



MANAGING AUTHORITY OF THE
OPERATIONAL PROGRAMME
EDUCATION AND INITIAL
VOCATIONAL TRAINING

ΠΡΩΤΕΙΝΗ

**ΘΑΝΑΣΗΣ
ΤΖΙΑΜΟΥΡΤΑΣ,
Ph.D., C.S.C.S**

- ◆ Η πρωτεΐνη αποτελεί πηγή των απαραίτητων αμινοξέων και του αζώτου που χρειάζεται για τη σύνθεση μη-βασικών αμινοξέων, των πυρηνικών οξέων και άλλων αζωτούχων χημικών ενώσεων
- ◆ Το άζωτο στις πρωτεΐνες των τροφών προέρχεται από τη βιολογική αναγωγή ή την καθήλωση του αδρανούς αζώτου στον αέρα.
- ◆ Η διαδικασία αυτή εκπληρώνεται βιολογικά από βακτηρίδια που αποικίζουν ορισμένες περιοχές της ρίζας των οσπρίων και από ορισμένα φύκια

Διακίνηση (turnover) πρωτεϊνών

- ◆ Το ποσό κάθε πρωτεΐνης στο σώμα εξαρτάται από το ρυθμό σύνθεσης και αποικοδόμησης
- ◆ Οι ρυθμιστικές πρωτεΐνες διακινούνται ταχύτερα από τις δομικές πρωτεΐνες
- ◆ Η διακίνηση των πρωτεϊνών εξισορροπείται με ακρίβεια και η υπέρμετρη λήψη πρωτεϊνών δεν αυξάνει τη συσσώρευση τους στο σώμα
- ◆ Οι ρυθμοί διακίνησης αυξάνονται αμέσως μετά από ένα γεύμα και μειώνονται κατά τη φάση της νηστείας

Διακίνηση (turnover) πρωτεϊνών

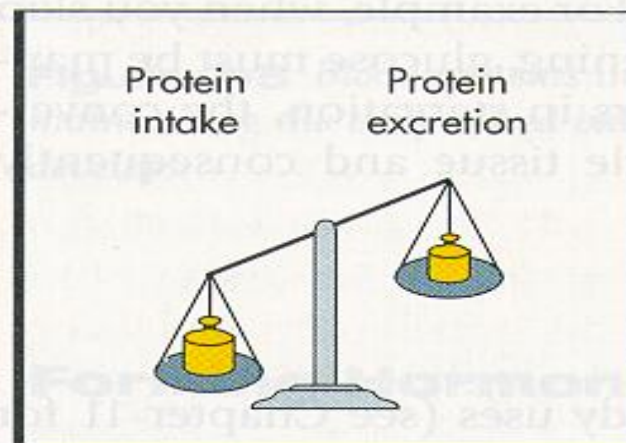
- ◆ Η επαναχρησιμοποίηση των αμινοξέων από τον οργανισμό είναι έντονη
- ◆ Το σώμα των ενηλίκων διασπά καθημερινά 200-500 γραμμάρια πρωτεΐνης
- ◆ Η αποβολή αμινοξέων υπολογίζεται καθημερινά σε 20-30 γραμμάρια
- ◆ Τα υπόλοιπα επανασυντίθεται σε πρωτεΐνη

Σύνθεση πρωτεΐνης

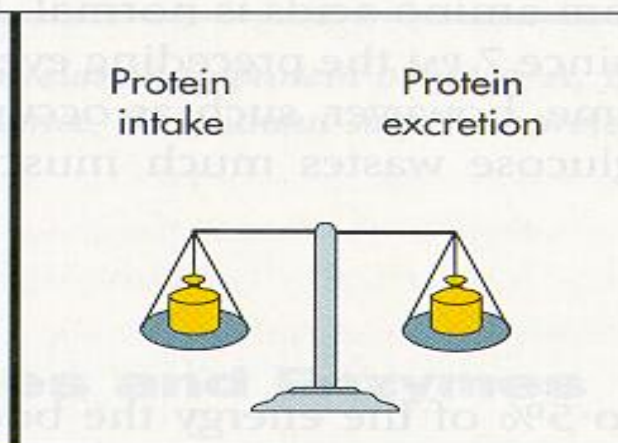
- ◆ Συντελείται μόνο όταν όλα τα 20 αμινοξέα είναι άμεσα διαθέσιμα για το σχηματισμό πολυπεπτιδίων
- ◆ Πηγές αμινοξέων:
 - Φυσιολογική διάσπαση πρωτεϊνών
 - Πέψη των πρωτεϊνών των τροφών
 - Οδοί βιοσύνθεσης των μη-απαραίτητων αμινοξέων

- ◆ Ο ρυθμός διάσπασης της πρωτεΐνης αυξάνεται μετά από τραύματα, εγκαύματα, σε σηπτικές και άλλες σοβαρές ασθένειες
- ◆ Ο ρυθμός σύνθεσης της πρωτεΐνης ελαττώνεται στη διάρκεια υποθρεψίας, ακινησίας και γήρατος

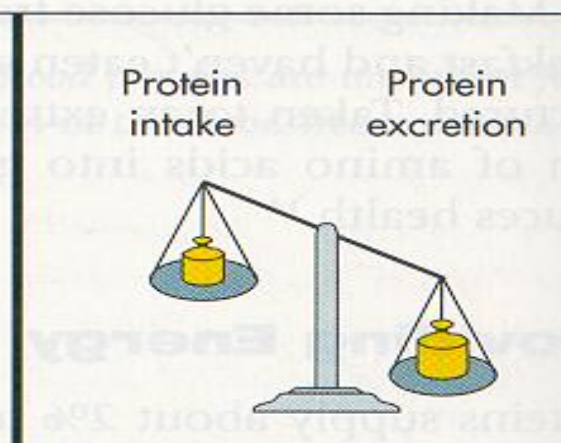
Positive Protein Balance



Protein Equilibrium



Negative Protein Balance



Situations in which protein balance is positive:

- Growth
- Pregnancy
- Recovery stage after illness
- Athletic training*
- Increased secretion of hormones, such as insulin, growth hormone, and testosterone

Situations in which protein balance is negative:

- Inadequate intake of protein (fasting, intestinal tract disease)
- Inadequate energy intake
- Conditions such as fevers, burns, and infections
- Bed rest (for several days)
- Deficiency of essential amino acids
- Increased protein loss (as in some kidney disease)
- Increased secretion of certain hormones, such as thyroid hormone and cortisol

*Only when additional lean body mass is being gained. Nevertheless, the athlete is probably already eating enough protein to support this extra protein synthesis: protein supplements are not needed.

Figure 7-6 Protein balance in practical terms

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

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

Σχέση Αποτελεσματικότητας της πρωτεΐνης- Protein Efficiency Ratio

- ◆ Σχέση που δείχνει την αύξηση του βάρους διαιρούμενη με την ποσότητα πρωτεΐνης που καταναλώθηκε
- ◆ $PER = \frac{\text{Βάρους (g)}}{\text{πρόσληψη πρωτ. (g)}}$
- ◆ Καζεΐνη = 2.5
- ◆ Επαρκής θερμιδική πρόσληψη
- ◆ Όχι υπερβολική δόση πρωτεΐνης

Ποιότητα πρωτεΐνης

- ◆ Πεπτικότητα πρωτεΐνης
- ◆ Βιολογική αξία – Biological Value
- ◆ Καθαρή χρησιμοποίηση της πρωτεΐνης – Net Protein Utilization

Πεπτικότητα πρωτεΐνης

- ◆ Το ποσοστό του αζώτου που πέρασε από τον πεπτικό σωλήνα και απορροφήθηκε από το σώμα
- ◆ Συντ. Πεπτικ. = $\frac{N \text{ πρόσληψης} - (N \text{ κοπράνων} - \text{ενδογενές } N)}{N \text{ πρόσληψης}} \times 100$
- ◆ 90 % AA ζωικής πρωτεΐνης απορροφιάται
- ◆ 80 % AA φυτικής πρωτεΐνης >> >>

Βιολογική αξία – Biological Value

- ◆ Εκφράζει την ποσότητα N που συγκρατήθηκε και χρησιμοποιήθηκε τόσο για ανάπτυξη όσο και για συντήρηση
- ◆
$$BA = \frac{\Pi - (K - K_0) - (O - O_0)}{\Pi - (K - K_0)} \times 100$$
- ◆
- ◆ Λαμβάνονται υπ' όψιν και ενδογενείς απώλειες αζώτου. Λέγεται και **συντελεστής συγκρατήσεως**. Δεν δίνει διόρθωση για ατελή απορρόφηση. Εξαρτάται από την ποσότητα των περιοριστικών αμινοξέων.

Καθαρή χρησιμοποίηση της πρωτεΐνης – Net Protein Utilization

- ◆ Αντιπροσωπεύει το ποσοστό του αζώτου το οποίο συγκρατήθηκε από την τροφή.
- ◆
$$NPU = \frac{N \text{ που συγκρατήθηκε}}{N \text{ που προσλήφθηκε}} \times 100$$
- ◆
$$NPU = \text{Βιολ. Αξία} \times \text{Συντελ. Πεπτικότητας}$$
- ◆ Όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα πρόσληψης πρωτεΐνης τόσο μικρότερη είναι η αξιοποίηση της.

- ◆ Το άζωτο σε μία ποσότητα πρωτεΐνης 70 γραμ. αποτελεί το **N που προσλήφθηκε**. Εάν από αυτή την ποσότητα αφαιρεθεί η ποσότητα N στα **κόπρανα** τότε προκύπτει το **N που απορροφήθηκε** και αναφερόμαστε στην **πεπτικότητα** της τροφής (80%). Εάν από το N που απορροφήθηκε αφαιρεθεί το N των **ούρων** τότε προκύπτει το **N που συγκρατήθηκε** που είναι η **βιολογική αξία** της τροφής (90%).
- ◆ $NPU = 80/100 \times 90/100 = 72/100$
- ◆ $70 \times 72/100 = 50.4$ γραμ.
- ◆ Άρα από τα 70 γραμ. της πρωτεΐνης

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.

- ◆ Η ελάχιστη ποσότητα αμινοξέων που προμηθεύεται ο οργανισμός σε σχέση με τις ανάγκες του (**«οριακό» ποσό αμινοξέων**) διαφέρει ανάλογα με το είδος του φυτικού τροφίμου.
- ◆ Περιεκτικότητα του καλαμποκιού σε τρυπτοφάνη και λυσίνη, η περιεκτικότητα του σιταριού σε λυσίνη και των οσπρίων σε μεθειονίνη είναι «οριακή».
- ◆ **Ποικιλία τροφών** εξασφαλίζει πρόσληψη πρωτεΐνης υψηλής ποιότητας
- ◆ Αρχή της **πρωτεϊνικής αλληλοσυμπλήρωσης αποτελεί τη βάση της χορτοφαγίας**
- ◆ Δημητριακά και φασόλια – ψωμί και φυστικοβούτυρο
- ◆ Ο μέγιστος χρόνος για να μπορέσει η αλληλοσυμπλήρωση των τροφών να είναι αποτελεσματική είναι **24 ώρες ή και περισσότερο**

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. 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

- ◆ 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.

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.

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.

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

- ◆ 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.
- ◆ 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.

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

- ◆ Η υψηλή πρόσληψη πρωτεΐνης μπορεί να επιβαρύνει την νεφρική λειτουργία εξαιτίας της δημιουργίας για την αποβολή του περίσσιου αζώτου.
- ◆ Δίαιτα με χαμηλή πρόσληψη πρωτεΐνης επιβραδύνει πολύ λίγο τα νεφρική λειτουργία όταν αρχίσει να ακολουθείται στην αρχή της ανάπτυξης της νεφρικής δυσλειτουργίας.
- ◆ Εργαστηριακές έρευνες σε πειραματόζωα με νεφρικά προβλήματα έδειξαν πως όταν η πρόσληψη πρωτεΐνης ήταν χαμηλή η λειτουργία των νεφρών διατηρήθηκε για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.
- ◆ Η πιθανότητα ανάπτυξης νεφρικής ανεπάρκειας από δίαιτα με υψηλή πρόσληψη πρωτεΐνης είναι μικρή.

Βιβλιογραφία

- ◆ Marion Nestle. Διατροφή στην κλινική πράξη, Εκδόσεις Παρισιάνου, Σελ. 29-33, 1987.
- ◆ Γρ. Ζερφυρίδης. Διατροφή του ανθρώπου, Εκδόσεις Γιαχούλη-Γιαπούλη, Σελ. 31-57, 1998