

# Ανόργανα Στοιχεία

Θανάσης Τζιαμούρτας, Ph.D.  
Καθηγητής Βιοχημείας της Άσκησης

# 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.

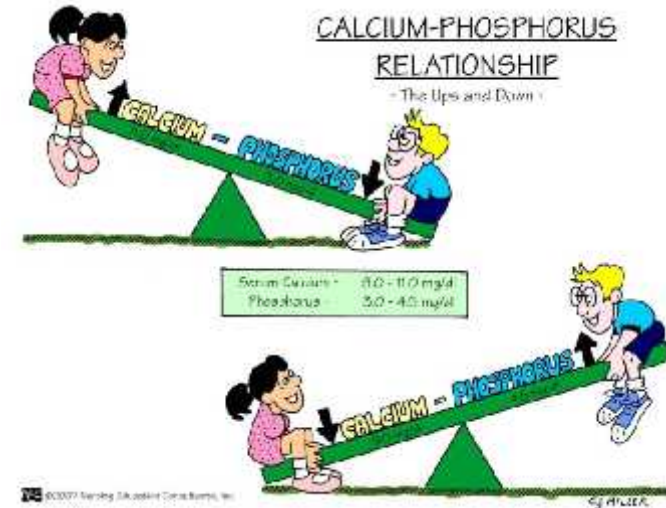


# Κύριες λειτουργίες

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

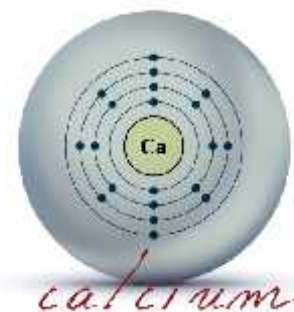
# Ασβέστιο-Φώσφορος

- 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.



# Χρησιμότητες Ασβεστίου

- Η ποσότητα του ασβεστίου στα μεσοκυττάρια υγρά είναι πολύ μικρή συγκριτικά με αυτή που βρίσκεται στα οστά (1%), αλλά παίζει πολύ σπουδαίο ρόλο σε πολλές λειτουργίες του ανθρώπινου σώματος:
  - Ρυθμίζει την δίοδο ιόντων διαμέσου των κυτταρικών μεμβρανών και συντελεί στη μετάδοση νευρικών ερεθισμάτων.
  - Συντελεί στη σύσπαση των μυών.
  - Κανονίζει την πήξη του αίματος.
  - Διατηρεί κανονική την πίεση του αίματος
  - Συντελεί στην αλληλοσυγκράτηση των κυττάρων μεταξύ τους.
  - Συμβάλει στην παραγωγή και δραστηριοποίηση ενζύμων και ορμονών



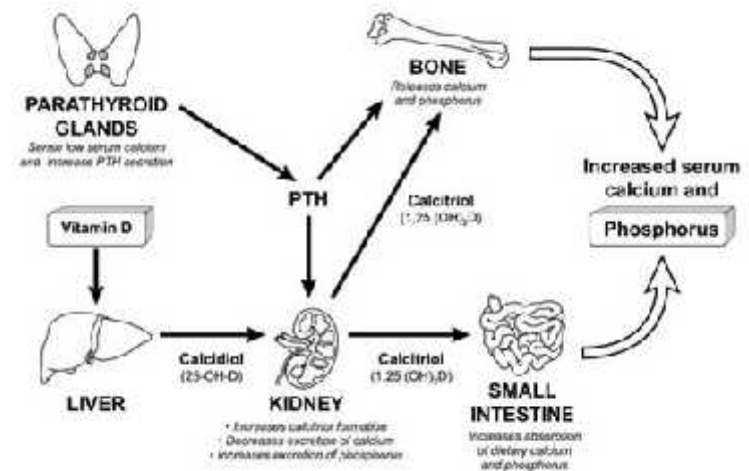
# Χρησιμότητες Φωσφόρου

- Ρύθμιση της οξεοβασικής ισορροπίας των κυτταρικών υγρών.
- Καθορισμός ανάπτυξης και ανανέωσης διαφόρων ιστών αφού αποτελεί συστατικό του DNA.
- Ρύθμιση δράσης ενζύμων που είναι απαραίτητα για την απελευθέρωση ενέργειας (π.χ. φωσφορυλάση).
- Περιέχεται στο ενεργειακό νόμισμα των τροφών (ATP).
- Αποτελεί συστατικό λιπών και φωσφολιπιδίων που αποτελούν μέρος της κυτταροπλασματικής μεμβράνης.
- Απαραίτητο στοιχείο για την ενεργοποίηση μερικών βιταμινών Β.



# 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



# Απορρόφηση-βιοδιαθεσιμότητα

- 20-30% για το ασβέστιο και 30% για το φώσφορο
- Παρουσία βιταμίνης D
- Έκκριση παραθυροειδούς ορμόνης
- Ηλικία και φύλο
- Στέρηση μπορεί να οδηγήσει σε 60% απορρόφησης
- Αμινοξέα-κιτρικό οξύ-λακτόζη (+)
- Πολλές πρωτεΐνες οδηγούν στην αποβολή του ασβεστίου στα ούρα



# 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



# Λειτουργίες

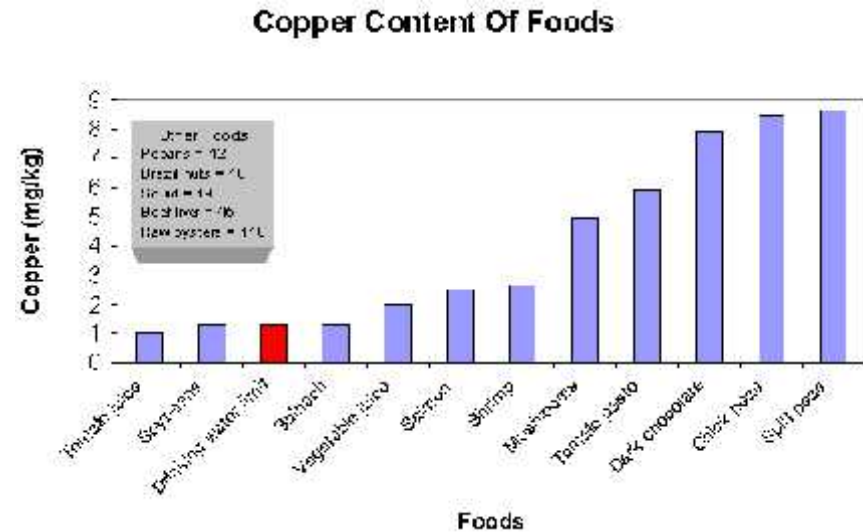
- Ο χαλκός σχετίζεται με ένα μεγάλο αριθμό οξυγενασών:
  - Οξειδάση του κυτοχρώματος
  - Δισμουτάση του υπεροξειδίου
  - Χαλκοπλασμίνη
  - Οξειδάση της λυσίνης
  - β-Υδροξυλάση της ντοπαμίνης
  - Οξειδάσες αμινών
  - Τυροσινάση

# Βιοδιαθεσιμότητα

- Πολύ καλύτερη από αυτή του σιδήρου και του ψευδαργύρου, και η απορρόφηση των 1.2-1.7 mg/ημέρα μπορεί να φτάσει μέχρι και το μισό αυτής της ποσότητας
- Παράγοντες επηρεασμού:
  - Οι φυτικές ίνες φαίνεται πως προσροφούν χαλκό και αυξάνουν την έκκριση του, και
  - Ο χαλκός ανταγωνίζεται με το ψευδάργυρο για την απορρόφηση των δύο ανόργανων στοιχείων
- Η αυξημένη αποβολή του χαλκού με τις φυτικές ίνες αντισταθμίζεται από την αυξημένη πρόσληψη

# Διατροφικές πηγές

- Συκώτι, θαλασσινά,μανιτάρια, όσπρια, σπόροι, πολύσπορα ψωμιά, δημητριακά, αβοκάντο
- **Πλούσιες πηγές Cu:** οστρακοειδή, συκώτι, ηλιόσποροι, καρύδια



# Εντερική απορρόφηση-Τοξικότητα

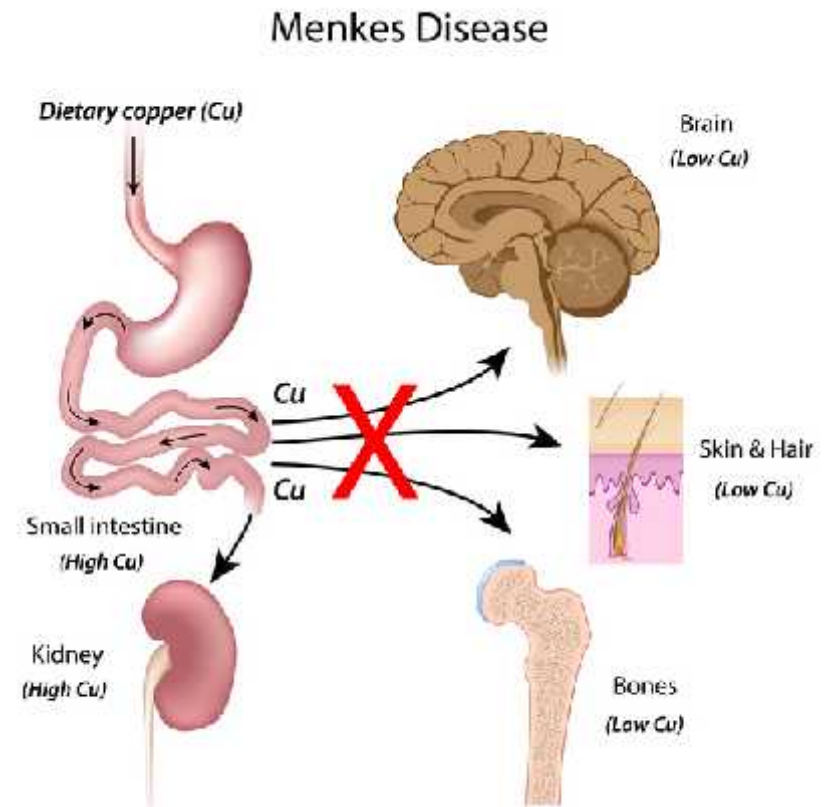
- Υψηλή πρόσληψη Zn επιφέρει μειωμένη απορρόφηση Cu- αυξημένη παραγωγή μεταλλοθειονίνης
- Βρίσκεται στο πλάσμα συνδεδεμένος με χαλκοπλασμίνη και αποβάλλεται διαμέσου της χολής και μία μικρή ποσότητα διαμέσου των ούρων
- Περίπτωση τοξικότητας όταν γίνεται η πρόσληψη από το στόμα είναι πολύ μικρή
- Η πρόσληψη πρέπει να είναι 200-500 φορές πάνω του κανονικού και ακόμα και τότε το πρόβλημα παρατηρείται στην απορρόφηση άλλων μετάλλων και κυρίως του ψευδαργύρου και του σιδήρου
- **Τοξικότητα οξείας μορφής:** αιμόλυση, καταστροφή ηπατικών και εγκεφαλικών κυττάρων

# 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

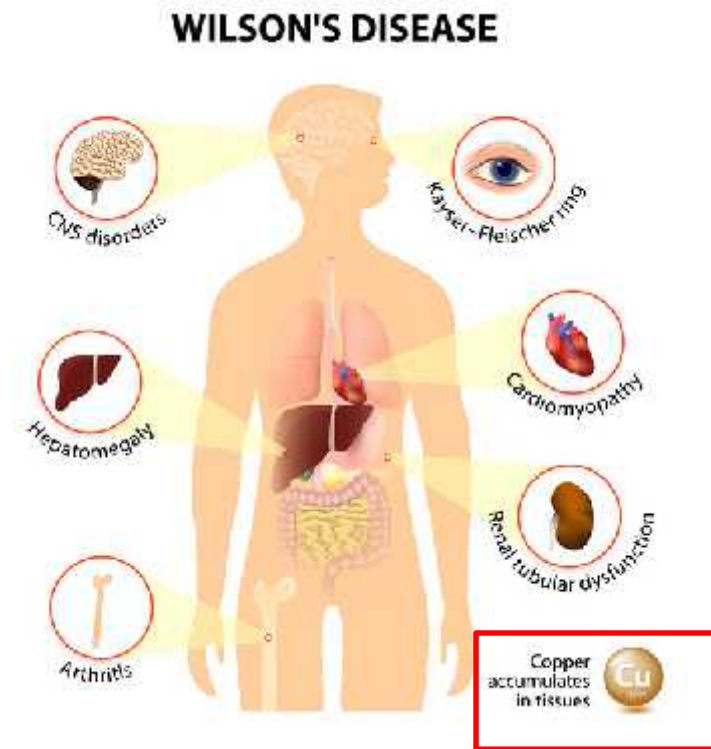
- Χαρακτηριστική περίπτωση ανεπάρκειας χαλκού σε μεγάλο βαθμό
- Παρουσιάζει όλα τα συμπτώματα της ανεπάρκειας εκτός από αυτά της αναιμίας/ουδετεροπενίας
- Η διάγνωση γίνεται στη βρεφική ηλικία και έχει σχέση με τη χαμηλή απορρόφηση χαλκού από την τροφή αλλά και την απόρριψη του ήπατος να δεχτεί χαλκό 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 ΑΤΡαση 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

# Chelation Therapy

## CHELATION THERAPY INFO



**CHELATION THERAPY** IS A SCIENTIFICALLY PROVEN TREATMENT FOR REMOVING TOXINS FROM THE BODY.

USED PRIMARILY TO REMOVE TOXIC METALS LIKE LEAD AND MERCURY, CHELATION THERAPY HAS ALSO SHOWN TO BE BENEFICIAL IN THE TREATMENT OF SOME FORMS OF CANCER, AND OTHER SERIOUS HEALTH ISSUES.



ALTERNATIVE MEDICAL PRACTITIONERS USE CHELATION THERAPY TO ADDRESS HEART DISEASE, BECAUSE THE MEDICINE BINDS TO THE CALCIUM WITHIN FATTY DEPOSITS (PLAQUE) IN ARTERIES.



**CHELATION THERAPY** HAS PROVEN TO REDUCE TOXIC LEVELS IN THE BLOOD STREAM. IT HAS ALSO BEEN USED TO TREAT A WIDE RANGE OF SERIOUS MEDICAL PROBLEMS, SUCH AS ALZHEIMER'S DISEASE, MULTIPLE SCLEROSIS, AUTISM, LEAD POISONING AND MORE.

AS THE MEDICINE MAKES ITS WAY THROUGH THE PATIENT'S BLOODSTREAM, PLAQUE IS SWEEP AWAY CLEARING OUT THE ARTERY.



IF A PATIENT IS A GOOD CANDIDATE FOR CHELATION THERAPY, THEY WILL BEGIN A SERIES OF TREATMENTS WHICH TYPICALLY OCCUR TWO TO THREE TIMES PER WEEK, FOR A PERIOD OF AT LEAST ONE TO TWO MONTHS.



IT IS ADMINISTERED BY A SERIES OF INJECTIONS. THESE INCLUDE: ETILENE DIAMINE TETRA ACETIC ACID (EDTA), A MAN-MADE AMINO ACID, THROUGH THE VEINS TO BIND IRON, LEAD, MERCURY, CADMIUM, ZINC, AND OTHER METALS FOUND IN THE BLOOD STREAM. THESE CAN ELIMINATE THEM FROM THE BODY.

# Ψευδάργυρος

- Ιχνοστοιχείο το οποίο βρίσκεται κυρίως στους μύες (65%), τα οστά, το δέρμα, τα μαλλιά, τον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού και τα αναπαραγωγικά όργανα του άνδρα



# Λειτουργίες

- Απαραίτητο στοιχείο για τη λειτουργία περισσότερων από 100 ένζυμα τα οποία έχουν σχέση με το μεταβολισμό των υδατανθράκων, τη σύνθεση και διάσπαση πρωτεϊνών, τη σύνθεση νουκλεϊκών οξέων και τη δομή τη χρωματίνης), τη σύνθεση της αίμης, τη μεταφορά διοξειδίου του άνθρακα κ.λ.π.
- Απαραίτητο στοιχείο για το μεταβολισμό, τη λειτουργία και διατήρηση του δέρματος (σύνθεση και διάσπαση πρωτεΐνης και κολλαγόνου-κολλαγενάση)
- Απαραίτητο για τη λειτουργία του παγκρέατος (έκκριση πρωτεασών για τη λειτουργία της πέψης)

# Λειτουργίες

- Απαραίτητο για τη λειτουργία των αναπαραγωγικών οργάνων (δημιουργία τεστοστερόνης στα κύτταρα Leyding και μετατροπή της στην ενεργό μορφή διϋδροτεστοστερόνη)
- Δισμουτάση του υπεροξειδίου
- Απαραίτητος για την λειτουργία των Τ-λεμφοκυττάρων και ανεπάρκεια του οδηγεί σε ατροφία του θύμου αδένα και μειωμένη έκκριση της ορμόνης του θύμου αδένα (θυμίνη)

# Απορρόφηση

- Όπως συμβαίνει στην περίπτωση του σιδήρου, τα άλατα φυτικών οξέων και οι φυτικές ίνες μειώνουν την απορρόφηση του ψευδαργύρου
- Η απορρόφηση του αυξάνεται από το κιτρικό οξύ
- Η αυξημένη πρόσληψη σιδήρου μειώνει την απορρόφηση του ψευδαργύρου

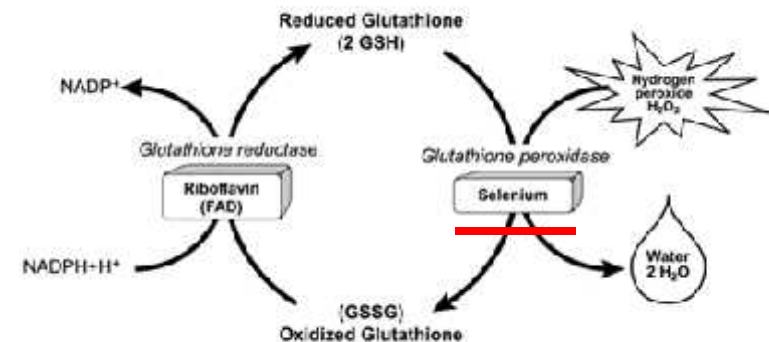
# Απορρόφηση

- Η αυξημένη πρόσληψη ψευδαργύρου μειώνει την απορρόφηση του χαλκού
- Ταυτόχρονη αυξημένη πρόσληψη ψευδαργύρου και χαλκού οδηγεί στην παραμονή και των δύο ιχνοστοιχείων στα κύτταρα της βλεννογόνου με αποτέλεσμα να αποβάλλονται και τα δύο διαμέσου των κοπράνων
- Μικρή αποθηκευτική ικανότητα
- Από τα λιγότερα τοξικά ιχνοστοιχεία
- Βιταμίνη Α, ψευδάργυρος και αποκατάσταση πληγών (κολαγενάση)



# Σελήνιο

- Ιχνοστοιχείο το οποίο μαζί με τη βιταμίνη E προστατεύει ουσίες του οργανισμού που είναι ευαίσθητες σε οξειδώσεις
- Υπεροξειδάση της γλουταθειόνης-αντιοξειδωτικό ένζυμο, η σύνθεση του οποίου μπορεί να ρυθμίζεται σε επίπεδο έκφρασης του ενζύμου από το σελήνιο
- Βοηθάει στη μετατροπή της T4 σε T3 (θυρεοειδικές ορμόνες)



# Ανεπάρκεια σεληνίου

- Καθυστέρηση της ανάπτυξης
- Δημιουργία καταρράκτη
- Έλλειψη σπερματογένεσης
- Συμπτώματα δυστροφίας (+ αποβολή οδηγεί σε μυϊκή δυστροφία Duchenne)
- Νόσος Keshan (-περιεκτικότητα υπεδάφους). Θάνατος εξαιτίας παραγωγής θρόμβων



# Βιοδιαθεσιμότητα

- Οι ζωικές τροφές (κρέας και θαλασσινά) έχουν χαμηλή βιοδιαθεσιμότητα ενώ οι φυτικές τροφές (δημητριακά, σκόρδο, σπαράγγι,μανιτάρια) έχουν μεγαλύτερη βιοδιαθεσιμότητα αλλά η περιεκτικότητά τους εξαρτάται από την ποσότητα σεληνίου στο υπέδαφος