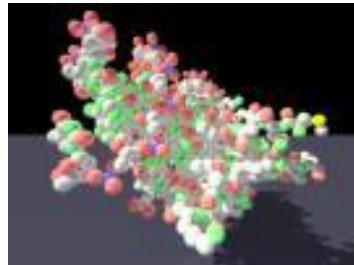


ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΗ



ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ

- Είναι οργανική ένωση, μια σύνθετη χημική δομή που περιέχει οξυγόνο, άνθρακα και υδρογόνο και άζωτο (αποτελεί το 16% των περισσότερων διαιτητικών πρωτεϊνών)
- Τα τέσσερα στοιχεία συνδυάζονται σε ποικίλες διαφορετικές δομές που ονομάζονται **αμινοξέα**
- Οι πρωτεΐνες δημιουργούνται όταν δύο αμινοξέα σχηματίζουν έναν πεπτιδικό δεσμό

Λειτουργίες πρωτεΐνης στην ανθρώπινη διατροφή ...

- Είναι ένα από τα πιο βασικά θρεπτικά συστατικά
- Έχει μια ευρεία ποικιλία φυσιολογικών λειτουργιών που είναι απαραίτητες για την καλύτερη δυνατή φυσική απόδοση
- Είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη του οργανισμού
- Παρέχουν τα απαραίτητα αμινοξέα για τη σύνθεση ιστών και τη συντήρηση του οργανισμού αντικαθιστώντας τις φθορές του

Λειτουργίες πρωτεΐνης στην ανθρώπινη διατροφή ...

- Παρέχουν την πρώτη ύλη για τη δημιουργία πεπτικών υγρών, ορμονών, αιμογλοβίνης και ενζύμων
- Οι πρωτεΐνες χρησιμοποιούνται ως πηγές ενέργειας, παρέχουν πηγή ενέργειας στο κύκλο του Krebs κατά την απαμίνωση.
- Έχουν ρυθμιστικές ιδιότητες. Βοηθούν στη διατήρηση των αντιδράσεων σε διάφορα υποστρώματα μέσα στον οργανισμό όπως το πλάσμα, το εγκεφαλονωτιαίο υγρό και τις εντερικές εκκρίσεις

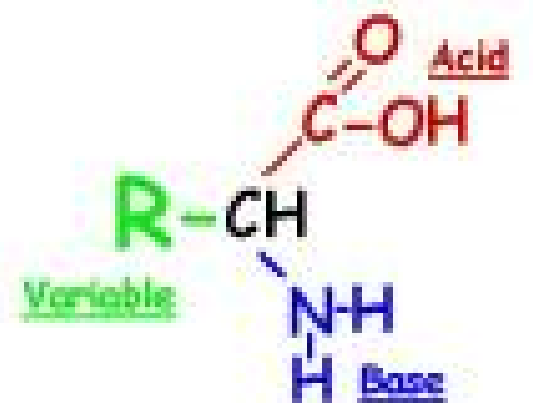
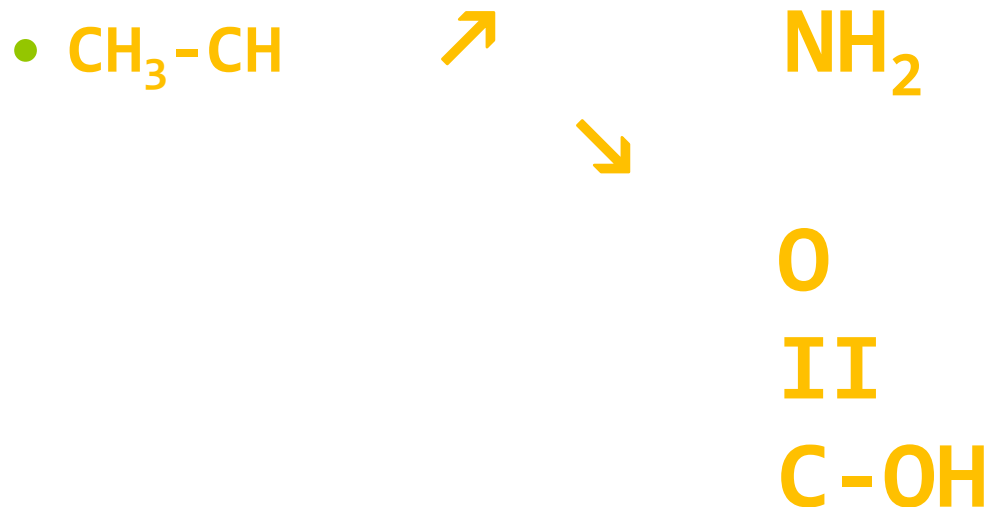
Λειτουργίες πρωτεΐνης ανθρώπινη διατροφή



- Έχουν ανοσολογική λειτουργία, σχηματίζοντας βασικά συστατικά του ανοσοποιητικού συστήματος (αντισώματα)
- Ρυθμίζουν τις όξινες και αλκαλικές ουσίες στο αίμα για τη διατήρηση του φυσιολογικού PH
- Εξασκούν οσμωτική πίεση για να διατηρηθεί το άριστο ισοζύγιο των υγρών στους σωματικούς ιστούς.
- Η επιπλέον πρωτεΐνη μπορεί να μετατραπεί σε γλυκόζη ή λίπος για παραγωγή ενέργειας

ΑΜΙΝΟΞΕΑ...

- Αποτελούν τις βασικές δομικές μονάδες των πρωτεϊνών. Το καθένα περιέχει μια αμινομάδα (NH_2) και μια καρβοξυλική ομάδα (COOH), ενώ το μόριο συμπληρώνεται με διαφορετικούς συνδυασμούς άνθρακα, υδρογόνου, οξυγόνου και σε μερικές περιπτώσεις θείου



A theoretical amino acid

...ΑΜΙΝΟΞΕΑ

- ο Απαραίτητα αμινοξέα
- ο Μη απαραίτητα αμινοξέα
- ο Ελεύθερα αμινοξέα (0.5%, ήπαρ)
- ο Ενσωματωμένα αμινοξέα (99,5%, L, D μορφή)
- ο Περιοριστικό αμινοξύ

ΑΜΙΝΟΞΕΑ

Απαραίτητα	Ημιαπαραίτητα	Μη απαραίτητα
Ιστιδίνη	Αργινίνη	Αλανίνη
Ισολευκίνη	Κυστίνη	Ασπαραγίνη
Λευκίνη	Τυροσίνη	Ασπατρικό οξύ
Λυσίνη		Γλουταμινικό οξύ
Μεθειονίνη		Γλουταμίνη
Φαινυλαλανίνη		Γλυσίνη
Θρεονίνη		Υδροξυπρολίνη
Τρυπτοφάνη		Υδροξυλυσίνη
Βαλίνη		Προλίνη, σερίνη

Αναβολισμός πρωτεϊνών

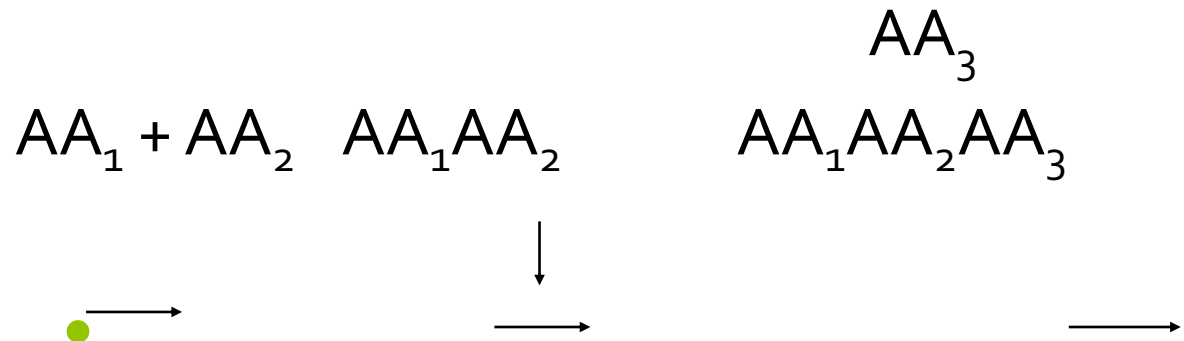
Πρωτεΐνοσύνθεση

Είναι η διαδικασία σύνθεσης πρωτεϊνών από αμινοξέα. Είναι πολυσύνθετη διαδικασία που περιλαμβάνει τη μεταγραφή και μετάφραση γενετικών πληροφοριών.

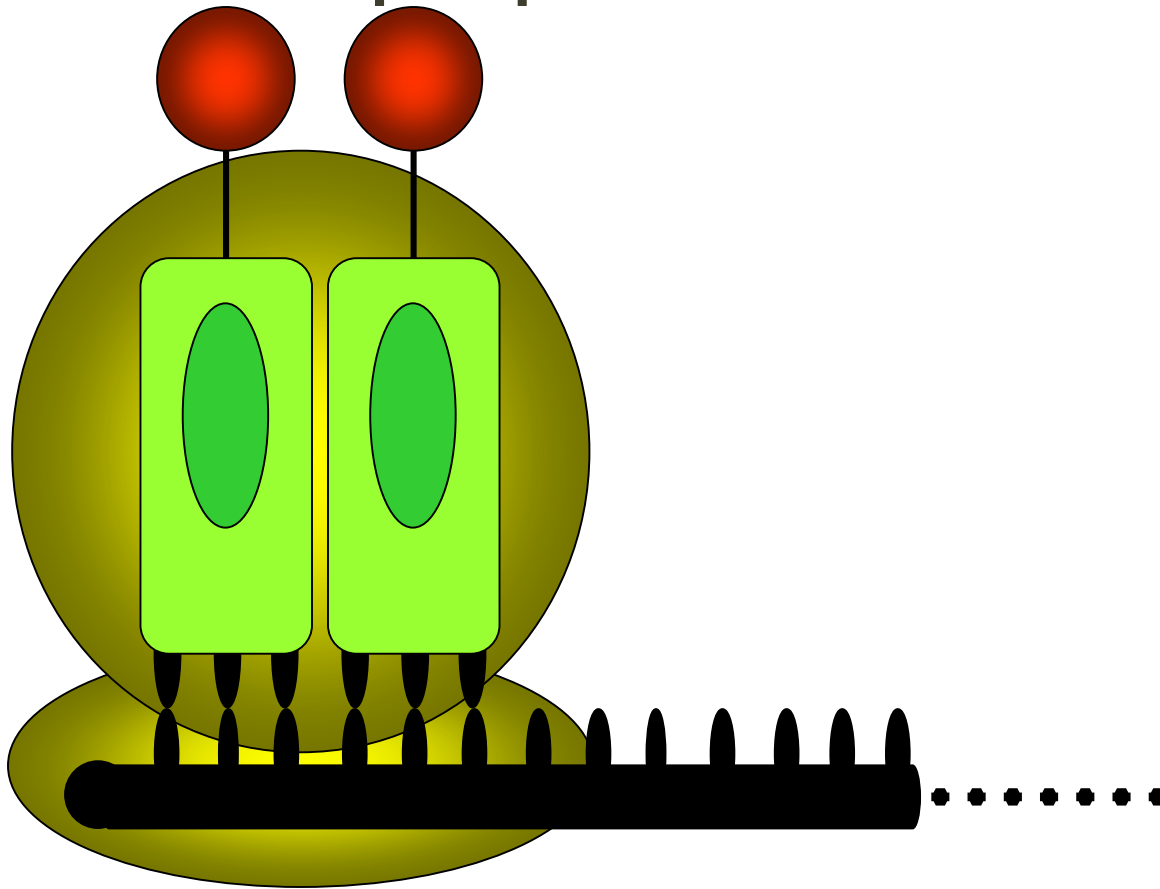
Απαιτεί δαπάνη ενέργειας

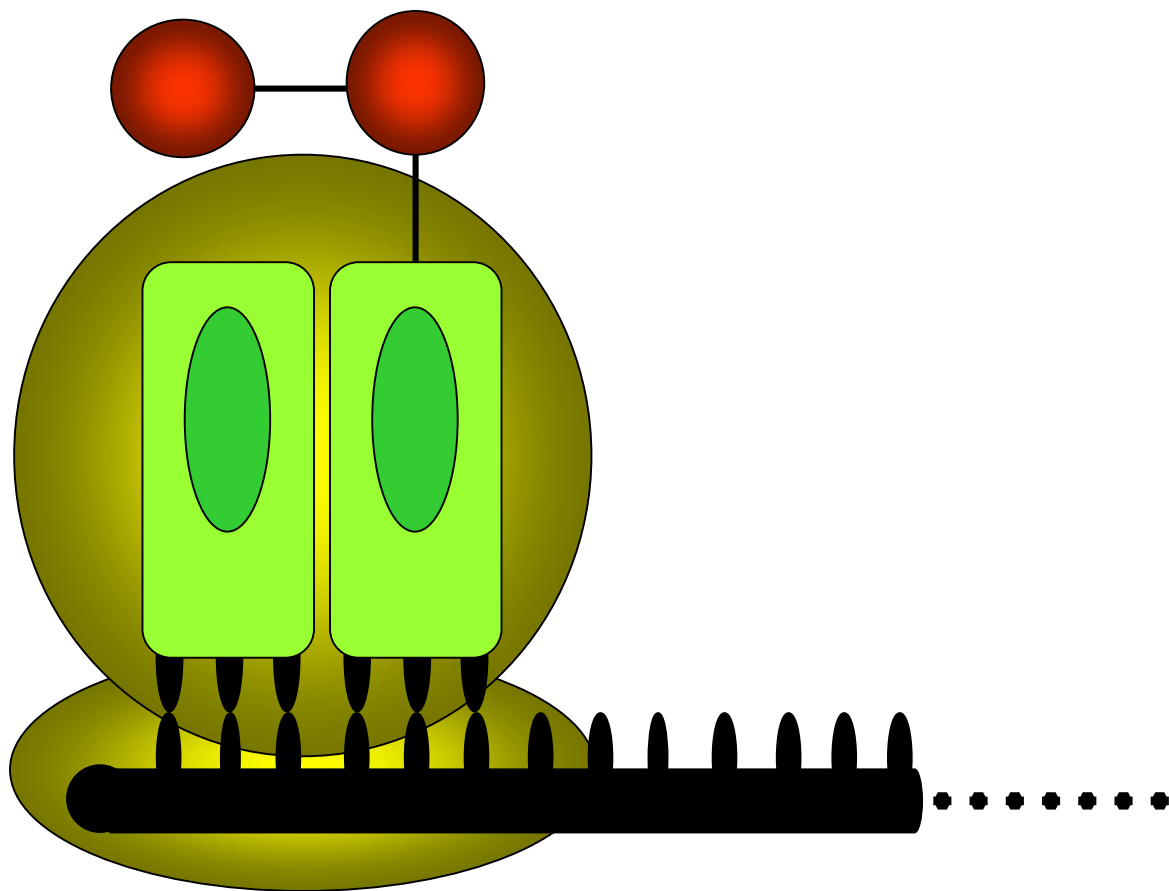
Πρωτεΐνοσύνθεση

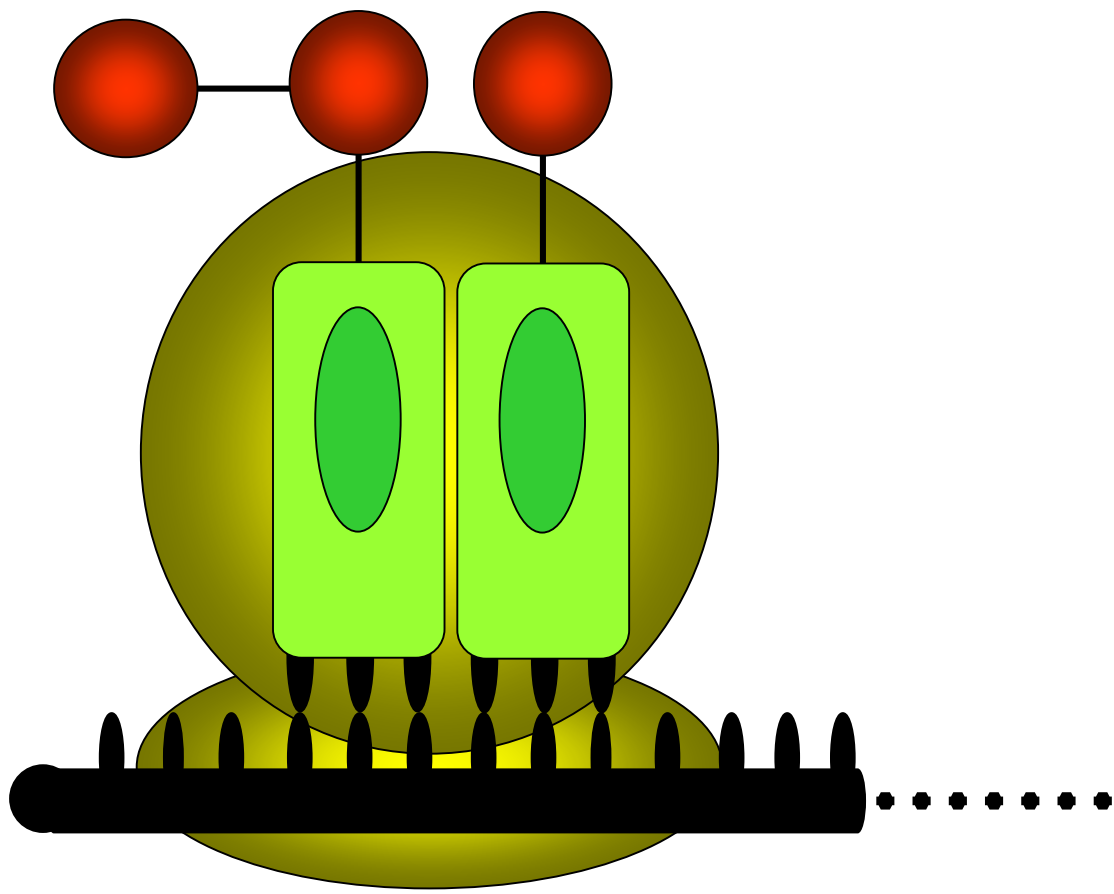
- DNA κωδικός καθορίζει : Ποιο AA θα τοποθετηθεί και σε πια θέση της αλυσίδας

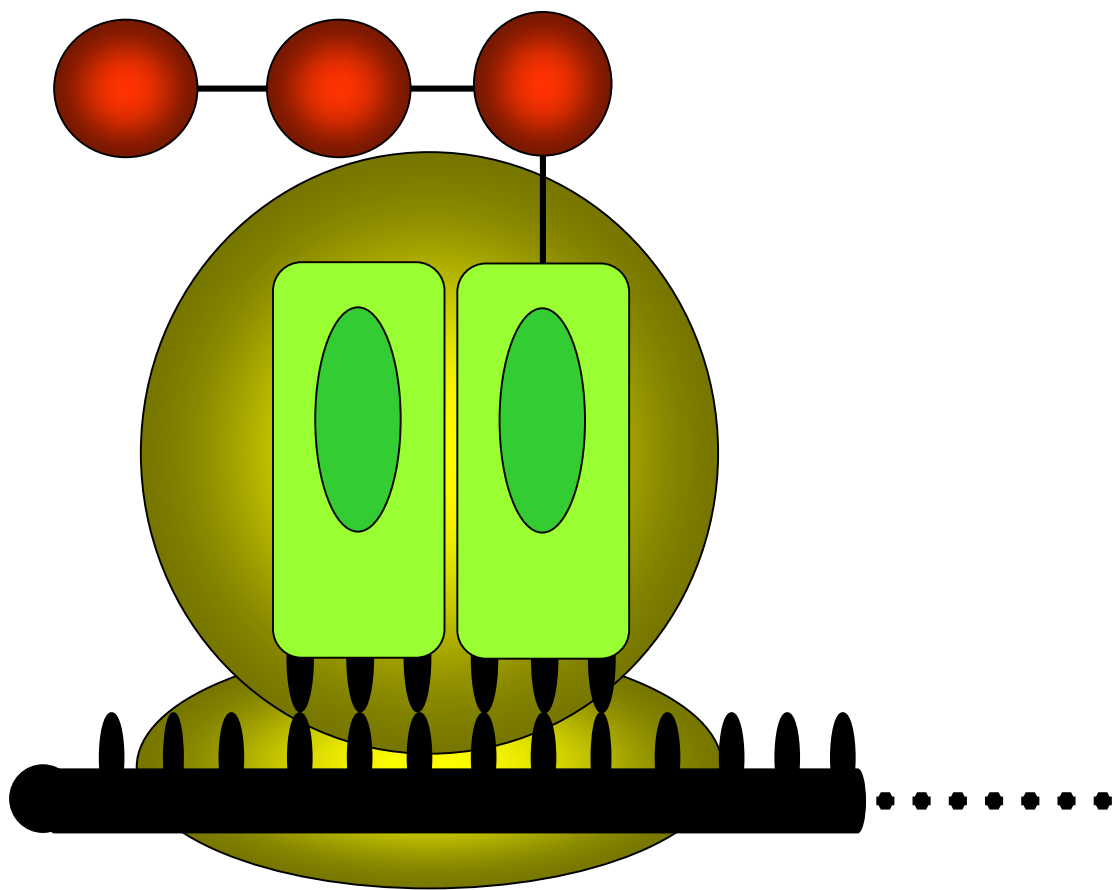


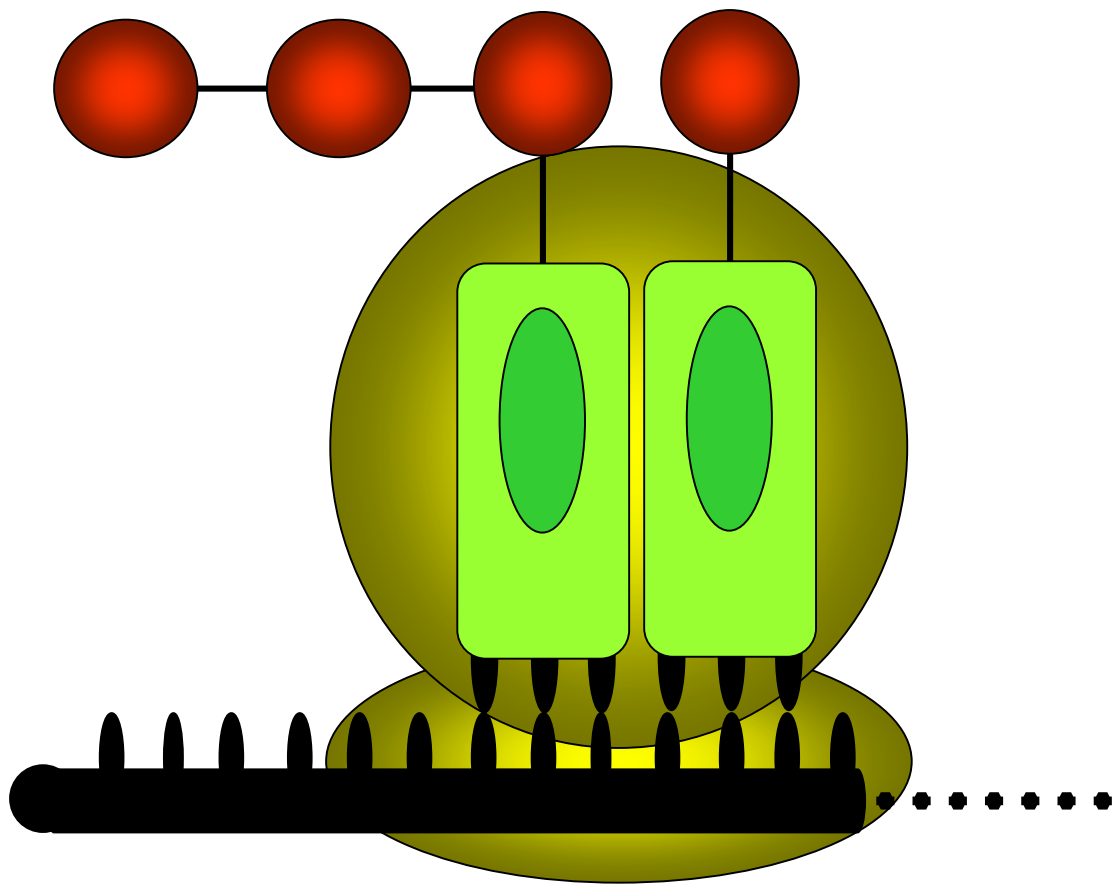
Σύνθεση πρωτεϊνών



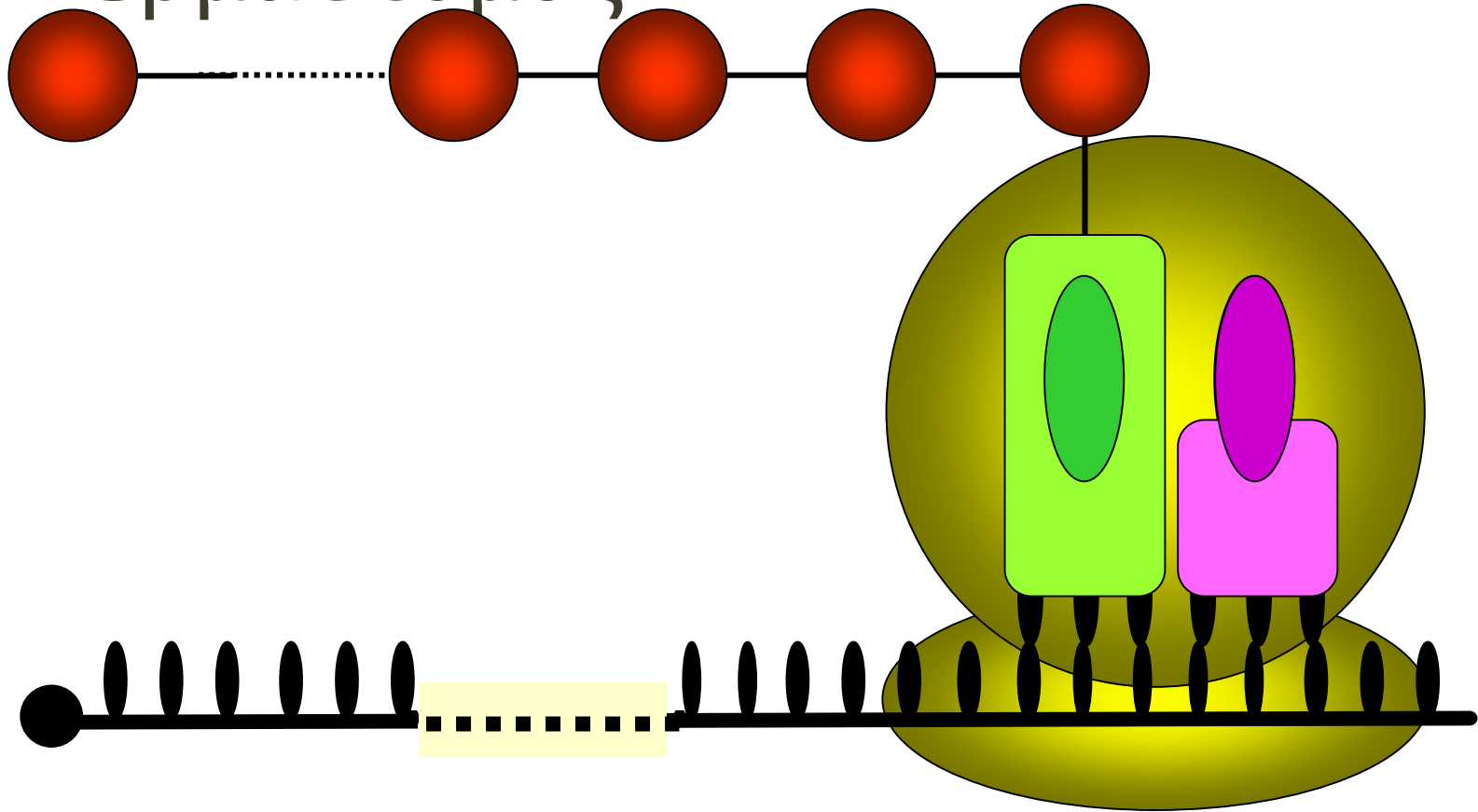








Τερματισμός



Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation

Introduction

While the net rates of protein synthesis and degradation, collectively referred to as “turnover”, are relatively high in humans, the net loss (synthesis minus breakdown) of amino acids is relatively low. For example, whole body protein breakdown might be $280 \text{ g} \cdot \text{day}^{-1}$ in a 70 kg male with 28–32 kg of skeletal muscle tissue. Whole body protein synthesis would be about $280 \text{ g} \cdot \text{day}^{-1}$ also; however, there are transient periods in which protein breakdown exceeds synthesis and in that time there is a net loss of amino acids necessitating the consumption of protein to replace losses. Those losses are typically about $40\text{--}60 \text{ g} \cdot \text{day}^{-1}$ for a sedentary person weighing 70–90 kg and it is debatable what the losses would be in athletes, be they aerobically trained or resistance trained. The current US and Canadian RDA and Australian RDI tell us that a daily protein intake somewhere between 0.75 and $0.80 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ will meet the needs of about 98% of the population. The most recent American College

of Sports Medicine position stand (Gerovasili et al., 2009) on dietary practices for athletes recommends a protein intake of $1.2\text{--}1.7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ for endurance- and resistance-trained athletes. All of the above recommendations are based on data from studies of nitrogen balance. From a physiological perspective, to be in nitrogen – or protein – balance means only that protein (nitrogen) intake is balanced by protein (nitrogen) loss. It is hard to imagine what variable an athlete or their coach might believe is associated with being in nitrogen balance, least of all performance. It is also well acknowledged that the nitrogen balance technique has serious technical drawbacks, which may result in requirements that are too low. The reader is referred to the most recent WHO/FAO/UNU technical report (Sakuma et al., 2009) for a detailed and in-depth discussion of the various drawbacks of the nitrogen balance approach.

Despite the technical problems of nitrogen balance, a number of studies have attempted to define what protein intakes would be required to achieve

Αποθήκες πρωτεϊνών στον οργανισμό

- Ο οργανισμός δεν διαθέτει αποθήκες σε σύγκριση με τις αποθήκες λίπους και υδατανθράκων
- Η πρωτεΐνη βρίσκεται με τη μορφή λειτουργικής πρωτεΐνης:
 - ❖ Τμήμα δομής των ιστών
 - ❖ Τμήμα μεταβολικών συστημάτων π.χ ορμόνες
- ❖ Η περίσσεια της πρωτεΐνης δεν μπορεί να αποθηκευτεί

Λειτουργικές πρωτεΐνες στον οργανισμό

- Πρωτεΐνες /αμινοξέα του πλάσματος 1/2
- Αλβουμίνη και ερυθρά αιμοσφαίρια, εμπλέκονται σε διαδικασίες μεταφοράς (ανεπαρκής μακροχρόνια πρόσληψη, ελαττώνει τα επίπεδά τους)
- Πρε-αλβουμίνη και ρετινοδεσμευτική πρωτεΐνη (**retinol-binding protein**), ανταποκρίνονται σε βραχυπρόθεσμες αλλαγές, χρησιμοποιούνται ως δείκτες θρέψης
- Αιμογλοβίνη και μεταφορά οξυγόνου (επίδοση και ντόπινγκ)

Λειτουργικές πρωτεΐνες στον οργανισμό

Πρωτεΐνες /αμινοξέα του πλάσματος 2/2

Τα αμινοξέα του πλάσματος αποτελούν την κεντρική δεξαμενή μεταβολικά διαθέσιμης πρωτεΐνης

Εκτελούν έναν αριθμό λειτουργιών του ενεργειακού μεταβολισμού και του κεντρικού νευρικού συστήματος

Αλλαγές στη συγκέντρωση μπορούν να επηρεάσουν το ρυθμό πρωτεϊνοσύνθεσης, την κόπωση, τη διάθεση κ.α

Λειτουργικές πρωτεΐνες στον οργανισμό

Μυϊκή πρωτεΐνη 1/2

Μεγαλύτερη αποθήκη πρωτεΐνης στον οργανισμό

Νηστεία και μυϊκή εξάντληση (λόγω ενεργειακής ανεπάρκειας) οδηγούν σε καταβολισμό της πρωτεΐνης σε σχέση με τον αναβολισμό

Βασικοί στόχοι διάσπασης των πρωτεϊνών

Απελευθέρωση αμινοξέων προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας και τη διατήρηση των φυσιολογικών επιπέδων γλυκόζης στο αίμα (γλυκονεογένεση)

Παροχή των απαραίτητων αμινοξέων για τη διατήρηση σύστασης των αμινοξέων του πλάσματος

Απελευθέρωση γλουταμίνης προκειμένου να διατηρηθούν τα επίπεδα σε φυσιολογικά επίπεδα, σημαντικό για το ανοσοποιητικό και πεπτικό σύστημα

Σπλαχνική πρωτεΐνη

Δεύτερη μεγαλύτερη δεξαμενή πρωτεΐνης

Τα αμινοξέα είναι δυνατό να παρέχονται / ανταλλάσσονται

Το ήπαρ συμβάλλει σημαντικά στη ενδο οργανική ανταλλαγή αμινοξέων κατά τη νηστεία, το στρές και τη νόσο

Εργαστηριακοί δείκτες κατάστασης πρωτεϊνών και ενέργειας

Σπλαχνικές πρωτεΐνες	Ελαφρά ανεπάρκεια	Μέτρια ανεπάρκεια	Σοβαρή ανεπάρκεια
Αλβουμίνη g/dl	2,8-3,5	2,1-2,7	<2,1
Προαλβουμίνη mg/dl	10-15	5-10	<5
Τρανσφερίνη mg/dl	150-200	100-150	<100

Τι κάνει ο οργανισμός την περίσσεια πρωτεϊνών;

Αποσυνθέτει την πρωτεΐνη

Οξειδώνει τα αμινοξέα που απελευθερώνονται

Αποβάλλει το άζωτο που παράγεται μέσω των ούρων

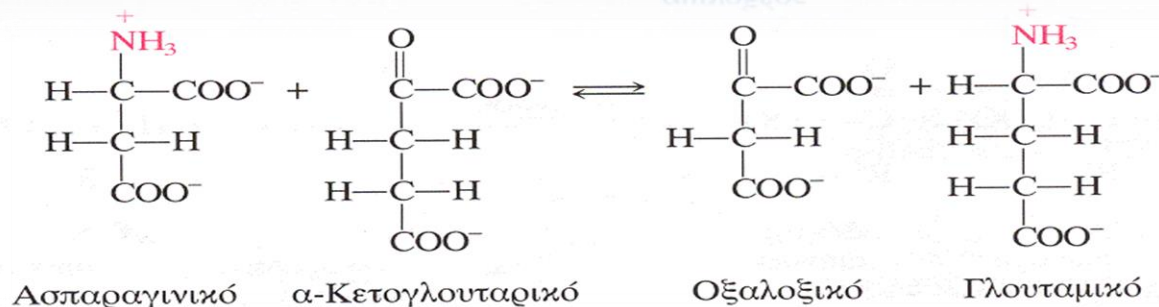
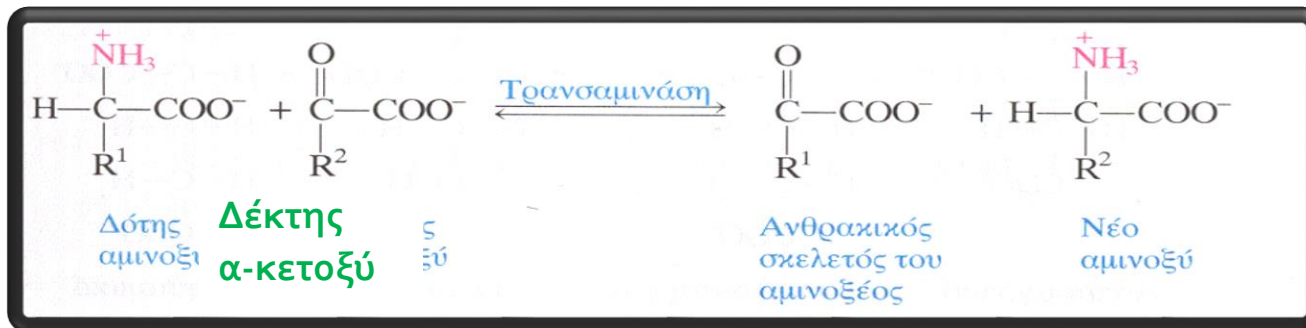
Επιπλέον άζωτο

- Το ανθρώπινο σώμα δεν έχει τους μηχανισμούς να αποθηκεύσει το επιπλέον άζωτο
- Το επιπλέον άζωτο απομακρύνεται (το ήπαρ σχηματίζει $\text{NH}_3 \longrightarrow$ ουρία \longrightarrow αίμα \longrightarrow νεφρά)
- Δεν μπορεί να αποθηκεύσει αμινοξέα
- Απαμίνωση: η NH_2 απομακρύνεται από το αμινοξύ σχηματίζοντας μια ένωση α-κετονοξύ

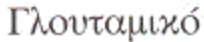
Αποδόμηση αμινοξέων

Για να χρησιμοποιηθούν τα αμινοξέα ως πηγή ενέργειας, πρέπει αρχικά να απαλλαγούν από την αμινομάδα τους. Αυτό επιτυγχάνεται με τρανσαμίνωση και απαμίνωση.

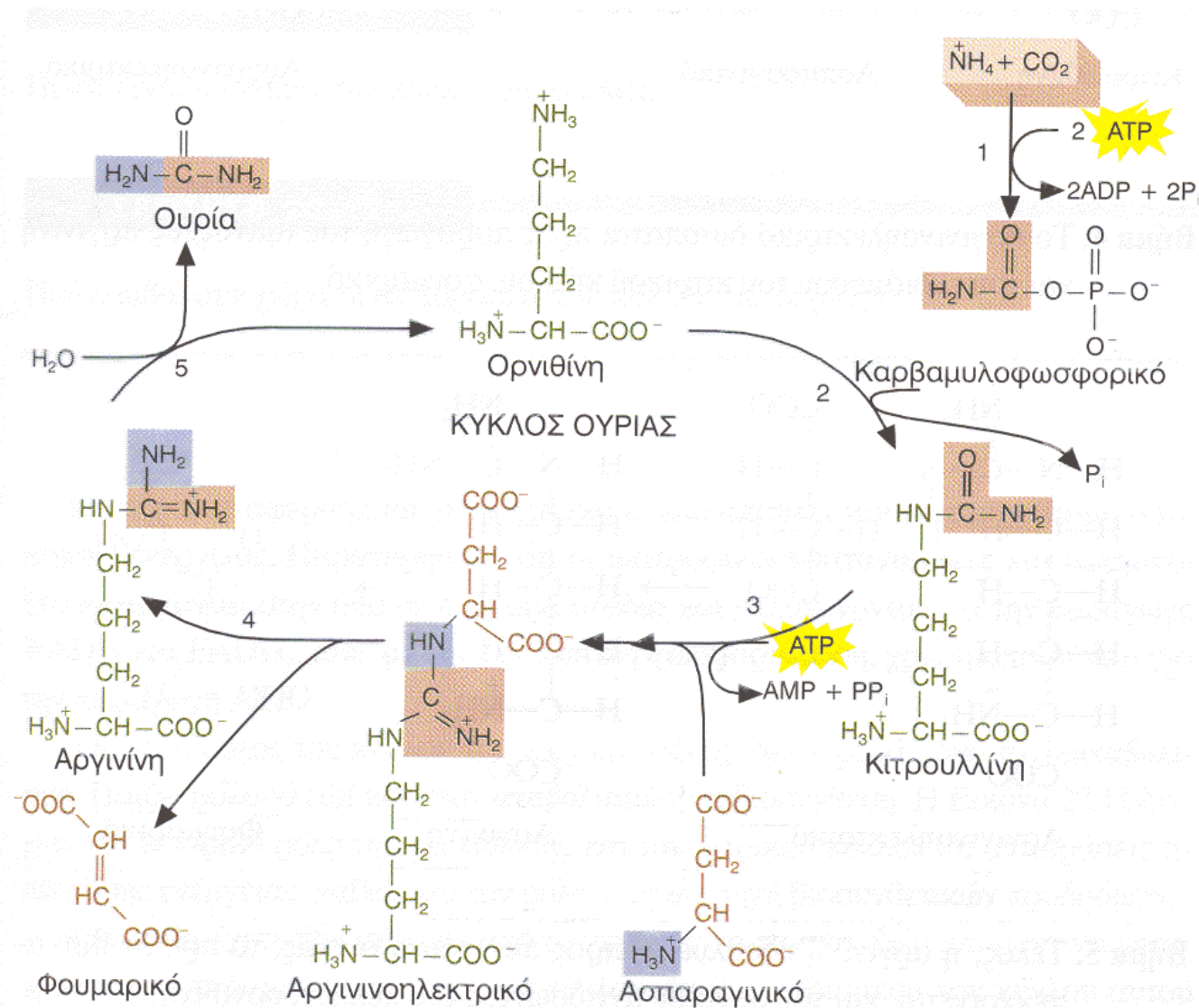
- ✦ Τρανσαμίνωση: Μεταφορά της αμινομάδας σε α-κετοξύ



- 



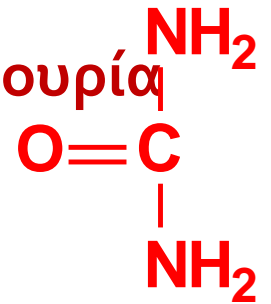
Η περίσσεια ιόντων αμμωνίου μετατρέπεται στη μη τοξική ουρία (ήπαρ)



Απομάκρυνση του αζώτου από τον οργανισμό

Εάν δεν υπάρχει πρόβλημα νερού τότε απεκκρίνεται ουρία

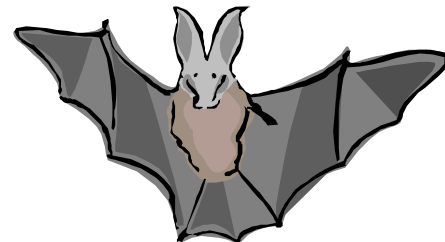
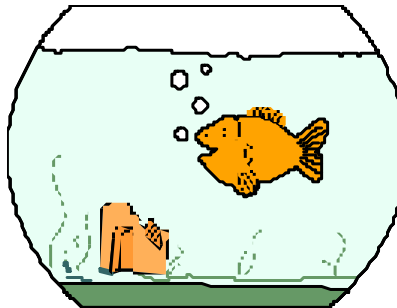
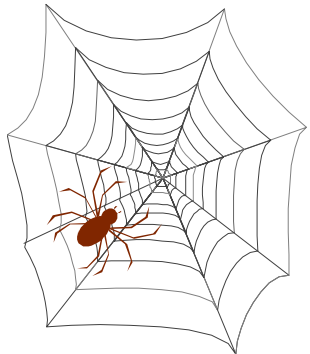
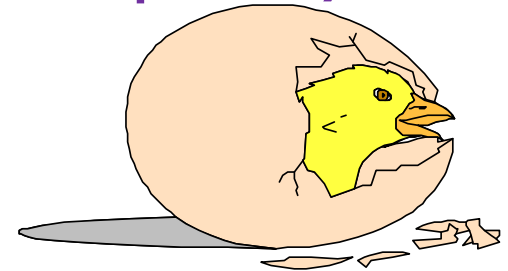
ureotelic animals (άνθρωπος)



Εάν υπάρχει πρόβλημα νερού τότε παράγεται ουρικό οξύ



Πουλιά (uricotelic animals)



Άρα...

- Τα αμινοξέα μπορούν να μετατραπούν μεταβολικά σε γλυκόζη
- Τα μπορούν να μετατραπούν μεταβολικά σε λιπαρά οξέα και να μεταφερθούν σε αντίστοιχες αποθήκες
- Όταν υπάρχει ενεργειακό έλλειμμα χρησιμοποιούνται για την ανασύνθεση του ATP

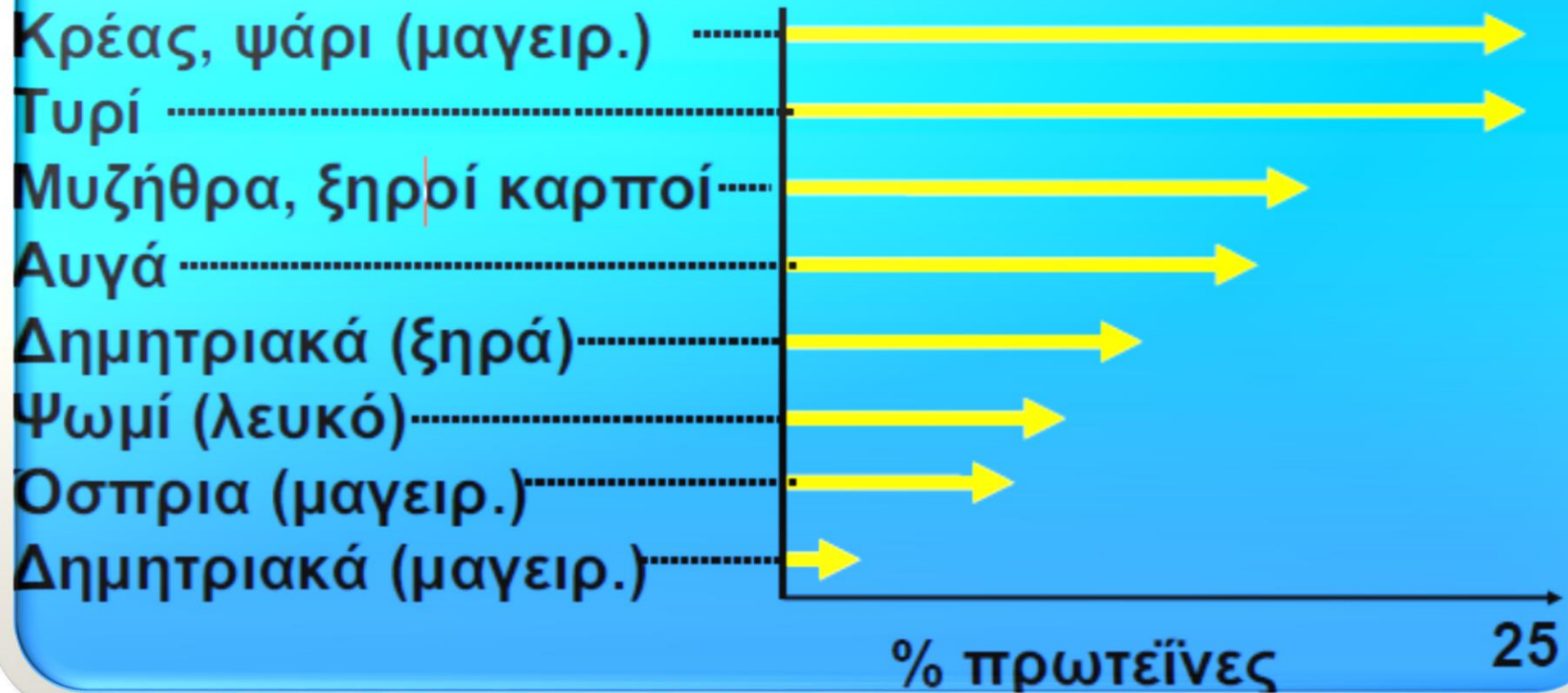
ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΑΖΩΤΟΥ...

- Εκτίμηση των αναγκών του οργανισμού σε αμινοξέα
- Επαρκής χορήγηση για την αντικατάσταση των ενδογενών απωλειών (ούρα, εντερικές εκκρίσεις, ιδρώτα, απολέπιση επιθηλιακών κυττάρων, σύνθεση ιστών π.χ τρίχες και νύχια)
- $I = Π - (O + K + Δ)$ ισοζύγιο αζώτου

... ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΑΖΩΤΟΥ

- **Το ισοζύγιο αζώτου επηρεάζεται:**
 - από τη φυσιολογική κατάσταση και τα αποθέματα πρωτεΐνης στο σώμα, όπως στο αναπτυσσόμενο παιδί
 - τη θερμική αξία της τροφής η οποία δεν πρέπει να είναι κατώτερη ενός ορισμένου επιπέδου
 - από τα απαραίτητα και μη απαραίτητα αμινοξέα τα οποία πρέπει να υπάρχουν σε επαρκείς ποσότητες και αναλογίες
 - Θετικό και αρνητικό ισοζύγιο

Περιεκτικότητα μερικών τροφίμων σε πρωτεΐνες.



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΟΥΡΩΝ

➤ Ισοζύγιο αζώτου

- Είναι η παλαιότερη βιοχημική μέθοδος προσδιορισμού της πρωτεϊνικής κατάστασης ενός ατόμου και η μόνη που πραγματικά αντανακλά τα επίπεδα σωματικής και σπλαχνικής πρωτεΐνης
- Βασίζεται στο γεγονός ότι περίπου το 16% της πρωτεΐνης είναι άζωτο.
- Έτσι, εάν είναι γνωστή ακριβώς η ημερήσια πρωτεϊνική πρόσληψη και μετρηθεί η αποβολή του αζώτου στα ούρα (+ απώλειες από επιδερμίδα, κόπρανα, μαλλιά και ιδρώτα) μπορεί να υπολογιστεί το ισοζύγιο του αζώτου

Ισοζύγιο αζώτου

- Σε υγιείς ενήλικες το ισοζύγιο του αζώτου είναι μηδέν
- Αρνητική ισορροπία συμβαίνει όταν η αποικοδόμηση της πρωτεΐνης υπερβαίνει τη σύνθεσή της και τότε το άτομο που βρίσκεται σε αρνητικό ισοζύγιο κινδυνεύει να αναπτύξει πρωτεϊνική κακή θρέψη
- Θετική ισορροπία αζώτου παρατηρείται κατά την περίοδο ανάπτυξης του παιδιού, την εγκυμοσύνη, σε αθλητές που συνθέτουν μυϊκή μάζα και σε ασθενείς κατά το χρόνο της επούλωσης πληγών

Ισοζύγιο αζώτου

- Το ισοζύγιο αζώτου υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο έχοντας υπόψη ότι 1g πρωτεΐνης περιέχει 6,25g αζώτου:
- $\text{Ισοζύγιο αζώτου} = \text{προσλαμβανόμενο άζωτο} - \text{απώλειες αζώτου}$
- Όπου $\text{προσλαμβανόμενο άζωτο} = \text{προσλαμβανόμενη πρωτεΐνη} / 6,25$
- Όπου $\text{απώλειες αζώτου} = \text{άζωτο της ουρίας των ούρων (A00)} + \text{ουρικό άζωτο όχι από ουρία (1-2g)} + \text{άζωτο κοπράνων (1-2g)} + \text{άλλες απώλειες από δέρμα, ιδρώτα κ.λπ. (~ 1g)}$
- Οι απώλειες αζώτου συνήθως υπολογίζονται σε 4g
- Συνεπώς η εξίσωση μπορεί να γραφτεί ως εξής:

$$\text{Ισοζύγιο αζώτου (g)} = (\text{προσλαμβανόμενη πρωτεΐνη (g)} / 6,25) - (\text{A00 (g)} + 4)$$

Ισοζύγιο αζώτου

- Πλεονεκτήματα

Αποτελεί μία οικονομική μέθοδο που αντανακλά τα ολικά επίπεδα πρωτεΐνης στο σώμα

- Μειονεκτήματα

1) η ανάγκη για συλλογή ούρων 24ώρου

2) η δυσκολία να υπολογισθεί η προσλαμβανόμενη πρωτεΐνη σε άτομα που καταναλώνουν τροφή ελεύθερα από το στόμα ή σιτίζονται εκτός σπιτιού

3) οι περιορισμοί στην αξιολόγηση του ισοζυγίου αζώτου σε περιπτώσεις παθολογικών απωλειών στα κόπρανα, στο δέρμα, και σε παρουσία νεφρικής ή ηπατικής βλάβης

ΚΡΕΑΤΙΝΙΝΗ ΟΥΡΩΝ

- Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της μυοσκελετικής μάζας
- Απελευθερώνεται από το μυϊκό ιστό σε σχετικά σταθερό ρυθμό
- Οι φυσιολογικές τιμές της κρεατινίνης είναι 0,6-1,3 mg/dl
- Κατά την διάρκεια των ημερών συλλογής ούρων δίνεται διαιτολόγιο ελεύθερο κρέατος, διότι ο μυς του κρέατος περιέχει κρεατινίνη και θα επηρεάσει τα επίπεδα κρεατινίνης του ασθενούς
- Ένα από τα μεγαλύτερα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι α) η ανάγκη συλλογής ούρων 24ώρου που σε πολλές περιπτώσεις είναι δύσκολη και β) η απέκκριση κρεατίνης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η ηλικία, η διατροφή, η παρουσία νεφρικής ανεπάρκειας, ο μεταβολισμός του ασθενή κ.α

Ουρικό οξύ

- Η μέτρηση του ουρικού οξέως γίνεται κυρίως για την εκτίμηση της νεφρικής ανεπάρκειας
- Τα φυσιολογικά επίπεδα του ουρικού οξέως είναι 3,5-7,2 mg/dl για τους άντρες και 2,6-6,0 mg/dl για τις γυναίκες
- Υψηλά επίπεδα ουρικού οξέως ευθύνονται για την εμφάνιση μίας μορφής αρθρίτιδας (ποδάγρα)



ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ...

Πλήρεις πρωτεΐνες

Ελλιπείς πρωτεΐνες

Αποτελεσματικότητα - Βιολογική αξία πρωτεΐνης

Φυτικής προέλευσης

Ζωικής προέλευσης

- Στη φύση, αν και οι πρωτεΐνες είναι διαδεδομένες, δεν περιέχουν όλες τα απαραίτητα για τον άνθρωπο αμινοξέα, σε ικανοποιητικές ποσότητες.
- Έτσι διακρίνονται σε **μη πλήρεις πρωτεΐνες** αν στις πρωτεΐνες λείπουν κάποια απαραίτητα αμινοξέα, και **πλήρεις πρωτεΐνες**, αν δεν τους λείπουν απαραίτητα αμινοξέα.
 - Πλήρεις πρωτεΐνες περιέχονται κυρίως σε ζωικά τρόφιμα, ενώ
 - τα φυτικά τρόφιμα περιέχουν σχεδόν πάντα μη πλήρεις πρωτεΐνες.
 - Εξαίρεση εδώ είναι η **γλουτενίνη** και οι **πρωτεΐνες της σόγιας**, που είναι πλήρεις πρωτεΐνες αν και περιέχονται σε φυτικά τρόφιμα.

- οι πρωτεΐνες που τα απαραίτητα αμινοξέα τους έχουν **παραπλήσια σύσταση με εκείνες του ανθρώπινου σώματος** έχουν μεγαλύτερη αξία για τον οργανισμό
- από άλλες πρωτεΐνες που δεν πληρούν την παραπάνω συνθήκη.
- Αντίστοιχα, και οι τροφές που έχουν τέτοιες πρωτεΐνες έχουν μεγαλύτερη αξία.

Για την αξιολόγηση των διαφόρων πρωτεϊνών, σε σχέση πάντα με τον άνθρωπο, έχουν γίνει διάφορες προσπάθειες.

- Ορίζοντας αυθαίρετα ότι τα αμινοξέα των πρωτεϊνών του αυγού έχουν “χημικό βαθμό” (chemical score) που ισούται με **100**, έχει βαθμολογηθεί η ποιότητα των αμινοξέων διαφόρων πρωτεϊνών.

- Η καζεΐνη π.χ. σύμφωνα με την αξιολόγηση αυτή, έχει χημικό βαθμό 60, ενώ
- η γλουτένη του σιταριού 40.

- Άλλος τρόπος είναι να συγκριθούν οι πρωτεΐνες από διάφορες πηγές με μια θεωρητικά τέλεια πρωτεΐνη, που περιέχει όλα τα απαραίτητα αμινοξέα στις αναγκαίες αναλογίες και που βαθμολογείται με “βιολογική αξία “(biological value) ίση με 100 (εργασία που έγινε από το FAO - Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών).
- Σα βιολογική αξία μιας πρωτεΐνης θεωρείται
 - το % άζωτό της που συγκρατείται από τον οργανισμό ή με άλλα λόγια
 - το % της πραγματικά πεπτούμενης πρωτεΐνης που παραμένει στο σώμα και χρησιμοποιείται από τον οργανισμό, δηλαδή μετατρέπεται σε πρωτεΐνες του σώματος.

- Ο υπολογισμός της βιολογικής αξίας γίνεται από το ποσό αζώτου που προσλαμβάνει και αποβάλλει ο οργανισμός, σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο, αφού

- το άζωτο που αποβάλλεται από τα ούρα αναφέρεται στις πρωτεΐνες που έχουν απορροφηθεί (τις έχει πέψει ο οργανισμός) και χρησιμοποιηθεί στον οργανισμό, ενώ
- το άζωτο που αποβάλλεται από τα κόπρανα αναφέρεται στις πρωτεΐνες που δεν έχουν απορροφηθεί.

Τύπος υπολογισμού της βιολογικής αξίας

$$\begin{aligned} & \text{Βιολογική αξία} = \\ &= \frac{\text{άζωτο που παρέμεινε στο σώμα}}{\text{άζωτο που απορροφήθηκε από το σώμα}} \times 100 \\ &= \frac{\text{άζωτο τροφής} - \text{άζωτο (ούρων} + \text{κοπράνων)}}{\text{άζωτο τροφής} - \text{άζωτο κοπράνων}} \times 100 \end{aligned}$$

- Έτσι, σε μια **μικρής βιολογικής σημασίας πρωτεΐνη** (και συνεπώς μικρής βιολογικής αξίας) τα αμινοξέα που απορροφώνται από τον οργανισμό, χρησιμοποιούνται εν μέρει για σύνθεση χρήσιμων συστατικών, ενώ το υπόλοιπο ποσό (που είναι και το μεγαλύτερο) θα οξειδωθεί και θα χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας.
- Όπως όμως έχει αναφερθεί το άζωτο των αμινοξέων αυτών θα αποβληθεί από τα ούρα σαν ουρία.
- Στην προκειμένη περίπτωση (πρωτεΐνες με μικρή βιολογική αξία), η ουρία θα είναι αυξημένη σε σχέση με εκείνη μετά από κατανάλωση μιας υψηλής βιολογικής σημασίας (με μεγάλη βιολογική αξία) πρωτεΐνης (αναφερόμαστε πάντα σε φυσιολογικές τιμές ουρίας).

Σημασία όμως στην αξία μιας πρωτεΐνης για τη διατροφή του ανθρώπου δεν έχει μόνο η βιολογική αξία της αλλά και αν ο άνθρωπος μπορεί και σε ποιο βαθμό να αξιοποιεί αυτή, ή με άλλα λόγια, πόσο εύπεπτη είναι η πρωτεΐνη.

- Το ποσό του αζώτου μιας πρωτεΐνης που απορροφάται από τον οργανισμό κατά την πέψη, ορίζεται σαν “**πεπτική αξία**” (net protein utilization) της πρωτεΐνης δηλαδή:

πεπτική αξία =

$$= \frac{\text{αζωτο που παρέμεινε στο σώμα}}{\text{αζωτο τροφής}} \times 100$$

Κατά τη λήψη όμως τροφής λαμβάνονται πρωτεΐνες από διάφορα τρόφιμα, που μπορεί να αλληλοσυμπληρώνουν με την τυχόν περίσσεια του ενός απαραίτητου αμινοξέος της μιας πρωτεΐνης, την αντίστοιχη έλλειψη αυτού του αμινοξέος στην άλλη πρωτεΐνη κ.ο.κ.

- Σαν αποτέλεσμα είναι δυνατό να προκύπτουν **μεγαλύτερες βιολογικές αξίες** από τις μέσες βιολογικές αξίες των πρωτεϊνών του μίγματος, δηλαδή υψηλής ποιότητας πρωτεϊνικό περιεχόμενο.
- Σύμφωνα λοιπόν τον FAO, το ψωμί έχει βιολογική αξία 50, και το τυρί 75.
 - Μείγμα όμως ψωμιού και τυριού (3 μέρη και 1 μέρος) έχει βιολογική αξία πάλι 75 γιατί η έλλειψη της λυσίνης από το ψωμί συμπληρώνεται από την περίσσεια της λυσίνης από το τυρί.

- Στα **τρόφιμα που είναι πλούσια σε κυτταρίνη**, επειδή αυτή περιβάλλει πολλές φορές πρωτεϊνικά κομμάτια, παρεμποδίζεται η δραστηριότητα των πρωτεολυτικών ενζύμων της πέψης και υπάρχει σημαντική διαφορά (π.χ. 30 - 40% για το πιτυρούχο ψωμί) μεταξύ της πρωτεΐνης που υπάρχει στα τρόφιμα (φαινόμενο ποσό πρωτεΐνης) και εκείνης που τελικά χρησιμοποιείται από τον οργανισμό (πραγματικό ποσό πρωτεΐνης).
- Πάντως και **ζώντες ζωϊκοί ιστοί (όχι μετουσιωμένοι)** έχουν πρωτεΐνες μειωμένης πεπτικής αξίας, γιατί όταν οι δεσμοί - S - S - δεν έχουν σπάσει προς - SH HS - , τότε απαιτείται δαπάνη αρκετής αναγωγικής δύναμης.

- Το γινόμενο της βιολογικής αξίας επί την πεπτική αξία μιας πρωτεΐνης, ορίζεται σα “**θρεπτική αξία**” της πρωτεΐνης αυτής σύμφωνα με την εξίσωση

$$\text{Θρεπτική αξία} = \text{Βιολογική αξία} \times \text{Πεπτική αξία}$$

και δείχνει την πραγματική αξιολόγηση της πρωτεΐνης για τον οργανισμό.

Εξετάζοντας γενικότερα το θέμα της διατροφής και της κάλυψης των απαιτήσεων του οργανισμού σε αμινοξέα, μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα μετρώντας το ισοζύγιο αζώτου (nitrogen balance) .

- Λέγεται ότι **υπάρχει ισοζύγιο αζώτου**, όταν η διαφορά
 - μεταξύ του αζώτου που προσλαμβάνεται με την τροφή και
 - εκείνου που απεκκρίνεται με τα ούρα και τα κόπρανα είναι μηδέν.
- Αυτό σημαίνει ότι ο οργανισμός απλά **αναπληρώνει τις ανάγκες του**, κάτι που συμβαίνει σε φυσιολογικούς ενήλικες με κανονική διατροφή.

- Όταν όμως ο οργανισμός είναι **αναπτυσσόμενος** ή σε περιπτώσεις **γυναικών που εγκυμονούν ή θηλάζουν**, τότε αποβάλλεται λιγώτερη ποσότητα αζώτου από όση προσλαμβάνεται.

- Αυτό σημαίνει ότι ένα μέρος του αζώτου έχει κατακρατηθεί στον οργανισμό για τις ανάγκες του σε αμινοξέα κ.λπ και
- τότε λέγεται ότι υπάρχει **θετικό ισοζύγιο αζώτου** (positive nitrogen balance).

- Τέλος, σε παθολογικές καταστάσεις ή σε άλλες περιπτώσεις μπορεί να μην λαμβάνονται οι αναγκαίες ποσότητες υδατανθράκων και λιπαρών, για κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του οργανισμού.

- Τότε πρέπει να οξειδωθούν και αμινοξέα, από τις δομικές πρωτεΐνες του οργανισμού, για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του οργανισμού.

- Στην περίπτωση αυτή, το ποσόν του αζώτου που απεκκρίνεται είναι περισσότερο από εκείνο που προσλαμβάνεται από την τροφή και λέγεται ότι υπάρχει αρνητικό ισοζύγιο αζώτου. (negative nitrogen balance)

ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ

- Οι ημερήσιες ανάγκες ενός οργανισμού εξαρτώνται από:
 - ο Την ηλικία
 - ο Το σωματικό βάρος
 - ο Το είδος, την ένταση και τη διάρκεια της σωματικής δραστηριότητας

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΖΩΗΣ

Ηλικία σε έτη	Γρ/κιλό σωματικού βάρους
0-0,5	2,2
0,5-1	1,6
1-3	1,2
4-6	1,2
7-14	1
15-18	0,9
19-	0,8

- Επειδή ο οργανισμός δεν μπορεί πάντα να συνθέτει τις πρωτεΐνες (αμινοξέα) από άλλες θρεπτικές ύλες και λόγω της ιδιαίτερης σημασίας τους, σε αντίθεση με τις λιπαρές ύλες και τους υδατάνθρακες,
 - αφ' ενός απαιτείται μια **“ελάχιστη ημερήσια ποσότητα πρωτεΐνης”** (safe level of intake, ο προηγούμενος όρος ήταν recommended intake)
 - αφ' ετέρου και κάποια ορισμένη - σε ευρέα όρια - **ποιοτική σύσταση** αυτής της πρωτεΐνης (δηλαδή πρέπει να προσλαμβάνεται με την τροφή ικανή ποσότητα από τα απαραίτητα, αμινοξέα τα οποία δεν μπορεί να συνθέσει ο οργανισμός).

- Το ελάχιστο ποσό της **ημερήσιας απαραίτητης ποσότητας πρωτεΐνης** που πρέπει να λαμβάνεται από την τροφή είναι περίπου 1 g / Kg βάρους του σώματος (Συνιστώμενη Διαιτητική Πρόσληψη Πρωτεΐνης, Recommended Dietary Allowance, RDA).
- Βέβαια, μια καλή διατροφή προϋποθέτει μεγαλύτερη λήψη πρωτεϊνών, δηλαδή 70 - 90 g ανά ενήλικο άνθρωπο.
- Η **μισή ποσότητα** από την πρωτεΐνη αυτή πρέπει να είναι **ζωϊκής προέλευσης**, για να προσφέρονται έτσι στον οργανισμό τα απαραίτητα αμινοξέα.

Ομάδα 1: Γάλα και προϊόντα

Ένα ισοδύναμο γάλακτος περιέχει 12 γρ υδατάνθρακες, 8 γρ πρωτεΐνες και ποσότητα λίπους που ποικίλλει.

Γάλα αποβουτυρωμένο (0-3 γρ λίπους ανά ισοδύναμο)

• Αποβουτυρωμένο γάλα	1 φλιτζ
• Γάλα με 1 ή 1,5% λίπος	1 φλιτζ
• Γάλα σκόνη αποβουτυρωμένο	1/3 φλιτζ
• Γάλα εβαπορέ (χωρίς λίπος)	1/2 φλιτζ
• Γάλα σόγιας αποβουτυρωμένο	1 φλιτζ
• Γιαούρτι από αποβουτυρωμένο γάλα	180 γρ

Ομάδα 4: Ψωμί - Δημητριακά - Όσπρια - Αμυλούχα λαχανικά

Ένα ισοδύναμο περιέχει 15 γρ υδατάνθρακες, 3 γρ πρωτεΐνες, 0-1 γρ λίπος και 80 θερμίδες.

Όσπρια (περιέχουν και πρωτεΐνη ίση με ένα ισοδύναμο πολύ άπαχου κρέατος)

• Φάβα, ρεβίθια	1/2 φλιτζ
• Φασόλια, φακές (μαγειρεμένα, στραγγισμένα)	1/2 φλιτζ
• Φασόλια ξεφλουδιστά	1/2 φλιτζ

Αμυλούχα λαχανικά

• Αρακάς (μαγειρεμένος)	1/2 φλιτζ
-------------------------	-----------

Ομάδα 5: Κρέας και υποκατάστατα

Χαμηλής περιεκτικότητας σε λίπος κρέας και υποκατάστατα

Κάντε μέτρια κατανάλωση από τα τρόφιμα αυτής της κατηγορίας. Το ένα ισοδύναμο πρωτεϊνών περιέχει 7 γρ πρωτεΐνες, 3 γρ λίπους και 55 θερμίδες

Μοσχάρι

• Αμελέτητα	30 γρ
• Βραστό κρέας	30 γρ
• Κεντρικές φέτες τύπου T-bone	30 γρ
• Κόντρα	30 γρ
• Κύβοι κερμπάπ	30 γρ
• Μπον φιλέ	30 γρ
• Μπούτι	30 γρ
• Νουά	30 γρ
• Πλευρά	30 γρ
• Σις κερμπάπ	30 γρ
• Φιλέτο	30 γρ
• Ώμος	30 γρ

Χοιρινό

• Χοιρινό κονσέρβας	30 γρ
• Χοιρομέρι	30 γρ
• Ψαρονέφρι	30 γρ

Πουλερικά - Κυνήγι

• Ζαμπόν γαλοπούλας	30 γρ
• Κοτόπουλο/γαλοπούλα με σκούρο κρέας χωρίς πέτσα	30 γρ

Τυριά

Εδώ ανήκουν τυριά που έχουν λιγότερο από 3 γρ λίπους ανά 30 γρ (βλέπε κεφάλαιο γαλακτοκομικών)

• Κατσικίσιο 4%	¼ φλιτζ 30 γρ
• Κατίκι Δομοκού 10%	30 γρ
• Flair	30 γρ

Τυριά (με περιεκτικότητα 5 γρ λίπους/30 γρ)

• Μοτσαρέλα	30 γρ
• Ρικότα	¼ φλιτζ 30 γρ
• Φέτα light	30 γρ

Τυριά (εδώ ανήκουν όλα τα κανονικά τυριά)

• Γραβιέρα	20 γρ
• Ένταμ	30 γρ
• Κασέρι	30 γρ
• Κεφαλοτύρι	20 γρ
• Κοπανιστή	30 γρ
• Μετσοβόνη	30 γρ
• Τελεμές	30 γρ
• Τσένταρ	30 γρ
• Φέτα	30 γρ

ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ

- Ποικιλία ζωικών και φυτικών πρωτεϊνών
- Συνδυασμοί τροφών ζωικής και φυτικής προέλευσης για κάλυψη σε απαραίτητα αμινοξέα
- Αναλογία 30% φ.π και 70% ζ.π
- Διαφοροποιήσεις σε ειδικές καταστάσεις (π.χ εγκυμοσύνη)

- Μην παραψήνετε το κρέας στα κάρβουνα ή στο τηγάνι, γιατί έτσι διασπώνται οι πρωτεΐνες του και παράγονται καρκινογόνοι ουσίες. Για τον ίδιο λόγο μην τηγανίζετε πολύ τα αυγά και μην «καρβουνιάζετε» το ψωμί.
 - Είναι προτιμότερο να μαγειρέψετε το κρέας σε ζεστό νερό και όχι να το βάλετε σε κρύο νερό και στη συνέχεια να το βράσετε (εκτός εάν θέλετε να κάνετε σούπα). Όταν το κρέας εκτίθεται στο ζεστό νερό, οι πρωτεΐνες του ζελατινοποιούνται και σχηματίζουν μια προστατευτική κρούστα, η οποία εμποδίζει την έξοδο των χυμών του. Γι' αυτό να χρησιμοποιείτε λαβίδα και όχι πιρούνι για να πιάσετε το κρέας που μαγειρεύετε

1. 1. ΟΜΑΔΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

2.

Στην ομάδα γάλακτος ανοίκουν όλα τα γαλακτοκομικά προϊόντα. Κάθε ισοδύναμο άπαχων - αποβουτυρωμένων γαλακτοκομικών παρέχει περίπου 12γρ υδατανθράκων, 8γρ πρωτεϊνών & μικρή ποσότητα λιπών.

Προϊόν	Ποσότητα	Θερμιδική αξία
Γάλα με 1.5% λιπαρά	1 φλιτζάνι 240ml	114 kcal
Γάλα εβαπορέ 2% λιπαρά	1 φλιτζάνι 240ml	125 kcal
Γάλα πλήρες 3.5% λιπαρά	1 φλιτζάνι 240ml	170 kcal
Γιαούρτι 4%	1 φλιτζάνι 240ml	145 kcal
Τυρί Cottage 4%	1 κεσεδάκι 200γρ	220 kcal
Τυρί φέτα μαλακή	1 κομμάτι 30γρ	60 kcal
Τυρί φέτα σκληρή	1 κομμάτι 30γρ	60 kcal
Τυρί κασέρι	1 κομμάτι 30γρ	75 kcal

1. 4. ΟΜΑΔΑ ΚΡΕΑΤΙΚΩΝ

2.

Σε αυτή την ομάδα ανοίκουν τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης (κρεατικά- αυγά- ψάρι). Κάθε ισοδύναμο άπαχου κρέατος περιέχει περίπου 7γρ πρωτεϊνών και μικρή ποσότητα υδατανθράκων.

Προϊόν	Ποσότητα	Θερμιδική αξία
Ψάρι	50γρ	55 kcal
Κοτόπουλο χωρίς την πέτσα	35γρ	55 kcal
Βοδινό/ χοιρινό άπαχο	30γρ	55 kcal
Αυγό	1 μέτριο	73 kcal
Λουκάνικο	30γρ	100 kcal
Μπέικον	30γρ	100 kcal
Κρέας με ορατό λίπος	30γρ	80 kcal

Η ΠΡΩΤΕΪΝΗ ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ: ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΠΡΩΤΕΪΝΗΣ

- Πρωτεϊνικός-θερμιδικός υποσιτισμός
- Επιβράδυνση της φυσιολογικής και διανοητικής ανάπτυξης (παιδική ηλικία)
- Τρίτη ηλικία (υποσιτισμός) \Rightarrow ανοσοποιητικό σύστημα \Rightarrow ευπάθεια στις λοιμώξεις
- Ομάδες φυτοφάγων, αλκοολικοί, χρήστες ναρκωτικών ουσιών, νηστεία
- Δίαιτες χαμηλές σε πρωτεΐνη \Rightarrow αρνητικό ισοζύγιο αζώτου
- Καταστροφή μυϊκού ιστού και αιμοσφαιρίνης (αθλητές)

ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΥΠΕΡΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ...

- Ο ανθρώπινος οργανισμός δεν αποθηκεύει πρωτεΐνες \Rightarrow παχυσαρκία
- Υπερφόρτωση του νεφρικού συστήματος (άζωτο \Rightarrow ουρία, \uparrow κετονών \Rightarrow αύξηση της οξύτητας του αίματος, σακχαρώδης διαβήτης)
- Υπερφόρτωση της ηπατικής λειτουργίας (χοληστερόλη)
- Ουρία και κετονικά σώματα αποβολή από νεφρούς \Rightarrow αφυδάτωση \Rightarrow διαταραχή της θερμορυθμιστικής ικανότητας

... ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΥΠΕΡΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ

- Ουρική αρθρίτιδα (μεγάλες ποσότητες πουρινών \Rightarrow ουρικό οξύ \Rightarrow συσσώρευση σε αρθρώσεις)
- Πρόκληση υπερασβεστοουρίας \Rightarrow οστεοπόρωση
- Δημιουργία λίθων CaCO_3

... ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΥΠΕΡΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΑΜΙΝΟΞΕΩΝ...

- Μπορεί η κατανάλωση συγκεκριμένων αμινοξέων να προκαλέσει προβλήματα υγείας;
- FDA: σε ασφαλή και μη ασφαλή
- Ηωσινοφιλικό σύνδρομο μυαλγίας (νευρομυϊκή διαταραχή, οίδημα, ερυθρότητα, οστικός πόνος, πυρετός)
- Λήψη ελεύθερων αμινοξέων και όχι διαιτητικής πρωτεΐνης \Rightarrow ανεπάρκεια βιταμινών και ανόργανων συστατικών

ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΥΠΕΡΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΑΜΙΝΟΞΕΩΝ ...

- Τα ελεύθερα αμινοξέα επεμβαίνουν:
 - Στην απορρόφηση άλλων απαραίτητων αμινοξέων
 - Μειώνουν την όρεξη και την πρόσληψη τροφής
 - Προκαλούν βλάβη στους ιστούς
 - Μπορούν να οδηγήσουν σε νεφρική βλάβη
 - Οδηγούν σε οστεοπόρωση
 - Προκαλούν συμπτώματα στο γαστρεντερικό σύστημα, ναυτία, έμετο, διάρροια
 - Δημιουργούν ανεπιθύμητες ψυχολογικές διαταραχές

ΧΡΗΣΗ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΩΝ ΑΜΙΝΟΞΕΩΝ ΩΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΙΑΙΤΑΣ			
ΑΜΙΝΟΞΥ	ΚΥΡΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΓΙΑ...	ΣΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΟΧΗΣ
ΑΛΑΝΙΝΗ	Μεταβολισμός τρυπτοφάνης και Β6.	Σταθεροποίηση σακχάρου αίματος.	Επικίνδυνη σε μεγάλες δόσεις
ΑΡΓΙΝΙΝΗ	Διέγερση παραγωγής ορμονών.	Διέγερση παραγωγής αυξητικής ορμόνης.	Μπορεί να προ καλέσει έρπη.
ΒΑΛΙΝΗ	Πνευματική διαύγεια, συντονισμός, νευρικό σύστημα.	Έλεγχο βάρους, μυική ανάπτυξη, νευρικότητα, ενέργεια	Επικίνδυνη σε υπερδοσολογία.
ΓΛΟΥΤΑΜΙΝΗ	Δημιουργία φολικού οξέος, παράγοντας ανοχής στη γλυκόζη.	Αποτοξίνωση, τόνωση μυών, ενίσχυση εγκεφάλου.	Αλλεργία, δυσανεξία, κατάπτωση.
ΘΡΕΟΝΙΝΗ	Υποβοήθηση αφομοίωσης αμινοξέων.	Πεπτικές διαταραχές κι ενέργεια.	Νευρικές διαταραχές.
ΙΣΟΛΕΥΚΙΝΗ	Μυική ανάπτυξη, αιμοσφαιρίνη.	Μυική ανάπτυξη, ενέργεια, τόνωση.	Συνδυάζεται με Βαλίνη.
ΙΣΤΙΔΙΝΗ	Νευρικά κύτταρα	Αναιμία, αντοχή	Πάντα μαζί C
ΚΥΣΤΙΝΗ	Αποτοξίνωση	Αποτοξίνωση	Νεφρά
ΛΕΥΚΙΝΗ	Απορρόφηση τρυπτοφάνης	Έλεγχος πόνων, μυική ανάπτυξη, φλεγμονές	Πελάγρα σε μεγάλες δόσεις
ΛΥΣΙΝΗ	Υποβοηθά στην παραγωγή αντισωμάτων	Έρπη, αύξηση αντισωμάτων, ανάπτυξη	Με αργινίνη και Β6
ΜΕΘΙΟΝΙΝΗ	Νεφρά, συκώτι	Καύση λιπών	Πάντα με Β6
ΟΡΝΙΘΙΝΗ	Ορμόνες, συκώτι ινσουλίνη	Αυξητική ορμόνη θεραπεία συκωτιού	Σχιζοφρένεια σε υπερδόσεις
ΣΕΡΙΝΗ	Δέρμα	-	-
ΤΑΥΡΙΝΗ	Ορμόνες	Ορμονική παραγωγή, μυική ανάπτυξη	Συντίθεται από μεθειονίνη + κυστίνη
ΤΡΥΠΤΟΨΑΝΗ	Ορμόνες, βιταμίνες Β, σεροτονίνη	Αυπνία, αδυνάτισμα κατάπτωση, ορμόνες	Μπορεί να προ καλέσει θάνατο
ΤΥΡΟΖΙΝΗ	Επινεφρίδια, θυροειδής, υπόφυση	-	Επικίνδυνο σε υπερδοσολογία
ΨΑΙΝΥΛΑΛΑΝΙΝΗ	Θυροειδής, νεφρά	Κατάθλιψη, αδυνάτι σμα, γλυκαντικό	Υπέρταση, φαι νυλοκετυνουρία
ΒΑΣΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ : Ισολευκίνη-Λευκίνη-Λυσίνη-Μεθειονίνη-Ψαιнуλαλανίνη Θρεονίνη-Τρυπτοφάνη-Βαλίνη			
ΠΙΘΑΝΩΣ ΒΑΣΙΚΑ : Αργινίνη-Ιστιδίνη			
(Πηγές πίνακα:Δεδούκος/1995,Hazelton/1979,Crawley/1993,Bogardus/1981,Jenkins/1980,Garrison/1985,Μπαζαίος/1987,Sims/1992,et al.,)			

Συνέπειες πρωτεύοντικού υποσιτισμού

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ
ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ
ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Protein Requirements for Exercise

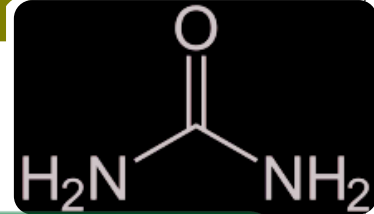
The protein requirements and the recommendations for protein intake for athletes have not been without controversy. Generally, scientists seem to be divided into two camps—those who believe that participation in exercise and sport increases the nutritional requirement for protein and those who believe that protein requirements for athletes and exercising people are no different from the requirements for sedentary people. Evidence has been found for both arguments. Although this issue may be scientifically relevant, from a practical perspective, the requirement for protein—as most often defined—may not be relevant to most athletes. The scientists who believe that protein requirements are greater for athletes and exercising people offer two explanations:

Αιτιολογήσεις

- *Αύξηση της οξείδωσης των αμινοξέων στη διάρκεια της άσκησης, κυρίως των απαραίτητων αμινοξέων (βαλίνη, λευκίνη, ισολευκίνη)
- Αύξηση της πρωτεϊνοσύνθεσης για την αντικατάσταση των φθορών λόγω της άσκησης
- Η αυξημένη ενεργειακή πρόσληψη καλύπτει και τις ανάγκες σε πρωτεΐνες

- Η άσκηση από μόνη της δεν επαρκή για τη διατήρηση ή την αύξηση του υπάρχοντος μυϊκού ιστού

Τεχνικές μελέτης πρωτεϊνικού μεταβολισμού κατά την άσκηση



Συγκέντρωση ουρίας στα ούρα, στο αίμα και στον ιδρώτα

Δείκτης της 3-μεθυλο ιστιδίνης (τροποποιημένο αμινοξύ

Ισοζύγιο αζώτου

Ισότοπα αμινοξέων

Πρωτεΐνες και ηρεμία

- ✓ Μεγάλο ποσοστό πρωτεϊνών καταβολίζεται, διασπάται και καίγεται στον κύκλο του Krebs
- ✓ Μεγάλο ποσοστό χρησιμοποιείται για την σύνθεση νέων πρωτεϊνών

Άσκηση και απώλεια πρωτεϊνών στην άσκηση

- ❖ Πρωτεϊνουρία (\uparrow έντασης $\Rightarrow \uparrow$ συγκέντρωσης Π)
- ❖ Απώλεια $< 3\text{γρ/ημέρα}$
- ❖ Ιδρώτας $1\text{γρ πρωτεΐνης/λίτρο}$
- ❖ Απώλεια $2-4\text{γρ/ημέρα}$
- ❖ Δραστηριότητα ήπιας έντασης και μεγάλης διάρκειας $\Rightarrow \uparrow$ καταβολισμού κατά 50% και \downarrow σύνθεσης κατά 25%

Ποια είναι η επίδραση της προπόνησης στον μεταβολισμό της πρωτεΐνης;...

Στη διάρκεια της άσκησης

Βελτίωση της αερόβιας ικανότητας \Rightarrow χρησιμοποίηση Υ και Λ

Αυξημένη ικανότητα οξείδωσης της λευκίνης (διακλαδισμένα αμινοξέα) \Rightarrow παραγωγή ενέργειας από Π και εξοικονόμηση μυϊκού γλυκογόνου

Μείωση παραγωγής ή συσσώρευσης αμμωνίας και χρησιμοποίησή της στο σχηματισμό άλλων αμινοξέων όπως η αλανίνη

...Ποια είναι η επίδραση της προπόνησης στον μεταβολισμό της πρωτεΐνης;

Στη διάρκεια της αποκατάστασης

Αύξηση της πρωτεϊνοσύνθεσης

Άσκηση με αντιστάσεις: το ισοζύγιο πρωτεϊνών είτε μένει σταθερό, είτε γίνεται θετικό

⇒ Εκλεκτική οξείδωση των λιπών και εξοικονόμηση πρωτεϊνών

Αερόβια άσκηση: ενεργοποιεί τη σύνθεση μιτοχονδρίων και οξειδωτικών ενζύμων

Η επίδραση της προπόνησης στην παραγωγή θετικού ισοζυγίου αζώτου ή πρωτεΐνης στη διάρκεια της αποκατάστασης εξαρτάται από την επαρκή διαιτητική πρόσληψη πρωτεΐνης και θερμίδων

Πρωτεΐνες για παραγωγή ενέργειας κατά την άσκηση ...

Πηγή ενέργειας κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες

Παρατεταμένη άσκηση, νηστεία - ασιτία

... Πρωτεΐνες και αθλητική δραστηριότητα

- Ασήμαντη πηγή ενέργειας (5%)
- Στα τελευταία στάδια παρατεταμένης άσκησης η συμμετοχή των πρωτεϊνών αυξάνεται , με τη χρησιμοποίησή τους για την παραγωγή ATP στους μύες
- (Parkhouse), η άσκηση μέχρι την εξάντληση ενεργοποιεί πρωτεολυτικά ένζυμα και επιταχύνει τον πρωτεϊνικό καταβολισμό

... Πρωτεΐνες και αθλητική δραστηριότητα

- Αύξηση του καταβολισμού κατά 50% όταν ο οργανισμός συμμετέχει σε δραστηριότητα ήπιας έντασης και μεγάλης διάρκειας (>2 ώρες)
- Μείωση της σύνθεσης κατά 25%
- Ο καταβολισμός μειώνεται με το πέρας της άσκησης
- Ο ρυθμός σύνθεσης αυξάνεται από 10-80% μετά από 3-4 ώρες, παραμένει αυξημένος για 24 ώρες

Μπορεί ο οργανισμός να παράγει πρωτεΐνες από υδατάνθρακες και λίπη;

- **Ναι υπό προϋποθέσεις**

- Αν το σώμα έχει περίσσεια αμινοξέων, το ήπαρ μπορεί να χρησιμοποιήσει τις αμινομάδες και τα να συνδυάσει με α-κετονοξέα (προϊόντα μεταβολισμού των Υ και Λ)
- Πυροσταφυλικό οξύ
- Ακετονικό οξύ
- Μη απαραίτητα αμινιξέα

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ...

- Ποιότητα πρωτεϊνών
- Ενεργειακή πρόσληψη
- Ηλικία
- Σωματικό βάρος
- Προπονητική ηλικία
- Περίοδος προπόνησης
- Προπονητικός στόχος

- Επίπεδο φυσικής κατάστασης του αθλητή
- Η μορφή και ο όγκος της προπόνησης
- Το ποσοστό των υδατανθράκων
- Η βιολογική αξία των πρωτεϊνών
- Η χρήση ή όχι αναβολικών φαρμάκων
- Η απώλεια σωματικού βάρους

The maintenance of muscle mass is a balance between muscle protein synthesis (MPS) and muscle protein breakdown (MPB).

What quantity of protein should athletes consume?

Studies of protein requirements in athletes have shown an increased requirement for protein in strength-trained (Lemon et al., 1992; Tarnopolsky et al., 1988, 1992) and endurance-trained athletes (Friedman & Lemon, 1989; Meredith, Zackin, Frontera, & Evans, 1989; Tarnopolsky et al., 1988). Increased protein requirements for individuals engaging in resistive activities might be expected due to the need for “extra” dietary protein to synthesize new muscle or repair muscle damage. On the other hand, endurance exercise is associated with marked increases in leucine oxidation (McKenzie et al., 2000; Phillips, Atkinson, Tarnopolsky, & MacDougall, 1993), which would elevate overall requirements for protein (if other amino acids are also oxidized to an appreciable extent), or at least for leucine. The shortcomings of nitrogen balance have long been recognized, as the adequate protein intake is calculated from implausibly high retentions of nitrogen at high protein intakes (Hegsted, 1976;

Journal of Sports Sciences, 2011; 29(S1): S29–S38

Young, 1986; Young, Gucalp, Rand, Matthews, & Bier, 1987). This highlights the need for another approach to examining protein requirements; tracer-derived estimations of protein requirements are one alternative method. Using this approach, it was reported that consumption of a “low” protein diet ($0.86 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$) by a group of strength-trained athletes resulted in an accommodated state in which whole body protein synthesis was reduced compared with medium ($1.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$) and high ($2.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$) protein diets (Tarnopolsky et al., 1992). No difference was seen in whole body protein synthesis between the medium and high protein diets, but amino acid oxidation was elevated on the high protein diet, indicating that this protein intake was providing amino acids in excess of the rate at which they could be integrated into body proteins. It should be emphasized that these results do not mean that $1.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ was required to cover dietary protein needs, but simply that $0.86 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ was not sufficient to allow maximal rates of protein synthesis. It is not known what body proteins were being made at a sub-maximal rate at $0.86 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$, but if muscle protein synthesis was adversely affected then clearly these data would be of relevance to athletes.

Χρόνος πρόσληψης πρωτεϊνών ...

- Η έρευνα έχει επικεντρωθεί σε σχέση με την προπόνηση (χρόνος) και όχι στην ποσότητα
- Γλυκογόνο
- Διατροφική κατάσταση: α) αναβολικές ορμόνες και β) αμινοξέα

... Χρόνος πρόσληψης πρωτεϊνών ..

- Η κατανάλωση πρωτεϊνών ή αμινοξέων αμέσως μετά την άσκηση ή και πριν την άσκηση ενδεχομένως να προάγει την σύνθεση πρωτεϊνών, αλλά δεν υπάρχουν μελέτες που να δείχνουν αν το φαινόμενο αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ευεργετικές επιδράσεις σε μακροχρόνια βάση ως προς τη μυική μάζα.

Athletes have the choice of consuming protein before, during, and after exercise. There are different theories as to which period promotes an optimum adaptation, but in the case of resistance exercise almost all of them relate to the ability of protein to provide amino acid precursors to either support MPS or inhibit MPB. Protein consumption with respect to aerobic exercise focusing on peri-workout/event nutrition is backed by a theory that amino acids could support some energy-yielding pathways and/or attenuate muscle damage and enhance performance. Post-exercise protein consumption may enhance adaptation by also restoring glycogen, but it appears that this is the case only if inadequate carbohydrate is consumed (Jentjens, van Loon, Mann, Wagenmakers, & Jeukendrup, 2001) and this phenomenon will not be discussed here.

With respect to resistance exercise, some studies have shown that pre-exercise protein consumption can enhance MPS (Tipton et al., 2001) and others have shown no effect (Fujita et al., 2009; Tipton et al., 2006). Thus, at this time pre-exercise feeding appears unlikely to increase MPS and long-term gains in muscle mass. A number of training studies have used a combination of pre-exercise and post-exercise feeding to enhance gains in muscle mass (Burk, Timpmann, Medijainen, Vahi, & Oopik, 2009; Cribb & Hayes, 2006), so it is impossible to tell whether the pre-exercise meal imparted any benefit, since post-exercise meals are unequivocally beneficial (see below).

Κατανάλωση Πρωτεϊνών στη διάρκεια της άσκησης;

Consumption of protein during exercise may provide amino acids to “prime the pump”. In other words, the amino acids present in the circulation during exercise may increase MPS and possibly suppress MPB to enhance protein balance either during or after the exercise bout. Only one study has examined peri-workout protein consumption with resistance exercise (Beelen et al., 2008). In this study, the ingestion of protein and carbohydrate did enhance MPS during the exercise bout and into early recovery, but this did not extend into the overnight fasted period.

lism and also on performance. Consumption of protein during endurance exercise results in an improved whole body protein balance during and after the exercise bout (Koopman et al., 2004), but the effects on MPS and MPB are not known. Some studies have shown that protein provision during exercise can enhance performance (Saunders et al., 2009; Valentine et al., 2008), but others have shown no performance effect (Cermak et al., 2009; van Essen & Gibala, 2006). Thus, there seems to be little reason to recommend the ingestion of protein during aerobic exercise for performance enhancement and there is no discernible benefit in terms of MPS or MPB.

- Η κατανάλωση ενός σνακ που να είναι καλή πηγή πρωτεϊνών και υδατανθράκων πριν αλλά και αμέσως μετά από την άσκηση αντιστάσεων βοηθά στην παροχή ενέργειας για την εκτέλεση των ασκήσεων και βοηθά στις προσαρμογές στην άσκηση αυξάνοντας την παραγωγή αναβολικών ορμονών, μειώνοντας τον μυϊκό καταβολισμό και αυξάνοντας το χτίσιμο των πρωτεϊνών.
- Τα σνακ, μετά την άσκηση, που είναι πλούσια σε υδατάνθρακες με μία μικρή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη βοηθούν στην αναπλήρωση των αποθηκών ενέργειας και στην επιδιόρθωση τραυματισμένων ιστών.

- Αυτοί οι στόχοι μπορούν να επιτευχθούν με μία κατανάλωση μόλις 10-20 γραμμαρίων πρωτεΐνης και έτσι είναι εφικτοί από όλους τους αθλητές ανεξάρτητα από την ενεργειακή τους κατανάλωση.
- Μεγαλύτερα ποσά πρωτεΐνης δεν διεγείρουν επιπλέον την προσαρμογή στην άσκηση και αυξάνουν μετά βίας την χρήση πρωτεΐνης ως πηγή ενέργειας.
- Κατάλληλα σνακ πριν και μετά την άσκηση με καλές αναλογίες πρωτεϊνών και υδατανθράκων είναι ένα κεσεδάκι γιαούρτι, ένα ποτήρι γάλα, ένα smoothie φρούτων ή ένα σάντουιτς με άπαχο κρέας (π.χ. τόνο ή κοτόπουλο).

Recovery snack options providing approximately 60g of carbohydrate and 10g of protein:

300ml milk shake or fruit smoothie

500ml low-fat milk

300ml PowerBar ProteinPlus Powder Drink

PowerBar Performance bar or ProteinPlus Bar and 250ml sports drink

1½–2 cups of breakfast cereal with ½ cup of low fat milk

1 sandwich with lean meat/cheese/chicken filling and a piece of fruit

1 cup of fruit salad with a 200g tub of low-fat fruit yoghurt

200g tub of low-fat yoghurt or a 300ml flavoured milk and 1 cereal bar

Written by the Department of Sports Nutrition, Australian Institute of Sport, Dr Louise Burke, Louise Bell, Michelle Cort, Greg Cox, Lesley Farthing, Bronwen Greenaway, Michelle Minehan, Nick Petrunoff, Clare Wood and brought to you by PowerBar.
The Australian Institute of Sport is a program of the Australian Sports Commission.

An economical, practical, and efficacious beverage for athletes to consume after exercise is milk, particularly flavoured milk that contains added simple sugar. For the athlete who suffers from lactose maldigestion, there are a number of practical options such as pre-treated lactose reduced milk. This beverage provides fluid that is better retained than water and isotonic sport drinks, carbohydrate to restore muscle glycogen, and high-quality proteins to repair and facilitate adaptive changes in protein synthesis.



Το γεγονός
είναι

Μικρή κατανάλωση πρωτεϊνών

- Ότι οι περισσότεροι αθλητές καλύπτουν εύκολα τις αυξημένες ανάγκες τους για πρωτεΐνη, μερικοί καταναλώνουν πολύ λίγη πρωτεΐνη.
- Οι αθλητές που βρίσκονται σε αθλήματα με κατηγορίες βάρους και αυτοί που κάνουν δίαιτα με υπερβολικό ζήλο ή αυτοί που είναι «ιδιότροποι» στο φαγητό, είναι αυτοί που βρίσκονται σε μεγαλύτερο κίνδυνο να μην προσλαμβάνουν την απαραίτητη ποσότητα πρωτεΐνης.
- Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια μυϊκής μάζας, αργή ανάκαμψη και να θέσει σε κίνδυνο άλλες λειτουργίες του οργανισμού όπως είναι η άμυνα, όλα εκ των οποίων επηρεάζουν αρνητικά την απόδοση.



Το γεγονός
είναι

Υπερβολική κατανάλωση πρωτεΐνη

- Μερικοί αθλητές σκόπιμα καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες πρωτεΐνης, πιστεύοντας ότι αυτό θα αυξήσει τη δύναμη και το μέγεθος των μυών.
- Η κατανάλωση πρωτεΐνης πάνω από τα φυσιολογικά επίπεδα απλά αυξάνει την χρήση της πρωτεΐνης ως πηγή ενέργειας. Η επιπλέον πρωτεΐνη από μόνη της δεν διεγείρει την αύξηση μυών.

- Η υπερβολική κατανάλωση πρωτεΐνης δεν θα προκαλέσει προβλήματα στα νεφρά σε υγιείς αθλητές, τέτοιες δίαιτες μπορούν να προάγουν την απώλεια ασβεστίου από το σώμα και τη μη σωστή απορρόφηση άλλων θρεπτικών συστατικών από τη διατροφή.
- Επίσης, τα τρόφιμα με πολύ πρωτεΐνη είναι γενικά ακριβά (ειδικά τα συμπληρώματα πρωτεϊνών) και μερικά μπορούν να οδηγήσουν σε ανθυγιεινή πρόσληψη κορεσμένων λιπαρών οξέων.
- Η πρόσφατη τάση για δίαιτες υψηλές σε πρωτεΐνη και χαμηλές σε υδατάνθρακες δεν είναι κατάλληλες για άτομα που γυμνάζονται

Protein needs for increasing muscle mass

Most athletes easily meet their protein requirements. Simply increasing total energy intake from a well-chosen eating plan will allow most athletes to achieve or exceed protein intake goals. New research suggests that the clever timing of protein intake may be more effective in optimising gains in lean muscle tissue rather than simply eating large amounts of protein. Protein intake in excess of requirements is used to provide energy, and once energy requirements are met, surplus protein intake may be stored as body fat. Although there is some speculation that very high protein intakes ($>2\text{--}3\text{g}$ per kilogram body mass per day) may have negative side-effects such as decreased testosterone levels and increased calcium excretion, most athletes who have chosen such diets over long periods do not appear to develop major problems. The major disadvantages of high protein eating are likely to be the expense and failure to consume sufficient nutrients such as fibre.

Ποσότητας πρωτεΐνης(γρ)/ σωματικό βάρος

Σ.Β (ΚΙΛ)	50	60	70	80	90	100	110	120
Περίοδος αύξησης μυϊκού όγκου	125	150	175	200	225	250	275	300
Περίοδος ενεργοποίησης μυϊκού ιστού	85	102	119	136	153	170	187	204

πρωτεΐνες και αθλήματα δύναμης

- Διαφοροποίηση ανάλογα:
- Με τη διαιτητική πρόσληψη
- Η ποιότητα των υδατανθράκων
- Η ποιότητα των πρωτεϊνών
- Paul (1989) 0.89-1,94 gr/kg/d
- Lemon (1996) 1,7-1,8 gr/kg/d
- Tarnopolsky (1992) 1,2-1,76 \Rightarrow 0,8-1gr/d
- Butterfield (1991) 1,6 gr/kg/d +200kcal
- Αυξημένη δοσολογία \Rightarrow αύξηση βάρους

... πρωτεΐνες και αθλήματα αντοχής

- Paul (1989) 0.97-1,37gr/d
- Lemon (1995) 1,2-1,4gr/d
- Tarnopolsky (1992) 1,2-1,6gr/d
- Butterfield (1991) 1,26 gr/d(review)
- Poortman (1993) 1,2gr/d
- Διαφοροποίηση ανάλογα με α) ενεργειακή πρόσληψη, ποιότητα Υ, ποιότητα Π
- Οι αθλήτριες χρειάζονται μεγαλύτερη ποσότητα
Που λόγω της χαμηλότερης ενεργειακής πρόσληψης

Nutritional Guidelines for Female Athletes

CARBOHYDRATES = 4 calories per gram (55 - 65% of daily calories)

An athlete's Body Weight (BW), total energy needs, the specific metabolic demands of their sport, and their stage of training or game schedule will all determine the quantity of carbohydrates needed. Carbohydrates are the primary source of energy. They fuel your muscles and brain activity. Carbohydrate rich foods, such as fruits, vegetables, breads and grains should make up 55- to 65% of your daily caloric intake.

PROTEINS = 4 calories per gram (15 - 20% of daily calories)

The maintenance, repair and growth of muscle after intense physical activity is the primary function of protein. A proper balance of plant and animal protein will also help your body maintain proper enzymes and hormones necessary for intense training programs. Maintaining a positive nitrogen balance is very important to athletes trying to build muscle. Athletes taking part in Strength and Conditioning should be diligent in ensuring they are getting enough protein to maintain that positive nitrogen balance. For team sport athletes 1.2- to 1.7-grams of protein per kilogram of body weight will put you in a range to reach a positive nitrogen balance.

Nutrition is a very important part of a balanced strength and conditioning program. It is very important for you to maintain a

FATS = 9 calories per gram (< 25% of daily calories)

Vegetable fats such as corn oil, olive oil, peanut oil and nuts are unsaturated and should be your primary source of fat intake. Fat intake should be less than 25% of your total calorie intake. The primary function of fat is to produce hormones, healthy skin and cell membranes. Fat is important in cushioning and protecting the body's internal organs.

Determining Carbohydrate Needs

Based on a 3,000cal/day diet
 $3,000 \times .60$ (60% of cal from CHO) = 1,800
That is 1,800cal/day from Carbohydrates
 $1,800\text{cal/day} / 4\text{cal/gram} = 450\text{g/day}$

Based on Body Weight in Kilograms
6-10g of CHO per kilogram of body weight
Pound-Kilogram Conversion
 $130\text{lbs} / 2.2 = 59\text{kg}$
 $6\text{ to }10\text{g} \times 59\text{kg} = 354\text{-}590\text{g/day}$

REVIEW ARTICLE

Protein Requirements for Endurance Athletes

Mark Tarnopolsky, MD, PhD, FRCP(C)

From the Department of Pediatrics and Medicine, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada

Acute endurance exercise results in the oxidation of several amino acids. The total amount of amino acid oxidation during endurance exercise amounts to only 1–6% of the total energy cost of exercise. The branched chain amino acid, leucine, has been most often studied in relation to endurance exercise. Leucine is oxidized by the enzyme, branched-chain oxo-acid dehydrogenase (BCOAD). BCOAD is relatively inactive at rest (~4–7%) and is activated at the onset of exercise by dephosphorylation (to about 25%). After a period of endurance exercise training, the activation of BCOAD and amino acid oxidation are attenuated, however the total amount of BCOAD enzyme is up-regulated. A low energy and/or carbohydrate intake will increase amino acid oxidation and total protein requirements. With adequate energy and carbohydrate intake, low to moderate intensity endurance activity has little impact on dietary protein requirements and 1.0 gPRO/kg/d is sufficient. The only situation where dietary protein requirements exceed those for relatively sedentary individuals is in top sport athletes where the **maximal** requirement is ~1.6 gPRO/kg/d. Although most endurance athletes get enough protein to support any increased requirements, those with low energy or carbohydrate intakes may require nutritional advice to optimize dietary protein intake. *Nutrition* 2004;20:662–668. ©Elsevier Inc. 2004

TABLE II.

HABITUAL PROTEIN INTAKES IN MALE AND FEMALE
ENDURANCE ATHLETES*

Reference	Subjects	Protein (g · kg ⁻¹ · d ⁻¹)	%E _{IN}
Tarnopolsky et al. ⁵⁸	8 male, 8 female	1.9	17
	8 female	1.2	14
Tarnopolsky et al. ⁴	7 male, 8 female	1.8	15
		1.0	12
Tarnopolsky et al. ⁶	6 male	1.5	11
Phillips et al. ⁵	6 male, 6 female	1.9	15
		1.0	13
Schultz et al. 1992	9 female	1.4	13
Tarnopolsky et al. ³	6 male, 6 female	1.2	12
		1.7	13
Saris et al. ⁶⁴	5 male	2.2	15
Deuster et al. ⁶⁷	51 female	1.6	13
Nelson et al. ⁶⁶	17 EUM, 11 AMEN	1.0	15
		0.7	15
Marcus et al. ⁶⁵	6 EUM, 11 AMEN	1.3	17
		1.0	15
Drinkwater et al. ⁶⁹	13 EUM, 14 AMEN	1.1	13
		1.2	16
Approximate mean	Male	1.8 (0.4)*	14 (2)*
	Female	1.2 (0.3)*	14 (2)*

Protein Requirements and Supplementation in Strength Sports

Stuart M. Phillips, PhD

*From the Exercise Metabolism Research Group, Department of Kinesiology,
McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada*

Daily requirements for protein are set by the amount of amino acids that is irreversibly lost in a given day. Different agencies have set requirement levels for daily protein intakes for the general population; however, the question of whether strength-trained athletes require more protein than the general population is one that is difficult to answer. At a cellular level, an increased requirement for protein in strength-trained athletes might arise due to the extra protein required to support muscle protein accretion through elevated protein synthesis. Alternatively, an increased requirement for protein may come about in this group of athletes due to increased catabolic loss of amino acids associated with strength-training activities. A review of studies that have examined the protein requirements of strength-trained athletes, using nitrogen balance methodology, has shown a modest increase in requirements in this group. At the same time, several studies have shown that strength training, consistent with the anabolic stimulus for protein synthesis it provides, actually increases the efficiency of use of protein, which reduces dietary protein requirements. Various studies have shown that strength-trained athletes habitually consume protein intakes higher than required. A positive energy balance is required for anabolism, so a requirement for "extra" protein over and above normal values also appears not to be a critical issue for competitive athletes because most would have to be in positive energy balance to compete effectively. At present there is no evidence to suggest that supplements are required for optimal muscle growth or strength gain. Strength-trained athletes should consume protein consistent with general population guidelines, or 12% to 15% of energy from protein. *Nutrition* 2004;20:689–695. ©Elsevier Inc. 2004

Several studies have shown that protein requirements for strength-trained or training athletes are elevated above those of sedentary individuals (Figure 4). In contrast, several other reports have suggested that exercise results in a more economic use of protein and may actually reduce protein requirements.⁴⁵ Retrospective analysis of available data (Figure 4) has indicated that a “safe” level of protein intake for strength-trained athletes is $1.33 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$; however, this estimate is based on nitrogen balance, which is at best a badly flawed approach for examining protein requirements. All things considered, it is abundantly clear that any protein requirement set for strength-training athletes is of little relevance, considering that these athletes habitually consume protein far in excess of any recommended level, even the pseudo-recommendation based on Figure 4, in their normal diet. In other sports of which strength and power are components, e.g., wrestling, rugby, ice hockey, or American football, a requirement for dietary protein would be easily met when the athlete is consuming adequate energy, which may have a much greater influence on protein requirements than protein itself. Therefore, as a guide, I believe that the joint position statement of the American College of Sports Medicine, the American Dietetic Association, and the Dietitians of Canada⁶² is the best guide that can be given: “Data are not presently available, however, to suggest that athletes need a diet substantially different from that recommended in the Dietary Guidelines for Americans or the Nutrition Recommendations for Canadians (55% to 58% of energy from carbohydrate, 12% to 15% of energy from protein, and 25% to 30% of energy from fat).” There is no evidence to suggest that protein supplements are more effective than consumption of high-quality protein from standard dietary sources.

Endurance Athletes. An increase in protein oxidation during endurance exercise, coupled with nitrogen balance studies, provides the basis for recommending increased protein intakes for recovery from intense endurance training (32). Nitrogen balance studies suggest that dietary protein intake necessary to support nitrogen balance in endurance athletes ranges from 1.2 to 1.4 g/kg/day (29-31). These recommendations remain unchanged even though recent studies have shown that protein turnover may become more efficient in response to endurance exercise training (29,32). Ultra-endurance athletes who engage in continuous activity for several hours or consecutive days of intermittent exercise should also consume protein at, or slightly above 1.2 to 1.4 g/kg/day (32). Energy balance, or the consumption of adequate energy, particularly carbohydrates, to meet those expended, is important to protein metabolism so that amino acids are spared for protein synthesis and not oxidized to assist in meeting energy needs (33,34). In addition, discussion continues as to whether sex differences in protein-related metabolic responses to exercise exist (35,36).

Strength Athletes. Resistance exercise may necessitate protein intake in excess of the RDA, as well as that needed for endurance exercise, because additional protein, essential amino acids in particular, is needed along with sufficient energy to support muscle growth (30,31). This is particularly true in the early phase of strength training when the most significant gains in muscle size occurs. The amount of protein needed to maintain muscle mass may be lower for individuals who routinely resistance train due to more efficient protein utilization (30,31). Recommended protein intakes for strength-trained athletes range from approximately 1.2 to 1.7 g/kg/day (30,32).

ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΑΓΩΝΙΣΜΑ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΓΡ/ΚΙΛΟ Σ.Β
Παιδιά και έφηβοι	1,8
Μυϊκή δύναμη και εκρηκτικότητα (ρίψεις, άρση βαρών, άλμα σε ύψος)	1,6-2
Χρονοβόρα, αερόβια, >60λ (ποδόσφαιρο, ποδηλασία, δρόμοι αντοχής, χειροσφαίριση)	1,5-2
Ερεθίσματα αερόβια, μυϊκό όγκο, δύναμη (κολύμβηση, πετοσφαίριση, κωπηλασία)	1,8-3
Ταχύτητα και μυϊκή δύναμη (100-200-400μ. τριπλούν, άλμα σε μήκος)	1,7-2,5
Τεχνικό αγώνισμα (ρυθμική, ξιφασκία, γυμναστική	1,2-1,5

Ζωικά Τρόφιμα	Φυτικά Τρόφιμα
35 γραμμάρια μοσχαρίσιο ή χοιρινό κρέας, κοτόπουλου ή αρνιού (μαγειρεμένη ποσότητα)	3-4 φέτες ψωμί ολικής άλεσης
40 γραμμάρια ψάρι (συμπεριλαμβανομένου και κονσέρβες όπως είναι ο τόνος)	2 φλιτζάνια δημητριακά πρωινού
2 μικρά αβγά	1½ κονσέρβα (220 γραμμάρια) φασόλια
35 γραμμάρια σκληρό τυρί με χαμηλά λιπαρά	2 φλιτζάνια μαγειρεμένα ζυμαρικά
3 κ.σ. τυρί cottage	2 φλιτζάνια μαγειρεμένο ρύζι
1 φλιτζάνι γάλα με χαμηλά λιπαρά	125 γραμμάρια τοφού
1 κεσεδάκι γιαούρτι (200 γραμμάρια)	50-60 γραμμάρια ξηροί καρποί ή σπόρια
150 ml υγρό συμπλήρωμα γεύματος	1 φλιτζάνι γάλα σόγιας

Συμπεράσματα ...

- Οι πρωτεϊνικές ανάγκες των αθλητών που κάνουν είτε αερόβια είτε αναερόβια άσκηση είναι περισσότερες από αυτές των ανθρώπων που δεν είναι δραστήριοι.
- Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι παραπάνω πρωτεϊνικές ανάγκες μπορούν εύκολα να καλυφτούν μέσω της αύξησης της θερμιδικής πρόσληψης που συνοδεύει έτσι κι αλλιώς την συστηματική γυμναστική.
- Αντί να καταναλώνει κανείς μεγάλες ποσότητες πρωτεΐνης σε ένα γεύμα, είναι προτιμότερο να συμπεριλαμβάνονται μικρές ποσότητες πρωτεϊνικά πλούσιων τροφίμων σε κάθε γεύμα, συμπεριλαμβανομένου των μικρογευμάτων πριν και μετά την άσκηση.



- Οι πρωτεϊνικές προσλήψεις αρκετά πάνω από τις συνιστώμενες ποσότητες δεν διεγείρουν επιπλέον την αύξηση των μυών ή την ανάκαμψη.
- Τα υγρά συμπληρώματα και οι σκόνες πρωτεΐνης που περιέχουν πολύτιμες ποσότητες υδατανθράκων και άλλων θρεπτικών συστατικών μπορούν να αποτελέσουν μέρος της διατροφής όταν τα τρόφιμα δεν είναι πρακτικά. Αυτά τα προϊόντα αποτελούν μία συμπυκνωμένη πηγή επιπλέον θρεπτικών συστατικών σε μία δίαιτα υψηλή σε θερμίδες ή ένα πρακτικό σνακ ανάκαμψης σε μία έντονη μέρα προπόνησης.
- Τα συμπληρώματα αμινοξέων δεν έχουν ερευνηθεί καταλλήλως και δεν συνιστώνται.

A Critical Examination of Dietary Protein Requirements, Benefits, and Excesses in Athletes

Stuart M. Phillips, Daniel R. Moore, and Jason E. Tang

**Table 1 Acceptable Macronutrient Distribution Ranges (AMDR)
as Defined by the Institute of Medicine (IOM) (33) and as Viewed by
Endurance and Strength Athletes as Sufficient**

Macronutrient	Dietary energy (AMDR)^a	Dietary energy (endurance athlete)^b	Dietary energy (strength athlete)^c
Carbohydrate	45–65%	55–80%	30–65%
Fat	20–35%	10–25%	15–30%
Protein	10–35%	10–20%	20–40%

^aThe AMDR as defined by the IOM is “a range of intakes for a particular energy source that is associated with reduced risk of chronic diseases while providing adequate intakes of essential nutrients” (33, p. 14). ^bDerived based on recommendations for carbohydrate intake for optimizing performance (12, 13) and working upward from those estimates, including a required amount of protein based on retrospective nitrogen-balance estimates (79), as well as allowances for the increased energy needs of these athletes. Fat percentages are derived by difference. ^cDerived based on recommendations of protein “requirements” from retrospective nitrogen-balance analysis (63) and working upward from those estimates to include sufficient nutrients for health, as well as the elevated energy requirements for these athletes to maintain and increase skeletal-muscle mass.

Conclusions and Practical Recommendations

To attain peak levels of performance athletes clearly need to be aware of their dietary intake of protein, as well as carbohydrate and a number of other micronutrients and minerals. Highly detailed and refined guidelines for intakes, however, are likely to be confusing for most athletes. Notwithstanding, it appears that emerging dietary guidelines for protein are in the range of $1.2\text{--}1.6\text{ g protein}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$. This level is greater than the RDA, with the general recommendation that the RDA is a protein intake designed simply to alleviate deficiency. More important, it is an intake that appears, based on experimental evidence (mostly nitrogen balance), to be adequate and more than sufficient. Should athletes aim to meet or exceed this intake? Quite simply, in the absence of evidence suggesting that higher intakes are beneficial, it is not yet possible to say that they will be beneficial. What appears to be critical, as with the recommendations for carbohydrate, is that timing of ingestion is very important. Put simply, protein should be consumed early during the postexercise recovery phase (i.e., immediately to 1 h after exercise). Protein quality also appears to be important in maximizing the accretion of muscle proteins, so athletes would do well to focus on high-quality protein sources such as dairy protein, eggs, and lean meat. When athletes find it inconvenient to consume such protein sources, more portable protein sources, particularly protein supplements, offer a practical alternative. The content of these protein supplements should be closely scrutinized by athletes for quality, however, because protein bars and drinks are highly heterogeneous in terms of their composition. The high-quality protein dose that appears to maximally stimulate muscle protein synthesis is close to 20–25 g; above this point protein synthesis is not additionally stimulated, but increases in amino acid oxidation and urea synthesis may result.