



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Η ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΝΟΣΟ»**



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Οι ανεπιθύμητες ενέργειες από υπερβολική λήψη βιταμινών»

Τσόνου Μαγδαληνή-Μαρία
Φαρμακοποιός

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ανδρέας Καψωριτάκης, Καθηγητής Παθολογίας – Γαστρεντερολογίας, Τμήμα Ιατρικής
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Επιβλέπων Καθηγητής

Λιάκος Παναγιώτης, Καθηγητής Ιατρικής Βιοχημείας, Τμήμα Ιατρικής Πανεπιστημίου
Θεσσαλίας, Μέλος Τριμελούς Επιτροπής

Γιαννούλη Περσεφόνη, Επίκουρος Καθηγήτρια Τεχνολογίας και Ποιοτικού Ελέγχου
Τροφίμων Φυτικής Προέλευσης, Τμήμα Βιοχημείας & Βιοτεχνολογίας Πανεπιστημίου
Θεσσαλίας, Μέλος Τριμελούς Επιτροπής

Λάρισα, 2024



**UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
FACULTY OF MEDICINE
POSTGRADUATE STUDIES PROGRAM
NUTRITION IN HEALTH AND DISEASE**



DIPLOMA THESIS

“The adverse effects of excessive vitamin intake”

Larisa, 2024

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εκπόνηση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την ουσιαστική συμβολή των εξής ανθρώπων .

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς τον κο Κασωριτάκη Ανδρέα , επιβλέποντα καθηγητή της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, για την άψογη συνεργασία μας και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε καθ'όλη την διάρκεια πραγματοποίησης της παρούσας μελέτης.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κο Λιάκο Παναγιώτη, Καθηγητή Ιατρικής Βιοχημείας και την κα Γιαννούλη Περσεφόνη , Επίκουρος Καθηγήτρια Τεχνολογίας και Ποιοτικού Ελέγχου Τροφίμων Φυτικής Προέλευσης , για την τιμή που μου έκαναν να συμμετέχουν ως μέλη στην τριμελή μου επιτροπή.

Ένα τεράστιο ευχαριστώ οφείλω στη μητέρα μου Σταματία ,για την υποστήριξη και την προτροπή της να πραγματοποιώ κάθε μου όνειρο.

Με τη διπλωματική αυτή κλείνει ο κύκλος ενός ταξιδιού που ξεκίνησα και επιθυμώ να ευχαριστήσω για την αγάπη και τη συμπαράσταση τον σύζυγο μου ,Πέτρο.

Τέλος, θα ήθελα να αφιερώσω την εργασία αυτή στις δύο μονάκριβες κόρες μου. Να εμπνευστούν και να μεγαλουργήσουν στη ζωή τους.

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
Abstract	7
Εισαγωγή.....	8
1. Βιταμίνες ,μέταλλα και ιχνοστοιχεία	10
1.1. Βιταμίνες.....	13
1.1.1. Κατηγοριοποίηση των βιταμινών	15
1.1.2. Αντιβιταμίνες.....	15
1.1.3. Βιοχημικές λειτουργίες των βιταμινών.....	16
1.1.4. Πρόσληψη βιταμινών	16
1.1.5. Η επίδραση της μαγειρικής στις βιταμίνες	19
1.1.6. Προτεινόμενα επίπεδα πρόσληψης βιταμινών	20
1.1.7. Συμπληρώματα βιταμινών	22
1.2. Μέταλλα	23
2. Η σημασία των βιταμινών για το ανθρώπινο σώμα.....	25
2.1. Λιποδιαλυτές βιταμίνες.....	27
2.1.1. Βιταμίνη Α	27
2.1.2. Βιταμίνη D	28
2.1.3. Βιταμίνη Ε.....	30
2.1.4. Βιταμίνη Κ.....	31
2.2. Υδατοδιαλυτές βιταμίνες.....	33
2.2.1. Βιταμίνη Β1 (θειαμίνη)	34
2.2.2. Βιταμίνη Β2 (ριβοφλαβίνη)	35
2.2.3. Βιταμίνη Β3 (νιασίνη).....	36
2.2.4. Βιταμίνη Β5 (παντοθενικό οξύ)	37
2.2.5. Βιταμίνη Β6	37
2.2.6. Βιταμίνη Β9 (φολικό οξύ)	39
2.2.7. Βιταμίνη Β12 (κολβαμίνη).....	40
2.2.8. Βιοτίνη.....	42
2.2.9. Βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ)	43
3. Οι ανάγκες για συμπληρώματα διατροφής	44

4. Υπερβιταμίνωση	51
4.1. Αιτιολογία	52
4.2. Υπερβιταμινώσεις	52
4.2.1. Υπερβιταμίνωση Α	52
4.2.2. Υπερβιταμίνωση D.....	54
4.2.3. Υπερβιταμίνωση Ε	56
4.2.4. Υπερβιταμίνωση Κ	58
4.2.5. Υπερβιταμίνωση C	59
4.2.6. Υπερβιταμίνωση βιταμινών του συμπλέγματος Β	59
Συμπεράσματα	61
Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	62
Βιβλιογραφία	63

Περίληψη

Είναι πολύ πιθανό να υπάρξει κίνδυνος για την υγεία του οργανισμού όταν καταναλώνεται υπερβολική ποσότητα τόσο λιποδιαλυτών όσο και υδατοδιαλυτών βιταμινών.

Λόγω της εσωτερικής τους αποθήκευσης, οι λιποδιαλυτές βιταμίνες παραμένουν στο σώμα και δεν μπορούν να αποβληθούν μέσω των ούρων. Δεδομένων των συνθηκών, η τοξικότητα μπορεί να ανιχνευθεί ακόμη και σε σύντομο χρονικό διάστημα όταν υπάρχει υπερβολική ποσότητα.

Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες, λόγω της διαλυτότητάς τους στο νερό, αποβάλλονται εύκολα από το σώμα μέσω της νεφρικής οδού και της παραγωγής ούρων. Για να αποδειχθεί η τοξικότητα επομένως, είναι επιτακτική ανάγκη να καταναλώνεται μια σημαντική ποσότητα υδατοδιαλυτών βιταμινών συνεχώς για παρατεταμένη διάρκεια.

Κατά συνέπεια η εκδήλωση βιταμινοτοξικότητας από τη κατανάλωση λιποδιαλυτών βιταμινών , προηγείται σε σύγκριση αυτής των υδροδιαλυτών βιταμινών . Υπάρχει η δυνατότητα να αντιστραφούν οι δυσμενείς συνέπειες που συμβαίνουν κατά τα αρχικά στάδια της διαδικασίας. Είναι σημαντικό να υπάρχει προσοχή κατά τη λήψη συμπληρωμάτων με βιταμίνες.

Λέξεις κλειδιά: βιταμίνες, υπερβιταμίνωση, υδατοδιαλυτές βιταμίνες, λιποδιαλυτές βιταμίνες, μεταλλικά στοιχεία

Abstract

It is very likely that there will be a risk to the body's health when an excessive amount of both fat-soluble and water-soluble vitamins is consumed.

Because of their internal storage, fat-soluble vitamins remain in the body and cannot be excreted through urine. Given the conditions, toxicity can be detected even in a short period of time when there is an excess.

Water-soluble vitamins, because of their solubility in water, are easily eliminated from the body through the renal pathway and the production of urine. To demonstrate toxicity, therefore, it is imperative to consume a significant amount of water-soluble vitamins continuously over a prolonged period.

Consequently, the manifestation of vitamin toxicity precedes that of fat-soluble vitamins compared to water-soluble vitamins. It is possible to reverse the adverse effects that occur during the early stages of the process. It is important to be careful when taking vitamin supplements.

Key words: vitamins, hypervitaminosis, water-soluble vitamins, fat-soluble vitamins, minerals

Εισαγωγή

Διάφορες είναι οι ανάγκες που οδηγούν το άτομο στην αναζήτηση συμπληρωμάτων διατροφής συγκεκριμένα, βιταμινών και ιχνοστοιχείων όπως η συνολική υγεία και η ευεξία του ατόμου, η αύξηση της αντοχής του οργανισμού στη συσσωρευμένη κούραση και στο άγχος, η κάλυψη διατροφικών κενών από τα νέα ειδικά διατροφικά μοντέλα, αλλά και συγκεκριμένες ιατρικές καταστάσεις όπως η υγεία των οστών, του πεπτικού συστήματος και της καρδιάς. Δυστυχώς όμως δεν είναι λίγες οι φορές που η αλόγιστη χρήση των βιταμινών οδηγεί σε υπερδοσολογία και αυτό απασχολεί τα τελευταία χρόνια την ιατρική κοινότητα.

Οι βιταμίνες είναι τάξη οργανικών χημικών ενώσεων, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη διατήρηση ενός ζωντανού οργανισμού. Έχουν λειτουργική δράση ακόμα και όταν βρίσκονται σε μικρές ποσότητες, ενώ δεν έχουν θερμιδική αξία. Η δράση τους έγκειται στη ρύθμιση της μεταβολικής διαδικασίας και των ενεργειακών μετατροπών που συμβαίνουν στον οργανισμό. Παντελής ή μερική στέρηση μιας ή περισσότερων βιταμινών από τον οργανισμό προκαλεί παθολογικές καταστάσεις (αβιταμίνωση ή υποβιταμίνωση). Όπως προαναφέρθηκε σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρούνται διαταραχές του οργανισμού εξαιτίας πολύ μεγάλων δόσεων βιταμινών, διαταραχές που είναι αντίστοιχες ως προς τη σοβαρότητα με αυτές της παντελούς έλλειψης.

Οι βιταμίνες παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους ως προς τη δομή και τη λειτουργία τους και διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: τις λιποδιαλυτές και τις υδατοδιαλυτές. Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες εξαρτώνται από τα διατροφικά λιπαρά για την απορρόφηση και μεταφορά τους. Κατανέμονται σε τέσσερις ομάδες: A, D, E και K. Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες περιλαμβάνουν τη βιταμίνη C και την ομάδα των βιταμινών B.

Η υπερβολική συγκέντρωση υδατοδιαλυτών βιταμινών είναι εξαιρετικά σπάνια και παρουσιάζεται μόνο στις περιπτώσεις υπερβολικής δόσης ενέσιμων βιταμινούχων παρασκευασμάτων, καθώς η απαραίτητη ποσότητα βιταμινών απορροφάται στο αίμα και το υπόλοιπο αποβάλλεται γρήγορα με τα ούρα. Η εξάλειψη της περίσσειας των λιποδιαλυτών βιταμινών είναι πιο δύσκολη διότι εκτός από την απορρόφησή τους στο αίμα, αυτή η ομάδα συσσωρεύεται στους λιπώδεις ιστούς διαφόρων οργάνων.

Ο κίνδυνος της υπερβιταμίνωσης σχετίζεται με τη συσσώρευση στο σώμα μεγάλων ποσοτήτων από τα υποπροϊόντα μεταβολισμού των βιταμινών, τα οποία προκαλούν διάφορες μεταβολικές διαταραχές.

Στις περιόδους της ζωής που η αυξημένη ανάγκη για πρόσληψη βιταμινών είναι κρίσιμη, όπως στην εγκυμοσύνη ή στο γήρας, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή καθώς οι ανάγκες του οργανισμού αυξάνονται.

Σκοπός της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι αφενός η καταγραφή της υπερκατανάλωσης και της συσσώρευσης στον οργανισμό των κύριων βιταμινών και ιχνοστοιχείων, αφετέρου η ανάδειξη της επικινδυνότητας και της τοξικότητας έπειτα από χρόνια πρόσληψη αυτών. Παρενέργειες και συμπτώματα υπερβιταμίνωσης λιποδιαλυτών και υδατοδιαλυτών βιταμινών αλλά και αντενδείξεις σε συγκεκριμένες πληθυσμιακές ομάδες, θα αναπτυχθούν ξεχωριστά στο κύριο μέρος της εργασίας.

1. Βιταμίνες, μέταλλα και ιχνοστοιχεία

Τα μικροθρεπτικά συστατικά, συμπεριλαμβανομένων των μετάλλων και των βιταμινών, προσφέρουν πολλά οφέλη για την υγεία. Αυτά περιλαμβάνουν την υποστήριξη πολλών βιοχημικών και φυσιολογικών διεργασιών στο σώμα, την προώθηση του σχηματισμού και της υγείας των οστών και των δοντιών και τη λειτουργία ως συμπαραγόντες και συνένζυμα στα ενζυμικά συστήματα. Βοηθούν επίσης στη ρύθμιση και τον συντονισμό των σωματικών λειτουργιών.

Μια ποικιλία βιταμινών και μετάλλων είναι απαραίτητη για την καλή λειτουργία του οργανισμού τόσο των ανθρώπων όσο και των ζώων (Blancquaert et al., 2017). Προκειμένου να διατηρηθεί η βέλτιστη υγεία και να ρυθμιστεί ένα πλήθος φυσιολογικών διεργασιών, απαιτούνται σε ποικίλες ποσότητες στα διάφορα στάδια της ζωής του ανθρώπου (Gernand et al., 2016; Tucker, 2016). Σε αντίθεση με τα μακροθρεπτικά συστατικά, τα οποία απαιτούνται σε γραμμάρια την ημέρα, το ανθρώπινο σώμα γενικά απαιτεί μικροθρεπτικά συστατικά σε ποσότητες που δεν υπερβαίνουν τα 100 χιλιοστόγραμμα την ημέρα. Περισσότερα από δεκαοχτώ στοιχεία αποτελούν τα μέταλλα που είναι ζωτικής σημασίας για την υγεία του ανθρώπου και των ζώων. Μεταξύ αυτών των στοιχείων είναι το ασβέστιο και ο σίδηρος, τα οποία λαμβάνονται από το έδαφος της Γης και δεν είναι βιοδιαθέσιμα (Corvallis, 2018; USDA, 2016). Οι βιταμίνες, που ορίζονται ως οργανικές ουσίες που απαιτούνται σε μικρογραμμάρια ή χιλιοστόγραμμα, ταξινομούνται επίσης στα μικροθρεπτικά συστατικά (USDA, 2016; Corvallis, 2018). Τα φυτά κυρίως παρέχουν τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά τόσο στην πανίδα όσο και στον άνθρωπο.

Οι ελλείψεις μπορεί να προκύψουν από την ανεπαρκή διατροφική κατανάλωση συγκεκριμένων μικροθρεπτικών συστατικών, με αποκορύφωμα την ανάπτυξη υποσιτισμού. Απαιτείται δράση για να αποτραπεί η ανεπαρκής παροχή μικροθρεπτικών συστατικών από τα φυτικά τρόφιμα. Τέτοιες προσπάθειες μπορεί να περιλαμβάνουν τον εμπλουτισμό διαφόρων τροφών ευρείας κατανάλωσης προκειμένου να διασφαλιστεί μια ολοκληρωμένη ποικιλία θρεπτικών συστατικών. Τα κράτη που συμμετείχαν στην Παγκόσμια Σύνοδο Κορυφής για τα Παιδιά το 1990 αναγνώρισαν σημαντικές ελλείψεις σε ένα μικροθρεπτικό συστατικό (βιταμίνη Α) και δύο μέταλλα (σίδηρος και ιώδιο). Διαπιστώθηκε ότι αυτές οι ελλείψεις ήταν διαδεδομένες στις αναπτυσσόμενες χώρες και θέτουν σοβαρούς κινδύνους για τη δημόσια

υγεία (UNICEF, 1998). Η Σύνοδος Κορυφής έθεσε στόχους με σκοπό την εξάλειψη αυτών των ελλείψεων. Με έδρα την Οττάβα, η Πρωτοβουλία για τα Μικροθρεπτικά στοχεύει να αντιμετωπίσει το ζήτημα της ανεπάρκειας μικροθρεπτικών συστατικών. Σκοπός της είναι η χρηματοδότηση, η υλοποίηση και η διεξαγωγή έρευνας στον τομέα των μικροθρεπτικών συστατικών.

Τα μέταλλα είναι απαραίτητα θρεπτικά συστατικά που απαιτούνται από όλους τους οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπου, προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι διαδικασίες που είναι κρίσιμες για την επιβίωση και τη συνολική υγεία. Αυξημένη έμφαση δόθηκε τη δεκαετία του 1990 στα προγράμματα συμπληρωμάτων ψευδαργύρου και φυλλικού οξέος ως αποτέλεσμα έρευνας για τα μικροθρεπτικά συστατικά. Οι κύριες πρωτοβουλίες περιλαμβάνουν τα ακόλουθα: ενίσχυση των βασικών τροφίμων, ιωδίωση αλατιού, χρήση πολλαπλών σκονών μικροθρεπτικών συστατικών, παροχή συμπληρωμάτων σιδήρου και φυλλικού οξέος σε γυναίκες αναπαραγωγικής ηλικίας, χορήγηση βιταμίνης Α σε παιδιά ηλικίας από 6 έως 59 μηνών, βιοενισχυτικές καλλιέργειες και εκπαίδευση σωστής διατροφικής συμπεριφοράς.

Προκειμένου να διασφαλιστεί η επαρκής πρόσληψη ιωδίου τόσο στις ανεπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες, συνιστάται η ιωδίωση του αλατιού. Μια συγκεκριμένη ποσότητα ιωδιούχου καλίου ενσωματώνεται στο αλάτι μετά τις διαδικασίες ξήρανσης και εξευγενισμού του. Αν και η μεγάλης κλίμακας ιωδίωση του αλατιού είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική, τεχνολογίες ιωδίωσης μικρότερης κλίμακας έχουν επίσης αναπτυχθεί σε αναπτυσσόμενες χώρες ως αποτέλεσμα της προόδου που σημειώθηκε από τους παραγωγούς αλατιού μικρής κλίμακας. Οι εθνικές διοικήσεις και οι διεθνείς οργανισμοί εργάζονται παράλληλα για να εντοπίσουν και να υποστηρίξουν τους παραγωγούς αλατιού μικρής κλίμακας στις προσπάθειές τους να υιοθετήσουν την ιωδίωση. Το ποσοστό των νοικοκυριών στις αναπτυσσόμενες χώρες που χρησιμοποιούσαν ιωδιούχο αλάτι έπεσε κάτω από το 20 τοις εκατό μέχρι το 1990. Το 1994, δημιουργήθηκαν διεθνείς συνεργασίες με σκοπό την έναρξη της παγκόσμιας πρωτοβουλίας για την ιωδίωση αλατιού σε παγκόσμιο επίπεδο. Σύμφωνα με τα ευρήματα της UNICEF (2010), η χρήση ιωδιούχου αλατιού υπολογίζεται ότι έφτασε το 72 τοις εκατό των νοικοκυριών στις αναπτυσσόμενες χώρες έως το 2008. Επιπλέον, οι χώρες

όπου οι ασθένειες από έλλειψη ιωδίου ενέχουν κίνδυνο για τη δημόσια υγεία μειώθηκαν από 110 σε 47 .

Η χρήση συμπληρωμάτων βιταμίνης Α σε πανεθνική κλίμακα καθιερώθηκε το 1997 κατόπιν επιστημονικών εισηγήσεων σχετικά με την εκθετική αύξηση της λήψης συμπληρωμάτων. Η πρωτοβουλία Micronutrient, με την υποστήριξη της καναδικής κυβέρνησης, ξεκίνησε μέτρα για να διασφαλίσει ότι η UNICEF θα λάβει συμπληρώματα βιταμίνης Α. Σε περιοχές όπου αυτό το θρεπτικό συστατικό είναι ανεπαρκές, τόσο σε βρέφη όσο και σε νήπια ηλικίας 6 έως 59 μηνών θα πρέπει να χορηγούνται δύο δόσεις βιταμίνης Α ετησίως. Σε πολλά έθνη, ο εμβολιασμός και οι δραστηριότητες υγείας τύπου εκστρατείας συχνά ενσωματώνουν συμπληρώματα βιταμίνης Α. 103 έθνη έχουν βρεθεί στο επίκεντρο των προγραμμάτων συμπληρωμάτων βιταμίνης Α ως μέρος παγκόσμιων πρωτοβουλιών. Ετησίως δύο δόσεις βιταμίνης Α έλαβε το 16 τοις εκατό των παιδιών σε αυτές τις χώρες το 1999. Το ποσοστό είχε αυξηθεί στο 62 τοις εκατό έως το 2007. Η Πρωτοβουλία για τα Μικροθρεπτικά, η οποία υποστηρίζεται οικονομικά από την Καναδική Κυβέρνηση, διασφαλίζει ότι οι υπανάπτυκτες χώρες λαμβάνουν το 75 τοις εκατό των βασικών συμπληρωμάτων βιταμίνης Α.

Ως παρέμβαση για τη δημόσια υγεία, το διπλά ενισχυμένο αλάτι (DFS) χρησιμοποιείται ως βοήθημα της πρόσληψης σιδήρου μέσω της διατροφής. Το DFS αποτελείται από ιώδιο και σίδηρο. Ο καθηγητής Levente L. Diosady και ο εκτελεστικός διευθυντής του Micronutrient Initiative Venkatesh Mannar παρουσίασαν το DFS στο Πανεπιστήμιο του Τορόντο. Οι Levente et al. (2019) αναφέρουν την επινόηση μιας τεχνικής για την επικάλυψη σωματιδίων σιδήρου με φυτικό έλαιο προκειμένου να αναστείλει την ανεπιθύμητη αντίδραση που εμφανίζεται μεταξύ ιωδίου και σιδήρου.

Στην Ινδία, το Tata Salt Plus είναι μια ποικιλία ενισχυμένου αλατιού που περιέχει σίδηρο και ιώδιο. Το Εθνικό Ινστιτούτο Διατροφής στο Χαϊντεραμπάντ χρησιμοποιεί μια μεθοδολογία ενίσχυσης διπλής κατεύθυνσης στην παραγωγή του. Αυτό το αλάτι προσφέρεται σε ανταγωνιστική τιμή 20 ρουπίες ανά κιλό. Η Tata Chemicals έλαβε την έγκριση της τεχνικής διπλής ενίσχυσης μετά τη δημοσίευση εκτενών ερευνών για τη βιοδιαθεσιμότητα σε διάφορες δημογραφικές ομάδες από τα Εθνικά Ινστιτούτα Διατροφής. Η χρήση του όρου έγινε για πρώτη φορά το 2004. Από τον Σεπτέμβριο του 2010, όταν ξεκίνησε η παραγωγή του DFS στην ινδική πολιτεία Ταμίλ Ναντού, διανέμεται μέσω ενός προγράμματος σχολικών γευμάτων που διαχειρίζεται η κυβέρνηση. Στην ινδική πολιτεία του Μπιχάρ, το διπλά

ενισχυμένο αλάτι έχει χρησιμοποιηθεί ως προληπτικό μέτρο κατά της σιδηροπενικής αναιμίας (IDA). Ο βραβευμένος στην Καλιφόρνια Venkatesh Mannar τιμήθηκε τον Σεπτέμβριο του 2010 για τη συμβολή του στην ανάπτυξη του DFS.

Προκειμένου να διασφαλιστεί η βέλτιστη υγεία, είναι σημαντικό τα μικροθρεπτικά συστατικά να διατηρούνται με κατάλληλες πρακτικές υγιεινής, συμπεριλαμβανομένης της επιμελούς απόρριψης απορριμμάτων και της σωστής φροντίδας του σώματος (Awuchi et al, 2018).

1.1. Βιταμίνες

Οι βιταμίνες είναι απαραίτητα μικροθρεπτικά συστατικά απαραίτητα σε ελάχιστες ποσότητες για τη σωστή μεταβολική λειτουργία σε όλους τους οργανισμούς. Τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά είναι ενώσεις που είτε δεν συντίθενται καθόλου από τον ανθρώπινο οργανισμό, είτε υπάρχουν σε ανεπαρκείς ποσότητες. Ως αποτέλεσμα, η απόκτηση τους πρέπει να γίνει μέσω της διατροφής. Με παρόμοιο τρόπο, το σώμα δεν παράγει μια σειρά από ευεργετικά φυτοχημικά (Awuchi, 2019a). Ορισμένα είδη ζώων έχουν την ικανότητα να παράγουν βιταμίνη C, ενώ άλλα δεν έχουν αυτή την ικανότητα. Τα μέταλλα, τα απαραίτητα αμινοξέα και τα απαραίτητα λιπαρά οξέα είναι πρόσθετες κατηγορίες απαραίτητων θρεπτικών συστατικών που δεν περιλαμβάνονται όμως στον όρο «βιταμίνη» (Maton et al., 1993).

Οι περισσότερες βιταμίνες δεν είναι μεμονωμένα μόρια, αλλά ομάδες σχετικών μορίων που ονομάζονται βιταμερή. Οι τοκοφερόλες (βιταμίνη E), τα καροτενοειδή (βιταμίνη A), η θειαμίνη (βιταμίνη B1), η ριβοφλαβίνη (βιταμίνη B2), η νιασίνη (βιταμίνη B3), το παντοθενικό οξύ (βιταμίνη B5), η πυριδοξίνη (βιταμίνη B6), η βιοτίνη (βιταμίνη B7), το φολικό οξύ ή φυλλικό οξύ (βιταμίνη B9), οι κοβαλαμίνες (βιταμίνη B12), το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), οι καλσιφερόλες (βιταμίνη D) και φυλλοκινόνη - μενακινόνη (βιταμίνη K) είναι οι δεκατρείς απαραίτητες βιταμίνες για τις ανθρώπινες μεταβολικές λειτουργίες.

Οι βιταμίνες εκπληρώνουν μια σειρά από βιοχημικές λειτουργίες. Η βιταμίνη Α ρυθμίζει τη διαφοροποίηση και την ανάπτυξη των κυττάρων και των ιστών. Οι βιταμίνες Β λειτουργούν ως συνένζυμα, πρόδρομοι ή συμπαράγοντες. Η βιταμίνη D βοηθά στη ρύθμιση των ορμονών και του μεταβολισμού των μετάλλων, ειδικά σε σχέση με τα οστά και άλλα σωματικά όργανα. Οι βιταμίνες C και E αναστέλλουν την κυτταρική οξείδωση που προκαλείται από τις ελεύθερες ρίζες σε όλο το σώμα δρώντας αντιοξειδωτικά (Bender, 2003). Τόσο η ανεπαρκής όσο και η υπερβολική πρόσληψη βιταμινών μπορούν να προκαλέσουν κλινικά σημαντικές ασθένειες. Η υπερβολική κατανάλωση υδατοδιαλυτών βιταμινών σε γενικές γραμμές είναι απίθανο να οδηγήσει σε τέτοιες επιπλοκές.

Πριν από το 1935, οι βιταμίνες λαμβάνονταν αποκλειστικά από τη διατροφή. Η ανεπαρκής πρόσληψη βιταμινών οδηγούσε σε ανεπάρκειες, οι οποίες τελικά μπορούν να εκδηλωθούν ως διαταραχές. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β από εκχύλισμα ζύμης και η ημι-συνθετική βιταμίνη C ήταν διαθέσιμες σε εμπορικά διαθέσιμα δισκία. Ένα κύμα στην παραγωγή και την εμπορία συμπληρωμάτων βιταμινών, συμπεριλαμβανομένων των πολυβιταμινών, ακολούθησε τη δεκαετία του 1950 σε μια προσπάθεια να διορθωθούν οι ανεπάρκειες βιταμινών μεταξύ του γενικού πληθυσμού. Προκειμένου να αποφευχθούν οι ανεπάρκειες βιταμινών, οι κυβερνήσεις έχουν επιβάλει την παρουσία βιταμινών σε βασικά τρόφιμα όπως το ψωμί και το γάλα, μια διαδικασία γνωστή ως εμπλουτισμός τροφίμων. Σύμφωνα με μια μελέτη των Wilson et al. (2015), η λήψη συμπληρωμάτων φυλλικού (φολικού) οξέος κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης μειώνει τον κίνδυνο ανωμαλιών του νευρικού σωλήνα στα νεογνά. Αν και είναι θεμιτό να μειωθεί η συχνότητα εμφάνισης ανεπάρκειας βιταμινών, τα άτομα που καταναλώνουν ήδη επαρκείς ποσότητες βιταμινών μέσω της δίαιτας πιστεύεται ότι έχουν ελάχιστο όφελος από τα συμπληρώματα (Fortmann et al., 2013).

Η χρήση του όρου «βιταμίνη» μπορεί να αποδοθεί στον Casimir Funk, έναν Πολωνό επιστήμονα, το 1912. Ο Funk απομόνωσε ένα σύμπλεγμα μικροθρεπτικών συστατικών που διατηρούν τη ζωή και υπέθεσε ότι ήταν αμίνες (Combs, 2007). Η ανακάλυψη και η ταυτοποίηση, κάθε βιταμίνης έγινε μεταξύ 1913 και 1948.

1.1.1. Κατηγοριοποίηση των βιταμινών

Υπάρχουν δύο κατηγορίες βιταμινών: οι λιποδιαλυτές και οι υδατοδιαλυτές. Οι 13 βιταμίνες που υπάρχουν στο ανθρώπινο σώμα είναι οι εξής: τέσσερις λιποδιαλυτές βιταμίνες (A, D, E, K), εννέα υδατοδιαλυτές βιταμίνες (βιταμίνη C και οκτώ βιταμίνες του συμπλέγματος B). Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες διαλύονται γρήγορα στο νερό και γενικά αποβάλλονται εύκολα από το σώμα. Ο ποσοτικός προσδιορισμός της απέκκρισης υδατοδιαλυτών βιταμινών στα ούρα αλλά και των μεταβολιτών τους, χρησιμεύει ως ένα αξιόπιστο εργαλείο για την κατανάλωση βιταμινών (Fukuwatari και Shibata, 2008). Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες πρέπει να καταναλώνονται συχνότερα λόγω της περιορισμένης βιοδιαθεσιμότητάς τους.

Η εξαρτώμενη από τα λιπίδια μεταφορά διευκολύνει την απορρόφηση λιποδιαλυτών μικροθρεπτικών συστατικών μέσω του εντερικού συστήματος. Η συσσώρευση βιταμινών A και D στο σώμα μπορεί να οδηγήσει σε υπερβιταμίνωση, που μπορεί να είναι επιζήμια. Η απώλεια λιποδιαλυτών βιταμινών είναι αξιοσημείωτη λόγω δυσαπορρόφησης σε άτομα με κυστική ίνωση (Maqbool and Stallings 2008).

1.1.2. Αντιβιταμίνες

Οι αντιβιταμίνες είναι βιολογικές ή χημικές ουσίες που εμποδίζουν ή αναστέλλουν την απορρόφηση ή τη λειτουργικότητα των βιταμινών. Ένα παράδειγμα αυτού είναι το συνθετικό μόριο πυριθειαμίνη (Pyriethamine), του οποίου η μοριακή δομή είναι εντυπωσιακά παρόμοια με αυτή της βιταμίνης B1 (θειαμίνη). Η πυριθειαμίνη μπορεί να εμποδίσει τη μετατροπή της θειαμίνης σε ThDP αναστέλλοντας το ένζυμο θειαμίνη πυροφωσφοκινάση. Η αβιδίνη, μια πρωτεΐνη που υπάρχει στα ωμά ασπράδια αυγών, εμποδίζει την απορρόφηση της βιοτίνης. Ωστόσο, καθίσταται εύκολα ανενεργή μέσω διαδικασιών όπως το βράσιμο (Godswill et al 2020).

1.1.3. Βιοχημικές λειτουργίες των βιταμινών

Οι βιοχημικές δράσεις των βιταμινών ποικίλουν ανάλογα με την κάθε βιταμίνη. Οι δράσεις αυτές έχουν ως συνέπεια πολλαπλές λειτουργίες.

1.1.3.1. Βρεφική και παιδική ανάπτυξη

Η ανάπτυξη και η ωρίμανση των πολυκύτταρων οργανισμών, συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπων, εξαρτάται από τις βιταμίνες. Η ανάπτυξη ενός εμβρύου γίνεται μέσω της απορρόφησης των θρεπτικών συστατικών και της αξιοποίησης των γενετικών πληροφοριών που κληρονομήθηκαν από τους γονείς. Οι Wilson et al. (2015) δηλώνουν ότι η παρουσία συγκεκριμένων βιταμινών και μετάλλων σε συγκεκριμένες στιγμές στη ζωή ενός οργανισμού είναι απαραίτητη. Αυτά τα θρεπτικά συστατικά διευκολύνουν τις μεταβολικές διεργασίες που συμβάλλουν, μεταξύ άλλων, στην ανάπτυξη της επιδερμίδας, των οστών και των μυών. Μια σοβαρή ανεπάρκεια σε οποιοδήποτε από αυτά τα θρεπτικά συστατικά μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη μιας ασθένειας σε ένα παιδί. Ακόμη και μικρές ελλείψεις έχουν την ικανότητα να προκαλέσουν μόνιμη ζημιά (Gavrilov, 2003).

1.1.3.2. Διατήρηση της υγείας των ενηλίκων

Οι βιταμίνες είναι ζωτικής σημασίας θρεπτικά συστατικά για τη διατήρηση της υγείας των κυττάρων, των οργάνων και των ιστών σε πολυκύτταρους οργανισμούς ακόμα και μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης. Επιπλέον, είναι υψίστης σημασίας για τη διευκόλυνση της έξυπνης χρήσης της χημικής ενέργειας που αποκτάται από πηγές τροφίμων και δρουν υποστηρικτικά της ενζυματικής διάσπασης των βασικών λιπιδίων, πρωτεϊνών και υδατανθράκων (συμπεριλαμβανομένου του αμύλου και των σακχάρων) (Bender, 2003).

1.1.4. Πρόσληψη βιταμινών

1.1.4.1. Πηγές

Αν και τα τρόφιμα είναι η κύρια πηγή βιταμινών, συγκεκριμένες βιταμίνες μπορούν επίσης να ληφθούν με εναλλακτικά μέσα. Η βιοτίνη και η βιταμίνη K, για παράδειγμα, συντίθενται στη χλωρίδα του εντέρου από μικροοργανισμούς, ενώ συγκεκριμένες μορφές βιταμίνης D σχηματίζονται στα κύτταρα της επιδερμίδας ως απόκριση σε συγκεκριμένα μήκη

κύματος υπεριώδους ακτινοβολίας που εκπέμπεται από το ηλιακό φως. Ορισμένες βιταμίνες μπορούν να συντεθούν από τον άνθρωπο από τις ουσίες που προσλαμβάνουν.

Για παράδειγμα, η σύνθεση της νιασίνης περιλαμβάνει την τρυπτοφάνη, ένα αμινοξύ, σε αντίθεση με τη βιταμίνη Α που πρόδρομος της είναι το β-καροτένιο (Institute of Medicine, 1998). Μια ολοκληρωμένη απαρίθμηση των χωρών που έχουν υιοθετήσει υποχρεωτικά προγράμματα εμπλουτισμού με ζωτικές βιταμίνες, συμπεριλαμβανομένης της νιασίνης, της βιταμίνης Α, του φολικού οξέος και των βιταμινών Β1, Β2 και Β12, είναι διαθέσιμη μέσω της Πρωτοβουλίας Εμπλουτισμού Τροφίμων (FFI).

1.1.4.2. Ελλιπής πρόσληψη βιταμινών

Τα αποθέματα βιταμινών στον οργανισμό ποικίλλουν σημαντικά. Μεγάλες συγκεντρώσεις βιταμινών Β12, Α και D αποθηκεύονται κυρίως στο ήπαρ. Η ανεπάρκεια βιταμινών Α και D από τη διατροφή ενός ενήλικα μπορεί να εμφανιστεί μέσα σε λίγους μήνες και η ανεπάρκεια βιταμίνης Β12 μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να εξελίσσεται για χρόνια. Ωστόσο, η συσσώρευση της βιταμίνης Β3, πιο συγκεκριμένα της νιασίνης και της νιασιναμίδης, είναι αμελητέα, γεγονός που οφείλεται σε διάρκεια αποθήκευσης όχι μεγαλύτερη από μερικές εβδομάδες. Πειραματικές μελέτες για τη στέρηση της ανθρώπινης βιταμίνης C έχουν δείξει ότι η έναρξη των συμπτωμάτων που σχετίζονται με το σκορβούτο μπορεί να συμβεί σε χρονικό διάστημα μεταξύ ενός μήνα έως και έξι μήνες αργότερα. Η διάρκεια εξαρτάται από τις προηγούμενες διατροφικές συνήθειες ενός ατόμου, οι οποίες με τη σειρά τους υπαγορεύουν την έκταση της αποθήκευσης της βιταμίνης C στο σώμα τους (Pemberton, 2006).

Τα ελλείμματα σε βιταμίνες ταξινομούνται ως πρωτογενή ή δευτερογενή. Μια πρωτογενής ανεπάρκεια προκαλείται όταν μια επαρκής ποσότητα μιας συγκεκριμένης βιταμίνης δεν καταναλώνεται από ένα άτομο ή έναν οργανισμό μέσω της διατροφής του. Μια δευτερογενής ανεπάρκεια μπορεί να εκδηλωθεί όταν η απορρόφηση ή η χρήση βιταμινών παρεμποδίζεται ή περιορίζεται από μια υποκείμενη πάθηση. Επιπλέον, επιλογές τρόπου ζωής όπως το κάπνισμα, η υπερβολική κατανάλωση αλκοόλ ή η χρήση ουσιών που εμποδίζουν την απορρόφηση ή τη χρήση των βιταμινών μπορεί να συμβάλλουν σε αυτήν την κατάσταση. Αν και τα άτομα που διατηρούν ποικίλη διαίτα είναι λιγότερο πιθανό να αντιμετωπίσουν σοβαρές ελλείψεις σε πρωτογενείς βιταμίνες, μπορεί να υπολείπονται των συνιστώμενων ημερήσιων δόσεων. Σύμφωνα με μια πανεθνική έρευνα που πραγματοποιήθηκε στις

Ηνωμένες Πολιτείες μεταξύ 2003 και 2006, τουλάχιστον το 90 τοις εκατό όσων δεν κατανάλωναν συμπληρώματα βιταμινών εμφάνισαν ανεπαρκή επίπεδα συγκεκριμένων απαραίτητων βιταμινών, ιδίως βιταμινών D και E (Bailey et al., 2012). .

Ανεπάρκειες βιταμινών του ανθρώπου που έχουν ερευνηθεί εντατικά είναι:

- Νιασίνης που προκαλεί πελλάγρα
- Θειαμίνης που προκαλεί μπέρι-μπέρι
- Βιταμίνης C που προκαλεί σκορβούτο
- Βιταμίνης D (ραχίτιδα) και
- Φυλλικού οξέος που προκαλεί ανωμαλίες του νευρικού σωλήνα

Τέτοιες ελλείψεις είναι σπάνιες στην πλειονότητα των αναπτυγμένων χωρών ως αποτέλεσμα της άφθονης διαθεσιμότητας τροφίμων και της ενσωμάτωσης βιταμινών σε συχνά καταναλώσιμα προϊόντα. Ένας σημαντικός όγκος έρευνας έχει δημιουργήσει μια σύνδεση μεταξύ της ανεπάρκειας βιταμινών και μιας ποικιλίας θεμάτων, πέρα από τις συμβατικές ασθένειες που σχετίζονται με την ανεπάρκεια (Lakhan and Vieira, 2008· Boy et al., 2009).

1.1.4.3. Υπερβολική πρόσληψη βιταμινών (υπερβιταμίνωση)

Η υπερτοξικότητα είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει την οξεία ή χρόνια τοξικότητα που έχει διαπιστωθεί ως συνέπεια της υπερβολικής κατανάλωσης συγκεκριμένων βιταμινών. Πολλές κυβερνήσεις και η Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν εκδώσει ανώτατα ανεκτά επίπεδα πρόσληψης (UL) για βιταμίνες των οποίων οι επιβλαβείς επιδράσεις έχουν τεκμηριωθεί. Η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων εξέδωσε αυτά τα UL το 2006 και τα Εθνικά Ινστιτούτα Υγείας και Διατροφής της Ιαπωνίας τα εξέδωσαν το 2010. Αν και είναι απίθανο να καταναλωθεί υπερβολική ποσότητα οποιασδήποτε βιταμίνης μόνο μέσω των τροφίμων, περιπτώσεις υπερβολικής κατάποσης (τοξικότητα βιταμινών) έχουν τεκμηριωθεί σε σχέση με τα συμπληρώματα διατροφής. Σωρευτικά 63.931 περιπτώσεις τοξικότητας που αφορούσαν πολυβιταμινούχα σκευάσματα εμπλουτισμένα και με μεταλλικά στοιχεία καθώς και διάφορα σκευάσματα βιταμινών αναφέρθηκαν στην Αμερικανική Ένωση Κέντρων Ελέγχου Δηλητηριάσεων (AAPCC) το 2016. Το 72 τοις εκατό αυτών των περιστατικών αφορούσε βρέφη και παιδιά ηλικίας μικρότερης των πέντε ετών (Gummin et al., 2017). Η μελέτη μιας πανεθνικής έρευνας για τα τρόφιμα και τα συμπληρώματα στις Ηνωμένες Πολιτείες αποκάλυψε ότι περίπου το 7 τοις εκατό των ενηλίκων χρηστών

συμπληρωμάτων ,υπερέβη το ανώτατο ανεκτό επίπεδο πρόσληψης (UL) για το φολικό οξύ. Επιπλέον, το 5 τοις εκατό των ατόμων ηλικίας 50 ετών και άνω ξεπέρασαν τα επίπεδα βιταμίνης A κατά UL, σύμφωνα με τους Bailey et al. (2012).

1.1.5. Η επίδραση της μαγειρικής στις βιταμίνες

Έχει διεξαχθεί εκτενής έρευνα από το USDA σχετικά με το ποσοστό των διατροφικών απωλειών που συμβαίνουν σε διαφορετικές ποικιλίες τροφίμων στις διάφορες μεθόδους μαγειρέματος (USDA, 2007). Συγκεκριμένες βιταμίνες είναι πιο εύκολα διαχειρίσιμες από τον οργανισμό όταν η βιοδιαθεσιμότητα τους ενισχύεται μέσω του μαγειρέματος. Οι πολυάριθμες βιταμίνες που είναι ευαίσθητες στην αποικοδόμηση όταν εκτίθενται στη θερμότητα, συμπεριλαμβανομένου του σιγοβρασμού, του τηγανίσματος και του ατμού, περιγράφονται λεπτομερώς στον παρακάτω πίνακα. Η διατροφική σύνθεση και η πιθανή παρουσία επιβλαβών ουσιών, συμπεριλαμβανομένων των λεκτινών, μπορούν να επηρεαστούν από την επεξεργασία των τροφίμων (Awuchi and Udeogu 2016· Awuchi et al., 2019). Η θερμική επεξεργασία των τροφίμων μπορεί επίσης να επηρεάσει την απορρόφηση νερού, τη δομή και λειτουργία των ινών (Awuchi et al., 2018).

Οι βιταμίνες που είναι υδατοδιαλυτές, συμπεριλαμβανομένων των B και C, διαλύονται στο νερό όταν βράζουν τα λαχανικά. Αυτές οι βιταμίνες χάνονται στη συνέχεια όταν απορρίπτεται το νερό.

Πίνακας 1 Η επίδραση της μαγειρικής στις βιταμίνες (Chinaza Godswill et al 2020)

Vitamin	Soluble in Water	Stable to Heat Exposure	Stable to Light Exposure	Stable to Air Exposure
A	No	relatively stable	Partially	partially
C	very unstable	no	No	yes
D	No	no	No	No
E	No	no	Yes	yes
K	No	no	Yes	No
Thiamine (B1)	highly	> 100 °C	?	No
Riboflavin (B2)	slightly	no	in solution	No
Niacin (B3)	Yes	no	No	No
Pantothenic Acid (B5)	quite stable	yes	No	No
Vitamin B6	Yes	?	Yes	?
Biotin (B7)	somewhat	no	?	?
Folic Acid (B9)	Yes	at high temp	when dry	?
Cobalamin (B12)	Yes	no	Yes	?

1.1.6. Προτεινόμενα επίπεδα πρόσληψης βιταμινών

Όσον αφορά τη θέσπιση κατευθυντήριων γραμμών για τη διατροφή του ανθρώπου, δεν υπάρχει συναίνεση μεταξύ των κρατικών υπηρεσιών σχετικά με τις ακριβείς ποσότητες θρεπτικών ουσιών που απαιτούνται για την πρόληψη της ανεπάρκειας ή τις μέγιστες ποσότητες που πρέπει να καταναλώνονται για την αποφυγή των κινδύνων τοξικότητας. Για παράδειγμα, η EFSA (2017) ανέφερε ότι η συνιστώμενη ημερήσια δόση βιταμίνης C διέφερε σημαντικά, κυμαινόμενη από 40 mg στην Ινδία έως 155 mg στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η Συνιστώμενη Ημερήσια Πρόσληψη ή Συνιστώμενη Διαιτητική Πρόσληψη (RDA) και η Εκτιμώμενη Μέση Απαίτηση (EARs) για βιταμίνες στις Ηνωμένες Πολιτείες παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Επιπλέον, περιλαμβάνονται οι Population Reference Intake (PRI) για την Ευρωπαϊκή Ένωση ισοδύναμο του (RDA), οι οποίες και μοιάζουν. Ακόμα, καθορίζει τα μέγιστα επίπεδα πρόσληψης που τρεις κρατικές υπηρεσίες κρίνουν ασφαλή. Η Συνιστώμενη Ημερήσια Πρόσληψη (RDA) βιταμινών υπολογίζονται για να εφαρμοστούν σε άτομα με μεγαλύτερες διατροφικές απαιτήσεις από τις Εκτιμώμενες Μέσες Απαιτήσεις (EARs). Όταν δεν υπάρχει επαρκής όγκος δεδομένων για τον καθορισμό των Συνιστώμενη Ημερήσια Πρόσληψη (RDA) και των Εκτιμώμενων Μέσων Απαιτήσεων (EARs), προσδιορίζονται οι Επαρκείς Προσλήψεις (AI). Οι κυβερνήσεις συχνά επιδεικνύουν καθυστέρηση στη διαδικασία ενημέρωσης πληροφοριών αυτού του είδους. Όλα τα δεδομένα που σχετίζονται με τα επίπεδα στις Ηνωμένες Πολιτείες, εξαιρουμένης της βιταμίνης D και του ασβεστίου, συγκεντρώθηκαν από το 1997 έως το 2004, όπως δηλώθηκε από το Συμβούλιο Τροφίμων και Διατροφής του Ινστιτούτου Ιατρικής το 2020.

Πίνακας 2 Προτεινόμενα επίπεδα πρόσληψης βιταμινών (Chinaza Godswill et al 2020)

Nutrient (Vitamin)	Unit	Highest U.S. RDA or AI	U.S. EAR	Highest EU PRI or AI	Upper limit (UL)		
					U.S.	EU	Japan
Vitamin A	µg	900	625	1300	3000	3000	2700
Vitamin C	mg	90	75	155	2000	ND	ND
Vitamin D	µg	15	10	15	100	100	100
Vitamin K	µg	120	NE	70	ND	ND	ND
α-tocopherol (Vitamin E)	mg	15	12	13	1000	300	650-900
Thiamin (Vitamin B1)	mg	1.2	1	0.1 mg/MJ	ND	ND	ND
Riboflavin (Vitamin B2)	mg	1.3	1.1	2	ND	ND	ND
Niacin (Vitamin B3)	mg	16	12	1.6 mg/MJ	35	10	60-85
Pantothenic acid (Vitamin B5)	mg	5	NE	7	ND	ND	ND
Vitamin B6	mg	1.3	1.1	1.8	100	25	40-60
Biotin (Vitamin B7)	µg	30	NE	45	ND	ND	ND
Folate (Vitamin B9)	µg	400	320	600	1000	1000	900-1000
Cyanocobalamin (Vitamin B12)	µg	2.4	2	5	ND	ND	ND

US EAR: Εκτιμώμενες Μέσες Απαιτήσεις.

ND: Τα UL δεν έχουν καθοριστεί

NE: Τα EAR δεν έχουν καθιερωθεί.

PRI: Population Reference Intake είναι το ισοδύναμο της Ευρωπαϊκής Ένωσης του RDA

US RDA: Συνιστώμενη Ημερήσια Πρόσληψη RDA ΗΠΑ.

Upper Limit or UL: Ανεκτά ανώτερα επίπεδα πρόσληψης

1.1.7. Συμπληρώματα βιταμινών

Υπάρχει έλλειψη στοιχείων στην υποστήριξη της ιδέας ότι τα συμπληρώματα βιταμινών προσφέρουν οποιαδήποτε οφέλη όσον αφορά την πρόληψη του καρκίνου ή των καρδιαγγειακών παθήσεων σε άτομα που έχουν σε γενικές γραμμές καλή υγεία (Moyer, 2014; Jenkins et al., 2018). Επίσης τα συμπληρώματα βιταμινών Α και Ε δεν παρέχουν γενικά οφέλη για την υγεία σε άτομα που έχουν γενικά καλή υγεία. Αντίθετα μπορεί να αυξήσουν τα ποσοστά θνησιμότητας. Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι οι δύο ουσιαστικές μελέτες που επιβεβαιώνουν αυτό το αποτέλεσμα επικεντρώθηκαν αποκλειστικά σε άτομα που καπνίζουν, μια ομάδα για την οποία οι πιθανές αρνητικές επιπτώσεις των συμπληρωμάτων βήτα-καροτίνης είχαν ήδη αναγνωριστεί (Moyer, 2014; Bjelakovic et al., 2007). Οι Zhao et al. (2017), σε μια ολοκληρωμένη μελέτη, δεν βρήκαν στοιχεία που να υποστηρίζουν τον ισχυρισμό ότι η λήψη συμπληρωμάτων ασβεστίου ή βιταμίνης D μειώνει τη συχνότητα καταγμάτων των οστών σε ηλικιωμένους ενήλικες.

Στην Ευρώπη ρυθμίζονται οι μέγιστες επιτρεπόμενες ποσότητες βιταμινών και μετάλλων για ασφαλή κατανάλωση ως συμπληρώματα διατροφής. Συνιστάται γενικά ότι η μέγιστη ημερήσια δόση βιταμινών που διατίθενται ως συμπληρώματα διατροφής δεν υπερβαίνει το ανώτατο αποδεκτό όριο πρόσληψης (UL). Λόγω της πιθανότητας παρουσίας ανεπιθύμητων δράσεων, τα προϊόντα βιταμινών που υπερβαίνουν αυτούς τους ρυθμιστικούς περιορισμούς δεν θεωρούνται συμπληρώματα και πρέπει να ταξινομούνται ως συνταγογραφούμενα φάρμακα ή μη συνταγογραφούμενα φαρμακευτικά προϊόντα (που συνήθως αναφέρονται ως φάρμακα χωρίς ιατρική συνταγή). Τα ULs προέκυψαν από μια συλλογική προσπάθεια μεταξύ της Ευρωπαϊκής Ένωσης, των Ηνωμένων Πολιτειών και της Ιαπωνίας (Jenkins et al. 2018, Bjelakovic et al. 2007).

Οι βιταμίνες βρίσκονται συχνά σε συμπληρώματα διατροφής, μαζί με μέταλλα, και φαρμακευτικά φυτά (βότανα) (Awuchi, 2019a), μεταξύ άλλων ευεργετικών ουσιών. Επιστημονικά στοιχεία τεκμηριώνουν τις ευεργετικές επιπτώσεις των συμπληρωμάτων διατροφής στην ευημερία των ατόμων που πάσχουν από συγκεκριμένες ιατρικές παθήσεις. Ειδικές καταστάσεις στις οποίες τα συμπληρώματα βιταμινών μπορεί να προκαλέσουν ανεπιθύμητες ενέργειες περιλαμβάνουν τη χρήση πριν από τη χειρουργική επέμβαση, σε συνδυασμό με άλλα συμπληρώματα διατροφής ή φάρμακα ή από άτομα με ιδιαίτερα προβλήματα υγείας.

1.2. Μέταλλα

Τα μέταλλα, τα οποία είναι ανόργανα στοιχεία, θεωρούνται ζωτικής σημασίας θρεπτικά συστατικά για την καλή λειτουργία των οργανισμών, συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπων (Zoroddu et al., 2019; Awuchi, 2019b; Berdanier et al., 2013; National Library of Medicine, 2016). Ωστόσο, στα βασικά μεταλλικά θρεπτικά συστατικά δεν περιλαμβάνονται συνήθως τα ακόλουθα : άνθρακας, άζωτο, οξυγόνο και υδρογόνο, τα οποία είναι τα τέσσερα κύρια συστατικά του ανθρώπινου σώματος. Αντίθετα, το άζωτο ταξινομείται ως μέταλλο από τα φυτά λόγω της συχνής παρουσίας του στα λιπάσματα. Συνολικά, τα τέσσερα στοιχεία αποτελούν περίπου το 96% του όγκου του ανθρώπινου σώματος. Το υπόλοιπο κλάσμα αποτελείται από κύρια μέταλλα, γνωστά ως μακροστοιχεία και δευτερεύοντα μέταλλα, που αναφέρονται ως ιχνοστοιχεία ή μικροστοιχεία.

Τα μέταλλα, ως στοιχεία, είναι βιολογικά αδύνατο να παραχθούν από τους ζωντανούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπων. Τα μέταλλα αποκτώνται από τα φυτά , από τη γη (Corvallis, 2016). Τα μέταλλα για ανθρώπινη κατανάλωση απαντώνται μέσω της κατάποσης νερού και της τροφής ζωικών και φυτικών προϊόντων (Corvallis, 2016). Αποτελούν μία από τις τέσσερις κατηγορίες απαραίτητων θρεπτικών συστατικών, οι οποίες περιλαμβάνουν επίσης βιταμίνες, απαραίτητα αμινοξέα και απαραίτητα λιπαρά οξέα (US National Institutes of Health, Bethesda, 2016). Τα βασικά θρεπτικά συστατικά παίρνουν το όνομά τους από το γεγονός ότι δεν μπορούν να συντεθούν στον οργανισμό και επομένως πρέπει να αποκτώνται μέσω της διατροφής ή, σε σπάνιες περιπτώσεις, μέσω συμπληρωμάτων.

Τα κύρια μέταλλα είναι τα πέντε ανόργανα στοιχεία που θεωρούνται απαραίτητα για την ανθρώπινη υγεία (Berdanier et al., 2013). Αυτά τα μέταλλα είναι το ασβέστιο, το νάτριο, το μαγνήσιο, ο φώσφορος και το κάλιο. Τα ιχνοστοιχεία είναι η ονομασία για τα υπολειμματικά ανόργανα συστατικά που παραμένουν στο ανθρώπινο σώμα. Τα ιχνοστοιχεία, συγκεκριμένα ο χαλκός, το ιώδιο, το σελήνιο, το θείο, ο σίδηρος, το χλώριο, το μαγγάνιο και το μολυβδαίνιο, εκτελούν μοναδικές βιοχημικές λειτουργίες μέσα στο ανθρώπινο σώμα (Berdanier et al., 2016).

Τα διαλυμένα στοιχεία από το έδαφος αφομοιώνονται από τα φυτά προτού καταναλωθούν από φυτοφάγα και παμφάγα ζώα. Έτσι, τα ανόργανα στοιχεία μπαίνουν στην τροφική αλυσίδα. Επιπλέον, κάποια ζωικά είδη χρησιμοποιούν γεωφαγία, έναν μηχανισμό με

τον οποίο καταναλώνονται μικρές ποσότητες εδάφους για να αποκτηθούν μεταλλικά στοιχεία που δεν είναι διαθέσιμα μέσω εναλλακτικών διατροφικών μέσων.

Η διαδικασία με την οποία απελευθερώνονται τα μέταλλα και τα ιχνοστοιχεία, μέσω της διάσπασης των χημικών ενώσεων, εξαρτάται από τα βακτήρια και τους μύκητες. Τα βακτήρια και οι μύκητες χρησιμοποιούν αυτά τα θρεπτικά συστατικά όχι μόνο για τη δική τους διατροφή αλλά και για να υποστηρίξουν τη διατροφή άλλων ειδών στην οικολογική τροφική αλυσίδα. Το κοβάλτιο, για παράδειγμα, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα ζώα πριν από τη βακτηριακή του επεξεργασία σε σύνθετες ενώσεις, συμπεριλαμβανομένης της βιταμίνης B12.

2. Η σημασία των βιταμινών για το ανθρώπινο σώμα

Οι βιταμίνες είναι περίπλοκα οργανικά μόρια που βρίσκονται σε μικρές ποσότητες στα τρόφιμα. Είναι ζωτικής σημασίας για τον κατάλληλο μεταβολισμό και η απουσία τους μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα. Ωστόσο, η αναπλήρωση αυτών των θρεπτικών συστατικών μπορεί να ανακουφίσει τα συμπτώματα ανεπάρκειας (Marshall, 1986). Οι βιταμίνες παρουσιάζουν μεγαλύτερη ποικιλομορφία σε σύγκριση με τα λιπίδια, τους υδατάνθρακες και τις πρωτεΐνες. Διακρίνονται από άλλες ομάδες λόγω του οργανικού τους χαρακτήρα και η ταξινόμηση τους βασίζεται στη χημική σύσταση και τη βιολογική τους λειτουργία. Απαιτούνται ελάχιστες ποσότητες βιταμινών για τους σκοπούς της ανάπτυξης, της υγείας και της αναπαραγωγής. Ορισμένες βιταμίνες, όπως το ασκορβικό οξύ, η βιταμίνη D και η νιασίνη, δεν συμμορφώνονται πάντα με τον τυπικό ορισμό και μπορεί να μην είναι πάντα απαραίτητα συστατικά της τροφής. Τα ζώα δημιουργούν ασκορβικό οξύ, η νιασίνη σχηματίζεται από το αμινοξύ τρυπτοφάνη και η βιταμίνη D συντίθεται από την υπεριώδη ακτινοβολία από το ηλιακό φως. Έτσι, σε ορισμένες περιπτώσεις και για συγκεκριμένα ζωικά είδη, η βιταμίνη D, το ασκορβικό οξύ και η νιασίνη δεν πληρούν τα κριτήρια για να ταξινομηθούν ως βιταμίνες (McDowell, 2000). Όσον αφορά την ταξινόμηση των βιταμινών, αυτές χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες: τις υδατοδιαλυτές και τις λιποδιαλυτές βιταμίνες. Το σύμπλεγμα B και οι βιταμίνες C είναι υδατοδιαλυτές, ενώ οι βιταμίνες A, D, E και K είναι λιποδιαλυτές. Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες συνδέονται με τα διαιτητικά λίπη και απορροφώνται μαζί με αυτά. Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες δεν επηρεάζονται από τα λίπη και παραμένουν ανεπηρέαστες από τις αλλαγές στην απορρόφηση του λίπους (McDowell, 2000; Wardlaw et al., 2004).

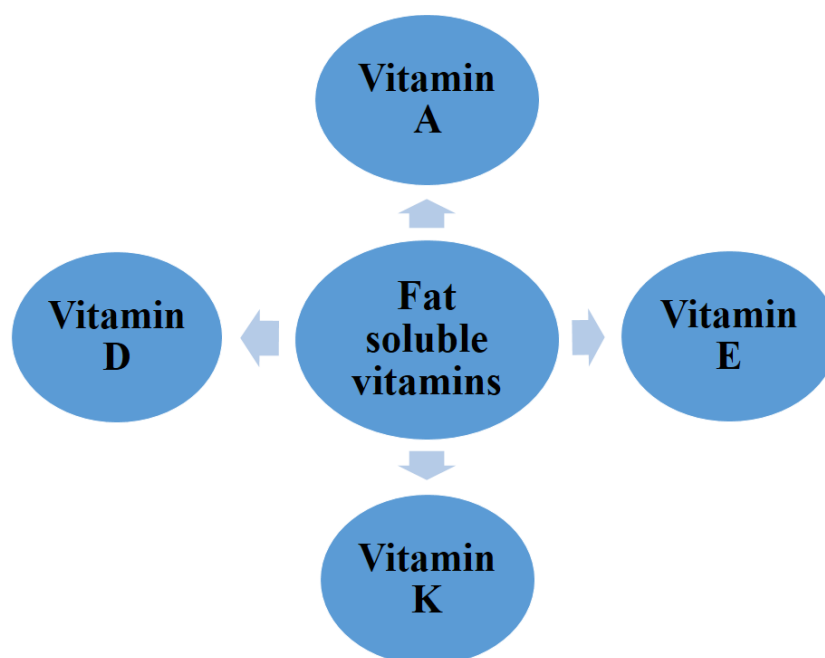
Στα πρώτα στάδια της ερευνάς των βιταμινών, η χημική τους σύνθεση δεν ήταν ακόμη κατανοητή και χαρακτηρίστηκαν χρησιμοποιώντας γράμματα του αλφαβήτου. Η αλφαριθμητοποίηση έγινε πολύπλοκη ως αποτέλεσμα των διαφόρων τύπων βιταμινών (όπως το σύμπλεγμα βιταμινών B), των παραλλαγών στη χημική δομή εντός των ομάδων και της αναγνώρισης χημικών λειτουργιών. Οι βιταμίνες ταξινομήθηκαν επίσης ανάλογα με τη λειτουργία και την προέλευσή τους. Η βιταμίνη H (βιοτίνη) ονομάστηκε από τη γερμανική λέξη «haut», που σημαίνει δέρμα, επειδή είναι γνωστό ότι προστατεύει το δέρμα. Η βιταμίνη K προέρχεται από τη δανέζικη λέξη "koagulation", που σημαίνει πήξη.

Το παντοθενικό οξύ, βιταμίνη 5, που προέρχεται από την ελληνική λέξη "pantos", υποδηλώνει την πανταχού παρούσα εμφάνισή του. Η Επιτροπή Ονοματολογίας του Αμερικανικού Ινστιτούτου Διατροφής (Cnain, 1981) ανέπτυξε κανόνες για την ονομασία των βιταμινών.

Το ανθρώπινο σώμα στερείται της ικανότητας να παράγει βιταμίνες ενδογενώς, καθιστώντας απαραίτητη τη λήψη τους μέσω της διατροφικής πρόσληψης. Οι ανεπάρκειες βιταμινών μπορεί να οδηγήσουν σε σοβαρές ή μερικές φορές θανατηφόρες ασθένειες.. Για παράδειγμα, η τύφλωση συνδέεται με έλλειψη βιταμίνης A, το beri-beri με ανεπάρκεια βιταμίνης B1, η πελλάγρα με έλλειψη βιταμίνης B3, η αναιμία με ανεπαρκή βιταμίνη B6, το σκορβούτο με ανεπάρκεια βιταμίνης C και η ραχίτιδα με έλλειψη βιταμίνης D (Asensi-Fabado και Munne-Bosch, 2010). Αυτό το κεφάλαιο εξετάζει αποκλειστικά τη βιολογική σημασία των βιταμινών για την ανθρώπινη υγεία.

2.1. Λιποδιαλυτές βιταμίνες

Οι βιταμίνες A, D, E και K ταξινομούνται ως λιποδιαλυτές βιταμίνες (Εικόνα 1). Αυτό το υποκεφάλαιο παρέχει μια θεμελιώδη επισκόπηση των λιποδιαλυτών βιταμινών, συμπεριλαμβανομένης της βιολογικής τους σημασίας, της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης και των διαιτητικών πηγών.



Εικόνα 1 Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες

2.1.1. Βιταμίνη A

Η βιταμίνη A είναι πολύ περίπλοκη στη φυσική της μορφή. Μπορεί να προέρχεται τόσο από φυτικές όσο και από ζωικές πηγές. Η βιταμίνη A που προέρχεται από ζωικές πηγές αναφέρεται ως ρετινοειδές, ενώ η βιταμίνη A που λαμβάνεται από φυτικές πηγές είναι

γνωστή ως καροτενοειδές προβιταμίνης Α. Οι εστέρες ρετινόλης, ρετινοϊκού οξέος και ρετινυλικού οξέος περιλαμβάνουν διακριτές παραλλαγές ρετινοειδών. Το α-καροτένιο, το β-καροτένιο και η β-κρυπτοξανθίνη είναι καροτενοειδή προβιταμίνης Α φυτικής προέλευσης που μετατρέπονται σε προσχηματισμένα ρετινοειδή βιταμίνης Α κατά την πέψη στο ανθρώπινο σώμα (WHFoods, 2017).

Τα οφέλη αυτής της ουσίας περιλαμβάνουν την ενίσχυση της όρασης, την ενίσχυση των ανοσολογικών και αντιφλεγμονωδών συστημάτων, την τόνωση της κυτταρικής ανάπτυξης, την επίδειξη αντιοξειδωτικής δράσης και τη διευκόλυνση της σωστής επικοινωνίας των κυττάρων (WHFoods, 2017).

Η συνιστώμενη ημερήσια κατανάλωση βιταμίνης Α για τους νεαρούς άνδρες είναι 900 μικρογραμμάρια, για τις γυναίκες είναι 700 μικρογραμμάρια και για τα παιδιά κυμαίνεται από 300 έως 400 μικρογραμμάρια (WHFoods, 2017).

Τα καροτενοειδή (προβιταμίνη Α) μπορούν να βρεθούν σε μια ποικιλία τροφών όπως στη γλυκοπατάτα, στα καρότα, στο σπανάκι, στο λάχανο, στα χόρτα μoustάρδας, στα λαχανικά, στα γογγύλια, στο σέσκουλο, στο μαρούλι Romaine, στο Bok Choy, στο πεπόνι, στη πιπεριά, στο μαϊντανό, στο μπρόκολο, στα σπαράγγια, στα θαλασσίνα, στις πιπεριές τσίλι, στις ντομάτες, στο βασιλικό, στην παπάγια, στις γαρίδες, στα αυγά, στα λαχανάκια Βρυξελλών και στα γκρέιπφρουτ (WHFoods, 2017).

2.1.2. Βιταμίνη D

Η βιταμίνη D είναι ζωτικής σημασίας για το ανθρώπινο σώμα, αλλά η συνιστώμενη δόση ποικίλλει και δεν είναι σταθερή λόγω του γεγονότος ότι η έκθεση στον ήλιο διεγείρει επίσης την παραγωγή βιταμίνης D στο δέρμα. Το ανθρώπινο σώμα εκτίθεται στο ηλιακό φως, και συγκεκριμένα στο μήκος κύματος της υπεριώδους ακτινοβολίας Β (UVB), το οποίο προκαλεί μια χημική αντίδραση. Αυτή η αντίδραση μετατρέπει την 7-δεϋδροχοληστερόλη, μια ουσία που βρίσκεται στο σώμα, σε χοληκαλσιφερόλη, η οποία είναι μια αρχική μορφή βιταμίνης D. Ωστόσο, η ποσότητα της χοληκαλσιφερόλης που παράγεται από την ακτινοβολία UV-B είναι αβέβαιη καθώς επηρεάζεται από παράγοντες και χαρακτηριστικά των χρωστικών του δέρματος, την κατάσταση του δέρματος και τις ιδιότητες της ηλιοφάνειας. Η χοληκαλσιφερόλη είναι μια ανενεργή μορφή βιταμίνης D που απαιτεί τη

συμμετοχή των νεφρών και του ήπατος για να μετατραπεί στην ενεργή της μορφή. Αυτές οι πρόσθετες διαδικασίες περιπλέκουν τη διαδικασία πρόβλεψης της απορρόφησής της. Υπάρχουν λίγες πηγές τροφίμων που περιέχουν βιταμίνη D, ωστόσο το επίπεδο αυτής της βιταμίνης στο σώμα μπορεί να ενισχυθεί με την αύξηση της έκθεσης στο ηλιακό φως (WHFoods, 2017).

Η βιταμίνη D είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση κανονικών σωματικών λειτουργιών, καθώς η έλλειψη αυτής της βιταμίνης μπορεί να οδηγήσει σε παραμόρφωση και εξασθένηση των οστών. Η ανεπάρκεια βιταμίνης D συνδέεται με διάφορες ασθένειες όπως οστεοπόρωση, ραχίτιδα, οστεομαλακία, διαταραχή της ισορροπίας, διαβήτη, ρευματοειδής αρθρίτιδα, άσθμα, κατάθλιψη, επιληψία και μειωμένη ανοσολογική λειτουργία. Η κατάσταση της μη φυσιολογικής ανάπτυξης των οστών στα παιδιά αναφέρεται ως ραχίτιδα, ενώ στους ενήλικες είναι γνωστή ως οστεομαλακία (Wagner and Greer, 2008). Η βιταμίνη D ενισχύει την πρόσληψη του ασβεστίου από τις διατροφικές πηγές και μειώνει την απέκκρισή του μέσω των ούρων. Επιπλέον, ρυθμίζει τα επίπεδα ασβεστίου στο αίμα εξάγοντας ασβέστιο από τα οστά. Ωστόσο, αυτός ο μηχανισμός είναι αποτελεσματικός μόνο όταν υπάρχει επαρκής ποσότητα βιταμίνης D στη διατροφή. Η ανεπάρκεια βιταμίνης D σχετίζεται επίσης με αυξημένο κίνδυνο αυξημένων επιπέδων σακχάρου στο αίμα και διαβήτη (Belenchia et al., 2013). Η βιταμίνη D παίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη των λευκών αιμοσφαιρίων, τα οποία βρίσκονται στην πρώτη γραμμή των ανοσολογικών αντιδράσεων του οργανισμού. Μια μελέτη από τους Jolliffe et al. (2013) βρήκε μια σαφή σχέση μεταξύ της ανεπάρκειας βιταμίνης D και του αυξημένου κινδύνου αναπνευστικών ασθενειών. Ο επιπολασμός της ανεπάρκειας βιταμίνης D αυξάνεται από τη δεκαετία του 1980, αποδίδεται κυρίως στην ευρεία χρήση αντηλιακών και στη μειωμένη έκθεση στον ήλιο (Faurischou et al., 2012).

Σύμφωνα με το WHFoods (2017), οι έφηβοι, συμπεριλαμβανομένων ανδρών και γυναικών, θα πρέπει να έχουν ημερήσια διατροφική πρόσληψη 15 μικρογραμμαρίων, που ισοδυναμεί με 600 μονάδες.

Οι ακόλουθες τροφές περιέχουν υψηλά επίπεδα βιταμίνης D: κρόκος αυγού, τόνος, σολομός, σαρδέλα, μανιτάρια, αγελαδινό γάλα, γάλα σόγιας, χυμός πορτοκαλιού και εμπλουτισμένα τρόφιμα (WHFoods, 2017).

2.1.3. Βιταμίνη Ε

Η βιταμίνη Ε χρησιμοποιείται εν συντομία καθώς περιλαμβάνει τέσσερις διακριτές τοκοφερόλες και τέσσερις διακριτές τοκοτριενόλες. Η ομάδα των οκτώ χημικών ουσιών συλλογικά αναφέρεται ως «τοκοχρωμανόλες», οι οποίες είναι αντιοξειδωτικά που μπορούν να διαλυθούν στο λίπος. Η άλφα-τοκοφερόλη είναι ένα ευρέως αναγνωρισμένο και εκτενώς ερευνημένο μέλος της βιταμίνης Ε. Η βιταμίνη Ε δρα ως αντιοξειδωτικό, προστατεύοντας την ακεραιότητα των λιπιδίων της κυτταρικής μεμβράνης αποτρέποντας την οξειδωτική βλάβη και διατηρώντας την κυτταρική λειτουργία. Αυτή η βιταμίνη χρησιμεύει επίσης ως αντιοξειδωτικό, προστατεύοντας τα τρόφιμα από οξειδωτική βλάβη ενώ αποθηκεύονται και επεξεργάζονται (WHFoods, 2017).

Η βιταμίνη Ε προστατεύει τη χοληστερόλη LDL (λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας) από την οξειδωτική βλάβη που προκαλείται από τις ελεύθερες ρίζες. Η ανεπάρκεια βιταμίνης Ε αυξάνει την ευαισθησία της LDL χοληστερόλης σε οξειδωτική βλάβη, οδηγώντας στη μετατροπή της σε οξειδωμένη LDL. Η αθηροσκλήρωση προκαλείται από τη συσσώρευση οξειδωμένης LDL στα αιμοφόρα αγγεία, που οδηγεί στη σκλήρυνση των αρτηριών. Η ανεπάρκεια βιταμίνης Ε συνδέεται με διάφορες καταστάσεις υγείας, όπως καρδιακή προσβολή, καρκίνο, εγκεφαλικό, ινοκυστική νόσο του μαστού, επιληψία, προεμμηνορροϊκό σύνδρομο, διαβήτη, νόσο του Πάρκινσον, καταρράκτη, νόσο του Αλτσχάιμερ, διαλείπουσα χωλότητα, έρπητα, μειωμένο ανοσολογικό σύστημα και εκφύλιση της ωχράς κηλίδας. (WHFoods, 2017).

Η συνιστώμενη ημερήσια κατανάλωση βιταμίνης Ε είναι 15 χιλιοστόγραμμα για ενήλικες άνδρες και γυναίκες και 5 χιλιοστόγραμμα για παιδιά (WHFoods, 2017).

Οι διατροφικές πηγές βιταμίνης Ε περιλαμβάνουν ηλιόσπορους, σπανάκι, σέσκουλο, γογγύλι, σπαράγγια, πράσινα παντζάρια, χόρτα μoustάρδας, πιπεριές τσίλι, αμύγδαλα, μπρόκολο, πιπεριές, λάχανο, ντομάτες, αβοκάντο, φιστίκια, γαρίδες, ελιές, ελαιόλαδο, λαχανικά, κράνμπερι, σμέουρα, ακτινίδια, καρότα, πράσινα φασόλια και πράσα (WHFoods, 2017).

2.1.4. Βιταμίνη Κ

Η ονομασία «βιταμίνη Κ», όπως προαναφέραμε, προέρχεται από τη γερμανική λέξη «koagulation», που μεταφράζεται σε «θρόμβωση του αίματος» (Shearer et al., 2012· Shearer and Newman, 2014). Εκεί οφείλουν το όνομα τους οι παράγοντες πήξης του αίματος. Οι K1, K2 και K3 είναι οι τρεις θεμελιώδεις μορφές βιταμίνης Κ. Η πιο διαδεδομένη και απαραίτητη μορφή για τη φωτοσύνθεση στα φυτά είναι η K1. Με τη μετατροπή των K1 και K3 σε μορφή K2, τα βακτήρια και άλλοι μικροοργανισμοί μπορούν να παράγουν K2. Το K2 παράγεται επίσης με βιολογική μετατροπή των K1 και K3 μέσα στο ανθρώπινο σώμα. Το K2 δεν βρίσκεται σε προσχηματισμένη μορφή στα φυτά, αλλά μάλλον, παράγεται μέσω της διαδικασίας ζύμωσης των μικροβίων μέσω της μετατροπής του K1 σε K2 (Hirota et al., 2013). Η φωτοσύνθεση, η αντιοξειδωτική δράση και η παραγωγή ενέργειας μέσω της κίνησης των ηλεκτρονίων είναι όλοι οι βασικοί ρόλοι της βιταμίνης Κ (Kurosu και Begari, 2010). Οι K1, K2 και K3 αναφέρονται επιστημονικά ως φυλλοκινόνες, μενακινόνες και μεναδιόνες, αντίστοιχα.

Το εάν οι θρόμβοι αίματος είναι ωφέλιμοι ή επιζήμιοι εξαρτάται από τις συνθήκες κατά το σχηματισμό τους. Η διαδικασία της πήξης του αίματος είναι πολύπλευρη, απαιτώντας τη συμμετοχή είκοσι διακριτών πρωτεϊνών. Μεταξύ αυτών των πρωτεϊνών, η βιταμίνη Κ είναι απαραίτητη (Shearer et al., 2012· Shearer and Newman, 2014).

Επειδή ο πλακούντας εμποδίζει την εκτεταμένη μεταφορά της βιταμίνης Κ στο νεογνό, η ανεπάρκεια βιταμίνης Κ είναι ασυνήθιστη στους νεαρούς ενήλικες αλλά συχνή στα νεογνά. Η ανεπάρκεια βιταμίνης Κ προκαλείται συχνά από σοβαρές γαστρεντερικές και ηπατικές παθήσεις (Shearer et al., 2012· Shearer and Newman, 2014).

Η έλλειψη βιταμίνης Κ, η οποία είναι απαραίτητη για την υγεία των οστών, αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης κατάγματος των οστών. Πειραματικά στοιχεία δείχνουν ότι η βιταμίνη Κ απορροφάται από τα κύτταρα των οστών ως K1 και K2. Η βιταμίνη Κ αποτελείται από μονάδες που επαναλαμβάνουν την ομάδα πρενυλίου. Επιπλέον, η K2 αποτελείται από διάφορους υποτύπους που δηλώνονται MK-4, MK-5, MK-7, MK-8 και MK-9, οι οποίοι περιέχουν μονάδες πρενυλίου. Το γράμμα Μ στο "MK" αντιπροσωπεύει τη "menaquinone", την επιστημονική ονοματολογία για τη μορφή K2, (Shearer et al., 2012· Shearer and Newman, 2014). Οι οστεοκλάστες είναι ένας ξεχωριστός τύπος κυττάρων που συμμετέχει στην απομετάλλωση των οστών, απελευθερώνοντας έτσι μέταλλα για χρήση σε άλλες

σωματικές διεργασίες. Ωστόσο, η υπερβολική απομετάλλωση μπορεί να είναι επιζήμια για τα οστά. Η πρόκληση προγραμματισμένου κυτταρικού θανάτου και η ρύθμιση του πολλαπλασιασμού των οστεοκλαστικών κυττάρων είναι μηχανισμοί με τους οποίους η βιταμίνη Κ αποτρέπει την απομετάλλωση και την υπερβολική παραγωγή οστεοκλαστικών κυττάρων (Atkins et al., 2009· Shearer and Newman, 2014).

Η υποκαρβοξυλιωμένη οστεοκαλσίνη είναι μια διαταραχή της πρωτεΐνης αυτής που αυξάνει σημαντικά τον κίνδυνο κατάγματος οστών, ιδιαίτερα κατάγματος ισχίου. Λόγω της μειωμένης καρβοξυλίωσης της πρωτεΐνης οστεοκαλσίνης, αναπτύσσεται αυτή η διαταραχή. Η βιταμίνη Κ ενισχύει τα οστά ρυθμίζοντας την καρβοξυλίωση των πρωτεϊνών της οστεοκαλσίνης, ιδιαίτερα των K1 και K2. Οι Shearer et al. (2012) και οι Shearer και Newman (2014) αναφέρουν ότι η βιταμίνη Κ συνδέεται με διαταραχές πήξης του αίματος, στεφανιαία νόσο, οστεοπόρωση, ηπατική νόσο, κακοήθεια, νόσο του Crohn , κοιλιοκάκη, κυστική ίνωση και ελκώδη κολίτιδα.

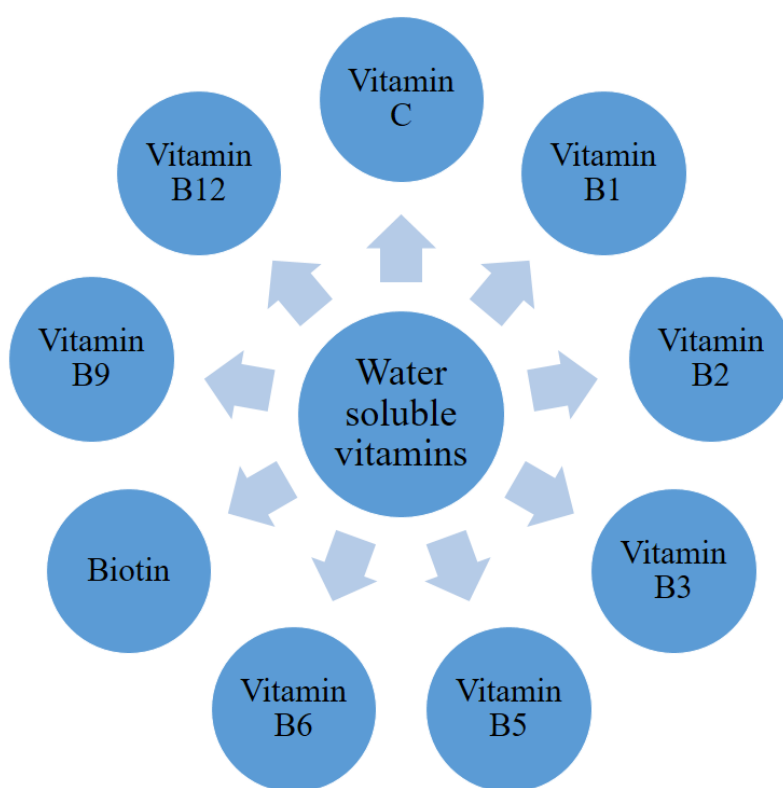
Η συνιστώμενη ημερήσια δόση βιταμίνης Κ είναι 80 μικρογραμμάρια. Η ημερήσια συνιστώμενη πρόσληψη για γυναίκες και άνδρες είναι 90 μικρογραμμάρια, 120 μικρογραμμάρια και 55 μικρογραμμάρια, αντίστοιχα (WHFoods, 2017).

Τα σκούρα πράσινα φυλλώδη λαχανικά χρησιμεύουν ως πηγές τροφής για τη βιταμίνη K1. Τα αυγά, το κρέας, τα ψάρια, τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα ζυμωμένα ζωικά και φυτικά τρόφιμα είναι όλα βιώσιμες επιλογές για τη βιταμίνη K2. Ωστόσο, η βιταμίνη K3 δεν εμφανίζεται φυσικά σε διαιτητικά τρόφιμα (Shearer et al., 2012· Shearer and Newman, 2014).

Οι πλούσιες σε βιταμίνη Κ διατροφικές πηγές είναι: μαϊντανός, μπρόκολο, λαχανάκια Βρυξελλών, λαχανάκια μoustάρδας, λαχανικά, σέσκουλα, γογγύλι, λάχανο, μποκτσόι, σέλινο, ακτινίδιο, πράσα, φασκόμηλο, φασόλια, κουνουπίδι, ντομάτες, ρίγανη, μαύρο πιπέρι, μύρτιλο, πράσινο πιτζίλι, σταφύλι, καρότο, καλοκαιρινό σκουός, γαρύφαλλο, πιπεριά τσίλι, σόγια, αβοκάντο, σμέουρα, χειμωνιάτικο σκουός, αχλάδι, κράνμπερι και πιπεριά.

2.2. Υδατοδιαλυτές βιταμίνες

Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες περιλαμβάνουν το σύμπλεγμα βιταμινών B1, B2, B3, B5, B6, B9, B12, βιοτίνη και βιταμίνη C (Εικόνα 2). Οι επόμενες ενότητες θα εξετάσουν τις θεμελιώδεις διαφορές, τη σημασία στη βιολογία, τη συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη και τις διατροφικές πηγές για αυτές τις βιταμίνες.



Εικόνα 2 Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες

2.2.1. Βιταμίνη B1 (θειαμίνη)

Η βιταμίνη B1, συχνά γνωστή ως θειαμίνη, είναι συστατικό του συμπλέγματος βιταμινών B. Η βιταμίνη B1 έχει κρίσιμο ρόλο στην ανθρώπινη υγεία. Η βιταμίνη B1 παίζει ρόλο στη διαδικασία μετατροπής των υδατανθράκων και των λιπιδίων σε ενέργεια (Kala and Prakash, 2003).

Η σημασία της βιταμίνης B1 έγκειται στο ρόλο της ως ρυθμιστή μεταξύ της διάσπασης των υδατανθράκων χαμηλής ενέργειας, του κύκλου Krebs και της αλυσίδας μεταφοράς ηλεκτρονίων. Αυτή η βιταμίνη παίζει καθοριστικό ρόλο στον ενεργειακό μεταβολισμό και η έλλειψή της μπορεί να εμποδίσει σημαντικά τη διαδικασία του. Η ανεπάρκεια βιταμίνης B1 μπορεί να έχει βαθιές επιπτώσεις στο νευρολογικό σύστημα, το στομάχι και την καρδιά. Ο εγκέφαλος είναι το όργανο του σώματος που απαιτεί την περισσότερη ενέργεια και ως εκ τούτου επηρεάζεται σημαντικά από την έλλειψη της βιταμίνης B1 (Ba, 2008). Η ανεπάρκεια βιταμίνης B1 σχετίζεται με τη νόσο του Πάρκινσον, τη νόσο του Αλτσχάιμερ και τις εγκεφαλικές ασθένειες. Η ανάπτυξη και η ακεραιότητα των εγκεφαλικών κυττάρων βασίζεται στην παρουσία της βιταμίνης B1. Τα άτομα με διαβήτη, γαστρεντερικές παθήσεις, καρδιακή ανεπάρκεια και ηλικιωμένα άτομα διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο να αναπτύξουν έλλειψη σε βιταμίνη B1 (Keogh et al., 2012). Το αλκοόλ δρα ως αναστολέας για την απορρόφηση της βιταμίνης B1, καθώς ένα σημαντικό μέρος αυτής της βιταμίνης χρησιμοποιείται για την αποτοξίνωση του αλκοόλ. Οι διάφορες βιταμίνες που συνθέτουν το σύμπλεγμα βιταμινών B έχουν παρόμοιες λειτουργίες και έχουν υποστηρικτικό ρόλο στην ενίσχυση της απόδοσης των άλλων μελών του συμπλέγματος.

Η συνιστώμενη ημερήσια κατανάλωση για τις γυναίκες είναι 1 χιλιοστόγραμμα, ενώ για τους άνδρες είναι 1,2 χιλιοστόγραμμα (WHFoods, 2017).

Η θειαμίνη μπορεί να ληφθεί από διάφορες διατροφικές πηγές, όπως σπαράγγια, ηλιόσποροι, πράσινα μπιζέλια, λιναρόσποροι, λαχανάκια Βρυξελλών, σπανάκι, λάχανο, μελιτζάνα, μαρούλι, μανιτάρια, φασόλια, μαύρα φασόλια, κριθάρι, αποξηραμένα μπιζέλια, φακές, φασόλια pinto, φασόλια lima, βρώμη, σουσάμι, φιστίκια, γλυκοπατάτα, τόφου, τόνος, ανανάς, πορτοκάλια, μπρόκολο, κρεμμύδια, εμπλουτισμένα δημητριακά, άπαχα κρέατα και δημητριακά ολικής αλέσεως (WHFoods, 2017).

2.2.2. Βιταμίνη B2 (ριβοφλαβίνη)

Η ριβοφλαβίνη, συχνά γνωστή ως βιταμίνη B2, κάνει τα ούρα να φαίνονται κίτρινα σε μεγαλύτερα επίπεδα. Αυτό το μοναδικό χαρακτηριστικό μας επιτρέπει να ανιχνεύσουμε οπτικά την ποσότητά της. Η λέξη "φλαβίνη" προέρχεται από τη λατινική λέξη "flavus", που σημαίνει κίτρινο. Παρόμοια με άλλες βιταμίνες του συμπλέγματος B, αυτή η βιταμίνη παίζει επίσης ρόλο στον ενεργειακό μεταβολισμό (WHFoods, 2017).

Η γλουταθειόνη είναι ένα ζωτικής σημασίας αντιοξειδωτικό που προσφέρει προστασία από την οξειδωτική βλάβη στο σώμα. Η βιταμίνη B2 παίζει καθοριστικό ρόλο στην ανακύκλωση αυτού του αντιοξειδωτικού στο ανθρώπινο σώμα. Αυτή η βιταμίνη διευκολύνει το μεταβολισμό του σιδήρου και η ανεπάρκειά της αυξάνει επίσης την ευπάθεια στην αναιμία, καθώς ο σίδηρος παίζει καθοριστικό ρόλο στη δημιουργία ερυθρών αιμοσφαιρίων. Η έλλειψη αυτής της βιταμίνης αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης ημικρανιών, πονοκεφάλων, σιδηροπενικής αναιμίας, αυξημένων επιπέδων ομοκυστεΐνης, συμφορητικής καρδιακής ανεπάρκειας, νόσου Πάρκινσον, καταρράκτη και υπέρτασης (WHFoods, 2017).

Σύμφωνα με το WHFoods (2017), οι άνδρες χρειάζονται περίπου 1,3 χιλιοστόγραμμα βιταμίνης B2 καθημερινά, ενώ οι γυναίκες χρειάζονται 1 χιλιοστόγραμμα.

Σπανάκι, φύλλα από παντζάρια, σπαράγγια, θαλασσινά, αυγά, αγελαδινό γάλα, μπρόκολο, σέσκουλα, πράσινα φασόλια, μανιτάρια, μποκτσόι, χόρτα μoustάρδας, πιπεριές, σόγια, γιαούρτι, αμύγδαλα, γαλοπούλα, αρακάς, γλυκοπατάτα, σαρδέλες, τόνος, χειμωνιάτικο σκουός, λαχανάκια Βρυξελλών, σταφύλια, λάχανο, καρότα, καλοκαιρινό σκουός, μαρούλι, κουνουπίδι, σέλινο, πιπεριές τσίλι, φακές, μπιζέλια, γαλακτοκομικά προϊόντα, ξηροί καρποί και όλα τα εμπλουτισμένα δημητριακά είναι διατροφικές πηγές της βιταμίνης B2 (WHFoods, 2017).

2.2.3. Βιταμίνη B3 (νιασίνη)

Δύο ενζυματικές μορφές, το νικοτινικό οξύ και το νικοτιναμίδιο είναι μορφές της βιταμίνης B3. Η νόσος της πελλάγρας προκαλείται από ανεπάρκεια βιταμίνης B3. Οι πρωταρχικές λειτουργίες αυτής της βιταμίνης σε σχέση με την ανθρώπινη υγεία είναι η παραγωγή ενέργειας και η αντιοξειδωτική άμυνα (Lanska, 2010). Δύο ξεχωριστές μορφές βιταμίνης B3 είναι το δινουκλεοτίδιο νικοτιναμίδης αδενίνης (NAD) και το φωσφορικό δινουκλεοτίδιο νικοτιναμίδης αδενίνης (NADP). Αυτές οι ενώσεις είναι θεμελιώδεις στη διαδικασία παραγωγής ενέργειας από διατροφικές πηγές όπως οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες και τα λιπίδια (Leskova, 2006).

Η νιασίνη μετατρέπεται σε άμυλο, το οποίο αποθηκεύεται ως πηγή ενέργειας στο συκώτι και στους μύες. Ένζυμα που περιλαμβάνουν NAD, NADP και νιασίνη λειτουργούν επιπρόσθετα ως καταστολείς ελεύθερων ριζών και προστατεύουν τους ιστούς από την οξειδωτική βλάβη. Επιπλέον, μια ανεπάρκεια σε βιταμίνη B3 συνδέεται με τον αλκοολισμό. Πολλές παθήσεις, όπως η σχιζοφρένεια, ο διαβήτης τύπου 1, η αυξημένη χοληστερόλη, η πελλάγρα, η οστεοαρθρίτιδα, η νόσος του Reynaud και η κοινή ακμή, έχουν συνδεθεί με τη βιταμίνη B3 (Lanska, 2010).

Οι άντρες έφηβοι έχουν ημερήσια ανάγκη 16 χιλιοστόγραμμα βιταμίνης B3, ενώ οι γυναίκες έφηβες έχουν 14 χιλιοστόγραμμα (WHFoods, 2017).

Η βιταμίνη B3 βρίσκεται στα ακόλουθα τρόφιμα και ποτά: σπαράγγια, βόειο κρέας, κοτόπουλο, γαλοπούλα, μανιτάρια, σολομός, αρνί, καστανό ρύζι, γλυκοπατάτες και ηλιόσποροι. καρότα, πεπόνι, μανιτάρια, χειμωνιάτικο σκουός, λαχανάκια Βρυξελλών και καλοκαιρινή κολοκύθα, σπανάκι, μπρόκολο, πράσινα φασόλια, μποκτσόι, χόρτα από παντζάρια, σάλτσα σόγιας, λάχανο, πιπεριές τσίλι, σέσκουλο, χόρτα μουστάρδας, μελιτζάνα και γογγύλι.

2.2.4. Βιταμίνη B5 (παντοθενικό οξύ)

Η έλλειψη παντοθενικού οξέος βλάπτει τη χρήση υδατανθράκων, λιπιδίων και πρωτεϊνών ως πηγών ενέργειας, διακόπτει την παραγωγή ορμονών και μπορεί να οδηγήσει σε κατάρρευση του ανοσοποιητικού συστήματος. Το παντοθενικό οξύ είναι ενσωματωμένο στο συνένζυμο Α (CoA), ένα μόριο που παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαδικασία του ενεργειακού μεταβολισμού. Μια ανεπάρκεια σε αυτή τη συγκεκριμένη βιταμίνη έχει συνδεθεί με την ανάπτυξη ελκών ποδιών που σχετίζονται με το διαβήτη, ακμής, χρόνιας κόπωσης και αυξημένης χοληστερόλης (WHFoods, 2017).

Η ημερήσια ανάγκη για βιταμίνη B5 στον ανθρώπινο οργανισμό είναι 10 χιλιοστόγραμμα. Ωστόσο, η ημερήσια απαίτηση πρόσληψης υπόκειται σε διακύμανση μεταξύ των ατόμων με βάση παράγοντες όπως η ηλικία, το φύλο και οι συνθήκες υγείας (WHFoods, 2017).

Η βιταμίνη B5 βρίσκεται στα ακόλουθα τρόφιμα και ποτά: λάχανο, μάραθο, κουνουπίδι, μπρόκολο, χόρτα παντζαριού, σπαράγγια, γογγύλι, πιπεριές, αγγούρι, σέλινο, αβοκάντο, φακές, αποξηραμένα μπιζέλια, κοτόπουλο, γαλοπούλα, γιαούρτι, σολομός, σίκαλη, βοδινό κρέας, αυγά, πατάτες, σιτάρι, καλαμπόκι, γαρίδες, παπάγια, χειμωνιάτικη κολοκύθα, αγελαδινό γάλα, καρότα, πορτοκάλια, σπανάκι, καλοκαίρι, σκούρος, λάχανο, μάραθο, χόρτα μoustάρδας

2.2.5. Βιταμίνη B6

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές μορφές αυτής της υδατοδιαλυτής βιταμίνης, όπως η πυριδοξάλη (PL), η πυριδοξίνη (PN), η 5'-φωσφορική πυριδοξάλη (PLP), η πυριδοξαμίνη (PMP) και η πυριδοξίνη-5'-φωσφορική (PNP) (WHFoods, 2017).

Η βιταμίνη B6 είναι λειτουργικά σημαντική λόγω των πολυάριθμων εμπλοκών της, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής ερυθρών αιμοσφαιρίων, του μεταβολισμού των υδατανθράκων, της αποτοξίνωσης του ήπατος και της υγείας του εγκεφάλου και του νευρικού συστήματος (Combs, 2007). Η ισοσφαιρίνη, η πρωτεΐνη που μεταφέρει οξυγόνο στο αίμα, λειτουργεί σε συνδυασμό με την αίμη. Ωστόσο, η διαθεσιμότητα της βιταμίνης B6 είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη σύνθεση της αίμης. Η βιταμίνη B6 συνδέεται επιπλέον με ασυνήθιστες μορφές αναιμίας που αναφέρονται ως επίκτητη σιδηροβλαστική αναιμία. Ορισμένα στάδια του μεταβολισμού των υδατανθράκων βρίσκονται υπό τη ρύθμιση της βιταμίνης B6. Η διαδικασία με την οποία τα κύτταρα εξάγουν το γλυκογόνο από τους

υδατάνθρακες εξαρτάται από αυτή τη βιταμίνη (Combs, 2007). Εμπλέκεται επίσης στη σύνθεση των νευροδιαβιβαστών, οι οποίοι είναι αγγελιοφόρα μόρια που βρίσκονται στον εγκέφαλο και το νευρικό σύστημα. Η βιοσύνθεση των κρίσιμων νευροδιαβιβαστών, συμπεριλαμβανομένης της ντοπαμίνης, του GABA και της σεροτονίνης, εξαρτάται από τη βιταμίνη B6. Σπάνια και διαφορετική από άλλες μορφές επιληψίας, η εξαρτώμενη από πυριδοξίνη επιληψία προκαλείται από γενετικές μεταλλάξεις που διαταράσσουν τη λειτουργία της βιταμίνης B6. Ένα διαδεδομένο σύμπτωμα αυτής της πάθησης κατά τη βρεφική ηλικία είναι οι επιληπτικές κρίσεις, οι οποίες υποδεικνύουν ότι ο εγκέφαλος δεν έχει αναπτυχθεί (Combs, 2007; Gregory et al., 2013). Η κατάθλιψη σχετίζεται επιπλέον με την ανεπαρκή κατανάλωση βιταμίνης B6. Ωστόσο, η συσχέτιση μεταξύ κατάθλιψης και βιταμίνης B6 τονίζεται στην περίπτωση ανεπάρκειας φυλλικού οξέος. Η ανεπάρκεια βιταμίνης B6 έχει επίσης συνδεθεί με διαταραχή ελλειμματικής προσοχής, σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα. Αυτή η βιταμίνη διευκολύνει την αποτοξίνωση του ήπατος. Τρωκτικά που τρέφονται με τροφές με έλλειψη πυριδοξίνης αναπτύσσουν δυσλειτουργικό συκώτι (Gregory et al., 2013). Φάνηκε ότι οι χρόνιες φλεγμονώδεις καταστάσεις συσχετίστηκαν με ανεπάρκεια βιταμίνης B6. Η εν λόγω βιταμίνη παίζει επίσης καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη της ανοσίας και στον μεταβολισμό της τρυπτοφάνης, καθώς και άλλων αμινοξέων και πρωτεϊνών. Η έλλειψη βιταμίνης B6 έχει συνδεθεί με μια ποικιλία παθήσεων, όπως η ινοκυστική νόσος του μαστού, το προεμμηνορροϊκό σύνδρομο και το σύνδρομο καρπιαίου σωλήνα, η αναιμία, η σμηγματορροϊκή δερματίτιδα (Combs, 2007, Gregory et al., 2013).

Σύμφωνα με το WHFoods (2017), τα νεαρά αγόρια χρειάζονται 1,3 χιλιοστόγραμμα και τα νεαρά κορίτσια χρειάζονται 1,2 χιλιοστόγραμμα ημερησίως.

Οι ακόλουθες τροφές περιέχουν βιταμίνη B6: μπρόκολο, κουνουπίδι, σπανάκι, λάχανο, μποκτσόι, πιπεριές, γογγύλι, σκόρδο, γαλοπούλα, βοδινό κρέας, κοτόπουλο, σολομός, γλυκοπατάτες, μπανάνα, χειμωνιάτικο σκουός, λαχανάκια Βρυξελλών, καρότα, σέσκουλο, σπαράγγια, χόρτα μουστάρδας, ντομάτες, πράσα, καλοκαιρινό σκουός, πιπεριές τσίλι, ηλιόσποροι, φασόλια pinto, αβοκάντο, φακές, αρακάς, φασόλια lima, κρεμμύδια, γαρίδες, ανανάς, μπακαλιάρος, μανιτάρια, και το κανταλού είναι όλες διατροφικές πηγές βιταμίνης B6.

2.2.6. Βιταμίνη B9 (φολικό οξύ)

Εκτεταμένη έρευνα που διεξήχθη την τελευταία δεκαετία οδήγησε στο συμπέρασμα ότι το φολικό οξύ είναι ζωτικής σημασίας για την ανθρώπινη υγεία . Τα τρόφιμα περιέχουν διάφορες μορφές φολικών, συμπεριλαμβανομένων μονογλουταμυλοφολικών, διυδροφολικών, μεθυλοφολικών και πολυγλουταμυλοφολικών (Crider et al., 2011).

Η γνωστή λειτουργία του φολικού οξέος είναι να προάγει την υγεία του εγκεφάλου. Τα νεύρα χρησιμοποιούν αγγελιοφόρα μόρια για να μεταδώσουν σήματα σε ολόκληρο το σώμα. Η BH4 (τετραϋδροβιοπτερίνη) έδειξε ότι τα φολικά και οι νευροδιαβιβαστές, ιδιαίτερα η σεροτονίνη και η ντοπαμίνη, συνδέονται περίπλοκα. Η BH4 και τα φολικά διέσχισαν τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό μέσω του ίδιου μηχανισμού. Τα φολικά παρέχουν υποστήριξη στο νευρικό και καρδιαγγειακό σύστημα στον άνθρωπο (Crider et al., 2011). Το φολικό οξύ ρυθμίζει τη συγκέντρωση του αμινοξέος ομοκυστεΐνη στο αίμα, το οποίο είναι δείκτης κινδύνου για καρδιαγγειακή νόσο. Αυξημένα επίπεδα ομοκυστεΐνης υποδηλώνουν αυξημένο κίνδυνο καρδιαγγειακής νόσου. Μια κατάσταση που χαρακτηρίζεται από αυξημένα επίπεδα ομοκυστεΐνης στο αίμα αναφέρεται ως υπερομοκυστεϊναιμία. Αντίθετα, τα ιδανικά επίπεδα φολικών , ιδιαίτερα το 5-μεθυλοτετραϋδροφολικό (5-MTHF), μειώνουν την ομοκυστεΐνη στο αίμα. Επομένως, μπορεί να συναχθεί ότι η μεγαλύτερη πρόσληψη φυλλικού οξέος μπορεί να μετριάσει αποτελεσματικά τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων (Hayden and Tyagi, 2004· Crider et al., 2011). Τα επίπεδα του μονοξειδίου του αζώτου (NO) στο αίμα πρέπει να είναι σε ισορροπία προκειμένου να ρυθμίζουν την καρδιαγγειακή υγεία. Το NO είναι απαραίτητο για τη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης, καθώς και για την πρόληψη της συσσώρευσης αιμοπεταλίων. Η σύνθεση του NO διευκολύνεται από το ένζυμο συνθάση του μονοξειδίου του αζώτου (NOS) σε συνδυασμό με το BH4 (τετραϋδροβιοπτερίνη). Η ρύθμιση της δραστηριότητας του ενζύμου NOS διευκολύνεται από το BH4, ενώ απουσία του BH4, η δραστηριότητα του ενζύμου NOS υποβαθμίζει την καρδιαγγειακή υγεία μέσω της παραγωγής υπεροξειδίου των ελεύθερων ριζών. Το ένζυμο διυδροφολική αναγωγάση (DHFR) μετατρέπει τα φολικά σε τετραϋδροφολικό (THF), το οποίο είναι η πιο βιοδραστική μορφή φολικού οξέος και βοηθά στη διατήρηση επαρκών επιπέδων BH4 στο αίμα. Το φολικό οξύ θεωρείται επίσης κρίσιμο θρεπτικό συστατικό για την καρδιαγγειακή υγεία, σύμφωνα με ορισμένες πηγές (Feng and Tollin, 2009; Crider et al., 2011). Το φολικό οξύ είναι απαραίτητο για την παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων. Η ανεπάρκεια φολικού οξέος κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης στις γυναίκες προκαλεί επιπλοκές στον νευρικό σωλήνα, κάτι που έχει σοβαρές

συνέπειες για το νευρικό σύστημα του εμβρύου. Στις γυναίκες, οι γενετικές ανωμαλίες του νευρικού σωλήνα μπορεί επίσης να οδηγήσουν σε αποβολή. Το συμπλήρωμα φολικού οξέος έχει βρεθεί ότι μειώνει τον κίνδυνο καρκίνου στους ανθρώπους, με ιδιαίτερη έμφαση στη μείωση του κινδύνου καρκίνου του μαστού στις γυναίκες. Η κατάθλιψη, οι συγγενείς ανωμαλίες, η υπέρταση, οι επιπλοκές της εγκυμοσύνης, η αναιμία, η ουλίτιδα, η ελκώδης κολίτιδα, η οστεοπόρωση και η ψωρίαση είναι μεταξύ των παθήσεων που σχετίζονται με την ανεπάρκεια φυλλικού οξέος (Crider et al., 2011).

Οι ημερήσιες ανάγκες σε φυλλικό οξύ για νεαρούς άνδρες και γυναίκες είναι 400 μικρογραμμάρια (WHFoods, 2017).

Οι πλούσιες σε φυλλικό οξύ διατροφικές πηγές περιλαμβάνουν τα ακόλουθα: μαϊντανός, φασόλια pinto, φασόλια garbanzo, μαύρα φασόλια, παπάγια, λαχανάκια Βρυξελλών, σέλινο, λάχανο, καλοκαιρινό σκουός, φράουλες, ντομάτες, πράσα, μάραθο, φασόλια lima, αποξηραμένα μπιζέλια, αβοκάντο, φιστίκια, ηλιόσποροι, κινόα, χειμωνιάτικο σκουός, πορτοκάλια, πεπόνι, κρεμμύδια, λαχανικά και μαρούλι ρομά.

2.2.7. Βιταμίνη B12 (κολαβαμίνη)

Το όνομα κοβαλαμίνη προέρχεται από το βαρύ μέταλλο κοβάλτιο, το οποίο υπάρχει σε αυτή τη βιταμίνη. Η βιταμίνη B12, παρόμοια με τα άλλα μέλη του συμπλέγματος B, είναι απαραίτητη για τον ενεργειακό μεταβολισμό και διάφορες βιολογικές διεργασίες. Ωστόσο, σε αντίθεση με τις άλλες βιταμίνες του συμπλέγματος B, η βιταμίνη B12 διαθέτει ξεχωριστές λειτουργίες (WHFoods, 2017).

- Ενώ η βιταμίνη B12 έχει την ικανότητα να διατηρείται στο σώμα για αρκετά χρόνια, η πλειονότητα των άλλων βιταμινών B δεν έχει αυτή την ικανότητα.
- Η δομή της είναι σύνθετη και είναι μεγαλύτερο μόριο.
- Η βιοσύνθεση αυτής της βιταμίνης περιορίζεται σε μικροοργανισμούς, συγκεκριμένα βακτήρια και μύκητες.
- Η απορρόφηση αυτής της βιταμίνης είναι δύσκολη.
- Η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη αυτής της βιταμίνης είναι εξαιρετικά ελάχιστη.

Εκτός από αυτά τα αξιοσημείωτα χαρακτηριστικά, αυτή η βιταμίνη είναι επίσης ζωτικής σημασίας για την ανθρώπινη καρδιαγγειακή υγεία. Η βιταμίνη B12 είναι απαραίτητη για τη σύνθεση των ερυθρών αιμοσφαιρίων, τα οποία μεταφέρουν οξυγόνο μέσω της

κυκλοφορίας του αίματος μέσω της χρωστικής της αιμοσφαιρίνης. Το succinyl-CoA είναι ο πρόδρομος της αιμοσφαιρίνης και η βιταμίνη B12 είναι απαραίτητη για αυτό το πρόδρομο μόριο. Η βιταμίνη B12 αναστέλλει τη συσσώρευση ομοκυστεΐνης. Ένα αυξημένο επίπεδο ομοκυστεΐνης στο αίμα συσχετίζεται με μια ποικιλία παθήσεων, όπως περιφερική αγγειακή νόσο, εγκεφαλικό επεισόδιο και στεφανιαία νόσο. Στην πραγματικότητα, το ένζυμο συνθάση της μεθειονίνης διευκολύνει τη μετατροπή της ομοκυστεΐνης σε μεθειονίνη από τη βιταμίνη B12 προκειμένου να ρυθμιστούν τα επίπεδα ομοκυστεΐνης (WHFoods, 2017). Το SAME (S-αδενοσυλομεθειονίνη) ανακυκλώνεται ταυτόχρονα με τη μετατροπή της ομοκυστεΐνης που διευκολύνεται από τη βιταμίνη B12. Το SAME αναγνωρίζεται ως καθολικός δότης ομάδας μεθυλίου. Η σύνθεση συγκεκριμένων νευροδιαβιβαστών εξαρτάται από τα ένζυμα της μεθυλοτρανσφεράσης, τα οποία με τη σειρά τους απαιτούν μεθυλομάδες. Κατά συνέπεια, η βιταμίνη B12 παίζει μια κρίσιμη λειτουργία στον μεταβολισμό του μεθυλίου, ο οποίος είναι απαραίτητος για την υγεία του εγκεφάλου. Η βιταμίνη B12 είναι ένας απαραίτητος συμπαράγοντας στη σύνθεση του DNA. Οι βιταμίνες B6, B9 και B12 είναι απαραίτητες για τη διαδικασία της σύνθεσης του DNA. Η ανεπάρκεια της βιταμίνης B12 διαταράσσει τη διαδικασία διαίρεσης των κυττάρων του αίματος, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μακροκυττάρωσης (WHFoods, 2017), μια κυτταρική διεύρυνση που αποκλίνει από τις κανονικές διαδικασίες. Ο κύκλος του κιτρικού οξέος είναι η κεντρική μεταβολική οδός για την αερόβια παραγωγή ενέργειας και το succinyl-coA είναι ένα κρίσιμο συστατικό αυτού του κύκλου. Ως αποτέλεσμα της παροχής κιτρικού οξέος με succinyl-coA, η βιταμίνη B12 παίζει καθοριστικό ρόλο στον αερόβιο μεταβολισμό της ενέργειας. Επιπλέον, η βιταμίνη B12 διατηρεί την υγεία των οστών, καθώς η ανεπάρκεια αυτής της βιταμίνης αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης οστεοπόρωσης. Η ατροφική γαστρίτιδα, η κακοήθης αναιμία, η κόπωση, η νευροπάθεια, οι εμβοές, η ημικρανία, το άσθμα, η κατάθλιψη, η απώλεια μνήμης, ο έρπητας ζωστήρας, η εκφύλιση της ωχράς κηλίδας, η νόσος του Αλτσχάιμερ, η σκλήρυνση κατά πλάκας και ο εκφυλισμός της αρθρίτιδας είναι όλες καταστάσεις που συνδέονται με την ανεπάρκεια βιταμίνης B12 (WHFoods, 2017).

Κάθε μέρα, τα βρέφη και των δύο φύλων χρειάζονται 2,4 μικρογραμμάρια βιταμίνης B12 (WHFoods, 2017).

Σαρδέλες, σολομός, τόνος, βοδινό κρέας, αρνί, χτένια, γαρίδες, γιαούρτι, αγελαδινό γάλα, αυγά, πουλερικά, κοτόπουλο, τυρί, μανιτάρια και δημητριακά είναι όλα διατροφικές πηγές βιταμίνης B12 (WHFoods, 2017).

2.2.8. Βιοτίνη

Παλαιότερα αναφερόμενη ως συνένζυμο R, βιταμίνη H και βιταμίνη B7, αυτή η ουσία του συμπλέγματος B αναγνωρίζεται πλέον ως βιοτίνη. Πάνω απ' όλα, η βιοτίνη είναι ένα απαραίτητο συστατικό στο μεταβολισμό της ζάχαρης και των λιπιδίων (WHFoods, 2017).

Η ανεπάρκεια βιοτίνης βλάπτει τη σύνθεση και τη λειτουργικότητα της ινσουλίνης, της ορμόνης που είναι υπεύθυνη για τη ρύθμιση των επιπέδων σακχάρου στο αίμα. Η ανεπάρκεια βιοτίνης μπορεί επίσης να οδηγήσει σε δερματικά εξανθήματα, καθώς απαιτείται για την εναπόθεση λίπους στην επιδερμίδα. Αυτά τα λιπίδια είναι απαραίτητα για τη διατήρηση της ελαστικότητας και της υγρασίας του δέρματος. Ελλείψει αυτών, το δέρμα γίνεται λεπιοειδές, φολιδωτό και ερεθισμένο. Οι ανεπάρκειες αυτής της βιταμίνης συνδέονται με συμπτώματα όπως η σμηγματορροϊκή δερματίτιδα, η τριχόπτωση, ο διαβήτης, τα εύθραυστα νύχια, οι επιπλοκές της εγκυμοσύνης και οι σπασμοί (WHFoods, 2017).

Η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη βιοτίνης τόσο για τους άνδρες όσο και για τις γυναίκες είναι 30 μικρογραμμάρια (WHFoods, 2017).

Οι ντομάτες, τα καρότα, το μαρούλι, το κουνουπίδι, οι γλυκοπατάτες, η βρώμη, τα φιστίκια, τα καρύδια, ο σολομός, το γιαούρτι, η μπανάνα, τα σμέουρα, το αγελαδινό γάλα, οι φράουλες, το καρπούζι, τα εσπεριδοειδή και το αγγούρι είναι όλες διατροφικές πηγές βιοτίνης (WHFoods, 2017,).

2.2.9. Βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ)

Η βιταμίνη C είναι το πιο ευρέως αναγνωρισμένο θρεπτικό συστατικό και τα εσπεριδοειδή είναι μια εξαιρετική πηγή της. Συμπληρώματα διατροφής που περιέχουν αυτή τη βιταμίνη χρησιμοποιούνται ευρέως (WHFoods, 2017).

Αυτή η βιταμίνη προστατεύει από τις καταστροφικές συνέπειες των ελεύθερων ριζών στον φακό του ματιού, στα μόρια που κυκλοφορούν και στο γενετικό υλικό (DNA). Επιπλέον, αυτή η βιταμίνη μετατρέπει τον σίδηρο σε μια μορφή που απορροφάται εύκολα από τα έντερα. Αυτή η βιταμίνη είναι απαραίτητη για τη σύνθεση του κολλαγόνου, ενός δομικού συστατικού του ανθρώπινου σώματος. Η ανεπάρκεια σε βιταμίνη C έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη σκορβούτου. Η απώλεια οστικής μάζας, η απώλεια δοντιών και η αιμορραγία είναι τα πιο κρίσιμα συμπτώματα του σκορβούτου. Επιπλέον, η σύνθεση ειδικών νευροδιαβιβαστών εξαρτάται από τη βιταμίνη C. Αυτοί οι νευροδιαβιβαστές εμπλέκονται στη μετάδοση εντολών, συναισθημάτων και σκέψεων σε όλο τον εγκέφαλο και το νευρικό σύστημα. Επιπλέον, η βιταμίνη C απαιτείται για τη σύνθεση της σεροτονίνης, μιας ορμόνης που είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, του ενδοκρινικού συστήματος και του νευρικού συστήματος. Η σεροτονίνη εμπλέκεται επιπλέον σε διαδικασίες όπως οι καθημερινοί ρυθμοί του σώματος (π.χ. κύκλοι ύπνου-αφύπνισης), η αντίληψη του πόνου και το στρες. Η ανεπάρκεια βιταμίνης C σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης σκορβούτου, κοινού κρυολογήματος, άσθματος, ευθραυστότητας των τριχοειδών, ουρικής αρθρίτιδας, ουλίτιδας, μυοσκελετικού τραυματισμού, εποχιακών αλλεργιών και υπέρτασης (WHFoods, 2017).

Η ημερήσια σύσταση διατροφικής πρόσληψης για παιδιά, άνδρες και γυναίκες, είναι 75 χιλιοστόγραμμα (WHFoods, 2017).

Καρότα, παπάγια, πορτοκάλια, ακτινίδιο, πεπόνι, κουνουπίδι, λάχανο, γκρέιπφρουτ, μαϊντανός, γογγύλι, χόρτα παντζαριού, χόρτα μουστάρδας, σμέουρα, σέσκουλο, ντομάτες, λεμόνια και λάιμ, σπαράγγι, σπανάκι, γλυκοπατάτες, χειμωνιάτικο σκουός, αρακάς, βατόμουρα, κράνμπερι, καρπούζι, πράσινα φασόλια, καλοκαιρινό σκουός είναι όλα επαρκείς διατροφικές πηγές βιταμίνης C.

3. Οι ανάγκες για συμπληρώματα διατροφής

Πρόσφατα, και ιδιαίτερα εν μέσω της πανδημίας COVID-19, η ενασχόληση του κοινού με την υγεία και την ευεξία έχει αυξηθεί σταθερά. Υπήρξε μια αξιοσημείωτη αύξηση στην παγκόσμια υιοθέτηση συμπληρωμάτων διατροφής με σκοπό τη διατροφική ενίσχυση της υγείας και της ευεξίας (Dickinson et al., 2014; Djaoudene et al., 2023). Από το 2023, οι Ηνωμένες Πολιτείες κατέχουν το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς στον παγκόσμιο κλάδο συμπληρωμάτων που φτάνει το 33,2 τοις εκατό. Το μερίδιο αγοράς της Κίνας είναι 14,7 τοις εκατό, σύμφωνα με το Future Market Insights (2023). Η διευρυνόμενη αγορά συμπληρωμάτων διατροφής στην Κίνα και η αυξανόμενη επικράτηση της ευαισθητοποίησης για την υγεία μεταξύ του κινεζικού πληθυσμού υπογραμμίζουν την αυξανόμενη ανάγκη παρακολούθησης της χρήσης συμπληρωμάτων εντός της χώρας.

Τα δεδομένα που παρουσιάστηκαν από το Rakuten Insight (2022) υποδεικνύουν ότι τα συμπληρώματα χρησιμοποιούνται εκτενώς στην Κίνα με σκοπό να ενισχύσουν τα αισθητικά χαρακτηριστικά, ειδικά την κατάσταση των μαλλιών και της επιδερμίδας. Καταναλώνονται επίσης για την ενίσχυση των φυσιολογικών λειτουργιών, συμπεριλαμβανομένου του ύπνου και της ανοσίας. Παρά την ευρεία χρήση τους, είναι επιτακτική ανάγκη να αναγνωρίσουμε ότι τα συμπληρώματα μπορεί να μην είναι απαραίτητα για κάθε άτομο.

Όσοι είναι πιο ευαίσθητοι σε διάφορες ασθένειες μπορεί να θεωρήσουν δύσκολο να καλύψουν τις διατροφικές τους ανάγκες αποκλειστικά μέσω της πρόσληψης τροφής. Ως αποτέλεσμα, μπορεί να λάβουν την οδηγία να συμπεριλάβουν τα κατάλληλα συμπληρώματα διατροφής στη ρουτίνα τους. Αυτή η σύσταση προορίζεται για συγκεκριμένους πληθυσμούς που βρίσκονται σε συγκεκριμένες φάσεις της ζωής ή διαθέτουν συγκεκριμένους παράγοντες κινδύνου. Για παράδειγμα, η προγεννητική συμπλήρωση φυλλικού οξέος συνιστάται για τις μέλλουσες μητέρες, η συμπλήρωση σιδήρου προτείνεται για βρέφη ηλικίας μεταξύ τεσσάρων και έξι μηνών και η συμπλήρωση ασβεστίου μπορεί να είναι απαραίτητη για μεσήλικες ή ηλικιωμένους (Manson & Bassuk, 2018) και θηλάζουσες μητέρες .

Η χρήση συμπληρωμάτων στον γενικό πληθυσμό συνδέεται συχνά με μια στάση που έχει συνείδηση της υγείας, η οποία περιλαμβάνει συμπεριφορές όπως η υιοθέτηση θρεπτικών διατροφών συνηθειών και η καθοδήγηση ενημερωμένων επιλογών τρόπου ζωής. Μια υψηλότερη κοινωνικοοικονομική κατάσταση και υγιεινές συμπεριφορές,

συμπεριλαμβανομένης της αποχής από το κάπνισμα και της τακτικής σωματικής δραστηριότητας, έχει βρεθεί ότι συσχετίζονται με την κατανάλωση συμπληρωμάτων διατροφής, σύμφωνα με μια σειρά μελετών (Cowan et al., 2018; Dickinson & MacKay, 2014; Pouchieu et. al., 2013). Πολυάριθμες μελέτες έχουν αποδείξει μια συσχέτιση μεταξύ της χρήσης συμπληρωμάτων διατροφής και των διατροφικών συνηθειών, ειδικά όσον αφορά τη διατήρηση μιας θρεπτικής διατροφής. Σύμφωνα με τα ευρήματα μιας γερμανικής μελέτης που διεξήχθη από τους Beitz et al. (2004), τα άτομα στα οποία χορηγήθηκαν συμπληρώματα διατροφής εμφάνισαν διακυμάνσεις στα πρότυπα κατανάλωσης κάποιων ομάδων τροφίμων. Οι άντρες που χρησιμοποιούσαν συμπληρώματα κατανάλωναν περισσότερα φυτικά λίπη, πουλερικά και χυμούς φρούτων και λαχανικών σε σχέση με τους μη χρήστες συμπληρωμάτων. Οι χρήστες συμπληρωμάτων ήταν πιο πιθανό να καταναλώνουν φρούτα, ψάρια, γαλακτοκομικά προϊόντα και τσάι, ενώ αντίστροφα, κατανάλωναν λιγότερη καφεΐνη. Στο ίδιο πνεύμα, μια μελέτη κοόρτης που πραγματοποιήθηκε στη Γαλλία (Touvier et al., 2009) ανακάλυψε ότι η υιοθέτηση υγιεινών διατροφικών προτύπων συσχετίζεται θετικά με τη χρήση συμπληρωμάτων διατροφής. Επιπλέον, έχει εντοπιστεί μια επιζήμια συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης συμπληρωμάτων διατροφής και της κατανάλωσης ζωικών προϊόντων, επεξεργασμένων κρεάτων και τροφών με υδατάνθρακες. Αξίζει να σημειωθεί ότι βρέθηκε μιας συσχέτιση μεταξύ της χρήσης συμπληρωμάτων διατροφής και της επιλογής πιο υγιεινών τροφίμων, υποδεικνύοντας ότι οι χρήστες συμπληρωμάτων είναι γενικά πιο ευαισθητοποιημένοι για την υγεία τους.

Αντίθετα, τα ευρήματα μιας μελέτης που διεξήχθη στην Ιαπωνία (Ishitsuka et al., 2022) έδειξαν ότι οι χρήστες συμπληρωμάτων κατανάλωναν λιγότερα φρούτα, λαχανικά και πρωτεΐνες από εκείνους που δεν κατανάλωναν συμπληρώματα. Αυτό δείχνει μια τάση για υιοθέτηση λιγότερο θρεπτικών διατροφικών πρακτικών. Τα ανόμοια αποτελέσματα, σε συνδυασμό με τις ποικίλες πολιτιστικές και διατροφικές συνήθειες που παρατηρούνται μεταξύ των χωρών, υπογραμμίζουν τη σημασία της κατανόησης των ειδικών συνθηκών. Ως εκ τούτου, ήταν ζωτικής σημασίας να αναλυθεί η συσχέτιση μεταξύ των διατροφικών προτύπων και της χρήσης συμπληρωμάτων, προκειμένου να αποκτηθεί συγκεκριμένη γνώση.

Οι υπάρχουσες κατευθυντήριες γραμμές για τη διατροφή για τη δημόσια υγεία δίνουν σημαντική έμφαση στη διατροφική πρόσληψη αντί να παρέχουν σαφείς οδηγίες σχετικά με τη χρήση συμπληρωμάτων διατροφής. Μπορεί να προκύψουν αποκλίσεις μεταξύ των διατροφικών συστάσεων και της διατροφικής συνήθειας ενός ατόμου, ειδικά μεταξύ των

καταναλωτών συμπληρωμάτων διατροφής (Lentjes, 2019). Επιπλέον, ενώ πολυάριθμες έρευνες έχουν διερευνήσει τη συσχέτιση μεταξύ της χρήσης συμπληρωμάτων διατροφής και της πρόσληψης συγκεκριμένων τροφών ή θρεπτικών συστατικών, η έρευνα για τη συνολική ποιότητα της δίαιτας παραμένει σπάνια (Blumberg et al., 2017; Murphy et al., 2007; Reinert et al., 2007, Sebastian et al., 2007).

Σε αυτό το πλαίσιο πραγματοποιήθηκε μια μελέτη από τους Huang et al (2024) προκειμένου να διερευνηθεί η συσχέτιση μεταξύ κοινωνικοδημογραφικών χαρακτηριστικών, τύπου συμπληρώματος διατροφής, χρήσης συμπληρωμάτων διατροφής και προτύπων συμπληρωμάτων διατροφής σε έναν ενήλικο πληθυσμό στην Κίνα. Τα αποτελέσματα της μελέτης αποκάλυψαν μια αξιοσημείωτη θετική συσχέτιση μεταξύ της χρήσης συμπληρωμάτων διατροφής και των διατροφικών προτύπων που χαρακτηρίζονται από σημαντική πρόσληψη φαστ φουντ, σνακ, υδατανθράκων, φυτικών ελαίων και χοιρινού κρέατος. Αυτό υποδηλώνει ότι τα άτομα που ακολουθούσαν αυτά τα διατροφικά πρότυπα πιο αυστηρά είχαν μεγαλύτερη τάση να χρησιμοποιούν συμπληρώματα διατροφής. Τα ευρήματα αυτής της έρευνας ήταν σύμφωνα με προηγούμενες έρευνες που έχουν τεκμηριώσει μια θετική συσχέτιση μεταξύ της χρήσης συμπληρωμάτων διατροφής και των διατροφικών προτύπων (Beitz et al., 2004· Touvier et al., 2009). Η μελέτη των Huang et al (2024), σε αντίθεση με τις αρχικές υποθέσεις, δεν αποκάλυψε καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της χρήσης συμπληρωμάτων και των διατροφικών προτύπων που είναι άφθονα στα φρούτα και τα λαχανικά. Η προαναφερθείσα ανακάλυψη ευθυγραμμίστηκε με τα αποτελέσματα μιας έρευνας που πραγματοποιήθηκε στην Ιαπωνία (Ishitsuka et al., 2022). Οι πολιτιστικές διακρίσεις στις διατροφικές πρακτικές και στη χρήση συμπληρωμάτων μεταξύ της Κίνας και άλλων εθνών μπορεί να ευθύνονται για αυτές τις παραλλαγές. Αυτή η έρευνα ενισχύει το σύνολο των γνώσεων σχετικά με τα παγκόσμια πρότυπα χρήσης συμπληρωμάτων διατροφής μέσω της δημιουργίας συνδέσεων με προηγούμενες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορα έθνη.

Μια πολυεθνική μελέτη κοόρτης σε υγιείς ενήλικες στις Ηνωμένες Πολιτείες (Foote et al., 2003) διαπίστωσε ότι τα άτομα που χρησιμοποιούν συμπληρώματα διατροφής έχουν πιο υγιεινό τρόπο ζωής και στάσεις. Οι δίαιτες που είναι πλούσιες σε λιπαρά, χαμηλές σε φυτικές ίνες ή ελλειπείς σε φρούτα σχετίζονται με μειωμένη πιθανότητα χρήσης συμπληρωμάτων. Ως εκ τούτου, η χρήση συμπληρωμάτων διατροφής συσχετίζεται με βελτιωμένη διατροφική

κατανάλωση, ιδιαίτερα με τη μορφή αυξημένης πρόσληψης φρούτων, μειωμένης χοληστερόλης και αυξημένων φυτικών ινών.

Οι Bailey et al. (2013) ανακάλυψαν ότι τα άτομα που έκαναν πιο υγιεινό τρόπο ζωής εμφάνιζαν μεγαλύτερη τάση να χρησιμοποιούν πολυβιταμίνες και συμπληρώματα μετάλλων. Επιπλέον, σύμφωνα με δεδομένα από την National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) που εκτείνεται από το 2003 έως το 2006, οι χρήστες συμπληρωμάτων στις Ηνωμένες Πολιτείες κατανάλωναν βιταμίνες και μέταλλα σε μεγαλύτερες ποσότητες από τους μη χρήστες, υπερβαίνοντας περιστασιακά τα συνιστώμενα επίπεδα (Blumberg et al., 2018). Αυτό το εύρημα πρότεινε μια συσχέτιση μεταξύ της χρήσης συμπληρωμάτων διατροφής και των αποφάσεων τρόπου ζωής στις Ηνωμένες Πολιτείες. Μια συγχρονική μελέτη που διεξήχθη στην Ελβετία (Patriota et al., 2022) εντόπισε ένα συγκρίσιμο πρότυπο μεταξύ των ατόμων που κατανάλωναν συμπληρώματα διατροφής και βιταμίνες. Σε σύγκριση με τους μη χρήστες, αυτά τα άτομα παρουσίασαν γενικά πιο υγιεινά διατροφικά πρότυπα, ιδιαίτερα δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση στα φρούτα και τα λαχανικά.

Σύμφωνα με μια μελέτη που διεξήχθη από τους Bertin et al. (2016) στους Γάλλους ενήλικες, οι άνδρες που τηρούσαν ένα συμβατικό διατροφικό σχήμα που αποτελείται κυρίως από κρέας, ψωμί και προϊόντα κρέατος ήταν πιο πιθανό να είναι χρόνιοι καπνιστές και υπέρβαροι, αλλά ήταν λιγότερο πιθανό να χρησιμοποιούν συμπληρώματα διατροφής. Αντίθετα, οι γυναίκες που ακολούθησαν ένα διατροφικό σχήμα που αποτελείται από ψωμί, όσπρια και λαχανικά ήταν κυρίως μεγαλύτερης ηλικίας, είχαν υψηλότερα επίπεδα εκπαίδευσης και είχαν μεγαλύτερη τάση να συμμετέχουν σε προγράμματα απώλειας βάρους και να χρησιμοποιούν συμπληρώματα διατροφής. Αντίθετα, μια μελέτη που διεξήχθη στο Βέλγιο (Mullie et al., 2011) διερεύνησε τη συσχέτιση μεταξύ της πολιτιστικής κληρονομιάς και της χρήσης συμπληρωμάτων διατροφής. Αυτή η μελέτη τεκμηρίωσε ότι τα άτομα που προέρχονται από ένα φλαμανδικό πολιτισμικό πλαίσιο εμφάνισαν μεγαλύτερη τάση για χρήση συμπληρωμάτων σε σύγκριση με τους Γάλλους ομολόγους τους. Επιπλέον, η χρήση συμπληρωμάτων συσχετίστηκε θετικά με τα αυξημένα επίπεδα σωματικής δραστηριότητας και τη διακοπή του καπνίσματος, υπογραμμίζοντας τη σημασία των αποφάσεων για τον τρόπο ζωής στην υιοθέτηση συμπληρωμάτων. Στο σύνολό τους, αυτές οι μελέτες τόνισαν την περίπλοκη και πολύπλοκη σχέση που επηρεάζει τη χρήση των συμπληρωμάτων διατροφής: πολιτισμικό υπόβαθρο, επιλογές τρόπου ζωής και διατροφικά πρότυπα.

Ενώ τα αποτελέσματα μπορεί να διαφέρουν μεταξύ των χωρών, η έρευνα των Huang et al (2024) έδειξε μια θετική συσχέτιση μεταξύ της χρήσης συμπληρωμάτων διατροφής και της υιοθέτησης επιβλαβών διατροφικών συνηθειών. Η διαφορά στις διατροφικές συνήθειες μεταξύ των ατόμων που χρησιμοποιούν συμπληρώματα διατροφής και εκείνων που δεν χρησιμοποιούν μπορεί να εξηγηθεί μέσω της υπόθεσης της αποζημίωσης (Chiou et al., 2011; Kang et al., 2017; Landstrom et al., 2009). Σύμφωνα με αυτή την υπόθεση, οι χρήστες συμπληρωμάτων προσπαθούν να αντισταθμίσουν την ανεπαρκή διατροφή τους. Σύμφωνα με μια μελέτη (Pouchieu et al., 2014), η κατανάλωση τροφών πλούσιων σε αντιοξειδωτικά και η χρήση συμπληρωμάτων διατροφής που περιέχουν αντιοξειδωτικά μπορεί να παρέχουν προστασία από τις καρκινογόνες ιδιότητες των επεξεργασμένων κρεάτων που μπορεί να συμβάλλουν στην ανάπτυξη της νόσου. Αυτό το εύρημα υποδηλώνει ότι η ενσωμάτωση της κατανάλωσης συμπληρωμάτων διατροφής θα μπορούσε να λειτουργήσει ως αντισταθμιστικός μηχανισμός για την ανακούφιση των επιζήμιων συνεπειών των ανθυγιεινών διατροφικών συνηθειών.

Μια αξιοσημείωτη θετική συσχέτιση εντοπίστηκε στη μελέτη των Huang et al (2024) μεταξύ της πρόσληψης μελατονίνης και συμπληρωμάτων ιχθυελαίου και της συχνότητας κατανάλωσης προϊόντων φαστ φουντ και αναψυκτικών. Αυτά τα συμπληρώματα χρησιμοποιήθηκαν πιο συχνά καθώς οι βαθμολογίες του προτύπου αυξάνονταν. Τα άτομα που κατανάλωναν μεγαλύτερο ποσοστό προϊόντων φαστ φουντ και σνακ, εμφάνισαν μεγαλύτερη τάση να χρησιμοποιούν συμπληρώματα μελατονίνης, ενός συμπληρώματος ύπνου που είναι ευρέως αναγνωρισμένο. Πολυάριθμες μελέτες έχουν αποδείξει μια συσχέτιση μεταξύ της μελατονίνης και της εμφάνισης διαδεδομένων διαταραχών ύπνου, ειδικά μεταξύ νεαρών ενηλίκων. Ως εκ τούτου, είναι ένα από τα πιο διάχυτα προβλήματα υγείας μεταξύ των νέων (Adams et al., 2017; Amaral et al., 2018; Thomee et al., 2011). Είναι σημαντικό ότι έχει παρατηρηθεί έξαρση σε θέματα που σχετίζονται με τον ύπνο μεταξύ των νεαρών ενηλίκων εν μέσω της πανδημίας COVID-19 (Jahrami et al., 2022; Zhou et al., 2020). Με βάση αυτό, μπορεί να συναχθεί ότι τα άτομα που τηρούν αυτό το διατροφικό σχήμα μπορεί να έχουν την τάση να χρησιμοποιούν συμπληρώματα μελατονίνης ως μέσο για την ανακούφιση των διαταραχών ύπνου. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ποιότητα του ύπνου επηρεάζεται από τη διατροφή. Πιο συγκεκριμένα η τήρηση μιας δίαιτας πλούσιας σε θρεπτικά τρόφιμα είναι ένας παράγοντας που συμβάλλει στην ενίσχυση ενός ήρεμου και αποδοτικού ύπνου. Από την άλλη, η έρευνα έχει συνδέσει τη μειωμένη ποιότητα ύπνου με

μια δίαιτα που είναι άφθονη σε επεξεργασμένα τρόφιμα και ελλιπής σε ζάχαρη (Godos et al., 2021; Pattnaik et al., 2022). Λαμβάνοντας υπόψη την πιθανή επίδραση των προσωπικών διατροφικών προτύπων στις διαταραχές του ύπνου, η εφαρμογή πιο υγιεινών διατροφικών επιλογών μπορεί να χρησιμεύσει ως βιώσιμη προσέγγιση για τη βελτίωση της ποιότητας του ύπνου.

Η πρόσληψη συμπληρωμάτων σκόνης σπόρων *reishi*, βιταμίνης C και ασβεστίου παρουσίασε αντίστροφη συσχέτιση με το σνακ και τα προϊόντα *fast food*. Οι δίαιτες που αποτελούνται κυρίως από προϊόντα φαστ φουντ περιέχουν γενικά ανεπαρκείς ποσότητες φυλλικού οξέος, ασβεστίου, βιταμίνης C και σιδήρου σε καθημερινή βάση (Kim et al., 2021). Αυτό υποδηλώνει ότι μπορεί να υπάρχουν διατροφικές ελλείψεις που συνδέονται με την κατανάλωση σνακ και γρήγορου φαγητού, που θα μπορούσαν να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην ικανότητα του σώματος να διατηρεί την υγεία και την ευεξία του. Μια διαχρονική μελέτη Αυστραλών (Xu et al., 2021) ανακάλυψε ότι η μειωμένη συχνότητα της παχυσαρκίας συσχετίστηκε με τη χρήση συμπληρωμάτων ασβεστίου σε συνδυασμό με μια υγιεινή διατροφή. Επιπλέον, η εφαρμογή θρεπτικών διατροφικών σχημάτων, συμπληρωμένων με ιχθυέλαιο, βιταμίνες και μέταλλα, συσχετίστηκε με μειωμένη πιθανότητα εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων. Ως αποτέλεσμα, μπορεί να είναι επιτακτική η ενσωμάτωση τροποποιήσεων διατροφικών προτύπων προκειμένου να εξασφαλιστεί επαρκής κατανάλωση φυλλικού οξέος, βιταμίνης C, ασβεστίου και σιδήρου. Αυτό μπορεί να συνεπάγεται την αύξηση της πρόσληψης φρέσκων φρούτων και λαχανικών, την επιλογή τροφών άφθονων σε ασβέστιο και την εξέταση της χρήσης κατάλληλων συμπληρωμάτων όπως ασβέστιο ή βιταμίνη C για την κάλυψη των καθημερινών διατροφικών αναγκών. Επιπλέον, αυτή η στρατηγική μπορεί να μειώσει την πιθανότητα προσβολής από συγκεκριμένες ασθένειες.

Ένα μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων που κατατάσσονται στο ανώτερο τεταρτημόριο του προτύπου υδατανθράκων ανέφεραν ότι έπαιρναν συμπληρώματα πρωτεΐνης. Τα χαρακτηριστικά του μοτίβου αμύλου υποδηλώνουν ότι η πλειονότητα των συμμετεχόντων, συγκεκριμένα περισσότεροι από τους μισούς, είναι νεαρά άτομα που ασκούνται τακτικά για τουλάχιστον μία ώρα την εβδομάδα. Μετά τη σωματική δραστηριότητα, ένας μεγαλύτερος ρυθμός μυϊκής πρωτεϊνικής σύνθεσης μπορεί να διευκολυνθεί από πηγές πρωτεΐνης που είναι αποτελεσματικές. Η λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης ήταν μια πρακτική διατροφική προσέγγιση για ενήλικες που ασχολούνταν με τακτική σωματική δραστηριότητα (Van Vliet et al., 2018). Ταυτόχρονα, εμπειρική έρευνα δείχνει ότι η λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης

μετά από άσκηση μπορεί να προάγει την αποκατάσταση των μυών (Zare et al., 2023). Έχει παρατηρηθεί ότι όσοι συμμετέχουν σε σταθερή σωματική δραστηριότητα έχουν την τάση να προτιμούν τη σκόνη πρωτεΐνης ως συμπλήρωμα διατροφής. Μια αξιοσημείωτη προοπτική σχετικά με τα συμπληρώματα πρωτεΐνης προέκυψε από τη Φινλανδία, όπου οι ερευνητές συνέστησαν οι δίαιτες με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες να δίνουν προτεραιότητα σε φυσικές πηγές τροφίμων, όπως δημητριακά, όσπρια, σολομό και γαλακτοκομικά έναντι των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης και αμινοξέων. Αυτή η άποψη τόνισε την παγκόσμια σημασία της κατανάλωσης πρωτεϊνών και των διατροφικών επιλογών που προέρχονται από φυσικές πηγές σε αντίθεση με τα συμπληρώματα (Kårlund et al., 2019).

Οι συμμετέχοντες στην έρευνα των Huang et al (2024) ήταν λιγότερο πιθανό να χρησιμοποιήσουν προβιοτικά και συμπληρώματα βιταμίνης Α. Περίπου το ένα τρίτο του πληθυσμού που ακολουθεί το πρότυπο φυτικών ελαίων και χοιρινού κρέατος χαρακτηρίζεται από υπερβολικό βάρος ή παχυσαρκία. Υπάρχουν στοιχεία που υποδηλώνουν ότι η κατανάλωση κόκκινου και επεξεργασμένου κρέατος μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο ανάπτυξης μεταβολικών διαταραχών, καρκίνου και καρδιαγγειακών παθήσεων (Bouvard et al., 2015; Chao et al., 2005; Pan et al., 2013; Vernooij et al., 2019).

Επιπλέον, υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης κόκκινου κρέατος και του υπερβολικού βάρους ή της παχυσαρκίας (Zhang et al., 2021).

Τα προβιοτικά θεωρούνται γενικά ωφέλιμα για την ανθρώπινη υγεία. Η απώλεια βάρους και η πρόληψη ασθενειών είναι δύο οφέλη των προβιοτικών (Thushara et al., 2016; Wang et al., 2019). Τα προβιοτικά, τα οποία είναι διαθέσιμα σε διάφορες μορφές και είναι ζωντανοί μικροοργανισμοί που παρέχουν οφέλη για την υγεία στον ξενιστή, είναι ένας πρακτικός τρόπος εισαγωγής ευεργετικών βακτηρίων στον οργανισμό (Gropper & Smith, 2012). Ως εκ τούτου, τα άτομα που τηρούν αυτό το διατροφικό σχήμα μπορεί να θεωρήσουν πλεονεκτικό να συμπληρώσουν τη λήψη προβιοτικών με φυτικό έλαιο και χοιρινό κρέας προκειμένου να διατηρήσουν το βάρος τους ή να ανακουφίσουν τους πιθανούς κινδύνους για την υγεία που σχετίζονται με αυτό το πρότυπο.

4. Υπερβιταμίνωση

Η υπερβιταμίνωση είναι ένας ιατρικός όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει την παρουσία υπερβολικά υψηλών ποσοτήτων βιταμινών στο σώμα, που μπορεί να οδηγήσει σε επικίνδυνα συμπτώματα. Η υπερβολική χρήση τροφών εμπλουτισμένες σε μεγάλο βαθμό μπορεί επίσης να οδηγήσει σε τοξικότητες λιποδιαλυτών βιταμινών, αλλά είναι ασυνήθιστο τα τρόφιμα να περιέχουν επικίνδυνα υψηλές ποσότητες αυτών των βιταμινών (Rodahl, Moore 1943). Οι εξερευνητές της Αρκτικής συνήθιζαν να καταναλώνουν πολικές αρκούδες, σολομό και άλλα πλάσματα πλούσια σε βιταμίνη Α ως κύρια πηγή στη διατροφή τους. Ως αποτέλεσμα, είχαν συμπτώματα που σχετίζονται με την υψηλή πρόσληψη βιταμίνης Α. Η υπερβολική κατανάλωση βήτα-καροτίνης μπορεί να προκαλέσει υπερκαροτιναιμία, η οποία εκδηλώνεται ως κίτρινος αποχρωματισμός του δέρματος ενώ αφήνει τα μάτια ανεπηρέαστα. Τα κέντρα δηλητηριάσεων των ΗΠΑ λαμβάνουν περίπου 60.000 αναφορές τοξικότητας βιταμινών κάθε χρόνο (America Association of Poison Control Centers 2014). Με βάση δεδομένα από την Εθνική Έρευνα Εξέτασης Υγείας και Διατροφής (NHANES), περίπου το 33 τοις εκατό των ατόμων ηλικίας 1 έτους και άνω στις Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμοποίησαν συμπλήρωμα πολυβιταμινών τουλάχιστον μία φορά το μήνα κατά την περίοδο 2003-2006 (North America, Asia lead vitamin and supplement usage 2009). Σύμφωνα με μια δημοσκόπηση που διεξήχθη το 2009, το 56 τοις εκατό των καταναλωτών στις Ηνωμένες Πολιτείες ανέφερε ότι χρησιμοποιεί βιταμίνες ή συμπληρώματα, ενώ το 44 τοις εκατό δηλώνει ότι τα καταναλώνει σε καθημερινή βάση (Office of Dietary supplements 2014).

Λόγω της ικανότητάς τους να συσσωρεύονται στο σώμα, οι λιποδιαλυτές βιταμίνες έχουν μεγαλύτερη τάση για τοξικότητα σε σύγκριση με τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες. Τυπικά, τα συμπτώματα της υπερβιταμίνωσης είναι ναυτία, εμετός και διάρροιας που ακολουθούνται από εκδηλώσεις του κεντρικού νευρικού συστήματος όπως σοβαρός πονοκέφαλος, ζάλη, ευερεθιστότητα, υπνηλία, περιστασιακές κρίσεις και κώμα. Η διαδικασία αυτοκαθαρισμού του δέρματος ξεκινά 24 ώρες αργότερα. Η υπερβολική πρόσληψη βιταμίνης Α οδηγεί σε διόγκωση των φυσαλίδων, με την πρόσθετη εμφάνιση οιδήματος των θηλωμάτων που παρατηρείται στα μωρά (Marie, See 1954, Feldman, Schlezinger 1970). Τα αυξημένα επίπεδα βιταμίνης Α έχουν τη δυνατότητα να προκαλέσουν γενετικές ανωμαλίες (Teratology of retinoids 1999).

4.1. Αιτιολογία

Οι κύριοι αιτιολογικοί λόγοι περιλαμβάνουν την ακούσια λήψη υψηλών ποσοτήτων βιταμινών μέσω υπερβολικής σίτισης και ιατρογενή αίτια. Εάν η διατροφή ενός ατόμου παρέχει ήδη επαρκείς βιταμίνες, δεν υπάρχει ανάγκη για πρόσθετα συμπληρώματα βιταμινών. Εάν παρόλα αυτά εξακολουθεί να επιδιώκεται η λήψη συμπληρωμάτων, μπορεί να έχει δυνητικά επιζήμια αποτελέσματα.

Ωστόσο, ως αποτέλεσμα διαφημίσεων για την εκπαίδευση για την υγεία, τα παιδιά συχνά οδηγούνται σε εξωτερικά ιατρεία για υπερβολική λήψη συμπληρωμάτων βιταμινών.

4.2. Υπερβιταμινώσεις

4.2.1. Υπερβιταμίνωση Α

Η κατανάλωση υπερβολικής ποσότητας προσχηματισμένης βιταμίνης Α από τα γεύματα (ιχθυέλαιο, ζωικό συκώτι και νεφρά, φυτικές πηγές όπως τα καρότα), συμπληρώματα με τη μορφή χαπιών, δισκίων ή σκονών ή συνταγογραφούμενων φαρμάκων μπορεί να προκαλέσει υπερβιταμίνωση Α. Η διαιτητική βιταμίνη Α είναι ως επί το πλείστον διαθέσιμη με τη μορφή προσχηματισμένης βιταμίνης Α στις δυτικές χώρες, αλλά στις υπανάπτυκτες χώρες βρίσκεται πιο συχνά με τη μορφή καροτενοειδών προβιταμίνης Α. Οι μεμονωμένες κάψουλες συμπληρωμάτων βιταμίνης Α περιέχουν συνήθως μεταξύ 10.000 και 50.000 διεθνείς μονάδες (IU) βιταμίνης Α. Περισσότερες από 180.000 διεθνείς μονάδες ανά γραμμάριο μπορούν να βρεθούν στο συκώτι ψαριών. Η οξεία τοξική δόση της βιταμίνης Α είναι 25.000 διεθνείς μονάδες ανά κιλό, ενώ η χρόνια τοξική δόση είναι τέσσερις χιλιάδες διεθνείς μονάδες ανά κιλό κάθε μέρα σε διάστημα έξι έως δεκαπέντε μηνών (Rosenbloom 2017).

Υπάρχουν δύο τύποι υπερβιταμίνωσης Α: οξεία και χρόνια. Πονοκέφαλοι, έμετοι, βραχυπρόθεσμη απώλεια συνείδησης, αποπροσανατολισμός, ευερεθιστότητα, ναυτία, κοιλιακή δυσφορία, πυρετός, δερματικά εξανθήματα χωρίς εμφανή εντοπισμό σε όλο το

σώμα και προβλήματα όρασης όπως διπλωπία είναι μερικά από τα συμπτώματα που μπορεί να παρατηρηθούν σε οξεία μορφή της νόσου, η οποία είναι εξαιρετικά σπάνια. Συμπτώματα όπως ξηρό κηλιδωμένο δέρμα, ξηρά χείλη με ραγάδες, απώλεια μαλλιών και εύθραυστα νύχια σχετίζονται με τις χρόνιες εκδοχές της πάθησης. Αυτή η κατάσταση έχει επίδραση στην οστεοαρθρική δομή, προκαλώντας αλλαγές στον μεταβολισμό των οστών, οι οποίες ακολουθούνται από δυσκαμψία στην κινητικότητα, δυσφορία και πρήξιμο των μαλακών ιστών που περιβάλλουν τις αρθρώσεις. Αλωπεκία (φαλάκρα), απώλεια βάρους, χαμηλός πυρετός, ηπατοσπληνομεγαλία, οίδημα των θηλωμάτων (οίδημα οπτικού δίσκου που προκαλείται από αυξημένη ενδοκρανιακή πίεση λόγω οποιασδήποτε αιτίας) και ψευδοεγκεφαλικός όγκος (που προκαλείται από αυξημένη πίεση γύρω από τον εγκέφαλο) είναι επίσης χαρακτηριστικά αυτής της πάθησης. Υπάρχουν πρόσθετα χαρακτηριστικά που περιλαμβάνουν επιπλοκές όπως υπερχοληστερολαιμία και αθηροσκληρωτική νόσο, αναιμία και θρομβοπενία (σε βρέφη) (Perrotta et al 2002), υπασβεστιασία, υπερασβεστιουρία και νεφρικές πέτρες, ενδοκρανιακή υπέρταση και αύξηση της παραγωγής κορτικοειδών, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε γενικευμένο οιδηματώδες σύνδρομο, κατάθλιψη και τάσεις αυτοκτονίας (ειδικά όταν χρησιμοποιείται ισοτρετινοΐνη) (Mawson 2009, Lee et al 2016). Η υπερβολική κατανάλωση βιταμίνης Α για παρατεταμένο χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές τερατογόνες επιδράσεις στο έμβρυο, συμπεριλαμβανομένων ανωμαλιών στα μάτια, το κρανίο, τους πνεύμονες και την καρδιά (Lee et al 2016). Τα συμπτώματα μπορεί να εμφανιστούν με τη μορφή επιδείνωσης όλων των κλινικών ασθενειών, απώλειας όρασης, ανισορροπίας των δεικτών λιπιδιογράμματος, αρρυθμίας (ακανόνιστος καρδιακός παλμός), κοινής αρθραλγίας (πόνος στις αρθρώσεις), χρόνια ηπατική και νεφρική ανεπάρκεια και μείωση της όρασης. Το δέρμα είναι ο ιστός που επηρεάζεται συχνότερα από την υπερβιταμίνωση Α (Hillman et al 1956).

Σε σύγκριση με την προσχηματισμένη βιταμίνη Α, η χρήση σημαντικών ποσοτήτων συμπληρωμάτων βήτα-καροτίνης δεν έχει συνδεθεί με δυσμενείς επιπτώσεις στον οργανισμό. Μια ασθένεια γνωστή ως καροτενοδερμία, η οποία είναι μια αβλαβής κατάσταση στην οποία το δέρμα γίνεται κίτρινο-πορτοκαλί, έχει τεκμηριωθεί σε άνδρες που έχουν καταναλώσει βήτα-καροτίνη για μεγάλο χρονικό διάστημα (Micozzi et al 1988). Είναι δυνατό να εξουδετερωθεί αυτή η επίδραση μειώνοντας ή εξαλείφοντας την κατανάλωση βήτα-καροτίνης. Έχει επίσης αναφερθεί ότι οι νέοι έχουν βιώσει τοξικότητα ως αποτέλεσμα της λήψης συμπληρωμάτων βιταμινών (Lam et al 2006).

Για τη διαχείριση της πάθησης, είναι απαραίτητο να γίνει άμεση διακοπή της λήψης συμπληρωμάτων και να ληφθεί η συνιστώμενη δόση που έχει προταθεί από τους γιατρούς. Ο ασθενής πρέπει να εισαχθεί στο νοσοκομείο εάν αναφέρει ότι βιώνει ψυχικές αλλαγές. Υπάρχουν πολύ λίγοι θάνατοι λόγω υπερβιταμίνωσης Α. Με την πάροδο του χρόνου, το κίτρινο χρώμα του δέρματος θα αλλάξει.

4.2.2. Υπερβιταμίνωση D

Η κατάσταση αυτή προκαλείται από την κατανάλωση συνταγογραφούμενων φαρμάκων, όπως το ασβέστιο και η βιταμίνη D, για παρατεταμένο χρονικό διάστημα ή σε υπερβολικές ποσότητες. Δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της παρατεταμένης έκθεσης στον ήλιο και των αυξημένων επιπέδων βιταμίνης D στον οργανισμό. Οι άνθρωποι τα τελευταία χρόνια, λόγω του τρόπου ζωής, έχουν την τάση να μένουν σε εσωτερικούς χώρους και η ανησυχία για μια πιθανή ανεπάρκεια βιταμίνης D έχει οδηγήσει σε αύξηση της κατανάλωσης διαφόρων μορφών συμπληρωμάτων βιταμίνης D, γεγονός που έχει οδηγήσει σε υπερκατανάλωση αυτών των συμπληρωμάτων. Όμως δεν έχει αναφερθεί ότι έχει επιτευχθεί η οξεία επικίνδυνη δόση της βιταμίνης D. Οι ενήλικες έχουν μια χρόνια επικίνδυνη δόση που είναι μεγαλύτερη από 50.000 διεθνείς μονάδες την ημέρα. 1.000 διεθνείς μονάδες την ημέρα μπορεί να θεωρηθούν επιβλαβείς για βρέφη ηλικίας κάτω των έξι μηνών. Το ανώτατο όριο ανοχής (UL) για όλες τις ομάδες άνω του ενός έτους είναι δύο χιλιάδες διεθνείς μονάδες την ημέρα (Coates 2010). Η πιθανή τοξικότητα της βιταμίνης D μπορεί να διαφέρει πολύ από τη μια μεμονωμένη πηγή στην άλλη. Όταν καταναλώνονται μεγάλες ποσότητες συμπληρωμάτων διατροφής που περιέχουν βιταμίνη D, ο κίνδυνος εμφάνισης τοξικών επιδράσεων αυξάνεται σημαντικά. Ένας υψηλότερος κίνδυνος ανεπιθύμητων παρενεργειών σχετίζεται με μακροχρόνιες λήψεις βιταμίνης D σε δόσεις που είναι υψηλότερες από το UL (Roset al 2011). Η κατάσταση που είναι γνωστή ως υπερβιταμίνωση D συνδέεται μερικές φορές με αυξημένη παραγωγή καλσιτριόλης, παρόμοια με την κατάσταση που είναι γνωστή ως υπερπαραθυρεοειδισμός. Η αυξημένη οστική απορρόφηση και η υπερασβεστιουρία είναι συμπτώματα δευτεροπαθούς υπερασβεστιαϊμίας. Άλλα συμπτώματα περιλαμβάνουν πολουρία, πολυδιψία, έμετο, αφυδάτωση, δυσκοιλιότητα, ανορεξία και λήθαργο, υπέρταση και επιληπτικές κρίσεις που μπορεί να είναι θανατηφόρες (Ozkan et al 2012).

Μυϊκή αδυναμία, συχνή και γρήγορη κόπωση, λειτουργική δυσπεψία, υποθερμία, προοδευτική απώλεια βάρους, σταθεροί πονοκέφαλοι χωρίς σαφή εντοπισμό, υπερτασικές κρίσεις που οδηγούν σε εγκεφαλικό και ανάπτυξη διαφόρων μορφών μυοκαρδιοπάθειας είναι όλα παραδείγματα συμπτωμάτων που μπορεί να αποδίδεται στην υπερβιταμίνωση D σε ενήλικες (Walentynowicz et al 2004). Καταστάσεις που συνοδεύονται από βραδυαρρυθμικές ανωμαλίες της καρδιακής δραστηριότητας και εκτεταμένο ίκτερο του δέρματος και των βλεννογόνων είναι συμπτώματα σχετίζονται με υπερβιταμίνωση D.

Τρόμος στα περιφερικά τμήματα των άκρων, ένα σύνδρομο ισχυρού πόνου στους μύες της πλάτης και των άκρων, μια γενική αφυδάτωση του σώματος και υποδόριες αιμορραγίες διαφόρων μορφών και βαθμών, είναι συμπτώματα της οξείας δηλητηρίασης από βιταμίνη D. Έχει διαπιστωθεί ότι η κατανάλωση συμπληρωμάτων ασβεστίου και βιταμίνης D από γυναίκες που έχουν περάσει την εμμηνόπαυση μπορεί να αυξήσει την πιθανότητα εμφάνισης πετρών στα νεφρά (Jackson et al 2006).

Η δηλητηρίαση από τη βιταμίνη D έχει συνδεθεί με μια σειρά από μη ειδικά συμπτώματα, όπως απώλεια βάρους, ανορεξία, πολυουρία, καρδιακές αρρυθμίες, αυξημένα επίπεδα ασβεστίου στο αίμα που μπορεί να οδηγήσουν σε πέτρες στο ουροποιητικό σύστημα και ασβεστοποίηση αγγείων και ιστών, γεγονότα που μπορεί να προκαλέσουν βλάβη στην καρδιά. Η κατανάλωση συμπληρωμάτων υψηλής δόσης για παρατεταμένο χρονικό διάστημα μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία, συμπεριλαμβανομένης της αύξησης της θνησιμότητας, του αυξημένου κινδύνου καρκίνου του παγκρέατος, των καρδιαγγειακών επεισοδίων και της αύξησης του αριθμού πτώσεων και καταγμάτων σε ηλικιωμένα άτομα. Έχει επίσης διαπιστωθεί ότι η υπερβιταμίνωση είναι ένας παράγοντας στην ανάπτυξη της κατάθλιψης (Keddie 1987). Έχει συνδεθεί με υποπλασία του οδοντικού σμάλτου και εντοπισμένη ασβεστοποίηση του πολφού σε νεαρά παιδιά (Giunta 1998). Αυτή η συσχέτιση έχει αποδειχθεί. Υπάρχει πιθανότητα να εμφανιστούν επιπλοκές ως αποτέλεσμα αύξησης των επιπέδων ασβεστίου ορού, αυξήσεων των καρδιακών ενζύμων, αλλαγών στις δοκιμασίες νεφρικής λειτουργίας που οδηγούν σε χρόνια νεφρική νόσο, νεφρολιθίαση, νεφροασβεστίωση και ασβέστωση των αρθρώσεων και των περιαρθρικών ιστών (Elshama et al 2016).

Η διαχείριση της πάθησης περιλαμβάνει τη διακοπή της χρήσης συμπληρωμάτων και τη θεραπεία της υποκείμενης αιτίας. Μερικές φορές τα γλυκοκορτικοειδή χορηγούνται για

σύντομο χρονικό διάστημα σε περίπτωση που ο ασθενής εμφανίσει σοβαρή δηλητηρίαση από τη βιταμίνη D. Ως πιθανή θεραπεία για την υπερασβεστιαμία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διφωσφονικά όπως η παμιδρονάτη. Για την πρόληψη και τον έλεγχο των επιληπτικών κρίσεων, χρησιμοποιούνται φαινοβαρβιτάλη και φαινυτοΐνη. Επιπλέον, αυτά τα φάρμακα χρησιμοποιούνται για την προώθηση της ηπατικής μετατροπής της βιταμίνης D σε ανενεργά μόρια και για τη μείωση της απορρόφησης ασβεστίου (Gough et al 1986). Για την αντιμετώπιση της υπερβιταμίνωσης D μπορεί να γίνει λήψη του φαρμάκου για τη μείωση της χοληστερόλης χολεστυραμίνη καθώς και του φαρμάκου αδυνατίσματος ορλιστάτη προκειμένου να μειωθεί η ποσότητα της βιταμίνης D και άλλων λιποδιαλυτών βιταμινών που απορροφώνται από τον οργανισμό (Compston, Horton 1978, McDuffie et al 2002).

Η χορήγηση βιταμινών A και K έχει τη δυνατότητα να μειώσει τη σοβαρότητα της βραχυπρόθεσμης τοξικότητας (Elshama et al 2016). Η βιολογική δραστηριότητα των πρωτεϊνών που εξαρτώνται από τη βιταμίνη K, οι οποίες συντίθενται στο ήπαρ και εκκρίνονται στο αίμα, μπορεί να είναι υπεύθυνη για τη ρύθμιση των τοξικών επιδράσεων της βιταμίνης D3. Αυτές οι πρωτεΐνες εξαρτώνται από το φυσιολογικό συμπλήρωμα των Glareidues, που είναι αποτελεσματικοί χηλικοί παράγοντες των ιόντων ασβεστίου και εξουδετερώνουν την υπερασβεστιαμία (Ferland 1998). Η προστατευτική δράση της βιταμίνης A στην υπερβιταμίνωση D3 βασίζεται στην ικανότητα της βιταμίνης A να μειώνει τις πρωτεΐνες Gla στους μαλακούς ιστούς και να αποτρέπει την ασβεστοποίηση στον νεφρικό ιστό (Masterjohn 2007).

4.2.3. Υπερβιταμίνωση E

Στη φυσική της κατάσταση, η βιταμίνη E μπορεί να βρεθεί σε τρόφιμα όπως τα φυτικά έλαια, τα άψητα δημητριακά, οι ηλιόσποροι και τα αμύγδαλα. Με την κατανάλωση βιταμίνης E που βρίσκεται σε φυτικά τρόφιμα, δεν έχουν αναφερθεί σημαντικές παρενέργειες. Λόγω του γεγονότος ότι η βιταμίνη E είναι γνωστό ότι διαθέτει αντιοξειδωτικές (Burton, Traber 1990), αντιαθηρογόνες (Farbstein et al 2010), ιδιότητες που προάγουν τη γονιμότητα (Evans, Burr 1925), και αντιγηραντικές ιδιότητες (Reveny et al 2017), οι άνθρωποι έχουν αρχίσει να λαμβάνουν συμπληρώματα βιταμίνης E σε τακτική βάση στον σημερινό κόσμο. Η ημερήσια δόση που συνιστάται είναι από τρία έως είκοσι

πέντε χιλιοστόγραμμα και οι ανεπιθύμητες ενέργειες παρατηρούνται σε συγκεντρώσεις που είναι μεγαλύτερες από ένα γραμμάριο ανά κιλό σωματικού βάρους.

Λίγες περιπτώσεις εγκεφαλικής αιμορραγίας έχουν καταγραφεί ως αποτέλεσμα της συνεχούς κατανάλωσης βιταμίνης E σε επίπεδο πενήντα χιλιοστόγραμμα την ημέρα. Άτομα που έχουν καλή υγεία και λαμβάνουν βιταμίνη E σε καθημερινή βάση σε δόση 100 χιλιοστόγραμμα ή περισσότερο για παρατεταμένη χρονική περίοδο (ένα έτος) είναι επιρρεπή να αναπτύξουν υπερβιταμίνωση E. Η αβηταλιποπρωτεϊναιμία κυστικής ίνωσης μπορεί να είναι το αποτέλεσμα υψηλής ημερήσιας δόσης μεταξύ 150 και 200 χιλιοστόγραμμα ανά κιλό σωματικού βάρους ανά ημέρα. Η ποσότητα της βιταμίνης E που καταναλώθηκε και το χρονικό διάστημα που λήφθηκε είναι ευθέως ανάλογα με τον αριθμό των ανεπιθύμητων ενεργειών και τη σοβαρότητα αυτών των επιπτώσεων. Μετά την κατανάλωση σημαντικής ποσότητας συμπληρωμάτων βιταμίνης E, υπήρξαν αναφορές για αύξηση των ποσοστών θνησιμότητας από όλες τις αιτίες (Miller et al 2005). Οι υψηλές δόσεις συμπληρωμάτων αλφατοκοφερόλης έχουν τη δυνατότητα να αναστέλλουν την εξαρτώμενη από τη βιταμίνη K καρβοξυλάση, η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε αυξημένη αιμορραγία. Επιπλέον, αυτά τα συμπληρώματα μπορούν να αναστείλουν τη συσσώρευση αιμοπεταλίων μειώνοντας την παραγωγή θρομβοξάνης αιμοπεταλίων, η οποία με τη σειρά της προκαλεί αιμορραγία. Επιπλέον, αυτά τα συμπληρώματα έχουν τη δυνατότητα να βλάψουν το ανοσοποιητικό σύστημα μειώνοντας τη δραστηριότητα των φαγοκυττάρων των λευκοκυττάρων, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε νεκρωτική εντεροκολίτιδα, νευρομυϊκές διαταραχές και διαταραχές του ενδοκρινικού συστήματος (Corrigan, Marcus 1974, Moharana, Moharana 1999). Η υπερβιταμίνωση E σχετίζεται με μια σειρά από καρδιαγγειακές συνέπειες, συμπεριλαμβανομένης της επιδείνωσης ήδη υπάρχουσών καταστάσεων όπως η στηθάγχη και η υπέρταση, η επιτάχυνση των διεργασιών αθηρογένεσης και επαναστένωσης και μείωση της εγκεφαλικής ροής αίματος που μπορεί να οδηγήσει σε εγκεφαλικό (Miller et al 2005, Lorch et al 1984). Ορισμένες ανεπιθύμητες ενέργειες έχουν επίσης καταγραφεί στους τομείς της δερματολογίας, της νεφρικής λειτουργίας και της γυναικολογίας. Αυτά περιλαμβάνουν εκχύμωση και σκάσιμο των χειλιών, κρεατινουρία και κρεατιναιμία, ακανόνιστη κολπική αιμορραγία, γυναιομαστία, καρκίνο του μαστού και προβλήματα στην αναπαραγωγή (Moharana, Moharana 1999). Η τοξικότητα της βιταμίνης E έχει επίσης συνδεθεί με συμπτώματα όπως κόπωση, αδυναμία, πονοκέφαλο και γαστρεντερικές διαταραχές, καθώς και διάρροια, εντερικές κράμπες και καθυστέρηση στην επούλωση των πληγών.

Η διαχείριση της πάθησης περιλαμβάνει τη διακοπή της χρήσης συμπληρωμάτων και τη θεραπεία της υποκείμενης αιτίας. Είναι σημαντική η λήψη μόνο της ημερήσια δόση που έχει συνταγογραφηθεί.

4.2.4. Υπερβιταμίνωση K

Οι δύο πιο συχνές μορφές βιταμίνης K είναι γνωστές ως βιταμίνη K1 και βιταμίνη K2. Η βιταμίνη K1 βρίσκεται σε πράσινα φυλλώδη λαχανικά όπως τα γογγύλια, το σπανάκι, το κουνουπίδι, το λάχανο, το μπρόκολο και τα λαχανάκια Βρυξελλών. Επιπλέον, η βιταμίνη K1 μπορεί να βρεθεί στο αγελαδινό γάλα, το σογιέλαιο, το βαμβακέλαιο, το λάδι canola και το ελαιόλαδο. Τα βακτήρια του εντέρου είναι υπεύθυνα για την παραγωγή της βιταμίνης K2 στο ανθρώπινο σώμα. Και οι δύο εκδόσεις είναι ασφαλείς για την πλειονότητα των ατόμων όταν η λήψη τους γίνεται είτε από το στόμα είτε μέσω ένεσης στη φλέβα. Η πλειοψηφία των ανθρώπων δεν έχει καμία ανεπιθύμητη ενέργεια και προτιμούν να λαμβάνουν την ημερήσια δόση που συνιστά ο γιατρός τους. Δεν είναι δυνατό να εκτιμηθούν οι συνιστώμενες διατροφικές απαιτήσεις για βιταμίνη K επειδή δεν παρέχονται αρκετές επιστημονικές πληροφορίες. Έχει δηλωθεί ότι εάν ένα άτομο πάσχει από διαβήτη, είναι ζωτικής σημασίας να ελέγξει τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα του, επειδή η βιταμίνη K1 έχει τη δυνατότητα να μειώσει τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα.

Τα προβλήματα με την πήξη του αίματος που προκαλούνται από σοβαρή ηπατική νόσο μπορεί να επιδεινωθούν με τη λήψη υψηλών δόσεων βιταμίνης K. Υπάρχει μόνο μια ποικιλία βιταμίνης K που μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα, και αυτή είναι ο τύπος K3. Αυτός ο τύπος βιταμίνης K προκαλεί αιμολυτική αναιμία περιορίζοντας τη δράση της γλουταθειόνης, η οποία αυξάνει την πιθανότητα συσσώρευσης αντιδραστικών ειδών οξυγόνου. Είναι πιθανό αυτό να προκαλέσει ρήξη της μεμβράνης των ερυθρών αιμοσφαιρίων ως αποτέλεσμα οξειδωτικού στρες, το οποίο στη συνέχεια θα οδηγήσει σε αιμολυτική αναιμία, ίκτερο και βλάβη στο ήπαρ. Τις περισσότερες φορές, αυτό παρατηρείται στα νεογνήτα και δεν είναι πολύ συχνό στους ενήλικες. Τα άτομα που χρησιμοποιούν φάρμακα αραιώσης του αίματος ή αντιπηκτικά θα πρέπει να περιορίσουν την ποσότητα των τροφίμων που περιέχουν βιταμίνη K (Bellow, Moore 2012, Wojciechowski et al 2017).

4.2.5. Υπερβιταμίνωση C

Η ακριβής επικίνδυνη δόση της βιταμίνης C (ασκορβικό οξύ) δεν έχει τεκμηριωθεί. Το κατώφλι για χρόνια τοξικότητα είναι μια ημερήσια δόση που υπερβαίνει τα 2 γραμμάρια και οι ενήλικες δεν πρέπει να υπερβαίνουν τη μέγιστη ημερήσια πρόσληψη των 90 mg. Στους ενήλικες, η υπερβιταμίνωση C εμφανίζεται με συμπτώματα όπως αδυναμία, ζάλη, διάρροια, ναυτία, έμετος, αϋπνία, σοβαρός πονοκέφαλος, δερματικές αλλεργίες, καούρα και κοιλιακό άλγος. Η υπερβολική κατανάλωση ασκορβικού οξέος έχει συνδεθεί με αυξημένη νευρική, απρόκλητη επιθετικότητα, κνησμό και δερματικά εξανθήματα στους νέους. Η παρατεταμένη υπερδοσολογία του συμπληρώματος μπορεί να οδηγήσει σε πολλές σοβαρές συνέπειες, όπως νεφρική νόσο, γαστρίτιδα, έλκος στομάχου, ανεπάρκεια συμπλέγματος βιταμινών B, διαταραχή του παγκρέατος, αυξημένη αρτηριακή πίεση, διαταραχή πήξης, προοδευτική επιδείνωση της όρασης, διαταραχή του εμμηνορροϊκού κύκλου (δυσμηνόρροια), αλλαγές στην σύνθεση αίματος με μειωμένο αριθμό λευκοκυττάρων και ορμονικές διαταραχές. Η υπερβολική ποσότητα βιταμίνης C στο σώμα πυροδοτεί τη συσσώρευση οξαλικών, τα οποία στη συνέχεια συσσωρεύονται στον νεφρικό ιστό και τη χοληδόχο κύστη (Elango et al 2015). Η υπερβολική κατανάλωση βιταμίνης C κατά την εγκυμοσύνη μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές διαταραχές στις μεταβολικές διεργασίες του αναπτυσσόμενου εμβρύου. Συνιστάται η λήψη ασκορβικού οξέος με μεγάλη προσοχή όταν κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης και σε περιπτώσεις διαβήτη, καταρράκτη ή μειωμένης νεφρικής λειτουργίας.

Η προσέγγιση διαχείρισης της υπερβιταμίνωσης περιλαμβάνει τη διακοπή της χρήσης του συμπληρώματος και την ενίσχυση της ποσότητας των παραγόμενων ούρων.

4.2.6. Υπερβιταμίνωση με βιταμινών του συμπλέγματος B

Η υπερβιταμίνωση των βιταμινών του συμπλέγματος B χαρακτηρίζεται από συνδυασμό συμπτωμάτων. Αυτά τα συμπτώματα περιλαμβάνουν εκτεταμένη ερυθρότητα και αυξημένη ευαισθησία του δέρματος, ποικίλους βαθμούς κεφαλαλγίας χωρίς συγκεκριμένη θέση, εντερικά έλκη, διαταραχές ύπνου, αυξημένη ευαισθησία σε επιληπτικές κρίσεις, λιπώδες ήπαρ, υψηλά επίπεδα σακχάρου και ουρικού οξέος στο αίμα, καθώς και αισθήματα ναυτίας και δυσπεψίας (Elango et al 2015).

Η υπερβιταμίνωση B12 μπορεί να αναπτυχθεί σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας που λαμβάνουν χορήγηση της βιταμίνης, είτε από το στόμα είτε ενδοφλεβίως, ως θεραπεία για κακοήγη αναιμία. Η υπερδοσολογία μπορεί να οδηγήσει σε διάφορες μορφές αλλεργικών αντιδράσεων, συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια, πνευμονικό οίδημα, μειωμένο μέγεθος των αντανεκλαστικών που ρυθμίζονται από τα αιμοφόρα αγγεία, αίσθημα παλμών, αίσθημα μυρμηκίασης και μούδιασμα στα άκρα. Το θανατηφόρο όριο για τη βιταμίνη B12 δεν έχει καθοριστεί. Η υπερβιταμίνωση B9, ή η υπερβολική πρόσληψη φυλλικού οξέος, εκδηλώνεται ως τονωτικοί σπασμοί στους γαστροκνήμιους μύες, που μπορεί να εμφανιστούν οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας και αναστέλλει επίσης τη δράση της ηπατικής αλκοολικής αφυδρογονάσης. Η υπερδοσολογία συνδέεται επίσης με διαταραχές ύπνου, πεπτικά προβλήματα και δερματικές διαταραχές.

Οι ανεπιθύμητες ενέργειες που προκύπτουν από την υπερβολική ποσότητα βιοτίνης (γνωστή και ως βιταμίνη H/B7) είναι ασυνήθιστες, καθώς το σώμα την αποβάλλει αποτελεσματικά μέσω των ούρων και των κοπράνων. Η υπερδοσολογία μπορεί να οδηγήσει σε υπερκεράτωση του εξωτερικού στρώματος των τριχοθυλακίων.

Η υπερβιταμίνωση B6, γνωστή και ως υπερβολική πρόσληψη πυριδοξίνης, είναι μια εξαιρετικά ασυνήθιστη κατάσταση. Η συνεχής κατανάλωση συμπληρωμάτων σε δόση 300-500 mg την ημέρα μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη μιας σοβαρής και σταδιακής αισθητικής νευροπάθειας που συνοδεύεται από αταξία, επώδυνα δερματικά εξανθήματα, ευαισθησία στο φως, αισθήματα ναυτίας και καούρα (Schaumburg et al 1983). Η ένταση των συμπτωμάτων είναι ευθέως ανάλογη με τη δοσολογία. Οι υψηλές δόσεις της ουσίας μπορούν να προκαλέσουν βλάβη στους αισθητήριους νευρώνες, οι οποίοι μπορεί να προκαλέσουν μη φυσιολογικές αισθήσεις (παραίσθησία) στα χέρια και τα πόδια, δυσκολίες στο περπάτημα, κόπωση και μειωμένη ικανότητα αίσθησης της αφής, της θερμοκρασίας και των κραδασμών. Η διακοπή της χρήσης της βιταμίνης B6 μπορεί να ανακουφίσει τα συμπτώματα εκτός εάν έχει υπάρξει μόνιμη βλάβη στους νευρώνες.

Η υπερβολική ποσότητα υπερβιταμίνωσης B5 (παντοθενικό οξύ) μπορεί να οδηγήσει σε διάρροια, γαστρεντερικά προβλήματα και κατακράτηση υγρών που μπορεί να οδηγήσει σε οίδημα.

Η δημιουργία υπερβιταμίνωσης B3 (νιασίνη) δεν έχει επιβεβαιωθεί. Ωστόσο, ορισμένες ανεπιθύμητες συνέπειες, όπως έξαψη του δέρματος, έχουν τεκμηριωθεί κατά τη

χορήγηση δόσης 50 mg/ημέρα ή μεγαλύτερη. Η εκτεταμένη κατανάλωση σε δόση 3 γραμμαρίων την ημέρα μπορεί να συνδέεται με την πιθανότητα ηπατικής βλάβης, χαμηλής αρτηριακής πίεσης, ζάλης, δυσκολίας στον ύπνο, έλκη στομάχου, ερεθισμό του δέρματος, ερυθρότητα του δέρματος, κνησμό, πεπτικά προβλήματα, επιδείνωση του βρογχικού άσθματος, ουρική αρθρίτιδα και αυξημένα επίπεδα σακχάρου στο αίμα κατά τη διάρκεια της νηστείας.

Η υπερβιταμίνωση B2, γνωστή και ως τοξικότητα της ριβοφλαβίνης, μπορεί να οδηγήσει σε δυσλειτουργία του ήπατος, ευαισθησία στο φως (φωτοφοβία), φλεγμονή στις γωνίες του στόματος (zaeda) και παθήσεις των καρδιακών μυών (καρδιομυοπάθειες). Άλλα συμπτώματα μπορεί να περιλαμβάνουν έμετο, κνησμό, μούδιασμα, αίσθημα καψίματος ή τσούξιμο, χαμηλή αρτηριακή πίεση (υπόταση), κόπωση και δημιουργία λαμπερών κίτρινων ούρων.

Η υπερδοσολογία θειαμίνης (B1), αναστέλλει τη μετάδοση νευρικών σημάτων, με αποτέλεσμα παράλυση, ανησυχία, σπασμούς, αναπνευστική παράλυση και καρδιακή ανεπάρκεια. Επιπλέον, διαταράσσει τη λειτουργία άλλων βιταμινών B, της ινσουλίνης και του θυρεοειδούς (Elango et al 2015).

Συμπεράσματα

Οι κάτοικοι των πόλεων είναι πιο επιρρεπείς στην υπερβολική ή ανεπαρκή κατανάλωση φαγητού ως αποτέλεσμα του άγχους και του γρήγορου τρόπου ζωής. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την εξάντληση ή την ανεπάρκεια των βιταμινών στον οργανισμό. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί η έλλειψη ή η ανεπάρκεια των βιταμινών που απαιτούνται για τη διατήρηση των βασικών μεταβολικών λειτουργιών, τα άτομα σήμερα καταφεύγουν στην κατανάλωση διαφορετικών συμπληρωμάτων βιταμινών όπως σκόνες, σιρόπια, ταμπλέτες και χάπια. Ωστόσο, συχνά το κάνουν χωρίς να ζητούν καθοδήγηση ή σωστή επίβλεψη από διατροφολόγους και διαιτολόγους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση βιταμινών στους ιστούς και τα υγρά του σώματος, οδηγώντας σε τοξικότητα ή υπερβιταμίνωση. Η τοξικότητα που προκύπτει από την υπερβολική πρόσληψη

υδατοδιαλυτών βιταμινών δεν συνιστά κίνδυνο για τη ζωή των ατόμων. Η υπερβολική συσσώρευση λιποδιαλυτών βιταμινών A, D, E και K μπορεί να οδηγήσει σε σύνδρομο μέθης, το οποίο εκδηλώνεται με διάφορα κοινά συμπτώματα όπως πονοκέφαλο, μειωμένη ικανότητα άσκησης και εκτέλεσης καθημερινών εργασιών, διάρροια, έμετος, δυσκοιλιότητα, ευερεθιστότητα, ναυτία, αδυναμία και ίλιγγος.

Για την ομαλοποίηση της υπερβιταμίνωσης, μπορεί κανείς να αυξήσει την παραγωγή ούρων και να περιορίσει την κατανάλωση συμπληρωμάτων βιταμινών. Προτού χρησιμοποιηθούν συμπληρώματα βιταμινών σε διάφορες μορφές, καλό είναι να αναζητηθεί καθοδήγηση από γιατρό ή διατροφολόγο.

Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Έχει διαπιστωθεί συσχέτιση μεταξύ των κατηγοριών των συμπληρωμάτων διατροφής που χρησιμοποιούνται και ενός αριθμού διατροφικών προτύπων. Θα απαιτηθεί περαιτέρω έρευνα για να εξεταστεί η συμβατότητα συγκεκριμένων θρεπτικών συστατικών με διατροφικά πρότυπα σε σχέση με τις ποικιλίες των συμπληρωμάτων διατροφής που χρησιμοποιούνται. Για να αποκτηθεί μια βαθύτερη κατανόηση των υποκείμενων παραγόντων που παρακινούν τη χρήση συμπληρωμάτων, μεταγενέστερη έρευνα θα μπορούσε να διερευνήσει τον αντίκτυπο των αντισταθμιστικών ψυχολογικών παραγόντων στη σχέση μεταξύ διατροφικών προτύπων και χρήσης συμπληρωμάτων.

Βιβλιογραφία

- Adams, R. J., Appleton, S. L., Taylor, A. W., Gill, T. K., Lang, C., McEvoy, R. D., & Antic, N. A. (2017). Sleep health of Australian adults in 2016: Results of the 2016 Sleep Health Foundation national survey. *Sleep Health*, 3(1), 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2016.11.005>
- Amaral, A. P., Soares, M. J., Pinto, A. M., Pereira, A. T., Madeira, N., Bos, S. C., Marques, M., Roque, C., & Macedo, A. (2018). Sleep difficulties in college students: The role of stress, affect and cognitive processes. *Psychiatry Research*, 260, 331–337. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2017.11.072>
- America Association of Poison Control Centers 'National Poison Data System. Annual Reports at <http://www.aapcc.org/annual-reports>. Accessed Oct 13, 2014.
- Asensi-Fabado, M.A., and S. Munne'-Bosch. (2010). Vitamins in plants: occurrence, biosynthesis and antioxidant function. *Trends Plant Sci.*, 15(10): 582-592.
- Atkins, G.J., K.J. Welldon, A.R. Wijenayaka, et al. (2009). Vitamin K promotes mineralization, osteoblast-to-osteocyte transition, and an anticatabolic phenotype by {gamma}-carboxylation-dependent and -independent mechanisms. *Am. J. Physiol. Cell Physiol.*, 297(6): C1358-67.
- Awuchi C. G.; Udeogu, E. (2016). Effect of Processing On Hemagglutinin Activity of Lectin Extracts from Selected Cereals and Legumes. *International Journal of Advanced Academic Research*, 2 (12); 24 – 59. ISSN: 2488-9849.

- Awuchi Chinaza Godswill; Ikechukwu O. Amagwula; Igwe Somtochukwu Victory; Allan Isiaga Gonzaga (2018). Effects of Repeated Deep Frying on Refractive Index and Peroxide Value of Selected Vegetable Oils. *International Journal of Advanced Academic Research*, 4 (4); 106 – 119. ISSN: 2488-9849.
- Awuchi, C. G.; Igwe, V. S.; and Echeta, C. K. (2019). The Functional Properties of Foods and Flours. *International Journal of Advanced Academic Research*, 5 (11); 139 – 160. ISSN: 2488-9849.
- Awuchi, Chinaza Godswill (2019a). Medicinal Plants: the Medical, Food, and Nutritional Biochemistry and Uses. *International Journal of Advanced Academic Research*, 5 (11); 220 – 241. ISSN: 2488-9849.
- Awuchi, Chinaza Godswill and Awuchi, Chibueze Gospel (2019b). Impacts of Plastic Pollution on the Sustainability of Seafood Value Chain and Human Health. *International Journal of Advanced Academic Research*, 5 (11); 46 – 138. ISSN: 2488-9849.
- Ba, A., (2008). Metabolic and structural role of vitamin B1e in nervous tissues. *Cell Mol.Neurobiol.*, 28:923-31.
- Bailey, R. L., Gahche, J. J., Miller, P. E., Thomas, P. R., & Dwyer, J. T. (2013). Why US adults use dietary supplements. *JAMA Internal Medicine*, 173(5), 355–361.
- Beitz, R., Mensink, G. B., Hintzpeter, B., Fischer, B., & Erbersdobler, H. F. (2004). Do users of dietary supplements differ from nonusers in their food consumption? *European Journal of Epidemiology*, 19, 335–341. <https://doi.org/10.1023/B:EJEP.0000024698.76843.3b>
- Belenchia, A.M., A.K. Tosh, L.S. Hillman, et al. (2013). Correcting vitamin D insufficiency improves insulin sensitivity in obese adolescents: a randomized controlled trial. *Am. J. Clin. Nutr.*, 97: 774-81.
- Bellow L, Moore R. Fat-soluble vitamins: A, D, E, and K. Food and nutrition series/ Health. Colorado State University, 2012; Fact Sheet No. 9.315
- Bender DA (2003). Nutritional biochemistry of the vitamins. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-80388-5.
- Berdanier, Carolyn D.; Dwyer, Johanna T.; and Heber, David (2013). Handbook of Nutrition and Food (3rd ed.). CRC Press. p. 199. ISBN 978-1-4665-0572-8.

- Berdanier, Carolyn D.; Dwyer, Johanna T.; and Heber, David (2016). Handbook of Nutrition and Food, Third Edition. CRC Press. pp. 211–224. ISBN 978-1-4665-0572-8.
- Berdanier, Carolyn D.; Dwyer, Johanna T.; and Heber, David (2016). Handbook of Nutrition and Food. CRC Press. pp. 211–26. ISBN 978-1-4665-0572-8.
- Bertin, M., Touvier, M., Dubuisson, C., Dufour, A., Havard, S., Lafay, L., Volatier, J. L., & Lioret, S. (2016). Dietary patterns of French adults: Associations with demographic, socio-economic and behavioural factors. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 29 (2), 241–254. <https://doi.org/10.1111/jhn.12315>
- Bjelakovic G, Nikolova D, LL Gluud, Simonetti GR, and Gluud C (2007). "Mortality in randomized trials of antioxidant supplements for primary and secondary prevention: systematic review and meta-analysis". *JAMA*. 297 (8): 842–857. doi:10.1001/jama.297.8.842.
- Blumberg, J. B., Bailey, R. L., Sesso, H. D., & Ulrich, C. M. (2018). The evolving role of multivitamin/multimineral supplement use among adults in the age of personalized nutrition. *Nutrients*, 10(2), 248. <https://doi.org/10.3390/nu10020248>
- Blumberg, J. B., Frei, B., Fulgoni Iii, V. L., Weaver, C. M., & Zeisel, S. H. (2017). Contribution of dietary supplements to nutritional adequacy in various adult age groups. *Nutrients*, 9(12), 1325. <https://doi.org/10.3390/nu9121325>
- Bouvard, V., Loomis, D., Guyton, K. Z., Grosse, Y., El Ghissassi, F., Benbrahim-Tallaa, L., Guha, N., Mattock, H., & Straif, K. (2015). Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *The Lancet Oncology*, 16(16), 1599–1600. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(15\)00444-1](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(15)00444-1)
- Boy E, Mannar V, Pandav C, de Benoist B, Viteri F, Fontaine O, and Hotz C (2009). "Achievements, challenges, and promising new approaches in vitamin and mineral deficiency control". *Nutrition Reviews*. 67 Suppl 1 (Suppl 1): S24–S30. doi:10.1111/j.1753-4887.2009.00155.x.
- Burton GW, Traber MG. Vitamin E: Antioxidant activity, biokinetics and bioavailability. *Annu Rev Nutr*. 1990; 10:357-382.
- Chao, A., Thun, M. J., Connell, C. J., McCullough, M. L., Jacobs, E. J., Flanders, W. D., Rodriguez, C., Sinha, R., & Calle, E. E. (2005). Meat consumption and risk of colorectal cancer. *JAMA*, 293(2), 172–182. <https://doi.org/10.1001/jama.293.2.172>

- Chiou, W.-B., Yang, C.-C., & Wan, C.-S. (2011). Ironic effects of dietary supplementation: Illusory invulnerability created by taking dietary supplements licenses health-risk behaviors. *Psychological Science*, 22(8), 1081–1086. <https://doi.org/10.1177/0956797611416253>
- Cnain. (1981). Committee on Nomenclature of the American Institute of Nutrition. *J. Nutr.*, 111:8.
- Coates PM. Vitamin D: How research informs public health policy. Office of dietary supplements. National Institute of Health. 2010: 30 pages.
- Combs GF (2007). *The Vitamins*. Elsevier. ISBN 9780080561301.
- Combs, G.F. (2007). Vitamin B6. In: *The Vitamins*. Academic Press, Waltham, MA.
- Compston JE, Horton LW. Oral 25-hydroxyvitamin D3 in treatment of osteomalacia associated with ileal resection and cholestyramine therapy. *Gastroenterology*. 1978; 74:900-902.
- Corrigan JJ Jr, Marcus FI. Coagulopathy associated with vitamin E ingestion. *JAMA*. 1974; 230(9): 1300-1301.
- Corvallis, OR (2016). "Minerals". Micronutrient Information Center, the Linus Pauling Institute, Oregon State University.
- Cowan, A. E., Jun, S., Gahche, J. J., Tooze, J. A., Dwyer, J. T., Eicher-Miller, H. A., Bhadra, A., Guenther, P. M., Potischman, N., & Dodd, K. W. (2018). Dietary supplement use differs by socioeconomic and health-related characteristics among US adults, NHANES 2011–2014. *Nutrients*, 10(8), 1114. <https://doi.org/10.3390/nu10081114>
- Crider, K.S., L.B. Bailey, R.J. Berry. (2011). Folic acid food fortification — its history, effect, concerns, and future directions. *Nutrients* 3: 370-84.
- Dickinson, A., & MacKay, D. (2014). Health habits and other characteristics of dietary supplement users: A review. *Nutrition Journal*, 13(1), 14. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-13-14>
- Djaoudene, O., Romano, A., Bradai, Y. D., Zebiri, F., Ouchene, A., Yousfi, Y., Amrane-Abider, M., Sahraoui-Remini, Y., & Madani, K. (2023). A global overview of dietary supplements: Regulation, market trends, usage during the COVID-19 pandemic, and health effects. *Nutrients*, 15(15), 3320. <https://doi.org/10.3390/nu15153320>

- EFSA (2017). "Overview on Dietary Reference Values for the EU population as derived by the EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies". 2017.
- Elango G, Venkataraman DD, Venkata Rao S, et al. Hypervitaminosis. *Int J Biomed Res.* 2015; 6(03): 151-154
- Elshama SS, Osman HEH, El-KenawyAEI-M, et al. Comparison between the protective effects of vitamin K and vitamin K on the modulation of hypervitaminosis D3 short-term toxicity in adult albino rats. *Turk J Med Sci.* 2016; 46: 524-538.
- Evans HM, Burr GO. The anti-sterility vitamin fat soluble E. *Proc Natl AcadSci USA.* 1925; 11(6): 334-341.
- Farbstein D, Kozak-Blickstein A, Levy AP. Antioxidant vitamins and their use in preventing cardiovascular disease. *Molecules.* 2010; 15:8098-8110.
- Faurschou, A., D.M. Beyer, A. Schmedes, et al. (2012). The relation between sunscreen layer thickness and vitamin D production after ultraviolet B exposure: a randomized clinical trial. *Br. J. Dermatol.*, 167: 391-5.
- Feldman M. H, and N.S. Schlezinger, Benign intracranial hypertension associate with hyper vitaminosis A, *Arch. Neural*,22:1,1970
- Feng, C. and G. Tollin. (2009). Regulation of interdomain electron transfer in the NOS output state for NO production. *Dalton. Trans.*, (34): 6692-700.
- Ferland G. The vitamin K-dependent proteins: an update. *Nutr Rev.* 1998; 56: 223–230.
- Foote, J. A., Murphy, S. P., Wilkens, L. R., Hankin, J. H., Henderson, B. E., & Kolonel, L. N. (2003). Factors associated with dietary supplement use among healthy adults of five ethnicities: The Multiethnic Cohort Study. *American Journal of Epidemiology*, 157(10), 888–897. <https://doi.org/10.1093/aje/kwg072>
- Fortmann SP, Burda BU, Senger CA, Lin JS, Whitlock EP (2013). "Vitamin and mineral supplements in the primary prevention of cardiovascular disease and cancer: An updated systematic evidence review for the U.S. Preventive Services Task Force". *Annals of Internal Medicine.* 159 (12): 824–834. doi:10.7326/0003-4819-159-12-201312170-00729.
- Fukuwatari T and Shibata K (2008). "Urinary water-soluble vitamins and their metabolite contents as nutritional markers for evaluating vitamin intakes in young

Japanese women". *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*. 54 (3): 223–9. doi:10.3177/jnsv.54.223.

- Future Market Insights. (2023). Dietary Supplements Market. Retrieved from <https://www.futuremarketinsights.com/reports/dietary-supplements-market> . Accessed April, 17 2023.
- Gavrilov, L A (2003). *Pieces of the Puzzle: Aging Research Today and Tomorrow*. fightaging.org
- Gernand, A. D; Schulze, K. J; Stewart, C. P; West Jr, K. P; and Christian, P (2016). "Micronutrient deficiencies in pregnancy worldwide: Health effects and prevention". *Nature Reviews Endocrinology*. 12 (5): 274–289. doi:10.1038/nrendo.2016.37.
- Giunta JL. Dental changes in hypervitaminosis D. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral RadiolEndod*. 1998; 85(4):410-413.
- Godos, J., Grosso, G., Castellano, S., Galvano, F., Caraci, F., & Ferri, R. (2021). Association between diet and sleep quality: A systematic review. *Sleep Medicine Reviews*, 57, Article 101430. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2021.101430>
- Gough H, Goggin T, Bissessar A, et al. A comparative study of the relative influence of different anticonvulsant drugs, UV exposure and diet on vitamin D and calcium metabolism in outpatients with epilepsy. *Q J Med*. 1986; 59:569-577.
- Gregory, J.F., Y. Park, Y. Lamers, et al. (2013). Metabolomic analysis reveals extended metabolic consequences of marginal vitamin B6 deficiency in healthy human subjects. *PloS One* 8: e63544.
- Gropper, S. S., & Smith, J. L. (2012). *Advanced nutrition and human metabolism*. Cengage Learning
- Grune, T., G. Lietz, A. Palou, et al. (2010). Beta-Carotene Is an Important Vitamin A Source for Humans. *J. Nutr.*, 140(12): 2268S-2285S.
- Gummin DD, Mowry JB, Spyker DA, Brooks DE, Fraser MO, and Banner W (2017). "2016 Annual Report of the American Association of Poison Control Centers' National Poison Data System (NPDS): 34th Annual Report". *Clinical Toxicology*. 55 (10): 1072–1254. doi:10.1080/15563650.2017.1388087.
- Hayden, M.R. and S.C. Tyagi. (2004). Homocysteine and reactive oxygen species in metabolic syndrome, type 2 diabetes mellitus, and atheroscleropathy: the pleiotropic effects of folate supplementation. *Nutr. J.*, 3-4.

- Hillman RW, Leogrande ME. Hypervitaminosis A: Experimental induction in the human subject. *Am J Clin Nutr.* 1956; 4(6):603-608.
- Hirota, Y., N. Tsugawa, K. Nakagawa, et al. (2013). Menadione (vitamin K3) is a catabolic product of oral phylloquinone (vitamin K1) in the intestine and a circulating precursor of tissue menaquinone-4 (vitamin K2) in rats. *J. Biol. Chem.*, 288(46): 33071-80.
- Hogarth, C.A. and M.D. Griswold. (2010). The key role of vitamin A in spermatogenesis. *J. Clin. Invest.*, 120(4): 956-962.
- Huang L., Waseem Shah M., Wang Y., Nam Y., Sun G. (2024) Exploring the association between dietary patterns and the types of dietary supplements used. *Journal of Functional Foods* 113 106030. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2024.106030>
- Institute of Medicine (1998). "Niacin". *Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline*. Washington, DC: The National Academies Press. pp. 123–149. ISBN 978-0-309-06554-2.
- Ishitsuka, K., Asakura, K., & Sasaki, S. (2022). Food and nutrient intake in dietary supplement users: A nationwide school-based study in Japan. *Journal of Nutritional Science*, 11, e29.
- Jackson RD, LaCroix AZ, Gass M, et al. Calcium plus vitamin D supplementation and the risk of fractures. *N Engl J Med.* 2006; 354:669-683.
- Jahrami, H. A., Alhaj, O. A., Humood, A. M., Alenezi, A. F., Fekih-Romdhane, F., AlRasheed, M. M., Saif, Z. Q., Bragazzi, N. L., Pandi-Perumal, S. R., & BaHammam, A. S. (2022). Sleep disturbances during the COVID-19 pandemic: A systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Sleep Medicine Reviews*, 101591. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2022.101591>
- Jenkins DJ, Spence JD, Giovannucci EL, Kim YI, Josse R, Vieth R, et al. (2018). "Supplemental Vitamins and Minerals for CVD Prevention and Treatment". *Journal of the American College of Cardiology*. 71 (22): 2570–2584. doi:10.1016/j.jacc.2018.04.020.
- Jolliffe, D.A., C.J. Griffiths and A.R. Martineau. (2013). Vitamin D in the prevention of acute respiratory infection: systematic review of clinical studies. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.*, 136: 321-9.

- Kala, A, and J. Prakash. (2003). Vitamin B1e retention in cooked, stored and reheated vegetables. *J. Food Sci. Tech. Mys.*, 40: 409-12.
- Kang, H.-G., Joo, H. H., Choi, K. D., Lee, D., & Moon, J. (2017). Complementarity in dietary supplements and foods: Are supplement users vegetable eaters? *Food & Nutrition Research*, 61(1). <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361769>
- Kårlund, A., Gómez-Gallego, C., Turpeinen, A. M., Palo-Oja, O.-M., El-Nezami, H., & Kolehmainen, M. (2019). Protein supplements and their relation with nutrition, microbiota composition and health: Is more protein always better for sportspeople? *Nutrients*, 11(4), 829. <https://doi.org/10.3390/nu11040829>
- Keddie KM. Severe depressive illness in the context of hypervitaminosis D. *Br J Psychiatry*. 1987; 150:394-396.
- Keogh, J.B., X. Cleanthous, T.P. Wycherley, et al. (2012). Increased vitamin B1e intake may be required to maintain vitamin B1e status during weight loss in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Res. Clin. Pract.*, 98: 40-2.
- Kim, S., Kim, J., & Chang, H. (2021). Do types of snacks, sleep hours, and eating places affect nutritional intakes and its adequacy in adolescents? *Nutrition Research and Practice*, 15(3), 396–410. <https://doi.org/10.4162/nrp.2021.15.3.396>
- Kurosu, M and E. Begari. (2010). Vitamin K2 in electron transport system: are enzymes involved in vitamin K2 biosynthesis promising drug targets? *Molecules* 15(3): 1531-53.
- Lakhan SE and Vieira KF (2008). "Nutritional therapies for mental disorders". *Nutrition Journal*. 7: 2. doi:10.1186/1475-2891-7-2.
- Lam HS, Chow CM, Poon WT, et al. Risk of vitamin A toxicity from candy-like chewable vitamin supplements for children. *Pediatrics*. 2006; 118(2):820-824.
- Landstrom, E., Hursti, U.-K.-K., & Magnusson, M. (2009). "Functional foods compensate for an unhealthy lifestyle". Some Swedish consumers' impressions and perceived need of functional foods. *Appetite*, 53(1), 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2009.04.219>
- Lanska, D.J. (2010). Chapter 30: historical aspects of the major neurological vitamin deficiency disorders: the water-soluble B vitamins. *Handbook Clin. Neurol.*, 95: 445-76.

- Lee YH, Scharnitz TP, Muscat J, et al. Laboratory monitoring during Isotretinoin therapy for acne: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Dermatol.* 2016; 152 (1):35-44.
- Lentjes, M. A. (2019). The balance between food and dietary supplements in the general population. *Proceedings of the Nutrition Society*, 78(1), 97–109. <https://doi.org/10.1017/S0029665118002525>
- Leskova, E., J. Kubikova, E. Kovacikova, et al. (2006). Vitamin losses: retention during heattreatment and continual changes expressed by mathematical models. *J. Food Comp.Anal.*, 19: 252-76.
- Levente L. Diosady, Venkatesh Mannar MG, and Kiruba K (2019). Improving the lives of millions through new double fortification of salt technology. *Maternal & Children Nutrition*. 15 (53): e12773. <https://doi.org/10.1111/mcn.12773>.
- Lorch V, Murphy MD, Hoersten LR, et al. Unusual syndrome with fatalities among premature infants: association with a new intravenous vitamin E product. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 1984; 33: 198-199.
- Manson, J. E., & Bassuk, S. S. (2018). Vitamin and mineral supplements: What clinicians need to know. *JAMA*, 319(9), 859–860. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.21012>
- Maqbool A and Stallings VA (2008). "Update on fat-soluble vitamins in cystic fibrosis". *Current Opinion in Pulmonary Medicine*. 14 (6): 574–581. doi:10.1097/MCP.0b013e3283136787.
- Marie J. and G. See. Acute hypervitaminosis A of the infant. *Am. J of Diseases Children* 1954; 87: 731.
- Marshall, C.W., (1986). *Vitamins and Minerals: Help or Harm?* George F. Stickley Company.
- Masterjohn C. Vitamin D toxicity redefined: vitamin K and the molecular mechanism. *Med Hypotheses*. 2007; 68: 1026–1034.
- Mata-Granados, J.M., R. Cuenca-Acevedo, M.D. Luque de Castro, et al. (2010). Vitamin D deficiency and high serum levels of vitamin A increase the risk of osteoporosis evaluated by Quantitative Ultrasound Measurements (QUS) in postmenopausal Spanish women. *Clin. Biochem.*, 43(13-14): 1064-1068.

- Maton, Anthea; Jean Hopkins; Charles William McLaughlin; Susan Johnson; Maryanna Quon Warner; David LaHart; and Jill D. Wright (1993). *Human Biology and Health*. Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice Hall. ISBN 978-0-13-981176-0. OCLC 32308337.
- Mawson AR. On the association between low resting heart rate and chronic aggression: retinoid toxicity hypothesis. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. 2009; 33(2):205-213.
- McDowell, L.R., (2000). *Vitamins in Animal and Human Nutrition*. 2nd Edi. Iowa StateUniversity Press/Ames.
- McDuffie JR, Calis KA, Booth SL, et al. Effects of orlistat on fat-soluble vitamins in obese adolescents. *Pharmacotherapy*. 2002; 22:814-822.
- Micozzi MS, Brown ED, Taylor PR, et al. Carotenoderma in men with elevated carotenoid intake from foods and beta-carotene supplements. *Am J Clin Nutr*. 1988; 48(4):1061–1064.
- Miller ER 3rd, Pastor-Barriuso R, Dalal D, et al. Meta-analysis: highdosage vitamin E supplementation may increase all-cause mortality. *Ann Intern Med*. 2005; 142(1):37-46.
- Moharana S, Moharana DN. Hypervitaminosis. Letter to the Editor. *Indian J PhysiolPharmacol*. 1999; 13(3):407-409.
- Moyer VA (2014). "Vitamin, mineral, and multivitamin supplements for the primary prevention of cardiovascular disease and cancer: U.S. Preventive services Task Force recommendation statement". *Annals of Internal Medicine*. 160 (8): 558–564. doi:10.7326/M14-0198.
- Mullie, P., Clarys, P., Hulens, M., & Vansant, G. (2011). Socioeconomic, health, and dietary determinants of multivitamin supplements use in Belgium. *International Journal of Public Health*, 56, 289–294. <https://doi.org/10.1007/s00038-010-0210-z>
- Murphy, S. P., White, K. K., Park, S.-Y., & Sharma, S. (2007). Multivitamin-multimineral supplements' effect on total nutrient intake. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 85(1), 280S–284S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/85.1.280S>
- National Library of Medicine (2016). "Minerals". MedlinePlus, the National Library of Medicine, the US National Institutes of Health. 22 December 2016.

- North America, Asia lead vitamin and supplement usage. Nielsen Wire. Available at [http://blog Nielsen.com/nielsonwire/consumer/north America-asia-lead-vitamin-and-suppliment-usage](http://blog.Nielsen.com/nielsonwire/consumer/north-America-asia-lead-vitamin-and-suppliment-usage). Accessed March 20, 2009.
- Office of Dietary supplements. Dietary supplement Fact Sheet. Multivitamin/mineral supplements. National Institute of Health. Available at [http://ods.od.nih.gov/factsheets/MVMS-Health Professional/](http://ods.od.nih.gov/factsheets/MVMS-HealthProfessional/). Accessed Oct13, 2014.
- Ozkan B, HatunŞ, Bereket A. Vitamin D intoxication. Turk J Pediatr. 2012; 54: 93–98.
- Pan, A., Sun, Q., Bernstein, A. M., Manson, J. E., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2013). Changes in red meat consumption and subsequent risk of type 2 diabetes mellitus: Three cohorts of US men and women. JAMA Internal Medicine, 173(14), 1328–1335. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.6633>
- Patriota, P., Guessous, I., & Marques-Vidal, P. (2022). Dietary patterns according to vitamin supplement use. A cross-sectional study in Switzerland. International Journal for Vitamin and Nutrition Research, 92(5–6), 331–341. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000679>
- Pattnaik, H., Mir, M., Boike, S., Kashyap, R., Khan, S. A., & Surani, S. (2022). Nutritional elements in sleep. Cureus, 14(12)
- Pemberton J (2006). "Medical experiments carried out in Sheffield on conscientious objectors to military service during the 1939-45 war". International Journal of Epidemiology. 35 (3): 556–558. doi:10.1093/ije/dyl020.
- Perrotta S, Nobili B, Rossi F, et al. Infant hypervitaminosisA causes severe anemia and thrombocytopenia: evidence of a retinol-dependent bone marrow cell growth inhibition. Blood. 2002; 99(6): 2017-2022.
- Pouchieu, C., Andreeva, V. A., P'eneau, S., Kesse-Guyot, E., Lassale, C., Hercberg, S., & Touvier, M. (2013). Sociodemographic, lifestyle and dietary correlates of dietary supplement use in a large sample of French adults: Results from the NutriNet-Sante cohort study. British Journal of Nutrition, 110(8), 1480–1491. <https://doi.org/10.1017/S0007114513000615>
- Pouchieu, C., Deschasaux, M., Hercberg, S., Druesne-Pecollo, N., Latino-Martel, P., & Touvier, M. (2014). Prospective association between red and processed meat intakes and breast cancer risk: Modulation by an antioxidant supplementation in the

SU. VI. MAX randomized controlled trial. *International Journal of Epidemiology*, 43(5), 1583–1592. <https://doi.org/10.1093/ije/dyu134>

- Rakuten Insight. (2022). Reasons for taking dietary supplements in China as of March 2022. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/1180773/china-reasons-for-taking-dietary-supplements/> . Accessed April, 17 2023
- Reinert, A., Rohrmann, S., Becker, N., & Linseisen, J. (2007). Lifestyle and diet in people using dietary supplements: A German cohort study. *European Journal of Nutrition*, 46, 165–173. <https://doi.org/10.1007/s00394-007-0650-2>
- Reveny J, Tanuwijaya J, Stanley M. Formulation and evaluating anti-aging effect of vitamin E in Biocellulose sheet mask. *Int J ChemTech Res CODEN (USA): IJCRGG*.2017; 10 (1): 322-330.
- Rodahl K and T. Moore. The vitamin A content and toxicity of bear and seal liver. *Biochem. J* 1943; 37: 166.
- Rosenbloom M. 2017. Vitamin toxicity In: *Drugs & Diseases: Emerging Medicine*, Chief Editor: Michael A Miller. <https://emedicine.medscape.com/article/819426-overview>. Updated: Dec 26, 2017.
- Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, Del Valle HB, Editors. Institute of Medicine (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium. *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D*. Washington (DC): National Academies Press (US); 2011. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK56070/>.
- Schaumburg H, Kaplan J, Windebank A, et al. Sensory neuropathy from pyridoxine abuse. A new megavitamin syndrome. *N Engl J Med*.1983; 309(8):445-448.
- Sebastian, R. S., Cleveland, L. E., Goldman, J. D., & Moshfegh, A. J. (2007). Older adults who use vitamin/mineral supplements differ from nonusers in nutrient intake adequacy and dietary attitudes. *Journal of the American Dietetic Association*, 107(8), 1322–1332. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2007.05.010>
- Shearer, M.J. and P. Newman. (2014). Recent trends in the metabolism and cell biology of vitamin K with special reference to vitamin K cycling and MK-4 biosynthesis. *J. Lipid Res.*, 55(3): 345-62.
- Shearer, M.J., X. Fu, and S.L. Booth. (2012). Vitamin K nutrition, metabolism, and requirements: current concepts and future research. *Adv. Nutr.*, 3(2): 182-95.

- Tang, G., (2010). Bioconversion of dietary provitaminA carotenoids to vitamin A in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, 91(5): 1468S-1473S.
- Teratology of retinoids. *Annu Rev Pharmacol Toxicol.* 1999; 39:399-430.
- Thomee, S., Harenstam, A., & Hagberg, M. (2011). Mobile phone use and stress, sleep disturbances, and symptoms of depression among young adults-a prospective cohort study. *BMC Public Health*, 11(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-66>
- Thushara, R. M., Gangadaran, S., Solati, Z., & Moghadasian, M. H. (2016). Cardiovascular benefits of probiotics: A review of experimental and clinical studies. *Food & Function*, 7(2), 632–642. <https://doi.org/10.1039/C5FO01190F>
- Touvier, M., Niravong, M., Volatier, J., Lafay, L., Lioret, S., Clavel-Chapelon, F., & Boutron-Ruault, M. (2009). Dietary patterns associated with vitamin/mineral supplement use and smoking among women of the E3N–EPIC cohort. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63(1), 39–47. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602907>
- Tucker, K. L (2016). "Nutrient intake, nutritional status, and cognitive function with aging". *Annals of New York Academy of Sciences.* 1367 (1): 38–49. doi:10.1111/nyas.13062.
- UNICEF (1998). The State of the World's Children 1998: Fact Sheet. <http://www.unicef.org/sowc98/fs03.htm>
- US National Institutes of Health, Bethesda (2016). "Vitamin & mineral supplement fact sheets". The Office of Dietary Supplements, the US National Institutes of Health, Bethesda, MD. 2016.
- USDA (2007). "USDA Table of Nutrient Retention Factors, Release 6". USDA. December 2007.
- USDA (2016). "Vitamins and minerals". US Department of Agriculture, National Agricultural Library. 2016.
- Van Vliet, S., Beals, J. W., Martinez, I. G., Skinner, S. K., & Burd, N. A. (2018). Achieving optimal post-exercise muscle protein remodeling in physically active adults through whole food consumption. *Nutrients*, 10(2), 224. <https://doi.org/10.3390/nu10020224>
- Vernooij, R. W., Zeraatkar, D., Han, M. A., El Dib, R., Zworth, M., Milio, K., Sit, D., Lee, Y., Gomaa, H., & Valli, C. (2019). Patterns of red and processed meat consumption and risk for cardiometabolic and cancer outcomes: A systematic review

and meta-analysis of cohort studies. *Annals of Internal Medicine*, 171(10), 732–741.
<https://doi.org/10.7326/M19-1583>

- Wagner, C.L., and F.R. Greer. (2008). Prevention of rickets and vitamin D deficiency in infants, children, and adolescents. *Pediatrics* 122: 1142-52.
- Walentynowicz O, Kubasik-Juraniec J, Rudzińska-Kisil T. Myocardial necrosis due to vitamin D3 overdoses scanning electron microscopic observations. *Folia Morphol (Warsz)*. 2004; 63: 439–444.
- Wang, Z.-B., Xin, S.-S., Ding, L.-N., Ding, W.-Y., Hou, Y.-L., Liu, C.-Q., & Zhang, X.-D. (2019). The potential role of probiotics in controlling overweight/obesity and associated metabolic parameters in adults: A systematic review and meta-analysis. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2019.
<https://doi.org/10.1155/2019/3862971>
- Wardlaw, G.M., J.S. Hampl, and R.A. DiSilvestro. (2004). *Perspective in Nutrition*. Sixth ed. McGraw-Hill College. 1-1056.
- WHFoods, 2017. World's Healthiest Foods. <http://whfoods.org/>.
- Wilson RD, Wilson RD, Audibert F, Brock JA, Carroll J, Cartier L, et al. (2015). "Pre-conception Folic Acid and Multivitamin Supplementation for the Primary and Secondary Prevention of Neural Tube Defects and Other Folic Acid-Sensitive Congenital Anomalies". *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*. 37 (6): 534–52. doi:10.1016/s1701-2163(15)30230-9.
- Wojciechowski VV, Calina D, Tsarouhas K, et al. A guide to acquired vitamin K coagulopathy diagnosis and treatment: the Russian perspective. *DARU J Pharm Sci*. 2017; 25:10 pages.
- Xu, X., Shi, Z., Liu, G., Chang, D., Inglis, S. C., Hall, J. J., & Parker, D. (2021). The joint effects of diet and dietary supplements in relation to obesity and cardiovascular disease over a 10-year follow-up: A longitudinal study of 69,990 participants in Australia. *Nutrients*, 13(3), 944. <https://doi.org/10.3390/nu13030944>
- Youdim, K.A., B. Shukitt-Hale, S. MacKinnon, et al. (2000). Polyphenolics enhance red blood cell resistance to oxidative stress: in vitro and in vivo. *Biochim. Biophys. Acta.*, 1523(1): 117-22.
- Zare, R., Devrim-Lanpir, A., Guazzotti, S., Ali Redha, A., Prokopidis, K., Spadaccini, D., Cannataro, R., Cione, E., Henselmans, M., & Aragon, A. A. (2023). Effect of soy

protein supplementation on muscle adaptations, metabolic and antioxidant status, hormonal response, and exercise performance of active individuals and athletes: A systematic review of randomised controlled trials. *Sports Medicine*, 53, 2417–2446. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01899-w>

- Zhang, J., Wang, H., Wang, Z., Huang, F., Zhang, X., Du, W., Su, C., Ouyang, Y., Li, L., & Bai, J. (2021). Trajectories of dietary patterns and their associations with overweight/obesity among Chinese adults: China Health and Nutrition Survey 1991–2018. *Nutrients*, 13(8), 2835. <https://doi.org/10.3390/nu13082835>
- Zhao JG, Zeng XT, Wang J, Liu L (2017). "Association between Calcium or Vitamin D Supplementation and Fracture Incidence in Community-Dwelling Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis". *JAMA*. 318 (24): 2466–2482. doi:10.1001/jama.2017.19344.
- Zhao, L.R., Y.J. Du, L. Chen, et al. (2014). Quercetin protects against high glucose-induced damage in bone marrow-derived endothelial progenitor cells. *Int. J. Mol. Med.*, 34(4): 1025-31.
- Zhou, S.-J., Wang, L.-L., Yang, R., Yang, X.-J., Zhang, L.-G., Guo, Z.-C., Chen, J.-C., Wang, J.-Q., & Chen, J.-X. (2020). Sleep problems among Chinese adolescents and young adults during the coronavirus-2019 pandemic. *Sleep Medicine*, 74, 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2020.06.001>
- Zoroddu AM; J. Aashet; G. Crisponi; S. Medici; M. Peana; and V.M. Nurchi (2019). "The essential metals for humans: brief overview". *J of Inorganic Biochem.* 195: 120–29. doi:10.1016/j.jinorgbio.2019.03.13.