόφηση του φθοριδίου με την μορφή του μονοφθοριοφωσφόρου (αντίθετα από το φθορίδιο του νατρίου) είναι απρόσβλητη από το ασβέστιο.

- ♦ Το μαγνήσιο, επίσης σχηματίζει αδιάλυτους σχηματισμούς με το φθαρίδιο και είναι ικανό να μειώσει σημαντικά την απορρόφησή του όταν βρίσκονται στο ίδιο γεύμα. (Groff et. al., 1995)

5.7. Χαλκός (Cu)

Ο χαλκός είναι συστατικό πολλών ενζύμων, συμπαραγόντων και πρωτεϊνών του οργανισμού που είναι σημαντικές για την καλή υγεία. Στο σώμα, ο χαλκός μεταπίπτει μεταξύ των μορφών του μονοσθενούς χαλκού (Cu^{1+}) και του δισθενούς χαλκού (Cu^{2+}) αν και η πλειοψηφία του χαλκού του σώματος είναι με τη μορφή Cu^{2+} . Η δυνατότητα του χαλκού να παίρνει και να δίνει εύκολα ηλεκτρόνια εξηγεί το σημαντικό ρόλο του στις αντιδράσεις οξειδωσης – αναγωγής (οξειδοαναγωγικές) και τη δέσμευση των ελεύθερων ριζών. (UrseI, 2001)

Πηγές πρόσληψης

Ο χαλκός βρίσκεται σε μια ευρεία ποικιλία τροφίμων, αλλά είναι πιο άφθονος στο κρέας, στα οστρακοειδή, στα όσπρια, στη σοκολάτα και στα δημητριακά αλέσεως. Η περιεκτικότητα των φυτικών προϊόντων σε χαλκό επηρεάζεται πολύ από τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής όπου καλλιεργήθηκαν.



Η προτεινόμενη διαιτητική πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA) για το γενικό πληθυσμό τίθεται σε 1,15mg/ημέρα. (UrseI, 2001)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Ανάμεσα στις πιο σημαντικές λειτουργίες του χαλκού είναι το ότι είναι απαραίτητος για τη σύνθεση της αιμοσφαιρίνης και του κολλαγόνου. Επιπροσθέτως, ο χαλκός χρειάζεται για την καλή λειτουργία του ανοσοποιητικού, του νευρικού και του καρδιαγγειακού συστήματος, την υγεία των οστών, το μεταβολισμό του σιδήρου και το σχηματισμό ερυθροκυττάρων, την ενεργειακή παραγωγή καθώς και τη ρύθμιση της έκφρασης των γονιδίων. Επιπλέον, ο χαλκός, όπως και ο σίδηρος, αποτελεί συστατικό ενός ενζύμου που συμμετέχει στην εξουδετέρωση των ελευθέρων ριζών. Έτσι, έχει διατυπωθεί η άποψη ότι η κατανάλωση διαιτών που είναι φτωχές σε χαλκό συμβάλλει στην εμφάνιση καρδιοπαθειών μέσω της μείωσης της δραστηριότητας αυτού του ενζύμου. (Guthrie, 1983)

Μεταβολισμός: Ο χαλκός μπαίνει γρήγορα στην κυκλοφορία του αίματος και διανέμεται σε όλο το σώμα αφού έχει εισαχθεί σε αυτό είτε μέσω της αναπνοής, είτε μέσω της κατάποσης ουσιών που περιέχουν χαλκό.

Η απορρόφηση του χαλκού γίνεται με τη μορφή συμπλόκων με αμινοξέα, οργανικά οξέα καθώς και άλλες χημικές ενώσεις.

Τέλος, ο χαλκός απεκκρίνεται από το σώμα με τα περιττώματα και τα ούρα. Ωστόσο, για την πλήρη απομάκρυνσή του από το σώμα χρειάζεται το πέρασμα αρκετών ημερών. Γενικά, το ποσό χαλκού στο σώμα παραμένει σταθερό (το ποσό που εισάγεται στο σώμα είναι ίσο με το ποσό που απομακρύνεται) . (Ursel, 2001)

Εκτίμηση Επικινδυνότητας (έλλειψη χαλκού)

Η έλλειψη χαλκού μπορεί έμμεσα να προκαλέσει σιδηροπενική αναιμία καθώς και να επηρεάσει την καρδιακή λειτουργία. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο χαλκός συμμετέχει στο μεταβολισμό του σιδήρου και επομένως έλλειψη χαλκού έχει σαν αποτέλεσμα ο σίδηρος που είναι διαθέσιμος στα κύτταρα να είναι μειωμένος.

Ανεπαρκείς ποσότητες χαλκού μπορούν να ανιχνευτούν σε νήπια με χαμηλό βάρος γέννησης, σε ασθενείς που τρέφονται χρόνια παρεντερικά, σε περιπτώσεις χρόνιου υποσιτισμού καθώς και σε άτομα που έχουν υποβληθεί σε εγχείρηση του λεπτού εντέρου (και συνεπώς παρουσιάζουν μειωμένη

απορρόφηση του μετάλλου). Η ανεπάρκεια του χαλκού μπορεί επίσης να οδηγήσει σε μη ομαλούς (χαμηλούς) αριθμούς λευκών αιμοσφαιρίων γνωστών ως φαγοκύτταρα (φαγοκυτταρική πενία). (Ursei, 2001)

Εκτίμηση Επικινδυνότητας (τοξικότητα χαλκού)

Χρόνια πρόσληψη υψηλών ποσοτήτων χαλκού δρα τοξικά στον οργανισμό. Έκδηλα συμπτώματα τοξικότητας αποτελούν οι κοιλιακοί πόνοι, η ναυτία, ο εμετός και η διάρροια τα οποία βοηθούν στο να αποτραπεί η πρόσθετη κατάποση και απορρόφηση χαλκού. Παρατεταμένη έκθεση σε υψηλές δόσεις χαλκού μπορούν να οδηγήσουν σε σοβαρή βλάβη του συκωτιού, σε ανεπάρκεια των νεφρών, αιμολυτική αναιμία μέχρι και θάνατο. Τέλος, πρέπει να αναφέρουμε ότι άτομα με γενετικές διαταραχές που έχουν επιπτώσεις στο μεταβολισμό του χαλκού (π.χ. νόσος Wilson και ιδιοκή κίρρωση παιδικής ηλικίας) προκειμένου να αποφύγουν τα δυσμενή αποτελέσματα από την χρόνια τοξικότητα του χαλκού θα πρέπει να λαμβάνουν σημαντικά χαμηλότερες δόσεις από αυτόν. (Ursei, 2001)

Αλληλεπιδράσεις

- ◆ Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, ο χαλκός συμμετέχει στο μεταβολισμό του σιδήρου και στο σχηματισμό των ερυθρών αιμοσφαιρίων του αίματος.
- ◆ Ο ψευδάργυρος ανταγωνίζεται το χαλκό για απορρόφηση στο λεπτό έντερο. Αυτό συμβαίνει διότι ο σε υψηλή περιεκτικότητα διατροφικός ψευδάργυρος αυξάνει τη σύνθεση μιας εντερικής πρωτεΐνης κυττάρων αποκαλούμενης μεταλλοθειονίνης, η οποία δεσμεύει ορισμένα μέταλλα (και κυρίως το χαλκό) αποτρέποντας έτσι την απορρόφησή τους, με την παγίδευσή τους στα εντερικά κύτταρα. Έτσι, τα υψηλά επίπεδα μεταλλοθειονίνης, που προκαλούνται από τον υπερβολικό ψευδάργυρο, προκαλούν μείωση στην εντερική απορρόφηση του χαλκού. Αντίθετα, έχει βρεθεί ότι η υψηλή πρόσληψη χαλκού δεν έχει επιπτώσεις στη θρεπτική αξία του ψευδαργύρου. (Groff et. al., 1995)

5.8. Μόλυβδος (Pb)

Ο μόλυβδος είναι ένα από τα τέσσερα μέταλλα που έχουν τα πιο καταστρεπτικά αποτελέσματα στην ανθρώπινη υγεία, λόγω του ότι είναι ιδιαίτερα τοξικός. Μπορεί να εισαχθεί στο ανθρώπινο σώμα μέσω της κατάποσης των τροφίμων, της εισπνοής μολυσμένου αέρα (περιβαλλοντική ρύπανση) καθώς και μέσω του πόσιμου νερού λόγω της διάβρωσης των σωληνών (η πιθανότητα να συμβεί κάτι τέτοιο αυξάνεται όταν το νερό είναι ελαφρώς όξινο). Απ' όσο γνωρίζουμε μέχρι σήμερα ο μόλυβδος δεν εκπληρώνει καμία ουσιαστική λειτουργία στο ανθρώπινο σώμα. (Μάρτογλου, 2002)

Πηγές πρόσληψης

Τρόφιμα όπως τα φρούτα, τα λαχανικά, το κρέας, τα σιτηρά, τα θαλασσινά, αλλά και τα μη αλκοολούχα ποτά και το κρασί μπορούν να περιέχουν κάποια ποσά μολύβδου. Ο καπνός των τσιγάρων, επίσης, περιέχει μικρή ποσότητα μολύβδου. (Παπανικολάου, 1997)

Εκτίμηση Επικινδυνότητας (τοξικότητα μολύβδου)

Υψηλές ποσότητες μολύβδου μπορούν να προκαλέσουν διάφορα ανεπιθύμητα αποτελέσματα όπως διάσπαση της βιοσύνθεσης της αιμογλοβίνης, αναιμία, αύξηση της πίεσης του αίματος, βλάβη στα νεφρά, αποβολές και ανεπιθύμητες αμβλώσεις, διατάραξη του νευρικού συστήματος, μείωση της νοημοσύνης των παιδιών αλλά και επιθετικότητα, παρορμητική συμπεριφορά και υπερκινητικότητα. Τέλος, έχουν αναφερθεί και περιπτώσεις μειωμένης γονιμότητας των ανδρών λόγω βλάβης του σπέρματος. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε, όμως, ότι όλα τα παραπάνω προβλήματα, που προκαλεί η τοξικότητα του μολύβδου, πολύ σπάνια μπορεί να συμβούν από τις συνήθεις ποσότητες μολύβδου που περιέχουν τα τρόφιμα, και κυρίως είναι αποτελέσματα περιβαλλοντικής ρύπανσης. (Ürsel, 2001)

5.9. Μολυβδαίνιο (Mo)

Το μολυβδαίνιο είναι συστατικό τριών διαφορετικών ενζυμικών συστημάτων που σχετίζονται με το μεταβολισμό των θερμιδογόνων ουσιών. Βρίσκεται κυρίως στις φυτικές τροφές που περιέχουν ενώσεις αζώτου.

Ως συστατικό της αδαμαντίνης ουσίας των δοντιών φαίνεται ότι προφυλάσσει ή μειώνει τη συχνότητα της τερηδόνας των δοντιών. (Παπανικολάου, 1997)

Πηγές πρόσληψης

Η συγκέντρωση του μολυβδαινίου στις τροφές εξαρτάται κυρίως από την σύνθεση του εδάφους στο οποίο αυτές αναπτύσσονται. Κυριότερες πηγές του μολυβδαινίου αποτελούν τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα όσπρια, τα φυλλώδη λαχανικά, τα όργανα ζώων (νεφρά, συκώτι) καθώς και τα δημητριακά ολικής αλέσεως.

Η συνιστώμενη ημερήσια διαιτητική πρόσληψη (recommended dietary allowance -RDA) για τον γενικό πληθυσμό κυμαίνεται μεταξύ 0,5 έως 2mg. (Παπανικολάου, 1997)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Το μολυβδαίνιο λειτουργεί ως συμπράγοντας ορισμένων φλαβικών ενζύμων και πρωτεϊνών όπως της αλδευδίκης οξειδάσης (η οποία οξειδώνει και αποτοξινώνει από διάφορες πυριμιδίνες, πουρίνες και άλλες συγγενικές ουσίες οι οποίες εμπλέκονται στο μεταβολισμό του DNA), της οξειδάσης / δευδρογονάσης της ξανθίνης (η οποία καταλύει το σχηματισμό του ουρικού οξέος) καθώς και της σουλφιδικής οξειδάσης (η οποία εμπλέκεται στο μεταβολισμό του θείου). (Institute of Medicine, 2001)

Μεταβολισμός: Η υψηλή απορροφητικότητα του μολυβδαινίου πάνω σε ένα ευρύ φάσμα δόσεων αυτού, επισημαίνει το γεγονός ότι η απορρόφηση του είναι μια παθητική (χωρίς μεσολάβηση) διαδικασία. Η ανταγωνιστική αναχαίτιση της πρόσληψης (λήψης) μολυβδαινίου από το θειικό άλας η οποία

έχει παρατηρηθεί στις πτυχές του εντέρου, δείχνει ότι κάποιος μεταφορέας πρέπει να εμπλέκεται σε αυτήν. Παρόλ' αυτά, ο ακριβής μηχανισμός και η τοποθεσία μέσα στο γαστρεντερικό σωλήνα που λαμβάνει χώρα η απορρόφηση του μολυβδαινίου δεν έχουν ακόμα γίνει ευρέως γνωστά. Η συγκέντρωση του μολυβδαινίου στο αίμα ποικίλει σε μεγάλο βαθμό, υπολογίζεται όμως περίπου σε 5ηποΙ/L. Η μεταφορά του μολυβδαινίου στο αίμα επιτυγχάνεται μέσω της σύνδεσης του με τα ερυθροκύτταρα, κυρίως δε βρίσκεται δεσμευμένο από την α-μακροσφαιρίνη. Η ουρική απέκκριση συνιστά έναν έμμεσο τρόπο για την απομάκρυνση του μολυβδαινίου και αντικατροπτίζει – εξαρτάται από το ποσό που έχει εισαχθεί στο σώμα. Έρευνες δείχνουν την κατακράτηση μολυβδαινίου σε περιπτώσεις χαμηλών δόσεων αυτού καθώς και την ταχεία απομάκρυνσή του όταν η πρόσληψή του είναι μεγάλη, καταδεικνύοντας έτσι τον σημαντικό ρόλο των νεφρών στην ρύθμιση του ομοιοστατικού μηχανισμού του μολυβδαινίου. Τέλος, μικρά ποσά αυτού απομακρύνονται και μέσω της χολής. (Institute of Medicine, 2001)

Εκτίμηση Επικινδυνότητας (έλλειψη μολυβδαινίου)

Περιπτώσεις ανεπάρκειας μολυβδαινίου είναι αρκετά σπάνιες και αναφέρονται μόνο σε περιπτώσεις συνέργειας περίσσειας χαλκού και θείου καθώς και από μακροχρόνια παρεντερική σίτιση. Στις περιπτώσεις αυτές η βελτίωση ήταν άμεση με τη χορήγηση συμπληρώματος μολυβδαινίου. (Παπανικολάου, 1997)

Εκτίμηση Επικινδυνότητας (τοξικότητα μολυβδαινίου)

Υψηλές ποσότητες μολυβδαινίου είναι πιθανόν να προκαλέσουν ουρική αρθρίτιδα όπως, εξάλλου, έχει δείχθει σε μερικές περιοχές της Αρμενίας που η πρόσληψη μολυβδαινίου είναι μονίμως αυξημένη. (Μόρτογλου, 2002)

Αλληλεπιδράσεις

Το μολυβδαίνιο αλληλεπιδρά με το χαλκό, έτσι ώστε περισσότερο χαλκού να μειώνει την απορρόφηση του μολυβδαινίου, αλλά και αντιστρόφως, η υπερβολική πρόσληψη μολυβδαινίου είναι δυνατόν να προκαλέσει ανεπάρκεια χαλκού. Εντούτοις, όταν η περιεκτικότητα της διαίτας αυξάνεται σε

μολυβδαίνιο, τη συμπτώματα της ανεπάρκειας εξαφανίζονται γιατί η απέκκρισή του αυξάνεται και αυτή.

5.10. Μαγγάνιο (Mn)

Το μαγγάνιο είναι ένα μεταλλικό στοιχείο το οποίο αποτελεί συστατικό διαφόρων ενζύμων και συμμετέχει κυρίως σε ενδοκυτταρικές αντιδράσεις. Δρα ως διεγέρτης διαφόρων ενζύμων στο μεταβολισμό των υδατανθράκων, των λιπών και των πρωτεϊνών καθώς και των νουκλεϊνικών οξέων (DNA και RNA). Ο σημαντικότερος ρόλος του μαγγανίου, όμως, έγκειται στο σχηματισμό των οστών και στην ανάπτυξη του συνεκτικού ιστού καθώς και στην κανονική λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος. Τέλος, θεωρείται ιδιαίτερα απαραίτητο στοιχείο για την πήξη του αίματος, την δράση της ινσουλίνης καθώς και τη σύνθεση της χοληστερίνης. Απαντάται κυρίως στα οστά, στο ήπαρ, στην υπόφυση και στην επίφυση. (Τριχοπούλου, 1980 και Παπανικολάου, 1997)

Πηγές πρόσληψης

Την κυριότερη πηγή πρόσληψης μαγγανίου αποτελούν οι φυτικές τροφές, η περιεκτικότητα, όμως, των οποίων στο μεταλλικό στοιχείο μπορεί να ποικίλει ανάλογα με το έδαφος στο οποίο αναπτύσσονται (τα φυτά που καλλιεργούνται σε αλκαλικό έδαφος είναι ιδιαίτερα φτωχά σε μαγγάνιο). Πλούσιες πηγές μαγγανίου αποτελούν οι ξηροί καρποί, τα δημητριακά που δεν έχουν αποφλοιωθεί, το τσάι καθώς και τα φυλλώδη λαχανικά.

Η συνιστώμενη διαιτητική πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA) σύμφωνα με το αμερικανικό συμβούλιο τροφίμων και διατροφής (National Research Council's Food and Nutrition Board) έχει καθοριστεί στα 2,3 mg/ημέρα για τους ενήλικες άνδρες και στα 1,8 mg/ημέρα για τις ενήλικες γυναίκες. (Shils et. al., 1999)

Βιολογική δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, το μαγγάνιο διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό των υδατανθράκων, των αμινοξέων και της χοληστερόλης. Για παράδειγμα, η πυροσταφυλική καρβοξυλάση – ένα ένζυμο που περιέχει μαγγάνιο – μαζί με την φωσφοενολοπυροσταφυλική καρβοξυλάση – ένα ένζυμο που ενεργοποιείται από το μαγγάνιο – διαδραματίζουν σημαντικούς ρόλους στην παραγωγή γλυκόζης από μη-υδατανθρακικές αρχικές ουσίες. Επιπροσθέτως, η αργινάση – ένα άλλο ένζυμο που επίσης περιέχει μαγγάνιο – απαιτείται από το συκώτι για τον κύκλο της ουρίας, δηλαδή μια διαδικασία που αποτοξινώνει την αμμωνία που παράγεται κατά τη διάρκεια του μεταβολισμού των αμινοξέων.

Επιπλέον, το υπεροξειδίο του μαγγανίου είναι το κύριο αντιοξειδωτικό ένζυμο των μιτοχονδρίων τα οποία καταναλώνουν πάνω από το 90% του οξυγόνου που χρησιμοποιείται από τα κύτταρα, καθιστώντας τα έτσι ιδιαίτερα ευάλωτα στην οξειδωτική πίεση. Το υπεροξειδίο του μαγγανίου είναι εκείνο που καταλύει τη μετατροπή των ριζών υπεροξειδίου στο υπεροξειδίο του υδρογόνου το οποίο με τη σειρά του μπορεί να αναχθεί σε νερό με την παρουσία άλλων αντιοξειδωτικών ενζύμων.

Τέλος, το μαγγάνιο είναι απαραίτητο για την παραγωγή του κολλαγόνου το οποίο με τη σειρά του είναι πολύ σημαντικό στην επούλωση των πληγών. (Guthrie, 1983)

Μεταβολισμός: Έρευνες έχουν δείξει ότι το ποσοστό απορρόφησης του μαγγανίου από τις τροφές ανέρχεται περίπου στο 45% αν και το ποσοστό αυτό μειώνεται με την παρουσία ασβεστίου και φωσφόρου. Το μαγγάνιο απορροφάται από το έντερο με μια απόδοση της τάξης του 4%, ενώ μεταφέρεται στο αίμα από την πρωτεΐνη τρανς-μαγγανίνη. Η ρύθμιση των επιπέδων μαγγανίου στο σώμα ελέγχεται πρωτίστως μέσω της μεταβλητής απέκκρισης παρά μέσω της απορρόφησης. (Ussel, 2001)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη μαγγανίου).

Συμπτώματα της έλλειψης μαγγανίου συνήθως δεν συναντώνται στον άνθρωπο, επειδή όλες οι συνήθειες δίαιτες παρέχουν επαρκείς ποσότητες του

συγκεκριμένου μετάλλου. Ωστόσο, η μόνη εκδήλωση ανεπάρκειας του μαγγανίου αναφέρεται σε συνδυασμό με την ανεπάρκεια της βιταμίνης Κ, όπου η χορήγηση της βιταμίνης αυτής δεν διορθώνει την ανωμαλία στην πήξη του αίματος έως ότου δοθούν συμπληρωματικά και ποσότητες μαγγανίου. Αποτελέσματα της έλλειψης μαγγανίου αποτελούν η αναστολή της σωματικής ανάπτυξης, οι οστικές ανωμαλίες, η διαταραχή της αναπαραγωγής (στείρωση στις γυναίκες και ανικανότητα στους άνδρες), καθώς και η τροποποίηση του μεταβολισμού των υδατανθράκων και των λιπιδίων. Χρόνια παρεντερική σίτιση που στερείται μαγγανίου σε παιδιά έχει ως αποτέλεσμα την απομεταλλοποίηση των οστών και την ανεπαρκή ανάπτυξη, συμπτώματα όμως τα οποία διορθώνονται με την συμπληρωματική χορήγηση του μετάλλου. (Παπανικολάου, 1997)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα μαγγανίου)

Η τοξικότητα μαγγανίου αν και είναι απίθανο να προκύψει από τα τρόφιμα (χρειάζεται πρόσληψη, μεγαλύτερη από 9mg ημερησίως), εντούτοις μπορεί να συμβεί μέσω της εισπνοής (ιδιαίτερα από άτομα που εργάζονται σε ορυχεία μαγγανίου). Η εισπνεόμενη τοξικότητα μαγγανίου μπορεί να οδηγήσει σε πολλαπλά νευρολογικά προβλήματα, διότι σε αντίθεση με το μαγγάνιο που λαμβάνεται από τα τρόφιμα, το μαγγάνιο το οποίο εισπνέεται μεταφέρεται άμεσα στον εγκέφαλο προτού μπορέσει να μεταβολιστεί στο συκώτι. Στη χειρότερη μορφή της η τοξικότητα μαγγανίου μπορεί να οδηγήσει σε μόνιμη νευρολογική διαταραχή με συμπτώματα παρόμοια με εκείνα της νόσου Parkinson (όπως τρεμούλιασμα, δυσκολία στο περπάτημα και συσπάσεις των μυών του προσώπου). (Ursel, 2001)

Αλληλεπιδράσεις

- ◆ Υπάρχουν ενδείξεις ότι το ασβέστιο μειώνει τη βιολογική διαθεσιμότητα του μαγγανίου στους υγιείς ενήλικους.
- ◆ Άλλα στοιχεία δείχνουν ότι ο σίδηρος και το μαγγάνιο μοιράζονται κοινούς τρόπους απορρόφησης και μεταφοράς, έτσι ώστε η απορρόφηση μαγγανίου από ένα γεύμα να μειώνεται καθώς η περιεκτικότητα του σε σίδηρο αυξάνεται.

- ◆ Υψηλή συγκέντρωση μαγγανίου αναστέλλει την απορρόφηση του φωσφόρου. (Μουντζούρης, 2002)

5.11. Βόριο (B)

Το βόριο είναι ένα μη μεταλλικό στοιχείο, το οποίο βρίσκεται άφθονο στη φύση , κυρίως συναντάται σε ενώσεις σε συνδυασμό με το νάτριο και το οξυγόνο . Τα παραδείγματα των ενώσεων που περιέχουν το βόριο είναι βόρακας ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) και βορικό οξύ (H_3BO_3). Το βόριο βρίσκεται (υπό μορφή βορικών αλάτων), στους ωκεανούς , στους γαιάνθρακες, στα ιζηματογενή πετρώματα, στους σχιστόλιθους καθώς και σε μερικά εδάφη. (Langman, 2003)

Πηγές πρόσληψης

Το βόριο περιέχεται σε πολλές τροφές, ως βορικό αξύ ή άλας του βορικού οξέος. Συγκεκριμένα απαντάται στους ξηρούς καρπούς ιδιαίτερα στα καρύδια (14mg/kg), στα φρέσκα φρούτα (3mg/kg) και στα πράσινα λαχανικά (2mg/kg). Σύμφωνα με την ισχύουσα κοινοτική νομοθεσία, το βόριο επιτρέπεται να προστίθεται σε ορισμένες κατηγορίες τροφίμων. (Langman, 2003)

Όσον αφορά την συνιστώμενη διαιτητική πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA) ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO), όρισε ως αποδεκτό ασφαλές εύρος ημερήσιας πρόσληψης του πληθυσμού (acceptable safe range of population mean intakes) τα 1-13mg. Η ανεκτή ημερήσια πρόσληψη (tolerable daily intake - TDI) ανέρχεται στα 0,1mg βορίου/kg σωματικού βάρους για τον άνθρωπο.

Η Ευρωπαϊκή Επιστημονική Επιτροπή Τροφίμων (SFC) κατέληξε ότι αν καταναλώνεται ημερησίως 2L φυσικό μεταλλικό νερό/άτομο και αν αποδοθεί το 10% από το TDI σ'αυτή τη πηγή έκθεσης τότε καταλήγουμε στη τιμή 0.3mg/ml.

Η Επιστημονική Επιτροπή Τοξικότητας όρισε ως TDI τα 0,3mg βορίου/kg σωματικού βάρους. Το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης όρισε για το νερό ως μέγιστη τιμή κατανάλωσης του βορίου το 1mg/L. (Βαρζάκας, 2006)

Βιολογική Δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Πιστεύεται ότι το βόριο επηρεάζει τη δομή και τη λειτουργία της κυτταρικής μεμβράνης κατά κάποιον άγνωστο μηχανισμό. Ακόμη, θεωρείται ότι συμβάλλει στον μεταβολισμό (του ασβεστίου, του χαλκού, του μαγνησίου), της γλυκόζης, και των τριγλυκεριδίων. Επιπροσθέτως ενέχεται στο μεταβολισμό των στεροειδών ορμονών όπως είναι τα οιστρογόνα και η τεστοστερόνη. (Langman, 2003)

Μεταβολισμός: Το βορικό άλας του βορικού οξέος απορροφάται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 90% από το ανθρώπινο έντερο. Ωστόσο ο μηχανισμός απορρόφησης του βορίου δεν έχει προσδιοριστεί.

Το βόριο ως άλας του βορικού οξέος, κατανέμεται ομοιόμορφα, μέσω της παθητικής διάχυσης σε όλα τα υγρά του σώματος. Η περίοδος ημιζωής του βορίου στον ανθρώπινο οργανισμό είναι μικρότερη από 24h. Η κινητική απομάκρυνση του βορίου από τα κόκαλα σε σχέση με την απέκκριση από τους μαλακούς ιστούς και τα βιολογικά υγρά διαφέρει, ενώ μόνο ένα μικρό ποσοστό βορίου αποθηκεύεται σ'αυτά . Επιπροσθέτως έχει αποδειχθεί ότι οι ενώσεις βορίου μπορούν να διασχίσουν τον ανθρώπινο πλακούντα. (Βαρζάκας, 2006)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη βορίου)

Ανεπάρκεια βορίου δεν έχει παρατηρηθεί στους ανθρώπινους πληθυσμούς. Εντούτοις, υποστηρίζεται ότι η ανεπάρκεια του βορίου θα μπορούσε να είναι ένας συμβάλλοντας παράγοντας στην ασθένεια Kashin-Beck η οποία είναι μια οστεο-μυική ασθένεια, η οποία μπορεί να προκαλέσει σοβαρή παραμόρφωση. Αυτή η ασθένεια έχει ανιχνευθεί σε περιοχές της Κίνας και της πρώην Σοβιετικής Ένωσης και επίσης έχει συνδεθεί με την ανεπάρκεια του σεληνίου. (Langman, 2003)

Επιπλέον, σύμφωνα με μελέτες οι οποίες έγιναν σε πειραματόζωα, η ελλιπής πρόσληψη βορίου προκαλεί στρεβλώσεις σε διάφορες βιολογικές λειτουργίες όπως είναι: α) η περιορισμένη ανάπτυξη, β) η ελάττωση της συγκέντρωσης των στεροειδών ορμονών στο αίμα, και γ) οι αλλαγές στα επίπεδα του ασβεστίου και μαγνησίου στο πλάσμα. Τέλος, οι συνέπειες από την έλλειψη είναι μεγαλύτερες όταν συνδέονται και από χαμηλή πρόσληψη σε άλλα θρεπτικά συστατικά όπως (βιταμίνη D και μαγνήσιο). (Βαρζάκας, 2006)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα βορίου)

Επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι η οξεία θανατηφόρα δόση του βορικού οξέος είναι 3.000-6.000 mg για τους ενήλικους. Έκδηλα συμπτώματα υψηλών δόσεων βορίου είναι η οξυθυμία, ο παροξυσμός και οι γαστροεντερικές διαταραχές (εμετοί, διάρροια, κοιλιακοί πόνοι). Επιπροσθέτως, έχουν αναφερθεί φλεγμονές, οιδήματα, αποφλοιωτική δερματίτιδα , αποφλοίωση του βλεννογόνου υμένα καθώς και εκφυλισμός των νεφρικών σωληνοειδών κυττάρων. Τέλος, δόση βορικού οξέος χορηγούμενη από το στόμα, ίση ή μεγαλύτερη των 98-650mg/kg σωματικού βάρους θα μπορούσε να προκαλέσει το θάνατο. (Langman, 2003)

Αλληλεπιδράσεις

Οι μελέτες στα ζώα και τους ανθρώπους έχουν δείξει ότι το βόριο αλληλεπιδρά με το μεταβολισμό του ασβεστίου, που μειώνει το ποσοστό απέκκρισης αυτού, ενώ αντίθετα αυξάνει τα επίπεδα των ορών, χωρίς ωστόσο ο μηχανισμός αυτός να έχει πλήρως προσδιοριστεί. (Langman, 2003)

5.12. Βανάδιο (V)

Το βανάδιο είναι ένα ανοιχτό γκρι μεταλλικό στοιχείο το οποίο βρίσκεται στο φλοιό της γης . Στη φύση απαντάται σε μορφή 70 ανόργανων αλάτων . Η κύρια μορφή είναι το βαναδικό άλας ($+5V, VO_3$). Θα πρέπει επίσης να αναφέρουμε ότι το βανάδιο εμφανίζεται ως δυο φυσικά ισότοπα , (^{50}V και ^{51}V) και διαμορφώνει τις καταστάσεις οξειδωσης -1, 0, +2, +3, +4 και +5. (Langman, 2003)

Πηγές πρόσληψης

Τα ποτά , τα λίπη, τα έλαια, τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά περιέχουν τα χαμηλότερα επίπεδα βαναδίου. Αντίθετα, τα δημητριακά , τα θαλασσινά, τα κρέατα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα περιέχουν υψηλότερα επίπεδα βαναδίου (0,005-0,03mg/kg). Μερικά τρόφιμα, συμπεριλαμβανομένου του σπανακιού, του μαϊντανού, των μανιταριών και των στρειδιών, περιέχουν σχετικά υψηλά ποσά βαναδίου(>0,10mg/kg). Επιπροσθέτως το μαύρο πιπέρι θεωρείται εξίσου καλή πηγή διότι περιέχει το περισσότερο βανάδιο, 987mg/kg. Επίσης το βανάδιο είναι παρόν σε διάφορα πολυβιταμινούχα συμπληρώματα σε επίπεδα περίπου 0,25mg/kg ανά ημέρα. (Langman, 2003)

Όσον αφορά τη Συνιστώμενη Διαιτητική Πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA) δεν έχει καθιερωθεί κάποια τιμή διότι δεν υπάρχουν αξιόπιστες εκτιμήσεις για τις απαιτήσεις του ανθρώπινου οργανισμού σε βανάδιο. Η μέση πρόσληψη βαναδίου εκτιμάται ότι είναι 10-20mg/ημέρα ή 0,2-0,3mg/kg σωματικού βάρους. (Βαρζάκας, 2006)

Βιολογική Δράση: Λειτουργίες και μεταβολισμός

Έρευνες που έγιναν σε ζώα έδειξαν ότι το βανάδιο μπορεί να ενέχεται σε διάφορες ενζυματικές αντιδράσεις του οργανισμού και κυρίως στο μεταβολισμό των λιπιδίων και των υδατανθράκων. Ορισμένοι επιστήμονες υποστηρίζουν ότι το βανάδιο ασκεί στο μεταβολισμό της γλυκόζης και των πρωτεϊνών επίδραση παρόμοια με αυτή της ινσουλίνης , που περιλαμβάνει αναβολική επίδραση στους μύες , μέσω αναστολής του καταβολισμού των πρωτεϊνών.

Μεταβολισμός: Η εντερική απορρόφηση του βαναδίου είναι χαμηλή, λιγότερο από 5%. Ο μηχανισμός της απορρόφησης δεν έχει πλήρως προσδιοριστεί. Το απορροφημένο βανάδιο μεταφέρεται κυρίως στο πλάσμα που συνδέεται με την τρανσφερίνη (πρωτεΐνη). Οι συγκεντρώσεις του σε όλους τους ιστούς είναι χαμηλές, αλλά είναι υψηλότερες στο συκώτι, το νεφρό και τον πνεύμονα. Το βανάδιο βρίσκεται επίσης στο μητρικό γάλα και στο σάλιο. Ακόμα μικρά ποσά βαναδίου έχουν προσδιοριστεί στον πλακούντα.

Σύμφωνα με μελέτες που έχουν γίνει τα κόκαλα και τα δόντια διατηρούν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις βαναδίου. Το απορροφημένο βανάδιο απεκκρίνεται μέσω των ούρων και των περιττωμάτων. (Langman, 2003)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη βαναδίου)

Το βανάδιο δεν φαίνεται να είναι απαραίτητο στον ανθρώπινο οργανισμό και δεν είναι γνωστά κάποια συμπτώματα που να οφείλονται στην έλλειψη του. Ωστόσο η ανεπάρκεια του μπορεί να συνδεθεί με την καρδιαγγειακή πάθηση.

Επιπλέον, το βανάδιο ασκεί επίδραση παρόμοια με αυτή της ινσουλίνης, έτσι ώστε μια ανεπάρκεια αυτού θα μπορούσε να επηρεάσει το μεταβολισμό της γλυκόζης. (Langman, 2003)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα βαναδίου)

Οι ανεπιθύμητες ενέργειες που έχουν αναφερθεί σε περίπτωση υπερκατανάλωσης βαναδίου είναι γαστρεντερικές διαταραχές, όπως διάρροια και γαστρικές κράμπες. Η χαμηλότερη δόση με την οποία έχουν παρουσιασθεί οι παραπάνω ανεπιθύμητες ενέργειες είναι 0,2mg/kgσώματος/ημέρα. (Βαρζάκας, 2006) Επιπλέον, στους ανθρώπους, η έκθεση από την εισπνοή προκαλεί τοξικά αποτελέσματα στα αναπνευστικά και κεντρικά νευρικά συστήματα, το νεφρό και το δέρμα. Υπάρχουν σχετικά πολύ λίγες αναφερθείσες περιπτώσεις της τοξικότητας του βαναδίου στους ανθρώπους ,όταν χορηγείται από το στόμα. Επιπροσθέτως, η χορήγηση βαναδίου σε ασθενείς σε δόσεις περίπου 50-125mg/ημέρα προκάλεσε κράμπες, χαλάρωση του εντέρου, «πρασίνισμα της γλώσσας» και οδήγησε ακόμα και σε λήθαργο. (Langman, 2003)

Αλληλεπιδράσεις

Το βανάδιο μπορεί να παρεμποδίσει την αποθήκευση και το μεταβολισμό του σιδήρου , επειδή το απορροφημένο βανάδιο είναι συνδεδεμένο με την τρανσφερίνη. (Langman, 2003)

5.13. Πυρίτιο (Si)

Το πυρίτιο είναι ένα μη μεταλλικό στοιχείο με ατομικό βάρος 28. Το πυρίτιο δεν βρίσκεται ελεύθερο στη φύση αλλά εμφανίζεται με διαφορετικές μορφές: σε κρυσταλλική μορφή (χαλαζίας) αλλά και άμορφος. Όταν εκτίθενται στο νερό τα πυριτικά άλατα ελευθερώνουν το ορθοπυριτικό οξύ Si(OH)_4 σε μια συγκέντρωση 1-15mg/L. (Langman, 2003)

Πηγές πρόσληψης

Πλούσιες πηγές πυριτίου αποτελούν οι καρποί (βρώμη, κριθάρι, ρύζι). Ακόμα καλές πηγές αποτελούν τα φρούτα και τα λαχανικά. Το άμορφο πυρίτιο χρησιμοποιείται ως πρόσθετη ουσία τροφίμων, ειδικότερα ως αντιδιογκωτικό αλλά επίσης χρησιμοποιείται για τη διαύγαση ποτών αλλά και ως αντιαφριστικός παράγοντας και τροποποιητής ζύμης. Οι μορφές με τις οποίες συναντάται στις τροφές είναι οι εξής: διοξείδιο του πυριτίου, εστέρας πυριτικού οξέος, διμεθυλοπολυσιλοξανίου. Το πυρίτιο χρησιμοποιείται επίσης ως αντισυγκολλητικός παράγοντας αλλά και ως έκδοχο στα φαρμακευτικά είδη για τις διάφορες προετοιμασίες φαρμάκων και βιταμινών.

Στη Βρετανία τα συμπληρώματα τροφίμων περιέχουν μέχρι 500mg πυριτίου. Σήμερα κανένα φάρμακο δεν περιέχει το πυρίτιο ως ενεργό συστατικό . Στα συμπληρώματα διατροφής το πυρίτιο χρησιμοποιείται συνήθως με τη μορφή διοξειδίου του πυριτίου.

Επιπροσθέτως, η κατανάλωση 2 λίτρων πόσιμου νερού την ημέρα οδηγεί στην κατανάλωση μέχρι 10mg πυριτίου. Έκθεση σε υψηλά επίπεδα αερομεταφερόμενου πυριτίου εμφανίζεται στους εργαζόμενους σε λατομεία, στους ανθρακωρύχες καθώς και στους εργαζόμενους σε χυτήρια. Το πυρίτιο

που έχει κατακαθίσει στους πνεύμονες απορροφάται αργά. Το πυρίτιο δεν είναι απαραίτητο για τον άνθρωπο καθώς η Συνιστώμενη Διαιτητική Πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA) δεν έχει καθιερωθεί ούτε από την Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε από τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων. (Langman, 2003)

Βιολογική Δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Η σημασία και ο ρόλος του πυριτίου για τον άνθρωπο δεν έχει διευκρινιστεί. Ωστόσο πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι: α) το πυρίτιο συμμετέχει στο σχηματισμό των κοκάλων και των συνδετικών ιστών χωρίς αστόσο ο μηχανισμός που λαμβάνει χώρα να είναι γνωστός. β) βοηθά στη διατήρηση της υγείας των οστών. Τέλος, το ορθοπυριτικό οξύ $\text{Si}(\text{OH})_4$ επάγει τη σύνθεση του κολλαγόνου τύπου I. (Βαρζάκας, 2006)

Μεταβολισμός: Η βιοδιαθεσιμότητα του πυριτίου εξαρτάται από τη διαλυτότητα της σχετικής ένωσης. Θεωρείται ότι το πυριτικό οξύ είναι η μορφή που απορροφάται από το γαστροεντερικό τοίχωμα. Έχει αναφερθεί ότι η απορρόφηση του πυριτικού οξέος από το έντερο είναι 20-75%.

Η κατανομή του πυριτίου επιτυγχάνεται ευρέως στους ιστούς. Τα υψηλά επίπεδα είναι παρόντα στα κόκαλα, στα νύχια, στους τένοντες, στους συνδετικούς ιστούς συμπεριλαμβανομένου και της αορτής, στα οστά και στο δέρμα. Τα νύχια περιέχουν τα πιο υψηλά επίπεδα (μέχρι 1500mg/kg). Τα χαμηλότερα επίπεδα πυριτίου είναι παρόντα στα ερυθροκύτταρα του αίματος (περίπου 44mg/kg για τα ερυθροκύτταρα και 20mg/kg για το πυριτικό οξύ που βρίσκεται επίσης στο μητρικό γάλα, στο συκώτι, τη σπλήνα και τον πνεύμονα.

Τα στοιχεία τα οποία έχουμε συλλέξει από ζώα μας δείχνουν ότι υψηλά επίπεδα πυριτίου βρίσκονται στα νεφρά και το συκώτι, ενώ μέτρια βρίσκονται στα οστά και στους μυς. Επιπλέον ο ιστός εγκεφάλου περιέχει αμελητέα ποσά πυριτίου.

Όσον αφορά την απέκκριση του πυριτίου λαμβάνει χώρα κυρίως μέσω των ούρων ενώ μικρότερα ποσά αποβάλλονται με τα περιττώματα. (Langman, 2003)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη πυριτίου)

Η ανεπάρκεια πυριτίου δεν έχει αναφερθεί ποτέ σε ανθρώπους. Ωστόσο έχουν παρατηρηθεί από μελέτες σε πειραματόζωα (αρουραίους και νεοσσούς) παραμορφώσεις στο κρανίο και στα περιφερειακά οστά, ελαττωματική αύξηση του ενδοχονδρίου των οστών και μειωμένη περιεκτικότητα του αρθρωτικού χόνδρου, του κολλαγόνου και του ύδατος. Οι συγκεντρώσεις στοιχείων όπως το ασβέστιο, το μαγνήσιο, το κάλιο, ο ψευδάργυρος, το νάτριο, ο σίδηρος μπορούν επίσης να μειωθούν στο μηρό ή στους σπονδύλους. (Langman, 2003)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα πυριτίου)

Δεν έχουν αναφερθεί τοξικές συνέπειες από τη δράση του πυριτίου που απαντάται στις φυσικές τροφές . Άτομα που για δεκαετίες κατανάλωναν πυριτικό άλας από πρόσθετα τροφίμων για αντιδιογκωτικούς και αντιαφριστικούς λόγους δεν υπέστησαν δηλητηρίαση. Όσοι έκαναν χρήση τριπυριτικού άλατος του μαγνησίου ως αντιτοξική θεραπεία, η μόνη παρενέργεια που έχει αναφερθεί είναι η εμφάνιση πέτρας στα νεφρά από άλατα του πυριτίου.

Το πυρίτιο που εισπνέεται είναι κυρίως σε κρυσταλλική μορφή και προκαλεί ασθένεια στους πνεύμονες γνωστή ως πνευμονοκακίαση ή μη. Χρόνια εισπνοή μπορεί να αποβεί τοξική για τα νεφρά. Η νεφρική ανεπάρκεια παρατηρείται σε άτομα που εκτίθενται σε πυρίτιο με εμφάνιση πνευμονοκακίασης ή μη. Οι εργαζόμενοι σε κεραμικά που εκτίθενται σε σκόνη πυριτίου εμφανίζουν υψηλό κίνδυνο για εκδήλωση ασθένειας στα νεφρά. Επίσης οι ανθρακωρύχοι νοσούν από νεφρικές παθήσεις. (Langman, 2003)

Αλληλεπιδράσεις

Το πυρίτιο έχει αναφερθεί ότι αλληλεπιδρά με διάφορα μεταλλικά στοιχεία συμπεριλαμβανομένου του χαλκού, του ψευδαργύρου και του γερμανίου.

Η αλληλεπίδραση μεταξύ του πυριτίου και του αλουμινίου έχει ερευνηθεί λεπτομερέστερα σαν μέσο παρεμπόδισης της τοξικότητας αλουμινίου. Εντούτοις τα αποτελέσματα είναι συγκρουόμενα και είναι δυνατό τα επίπεδα

πυριτίου να είναι πάρα πολύ χαμηλά για οποιαδήποτε επίδραση για να εμφανιστούν στον άνθρωπο. (Langman, 2003)

5.14. Κοβάλτιο (Co)

Το κοβάλτιο είναι ένα μεταλλικό στοιχείο το οποίο βρίσκεται σε καταστάσεις οξειδωσης +2 και +3. Συνήθως ο όρος κοβάλτιο αναφέρεται σε ιονισμένο κοβάλτιο. (Langman, 2003)

Πηγές πρόσληψης

Υψηλές συγκεντρώσεις κοβαλτίου βρίσκονται στα ψάρια (0,01mg/kg), στα καρύδια (0,09mg/kg), στα πράσινα φυλλώδη λαχανικά (0,009mg/kg), στα φρέσκα δημητριακά (0,01mg/kg). Το μεγαλύτερο μέρος του κοβαλτίου που λαμβάνεται είναι ανόργανο. Δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι το κοβάλτιο χρησιμοποιείται στα συμπληρώματα διατροφής . Εντούτοις το κοβάλτιο (ως θεικό άλας) συμπεριλαμβάνεται σε μερικά φάρμακα σε μια μέγιστη καθημερινή δόση 0,25mg.

Η Συνιστώμενη Διαιτητική Πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA) για το κοβάλτιο δεν έχει προσδιοριστεί , την απαιτούμενη ποσότητα κοβαλτίου την λαμβάνουμε μέσω της βιταμίνης B₁₂ της οποίας αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα. Στο Ηνωμένο Βασίλειο η συνιστώμενη ποσότητα για τη βιταμίνη b₁₂ είναι 1,5mg/ημέρα όπου η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε 0,006mg κοβαλτίου για τους ενήλικες και για τις έγκυες γυναίκες. Αυτά τα ποσά θεωρούνται επαρκή όχι μόνο για να μειώσουν τον κίνδυνο της μεγαλοβλαστικής αναιμίας στον υγιή πληθυσμό αλλά επίσης και για να μας παρέχουν αρκετή αποθηκευμένη ποσότητα από το συγκεκριμένο μέταλλο προκειμένου να ανταπεξέλθουμε σε μια περίοδο έλλειψης. (Langman, 2003)

Βιολογική Δράση: Λειτουργίες και μεταβολισμός

Το κοβάλτιο όπως προαναφέρθηκε είναι ένα απαραίτητο μέταλλο το οποίο αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της βιταμίνης Β₁₂, το οποίο θεωρείται σημαντικό για το μεταβολισμό της φολασίνης και του λιπαρού οξέως.

Μεταβολισμός: Η έκταση της γαστροεντερικής απορρόφησης του κοβαλτίου εξαρτάται από τη δόση , έτσι οι πολύ χαμηλές δόσεις σχεδόν εντελώς απορροφούνται, ενώ οι μεγαλύτερες δόσεις απορροφούνται λιγότερο καλά. Οι διατροφικές συνήθειες επίσης επηρεάζουν την απορρόφηση, παραδείγματος χάριν , η απορρόφηση μειώνεται από τα αμινοξέα και αυξάνεται με την έλλειψη του σιδήρου. Το συκώτι (το όργανο όπου η βιταμίνη b₁₂ αποθηκεύεται) περιέχει την υψηλότερη συγκέντρωση κοβαλτίου (περίπου 20% της συνολικής περιεκτικότητας του σώματος σε κοβάλτιο). Στο ανθρώπινο σώμα δεν υπάρχει κανένα στοιχείο που να καταδεικνύει τη συσσώρευση του κοβαλτίου με το πέρασμα της ηλικίας.

Όσον αφορά την απέκκριση του επιτυγχάνεται με τα ούρα αλλά και με τα περιτώματα. (Langman, 2003)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη κοβαλτίου)

Αν και θεωρείται ότι είναι ένα απαραίτητο μέταλλο, η ανεπάρκεια του δεν έχει αναφερθεί στους ανθρώπους. Υποστηρίζεται ότι στα βοοειδή έχει παρουσιαστεί (αναιμία) η οποία οφείλεται στην ανεπάρκεια του κοβαλτίου. (Langman, 2003)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα κοβαλτίου)

Ένα από τα έκδηλα συμπτώματα της τοξικότητας είναι η καρδιόπαθεια η οποία παρατηρήθηκε σε ομάδες ατόμων που κατανάλωναν μεγάλες ποσότητες μπύρας ως αποτέλεσμα της χρήσης του χλωριδίου κοβαλτίου ως σταθεροποιητής αφρού. (Langman, 2003)

Αλληλεπιδράσεις

Καμία ένωση που αλληλεπιδρά με το κοβάλτιο δεν έχει προσδιοριστεί.

5.15. Κασσίτερος (Sn)

Ο κασσίτερος είναι ένα μη μεταλλικό στοιχείο. Σπάνια βρίσκεται σαν μεταλλικό στοιχείο μόνο του στη φύση και συνήθως βρίσκεται συνδεδεμένο με άλλες ουσίες, η πιο γνωστή είναι το διοξείδιο του κασσίτερου (SnO_2). Επιπροσθέτως έχει τις καταστάσεις οξειδωσης II και IV και τα αντίστοιχα οξειδία αυτών των ατμοσφαιρικών καταστάσεων.

Οι ενώσεις του οργανικού κασσίτερου μπορούν να συντεθούν και είναι ιδιαίτερα τοξικές, αλλά δεν βρίσκονται στις τροφές, στα ποτά και στα συμπληρώματα διατροφής. Έτσι ο κασσίτερος αναφέρεται κυρίως στην ιονισμένη μορφή του. (Langman, 2003)

Πηγές πρόσληψης

Η παρουσία κασσίτερου στα τρόφιμα φυτικής και ζωικής προέλευσης εξαρτάται, ιδιαίτερα από τη συγκέντρωση του κασσίτερου στο έδαφος της περιοχής στο οποίο παράγονται τα τρόφιμα. Γνωρίζουμε ότι η κονσερβοποίηση μπορεί να οδηγήσει στη διάλυση του κασσίτερου του δοχείου, ιδιαίτερα αν τα τρόφιμα είναι όξινα. Το ρυθμιστικό όριο για τα κονσερβοποιημένα προϊόντα είναι 200mg/kg. Οι σημαντικότερες διαιτητικές πηγές κασσίτερου είναι τα προϊόντα φρούτων και κονσερβοποιημένων λαχανικών. Το SnCl_2 είναι μια επιτρεπόμενη πρόσθετη ουσία τροφίμων (e512). Επιπλέον, ο κασσίτερος είναι παρόν σε μερικές πολυβιταμίνες και άλλα μεταλλικά συμπληρώματα διατροφής σε επίπεδο μέχρι 0,01mg της καθημερινής συνιστώμενης δόσης τους. Σε κανένα ιατρικό σκεύασμα το οποίο περιέχει κασσίτερο δεν έχει χορηγηθεί άδεια. Επίσης, ποσότητες ιχνών κασσίτερου είναι ανιχνεύσιμες στον αέρα και εξαρτώνται από τη βιομηχανική δραστηριότητα της περιοχής. Το νερό καθώς και ο αεραμεταφερόμενος κασσίτερος παρέχουν μόνο την ελάχιστη έκθεση για τους ανθρώπους.

Όσον αφορά τη συνιστώμενη διαιτητική πρόσληψη (recommended dietary allowance - RDA) δεν έχει καθοριστεί ακόμα δεδομένου ότι ο κασσίτερος δεν θεωρείται ότι είναι απαραίτητος για τον άνθρωπο. (Langman, 2003)

Βιολογική Δράση: λειτουργίες και μεταβολισμός

Δεν υπάρχει καμία αποδεδειγμένη βιολογική δράση για τον κασσίτερο. Έχει προταθεί μόνο ότι συνεισφέρει στη μακρομοριακή δομή και τη λειτουργία των μεταλλοενζύμων .

Μεταβολισμός: Η γαστροεντερική απορρόφηση του κασσίτερου είναι χαμηλή. Η διαλυτότητα και η βιολογική διαθεσιμότητα των ανόργανων ενώσεων κασσίτερου ποικίλλουν και εξαρτώνται από την κατάσταση οξειδωσης. Οι ιστοί και τα όργανα που συσσωρεύουν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις του κασσίτερου είναι τα κόκαλα, οι λεμφαδένες, το συκώτι, οι πνεύμονες, οι ωθήκες και τα νεφρά. Ωστόσο κανένας μεταβολισμός του κασσίτερου δεν έχει αναφερθεί.

Ο ανόργανος κασσίτερος απεκκρίνεται στα περιτώματα (περίπου 95-99%) και ο υπόλοιπος στα ούρα. (Langman, 2003)

Εκτίμηση επικινδυνότητας (έλλειψη κασσίτερου)

Ανεπάρκεια του κασσίτερου στους ανθρώπους και στα ζώα δεν έχει αναφερθεί.

Εκτίμηση επικινδυνότητας (τοξικότητα κασσίτερου)

Έκδηλα συμπτώματα τοξικότητας είναι οι γαστροεντερικές διαταραχές (κοιλιακές κράμπες, διάρροια), ναυτία, πονοκέφαλος και κρυολόγημα. Συγκεκριμένα άτομα που κατανάλωναν υψηλές ποσότητες κασσίτερου παρουσίασαν συμπτώματα τοξικότητας εντός μιας με δύο ωρών από την κατάποση και τα συμπτώματα εξαφανίστηκαν με το πέρας των ημερών. (Langman, 2003)

Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, λοιπόν, θα λέγαμε ότι ο σύγχρονος τρόπος ζωής κυριαρχείται από άγχος, στρες, κόπωση και κακή διάθεση, φαινόμενα, που απασχολούν όλο και περισσότερα άτομα, σε μια εποχή που οι καθημερινές απαιτήσεις και οι ρυθμοί της ζωής είναι ιδιαίτερα αυξημένοι και δεν αφήνουν περιθώριο για σωστή και ισορροπημένη διατροφή.

Η επιστημονική έρευνα των τελευταίων ετών έχει καταδείξει μία πληθώρα στοιχείων που συνηγορούν στην άποψη πως η διατροφή, όχι μόνο μπορεί να επηρεάσει τη διάθεση και τη συμπεριφορά των ανθρώπων, αλλά και εμπλέκεται σε ένα ολόκληρο πεδίο διαφόρων παθήσεων ψυχικών και σωματικών. Απόρροια, λοιπόν, όλων αυτών είναι οι ελλείψεις σε θρεπτικά συστατικά, οι οποίες ολοένα και ενισχύονται από την ταυτόχρονη λήψη φαρμάκων.

Συγκεκριμένα για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τις τυχόν αλληλεπιδράσεις μεταξύ φαρμάκων και βιταμινών-ιχνοστοιχείων, έτσι ώστε να λαμβάνουμε κάποια συμπληρώματα διατροφής στην αναγκαία ποσότητα, προσέχοντας ασφαλώς την αποφυγή τοξικότητας από υπερδοσολογία.

Κλείνοντας θα πρέπει να επισημάνουμε για μια ακόμη φορά, πως, αν επιδιώκουμε να πετύχουμε ένα πολύ καλό επίπεδο υγείας, θα πρέπει μέσω της σωστής διατροφής (λήψη βιταμινών και ιχνοστοιχείων) να αποφύγουμε αφενός μεν συμπτώματα ανεπάρκειας με κατάλληλη χορήγηση διαφόρων βιταμινών και ιχνοστοιχείων και αφετέρου να περιορίσουμε την ανεξέλεγκτη ή υπερβολική χρήση συμπληρωμάτων διατροφής για μεγάλο χρονικό διάστημα τα οποία θα αποτελέσουν τροχοπέδη στην υγεία του ανθρώπινου οργανισμού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Βαρζάκας Θ. «Σημειώσεις σε βιταμίνες και ανόργανα συστατικά», 2006.
- Δημόπουλος Κ. Α. & Ανδρικόπουλος Ν. Κ. «Διατροφή», Αθήνα, 1996.
- Ζερφυρίδης Γ. Κ. «Διατροφή του ανθρώπου», Θεσσαλονίκη 1995.
- Κανάκης Α. Γ. «Γενική Λαχανοκομία», εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα 2003.
- Κάσιμος Χ. Δ. & Κάσιμος Δ. Χ. «Διατροφή, Υγιεινή Ανάπτυξη & Διαβίωση του Ανθρώπου», 1988.
- Κουμεντάκης Π. Ε. «Υγεία για όλους», Αθήνα 1994.
- Μόρτογλου Τ., Μόρτογλου Κ. «Διατροφή από το σήμερα για το αύριο», Τόμος Ι, Εκδόσεις Γιαλλέλη Αθήνα 2002.
- Μουντζούρης Κ. « Σημειώσεις σε βιταμίνες και ιχνοστοιχεία», 2002.
- Παπανικολάου Γ. «Σύγχρονη Διατροφή και Διαιτολογία», Αθήνα 1997.
- Πολυχρονοπούλου – Τριχοπούλου Α. «Υγιεινή Διατροφή και Διαιτολογία», Αθήνα 1980.
- Τζάκου Π. «Διατροφή και υγεία», Αθήνα 1967.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Briony T. «Manual of Dietetic Practice» Blackwell Science, 2001.
- Canong F. W. «Review of Medical Physiology» Prentice – Hall International, 1995.
- Fernandez M. & Burgos & Prieto S. & Miguel J. «Canadian Journal of Physiology and Pharmacology», 1995.
- Fox B. A. & Cameron A. G. «Food Science, Nutrition and Health» 1989.
- Francis T. & Ball G. F. M. «Vitamins in Foods Analysis, bioavailability and stability», 2006.
- Gibson R. «Principles of Nutritional Assessment», Oxford University Press, 1990.

- Groff G. L. & Gropper S. S. «Διατροφή και Μεταβολισμός», Τόμος II, 1995.
- Groff. J. L. & Gropper S. S. & Hunt S. M. «Advanced Nutrition and Human Metabolism», 1995.
- Guthie H. A. «Introductory Nutrition», The C.V. Mosby Company, 1983.
- Guthie H. A. «Human Nutrition», The C.V. Mosby Company, 1995.
- Guyton A. «Textbook of Medical Physiology», W. B Saunders Company, 1991.
- Institute of Medicine «Dietary Reference Intakes», National Academy Press, 2001.
- Karlson P. & Gerok W. & Grob W. «Κλινική Παθολογική Βιοχημεία», Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας 1993.
- Langman M. «Safe Upper Levels for Vitamins and Minerals», May 2003.
- Mahan L. K. & Escott S. & Krause S. «Food, Nutrition & Diet Therapy», 2002.
- Ottaway B. «The Technology of Vitamines in food», 1993.
- Sauberlich H. E. «Laboratory Tests for the Assessment of Nutritional Status», 1999.
- Shils M. E & Olson J. A & Shike M. & Ross C. «Modern Nutrition in Health and Disease», 1999.
- Townsend C. E. «Διαιτητική, Υγιεινή, Διατροφή και Θεραπευτικές Δίαιτες», 1996.
- Ursel. A «Natural care – Vitamins & Minerals Handbook» Dorling Kindersley, London 2001.
- Williams M. H. «Διατροφή, Υγεία, Ευρωστία και Αθλητική Απόδοση», Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδη, 2003.
- Wolbach S. B. «The Pathological Changes Resulting From Vitamin C Deficiency», 1968.
- Wyeth Newsletter, 1995.

INTERNET ADDRESSES

- <http://www.geocities.com/nutripolis/bitamines>.

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ADP: Adenosine diphosphate, Αδενοσίνη διφωσφορική

ATP: Adenosine triphosphate, Αδενοσίνη τριφωσφορική

cAMP :Cyclic AMP, Κυκλική- AMP

DNA: Deoxyribonucleic acid

CHD: Coronary Heart disease

COA: Coenzyme A , Συνένζυμο A

DPG: 2,3- Diphosphoglycerate, 2,3- Διφωσφορογλυκερινικό

FAD: Flavin-Adenine dinucleotide, Φλαβινο-αδενινο-δινουκλεοτίδιο

FMN: Flavin Mononucleotide

GABA: gamma aminobutyric acid A

HDL: Hight density lipoprotein, υψηλή περιεκτικότητα σε λιποπρωτεΐνη

HIV: Human Immunodeficiency virus,ιός της ανοσοανεπάρκειας του ανθρώπου

LDL: Low density lipoproteins, χαμηλή περιεκτικότητα σε λιποπρωτεΐνες

NAD: Nicotinamide adenine dinucleotide

NADP: Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate

PTH: Parathyroid hormone (Parathormone), Παραθορμόνη

RDA :Recommended Dietary Allowance

RNA: Ribonucleic acid, Ριβονουκλεικό οξύ

T₃: Triiodothyronine, Τριιωδοθυρονίνη

T₄: Thyroxine , Θυροξίνη

TPN: Total Parenteral nutrition

TPP: Thiamine pyrophosphate, Πυροφωσφορική θειαμίνη

TRH: Thyrotropin releasing hormone, Ορμόνη που προκαλεί την απελευθέρωση της θυρεοτρόπου ορμόνης

TSH: Thyroid- stimulating hormone , Θυρεοτρόπος ορμόνη

VLDL: Very low density lipoprotein, Πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε λιποπρωτεΐνες

WHO: World Health Organization