

Πρωτεΐνη

Θανάσης Τζιαμούρτας, Ph.D.

Καθηγητής Βιοχημείας της Άσκησης

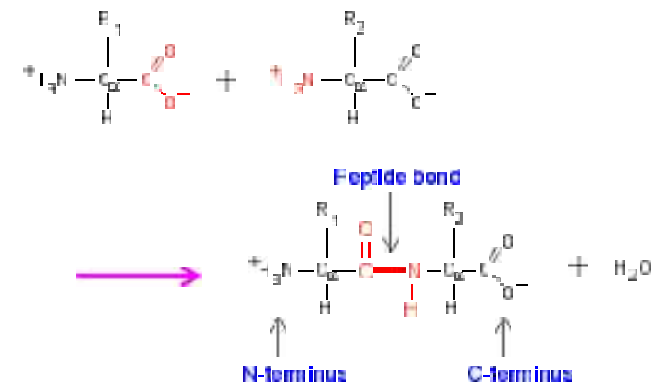
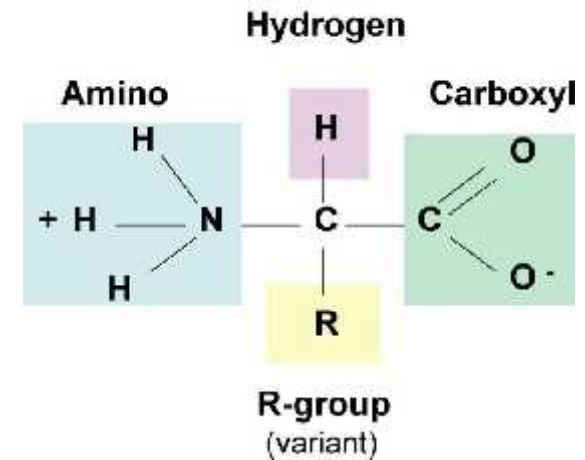
Πρωτεΐνες

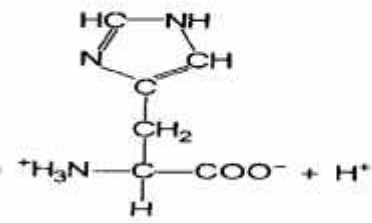
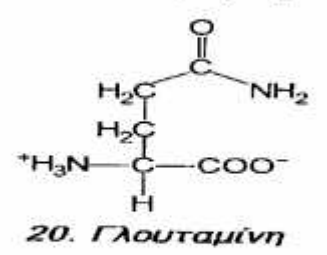
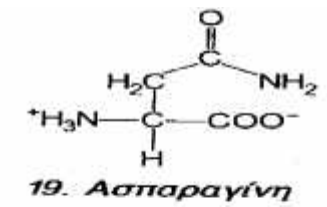
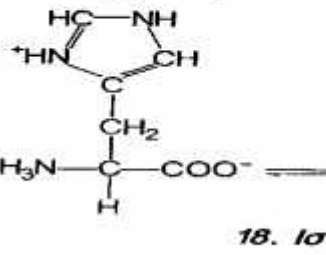
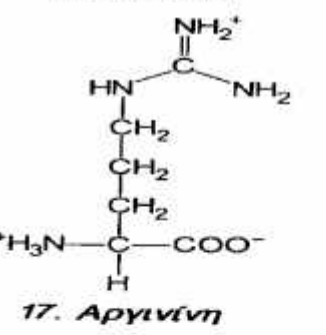
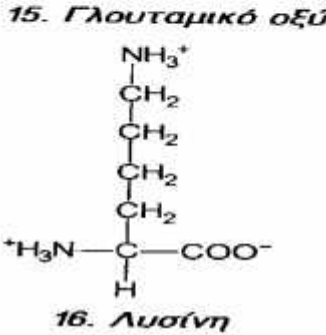
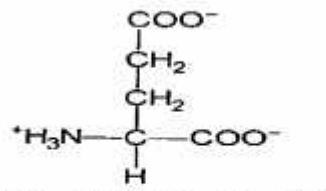
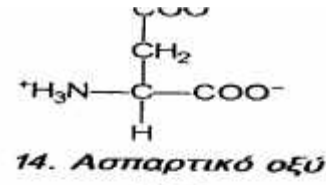
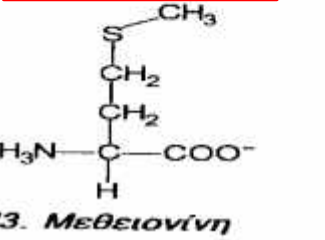
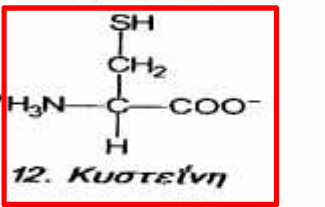
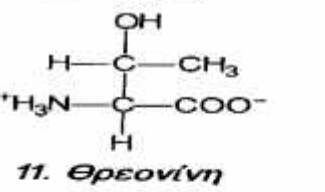
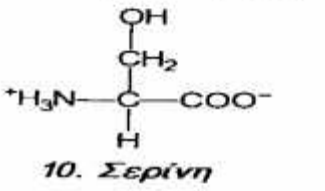
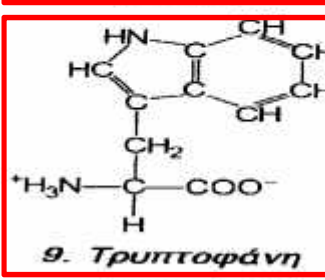
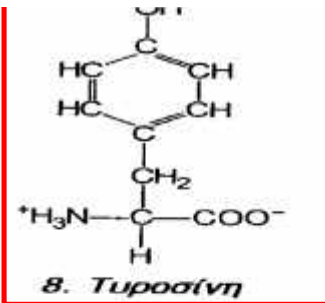
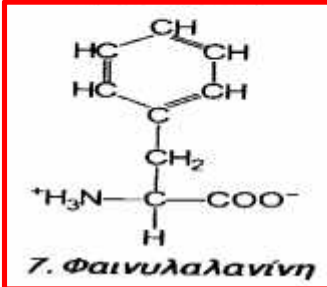
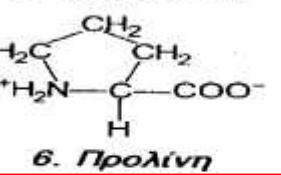
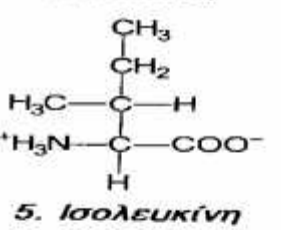
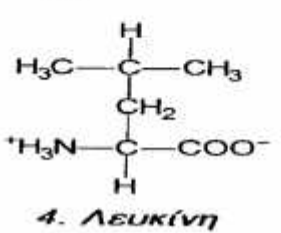
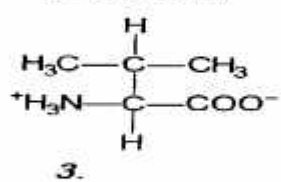
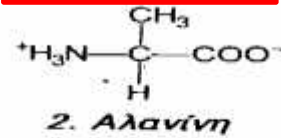
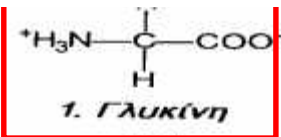
- Μόρια τα οποία αποτελούνται από άνθρακα, οξυγόνο, υδρογόνο και **άζωτο**.
- Πολλές πρωτεΐνες περιέχουν θείο και φώσφορο.
- Εξωγενής πρόσληψη πρωτεϊνών.
- Δημιουργούνται από τη σύνδεση αμινοξέων

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.

Amino Acid Structure



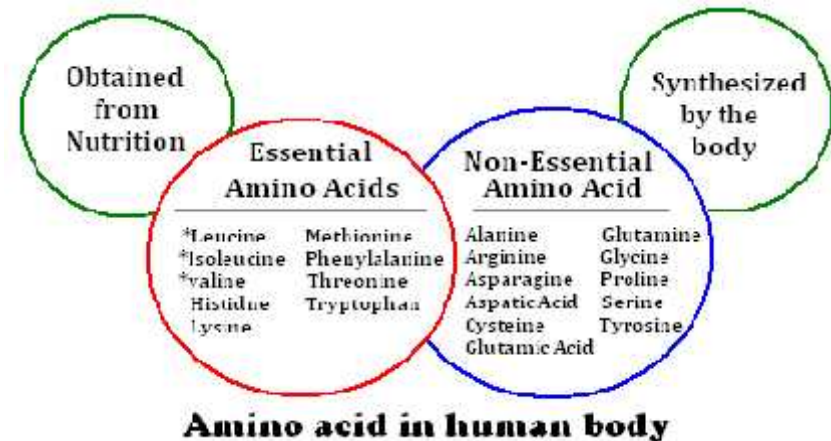


Αμινοξέα

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

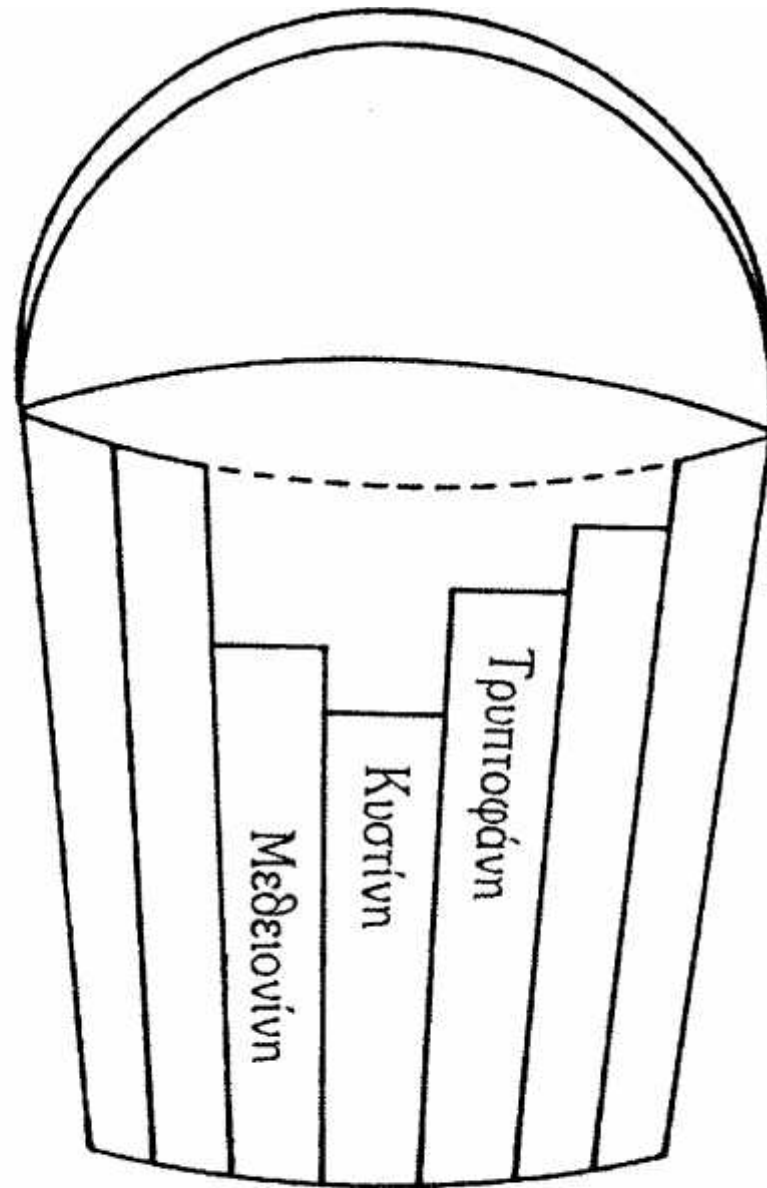
Απαραίτητα Αμινοξέα

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



Περιοριστικό Αμινοξύ

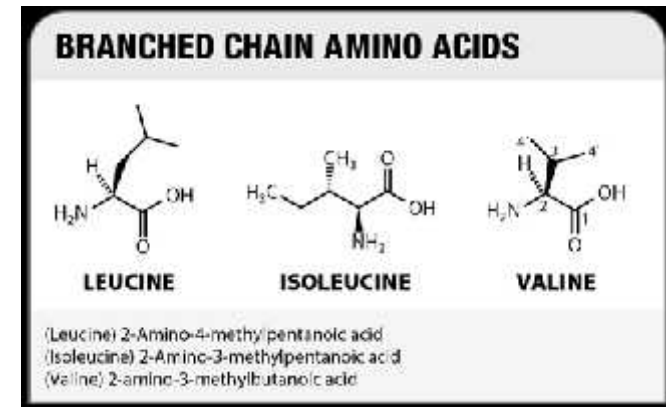
- Αμινοξέα τα οποία όταν βρίσκονται σε μικρότερη της απαιτούμενης ποσότητας δεν μπορεί ο οργανισμός να αξιοποιήσει τα υπόλοιπα αμινοξέα της τροφής.
- Μεθειονίνη, κυστίνη, τρυπτοφάνη (ζωϊκές πρωτεΐνες)
- Λυσίνη, θρεονίνη (φυτικές πρωτεΐνες)



Σχήμα 3. Κουβάς για την παράσταση της έννοιας του περιοριστικού αμινοξέος.

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.)

Αλκοόλ

- Προέρχεται από CHO διαμέσου της ζύμωσης.
- Προσδίδει ενέργεια (7 kcal/γραμ. αλκοόλ).
- Μεγάλες ποσότητες εντείνουν το αίσθημα της πείνας (γλυκονεογέννεση).
- **ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΤΑ ΣΦΗΝΑΚΙΑ!!!!!!**



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.

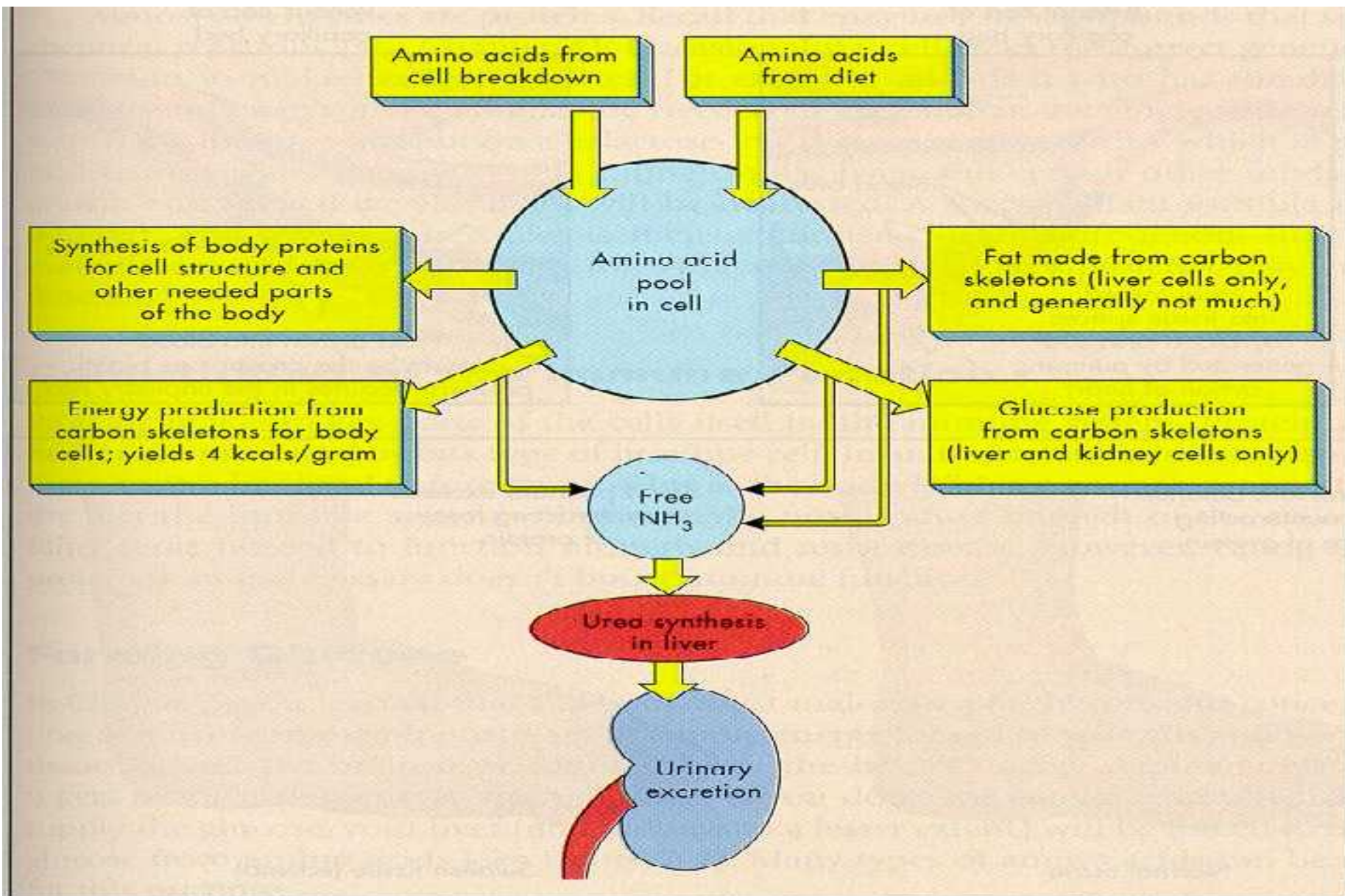


Figure 7-4 Amino acid metabolism. The amino acid pool in a cell can be used to yield body proteins, as well as a variety of other possible products—from fat and glucose to urea. The urea is a waste product made from the nitrogen-containing ammonia (NH_3) released during amino acid breakdown.²²

Πρωτεΐνη αναφοράς (FAO)

- Η πρωτεΐνη η οποία περιέχει όλα τα απαραίτητα ΑΑ σε επαρκείς ποσότητες και αναλογίες για να καλύψει τις ανάγκες του ανθρώπου (θεωρητικά).
- Οι ζωικές πρωτεΐνες περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα και ισόρροπη σχέση απαραίτητων ΑΑ απ' ότι οι φυτικές πρωτεΐνες.

Ισοζύγιο αζώτου

- Μέθοδος εκτίμησης της ανάγκης του ανθρώπου σε ΑΑ και γενικότερα σε άζωτο
- $I = \Pi - (O + K + \Delta)$
- Π = Πρόσληψη αζώτου
- O = Ούρα
- K = Κόπρανα
- Δ = Δέρμα

Παράγοντες επηρεασμού

1. Φυσιολογική κατάσταση και αποθέματα πρωτεΐνης (αναπτυσσόμενο παιδί)
2. Θερμιδική αξία της τροφής
3. Παροχή απαραίτητων και μη-απαραίτητων ΑΑ

Θρεπτική αξία πρωτεΐνης

- Ποσότητα και αναλογία των απαραίτητων ΑΑ
- Δυνατότητα απορρόφησης και χρησιμοποίησης από τον οργανισμό
 - ΜΒ χαμηλό (+)
 - Ατελής πέψη (-)
 - Ανασταλτικά πεπτικά ένζυμα (-)
 - Μετουσίωση πρωτεϊνών

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	Red 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.

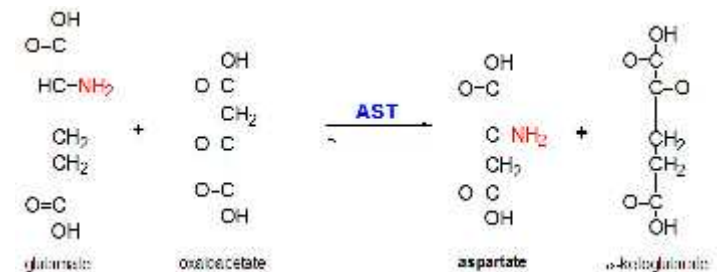
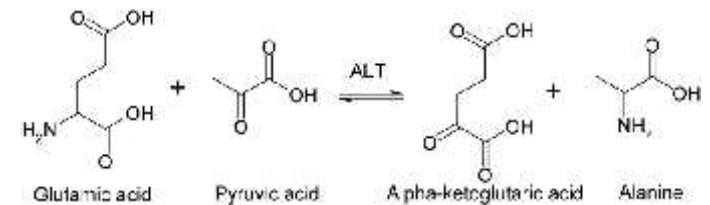
*Animal products in the diet serve the same purpose, such as when fish is consumed with rice.

- Η πρωτεΐνη της τροφής επηρεάζει την βιοδιαθεσιμότητα των ανόργανων στοιχείων παρά των βιταμινών (εξαίρεση η vit B6).
- Αυξημένη πρόσληψη πρωτεΐνης ζωικής προέλευσης μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη αποβολή Ca στα ούρα.
- **Γιατί;**
 - Οι πρωτεΐνες ζωικής προέλευσης περιέχουν πολλά θειούχα AA (κυστίνη, μεθειονίνη) τα οποία έχουν όξινο χαρακτήρα και το ασβέστιο ενώνεται μαζί τους για να εξουδετερωθούν. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης οστεοπόρωσης.
- 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 (vit B6) 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 ΑΑ για μελλοντική χρήση.
- Αρνητικό ισοζύγιο μπορεί να παρουσιαστεί μέσα και σε 12 ώρες εάν δεν υπάρχει συνεχής χορήγηση πρωτεϊνών και κυρίως στην περίοδο ανάπτυξης.
- Ωστόσο, ο οργανισμός του ανθρώπου έχει την ικανότητα επαναχρησιμοποίησης των ΑΑ που προέρχονται από την διάσπαση πρωτεϊνών ενδογενώς.

- 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 ΑΑ πρέπει να προέλθει από τη διατροφή. Το υπόλοιπο παίρνεται από τα ΑΑ των πρωτεϊνών που διασπώνται ενδογενώς.
- Το μεγαλύτερο ποσοστό των πρωτεϊνών που διασπώνται και ανασυντίθενται αντιπροσωπεύεται από τα ένζυμα του πεπτικού σωλήνα.

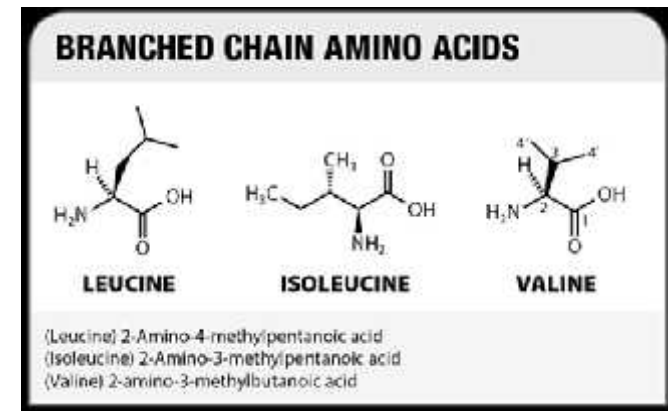
- Ο σχετικός ρυθμός απορρόφησης των αμινοξέων είναι ο ακόλουθος:
- ΑΔΠΑ + μεθειονίνη > απαραίτητα ΑΑ > μη-απαραίτητα ΑΑ > γλουταμικό οξύ + ασπαρτικό οξύ
- Η διαδικασία της απορρόφησης απαιτεί ενέργεια. Αυτή η διαδικασία παρουσιάζεται αυξημένη σε περιπτώσεις ασθένειας και στην αναπτυξιακή ηλικία (ειδικά εάν το νεογνό γεννηθεί πρόωρα).

- Από τη στιγμή που τα ΑΑ μπουν στην πυλαία κυκλοφορία, το ήπαρ είναι υπεύθυνο για την επεξεργασία των και μαζί με το μυ αποτελούν τα δύο κύρια όργανα για την διάσπαση της επιπλέον ποσότητας ΑΑ.
- Το ήπαρ είναι υπεύθυνο για την διάσπαση των περισσοτέρων απαραίτητων ΑΑ εκτός των ΑΔΠΑ που διασπώνται στο μυ.
- Μετά από την κατανάλωση ενός γεύματος είναι αυξημένη η σύνθεση αλβουμίνης και πρωτεΐνης η οποία μειώνεται με την πάροδο του χρόνου και τη νύχτα.

- 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

- 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.



Ο ρόλος της αλβουμίνης σαν αποθήκη και μεταφορέας ΑΑ

- Περίπου το 1/3 των ΑΑ που προσλαμβάνονται με τη διατροφή χρησιμοποιούνται για την σύνθεση αλβουμίνης και άλλων πρωτεϊνών που βρίσκονται στο πλάσμα.
- Οι περισσότερες πρωτεΐνες του πλάσματος διασπώνται στο ήπαρ. Όχι η αλβουμίνη.
- Μία μικρή ποσότητα αλβουμίνης προσλαμβάνεται από τον εντερικό σωλήνα αλλά δεν έχει βρεθεί ένα όργανο που να είναι υπεύθυνο για την διάσπαση της αλβουμίνης.

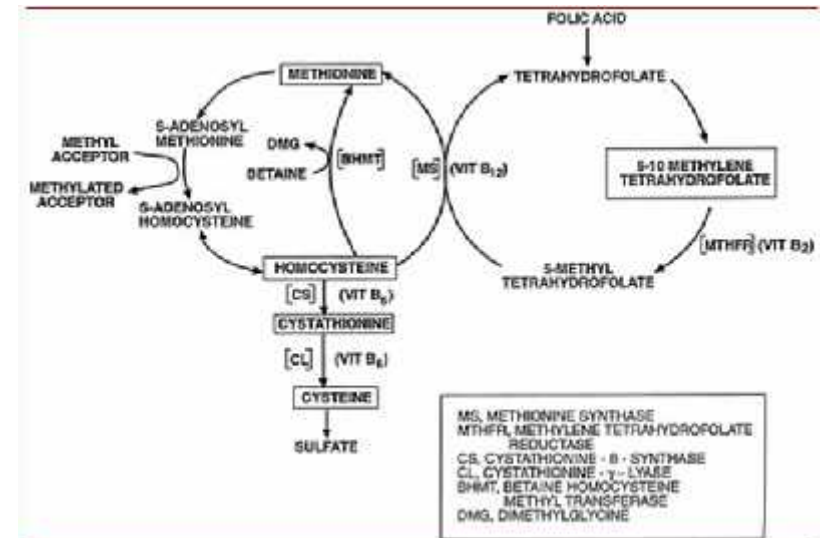
- Πιστεύεται πως η αλβουμίνη μπορεί να παίζει το ρόλο της προσωρινής αποθήκευσης AA αλλά και της μεταφοράς αυτών προς τους περιφερικούς ιστούς για την καθημερινή αντικατάσταση των AA που διασπάστηκαν.
- Η ιστιδίνη της ακτίνης και μυοσίνης είναι μεθυλιωμένη και όταν οι δύο αυτές δομικές πρωτεΐνες του μυός διασπώνται η 3-methyl histidine εκκρίνεται και δεν χρησιμοποιείται για ανασύνθεση καινούριας πρωτεΐνης.
- Η 3-methyl histidine χρησιμοποιείται σαν ένας δείκτης καταβολισμού ακτίνης και μυοσίνης.



Μοριακό ταξί - Molecular Taxi

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).

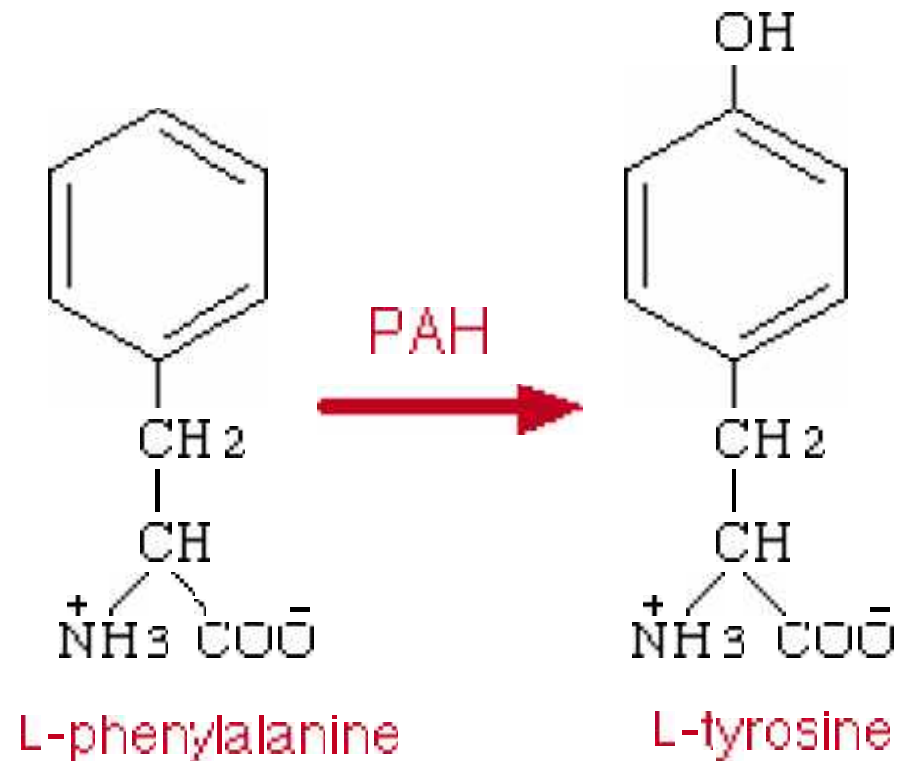


- Ομοκυστενουρία μπορεί να αναπτυχθεί και σε φυσιολογικά άτομα τα οποία πάσχουν από έλλειψη vit B6, B12 ή φυλικού οξέος. Και οι τρεις ουσίες λειτουργούν σαν συμπράγοντες (cofactors) στο μεταβολισμό της μεθειονίνης και της ομοκυστεΐνης.
- Έχει βρεθεί από έρευνες σε ζώα πως η ομοκυστίνη αποτελεί ισχυρό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

- Τρόποι αντιμετώπισης
 - Μείωση πρόσληψης πρωτεΐνης,
 - Αύξηση πρόσληψης πυριδοξίνης
 - Αύξηση πρόσληψης φυλικού οξέος
- 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.

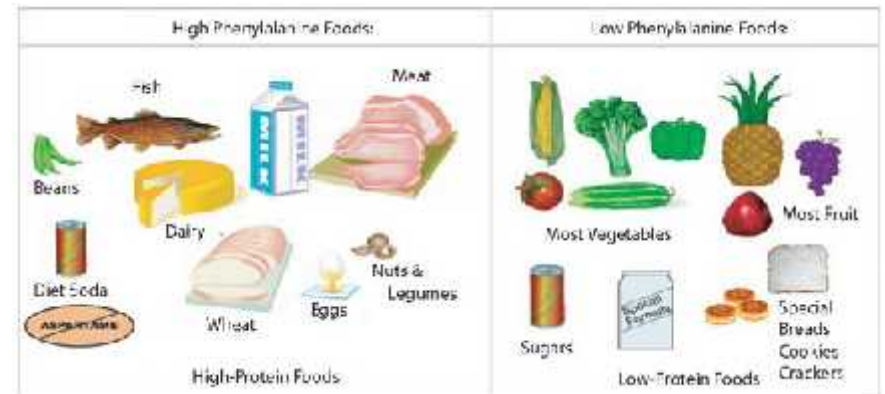


The enzyme phenylalanine hydroxylase converts the amino acid phenylalanine to tyrosine.

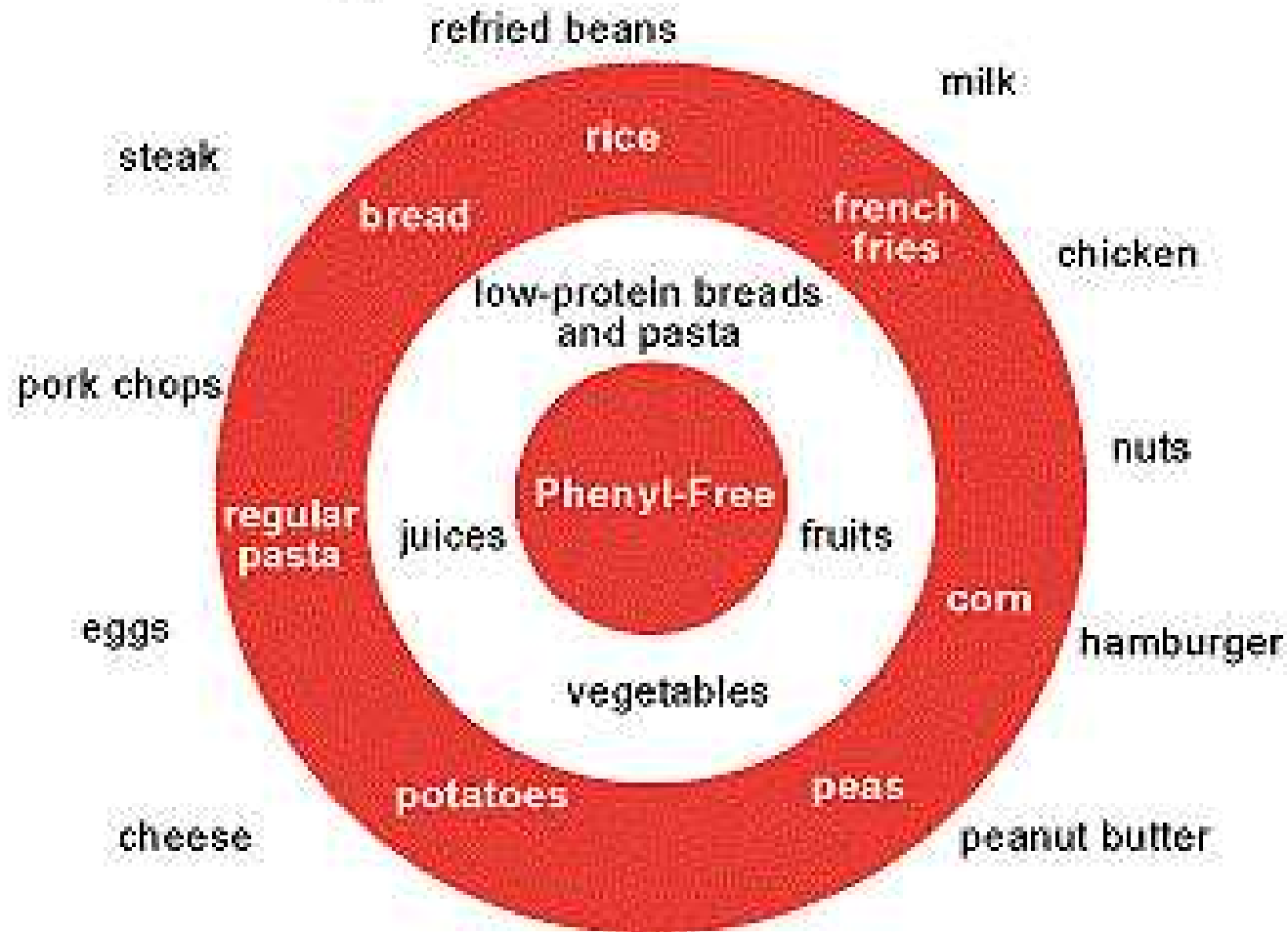
Φενυλκετονουρία

- 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 νήπια 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.



Target Your Food Choices



Τρυπτοφάνη-σεροτονίνη -υπνηλία

- Τρυπτοφάνη \longrightarrow σεροτονίνη \longrightarrow Υπνηλία
- CHO \longrightarrow σεροτονίνη \longrightarrow Υπνηλία
- Trypt + Neutral AA \longrightarrow ανταγωνισμός για χρησιμοποίηση ίδιου μεταφορέα στον αιματοεγκεφαλικό φραγμό \longrightarrow χαμηλή δημιουργία σεροτονίνης \longrightarrow χαμηλά επίπεδα υπνηλίας
- Trypt + Neutral AA + CHO \longrightarrow αύξηση ινσουλίνης \longrightarrow αύξηση απορρόφησης Neutral AA από μυ \longrightarrow αύξηση περάσματος Trypt στον εγκέφαλο \longrightarrow αυξημένη δημιουργία σεροτονίνης \longrightarrow αυξημένα επίπεδα υπνηλίας

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.

Δίαιτα 1200 θερμίδων που περιέχει τουλάχιστον το 100% της ΣΗΔ για κάθε βιταμίνη

μ μ μ μ D	2
	1 μ
	1 μ μ
μ	4
	90 $\mu\mu$
	1 μ
	1
μ μ	60 $\mu\mu$
	90 $\mu\mu$
	$\frac{1}{2}$