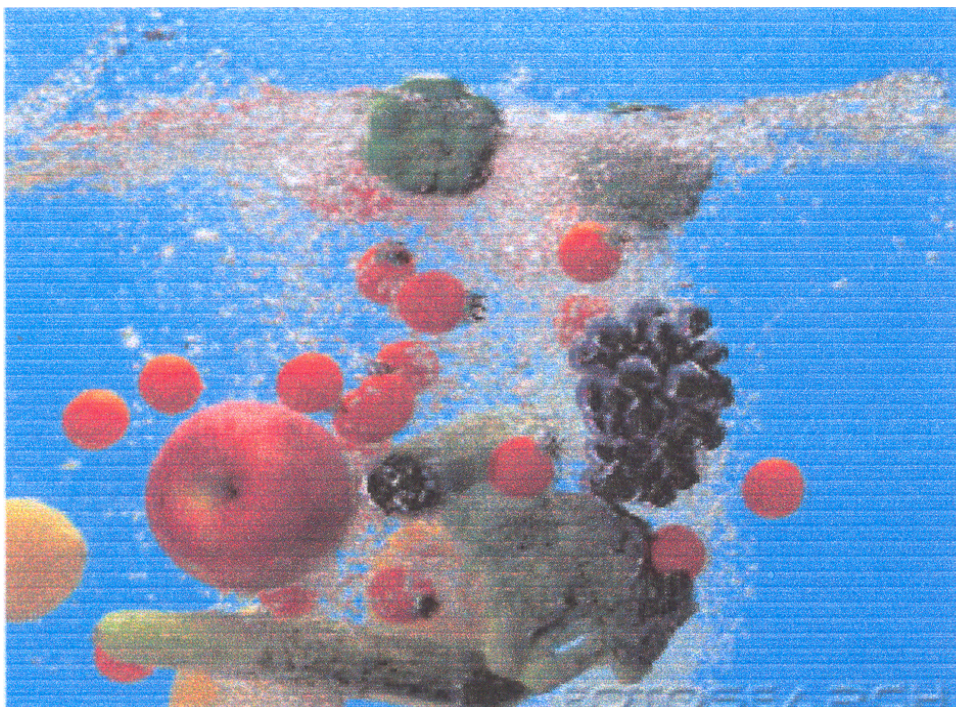


ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗΣ – ΚΟΣΜΗΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τα ιχνοστοιχεία στην διατροφή



Σπουδαστές: Τσαπτσάκα
Αποστολία

Καθηγητής: Δρ. Χρήστος Δούκας

Θεσσαλονίκη 2007

ΤΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ

*Αφιερώνεται
στους γονείς μου*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

Πρόλογος	1
Εισαγωγή	2
Κεφάλαιο 1. Η σπουδαιότητα των ιχνοστοιχείων	
1.1 Γενικά	4
1.2 Σύσταση ανθρώπινου σώματος σε χημικά στοιχεία – Ιχνοστοιχεία	5
1.3 Τα ιχνοστοιχεία	6
1.4 Μικρές ποσότητες, μεγάλα αποτελέσματα	8
1.5 Οι απαιτήσεις του ανθρώπινου οργανισμού σε ιχνοστοιχεία	9
1.6 Πότε τα ιχνοστοιχεία είναι ευεργετικά	10
1.7 Τοξικότητα ιχνοστοιχείων	11
1.8 Πώς ρυθμίζεται η ποσότητα των ιχνοστοιχείων στον οργανισμό μας	12
1.9 Αλληλεπίδραση ιχνοστοιχείων	14
1.10 Αλληλεπίδραση φαρμάκων – ιχνοστοιχείων	15
1.11 Η συνεργική δράση των ιχνοστοιχείων	15
Κεφάλαιο 2. Η Βιολογική σημασία των χημικών στοιχείων	
2.1 Ιώδιο	17
2.2 Σίδηρος	19
2.3 Φθόριο	24
2.4 Χρώμιο	25
2.5 Χαλκός	28
2.6 Σελήνιο	33
2.7 Μαγγάνιο	37
2.8 Μολυβδαίνιο	38
2.9 Κοβάλτιο	40
2.10 Ψευδάργυρος	41
2.11 Πυρίτιο	46
2.12 Βανάδιο	46
2.13 Αρσενικό	47
2.14 Βισμούθιο	48
2.15 Κασσίτερος	48
2.16 Λίθιο	48
2.17 Υδράργυρος	49
2.18 Νικέλιο	50
2.19 Κάδμιο	50
2.20 Βόριο	51

Κεφάλαιο 3. Ιχνοστοιχεία και υγεία	
3.1	Καρδιοπάθειες και χαλκός 53
3.2	Ψευδάργυρος και νευρικό σύστημα 54
3.3	Ψευδάργυρος και γήρας 54
3.4	Ψευδάργυρος και δέρμα 55
3.5	Ψευδάργυρος και ακμή 55
3.6	Σελήνιο και καρκίνος 56
	Επίλογος 57
	Παραρτήματα 58
	Παράρτημα 1 59
	Παράρτημα 2 59
	Παράρτημα 3 60
	Συνομογραφίες 64
	Βιβλιογραφία 65

Πρόλογος

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι να γίνουν κατανοητά η σημασία και ο ρόλος των ιχνοστοιχείων στον ανθρώπινο οργανισμό.

Όπως θα διαπιστώσει ο αναγνώστης της εργασίας αυτής, είναι πολύ σημαντικός ο ρόλος των ιχνοστοιχείων, δηλαδή ορισμένων χημικών στοιχείων που υπάρχουν σε πολύ μικρές ποσότητες στον οργανισμό μας και παίζουν κυριολεκτικά ζωτικό ρόλο στην υγεία μας.

Ξεφυλλίζοντας επίσης την πτυχιακή αυτή, ο άμεσα ενδιαφερόμενος γνωρίζει ότι υπάρχουν πολλές και σοβαρές ασθένειες που οφείλονται στην έλλειψη των ιχνοστοιχείων. Αν λείψουν λίγα χιλιοστά ή ακόμη και εκατομμυριοστά (για ορισμένες περιπτώσεις) του γραμμαρίου από τα στοιχεία αυτά, μπορεί η έλλειψη αυτή να μας οδηγήσει ακόμη και στο θάνατο.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Δρ. Χρήστο Δούκα, καθηγητή Κοσμητολογίας του Τ.Ε.Ι.Θ. Τμήματος Αισθητικής-Κοσμητολογίας, για τις πολύτιμες συμβουλές και την καθοδήγησή του.

Εισαγωγή

Από την αρχή της δημιουργίας του κόσμου, κάθε μορφή ζωής, από την πιο πρωτόγονη μέχρι την πιο εξελιγμένη, ζει και αναπτύσσεται, επειδή τρέφεται. Η ύπαρξη και η συντήρηση κάθε οργανισμού είναι συνδεδεμένη με την ανάγκη της τροφής και γενικότερα της διατροφής.

Ο πρωτόγονος άνθρωπος εξασφάλιζε τις απαραίτητες ουσίες για τον οργανισμό του μέσα από την τροφή του, την οποία προμηθευόταν από το περιβάλλον του, με τους καρπούς, τις ρίζες, τα ψάρια, το κυνήγι κτλ. Τα δημητριακά, το ψωμί, τα ζυμαρικά, τα όσπρια, το γάλα, το βούτυρο, το τυρί, το κρέας, τα λάδια προστέθηκαν σταδιακά στο διαιτολόγιό του.

Οι απαραίτητες αυτές ουσίες λοιπόν λαμβάνονται από την τροφή. Χρησιμοποιούνται για να προσφέρουν ενέργεια, να ρυθμίζουν την ανάπτυξη του οργανισμού, να συμβάλλουν στη διατήρηση αυτού και τέλος να συμμετέχουν στην αναδόμηση των ιστών. Θα τα χαρακτηρίζαμε ως τα «δομικά υλικά» του οργανισμού μας και ονομάζονται ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ.

Στο σώμα μας διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες θρεπτικών συστατικών:

- Υδατάνθρακες
- Πρωτεΐνες
- Λιπίδια
- Βιταμίνες
- Νερό
- Μέταλλα και ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα οργανικά συστατικά του σώματος (υδατάνθρακες, λίπη, πρωτεΐνες) αποτελούνται, όπως είναι γνωστό, από άνθρακα, οξυγόνο, υδρογόνο, άζωτο. Μαζί με το νερό οι οργανικές ενώσεις αποτελούν το 96% του ολικού βάρους του σώματος. Το υπόλοιπο 4% αποτελείται από τα ανόργανα συστατικά. Τα ανόργανα συστατικά αναφέρονται επίσης και στην «τέφρα», επειδή κατά την καύση μιας ουσίας τα οργανικά συστατικά καίγονται, ενώ τα ανόργανα όχι.

Στην «τέφρα» του οργανικού σώματος που μένει μετά την καύση των συστατικών του ανακαλύπτουμε σε ελαχιστότατες τιμές και σε χημική μορφή ιχνών την παρουσία: Αλουμινίου, Αρσενικού, Βρωμίου, Κοβαλτίου, Χαλκού, Φθορίου, Μαγγανίου, Νικελίου, Σεληνίου, Ψευδαργύρου.

Μέχρι σήμερα, 14 χημικά στοιχεία θεωρούνται απαραίτητα για την κανονική ανάπτυξη και συντήρηση του οργανισμού (εκτός απ' το υδρογόνο, το οξυγόνο, τον άνθρακα και το άζωτο).

Για να θεωρηθούν ορισμένα χημικά στοιχεία απαραίτητα πρέπει να εκπληρώνουν τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Να βρίσκονται σε σταθερή αναλογία στους ιστούς του οργανισμού.
- Η έλλειψή τους από την τροφή να προκαλεί διάφορες ανωμαλίες στον οργανισμό (δομικές ή φυσιολογικές ανωμαλίες).
- Οι ανωμαλίες να εξαφανίζονται όταν τα στοιχεία αυτά προστεθούν πάλι στη διατροφή.

Ορισμένα από αυτά, όπως το ασβέστιο, ο φώσφορος, το νάτριο, το χλώριο, το μαγνήσιο, το θείο, βρίσκονται σε σχετικά μεγάλες ποσότητες και λέγονται μακροστοιχεία.

Άλλα, όπως ο σίδηρος, το ιώδιο, το μαγγάνιο, ο χαλκός, ο ψευδάργυρος, ο κασσίτερος, το φθόριο, το σελήνιο, ο μόλυβδος, το χρώμιο, βρίσκονται σε μικροποσότητες ή ίχνη και λέγονται μικροστοιχεία ή ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ.

Κεφάλαιο 1

Η σπουδαιότητα των ιχνοστοιχείων

1.1 Γενικά



(19)

Μπορεί στον 20^ο αιώνα να ανακαλύφθηκαν οι βιταμίνες και να καθιερώθηκε και να παγιώθηκε η μεγάλη σημασία τους στη διατροφή και κατ' επέκταση στην υγεία του ανθρώπου, είναι όμως αναμφισβήτητο ότι ο 21^{ος} αιώνας είναι ο αιώνας των ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ, δηλαδή ορισμένων χημικών στοιχείων (κυρίως μεταλλικών) που υπάρχουν σε πολύ μικρές ποσότητες στον οργανισμό μας και παίζουν κυριολεκτικά ζωτικό ρόλο στην υγεία μας.

Το Μάιο του 1990 συγκεντρώθηκαν στη Reims της Γαλλίας 180 επιστήμονες ερευνητές διαφόρων ειδικοτήτων (γιατροί, βιολόγοι, χημικοί κ.ά.) από 25 διαφορετικές χώρες, για να ανακοινώσουν τα αποτελέσματα των ερευνών τους και να ανταλλάξουν απόψεις για το ρόλο των ιχνοστοιχείων στους ζωντανούς οργανισμούς και κυρίως στον άνθρωπο. Ανάλογη ήταν και η συμμετοχή στο αντίστοιχο διεθνές συνέδριο που έγινε στο Λουτράκι της Κορίνθου, το Μάιο του 1992. Το θέμα των συνεδρίων αυτών ήταν «Τα μεταλλικά ιόντα στην ιατρική και τη βιολογία». Οι ανακοινώσεις των επιστημόνων αυτών ήρθαν να ενισχύσουν τα συμπεράσματα άλλων διεθνών συνεδρίων ή και απλών ερευνητικών εργασιών, που εμφανίστηκαν σε επιστημονικά περιοδικά και αφορούσαν το ρόλο που παίζουν τα ιχνοστοιχεία στην υγεία του ανθρώπου.

Ο κυριολεκτικά ζωτικής σημασίας ρόλος των ιχνοστοιχείων γίνεται εύκολα αντιληπτός από το γεγονός ότι η ανεπάρκειά τους έχει ως συνέπεια την εμφάνιση σοβαρών ανωμαλιών στον ανθρώπινο οργανισμό, όπως είναι η εξασθένηση του ανοσολογικού συστήματος, η καρκινογένεση, η εμφάνιση διαβήτη, οι καρδιοπάθειες, η τύφλωση κ.ά.

Η σύγχρονη επιστήμη τείνει να πιστεύει πως τα ιχνοστοιχεία όχι μόνο δεν βρίσκονται τυχαία στο δέμας του κυτταρικού μορφώματος, αλλά ότι μερικά «ανερμήνευτα» από το εργαστήριο φαινόμενα που συνεχώς και ακατάπαυστα συμβαίνουν στον οργανισμό, όπως οι διαδικασίες του κύκλου του Κρεμπς, π.χ., ή του προσεκτικότετου αναβαθμιστικού ρόλου διάσπασης της γλυκόζης και οι λεπτότατες διαδικασίες που ακολουθούν οι μηχανισμοί του μεταβολισμού, οφείλονται σε μεσολαβητική δράση ιχνοστοιχείων ή σε άγνωστες μέχρι στιγμής ενώσεις τους με άλλα ανόργανα στοιχεία, με τα οποία σχηματίζουν είτε ένζυμα, είτε άλλες χημικές ενώσεις που παρεμβαίνουν δυναμικά στον περιορισμό ή την ανάπτυξη δράσεως κάποιου ηλεκτρολύτη ή άλατος ή και οργανικής ακόμη ένωσης, που, τελικά και αφανώς, συντελεί παραγωγικά στην όλη διαδικασία παραγωγής, συντήρησης και κατάλυσης του φαινομένου της ζωής στο κύτταρο.

1.2 Σύσταση ανθρώπινου σώματος σε χημικά στοιχεία – Ιχνοστοιχεία

Στον πίνακα 1.1 δίνονται τα χημικά στοιχεία που έχουν βρεθεί στο ανθρώπινο σώμα. Από τα στοιχεία αυτά, το οξυγόνο, ο άνθρακας, το υδρογόνο, το άζωτο και το θείο είναι τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται το κύριο μέρος των πρωτεϊνών, των λιπών και των υδατανθράκων. Οι ανάγκες του οργανισμού μας στα στοιχεία αυτά περιορίζονται σε γραμμάρια ανά χιλιόγραμμο ανθρώπινου σώματος.

Τα στοιχεία νάτριο, μαγνήσιο, φώσφορος, χλώριο, κάλιο και ασβέστιο, με μορφή διαφόρων ενώσεων, είναι συστατικά διαφόρων ιστών. Οι ανάγκες στα στοιχεία αυτά είναι πάλι σε γραμμάρια ανά χιλιόγραμμο, αλλά αισθητά μικρότερες των στοιχείων οξυγόνο, άζωτο, άνθρακας, υδρογόνο και θείο.

Οι απαιτήσεις του οργανισμού μας στα υπόλοιπα στοιχεία του πίνακα 1.1 είναι πολύ μικρότερες και περιορίζονται σε χιλιοστά ή εκατομμυριοστά του γραμμαρίου. Δηλαδή, χρειαζόμαστε ίχνη από αυτά, γι' αυτό και ονομάζονται ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ. Ως ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΟ θεωρείται, αυθαιρέτως, κάθε στοιχείο που οι απαιτήσεις του οργανισμού μας σ' αυτό ημερησίως είναι μικρότερες των 25 χιλιοστών του γραμμαρίου. Δηλαδή, στα ιχνοστοιχεία δεν περιλαμβάνεται το μαγνήσιο, το ασβέστιο, το νάτριο, το κάλιο, το χλώριο, ο φώσφορος και βέβαια το θείο, το άζωτο, το υδρογόνο, ο άνθρακας και ο σίδηρος. Περιλαμβάνεται όμως ο ψευδάργυρος και τα επόμενα στοιχεία του πίνακα. Επειδή

η έλλειψη ή η ανεπάρκεια πολλών από αυτά προκαλεί στον ανθρώπινο οργανισμό σοβαρότατες ανωμαλίες, τα ιχνοστοιχεία αυτά είναι γνωστά ως **απαραίτητα ιχνοστοιχεία**. Ένα χημικό στοιχείο κρίνεται ως απαραίτητο όταν η έλλειψή του προκαλεί ανωμαλίες, οι οποίες προλαμβάνονται ή και θεραπεύονται με τη χορήγηση αποκλειστικά και μόνο του στοιχείου αυτού.

Πίνακας 1.1

Σύσταση ανθρώπινου σώματος σε χημικά στοιχεία

Στοιχεία	Ποσοστό %
Οξυγόνο	64,6
Άνθρακας	18,0
Υδρογόνο	10,0
Άζωτο	3,1
Ασβέστιο	1,9
Φωσφόρος	1,1
Χλώριο	0,40
Κάλιο	0,36
Θείο	0,25
Νάτριο	0,11
Μαγνήσιο	-
Σίδηρος	-
Ψευδάργυρος	-
Χαλκός	-
Κασσίτερος	-
Μαγγάνιο	-
Ιώδιο	-
Πυρίτιο	-
Κοβάλτιο	-
Μολυβδαίνιο	-
Σελήνιο	-
Χρώμιο	-
Βανάδιο	-
Φθόριο	-
Νικέλιο	-
Αρσενικό	-

1.3 Τα ιχνοστοιχεία

Ιχνοστοιχεία είναι τα μικροθρεπτικά συστατικά (μέταλλα, βιταμίνες, άλατα) που αποθηκεύονται στον ανθρώπινο οργανισμό σε ελάχιστες ποσότητες, τα οποία όμως είναι απαραίτητα για την εκτέλεση βασικών λειτουργιών του μεταβολισμού.

Εδώ υπάγονται το χρώμιο, το κοβάλτιο, ο χαλκός, το φθόριο, το ιώδιο, ο σίδηρος, το μαγγάνιο, το σελήνιο, το πυρίτιο και ο ψευδάργυρος. Φαίνεται πολύ πιθανόν το αρσενικό, το βανάδιο, ο κασσίτερος και το νικέλιο να προστεθούν σύντομα στην ομάδα αυτή.

Τα ιχνοστοιχεία εμφανίζονται σε δύο μορφές: ως ιόντα συνδεδεμένα με πρωτεΐνες ή σύμπλοκα με άλλα μόρια σχηματίζοντας μεταλλοένζυμα. Κάθε ιχνοστοιχείο έχει διαφορετικές χημικές ιδιότητες, οι οποίες είναι σημαντικές στο λειτουργικό τους ρόλο μέσα στα κύτταρα ή στα εξωκυττάρια τμήματα. Τα ιχνοστοιχεία είναι τοξικά αν καταναλωθούν σε μεγάλες ποσότητες, γι' αυτό πρέπει να ακολουθούμε τη συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη. Η έλλειψη των ιχνοστοιχείων μπορεί να προκαλέσει βαριές διαταραχές, ιδιαίτερα σε περιόδους ανάπτυξης, όπως η παιδική και η εφηβική ηλικία. Η επάρκεια σε ιχνοστοιχεία εξαρτάται από τη βιοδιαθεσιμότητά τους, το ρυθμό ανάπτυξης του ατόμου, την περιεκτικότητα των τροφών, τις πιθανές λοιμώξεις και την παράλληλη χρήση φαρμάκων.

Ο ρόλος τους στη διατροφή είναι διπλός γιατί ένα μέρος τους χρησιμοποιείται σαν δομικό υλικό, ενώ ένα άλλο ρυθμίζει και συμμετέχει σε πολλές εσωτερικές λειτουργίες. Συμμετέχουν στο σχηματισμό όλων των ιστών. Αποτελούν συστατικό των κυττάρων, ρυθμίζουν την καλή λειτουργία του νευρικού και μυϊκού συστήματος, την πηκτικότητα του αίματος, τις καύσεις κ.ά. Τα ιχνοστοιχεία βρίσκονται άφθονα σε όλες τις τροφές και εφόσον εφαρμόζεται ισορροπημένη διατροφή δεν παρουσιάζεται έλλειψη.

Πηγές ιχνοστοιχείων



(19)

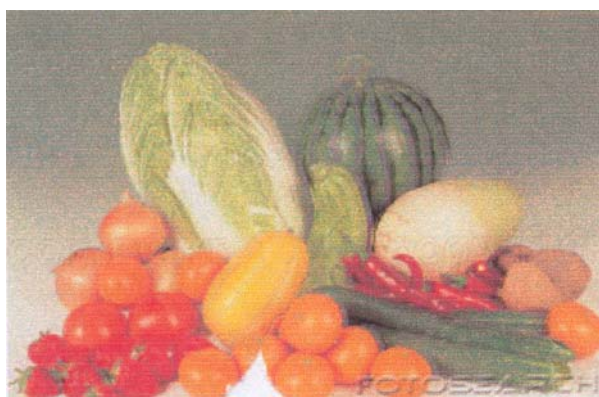
Οι τροφές ζωικής προέλευσης είναι ανώτερες πηγές ιχνοστοιχείων από τις τροφές φυτικής προέλευσης και αυτό γιατί τα ιχνοστοιχεία βρίσκονται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις και έχουν μεγαλύτερη βιοδιαθεσιμότητα, δηλαδή απορροφώνται καλύτερα. Τα θαλασσινά, για παράδειγμα, είναι πλούσιες πηγές όλων σχεδόν των ιχνοστοιχείων. Εξαιρέση αποτελεί το μαγγάνιο, το οποίο είναι βιοδιαθέσιμο και στα φυτά. Στο σιτάρι τα περισσότερα ιχνοστοιχεία βρίσκονται στο φύτρο και στα εξωτερικά στρώματα, τα οποία αφαιρούνται κατά το στάδιο της άλεσης. Τα ιχνοστοιχεία που παραμένουν στο αλεύρι έχουν καλύτερη βιοδιαθεσιμότητα από αυτά που βρίσκονται στο αλεύρι ολικής άλεσης, τα οποία συνδέονται με μόρια όπως φυτικά και ίνες.

Λειτουργίες

Πολλά ένζυμα απαιτούν την παρουσία σε μικρή ποσότητα ενός ή περισσότερων ιχνοστοιχείων για να δράσουν. Τα μέταλλα συμμετέχουν στη λειτουργία των ενζύμων είτε α) με άμεση συμμετοχή στην κατάλυση, β) σε συνδυασμό με κάποιο υπόστρωμα για τη δημιουργία συμπλόκου πάνω στο οποίο δρα το ένζυμο, γ) με σχηματισμό μεταλλοενζύμων, τα οποία συνδέονται με κάποιο υπόστρωμα, δ) με συνδυασμό με κάποιο τελικό προϊόν αντίδρασης.

Οι μικρές συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων επηρεάζουν το σώμα με αλληλεπιδράσεις με ένζυμα ή ορμόνες που ρυθμίζουν τα υποστρώματα. Τα ιχνοστοιχεία μπορεί να αλληλεπιδρούν με το DNA για να ελέγξουν τη μετάφραση των πρωτεϊνών, που είναι απαραίτητες για το μεταβολισμό τους.

1.4 Μικρές ποσότητες, μεγάλα αποτελέσματα



(19)

Όπως πολλές φορές έχουμε τονίσει, ορισμένα στοιχεία βρίσκονται σε ίχνη στον οργανισμό μας, η παρουσία τους όμως

είναι απαραίτητη για την πραγματοποίηση βασικών βιολογικών διεργασιών.

Επομένως, εύκολα τίθεται το ερώτημα: πώς είναι δυνατόν τόσο μικρές ποσότητες μιας χημικής ουσίας να προκαλούν τόσο σημαντικές ανωμαλίες;

Μια πρώτη απάντηση είναι ότι τις περισσότερες φορές ένα άτομο ενός ιχνοστοιχείου βρίσκεται στην ενεργό περιοχή ουσιών με σημαντική αποστολή. Το άτομο του ιχνοστοιχείου από τη θέση αυτή δεσμεύει και ενεργοποιεί άλλα μόρια. Με τον τρόπο αυτό πραγματοποιούνται χημικές αντιδράσεις που ασφαλώς δεν θα είχαν πραγματοποιηθεί με ήπιες συνθήκες θερμοκρασίας και οξύτητας που επικρατούν στους διάφορους ιστούς του σώματός μας. Με το παράδειγμα που ακολουθεί μπορεί να συνειδητοποιήσει κανείς πόσο ελάχιστο είναι το ποσοστό του μετάλλου, που απαιτείται για ορισμένες χημικές αντιδράσεις που γίνονται στους ζωντανούς οργανισμούς.

Παράδειγμα

Για να διεξαχθεί η λειτουργία της αναπνοής στον άνθρωπο, πρέπει να μπορεί να πραγματοποιηθεί η βασική χημική αντίδραση της αναπνοής, η μετατροπή του διοξειδίου του άνθρακα που αναπνέουμε σε ανθρακικά. Η μετατροπή αυτή καταλύεται από το ένζυμο ανθρακική ανυδράση, η οποία έχει στο μόριό της ένα άτομο ψευδαργύρου.

Αν το βάρος του σώματος ενός ανθρώπου είναι 70 κιλά και υπάρχει σ' αυτό 1 γραμμάριο ανθρακικής ανυδράσης, τότε η ανθρακική ανυδράση αποτελεί το 1/70.000 του βάρους του σώματος. Επειδή ο ψευδάργυρος αποτελεί το ένα περίπου χιλιοστό του μορίου της ανθρακικής ανυδράσης, ο ψευδάργυρος αυτός θα αντιπροσωπεύει το 1/70.000.000 του βάρους του σώματος. Η έλλειψη του ελάχιστου αυτού ποσοστού του ψευδαργύρου από την ανθρακική ανυδράση είναι μοιραία για τη ζωή μας.

1.5 Οι απαιτήσεις του ανθρώπινου οργανισμού σε ιχνοστοιχεία

Συμπεράσματα που έχουν βγει από διεθνή συνέδρια δείχνουν ότι κάθε άτομο ή ομάδες ατόμων έχουν για γενετικούς λόγους διαφορετικές απαιτήσεις σε ορισμένα ιχνοστοιχεία.

Είναι δύσκολο να αποφανθούμε αν είναι επαρκείς οι ποσότητες των ιχνοστοιχείων που παίρνουμε κάθε μέρα, έστω και αν ξέρουμε με ακρίβεια την ποσότητα των ιχνοστοιχείων που

περιέχουν οι τροφές που καταναλώνουμε, γιατί η δυνατότητα απορρόφησης από τον οργανισμό μας μιας ποσότητας ενός ιχνοστοιχείου που παίρνουμε με τις τροφές, δεν είναι πάντα η ίδια, αλλά εξαρτάται από το είδος του τροφίμου στο οποίο βρίσκεται.

Ακόμη και σε άτομα καλά διατρεφόμενα είναι δυνατόν να εμφανίζονται οριακές ανεπάρκειες ιχνοστοιχείων. Το κακό είναι ότι αυτές οι οριακές ανεπάρκειες είναι δύσκολο να διαπιστωθούν, διότι τα κλινικά συμπτώματα αργούν να εμφανιστούν. Εξαίρεση ίσως αποτελεί ο σίδηρος και το ιώδιο.

Ενδιαφέρουσες περιπτώσεις έλλειψης ιχνοστοιχείων εμφανίζονται σε ασθενείς που διατρέφονται παρεντερικώς. Στις περιπτώσεις αυτές διαπιστώθηκαν επανειλημμένα συμπτώματα ανεπάρκειας ψευδαργύρου, χαλκού, χρωμίου κ.ά. Οι ασθενείς που διατρέφονται παρεντερικώς αποτελούν κάποιο είδος ανθρώπινου μοντέλου για τη μελέτη των συνεπειών της έλλειψης ιχνοστοιχείων. Οι περισσότερες μέχρι τώρα μελέτες σχετικά με την έλλειψη ιχνοστοιχείων έχουν γίνει σε ζώα.

Πρόσφατα έχουν γίνει μελέτες με εθελοντές, για να διαπιστωθούν τα συμπτώματα ελαφράς ελλείψεως ιχνοστοιχείων, που είναι και η πιο συνηθισμένη στις κοινωνίες μας. Από τα αποτελέσματα των μελετών αυτών θα προκύψουν πιο ασφαλή αριθμητικά δεδομένα σχετικά με τις στοιχειώδεις απαιτήσεις του ανθρώπινου οργανισμού σε ορισμένα ιχνοστοιχεία.

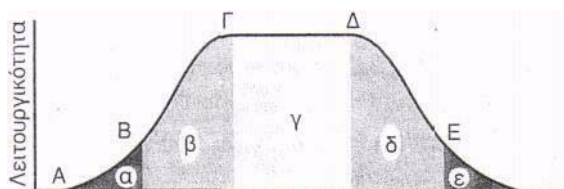
1.6 Πότε τα ιχνοστοιχεία είναι ευεργετικά

Στην πραγματικότητα η ποσότητα αυτή δεν είναι αυστηρώς ορισμένη, αλλά βρίσκεται σε μια περιοχή διαφόρων τιμών της συγκέντρωσης (ευθύγραμμο τμήμα της καμπύλης, σχήμα 1.2). Η έκταση του τμήματος αυτού (Γ-Δ) είναι διαφορετική για κάθε ιχνοστοιχείο.

Η καμπύλη αρχίζει θεωρητικά από τιμή συγκέντρωσης μηδέν. Η λέξη «θεωρητικά» αναφέρεται στο γεγονός ότι είναι πρακτικά αδύνατον να υπάρχει κάποιος ζωντανός οργανισμός, που να μην έχει κάποιο ιχνοστοιχείο, έστω και σε μια ελάχιστη ποσότητα.

Όταν οι συγκεντρώσεις του ιχνοστοιχείου βρίσκονται κοντά στο μηδέν (σημείο Α της καμπύλης), οι ανωμαλίες, λόγω της έλλειψης, είναι σοβαρότατες. Μπορεί να προκληθεί ακόμη και θάνατος. Όσο όμως οι τιμές της συγκέντρωσης αυξάνουν, τα συμπτώματα από την έλλειψη γίνονται ηπιότερα και γύρω στο σημείο Β, η ανεπάρκεια θεωρείται οριακή και τα συμπτώματα αυτής διαπιστώνονται δύσκολα. Όταν οι συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων βρίσκονται μεταξύ του σημείου Γ και Δ (ευθύγραμμο

τμήμα), οι διάφορες λειτουργίες που σχετίζονται με τη δράση των ιχνοστοιχείων γίνονται κανονικά. Για τιμές συγκέντρωσης μεγαλύτερες του Δ το ιχνοστοιχείο γίνεται επιβλαβές, τοξικό. Η τοξικότητα αυξάνει με την αύξηση της συγκέντρωσης του ιχνοστοιχείου και γύρω στο σημείο Ε προκαλείται επίσης ο θάνατος. Τη φορά αυτή, όχι από έλλειψη, όπως στην αρχή, αλλά από υπερβολική (για την περίπτωση) ποσότητα.



Συγκέντρωση ιχνοστοιχείου

Σχήμα 1.2 Πώς μεταβάλλεται η «λειτουργικότητα» ενός ιχνοστοιχείου με τη μεταβολή της συγκέντρωσής του. Η περιοχή α χαρακτηρίζεται από έντονη έλλειψη, με επακόλουθο το θάνατο, η β, από οριακή ανεπάρκεια (δυσλειτουργία), η γ, από κανονική ποσότητα (κανονική λειτουργία), η δ, από ελαφρά περίσσεια (τοξικότητα) και η ε, από μεγάλη περίσσεια (μεγάλη τοξικότητα).

Στη συνέχεια, με αφορμή την αναφορά μας στην τοξικότητα των ιχνοστοιχείων, θα δούμε ποια μέταλλα και με ποιον τρόπο γίνονται τοξικά για τον οργανισμό μας.

1.7 Τοξικότητα ιχνοστοιχείων

Στην επιφάνεια της γης υπάρχουν περίπου 90 μέταλλα, και το 99% του συνολικού βάρους τους οφείλεται σε λιγότερα από 10 (που ονομάζονται «μακρομέταλλα»), ενώ το υπόλοιπο 1% σε όλα τα άλλα (που ονομάζονται «ιχνοστοιχεία»). Και οι δύο έννοιες, μολονότι πηγάζουν από την ποσότητα και το βάρος των μετάλλων ανά όγκο, έχουν διαφορές από τις παρόμοιες έννοιες που χρησιμοποιούμε διατροφολογικά, και όπου η ονομασία έχει μεγαλύτερη σχέση με τις ποσότητες που τα χρειαζόμαστε στο σώμα μας, και όχι με τις αναλογίες που συναντώνται στη φύση.

Τέτοια μακρομέταλλα είναι το αργίλιο, το ασβέστιο, το πυρίτιο, ο σίδηρος, ο χρυσός, ο άργυρος κλπ. Τα ιχνοστοιχεία είναι το χρώμιο, ο ψευδάργυρος, το σελήνιο, το μαγγάνιο κλπ. Συνήθως τα μακρομέταλλα ζυγίζουν πάνω από 5 γραμμάρια ανά κυβικό εκατοστό και υπολογίζονται σε γραμμάρια, ενώ τα ιχνοστοιχεία σε μικρογραμμάρια. Το μέγεθός τους όμως, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, δεν δείχνει πάντα αναλογικά την επίδραση που μπορεί να έχουν στον οργανισμό μας ή τις ποσότητες που απαιτούνται.

Το σίγουρο είναι ότι όλο το φυτικό και το ζωικό βασίλειο επηρεάζεται και εξαρτάται σε κάποιο βαθμό από αυτά τα μέταλλα, θετικά ή αρνητικά. Μερικά από αυτά (όπως ο χαλκός) είναι ορθά μόρια και απαραίτητα στον οργανισμό μας σε συγκεκριμένες ποσότητες και σε συνδυασμό με άλλα ορθά μόρια. Γίνονται όμως εξαιρετικά τοξικά, όταν υπερβούν ορισμένα επίπεδα στο σώμα. Άλλα (όπως ο μόλυβδος, το κάδμιο, το αλουμίνιο και ο υδράργυρος) είναι πάντα τοξικά, ακόμη και σε μικρές ποσότητες.

Η αλληλεπίδραση των τοξικών στοιχείων με απαραίτητα ιχνοστοιχεία είναι ενδιαφέρουσα, διότι από την αλληλεπίδραση αυτή αφενός είναι δυνατόν να παρεμποδίζεται η δράση βασικών λειτουργιών, που σχετίζονται με τη δράση των ιχνοστοιχείων, αφετέρου μπορεί κάποια από τα ιχνοστοιχεία να ενεργούν ως «αντίδοτα» ή προστατευτικά απέναντι στις δράσεις των τοξικών στοιχείων.

Ο μηχανισμός της αλληλεπίδρασης τοξικών στοιχείων με απαραίτητα ιχνοστοιχεία στους ζωντανούς οργανισμούς είναι πολύπλοκος, διότι μπορεί η αλληλεπίδραση να είναι είτε άμεση, είτε έμμεση (σχήμα 1.3).

1.8 Πώς ρυθμίζεται η ποσότητα των ιχνοστοιχείων στον οργανισμό μας

Όπως διαπιστώνουμε από την καμπύλη του σχήματος 1.3, ένα ιχνοστοιχείο δρα ευεργετικά μέσα σε μια ευρεία περιοχή συγκεντρώσεων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στους ζωντανούς οργανισμούς γίνονται ορισμένες χημικές διεργασίες που δεσμεύουν και αποθηκεύουν το ιχνοστοιχείο, όταν λαμβάνεται σε περίσσεια και το απελευθερώνουν, όταν λαμβάνεται σε ελλιπή ποσότητα. Με τον τρόπο αυτό σε ορισμένους ιστούς, εκεί που το ιχνοστοιχείο χρειάζεται, η ποσότητά του είναι περίπου σταθερή. Π.χ. το σελήνιο, το οποίο είναι απαραίτητο ιχνοστοιχείο, έχει υπολογιστεί ότι λαμβάνεται από τους Φιλανδούς και τους Νεοζηλανδούς σε μια ποσότητα 25 εκατομμυριοστών την ημέρα, ενώ οι κάτοικοι της Βενεζουέλας υπολογίζεται ότι λαμβάνουν δεκαπενταπλάσια ποσότητα. Στην πρώτη περίπτωση η ποσότητα του σεληνίου διοχετεύεται για αξιοποίηση απευθείας στους ιστούς, ενώ στη δεύτερη περίπτωση ενεργεί ο μηχανισμός της αποθηκεύσεως.

Ας δούμε όμως σύντομα πώς επιτυγχάνεται η ρυθμιστική δράση των ιχνοστοιχείων μέσα από τη διαδικασία του μεταβολισμού των ιχνοστοιχείων. Τα ιχνοστοιχεία που προσλαμβάνουμε με τις τροφές ή με το νερό, βρίσκονται υπό μορφή διαφόρων ενώσεων. Ένα ποσοστό των ενώσεων αυτών

υδρολύεται με το σάλιο, στο στόμα και τα ιχνοστοιχεία που περιέχουν απορροφούνται από τους σιελογόνους αδένες και τελικά καταλήγουν στο αίμα. Το μεγαλύτερο όμως μέρος των ενώσεων των ιχνοστοιχείων πηγαίνει στο στομάχι και στη συνέχεια στα έντερα, όπου γίνονται ορισμένες χημικές αντιδράσεις. Το είδος των χημικών αντιδράσεων εξαρτάται από τις συνθήκες, την οξύτητα των υγρών του στομάχου ή των εντέρων και από το είδος των ενώσεων των ιχνοστοιχείων.

Στο πολύ όξινο περιβάλλον του στομάχου οι ενώσεις των ιχνοστοιχείων διαλύονται, αλλά στο αλκαλικό περιβάλλον των εντέρων παίρνουν τη μορφή των αδιάλυτων υδροξειδίων. Με τη μορφή αυτή είναι δύσκολη η απορρόφηση από τον επιθηλιακό ιστό των εντέρων. Τις περισσότερες όμως φορές τα ιχνοστοιχεία σχηματίζουν κάποια διαλυτή ένωση με ορισμένες ουσίες, που βρίσκονται στις τροφές ή τα υγρά του πεπτικού συστήματος και με τον τρόπο αυτό η απορρόφηση διευκολύνεται. Επομένως το κατά πόσο μπορεί ένα ιχνοστοιχείο να είναι αφομοιώσιμο εξαρτάται από τη δυνατότητα που έχει να σχηματίζει κατάλληλη χημική ένωση. Όσο πιο μεγάλη είναι η ποσότητα ενός ιχνοστοιχείου που παίρνουμε με τις τροφές, τόσο πιο μεγάλη ποσότητα της ουσίας σχηματίζεται και τόσο πιο πολύ θα πηγαίνει στο αίμα.

Όταν η ποσότητα ενός ιχνοστοιχείου είναι αρκετά μεγάλη, τότε ο οργανισμός φροντίζει για την «αποθήκευσή» του. Η φροντίδα αυτή έγκειται στη σύνθεση μιας ειδικής αποθηκευτικής μεταλλοπρωτεΐνης. Για την περίπτωση της υπερεπάρκειας ορισμένων ιχνοστοιχείων, όπως π.χ. είναι ο ψευδάργυρος και ο χαλκός, η πρωτεΐνη ονομάζεται μεταλλοθειονίνη.

Όταν η ποσότητα των ιχνοστοιχείων είναι μικρή, σχηματίζεται μικρότερη ποσότητα μεταλλοθειονίνης και μεγάλο ποσοστό «μετάλλου» παραμένει ελεύθερο, για άμεση χρήση. Όταν η έλλειψη σε ένα ιχνοστοιχείο είναι μεγαλύτερη, τότε είναι δυνατό να «αντλήσει» ο οργανισμός το ιχνοστοιχείο από την απόθετη μεταλλοπρωτεΐνη.

Με τη μορφή των μεταλλοπρωτεϊνών η περίσσεια των ιχνοστοιχείων παραμένει συσσωρευμένη σε ορισμένα όργανα, για να αξιοποιηθεί σε περιόδους έλλειψης. Καθώς όμως τα επιθηλιακά κύτταρα συνεχώς ανανεώνονται, η απόθετη πρωτεΐνη και τα ιχνοστοιχεία που βρίσκονται σ' αυτήν αποβάλλονται στα έντερα και τελικά, με τα κόπρανα, αποβάλλονται και από τον οργανισμό. Η περίσσεια όμως των ιχνοστοιχείων μπορεί να αποβληθεί, με σχετικά ανάλογους μηχανισμούς, από τα νεφρά (ούρα), τα μαλλιά, τα νύχια, τον ιδρώτα και την αναπνοή.

1.9 Αλληλεπίδραση ιχνοστοιχείων

Όπως είδαμε, κάθε ιχνοστοιχείο έχει το δικό του βιογεωχημικό κύκλο, το δικό του μεταβολισμό. Θα ήταν όμως σημαντικό σφάλμα να θεωρήσουμε τη βιοδραστικότητα και το μεταβολισμό κάθε ιχνοστοιχείου χωριστά, σαν ένα ανεξάρτητο κύκλο αντιδράσεων, γιατί σαφώς αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Όπως άλλωστε συμβαίνει και με άλλα είδη διατροφής.

Η παρουσία ενός ιχνοστοιχείου μπορεί να επηρεάσει θετικά, συνεργική δράση ή αρνητικά, ανταγωνιστική δράση, τη βιοδραστικότητα κάποιου άλλου ιχνοστοιχείου, πράγμα που έχει μεγάλη σημασία στις οριακές ελλείψεις ιχνοστοιχείων.

Κατά τη μελέτη της αλληλεπίδρασης είναι δύσκολο να διαπιστωθεί πώς επιδρά ένα ιχνοστοιχείο στη βιοδραστικότητα ενός άλλου, προκαλώντας έτσι τεχνητή έλλειψη ή υπερεπάρκεια. Διότι ο ανθρώπινος οργανισμός, όπως είδαμε, έχει μηχανισμούς που διατηρούν τη στάθμη των στοιχείων σε ορισμένα επίπεδα για κάποιο χρονικό διάστημα, ανεξάρτητα από την ποσότητα που λαμβάνεται από τις τροφές κατά το διάστημα αυτό. Επιπλέον υπάρχουν και οι αλληλεπικαλύψεις στις διάφορες βιολογικές διεργασίες. Π.χ. στα κόπραννα δεν υπάρχουν μόνο τα στοιχεία που έχουμε πάρει με τις τροφές κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, αλλά και αυτά που προκύπτουν κατά το μεταβολισμό των τροφών που καταναλώνουμε πριν αρχίσουν τα πειράματα.

Η αλληλεπίδραση των ιχνοστοιχείων είναι κάτι που πρέπει να λάβουμε σοβαρά υπόψη, επειδή ορισμένες σοβαρότατες ανωμαλίες δεν οφείλονται στην έλλειψη κάποιου ιχνοστοιχείου, διότι το στοιχείο αυτό μπορεί να υπάρχει στον οργανισμό μας, αλλά να μη μπορεί να αξιοποιηθεί λόγω της παρουσίας ή της έλλειψης κάποιου άλλου ιχνοστοιχείου. Σε ορισμένες περιπτώσεις, π.χ. εμφανίζεται αναιμία όχι επειδή υπάρχει έλλειψη σιδήρου, αλλά λόγω της αλληλεπίδρασης σιδήρου-χαλκού. Συμπτώματα αναιμίας εμφανίζονται και σε περιπτώσεις υπερεπάρκειας ψευδαργύρου. Διότι ο ψευδάργυρος δρα ανταγωνιστικά με το χαλκό.



Σχήμα 1.3 Διάγραμμα το οποίο δείχνει την αλληλεπίδραση των περισσότερο συνηθισμένων ιχνοστοιχείων.

Στο διάγραμμα του σχήματος 1.3 παρατηρούμε ότι ανταγωνιστική δράση υπάρχει μεταξύ ψευδαργύρου και καδμίου. Αυτό άλλωστε είναι κάτι που το περιμέναμε, μια και το κάδμιο έχει παρόμοια χημική συμπεριφορά με τον ψευδάργυρο. Επομένως ως αντίδοτο στις δηλητηριάσεις από κάδμιο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ο θειικός ψευδάργυρος.

Ως συμπέρασμα μπορούμε να πούμε ότι η ανεπάρκεια ή υπερεπάρκεια (τοξικότητα) ενός ιχνοστοιχείου μπορεί να επηρεάζει το μεταβολισμό άλλων ιχνοστοιχείων. Συνεπώς δεν πρέπει να θεωρούμε την παρουσία κάποιου ιχνοστοιχείου μεμονωμένα αλλά να εξετάζουμε τη βιοδραστικότητα των ιχνοστοιχείων «συλλογικά», λαμβάνοντας υπόψη σοβαρά τις άμεσες και έμμεσες αλληλεπιδράσεις.

1.10 Αλληλεπίδραση φαρμάκων – ιχνοστοιχείων

Η αλληλεπίδραση φαρμάκων-ιχνοστοιχείων μπορεί να γίνει σε διάφορα σημεία του ανθρωπίνου σώματος. Π.χ. στο πλάσμα, στο ήπαρ, στα νεφρά. Ακόμη και στο γαστρεντερικό σωλήνα.

Στην αλληλεπίδραση αυτή σπουδαίο ρόλο παίζει η οξύτητα, το είδος των τροφίμων, τα αντιόξινα φάρμακα και ενδεχομένως ο σχηματισμός ευδιάλυτων χημικών ενώσεων. Με την ένωση αυτή πολλά φάρμακα χάνουν μέρος από τη δραστηριότητά τους ή και ανενεργοποιούνται εντελώς. Π.χ. η τετρακυκλίνη, το γνωστό αντιβιοτικό, απορροφάται δυσκολότερα όταν σχηματίσει ενώσεις με ασβέστιο, σίδηρο, μαγνήσιο ή αργίλιο.

1.11 Η συνεργική δράση των ιχνοστοιχείων

Οι περισσότερες βιταμίνες, ορμόνες αλλά και φάρμακα έχουν στο μόριό τους άτομα ή ομάδες, που έχουν την ικανότητα να ενωθούν με κάποιο ιχνοστοιχείο και να δώσουν τις αντίστοιχες ενώσεις.

Η σταθερότητα, διαλυτότητα και γενικότερα η χημική συμπεριφορά της ενώσεως που προκύπτει μπορεί να έχει συνεργική (ευμενή) ή ανταγωνιστική (δυσμενή) δράση επί της βιοδραστικότητας των βιταμινών, των ορμονών ή των φαρμάκων.

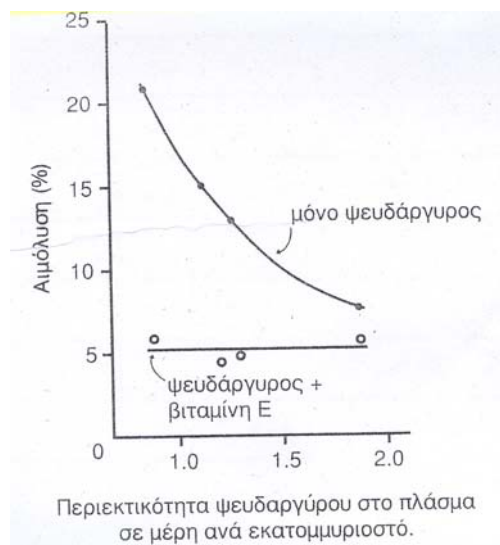
Συνεργική δράση ψευδαργύρου – βιταμίνης E

Το 1972 ο Chvapil και οι συνεργάτες του ανακοίνωσαν ότι ο ψευδάργυρος ενεργεί ως σταθεροποιητής των βιομεμβρανών, μέσω όχι απόλυτα γνωστών μηχανισμών και παρεμποδίζει την

αιμόλυση των ερυθροκυττάρων. Ανάλογη δράση έχει παρατηρηθεί, σχεδόν ταυτόχρονα, ότι εμφανίζεται και η βιταμίνη Ε. Αλλά και σε άλλες περιπτώσεις έχει διαπιστωθεί ότι ο ψευδάργυρος και η βιταμίνη Ε έχουν κάποια κοινή βιοχημική και διαιτητική δράση. Παρόλα αυτά, οι πειραματικές εργασίες που αφορούν την αλληλεπίδραση ψευδαργύρου και βιταμίνης Ε είναι λίγες.

Χαρακτηριστικά είναι τα πειράματα των Machlin και Gabriel, οι οποίοι έδειξαν —κατά σαφή τρόπο— την αλληλεξάρτηση του ψευδαργύρου και της βιταμίνης Ε. Συγκεκριμένα οι ερευνητές αυτοί προκάλεσαν σε ποντίκια τεχνητή ανεπάρκεια βιταμίνης Ε, ταΐζοντάς τα με τροφές που περιείχαν 7, 14, 36 και 520 μέρη ανά εκατομμύριο ψευδάργυρο. Μετά από πάροδο πέντε εβδομάδων ο ψευδάργυρος στο πλάσμα του αίματος των ποντικίων ήταν 0,8, 1,2, 1,3 και 1,8 μέρη ανά εκατομμύριο, αντιστοίχως.

Τα ερυθρά αιμοσφαίρια των πειραματόζων κατεργάστηκαν με υπεροξειδίο του υδρογόνου επί μία ώρα σε θερμοκρασία 24° C. Ύστερα από την κατεργασία αυτή παρατήρησαν ότι όσο αυξάνεται η ποσότητα του ψευδαργύρου στο πλάσμα, τόσο το ποσοστό των αιμοσφαιρίων που πάθαιναν αιμόλυση γινόταν μικρότερο (σχήμα 1.4).



Σχήμα 1.4 Επίδραση του ψευδαργύρου στην υπεροξειδική αιμόλυση.

Στις περιπτώσεις αυτές ο ψευδάργυρος δεν ενεργούσε ως αντιοξειδωτικό, όπως δρα η βιταμίνη Ε, αλλά προστατευτικό των μεμβρανών από ζημιές που προκαλούνται σ' αυτές μετά την υπεροξειδωση.

Κεφάλαιο 2

Η Βιολογική σημασία των χημικών στοιχείων

Ψάχνοντας περισσότερο τα ιχνοστοιχεία, μαθαίνουμε για:

2.1 Ιώδιο



(19)

Το ιώδιο είναι απαραίτητο ιχνοστοιχείο για τον ανθρώπινο οργανισμό στο σχηματισμό των ορμονών του θυρεοειδούς αδένα. 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 (Παράρτημα 2).

Μεταβολισμός

Το ανόργανο ιώδιο απορροφάται δραστικά και αποτελεσματικά. Το οργανικά δεσμευμένο ιώδιο απορροφάται σε μικρότερο βαθμό. Το ιώδιο μεταφέρεται στο θυρεοειδή αδένα για τη σύνθεση των θυρεοειδικών ορμονών και σε μικρότερο ποσοστό στους σιελογόνους και γαστρικούς αδένες. Η απέκκριση του ανόργανου ιωδίου επιτελείται κυρίως μέσω των ούρων. Ένα μέρος αποβάλλεται και από τα κόπρανα. Επίσης, το ιώδιο εκκρίνεται και στο μητρικό γάλα. Η ανεπάρκεια σε ιώδιο οδηγεί σε βρογχοκήλη και υποθυρεοειδισμό.

Χρησιμότητα

Συμμετέχει στην ενεργοποίηση των μυών και των κυττάρων του νευρικού συστήματος και το ιώδιο βρίσκεται και επηρεάζει τον θυρεοειδή αδένα. Ανεπάρκεια ιωδίου μπορεί να προκαλέσει μειωμένη πνευματική αντίδραση, έλλειψη ενεργητικότητας και αύξηση βάρους. Το ιώδιο παίρνει μέρος στο σχηματισμό των ορμονών του θυρεοειδούς αδένα. Οι ορμόνες αυτές είναι απαραίτητες για τη σωστή ανάπτυξη του ανθρώπου και ζωτικής σημασίας για τη σωστή ανάπτυξη των βρεφών πριν και μετά τη γέννησή τους. Η έλλειψη ιωδίου δεν επηρεάζει μόνο τη φυσική ανάπτυξη, αλλά και την πνευματική.

Ανεπάρκεια

Η ανεπάρκεια του ιωδίου οδηγεί σε βρογχοκήλη, παχυσαρκία και υψηλή στάθμη χοληστερίνης στο αίμα.

Γυναίκες έγκυοι με υπολειτουργία του θυρεοειδούς είναι δυνατόν να γεννήσουν παιδιά με κρετινισμό. Δηλαδή, παιδιά με διαταραχές της λειτουργίας του θυρεοειδούς, βρογχοκήλη, διανοητική καθυστέρηση και μειωμένη σωματική ανάπτυξη. Η αντίστοιχη κλινική εικόνα στους ενήλικους είναι το μυξοίδημα. Επίσης, ανεπάρκεια ιωδίου μπορεί να προκαλέσουν ορισμένα φάρμακα που παίρνονται σε χρόνιες αρρώστιες, όπως είναι ο διαβήτης, η πίεση κ.ά.

Περίσσεια

Η περίσσεια ιωδίου προκαλεί πονοκέφαλο, πόνο στους σιελογόνους αδένες, αδυναμία, πυρετό, λαρυγγίτιδα, βρογχίτιδα, ανωμαλίες στο δέρμα κ.ά.

Τοξικότητα

Μακροχρόνια και υψηλή πρόσληψη ιωδίου, πάνω από 2.000 μg, οδηγεί τελικά σε λειτουργικές διαταραχές του θυρεοειδούς αδένα και σε βρογχοκήλη. Σε μεγάλες ποσότητες προκαλεί και θάνατο.

Πηγές

Σπουδαία πηγή ιωδίου είναι τα ξερά φύκια που περιέχουν 0,54-6,87 χιλιοστά του γραμμαρίου ιώδιο ανά γραμμάριο.

Άλλες καλές πηγές ιωδίου είναι τα θαλασσινά και τα λαχανικά που καλλιεργούνται σε εδάφη πλούσια σε ιώδιο. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα, το μουρουνέλαιο, οι ηλιόσποροι, τα φιστίκια, το συκώτι και τα αυγά είναι επίσης καλές πηγές ιωδίου.

Τα περισσότερα φρούτα, τα όσπρια και τα δημητριακά είναι φτωχά σε ιώδιο.

Από τις περισσότερες μεθόδους ιωδίωσης, ο εμπλουτισμός του μαγειρικού αλάτος με ιώδιο είναι αυτή που έδωσε τα περισσότερα θετικά αποτελέσματα.

Πίνακας 2.1
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΠΡΟΣΛΗΨΕΙΣ ΙΩΔΙΟΥ¹

Ομάδα	Ηλικία (έτη)	Ιώδιο (mcg)
Βρέφη	0,0-0,5	40
	0,5-1,0	50
Παιδιά	1-3	70
	4-6	90
	7-10	120
	11-14	150
Άρρενες	15-18	150
	19-22	150
	23-50	150
	51+	150
	51+	150
Θήλεις	11-14	150
	15-18	150
	19-22	150
	23-50	150
	51+	150
Κύηση		+25
Θηλασμός		+50

¹ Recommended Dietary Allowances, 9th ed., USA Academy of Sciences, 1980, σελ. 186.

Σχόλια

Ορισμένες τροφές, ιδιαίτερα της οικογένειας των λαχανοειδών, περιέχουν βρογχοκηλογενείς ενώσεις, που, δυστυχώς, προφυλάσσονται από το μαγείρεμα.

Η πρόσληψη ιωδίου από τον άνθρωπο σχετίζεται με το έδαφος του περιβάλλοντός του και το πόσιμο νερό του. Το ιώδιο σε νερό που προορίζεται για μαγείρεμα ή για πόση είναι πλούσιο σε ορισμένες περιοχές και ιδιαίτερα σε μέρη που βρίσκονται κοντά σε ωκεανούς.

2.2 Σίδηρος

Ο σίδηρος (αίμη) συνδυάζεται με μια πρωτεΐνη (σφαιρίνη) και σχηματίζει την αιμοσφαιρίνη. Επίσης, ο σίδηρος είναι συστατικό ορισμένων ενζύμων, τα οποία σχετίζονται με το μεταβολισμό του οργανισμού (Παράρτημα 2).

Μεταβολισμός

Γενικά η απορρόφηση του σιδήρου από τις τροφές είναι χαμηλή και κυμαίνεται 5-10% για τα υγιή άτομα και 10-20% για άτομα με έλλειψη σιδήρου. Έτσι όταν ο οργανισμός δεν έχει επάρκεια σιδήρου αποκτά αυξημένη ικανότητα απορρόφησης του στοιχείου αυτού από τις τροφές. Επίσης τα παιδιά έχουν καλύτερη ικανότητα απορρόφησης του σιδήρου παρά οι ενήλικες, το ίδιο δε ισχύει και για τις έγκυες γυναίκες και μάλιστα κατά τους τελευταίους μήνες της εγκυμοσύνης.

Επίσης η πρόσληψη του σιδήρου από τις τροφές εξαρτάται και από το είδος της τροφής. Έτσι η απορρόφησή του είναι πολύ μεγαλύτερη όταν καταναλώνεται ήπαρ, κρέας, ψάρια (μέχρι 25%) παρά όταν καταναλώνονται αυγά, γάλα, λαχανικά (μέχρι 5%). Το κρέας, συμπεριλαμβανομένου και των πουλερικών, καθώς και τα ψάρια περιέχουν κάποια ουσία (MFP-Meat, Fish, Poultry) η οποία αυξάνει στο τετραπλάσιο την απορρόφηση του σιδήρου, ο οποίος βρίσκεται τόσο σ' αυτά όσο και στα άλλα τρόφιμα, με τα οποία καταναλώνονται ταυτόχρονα. Δηλαδή, καταναλώνοντας λαχανικά (σπανάκι, μπιζέλια) μαζί με κρέας αξιοποιείται καλύτερα και ο σίδηρος των λαχανικών παράλληλα με εκείνο του κρέατος.

Η βιοδιαθεσιμότητα του σιδήρου εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, όπως τη βιταμίνη C, η οποία μπορεί να τριπλασιάσει την απορρόφησή του. Γι' αυτό ένα πορτοκάλι μετά από ένα γεύμα με κρέας αυξάνει την αξιοποίηση του σιδήρου του. Θα πρέπει όμως να αποφεύγονται και οι παράγοντες που αντιστρατεύονται τη δράση της βιταμίνης C, όπως καφές, τσάι, αλκοόλ και κάπνισμα. Δυσμενή επίδραση ασκούν επίσης η κυτταρίνη, τα συμπληρώματα ασβεστίου και η ανεπαρκής οξύτητα του στομάχου. Έτσι σε ηλικιωμένα άτομα με βραδεία έκκριση οξέος στο στομάχι μειώνεται η απορρόφηση του σιδήρου.

Χρησιμότητα

Τα 4 g περίπου σιδήρου τα οποία υπάρχουν στο σώμα ενός ενήλικου ανθρώπου βρίσκονται κατά 80% περίπου στην αιμογλοβίνη των ερυθρών αιμοσφαιρίων, στην πρωτεΐνη των μυών μυογλοβίνη και την πρωτεΐνη μεταφοράς του σιδήρου τρανσφερίνη. Το υπόλοιπο υπάρχει στο ήπαρ, όπου αποθηκεύεται, καθώς και στον σπλήνα και στον μυελό των κοκάλων. Ο αποθηκευμένος αυτός σίδηρος έχει μεγάλη σημασία για τους πρώτους 6 μήνες της ζωής του μωρού, διότι το γάλα έχει πολύ μικρή περιεκτικότητα σιδήρου.

Η αιμογλοβίνη (αιμοσφαιρίνη) του αίματος με το σίδηρο που περιέχει δεσμεύει το οξυγόνο στους πνεύμονες κατά την αναπνοή

και το μεταφέρει στους ιστούς όπου χρησιμοποιείται. Όλα τα κύτταρα του οργανισμού χρειάζονται το οξυγόνο για να μεταβολίσουν τις θρεπτικές ουσίες απ' όπου θα πάρουν ενέργεια και θα σχηματίσουν διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Το διοξείδιο του άνθρακα αποβάλλεται κατά την εκπνοή και το νερό χρησιμοποιείται στις διάφορες λειτουργίες.

Εκτός από τη μεταφορά, ο σίδηρος συμβάλλει και στη χρησιμοποίηση του οξυγόνου από διάφορα ένζυμα.

Ανεπάρκεια

Η ανεπάρκεια του σιδήρου έχει ως άμεση συνέπεια την εμφάνιση αναιμίας, η οποία χαρακτηρίζεται από ελαττωμένη ποσότητα αιμοσφαιρίνης στο αίμα και ελλιπή οξυγόνωση των διαφόρων ιστών λόγω της κακής ικανότητας μεταφοράς του οξυγόνου.

Τα πρώτα συμπτώματα της αναιμίας είναι κούραση και έλλειψη αντοχής, χλωμάδα κ.ά. Στα μικρά παιδιά έχει συνέπειες στη σωματική και πνευματική ανάπτυξη. Η αναιμία σπανίως είναι θανατηφόρα. Συνήθως η χορήγηση σιδήρου εξαφανίζει τα συμπτώματα της αναιμίας. Οι μορφές του σιδήρου που παίρνουμε ως συμπλήρωμα είναι είτε ανόργανα άλατα του σιδήρου, είτε άλατα αυτού με αμινοξέα. Όταν όμως πάρουμε υπερβολική δόση σιδήρου, είναι δυνατόν να προκληθεί αιμοσιδήρωση.

Αιμοσιδήρωση – Περίσσεια

Στις περιπτώσεις που υπάρχει αιμοσιδήρωση, δηλαδή μεγάλη περίσσεια σιδήρου, ο σίδηρος αποτίθεται σε διάφορα όργανα του ανθρωπίνου σώματος με συνέπεια να δυσλειτουργούν και να προκαλούνται ακόμη και ανεπανόρθωτες βλάβες.

Τα αρχικά συμπτώματα είναι πόνοι στο στομάχι και δυσκοιλιότητα. Οι τυπικές όμως συνέπειες είναι η κίρρωση του ήπατος, κιτρινόμαυρη απόχρωση του δέρματος, διαβήτης, καρδιακές παθήσεις, αρρυθμίες, καρκίνος του ήπατος. Όταν η δόση του σιδήρου είναι αρκετά μεγάλη. π.χ. τρία γραμμάρια, με μορφή θειικού σιδήρου, μπορεί να προκαλέσει ακόμη και το θάνατο, ιδιαίτερα σε παιδιά.

Αίτια ανεπάρκειας και ανάγκες

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. Παρόλα αυτά, θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για τον εμπλουτισμό του διαιτολογίου με τρόφιμα πλούσια σε σίδηρο.

Οι ανάγκες σε σίδηρο καθορίζονται από τις απώλειες (κατά τους τραυματισμούς, την αλλαγή δέρματος και επιθηλίων πεπτικού σωλήνα, την κοπή νυχιών και μαλλιών), τις ανάγκες ανάπτυξης και την απορροφητικότητα του σιδήρου. Για ένα αγόρι, το οποίο αναπτύσσεται, οι απώλειες είναι 0,65-1,00 mg και οι ανάγκες ανάπτυξης 0,35-0,70 mg και επομένως οι ανάγκες σε σίδηρο είναι 1-2 mg ημερησίως. Επειδή όμως η απορρόφηση του σιδήρου από τις τροφές είναι μειωμένη, θα πρέπει να παίρνει 10-20 mg ημερησίως με το διαιτολόγιό του. Για τα κορίτσια οι ανάγκες αυτές είναι 10-27 mg ημερησίως λόγω του αναπαραγωγικού τους κύκλου. Το μεγάλο εύρος στις ανάγκες οφείλεται στη διαφορά ηλικίας και βάρους μεταξύ των ατόμων κατά την περίοδο της ανάπτυξής τους. Μετά τη συμπλήρωση της ανάπτυξης οι ανάγκες μειώνονται.

Η συνιστώμενη ημερησία πρόσληψη (Recommended Dietary Allowance – RDA) στις Η.Π.Α. είναι 10 mg για τον άνδρα και τις

γυναίκες περασμένη ηλικίας. Για τις γυναίκες σε ηλικία τεκνοποίησης είναι 15 mg και κατά την εγκυμοσύνη 30 mg σιδήρου ημερησίως. Για τη θηλάζουσα γυναίκα δεν χρειάζεται επιπλέον σίδηρος, αφού το γάλα που παράγει δεν έχει σημαντική ποσότητα σιδήρου.

Τοξικότητα

Υπάρχουν πολλές περιπτώσεις τοξικότητας των ατόμων με δισκία που περιέχουν σίδηρο και ιδιαίτερα παιδιών που προσλαμβάνουν τυχαία τα δισκία των γονιών τους.

Η θανατηφόρα δόση του θειικού σιδήρου είναι 3 γρ. για ένα παιδί ηλικίας 2 ετών, ενώ για τον ενήλικο γύρω στα 200-250 mg/kg βάρους σώματος.

Πηγές

Οι τροφές, ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε σίδηρο, διακρίνονται σε:

Πλούσιες Πηγές: Βοδινό, νεφρά, χαβιάρι, κοτόπουλο, σκόνη κακάο, ψάρια, συκώτι, πορτοκάλια, τσάι, οστρακοειδή, πατάτα, ρύζι, αλεύρι σόγιας, ηλιόσποροι, σιτάρι, σιτάλευρο.

Καλές Πηγές: Σκουρόχρωμη ζάχαρη, μύδια, ξερά φρούτα, κρόκος αυγού, καρδιά, ξεροί καρποί, χοιρινό, αρνί.

Φτωχές Πηγές: Σπαράγγια, φασόλια, κοτόπουλο, εμπλουτισμένα ψωμιά, εμπλουτισμένα δημητριακά, φακές, φιστίκια, μπιζέλια, σπανάκι, γαλοπούλα, γογγύλια, ολόκληρα αυγά.

Πολύ Φτωχές Πηγές: Τυριά, λίπη, λάδια, φρέσκα και κονσερβοποιημένα φρούτα, τα περισσότερα φρέσκα και κονσερβοποιημένα λαχανικά, ζάχαρη, γιαούρτι.

Συμπληρωματικές Πηγές: Συκώτι, γλυκονικός σίδηρος, ηλεκτρικός σίδηρος, θειικός σίδηρος, φουμαρικός σίδηρος, ζύμη, φύκια.

Ομάδα	Ηλικία (έτη)	Σίδηρος (mg)
Βρέφη	0,0-0,5	10
	0,5-1,0	15
Παιδιά	1-3	15
	4-6	10
	7-10	10
	11-14	18
Άρρενες	15-18	18
	19-22	10
	23-50	10

	51+	10
Θήλεις	11-14	18
	15-18	18
	19-22	18
	23-50	18
	51+	10
Κύηση		(2)
Θηλασμός		(2)

¹ Recommended Dietary Allowances, 9th ed., USA Academy of Sciences, 1980, σελ. 186.

² Απαιτούνται 30-60 mg ημερησίως για τη διάρκεια της κύησης και 3 μήνες μετά τη γέννηση ώστε να εμπλουτισθούν οι αποθήκες του σιδήρου.

2.3 Φθόριο

Το Φθόριο σε καθαρή μορφή είναι ένα κιτρινωπό αέριο και είναι το πιο ηλεκτροαρνητικό και δραστικό από όλα τα στοιχεία. Αντιδρά με σχεδόν όλες τις οργανικές και ανόργανες ουσίες. Μεγάλη κουβέντα γίνεται σχετικά με τη φθορίωση του νερού των δημόσιων δικτύων. Στις Η.Π.Α. που η φθορίωση έχει δοκιμαστεί για αρκετές δεκαετίες, αλλά και σε περισσότερες από 30 χώρες που προσθέτουν φθόριο στο νερό τους, η συνεισφορά της στη μείωση της τερηδόνας έχει αποδειχθεί πολύτιμη. Όμως το φθόριο έχει κατηγορηθεί και για προβλήματα που δημιουργεί σε παραπάνω από το κανονικό δόσολογίες, όπως προβλήματα στο νευρικό σύστημα, καθώς στην υπερφθορίωση των δοντιών που δημιουργεί καφέ στίγματα. Ανακαλύφθηκε από τον Henri Moissan το 1886. Ο συμβολισμός του στον πίνακα των στοιχείων είναι F.

Χρησιμότητα

Συνδέεται με το ασβέστιο και συντελεί στην υγεία των οστών και των δοντιών. Δεν πρέπει να λαμβάνεται από άτομα που πάσχουν από νεφρολιθιάσεις. Βοηθά τον οργανισμό να μάχεται εναντίων των μεταδοτικών ασθενειών και να ανανεώνει γρήγορα τους κατεστραμμένους ιστούς των οστών. Τέλος προλαμβάνει την οστεοπόρωση.

Η έλλειψη φυσικού φθορίου προκαλεί αναιμία, πονοκέφαλο, πρόωρα γηρατειά, δερματοπάθειες και χαλασμένα δόντια.

Περίσσεια

Υπερβολική ποσότητα φθορίου προκαλεί αποχρωματισμό των δοντιών, φθορίωση και μόνο μαζική χορήγηση είναι τοξική.

Πηγές

Συνήθης πηγή φθορίου είναι το πόσιμο νερό, το οποίο πρέπει να έχει 1 mg/l δηλαδή ένα μέρος στο εκατομμύριο (1 ppm) και ενδείκνυται η φθορίωσή του για λόγους πρόληψης. Όταν το

νερό περιέχει φθόριο 2-8 ppm προκύπτει ο αποχρωματισμός των δοντιών και αυτό γίνεται σε περιοχές όπου το νερό είναι αρτεσιανό και αντλείται από εδάφη όπου διηθείται το λίπασμα που χρησιμοποιείται για τις καλλιέργειες. Στο δισαιτολόγιο οι μόνες αξιόλογες πηγές είναι το τσάι και τα ψάρια, ιδίως εκείνα που τρώγονται με το κόκαλο.

Φυσικές πηγές φθορίου είναι τα παντζάρια, το λάχανο, το μουρουνέλαιο, τα αντίδια, το σκόρδο, ο μαϊντανός, οι ηλιόσποροι, το ηλιέλαιο.

2.4 Χρώμιο

Δράση χρωμίου

Από το 1985 έχει διαπιστωθεί ότι το χρώμιο είναι απαραίτητο ιχνοστοιχείο για τον άνθρωπο. Η έλλειψη χρωμίου, όπως παρατήρησαν σε πειραματόζωα, προξενεί άμεση αύξηση του σακχάρου στο αίμα και εμφάνιση γλυκόζης στα ούρα. Τα συμπτώματα αυτά εξαφανίζονται όταν χορηγηθεί χρώμιο, είτε ως εκχύλισμα από μαγιά μπύρας, είτε με τη μορφή ανόργανων αλάτων. Ο τρόπος δράσεως του χρωμίου δεν είναι γνωστός. Αν λάβουμε όμως υπόψη μας τη συνεργό δράση του χρωμίου με την ινσουλίνη, μπορούμε να υποθέσουμε ότι το χρώμιο επηρεάζει τη μεταφορά της ινσουλίνης δια μέσου των κυτταρικών μεμβρανών.

Σπουδαία φαίνεται να είναι η αποστολή του χρωμίου που βρίσκεται στο ενεργό τμήμα του παράγοντα ανοχής της γλυκόζης, GTF (Glucose Tolerance Factor). Ο παράγοντας GTF μαζί με την ινσουλίνη ρυθμίζει την ποσότητα της γλυκόζης στο αίμα. Διότι ενώνεται τόσο με το μόριο της ινσουλίνης, όσο και με τους υποδοχείς της ινσουλίνης και ενεργοποιεί τη δράση της.

Υπάρχουν ακόμη σοβαρές ενδείξεις ότι το χρώμιο παίζει κάποιο ρόλο στον έλεγχο της χοληστερίνης και στη βιοσύνθεση των λιπιδίων. Έχει παρατηρηθεί ότι με τη χορήγηση χρωμίου σε πειραματόζωα, ελαττώνεται η ποσότητα της χοληστερίνης στο αίμα τους, κατά 14%. Το χρώμιο επηρεάζει, επίσης, τη σύνθεση των αμινοξέων και των νουκλεϊνικών οξέων. Ειδικότερα το χρώμιο:

- Βοηθάει στη μεταφορά της ινσουλίνης και την αξιοποίησή της από τους μύες και τους ιστούς.
- Ενισχύει το σχηματισμό του λίπους από τα σάκχαρα.
- Καταλύει το σχηματισμό του γλυκογόνου.
- Αυξάνει την ευαισθησία των ιστών στην ινσουλίνη.
- Ελέγχει τη στάθμη της χοληστερίνης στο αίμα, διατηρώντας αυτήν σε κανονικά επίπεδα.

- Αυξάνει τη συγκέντρωση της προστατευτικής, της καλής, χοληστερίνης ή επιστημονικότερα της υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης (HDL).
- Ενεργοποιεί τη μεταφορά των αμινοξέων και τη σύνθεση των πρωτεϊνών.
- Ενεργοποιεί τη βιοσύνθεση των νευροδιαβιβαστών.
- Προωθεί την αξιοποίηση της γλυκόζης από ορισμένα κέντρα του εγκεφάλου και περιορίζει ορισμένα συμπτώματα της πείνας.
- Ελαττώνει τις αθηρωματικές πλάκες στην αορτή, όπως έδειξαν πειράματα με ποντίκια.

Το σώμα ενός ενήλικα περιέχει συνήθως από 5,2 έως 10,4 χιλιοστά του γραμμαρίου χρώμιο. Σε ορισμένες όμως περιοχές κάποιων χωρών οι ποσότητες είναι μεγαλύτερες. Στο πλάσμα του αίματος η συγκέντρωση του χρωμίου είναι μεταξύ 2,1 και 5,2 εκατομμυριοστά του γραμμαρίου, ανά 100 κυβικά εκατοστά. Στα μαλλιά η ποσότητά του είναι 15,6-31,2 εκατομμυριοστά του γραμμαρίου, ανά 100 γραμμάρια. Αξιόλογες ποσότητες χρωμίου υπάρχουν στο δέρμα, στα οστά και στους μύες.

Η ποσότητα του χρωμίου που χρειάζεται ένας ενήλικας την ημέρα είναι 50 έως 200 εκατομμυριοστά του γραμμαρίου. Την ποσότητα αυτή την παίρνει από τις τροφές.

Πότε εμφανίζεται Ανεπάρκεια

Η απορρόφηση του χρωμίου των τροφών από τον ανθρώπινο οργανισμό περιορίζεται σε ποσοστό 3 έως 10%. Όταν όμως το χρώμιο βρίσκεται σε ανόργανη μορφή και δίνεται με χάπια από το στόμα, η απορρόφηση είναι ακόμη πιο περιορισμένη. Πολύ καλύτερα ποσοστά απορρόφησης έχει το χρώμιο της μαγιάς της μπύρας.

Η έλλειψη χρωμίου στον άνθρωπο δεν είναι πολύ σπάνια, διότι, εκτός του μικρού ποσοστού του χρωμίου των τροφών, που μπορεί να απορροφήσει ο ανθρώπινος οργανισμός, υπάρχουν και άλλες αιτίες που συντελούν στην έλλειψή του. Όπως π.χ. είναι η κατανάλωση εξευγενισμένων (κατεργασμένων) τροφίμων, μακροχρόνιες δίαιτες αδυνατίσματος, διαβίωση σε περιοχές που έχουν λίγο χρώμιο στο έδαφός τους, κακή διατροφή, παρατεταμένη παρεντερική διατροφή, αλκοολισμός, εγκυμοσύνη, διαβήτη.

Συμπτώματα ανεπάρκειας

Τα συμπτώματα της ανεπάρκειας είναι νευρική κατάσταση, εφίδρωση, διανοητικές διαταραχές, αδυναμία, κατάθλιψη, δυσκολία

στη μάθηση. Επίσης όλα τα συμπτώματα του διαβήτη, όπως συχνουρία, δίψα, πείνα, αδυνάτισμα. Η ποσότητα του χρωμίου στους ιστούς δείχνει μια ανεξήγητη ελάττωση με την αύξηση της ηλικίας και έχει υποστηριχθεί ότι αυτή θα μπορούσε να είναι μια αιτία της εμφάνισης διαβήτη στους ενήλικες.

Η έλλειψη χρωμίου στον άνθρωπο είναι δύσκολο να διαπιστωθεί με ανάλυση των ιστών ή φυσιολογικών υγρών. Διαπιστώνεται όμως έμμεσα από την εμφάνιση συμπτωμάτων διαβήτη, που δεν υποχωρούν με χορήγηση έστω και αυξημένης δόσης ινσουλίνης. Υποχωρούν όμως με χορήγηση (σε φυσιολογικά όρια) ποσότητας χρωμίου. Υπήρξαν περιπτώσεις ασθενών που παρουσίαζαν αντίσταση στην ινσουλίνη και ανωμαλίες του κεντρικού και περιφερειακού νευρικού συστήματος, οι οποίοι θεραπεύτηκαν ύστερα από χορήγηση χρωμίου και όχι ινσουλίνης.

Συμπλήρωμα χρωμίου

Συμπληρωματικό χρώμιο μπορεί να δοθεί με διάφορες μορφές, πάντοτε όμως ως τρισθενές χρώμιο. Μια τέτοια μορφή είναι το τριχλωριούχο χρώμιο ή το άλας του τρισθενούς χρωμίου με αμινοξέα. Μια πολύ καλή πηγή συμπληρωματικού χρωμίου είναι η μαγιά μπύρας, διότι περιέχει χρώμιο πολύ αφομοιώσιμο. Η ποσότητα του χρωμίου που παίρνουμε με τη μαγιά της μπύρας είναι ισοδύναμη με δεκαπλάσια ποσότητα χρωμίου που έχουν τα τρόφιμα.

Πόσο χρώμιο πρέπει να παίρνουμε

Σύμφωνα με την επιτροπή τροφίμων και διατροφής της Εθνικής Ακαδημίας των Επιστημών των Η.Π.Α., οι ποσότητες του χρωμίου που πρέπει να παίρνουν τα παιδιά, αλλά και οι ενήλικες, όπως είδαμε, είναι 50-200 εκατομμυριοστά του γραμμαρίου την ημέρα. Τα παιδιά μικρότερης ηλικίας καθώς και τα βρέφη χρειάζονται λιγότερο.

Σε περίπτωση περίσσειας χρωμίου αυτό αποβάλλεται με τα ούρα. Οι κίνδυνοι τοξικότητας από περίσσεια χρωμίου είναι σχεδόν ανύπαρκτοι, επειδή «δεσμεύεται» από τον οργανισμό σε μικρό ποσοστό. Η λήψη από το στόμα, μεγάλων σχετικών ποσοτήτων χρωμίου (μεγαλύτερων των 50 εκατομμυριοστών του γραμμαρίου) μπορεί να προκαλέσει βλάβη στο ήπαρ και τα νεφρά. Αυτό όμως γίνεται μόνο σε περίπτωση ατυχημάτων.

Το εξασθενές χρώμιο είναι πολύ πιο τοξικό από το τρισθενές. Ποτέ όμως δεν χρησιμοποιείται για θεραπευτικούς λόγους.

Πηγές χρωμίου

Τα τρόφιμα που είναι πλούσια σε χρώμιο είναι η μαγιά της μπύρας, το μαύρο πιπέρι, το συκώτι, η μελάσα, το τυρί και οι σπόροι. Αξιόλογες ποσότητες έχουν ακόμη το κρέας, το βούτυρο, τα μύδια και οι γαρίδες.

Με την κατεργασία τα διάφορα τρόφιμα χάνουν ένα μεγάλο μέρος από το χρώμιό τους. Π.χ. το αλεύρι ολικής αλέσεως έχει 175 εκατομμυριοστά του γραμμαρίου στα 100 γραμμάρια, ενώ το άσπρο αλεύρι μόνο 23. Το ακατέργαστο ρύζι χάνει το 75% του χρωμίου του όταν γίνει άσπρο, ύστερα από σχετική επεξεργασία. Στην ανάλογη περίπτωση η ζάχαρη χάνει το 98%. Ακόμη και τα καθαρισμένα φρούτα υστερούν των ακαθάριστων σε χρώμιο, κατά ένα μεγάλο ποσοστό.

Υπολογίσιμες ποσότητες χρωμίου έχει το κρασί και η μπύρα, 45 και 30 εκατομμυριοστά του γραμμαρίου σε 100 κυβικά εκατοστά αντιστοίχως.

2.5 Χαλκός

Η ποσότητα του χαλκού που βρίσκεται στο σώμα ενός ενήλικα ανθρώπου κυμαίνεται από 75 έως 100 χιλιοστά του γραμμαρίου. Από την ποσότητα αυτή, το 50% βρίσκεται στους μύες και τα οστά. Κι αυτό συμβαίνει όχι επειδή το ποσοστό του χαλκού στα οστά και τους μύες είναι υψηλό, αλλά επειδή αυτά αποτελούν ένα πολύ μεγάλο τμήμα του ανθρωπίνου σώματος. Το 10% του χαλκού υπάρχει στο ήπαρ. Αλλά και στον εγκέφαλο, στην καρδιά και στα νεφρά υπάρχουν αξιόλογες ποσότητες χαλκού. Όσο αυξάνει η ηλικία η ποσότητα του χαλκού στο ήπαρ ελαττώνεται, αντίθετα απ' ό,τι συμβαίνει με τον εγκέφαλο. Σημαντικές ποσότητες χαλκού υπάρχουν και στο αίμα. Ο χαλκός που υπάρχει στο πλάσμα του αίματος αυξάνεται κατά την περίοδο της εγκυμοσύνης. Ο χαλκός μεταφέρεται από το αίμα στο ήπαρ, όπου και εναποτίθεται. Το 80% του χαλκού του ήπατος, δια της χολής, απεκκρίνεται στα έντερα και τελικά καταλήγει στα κόπρανα.

Χρησιμότητα

Απαραίτητος στο μεταβολισμό των κυττάρων και στην παραγωγή του συνδετικού ιστού. Βοηθά στην αποθήκευση και το μεταβολισμό του σιδήρου σε μορφή αιμοσφαιρίνης, καθώς και στο σχηματισμό ερυθροκυττάρων. Συμβάλλει στην γένεση της μυελίνης, βοήθα στην καταπολέμηση μολύνσεων και συμμετέχει στην σωστή δόμηση των οστών.

Λειτουργίες

Ο χαλκός είναι ένα κρίσιμο λειτουργικό συστατικό διαφόρων απαραίτητων ενζύμων, που είναι γνωστά ως χαλκοένζυμα για:

- Ενεργειακή παραγωγή
- Σχηματισμό συνδετικού ιστού
- Μεταβολισμό σιδήρου
- Κεντρικό νευρικό σύστημα
- Ρύθμιση της έκφρασης των γονιδίων
- Αντιοξειδωτική δράση

Πότε εμφανίζεται ανεπάρκεια

Οι αιτίες που μπορεί να προκαλέσουν ανεπάρκεια χαλκού είναι:

- κακή διατροφή
- γενετικοί παράγοντες
- νεφρικό σύνδρομο
- κακή απορρόφηση, λόγω ιδιοπαθών περιπτώσεων
- αναιμία, λόγω χαμηλών ποσοτήτων σιδήρου στον ορό του αίματος
- παρεντερική διατροφή
- νεφρική κάθαρση
- αγωγή με ουσίες για την απομάκρυνση τοξικών ενώσεων από τον οργανισμό, διότι οι ουσίες αυτές μπορεί να απομακρύνουν και το χαλκό
- παρατεταμένες διάρροιες
- λήψη σε περίσσεια, για έναν οποιοδήποτε λόγο, ψευδαργύρου, κάδμιου, φθορίου, μολυβδαινίου
- κατάχρηση επεξεργασμένων τροφίμων

Στην ελαττωμένη ποσότητα χαλκού, που παρατηρείται στα επεξεργασμένα τρόφιμα, αποδίδουν ορισμένοι την αύξηση των κρουσμάτων της στεφανιαίας νόσου στις Η.Π.Α. Τέλος, ανεπάρκεια χαλκού μπορεί να εμφανιστεί λόγω της δέσμευσης του από ορισμένα φάρμακα, που έχουν την τάση να σχηματίζουν αδιάλυτα ή μη απορροφήσιμα σύμπλοκα με το χαλκό. Είναι γνωστό ότι η βιταμίνη C εμποδίζει την απορρόφηση του χαλκού στα έντερα. Το αντίθετο συμβαίνει με το σίδηρο. Ανεπάρκεια χαλκού μπορεί να εμφανίζεται και λόγω ανταγωνιστικής δράσης με τα στοιχεία ψευδάργυρος, κάδμιο, άργυρος, υδράργυρος κ.ά. (σχήμα 1.3).

Μερικές πρωτεΐνες επηρεάζουν δυσμενώς την απορρόφηση του χαλκού, ιδιαίτερα αυτές που περιέχουν θείο, διότι σχηματίζουν σύμπλοκα δυσδιάλυτα στο νερό.

Ένας αριθμός συμπτωμάτων που μπορεί να εμφανιστούν όταν υπάρχει έλλειψη χαλκού στον άνθρωπο είναι:

- Ωχρο δέρμα.
- Απώλεια της ελαστικότητας των μαλλιών.
- Αποχρωματισμός τριχών δέρματος.
- Μόνιμες φλεβεκτάσεις του δέρματος.
- Αναιμία, η οποία συνήθως παρουσιάζεται ύστερα από παρατεταμένη παρεντερική διατροφή.
- Κατακράτηση ύδατος.
- Εύθραυστα οστά.
- Χρόνια ή υποτροπιάζουσα διάρροια.
- Ελάττωση των λευκών αιμοσφαιρίων, η οποία οδηγεί σε εξασθένηση του ανοσολογικού συστήματος (της αντίστασης του οργανισμού).
- Απώλεια γεύσεως.

Για την εξάλειψη των συμπτωμάτων αυτών μπορεί να χρησιμοποιηθούν απλές ανόργανες ενώσεις του χαλκού, αλλά και άλατα αυτού με διάφορα αμινοξέα. Η συνηθισμένη δόση είναι 2 χιλιοστά του γραμμαρίου την ημέρα.

Υπερεπάρκεια και συνέπειες

Μεγάλες σχετικά συγκεντρώσεις χαλκού στο αίμα έχουν βρεθεί σε άτομα ύστερα από καρδιακή προσβολή ή σε άτομα που πάσχουν από ρευματοειδή αρθρίτιδα, από σχιζοφρένεια, από υψηλή χοληστερίνη και σε άτομα που εμφανίζουν έλλειψη ψευδαργύρου.

Γενικά η τοξικότητα του χαλκού δεν είναι πολύ μεγάλη. Περίσσεια του χαλκού εμφανίζεται κυρίως λόγω κληρονομικότητας ή από ατυχήματα. Περίσσεια χαλκού από τρόφιμα πρέπει να αποκλειστεί. Όταν όμως εμφανιστεί, τα συμπτώματα είναι ναυτία, εμετός, κοιλιακοί πόνοι, διάρροια, διάχυτοι πόνοι στους μύες. Σε σπάνιες περιπτώσεις εμφανίζονται ανώμαλες πνευματικές καταστάσεις, κώμα ή και θάνατος.

Η ελάττωση της συγκέντρωσης του χαλκού στο αίμα μπορεί να γίνει με πρόσθετη χορήγηση βιταμίνης C, ψευδαργύρου ή μαγγανίου.

Τοξικότητα

Η τοξικότητα από χαλκό είναι σπάνια στο γενικό πληθυσμό. Τα συμπτώματα της οξείας τοξίκωσης από χαλκό περιλαμβάνουν τους κοιλιακούς πόνους, τη ναυτία, τον εμετό και τη διάρροια, τα οποία βοηθούν στο να αποτραπεί η πρόσθετη κατάποση και η απορρόφηση του χαλκού. Τα σοβαρότερα σημάδια

περιλαμβάνουν τη σοβαρή βλάβη του συκωτιού, την ανεπάρκεια των νεφρών, το κώμα και το θάνατο. Θέμα περισσότερης ανησυχίας από μια θρεπτική σκοπιά είναι η δυνατότητα της βλάβης του συκωτιού ως αποτέλεσμα της μακροπρόθεσμης έκθεσης σε χαμηλότερες δόσεις χαλκού.

Ο χαλκός μπορεί να εισαχθεί στο σώμα μέσω της αναπνοής του αέρα ή της σκόνης που περιέχει χαλκό. Ακόμη μπορεί να εισαχθεί στους πνεύμονες των εργαζομένων που εκτίθενται στη σκόνη ή τους καπνούς χαλκού.

Οι περισσότερες ενώσεις του χαλκού θα δεσμευθούν είτε στα ιζήματα στο νερό είτε σε μόρια του εδάφους. Οι διαλυτές ενώσεις του χαλκού αποτελούν τη μεγαλύτερη απειλή για την ανθρώπινη υγεία. Συνήθως οι υδατοδιαλυτές ενώσεις χαλκού εμφανίζονται στο περιβάλλον κατά την αποδέσμευσή τους κατά τη διάρκεια γεωργικών εφαρμογών.

Οι άνθρωποι που ζουν σε σπίτια που έχουν ακόμα υδραυλική εγκατάσταση χαλκού εκτίθενται σε υψηλότερα επίπεδα χαλκού σε σχέση με τους περισσότερους ανθρώπους, επειδή ο χαλκός απελευθερώνεται στο νερό που πίνουν μέσω της διάβρωσης των σωλήνων.

Έκθεση στο χαλκό εξαιτίας του επαγγέλματος εμφανίζεται συχνά. Στον εργασιακό χώρο, η μετάδοση του χαλκού μπορεί να οδηγήσει σε μια κατάσταση παρόμοια με τη γρίπη, γνωστή και ως πυρετός εκ μετάλλων. Αυτή η κατάσταση περνάει μετά από δύο ημέρες και προκαλείται από υπερευαισθησία.

Υπάρχουν επιστημονικά άρθρα που υποδεικνύουν σχέση μεταξύ της μακρόχρονης έκθεσης σε υψηλές συγκεντρώσεις χαλκού και σε μείωση του επιπέδου νοημοσύνης στους νέους εφήβους. Εάν αυτό πρέπει να θεωρηθεί ανησυχητικό είναι θέμα περαιτέρω έρευνας.

Πηγές

Η περιεκτικότητα των τροφίμων σε χαλκό ποικίλλει. Οι μεγαλύτερες ποσότητες χαλκού βρίσκονται στο συκώτι, στα οστρακοειδή, στη μαγιά μπύρας κ.α.

Εκτός όμως από τις τροφές, ο άνθρωπος παίρνει χαλκό και από άλλες πηγές. Μια τέτοια πηγή είναι ορισμένα φυτοφάρμακα που έχουν χαλκό, διότι ένα μέρος του χαλκού των φυτοφαρμάκων περνάει στα τρόφιμα. Από τα διάφορα ποτά που παραμένουν σε χάλκινα δοχεία, από τους σωλήνες διανομής νερού, από χάλκινα μαγειρικά ; σκεύη κ.ά.

Θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ακόμη την ένωση του χαλκού με χλωροφύλλη, η οποία ανήκει στις επιτρεπόμενες ουσίες

για το χρωματισμό τροφίμων. Στην ένωση αυτή ο χαλκός παίρνει τη θέση του μαγνησίου.

Συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη (ΣΗΠ) (RDA)

Η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη για ενήλικες και εφήβους τίθεται στα 1,5-3 mg/ημέρα. Για τα παιδιά κυμαίνεται μεταξύ 0,7-2 mg/ημέρα. Για τα νεογέννητα μέχρι 6 μηνών η πρόσληψη είναι 0,4-0,6 mg/ημέρα και από 6-12 μηνών 0,6-0,7 mg/ημέρα.

Ο χαλκός ως φάρμακο – Ρευματοειδής αρθρίτιδα

Οι ενώσεις του χαλκού και του ψευδαργύρου έχουν χρησιμοποιηθεί σαν φάρμακα από πολύ παλιά. Αναφέρονται σε συνταγές αρχαίων Αιγυπτίων (3000 π.Χ.) και του Ιπποκράτη για την επούλωση πληγών, αλλά και για την αποστείρωση του νερού. Ο αρσενικούχος χαλκός χρησιμοποιήθηκε το 1892 για τη θεραπεία της αναιμίας και της ατονίας. Ο θειικός χαλκός είχε προταθεί ως τονωτικό της καρδιάς και ως φάρμακο της αναιμίας.

Έχει διαπιστωθεί σε πολλές περιπτώσεις ότι η διατάραξη της ισορροπίας του χαλκού οφείλεται σε ρευματοειδή αρθρίτιδα. Επίσης έχει διαπιστωθεί, ότι η συγκέντρωση του χαλκού αυξάνει στο ενδοαρθρικό υγρό στις ρευματοειδείς αρθρίτιδες. Με την αύξηση αυτή του χαλκού επιτυγχάνεται ένα ισχυρό αντιφλεγμονώδες αποτέλεσμα.

Η αποτελεσματικότητα του χαλκού στη θεραπεία της ρευματοειδούς αρθρίτιδας έγινε αρχικά γνωστή από την παρατήρηση του Hangartner, το 1939, ότι οι εργαζόμενοι στα ορυχεία του χαλκού στη Φιλανδία δεν έπασχαν από ρευματοειδείς αρθρίτιδες.

Το 1974 ο Milord υποστήριξε ότι οι ρευματοειδείς αρθρίτιδες είναι αποτέλεσμα της έλλειψης του ενζύμου υπεροξειδική δισμουτάση. Μάλιστα το ένζυμο αυτό, που απομονώθηκε από βοοειδή, χρησιμοποιήθηκε ως ενέσιμο φάρμακο με καλά αποτελέσματα για τη θεραπεία της ρευματοειδούς αρθρίτιδας και της οστεοαρθρίτιδας. Ο Sorenson, το 1982, έχει δημοσιεύσει μια ανασκόπηση ερευνητικών εργασιών, στην οποία φαίνεται καθαρά ότι κατά την εκδήλωση ρευματοειδούς αρθρίτιδας έχουμε μεταβολή στη συγκέντρωση του χαλκού.

Στη μελέτη της αντιφλεγμονώδους δράσης του χαλκού έχουν χρησιμοποιηθεί ενώσεις του χαλκού με ασπιρίνη, πενικιλαμίνη κ.ά. Απεδείχθη ότι οι ενώσεις αυτές του χαλκού είναι πιο αποτελεσματικές από τα απλά (σκέτα) φάρμακα. Τέτοιες ενώσεις

έχουμε παρασκευάσει και στο εργαστήριό μας, με τα φάρμακα Tolmetin, Ibuprofen και Naproxen.

Τα χάλκινα βραχιόλια

Σχετικά με την αποτελεσματικότητα των χάλκινων βραχιολιών, δεν μπορεί ακόμη να ειπωθεί τίποτα με βεβαιότητα. Ούτε ότι προκαλούν τοξικότητα, ούτε ότι έχουν κάποιο ευνοϊκό αποτέλεσμα. Είναι όμως γεγονός ότι τα συστατικά του ιδρώτα ευνοούν τη διάλυση του χαλκού και στη συνέχεια την απορρόφησή του. Η μέση απώλεια βάρους σε χαλκό για συνηθισμένα βραχιόλια είναι 12 χιλιοστά του γραμμαρίου ανά μήνα.

Τα χάλκινα βραχιόλια τα συστήνουν ως ευεργετικά για τις ρευματοειδείς αρθρίτιδες. Αν λάβουμε υπόψη ότι ακόμη και τα απλά άλατα του χαλκού παρουσιάζουν αντιφλεγμονώδη δράση (N. Sorenson, Inflammation 1, 317, 1976), τότε θα μπορούσε κανείς να πει ότι τα χάλκινα βραχιόλια δρουν ευεργετικά προς την κατεύθυνση αυτή. Άλλωστε έχει υποστηριχθεί ότι οι κωπηλάτες σκλάβοι στις γαλέρες δεν έπασχαν από ρευματισμούς, επειδή οι αλυσίδες με τις οποίες ήταν δεμένοι κατέληγαν σε χάλκινους κρίκους στα χέρια και στα πόδια τους.

Αν δεχτούμε ότι η έλλειψη χαλκού προξενεί καρδιακές αρρυθμίες κ.ά., τότε τα χάλκινα βραχιόλια θα πρέπει να είναι ευεργετικά και στις περιπτώσεις αυτές. Βέβαια με την προϋπόθεση ότι τα συμπτώματα οφείλονται σε έλλειψη χαλκού.

2.6 Σελήνιο

Το σελήνιο είναι απαραίτητο ιχνοστοιχείο για τον άνθρωπο. Η περιεκτικότητα του εδάφους σε σελήνιο ποικίλλει, όχι μόνο από χώρα σε χώρα, αλλά και μέσα στην ίδια χώρα.

Επιδημιολογικές μελέτες έδειξαν ότι οι άνθρωποι που ζούνε σε περιοχές με μικρές συγκεντρώσεις σεληνίου στο έδαφος, εμφανίζουν συχνότερα ορισμένα είδη καρκίνου, αλλά και καρδιοπάθειες.

Η περιεκτικότητα σε σελήνιο στο σώμα των ενηλίκων είναι 20 χιλιοστά του γραμμαρίου και βρίσκεται σε όλους τους ιστούς. Κυρίως όμως βρίσκεται στο ήπαρ, στα νεφρά, και στους όρχεις. Η περιεκτικότητα του αίματος σε σελήνιο διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Εξαρτάται πάντα άμεσα από την περιεκτικότητα των τροφίμων σε σελήνιο και έμμεσα από την περιεκτικότητα στο έδαφος (Παράρτημα 2).

Χρησιμότητα

Το σελήνιο έχει δράση όμοια με της βιταμίνης E, έχοντας ισχυρή αντιοξειδωτική δράση. Βοηθά στην καταπολέμηση των ελευθέρων ριζών, προστατεύει την καρδιά και προλαμβάνει πολλές μορφές καρκίνου. Καθυστερεί τη γήρανση του δέρματος, διατηρεί την ελαστικότητα των ιστών και αυξάνει την αντοχή. Όπως και ο ψευδάργυρος, παίζει σημαντικό ρόλο στην αναπαραγωγή στους άρρενες και στην ενίσχυση της άμυνας του οργανισμού. Προσοχή όμως, γιατί σε μεγάλες ποσότητες είναι τοξικό για τον οργανισμό.

Απορρόφηση

Το σελήνιο απορροφάται στο λεπτό έντερο και η απορρόφησή του αυξάνεται σε καταστάσεις ανεπάρκειας.

Οι βιταμίνες C, A και E αυξάνουν την απορρόφηση σεληνίου ενώ τα βαριά μέταλλα, όπως ο υδράργυρος και τα φυτικά οξέα μειώνουν την απορρόφησή του. Ως αναπόσπαστο μέρος της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης και της αναγωγάσης 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 υπεροξείδιο της δισμουτάσης, τον σίδηρο (ως καταλάση). Το σελήνιο ως υπεροξειδάση της γλουταθειόνης επίσης εμφανίζεται να βοηθά τη δράση της βιταμίνης E (α-τοκοφερόλη) περιορίζοντας την οξείδωση 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.

Λειτουργίες στο σώμα

Το σελήνιο αποτελεί συμπαραγόνα ενός ενζύμου, της υπεροξειδάσης της γλουτοθειόνης, η οποία μετατρέπει τις βλαβερές ελεύθερες ρίζες, που είναι παραπροϊόντα του μεταβολισμού σε ανενεργά συστατικά. Η δράση του αυτή είναι η αιτία που το σελήνιο έχει συμπεριληφθεί στα ισχυρά αντιοξειδωτικά συστατικά, με κύρια δράση την πρόληψη κατά του καρκίνου. Ορισμένες επιδημιολογικές μελέτες έδειξαν μέχρι σήμερα ότι το σελήνιο μπορεί να μειώνει τον κίνδυνο εκδήλωσης καρκίνου του προστάτη.

Επίσης το σελήνιο φαίνεται να είναι απαραίτητο για το μεταβολισμό του ιωδίου.

Ο θυρεοειδής αδένας εκκρίνει πολύ μικρές ποσότητες βιολογικά ενεργής ορμόνης τριιωδοθυρονίνης ή T3 και μεγάλα ποσά μιας ανενεργούς μορφής ορμόνης θυροξίνη ή T4 στο κυκλοφορικό. Το μεγαλύτερο μέρος του βιολογικά ενεργού T3 στην κυκλοφορία και στο εσωτερικό των κυττάρων δημιουργείται από την αφαίρεση ενός ατόμου ιωδίου από T4 σε μια αντίδραση που καταλύεται από τα ένζυμα που εξαρτώνται από το σελήνιο, τις δεϊδοδινάσες της ιωδοθυρονίνης. Μέσω των ενεργειών του T3, T4, και άλλων μεταβολιτών των ορμονών του θυρεοειδή, τρεις διαφορετικές σεληνιο-εξαρτώμενες δεϊδοδινάσες της ιωδοθυρονίνης (οι τύποι I, II, και III) μπορούν και να ενεργοποιήσουν και να αδρανοποιήσουν την ορμόνη του θυρεοειδή, κάνοντας το σελήνιο ένα απαραίτητο στοιχείο για την κανονική ανάπτυξη, την αύξηση και το μεταβολισμό μέσω του κανονισμού των ορμονών του θυρεοειδή.

Έλλειψη

Επειδή δεν παρατηρείται ανεπάρκειά του στα κοινά διαιτολόγια από φυσικά τρόφιμα, πρόβλημα υπάρχει μόνο σε όσους διατρέφονται τεχνητά επί μακρό χρόνο χωρίς χορήγηση σεληνίου. Η απαραίτητη ποσότητα των 70 μg την ημέρα για τον ενήλικο εύκολα εξασφαλίζεται.

Μακρόχρονη χρησιμοποίηση πρόσθετων που περιέχουν σελήνιο προκαλεί τριχόπτωση, διάρροια και νευρικές διαταραχές.

Η ανεπαρκής λήψη σεληνίου έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη δραστηριότητα της περοξειδάσης της γλουταθειόνης. Ακόμα και πολύ μεγάλη έλλειψη σεληνίου συνήθως δεν επιφέρει προφανείς κλινικές παθήσεις. Όμως τα άτομα που εμφανίζουν έλλειψη σεληνίου είναι πιο ευάλωτα σε επιπλέον ψυχολογικό στρες.

Η έλλειψη σεληνίου στον άνθρωπο είναι περισσότερο εμφανής στην Κίνα, όπου η συγκέντρωση του εδάφους σε σελήνιο είναι πολύ χαμηλή. Υπάρχουν στοιχεία που δείχνουν ότι η έλλειψη σεληνίου μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία ενός είδους καρδιακής πάθησης, υποθυρεοειδισμό και εξασθένηση του ανοσοποιητικού συστήματος. Υπάρχουν επίσης ενδείξεις ότι από μόνη της η έλλειψη σεληνίου δεν μπορεί να προκαλέσει ασθένειες. Μπορεί να κάνει το σώμα πιο ευάλωτο σε ασθένειες που προκαλούνται από άλλες θρεπτικές, βιοχημικές ή μολυσματικές αιτίες.

Χαμηλά επίπεδα πρόσληψης Σεληνίου σχετίζονται με καρκινογένεση. Ασθενείς με καρκίνο έχουν χαμηλά επίπεδα σεληνίου. Ο ακριβής μηχανισμός δράσης δεν έχει διευκρινιστεί ακόμη, αλλά πιστεύεται ότι η έλλειψή του δυσχεραίνει τη δράση της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης στην καταπολέμηση των ελευθέρων ριζών.

Η έλλειψη σεληνίου μπορεί να οξύνει τις συνέπειες της έλλειψης ιωδίου. Το ιώδιο είναι απαραίτητο για τη σύνθεση των ορμονών του θυρεοειδούς, αλλά τα ένζυμα σεληνίου είναι επίσης απαραίτητα για τη μετατροπή της θυροξίνης (T4) στη βιολογικά ενεργή ορμόνη του θυρεοειδή τριϊωδοθυρονίνη (T3).

Τα πιο συχνά συμπτώματα από την έλλειψη σεληνίου είναι τα εύθραυστα νύχια και τα αδυνατισμένα μαλλιά. Άλλα συμπτώματα περιλαμβάνουν γαστρεντερικές διαταραχές, εξανθήματα στο δέρμα, κόπωση, ερεθιστικότητα και διαταραχές του νευρικού συστήματος.

Τοξικότητα

Παρά το γεγονός ότι το σελήνιο είναι απαραίτητο για την καλή λειτουργία του οργανισμού, όταν βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να είναι τοξικό.

Πηγές τροφίμων

Η περιεκτικότητα των τροφών σε σελήνιο εξαρτάται από την περιεκτικότητα του εδάφους όπου αναπτύσσονται τα φυτά ή μεγαλώνουν τα ζώα. Κυριότερες πηγές σεληνίου είναι τα φιστίκια, τα θαλασσινά, το συκώτι, το κρέας και τα πουλερικά.

Ζώα τα οποία τρέφονται με κόκκους δημητριακών οι οποίοι έχουν αναπτυχθεί σε περιοχές με έδαφος πλούσιο σε σελήνιο εμφανίζουν υψηλότερα ποσοστά σεληνίου στους μύς τους.

Πίνακας 2.3

Ομάδα	Προτεινόμενες ημερήσιες προσλήψεις σεληνίου (μg/ημέρα)	
	Ηλικία (έτη)	Σίδηρος (μg/ημέρα)
Βρέφη	0-6 μηνών	10
	7-12 μηνών	15
Παιδιά	1-6	20
	7-10	30
	11-14	40
Άρρενες	15-18	50
	19-24	70
	25-50+ χρονών	70
	11-14	45
Θήλεις	15-18	50

	19-24	55
	25-50+ χρονών	55
Εγκυμοσύνη		65
Θηλασμός 7 ^{ος} -12 ^{ος} μήνας		75

2.7 Μαγγάνιο

Το μαγγάνιο είναι απαραίτητο ιχνοστοιχείο για τον άνθρωπο. Στο σώμα ενός ενήλικα περιέχονται 10 έως 20 χιλιοστά του γραμμαρίου. Το μεγαλύτερο ποσοστό του μαγγανίου βρίσκεται στο σκελετό, στο ήπαρ, στα νεφρά και στην καρδιά.

Η αποστολή του μαγγανίου στον ανθρώπινο οργανισμό συνοψίζεται στα ακόλουθα:

- ελέγχει τη σωματική ανάπτυξη
- διατηρεί σε καλή κατάσταση το νευρικό σύστημα
- επηρεάζει το σχηματισμό των χόνδρων των οστών
- βοηθάει στην αξιοποίηση των βιταμινών Α, Β, C και Ε, με την παρουσία του σε ορισμένα ειδικά ένζυμα

Ανεπάρκεια

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 μέχρις ότου δοθεί συμπληρωματικά και κάποια ποσότητα μαγγανίου.

Αναλύσεις δειγμάτων, εξάλλου, των τριχών και του αίματος για το επίπεδο του μαγγανίου είναι ενδεικτικές ότι ορισμένες υποκλινικές ανεπάρκειες αυτού του ανόργανου στοιχείου προκαλούν διαταραχές που σχετίζονται με τη σωματική ανάπτυξη, το μεταβολισμό των υδατανθράκων, την έλλειψη συνεργασίας του μυϊκού συστήματος των βρεφών και τον ανώμαλο ή/και προβληματικό μεταβολισμό των λιπών.

Τοξικότητα

Οι δηλητηριάσεις από μαγγάνιο είναι πολύ σπάνιες. Χρόνιες δηλητηριάσεις από μαγγάνιο μπορεί να προκληθούν σε ανθρώπους που εργάζονται σε ορισμένες βιομηχανίες, από εισπνοές ουσιών που περιέχουν μαγγάνιο.

Τα συμπτώματα των δηλητηριάσεων είναι εφίδρωση, πονοκέφαλοι, υπνηλία, διόγκωση του ήπατος νευροπάθειες κ.ά. Επίσης εμφανίζεται αδυναμία στα πόδια, τρεμούλιασμα των χεριών, κράμπες κ.ά. Η ανώτερη επιτρεπόμενη συγκέντρωση του μαγγανίου στην ατμόσφαιρα είναι 5 χιλιοστά του γραμμαρίου ανά κυβικό μέτρο.

Πηγές

Οι τροφές, ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε μαγγάνιο, διακρίνονται σε:

Πλούσιες Πηγές: Ρύζι (ολικό), πίτυρο ρυζιού, αποφλοιωμένο ρύζι, καρκεύματα, πίτυρο σιταριού, σιτάρι.

Καλές Πηγές: Μαρούλι, φασόλια, φιστίκια, πατάτες, αλεύρι σόγιας, σόγια, ηλιόσποροι, αλεύρι σιταριού, δημητριακά.

Φτωχές Πηγές: Συκώτι, τα περισσότερα φρούτα και λαχανικά, τσάι, λευκό εμπλουτισμένο ψωμί.

Πολύ Φτωχές Πηγές: Λίπη και λάδια, αυγά, ψάρια, κρέατα, γάλα, πουλερικά, ζάχαρη.

Συμπληρωματικές Πηγές: Γλυκονικό μαγγάνιο.

Πίνακας 2.4

Προτεινόμενες ημερήσιες προσλήψεις μαγγανίου¹

Ομάδα	Ηλικία (έτη)	Μαγγάνιο (mg)
Βρέφη	0,0-0,5	0,5-0,7
	0,5-1,0	0,7-1,0
Παιδιά και έφηβοι	1-3	1,0-1,5
	4-6	1,5-2
	7-10	2-3
	11+	2,5-5,0
Ενήλικοι		2,5-5,0

¹ Recommended Dietary Allowances, 9th ed., USA Academy of Sciences, 1980, σελ. 178, πίνακας 10.

Σχόλια

Σε μια μέση δίαιτα υπολογίζεται ότι απορροφάται το 45% του μαγγανίου της τροφής.

Η περιεκτικότητα του τελευταίου στα φυτά εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε μαγγάνιο του εδάφους στο οποίο αναπτύσσονται. Αλλά θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα φυτά που καλλιεργούνται σε αλκαλικό έδαφος είναι ιδιαίτερα φτωχά σε μαγγάνιο.

2.8 Μολυβδαίνιο

Το μολυβδαίνιο είναι συστατικό τριών διαφορετικών ενζυμικών συστημάτων που σχετίζονται με το μεταβολισμό των θερμιδογόνων ουσιών.

Ως συστατικό της αδαμαντίνης ουσίας των δοντιών φαίνεται ότι προφυλάσσει ή μειώνει τη συχνότητα της τερηδόνας των δοντιών.

Δράση

Το μολυβδαίνιο δρα σαν απαραίτητος συμπαράγοντας πολλών ενζύμων, όπου οξειδώνει και αποτοξινώνει από διάφορες πυριμιδίνες, πουρίνες οι οποίες εμπλέκονται στο μεταβολισμό του DNA, του θείου και καταλύει στο σχηματισμό του ουρικού οξέος.

Μεταβολισμός

Το μολυβδαίνιο απορροφάται άμεσα, αλλά με μηχανισμό που παραμένει άγνωστος. Μεταφέρεται στο αίμα χαλαρά συνδεδεμένο με τα ερυθροκύτταρα. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις απαντώνται στο ήπαρ και τα νεφρά. Η απέκκριση γίνεται διαμέσου των νεφρών, αλλά σημαντικά ποσά απομακρύνονται και από τη χολή.

Έλλειψη

Δεν έχει καταγραφεί ανεπάρκεια μολυβδαινίου στους ανθρώπους πλην ενός περιστατικού ασθενούς σε μακροχρόνια παρεντερική σίτιση, η οποία όμως βελτιώθηκε με τη χορήγηση συμπληρώματος μολυβδαινίου. Πολύ σπάνια μπορεί να εμφανιστεί ταχυκαρδία, καταπληξία, απώλεια όρασης, κώμα.

Τοξικότητα

Στη Σοβιετική Ένωση περιγράφεται τοξίνωση από μολυβδαίνιο που εκδηλώνεται με σύνδρομο το οποίο μοιάζει με την ουρική αρθρίτιδα. Δηλαδή συνυπάρχουν αυξημένα επίπεδα μολυβδαινίου στο αίμα, αύξηση του ουρικού οξέος στο αίμα, καθώς και της οξειδάσης της ξανθίνης.

Πηγές

Η συγκέντρωση του μολυβδαινίου στις τροφές εξαρτάται από το έδαφος στο οποίο αναπτύσσονται αυτές.

Η μεγαλύτερη ποσότητα του μολυβδαινίου στις τροφές προέρχεται από: όργανα ζώων, ολικά δημητριακά, φυλλώδη λαχανικά, όσπρια και ζύμη.

Πίνακας 2.5

Προτεινόμενες ημερήσιες προσλήψεις μολυβδαινίου¹

Ομάδα	Ηλικία (έτη)	Μαγγάνιο (mg)
Βρέφη	0,0-0,5	0,03-0,06
	0,5-1,0	0,04-0,08
Παιδιά και έφηβοι	1,0-3,0	0,05-0,10
	4,0-6,0	0,06-0,15
	7,0-10,0	0,10-0,30

	11+	0,15-0,50
Ενήλικοι		0,15-0,50
¹ Recommended Dietary Allowances, 9 th ed., USA Academy of Sciences, 1980, σελ. 178, πίνακας 10.		

Σχόλια

Η χρησιμοποίηση του μολυβδαινίου μειώνεται από την παρουσία περίσσειας χαλκού. Υπερβολική πρόσληψη μολυβδαινίου, όμως, είναι δυνατόν να προκαλέσει ανεπάρκεια χαλκού. Εν τούτοις, όταν η περιεκτικότητα της δίαιτας αυξάνεται σε μολυβδαίνιο, τα συμπτώματα της ανεπάρκειας εξαφανίζονται γιατί η απέκκρισή του αυξάνεται κι αυτή.

2.9 Κοβάλτιο

Το κοβάλτιο χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο ως συστατικό της βιταμίνης B12, η οποία συντίθεται από βακτήρια στο παχύ έντερο ή προσλαμβάνεται έτοιμη. Υπό τη μορφή αυτή χρησιμοποιείται για να ενεργοποιήσει ορισμένα ένζυμα και για την παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων.

Ο άνθρωπος προσλαμβάνει το κοβάλτιο, το οποίο χρειάζεται κυρίως από ζωικούς ιστούς και ιδίως το ήπαρ και τα νεφρά.

Η ποσότητα του κοβαλτίου που υπάρχει στο σώμα του ανθρώπου είναι μόλις το 1,1 του χιλιοστού του γραμμαρίου. Βρίσκεται στους μύες, στα οστά, στο ήπαρ και στα νεφρά. Στο αίμα υπάρχει κυρίως στα ερυθρά αιμοσφαίρια και λιγότερο στον ορό. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) συστήνει 1 εκατομμυριοστό του γραμμαρίου κοβάλτιο (απορροφήσιμο) την ημέρα.

Χρησιμότητα

Σε ορισμένες περιπτώσεις το κοβάλτιο χρησιμοποιήθηκε για την ελάττωση της πίεσης, διότι προκαλεί διαστολή των αγγείων.

Όπως είδαμε και προηγουμένως, η δράση του κοβαλτίου στον ανθρώπινο οργανισμό ταυτίζεται με την παρουσία του στην βιταμίνη B12. Οι δράσεις της βιταμίνης B12, γίνονται δια του ατόμου του κοβαλτίου που έχει στο μόριό της. Οι δράσεις αυτές περιλαμβάνουν, εκτός των άλλων, τη σύνθεση του DNA και την παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων. Επίσης το κοβάλτιο παίζει αποφασιστικό ρόλο στην αποτοξίνωση του οργανισμού από τα κυανιούχα. Κυανιούχα μπορεί να παίρνει ο ανθρώπινος οργανισμός είτε από τα τρόφιμα, είτε από το κάπνισμα.

Ανεπάρκεια

Γνωστή συνέπεια από την έλλειψη βιταμίνης B12 είναι η κακοήθης αναιμία. Η αναιμία αυτή δεν θεραπεύεται με χορήγηση κοβαλτίου, αλλά με χορήγηση βιταμίνης B12.

Παλαιότερα έβαζαν μικρές ποσότητες ορισμένων ενώσεων του κοβαλτίου στη μπίρα, για να βελτιώσουν την ποιότητα του αφρού που σχηματίζει. Τώρα έχουν σταματήσει, διότι φοβούνται ότι η προσθήκη αυτή οδηγεί σε τοξικά αποτελέσματα.

Οι ανόργανες ενώσεις του κοβαλτίου δεν είναι πολύ τοξικές, εξασθενίζουν όμως τη δράση του θυρεοειδούς.

Η σοβαρότερη όμως ανωμαλία που μπορούν να προκαλέσουν οι ενώσεις του κοβαλτίου είναι καρδιοπάθειες, εξασθένιση της καρδιάς λόγω αυξημένης ποσότητας γλυκογόνου. Γιατί, αποδείχθηκε ότι το κοβάλτιο παρεμποδίζει τον καταβολισμό του γλυκογόνου. Η ανωμαλία αυτή παρατηρήθηκε σε ορισμένους κατοίκους του Μόντρεαλ, που έπιναν μεγάλες ποσότητες μπίρας.

Τοξικότητα

Σήμερα δεν υπάρχει περίπτωση να δημιουργηθεί περίσσεια κοβαλτίου από τρόφιμα. Τοξικότητα μπορεί να υπάρξει όταν γίνεται κάποια αγωγή με φάρμακα που περιέχουν κοβάλτιο. Στις περιπτώσεις αυτές τα συμπτώματα που εμφανίζονται είναι βρογχοκλήη, υποθυρεοειδισμός και καρδιακή ανεπάρκεια.

Προτεινόμενες Ημερήσιες Προσλήψεις

Δεν υπάρχουν γνωστές για τον άνθρωπο απαιτήσεις που αφορούν το κοβάλτιο, εκτός από εκείνες που περιέχονται στη βιταμίνη B12.

Πηγές

Τα κυριότερα τρόφιμα στα οποία υπάρχει κοβάλτιο είναι τα πράσινα φύλλα των λαχανικών και ορισμένα ψάρια. Συγκεκριμένα, τα λαχανικά (γενικώς) έχουν 20-60, τα οστρακοειδή 225, το συκώτι 15, τα νεφρά 25, το ψαχνό κρέας 12, τα γαλακτοκομικά 1-3. Οι τιμές αναφέρονται σε εκατομμυριοστά του γραμμαρίου σε 100 γραμμάρια τροφίμου. Στα ζωικής προελεύσεως τρόφιμα το κοβάλτιο βρίσκεται κυρίως στη βιταμίνη B12.

2.10 Ψευδάργυρος

Είναι ένα από τα πιο σημαντικά ιχνοστοιχεία (Παράρτημα 2).

Χρησιμότητα

Ο ψευδάργυρος παίρνει μέρος στην καλή απορρόφηση και δράση των βιταμινών και αποτελεί απαραίτητο στοιχείο πολλών ενζύμων. Επίσης συντελεί στη σύνθεση της ινσουλίνης, της τεστοστερόνης και των νουκλεϊνικών οξέων.

Απαραίτητος στο γεννητικό σύστημα του άρρενα και χρήσιμος στο δέρμα.

Το κυριότερο μέταλλο κατά της ακμής. Βοήθα στη γρήγορη επούλωση των τραυμάτων, ενισχύει τις αισθήσεις της γεύσης και της όσφρησης.

Επίσης χρήσιμος για τα νύχια, τα δόντια, το ήπαρ, στην παραγωγή ινσουλίνης και τα μαλλιά. Βοηθά στη θεραπεία των πληγών και στην αντιμετώπιση των ιών και ιδιαίτερα της γρίπης. Αν υπάρχει έλλειψη ψευδάργυρου εμφανίζονται στα νύχια άσπρα σημάδια και ξεφλουδίζονται ή σπάζουν.

Λειτουργίες

Ο ψευδάργυρος συμμετέχει σε πολλές λειτουργίες στο ανθρώπινο σώμα εξαιτίας της παρουσίας του ως συστατικό σε διάφορο μεταλλοένζυμα. Συμμετέχει σε αντιδράσεις σύνθεσης ή αποδόμησης σημαντικών μεταβολιτών όπως υδατανθράκων, λιπών, πρωτεϊνών και νουκλεϊκών οξέων. Συμβάλλει στη δομική ακεραιότητα των πρωτεϊνών και νουκλεϊκών οξέων, στη μεταφορά διαφόρων ουσιών, στη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, στην επούλωση των πληγών, στη διατήρηση της όσφρησης και της γεύσης και στην έκφραση των γενετικών πληροφοριών. Επίσης ο ψευδάργυρος συμβάλλει στη φυσιολογική ανάπτυξη κότα τη διάρκεια της εγκυμοσύνης, της παιδικής ηλικίας και της εφηβείας.

Ο ψευδάργυρος επηρεάζει και το μεταβολισμό των υδατανθράκων. Έλλειψή του προκαλεί μείωση της έκκρισης ινσουλίνης, ορμόνης που μειώνει τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, και δυσανοχή στη γλυκόζη. Φαίνεται ακόμη ότι η μειωμένη πρόσληψή του μειώνει το Βασικό Μεταβολικό Ρυθμό (BMR) και τις θυρεοειδικές ορμόνες.

Ο ρόλος του ψευδαργύρου

Παρότι η καθαυτή δυναμική της παρουσίας του στο οργανικό σώμα των ζώων, των φυτών και του ανθρώπου δεν είναι γνωστή, φαίνεται ότι παίζει ρόλο: 1) στην ανάπτυξη του σώματος, 2) στο σχηματισμό πρωτεολυτικών ενζύμων και παγκρεατικής ανθρακοπεπτιδάσης, 3) στη φρούρηση της στάθμης σακχάρου αίματος και την αποτροπή υπογλυκαιμίας (στην κατιούσα δράση

της ινσουλίνης γενικότερα), και 4) ως ένζυμο, στη μεθοδική διάσπαση του αμύλου της πατάτας και σύμφωνα με τις ανά στιγμή ανάγκες του μεταβολισμού για διάσπαση γλυκόζης.

Απορρόφηση

Η απορρόφηση του Ψευδαργύρου γίνεται στο λεπτό έντερο. Η χαμηλή πρόσληψή του από την τροφή απορροφάται πολύ καλύτερα από την αυξημένη πρόσληψη. Η βιοδιαθεσιμότητά του εξαρτάται από τις τροφές από τις οποίες προέρχεται και το συνδυασμό αυτών. Διάφορα θρεπτικά συστατικά επηρεάζουν την απορρόφησή του δημιουργώντας σύμπλοκα, τα οποία είτε αυξάνουν την απορρόφησή του είτε τη μειώνουν.

Ο ψευδάργυρος που προσλαμβάνεται από τις ζωικές τροφές απορροφάται καλύτερα από αυτόν που βρίσκεται στις φυτικές τροφές. Η αυξημένη βιοδιαθεσιμότητα του Ψευδαργύρου από τις ζωικές τροφές πιστεύεται ότι οφείλεται στην αλληλεπίδρασή του με διάφορα αμινοξέα (κυρίως μεθειονίνη και κυστεΐνη), τα οποία δημιουργούν ενώσεις που απορροφώνται καλύτερα. Επίσης οι παγκρεατικές εκκρίσεις φαίνεται ότι παράγουν ένα άγνωστο προϊόν, το οποίο βοηθά την απορρόφησή του. Ακόμη η απορρόφησή του αυξάνεται λίγο κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης και του θηλασμού.

Διάφοροι διατροφικοί παράγοντες επηρεάζουν την απορρόφηση του Ψευδαργύρου. Τα φυτικά οξέα μειώνουν την απορρόφησή του. Από την άλλη η ζύμωση του ψωμιού μειώνει την παρουσία των φυτικών οξέων και αυξάνει την απορρόφησή του. Το κάδμιο και ο χαλκός ανταγωνίζονται με τον ψευδάργυρο για την ίδια πρωτεΐνη-μεταφορέα, με αποτέλεσμα τη μειωμένη απορρόφησή του. Η υψηλή πρόσληψη σιδήρου φαίνεται να επηρεάζει αρνητικά την απορρόφησή του, ενώ οι υψηλές προσλήψεις ασβεστίου μειώνουν τόσο την απορρόφηση του ψευδαργύρου όσο και την ισορροπία του στο ανθρώπινο σώμα. Το φυλλικό οξύ μπορεί επίσης να μειώνει την απορρόφησή του κυρίως όταν η πρόσληψη ψευδαργύρου είναι μειωμένη.

Η επεξεργασία διαφόρων τροφών μπορεί να επηρεάσει τη βιοδιαθεσιμότητα του ψευδαργύρου. Η θέρμανση των τροφών προκαλεί τη δημιουργία συμπλόκων του ψευδαργύρου, τα οποία αντιστέκονται στην υδρόλυση και δυσκολεύουν την απορρόφησή του.

Ανεπάρκεια

Τα κλινικά συμπτώματα ανεπάρκειας ψευδαργύρου σε ανθρώπους περιγράφηκαν πρώτη φορά σε νεαρά παιδιά στο Ιράν

και την Αίγυπτο στις αρχές της δεκαετίας του 1960 και περιελάμβαναν χαμηλό ανάστημα, υπογοναδισμό, ήπια αναιμία και χαμηλά επίπεδα ψευδαργύρου στο αίμα. Αυτή η ανεπάρκεια προκλήθηκε από διατροφή υψηλή σε ανεπεξέργαστα δημητριακά και αζύμωτο ψωμί. Οι τροφές αυτές περιλαμβάνουν υψηλά επίπεδα φυτικών οξέων και φυτικών ινών, τα οποία σχηματίζουν σύμπλοκα με τον ψευδάργυρο και μειώνουν την απορρόφησή του. Η αναιμία που προκλήθηκε οφείλεται σε ανεπάρκεια σιδήρου για τον ίδιο λόγο. Γενικά τα συμπτώματα από την ανεπάρκεια ψευδαργύρου είναι μειωμένη ανάπτυξη, διάρροια, καθυστερημένη ωρίμανση αναπαραγωγικού συστήματος, υπογευσία, καθυστερημένη επούλωση πληγών, αλωπεκία, νυχτερινή τύφλωση, αναστρέψιμες πληγές στο δέρμα, διαταραγμένη λειτουργία ανοσοποιητικού συστήματος, ελαττωματική σύνθεση κολλαγόνου, σκελετικές ανωμαλίες.

Εκτός από τη μειωμένη πρόσληψη ψευδαργύρου από τη διατροφή, ανεπάρκεια μπορεί να εμφανιστεί και σε διάφορες άλλες καταστάσεις, όπως αλκοολισμός, χρόνιες παθήσεις, τραύματα, εγχειρήσεις, σύνδρομο δυσαπορρόφησης και άνθρωποι που ακολουθούν αυστηρά χορτοφαγική διατροφή. Οι αλκοολικοί έχουν 30-50% χαμηλότερα επίπεδα ψευδαργύρου, εξαιτίας της μειωμένης απορρόφησής του και της αυξημένης απέκκρισής του από τα ούρα. Οι ασθενείς με Ακροδερματική εντεροπάθεια εμφανίζουν δυσαπορρόφηση Ψευδαργύρου. Επίσης έλλειψή του παρατηρείται σε σοβαρές ανοσολογικές ανεπάρκειες.

Μελέτες έχουν δείξει πως η συμπληρωματική χορήγηση ψευδαργύρου σε δόσεις μεγαλύτερες από τη συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη δρουν θεραπευτικά σε διάφορες καταστάσεις, όπως στους ασθενείς με σοβαρά τραύματα και ανοσοκαταστολή. Ο Ψευδάργυρος (Zn) είναι ένα ιχνοστοιχείο που βρίσκεται παντού και αποτελεί συμπαράγοντα σε πάρα πολλές μεταλλοπρωτεΐνες, που εμπλέκονται στη σύνθεση και διόρθωση του DNA, στην ακεραιότητα των ερυθροκυττάρων και στην πρωτεϊνοσύνθεση. Η δράση του στο DNA τον καθιστά απαραίτητο σε ταχέως πολλαπλασιαζόμενους ιστούς, όπως ο μυελός των οστών και ο θύμος αδένας. Η ανεπάρκεια σε Zn οδηγεί σε μειωμένο αριθμό Τ-λεμφοκυττάρων, μειωμένη απάντηση σε μιτογόνα, ελαττωμένη δραστηριότητα των φυσικών φονικών κυττάρων και μειωμένη παραγωγή αντισωμάτων εξαρτώμενη από τα Τ-κύτταρα.

Επίσης η συμπληρωματική χορήγηση ψευδαργύρου έχει βελτιώσει το ρυθμό ανάπτυξης σε μερικά παιδιά με καθυστερημένη ανάπτυξη και ανεπάρκεια σε ψευδάργυρο.

Τοξικότητα

Αυξημένες λήψεις ψευδαργύρου με τη μορφή συμπληρωμάτων προκαλούν τοξικότητα. Πρόσληψη μεταξύ 225-450 mg μπορεί να προκαλέσει μεταλλική γεύση, ναυτία, εμετό, επιγάστριο πόνο, κοιλιακές κράμπες και αιμορραγική διάρροια. Χρόνια λήψη θεραπευτικών δόσεων ψευδαργύρου μεταξύ 18,5-25 mg την ημέρα μπορεί να οδηγήσει σε ανεπάρκεια χαλκού, λόγω της ανταγωνιστικής δράσης του κατά το στάδιο της απορρόφησης.

Αλληλεπιδράσεις με άλλα θρεπτικά συστατικά

(Παράρτημα 1)

Ο ψευδάργυρος φαίνεται να επηρεάζει τη μεταφορά της βιταμίνης Α στο ανθρώπινο σώμα. Συγκεκριμένα, είναι απαραίτητος για τη σύνθεση της πρωτεΐνης στην οποία συνδέεται η ρετινόλη και η οποία είναι υπεύθυνη για τη μεταφορά της βιταμίνης Α στο αίμα.

Η αυξημένη πρόσληψη συμπληρωμάτων ψευδαργύρου μειώνει τη συγκέντρωση χαλκού στο σώμα και σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να προκαλέσει και ανεπάρκεια χαλκού. Ακόμη, μπορεί να οδηγήσει και σε μειωμένη απορρόφηση ασβεστίου, ιδιαίτερα αν η πρόσληψη ασβεστίου είναι πολύ χαμηλή (230 mg).

Πίνακας 2.6

Ομάδα	Προτεινόμενες ημερήσιες προσλήψεις ψευδαργύρου	Ψευδάργυρος
	Ηλικία	(μg/ημέρα)¹
	(έτη)	
Βρέφη	0-6 μηνών	5
	7-12 μηνών	5
Παιδιά	1-3	10
	4-10	10
Άρρενες	11-50+ χρονών	15
Θήλειες	11-50+ χρονών	12
Εγκυμοσύνη		15
Θηλασμός 1 ^{ος} -6 ^{ος} μήνας		19
Θηλασμός 7 ^{ος} -12 ^{ος} μήνας		16

¹ Ημερήσια Συνιστώμενη Πρόσληψη (Η.Π.Α.).

Πηγές

Το άπαχο κρέας είναι πολύ καλή πηγή ψευδαργύρου, ενώ τα λαχανικά και τα φρούτα έχουν πολύ λιγότερο ψευδάργυρο και ακόμη λιγότερο έχουν τα σακχαρώδη προϊόντα και τα αλκοολούχα ποτά.

Ο ψευδάργυρος δημιουργεί σύμπλοκα με αμινοξέα, πεπτιδία, πρωτεΐνες και νουκλεϊκά οξέα. Πολύ καλές πηγές ψευδαργύρου είναι τα στρείδια και τα οστρακοειδή, το κόκκινο

κρέας, τα φιστίκια, το συκώτι του μοσχαριού, το αυγό, η λεκιθίνη της σόγιας, τα καρύδια, το κοτόπουλο, ο μαϊντανός, το ψωμί ολικής αλέσεως, τα φασόλια και το καλαμπόκι.

2.11 Πυρίτιο

Το πυρίτιο θεωρείται απαραίτητο για τη φυσιολογική ανάπτυξη του παιδιού.

Συμπτώματα Ανεπάρκειας

Δεν αναφέρονται στον άνθρωπο, αλλά μόνο στους ποντικούς και στα ορνιθοειδή, όπου παρατηρούνται διαταραχές στη σωματική ανάπτυξη.

Τοξικότητα

Στις συνηθισμένες προσλήψεις το πυρίτιο δεν φαίνεται να εμφανίζει τοξικές επιδράσεις.

Προτεινόμενες Ημερήσιες Προσλήψεις

Αυτές δεν έχουν καθοριστεί για τον άνθρωπο.

Πηγές

Τα ινώδη τμήματα των ολικών δημητριακών καρπών είναι οι καλύτερες πηγές του πυριτίου κι αυτές συνοδεύονται από όργανα ζώων και το συνεκτικό τους ιστό. Το πυρίτιο που βρίσκεται στο κέλυφος των δημητριακών χάνεται με την αποφλοιώσή τους.

Σχόλια

Η ίνωση του πνεύμονα, γνωστή ως πυριτίωση, οφείλεται σε εισπνοές σκόνης που περιέχει οξειδίο του πυριτίου.

2.12 Βανάδιο

Για το βανάδιο, παρόλο που θεωρείται απαραίτητο ιχνοστοιχείο στον άνθρωπο, δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία σχετικά με τα συμπτώματα της ανεπάρκειάς του. Η ανεπάρκειά του στα ζώα συνδέεται με την ελάττωση των ερυθρών αιμοσφαιρίων, με εμφάνιση αναιμίας, με ανωμαλίες του μεταβολισμού του σιδήρου, με δυσκολίες στη δημιουργία των οστών και των δοντιών και με ανωμαλίες στο μεταβολισμό των λιπών. Με χορήγηση πρόσθετου βαναδίου προλαμβάνεται η τερηδόνα και ελαττώνονται η χοληστερίνη και το σάκχαρο.

Περίσσεια

Η μεγάλη περίσσεια βαναδίου στον άνθρωπο συνδέεται με εμφάνιση κατάθλιψης. Η κατάσταση βελτιώνεται με τη χορήγηση βιταμίνης C, η οποία απομακρύνει το βανάδιο.

Πηγές

Οι ποσότητες βαναδίου που παίρνουμε την ημέρα με τις τροφές είναι μεταξύ 100 και 300 εκατομμυριοστών του γραμμαρίου. Σημαντικές, σχετικά, ποσότητες βαναδίου έχει ο μαϊντανός (2950), ο αστακός (1610), ο άνηθος (460), τα μαρούλια (280), οι σαρδέλες (46), τα αγγούρια (38), τα μήλα (33) κ.ά. Οι τιμές είναι σε εκατομμυριοστά του γραμμαρίου ανά 100 γραμμάρια τροφίμου.

Τα μαγειρεμένα τρόφιμα περιέχουν περισσότερο βανάδιο, διότι μέρος αυτού προέρχεται από τα κράματα του ανοξειδωτού χάλυβα των μαγειρικών σκευών.

2.13 Αρσενικό

Μικρές ποσότητες αρσενικού υπάρχουν σχεδόν σ' όλους τους ιστούς του ανθρώπινου σώματος. Οι ποσότητες αυτές προέρχονται κυρίως από τα τρόφιμα. Το αρσενικό δεν είναι απαραίτητο ιχνοστοιχείο για τον άνθρωπο.

Πηγές

Οι πλουσιότερες τροφές σε αρσενικό είναι τα οστρακοειδή. Ορισμένα κρέατα έχουν μικρές ποσότητες αρσενικού που προέρχεται κυρίως από τις ζωοτροφές, στις οποίες προστίθενται για να βελτιώσουν την ανάπτυξη των ζώων. Μερικά εντομοκτόνα περιέχουν αρσενικό. Έτσι, έμμεσα μια ποσότητα αρσενικού από αυτά καταλήγει στα φυτά, στα ζώα και φυσικά στον άνθρωπο. Επίσης ελάχιστες ποσότητες αρσενικού περιέχονται στο πόσιμο νερό.

Τοξικότητα

Το αρσενικό, επειδή είναι πολύ τοξική (δηλητηριώδης) ουσία, σε μικρές σχετικά ποσότητες μπορεί να προκαλέσει το θάνατο. Το ευτύχημα είναι ότι το αρσενικό αποβάλλεται από τον οργανισμό γρήγορα. Ορισμένες ποσότητες όμως καταλήγουν στο ήπαρ και στους μύες.

Λόγω των δηλητηριωδών του ιδιοτήτων, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έθεσε ορισμένα ανώτατα όρια ποσοτήτων αρσενικού που επιτρέπεται να υπάρχουν στα διάφορα τρόφιμα και στο πόσιμο νερό. Π.χ. στο πόσιμο νερό η ποσότητα του αρσενικού

δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 50 εκατομμυριοστά του γραμμαρίου ανά λίτρο. Η λήψη μεγαλύτερων ποσοτήτων αρσενικού μπορεί να είναι και θανατηφόρος. Τα συμπτώματα της δηλητηρίασης από αρσενικό είναι γαστρικοί πόνοι, εμετοί, διάρροια, μυϊκές κράμπες κ.ά. Επίσης βλάβες στα νεύρα και στον εγκέφαλο.

Η χρόνια δηλητηρίαση από αρσενικό χαρακτηρίζεται από εμφάνιση οιδημάτων στο πρόσωπο και στα βλέφαρα, φαγούρα, έλκη στο στόμα, φλεγμονές, απώλεια ορέξεως, ναυτία, εμετούς, διάρροια. Επίσης αν η δηλητηρίαση είναι μακροχρόνια, τότε προκαλείται σκληρότητα στο δέρμα, δερματίτιδες, ακολουθεί απώλεια των μαλλιών και αργότερα αναιμία, κίρρωση του ήπατος και νευρίτιδα. Η θανατηφόρα δόση είναι 100 χιλιοστά του γραμμαρίου, υπό μορφή τριοξειδίου του αρσενικού.

Παρόλα αυτά, το αρσενικό με διάφορες μορφές χρησιμοποιείται εξωτερικώς για δερματικές παθήσεις, όπως εκζέματα κ.ά. Παλαιότερα κάποιο αρσενικούχο φάρμακο χρησιμοποιήθηκε για τη θεραπεία της σύφιλης.

2.14 Βισμούθιο

Το βισμούθιο δεν είναι απαραίτητο για τον άνθρωπο. Χρησιμοποιήθηκε στο παρελθόν ευρύτατα για τη θεραπεία της σύφιλης. Επίσης χρησιμοποιείται ως αντιόξινο φάρμακο και για την καταπολέμηση της διάρροιας.

Τα συμπτώματα της οξείας δηλητηρίασης από βισμούθιο είναι γαστρεντερικές διαταραχές, απώλεια οράσεως, πονοκέφαλος, ίκτερος. Η χρόνια δηλητηρίαση από βισμούθιο εκδηλώνεται με πνευματική σύγχυση, τρόμο κ.ά.

2.15 Κασσίτερος

Ο κασσίτερος δε βρέθηκε ότι είναι απαραίτητο ιχνοστοιχείο για τον άνθρωπο, αντίθετα απ' ότι συμβαίνει στα ζώα. Στο ανθρώπινο σώμα έχει βρεθεί σε πολύ μικρές ποσότητες, που προέρχονται κυρίως από κατανάλωση κονσερβοποιημένων τροφίμων. Η τοξική δόση του κασσιτέρου είναι 6,0 χιλιοστά του γραμμαρίου ανά κιλό βάρους του ανθρώπου. Τα συμπτώματα από δηλητηρίαση με κασσίτερο είναι πονοκέφαλοι, πόνοι στις αρθρώσεις, κ.ά.

Επειδή ο κασσίτερος απορροφάται δύσκολα από τον γαστρεντερικό σωλήνα δεν υπάρχει κίνδυνος δηλητηρίασης από κασσίτερο, ιδιαίτερα όταν η ποσότητα των κονσερβοποιημένων τροφίμων, που καταναλώνουμε είναι περιορισμένη.

2.16 Λίθιο

Προς το παρόν δεν έχει αποδειχθεί ότι το λίθιο είναι απαραίτητο ιχνοστοιχείο για τον άνθρωπο, παρόλο που έχει βρεθεί στον ανθρώπινο οργανισμό.

Συγκριτικές μελέτες που έγιναν μεταξύ ατόμων που παίρνουν διαφορετικές ποσότητες λιθίου με το πόσιμο νερό, διαπιστώθηκε ότι τα άτομα που παίρνουν μεγαλύτερες ποσότητες λιθίου εμφανίζουν μικρότερο ποσοστό θανάτων από καρδιακές προσβολές, λιγότερα κρούσματα ρευματισμών, λιγότερα έλκη στομάχου και δωδεκαδάκτυλου, λιγότερες πνευματικές ανωμαλίες. Μεταξύ των ατόμων αυτών η εγκληματικότητα είναι μικρότερη και εμφανίζονται λιγότερες αυτοκτονίες. Ορισμένες χημικές ενώσεις του λιθίου χορηγούνται από τους ψυχιάτρους σε ασθενείς που πάσχουν από κατάθλιψη.

Η συγκέντρωση του λιθίου στο πόσιμο νερό κυμαίνεται μεταξύ 4 έως 150 χιλιοστών του γραμμαρίου το λίτρο. Όσον αφορά την περιεκτικότητα των τροφίμων σε λίθιο οι πληροφορίες είναι σχεδόν ανύπαρκτες.

Η απορρόφηση του λιθίου που υπάρχει τόσο στο πόσιμο νερό όσο και στα τρόφιμα είναι σχεδόν πλήρης. Η δε κατανομή του στους διάφορους ιστούς γίνεται ταχύτατα.

Η περίσσεια του λιθίου προκαλεί εμετό και διάρροια.

2.17 Υδράργυρος

Ο υδράργυρος δεν είναι απαραίτητο ιχνοστοιχείο, αντίθετα είναι πολύ τοξικός. Πολύ πιο τοξικός είναι ο υδράργυρος όταν είναι ενωμένος με οργανικές ουσίες. Τα συμπτώματα από οξεία δηλητηρίαση με διαλυτές ενώσεις του υδραργύρου είναι μεταλλική γεύση, έντονος κοιλιακός πόνος, εμετός, διάρροιες, κολίτιδα με αιμορραγία, παράλυση, ακόμη και θάνατος. Ενώ η χρόνια δηλητηρίαση προξενεί αναιμία, διανοητικές διαταραχές, βλάβες στα νεφρά και το ήπαρ. Στα βρέφη δημιουργεί παραμορφώσεις και απώλεια δοντιών.

Ο υδράργυρος συσσωρεύεται στον εγκέφαλο και προκαλεί σοβαρότατες βλάβες. Επίσης βλάβες παθαίνουν και τα νεφρά. Ο μεθυλιούχος υδράργυρος προκαλεί νευρικές διαταραχές.

Η ανώτατη επιτρεπόμενη συγκέντρωση του υδραργύρου στην ατμόσφαιρα είναι 50 εκατομμυριοστά του γραμμαρίου ανά κυβικό μέτρο ή 10 εκατομμυριοστά του γραμμαρίου, αν ο υδράργυρος είναι μεθυλιούχος. Ενώ η ανώτατη επιτρεπόμενη ποσότητα υδραργύρου για έναν ενήλικα, σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) είναι 300 εκατομμυριοστά του γραμμαρίου την εβδομάδα, από τα οποία τα 2/3 δεν πρέπει να είναι μεθυλιωμένα.

2.18 Νικέλιο

Το νικέλιο είναι απαραίτητο χημικό στοιχείο για ορισμένα ζώα. Δεν διαπιστώθηκε όμως κάτι τέτοιο και για τον άνθρωπο, παρόλο που έχουν βρεθεί ίχνη νικελίου σε διάφορους ιστούς του ανθρώπινου σώματος.

Οι ποσότητες του νικελίου που υπάρχουν στα τρόφιμα προέρχονται κυρίως από τα μαγειρικά σκεύη, τα κράματα των οποίων έχουν νικέλιο. Επίσης το νικέλιο που υπάρχει στα υδρογονωμένα λίπη (μαργαρίνες κ.ά.) προέρχεται από τον καταλύτη που χρησιμοποιείται κατά την υδρογόνωσή τους.

Ποσότητες νικελίου παίρνουμε και από τον καπνό του τσιγάρου. Η ύπαρξη του νικελίου στον καπνό του τσιγάρου είναι πολύ επικίνδυνη, διότι με το μονοξείδιο του άνθρακα (που επίσης υπάρχει στον καπνό του τσιγάρου) σχηματίζεται μια ένωση, το νικελο-καρβονύλιο, το οποίο είναι πολύ καρκινογόνος ουσία. Όπως έδειξαν πειράματα σε ποντίκια, σχηματίζει καρκίνο των πνευμόνων.

Το νικέλιο συσσωρεύεται στο ήπαρ, στα οστά και στην αορτή.

2.19 Κάδμιο

Το κάδμιο είναι μεταλλικό στοιχείο. Δεν είναι απαραίτητο για τον άνθρωπο. Αντίθετα είναι τοξικό στοιχείο. Έχει παρόμοια χημική συμπεριφορά με τον ψευδάργυρο. Ορισμένες ενώσεις του καδμίου χρησιμοποιούνται ως παρασιτοκτόνα, ενώ άλλες προστίθενται σε μερικά σαμπουάν για την καταπολέμηση της πιτυρίδας.

Στα νεογέννητα δεν υπάρχει κάδμιο. Με την πάροδο όμως του χρόνου ο ανθρώπινος οργανισμός το παίρνει από το περιβάλλον και το συσσωρεύει σε ορισμένους ιστούς. Έτσι, όσο περνάει η ηλικία, η ποσότητα του καδμίου αυξάνει. Μετά τα πενήντα ο οργανισμός του ανθρώπου έχει 20 έως 30 χιλιοστά του γραμμαρίου κάδμιο. Από την ποσότητα αυτή, η μισή βρίσκεται στο ήπαρ και τα νεφρά. Όταν η ποσότητα του καδμίου στα νεφρά φτάσει τα 22,4 χιλιοστά του γραμμαρίου ανά 100 γραμμάρια προκαλούνται σοβαρές βλάβες. Υπάρχουν όμως και μηχανισμοί απομάκρυνσης του καδμίου από τα νεφρά. Ένας από αυτούς πραγματοποιείται με μία πρωτεΐνη, τη μεταλλοθειονίνη, η οποία σχηματίζει με το κάδμιο ευδιάλυτες ενώσεις. Πάντως και στις περιπτώσεις αυτές η αποβολή του καδμίου είναι πολύ βραδεία.

Το κάδμιο βρίσκεται σε σχετική αφθονία στον περιβάλλοντα χώρο ορισμένων βιομηχανιών. Στα φυτά που καλλιεργούνται, έστω και σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις από τις βιομηχανίες

αυτές, βρέθηκε αυξημένη ποσότητα καδμίου. Επίσης στο «μαλακό νερό», αυτό που έχει λίγα άλατα, υπάρχει μεγαλύτερη ποσότητα καδμίου απ' το σκληρό νερό.

2.20 Βόριο

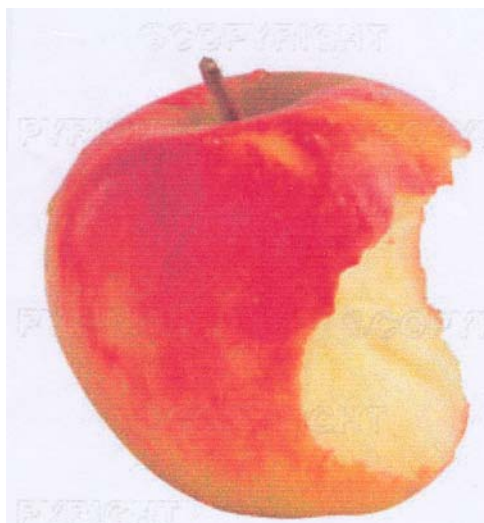
Ο ρόλος του στοιχείου αυτού από διατροφική άποψη δεν είναι ακριβώς γνωστός, παρόλο που υπάρχουν ενδείξεις ότι είναι απαραίτητο στοιχείο.

Πηγές βορίου είναι το νερό (συνήθως σε συγκεντρώσεις μικρότερες του 1 mg/l και τα τρόφιμα.

Οι ενώσεις του βορίου απορροφώνται κυρίως από τη γαστρεντερική οδό και, σύμφωνα με τις κρατούσες αντιλήψεις, ένα πολύ μικρό μέρος μεταβολίζεται. Το περισσότερο αποβάλλεται με τα ούρα.

Τοξικολογικές μελέτες με πειραματόζωα έδειξαν ορισμένα ανεπιθύμητα αποτελέσματα, κυρίως όσον αφορά στο αναπαραγωγικό σύστημα. Για τον άνθρωπο δεν υπάρχει κίνδυνος εφόσον ακολουθούνται οι οδηγίες για το νερό (ανώτατη περιεκτικότητα 0,5-2 mg/l L. Ανεκτή ημερήσια πρόσληψη 0,1 mg/kg βάρους σώματος την ημέρα.

Κεφάλαιο 3



(19)

Ιχνοστοιχεία και υγεία

Από την έλλειψη ιχνοστοιχείων προέρχονται πολλές και σοβαρές ασθένειες, όπως καρκίνος, καρδιοπάθειες, διαβήτης, άνοιες, στειρότητα, σχιζοφρένεια, κ.ά. Πολλά από τα συμπτώματα των ασθενειών αυτών, που προκαλεί η έλλειψη ιχνοστοιχείων, μπορεί να εξαφανιστούν με την χορήγηση πρόσθετης ποσότητας των ιχνοστοιχείων.

Αρκετοί ειδικοί είναι ακόμη επιφυλακτικοί στο να αποδεχτούν, όχι τόσο το ζωτικό ρόλο των ιχνοστοιχείων, αλλά τη δυνατότητα εμφάνισης ανεπάρκειας ιχνοστοιχείων σε αναπτυσσόμενες οικονομικά κοινωνίες, λόγω της μεγάλης ποικιλίας και της ποσότητας των τροφίμων που καταναλώνουν οι άνθρωποι των κοινωνιών αυτών. Η άποψη όμως αυτή δεν είναι απόλυτα σωστή, διότι ανεπάρκεια σε κάποιο ή κάποια ιχνοστοιχεία μπορεί να προκληθεί και από άλλες αιτίες, όπως κακή απορρόφηση, αυξημένες απώλειες ή ανάγκες λόγω ειδικών καταστάσεων. Οι ειδικές αυτές καταστάσεις μπορεί να είναι εγκαύματα, αιμόλυση, διαβήτης, εντεροπάθεια, εγκυμοσύνη, αλκοολισμός, κάπνισμα, λήψη φαρμάκων σε χρόνια βάση κ.α.

Ανεπάρκεια μπορεί ακόμη να προκαλέσουν και ορισμένες δίαιτες. Αξίζει να αναφερθεί αυτό που συνέβη στην Iowa των Η.Π.Α., πριν από περίπου 15 χρόνια, όπου σημειώθηκαν θάνατοι γυναικών οι οποίες έκαναν δίαιτα (αδυνατίσματος) με υγρές πρωτεΐνες. Στην αρχή τους θανάτους τους απέδωσαν σε έλλειψη καλίου. Πειράματα όμως που έκαναν σε ζώα διαπίστωσαν ότι οφείλονταν σε έλλειψη χαλκού.

Για να γίνει αντιληπτή η μεγάλη σημασία και σπουδαιότητα των ιχνοστοιχείων στην υγεία του ανθρώπου αναφέρονται χαρακτηριστικά περιπτώσεις έλλειψης για τρία αντιπροσωπευτικά ιχνοστοιχεία, το χαλκό, τον ψευδάργυρο και το σελήνιο.

3.1 Καρδιοπάθειες και χαλκός

Η σχέση μεταξύ των καρδιοπαθειών και της έλλειψης χαλκού, φαίνεται χαρακτηριστικά από τα πειράματα που έγιναν σε εκατοντάδες άτομα στο Νεπάλ, στην Ιάβα (ένα νησί της Ινδονησίας) και στις Ινδίες. Σε ένα τμήμα του πληθυσμού φρόντισαν να δίνουν τροφές που περιείχαν περισσότερο από δύο χιλιοστά του γραμμαρίου χαλκό την ημέρα. Μεταξύ των ατόμων αυτών οι περιπτώσεις καρδιακής ισχαιμίας ήταν πολύ λιγότερες απ' ό,τι ήταν στον υπόλοιπο πληθυσμό.

Υπάρχουν πολλές ομοιότητες στα συμπτώματα ανθρώπων που πάσχουν από καρδιακή ισχαιμία και ζώων στα οποία έχει δημιουργηθεί τεχνητή έλλειψη χαλκού. Οι ομοιότητες αυτές αφορούν ανατομικές, χημικές και φυσιολογικής φύσεως ανωμαλίες. Συγκριτικά στοιχεία δίνονται συνοπτικά στον πίνακα που ακολουθεί.

Χαρακτηριστικά ανθρώπων που πάσχουν από καρδιακή ισχαιμία και πτηνικών με τεχνητή έλλειψη χαλκού

Άνθρωποι με ισχαιμία	Ζώα με έλλειψη χαλκού
1. Αυξημένη χοληστερίνη	1. Αυξημένη χοληστερίνη
2. Φθορές αρτηριών	2. Φθορές αρτηριών
3. Βλάβες του μυοκαρδίου	3. Βλάβες μυοκαρδίου
▪ ίνωση	▪ ίνωση
▪ διάρρηξη μυϊκών ινών	▪ διάρρηξη μυϊκών ινών
▪ υπερτροφία μυϊκών ινών	▪ υπερτροφία μυϊκών ινών
▪ ελάττωση χαλκού	▪ ελάττωση χαλκού
4. Αιφνίδιοι θάνατοι	4. Αιφνίδιοι θάνατοι
5. Μη φυσιολογικά καρδιογραφήματα	5. Μη φυσιολογικά καρδιογραφήματα
6. Μη φυσιολογική θρόμβωση αίματος	6. Αυξημένη πηκτικότητα αίματος

Οι αλλοιώσεις των αρτηριών δεν φαίνεται να είναι αντιστρεπτές. Οι ανωμαλίες όμως στα ηλεκτροκαρδιογραφήματα και οι αρρυθμίες μπορούν να αποκατασταθούν, με τη χορήγηση πρόσθετου χαλκού.

Η διαίτα των ανθρώπων σε ορισμένες ανεπτυγμένες οικονομικά χώρες φαίνεται ότι είναι φτωχή σε χαλκό. Σχετικές μελέτες που έχουν γίνει στις Η.Π.Α. έδειξαν ότι το 67% του πληθυσμού βρίσκεται σε οριακή ανεπάρκεια χαλκού.

3.2 Ψευδάργυρος και νευρικό σύστημα

Ο ψευδάργυρος είναι το δεύτερο σε αφθονία, μετά το σίδηρο, μεταλλικό στοιχείο που βρίσκεται στον εγκέφαλο, πάντοτε βέβαια με μορφή ενώσεων, όχι ως μέταλλο. Πολύ κατατοπιστικό είναι το βιβλίο «Ο ψευδάργυρος στη βιολογία του ανθρώπου» του καθηγητή Hambidge, στο οποίο τονίζεται ότι η έλλειψη ψευδαργύρου μπορεί να προκαλέσει επιληψία, σχιζοφρένεια, λήθαργο, κατάθλιψη, αλλαγή στη διάθεση και στη δυνατότητα συγκέντρωσης. Επίσης τονίζεται ότι σε πολλούς ασθενείς τα συμπτώματα αυτά υποχωρούν μετά τη λήψη ψευδαργύρου.

Σε έλλειψη όμως ψευδαργύρου μπορεί να οφείλονται και διάφορες νευροψυχολογικές διαταραχές όπως εξασθένηση μνήμης, πνευματική κόπωση, δυσθυμία, κατάθλιψη, εξασθένηση διανοητικών ικανοτήτων, τάσεις φυγής, επιθετικότητα, διαταραχές λόγου κ.ά.

Ακόμη σε έλλειψη ψευδαργύρου αποδίδεται η νευρική λαιμαργία, η νευρική ανορεξία και η υπερκινητικότητα.

3.3 Ψευδάργυρος και γήρας

Έχει διαπιστωθεί ότι η ποσότητα του ψευδαργύρου που χρειάζονται οι ενήλικες είναι μικρότερη από αυτή των εφήβων και των παιδιών (Bunker, 1987).

Παρόλα αυτά, η ποσότητα του ψευδαργύρου που υπάρχει στο πλάσμα του αίματος των ηλικιωμένων βρέθηκε ότι είναι μικρή σχετικά με την ποσότητα του ψευδαργύρου που παίρνουν με τις τροφές. Στην έλλειψη αυτή του ψευδαργύρου αποδίδουν πολλοί ερευνητές την εμφάνιση διαφόρων εκφυλιστικών ασθενειών που εμφανίζονται με το γήρας, όπως είναι οι γεροντικές άνοιες, η ασθένεια Parkinson, ασθένειες του κεντρικού νευρικού συστήματος, κίρρωση, εξασθένηση του ανοσολογικού συστήματος, διόγκωση προστάτη κ.ά.

Οι περισσότερες από τις ασθένειες αυτές βελτιώνονται με τη χορήγηση πρόσθετου ψευδαργύρου. Παραδείγματος χάριν, έχει παρατηρηθεί ότι με κανονική χορήγηση πρόσθετου ψευδαργύρου μετά τα σαράντα, αποφεύγεται η διόγκωση του προστάτη, ασθένεια αρκετά συνηθισμένη σε ηλικιωμένα άτομα. Επίσης με χορήγηση ψευδαργύρου ενισχύεται το ανοσολογικό σύστημα των ηλικιωμένων ατόμων, διότι, όπως υποστήριξαν οι Duchateau και Fabris, ο ψευδάργυρος επιδρά απευθείας στις μεμβράνες των λεμφοκυττάρων ή ενεργοποιεί το θύμο αδένα.

Πρέπει να σημειωθεί ακόμη ότι η έλλειψη ψευδαργύρου ευνοεί την ανάπτυξη λιπώδους κι όχι μυϊκού ιστού. Πράγμα που

συμβαίνει λόγω ορμονικών διαταραχών, ύστερα από κάποια ηλικία στις γυναίκες.

Όλα αυτά οδηγούν στη σκέψη ότι ίσως στα ηλικιωμένα άτομα πρέπει να χορηγείται πρόσθετος ψευδάργυρος.

3.4 Ψευδάργυρος και δέρμα

Ο ψευδάργυρος υπάρχει σε μεγάλη συγκέντρωση στο δέρμα. Έχει υποστηριχθεί ότι παίζει κάποιο ρόλο στην κερατινοποίηση του δέρματος (Linderoof, 1984). Η χρήση του τοπικά ως αλοιφή ή άλλο παρασκεύασμα είναι γνωστή στη δερματολογία από πολύ καιρό.

Γενικά, μετά από κάποια τραύματα ή εγκαύματα, παρατηρείται ελάττωση του ψευδαργύρου. Επίσης, κάτι τέτοιο παρατηρείται και μετά από φλεγμονές ή μολύνσεις από μικρόβια (Soboemski, 1978).

Το 1980 διαπιστώθηκε από μία ομάδα ερευνητών ότι ένας αριθμός παιδιών της Τζαμάικας που υπέφεραν από κάποιο ειδικό οίδημα και ιδιαίτερα αυτά που εμφάνιζαν και δερματικά έλκη, είχαν αρκετά μικρότερη ποσότητα ψευδαργύρου. Τα παιδιά αυτά έγιναν καλά με αλοιφή που περιείχε ψευδάργυρο. Από την ανεπάρκεια ψευδαργύρου δημιουργούνται δερματικές πτυχές στο λαιμό, στη βουβωνική χώρα, στις μασχάλες και στο περίνεο, τα οποία έχουν εκζεματοειδή χαρακτήρα. Επιπλέον, εμφανίζεται χειλίτιδα, στοματίτιδα, γλωσσίτιδα, που οδηγούν σε δυσφαγία.

Μπορεί ακόμη να εμφανιστούν παρωνυχίδες, δυστροφία στα νύχια και εμφάνιση άσπρων στιγμάτων ή ραβδώσεων σ' αυτά.

Ύστερα από παρατεταμένη ανεπάρκεια ψευδαργύρου εμφανίζονται στο δέρμα δείγματα υπερκεράτωσης.

3.5 Ψευδάργυρος και ακμή

Η ακμή, εκτός από τα δυσάρεστα αποτελέσματα της εμφάνισής της, μπορεί να προκαλέσει και άλλες επιπλοκές λόγω μολύνσεων. Τα κορίτσια υποφέρουν από ακμή σε μικρότερο ποσοστό και μικρότερη ένταση απ' ό,τι τα αγόρια. Ο συνηθισμένος τρόπος καταπολέμησης της ακμής είναι οι αλοιφές και οι λοσιόν που έχουν ως δραστικό συστατικό μια χημική ουσία, το βενζοϋλοϋπεροξείδιο.

Σε βαριές όμως περιπτώσεις χορηγείται το αντιβιοτικό τετρακυκλίνη με καλά αποτελέσματα και καλά γνωστές παρενέργειες. Η τετρακυκλίνη προκαλεί έμμεσα αύξηση της ποσότητας του ψευδαργύρου. Όλα αυτά οδηγούν στο συμπέρασμα ότι ο ψευδάργυρος και εδώ πρέπει να παίζει το ρόλο του ως επουλωτικού παράγοντα.

Υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες η χορήγηση ψευδαργύρου από το στόμα δεν έδωσε τα αναμενόμενα αποτελέσματα, εν τούτοις στις περισσότερες των περιπτώσεων τα αποτελέσματα ήταν πολύ ικανοποιητικά.

Πολύ καλά είναι τα αποτελέσματα και στις περιπτώσεις πυώδους ή βλατιτώδους ακμής.

Παρόλο που, όπως προαναφέρθηκε, η λήψη ψευδαργύρου από το στόμα δεν θεραπεύει όλες τις περιπτώσεις ακμής, στο συμπέρασμα που καταλήγουν αρκετοί ερευνητές είναι ότι η δοκιμή δε βλάπτει, λόγω της ελάχιστης τοξικότητας του ψευδαργύρου.

3.6 Σελήνιο και καρκίνος

Από τα σχετικά πειράματα που έχουν γίνει σε ζώα διαπιστώθηκε ότι, όταν διατρέφονται με τροφές που φροντίσαμε να μην περιέχουν σελήνιο, αναπτύσσεται σ' αυτά καρκίνος. Εκτός όμως από τις ενδείξεις αυτές στα ζώα, υπάρχουν σήμερα αρκετές μελέτες σε ανθρώπους, που αποδεικνύουν με σαφή τρόπο, ότι η ποσότητα σεληνίου στο αίμα των καρκινοπαθών ατόμων είναι μικρότερη συγκριτικά με αυτή των υγιών ατόμων της ίδιας ομάδας.

Πολύ εύγλωττα είναι τα αποτελέσματα μίας μεγάλης έρευνας που έγινε στις Η.Π.Α. Οι επιστήμονες που έκαναν την έρευνα αυτή πήραν δείγματα ορού αίματος από ένα πολύ σημαντικό αριθμό ατόμων και το φύλαξαν στο ψυγείο. Ύστερα από πέντε χρόνια έψαξαν και είδαν ότι 111 από τα άτομα αυτά είχαν προσβληθεί από καρκίνο. Στον ορό του αίματος, των καρκινοπαθών πλέον ατόμων, προσδιόρισαν το σελήνιο και διαπίστωσαν ότι σαφώς περιείχε μικρότερες ποσότητες σεληνίου, συγκριτικά με τον ορό των αντίστοιχων υγιών ατόμων της ίδιας ομάδας.

Το ενδιαφέρον σχετικά με το ρόλο του σεληνίου στην πρόληψη του καρκίνου διαρκώς αυξάνει. Σε πολλούς ειδικούς είναι τόση η πεποίθηση ότι η ανεπάρκεια του σεληνίου έχει άμεση σχέση με την εμφάνιση του καρκίνου, ώστε να μη διστάζουν να προτείνουν την τιμή της στάθμης του σεληνίου στον ορό του αίματος ως διαγνωστικό του καρκίνου. Η σχετική ανακοίνωση έχει γίνει στο περιοδικό *Lancet* από τη Σχολή Δημόσιας Υγείας του Harvard και του Johns Hopkins.

Είναι αναμφισβήτητο ότι χρειάζεται ακόμη πολλή έρευνα για να διευκρινιστεί ο τρόπος (μηχανισμός) δράσεως των ιχνοστοιχείων στον οργανισμό μας. Είναι όμως βέβαιο ότι, όταν διευκρινιστούν αρκετοί τέτοιοι μηχανισμοί, πολλές υποψίες για την προέλευση ή τη θεραπεία αρκετών ασθενειών θα επιβεβαιωθούν και πολλά πράγματα σχετικά με την υγεία μας θα αναθεωρηθούν.

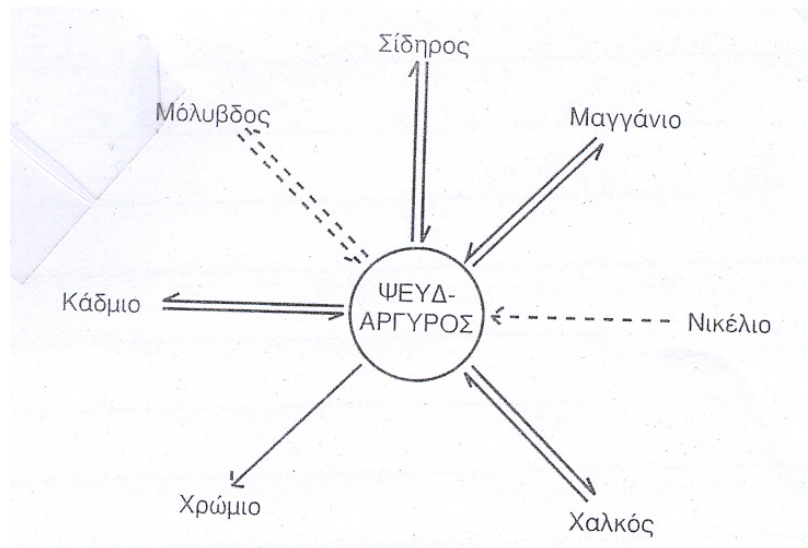
Επίλογος

Ολοκληρώνοντας λοιπόν την πτυχιακή εργασία με θέμα «Τα ιχνοστοιχεία στη διατροφή», συμπεραίνουμε τα εξής:

- Τα ιχνοστοιχεία περιέχονται σε τροφές που καταναλώνουμε καθημερινά και η παρουσία τους στον ανθρώπινο οργανισμό πρέπει να κυμαίνεται μέσα στα επιτρεπτά όρια.
- Όταν η συγκέντρωση απαραίτητων ιχνοστοιχείων υπερβαίνει τα επιτρεπτά όρια, τότε τα ιχνοστοιχεία είναι τοξικά για τον οργανισμό. Ωστόσο, μερικά ιχνοστοιχεία είναι τοξικά ανεξάρτητα από τη συγκέντρωσή τους στον οργανισμό (π.χ. υδράργυρος).
- Η ανεπάρκεια ή υπερεπάρκεια ενός ιχνοστοιχείου μπορεί να επηρεάζει το μεταβολισμό άλλων ιχνοστοιχείων, συνεπώς δεν πρέπει να θεωρούμε την παρουσία κάποιου ιχνοστοιχείου μεμονωμένα αλλά να εξετάζουμε τη βιοδραστικότητα των ιχνοστοιχείων «συλλογικά», λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη τις άμεσες και έμμεσες αλληλεπιδράσεις.
- Υπάρχουν πολλές και σοβαρές ασθένειες που προέρχονται από την έλλειψη ιχνοστοιχείων, οι περισσότερες των οποίων θεραπεύονται με την πρόσθετη χορήγηση των ιχνοστοιχείων αυτών. Αφού λοιπόν τα ιχνοστοιχεία θεραπεύουν πολλές και σοβαρές ασθένειες, θα μπορούσε κανείς να πει ότι τα ιχνοστοιχεία είναι το υπερφάρμακο.

Παραρτήματα

Παράρτημα 1



Αλληλεπίδραση του ψευδαργύρου με άλλα ιχνοστοιχεία. Τα βέλη που σημειώνονται με σπικτή γραμμή δείχνουν ότι η επίδραση δεν γίνεται απευθείας, αλλά με τη μεσολάβηση κάποιου άλλου στοιχείου.

Παράρτημα 2

Σύντομη παρουσίαση κάποιων ιχνοστοιχείων

Ιώδιο

Πηγές → Ιωδιούχο αλάτι, θαλασσινά προϊόντα

Πού βοηθά → Απαραίτητο συστατικό της θυροξίνης

Ανεπάρκεια: Τι προκαλεί → Βρογχοκήλη, υποθυρεοειδισμός

Τοξικότητα από υπέρμετρες δόσεις → Υπερθυρεοειδισμός

Σίδηρος

Πηγές → Συκώτι, κρέας, όσπρια, σπανάκι

Πού βοηθά → Σύνθεση αιμοσφαιρίνης

Ανεπάρκεια: Τι προκαλεί → Σιδηροπενική αναιμία

Τοξικότητα από υπέρμετρες δόσεις → Ηπατικά προβλήματα, αρθρίτιδα, σπάνια σακχαρώδης διαβήτης

Σελήνιο

Πηγές → Όσπρια και θαλασσινά προϊόντα. Αντικαρκινικές λειτουργίες.

Πού βοηθά → Μεταβολισμός, Καρκίνος

Ανεπάρκεια: Τι προκαλεί → Καρδιαγγειακά νοσήματα

Τοξικότητα από υπέρμετρες δόσεις → Δηλητηριάσεις

Ψευδάργυρος

Πηγές → Όσπρια, θαλασσινά, κρέας, συκώτι

Πού βοηθά → Ανάπτυξη σώματος και όρχεων

Ανεπάρκεια: Τι προκαλεί → Καθυστερημένη ανάπτυξη, δερματίτιδα, ατροφία όρχεων, φαλάκρα

Τοξικότητα από υπέρμετρες δόσεις → Διαβήτης

Παράρτημα 3

Περιεκτικότητα τροφίμων σε ιχνοστοιχεία

Περιεκτικότητα τροφών σε ιώδιο

Ποσότητα τροφίμου	Ιώδιο (μg)
Γάλα και γαλακτοκομικά προϊόντα	
Ένα ποτήρι (280 ml) γάλα πλήρες, ημίπαχο ή άπαχο	45
Γιαούρτι (150 g)	90
Τυρί (50 g)	25
Ψάρια	
Μπακαλιάρος μαγειρεμένος (150 g)	150
Κολιός μαγειρεμένος (150 g)	300

Εξαιρετικές πηγές: έντονα γράμματα. Καλές πηγές: πλάγια γράμματα

Περιεκτικότητα σε σίδηρο ορισμένων τροφών

Τρόφιμο	Ποσότητα σιδήρου*
Μαγιά μπύρας (αφυδατωμένη)	20
Συκώτι (μαγειρεμένο)	7,5-17,0
Νεφρά (μαγειρεμένα)	6,4-17,0
Κακάο	10,5
Ροδάκινα (αφυδατωμένα)	6,8
Μύδια	6,0
Σαρδέλες (κονσέρβα)	4,6
Σύκα (ξερά)	4,2
Σπανάκι βρασμένο	4,0
Αλεύρι (πλήρους αλέσεως)	4,0

Δαμάσκηνα (ξερά)	2,9
Βοδινό κρέας	2,9
Σταφίδες (σουλτανίνα)	1,8
Ψωμί (άσπρο)	1,7

* σε χιλιοστά του γραμμαρίου ανά 100 γραμμάρια τροφίμου.

Περιεκτικότητα σε χρώμιο ορισμένων τροφίμων

Τρόφιμα	Ποσότητα χρωμίου*
Κρόκος αυγού	183
Μελάσα	121
Μαγιά μπύρας αφυδατωμένη	117
Μοσχαρίσιο κρέας	57
Τυρί	56
Αλεύρι (ολικής αλέσεως)	42
Μαύρο πιπέρι	35
Ψωμί σικάλεως	30
Μέλι	29
Μήλο (ακαθάριστο)	27
Μύδια	26
Κότα (πόδι)	18
Σπανάκι	10
Καρότα	9
Μανιτάρια	4
Φράουλες	3

* σε εκατομμυριοστά του γραμμαρίου, ανά 100 γραμμάρια τροφίμου.

Περιεκτικότητα τροφών σε χαλκό:

Τροφές	Ποσότητα χαλκού (mg)
Γαρίδες 100 g	0,3
Συκώτι μοσχαριού 100 g	6,09
Πουλερικά 100 g	0,07
Μοσχάρι 100 g	0,14
Χοιρινό 100 g	0,09
Γάλα πλήρες 100 ml	0,003
Φιστίκια 100 g	1,24
Ψωμί ολικής 100 g	0,25
Αυγά 100 g	0,07

Περιεκτικότητα σε μαγγάνιο ορισμένων τροφίμων

Τρόφιμο	Ποσότητα μαγγανίου*
Ψωμί μαύρο	4,3
Κάστανα	3,7
Φουντούκια	3,5
Ψωμί σικάλεως	3,1
Μπιζέλια	2,0
Αμύγδαλα	1,9

Ελιές	1,2
Δαμάσκηνα	1,0
Σπανάκι	0,83
Μαρούλια	0,78
Άσπρο ψωμί	0,71
Συκώτι μοσχαρίσιο	0,31
Μύδια	0,29
Καρότα	0,25
Μέλι	0,21
Αυγά	0,04
Ψάρια	0,02
Γάλα αγελαδινό	0,002

* σε χιλιοστά του γραμμαρίου ανά 100 γραμμάρια τροφίμου.

Περιεκτικότητα κάποιων τροφών σε ψευδάργυρο (Zn)

Τροφές	Zn (mg)
Στρείδια 90 g	8,0
Καβουρόψυχα 90 g	3,8
Γαρίδες 90 g	1,8
Συκώτι μοσχαριού 90 g	4,3
Πουλερικά 90 g	2,4
Μοσχάρι 90 g	3,8
Χοιρινό 90 g	3,4
Γάλα 1,5% 250 ml	0,9
Φασόλια ξερά ½ φλιτζάνι	0,9
Ψωμί ολικής 30 g	0,5
Ψωμί λευκό 30 g	0,2
Αυγά (1)	0,6

Τρόφιμα που καλύπτουν σημαντικές ανάγκες σε μερικά κύρια ανόργανα στοιχεία

Τρόφιμο	Περιεκτικότητα σε 100 g	Κάλυψη αναγκών %	
		Από 100 g τροφίμου	Από μία μερίδα
Σίδηρος Ημερήσιες ανάγκες: 9 mg			
Ήπαρ (συκώτι) τηγανιτό	8,8	97	125
Μπριζόλα μαγειρεμένη	3,0	3,3	43
Βακαλάος τηγανιτός	0,8	9	12
Αυγά φρέσκα	2,1	23	13
Φακές βραστές	3,5	3,8	12
Φασόλια βρασμένα	1,9	21	36
Πατάτες τηγανιτές	1,4	15	22
Σπανάκι	3,2	35	67
Ψωμί άσπρο	1,7	18	9
Ψωμί ολικής άλεσης	2,5	27	14

Ιώδιο			
Ημερήσιες ανάγκες*: 115 mg			
Βακαλάος	110	95	123
Ρέγκα	30	25	28
Γαρίδες	41	35	38
Μύδια βραστά	120	103	113
Αλάτι	44	38	113
Αλάτι, ιωδιωμένο	3.100	2.700	54
Ψευδάργυρος			
Ημερήσιες ανάγκες*: 15 mg			
Κρέας μοσχαρίσιο	5,5	36	47
Συκώτι μοσχαρίσιο, τηγανιτό	6,2	41	53
Αυγά	1,3	8	4
Ιχθυηρά	0,5	3	4
Γάλα	0,4	2	4
Τυρί σκληρό	2,3	15	8
Ψωμί άσπρο	0,6	4	2
Ψωμί ολικής άλεσης	1,8	12	6
Φασόλια-φακές βραστά	1,2	8	14
Μαγνήσιο			
Ημερήσιες ανάγκες*: 300 mg			
Ψωμί άσπρο	24	8	4
Ψωμί ολικής άλεσης	76	25	12
Πατάτες	18	6	9
Φασόλια-φακές βραστά	40	13	22
Ιχθυηρά-κρέας	25	8	10
Λάχανα-μαρούλια	6	2	3
Αλάτι	290	96	2
Αμύγδαλα	270	90	45
Φουντούκια	140	46	23
Γάλα	11	3	6
Τυρί	25	8	5

* Ως ανάγκες ελήφθησαν υπόψη εκείνες που καθόρισε ο FAO για τον άνδρα αναφοράς με εργασία μέτριας δραστηριότητας.

Συνομογραφίες

Βιβλιογραφία

- 1) Παπανικολάου, Γεώργιος. Σύγχρονη διατροφή και διαιτολογία. Αθήνα: Γεώργιος Κ. Παπανικολάου, 1989.
- 2) Παπαηλίου, Α. Δίαιτα, Θεωρία και Πράξη. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης, 1993.
- 3) Μηνούδης, Γεώργιος. Διατροφολογία, η Ιατρική του 21ου αιώνα. Αθήνα: ANADRASIS, Νοέμβριος 2000.
- 4) Ζερφυρίδης, Γρηγόρης. Διατροφή του ανθρώπου. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 1995.
- 5) Karlson, Peter, Detlef Doenecke και Jan Koolimar. Βιοχημεία. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας, 1998.
- 6) Μανουσάκης, Γεώργιος. Γενική Χημεία Βιολογικών Επιστημών. Θεσσαλονίκη: Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη, 1992.
- 7) Πετρόπουλος, Αναστάσιος. Το νερό και οι ηλεκτρολύτες στα νεογνά, βρέφη και παιδιά. Θεσσαλονίκη: Ιατρικές εκδόσεις Σιώκης, 1997.
- 8) Παπαδημητρίου Μ. Εσωτερική Παθολογία. Θεσσαλονίκη: University Studio Press, 1998.
- 9) Μανουσάκης, Γεώργιος. Τα ιχνοστοιχεία στην υγεία του ανθρώπου. Θεσσαλονίκη: Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη, 1992.
- 10) Μπόσκου Δ. Χημεία Τροφίμων. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γαρταγάνη, 1997.
- 11) Καραγιαννίδης, Πέτρος. Ειδική ανόργανη χημεία: Τα χημικά στοιχεία και οι ενώσεις τους. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη, 2002.
- 12) Μανουσάκης, Γεώργιος. «Η κατανόηση του τρόπου δράσης ορισμένων ιχνοστοιχείων μπορεί να οδηγήσει στη θεραπεία πολλών και σοβαρών ασθενειών, όπως είναι η σχιζοφρένεια, η στειρότητα, οι καρδιοπάθειες, ο διαβήτης,

οι άνοιες, άκώμη και ο καρκίνος». Ιχνοστοιχεία και Υγεία. Αθήνα, 1 Δεκεμβρίου 1996. Ελληνική Εταιρεία Φαρμακολογίας. Αθήνα: 1996.

- 13) <http://www.geocities.com/nutripolis/anorgana.htm?20078>
08/08/2007
- 14) http://www.mednutrition.gr/index2.php?option=com_content&task=view&id=897&It...
08/08/2007
- 15) http://www.iatronet.gr/article/asp?art_id=630
24/7/2007
- 16) <http://www.fitnessinfo.gr/fitnessgeneralinfo/alimentaryelements/metals/copper/index...>
08/08/2007
- 17) http://www.iatrikionline.gr/IB_88/enime_CaFe.htm
24/7/2007
- 18) http://www.politis-thrakis.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=1120&I...
08/08/2007
- 19) http://gym-n-zichn.ser.sch.gr/fruta/kat_trofon.htm
08/08/2007
- 20) <http://www.fit4you.gr/fit4youclub/library/earticles/minerals/index.html>
24/7/2007