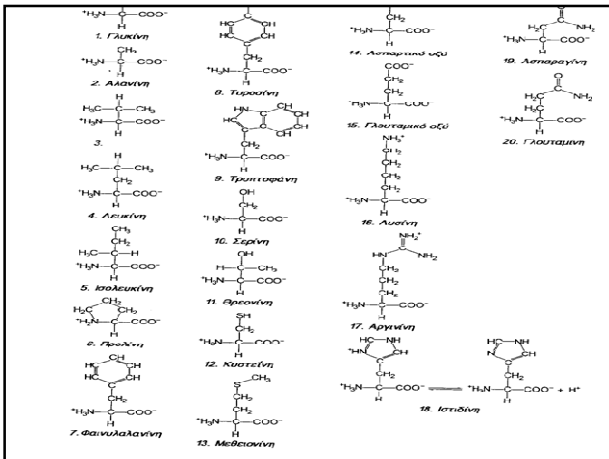


Πρωτεΐνες

- ◆ Μόρια τα οποία αποτελούνται από άνθρακα, οξυγόνο, υδρογόνο και άζωτο.
- ◆ Πολλές πρωτεΐνες περιέχουν θείο και φώσφορο.
- ◆ Εξωγενής πρόσληψη πρωτεϊνών.
- ◆ Δημιουργούνται από τη σύνδεση αμινοξέων

Αμινοξέα

- ◆ Μόρια με κοινά χαρακτηριστικά και με διαφορά στην πλευρική ομάδα (R).
- ◆ Οι ομάδες διαφέρουν ανάλογα με το μέγεθος, το φορτίο και την συνάφεια προς το νερό.
- ◆ Ενώνονται μεταξύ τους με πεπτιδικούς δεσμούς για να σχηματίσουν την πρωτεΐνη.

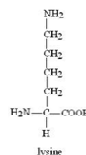


Αμινοξέα

- ◆ Απαραίτητα
- ◆ Μη-απαραίτητα
- ◆ Περιοριστικά
- ◆ Διακλαδισμένης πλευρικής αλυσίδας

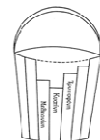
Απαραίτητα Αμινοξέα

- ◆ Αμινοξέα τα οποία δεν μπορεί να δημιουργήσει ο οργανισμός και πρέπει να ληφθούν διαμέσου της τροφής.
- ◆ Μεθειονίνη, λυσίνη, θρεονίνη, βαλίνη, λευκίνη, τρυπτοφάνη, κυστίνη, φαινυλαλανίνη, τυροσίνη



Περιοριστικό Αμινοξύ

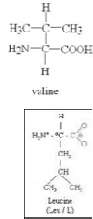
- ◆ Αμινοξέα τα οποία όταν βρίσκονται σε μικρότερη της απαιτούμενης ποσότητας δεν μπορεί ο οργανισμός να αξιοποιήσει τα υπόλοιπα αμινοξέα της τροφής.
- ◆ Μεθειονίνη, κυστίνη, τρυπτοφάνη (ζωϊκές πρωτεΐνες)
- ◆ Λυσίνη, θρεονίνη (φυτικές πρωτεΐνες)



Σημά 3 Κουβάς για την παροχή των απαραίτητων αμινοξέων

Αμινοξέα Διακλαδισμένης Πλευρικής Αλυσίδας

- ◆ Είναι τα αμινοξέα βαλίνη, λευκίνη και ισολευκίνη.
- ◆ Χρησιμοποιούνται περισσότερο κατά την διάρκεια των αθλητικών προσπαθειών.



Χρησιμότητες των Πρωτεϊνών

- ◆ Ανάπτυξη
- ◆ Συντήρηση
- ◆ Πεπτικά υγρά, ορμόνες, ένζυμα
- ◆ Παροχή ενέργειας (4 kcal/γραμ. πρωτεΐνης)
- ◆ Ρυθμιστικές ιδιότητες (Κ.Μ.)

Συνιστώμενη Δόση Πρωτεΐνης

- ◆ ΣΗΔ = 0.8 γραμ/Kg Σ.Β./ημέρα
- ◆ Νήπια = 1.6 γραμ/Kg Σ.Β./ημέρα
- ◆ Εγκυμοσύνη >10-15 γραμ/ημέρα κατά μέσο όρο στους 9 μήνες
- ◆ Ηλικιωμένα άτομα ίσως να χρειάζονται 1.2 γραμ/Kg Σ.Β./ημέρα επειδή μπορεί να προσλαμβάνουν χαμηλή ποσότητα θερμίδων και ίσως πρωτεΐνης. Μπορεί να χάσουν σε μυϊκό ιστό.

Αλληλοσυμπλήρωση Πρωτεϊνών

- ◆ Αναφερόμαστε στην περίπτωση που ένα μίγμα πρωτεϊνών παρουσιάζει βιολογική αξία μεγαλύτερη από την κάθε πρωτεΐνη του μίγματος ξεχωριστά.
- ◆ Η έλλειψη σε περιοριστικά ΑΑ της μίας πρωτεΐνης αλληλοσυμπληρώνεται με ΑΑ από την άλλη πρωτεΐνη.

TABLE 7-2

Limiting Amino Acids in Plant Foods

Food	Limiting amino acids	Good plant source of the limiting amino acids*	Traditional uses where the proteins complement each other
Beans (legumes)	Methionine	Grains, nuts, and seeds	Fed beans and rice
Grains	Lysine, threonine	Legumes	Rice and red beans, lentils, curry, and rice
Nuts and seeds	Lysine	Legumes	Soybeans and ground sesame seeds (miso); peanuts, rice, and black-eyed and green peas; and sunflower seeds
Vegetables	Methionine	Grains, nuts, and seeds	Green beans and almonds
Corn	Tryptophan, lysine	Legumes	Corn tortillas and pinto beans

As you might suspect from the information in this table, the amino acids most likely to be low in a diet are lysine, methionine, threonine, and tryptophan. If a diet is low in an amino acid, nutrition experts recommend finding a good food source to supply it. Forget about amino acid supplements—they can lead to problems, as discussed later in this chapter.

*Animal products in the diet serve the same purpose, such as when fish is consumed with rice.

- ◆ Η πρωτεΐνη της τροφής επηρεάζει την βιοδιαθεσιμότητα των ανόργανων στοιχείων παρά των βιταμινών (εξαιρέση η vit B6).
- ◆ Αυξημένη πρόσληψη πρωτεΐνης ζωικής προέλευσης μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη αποβολή Ca στα ούρα (θειούχα ΑΑ έχουν όξινο χαρακτήρα και το ασβέστιο ενώνεται μαζί τους για να εξουδετερωθούν)
- ◆ Η αποβολή Ca μειώνεται εάν προσλαμβάνεται αρκετή ποσότητα φωσφόρου.

- ◆ Στις περιοχές που η κατανάλωση πρωτεΐνες ζωικής προέλευσης είναι υψηλή παρουσιάζονται τα μεγαλύτερα ποσοστά οστεοπόρωσης (φυσική δραστηριότητα, ανεπαρκής πρόσληψη Ca, αυξημένη πρόσληψη αλκοόλ, κάπνισμα).
- ◆ Μεγαλύτερη πιθανότητα στις γυναίκες.

Ο ρόλος της vit B6 στο μεταβολισμό της πρωτεΐνης

- ◆ Η πυριδοξίνη εμπλέκεται κυρίως στον καταβολισμό των αμινοξέων αφού λειτουργεί σαν συνένζυμο στην διαδικασία της τρανσαμίνωσης.
- ◆ Τα άτομα τα οποία καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες πρωτεΐνης πιστεύεται ότι πρέπει να προσλαμβάνουν και μεγάλες ποσότητες vit B6.
- ◆ US RDA: 0.02 mg B6/γρ πρωτεΐνης
- ◆ Εμφάνιση ομοκυστεΐνης στα ούρα μπορεί να αποτελεί ένδειξη για έλλειψη πυριδοξίνης.

Πρόσληψη πρωτεΐνης

- ◆ Ο άνθρωπος έχει περιορισμένη ικανότητα αποθήκευσης AA για μελλοντική χρήση.
- ◆ Αρνητικό ισοζύγιο μπορεί να παρουσιαστεί μέσα και σε 12 ώρες
- ◆ Ικανότητα επαναχρησιμοποίησης των AA από διάσπαση πρωτεϊνών ενδογενώς
- ◆ 30-40 γρ/γεύμα = 98% διάσπαση σε AA

- ◆ Υπολογίζεται ότι περίπου 2% της ποσότητας της πρωτεΐνης που βρίσκεται στο ανθρώπινο σώμα (40% στους μύες) διασπάται και ανασυντίθεται ημερησίως.
- ◆ Από αυτή την ποσότητα μόνο το 1/6 των AA πρέπει να προέλθει από τη διατροφή. Το υπόλοιπο παίρνεται από τα AA των πρωτεϊνών που διασπώνται ενδογενώς.
- ◆ Το μεγαλύτερο ποσοστό των πρωτεϊνών που διασπώνται και ανασυντίθενται αντιπροσωπεύεται από τα ένζυμα του πεπτικού σωλήνα.

- ◆ Η διαδικασία της απορρόφησης απαιτεί ενέργεια. Αυτή η διαδικασία παρουσιάζεται αυξημένη σε περιπτώσεις ασθένειας και στην αναπτυξιακή ηλικία (ειδικά εάν το νεογνό γεννηθεί πρόωρα).

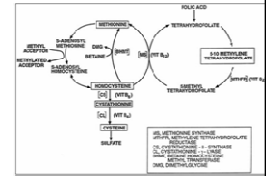
- ◆ Η αυξημένη σύνθεση πρωτεΐνης, τόσο στο μυ όσο και στο ήπαρ, επηρεάζεται από την έκκριση ινσουλίνης.
- ◆ Τα ΑΔΠΑ (λευκίνη) και η αργινίνη αυξάνουν περισσότερο την έκκριση ινσουλίνης.
- ◆ Η ινσουλίνη αυξάνει τη μεταφορά των ΑΔΠΑ και της γλουταμίνης στο κύτταρο και τη διαδικασία έναρξης δημιουργίας καινούριας πρωτεΐνης.

ΑΔΠΑ

- ◆ Είναι τα αμινοξέα βαλίνη, λευκίνη και ισολευκίνη.
- ◆ Μετά την κατανάλωση ενός γεύματος το ήπαρ δεσμεύει μεγάλη ποσότητα ΑΑ για να μην αυξηθεί κατά πολύ η ποσότητα αζώτου στο αίμα (+20% μετά από ένα γεύμα πλούσιο σε πρωτεΐνη).
- ◆ Ωστόσο, μεγάλη ποσότητα ΑΔΠΑ φεύγουν από το ήπαρ επειδή αυτό δεν διαθέτει τρανσαμινάσες ΑΔΠΑ (καρδιά, μύες, εγκέφαλος, νεφρά).
- ◆ 50-90% των αμινοξέων που προσλαμβάνονται από το μυ μετά από ένα γεύμα είναι ΑΔΠΑ. Μεταφορείς αζώτου για τη σύνθεση μη-απαραίτητων ΑΑ που μπορεί να είναι χρήσιμα για τη σύνθεση μυϊκής πρωτεΐνης.

Ομοκυστενουρία

- ◆ Μεταβολική ασθένεια που αναφέρεται στην έλλειψη ή ελλιπή δραστηριότητα της συνθετάσης της κυσταθιονίνης με αποτέλεσμα να αυξάνεται η συγκέντρωση ενός μεταβολίτη της μεθειονίνης στο αίμα, της ομοκυστεΐνης. Η ομοκυστεΐνη εκκρίνεται διαμέσου των ούρων σαν ομοκυστίνη (διμερές).

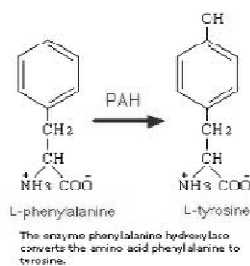


- ◆ Ομοκυστενουρία μπορεί να αναπτυχθεί και σε φυσιολογικά άτομα τα οποία πάσχουν από έλλειψη vit B6, B12 ή φυλικού οξέος. Και οι τρεις ουσίες λειτουργούν σαν συμπράγοντες (cofactors) στο μεταβολισμό της μεθειονίνης και της ομοκυστεΐνης.
- ◆ Έχει βρεθεί από έρευνες σε ζώα πως η ομοκυστίνη αποτελεί ισχυρό αθηρογόνο παράγοντα. Οι ασθενείς πεθαίνουν προς το τέλος της ενηλικίωσης και στις νεκropsίες έχει βρεθεί πως έχουν προχωρημένη αθηροσκληρυνση.

- ◆ Μείωση πρόσληψης πρωτεΐνης, αύξηση πρόσληψης πυριδοξίνης και φυλικού οξέος αποτελούν τρόπους αντιμετώπισης αυτής της κατάστασης.
- ◆ Πιθανολογείται πως η έλλειψη αυτών των διατροφικών παραγόντων συνεισφέρει στην ανάπτυξη αθηρωματικών πλακών στις Η.Π.Α. όπου η διατροφή τους χαρακτηρίζεται από υψηλή πρόσληψη κρέατος, χαμηλή πρόσληψη πυριδοξίνης και φυλικού οξέος.

Φενυλκετονουρία

- ◆ Κληρονομική ασθένεια η οποία χαρακτηρίζεται από έλλειψη υδροξυλάσης της φενυλαλανίνης στο ήπαρ. Το συγκεκριμένο ένζυμο είναι υπεύθυνο για την μετατροπή της φενυλαλανίνης σε τυροσίνη και για την διάσπαση της φενυλαλανίνης.



Φενυλκετονουρία

- ◆ Σε περίπτωση που δεν εντοπιστεί έγκαιρα αυξάνεται η συγκέντρωση φενυλαλανίνης στο αίμα και στους ιστούς, και στην νηπιακή και παιδική ηλικία έχει σοβαρές επιδράσεις στη λειτουργία του εγκεφάλου.
- ◆ Σε περίπτωση έγκαιρης διάγνωσης της έλλειψης του ενζύμου, τα νηπια και τα παιδιά μπορούν να ζήσουν φυσιολογικά ακολουθώντας μία διατροφή με μικρή περιεκτικότητα σε φενυλαλανίνη.

- ◆ Δεδομένα ερευνών υποδεικνύουν πως η περίοδος μέχρι την ηλικία των έξι ετών είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη του IQ. Προτείνεται όμως να συνεχιστεί η διατροφή με χαμηλή πρόσληψη φενυλαλανίνης μέχρι την εφηβεία.
- ◆ Μετά την ηλικία των 10 ετών και στην εφηβεία, τα παιδιά μπορούν να έχουν μερικές «διακοπές» από την συγκεκριμένη διατροφή.



Τρυπτοφάνη-σεροτονίνη -υπνηλία

- ◆ Η τρυπτοφάνη χρησιμοποιείται σαν βοηθητικό μέσο για τον ύπνο εξαιτίας της μεγάλης πρόσληψης από τον εγκέφαλο και της μετατροπής της σε σεροτονίνη.
- ◆ Η σεροτονίνη συνδέεται με την υπνηλία και τα επίπεδα της αυξάνονται με την υψηλή πρόσληψη υδατανθράκων.
- ◆ Όταν η τρυπτοφάνη προσλαμβάνεται σαν μέρος ενός μίγματος AA (προερχόμενο από πρωτεΐνη), και χωρίς την πρόσληψη υδατανθράκων, τότε η δημιουργία της σεροτονίνης δεν είναι αυξημένη.

- ◆ Η τρυπτοφάνη προσλαμβάνεται από τον εγκέφαλο εξαρτάται από το βαθμό ανταγωνισμού από τα ουδέτερα (neutral) AA τα οποία χρησιμοποιούν τον ίδιο μεταφορέα στον αιματοεγκεφαλικό φραγμό (Ieu, val, ileu, phe, tyr). Όταν καταναλώνεται ένα γεύμα πλούσιο σε CHO, τα επίπεδα των AA στο αίμα, και κυρίως τα AΔΠΑ, μειώνονται από την ινσουλίνη, αφήνοντας μικρότερο βαθμό ανταγωνιστικότητας για την τρυπτοφάνη προς τον εγκέφαλο. Γι' αυτό και παρατηρείται το φαινόμενο της υπνηλίας μετά από ένα γεύμα.

TABLE 6-1

Dietary Guidelines for Healthy American Adults:
A Statement for Physicians and Health Professionals by
the Nutrition Committee, American Heart Association (AHA)*

1. Total fat intake should be less than 30% of energy intake.
2. Saturated fat intake should be less than 10% of energy intake.
3. Polyunsaturated fat intake should not exceed 10% of energy intake.
4. Cholesterol intake should not exceed 300 milligrams per day.
5. Carbohydrate intake should constitute 50% or more of energy intake, with emphasis on complex carbohydrates.
6. Protein intake should provide the remainder of the energy intake.
7. Sodium intake should not exceed 3 grams per day.
8. Alcohol consumption should not exceed about 1 ounce of ethanol per day. Two ounces of 100-proof whiskey, 10 oz of wine, and 24 oz of beer each contain about 1 oz of ethanol.
9. Total energy intake should be sufficient to maintain the individual's recommended body weight.
10. A wide variety of foods should be consumed.

Βιταμίνες

- ◆ Απαραίτητες οργανικές ουσίες οι οποίες χρειάζονται σε μικρές ποσότητες στη διατροφή για τη φυσιολογική ανάπτυξη, λειτουργία και διατήρηση του σώματος.
- ◆ Μία ουσία για να χαρακτηριστεί σαν βιταμίνη δεν πρέπει μόνο να μη μπορεί να συντεθεί από τον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά η απουσία της από την διατροφή για ένα χρονικό διάστημα να δημιουργεί εμφανή συμπτώματα έλλειψης αυτής, τα οποία όταν αντιληφθούν έγκαιρα να θεραπεύονται με την παροχή της ουσίας.

- ◆ Δεν αποδίδουν ενέργεια αλλά λειτουργούν σαν καταλύτες
- ◆ Οι βιταμίνες δεν μπορούν να συντεθούν από τον οργανισμό και μοναδικές εξαιρέσεις είναι η βιταμίνη D, η οποία μπορεί να συντεθεί από το δέρμα με την παρουσία της ηλιακής ακτινοβολίας, η νιασίνη (vit B3) από την τρυπτοφάνη (60 mg = 1 mg νιασίνης) και η βιταμίνη K που μπορεί να συντεθεί από βακτηρίδια στον πεπτικό σωλήνα.

- ◆ Η ονομασία των βιταμινών έγινε σύμφωνα με τη χρονολογική ανακάλυψή τους.
- ◆ Μερικές ουσίες που στην αρχή θεωρούνταν σαν βιταμίνες, αργότερα βρέθηκε πως δεν ήταν απαραίτητες και γι' αυτό βγήκαν από τη λίστα με αποτέλεσμα να υπάρχουν κενά στην αλφαβητική λίστα.
- ◆ Έπειτα από μακροχρόνιες έρευνες με παρεντερική σίτιση οδηγούν στο συμπέρασμα πως όλες οι βιταμίνες που είναι απαραίτητες για τη σωστή λειτουργία του ανθρώπινου σώματος έχουν ανακαλυφθεί.

- ◆ Εκτός από την βιταμίνη K, όλες οι άλλες λιποδιαλυτές βιταμίνες δεν απεκκρίνονται.
- ◆ Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες απεκκρίνονται από τον οργανισμό και εξαίρεση αποτελεί η B12 η οποία αποθηκεύεται πιο εύκολα από όλες τις άλλες υδατοδιαλυτές βιταμίνες.
- ◆ Οι βιταμίνες, λόγω της χαμηλής αποθηκευτικής ικανότητας, πρέπει να λαμβάνονται καθημερινά. Ωστόσο, ακόμα και εάν υπάρξει μία περίοδος μη-πρόσληψης δεν θα εμφανιστούν συμπτώματα άμεσα.
- ◆ Θειαμίνη = 10 μέρες, vit C = 20-40 μέρες

- ◆ Εξαιτίας της χαμηλής απεκκρictικής ιδιότητας των λιποδιαλυτών βιταμινών μπορεί να αναπτυχθεί τοξικότητα από την μεγάλη αποθήκευση αυτών των βιταμινών.
- ◆ Vit A και D οι πιο συχνές. 5 φορές πιο πάνω από την ΣΗΔ για μεγάλο χρονικό διάστημα μπορεί να οδηγήσει σε τοξικότητα.
- ◆ Vit E, νιασίνη, B-6 και C μπορούν να οδηγήσουν σε τοξικότητα μόνο όταν προσλαμβάνονται σε πολύ μεγάλες ποσότητες. Συνήθως όταν λαμβάνονται με χάπι.
- ◆ Το πολυβιταμινούχο χάπι περιέχει το πολύ δύο φορές την ΣΗΔ και επομένως δεν εγκυμονεί κινδύνους.

Λιποδιαλυτές βιταμίνες

- ◆ A,D,E,K. Απορροφούνται και μεταφέρονται ταυτόχρονα με τα λίπη. Αποθηκεύονται κυρίως στο ήπαρ και το λιπώδη ιστό.
- ◆ Όταν η απορρόφηση λίπους είναι αποτελεσματική, η απορρόφηση των βιταμινών κυμαίνεται μεταξύ 40 και 90%.
- ◆ Οτιδήποτε παρεμβάλλεται στην κανονική λειτουργία και απορρόφηση των λιπών εμπλέκεται και στην απορρόφηση των λιποδιαλυτών βιταμινών.
- ◆ Άτομα που έχουν ηπατικά προβλήματα και δεν παράγεται η απαραίτητη χολή για χώνευση και απορρόφηση λιπών, μπορεί να αναπτύξουν συμπτώματα έλλειψης.

Βιταμίνη A

- ◆ Η ρετινόλη ανοικτού κίτρινου χρώματος και οι προβιταμίνες A (καροτίνια, β-καροτίνη).
- ◆ Η ρετινόλη δημιουργείται στο σώμα του ανθρώπου και των ζώων ενώ τα καροτίνια δημιουργούνται στα φυτά.
- ◆ Ισοδύναμα ρετινόλης = ποσότητα ρετινόλης σε μg η οποία παράγεται στο σώμα από τα καροτίνια της φυτικής τροφής
- ◆ 1 μg ρετινόλης = 6 μg β-καροτίνης ή 12 μg άλλης καροτινοειδούς προβιταμίνης A φυτικής προέλευσης.

- ◆ Το μεγαλύτερο μέρος της αποθήκευσης γίνεται στο ήπαρ και σε μικρότερο βαθμό στους πνεύμονες, νεφρά, λιπώδη ιστό και πλάσμα.
- ◆ Τα αποθέματα σε ένα φυσιολογικό άτομο μπορεί να διαρκέσουν 1-2 χρόνια μερικής ανεπάρκειας βιταμίνης Α.
- ◆ Η ανεπάρκεια είναι σπάνια στις ανεπτυγμένες χώρες αλλά εξαιτίας αυτής 250.000 παιδιά τυφλώνονται στην Ασία ετησίως.

- ◆ Η πιο γνωστή λειτουργία της βιταμίνης Α συνδέεται με τη σωστή λειτουργία της όρασης.
- ◆ Γενικότερα, η περισσότερες από τις λειτουργίες της βιταμίνης Α συνδέονται με τη σωστή λειτουργία όλων των επιθηλιακών ιστών.
- ◆ Ανεπάρκεια προκαλεί κερατινοποίηση (σκλήρυνση) των υμένων που προστατεύουν τα διάφορα όργανα εξαιτίας της μη-παραγωγής βλέννας και συσσώρευσης της κερατίνης.
- ◆ Η σκλήρυνση κάνει ευπαθή τα όργανα σε προσβολές από μικροοργανισμούς και γίνονται εστίες μόλυνσεως

- ◆ Κερατινοποίηση του κερατοειδούς χιτώνα του ματιού οδηγεί σε ξήρανση και αύξηση του πάχους του και προκαλεί μόνιμη τυφλότητα, την αποκαλούμενη **ξηροφθαλμία**.
- ◆ Η **νυκταλωπία** προκαλείται από την ανεπάρκεια βιταμίνης Α του αμφιβληστροειδούς χιτώνα.

Νυκταλωπία

- ◆ Πάθηση στην οποία παρουσιάζει αδυναμία το μάτι να προσαρμόζεται όταν το φως είναι αδύνατο ή η βραδεία προσαρμογή της όρασης κατά τη νύχτα μετά από έντονο φωτισμό που ανάβει και κατόπιν σβήνει σύντομα.
- ◆ Μη κανονική ανακύκλωση της βιταμίνης Α από τον αμφιβληστροειδή χιτώνα (μετάδοση οπτικού ερεθίσματος στο οπτικό κέντρο του εγκεφάλου) και του αίματος.

Νυκταλωπία

- ◆ Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν
 - Δυσκολία οδηγήσης το απόγευμα ή το βράδυ
 - Χαμηλή όραση σε μειωμένο φως
 - Αίσθηση ότι τα μάτια χρειάζονται μεγαλύτερο χρόνο για να «προσαρμοστούν» για να δουν στο σκοτάδι

Διατροφική προσέγγιση

- ◆ Η πάθηση μπορεί να προέρχεται από διατροφή η οποία είναι:
 - Χαμηλή σε πρόσληψη ζωικών προϊόντων (τα οποία αποτελούν και την κύρια πηγή βιταμίνης Α), όπως τα αυγά, τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα εντόσθια και ορισμένα είδη ψαριού.
 - Χαμηλή πρόσληψη φρούτων και λαχανικών τα οποία περιέχουν β-καροτίνη, οποία μετατρέπεται σε βιταμίνη Α

Διατροφική προσέγγιση

- ◆ 10,000 έως 25,000 IU βιταμίνης Α την ημέρα
- ◆ Η β-καροτίνη είναι λιγότερο αποτελεσματική από τη βιταμίνη Α (απορρόφηση και μετατροπή)
- ◆ 15-30 mg ψευδαργύρου (retinol dehydrogenase activity) + 1-2 mg χαλκού (όταν η λήψη συμβαίνει για μερικές εβδομάδες)

ΣΗΔ

- ◆ 750 μg ρετινόλης για ενήλικες άνδρες και γυναίκες.
- ◆ 4000 ΔΜ όταν η ρετινόλη προέρχεται κατά 2/3 από ζωικές και κατά 1/3 φυτικές τροφές.
- ◆ μg ρετινόλης ζωικών τροφών = ΔΜ X 0.3
- ◆ μg ρετινόλης φυτικών τροφών = ΔΜ X 0.1

Πηγές

- ◆ **Ζωικές τροφές:** Συκώτι, ψαρόλαδο, κρόκος αυγού, γάλα, γαλακτοκομικά προϊόντα.
- ◆ **Φυτικές τροφές:** Καρότα, κολοκύθια, βερίκοκα, ροδάκινα.
- ◆ Φυτικές τροφές που έχουν κιτρινωπό και πράσινο χρώμα.
- ◆ Μισή βιταμίνη Α από λαχανικά και φρούτα και η άλλη μισή από γάλα, γαλακτοκομικά προϊόντα, αυγά και συκώτι.
- ◆ Ένα μικρό κομμάτι συκωτιού, μισό καρότο, 250 γραμ. λαχανικά καλύπτουν τις ημερήσιες ανάγκες.

Βιταμίνη D

- ◆ **Λειτουργία:** Χρησιμεύει για την διατήρηση της $[Ca^{++}] = 10 \text{ mg} / 100 \text{ ml}$ και του $[P] = 1/3 [Ca^{++}]$. Συνεργασία με παραθυροειδή ορμόνη και καλσιτονίνη. Διευκολύνει την απορρόφηση ασβεστίου των τροφών από το έντερο.
- ◆ **Έλλειψη:** Παραμόρφωση των οστών (μακρών οστών) λόγω αδυναμίας να υποστούν το βάρος του σώματος. Αντιρραχτική. Βλάβες ακοής (βλάβες στα οστάρια των αυτιών).

- ◆ Στα ηλικιωμένα άτομα (γυναίκες) και στις θηλάζουσες μητέρες μπορεί να υπάρξει απόσυρση ασβεστίου από τα οστά με αποτέλεσμα αυτά να γίνουν πορώδη και να οδηγήσει προς οστεοπόρωση.
- ◆ **Υπερβολική Δόση (5 X κανονικού):** Διάρροια, κεφαλόπονος, ναυτία. Η συνέχιση της υπερβολικής δόσης οδηγεί σε εναπόθεση ασβεστίου στα νεφρά, καρδιά και αρτηρίες. **Η ΠΙΟ ΤΟΞΙΚΗ ΑΠΟ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ**
- ◆ **ΣΗΔ:** 2.5 - 10 μg / ημέρα
- ◆ **Πηγές:** Ηλιακή ακτινοβολία, λιπαρά ψάρια, βούτυρο, αυγά μουρουνέλαιο.

Βιταμίνη Ε

- ◆ 8 ουσίες με παρόμοια δράση εκ των οποίων η α-τοκοφερόλη είναι η πιο δραστική.
- ◆ Οξειδώνεται εύκολα και προστατεύει άλλες ουσίες από οξειδωτικό στρες (PUFA, βιταμίνη Α).
- ◆ Προστασία κυτταροπλασματικής μεμβράνης λευκών και ερυθρών αιμοσφαιρίων από ρήξη.
- ◆ Μερικές ερευνητές υποστηρίζουν πως η καταστροφή των μυϊκών ινών μπορεί να σφείλεται και στην υπερβολική παραγωγή ελευθέρων ριζών από το μυ, γι' αυτό και υποστηρίζουν πως πρέπει η βιταμίνη Ε εξαιτίας της αντιοξειδωτικής δράσης πρέπει να λαμβάνεται σε μεγάλες ποσότητες.

- ◆ Τοξικότητα της βιταμίνης E είναι σπάνια. Δεν παρουσιάζεται πρόβλημα μέχρι 300 mg ανά ημέρα.
- ◆ **ΣΗΔ:** 10 mg (άνδρες) και 8 mg (γυναίκες)
- ◆ **Πηγές:** Σπόροι δημητριακών, ξηροί καρποί, πράσινα λαχανικά. Τα ζωικά λίπη και τα τρόφιμα που παρασκευάζονται με υψηλή θερμοκρασία περιέχουν ελάχιστη ποσότητα

Βιταμίνη K

- ◆ **Λειτουργία:** Ρύθμιση περιεκτικότητας του αίματος σε Ca++ σε συνεργασία με βιταμίνη D
- ◆ Σχηματισμός προθρομβίνης από την οποία δημιουργείται η θρομβίνη που είναι απαραίτητη για την πήξη του αίματος.
- ◆ Δημιουργία πρωτεϊνών που είναι απαραίτητες για την πήξη του αίματος
- ◆ **ΑΝΤΙΑΙΜΟΡΡΑΓΙΚΗ**

- ◆ Πρόβλημα ανεπάρκειας σε νεογνά επειδή:
- ◆ Δυσκολία μεταβίβασης βιταμίνης K από τον πλακούντα προς το μωρό.
- ◆ Το έντερο του μωρού δεν έχει μικροχλωρίδα κατά τις πρώτες ημέρες και δε μπορεί να παραχθεί βιταμίνη K ενδογενώς.
- ◆ **ΣΗΔ:** 80 μg (άνδρες), 65 μg (γυναίκες)
- ◆ 100 γρ. πράσινων φυλωδών λαχανικών = 50-800 μg.
- ◆ Προβλήματα τοξικότητας μπορεί να παρουσιαστούν από συμπληρώματα βιταμίνης K εξαιτίας της ρήξης των ερυθρών κυττάρων στο ήπαρ-χρωστική ουσία-ίκτηρος.
- ◆ Συνήθως δεν υπάρχει πρόβλημα από μεγάλη πρόσληψη βιταμίνης K διαμέσου τροφής.

Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

- ◆ Με εξαίρεση την B12, οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες:
 - > Απορροφούνται από τον οργανισμό σχετικά εύκολα
 - > Βρίσκονται τόσο στο ενδοκυττάριο όσο και στο εξωκυττάριο υγρό
 - > Εκκρίνονται διαμέσου των ούρων χωρίς να αλλάζει η δομή τους
 - > Λειτουργούν σαν συνένζυμα στο μεταβολισμό ενέργειας, αμινοξέων/πρωτεϊνών και νουκλεϊκών οξέων
 - > Είναι σχετικά μη-τοξικές λόγω της χαμηλής αποθηκευτικής ικανότητας

Βιταμίνη C

- ◆ Ο άνθρωπος δε μπορεί να παράγει βιταμίνη C και πρέπει να την προσλαμβάνει από την τροφή του.
- ◆ Άλλα ζώα μπορεί να την δημιουργούν από γλυκόζη.
- ◆ Έλλειψη της οδηγεί στη γνωστή ασθένεια, το σκορβούτο (αιμορραγία τριχοειδών αγγείων, απολέπιση δέρματος, αιμορραγία ούλων, μειωμένη ικανότητα επούλωσης τραυμάτων).

- ◆ Η απορρόφηση της βιταμίνης C είναι γρήγορη και αποτελεσματική και γίνεται διαμέσου μίας διαδικασίας που απαιτεί ενέργεια.
- ◆ Η αυξημένη πρόσληψη οδηγεί σε αύξηση τόσο στο πλάσμα όσο και στους ιστούς (μυελό των επινεφριδίων, νευροπόφυση, λευκά αιμοσφαίρια). Όσον αφορά την απορρόφηση το "Ceiling effect" υπολογίζεται στα 3000 mg.
- ◆ Η απορρόφηση από τον εντερικό σωλήνα πέφτει από το 90% στο 50% όταν η πρόσληψη της βιταμίνης C είναι υπερβολική.

- ◆ Η υπερβολική πρόσληψη βιταμίνης μπορεί να αυξήσει παροδικά τα επίπεδα της βιταμίνης στο αίμα αλλά μετά από σύντομο χρονικό διάστημα επανέρχονται στα φυσιολογικά επίπεδα.
- ◆ ΠΡΟΣΟΧΗ πρέπει να δίνεται στο απότομο σταμάτημα της αυξημένης πρόσληψης επειδή μπορεί να μειωθούν υπερβολικά τα επίπεδα, ακόμα και να φτάσουν στα επίπεδα σκορβούτου.

Υπερβολική Δόση

- ◆ Μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα σε:
 - Διαβητικά άτομα που προσδιορίζουν τα επίπεδα γλυκόζης στα ούρα για να καθορίσουν την δόση της ινσουλίνης.
 - Στην εξέταση της B12.
 - Σε ασθενείς που λαμβάνουν συγκεκριμένα αντιπηκτικά (π.χ. dicumerol).
 - Απορρόφηση ή μεταβολισμού του χαλκού.

- ◆ Όπως και η βιταμίνη E, αποτελεί ισχυρό παράγοντα αναγωγής και αντιοξειδωτικό παράγοντα.
- ◆ Υπάρχουν ενδείξεις πως η βιταμίνη C μπορεί να επαναφέρει την βιταμίνη E πίσω στην ανειγμένη από την οξειδωμένη κατάσταση της.
- ◆ Είναι απαραίτητη σε λίγες αντιδράσεις, κυρίως υδροξυλιώσεις στις οποίες χρησιμοποιείται οξυγόνο και Fe^{2+} και Cu^{2+} αποτελούν συμπαραγόντες (cofactors).
 - Πηγή ηλεκτρονίων για διατήρηση του O_2 στην ανειγμένη μορφή
 - Προστατευτικός μηχανισμός για διατήρηση του Fe και Cu στην ανειγμένη μορφή

- ◆ Η μεγαλύτερη συγκέντρωση βιταμίνης C παρατηρείται στο Κ.Ν.Σ. και στο μυελό των επινεφριδίων. Η βιταμίνη C χρησιμοποιείται για τη σύνθεση αμινών του Κ.Ν.Σ. και του μυελού των επινεφριδίων.
- ◆ Ακόμα σε περιπτώσεις "fight or flight" είναι απαραίτητη η αυξημένη πρόληψη βιταμίνης C επειδή συμμετέχει σαν συμπαραγόντας στην υδροξυλίωση της ντοπαμίνης για την δημιουργία NE και E.

- ◆ Τα λευκά αιμοσφαίρια (φαγοκύτταρα) περιέχουν μεγάλες ποσότητες βιταμίνης C, πιθανόν για την πρόληψη αυτοοξειδωσης από την παραγωγή ελευθέρων ριζών η οποία είναι απαραίτητη για την εύρυθμη λειτουργία τους.
- ◆ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΘΕΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΣΤΗ ΜΕΓΑΛΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΒΙΤ C ΜΕ ΚΡΥΟΛΟΓΗΜΑ

- ◆ Σημαντική μείωση της βιταμίνης C στα λευκά αιμοσφαίρια με την έναρξη του κρυολογήματος. Η αυξημένη συμπληρωματική λήψη (6 g/ημέρα) διατηρεί τη βιταμίνη C στα κανονικά επίπεδα.
- ◆ Μοντέλο συνεργασίας μεταξύ βιταμίνης C και GSH στην αντιμετώπιση ελευθέρων ριζών σε μακροφάγα κύτταρα.

- ◆ Επίδραση συμπληρωματικής λήψης βιταμίνης C στην πρόληψη και αποκατάσταση από κρυολογήματα. Δεν είναι ξεκάθαρη μία θετική συσχέτιση μεταξύ της αυξημένης πρόσληψης βιταμίνης C και μείωσης της συχνότητας κρυολογημάτων.
- ◆ Τα θετικά αποτελέσματα στην χρονική διάρκεια απουσίας από τη δουλειά (disability) που παρουσιάζονται μπορεί να έχουν σχέση με την αντιισταμινική δράση της βιταμίνης C.
 - - συσχέτιση μεταξύ [βιτ C] και ισταμίνης στο αίμα
 - Στην ισταμινεμία (αυξημένη [H]) παρουσιάζεται έλλειψη βιτ C
 - Δόσεις 1 g/ημέρα μειώνουν σημαντικά τα επίπεδα ισταμίνης στο αίμα.

ΣΗΔ

- ◆ 60 mg για ενήλικες, 35-45 mg για νήπια και παιδιά. Μεγαλύτερη στους καπνιστές, έγκυες, θηλάζουσες.
- ◆ Το metabolic turnover της βιταμίνης C στους καπνιστές είναι διπλάσιο στους καπνιστές (πιθανόν εξαιτίας της αυξημένης περιεκτικότητας του καπνού σε παράγοντες που προωθούν αντιδράσεις οξειδωσης), γι' αυτό και συνιστάται από την US RDA αύξηση της πρόσληψης κατά 40 mg ημερησίως παραπάνω από το κανονικό (100 mg).
- ◆ Οι έγκυες γυναίκες πρέπει να λαμβάνουν 10 mg παραπάνω ημερησίως.
- ◆ Οι θηλάζουσες πρέπει να λαμβάνουν 35 mg παραπάνω τους πρώτους 6 μήνες και 30 mg τους επόμενους.

Βιταμίνες Β

- ◆ Λειτουργούν σαν μέρος συνενζύμων.
- ◆ Θειαμίνη (B1), ριβοφλαβίνη (B2), νιασίνη (B3) χρησιμεύουν για την αξιοποίηση της ενέργειας και απαιτούνται σε ποσότητες ανάλογες με τις θερμίδες που καταναλώνονται.
- ◆ Η πυριδοξίνη (B6) χρησιμεύει για την αξιοποίηση των πρωτεϊνών και η πρόσληψη της είναι ανάλογη της πρόσληψης πρωτεΐνης.
- ◆ Το φολικό οξύ (B10) και η κυανοκομπαλαμίνη (B12) χρησιμεύουν για την παραγωγή RNA και DNA.
- ◆ **Ανεπάρκεια:** Εξάντληση δυνάμεων, απώλεια όρεξης και βάρους, αδύνατη μνήμη, ευερεθιστικότητα, δερματικές παθήσεις κ.λ.π.

Θειαμίνη (B1)

- ◆ Ονομαζόταν και ανευρίνη εξαιτίας της σημασίας που έχει για την λειτουργία του νευρικού συστήματος.
- ◆ Απαραίτητη για την απελευθέρωση ενέργειας από το μεταβολισμό των υδατανθράκων κυρίως αλλά και των άλλων θρεπτικών ουσιών.
- ◆ Ανεπάρκεια προκαλεί τη γνωστή ασθένεια μπέρι-μπέρι (νευρολογικά συμπτώματα-παράισηση, αδυναμία και ατροφία των μυών, κούραση, μειωμένα αντανακλαστικά, σύγχυση, παράλυση).
- ◆ Μεγέθυνση της καρδιάς και αρρυθμίες

Ριβοφλαβίνη (B2)

- ◆ Απαραίτητη για την απελευθέρωση ενέργειας από το μεταβολισμό των υδατανθράκων κυρίως αλλά και των άλλων θρεπτικών ουσιών.
- ◆ Η λειτουργία της συνδέεται με τα δύο συνένζυμα FAD και FMN σε διάφορες αντιδράσεις οξειδωσης και αναγωγής και κυρίως στην αντίδραση της σουξινικής αφυδρογονάσης και σε μονοπάτια για τη σύνθεση λιπαρών οξέων.

- ◆ Η ανεπάρκεια της είναι σπάνια στη Δυτική κοινωνία. Μερικοί ερευνητές την συνδέουν με την πελάγρα.
- ◆ Τα συμπτώματα είναι ρωγμές στις άκρες των χειλιών, βαθυκόκκινη γλώσσα, προβλήματα στα ούλα, κοκκίνισμα του αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού.
- ◆ Η ανεπάρκεια αντιμετωπίζεται με δόσεις των 6 mg ή 25 mg σε ενέσιμο μορφή.

Νιασίνη (B3)

- ◆ NAD και NADP αποτελούν συνένζυμα πολλών οξειδωαναγωγικών αντιδράσεων.
- ◆ Μπορεί να παραχθεί από τον οργανισμό μας από την τρυπτοφάνη (1/60 της τρυπτοφάνης μετατρέπεται σε νιασίνη).
- ◆ Το καλαμπόκι και τα προϊόντα καλαμποκιού είναι πολύ φτωχά σε τρυπτοφάνη και νιασίνη και επαυξάνουν τα συμπτώματα ανεπάρκειας.
- ◆ Δεν αποθηκεύεται και δεν είναι τοξική ακόμα και εάν χρησιμοποιηθεί σε πολύ μεγάλες δόσεις.

- ◆ Δόσεις των 3-6 g/ημέρα μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την μείωση της χοληστερόλης (μειώνει την παραγωγή VLDL από το ήπαρ).
- ◆ Η αυξημένη δόση μπορεί να προκαλέσει διαστολή των τριχοειδών αγγείων και κνησμό, συμπτώματα τα οποία φεύγουν μετά από λίγες μέρες χρησιμοποίησης των δόσεων.

ΣΗΔ

- ◆ Η πρόσληψη πρέπει να γίνεται με ισοδύναμα νιασίνης εξαιτίας της μετατροπής της τρυπτοφάνης σε νιασίνη.
- ◆ 6.6 mg/1000 θερμίδες.
- ◆ Ανεπάρκεια προκαλεί αρχικά αδυναμία, δυσκολία χώνεψης, και χάσιμο της όρεξης. Αργότερα εμφανίζονται τα «3D» που σχετίζονται με την πελάγρα: Dermatitis, Diarrhea, Dementia (Δερματίτιδα, διάρροια, παραφροσύνη).

Παντοθενικό οξύ (B5)

- ◆ Αποτελεί μέρος του συνενζύμου A.
- ◆ Ανεπάρκεια αυτής της βιταμίνης είναι σπάνια.
- ◆ Συμπτώματα ανεπάρκειας περιλαμβάνουν κοιλιακούς πόνους, σπασμούς, εμετούς, αδυναμία.
- ◆ Υπάρχουν ορισμένες αναφορές από τις δεκαετίες του 1940 και 1950 πως η βιταμίνη B5 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποκατάσταση εγκαυμάτων και τραυματισμών του δέρματος, και πρόληψη του σπρίσματος των μαλλιών. Έρευνες πάνω στις συγκεκριμένες περιοχές δεν έχουν συνεχιστεί.

Πυριδοξίνη (B6)

- ◆ Συνένζυμο σε παραπάνω από 60 ενζυμικές αντιδράσεις οι οποίες σχετίζονται κυρίως με το μεταβολισμό των αμινοξέων (σύνθεση, καταβολισμό, μεταφορά). Βρίσκεται και στην φωσφορυλάση του γλυκογόνου και έρευνες που έχουν γίνει σε επίμυες υποδεικνύουν πως αυτό το ένζυμο μπορεί να λειτουργεί σαν αποθήκη B6.
- ◆ Ανεπάρκεια της προκαλεί αδυναμία, νευρική κατάσταση, δυσκολία στο περπάτημα. Αναιμία που συνίσταται στην παραγωγή μικρών ερυθρών κυττάρων (μικροκυτταρική αναιμία).
- ◆ Ανεπάρκεια μπορεί να δημιουργηθεί στις δυτικές κοινωνίες εξαιτίας της μεγάλης πρόσληψης πρωτεΐνης.

Φολικό Οξύ (B10)

- ◆ Σε συνδυασμό με την βιταμίνη B12 επιδρά στη γρήγορη διαίρεση των κυττάρων (αυξητικός παράγοντας).
- ◆ Ανεπάρκεια της προκαλεί πεπτικές δυσλειτουργίες και ένα είδος αναιμίας που χαρακτηρίζεται από μεγάλα και ανώριμα ερυθροκύτταρα (μεγαλοβλαστική αναιμία).

◆ **Ανεπάρκεια της προκύπτει όταν:**

- Το διαιτολόγιο είναι περιορισμένο (υπερήλικες).
- Υπάρχει αυξημένη ανάγκη RBC (έγκυες γυναίκες, πρόωρα μωρά, αθλητές;).
- Υπάρχει μειωμένη απορρόφηση εξαιτίας γαστρεντερικών ανωμαλιών.
- Γίνεται χρήση αντιεπιληπτικών και αντισυλληπτικών χαπιών.
- Γίνεται υπερβολική χρήση αλκοόλ

ΣΗΔ

- ◆ 400 μg. Ωμά πράσινα φυλλώδη λαχανικά, μπανάνες πορτοκάλια, συκώτι, δημητριακά ολικής αλέσεως.
- ◆ Καταστρέφεται εύκολα από τη θερμότητα αλλά και την υπερβολική έκθεση στο φως.
- ◆ Τοξικότητα από υπερβολική πρόσληψη δεν έχει αναφερθεί.
- ◆ Επειδή οι λειτουργίες του φολικού οξέος συνδέονται άμεσα με αυτές της βιταμίνης B12, απαιτούνται αρκετά διαγνωστικά τεστ για να διαχωριστεί η μία μορφή από την άλλη. Συνήθως η έλλειψη φολικού οξέος συνοδεύεται και από χάσιμο βάρους ενώ στην έλλειψη βιταμίνης B12 το σωματικό βάρος δεν μεταβάλλεται.

Κυανοκομποαλίνη (B12)

- ◆ Μίγμα συναφών ενώσεων οι οποίες περιέχουν στο μόριο τους το ανόργανο στοιχείο κοβάλτιο και μία κυανομάδα.
- ◆ Αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες και είναι σταθερή σε διαλύματα με pH 4-6. Μικρές απώλειες στο παστεριωμένο γάλα και μεγαλύτερες στο γάλα μακράς διάρκειας (0-30%).
- ◆ Συνεισφέρει στον καταβολισμό των λιπαρών οξέων με μονό αριθμό στην αλυσίδα τους και προάγει την αναγωγή της γλουταθειόνης.

- ◆ Βοηθάει το φολικό οξύ στη διαίρεση των κυττάρων στο μυελό των οστών αι η ανεπάρκεια της προκαλεί αναιμία παρόμοια με αυτή της έλλειψης φολικού οξέος.
- ◆ Προκαλεί φθορά των νεύρων. Χορήγηση φολικού οξέος αποκαθιστά τα συμπτώματα της αναιμίας αλλά παραμένουν τα νευρολογικά προβλήματα.
- ◆ Κακοήθης αναιμία λόγω έλλειψης μίας γλυκοπρωτεΐνης που εκκρίνεται από το στομάχι και δεσμεύει την B12 και την μεταφέρει στον ειλέο του λεπτού εντέρου.
- ◆ Αποδέσμευση με την παρουσία ασβεστίου και απορρόφηση από το έντερο.

- ◆ Δεν βρίσκεται στα φυτικά προϊόντα με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται έλλειψη αυτής της βιταμίνης σε χορτοφάγους (92% κάτω από τα 200 pg/ml).

- ◆ Μπορεί και αποθηκεύεται αποτελεσματικότερα από τις άλλες υδατοδιαλυτές βιταμίνες με αποτέλεσμα τα συμπτώματα ανεπάρκειας στους χορτοφάγους να καθυστερούν να εμφανιστούν (ίσως και πέντε χρόνια)

Ανόργανα στοιχεία

- ◆ Απαραίτητες ουσίες που παίζουν σημαντικό ρόλο στη φυσιολογική ανάπτυξη, υγεία, πρόληψη και θεραπεία ασθενειών.
- ◆ 15 από αυτά θεωρούνται απαραίτητα και πρέπει να προσλαμβάνονται από τις τροφές.
- ◆ Ιχνοστοιχεία (σίδηρος, φθόριο, ψευδάργυρος, χαλκός, ιώδιο, μαγγάνιο, χρώμιο, κοβάλτιο).
- ◆ Μακροστοιχεία (ασβέστιο, φώσφορος, θείο, κάλιο, νάτριο, χλώριο, μαγνήσιο). Η περιεκτικότητα στο σώμα και η ημερήσια απαίτηση είναι μεγαλύτερη από τα ιχνοστοιχεία.

Κύριες λειτουργίες

1. Συστατικά δοντιών σκελετού (ασβέστιο, φώσφορος, μαγνήσιο).
2. Σύνθεση εξωκυττάρων υγρών (νάτριο, χλώριο) και ενδοκυττάρων υγρών (κάλιο, μαγνήσιο, φώσφορος).
3. Αποτελούν την προσθετική ομάδα σε ένζυμα και πρωτεΐνες (σίδηρος, φώσφορος).

Ασβέστιο-Φώσφορος

- 99% του ασβεστίου και 80% του φωσφόρου βρίσκονται στα οστά.
- Αναλογία μεταξύ Ca:P είναι 2:1.
- Χρησιμότητα των οστών για τα δύο αυτά ανόργανα στοιχεία είναι η αυξημένη ανθεκτική ικανότητα των οστών και η αποθήκη για μετέπειτα χρήσεις.

Ισοζύγιο Ασβεστίου

- ◆ Διατροφή και οστά αποτελούν δύο δικλίδες για την διατήρηση της ομοιοστασίας του ασβεστίου στο αίμα (10 mg/ml)
- ◆ >9.2 mg/ml- παραθυροειδής ορμόνη-κινητοποίηση ασβεστίου από τα οστά
- ◆ >11.0 mg/ml-καλσιτονίνη-αποθήκευση ασβεστίου στα οστά

Ιχνοστοιχεία

- ◆ Ουσίες οι οποίες χρειάζονται σε πολύ μικρές ποσότητες
- ◆ 9 απαραίτητα ιχνοστοιχεία
- ◆ Η σημαντική έλλειψη είναι πολύ σπάνια
- ◆ Υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των ιχνοστοιχείων
- ◆ Η περιεκτικότητα των τροφών σε ιχνοστοιχεία επηρεάζεται από την περιεκτικότητα του εδάφους
- ◆ Η απορρόφηση των ιχνοστοιχείων από ζωικές πηγές είναι καλύτερη

Χαλκός

- ◆ Η περιεκτικότητα του σώματος σε χαλκό είναι 100-120 mg και πολύ μικρότερη συγκριτικά με αυτή του σιδήρου και του ψευδαργύρου
- ◆ Η περιεκτικότητα του χαλκού στο σώμα είναι ομοιοστατικά ρυθμισμένη
- ◆ Η αποθήκευση στην περίπτωση της αυξημένης πρόσληψης είναι μικρή

Ανεπάρκεια

- ◆ Μπορεί να προσδιοριστεί από τα χαμηλά επίπεδα του χαλκού και της χαλκοπλασμίνης
- ◆ **Συμπτώματα:** ουδετεροπενία, εκφυλισμός των αγγείων (έλλειψη ελαστίνης και κολλαγόνου), αποχρωματισμός του δέρματος, σγουρά μαλλιά (kinky hair)
- ◆ Η ανεπάρκεια μπορεί να αντιστραφεί με την πρόσληψη χαπιών χαμηλής περιεκτικότητας (μέχρι 2 mg ανά χάπι)

Ασθένεια του Menke's

- ◆ Χαρακτηριστική περίπτωση ανεπάρκειας χαλκού σε μεγάλο βαθμό
- ◆ Παρουσιάζει όλα τα συμπτώματα της ανεπάρκειας εκτός από αυτά της αναιμίας/ουδετεροπενίας
- ◆ Η διάγνωση γίνεται στη βρεφική ηλικία και έχει σχέση με τη χαμηλή απορρόφηση χαλκού από την τροφή αλλά και την απόρριψη του ήπατος να δεχτεί χαλκό όταν αυτός δίνεται με ένεση
- ◆ Θάνατος μέχρι την ηλικία των 3 ετών

Ασθένεια του Wilson

- ◆ Ασθένεια η οποία χαρακτηρίζεται από την αυξημένη συγκέντρωση χαλκού
- ◆ Η ασθένεια εκδηλώνεται εξαιτίας μεταλλάξεων στο γονίδιο το οποίο κωδικοποιεί την ΑΤΡάση του Wilson
- ◆ Η αυξημένη συγκέντρωση χαλκού δεν εμφανίζεται μέχρι τα τέλη της εφηβείας
- ◆ Η ανικανότητα του ήπατος να παράγει χαλκοπλασμίνη μπορεί να είναι η αιτία αυτού του προβλήματος (μη-μεταφορά της περίσσειας ποσότητας χαλκού προς τη χολή για απέκκριση)
- ◆ Όταν τα προβλήματα τοξικότητας δεν έχουν αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό, η ασθένεια μπορεί να αντιμετωπιστεί με χηλικούς παράγοντες (chelating agents) και να αυξηθεί το προσδόκιμο της ζωής

Chelation Therapy

- ◆ Αλληλεπίδραση μετάλλων για το σχηματισμό δακτυλίων μεταλλικών ιόντων
- ◆ Κριτήρια επιλογής μετάλλων ως παράγοντες αποτοξίνωσης
 1. Δημιουργία σταθερής ένωσης με το μεταλλικό ιόν έτσι ώστε να μπορεί να απομακρυνθεί
 2. Ο παράγοντας πρέπει να έχει λιποφιλικές ιδιότητες για να μπορεί να εισέρχεται στο κύτταρο ενώ η ένωση θα πρέπει να είναι υδροφιλική για να μπορεί να αυξάνεται ο ρυθμός απέκκρισης της
 3. Η ένωση δεν πρέπει να μεταβολίζεται από τον οργανισμό (απομάκρυνση διαμέσου των ούρων)
 4. Ο παράγοντας δεν πρέπει να μεταβολίζεται