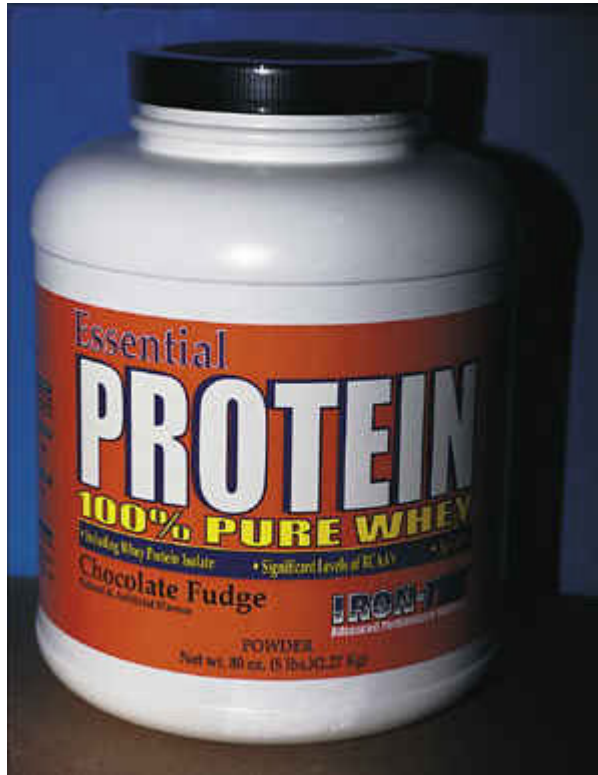


ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**«Κατανάλωση Πρωτεΐνης και Διατροφικά Συμπληρώματα
Πρωτεΐνης, με Έμφαση στους Αθλητές»**



Επιμέλεια εργασίας: Παυλίδου Μητροδώρα

ΕΠΟΠΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. Φραγκιαδάκης Α. Γεώργιος

Ακαδημαϊκό Έτος: 2004-2005

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ:

Ευχαριστώ θερμά τον επόπτη καθηγητή μου Δρ. Φραγκιαδάκη Α. Γεώργιο, για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε αλλά και την άριστη συνεργασία σε όλα τα στάδια της πτυχιακής μου εργασίας. Επίσης ευχαριστώ όλους εκείνους που με στήριξαν είτε ψυχολογικά είτε με τεχνικά μέσα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Ο αθλητισμός είναι ένας τρόπος ζωής τον οποίον πολλοί νέοι σήμερα επιλέγουν να ακολουθήσουν. Για να επέλθουν όμως, τα επιθυμητά αποτελέσματα από τον αθλητισμό, όπως οι μεγάλες επιδόσεις, η αρμονική σωματοδομή και ο υγιής, ανθεκτικός και δυνατός οργανισμός, απαραίτητοι είναι και άλλοι παράγοντες από τους οποίους πρωταρχικό ρόλο παίζει η επιστημονικά σχεδιασμένη διατροφή.

Στο διαιτολόγιο ενός αθλητή, λοιπόν, όπως και σε κάθε άνθρωπο που επιθυμεί να διατρέφεται σωστά, δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην αναλογία που περιέχονται τα θρεπτικά συστατικά στο ημερήσιο διαιτολόγιο καθώς και στην ποιότητα των τροφών που προσλαμβάνει. Για ανθρώπους ενεργητικούς, καθώς και για εκείνους που αθλούνται συστηματικά, οι αναλογίες αυτές παραμένουν σχεδόν ίδιες αλλά η ολική ενεργειακή κατανάλωση είναι αρκετά μεγαλύτερη με αποτέλεσμα και η πρόσληψη των επιμέρους θρεπτικών συστατικών να παρουσιάζεται μεγαλύτερη. Σε αυτό το σημείο δημιουργείται και η σύγχυση για το τί ποσά πρωτεΐνης πρέπει να καταναλώνει ένας αθλητής.

Είναι δυνατό να πεισθούμε για το γεγονός ότι οι πρωτεϊνικές ανάγκες στα σωματικώς δραστήρια άτομα είναι αυξημένες, και προφανώς σε μεγαλύτερη έκταση στα άτομα που έχουν στενή σχέση με την προπόνηση ισχύος (π.χ. body-builders) από ό,τι αυτοί που κάνουν προπόνηση αντοχής (π.χ. μαραθονοδρόμοι). Οι περιορισμένες διαθέσιμες πληροφορίες υποδεικνύουν ότι η επίδραση της άσκησης στις πρωτεϊνικές ανάγκες είναι πιθανώς μεγαλύτερη στους άνδρες από ότι στις γυναίκες. Επιπροσθέτως, η αυξημένη πρωτεϊνική ανάγκη είναι πιθανώς μεγαλύτερη σε καταστάσεις όπου και άλλοι παράγοντες συμβάλουν στην επίδραση της άσκησης. Ωστόσο, ακόμα υπάρχει σημαντική διαφωνία όσον αφορά στο μέγεθος αυτής της επίδρασης της άσκησης στις πρωτεϊνικές απαιτήσεις. Αυτή η διαφωνία επικεντρώνεται σε μια ποικιλία μεθοδολογικών ανησυχιών οι οποίες εκθέτουν ένα μεγάλο ποσοστό από τα πειραματικά στοιχεία που έχουν συλλεχθεί. Μία τέτοια μέθοδος είναι και ο προσδιορισμός του ισοζυγίου αζώτου.

Κατά την άσκηση πραγματοποιούνται πάρα πολλές διεργασίες στον οργανισμό του αθλητή όπου κύριο ρυθμιστικό ρόλο παίζει ο υποθάλαμος και το συμπαθητικό νευρικό σύστημα που με την έκκριση των διαφόρων ορμονών που προκαλούν, αντιμετωπίζουν τις διάφορες ανάγκες που δημιουργούνται.

Τα πλεονεκτήματα της διατήρησης καλής ενυδάτωσης κατά τη διάρκεια της άσκησης, τα πλεονεκτήματα της πρόσληψης διατροφής με υψηλή περιεκτικότητα υδατανθράκων, η σημαντικότητα του νατρίου στην παρακίνηση ταχείας και πλήρους

επανυδάτωσης, και η απερίγραπτη φύση της κατανάλωσης επαρκούς ενέργειας είναι παραδείγματα από καλά τεκμηριωμένες διατροφικές εφαρμογές γύρω από τις οποίες βασίζονται πολλά αθλητικά διατροφικά προϊόντα. Υπάρχουν, ωστόσο, πολλά προϊόντα που σχετίζονται με ισχυρισμούς που στερούνται επιστημονικής τεκμηρίωσης.

ΑΓΓΛΙΚΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

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. (Nutrition 2004)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....σελ. 1	σελ. 1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο Μακρομοριακά Θρεπτικά Συστατικά:	
Πηγές ενέργειας και Δομικά Συστατικά για τη Σύνθεση των Ιστών.....σελ. 3	σελ. 3
5.1 Υδατάνθρακες.....σελ. 3	σελ. 3
5.1.1 Λειτουργίες των υδατανθράκων.....σελ. 3	σελ. 3
5.1.2 Συνιστώμενη πρόσληψη υδατανθράκων.....σελ. 4	σελ. 4
5.2 Λίπη.....σελ. 4	σελ. 4
5.2.1 Λειτουργίες των λιπιδίων.....σελ. 5	σελ. 5
5.2.2 Συνιστώμενη πρόσληψη λιπιδίων.....σελ. 5	σελ. 5
5.3 Πρωτεΐνες.....σελ. 5	σελ. 5
5.3.1 Αμινοξέα.....σελ. 6	σελ. 6
1.3.1.α Απαραίτητα και μη απαραίτητα αμινοξέα.....σελ. 9	σελ. 9
1.3.2 Πηγές πρωτεϊνών.....σελ. 10	σελ. 10
1.3.3 Λειτουργία και γενική σημασία πρωτεϊνών.....σελ. 12	σελ. 12
1.3.4 Συνιστώμενη πρόσληψη πρωτεϊνών.....σελ. 13	σελ. 13
1.3.5 Χορήγηση απλών αμινοξέων.....σελ. 17	σελ. 17
1.3.6 Ποιότητα πρωτεϊνών – Μέθοδοι υπολογισμού της.....σελ. 17	σελ. 17
1.3.6.1 Τρόπος πέψης αμινοξέων.....σελ. 21	σελ. 21
5.1.1 Σύνοψη του πρωτεϊνικού μεταβολισμού.....σελ. 29	σελ. 29
5.1.2 Ο κύκλος αλανίνης – γλυκόζης.....σελ. 30	σελ. 30
5.1.3 Ο καταβολισμός των πρωτεϊνών διευκολύνει την απώλεια ύδατος.....σελ. 31	σελ. 31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο Ισοζύγιο Αζώτου.....σελ. 32	σελ. 32
2.1 Ορισμός – Σημασία υπολογισμού του.....σελ. 32	σελ. 32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο Οι Ορμόνες στην Άσκηση και την Προπόνηση.....σελ. 34	σελ. 34
3.1 Τι είναι οι ορμόνες.....σελ. 34	σελ. 34
3.2 Πώς δρουν οι ορμόνες.....σελ. 34	σελ. 34
3.3 Νευρική διέγερση.....σελ. 35	σελ. 35
3.4 Βελτιστοποίηση της απόκρισης στην άσκηση.....σελ. 35	σελ. 35
3.5 Ορμόνες του πρόσθιου λοβού της υπόφυσης.....σελ. 36	σελ. 36

3.5.1	GH (αυξητική ορμόνη ή σωματοτροπίνη), Άσκηση και Ιστική Σύνθεση.....σελ. 36
5.1.1	Θυρεοειδοτρόπος Ορμόνη.....σελ. 36
5.1.2	Φλοιοτρόπος Ορμόνη.....σελ. 36
5.1.3	Προλακτίνη.....σελ. 37
5.1.4	Γοναδοτρόπες Ορμόνες.....σελ. 37
5.2	Ορμόνες του οπίσθιου λοβού της υπόφυσης.....σελ. 38
5.3	Θυρεοειδικές ορμόνες.....σελ. 38
5.4	Ορμόνες των επινεφριδίων.....σελ. 39
5.1.1	Ορμόνες του μυελού των επινεφριδίων.....σελ. 39
5.1.2	Ορμόνες του φλοιού των επινεφριδίων.....σελ. 39
5.1.2.1	Αλατοκορτικοειδή.....σελ. 39
5.1.2.2	Γλυκοκορτικοειδή.....σελ. 40
5.1.2.3	Ανδρογόνα.....σελ. 41
5.2	Παγκρεατικές Ορμόνες.....σελ. 41
5.2.1	Ινσουλίνη – γλυκαγόνη.....σελ. 41
3.10	Προπόνηση αντίστασης κι ενδοκρινική λειτουργία.....σελ. 42

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο Ασκοούμενοι:

	Χαρακτηριστικά – Διατροφικές ανάγκες – Προπόνηση.....σελ. 44
5.1	Άρση βαρών και αθλήματα δύναμης.....σελ. 44
5.2	Πέψη και ικανότητα απόδοσης.....σελ. 45
5.3	Ιδανική διατροφή αθλουμένων.....σελ. 46
5.4	Γενικές διατροφικές αρχές για τους αθλητές.....σελ. 47
5.5	Φάσεις διατροφής μέσα στις διάφορες ομάδες αθλημάτων.....σελ. 49
5.6	Η διατροφή στα αθλήματα δύναμηςσελ. 51
5.7	Διατροφή κατά την προπόνηση.....σελ. 53
5.8	Οι πρωτεΐνες μετά την άσκηση βοηθούν στην αποκατάσταση...σελ. 55
5.9	Η πλούσια σε πρωτεΐνες διατροφή του αθλητή.....σελ. 57
5.10	Αποδείξεις ότι οι πρωτεϊνικές ανάγκες αυξάνονται με τη σωματική άσκηση.....σελ. 57
5.11	Είναι υγιεινές αυτές οι μετριοπαθώς αυξημένες συστάσεις πρωτεΐνης;.....σελ.70
5.12	Συμπληρώματα πρωτεϊνών: είναι απαραίτητα;.....σελ. 72

5.13	Κάποιοι αθλητές χρειάζονται συμπληρώματα.....σελ.	74
5.14	Πρωτεϊνικές συστάσεις και η γυναίκα αθλήτρια.....σελ.	75
5.15	Προπόνηση δύναμης.....σελ.	76
5.16	Μυϊκή υπερτροφία.....σελ.	79
	5.16.1 Μυϊκή υπερτροφία και επίπεδα τεστοστερόνης.....σελ.	80
	5.16.2 Υπερτροφία των μυϊκών ινών: άνδρες έναντι γυναικών...σελ	81
5.17	Μυϊκή υπερπλασία.....σελ.	81

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο Διατροφικά συμπληρώματα πρωτεΐνης:

Προϊόντα αθλητικής διατροφής.....σελ.	83	
5.1	Τί είναι αθλητικό συμπλήρωμα διατροφής;.....σελ.	83
5.2	Συμπληρώματα πρωτεϊνών και αμινοξέων.....σελ.	84
5.3	Επιλογή συμπληρωμάτων πρωτεΐνης.....σελ.	85
5.4	Σκευάσματα συμπυκνωμένων πρωτεϊνών.....σελ.	90
5.5	Θεωρητικοί «προωθητές» μυϊκής ανάπτυξης.....σελ.	92
5.6	Σκευάσματα αποκατάστασης και ανασύνθεσης.....σελ.	92
5.7	Επιλογή συμπληρωμάτων αμινοξέων.....σελ.	93
5.8	Παρενέργειες χρήσης αμινοξέων.....σελ.	94
5.9	Χρήση μεμονωμένων αμινοξέων και ημιτελών συνδυασμών αμινοξέων.....σελ.	95
5.10	Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα τρόπων λήψης συμπληρωμάτων.....σελ.	100
5.11	Συμπληρώματα: Τοξικότητα και παρενέργειες.....σελ.	100
5.12	Συμπέρασμα.....σελ.	101
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....σελ.	102	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ.	104	

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σημερινός αθλητής δεν πρέπει μόνο να προπονείται σωστά, αλλά για να προσαρμόζει την προετοιμασία του και να επιτυγχάνει πρέπει να είναι και πάρα πολύ καλά ενημερωμένος για τις διατροφικές, προπονητικές και άλλες εξελίξεις που αφορούν το άθλημά του ειδικά και τον αθλητισμό γενικότερα. Το ανθρώπινο σώμα είναι το βασικό εργαλείο του αθλητή αλλά ταυτόχρονα μια πολύπλοκη και ευαίσθητη «μηχανή». Οι τροφές είναι το καύσιμο του σώματος και ταυτόχρονα το οικοδομικό του υλικό. Η απαραίτητη ποιότητα και ποσότητα των τροφών λαμβάνεται μέσω της επιστημονικά σχεδιασμένης διατροφής, η οποία θεωρείται το κλειδί της επιτυχίας για μεγάλη ποικιλία αθλημάτων.

Οι αθλητές σήμερα χρησιμοποιούν προγράμματα διατροφής που εξυπηρετούν πολλαπλές φυσιολογικές ανάγκες, π.χ. δίνουν τη δυνατότητα στον οργανισμό να πετύχει θετική ισορροπία αζώτου, επάρκεια γλυκογόνου στους μυς και το συκώτι, όπως και περιορισμό του λίπους στις λιπαροθήκες. Τα μεγάλα γεύματα δεν εξυπηρετούν τις παραπάνω ανάγκες. Αντίθετα, τα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι πολλά μικρά γεύματα, ισορροπημένης σύνθεσης, εξυπηρετούν στην πληρέστερη αφομοίωση και αξιοποίηση των συστατικών τους στο μεταβολισμό, προκαλούν ήπια έκκριση ινσουλίνης και χαμηλό δείκτη εναπόθεσης λίπους (Steinhaus, 1984).

Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι τα μικρά και συχνά γεύματα συσχετίζονται με ικανοποιητικότερα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, ελαττώνουν τα επίπεδα χοληστερόλης στο αίμα, εμποδίζουν το σχηματισμό λίπους και διατηρούν ανέπαφο τον υπάρχοντα μυϊκό ιστό ενώ συμβάλλουν και στη δημιουργία νέου μυϊκού ιστού. Αν η διατροφή είναι λανθασμένη, τότε όσο καλή κι αν είναι η προπόνηση δε θα «κτίζονται» μυς αλλά θα «καταστρέφονται» (Buerger, 1968).

Η μη χρησιμοποίηση πρωτεϊνών από τους μυϊκούς ιστούς για ενεργειακούς σκοπούς αποτελεί πρωταρχική επιδίωξη (Todd, 1986) και κρίσιμο παράγοντα σε προαγωνιστικές περιόδους προετοιμασίας. Η κατανάλωση σύνθετων υδατανθράκων και αμινοξέων βοηθά στη μείωση της πιθανότητας πρωτεϊνικής διάσπασης. Οι βαριά προπονούμενοι αθλητές χρειάζονται περισσότερες πρωτεΐνες για ανάπλαση των ιστών. Οι Jensen (1988) και Fisher (1990) προτείνουν 1,5 gr/ κιλό βάρους και το 22-25% των συνολικών θερμίδων να προέρχονται από πρωτεΐνες. Άλλες έρευνες προτείνουν λιγότερη ή μεγαλύτερη ποσότητα πρωτεϊνών ανάλογα με τη σωματοδομή του αθλητή, το αγώνισμα και την περιοδικότητα της προπόνησης. Είναι πιθανό, οι αθλητές που

προπονούνται με βάρη να χρειάζονται λίγο περισσότερες πρωτεΐνες από το μέσο αθλητή και οι αθλητές που αγωνίζονται με βάρη περισσότερες πρωτεΐνες από όλους τους άλλους αθλητές (Bollaski, 1978).

Σε ότι αφορά την ανάπτυξη (αύξηση) της μυϊκής μάζας, η προσπάθεια πρέπει να είναι αργή και με ρυθμό όχι πάνω από 2 κιλά προστιθέμενου βάρους/ μήνα. Μελέτες δείχνουν ότι ένας αρχάριος αθλητής μπορεί να κερδίσει μέχρι και 10 κιλά μυών το χρόνο ενώ ο προχωρημένος αθλητής δεν μπορεί να κερδίσει πάνω από 2-3 κιλά σε ετήσια βάση εάν βέβαια δε χρησιμοποιεί αναβολικά φάρμακα (Δεδούκος, 1995).

Όσον αφορά την απόδοση του αθλητή στο αγώνισμα, αποδεδειγμένα, πέντε διατροφικοί παράγοντες την επηρεάζουν. Η αφυδάτωση, η απώλεια γευμάτων, η έλλειψη θρεπτικών στοιχείων λόγω κακής ποιότητας της τροφής, η τροφική δηλητηρίαση και οι τροφικές αλλεργίες. Με αυτό το σκεπτικό, ο αθλητής θα πρέπει να καταναλώνει μεγάλες ποσότητες νερού για να αποφύγει την αφυδάτωση, να ακολουθεί ένα σωστό διαιτολόγιο για να αποφύγει δηλητηριάσεις, αλλεργίες και θρεπτικές ανεπάρκειες, τέλος να παίρνει κάποια συμπληρώματα στην περίπτωση που η δίαιτα δεν είναι δυνατόν να του προσφέρει μία πλήρη θρεπτική κάλυψη (π.χ. κάλυψη σιδήρου σε αθλήτριες). Τα συμπληρώματα διατροφής είναι απαραίτητα για τον αθλητή μόνο εάν χρησιμοποιούνται σωστά, δηλαδή στα «συμπληρώματα» (Δεδούκος, 1995).

Μακρομοριακά Θρεπτικά Συστατικά:

Πηγές ενέργειας και Δομικά Συστατικά για τη Σύνθεση των Ιστών

Οι υδατάνθρακες, τα λιπίδια και οι πρωτεΐνες είναι εκείνα τα θρεπτικά συστατικά τα οποία σε καθημερινή βάση καταναλώνονται προκειμένου να παραχθεί η ενέργεια που απαιτείται για την πραγματοποίηση των διαφόρων βιολογικών λειτουργιών του οργανισμού, τόσο σε κατάσταση ηρεμίας όσο και κατά την άσκηση. Εκτός από το ρόλο τους όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας, αυτά τα θρεπτικά συστατικά (τα οποία ονομάζονται μακρομοριακά θρεπτικά συστατικά) έχουν πολύ σημαντικό ρόλο στην δόμηση και ανάπλαση των ιστών του σώματος ενώ επηρεάζουν και τις λειτουργίες του (Κλεισούρας, 2001).

1.1 Υδατάνθρακες

Οι **υδατάνθρακες** είναι ουσίες οι οποίες σχηματίζονται από τη συνένωση ατόμων άνθρακα, οξυγόνου και υδρογόνου, και μάλιστα κατά τέτοιο τρόπο ώστε συχνά σε κάθε άτομο οξυγόνου να αναλογούν ένα άτομο άνθρακα και δύο άτομα υδρογόνου. Ο γενικός χημικός τύπος που παριστά τους υδατάνθρακες είναι $(CH_2O)_n$, όπου το n , για τις στοιχειώδεις μονάδες (μονοσακχαρίτες) μπορεί να κυμαίνεται από 3 έως 7 άτομα άνθρακα. Οι υδατάνθρακες διακρίνονται σε μονοσακχαρίτες (γλυκόζη, φρουκτόζη, γαλακτόζη κ.λπ.), δισακχαρίτες (σουκρόζη, μαλτόζη, λακτόζη κ.λπ.) και πολυσακχαρίτες (κυτταρίνη, άμυλο, γλυκογόνο κ.λπ.) ανάλογα με τον αριθμό των απλών σακχάρων (στοιχειώδεις μονάδες ή μονοσακχαρίτες) που περιλαμβάνουν στην αλυσίδα τους (Κλεισούρας, 2001).

1.1.1 Λειτουργίες των Υδατανθράκων

Οι υδατάνθρακες επιτελούν σοβαρές λειτουργίες που σχετίζονται με την άσκηση. Η κύρια λειτουργία των υδατανθράκων στον οργανισμό είναι η παραγωγή ενέργειας. Η ενέργεια που παράγεται από τη διάσπαση (καταβολισμό) της γλυκόζης και του γλυκογόνου χρησιμοποιείται σε μεγάλο ποσοστό για τη μυϊκή συστολή, αλλά και για άλλου είδους βιολογικές διεργασίες. Όταν η αποθηκευτική ικανότητα του μυϊκού

κυττάρου για το γλυκογόνο κορεσθεί, τότε η περίσσεια της γλυκόζης μετατρέπεται σε λίπος. Έτσι μπορούμε να καταλάβουμε για ποιο λόγο το βάρος αυξάνεται όταν η περίσσεια των θερμίδων λαμβάνεται υπό μορφή υδατανθράκων. Άλλες λειτουργίες που επιτελούν οι υδατάνθρακες είναι δειγματοληπτικά οι ακόλουθες:

- Παρέχοντας ενέργεια, προστατεύουν τις πρωτεΐνες του μυϊκού ιστού από διάσπαση για παραγωγή ενέργειας (εφεδρεία πρωτεΐνης).
- Βοηθούν το μεταβολισμό των λιπών. Προϊόντα καταβολισμού υδατανθράκων, π.χ. το οξαλοξικό οξύ, είναι χρήσιμα στον καταβολισμό των λιπών επειδή συμμετέχουν σε λειτουργίες όπως ο κύκλος του κιτρικού οξέος (Krebs).
- Αποτελούν το κύριο «καύσιμο» για το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (Κ.Ν.Σ.). (Κλεισούρας, 2001).

1.1.2 Συνιστώμενη Πρόσληψη Υδατανθράκων

Σε μια τυπική διαίτα το 50-55% των συνολικών θερμίδων προσλαμβάνεται υπό μορφή υδατανθράκων. Για ένα φυσιολογικό ενήλικα, ο οποίος κάνει καθιστική ζωή και έχει βάρος περίπου 70kg, η απαραίτητη ημερήσια πρόσληψη υδατανθράκων ανέρχεται περίπου στα 220-300g. Για ανθρώπους πιο ενεργητικούς, καθώς και για εκείνους που αθλούνται συστηματικά, θα πρέπει το 60% των προσλαμβανόμενων ημερησίων θερμίδων να είναι με τη μορφή υδατανθράκων (δηλαδή 400-600g). Η ποσότητα αυτή των υδατανθράκων επαρκεί για να συντηρήσει ενεργειακά ένα αυξημένο επίπεδο φυσικής δραστηριότητας. (Κλεισούρας, 2001).

1.2 Λίπη

Τα μόρια των λιπιδίων αποτελούνται από τα ίδια δομικά στοιχεία με εκείνα των υδατανθράκων (C, H, O). Η διαφορά τους έγκειται στον τρόπο διασύνδεσης των ατόμων, ο οποίος είναι τελείως διαφορετικός. Πιο συγκεκριμένα, η αναλογία των ατόμων υδρογόνου προς τα άτομα οξυγόνου είναι σαφώς μεγαλύτερη στα λιπίδια. Παραδείγματος χάριν, ένα σύνθετος μόριο, η στεατίνη (ή τρι-στεατίνη) έχει τον ακόλουθο χημικό τύπο $C_{57}H_{110}O_6$ στο οποίο παρατηρούμε ότι η αναλογία H:O είναι περίπου 18:1, ενώ η ίδια αναλογία στους υδατάνθρακες είναι 2:1. Σύμφωνα με μια απλή ταξινόμηση τα λιπίδια διακρίνονται σε τρεις κύριους τύπους:

α) Σε «απλά» λίπη (λιπαρά οξέα, μονογλυκερίδια, διγλυκερίδια, τριγλυκερίδια, χολοστερόλη).

β) Σε «σύνθετα» λίπη δηλαδή απλά λίπη συνδεδεμένα με άλλες χημικές ενώσεις, (φωσφολιπίδια, γλυκολιπίδια, λιποπρωτεΐνες).

γ) Σε παράγωγα λίπους, που προκύπτουν σαν αποτέλεσμα διάσπασης ή χημικής τροποποίησης (στεροειδείς ορμόνες, λιποδιαλυτές βιταμίνες, προσταγλαδίνες). Επίσης διακρίνονται σε κορεσμένα και ακόρεστα (μονοακόρεστα και πολυακόρεστα), σύμφωνα με τον τύπο των χημικών δεσμών που συνδέουν τα άτομα άνθρακα στο μόριό τους (απλοί και διπλοί ή τριπλοί δεσμοί, αντίστοιχα). (Κλεισούρας, 2001).

1.2.1 Λειτουργίες των Λιπιδίων

Τα λιπίδια εξυπηρετούν ουσιαστικές λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού, όπως είναι:

- Παροχή και αποθήκευση ενέργειας (1g λίπους = 9 kcal)
- Προστασία (καρδιά, ήπαρ, νεφροί, σπλήνας, εγκέφαλος και νωτιαίος μυελός) και θερμομόνωση
- Μεταφορά βιταμινών (A, D, E, K) και καταστολή της πείνας (μακρόχρονη πέψη / μεγαλύτερη παραμονή στο στομάχι / καθυστέρηση εμφάνισης αισθήματος πείνας / δημιουργία αισθήματος πληρότητας/κορεσμού). (Κλεισούρας, 2001).

1.2.2 Συνιστώμενη Πρόσληψη Λιπιδίων

Σε τεχνολογικά αναπτυγμένες κοινωνίες, το προσλαμβανόμενο από τις τροφές λίπος, αντιστοιχεί περίπου στο 38% της συνολικής πρόσληψης θερμίδων. Παρόλο που δεν έχουν καθοριστεί ακόμη τα όρια για τη βέλτιστη πρόσληψη λίπους, είναι γενικά παραδεκτό στην ιατρική κοινότητα ότι για να επιτύχουμε καλή υγεία δε θα πρέπει η ημερήσια πρόσληψη λίπους να ξεπερνά το 30% της ημερήσιας ποσότητας ενέργειας. Από αυτήν την ποσότητα του λίπους το 70% του λίπους θα πρέπει να είναι ακόρεστα λιπαρά οξέα (μονοακόρεστα κυρίως αλλά και πολυακόρεστα). (Κλεισούρας, 2001)

1.3 Πρωτεΐνες

Ο όρος **πρωτεΐνες** προέρχεται από τα Ελληνικά και σημαίνει **πρωταρχικής σημασίας**. Οι πρωτεΐνες μοιάζουν δομικά με τους υδατάνθρακες και τα λιπίδια, καθώς κάθε μόριο σχηματίζεται κυρίως από άτομα άνθρακα, υδρογόνου και οξυγόνου. Η κύρια διαφορά είναι ότι οι πρωτεΐνες περιέχουν και άτομα αζώτου, θείου, φωσφόρου και σιδήρου. Οι αζωτούχες ομάδες αποτελούν το 16% περίπου ενός μορίου πρωτεΐνης.

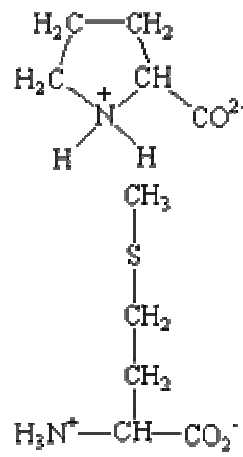
1.3.1 Αμινοξέα

Οι βασικές δομικές μονάδες των πρωτεϊνών είναι τα **αμινοξέα**. Πρόκειται για μικρά οργανικά συστατικά τα οποία περιέχουν τουλάχιστον μία αμινομάδα (-NH₂) και μια καρβοξυλομάδα (-COOH). Η διαφορά μεταξύ των αμινοξέων εντοπίζεται στις **πλευρικές αλυσούς**. Τα αμινοξέα συνδέονται μεταξύ τους με **πεπτιδικούς δεσμούς**, δηλαδή με ένωση της αμινομάδας του ενός αμινοξέος και της καρβοξυλομάδας του επόμενου, με ταυτόχρονη αποβολή ενός μορίου νερού. Από την ένωση δύο αμινοξέων προκύπτει ένα διπεπτίδιο και από τη σύνδεση τριών αμινοξέων ένα τριπεπτίδιο. Η σύνδεση ενός μεγάλου αριθμού αμινοξέων (περισσότερα από 1000) συνιστά ένα πολυπεπτίδιο (Κλεισούρας, 2001).

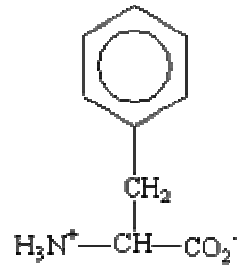
Τα 20 αμινοξέα των πρωτεϊνών

NAME	STRUCTURE (AT NEUTRAL pH)
<i>Άπολες, υδροφοβικές ομάδες Nonpolar (Hydrophobic) R Groups</i>	
Γλυκίνη Glycine (Gly)	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{CH} - \text{CO}_2^- \end{array}$
Αλανίνη Alanine (Ala)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{CH} - \text{CO}_2^- \end{array}$
Βαλίνη Valine (Val)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad / \\ \text{CH} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{CH} - \text{CO}_2^- \end{array}$
Λευκίνη Leucine (Leu)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad / \\ \text{CH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{CH} - \text{CO}_2^- \end{array}$
Ισολευκίνη Isoleucine (Ile)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_2\text{CH}_3 \\ \diagdown \quad / \\ \text{CH} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{CH} - \text{CO}_2^- \end{array}$
Προλίνη Proline (Pro)	

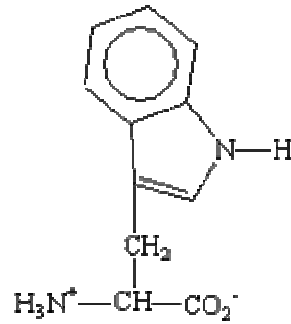
Μεθειονίνη
Methionine (Met)



Φαινυλαλανίνη
Phenylalanine (Phe)

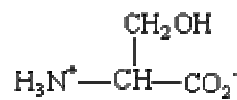


Τρυπτοφάνη
Tryptophan (Trp)

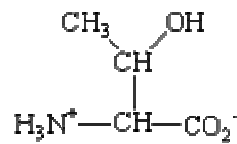


*Πολικές, υδρόφιλες
ομάδες
Polar (Hydrophilic) R
Groups*

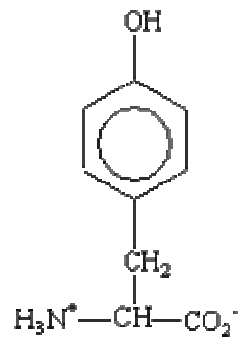
Σερίνη
Serine
(ser)



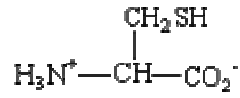
Θρεονίνη
Threonine
(Thr)



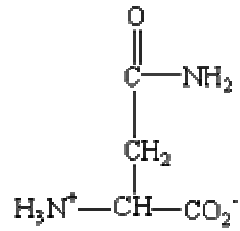
Τυροσίνη
Tyrosine
(Tyr)



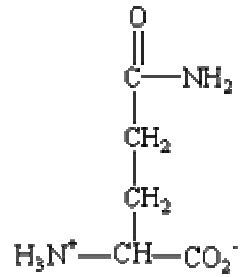
Κυστεΐνη
Cysteine
(Cys)



Ασπαραγγίνη
Asparagine
(Asn)

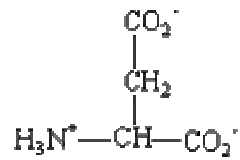


Γλουταμίνη
Glutamine
(Gln)

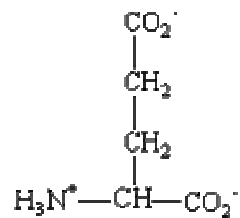


*Αρνητικά Φορτισμένες
Ομάδες
Negatively Charged R
Groups*

Ασπαρτικό οξύ
Aspartic acid (Asp)

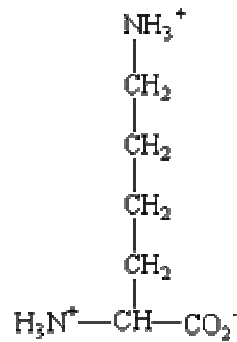


Γλουταμικό οξύ
Glutamic acid
(Glu)

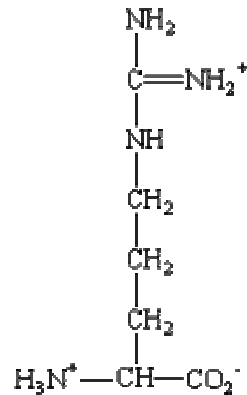


*Positively Charged R
Groups*

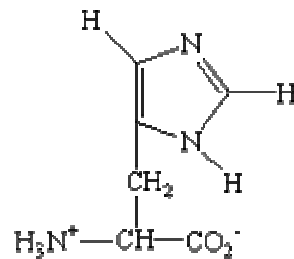
Lysine
(Lys)



Arginine
(Arg)



Histidine
(His)



1.3.1.α Απαραίτητα και Μη Απαραίτητα Αμινοξέα

Ο οργανισμός χρειάζεται απαραίτητα 20 διαφορετικά αμινοξέα. Τα αμινοξέα αυτά μπορεί να βρίσκονται κατά δεκάδες ή και χιλιάδες σε ένα πρωτεϊνικό μόριο. Από τα αμινοξέα αυτά εννιά δεν μπορεί να συνθέσει ο οργανισμός από μόνος του σε ποσότητα που μπορεί να αποτρέψει εκτροπή της φυσιολογικής λειτουργίας. Αυτά τα αμινοξέα καλούνται **απαραίτητα** ή **αναντικατάστατα** διότι παρέχονται στον οργανισμό μέσω των τροφών και είναι: η ιστιδίνη (στα βρέφη), η λευκίνη, η λυσίνη, η ισολευκίνη, η μεθειονίνη, η φαινυλαλανίνη, η θρεονίνη, η τρυπτοφάνη και η βαλίνη. Τα υπόλοιπα αμινοξέα μπορούν να παρασκευαστούν στον ανθρώπινο οργανισμό και καλούνται **μη απαραίτητα** ή **αντικαταστήσιμα** αμινοξέα. Αυτό δε σημαίνει ότι δεν έχουν ουσιώδη

φυσιολογική σημασία για τη λειτουργία του οργανισμού, αλλά απλά ότι ο οργανισμός μπορεί να τα συνθέσει από αποδομημένα πρωτεϊνικά και μη πρωτεϊνικά συστατικά σε ρυθμό που ικανοποιεί τις απαιτήσεις για φυσιολογική ανάπτυξη των ιστών και αποκατάσταση των ιστικών βλαβών (Κλεισούρας, 2001).

Τέλος, υπάρχουν και τα **ημι-απαραίτητα** αμινοξέα και είναι αυτά που κάτω από συγκεκριμένες μεταβολικές συνθήκες δεν μπορούν να παραχθούν επαρκώς. Έτσι, το αμινοξύ ιστιδίνη είναι απαραίτητο στη βρεφική ηλικία, στους ενήλικες όμως όχι (Peter Konopka, 1996).

Πίνακας 1. Κατάταξη των αμινοξέων

Απαραίτητα	Ημι-απαραίτητα	Μη απαραίτητα
Ισολευκίνη	Αργινίνη	Αλανίνη
Λευκίνη	Ιστιδίνη *	Ασπαραγινικό οξύ
Λυσίνη		Κυστίνη
Μεθειονίνη		Γλουταμινικό οξύ
Φαινυλανίνη		Γλυκίνη
Θρεονίνη		Υδροξυπρολίνη
Τρυπτοφάνη		Προλίνη
Βαλίνη		Σερίνη
		Τυροσίνη

* Η ιστιδίνη είναι για τα βρέφη απαραίτητο αμινοξύ (κατά BASSLER/FEKL/LANG).

1.3.2 Πηγές Πρωτεϊνών

α) Τροφικές πηγές

Οι συνήθεις πηγές υψηλής ποιότητας πρωτεϊνών (που περιέχουν δηλαδή πρωτεΐνες με ολόκληρο το φάσμα των απαραίτητων αμινοξέων) είναι τα αυγά, το γάλα, το κρέας, το ψάρι και τα πουλερικά. Το μίγμα των πρωτεϊνών που περιέχονται στο αυγό θεωρείται ότι είναι πληρέστερο και καλύτερο σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη τροφή, καθώς περιέχει και το υψηλότερο ποσοστό λευκωμάτων. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα απαραίτητα αμινοξέα μπορεί να αποκτηθούν και με την κατανάλωση φυτικών τροφών όπως είναι τα όσπρια (μπιζέλια, φασόλια, φακές), τα δημητριακά (φύτρες σιταριού!) και τα προϊόντα δημητριακών, οι πατάτες, το ρύζι και τα ζυμαρικά καθώς και οι σπόροι, τα φουντούκια και τα καρύδια (πιν.2). Κάθε τροφή όμως περιέχει αυτά τα αμινοξέα σε διαφορετική ποσότητα και ποιότητα. Τα τελευταία χρόνια τα 2/3 των πρωτεϊνών του διαιτολογίου προέρχονται από τροφές ζωικής προέλευσης, ενώ πριν από 80 περίπου έτη οι πρωτεΐνες προσλαμβάνονταν εξίσου από φυτικές και ζωικές τροφές. Η στροφή αυτή προς τις ζωικές

τροφές που παρατηρείται στις μέρες μας είναι κατά κύριο λόγο υπεύθυνη για τη σχετικά αυξημένη πρόσληψη χοληστερόλης και κορεσμένων λιπών που υπάρχουν στους ζωικούς ιστούς (Κλεισούρας, 2001).

Πίνακας 2. Πηγές πρωτεϊνών (Peter Konopka, 1996)

Τροφές	Γραμμάρια πρωτεϊνών ανά 100 g τροφής	Τροφές	Γραμμάρια πρωτεϊνών ανά 100 g τροφής
κρέας	έως 21	φύτρες σιταριού	27 έως 28
ψάρι	έως 21	όσπρια	23 έως 25
ζαμπόν	18 έως 20	ψωμί	6 έως 10
λουκάνικο	10 έως 15	πατάτες	2
τυρί	20 έως 30	ρύζι	7
γάλα	3 έως 4	ζυμαρικά	13
Quark	12 έως 17	φουντούκια/καρύδια	14 έως 26
αυγό	13		

β) Σύνθεση στον Οργανισμό

Τα μη απαραίτητα αμινοξέα μπορούν να συντεθούν στον ανθρώπινο οργανισμό από υδατάνθρακες και λιπίδια. Σε αυτή τη διαδικασία η προσθήκη της αμινομάδας καλείται **τρανσαμίνωση** και επιτελείται ως εξής: ένα μόριο π.χ. πυροσταφυλικού οξέος συνδέεται με την αμινομάδα (-NH₂) του αμινοξέος γλουταμινικό οξύ προκειμένου να σχηματιστεί το αμινοξύ αλανίνη. Σαν αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας τρανσαμίνωσης, το γλουταμινικό οξύ χάνει τη μία αμινομάδα και μετατρέπεται σε ένα διαφορετικό προϊόν το οποίο καλείται α-κετογλουταρικό οξύ. Αυτό το προϊόν τώρα είναι δυνατό να μεταβολισθεί για την παραγωγή ενέργειας ή να επαναπροσλάβει μια αμινομάδα και να ξανασηματίσει ένα νέο αμινοξύ.

Η αντίθετη της τρανσαμίνωσης διαδικασία καλείται **απαμίνωση**. Κατά τη διαδικασία αυτή απομακρύνεται μια αμινομάδα από ένα μόριο αμινοξέος. Ο εναπομείναντας ανθρακικός σκελετός μπορεί να μετατραπεί σε υδατάνθρακα ή λιπίδιο και να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας. Η αποκοπέισα (αφαιρεθείσα) αμινομάδα μεταβολίζεται στο ήπαρ σε ουρία και εν συνεχεία αποβάλλεται από τους νεφρούς (Κλεισούρας, 2001).

1.3.3 Λειτουργία και γενική σημασία πρωτεϊνών

Οι πρωτεΐνες είναι οι βασικοί δομικοί λίθοι των κυττάρων όλων των έμβιων όντων. Γι' αυτό εξάλλου ονομάζονται πρωτεΐνες χωρίς αυτές δεν υπάρχει ζωή. Κάθε έμβιο ον έχει την ατομική του σύνθεση πρωτεϊνών, πράγμα που καθιστά ιδιαίτερα δύσκολη τη μεταφορά αίματος, ιστών ή οργάνων από τον έναν οργανισμό στον άλλον. Σε κάθε κύτταρο βρίσκονται ως και 5000 διαφορετικά είδη πρωτεϊνών, κυρίως ένζυμα. Μέσα στον κυτταρικό πυρήνα είναι αποθηκευμένο πληροφοριακό υλικό για πάνω από 2.000.000 διαφορετικές πρωτεΐνες. Ως ένζυμα (βιολογικοί καταλύτες) συμμετέχουν σε όλες σχεδόν τις βιοχημικές διαδικασίες. Πολλές πρωτεΐνες έχουν «αρμοδιότητα» μεταφοράς, π.χ. η αιμοσφαιρίνη μεταφέρει το οξυγόνο, οι πρωτεΐνες του πλάσματος θρεπτικές ουσίες και προϊόντα του μεταβολισμού. Ως συστατικό μέρος των ορμονών έχουν συχνά λειτουργία «αγγελιοφόρου». Όπως αναφέραμε παραπάνω, οι πρωτεΐνες αποτελούν τα σημαντικότερα δομικά στοιχεία του οργανισμού, ως δομικοί λίθοι των μυϊκών ινών (ακτίνη, μυοσίνη) και ως προστατευτικές πρωτεΐνες της χόνδρινης ουσίας των οστών, των τενόντων και του δέρματος (Peter Konopka, 1996). Εκτός από το δομικό τους ρόλο, οι πρωτεΐνες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση και διατήρηση της ηλεκτρολυτικής ισορροπίας στα υγρά του σώματος. Αυτή η ρυθμιστική λειτουργία είναι ιδιαίτερα σημαντική κατά τη διάρκεια της έντονης άσκησης κατά την οποία παράγονται και μεγάλες ποσότητες οξειδωτικών μεταβολικών προϊόντων. Οι πρωτεΐνες είναι παρούσες στο αίμα και ρυθμίζουν το ισοζύγιο υγρών και ηλεκτρολυτών. Για παράδειγμα, οι σφαιρίνες και οι αλβουμίνες είναι δύο πρωτεΐνες του πλάσματος, οι οποίες καθορίζουν την οσμωτική πίεση στην κυκλοφορία του αίματος. Η οσμωτική πίεση καθορίζει την ικανότητα του υγρού στοιχείου του αίματος ή των συστατικών του ορού να διαχέεται από τα τριχοειδή αγγεία της κυκλοφορίας στους παρακείμενους ιστούς υπό την επίδραση της αρτηριακής πίεσης του αίματος. Με τον τρόπο αυτό διατηρείται σταθερός ο όγκος του πλάσματος και διατηρείται ο ορός στα αγγεία του οργανισμού (Κλεισούρας, 2001). Τέλος, συμμετέχουν στο ανοσοποιητικό σύστημα του οργανισμού, αφού αποτελούν τα αντισώματα για την άμυνα κατά ουσιών ξένων στο σώμα.

Παρά το μεγάλο αριθμό των διαφόρων πρωτεϊνών, οι δομικοί τους λίθοι είναι πολλοί λίγοι. Για τον άνθρωπο, όπως προαναφέρθηκε, υπάρχουν συνολικά μόνο 20 αμινοξέα, τα οποία όμως έχουν έναν απίστευτα μεγάλο αριθμό δυνατοτήτων συνδυασμού (10^{130} !). Οι διάφορες πρωτεΐνες (πιν.3) κατατάσσονται σύμφωνα με τη σύνθεσή τους, τη δομή και τη λειτουργία τους και χαρακτηρίζονται ανάλογα (Peter Konopka, 1996).

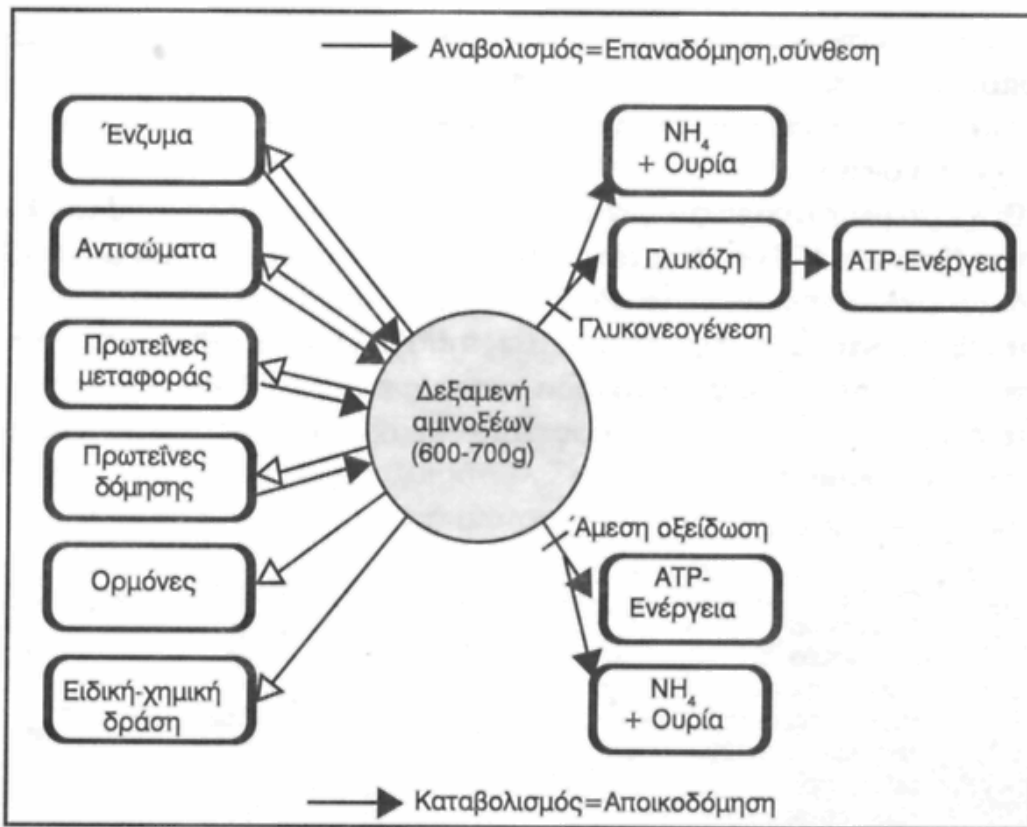
Πίνακας 3. Ταξινόμηση των πρωτεϊνών

Απλές πρωτεΐνες		Σύνθετες ή συζευγμένες πρωτεΐνες(πρωτεΐδες)
Σφαιρικές πρωτεΐνες	Πρωτεΐνες ιστών	
Αλβουμίνες	Κολλαγόνο	Νουκλεοπρωτεΐνες
Σφαιρίνες	Κερατίνη	Γλυκοπρωτεΐνες
Ιστόνες	Μυοσΐνη	Λιποπρωτεΐνες
		Μεταλλοπρωτεΐνες
		Χρωμοπρωτεΐνες
		Φωσφοπρωτεΐνες

Στον οργανισμό συμβαίνει μία διαρκής δόμηση, αποικοδόμηση και μετατροπή των πρωτεϊνών. Υπό κανονικές συνθήκες επικρατεί μια δυναμική ισορροπία μεταξύ των αναβολικών και καταβολικών διαδικασιών. Λόγω της διαρκούς δόμησης και αποικοδόμησης, στον ενδιάμεσο μεταβολισμό δημιουργείται ένα απόθεμα αμινοξέων (εικ.1). Αυτή είναι η μοναδική, αρκετά δυναμική όμως αποθήκη πρωτεϊνών του οργανισμού, την οποία μπορεί ανά πάσα στιγμή να χρησιμοποιήσει. Μεγαλύτερες αποθήκες όπως στους υδατάνθρακες και τα λίπη δεν υπάρχουν. Οι πρωτεΐνες των τροφών έχουν ως αποστολή να προμηθεύουν στον οργανισμό αμινοξέα, για να συνθέσει νέες δικές του πρωτεΐνες. Για το λόγο αυτό δεν είναι ακριβές να μιλάει κανείς για ελάχιστη ή ιδανική πρόσληψη πρωτεϊνών, αφού το σημαντικό δεν είναι η αναγκαιότητα για πρωτεΐνες αλλά για απαραίτητα αμινοξέα. Η ανάγκη για τα διάφορα αμινοξέα διαφέρει ανάλογα με την ηλικία και τη σωματική επιβάρυνση. Η ποιότητα εξάλλου των πρωτεϊνών της τροφής εξαρτάται από το πόσα απαραίτητα αμινοξέα περιέχουν (Peter Konopka, 1996).

1.3.4 Συνιστώμενη Πρόσληψη Πρωτεϊνών

Όταν πλεονάζουν από την κάλυψη των αναγκών πρωτεϊνικής σύνθεσης στο ανθρώπινο σώμα, οι πρωτεΐνες χρησιμοποιούνται για παροχή ενέργειας. Είναι όμως σπατάλη να χρησιμοποιείται η πρωτεΐνη για το σκοπό αυτό και εξάλλου δίνει φόρτο εργασίας στον οργανισμό για τον καταβολισμό της (Ζερφυρίδης, 1998). Η κατανάλωση εξαιρετικά μεγάλων ποσοτήτων πρωτεϊνών δε φαίνεται να έχει κανένα θετικό αποτέλεσμα στην άσκηση και την προπόνηση παρά το γεγονός ότι αρκετοί προπονητές πιστεύουν το αντίθετο. Στους αθλητές η μυϊκή μάζα δεν αυξάνει απλά με την κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων τροφών υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη. Οι επιπλέον προσλαμβανόμενες πρωτεΐνες, μετά τη διαδικασία της απαμίνωσης, χρησιμοποιούνται



Εικόνα 1: Η δεξαμενή αμινοξέων. Όλες οι πρωτεΐνες του οργανισμού υπόκεινται μία συνεχή αποικοδόμηση (καταβολισμός) και ανασύνθεση (αναβολισμός). Τα αμινοξέα είναι ταυτόχρονα δομικοί λίθοι και προϊόντα αποικοδόμησης. Στον υγιή ενήλικα, κάτω από κανονικές συνθήκες η δεξαμενή ελεύθερων αμινοξέων περιλαμβάνει 600-700g. Αποτελείται από τα αμινοξέα που συντίθενται στο σώμα. Κανονικά ο ισολογισμός είναι εξισορροπημένος. Οι διαδικασίες σύνθεσης και αποικοδόμησης βρίσκονται σε ισορροπία, έτσι ώστε το μέγεθος της δεξαμενής αμινοξέων να παραμένει σταθερό.

άμεσα για την παραγωγή ενέργειας ή μετατρέπονται σε λίπος και αποθηκεύονται στον υποδόριο ιστό. Από ιατρική άποψη η παρατεταμένη και υπερβολική κατανάλωση πρωτεϊνών μπορεί να είναι καταστροφική διότι ο μεταβολισμός μεγάλων ποσοτήτων αυτών των ουσιών καταπονεί τους νεφρούς και το ήπαρ και επηρεάζει σημαντικά τη λειτουργία τους (Κλεισούρας, 2001).

Η συνιστώμενη ημερήσια ποσότητα πρωτεΐνης είναι 0,8g/kg κατά μέσο όρο. Παρόλα αυτά αθλητές που βρίσκονται στην ανάπτυξη, οι αθλητές αγωνισμάτων δύναμης που χρειάζεται να αυξήσουν τη μυϊκή τους μάζα, οι αθλητές αντοχής οι οποίοι παρουσιάζουν αυξημένο καταβολισμό πρωτεϊνών, καθώς επίσης και εκείνοι που αναρρώνουν μετά από κάποιο τραυματισμό απαιτούν ποσότητα πρωτεϊνών μεγαλύτερη από εκείνη των 0,8g/ kg (Κλεισούρας, 2001). Για τον αθλητή τα νούμερα αυτά κυμαίνονται, ανάλογα με την ένταση της σωματικής δραστηριότητας, μεταξύ 1,5 και

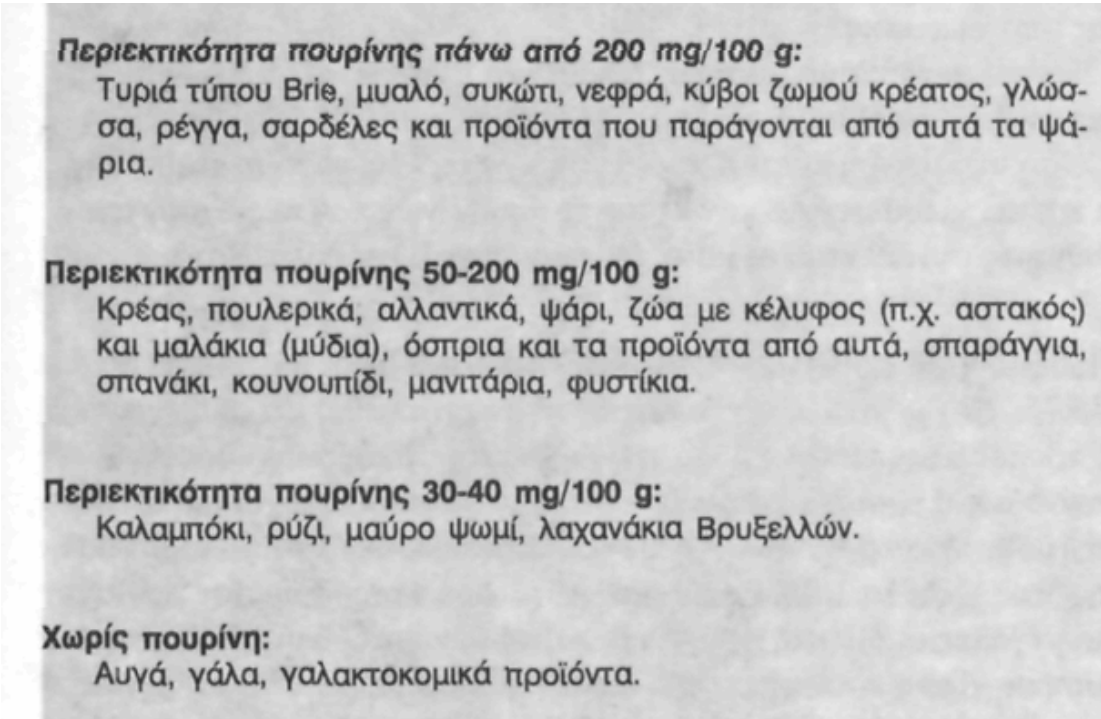
4,0g /kg σωματικού βάρους και αντιστοιχούν στο 15-22% της ενέργειας που προσλαμβάνεται από τις τροφές.

ΟΙ ΕΚΤΙΜΟΥΜΕΝΕΣ ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ

Κατάσταση	Ανάγκες σε πρωτεΐνες (g πρωτεΐνης / kg)
Κανονική, υγής	0,8-1,0
Πυρετός, κάταγμα, λοίμωξη	1,5-2,0
Πρωτεϊνική δυσθρεψία	1,5-2,0
Εκτεταμένα εγκαύματα	1,5-3,0
Έντονη προπόνηση	0,8-1,5

Ο αθλητής, επειδή έχει υψηλές πρωτεϊνικές ανάγκες, χρειάζεται να επιλέγει τις τροφές του όχι μόνο ανάλογα με τη βιολογική αξία των πρωτεϊνών τους, αλλά να προσέχει επίσης ώστε να μην προσλαμβάνει μαζί με αυτές κι ένα μεγάλο αριθμό ανεπιθύμητων ουσιών όπως πουρίνες, χοληστερόλη και λίπη. Τροφές που περιέχουν πουρίνες δίνουν ως τελικό προϊόν στο μεταβολισμό ουρικό οξύ, το οποίο μπορεί να προκαλέσει νεφρολιθίαση, αρθρίτιδα κι αυξημένη προδιάθεση για τραυματισμούς.

Πίνακας 4. Τροφές πλούσιες ή φτωχές σε πουρίνες



Περιεκτικότητα πουρίνης πάνω από 200 mg/100 g: Τυριά τύπου Brie, μυαλό, συκώτι, νεφρά, κύβοι ζωμού κρέατος, γλώσσα, ρέγγα, σαρδέλες και προϊόντα που παράγονται από αυτά τα ψάρια.
Περιεκτικότητα πουρίνης 50-200 mg/100 g: Κρέας, πουλερικά, αλλαντικά, ψάρι, ζώα με κέλυφος (π.χ. αστακός) και μαλάκια (μύδια), όσπρια και τα προϊόντα από αυτά, σπαράγγια, σπανάκι, κουνουπίδι, μανιτάρια, φουστίκια.
Περιεκτικότητα πουρίνης 30-40 mg/100 g: Καλαμπόκι, ρύζι, μαύρο ψωμί, λαχανάκια Βρυξελλών.
Χωρίς πουρίνη: Αυγά, γάλα, γαλακτοκομικά προϊόντα.

Τροφές που περιέχουν περισσότερο από 200mg/100gr πουρίνες πρέπει να αποφεύγονται εντελώς, ενώ αυτές με περιεκτικότητα 50-200mg να προσλαμβάνονται με μέτρο. Πουρίνες δεν περιέχουν τα αυγά, το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα (πιν.4). Αξίζει ακόμα να σημειωθεί ότι οι πηγές ζωικών πρωτεϊνών περιέχουν πάντα μία συγκεκριμένη, μεγαλύτερη ή μικρότερη, ποσότητα λίπους (πιν.5) και κυρίως χοληστερόλη (Peter Konopka, 1996).

Πίνακας 5. Άπαχες πηγές πρωτεϊνών (τιμές ανά 100g τροφής, βρώσιμο μέρος).

Τροφές	Πρωτεΐνη g	Λίπη g	g λίπη / g πρωτεΐνη
Εξαιρετικά άπαχες			
Τυρί από Ξυνόγαλα	30	0,7	0,02
Quark, άπαχο	13,5	0,3	0,02
Ασπράδι αυγού	11,1	0,2	0,02
Μπακαλιάρος	17	0,3	0,02
Αγελαδινό γάλα (0,3% λιπαρά ε.Ξ.)	3,5	0,1	0,03
Σκόνη άπαχου γάλακτος	35	1	0,03
Γαλοπούλα, στήθος	24,1	1	0,04
Κοτόπουλο, στήθος	22,8	0,9	0,04
Γλώσσα	17,1	0,8	0,05
Ελάφι, μπούτι	21,4	1,2	0,06
Μπιζέλια, ώριμα	22,9	1,4	0,06
Γαρίδες	18,6	1,4	0,08
Μοσχαρίσιο κρέας, σνίτσελ	20,7	1,8	0,09
Λαγός	21,6	3	0,14
Βουτυρόγαλα	3,5	0,5	0,14
Πέστροφα	19,5	2,7	0,14
Κοτόπουλο, μπούτι	20,6	3,1	0,15
Βοδινό συκώτι	19,7	3,1	0,16
Χοιρινό κρέας (χωρίς λίπος)	21,2	3,3	0,16
Γαλοπούλα, μπούτι	20,5	3,6	0,18
Βοδινό κρέας (χωρίς λίπος)	21	4,1	0,2
Σχετικά άπαχες			
Τυρί τύπου Romadour (20% λιπαρά ε.Ξ.)	23,9	9,1	0,38
Γιαούρτι 1,5% λιπαρά ε.Ξ. (άπαχο γιαούρτι)	3,5	1,6	0,46
Αγελαδινό γάλα 1,5% λιπαρά ε.Ξ. (άπαχο γάλα)	3,3	1,6	0,48
Κορν μπιφ	23	12	0,52
Τυρί ένταμερ 30% λιπαρά ε.Ξ.	26,4	16,2	0,61
Κριάρι, μπούτι	18,7	13,2	0,7

1.3.5 Χορήγηση Απλών Αμινοξέων

Πολλοί αθλητές άρσης βαρών, σωματοδόμησης (bodybuilding) και γενικά αγωνισμάτων ισχύος καταναλώνουν πρωτεΐνη σε υγρή μορφή, σε σκόνη ή σε χάπια. Αυτό δεν έχει μόνο οικονομικές συνέπειες αλλά πολλές φορές το τελικό αποτέλεσμα είναι σαφώς χειρότερο από ό,τι αναμενόταν. Γενικά πιστεύεται ότι τα απλά αμινοξέα είναι ευκολότερα και γρηγορότερα απορροφήσιμα από τον οργανισμό και κατά κάποιο άμεσο τρόπο μεταφέρονται στην κυκλοφορία του οργανισμού και είναι άμεσα διαθέσιμα να χρησιμοποιηθούν για την αύξηση της μυϊκής μάζας ταυτόχρονα με την προπόνηση. Αυτό βέβαια δε συμβαίνει στην πραγματικότητα. Σε υγιείς ενήλικες οι πρωτεΐνες που λαμβάνονται με την τροφή απορροφούνται ταχύτατα στο λεπτό έντερο είτε αποτελούν μέρος ενός δι- ή τριπεπτιδίου, είτε βρίσκονται με τη μορφή ελεύθερων αμινοξέων. Όμως υπάρχουν μεγάλες διαφορές στην ταχύτητα απορρόφησης των αμινοξέων, χωρίς αυτές να επηρεάζονται από το εάν τα αμινοξέα είναι απαραίτητα ή όχι. Έτσι, π.χ. η γλυκίνη, τα ασπαρτικά και η ισολευκίνη έχουν όλα υψηλή ταχύτητα απορρόφησης, λόγω μεγάλης χημικής συγγένειας των αντίστοιχων πρωτεϊνών μεταφορέων, που βρίσκονται στο έντερο, προς τα αμινοξέα αυτά. Ορισμένες φορές ο εντερικός σωλήνας απορροφά τις πρωτεΐνες καλύτερα όταν αυτές βρίσκονται με τη μορφή συμπλόκου (δηλαδή ολιγοπεπτιδίου), παρά με τη μορφή ελεύθερων αμινοξέων διαλυμένων στα υγρά του εντέρου, διαδικασία η οποία μπορεί να προκαλέσει μετεωρισμό, διάρροια και κράμπες. Με απλά λόγια, η συμπληρωματική χορήγηση αμινοξέων με οποιαδήποτε μορφή σε ποσότητα μεγαλύτερη από τη συνιστώμενη δεν εξασφαλίζει αναγκαστικά βελτίωση της δύναμης, της ισχύος, της αντοχής, ούτε αυξάνει απαραίτητα τη μυϊκή μάζα (Κλεισούρας, 2001).

1.3.6 Ποιότητα πρωτεϊνών - Μέθοδοι υπολογισμού της

Η ποιότητα των πρωτεϊνών αναφέρεται στο πόσο επαρκώς ή μη χρησιμοποιείται μια πρωτεΐνη από το σώμα και ιδιαίτερα πόσο καλά καλύπτονται οι ανάγκες του οργανισμού σε απαραίτητα αμινοξέα. Υπάρχει ποικιλία μεθόδων υπολογισμού της ποιότητας των πρωτεϊνών. Σε μεγάλο βαθμό, η ποιότητα μιας πρωτεΐνης εξαρτάται από τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για τη μέτρησή της. Για παράδειγμα, με τη μια μέθοδο, η πρωτεΐνη του αυγού προκύπτει ως η καλύτερης ποιότητας πρωτεΐνη, αλλά με μια άλλη μέθοδο, η καζεΐνη μπορεί να προκύπτει η καλύτερη. Επιπροσθέτως, και με μείζονα σημασία, πρέπει να αναφέρουμε ότι η ποιότητα μιας πρωτεΐνης είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις φυσιολογικές ανάγκες του υπό μελέτη ατόμου. Η πρωτεΐνη που είναι κατάλληλη για έναν

bodybuilder, για παράδειγμα, που βρίσκεται σε φάση αύξησης όγκου μπορεί να μην είναι το ίδιο κατάλληλη κατά τη διάρκεια της απώλειας βάρους ή για έναν αθλητή αντοχής. Κατά πάσα πιθανότητα, δεν υπάρχει πρωτεΐνη που να θεωρείται άριστης ποιότητας σε όλες τις περιστάσεις (Young, 1991).

Παρόλο που υπάρχει πλήθος διαφορετικών μεθόδων για τη σύγκριση των πρωτεϊνών, μόνο λίγες αναφέρονται πιο συχνά στη δημοφιλή βιβλιογραφία. Αυτές είναι: α) το περιοριστικό αμινοξύ, β) το χημικό σκορ, γ) το χημικό σκορ διορθωμένο ως προς την πεπτικότητα της πρωτεΐνης, δ) η σχέση αποτελεσματικότητας της πρωτεΐνης, ε) το ισοζύγιο αζώτου, στ) η πεπτικότητα της πρωτεΐνης, ζ) η βιολογική αξία και τέλος, η) η καθαρή χρησιμοποίηση της πρωτεΐνης.

A) Περιοριστικό αμινοξύ

Εάν σε μια πρωτεΐνη κάποιο απαραίτητο αμινοξύ βρίσκεται σε μεγαλύτερη αναλογία από την κανονική, το πλεόνασμα απορρίπτεται ή χρησιμοποιείται για ενέργεια και όχι για δημιουργία μυών ή ιστών. Κατά τον ίδιο τρόπο εάν κάποιο αμινοξύ βρίσκεται σε ποσότητα μικρότερη της απαιτούμενης τότε τα άλλα αμινοξέα δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξ ολοκλήρου. Ως εκ τούτου το αμινοξύ αυτό περιορίζει την αξιοποίηση των υπολοίπων αμινοξέων και ονομάζεται **περιοριστικό αμινοξύ**.

Η έννοια του περιοριστικού αμινοξέος μπορεί να γίνει περισσότερο κατανοητή εάν παρομοιάσουμε την ποσότητα της πρωτεΐνης που καταναλώνεται με έναν κουβά και τα απαραίτητα αμινοξέα που αυτή περιέχει με τις κάθετες σανίδες που συναρμολογούν τον κουβά. Το αμινοξύ με την μικρότερη ποσότητα παρουσιάζεται με την κοντότερη σανίδα και αποτελεί το περιοριστικό αμινοξύ, γιατί όπως η κοντή σανίδα περιορίζει τη χωρητικότητα του κουβά έτσι και το περιοριστικό αμινοξύ περιορίζει την αξιοποίηση των άλλων απαραίτητων αμινοξέων.

Τα περιοριστικά αμινοξέα στις ζωικές πρωτεΐνες είναι συνήθως τα θειούχα (μεθειονίνη-κυστίνη) και η τρυπτοφάνη ενώ στις φυτικές πρωτεΐνες προστίθενται επίσης η λυσίνη και η θρεονίνη συχνότερα από τα άλλα αμινοξέα. Θα πρέπει ως εκ τούτου ο άνθρωπος να καταναλώνει ποικιλία τροφών έτσι ώστε το περιοριστικό αμινοξύ της μιας τροφής να καλύπτεται από την άλλη τροφή. Έτσι ο συνδυασμός ψωμιού-τυριού που επεκράτησε δια μέσου των αιώνων στην ελληνική κοινωνία και η νεότερη εξέλιξή του σε τυρόπιτα, όπως και ο συνδυασμός ιχθυηρών-πατάτας (fish and chips) των Άγγλων, δημητριακών-γάλακτος κ.τ.λ. αποτελούν άριστες αλληλοσυμπληρώσεις (Ζερφυρίδης, 1998).

B) Χημικό σκόρ ή Χημικό αποτέλεσμα

Το χημικό σκόρ είναι μέθοδος που βασίζεται στη χημική σύνθεση των πρωτεϊνών. Μια πρωτεΐνη λαμβάνεται ως σημείο αναφοράς και συγκρίνεται με τις άλλες πρωτεΐνες. Κάτι αντίστοιχο με αυτό που γίνεται με το γλυκαιμικό δείκτη των τροφών (James L. Groff, Sareen S. Gropper, Sara M. Hunt., 1995). Υπολογίζεται το ποσοστό του περιοριστικού αμινοξέος της υπό δοκιμή πρωτεΐνης και το ποσοστό του αντίστοιχου αμινοξέος στην πρωτεΐνη αναφοράς. Η σχέση του πρώτου ως προς το δεύτερο δίνει το χημικό αποτέλεσμα, δηλαδή:

Χημικό αποτέλεσμα=mg περιοριστικού αμινοξέος σε 1g της υπό δοκιμή πρωτεΐνης / mg του ίδιου αμινοξέος σε 1g της πρωτεΐνης αναφοράς
(Ζερφυρίδης, 1998)

Από τη στιγμή που το χημικό σκόρ είναι σχετική και όχι απόλυτη κλίμακα είναι αναμενόμενο να υπάρχουν τιμές πάνω από το 100. Αν τα 100g της πρωτεΐνης-αναφοράς περιέχουν 800mg από ένα αμινοξύ και τα 5g της πρωτεΐνης που ελέγχεται περιέχουν 1000mg από αυτό το αμινοξύ, τότε αυτή η δεύτερη πρωτεΐνη παίρνει την τιμή 125% για αυτό το αμινοξύ.

Το χημικό σκόρ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και για τη σύγκριση μιας δεδομένης πρωτεΐνης με το ποσό που απαιτείται για ένα συγκεκριμένο άτομο. Αυτό είναι κάπως πιο χρήσιμο μια και περιλαμβάνει τις ανάγκες του συγκεκριμένου ατόμου, αν υποθέσουμε ότι είναι γνωστές. Δηλαδή, αν μια πρωτεΐνη παρέχει 100mg/kg ενός συγκεκριμένου αμινοξέος και απαιτούνται 150mg/kg από το συγκεκριμένο άτομο, το χημικό σκόρ θα είναι 0,65 για αυτό το αμινοξύ (που σημαίνει ότι αυτή η πρωτεΐνη παρέχει μόνο το 65% της ποσότητας που απαιτείται από το άτομο).

Ενώ το χημικό σκόρ είναι χρήσιμο στο να αξιολογεί τις πρωτεΐνες σύμφωνα με τη σύνθεσή τους, έχει ένα βασικό μειονέκτημα: έχει πολύ μικρή σχέση με το πώς η πρωτεΐνη της τροφής θα χρησιμοποιηθεί από τον οργανισμό καθώς δεν περιλαμβάνει την πεπτικότητα. Γι' αυτό το λόγο, το χημικό σκόρ αποτελεί σπάνια τη μόνη μέθοδο για την ποιοτική εκτίμηση μιας πρωτεΐνης (James L. Groff, Sareen S. Gropper, Sara M. Hunt., 1995).

Γ) Το Χημικό Σκόρ διορθωμένο ως προς την πεπτικότητα της πρωτεΐνης (Protein digestibility corrected amino acid score ή PDCAAS)

Η PDCAAS είναι η νεότερη μέθοδος που έχει αναπτυχθεί για την ποιοτική αξιολόγηση των πρωτεϊνών. Θεωρείται επίσης η ιδανική κλίμακα αξιολόγησης των πρωτεϊνών για την ικανότητά τους να καλύπτουν τις ανάγκες του ανθρώπου. Παρόμοια με το χημικό σκορ, αξιολογεί την πρωτεΐνη των τροφών σε σχέση με μια δεδομένη πρωτεΐνη αναφοράς. Σε αυτήν την περίπτωση, η αναλογία των αμινοξέων που χρησιμοποιείται για να περιγράψει μία «υποθετική» πρωτεΐνη αναφοράς είναι αυτή που έχει καθοριστεί ως ιδανική για παιδιά από 2 έως 5 ετών. Η «υποθετική» αυτή πρωτεΐνη αναφοράς χρησιμοποιείται βέβαια και για τους ενήλικες. Αυτό προφανώς εγείρει το ερώτημα κατά πόσο είναι χρήσιμη η αξιολόγηση πρωτεΐνης με PDCAAS για τους ενήλικες bodybuilders (FAO/WHO, 1990). Για μια ακόμη φορά η απάντηση είναι ζητούμενη μια και η φυσιολογία της προπόνησης με βάρη μπορεί να επηρεάσει τις απαιτήσεις για συγκεκριμένα αμινοξέα (όπως γλουταμίνη, BCAAs κ.λπ.).

Δ) Σχέση αποτελεσματικότητας της πρωτεΐνης (Protein efficiency ratio ή PER)

Η σχέση αποτελεσματικότητας της πρωτεΐνης (PER) χρησιμοποιείται μερικές φορές για την αξιολόγηση πρωτεϊνών και αντιπροσωπεύει το ποσό του βάρους που προσλαμβάνεται (σε γραμμάρια) σε σχέση με το ποσό της πρωτεΐνης που καταναλώνεται (σε γραμμάρια) (James L. Groff, Sareen S. Gropper, Sara M. Hunt., 1995). Δηλαδή:

$$\text{PER} = \text{Αύξηση βάρους (g)} / \text{πρωτεΐνη που καταναλώθηκε (g)} \quad (\text{Ζερφυρίδης, 1998})$$

Για παράδειγμα, μια PER 2.5 (καζεΐνη) θα σήμαινε ότι προσλαμβάνονται 2.5g βάρους για κάθε 1g πρωτεΐνης (καζεΐνης) που απορροφάται. Επειδή είναι αδύνατο να μετράμε αύξηση βάρους σε γραμμάρια στους ανθρώπους, η PER γενικά μετράται σε νεαρά ζώα (π.χ. ποντίκια) που βρίσκονται στην ανάπτυξη και ακολουθούν συγκεκριμένη διαίτα. Ενώ η παγκόσμια οργάνωση τροφίμων και φαρμάκων έχει προτείνει τη χρήση της PER, με πρωτεΐνη αναφοράς την καζεΐνη, για προσδιορισμό των πρωτεϊνών των τροφών (F.D.A, J Am Diet Assoc, 1992), η χρήση της PER για την εκτίμηση των πρωτεϊνικών απαιτήσεων στον άνθρωπο έχει σχολιαστεί αρνητικά από πολλούς συγγραφείς.

Η σχέση PER για να έχει αξία πρέπει η θερμιδική πρόσληψη από το πειραματόζωο να είναι επαρκής και η δόση της πρωτεΐνης να μην είναι υπερβολική διότι στις υψηλές δόσεις η αύξηση βάρους δεν είναι ανάλογη της ποσότητας πρόσληψης της

πρωτεΐνης. Έτσι εάν είναι γνωστή η ποσότητα της συγκρατούμενης πρωτεΐνης έναντι αυτής που προσλήφθηκε δίνεται πληρέστερη εικόνα της θρεπτικής αξίας της πρωτεΐνης που εξετάζεται. Εξάλλου οι τιμές PER δεν έχουν αναλογική σχέση με την πραγματική θρεπτική αξία της πρωτεΐνης δηλαδή η καζεΐνη που έχει PER 2.5 και η λακταλβουμίνη 3.6 δε σημαίνει ότι η θρεπτική αξία της καζεΐνης είναι το $(2.5/3.6) \times 100 = 69\%$ της λακταλβουμίνης (Ζερφυρίδης, 1998).

Ε) Ισοζύγιο αζώτου

Για το ισοζύγιο αζώτου θα μιλήσουμε στην αμέσως επόμενη ενότητα.

Στ) Πεπτικότητα της πρωτεΐνης (Protein digestibility)

Πολύ σημαντικός παράγοντας στον πρωτεϊνικό μεταβολισμό είναι το κατά πόσο επαρκώς ή μη η προσλαμβανόμενη πρωτεΐνη πέπτεται από το ανθρώπινο σώμα. Υπάρχουν κάποιοι ισχυρισμοί ότι οι πρωτεϊνούχες σκόνες (και ιδιαίτερα οι υδρολυμένες) πέπτονται επαρκέστερα από τις ολικές πρωτεΐνες της τροφής. Υπάρχουν κατά καιρούς και ισχυρισμοί ότι οι φυτικές πρωτεΐνες είναι πιο εύπεπτες από τις ζωικές.

Η πεπτικότητα μιας πρωτεΐνης, δηλαδή το ποσοστό αζώτου το οποίο πέρασε δια του πεπτικού σωλήνα προς το σώμα και αποτελεί το άζωτο που απορροφήθηκε υπολογίζεται από το ποσό του αζώτου που αποβάλλεται στα κόπρανα σε σύγκριση με το ποσό του αζώτου που απορροφάται από την τροφή και δίνεται από τον τύπο του συντελεστή πεπτικότητας:

Συντελεστής πεπτικότητας (φαινομενικός)=

$$=(\text{Άζωτο που προσλήφθηκε} - \text{άζωτο κοπράνων} / \text{Άζωτο που προσλήφθηκε}) \times 100$$

Συντελεστής πεπτικότητας (πραγματικός)=

$$=(\text{Άζωτο που προσλήφθηκε} - \text{άζωτο κοπράνων} - \text{άζωτο ενδογενές} / \text{Άζωτο που προσλήφθηκε}) \times 100$$

Το ενδογενές άζωτο είναι αυτό που προέρχεται από την απολέπιση του εσωτερικού επιθηλίου του εντέρου και από την αποικοδόμηση πρωτεϊνών του ίδιου του σώματος και ανασύνθεση άλλων πρωτεϊνών ή με άλλα λόγια αποτελεί το άζωτο κοπράνων κατά τη διατροφή με διαιτολόγιο χωρίς πρωτεΐνες. Αν σε ένα άτομο δώσουμε 5g αζώτου (περίπου 30g πρωτεΐνης) και αποβάλλει 1g στα κόπρανά του, αυτό θα εκπροσωπούσε πεπτικότητα 80% (4g που συγκρατούνται δια 5g που προσλαμβάνονται). Συνήθως πάνω

από 90% των αμινοξέων των πρωτεϊνών ζωικής προέλευσης απορροφούνται ενώ το ποσοστό είναι 80% και λιγότερο για αμινοξέα πρωτεϊνών φυτικής προέλευσης (Ζερφυρίδης, 1998). Ο πίνακας 6 δείχνει την πεπτικότητα των πιο συνηθισμένων πρωτεϊνών.

Πίνακας 6: Πεπτικότητα των συνηθέστερων πρωτεϊνικών τροφών

Τροφική Πηγή	Πεπτικότητα Πρωτεΐνης (%)
Αυγό	97
Γάλα και Τυρί	97
Μεικτή Αμερικανική Δίαιτα	96
Φυστικοβούτυρο	95
Κρέας και Ψάρι	94
Σιτάρι ολικής άλεσης	86
Αλεύρι βρώμης	86
Σόγια	78
Ρύζι	76

Πηγή: National Research Council. Recommended Dietary Allowances, 10th ed. National Academy Press, 1989.

Με εξαίρεση κάποιες φυτικές πρωτεΐνες, παρατηρούμε ότι οι πιο συνηθισμένες πρωτεΐνες (που χρησιμοποιούν π.χ. οι bodybuilders) έχουν υπερβολικά υψηλή πεπτικότητα. Δεν υπάρχει, λοιπόν, κανένας λόγος να θεωρήσουμε ότι μια πρωτεϊνούχα σκόνη θα είχε πολύ καλύτερη πεπτικότητα ή αυξητική επίδραση από την πρωτεΐνη της τροφής, εφόσον, βέβαια, ο γαστρεντερικός σωλήνας του ατόμου λειτουργεί φυσιολογικά (Moriarty, KJ et. al., 1985). Ακόμα κι αν μια προσλαμβανόμενη πρωτεϊνούχα σκόνη κατόρθωνε να χωνευθεί κατά 100% (πράγμα απίθανο, γιατί καμία διαδικασία στον οργανισμό δεν είναι 100% αποδοτική), αυτό θα σήμαινε μια διαφορά μόνο 3% σε σύγκριση με την πρωτεΐνη του αυγού ή του γάλακτος. Στην πράξη, για κάθε 100g πρωτεΐνης που τρώμε, θα υπήρχαν 3g διαφορά κατά την πρόσληψη. Ενώ κάτι τέτοιο θα ήταν σημαντικό σε χαμηλές πρωτεϊνικές προσλήψεις, στα μεγέθη πρωτεϊνικών προσλήψεων που παρατηρούνται στους bodybuilders, αυτές οι ελάχιστες διαφορές στην πεπτικότητα είναι απίθανο να έχουν μεγάλη αυξητική επίδραση.

Ωστόσο, η πρωταρχική διαφορά ανάμεσα σε μια σκόνη πρωτεΐνης και στην πρωτεΐνη της τροφής δε βρίσκεται στο πόσο καλύτερη θα είναι η πέψη της μιας έναντι της άλλης, αλλά στο πόσο γρήγορα πέπτονται. Οι υδρολυμένες πρωτεϊνικές σκόνες επιταχύνουν την πέψη και την απελευθέρωσή τους στην κυκλοφορία του αίματος.

1.3.6.1 Τρόπος πέψης αμινοξέων

Τα αμινοξέα μπαίνουν στο σώμα με δύο τρόπους: μέσω των πρωτεϊνών των τροφών που πρέπει να διασπαστούν και να αποδώσουν αμινοξέα και μέσω των συμπληρωμάτων τα οποία δε χρειάζονται προκαταρκτική πέψη. Στην περίπτωση της χώνεψης των πρωτεϊνούχων τροφών έχουμε διάσπαση πρωτεΐνης και παραγωγή ουρίας, ουρικού οξέος και αμμωνίας. Αυτή η διαδικασία απαιτεί τεράστια ποσά ενέργειας για να επιτευχθεί η λεγόμενη απαμίνωση. Αυτό το γνωρίζουν καλά οι διαιτολόγοι γι' αυτό και όσοι κάνουν δίαιτα βασίζονται στις πρωτεϊνούχες τροφές. Ένα βραστό αυγό, για παράδειγμα, αποδίδει 80 θερμίδες, αλλά θέλει πάνω από 90 θερμίδες για να χωνευτεί.

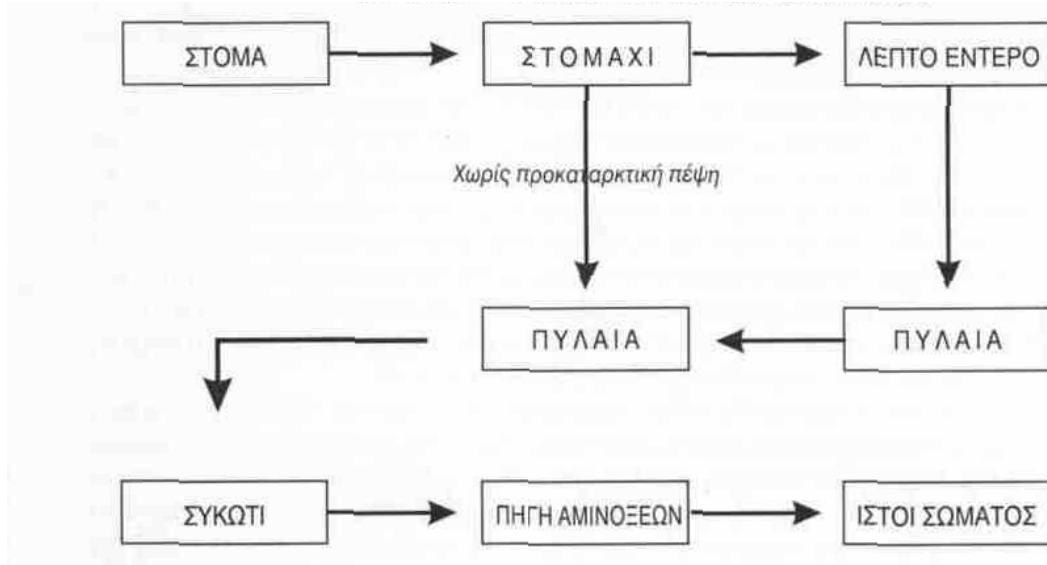
Κάθε πρόβλημα στην πλήρη τροφοδότηση του οργανισμού με αμινοξέα θα έχει σαν αποτέλεσμα και τη μη επαρκή κατασκευή ενζύμων και αμινοξέων (!) από το σώμα. Ο οργανισμός χρειάζεται αμινοξέα για να κατασκευάσει αμινοξέα, δηλαδή ουσιαστικά τις μυϊκές πρωτεΐνες. Χωρίς εξωγενή χορήγηση αμινοξέων (τροφές ή/και συμπληρώματα) ο οργανισμός θα αρχίσει να διασπά μυϊκές πρωτεΐνες για να σχηματίσει τα αμινοξέα που του χρειάζονται για τις πιο ζωτικές από τις λειτουργίες του (ένζυμα, ορμόνες, αντισώματα).

Για μέγιστα, όμως, αποτελέσματα ο αθλητής πρέπει να ελαχιστοποιεί οποιαδήποτε πρόσθετη εργασία έχει να κάνει το σώμα – τουλάχιστον στη φάση που χρειάζεται περισσότερη μυϊκή ανάπτυξη κι ενέργεια. Τα αμινοξέα στη μορφή του συμπληρώματος, δεν είναι τίποτε άλλο από μια συμπυκνωμένη ή απομονωμένη μορφή του τροφικού ή χημικού στοιχείου από το οποίο προέρχονται. Δεν παύουν να διατηρούν τις αρχικές ιδιότητες της τροφής, αλλά και δεν αποκτούν μαγικές ικανότητες από τη στιγμή που πήραν τη μορφή χαπιού. Οι πρωτεϊνούχες τροφές και τα συμπληρώματα πρωτεΐνης χωνεύονται με έναν τρόπο ο οποίος είναι «ενεργοβόρος». Ένα μεγάλο ποσό της πρωτεΐνης σπαταλάται για την παραγωγή ενέργειας – άσχετα εάν υπάρχουν αρκετοί υδατάνθρακες που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας.

Κατά τη διαδικασία αυτή, αυξάνονται τα επίπεδα αμμωνίας, ουρίας και ουρικού οξέος στο σώμα, αφαιρούνται σωματικά νιτρογόνα που χρησιμοποιούνται για ενεργειακούς σκοπούς, προκαλείται κοιλιακό κι εντερικό φούσκωμα και αμινοξεική

ανισορροπία, αφού τα πιο ευαίσθητα αμινοξέα αδρανοποιούνται με την ένωσή τους με τα ισχυρότερα από αυτά. Πειραματικά έχει αποδειχθεί ότι το σώμα μπορεί να αφομοιώσει μέχρι 30 γραμμάρια πρωτεΐνης κάθε τρεις ώρες ή περισσότερο με τη χρήση διαφόρων αναβολικών. Όσο λιγότερη ώρα διαρκεί η χώνεψη τόσο λιγότερα αμινοξέα θα καταστραφούν – έχει αποδειχθεί ότι ένα 85% των αμινοξέων μπορεί να καταστραφεί κατά τη διαδικασία της πέψης όταν αυτή ξεπεράσει τις τρεις ώρες (Δεδούκος, 1995).

Διάγραμμα 1: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΕΨΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΩΝ ΑΜΙΝΟΞΕΩΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ



Ζ) Βιολογική αξία πρωτεΐνης Biological value ή BV)

Η βιολογική αξία των πρωτεϊνών των τροφών συνίσταται στο ποσό των γραμμαρίων πρωτεϊνών που μπορεί να συνθέσει το σώμα από 100g πρωτεϊνών της συγκεκριμένης τροφής. Όσο υψηλότερη είναι η βιολογική αξία μιας πρωτεΐνης, τόσο λιγότερη ποσότητα από αυτή χρειάζεται το ανθρώπινο σώμα για να διατηρήσει το ισοζύγιο πρωτεϊνών. Κατά βάση οι ζωικές πρωτεΐνες έχουν για τον άνθρωπο υψηλότερη βιολογική αξία από ό,τι οι φυτικές. Μεγάλη σημασία όμως έχει το γεγονός ότι οι πρωτεΐνες διαφόρων τροφών αλληλοσυμπληρώνονται όσον αφορά στα αμινοξέα τους και βελτιώνουν έτσι την ποιότητά τους «συμπληρωματική αξία των πρωτεϊνών». Επομένως με τον κατάλληλο συνδυασμό των σωστών τροφών επιτυγχάνεται μια πολύ υψηλότερη βιολογική αξία από ό,τι θα ήταν δυνατόν π.χ. μόνο με ζωικές πρωτεΐνες (πιν. 7). Τη μέχρι στιγμής υψηλότερη βιολογική αξία έχει ο συνδυασμός 36% πρωτεΐνης αυγού με 64% πρωτεΐνης της πατάτας (βιολογική αξία 137), που ξεπερνά κατά πολύ την αντίστοιχη της πρωτεΐνης του αυγού μεμονωμένα. Πολύ καλοί είναι επίσης οι συνδυασμοί φασολιών και καλαμποκιού,

γάλακτος και σιταριού (όπως στο μούσλι!), ολόκληρου αυγού και σιταριού καθώς επίσης αυγού και γάλακτος. Το γεγονός αυτό καθιστά δυνατή την εξασφάλιση επαρκούς ποσότητας πρωτεϊνών με υψηλή βιολογική αξία, χωρίς να είναι απαραίτητη η

Πίνακας 7. Η βιολογική αξία διαφόρων συνδυασμών πρωτεϊνών για τον άνθρωπο

Συνδυασμός πρωτεϊνών		Βιολογική αξία
Φασόλια και καλαμπόκι	(52% / 48%)	101
Γάλα και σιτάρι	(75% / 25%)	105
Ολόκληρο αυγό και σιτάρι	(68% / 32%)	118
Ολόκληρο αυγό και γάλα	(71% / 29%)	122
Ολόκληρο αυγό και πατάτες	(35% / 65%)	137

αποκλειστική διατροφή με κρέας. Κάτι τέτοιο συμβαίνει π.χ. στη γαλακτο-φυτοφαγική διατροφή (πιν. 8) (Peter Konopka, 1996).

Πίνακας 8. Ευνοϊκοί συνδυασμοί τροφών με συμπληρωματική αξία για τις πρωτεΐνες(κατάM.HAMM)

Δημητριακά με γάλα Ρύζι, σιτάρι, βρώμη, σίκαλη, καναβούρι, κριθάρι	} με γάλα, τυρί, Quark, γιαούρτι
Π.χ. πίτες από δημητριακά ολικής άλεσης με γάλα, μούσλι με γάλα ή γιαούρτι, ζυμαρικά ολικής άλεσης με τυρί, ψωμί ολικής άλεσης με τυρί, γιαούρτι και φύτρες σιταριού κ.ά.	
Δημητριακά με όσπρια Ρύζι, σιτάρι, βρώμη, κριθάρι, σίκαλη, καναβούρι	} με φασόλια, σόγια, μπιζέλια, φακές
Π.χ. φασολάδα με ρύζι, καναβούρι με μπιζέλια, σούπα από μπιζέλια με ψωμί ολικής άλεσης κ.ά.	
Δημητριακά με αυγά Ρύζι, σιτάρι, βρώμη, κριθάρι, σίκαλη, καναβούρι	} με αυγό
Π.χ. Πίτες από σιτάρι με αυγό, χτυπημένο αυγό με δημητριακά κ.ά.	
Πατάτες με αυγό ή γάλα Πατάτες	} με αυγό, γάλα, Quark, γιαούρτι, τυρί
Π.χ. βραστές πατάτες με Quark, τηγανητές πατάτες με τηγανητά αυγά, πατάτες με τυρί στο φούρνο κ.ά.	
Υπόμνημα : η διαδικασία συμπλήρωσης των αμινοξέων διαρκεί 4 - 6 ώρες. Αυτό σημαίνει ότι οι κατάλληλοι συνδυασμοί δε χρειάζεται να προσλαμβάνονται αμέσως, αλλά μπορούν να καταναμηθούν μέσα σε αυτό το διάστημα.	

Η βιολογική αξία είναι ίσως μια από τις πιο χρησιμοποιημένες μεθόδους ποιοτικής εκτίμησης μιας πρωτεΐνης. Η βιολογική αξία μιας πρωτεΐνης δίνεται από το ποσό του αζώτου που συγκρατείται στο σώμα διαιρεμένο με το ποσό του αζώτου που απορροφάται από αυτήν την πρωτεΐνη. Επομένως λαμβάνεται υπόψη και η πεπτικότητα. Άρα:

Βιολογική αξία= (άζωτο που συγκρατείται / άζωτο που απορροφάται)*100

Βιολογική αξία= [(Π-K-K₀)-(O-O₀) / Π-K-K₀] x 100

Όπου: Π = άζωτο που προσλήφθηκε

K = άζωτο κοπράνων

O = άζωτο ούρων

K₀ και O₀ = άζωτα κοπράνων και ούρων όταν το πειραματόζωο συντηρείται από διαιτολόγιο ελεύθερο αζώτου, δηλαδή αντιπροσωπεύει το ενδογενές άζωτο.

Βιολογική αξία = 100 σημαίνει την πλήρη χρησιμοποίηση της δεδομένης πρωτεΐνης, εφόσον το 100% της προσλαμβανόμενης πρωτεΐνης αποθηκεύτηκε στο σώμα με μηδενική απώλεια.

Για να υπολογιστεί η βιολογική αξία τα άτομα αρχικά σιτίζονται με δίαιτα ελεύθερη πρωτεΐνης ώστε να υπολογιστεί η απώλεια αζώτου σε φυσιολογικές συνθήκες. Μετά χορηγείται η ελεγχόμενη πρωτεΐνη σε διάφορες ποσότητες (συνήθως χορηγούνται 0.6, 0.5, 0.4 και 0.3g/kg) και γίνεται μελέτη ισοζυγίου αζώτου. Μερικές μελέτες χρησιμοποιούν περισσότερες μέρες «νηστείας» και αυτό έχει μεγάλη σημασία στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν. Όσο περισσότερο στερείται ο οργανισμός την πρωτεΐνη τόσο αυξάνεται η τάση του για αποθήκευση, έτσι ώστε η βιολογική αξία της πρωτεΐνης να προκύψει μεγαλύτερη από ότι είναι.

Μια άποψη στον υπολογισμό της βιολογικής αξίας που μπορεί να προκαλέσει πρόβλημα στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων είναι ότι η βιολογική αξία μιας πρωτεΐνης επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Ο πρώτος από αυτούς είναι η ενεργειακή πρόσληψη. Μια πολύ υψηλή ενεργειακή πρόσληψη θα βελτιώσει το ισοζύγιο του αζώτου σε οποιαδήποτε πρωτεϊνική πρόσληψη και αντίστροφα. Αυτό σημαίνει ότι ένα άτομο που καταναλώνει πολλές θερμίδες (π.χ. ένας bodybuilder που ακολουθεί διατροφή για αύξηση όγκου) θα δείξει βελτιωμένη κατακράτηση αζώτου και η φαινομενική βιολογική αξία θα ανέβει (δηλαδή, θα κατακρατηθεί περισσότερο άζωτο σε σύγκριση με την ποσότητα που καταναλώθηκε). Κατά τον ίδιο τρόπο, αν οι θερμίδες μειωθούν η βιολογική αξία θα πέσει. Ένας δεύτερος παράγοντας που επηρεάζει τη βιολογική αξία είναι η άσκηση. Η άσκηση, και ιδιαίτερα η προπόνηση με βάρη, αυξάνει την

κατακράτηση αζώτου που θα δώσει στην πρωτεΐνη μια φαινομενικά υψηλότερη βιολογική αξία.

Ένας τρίτος παράγοντας, ο οποίος και παραλείπεται συχνά στη βιβλιογραφία, είναι ότι η βιολογική αξία μιας πρωτεΐνης σχετίζεται με το ποσό της δεδομένης πρωτεΐνης. Η βιολογική αξία υπολογίζεται σε επίπεδα χαμηλότερα από τα επίπεδα συντήρησης. Καθώς η πρωτεϊνική πρόσληψη αυξάνεται, η βιολογική αξία της πρωτεΐνης μειώνεται. Για παράδειγμα, η πρωτεΐνη του γάλακτος δείχνει βιολογική αξία κοντά στο 100 σε προσλήψεις 0.2g/kg. Καθώς η πρωτεΐνη αυξάνεται στα αυστηρά επίπεδα συντήρησης, 0.5g/kg, η βιολογική αξία πέφτει κάπου στο 70 (Pellett, PL and Young, 1980).

Και για να αναφερθούμε στα λεγόμενα των Pellett και Young, «...η πρωτεΐνη χρησιμοποιείται πιο αποτελεσματικά σε επίπεδα πρόσληψης που κυμαίνονται κάτω από τα επίπεδα συντήρησης. Αντίστοιχοι βιολογικοί υπολογισμοί για την ποιότητα των πρωτεϊνών που έχουν γίνει σε χαμηλότερα επίπεδα πρόσληψης σε πειραματόζωα ή ανθρώπους μπορεί να υπερεκτιμήσουν την αξία της πρωτεΐνης αν γίνουν σε επίπεδα συντήρησης». Επομένως, ενώ η βιολογική αξία είναι σημαντική για την αξιολόγηση των πρωτεϊνών όταν η πρόσληψη είναι μικρότερη των απαιτούμενων ποσοτήτων, δεν έχει καμία αξία σε άτομα που προσλαμβάνουν πολύ περισσότερη πρωτεΐνη από την απαιτούμενη. Ο πίνακας 9 δείχνει τη βιολογική αξία των πιο συνηθισμένων πρωτεϊνών.

Πίνακας 9. Βιολογική αξία των συνηθέστερων πρωτεϊνών

Πρωτεΐνη	BV
Ορός γάλακτος	100?
Αυγό	100
Γάλα	93
Ρύζι	86
Καζεΐνη, ψάρι και βοδινό	75
Καλαμπόκι	72
Γλουτένη σιταριού	44

Πηγή: Normal and Therapeutic Nutrition, 17th ed. Corinne H. Robinson, Marilyn R. Lawler, Wanda L. Chenoweth, and Anne E. Garwick. Macmillan Publishing Company, 1986.

Λαμβάνοντας υπόψη τις υψηλές πρωτεϊνικές προσλήψεις των περισσότερων αθλητών δύναμης (2.0g/kg ή περισσότερο) είναι δύσκολο να δει κανείς πώς η βιολογική αξία μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο στην εκτίμηση των πρωτεϊνών σε αυτόν τον πληθυσμό. Κατά πάσα πιθανότητα, κάθε ικανοποιητική ποιότητα πρωτεΐνης θα είναι το ίδιο καλή με οποιαδήποτε άλλη σε τέτοιου είδους πρωτεϊνικές προσλήψεις. Επιπροσθέτως, ακόμα κι αν πρωτεΐνες όπως αυτή του σιταριού έχουν λίγο υψηλότερη βιολογική αξία από πρωτεϊνικές πηγές όπως η καζεΐνη (γάλα) ή το αυγό, τέτοια μικρή διαφορά είναι απίθανο να επηρεάσει την αύξηση όγκου μακροπρόθεσμα.

H) Καθαρή Χρησιμοποίηση της Πρωτεΐνης

Η Καθαρή Χρησιμοποίηση της Πρωτεΐνης – Net Protein Utilization – NPU - αντιπροσωπεύει το ποσοστό εκείνο του αζώτου το οποίο τελικά συγκρατήθηκε από την τροφή. Ποσοτικά δίνεται από τον τύπο:

$$NPU = (\text{Αζωτο που συγκρατήθηκε} / \text{Αζωτο που προσλήφθηκε}) \times 100$$

ή

$$NPU = \text{Βιολογική αξία} \times \text{Συντελεστή Πεπτικότητας}$$

Ο προσδιορισμός του δείκτη NPU γίνεται με βιολογικά πειράματα, υπό σταθερές συνθήκες διατροφής σε αναπτυσσόμενα ζώα. Ο άνθρωπος είναι πολύ δύσκολο και δαπανηρό να χρησιμοποιείται σε πειράματα αυτού του είδους και ειδικότερα τα αναπτυσσόμενα νήπια και παιδιά των οποίων η προμελετημένη ανάσχεση της ανάπτυξης είναι αδιανόητη.

Κατά την εκτέλεση του πειράματος προσδιορισμού του δείκτη NPU η υπό δοκιμή πρωτεΐνη χορηγείται σε ποσότητες που περιορίζουν αρκετά την ανάπτυξη μέχρι 50% του μέγιστου ρυθμού και στον ενήλικο πρέπει να δίνει σαφώς αρνητικό ισοζύγιο αζώτου. Αυτό γίνεται διότι ο βαθμός αξιοποίησης της πρωτεΐνης ελαττώνεται όταν η πρόσληψη πρωτεϊνών είναι υπερβολική και καλύπτει τις ανάγκες του ζώου οπότε παύει να είναι περιοριστικός παράγοντας. Το ίδιο συμβαίνει επίσης όταν η πρόσληψη θερμίδων είναι χαμηλή. Το πείραμα επηρεάζεται επίσης από το είδος της πρωτεΐνης, την ηλικία του ζώου και τη διάρκειά του (Ζερφυρίδης, 1998).

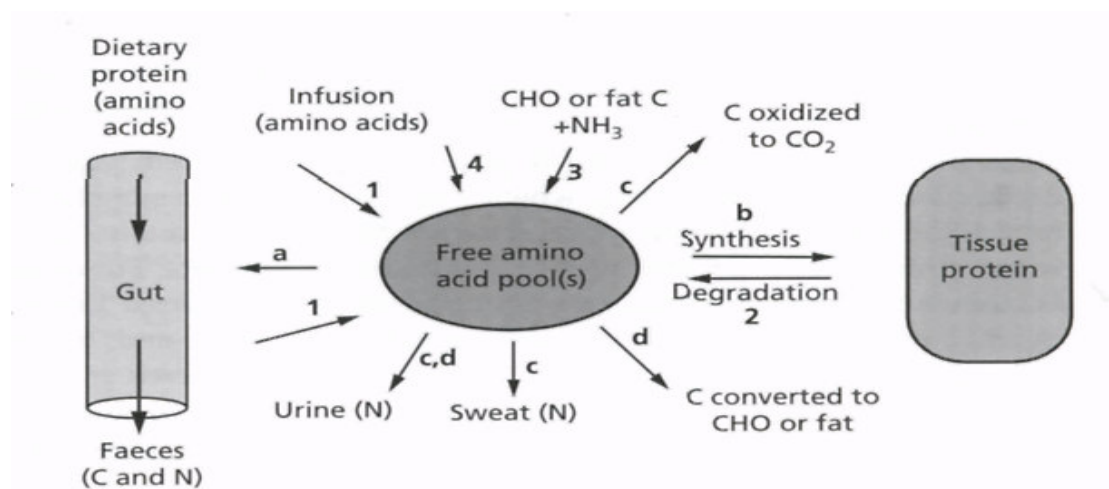
Συμπερασματικά...

Παρόλο που αναφέρθηκε μια ποικιλία μεθόδων για την ποιοτική αξιολόγηση των πρωτεϊνών, καμία δεν είναι τέλεια για την αξιολόγηση των πρωτεϊνών στους ανθρώπους.

Ενώ μερικές μέθοδοι βασίζονται στο πόσο επαρκώς (ή ανεπαρκώς) αναπτύσσεται ένα ζώο (ή το ισοζύγιο αζώτου που επιτυγχάνεται), αυτές οι μέθοδοι δεν παρέχουν καμία πληροφορία για τις απαιτήσεις σε αμινοξέα ή για τη σύνθεση πρωτεϊνών σε δεδομένο ιστό. Αντιθέτως, παρατηρούνται μόνο στοιχεία που αφορούν την ανάπτυξη σε όλο το σώμα. Τελικά, όλες οι μέθοδοι ποιοτικής αξιολόγησης πρωτεϊνών που περιγράφηκαν παραπάνω είναι ανεπαρκείς για την αξιολόγηση πρωτεϊνών στους bodybuilders. Χρησιμοποιούνται πρώτιστα για να καθορίσουν τις ελάχιστες απαιτήσεις για να υποστηρίξουν είτε την καταλληλότερη ανάπτυξη στα παιδιά (που διαφέρει από άποψη φυσιολογίας από την ανάπτυξη που παρατηρείται στους bodybuilders αφού συντίθενται όργανα και όχι μυϊκός ιστός) ή τη συντήρηση στους ενήλικες.

1.3.7 Σύνοψη του πρωτεϊνικού μεταβολισμού

Ένα συνοπτικό διάγραμμα για το πώς το σώμα μας μεταβολίζει τις πρωτεΐνες φαίνεται στο σχήμα 1. Παρόλο που οι δεξαμενές των ελεύθερων αμινοξέων περιλαμβάνουν ένα μικρό μόνο ποσοστό των αμινοξέων του σώματος (το μεγαλύτερο μέρος βρίσκεται στους πρωτεϊνικούς ιστούς), ο σημαντικός ρόλος των δεξαμενών αυτών (από τις οποίες όλα τα αμινοξέα πρέπει να περάσουν) φαίνεται από το μέγεθος και την τοποθεσία του πεδίου δράσης τους στο σχήμα 1.



Σχήμα 1 Συνοπτικό διάγραμμα του πρωτεϊνικού μεταβολισμού. Η είσοδος των αμινοξέων στη δεξαμενή δίνεται με αριθμούς και η έξοδος από τη δεξαμενή δίνεται με γράμματα (Lemon, 1996).

Φυσιολογικά, υπάρχουν τρεις μόνο τρόποι να περάσουν τα αμινοξέα στις ελεύθερες δεξαμενές (από την πρωτεΐνη της διατροφής κατά τη διάρκεια της πέψης, από τον καταβολισμό του πρωτεϊνικού ιστού, ή ως διαθέσιμα μη απαραίτητα αμινοξέα που σχηματίζονται στο σώμα από NH_3 και μια πηγή άνθρακα: αριθμοί 1, 2 και 3, αντίστοιχα,

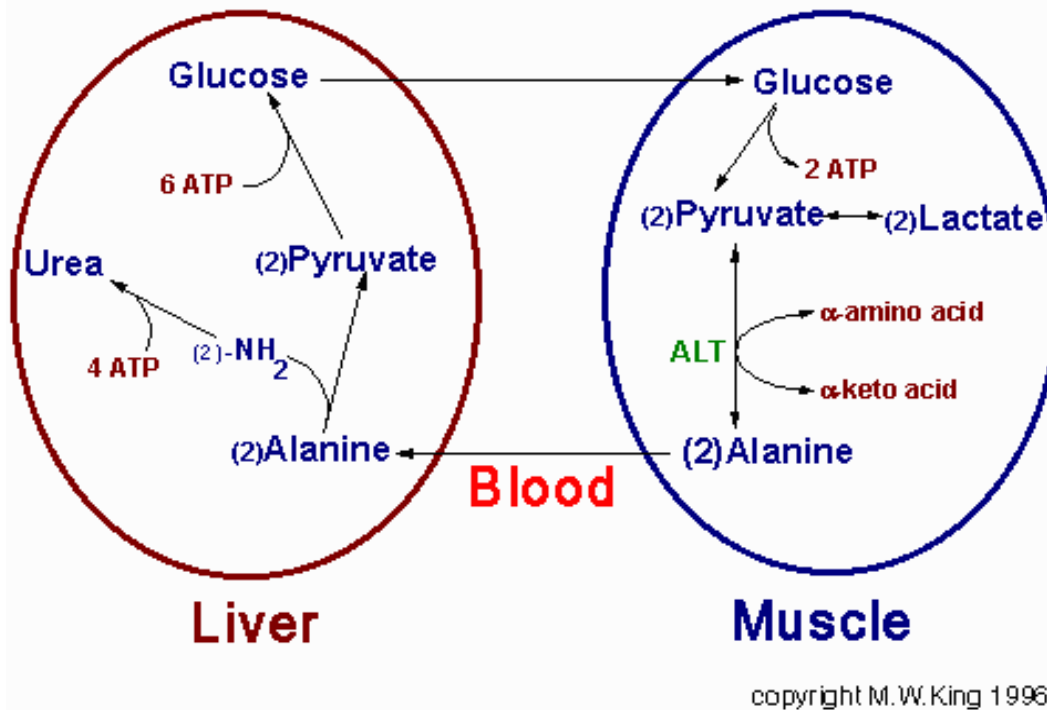
στο σχήμα 1). Και μια τέταρτη μέθοδος εισαγωγής είναι δυνατή, τουλάχιστον στο εργαστήριο (μέσω ενδοφλέβιας έγχυσης αμινοξέων). Βέβαια, μερικές από τις πρωτεΐνες που καταναλώνονται δεν απορροφώνται ποτέ (χάνονται στα κόπρανα). Μελετώντας τα αναγκαία (απαραίτητα) αμινοξέα, η 3η διαδρομή εξαιρείται, εφόσον αυτά τα αμινοξέα δεν συντίθενται στο σώμα.

Άλλοτε στις ελεύθερες δεξαμενές, υπάρχουν επίσης τέσσερις τρόποι με τους οποίους μπορούν να εξέλθουν τα αμινοξέα (έκκριση στο έντερο, συσσωμάτωση στον πρωτεϊνικό ιστό και οξείδωση όπου το άζωτο των αμινοξέων χάνεται μέσω των ούρων ή τον ιδρώτα: τα γράμματα a, b, c και d, αντίστοιχα, στο σχήμα 1). Κατά τη διάρκεια της άσκησης, οι οδοί a (λόγω της ανακατανομής αίματος) και d (λόγω του γενικού καταβολικού ερεθίσματος) θεωρούνται ασήμαντες (Matthews et al. 1982; Horber et al. 1989).

1.3.8 Ο Κύκλος Αλανίνης – Γλυκόζης

Υπάρχουν στον ανθρώπινο οργανισμό συγκεκριμένα είδη πρωτεϊνών τα οποία δεν είναι διαθέσιμα για την παραγωγή ενέργειας. Οι πρωτεΐνες των μυών βέβαια είναι πιο ευέλικτες. Όταν οι ενεργειακές ανάγκες του οργανισμού αυξάνουν ιδιαίτερα σε ασκήσεις μεγάλης διάρκειας, τότε ενεργοποιείται αυτός ο ενεργειακός μεταβολισμός των πρωτεϊνών. Στη συνέχεια θα περιγράψουμε ένα προτεινόμενο μοντέλο σύμφωνα με το οποίο το αμινοξύ αλανίνη χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας κατά τη διάρκεια της άσκησης. Τα αμινοξέα μέσα στους μυς μετατρέπονται σε γλουταμινικό και στη συνέχεια σε αλανίνη. Η αλανίνη που απελευθερώνεται από τους ενεργοποιημένους μυς μεταφέρεται στο ήπαρ όπου και απαμινώνεται. Ο ανθρακικός σκελετός που απομένει μετατρέπεται σε γλυκόζη μέσω της διαδικασίας της γλυκονεογένεσης. Εν συνεχεία απελευθερώνεται στην κυκλοφορία του αίματος για να προσληφθεί από τους λειτουργούντες μυς. Τα τμήματα του ανθρακικού σκελετού που προέρχονται από τον καταβολισμό των αμινοξέων από τα οποία παράγεται αλανίνη μπορούν στη συνέχεια να οξειδωθούν. Με τον τρόπο αυτό παράγεται ενέργεια στα συγκεκριμένα μυϊκά κύτταρα. *Η ενέργεια που παράγεται από τον κύκλο αλανίνης – γλυκόζης καλύπτει περίπου το 10-15% των συνολικών ενεργειακών αναγκών, όσο δηλαδή και το 60% περίπου της παρεχόμενης από το ήπαρ γλυκόζης* (Κλεισούρας, 2001).

Glucose/Alanine Cycle



1.3.9 Ο Καταβολισμός των Πρωτεϊνών Διευκολύνει την Απώλεια Ύδατος

Όταν οι πρωτεΐνες παρέχουν ενέργεια, ο οργανισμός εξουδετερώνει τις αζωτούχες αμινομάδες (και τις άλλες ουσίες που προκύπτουν από τον καταβολισμό των πρωτεϊνών). Αυτό απαιτεί και τη συνοδό αποβολή ύδατος επειδή τα προϊόντα του καταβολισμού των πρωτεϊνών αποβάλλονται από τον οργανισμό διαλυμένα σε υγρά (ούρα). Για το λόγο αυτό, ο αυξημένος καταβολισμός πρωτεϊνών αυξάνει την ανάγκη του οργανισμού σε υγρά (Κλεισούρας, 2001).

Ισοζύγιο Αζώτου

2.1 Ορισμός – Σημασία υπολογισμού του

Κατά παράδοση, η κατάσταση του αζώτου του σώματος έχει αποδοθεί με μία **τεχνική** γνωστή ως **ισοζύγιο αζώτου**. *Αυτή περιλαμβάνει μέτρηση από αντίγραφα γευμάτων ίδιων με αυτά που καταναλώθηκαν από τα άτομα που συμμετέχουν στο πείραμα μέσα σε ένα 24ωρο προκειμένου να ποσοτικοποιηθεί επακριβώς η πρωτεϊνική πρόσληψη* (η πρωτεϊνική πρόσληψη εκτιμάται από την υπόθεση ότι το μέσο περιεχόμενο άζωτο της πρωτεΐνης που προέρχεται από την τροφή είναι 16%, δηλαδή πολλαπλασιάζοντας την πρόσληψη αζώτου με το 6,25), **μέτρηση όλων των εκκρίσεων αζώτου** (τυπικά μόνο των ούρων και των κοπράνων μετρώνται και υπολογίζονται και διάφορες απώλειες, συμπεριλαμβανομένων και αυτών μέσω του δέρματος, μέσα σε 24 ώρες), **και μετά υπολογίζεται η διαφορά μεταξύ των δύο**. Μια απλοποιημένη μέθοδος εκτιμά την αποβολή αζώτου μετρώντας το άζωτο της ουρίας των ούρων συν 4 g για τις υπόλοιπες πηγές απώλειας αζώτου (**Συνολική αποβολή αζώτου = άζωτο ουρίας + 4 g**). Ο υπολογισμός των διαφόρων απωλειών αζώτου είναι απαραίτητος γιατί στα άτομα με καθιστική ζωή είναι πολύ μικρές, με αρκετή συνέπεια και εξαιρετικά δύσκολο να μετρηθούν πλήρως. Ωστόσο, με την άσκηση, η δερματική απώλεια αζώτου μέσω της εφίδρωσης πρέπει να ποσοτικοποιηθεί, εφόσον μπορεί να είναι σημαντική (Consolazio *et al.* 1963; Lemon & Mullin 1980). Όταν το προσλαμβανόμενο άζωτο ξεπερνά το αποβαλλόμενο, λέμε ότι κάποιος βρίσκεται σε **θετικό ισοζύγιο αζώτου** (και σε **αρνητικό ισοζύγιο αζώτου** αν η αποβολή υπερβαίνει την πρόσληψη). Αυτή η τελευταία περίπτωση δεν μπορεί να διαρκέσει πολύ χωρίς απώλειες σημαντικών στοιχείων του σώματος γιατί, αντιθέτως με τους υδατάνθρακες και το λίπος, το σώμα δεν περιέχει ενεργειακό απόθεμα από πρωτεΐνη (όλη η πρωτεΐνη του σώματος έχει δομικό και λειτουργικό ρόλο) (Κλεισούρας, 2001). Το μέγεθος και η κατεύθυνση της ισορροπίας του αζώτου σε άτομα που αθλούνται εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η προπονητική κατάσταση, η ποσότητα και η ποιότητα των πρωτεϊνών που καταναλώνονται, η συνολική πρόσληψη ενέργειας, τα επίπεδα γλυκογόνου του οργανισμού, και η ένταση, η διάρκεια και ο τύπος της άσκησης που εκτελείται (Lemon, 1980).

Το ισοζύγιο αζώτου είναι μια κλασική τεχνική που χρησιμοποιήθηκε στην πλειοψηφία των ερευνών οι οποίες μελετήθηκαν από τις ειδικές επιτροπές σε πολλές χώρες όταν αιτιολογούσαν τις προτεινόμενες διατροφικές προσλήψεις πρωτεΐνης (US Food and Nutrition Board, 1989). Ωστόσο, πρέπει να γίνει κατανοητό ότι αυτή η μέθοδος έχει αρκετούς περιορισμούς (δυσπρόσιτη για τα άτομα που μετέχουν στην έρευνα, εντατική εργασία από τους ερευνητές, τάσεις για υπερεκτίμηση του αζώτου που συγκρατείται, δηλ. γενικά υπερεκτιμάται η πρόσληψη και υποτιμάται η αποβολή), και λόγω της φύσης του «μαύρου κουτιού» δεν μπορεί να παρέχει τις συγκεκριμένες πληροφορίες για τα διάφορα συστατικά μέρη του πρωτεϊνικού μεταβολισμού (Lemon *et al.*, 1992; Fuller & Garlick, 1994). Ακόμα, το ισοζύγιο αζώτου επηρεάζεται από το ενεργειακό ισοζύγιο (Munro, 1951), το οποίο μπορεί να συγχύσει τα στοιχεία, ειδικά στις μελέτες που περιλαμβάνουν άσκηση κατά την οποία το ενεργειακό ισοζύγιο δεν ελέγχεται πάντα στενά. Επιπλέον, υπάρχουν συχνά διάφοροι πιθανοί παράγοντες σύγχυσης: ανεπαρκής χρόνος προσαρμογής στις μεταβαλλόμενες πειραματικές διατροφές (Scrimshaw *et al.*, 1972), αλλαγές – που συμπεριλαμβάνονται στην άσκηση – στη χρονική πορεία ή / και την ανάλογη σημασία των διαφόρων διαδρομών της έκκρισης αζώτου (Aystin *et al.*, 1921; Lemon & Mullin, 1980; Dolan *et al.*, 1987), και τεχνικά προβλήματα που καθιστούν δύσκολη την πλήρη συλλογή της έκκρισης αζώτου (Lutwak & Burton, 1964; Bingham & Cummings, 1983; Lemon *et al.*, 1986; Dolny & Lemon, 1988). Ως αποτέλεσμα, η βιβλιογραφία πρέπει να εξετασθεί πολύ σχολαστικά.

Παρόλο που το ισοζύγιο αζώτου έχει μειονεκτήματα σε μέθοδος, είναι άμεσος δείκτης για το πόσο επαρκώς ή ελλιπώς μια πρωτεΐνη καλύπτει τις ανάγκες του οργανισμού. Εάν μια δεδομένη ποσότητα πρωτεΐνης (πιο επακριβώς, ένα δεδομένο ποσό αζώτου) οδηγεί το άτομο σε ισοζύγιο αζώτου (ή θετικό ισοζύγιο αζώτου) μπορεί να θεωρηθεί ότι η υπό μελέτη πρωτεΐνη είναι ποιοτικά επαρκής για τη διατήρηση των πρωτεϊνικών αποθηκών του σώματος.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα της μεθόδου του ισοζυγίου αζώτου είναι ότι δε δίνει καθόλου πληροφορίες που να σχετίζονται με το μεταβολισμό συγκεκριμένων αμινοξέων (και ανεπαρκειών) ή με τους ιστούς που επηρεάζονται (π.χ. ο μυϊκός ιστός έναντι του συκωτιού), δίνει μόνο ένα δείγμα του τι συμβαίνει συνολικά στο σώμα (Pellett, PL and Young, 1980).

Οι Ορμόνες στην Άσκηση και την Προπόνηση

3.1 Τι Είναι οι Ορμόνες;

Οι ορμόνες είναι χημικοί μεταβιβαστές οι οποίοι επηρεάζουν όλες σχεδόν τις ανθρώπινες λειτουργίες. Ρυθμίζουν την αύξηση, την ανάπτυξη, το μεταβολισμό, την αναπαραγωγή και ενισχύουν την ικανότητα του οργανισμού να αντεπεξέρχεται τόσο στο σωματικό, όσο και το ψυχικό stress. Διατηρούν την ομοιόσταση ρυθμίζοντας το ηλεκτρολυτικό ισοζύγιο οξέων – βάσεων και επιδρούν σε συγκεκριμένες ουσίες του μεταβολισμού που χρησιμοποιούνται στις βιολογικές διεργασίες.

Οι ορμόνες μπορούν σε γενικές γραμμές να ταξινομηθούν σε δύο «χημικές» κατηγορίες: (1) ορμόνες που προέρχονται από στεροειδείς ενώσεις, και (2) ορμόνες που αποτελούν παράγωγα αμινοξέων ή πολυπεπτιδίων. Οι στεροειδικές ορμόνες συντίθενται από την κυκλοφορούσα χοληστερόλη στο φλοιό των επινεφριδίων και στις γονάδες, ενώ άλλοι ιστοί (π.χ. στομάχι, έντερο) παράγουν τις πολυπεπτιδικές ορμόνες, οι οποίες αποτελούν πρωτεΐνες ποικίλου μεγέθους από μικρές έως πολύ μεγάλες. Μια τρίτη κατηγορία ορμονών αποτελείται από βιολογικά ενεργά λιπίδια τα οποία βρίσκονται σχεδόν σε όλες τις κυτταρικές μεμβράνες. Παραδείγματα ορμονών που είναι βασισμένες σε λιπίδια αποτελούν οι προσταγλανδίνες, οι οποίες συμβάλουν στη ρύθμιση της διαμέτρου των αιμοφόρων αγγείων, τη γαστρική έκκριση και την πήξη του αίματος. Μία διαφορετική κατηγορία ορμόνης αποτελεί η ερυθροποιητίνη, μία γλυκοπρωτεΐνη η οποία διεγείρει την παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων από το μυελό των οστών (Κλεισούρας, 2001).

3.2 Πώς Δρουν οι Ορμόνες;

Η κύρια λειτουργία των ορμονών είναι να μεταβάλλουν το βαθμό της αντίδρασης συγκεκριμένων «κυττάρων – στόχων». Αυτό επιτυγχάνεται:

- Μεταβάλλοντας το ρυθμό σύνθεσης ενδοκυττάρων πρωτεϊνών
- Επηρεάζοντας το βαθμό της ενζυμικής δραστηριότητας
- Μεταβάλλοντας τη μεταφορά μέσω της κυτταρικής μεμβράνης
- Διεγείροντας την εκκριτική δραστηριότητα

Η ικανότητα ενός κυττάρου – στόχου να απαντάει στα ορμονικά ερεθίσματα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την παρουσία συγκεκριμένων πρωτεϊνικών υποδοχέων στη μεμβράνη ή στο εσωτερικό του. Για παράδειγμα, οι υποδοχείς για τη φλοιοεπινεφριδιοτρόπο ορμόνη, η οποία διεγείρει τα επινεφρίδια, φυσιολογικά βρίσκονται μόνο σε ορισμένα κύτταρα του επινεφριδιακού φλοιού. Αντιθέτως, υποδοχείς για τη θυροξίνη, την κύρια ορμόνη που διεγείρει τον κυτταρικό μεταβολισμό, βρίσκονται σε όλα τα κύτταρα του οργανισμού. Έτσι η θυροξίνη έχει μία γενικότερη επίδραση στον οργανισμό. **“Προς τα πάνω ρύθμιση** ή up regulation” είναι η δυναμική κατάσταση κατά την οποία τα κύτταρα – στόχοι σχηματίζουν περισσότερους υποδοχείς σε απάντηση στα αυξανόμενα ορμονικά επίπεδα. Αντίθετα, παρατεταμένη έκθεση σε υψηλές ορμονικές συγκεντρώσεις μπορεί να απευαισθητοποιήσει τα κύτταρα – στόχους, ώστε να αρχίσουν να απαντούν ασθενέστερα στην ορμονική διέγερση. Αυτή η διαδικασία ορίζεται σαν **“προς τα κάτω ρύθμιση** ή down regulation” και πιθανώς συνεπάγεται μείωση του αριθμού των υποδοχέων. Αυτό γίνεται με σκοπό την αναχαίτιση της υπερβολικής αντίδρασης των κυττάρων – στόχων κάτω από συνθήκες υψηλών ορμονικών επιπέδων (Κλεισούρας, 2001).

3.3 Νευρική Διέγερση

Κατά τη διάρκεια της άσκησης η ενεργοποίηση του υποθαλάμου και του συμπαθητικού νευρικού συστήματος μετριάζει την απελευθέρωση της ινσουλίνης από το πάγκρεας. Με τον τρόπο αυτό αυξάνονται τα επίπεδα σακχάρου του αίματος, προς αντιμετώπιση των απαιτήσεων που δημιουργούνται, και εξασφαλίζονται αποθέματα υδατανθράκων για το μυϊκό και νευρικό ιστό (Κλεισούρας, 2001).

3.4 Βελτιστοποίηση της Απόκρισης στην Άσκηση

Η δραστηριότητα του συμπαθητικού επηρεάζει πολλούς παράγοντες που σχετίζονται με την άσκηση. Σ’ αυτούς περιλαμβάνονται η κατανομή της αιματικής ροής, η καρδιακή συσταλτικότητα, η κινητοποίηση ενεργειακών υποστρωμάτων, η ηπατική γλυκογονόλυση και η λιπόλυση. Όλοι αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν θετικά την απάντηση στην άσκηση (Κλεισούρας, 2001).

3.5 Ορμόνες του Πρόσθιου Λοβού της Υπόφυσης

3.5.1 GH (αυξητική ορμόνη ή σωματοτροπίνη), Άσκηση και Ιστική Σύνθεση

Μελέτες για την παραγωγή της GH κατά τη διάρκεια της άσκησης υποδεικνύουν αυξημένη έκκριση της ορμόνης λίγο μετά την έναρξη. Καθώς η άσκηση εντείνεται παρατηρείται μία απότομη αύξηση στην παραγωγή και την ολική απέκκριση της GH. Στην πραγματικότητα η έκκριση της GH σχετίζεται περισσότερο με τη μέγιστη ένταση της άσκησης παρά με τη διάρκεια ή τη συνολική παραγωγή έργου. Το ακριβές ερέθισμα για την αυξημένη παραγωγή GH κατά τη διάρκεια της άσκησης δεν έχει προσδιοριστεί. Προφανώς ο βασικός έλεγχος εξασφαλίζεται με τη συμμετοχή νευρικών παραγόντων.

Ο μηχανισμός αλληλεπίδρασης GH και άσκησης, ώστε να αυξηθεί η πρωτεϊνοσύνθεση (και ακολούθως η μυϊκή υπερτροφία), ο σχηματισμός χόνδρων, ο σκελετός και ο κυτταρικός πολλαπλασιασμός, δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως. Μία θεωρία προτείνει ότι η άσκηση διεγείρει άμεσα την παραγωγή της GH, η οποία στη συνέχεια ενεργοποιεί αναβολικές διεργασίες. Έχει αποδειχθεί ότι η άσκηση σχετίζεται άμεσα με το διπλασιασμό, τόσο της συχνότητας, όσο και του εύρους των εκκριτικών ώσεων της GH. Επιπλέον, η άσκηση διεγείρει την παραγωγή οπιοειδών τα οποία διευκολύνουν την απελευθέρωση της GH μέσω αναστολής της ηπατικής σύνθεσης της σωματοστατίνης, μιας ορμόνης που αναστέλλει την απελευθέρωση της GH.

Κατά την άσκηση η GH διεγείρει την απελευθέρωση λιπιδίων από το λιπώδη ιστό, ενώ ταυτόχρονα αναστέλλει την πρόσληψη γλυκόζης από τα κύτταρα, διατηρώντας έτσι το σάκχαρο του αίματος στα απαραίτητα υψηλά επίπεδα. Αυτή η οικονομία γλυκόζης θα μπορούσε ασφαλώς να ενισχύσει την ικανότητα του ατόμου, να εκτελέσει άσκηση αντοχής (Κλεισούρας, 2001).

3.5.2 Θυρεοειδοτρόπος Ορμόνη

Δεδομένου του σημαντικού ρόλου της TSH στη ρύθμιση του κυτταρικού μεταβολισμού, δεν προκαλεί έκπληξη η αύξηση της παραγωγής TSH από την υπόφυση κατά τη διάρκεια της άσκησης, αν και αυτή μπορεί να μην είναι σταθερή (Κλεισούρας, 2001).

3.5.3 Φλοιοτρόπος Ορμόνη

Η φλοιοτρόπος ή φλοιοεπινεφριδιοτρόπος ορμόνη (ACTH), ρυθμίζει την παραγωγή των ορμονών που εκκρίνονται από το φλοιό των επινεφριδίων με τρόπο παρόμοιο με αυτόν που η TSH ελέγχει την έκκριση των ορμονών του θυρεοειδούς. Η ACTH αυξάνει

την κινητοποίηση των λιπαρών οξέων από το λιπώδη ιστό, αυξάνει το βαθμό της γλυκονεογένεσης και διεγείρει τον καταβολισμό των πρωτεϊνών. Η μέχρι τώρα εμπειρία αποδεικνύει ότι οι συγκεντρώσεις της ACTH αυξάνουν με τη διάρκεια της άσκησης, εφόσον η ένταση είναι υψηλότερη από το 25% της αερόβιας ικανότητας (Κλεισούρας, 2001).

3.5.4 Προλακτίνη

Η ορμόνη **προλακτίνη (PRL)** είναι υπεύθυνη αφενός για την έναρξη και αφετέρου για τη διατήρηση της έκκρισης γάλακτος από τους μαστικούς αδένες. Τα επίπεδα της προλακτίνης αυξάνονται όταν η άσκηση φτάνει στη μεγαλύτερη ένταση κι επανέρχονται σε αυτά της βασικής έκκρισης μέσα στα πρώτα 45 λεπτά της αποκατάστασης. Εξαιτίας του σημαντικού της ρόλου στη σεξουαλική λειτουργία της γυναίκας, είναι πιθανό ότι η επανειλημμένη απελευθέρωση προλακτίνης, που προκαλείται από την άσκηση μπορεί να αναστείλει τη λειτουργία των ωοθηκών και να συμβάλει στις μεταβολές του καταμήνιου κύκλου, που παρατηρούνται συχνά στις αθλήτριες. Η εμπειρία αποδεικνύει επίσης ότι η προλακτίνη αυξάνει στις γυναίκες σαν αποτέλεσμα απότομης μέγιστης άσκησης (Κλεισούρας, 2001).

3.5.5 Γοναδοτρόπες Ορμόνες

Οι δύο γοναδοτρόπες ορμόνες είναι η **ωοθυλακιοτρόπος ορμόνη (FSH)** και η **ωχρινοτρόπος ορμόνη (LH)**. Στις γυναίκες η FSH προάγει την έναρξη ωρίμανσης των ωοθυλακίων στις ωοθήκες και διεγείρει την παραγωγή οιστρογόνων από αυτές, μιας γυναικείας ορμόνης. Η LH συνεργάζεται με την FSH για την έκκριση οιστρογόνων, όπως επίσης και για τη ρήξη του ωοθυλακίου, η οποία επιτρέπει στο ωάριο να εισέλθει στις σάλπιγγες, όπου και γονιμοποιείται. Στους άνδρες η FSH διεγείρει την ανάπτυξη του βλαστικού επιθηλίου των όρχεων, γεγονός που συμβάλει στην ωρίμανση του σπέρματος. Η LH διεγείρει επίσης τους όρχεις προς παραγωγή τεστοστερόνης, ορμόνης του ανδρικού φύλου.

Μελέτες που αφορούν τις μεταβολές της FSH και της LH κατά τη διάρκεια της άσκησης είναι αντιφατικές και τα αποτελέσματά τους ανατρέπονται από τον τρόπο της απελευθέρωσης των γοναδοτροφινών. Επειδή η LH φυσιολογικά απεκκρίνεται κατά ώσεις είναι δύσκολο να διαπιστωθεί κάποια ειδική μεταβολή σχετιζόμενη με την άσκηση από το φυσιολογικό πρότυπο της έκκρισης κατά ώσεις. Επιπρόσθετα, η κακουχία μπορεί είτε να αυξήσει, είτε να μειώσει τα επίπεδα της LH μέσω της δραστηριότητας της

νορεπινεφρίνης, η οποία επηρεάζεται σημαντικά από το stress. Γενικότερα, η LH αυξάνεται πριν ακόμα αρχίσει η άσκηση και φτάνει στην αιχμή της αφού η άσκηση έχει ολοκληρωθεί (Κλεισούρας, 2001).

3.6 Ορμόνες του Οπίσθιου Λοβού της Υπόφυσης

Συχνά χαρακτηρίζεται ως **νευροϋπόφυση** και σ' αυτήν αποθηκεύονται δύο ορμόνες, η **αντιδιουρητική ορμόνη** (ADH ή αγγειοπιεσίνη) και η **ωοκυτοκίνη**, οι οποίες παράγονται στον υποθάλαμο και εκκρίνονται στην νευροϋπόφυση.

Η κύρια λειτουργία της ADH συνίσταται στον έλεγχο της απέκκρισης του ύδατος από τους νεφρούς (μείωση παραγωγής ούρων). Ο ρόλος της ωοκυτοκίνης συνίσταται στη διέγερση του μυομητρίου προς σύσπαση και την απέκκριση του γάλακτος από το μαστό, κατά τη διαδικασία του θηλασμού.

Η άσκηση αποτελεί ισχυρό διεγερτικό παράγοντα της έκκρισης ADH. Έτσι εξηγείται η επαναπρόσληψη ύδατος από τα αθροιστικά σωληνάρια των νεφρών κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας έντονης άσκησης. Αυτή η ορμονική απάντηση, που θεωρείται ότι προκαλείται από την εφίδρωση, μπορεί με βεβαιότητα να βοηθήσει τον οργανισμό να εξοικονομήσει υγρά, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια άσκησης σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας, όπου η αφυδάτωση αποτελεί σημαντικό κίνδυνο για τον οργανισμό. Αντίθετα, η παραγωγή ADH ελαττώνεται και ο όγκος των ούρων αυξάνεται αναλογικά, όταν υπάρχει πλεόνασμα υγρών (Κλεισούρας, 2001).

3.7 Θυρεοειδικές Ορμόνες

Ο θυρεοειδής αδένας υπόκειται στη δράση της TSH και εκκρίνει δύο ορμόνες, συμπλέγματα πρωτεΐνης – ιωδίου, τη θυροξίνη (T4) και την τριωδοθυρονίνη (T3).

Αύξηση στην απέκκριση της T4/T3 εντείνει το μεταβολικό ρυθμό όλων των κυττάρων, προφανώς μέσω της διεγερτικής της επίδρασης στην ενζυμική δραστηριότητα, τη δράση της στα μιτοχόνδρια όπου αυξάνει την κατανάλωση οξυγόνου και στον πυρήνα όπου αυξάνει το επίπεδο της «μεταγραφής». Η T4/T3, παραδείγματος χάριν, μπορεί να αυξήσει το βασικό μεταβολισμό τέσσερις φορές.

Κατά τη διάρκεια της άσκησης αυξάνονται στο αίμα τα επίπεδα της «ελεύθερης» T4, δηλαδή της μη συνδεδεμένης με τις πρωτεΐνες του πλάσματος. Αυτό μπορεί να είναι αποτέλεσμα της αύξησης της θερμοκρασίας που λαμβάνει χώρα κατά την άσκηση, η

οποία μεταβάλλει τη σύνθεση πολλών ορμονών με τις πρωτεΐνες του πλάσματος, συμπεριλαμβανομένης και της T4 (Κλεισούρας, 2001).

3.8 Ορμόνες των Επινεφριδίων

3.8.1 Ορμόνες του Μυελού των Επινεφριδίων

Ο μυελός των επινεφριδίων αποτελεί τμήμα του συμπαθητικού νευρικού συστήματος. Παράγει δύο ορμόνες, την επινεφρίνη και τη νορεπινεφρίνη, οι οποίες συλλογικά ονομάζονται κατεχολαμίνες. Οι ορμόνες αυτές επιδρούν στην καρδιά, τα αιμοφόρα αγγεία και τους αδένες.

Η παραγωγή κατεχολαμινών από το φλοιό των επινεφριδίων αυξάνεται με την άσκηση, και το μέγεθος της αύξησης σχετίζεται άμεσα με την ένταση της προσπάθειας. Παραδείγματος χάριν, τα επίπεδα της νορεπινεφρίνης αυξάνονται 2-6 φορές καθώς η ένταση της άσκησης γίνεται από μικρή, μέγιστη. Η διάρκεια της άσκησης επηρεάζει επίσης το μέγεθος της κατεχολαμινικής απάντησης, συμπεράσμα που εξάγεται από την αντίστροφη σχέση των επιπέδων επινεφρίνης και νορεπινεφρίνης του πλάσματος και της απόστασης που διανύεται σε χιλιόμετρα. Στους παράγοντες που καθορίζουν την κατεχολαμινική απάντηση στην άσκηση συμπεριλαμβάνονται η ηλικία (η έκκριση των κατεχολαμινών του πλάσματος αυξάνει με την ηλικία για την εκτέλεση άσκησης ίδιας έντασης), και το φύλο (η έκκριση της επινεφρίνης είναι μεγαλύτερη στους άνδρες από ότι στις γυναίκες που εκτελούν άσκηση με την ίδια σχετική ένταση) (Κλεισούρας, 2001).

3.8.2 Ορμόνες του Φλοιού των Επινεφριδίων

Ο φλοιός των επινεφριδίων εκκρίνει στεροειδείς ορμόνες, οι οποίες μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με τη λειτουργία τους σε μία από τις ακόλουθες τρεις ομάδες: αλατοκορτικοειδή, γλυκοκορτικοειδή και ανδρογόνα. Κάθε μία από αυτές παράγεται σε διαφορετική ζώνη ή στιβάδα του φλοιού των επινεφριδίων (Κλεισούρας, 2001).

3.8.2.1 Αλατοκορτικοειδή

Όπως προδίδει και το όνομά τους, τα αλατοκορτικοειδή ρυθμίζουν τη συγκέντρωση των ηλεκτρολυτών κάλιο και νάτριο στα υγρά του εξωκυττάριου χώρου του σώματος. Η αλδοστερόνη αποτελεί την ορμόνη με τη μεγαλύτερη φυσιολογική σπουδαιότητα και αντιστοιχεί στο 95% του συνόλου αυτών.

Η αλδοστερόνη δρα ρυθμίζοντας την επαναπρόσληψη νατρίου στα άπω εσπειραμένα σωληνάκια των νεφρών. Αυτό συνεπάγεται μείωση της αποβολής νατρίου στα ούρα. Επειδή οι νεφροί ανταλλάσσουν τα ιόντα νατρίου που επαναρροφώνται είτε με ιόντα καλίου, είτε με ιόντα υδρογόνου, η αλδοστερόνη συμβάλλει επίσης στη διατήρηση των επιπέδων των ιόντων αυτών στον ορό του αίματος. Η διατήρηση του ισοζυγίου των ηλεκτρολυτών διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη νευρική διέγερση και τη μυϊκή λειτουργία. Η νευρομυϊκή δραστηριότητα δε θα ήταν δυνατή χωρίς τη ρυθμιστική επίδραση του καλίου και του νατρίου.

Κατά τη διάρκεια της άσκησης η δραστηριότητα του συμπαθητικού νευρικού συστήματος προκαλεί σύσπαση των νεφρικών αγγείων. Η ακόλουθη μείωση της παροχής αίματος στους νεφρούς προκαλεί απελευθέρωση της ορμόνης ρενίνης στο αίμα. Η αύξηση της ρενίνης στη συνέχεια, διεγείρει την παραγωγή μιας άλλης νεφρικής ορμόνης, της αγγειοτασίνης, η οποία με τη σειρά της διεγείρει το φλοιό των επινεφριδίων προς παραγωγή αλδοστερόνης. Η έκκριση αλδοστερόνης αυξάνει προοδευτικά κατά τη διάρκεια της άσκησης, ενώ η μέγιστη συγκέντρωση της αλδοστερόνης στο πλάσμα είναι έξι φορές μεγαλύτερη από εκείνη που παρατηρείται στην κατάσταση ηρεμίας. Κατά την ηρεμία ο μηχανισμός ρενίνης – αγγειοτασίνης ελέγχει την έκκριση αλδοστερόνης ενεργοποιούμενος από τη μείωση της αρτηριακής πίεσης, στα προσαγωγά αρτηρίδια του νεφρού (Κλεισούρας, 2001).

3.8.2.2 Γλυκοκορτικοειδή

Η **κορτιζόλη** ή **υδροκορτιζόνη** αποτελεί τον κύριο εκπρόσωπο των γλυκοκορτικοειδών που εκκρίνονται από το φλοιό των επινεφριδίων. Η σημαντικότερη λειτουργία της κορτιζόλης απορρέει από την επίδρασή της στον ενεργειακό μεταβολισμό. Η κορτιζόλη:

1. Ενεργοποιεί τη διάσπαση των πρωτεϊνών σε αμινοξέα σε όλα τα κύτταρα του οργανισμού εκτός από τα ηπατικά. Τα αμινοξέα που απελευθερώνονται προσλαμβάνονται από το ήπαρ, όπου μέσω της γλυκονεογένεσης μετατρέπονται σε γλυκόζη.
2. Ενισχύει τη δράση άλλων ορμονών, βασικά της γλυκαγόνης και της αυξητικής ορμόνης, στη γλυκονεογενετική διαδικασία.
3. Δρα ως ανταγωνιστής της ινσουλίνης παρεμποδίζοντας την πρόσληψη και την οξείδωση της γλυκόζης.

Η έκκριση της κορτιζόλης επιταχύνει την κινητοποίηση των λιπιδίων για την παραγωγή ενέργειας. Αυτό είναι εμφανές ιδιαίτερα κατά την ασιτία και την άσκηση.

Η απάντηση της κορτιζόλης στην άσκηση ποικίλει σημαντικά και διαμορφώνεται από παράγοντες όπως η ένταση και η διάρκεια της άσκησης, η φυσική κατάσταση, η θρέψη και οι βιορυθμοί. Οι περισσότερες μελέτες υποδεικνύουν ότι η παραγωγή κορτιζόλης αυξάνεται με την ένταση της άσκησης. Επιπρόσθετα, ασυνήθιστα υψηλά επίπεδα κορτιζόλης παρατηρήθηκαν σε άτομα που εκτελούν ασκήσεις μεγάλης διάρκειας, συμπεριλαμβανομένου και του μαραθωνίου δρόμου. Ακόμη και σε άσκηση ήπιας έντασης η κορτιζόλη του πλάσματος αυξάνεται όταν η άσκηση διαρκεί αρκετά, και παραμένει υψηλή για δύο ώρες μετά το πέρας της άσκησης (Κλεισούρας, 2001).

3.8.2.3 Ανδρογόνα

Τα στεροειδή του φύλου παράγονται στις ωοθήκες και τα επινεφρίδια στις γυναίκες, και στους όρχεις και τα επινεφρίδια στους άνδρες. Οι ωοθήκες αποτελούν την κύρια πηγή της οιστραδιόλης και της προγεστερόνης. Τα επινεφρίδια αποτελούν την κύρια πηγή της δεϋδροεπιανδροστερόνης (DHEA) και του θειικού παραγώγου της, DHEAS. Τόσο οι ωοθήκες όσο και τα επινεφρίδια αποτελούν την κύρια πηγή της ανδροστενδιόνης και της τεστοστερόνης. Οι όρχεις παράγουν επίσης τεστοστερόνη, ενώ μικρές μόνο ποσότητες αυτής της ορμόνης εκκρίνονται από τις ωοθήκες. Αντίστροφα, στους άνδρες η τεστοστερόνη μπορεί να μετατραπεί σε οιστρογόνα στους περιφερικούς ιστούς.

Η συγκέντρωση της τεστοστερόνης του πλάσματος στις γυναίκες, περίπου το 1/10 αυτής των ανδρών, δεν έχει αποδειχθεί ότι αυξάνεται κατά τη διάρκεια της άσκησης. Η άσκηση ωστόσο, αυξάνει τα επίπεδα της οιστραδιόλης και της προγεστερόνης. Στους αγύμναστους άνδρες, τόσο η παρατεταμένη άσκηση, όσο και η μέτριας εντάσεως αερόβια άσκηση, αυξάνουν σημαντικά την τεστοστερόνη του ορού και τη μη συνδεδεμένη τεστοστερόνη, μετά την πάροδο 15-20 λεπτών. Σε παρατεταμένη εξουθενωτική άσκηση, όπως ο μαραθώνιος δρόμος, τα επίπεδα της τεστοστερόνης πέφτουν κάτω από τα αντίστοιχα της ηρεμίας (Κλεισούρας, 2001).

3.9 Παγκρεατικές Ορμόνες

3.9.1 Ινσουλίνη – Γλυκαγόνη

Κατά τη διάρκεια άσκησης αυξανόμενης έντασης και διάρκειας, τα επίπεδα της γλυκόζης και της ινσουλίνης ελαττώνονται προοδευτικά, σαν αποτέλεσμα των ανασταλτικών επιδράσεων της αυξημένης κατεχολαμινικής δραστηριότητας. Αυτό αυξάνει άμεσα την ηπατική παραγωγή γλυκόζης και ευαισθητοποιεί το ήπαρ στις θετικές για την

απελευθέρωση της γλυκόζης επιδράσεις της γλυκαγόνης και της νορεπινεφρίνης. Η καταστολή της ινσουλίνης από τις κατεχολαμίνες, η οποία είναι ανάλογη της έντασης της άσκησης, μας βοηθά να εξηγήσουμε γιατί δεν παρατηρείται υπογλυκαιμία όταν υπάρχουν αποθέματα γλυκόζης πριν από την άσκηση, παρόλο που η γλυκόζη καταναλώνεται κατά τη διάρκεια αυτής. Καθώς η παραγωγή ινσουλίνης ελαττώνεται στην άσκηση μεγάλης διάρκειας, σταδιακά όλο και περισσότερη ενέργεια παράγεται από την κινητοποίηση ελεύθερων λιπαρών οξέων (Κλεισούρας, 2001).

3.10 Προπόνηση Αντίστασης και Ενδοκρινική Λειτουργία

Η ενδοκρινική απάντηση στην προπόνηση αντίστασης απαιτεί ιδιαίτερη μελέτη. Παρόλο που αυτού του είδους η άσκηση αφορά κατά κύριο λόγο τη μυϊκή δύναμη και τη μυϊκή μάζα, ο βαθμός με τον οποίο μεταβάλλονται αυτοί οι παράμετροι μπορεί να διαφέρουν, γεγονός που προδίδει μια ποικίλη ενδοκρινική απάντηση.

Η αναδιαμόρφωση των μυών στην προπόνηση αντίστασης αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία η οποία περιλαμβάνει την αλληλεπίδραση κυτταρικών υποδοχέων με διάφορες ορμόνες και τη σύνθεση DNA από νέες συσταλτές πρωτεΐνες. Η συγκεκριμένη απάντηση στην άσκηση εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της άσκησης και του ερεθίσματος (π.χ. συχνότητα, ένταση, όγκος και είδος προπόνησης).

Οι δύο βασικές ορμόνες που μπλέκονται στις προσαρμογές που συμβαίνουν στην προπόνηση είναι η τεστοστερόνη και η αυξητική ορμόνη. Φαίνεται ότι ο βασικός ρόλος της τεστοστερόνης είναι η αύξηση της απελευθέρωσης της GH και η αλληλεπίδραση με το νευρικό σύστημα. Αυτές οι δράσεις της τεστοστερόνης μπορεί να αποδειχθούν πολύ πιο σημαντικές από οποιαδήποτε αναβολική λειτουργία της. Εντούτοις δεν έχει αποδειχθεί από το σύνολο των μελετών άμεση ανταπόκριση της GH στην προπόνηση. Ίσως να υπάρχει ένας ουδός στην ένταση της άσκησης, ή μία απαιτούμενη διάρκεια στο χρόνο εξάσκησης, ώστε να προκληθεί απάντηση από τη GH. Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι κατά την προπόνηση τόσο για την τεστοστερόνη όσο και για την GH αυξάνονται η συχνότητα και το μέγεθος της έκκρισης, συνεισφέροντας έτσι στην υπερτροφική δράση στο μυ.

Μελέτες που να αναφέρονται στην έκκριση τεστοστερόνης και GH στις γυναίκες κατά την άσκηση αντοχής σπανίζουν. Οι λιγοστές που είναι διαθέσιμες αποδεικνύουν ότι στις γυναίκες δεν επέρχεται καμία μεταβολή σε αυτές τις ορμόνες. Μπορεί λοιπόν να υποθέσει κανείς ότι εξαιτίας αυτής τη περιορισμένης απάντησης, οι γυναικείοι μύες δεν υπερτρέφονται στον ίδιο βαθμό με τους ανδρικούς, ακόμα και κάτω από συνθήκες

προπόνησης με υπερβολική ένταση. Σε αυτόν τον τομέα υπάρχει χώρος για περαιτέρω έρευνα (Κλεισούρας, 2001).

Ασκούμενοι:

Χαρακτηριστικά – Διατροφικές ανάγκες – Προπόνηση

4.1 Άρση βαρών και αθλήματα δύναμης

Η επιτυχία των αθλητών στα διάφορα αθλήματα εξαρτάται από το κατά πόσο έχουν καταφέρει να αναπτύξουν δύναμη, ισχύ και ταχύτητα στη μυϊκή τους λειτουργία. Η μέγιστη απόδοση της μυϊκής λειτουργίας δεν εξαρτάται μόνο από τα χαρακτηριστικά του μυός αλλά και από την καλή λειτουργία του νευρικού συστήματος και το συντονισμό, κατά την ενεργοποίηση, των συνεργών και ανταγωνιστών μυών. Όσον αφορά στα χαρακτηριστικά των μυών, αυτά που παίζουν σημαντικό ρόλο είναι, εκτός από το μέγεθός τους, ο προσανατολισμός των μυϊκών ινών, η αναλογία των διαφόρων τύπων μυϊκών ινών που συμμετέχουν, καθώς και το μέγεθος και η δομή του συνδετικού ιστού.

Τα ακόλουθα χαρακτηριστικά των μυών είναι σημαντικά για την ανάπτυξη δύναμης και ισχύος:

1. Η μέγιστη μυϊκή προσπάθεια είναι ανάλογη του μήκους των σαρκομεριδίων ή σαρκομερίων (Faulkner & White, 1990). Το μήκος αυτό δεν μπορεί να αλλάξει με την προπόνηση αλλά με την κλίση της κλειδώσης, η οποία στη συνέχεια προκαλεί επιμήκυνση του μυός. Προσθέτοντας σαρκομέρια παράλληλα, αυξάνεται η μέγιστη δύναμη που μπορεί να επιτευχθεί, ενώ προσθέτοντας σαρκομέρια κάθετα δεν επηρεάζεται η δύναμη.
2. Η μέγιστη ταχύτητα βράχυνσης ενός μυός εξαρτάται από την επιβάρυνση που ασκείται σε αυτόν. Για κάθε μυϊκή ίνα χωριστά, η ταχύτητα βράχυνσης και κατ'επέκταση η μέγιστη ταχύτητα κίνησης, είναι συνάρτηση της δράσης της ΑΤΡάσης. Στις μυϊκές ίνες ταχείας συστολής* (τύπος IIb), η μέγιστη ταχύτητα βράχυνσης είναι 4 φορές μεγαλύτερη από αυτή των μυϊκών ινών βραδείας συστολής* (τύπος I) (Burke & Edgerton, 1975).

***Δύο Διαφορετικοί Τύποι Μυϊκών Ινών:** *Μυϊκές ίνες για ταχύτητα.* Οι μυϊκές ίνες ταχείας συστολής περιέχουν μεγάλη συγκέντρωση του γλυκολυτικού ενζύμου φωσφοφρουκτοκινάση. Αυτό τις καθιστά ιδανικές για παραγωγή ενέργειας αναερόβια, μέσω γλυκόλυσης.

Μυϊκές ίνες για αντοχή: οι μυϊκές ίνες βραδείας συστολής έχουν μια σημαντική παροχή αίματος και μεγάλα, πολυάριθμα μιτοχόνδρια. Αυτό τις κάνει ιδανικές για την αερόβια καύση λιπών και υδατανθράκων (Κλεισούρας, 2001).

3. Η δύναμη που μπορεί να αναπτυχθεί από έναν μυ είναι γραμμική συνάρτηση της μέγιστης δράσης της ΑΤΡάσης κι επομένως στενά σχετιζόμενη με τις αναλογίες των διαφόρων τύπων μυϊκών ινών που συμμετέχουν. Μύες με υψηλή αναλογία σε μυϊκές ίνες τύπου II είναι ικανοί να παράγουν μεγαλύτερη δύναμη από αυτούς στους οποίους υπερισχύουν οι ίνες τύπου I. Οι μύες αθλητών που έχουν ξεχωρίσει στην ταχύτητα (σπριντ) περιλαμβάνουν πάνω από 60% ίνες τύπου I, ενώ οι ίνες τύπου I υπερισχύουν στους μύς των αθλητών αντοχής (Costill *et al.*, 1976).
4. Ο Hill (1938) είχε περιγράψει τη χαρακτηριστική σχέση δύναμης, ισχύος και ταχύτητας που αναφέρθηκε νωρίτερα. Η δύναμη είναι μεγαλύτερη κατά τη διάρκεια της ισομετρικής ενεργοποίησης του μυός, όπου το βάρος που εφαρμόζεται υπερβαίνει την ικανότητα παραγωγής δύναμης του μυός και η ταχύτητα βράχυνσης είναι μηδενική. Η μέγιστη ταχύτητα επιτυγχάνεται όταν το βάρος είναι λιγότερο από το 20% της μέγιστης ισομετρικής δύναμης που μπορεί να παραχθεί. Η μέγιστη δύναμη ανά μυϊκή μονάδα δεν είναι πολύ διαφορετική μεταξύ των διαφόρων τύπων μυϊκών ινών (Faulkner & White, 1990).

4.2 Πέψη και ικανότητα απόδοσης

Η υγιής πέψη είναι σημαντικότερη από τη μεγάλη σωματική δύναμη. Αυτό μπορεί να το επιβεβαιώσει κάθε αθλητής που υπέφερε από διαταραχές της πέψης ή διάρροιας· η φυσική κατάσταση την οποία τόσο δύσκολα κατέκτησε πάει εντελώς χαμένη. Η αθλητική προσπάθεια και η πέψη είναι όσον αφορά στη νεύρωση κατά μία έννοια αντίθετες: η αθλητική προσπάθεια εξαρτάται από το συμπαθητικό νευρικό σύστημα (εγκεφαλονωτιαίο), η πέψη αντίθετα από το παρασυμπαθητικό (φυτικό). Αν και κατά τη διάρκεια της επιβάρυνσης κυριαρχεί το συμπαθητικό νευρικό σύστημα, οι διαδικασίες της πέψης συνεχίζονται. Αυτό σημαίνει ότι ακόμα και κατά τη διάρκεια έντονων σωματικών προσπαθειών, είναι δυνατή η απορρόφηση θρεπτικών ουσιών μέσω των εντερικών τοιχωμάτων. Πρέπει ωστόσο να γνωρίζουμε ότι η πεπτική δραστηριότητα δε διεξάγεται τόσο καλά όσο κατά την ηρεμία. Για το λόγο αυτό χρειάζεται κανείς πριν και κατά τη διάρκεια της επιβάρυνσης να προσλαμβάνει μόνο εύπεπτη τροφή σε μικρές ποσότητες και να τοποθετεί το τελευταίο μεγάλο γεύμα 2 ως 3 ώρες πριν την έναρξη της δραστηριότητας.

Αυτό που δεν μπορεί να υπολογιστεί ακριβώς είναι η ενέργεια που καταναλώνεται κατά την πέψη. Σίγουρο όμως είναι ότι την ποσότητα αυτή τη στερείται ο

μεταβολισμός επιβάρυνσης. Επιπρόσθετα, κατά την έντονη πεπτική δραστηριότητα συγκεντρώνεται

αυξημένη ποσότητα αίματος στα όργανα πέψης, την οποία στερούνται οι εργαζόμενοι μύες. Η μεγαλύτερη επιβάρυνση του κυκλοφορικού συστήματος τοποθετείται περίπου 90min μετά την πρόσληψη υδατανθράκων και 4-5 ώρες μετά από μεγάλα γεύματα πρωτεϊνών. Συνεπώς, ένα υπερφορτωμένο πεπτικό σύστημα αποτελεί σε κάθε περίπτωση αρνητικό παράγοντα για την ικανότητα σωματικής απόδοσης.

Ωστόσο και η αντίθετη πρακτική, δηλαδή η έναρξη της προσπάθειας με εντελώς άδειο στομάχι, είναι λανθασμένη. Η κατάσταση αυτή μπορεί να προκαλέσει πόνους σαν κράμπες, ναυτία κι αίσθηση κενότητας στην περιοχή του στομαχιού. Η ακριβής αιτία αυτών των δυσάρεστων συμπτωμάτων δεν είναι ακόμα γνωστή. Θα μπορούσε όμως να αναφέρεται στις ονομαζόμενες «συσπάσεις πείνας» του στομαχιού, πιθανότατα συνδεδεμένες με πτώση του επιπέδου της γλυκόζης του αίματος (υπογλυκαιμία).

Μετά τη σωματική επιβάρυνση το συμπαθητικό νευρικό σύστημα συνεχίζει να είναι περισσότερο ή λιγότερο κυρίαρχο, ανάλογα με το πόσο έντονη κι εξαντλητική ήταν η επιβάρυνση. Ο οργανισμός παραμένει σε κατάσταση συναγερμού, το πεπτικό σύστημα βρίσκεται σχεδόν σε ηρεμία. Τα υγρά της πέψης εκκρίνονται μόνο σε μικρές ποσότητες, το στόμα είναι ξηρό. Η έκκριση σάλιου δεν έχει ξεκινήσει ακόμα. Τέλος, η όρεξη για τροφή επανέρχεται αργά. Αν κάποιος καταναλώσει τώρα ένα μεγάλο γεύμα θα βρει το πεπτικό σύστημα ακόμα απροετοίμαστο κι αυτό μπορεί εύκολα να προκαλέσει διαταραχές. Επίσης, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε ότι το στομάχι μετά από επιβαρύνσεις είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο απέναντι σε κρύα ποτά και τροφές.

Ιδανική κατάσταση για την πρόσληψη τροφής αποτελούν η ήρεμη κατάσταση και η εσωτερική αρμονία, η οποία δηλώνει ότι το παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα ρυθμίζει το μεταβολισμό αποκατάστασης. Η εσωτερική αυτή αρμονία, το προσεκτικό μάσημα και η σωστή επιλογή των τροφών συνιστούν τις καλύτερες προϋποθέσεις για μια υγιή πέψη (Peter Konopka, 1996).

4.3 Ιδανική διατροφή αθλουμένων

Ιδανική θεωρείται η διατροφή που παρέχει τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά σε ποσότητες που αρκούν για να καλύψουν τις ανάγκες του οργανισμού για τη διατήρηση, ανάπλαση και αύξηση των ιστών, χωρίς ταυτόχρονα να παρέχει περίσσεια ενέργειας. Μόλις τα τελευταία χρόνια στάθηκε δυνατή η εκτίμηση των πραγματικών αναγκών σε θρεπτικά συστατικά ατόμων διαφορετικής ηλικίας και σωματικού μεγέθους, ενώ

συνυπολογίστηκαν οι ιδιαιτερότητες του κάθε ατόμου στην πέψη, στην ικανότητα αποθήκευσης, στο μεταβολισμό και στην καθημερινή κατανάλωση ενέργειας.

Η διαμόρφωση του διαιτολογίου ενός αθλητή επιπλέκεται περισσότερο, αφού πρέπει να συνυπολογισθούν η ενέργεια που καταναλώνεται κατά την εκτέλεση ενός συγκεκριμένου αθλήματος, καθώς και οι διαιτητικές προτιμήσεις του αθλητή. Στην πραγματικότητα δεν υπάρχει καμιά συγκεκριμένη δίαιτα που να εξασφαλίζει μέγιστη απόδοση. Βέβαια, κατά τον προγραμματισμό και την επιλογή της προσλαμβανόμενης τροφής θα πρέπει να ακολουθεί κανείς βασικούς διαιτητικούς κανόνες (Δεδούκος, 1995).

4.4 Γενικές διατροφικές αρχές για τους αθλητές

Οι απαιτήσεις των αθλητών για ενέργεια και συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά είναι διαφορετικές για τα διάφορα αθλήματα και επηρεάζονται κάθε φορά από το προπονητικό πρόγραμμα που ακολουθούν (Rogozkin, 1978). Το βάρος του σώματος είναι ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας αν προσπαθήσει κανείς να συγκρίνει τις απαιτήσεις ενός πυγμάχου της κατηγορίας «μύγα» (κατηγορία 48kg) με ενός της κατηγορίας «βαρέων βαρών» (κατηγορία 130kg). Ακόμα και σε αθλητές με το ίδιο σωματικό βάρος οι απαιτήσεις διαφέρουν κι εξαρτώνται από το προπονητικό πρόγραμμα. Οι συνιστώμενες ενεργειακές προσλήψεις για άντρες και γυναίκες αθλητές, παρόλο που εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, κυμαίνονται μεταξύ 14.6-23.0 MJ (3500-5500 kcal) ημερησίως για τους άνδρες αθλητές και 12.5-18.8 MJ (3000-4500 kcal) ημερησίως για τις γυναίκες αθλήτριες σε περιόδους σκληρής προπόνησης (Rogozkin, 1978).

Οι απαιτήσεις των αθλητών σε πρωτεΐνη εξαρτώνται από τη φύση του αθλήματος και μπορεί να επηρεαστούν και από την ένταση της προπόνησης, η οποία διαφέρει στις διάφορες περιόδους. Στη Ρωσία η προτεινόμενη ημερήσια πρωτεϊνική πρόσληψη για αθλητές που προπονούνται σκληρά πρέπει να είναι μεταξύ 1.4-2.0g / kg σωματικού βάρους (Rogozkin, 1978). Η απαίτηση σε υδατάνθρακες σχετίζεται με την ενεργειακή απόδοση κατά τη διάρκεια της προπόνησης ή του αγώνα, οπότε πρόσληψη υδατανθράκων της τάξης του 8-10g / kg σωματικού βάρους θεωρείται φυσιολογική. Ανάλογα με τον τύπο του αθλήματος, η πρόσληψη λίπους πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 1.7-2.4g / kg σωματικού βάρους / μέρα. Οι παραπάνω συστάσεις έχουν φτιαχτεί με απόλυτα ποσά σχετιζόμενα με το βάρος παρά σαν μέρος της ολικής ενεργειακής πρόσληψης αλλά αν ακολουθήσουμε τις οδηγίες αυτό θα μας δώσει μια δίαιτα με την ακόλουθη σύνθεση: 15-16% της ολικής ενεργειακής πρόσληψης από πρωτεΐνες, 25-26% από λίπος και 58-60% από υδατάνθρακες.

Οι βασικές αρχές διατροφικής υποστήριξης που έχουν αναπτυχθεί από τη Ρωσική Ομοσπονδία για αθλητές που παίρνουν μέρος σε αθλήματα δύναμης έχουν περιγραφεί λεπτομερειακά από τον Rogozkin (1993) και είναι περιληπτικά οι παρακάτω:

1. Στο σώμα πρέπει να παρέχεται επαρκής ενέργεια για να ικανοποιήσει τις ανάγκες του. Για τους αθλητές, η απαιτούμενη ενέργεια προσδιορίζεται σε μεγάλο βαθμό από το ολικό προπονητικό φορτίο. Αν η απαιτούμενη ενέργεια δεν καλύπτεται, δεν είναι δυνατό ο αθλητής να συνεχίσει την προπόνηση με την ίδια ένταση και αντοχή.
2. Πρέπει να διατηρείται η απαραίτητη θρεπτική ισορροπία μεταξύ των διαφόρων θρεπτικών συστατικών. Οι αναλογίες των διαφορετικών μακρο- και μικρο-θρεπτικών συστατικών που είναι απαραίτητα για να επιτευχθεί αυτή η ισορροπία θα εξαρτηθούν από την ολική προσλαμβανόμενη ενέργεια και από την περίοδο της σχετικής με τον ανταγωνισμό προετοιμασίας. Η πρωτεϊνική πρόσληψη πρέπει να παρέχει μια κατάλληλη ισορροπία από όλα τα απαραίτητα αμινοξέα, και το διαιτητικό λίπος πρέπει να παρέχει όλα τα απαραίτητα λιπαρά οξέα. Επιπροσθέτως, η πρόσληψη βιταμινών, ιχνοστοιχείων και φυτικών ινών πρέπει να είναι επαρκής για τις ανάγκες των αθλητών.
3. Η επιλογή των φαγητών και των θρεπτικών προϊόντων που θα εξασφαλίσουν τις απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά θα διαφέρει κατά τη διάρκεια περιόδων έντονης προπόνησης, κατά τη διάρκεια προετοιμασίας για συναγωνισμό, κατά τη διάρκεια του ίδιου του αγώνα, και κατά τη διάρκεια της περιόδου αποθεραπείας μετά τον αγώνα.
4. Διάφορα θρεπτικά συστατικά, κατά κύριο λόγο βιταμίνες και ιχνοστοιχεία, παίζουν ρόλους κλειδιά στην ενεργοποίηση και το συντονισμό της ενδοκυττάριας μεταβολικής διαδικασίας, και ανεπάρκεια οποιουδήποτε από αυτά τα συστατικά στη διατροφή θα μειώσει την επίδοση κατά τη διάρκεια της προπόνησης και του αγώνα.
5. Οι βιοσυνθετικές διεργασίες που εμπλέκονται στην επιδιόρθωση των ιστών και την ανάκτηση μετά την άσκηση θα επηρεαστούν από το ορμονικό περιβάλλον: σημαντικούς παράγοντες αποτελούν οι κατεχολαμίνες, η ινσουλίνη, τα κορτικοστεροειδή, η αυξητική ορμόνη και άλλα. Η διατροφικές επιρροές στο μεταβολικό περιβάλλον κατά τη φάση της ανάκτησης θα επηρεάσουν το βαθμό της ανάκτησης μετά την προπόνηση και τον αγώνα.

6. Μια ποικίλη διατροφή είναι απαραίτητο να παρέχει στον αθλητή τα αναγκαία θρεπτικά συστατικά σε επαρκείς ποσότητες, αλλά άλλοι παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων κυρίως αυτών που σχετίζονται με την αποθήκευση και την προετοιμασία των φαγητών, θα επηρεάσουν τη διαθεσιμότητα αυτών των θρεπτικών συστατικών της διατροφής.
7. Η διατροφή πρέπει να έχει επιλεγεί έτσι ώστε να παρέχει όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά, αλλά πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή ώστε να βεβαιωθούμε ότι, κατά τη διάρκεια περιόδων όπου ο αθλητής προπονείται δύο και τρεις φορές τη μέρα, τα γεύματα είναι ευκολοχώνευτα και άμεσα απορροφούμενα και ότι δεν επιφέρουν γαστρεντερικές διαταραχές.
8. Όταν υπάρχει ανάγκη για αύξηση σωματικής μάζας, συνήθως με τη μορφή άλιπου ιστού, και συγκεκριμένα με τη μορφή μυών, η διατροφή πρέπει να περιλαμβάνει επαρκή πρωτεΐνη και άλλα θρεπτικά συστατικά ώστε να εξασφαλιστεί το γεγονός ότι καλύπτονται οι αυξημένες απαιτήσεις. Για τους αθλητές που συμμετέχουν σε αθλήματα με κατηγορίες βάρους, και για άλλους όπου το χαμηλό σωματικό βάρος ή το χαμηλό ποσοστό λίπους είναι σημαντικά, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη σύσταση της δίαιτας για να εξασφαλίσουμε ότι καλύπτονται όλες οι διατροφικές απαιτήσεις μέσω της περιορισμένης ολικής ενεργειακής πρόσληψης.
9. Η διατροφή πρέπει να έχει επιλεγεί σύμφωνα με τα ιδιαίτερα φυσιολογικά, μεταβολικά και ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου αθλητή, και θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η κατάσταση του πεπτικού συστήματος του αθλητή. Πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη τα γούστα και οι προτιμήσεις του.

Μόνο αν η διατροφή είναι επιλεγμένη κάτω από αυτές τις προϋποθέσεις είναι πιθανό να καλύψει τις απαιτήσεις που επιβάλλονται από την προπόνηση και το συναγωνισμό και να βελτιστοποιήσει την απόδοση του αθλητή.

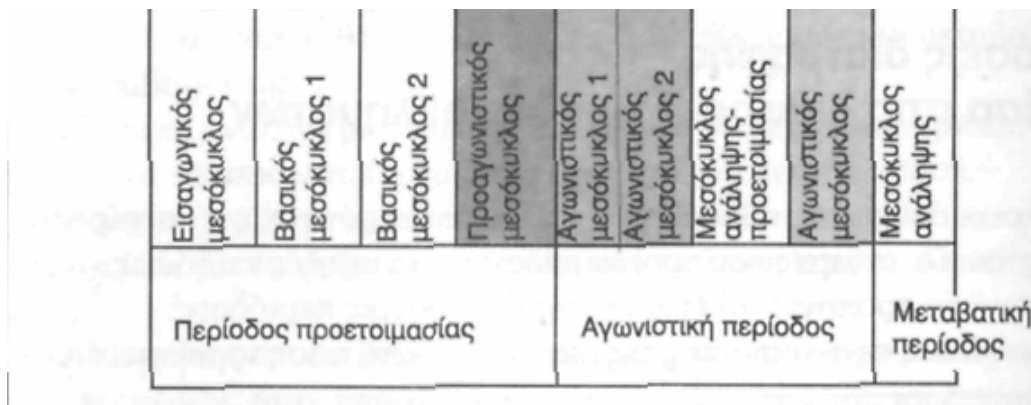
4.5 Φάσεις διατροφής μέσα στις διάφορες ομάδες αθλημάτων

Όλοι οι άνθρωποι, αθλητές ή μη, βιώνουν το χρόνο στις τέσσερις εποχές του. Οι αθλητές που προετοιμάζονται για υψηλές επιδόσεις κατανέμουν το προπονητικό έτος επίσης σε τέσσερις περιόδους:

- Περίοδος προετοιμασίας της οποίας η πρώτη φάση τοποθετείται σε καλοκαιρινά αθλήματα το χειμώνα και η δεύτερη την άνοιξη
- Αγωνιστική περίοδος το καλοκαίρι και

➤ Μεταβατική περίοδος το φθινόπωρο

Αυτός ο χωρισμός μπορεί να είναι επαρκής για αθλητές του μαζικού αθλητισμού ή αθλητές του αγωνιστικού αθλητισμού· ένας αθλητής υψηλών επιδόσεων όμως, οφείλει να επεξεργαστεί αυτό το πλάνο ακόμα πιο λεπτομερειακά, κατανέμοντας τις προπονητικές του επιβαρύνσεις σε κύκλους (εικ. 2). Εάν φανταστεί κανείς μια τέτοια δυναμική μέσα σε



Εικόνα 2. Δυναμική της επιβάρυνσης σε έναν ετήσιο κύκλο.

έναν ετήσιο κύκλο, θα αντιληφθεί πολύ γρήγορα ότι σε έναν αθλητή υψηλών επιδόσεων δεν είναι απαραίτητο μόνο το κατάλληλο πρόγραμμα διατροφής αλλά στην επιλογή των τροφών βοηθάει και η φυσική διαίσθηση, η οποία αναπτύσσεται παράλληλα με τη φυσική κατάσταση.

Παρ' όλα αυτά, αποδείχτηκε ότι για όλες τις κατηγορίες αθλουμένων (αθλητές για λόγους υγείας, αθλητές του μαζικού και αγωνιστικού αθλητισμού και αθλητές υψηλών επιδόσεων) είναι ιδιαίτερα επωφελής ο παρακάτω χωρισμός της διατροφής σε συγκεκριμένες φάσεις:

1. εποικοδομητική φάση προπόνησης (βασική διατροφή)
2. προαγωνιστική φάση
3. αγωνιστική φάση
 - α) πριν την εκκίνηση
 - β) κατά τη διάρκεια του αγώνα
4. φάση μετά τον αγώνα.

Μεγαλύτερη σημασία έχει ασφαλώς η διατροφή στην εποικοδομητική φάση προπόνησης (βασική διατροφή), επειδή η φάση αυτή καλύπτει τη μεγαλύτερη και σημαντικότερη περίοδο του προπονητικού έτους. Στόχος της βασικής διατροφής είναι η υποστήριξη των διαφόρων προπονητικών επιβαρύνσεων καθώς και η αύξηση της

αποτελεσματικότητάς τους. Η **προαγωνιστική φάση** στοχεύει στην εξασφάλιση των καλύτερων προϋποθέσεων για τον αγώνα. Στην **αγωνιστική φάση** είναι αναγκαίο να αποφευχθούν διατροφικά λάθη, για να μην πάει χαμένη η προσπάθεια που επενδύθηκε στην προπόνηση. Ωστόσο και **στη φάση μετά τον αγώνα** δε θα πρέπει κανείς να λησμονήσει τις αρχές της σωστής διατροφής, για να μπορέσει όσο το δυνατό γρηγορότερα και με πλήρεις τις δυνάμεις του να μεταβεί πάλι στη βασική διατροφή της εποικοδομητικής φάσης.

Η γνώση των βασικών αρχών που ισχύουν για τις διάφορες φάσεις της διατροφής έχει μεγάλη σημασία για όλα τα αθλήματα, όχι μόνο στις κατηγορίες του αγωνιστικού αθλητισμού και του αθλητισμού υψηλών επιδόσεων αλλά και στον αθλητισμό για λόγους υγείας και στο μαζικό αθλητισμό (Peter Konopka, 1996).

4.6 Η διατροφή στα αθλήματα δύναμης

➤ ΑΡΣΗ ΒΑΡΩΝ

➤ ΑΓΩΝΙΣΜΑΤΑ ΡΗΨΕΩΝ

Στόχος της προπόνησης εδώ είναι η ανάπτυξη της μέγιστης δύναμης, η οποία συνήθως συνδέεται με αύξηση της μυϊκής μάζας. Στην άρση βαρών τη μεγαλύτερη σημασία έχει η μέγιστη δύναμη, ενώ στα ριπτικά αγωνίσματα μεγάλο ρόλο παίζει και η ταχυδύναμη. Οι απαιτήσεις σε αντοχή είναι μικρές, αν και μια σχετική ικανότητα απόδοσης στην αντοχή είναι χρήσιμη για τη γρήγορη αποκατάσταση. Η επίδραση της προπόνησης δύναμης υποστηρίζεται από μια υψηλή πρόσληψη πρωτεϊνών, κυρίως ζωικών (γάλα, γαλακτοκομικά προϊόντα, ψάρι, κρέας, αυγά). Όταν έχει επιτευχθεί ένα συγκεκριμένο επίπεδο προπονητικής κατάστασης και η πρόσληψη πρωτεϊνών είναι χαμηλή, τότε παρά την αύξηση της ποσότητας και έντασης της προπόνησης δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί παραπέρα αύξηση της μυϊκής μάζας και της δύναμης. Απαραίτητο στη διατροφή των αθλητών αυτής της κατηγορίας είναι ένα υψηλό ποσοστό πρωτεϊνών, το οποίο μπορεί να φτάσει έως και στο 24% του συνόλου της ενέργειας από τις τροφές. Οι ημερήσιες ανάγκες δηλαδή ανέρχονται σε 1,5-3,2 g/Kg σωματικού βάρους (βλ. πιν. 10). Επειδή οι περισσότερες πηγές πρωτεϊνών περιέχουν λίπη, δεν μπορεί να αποφευχθεί και η παράλληλη αύξηση του ποσοστού λιπών (περίπου έως 35%). Για τους λόγους αυτούς οι αθλητές δύναμης χρειάζεται να επιλέγουν άπαχες τροφές. Συνήθως όμως είναι απαραίτητα τα σκευάσματα συμπυκνωμένων πρωτεϊνών. Παρ' όλο που η ενέργεια σε αυτά τα εκρηκτικά και δυναμικά αθλήματα εξασφαλίζεται κυρίως από το ATP και την ΚΡ, θετικό είναι και το μεγάλο ποσοστό υδατανθράκων στις τροφές, αφού η ανασύνθεση

του ATP και της ΚΡ εξαρτάται κυρίως από το μυϊκό γλυκογόνο. Στα ριπτικά αγωνίσματα....

Πίνακας 10. Ενεργειακές ανάγκες και ιδανικός συσχετισμός των θρεπτικών συστατικών στα αθλήματα δύναμης (αθλητισμός υψηλών επιδόσεων).

Αθλημα	kcal/ kJ/ kg kg		Σωματικό βάρος (kg)	Ημερήσιες ενεργειακές ανάγκες*		Ποσοστό συμμε- τοχής στο σύνολο της προσλαμβανό- μενης ενέργειας
				kcal	kJ	
Άρση βαρών	75	314	80	6600	27600	Υδατάνθρακες 50% Πρωτεΐνες 15-24% Λίπη 26-35%
Ριπτικά αγωνίσματα	70	293	90	7000	29300	

*έχουν συνυπολογιστεί 10% απώλειες κατά την πέψη

...(σφυροβολία, δισκοβολία, ακοντισμός και σφαιροβολία) το σωματικό βάρος βρίσκεται συνήθως πάνω από τα 100Kg. Ένα τέτοιο νούμερο σημαίνει ασφαλώς ότι οι ενεργειακές και πρωτεϊνικές ανάγκες είναι υψηλότερες από ό,τι σε άλλα αθλήματα. Οι αθλητές της άρσης βαρών κατατάσσονται όμως σε κατηγορίες κιλών κι αυτό δημιουργεί ένα ειδικό πρόβλημα, αυτό της διαμόρφωσης του σωματικού βάρους. Συχνά γίνονται προσπάθειες να χαθούν αρκετά κιλά σε λίγες ημέρες με απώλεια υγρών. Ως μέθοδοι χρησιμοποιούνται η νηστεία, η εφίδρωση και η χρήση διουρητικών ουσιών. Η εφαρμογή τους ωστόσο προκαλεί τις περισσότερες φορές εμφανή μείωση της σωματικής απόδοσης, μυϊκές κράμπες κι αδυναμία. Προτιμότερο είναι το επιθυμητό βάρος να επιτευχθεί σε μεγαλύτερο διάστημα, με εφαρμογή μιας προσεκτικά σχεδιασμένης διατροφής.

Στην προαγωνιστική φάση, με εξαίρεση τους αθλητές της άρσης βαρών, δεν απαιτείται κάποια ιδιαίτερη δίαιτα. Αρκεί η κανονική βασική διατροφή.

Την ημέρα του αγώνα το τελευταίο πλούσιο σε πρωτεΐνες γεύμα πρέπει να προσλαμβάνεται περίπου 3 ώρες πριν την έναρξη και να αποτελείται από άπαχο κι εύπεπτο κρέας (π.χ. πουλερικά, άπαχο μοσχαρίσιο ή βοδινό κρέας), ψάρι, γάλα και γαλακτοκομικά προϊόντα (Quark, γιαούρτι κ.ά.). Σε αγώνες με μεγάλη διάρκεια συνιστάται η χορήγηση μικρών γευμάτων με υδατάνθρακες (ράβδοι μούσλι, μπανάνες, κομμάτια φρούτων κ.ά.) ή απλά ισοτονικά ποτά για να αντιμετωπισθεί η αίσθηση πείνας ή η αδυναμία (Peter Konopka, 1996).

4.7 Διατροφή κατά την προπόνηση

Οι προσαρμοστικές αλλαγές που συμβαίνουν στα ποικίλα όργανα και ιστούς του αθλητή σε ανταπόκριση στο προπονητικό φορτίο λαμβάνουν χώρα σταδιακά. Οι έντονες αντιδράσεις σε ένα μόνο ξέσπασμα άσκησης μεταφράζονται σαν μια παροδική (τουλάχιστον για όσο διαρκεί η προπόνηση) κατάσταση από μια σειρά γεγονότων που μπορούν να περιγραφούν ως κόπωση, αποκατάσταση και υπερ-επανόρθωση. Οι προσαρμογές που συμβαίνουν σε απάντηση της προπόνησης έχουν σαν αποτέλεσμα την αυξημένη ικανότητα για παραγωγή δύναμης ή αντοχή, ανάλογα με τον τύπο προπόνησης. Αυτό θα εμφανιστεί κατά τη διάρκεια της ίδιας της προσπάθειας, αλλά πρέπει να υπάρχει, κατά τη διάρκεια της περιόδου μετά την άσκηση, μια αλλαγμένη γονιδιακή έκφραση που θα προκαλέσει έντονη σύνθεση συγκεκριμένων πρωτεϊνών.

Για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι κατά την προπονητική περίοδο, οι αθλητές κανονικά ακολουθούν ένα προπονητικό πρόγραμμα που, όπως προαναφέραμε, περιλαμβάνει μικροκύκλους διάρκειας 3-5 ημερών. Κάθε προπονητικός μικρόκυκλος έχει σχεδιαστεί για να επιτρέπει την προσαρμογή όλων των διαφορετικών λειτουργιών οι οποίες ανταποκρίνονται στη συγκεκριμένη προπονητική προσπάθεια. Η ολοκλήρωση της προσαρμογής σε απάντηση αυτού του τύπου προπόνησης συνήθως εμφανίζεται μετά από τρεις έως πέντε επαναλήψεις του κύκλου (Lamb 1984).

Η δίαιτα που καταναλώνεται από τον αθλητή κατά τη διάρκεια αυτής της προπονητικής φάσης θα πρέπει να είναι σχεδιασμένη ώστε να παρέχει την απαραίτητη ενέργεια και θρεπτικά συστατικά προκειμένου να μεγιστοποιήσει την αποδοτικότητα της προπονητικής διεργασίας. Η προετοιμασία του διαιτολογίου απαιτεί γνώση της ολικής ενεργειακής απαίτησης, αλλά και κατανόηση του ιδιαίτερου χαρακτήρα του προπονητικού προγράμματος σε κάθε δεδομένη στιγμή. Η ενεργειακή δαπάνη των αθλητών δύναμης και ισχύος κατά τη διάρκεια περιόδων βαριάς προπόνησης είναι τυπικά περίπου 14.6-18.8MJ (3500-4500kcal), εξαρτάται από το σωματικό βάρος, και η προετοιμασία ενός ισορροπημένου διαιτολογίου δεν είναι δύσκολη για κάποιον να τα καταφέρει. Ωστόσο, φαίνεται ότι μερικές φορές στον προπονητικό κύκλο αυτών των αθλητών, υπάρχει μια ανάγκη για αύξηση της διατροφικής πρωτεϊνικής πρόσληψης αν πρόκειται να επέλθει μυϊκή ανάπτυξη. Για να καλυφθούν οι πρωτεϊνικές ανάγκες των αθλητών της άρσης βαρών, της ταχύτητας και των ρήψεων, για παράδειγμα, συνίσταται ότι η ημερήσια πρωτεϊνική πρόσληψη πρέπει να είναι 1.4-2.0g/kg σωματικού βάρους (Rozozkin 1993). Αυτή είναι ελάχιστα υψηλότερη από την πρόσληψη των 1.4-1.7g/kg που συστήνεται από τον Lemon (1991). Δεν είναι μόνο η ολική πρόσληψη πρωτεΐνης

που έχει σημασία, αλλά και η περιεκτικότητα και η ισορροπία των απαραίτητων αμινοξέων, και οι πρωτεΐνες στο κρέας, το ψάρι και τα γαλακτοκομικά προϊόντα έχουν υψηλότερη βιολογική αξία από αυτές των άλλων τροφών. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα έχουν υψηλή περιεκτικότητα στο θειούχο αμινοξύ μεθειονίνη, η οποία είναι απολύτως αναγκαία για τη σύνθεση των μυϊκών πρωτεϊνών (Williams 1976).

Η πρόσληψη λίπους από τους αθλητές αυτών των αθλημάτων θα πρέπει να είναι περίπου 2g/kg/μέρα, και ένα σημαντικό μέρος αυτού παρέχεται από τα πλούσια σε πρωτεΐνη τρόφιμα του διατροφολογίου, ιδιαίτερα το κρέας και τα γαλακτοκομικά προϊόντα. Τα φυτικά έλαια, ωστόσο, συμπεριλαμβανομένου του ηλιόσπορου, του καλαμποκιού και του φυσικέλαιου, είναι πολύτιμες πηγές των απαραίτητων πολυακόρεστων λιπών, τα οποία μπορεί να αποτελούν το 50-60% του συνολικού περιεχόμενου λίπους. Το διαιτητικό λίπος είναι επίσης σημαντικό για την εξασφάλιση επαρκούς παροχής και λήψης των λιποδιαλυτών βιταμινών A, D και E. πρόσληψη υδατανθράκων της τάξεως των 8-10g/kg/μέρα θα πρέπει να είναι κατάλληλη για να καλύψει τις ανάγκες του οργανισμού κατά τη διάρκεια της σκληρότερης προπόνησης.

Οι απαιτήσεις των αθλητών δύναμης σε βιταμίνες και ιχνοστοιχεία έχουν προσδιοριστεί, και οι συνιστώμενες προσλήψεις φαίνονται στον πίνακα 11 (Rogozkin 1993).

Vitamins		Minerals	
C	175–200 mg	Phosphorus	2.5–3.0 g
B ₁	2.5–4.0 mg	Calcium	2.0–2.4 g
B ₂	4.0–5.5 mg	Potassium	5.0–6.0 g
B ₃	20 mg	Magnesium	0.5–0.7 g
B ₆	7–10 mg	Iron	25–35 mg
B ₉	0.5–0.6 mg	Zinc	25–35 mg
B ₁₂	4–9 μg	Iodine	150–200 mg
PP	25–45 mg	Chromium	10–15 mg
A	2.8–3.8 mg		
E	20–30 mg		

Πίνακας 11. Συνιστώμενες ημερήσιες προσλήψεις βιταμινών και ιχνοστοιχείων στη διατροφή αθλητών κατά την περίοδο έντονης προπόνησης δύναμης.

Έχουν φτιαχτεί οι ακόλουθες γενικές και ειδικές συστάσεις.

1. Η ενέργεια που απαιτείται για τον αθλητή που προπονείται πρέπει να ικανοποιείται πλήρως από μη πρωτεϊνικές πηγές (υδατάνθρακες και λίπη).
2. Το διαιτολόγιο πρέπει να περιέχει ένα αυξημένο ποσοστό (15-20%) της ενέργειας σε πρωτεΐνη, αποτελούμενο από βιολογικά πολύτιμες και εύκολα αφομοιώσιμες πρωτεΐνες από ποικίλες πηγές, συμπεριλαμβανομένου του κρέατος, του ψαριού, του γάλατος και των αυγών.
3. Γεύματα με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη πρέπει να τρώγονται όχι λιγότερο από πέντε φορές τη μέρα.
4. Πρέπει να υπάρχουν ευνοϊκές συνθήκες για την αφομοίωση των πρωτεϊνικών συστατικών των τροφίμων. Μετά την προπόνηση, το κρέας πρέπει να λαμβάνεται μαζί με λαχανικά, και κατά τη διάρκεια των διαλειμμάτων μεταξύ των περιόδων άσκησης, πρέπει να λαμβάνονται ειδικά πρωτεϊνικά συμπληρώματα.
5. Είναι απαραίτητο να εξασφαλισθεί μια επαρκής πρόσληψη βιταμινών (B₁, B₂, B₆, C και PP) οι οποίες προάγουν την πρωτεϊνική σύνθεση και την συσσώρευση της μυϊκής μάζας.

Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο διαιτολόγιο κατά τη διάρκεια περιόδων έντονης προπόνησης με βάρη προκειμένου να δημιουργηθεί το κατάλληλο μεταβολικό περιβάλλον που θα επιτρέψει να επιτευχθεί η αύξηση της μυϊκής μάζας.

4.8 Οι πρωτεΐνες μετά την άσκηση βοηθούν στην αποκατάσταση

Αμέσως μετά την άσκηση, το σώμα ξεκινά την διαδικασία αποκατάστασης, προσαρμόζεται και προετοιμάζεται για τη δοκιμασία που θα ακολουθήσει με την επόμενη προπόνηση. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι αποκατάστασης. Η πρώτη είναι η ανανέωση-αποκατάσταση των αποθεμάτων καυσίμων – με υδατάνθρακες και λιπαρά που παρέχουν ενέργεια στους μυς. Η δεύτερη είναι η προσαρμογή, κατά την οποία η δομική και μεταβολική λειτουργία των μυών ξαναχτίζεται περισσότερο ενισχυμένη και αποδοτική.

Διαφορετικοί τύποι άσκησης, θα δώσουν το ερέθισμα για διαφορετικού τύπου αποκατάσταση. Μετά από προπόνηση αντοχής, παρατηρείται αύξηση των ενζύμων και δομικών στοιχείων για τον μεταβολισμό λιπών και για καλύτερη αντίσταση στην φυσική εξάντληση. Μετά από προπόνηση με βάρη, παρατηρείται αύξηση της δύναμης και του μεγέθους των μυϊκών ινών. Η προπόνηση ταχύτητας προκαλεί και τα δύο. Τα ένζυμα και οι μυϊκές ίνες αποτελούνται από πρωτεΐνη. Η προσαρμογή εξαρτάται από την αύξηση

πρωτεϊνικής σύνθεσης - την κατασκευή νέων πρωτεϊνών. Κατά πόσο η σύνθεση πρωτεΐνης συμβαίνει μετά την άσκηση εξαρτάται από την ισορροπία μεταξύ διάσπασης και σύνθεσης πρωτεϊνών.

Και ενώ ορμόνες, όπως η τεστοστερόνη και αυξητική ορμόνη απελευθερώνονται για να υποστηρίξουν και να ενισχύσουν την λειτουργία, η ισορροπία εξαρτάται τελικά από τη διατροφή. Για τη μεγιστοποίηση της αθλητικής απόδοσης, ο στόχος είναι η δημιουργία ενός "περιβάλλοντος" μέσα στο σώμα, που στα ενδιάμεσα των περιόδων άσκησης να ελαχιστοποιεί την αποικοδόμηση πρωτεΐνης και να μεγιστοποιεί την πρωτεϊνική σύνθεση. Αυτή η αρχή ισχύει και για τους μεγαλύτερους σε ηλικία, που αρχίζουν πρόγραμμα προπόνησης δύναμης. Η διάσπαση πρωτεϊνών είναι η συνηθέστερη λειτουργία σε καταστάσεις έντασης όπως η άσκηση - το στρες και η νηστεία ενεργοποιούν την αποδέσμευση κορτιζόλης, η οποία ως καταβολική ορμόνη ελευθερώνεται για να συμμετέχει στην καύση και διάσπαση των πρωτεϊνών σε αμινοξέα που μπορούν να προσδώσουν ενέργεια. Όταν η κορτιζόλη εξακολουθεί να παραμένει σε υψηλά επίπεδα μετά την άσκηση, η διάσπαση των πρωτεϊνών συνεχίζεται.

Ένα συνηθισμένο λάθος που κάνουν οι αθλητές είναι να απέχουν από το φαγητό μετά την άσκηση, είτε επειδή πιστεύουν ότι η καύση των λιπών συνεχίζει σε υψηλό ποσοστό, είτε επειδή η όρεξή τους μειώνεται. Είναι καλύτερα να τρώτε και να πίνετε αμέσως μετά την άσκηση, ειδικά μετά από παρατεταμένη ή μεγάλης έντασης προπόνηση. Ισοτονικά ποτά ή τροφές που προσδίδουν υπεργλυκαιμικούς υδατάνθρακες θα διεγείρουν την παραγωγή ινσουλίνης από το πάγκρεας. Η ινσουλίνη εξουδετερώνει την κορτιζόλη και ελαχιστοποιεί την διάσπαση των πρωτεϊνών.

Ο συνδυασμός ινσουλίνης και υδατανθράκων αυξάνει επιπλέον την αποθήκευση γλυκογόνου στους μυς, πράγμα που βελτιώνει την ένταση και ποιότητα της επόμενης προπόνησης. Συνεπώς, η προπόνηση ποιότητας έγκειται στο πώς θα τα καταφέρεις καλύτερα. Παρά την φυσιολογική αύξηση της τεστοστερόνης και της αυξητικής ορμόνης μετά την άσκηση, η σύνθεση πρωτεϊνών παραμένει χαμηλή. Είναι απαραίτητη η παρουσία των κυριότερων αμινοξέων στους μυς για την σύνθεση των πρωτεϊνών.

Η προσεγμένη διατροφή πρέπει να συνεχιστεί και μετά το τέλος της προπόνησης. Τέσσερις ώρες μετά από προπόνηση δύναμης, η σύνθεση πρωτεΐνης θα αυξηθεί κατά 50%. Μετά από 24 ώρες, θα ανέβει κατά 109% και δεν θα φτάσει στα επίπεδα της βάσης παρά μόνο 36 με 48 ώρες αργότερα. Ο υποσιτισμός θα περιορίσει την πρόοδο αυτής της διαδικασίας.

Το μεγαλύτερο μέρος της πρωτεΐνης πρέπει να προέρχεται από υψηλής ποιότητας πλήρεις πηγές όπως το αυγό, το γάλα, το κρέας, τα ψάρια, το κοτόπουλο, τοφού (τυρί σόγιας) ή φασόλια. Τα πλήρη τρόφιμα παρέχουν ουσιαστικές θρεπτικές ουσίες απαραίτητες για την υγεία, την αθλητική απόδοση και ιδανική πρόσληψη πρωτεΐνης.

(Πηγή: "Adventure Zone" Deborah Shulman, φυσιολόγος ειδική σε θέματα διατροφής και αθλητικών επιδόσεων)

4.9 Η πλούσια σε πρωτεΐνες διατροφή του αθλητή

Η επαρκής πρόσληψη πρωτεϊνών έχει μεγάλη σημασία για κάθε αθλητή, ανεξάρτητα από το επίπεδο της απόδοσής του. Οι αθλητικά δραστήριοι άνθρωποι έχουν συνήθως μεγαλύτερη όρεξη για τροφές πλούσιες σε πρωτεΐνες. Μαζί με τη δόμηση των μυών, η πλούσια σε πρωτεΐνες διατροφή ευνοεί γενικά τις μυϊκές προσπάθειες, την ικανότητα συγκέντρωσης και συντονισμού, καθώς και τη γενική ετοιμότητα για σωματική απόδοση και δραστηριότητα. Αντίθετα, μια φτωχή σε πρωτεΐνες διατροφή δυσχεραίνει τις έντονες προσπάθειες σε όλα τα αθλήματα.

Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό πρωτεϊνών, τόσο δυσκολότερο είναι να αποφευχθεί η ταυτόχρονη πρόσληψη λιπών, ενώ επίσης αυξάνει και το ποσοστό των ανεπιθύμητων συνοδευτικών ουσιών (π.χ. πουρίνες, χοληστερόλη). Για τους λόγους αυτούς οι αθλητές με υψηλές πρωτεϊνικές ανάγκες είναι συχνά υποχρεωμένοι να λαμβάνουν πρωτεϊνούχα παρασκευάσματα, τα οποία δεν έχουν αυτά τα μειονεκτήματα.

Μία δίαιτα με υψηλή περιεκτικότητα πρωτεϊνών δεν ευνοεί μόνο τη σύνθεση δομικών μερών (ιστών) που περιέχουν πρωτεΐνες, αλλά και την αποικοδόμηση του ανεπιθύμητου λίπους, αφού αυξάνει το μεταβολισμό, διευκολύνει την καύση του λίπους και ρυθμίζει την όρεξη.

Επειδή ο οργανισμός, δεν μπορεί να αποθηκεύσει πρωτεΐνες, θα πρέπει κανείς χρονικά να τις προσλαμβάνει κοντά στην προπονητική επιβάρυνση, δηλαδή περίπου μία ή δύο ώρες πριν την προπόνηση ή μέσα στις έξι πρώτες ώρες της φάσης αποκατάστασης μετά την επιβάρυνση. Η συνιστώμενη ιδανική ποσότητα πρωτεϊνών για τον αθλητή υψηλών επιδόσεων παρουσιάζεται στον πίνακα 12 (Peter Konopka, 1996).

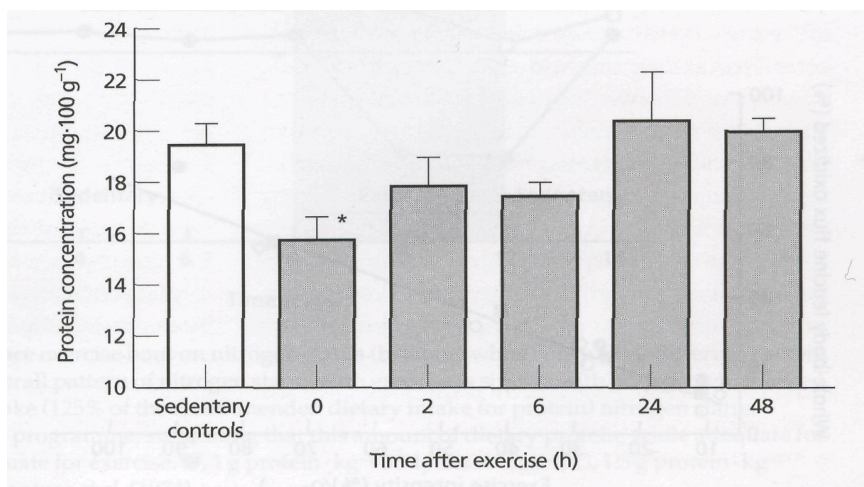
4.10 Αποδείξεις ότι οι πρωτεϊνικές ανάγκες αυξάνονται με τη σωματική άσκηση

Τα τελευταία χρόνια, έχουν αρχίσει να συγκεντρώνονται ποικίλα πειραματικά δεδομένα τα οποία υποδεικνύουν ότι η άσκηση έχει δραματικές επιδράσεις στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών. Για παράδειγμα, πολλοί ερευνητές έχουν μετρήσει τις απώλειες πρωτεΐνης στους μύς (Varrick *et al.* 1992) και / ή το συκώτι (Dohm *et al.* 1978; Kasperek *et al.* 1980)

Πίνακας 12. Πρωτεϊνικές ανάγκες σε διάφορες κατηγορίες αθλημάτων. Η ιδανική ποσότητα πρωτεϊνών ανά kg σωματικού βάρους καθορίζεται και μέσα στην ίδια κατηγορία αθλημάτων, με την πρόσκαιρη κινητική ικανότητα απόδοσης που κυριαρχεί στη δεδομένη προπονητική περίοδο (αντοχή, δύναμη, ταχύτητα, τεχνική, ευλυγισία) καθώς και με την προπονητική ένταση.

	Αθλήματα αντοχής	Αθλήματα αντοχής με υψηλές απαιτήσεις δύναμης	Αθλήματα μονομαχίας	Αθλοπαιδιές	Αθλήματα ταχυδύναμης	Αθλήματα δύναμης
Συμμετοχή στο σύνολο της ενέργειας σε kcal% και kJ%	12-16%	12-18%	12-20%	12-20%	12-20%	15-24%
Ποσότητα πρωτεϊνών σε γραμμάρια ανά κίλο σωματικού βάρους	1,5-2,0	1,5-2,5	1,5-2,8	1,5-2,8	1,5-3,0	1,5-3,2

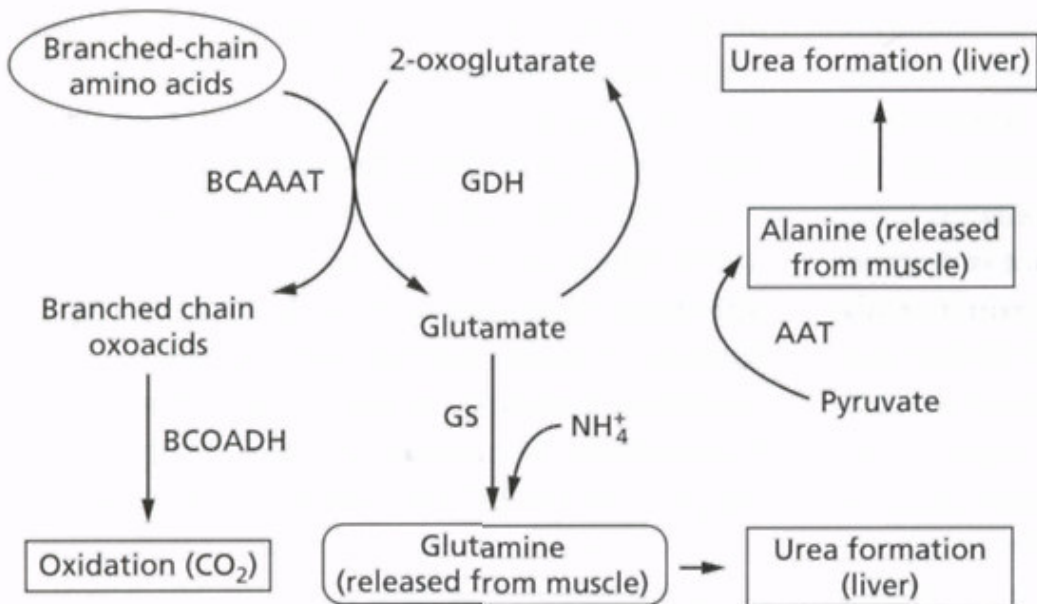
τροφικών μετά από άσκηση και κυρίως μετά από παρατεταμένη άσκηση (σχήμα 3). Σύμφωνα με αυτές τις παρατηρήσεις, έχει υπολογισθεί αύξηση 113% στην περιεκτικότητα αζώτου της ουρίας στον ενεργό μυ (268 ± 68 με 570 ± 89 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ υγρή μάζα μυών) σε τροφικά αμέσως μετά από 1 ώρα τρέξιμο με ταχύτητα 25m / min (μη δημοσιευμένα στοιχεία). Επιπλέον, αυξημένα ποσοστά πρωτεϊνικού καταβολισμού (Kasperek & Snider, 1989) και σημαντική μυϊκή ζημία (Armstrong *et al.*, 1983; Newman



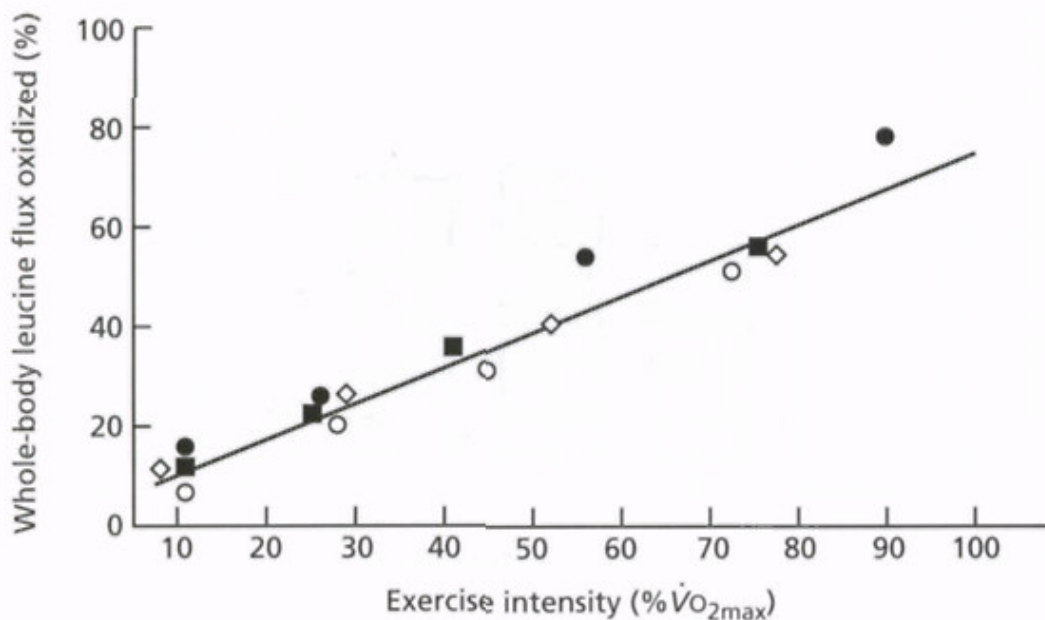
Σχήμα 3. Επίδραση της παρατεταμένης άσκησης αντοχής (10 ώρες κολύμβηση σε τροφικά) στη συγκέντρωση πρωτεΐνης στα ερυθρά τμήματα του τετρακέφαλου μυός. Παρατηρήστε την μείωση που ακολουθεί αμέσως μετά την έκρηξη της άσκησης. * $P < 0.05$. (Varrick *et al.*, 1992).

et al., 1983; Friden *et al.*, 1988; Evans & Cannon, 1991; Kuipers, 1994) με την άσκηση είναι πολύ καλά τεκμηριωμένα σε διάφορα είδη θηλαστικών (συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου). Οι πρωτεάσες των λυσοσωμάτων, δηλαδή οι καθεψίνες, εμπλέκονται σε αυτήν την καταβολική απάντηση κατά την άσκηση (Seene & Viru, 1982; Tapscott *et al.*, 1982; Salminen *et al.*, 1983; Salminen & Vihko, 1984) αλλά ορισμένοι πιστεύουν (Kasperek & Snider, 1989) ότι δεν παίζουν σημαντικό ρόλο. Πρόσφατα έχει προταθεί (Belcastro *et al.*, 1996) ότι οι μη-λυσοσωμικές πρωτεάσες, ίσως η ασβέστιο-ενεργοποιούμενη πρωτεάση καλπαίνη (calpain), υποκινούμενη από το αυξανόμενο ενδοκυτταρικό ασβέστιο, που επηρεάζεται από την άσκηση, μπορεί να είναι πρώτιστα αρμόδια για τον αρχικό καταβολισμό που εμφανίζεται αμέσως μετά από την άσκηση. Η απόδειξη για αυτό δεν προκύπτει μόνο από την παρατήρηση ότι τα ισοένζυμα της καλπαίνης αυξάνονται κατά 22-23% με την άσκηση (Belcastro, 1993) αλλά κι από το γεγονός ότι το πρότυπο του καταβολισμού - το επηρεαζόμενο από την άσκηση - των μυϊκών ινών είναι παραπλήσιο εκείνου που επηρεάζεται από την καλπαίνη (Goll *et al.*, 1992). Η δραστηριότητα της πρωτεάσης των λυσοσωμάτων μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στον καταβολισμό των μυών ο οποίος φαίνεται αργότερα (αρκετές μέρες) μετά την άσκηση (Evans & Cannon, 1991; MacIntyre *et al.*, 1995). Το αν η αυξανόμενη πρωτεϊνική πρόσληψη μπορεί να μειώσει αυτή τη ζημία ή να επιταχύνει τις επακόλουθες διορθωτικές διεργασίες, είναι ενδιαφέρουσες ερωτήσεις.

Η μεγάλη εκροή των αμινοξέων αλανίνης (Felig & Wahren, 1971) και γλουταμίνης (Ruderman & Berger, 1974) από τους ενεργούς μυς, μαζί με τη συχνά παρατηρούμενη συσσώρευση / απέκκριση των τελικών προϊόντων του μεταβολισμού των πρωτεϊνών, ουρίας (Refsum & Stromme, 1974; Haralambie & Berg, 1976; Lemon & Mullin, 1980; Dohm *et al.*, 1982) και αμμωνίας (Czarnowski & Gorski, 1991; Graham & MacLean, 1992; Graham *et al.*, 1995), εξασφαλίζουν ισχυρές έμμεσες αποδείξεις ότι αυξάνεται σημαντικά ο μεταβολισμός των διακλαδισμένων αμινοξέων (BCAA) κατά την άσκηση αντοχής (σχήμα 4). Επιπλέον, αυτό επιβεβαιώθηκε από έναν αριθμό ανεξάρτητων μελετών που χρησιμοποιούσαν άμεσα οξειδωτικά μέτρα (σχήμα 5) (White & Brooks, 1981; Hagg *et al.*, 1982; Lemon *et al.*, 1982; Babij *et al.*, 1983; Meredith *et al.*, 1989; Phillips *et al.*, 1993). Αυτό είναι πιθανώς το αποτέλεσμα της ενεργοποίησης του περιοριστικού ενζύμου (της διυδρογενάσης των διακλαδισμένων κετοξέων), η οποία εξαρτάται από την ένταση της άσκησης, στο μονοπάτι οξείδωσης των BCAA (Kasperek & Snider, 1987). Αυτή η απάντηση είναι προφανώς άμεσα ανάλογη προς τη διαθεσιμότητα BCAA (Knapik *et al.*, 1991; Layman *et al.*, 1994) και αντιστρόφως



Σχήμα 4. Συνοπτικό διάγραμμα του μεταβολισμού των διακλαδισμένων αμινοξέων (branched chain amino acids ή BCAAs) όπου παρουσιάζεται η παραγωγή της αλανίνης και της γλουταμίνης στο μυ, καθώς και ο σχηματισμός της ουρίας στο συκώτι. {AAT (alanine amino transferase) αμινοτρανσφεράση της αλανίνης, BCAAAT (branched -chain amino acid amino transferase) αμινοτρανσφεράση των διακλαδισμένων αμινοξέων, BCOADH (branched-chain oxoacid dehydrogenase) αφυδρογονάση του οξο-οξέος των διακλαδισμένων αμινοξέων, GDH (glutamate dehydrogenase) αφυδρογονάση του γλουταμικού οξέος, GS (glutamine synthetase) συνθετάση της γλουταμίνης, NH_4^+ (ammonium) αμμώνιο}.

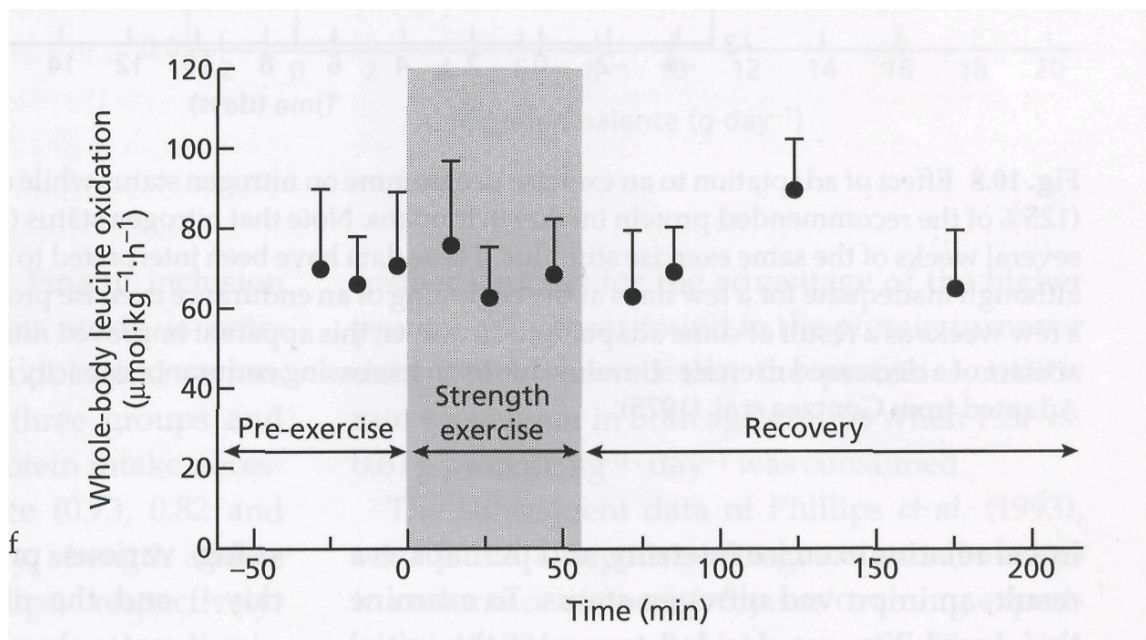


Σχήμα 5. Επίδραση της έντασης στην άσκηση αντοχής. Παρατηρήστε τη γραμμική αύξηση της οξείδωσης της λευκίνης με την αύξηση τη έντασης της άσκησης αντοχής (Babij *et al.*, 1983).

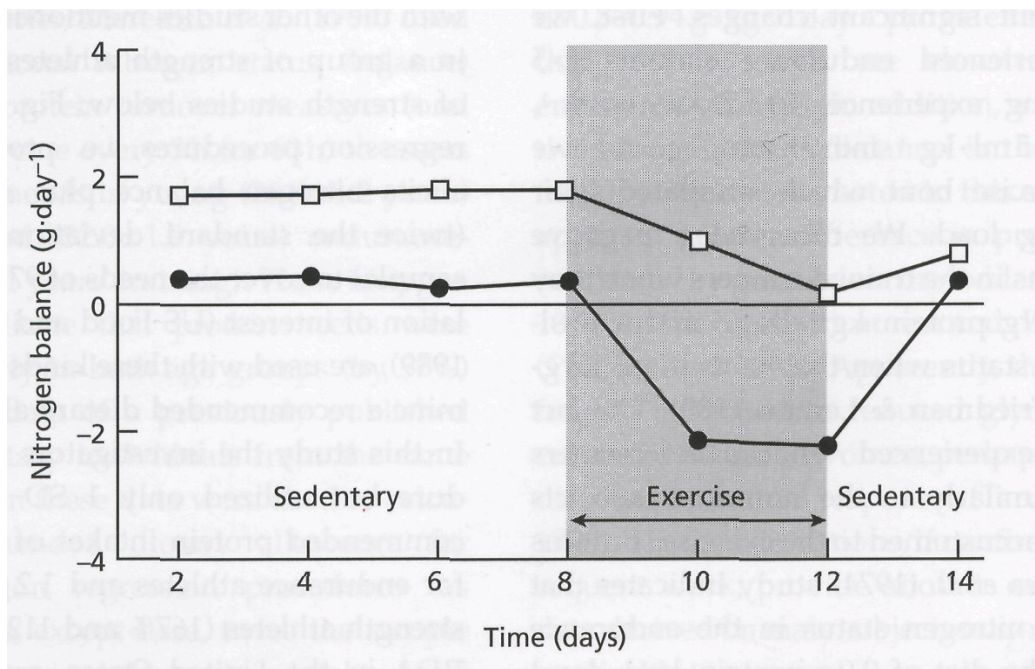
ανάλογη προς τη διαθεσιμότητα γλυκογόνου (Lemon & Mullin, 1980; Wagenmakers *et al.*, 1991), αν και άλλοι παράγοντες μπορούν επίσης να είναι σημαντικοί (Jackman *et al.*, 1997). Αυτό υποδεικνύει ότι η πρωτεΐνη και οι υδατάνθρακες της τροφής, η άσκηση που προηγήθηκε και ο χρόνος από το τελευταίο γεύμα είναι πιθανώς όλα καθοριστικά για την οξείδωση των BCAA κατά τη διάρκεια της άσκησης.

Το μέγεθος αυτής της αύξησης οξείδωσης των BCAA θα μπορούσε να είναι σημαντικά εξαρτώμενο των καθημερινά απαιτούμενων προσλαμβανόμενων BCAA επειδή μια ενιαία περίοδος μέτριας άσκησης (2 ώρες στο 55% του VO_{2max} .) μπορεί να προκαλέσει ένα ρυθμό οξείδωσης ισότιμο με το 90% περίπου της απαιτούμενης ημερήσιας ποσότητας ενός τουλάχιστον από τα BCAA (Evans *et al.*, 1983). Επιπροσθέτως, είναι πιθανό ότι αυτό το ποσοστό οξείδωσης θα μπορούσε να είναι ακόμα υψηλότερο σε άτομα που κάνουν προπόνηση αντοχής γιατί τουλάχιστον σε δυο μελέτες με τρωκτικά έχει αποδειχθεί ότι η διαδικασία της προπόνησης αντοχής έχει σαν αποτέλεσμα περαιτέρω αύξηση στην οξείδωση των BCAA και κατά την ηρεμία και κατά τη διάρκεια της άσκησης αντοχής (Dohm *et al.*, 1977; Henderson *et al.*, 1985). Με την άσκηση αντοχής, αυτή η αύξηση είναι ανάλογη προς την ένταση της άσκησης (Babij *et al.*, 1983) αλλά, παρά την εξαιρετικά έντονη φύση της άσκησης δύναμης, η οξείδωση των BCAA φαίνεται να είναι κατά πολύ ανεπηρέαστη από αυτό το ερέθισμα της άσκησης (σχήμα 6) (Tarnopolsky *et al.*, 1991). Αυτό οφείλεται πιθανώς στο γεγονός ότι η δύναμη ισχύος είναι τόσο έντονη που η μεγαλύτερη ποσότητα της απαιτούμενης ενέργειας πρέπει να αποκομισθεί μέσω του αναερόβιου μεταβολισμού, δηλαδή των φωσφογενών αποθηκών (ATP και φωσφοκρεατίνη) και του μυϊκού γλυκογόνου, περισσότερο απ' ό,τι μέσω των οξειδωτικών οδών.

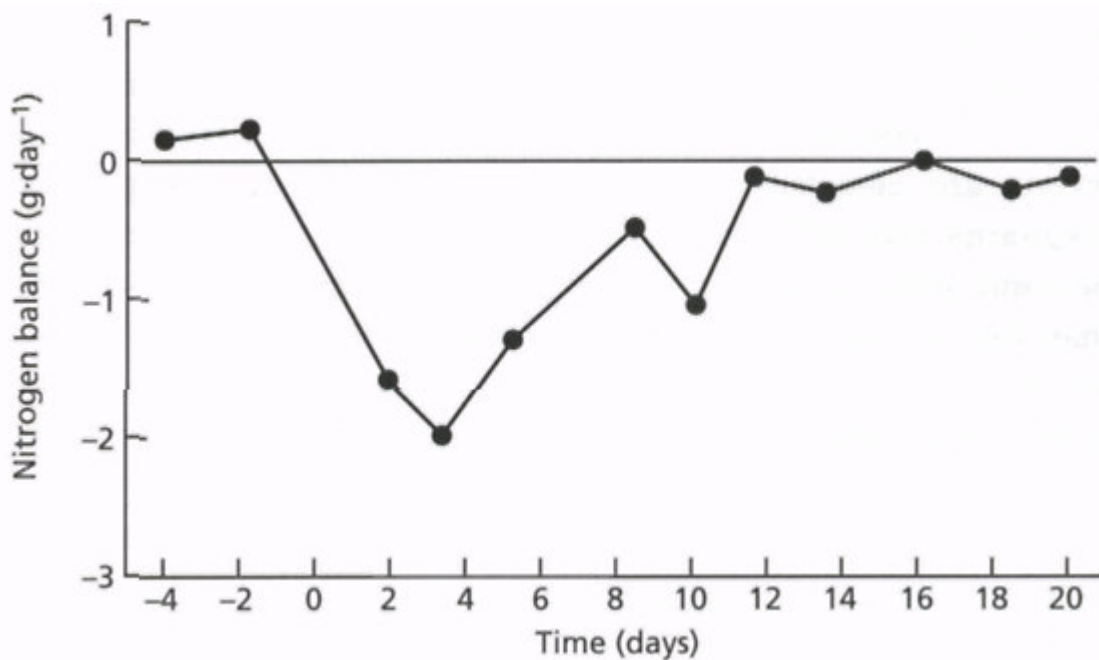
Ενδιαφέροντα στοιχεία είναι επίσης διαθέσιμα από διάφορα πειράματα ισοζυγίου αζώτου που υποδεικνύουν ότι οι πρωτεϊνικές ανάγκες αυξάνονται και με την άσκηση αντοχής και με την άσκηση ισχύος. Οι πληροφορίες από τον Gontzea και τους συνεργάτες του (1974) φανερώνουν ότι οι πρωτεϊνικές ανάγκες αυξάνονται με ένα πρόγραμμα αερόβιας άσκησης (σχήμα 7) αλλά μετέπειτα εργασία από την ίδια ομάδα (Gontzea *et al.* 1975) δείχνει ότι αυτό μπορεί να ισχύει μόνο προσωρινά κατά τη διάρκεια των πρώτων εβδομάδων ενός προγράμματος άσκησης αντοχής (σχήμα 8). Ωστόσο, τα στοιχεία αυτής της δεύτερης έρευνας ίσως έχουν συγχυστεί από κάποια επιρροή του προπονητικού προγράμματος γιατί το ερέθισμα της άσκησης παρέμεινε σταθερό πάνω από την περίοδο των 3 εβδομάδων που η κατάσταση αζώτου ήταν καθορισμένη. Με άλλα λόγια, η βελτιωμένη ικανότητα αντοχής (VO_{2max} .) που πιθανώς



Σχήμα 6. Επίδραση βαριάς εντατικής άσκησης με αντιστάσεις στην οξείδωση του διακλαδισμένου αμινοξέος λευκίνη στον άνθρωπο. Παρατηρήστε ότι παρά την ακμαία φύση της προπονητικής περιόδου, υπάρχει μικρή επίδραση στην οξείδωση της λευκίνης είτε κατά τη διάρκεια της άσκησης είτε μετά από 2 ώρες αποκατάστασης. (Tarnopolsky *et al.*, 1991).



Σχήμα 7. Επίδραση μιας στιγμιαίας έκρηξης σε άσκηση αντοχής στο ισοζύγιο αζώτου κατά την κατανάλωση διαφορετικών πρωτεϊνικών προσλήψεων στον άνθρωπο. Παρατηρήστε ότι το συνολικό πρότυπο του ισοζυγίου αζώτου με την άσκηση είναι παρόμοιο και στις 2 πρωτεϊνικές προσλήψεις και στη χαμηλότερη πρωτεϊνική πρόσληψη (125% της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης πρωτεΐνης) το ισοζύγιο αζώτου γίνεται αρνητικό με το πρόγραμμα της άσκησης, υποδεικνύοντας ότι αυτό το ποσό πρωτεϊνικής πρόσληψης, ενώ είναι επαρκές για άτομα με καθιστική ζωή, είναι ανεπαρκές στην άσκηση (Gontzea *et al.*, 1974).

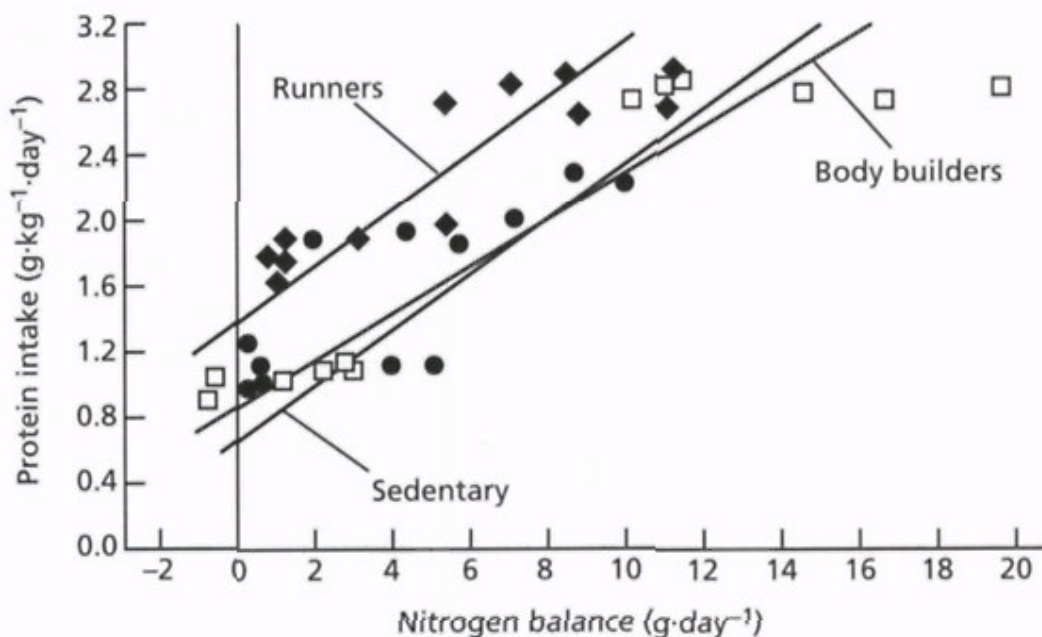


Σχήμα 8. Επίδραση στο ισοζύγιο αζώτου κατά την προσαρμογή σε ένα πρόγραμμα άσκησης με κατανάλωση 1g πρωτεΐνης / kg / μέρα (125% της συνιστώμενης ημερήσιας πρωτεϊνικής πρόσληψης) στον άνθρωπο. Παρατηρήστε ότι το ισοζύγιο αζώτου φαίνεται πως επανέρχεται μετά από αρκετές εβδομάδες με το ίδιο πρόγραμμα άσκησης. Αυτά τα στοιχεία δείχνουν ότι αυτή η πρωτεϊνική πρόσληψη, παρόλο που είναι ανεπαρκής για μερικές μέρες στην αρχή ενός προγράμματος αντοχής, γίνεται επαρκής μετά από μερικές εβδομάδες ως αποτέλεσμα προσαρμογής. Ωστόσο, αυτή η φαινομενική βελτίωση στο ισοζύγιο του αζώτου θα μπορούσε να είναι αποτέλεσμα ενός μειωμένου ερεθίσματος, άσκησης εξαιτίας της αυξανόμενης ικανότητας αντοχής μετά από πολλές εβδομάδες προπόνησης. (Gontzea *et al.*, 1975).

βίωσαν τα μέχρι πριν τη μελέτη απροπόνητα άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα, καθώς εξελισσόταν η έρευνα, θα σήμαινε ότι η ίδια ακριβώς περίοδος άσκησης αντιπροσώπευε μια σχετικά χαμηλότερη ένταση, και πιθανώς σαν αποτέλεσμα, αποφάσισαν να επαναλάβουν την αρχική έρευνα του Gontzea και των συνεργατών του (1974) με μερικές μικρές αλλά σημαντικές αλλαγές. Πρώτον, μελέτησαν έμπειρους δρομείς αντοχής (>5 χρόνια προπονητική εμπειρία, $94 \pm 21 \text{ km} / \text{βδομάδα}$, $\text{VO}_{2\text{max}} = 71 \pm 5 \text{ ml/kg/min}$) και, δεύτερον, χρησιμοποίησαν μια περίοδο άσκησης η οποία επιδρούσε διεγερτικά στο ημερήσιο προπονητικό φορτίο. Παρατήρησαν αρνητικό ισοζύγιο αζώτου στους προπονημένους δρομείς όταν κατανάλωναν 0.9g πρωτεΐνης/kg/μέρα και θετικό ισοζύγιο αζώτου όταν κατανάλωναν 1.5g πρωτεΐνης/kg/μέρα (Friedman & Lemon 1989). Το γεγονός ότι αυτοί οι έμπειροι δρομείς αντοχής αντέδρασαν με παρόμοιο τρόπο με αυτόν των απροπόνητων ατόμων, που συμμετείχαν στην έρευνα του Gontzea και των συνεργατών του (1974), τα οποία δεν ήταν συνηθισμένα σε τέτοιου είδους ερεθίσματα,

δείχνει ότι το αρνητικό ισοζύγιο αζώτου στους δρομείς αντοχής με τη δίαιτα των 0.9g πρωτεΐνης/kg/μέρα απεικονίζει μια ανεπαρκή πρωτεϊνική δίαιτα παρά μια προσωρινή αντίδραση στο ξεκίνημα ενός προγράμματος άσκησης.

Σε μια άλλη μελέτη, ο Tarnopolsky και οι συνεργάτες του (1988), χρησιμοποιώντας ποικίλες πρωτεϊνικές προσλήψεις (1.0-2.7g/kg/μέρα) και την τεχνική του ισοζυγίου αζώτου, δεν παρατήρησε αυξημένες πρωτεϊνικές ανάγκες μόνο στους αθλητές αντοχής που μελετήθηκαν, κάτι που ερχόταν σε συμφωνία με τις μελέτες που αναφέρθηκαν παραπάνω, αλλά και σε μια ομάδα αθλητών δύναμης (βλέπε αναφορά για τους αθλητές δύναμης παρακάτω · σχήμα 9). Σε αυτή τη μελέτη οι ερευνητές



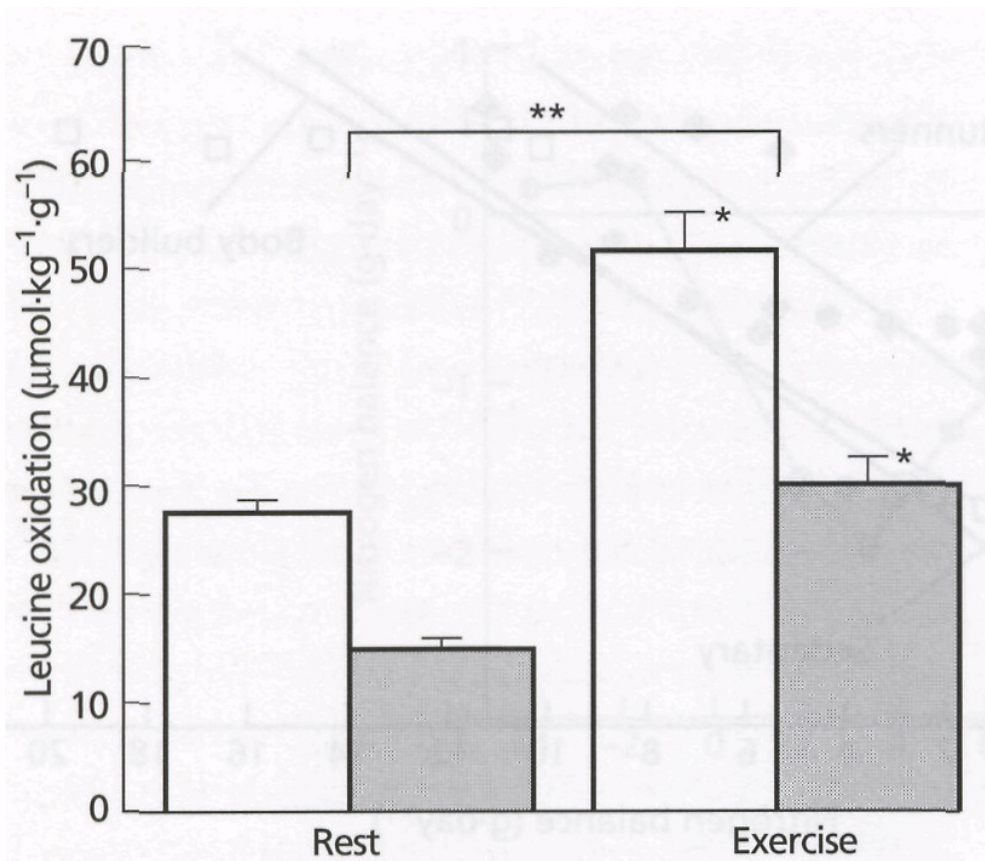
Σχήμα 9. Εκτίμηση διατροφικών απαιτήσεων (απαραίτητη πρωτεϊνική πρόσληψη για να προκύψει ισοζύγιο αζώτου) σε αθλητές αντοχής (♦), αθλητές δύναμης (◻) και άνδρες που κάνουν καθιστική ζωή (●). Παρατηρήστε ότι οι πρωτεϊνικές απαιτήσεις και στις δυο ομάδες αθλητών είναι μεγαλύτερες από αυτές των ατόμων που κάνουν καθιστική ζωή. (Tarnopolsky *et al.*, 1988).

χρησιμοποίησαν μόνο 1 SD για να φτάσουν τις προτεινόμενες πρωτεϊνικές προσλήψεις των 1.6g/kg/μέρα για τους αθλητές αντοχής και των 1.2g/kg/μέρα για τους αθλητές δύναμης (167% και 112% του τρέχοντος RDA στις Ηνωμένες Πολιτείες, αντίστοιχα). Αυτή η συντηρητική προσέγγιση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί οποιαδήποτε υπερεκτίμηση που θα είχε σαν αποτέλεσμα την παραπάνω πρωτεϊνική πρόσληψη στο ύψος των 2.7g/kg/μέρα από αυτή που απαιτείται για το ισοζύγιο αζώτου. Τελικά, η προσμέτρηση της καθιστικής ομάδας σε αυτήν την μελέτη είναι αξιοπρόσεκτη γιατί οποιοδήποτε μεθοδολογικό λάθος θα ήταν παρόμοιο και στις τρεις ομάδες και

επομένως οι διαφορές στις αναγκαίες για την εξαγωγή του ισοζυγίου αζώτου πρωτεϊνικές προσλήψεις (0.73, 0.82, και 1.37g/kg/μέρα για τους μη αθλούμενους, τους αθλητές δύναμης και τους αθλητές αντοχής, αντίστοιχα) θα απεικόνιζαν τις πραγματικές διαφορές των διατροφικών πρωτεϊνικών αναγκών αυτών των ομάδων.

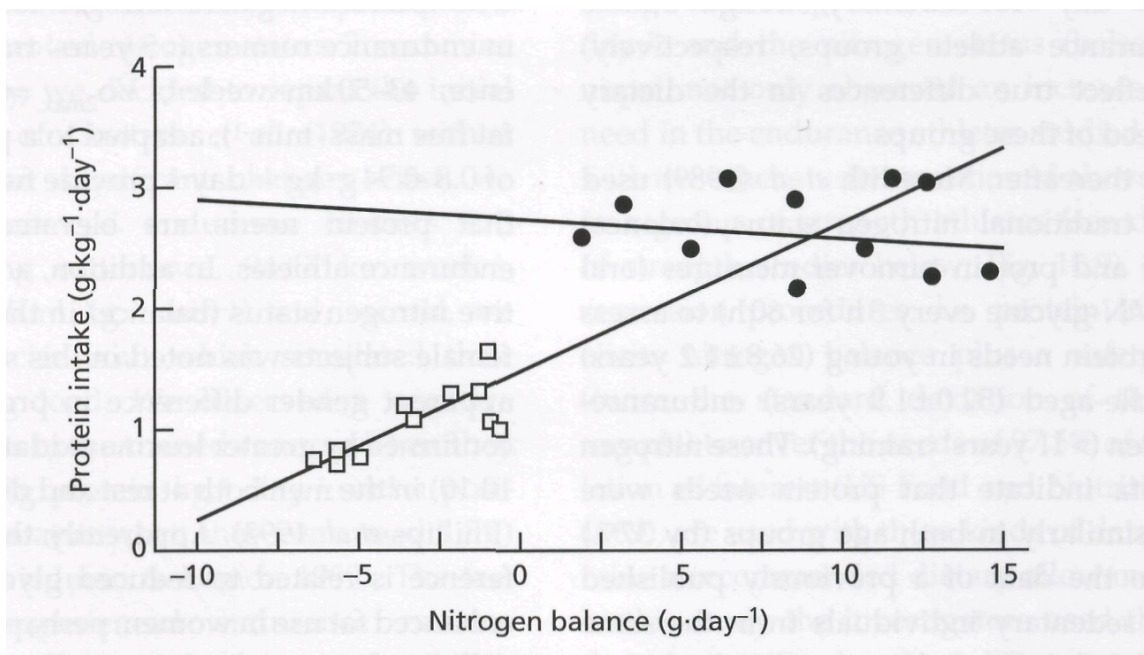
Την ίδια εποχή, ο Meredith και οι συνεργάτες του (1989) χρησιμοποίησαν και την παραδοσιακή τεχνική ισοζυγίου αζώτου και το πρωτεϊνικό turnover (στοματικές δόσεις της ^{15}N -γλυκίνης κάθε 3 ώρες για 60 ώρες) για να αξιολογήσουν τις διαιτητικές πρωτεϊνικές ανάγκες σε νέα ($26,8 \pm 1,2$ έτη) και μέσης ηλικίας ($52,0 \pm 1,9$ έτη) άτομα που κάνουν προπόνηση αντοχής (> 11 έτη προπόνησης). Αυτά τα στοιχεία για το ισοζύγιο αζώτου δείχνουν ότι οι πρωτεϊνικές ανάγκες αυξάνονταν παρόμοια και στις δύο ηλικιακές ομάδες (έως 37%) και είναι παραπλήσια των στοιχείων από μια μελέτη που είχε δημοσιευθεί νωρίτερα από το ίδιο εργαστήριο σε άτομα με καθιστική ζωή. Επιπροσθέτως, περαιτέρω υποστήριξη για το όφελος της υψηλότερης πρωτεϊνικής πρόσληψης βρέθηκε στα στοιχεία του πρωτεϊνικού turnover τα οποία έδειχναν ότι το ποσοστό της πρωτεϊνικής σύνθεσης ήταν υψηλότερο και στις δύο ηλικιακές ομάδες όταν καταναλώθηκαν 1.21 έναντι 0.61g πρωτεΐνης/kg/μέρα.

Τα μετέπειτα στοιχεία του Phillips και των συνεργατών του (1993), οι οποίοι βρήκαν αρνητικό ισοζύγιο αζώτου σε δρομείς αντοχής (>5 χρόνια προπονητική εμπειρία, 43-50 km/βδομάδα, $\text{VO}_{2\text{max.}}=66-68$ ml/kg άλιπης μάζας/min), προσαρμοσμένους σε πρωτεϊνική πρόσληψη 0.8-0.94g/kg/μέρα παρείχαν περαιτέρω υποστήριξη στο ότι οι πρωτεϊνικές ανάγκες αυξάνονται σε προπονημένους αθλητές αντοχής. Επιπροσθέτως, μεγαλύτερο αρνητικό ισοζύγιο παρατηρήθηκε στους άντρες έναντι των γυναικών που συμμετείχαν στην έρευνα και αυτή η φαινομενική διαφορά φύλου στη χρησιμοποίηση των πρωτεϊνών επιβεβαιώθηκε από το μεγαλύτερο ποσοστό οξειδωσης της λευκίνης (σχήμα 10) στους άντρες και κατά την ηρεμία και κατά την άσκηση (Phillips *et al.*, 1993). Προφανώς, αυτή η διαφορά φύλου σχετίζεται με το μειωμένο γλυκογόνο και/ή την έντονη χρησιμοποίηση λίπους στις γυναίκες, πιθανώς ως αποτέλεσμα διαφορετικών ορμονικών αντιδράσεων (Tarnopolsky *et al.*, 1995). Αυτές οι παρατηρήσεις, αν επιβεβαιωθούν με μετέπειτα εργασία, παρέχουν άλλο ένα παράδειγμα όπου τα στοιχεία που λαμβάνονται από τα αρσενικά άτομα που συμμετέχουν μπορεί να μην είναι απευθείας εφαρμόσιμα στις γυναίκες.



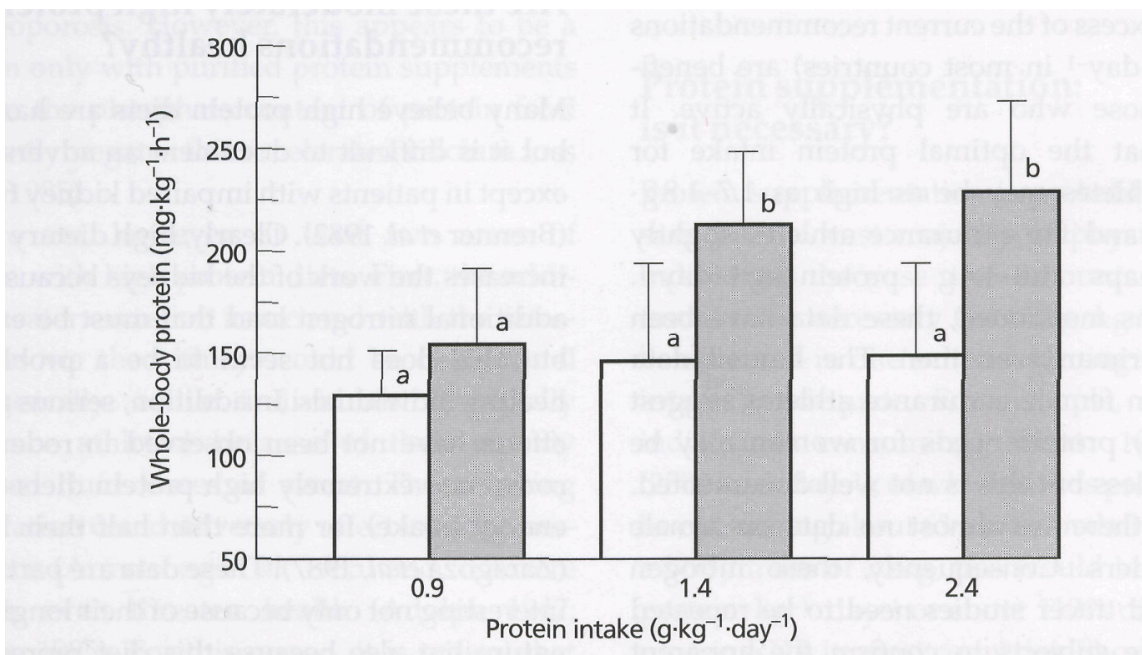
Σχήμα 10. Επίδραση του φύλου στην οξείδωση του αμινοξέος λευκίνη κατά την ανάπαυση και κατά τη διάρκεια άσκησης αντοχής στον άνθρωπο. Παρατηρήστε ότι η άσκηση αυξάνει την οξείδωση της λευκίνης (*, $P < 0.01$, άσκηση εναντίον ανάπαυσης) και ότι και κατά την ανάπαυση και κατά την άσκηση αντοχής ο ρυθμός οξείδωσης της λευκίνης είναι μεγαλύτερος στους άνδρες (**, $P < 0.01$, άνδρες εναντίον γυναικών). □, άνδρες, ■, γυναίκες (Phillips *et al.*, 1993).

Τουλάχιστον δυο ομάδες (Lemon *et al.*, 1992; Tarnopolsky *et al.*, 1992) έχουν παρατηρήσει ακόμη υψηλότερες πρωτεϊνικές ανάγκες στους αθλητές δύναμης (σχήμα 11) και βασισμένοι στα στοιχεία ισοζυγίου αζώτου έχουν προτείνει προσλήψεις της τάξεως των 1.7 και 1.8g πρωτεΐνης/kg/μέρα, αντίστοιχα. Επιπλέον, ο Fern και οι συνεργάτες του (1991) βρήκαν ένα μεγαλύτερο κέρδος σε μάζα σε πάνω από 4 εβδομάδες προπόνησης στους body-builders οι οποίοι κατανάλωναν 3.3 έναντι 1.3g πρωτεΐνης/kg/μέρα. Αυτή η μελέτη είναι εξαιρετικά ενδιαφέρουσα γιατί υποστηρίζει τη διαχρονική (αλλά ελλιπώς τεκμηριωμένη) αντίληψη των αθλητών δύναμης ότι οι πολύ μεγάλες ποσότητες διατροφικής πρωτεΐνης (και το υψηλό θετικό ισοζύγιο αζώτου που δημιουργείται) σε συνδυασμό με το αναβολικό ερέθισμα της άσκησης δύναμης μπορούν να προκαλέσουν αύξηση της μυϊκής μάζας (Lemon, 1991). Ωστόσο, η οξείδωση των αμινοξέων που ήταν επίσης αυξημένη στο 150% σε αυτή τη μελέτη, υποδεικνύει ότι η βέλτιστη πρωτεϊνική πρόσληψη πιθανώς ξεπεράστηκε. Μετέπειτα, ο Tarnopolsky και οι



Σχήμα 11. Εκτίμηση διατροφικών απαιτήσεων (απαραίτητη πρωτεϊνική πρόσληψη για να προκύψει ισοζύγιο αζώτου) σε αρχάριους bodybuilders. Παρατηρήστε ότι με κατανάλωση 0.99g πρωτεΐνης/kg σωματικού βάρους/μέρα (125% της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης πρωτεΐνης), όλα τα άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα είχαν αρνητικό ισοζύγιο αζώτου και μια ισχυρή γραμμική σχέση μεταξύ πρωτεϊνικής πρόσληψης και ισοζυγίου αζώτου ($r=0.82$, $P < 0.01$, $y=0.13x+ 1.43$). Χρησιμοποιώντας αυτά τα στοιχεία, οι εκτιμούμενες απαιτήσεις για πρωτεΐνη είναι 1.43g πρωτεΐνης/kg/μέρα. Συνήθως, οι συστάσεις για την πρωτεΐνη είναι ίσες με αυτήν την τιμή συν κάποιο ποσό ασφαλείας ίσο με 2 SD των ανδρών του δείγματος (με σκοπό να υπολογισθεί και η ποικιλία ανάμεσα στις ανάγκες του πληθυσμού σε σχέση με το δείγμα που μελετήθηκε). Εδώ, η σύσταση θα ήταν 1.63g πρωτεΐνης/kg/μέρα (204% της τρέχουσας σύστασης). Η γραμμική σχέση ανάμεσα στην πρωτεϊνική πρόσληψη και το ισοζύγιο αζώτου χάνεται στις υψηλές πρωτεϊνικές προσλήψεις που μελετήθηκαν (2.62g πρωτεΐνης/kg/μέρα) (●) και το ισοζύγιο αζώτου ήταν κατά πολύ θετικό υποδεικνύοντας ότι αυτή η πρόσληψη υπερέβαινε την πρωτεϊνική ανάγκη ($r=0.11$; $P < 0.05$; $y=- 0.93x+2.76$). Και για τις δυο δοσολογίες που μελετήθηκαν, $r=0.86$; $P<0.01$; $y=-0.11z+1.53$. (Lemon *et. al.*, 1992).

συνεργάτες του (1992) παρατήρησαν μια αυξημένη πρωτεϊνική σύνθεση σε όλο το σώμα (σχήμα 12) όταν οι αθλητές που συμμετείχαν σε πρόγραμμα προπόνησης ισχύος αύξησαν την πρωτεϊνική τους πρόσληψη από 0.9 σε 1.4g/kg/μέρα. Παραδόξως, δεν υπήρξε πρόσθετη αύξηση όταν κατανάλωσαν δίαιτα που περιείχε 2.4g πρωτεΐνης/kg/μέρα. Ακόμη, η οξειδωση των αμινοξέων αυξήθηκε με τη δίαιτα των 1.4 και 2.4g/kg/μέρα σε άτομα με καθιστική ζωή αλλά μόνο με τη δίαιτα των 2.4g/kg/μέρα στους αθλητές δύναμης. Αυτό υποδεικνύει ότι με την πρόσληψη 1.4g πρωτεΐνης/kg/μέρα, τα αμινοξέα που καταναλώνονταν σε περίσσεια απομακρύνονταν από το σώμα μέσω οξειδωσης στα άτομα με καθιστική ζωή αλλά χρησιμοποιούνταν για να εντείνουν το



Σχήμα 12. Ολική πρωτεϊνοσύνθεση σε άνδρες με καθιστική ζωή έναντι ανδρών που κάνουν προπόνηση δύναμης οι οποίοι κατανάλωσαν 0.9, 1.4 ή 2.4g πρωτεΐνης/kg/μέρα (112%, 175% και 300% των τρεχουσών συστάσεων πρωτεϊνικής πρόσληψης). Παρατηρήστε ότι ο ρυθμός πρωτεϊνοσύνθεσης αυξήθηκε στους άνδρες που έκαναν προπόνηση δύναμης όταν πήγαν από το 112% στο 175%, υποδεικνύοντας ότι αυτή η τελευταία πρωτεϊνική πρόσληψη θα διευκόλυne την ανάπτυξη της μυϊκής μάζας και της δύναμης. Ωστόσο, δεν υπήρξε επιπλέον αύξηση όταν η πρωτεϊνική πρόσληψη ανέβηκε στο 300%, προτείνοντας ότι αυτή η ποσότητα υπερέβαινε την καταλληλότερη πρωτεϊνική πρόσληψη. Πρέπει επίσης να σημειωθεί η προπόνηση ισχύος είναι απαραίτητη για να αυξηθεί ο ρυθμός της πρωτεϊνοσύνθεσης με την πρόσθετη διατροφική πρωτεΐνη, καθώς καμία αύξηση δεν παρατηρήθηκε στους άνδρες που κάνουν καθιστική ζωή. Διαφορετικά γράμματα, $P < 0.05$. (Tarnopolsky *et al.*, 1992).

ποσοστό πρωτεϊνικής σύνθεσης στην ομάδα δύναμης. Είναι φανερό ότι, με τον καιρό, αυτό θα οδηγήσει σε αύξηση της μυϊκής μάζας και κατ' επέκταση της δύναμης. Αυτά τα αποτελέσματα επαληθεύουν τα στοιχεία του Fern και των συνεργατών του (ότι η αυξημένη πρωτεϊνική πρόσληψη συνδυαζόμενη με άσκηση δύναμης εντείνει την αύξηση του μυϊκού ιστού, παρά μόνο η προπόνηση) κι επιπλέον δείχνουν ότι 2.4g πρωτεΐνης/kg/μέρα είναι υπερβολικά. Αυτά τα στοιχεία και τα στοιχεία του ισοζυγίου αζώτου (Lemon *et al.*, 1992; Tarnopolsky *et al.*, 1992) δείχνουν ότι οι κατάλληλες πρωτεϊνικές προσλήψεις για άνδρες αθλητές δύναμης είναι περίπου 1.4-1.8g πρωτεΐνης/kg/μέρα (175-225% των τρεχόντων συστάσεων). Τελικά, θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι αυτές οι μελέτες περιελάμβαναν άντρες που δεν έπαιρναν αναβολικές ουσίες. Παρόλο που δεν συγχωρούνται οι πιθανές δυσμενείς παρενέργειες, είναι δυνατό η μέγιστη επίδραση που σχετίζεται με την αύξηση των μυών που παρατηρείται στην

εγγύτητα των 1.4-1.8g πρωτεΐνης/kg/ημέρα να επεκταθεί σε υψηλότερες προσλήψεις εάν συνδυάζονται με φαρμακολογικούς χειρισμούς που είναι γνωστό ότι ενισχύουν την ανάπτυξη μυών (Bhasin *et al.*, 1996). Αν είναι έτσι, αυτό θα μπορούσε να εξηγήσει γιατί οι αντιλήψεις των αθλητών σχετικά με τα οφέλη της υψηλής πρωτεϊνικής πρόσληψης διαφέρουν από τα επιστημονικά δεδομένα. Εν τέλει, αυτές οι μελέτες πρέπει να επαναληφθούν στις γυναίκες για να καθοριστεί το αν υπάρχουν φυλετικές διαφορές στην πρωτεΐνη που απαιτείται για να ενταθεί η μυϊκή ανάπτυξη. Ο Campbell και οι συνεργάτες του (1995) μελέτησαν το πρωτεϊνικό turnover και το ισοζύγιο αζώτου σε μεγαλύτερης ηλικίας άντρες και γυναίκες (ηλικίες 56-80 ετών) που καταλάωναν είτε 1.62 είτε 0.8g πρωτεΐνης/kg/μέρα καθώς συμμετείχαν σε ένα πρόγραμμα βαριάς προπόνησης όλου του σώματος με αντιστάσεις διάρκειας 12 εβδομάδων. Παρατήρησαν αρνητικό ισοζύγιο αζώτου και μια τάση για ολική μείωση της πρωτεϊνικής συν της μάζας των ιχνοστοιχείων (-3,5%) στη χαμηλότερη πρωτεϊνική διατροφή. Συγκριτικά, τα άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα (καμία φυλετική διαφορά δεν φάνηκε) με την υψηλότερη πρωτεϊνική διατροφή είχαν μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεϊνικής σύνθεσης και μια τάση να αυξήσουν την πρωτεϊνική μαζί με τη μάζα των ιχνοστοιχείων (+1.9%). Αυτά τα στοιχεία συμφωνούν με τα ευρήματα σε νεαρότερα άτομα (που αναφέρθηκαν παραπάνω) και επιπλέον υποδεικνύουν ότι οι υψηλές σε πρωτεΐνη διατροφές είναι ευεργετικές για τα άτομα μεγαλύτερης ηλικίας που κάνουν προπόνηση δύναμης. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό γιατί όπως τα οφέλη της προπόνησης ισχύος στους μεγαλύτερους γίνονται πιο εμφανή (Fiatarone *et al.*, 1990; Fiatarone *et al.*, 1994), ο αριθμός των μεγαλύτερων σε ηλικία ατόμων που προσθέτουν αυτό το είδος άσκησης στο προπονητικό τους πρόγραμμα αυξάνεται σημαντικά.

Υπάρχουν κι άλλες υποστηρικτικές αποδείξεις για την υπόθεση ότι τα σωματικώς ενεργά άτομα χρειάζονται πρόσθετη πρωτεΐνη (Consolazio *et al.*, 1963, 1975; Celejowa & Homa, 1970; Laritcheva *et al.*, 1978; Marable *et al.*, 1979; Dragan *et al.*, 1985; Meredith *et al.*, 1992) και, βάζοντας αυτές μαζί με τα αποτελέσματα του ισοζυγίου αζώτου και του πρωτεϊνικού turnover, είναι δύσκολο να αρνηθεί κανείς ότι οι πρωτεϊνικές προσλήψεις που ξεπερνούν τις τρέχουσες συστάσεις (0.8g/kg/μέρα στις περισσότερες χώρες) είναι ευεργετικές για όσους είναι σωματικά ενεργοί. Φαίνεται πως η κατάλληλη πρωτεϊνική πρόσληψη για τους αθλητές δύναμης μπορεί να φτάνει τα 1.7-1.8g/kg/μέρα και για τους αθλητές αντοχής ελάχιστα λιγότερο, πιθανώς 1.2-1.4g πρωτεΐνης/kg/μέρα. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε, αυτά τα στοιχεία συλλέχθηκαν πρωτίστως από άνδρες. Τα περιορισμένα διαθέσιμα στοιχεία για τις γυναίκες αθλήτριες

αντοχής υποδεικνύουν ότι οι διατροφικές πρωτεϊνικές ανάγκες για τις γυναίκες μπορεί να είναι λίγο λιγότερες αλλά αυτό δεν είναι καλά τεκμηριωμένο. Πέραν τούτου, δεν υπάρχουν καθόλου στοιχεία για γυναίκες body-builders. Συνεπώς, αυτές οι μελέτες του ισοζυγίου του αζώτου και άλλες ανιχνευτικές μελέτες πρέπει να επαναληφθούν σε γυναίκες για να επαληθευθούν οι φαινομενικές φυλετικές διαφορές με την άσκηση αντοχής και να καθιερωθούν συστάσεις για την πρωτεϊνική πρόσληψη των αθλητριών δύναμης.

Επί του παρόντος, παρά τους ανέκδοτους ισχυρισμούς για το αντίθετο, υπάρχουν λίγες καλές αποδείξεις ότι οι υψηλές πρωτεϊνικές προσλήψεις (>1.3.-1.4g πρωτεΐνης/kg/μέρα) πραγματικά εντείνουν τη μυϊκή απόδοση (Dragan *et al.*, 1985; Brouns *et al.*, 1989; Vukonich *et al.*, 1992; Fry *et al.*, 1993). Εξάλλου, σε τροφικά όπου χορηγήθηκε συμπληρωματική πρωτεΐνη δεν παρατηρήθηκε εντεταμένη απόδοση στο τρέξιμο κατά την προπόνηση αντοχής (Cortright *et al.*, 1993) ούτε μπορεί να τεκμηριωθεί η αυξημένη μυϊκή δύναμη ή η αύξηση της μάζας με συμπληρωματική πρωτεΐνη (2.6g/kg/μέρα) στους αθλητές δύναμης παρά το αποδεδειγμένο ισοζύγιο αζώτου (Lemon *et al.*, 1992). Επιπλέον, οι μελέτες με διαφορετικά είδη πρωτεΐνης (σόγια, καζεΐνη, ορός γάλακτος) και προπόνηση δύναμης δεν έχουν αποκαλύψει κάποιο ξεκάθαρο πλεονέκτημα στην απόδοση σε κάποιο συγκεκριμένο είδος πρωτεΐνης (Appicelli *et al.*, 1995). Όπως και να έχει, οι μελέτες μας έχουν ερευνήσει την αρχική αντίδραση (4-8 εβδομάδες) της προπόνησης και είναι πιθανό ότι για μεγαλύτερες χρονικές περιόδους κάποιο πλεονέκτημα θα μπορούσε να γίνει εμφανές. Δεδομένων των φανταστικών ισχυρισμών και των προφανώς πιθανών οικονομικών οφελών στον αθλητικό χώρο, είναι κάπως εκπληκτικό ότι αυτό το πεδίο έχει λάβει τόσο λίγη προσοχή μεταξύ των επιστημόνων.

4.11 Είναι υγιεινές αυτές οι μετριοπαθώς αυξημένες συστάσεις πρωτεΐνης;

Πολλοί πιστεύουν ότι οι πρωτεϊνικές δίαιτες είναι επικίνδυνες αλλά είναι δύσκολο να τεκμηριώσουν κάποια ανεπιθύμητη επίδραση εκτός από τους ασθενείς που έχουν κατεστραμμένη νεφρική λειτουργία (Brenner *et al.*, 1982). Είναι ξεκάθαρο ότι η υψηλή διαιτητική πρόσληψη πρωτεΐνης αυξάνει τη λειτουργία των νεφρών λόγω της επιπλέον ποσότητας αζώτου που πρέπει να απεκκριθεί, αλλά αυτό δε μοιάζει να αποτελεί πρόβλημα για τους υγιείς ανθρώπους. Επιπροσθέτως, σοβαρές ανεπιθύμητες επιδράσεις δεν εμφανίστηκαν σε τροφικά που κατανάλωναν υπερβολικά υψηλές ποσότητες πρωτεΐνης (80% της θερμιδικής πρόσληψης) για το μισό της ζωής τους (Zaragoza *et al.*,

1987). Αυτά τα στοιχεία είναι ιδιαίτερα ενδιαφέροντα όχι μόνο λόγω της μακροχρόνιας φύσης τους αλλά και λόγω του ότι αυτή η διαίτα περιλαμβάνει τουλάχιστον το 3πλάσιο ποσοστό πρωτεΐνης που έχει παρατηρηθεί στις πιο υψηλές πρωτεϊνικές δίαιτες αθλητών. Εν τέλει, η απουσία αναφορών για προβλήματα στους νεφρούς σε μεσήλικες αθλητές άρσης βαρών / bodybuilders υποδεικνύει ότι οι κίνδυνοι από την υψηλή πρωτεϊνική πρόσληψη από υγιή άτομα έχουν υπερεκτιμηθεί γιατί πολλοί από αυτούς τους αθλητές καταναλώνουν υψηλές πρωτεϊνικές δίαιτες εντατικά επί 20-30 χρόνια ή και περισσότερο.

Ομοίως, ο συσχετισμός μεταξύ των υψηλών πρωτεϊνικών προσλήψεων και της αθηρωμάτωσης είναι πιθανώς υπερβολικός. Παραδείγματος χάριν, φαίνεται ότι η καλά τεκμηριωμένη θετική σχέση μεταξύ ζωικών πρωτεϊνών και χοληστερόλης πλάσματος στα ζώα δεν ισχύει στους ανθρώπους και, σαν αποτέλεσμα, ο συσχετισμός μεταξύ του λίπους της διατροφής και των λιπιδίων του αίματος είναι πιο ασθενής από όσο νόμιζαν κάποτε (McNamara *et al.*, 1987; Clifton & Nestel, 1996). Ακόμα περισσότερο, ακόμα κι αν αυτές οι σχέσεις είναι πιο ισχυρές στα άτομα που κάνουν καθιστική ζωή, η τύχη του πεπτωμένου λίπους μπορεί να είναι σημαντικά διαφορετική στα δραστήρια άτομα (χρησιμοποιούμενο σαν καύσιμο παρά αποθηκευμένο στα τοιχώματα των αιμοφόρων αγγείων ή στο αδιώδη ιστό (Muoio *et al.*, 1994; Leddy *et al.*, 1997).

Συγχρόνως φάνηκε ότι οι υψηλές πρωτεϊνικές διατροφές οδήγησαν σε μια υποχρεωτική απώλεια ασβεστίου στα ούρα (Allen *et al.*, 1979) και, σε αυτήν την περίπτωση, αυτό θα μπορούσε να είναι προβληματικό, ειδικά για τις γυναίκες, λόγω της δυνατότητας να επιταχυνθεί η ανάπτυξη οστεοπόρωσης. Ωστόσο, αυτό αποτελεί ανησυχία μόνο για τα εξευγενισμένα συμπληρώματα πρωτεΐνης γιατί ο περιεχόμενος στα πρωτεϊνούχα τρόφιμα φωσφόρος, προφανώς αναιρεί αυτήν την επιταχυνόμενη απώλεια ασβεστίου (Flynn, 1985).

Υπάρχουν, ωστόσο, δυο πεδία ενδιαφέροντος με τις υψηλές πρωτεϊνικές δίαιτες. Πρώτον, η επιπρόσθετη απέκκριση νερού που σχετίζεται με την απώλεια του αζώτου μέσω των νεφρών θα μπορούσε να είναι επιβλαβής στα δραστήρια άτομα (ειδικά στους αθλητές αντοχής) λόγω των ήδη αυξημένων απωλειών σε υγρά όπως ο ιδρώτας. Η επερχόμενη αφυδάτωση θα επηρέαζε αρνητικά την αθλητική απόδοση (Armstrong *et al.*, 1985) και, αν είναι σε αρκετά μεγάλο βαθμό, θα απειλούσε ακόμα και την υγεία (Adolph, 1947; Bauman, 1995). Για αυτόν το λόγο, είναι κρίσιμο το γεγονός ότι η επανυδάτωση πρέπει να είναι επαρκής στους αθλητές που προσλαμβάνουν υψηλές ποσότητες πρωτεΐνης. Ο καλύτερος τρόπος για να γίνει αυτό είναι να παρακολουθούνται οι αλλαγές του σωματικού βάρους. Δραματικά έντονες αλλαγές βάρους σε αθλητές που

καταναλώνουν υψηλές πρωτεϊνικές δίαιτες δείχνουν ότι απαιτείται πρόσθετη ενυδάτωση. Δεύτερον, η πρόσληψη μεγαδόσεων ξεχωριστών αμινοξέων (η οποία έχει γίνει δυνατή τα τελευταία χρόνια με την ευρέως διαδεδομένη διαφήμιση των διάφορων συμπληρωμάτων αμινοξέων) θα μπορούσε ενδεχομένως να είναι επιβλαβής. Τα εργογόνα οφέλη αυτών των συμπληρωμάτων προωθούνται στους αθλητές με μεγάλη επιτυχία λόγω της έντονης επιθυμίας τους για υπεροχή. Παρόλο που τα περισσότερα θεωρητικά οφέλη ακούγονται πειστικά (ειδικά σε όσους δε σχετίζονται με τις επιστήμες), λίγα είναι τεκμηριωμένα, παρά την αξιοσημείωτη έρευνα (Brodan *et al.*, 1974; Kasai *et al.*, 1978; Isidori *et al.*, 1981; Maughan & Sadler, 1983; Segura & Ventura, 1988; Wessen *et al.*, 1988; Bucci *et al.*, 1990; Blomstrand *et al.*, 1991; Kreider *et al.*, 1992, 1996; Fogelholm *et al.*, 1993; Lambert *et al.*, 1993; Newsholme & Parry-Billings, 1994; Bigard *et al.*, 1996; Wagenmakers & van Hall, 1996; Suminski *et al.*, 1997), και υπάρχουν αληθινά δυνητικές δυσκολίες (Harper *et al.*, 1970; Benevenga & Steele, 1984; Yokogoshi *et al.*, 1987; Tenman & Hainline, 1991). Σαν αποτέλεσμα, συνίσταται να αποφεύγονται αυτά τα συμπληρώματα μέχρι τη χρονική στιγμή που θα αποδειχθεί τόσο η ασφάλεια όσο και τα εργογόνα οφέλη τους.

4.12 Συμπληρώματα πρωτεϊνών: είναι απαραίτητα;

Η συμπληρωματική χορήγηση / πρόσληψη πρωτεϊνών για την πλειοψηφία των ατόμων που ασκούνται δεν είναι απαραίτητη γιατί οι ποσότητες που έχει βρεθεί ότι είναι απαραίτητες (1.2-1.8g/kg/μέρα) μπορούν να προσληφθούν αν υποθέσουμε ότι στη διατροφή κάποιου η συνολική ενεργειακή πρόσληψη είναι επαρκής. Για παράδειγμα, ένα άτομο που κάνει καθιστική ζωή και καταναλώνει περίπου 10.5MJ/μέρα (2500kcal/μέρα), από τις οποίες το 10% είναι πρωτεΐνη, θα καταναλώνει περίπου 63g πρωτεΐνης ημερησίως. Υποθέτοντας ότι το σωματικό του βάρος είναι 70kg, αυτό θα ήταν περίπου 0.9g πρωτεΐνης/kg/μέρα ή περίπου 112% του τρέχοντος RDA για τις πρωτεΐνες στις περισσότερες χώρες. Εάν αυτό το άτομο αρχίσει να ασκείται και, επομένως, διπλασιάσει την ενεργειακή του/της πρόσληψη στα 21MJ (5000kcal) διατηρώντας το ποσοστό των πρωτεϊνών στο 10%, το αποτέλεσμα της πρωτεϊνικής πρόσληψης θα διπλασιαζόταν επίσης στα 1.8g/kg/μέρα. Αυτά θα επαρκούσαν για την κάλυψη των αυξημένων πλέον αναγκών από όλες τις μελέτες που έχουν αναφερθεί μέχρι τώρα. Επιπροσθέτως, παρά την έμφαση που δίνεται στους υδατάνθρακες στις δίαιτες των περισσότερων αθλητών, διατηρώντας ένα ποσοστό 10% (2100kj ή 500kcal) της ενεργειακής πρόσληψης ως πρωτεΐνη δε θα προκαλούσε κάποιο πρόβλημα γιατί, αν η πρόσληψη λίπους ήταν 30%

(6300kj ή 1500kcal), θα απέμεναν 12.6MJ (3000kcal), καθιστώντας δυνατό αυτός ο υποθετικός αθλητής να μπορεί να καταναλώσει περίπου 750g υδατανθράκων (10.7g/kg). Αυτή η ποσότητα υδατανθράκων είναι παραπάνω από αρκετή για οποιοδήποτε πρόγραμμα φόρτισης υδατανθράκων.

Ανεπαρκής πρόσληψη πρωτεΐνης είναι πιο πιθανό να παρατηρηθεί σε δραστήρια άτομα στα οποία προϋπάρχουν άλλες συνθήκες που αλληλεπιδρώντας με την άσκηση αυξάνουν τις απαιτήσεις στην ποσότητα διαιτητικής πρωτεΐνης - για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια των περιόδων ταχείας ανάπτυξης, π.χ. έφηβοι, παιδιά, γυναίκες που είναι έγκυες, κ.λπ. · σε καταστάσεις όπου η συνολική λήψη ενέργειας είναι ανεπαρκής, π.χ. σε άτομα που κάνουν δίαιτα, σε αυτούς που συμμετέχουν σε περιορισμένου σωματικού βάρους αθλήματα, κ.λπ. · ή εκείνοι που δεν καταναλώνουν ποικιλία τροφίμων, π.χ. πολλοί έφηβοι, χορτοφάγοι, γυναίκες, πρεσβύτεροι, κ.λπ. Για ορισμένους αθλητές, η ανεπαρκής ενεργειακή πρόσληψη (και επιπλέον ίσως και πρωτεϊνική) παρουσιάζεται λόγω των μεγάλων ποσοτήτων τροφής και υγρών που απαιτούνται για να διατηρηθεί η ενεργειακή και υδατική ισορροπία. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η χρήση ενός υγρού τύπου υποκατάστατου γεύματος μπορεί να είναι ωφέλιμο.

Εάν υπάρχουν υποψίες για διαιτητικές ανεπάρκειες το καλύτερο είναι να γίνει μια διατροφική ανάλυση (τυπικά 3-7ήμερη καταγραφή τροφίμων μπορεί να αναλυθεί μέσω ειδικών προγραμμάτων του υπολογιστή που διατίθενται στο εμπόριο) προκειμένου να επιβεβαιωθεί ότι υπάρχει όντως πρόβλημα. Δυστυχώς, στους ανθρώπους αυτές οι αναλύσεις μπορεί να είναι υπερβολικά ελλιπείς όχι μόνο επειδή μερικές φορές δίνονται ελάχιστες κατευθύνσεις στα άτομα αλλά κι επειδή κάποια άτομα τροποποιούν τη διατροφή τους προσπαθώντας έτσι να εντυπωσιάσουν τον ερευνητή. Επιπροσθέτως, η χρήση ανεπαρκών μεθόδων για την ακριβή ποσοτική μέτρηση του μεγέθους της μερίδας είναι κοινό πρόβλημα (πρέπει να χρησιμοποιούνται ζυγαριές), όπως είναι και το ότι απλά ξεχνούν να καταγράψουν όλα τα φαγητά που καταναλώθηκαν. Τέλος, οι 3 μέρες μπορεί να μην είναι αντιπροσωπευτικές για ένα άτομο ειδικά αν περιλαμβάνονται σαββατοκύριακα (η πρόσληψη τροφής μπορεί να διαφέρει σημαντικά μεταξύ των ημερών της βδομάδας και του σαββατοκύριακου) και τα στοιχεία της 7ήμερης καταγραφής δεν είναι πάντοτε καλύτερα γιατί τα λιγότερο κινητοποιημένα άτομα μπορεί να βαρεθούν τη διαδικασία και, συνεπώς, να αποτύχουν να υποβάλουν ακριβή αναφορά. Για όλους αυτούς τους λόγους, η εξήγηση τέτοιου είδους αποτελεσμάτων πρέπει να γίνει με μεγάλη σύνεση.

Αν υποθέσουμε ότι έχει δοθεί μεγάλη προσοχή στο να αποκομίσουμε πιστή αναπαράσταση της διατροφής ενός ατόμου και βρίσκουμε ότι υπάρχει ανεπάρκεια πρωτεϊνικής πρόσληψης, κάποιος θα μπορούσε να διορθώσει το πρόβλημα με πολύ ελάχιστες προσαρμογές στην επιλογή των τροφίμων του ατόμου. Αυτό σημαίνει ότι, παρά το γεγονός ότι η τακτική συμμετοχή σε κάποιο πρόγραμμα γυμναστικής (είτε δύναμης είτε αντοχής) προφανώς θα αυξήσει τις πρωτεϊνικές απαιτήσεις, είναι σπανίως αναγκαία τα ειδικά πρωτεϊνικά συμπληρώματα (τα οποία είναι πολύ πιο ακριβά από την πρωτεΐνη των τροφών ανά χιλιόγραμμο πρωτεϊνικής μάζας). Επιπλέον, αν κάποιος είναι πεπεισμένος ότι είναι αδύνατο να καταναλώσει επαρκή πρωτεΐνη μέσω της τροφής και πάρει την απόφαση να χρησιμοποιήσει κάποιο συμπλήρωμα, μια από τις καλύτερες και οικονομικά αποδοτικές προσεγγίσεις θα ήταν να ενισχύσουμε την τροφή του/της με υψηλής ποιότητας και χαμηλής σε κόστος πρωτεΐνης όπως είναι η σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος. Τέλος, όπως αναφέραμε και πιο πάνω, υπάρχει ακόμα μικρότερη υποστήριξη όσον αφορά τη χρήση συμπληρωμάτων αμινοξέων. Μέχρι τη στιγμή που θα είναι ξεκάθαρο ότι ένα ή μερικά συγκεκριμένα αμινοξέα σε υψηλές δόσεις είναι ωφέλιμα και ασφαλή, αυτή η τελευταία στρατηγική αντενδείκνυται παντελώς (Δεδούκος, 1995).

4.13 Κάποιοι αθλητές χρειάζονται συμπληρώματα

Οι αθλητές της ενόργανης, οι χορευτές μπαλέτου, οι παγοδρόμοι και οι αθλητές χαμηλών κατηγοριών βάρους στην πυγμαχία, την πάλη και το τζούντο προπονούνται εντατικά. Η φύση αυτών των αθλημάτων θέτει μια ασυνήθιστα επιτακτική ανάγκη διατήρησης μιας ισχνης, σχετικά ελαφριάς μάζας σώματος. Συχνά σκόπιμα η πρόσληψη ενέργειας είναι μικρότερη από τη δαπάνη της, και αναπτύσσεται μια σχετική κατάσταση υποσιτισμού. Στους αθλητές αυτούς, τα συμπληρώματα διατροφής μπορεί να αποδειχθούν ωφέλιμα. Σε μια έρευνα που έγινε σε 97 γυμνάστριες ηλικίας 11-14 ετών, το 23% αυτών κατανάλωνε λιγότερο από 1500 θερμίδες την ημέρα, ενώ πάνω από 40% κατανάλωναν λιγότερο από τα 2/3 της συνιστώμενης βιταμίνης E, του φυλλικού οξέος και μετάλλων όπως ο σίδηρος, το μαγνήσιο, το ασβέστιο και ο ψευδάργυρος. Είναι ξεκάθαρο, πως οι γυμνάστριες αυτές έπρεπε είτε να αναβαθμίσουν τη διατροφική αξία της τροφής τους ή να λάβουν συμπληρώματα διατροφής. Σε πολλούς από αυτούς τους αθλητές, η πρόσληψη υδατανθράκων δεν καταφέρνει να ισοσκελίσει τις ενεργειακές απαιτήσεις της έντονης προπόνησης σε γλυκογόνο. Σαν συνέπεια αυτού του γεγονότος, ο αθλητής φτάνει συχνά να προπονείται και να αγωνίζεται σε κατάσταση εξάντλησης των υδατανθράκων. Μπορεί

να χρειάζονται και κάποια συμπληρώματα πρωτεϊνών, για να επιτευχθεί μια ημερήσια πρόσληψη 1.2 έως 1.8 g ανά kg βάρους σώματος, ώστε να διατηρηθεί ένα φυσιολογικό ισοζύγιο αζώτου και να περιοριστεί η πιθανότητα ατελούς φυσικής κατάστασης (Rogozkin, 1978).

4.14 Πρωτεϊνικές συστάσεις και η γυναίκα αθλήτρια

Το σκεπτικό να χρησιμοποιούμε τα προτεινόμενα επίπεδα πρωτεΐνης και στα δύο φύλα προέρχεται από περιορισμένες αποδείξεις οι οποίες βρέθηκαν από μια μελέτη ισοζυγίου αζώτου σε έξι νεαρές γυναίκες των οποίων οι απαιτούμενες τιμές, όταν εκφραστούν ανά κιλό βάρους σώματος, δεν είναι σημαντικά διαφορετικές από αυτές νεαρών ανδρών. Οι Calloway και Kurzer (1982) επίσης παρατήρησαν στην έρευνά τους την σημαντικότητα των ορμονικών επιδράσεων στο κέρδος και την απώλεια του αζώτου και προβληματίσαν άλλους οι οποίοι παρέλειψαν να λάβουν υπόψη την επίδραση του έμμηνου κύκλου ο οποίος μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένες εκτιμήσεις απαιτήσεων αζώτου/πρωτεΐνης.

Οι αθλητές αντοχής έχουν υψηλότερες απαιτήσεις από αυτές των ατόμων που κάνουν καθιστική ζωή (Tarnopolsky *et al.*, 1988; Meredith *et al.*, 1989). Ο Phillips και οι συνεργάτες του (1993) μελέτησαν τις πρωτεϊνικές ανάγκες ατόμων που απασχολούνταν με καθημερινή σωματική άσκηση και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι 0,86g/kg/μέρα ήταν ανεπαρκή για αθλητές αντοχής. Οι γυναίκες που έλαβαν μέρος στην έρευνα ήταν εμμηνορροϊκές, δεν έπαιρναν αντισυλληπτικά και είχαν ισότιμο επίπεδο προπόνησης με τους άνδρες χρησιμοποιώντας ιστορικά προπόνησης και απόδοσης. Οι άνδρες αθλητές παρουσίασαν υψηλότερη πλήρη οξειδωση λευκίνης από τις γυναίκες, αλλά μια αύξηση στην οξειδωση με την άσκηση ήταν αναλογικά μεγαλύτερη στις γυναίκες. Αυτό δεν εξηγούνταν από τους συγγραφείς. Όσον αφορά τη μεθοδολογία, ένα ισότοπο της ¹⁵N-γλυκίνης εμφάνιζε υψηλότερο πρωτεϊνικό turnover στις μεγαλύτερες γυναίκες (n=6) αφού κατανάλωσαν το 20% της ολικής τους ενέργειας σε πρωτεΐνη από ότι μετά από δίαιτα με 10% πρωτεΐνη και δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά όταν χρησιμοποιήθηκε μια μέθοδος με [1-¹³C]-λευκίνη (Pannemans *et al.*, 1997). Πάντως πρέπει να δείχνουμε προσοχή στην επιλογή του σταθερού ισοτόπου - ανιχνευτή προκειμένου να μετρήσουμε το πρωτεϊνικό turnover. Η ηλικία των ατόμων που συμμετείχαν στην έρευνα και το μικρό μέγεθος του δείγματος περιόρισαν την εφαρμογή αυτής της έρευνας στις γυναίκες αθλήτριες, ακόμα μπορεί να τεθούν ερωτήματα για τους ερευνητές που ερευνούν την πρωτεΐνη χρησιμοποιώντας τη λευκίνη ως ανιχνευτή.

Καθώς οι ερευνητές του πιο κατάλληλου ισοτόπου - ανιχνευτή μπορεί να επανακατευθύνουν την έρευνα για τις πρωτεΐνες, η πιο παραδοσιακή μελέτη του ισοζυγίου αζώτου υποστηρίζει ακόμα τις αυξημένες πρωτεϊνικές ανάγκες στα δραστήρια άτομα. Χωρίς υποστήριξη για συγκεκριμένη πρωτεϊνική απαίτηση για τις γυναίκες αθλήτριες, προτείνεται η εμπιστοσύνη σε μια διατροφή πλήρως καθορισμένη σε ποιότητα πρωτεΐνης και ενεργειακή πρόσληψη ακολουθούμενη από τις τρέχουσες πρωτεϊνικές συστάσεις που προβλέπονται. Ο Lemon (1995) προτείνει ότι οι αθλητές αντοχής πρέπει να καταναλώνουν πρωτεΐνη της τάξεως του 1,2-1,4g/kg/μέρα και αυξημένες ποσότητες οι αθλητές δύναμης, 1,4-1,8g/kg/μέρα. Δυστυχώς, αυτές οι συστάσεις είναι βασισμένες σε στοιχεία που έχουν προέλθει από άνδρες ηλικίας 20-40 ετών. Όσον αφορά τα πρόσφατα στοιχεία που υποδεικνύουν διαφορές φύλου στη χρησιμοποίηση υποστρώματος, τα πρωτεϊνικά επίπεδα μπορεί να είναι υπερβολικά για τις γυναίκες · ωστόσο, ο Lemon (1995) υποστηρίζει ότι η οποιαδήποτε ανεπιθύμητη επίδραση από την υπερβολική πρωτεϊνική πρόσληψη είναι ελάχιστη για τα άτομα που έχουν φυσιολογική νεφρική λειτουργία.

Η ανησυχία που αφορά την πρωτεϊνική πρόσληψη στις γυναίκες αθλήτριες πηγάζει από το αν το άτομο καταναλώνει μια χαμηλής ενέργειας δίαιτα ή μια αυστηρά χορτοφαγική δίαιτα. Αρνητικό ισοζύγιο αζώτου μπορεί να προκύψει σε περιπτώσεις όπου η ενεργειακή πρόσληψη είναι ανεπαρκής ή η πρωτεΐνη που καταναλώνεται είναι μικρότερης βιολογικής αξίας. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι διατροφικοί προσδιορισμοί εγγυώνται αυξημένη προσοχή στην ποιότητα των πρωτεϊνών και στα απαραίτητα ενεργειακά επίπεδα (Gabel, 1995).

4.15 Προπόνηση δύναμης

Οι μύες, το λίπος και τα οστά είναι τα τρία κύρια δομικά συστατικά που καθορίζουν το σχήμα και το μέγεθος του σώματος ενός ατόμου. Η δόμηση του σώματος είναι σε ένα μεγάλο βαθμό γενετικά καθορισμένη, όπως είναι και η ικανότητα της επιτυχίας στα αθλήματα. Συγκεκριμένοι τύποι προπόνησης μπορούν να τροποποιήσουν την έκφραση του γενετικού χαρίσματος του ατόμου, που θα έχουν σαν αποτέλεσμα αλλαγές στη σύσταση του σώματος. Η προπόνηση με βάρη είναι αποτελεσματική όταν στόχος είναι η αύξηση της μυϊκής μάζας, ενώ η προπόνηση αντοχής μπορεί να αλλάξει το ενεργειακό ισοζύγιο και να μειώσει τη μάζα του λίπους. Μια κατάλληλη συστηματική προπόνηση με βάρη, ωστόσο, επίσης μπορεί να είναι αποτελεσματική στη μείωση του λίπους του σώματος αν συνδυαστεί με ένα κατάλληλο διαιτολόγιο.

Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες ασκήσεων δύναμης που μπορούν να συμπεριληφθούν σε ένα πρόγραμμα προπόνησης με βάρη: αυτές περιλαμβάνουν ισομετρική (στατική) συστολή, που δεν είναι ακριβώς συστολή, καθώς δεν επιτρέπεται στους μύες να βραχύνουν κατά τη διάρκεια της ενεργοποίησης και η γωνία του άκρου είναι σταθερή. Λόγω της διάτασης των ελαστικών συστατικών, ωστόσο, υπάρχει μερική βράχυνση σε ορισμένα σαρκομέρια. Η ισοκινητική άσκηση περιλαμβάνει βράχυνση των μυών σε σταθερή ταχύτητα, και απαιτεί ειδικό μηχανισμό ώστε να διατηρείται σταθερή η ταχύτητα της βράχυνσης καθώς θα καταμετράται η εφαρμοζόμενη δύναμη. Η ισοτονική άσκηση, κατά την οποία εφαρμόζεται σταθερό φορτίο στον μυ είναι ο πιο οικείος και δημοφιλής τύπος προπόνησης στους προπονητές και τους αθλητές (Fahey, 1986). Το εφαρμοζόμενο φορτίο μπορεί να είναι με τη μορφή ελεύθερων βαρών ή μηχανήματος αντίστασης. Οι ισοτονικές τεχνικές στην προπόνηση ισχύος μπορεί να περιλαμβάνουν σταθερά ή ποικίλα φορτία, και μπορεί να περιλαμβάνουν διάταση του μυός (έκκεντρη ενεργοποίηση) καθώς και την πιο συνηθισμένη βράχυνση (ομόκεντρη ενεργοποίηση) όταν εφαρμόζεται το φορτίο.

Φαίνεται ότι επιτυγχάνεται μεγαλύτερη αύξηση της δύναμης όταν ακολουθείται ένα πρόγραμμα μέγιστης ισχύος ομόκεντρης και έκκεντρης ενεργοποίησης παρά όταν χρησιμοποιείται μόνο η ομόκεντρη ενεργοποίηση (Fahey, 1986). Οι διαθέσιμες αποδείξεις υποδεικνύουν ότι η έκκεντρη δραστηριότητα έχει σαν αποτέλεσμα τη φθορά του μυός σε κάποιο βαθμό, περιλαμβανομένου τη διάρρηξη της μυϊκής μεμβράνης και πιθανώς ακόμα και τη μερική διάρρηξη των συσταλών συστατικών, και η επακόλουθη διεργασία επιδιόρθωσης φαίνεται να είναι σημαντική για την αύξηση του μεγέθους των μυϊκών ινών που επακολουθεί ένα πρόγραμμα προπόνησης δύναμης (Faulkner & White, 1990).

Η προπόνηση δύναμης με υψηλά φορτία οδηγεί σε αύξηση της διατομής του μυός χωρίς σημαντική αλλαγή στο μήκος αυτού, και οι αλλαγές στην cross-sectional περιοχή του μυός μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτης αύξησης της μυϊκής μάζας. Καί οι τύπου I καί οι τύπου II ίνες αυξάνουν σε μέγεθος σαν απάντηση σε αυτόν τον τύπο ερεθίσματος, και έχουν αναφερθεί αυξήσεις στην cross-sectional περιοχή κατά 39% για τις ίνες τύπου I και κατά 31% για τις ίνες τύπου II μετά από πρόγραμμα άσκησης πολύ μεγάλης αντίστασης (MacDougall *et al.*, 1980). Οι αυξήσεις στην ικανότητα παραγωγής δύναμης μετά από προπόνηση δύναμης μπορεί να είναι μεγάλες (30-40%) στα πρώιμα στάδια ενός προπονητικού προγράμματος, και είναι σταθερά μεγαλύτερα από την αύξηση στην cross-sectional περιοχή (Maughan, 1984).

Επομένως, είναι πιθανό μερική από την αύξηση της δύναμης των μυών να είναι αποτέλεσμα των αλλαγών στο σχέδιο στρατολόγησης των μυών και της νευρικής οδού. Στους πτεροειδής μυς, όπου οι μεμονωμένες ίνες βρίσκονται διαγωνίως στον επιμήκη άξονα του μυός, οι αυξήσεις του μεγέθους των μεμονωμένων ινών θα οδηγήσουν σε μια αύξηση στη γωνία του πτεροειδούς, η οποία θα έχει σαν επίδραση μείωση της δύναμης σχετική με την ανατομική cross-sectional περιοχή (Maughan, 1984).

Κατά τη διάρκεια και μετά από προπόνηση υψηλής αντίστασης προκαλείται απελευθέρωση μιας ποικιλίας από ορμόνες: αυτές περιλαμβάνουν την αυξητική ορμόνη, την τεστοστερόνη, τις κατεχολαμίνες και την κορτιζόλη (Sutton *et al.*, 1990). Η απελευθέρωση αυτών των ορμονών επηρεάζεται από την ένταση της προπόνησης, τη διάρκεια των περιόδων ηρεμίας που επιτρέπονται, και το προπονητικό επίπεδο του αθλητή. Η απάντηση στην προπόνηση είναι συγκεκριμένη για τον μυ, για αυτό πρέπει να υπάρξει κάποια αλλαγή στην ευαισθητοποίηση του ενεργού μυός από τις ορμόνες της κυκλοφορίας και τους αυξητικούς παράγοντες έτσι ώστε οι αλλαγές στην επίδραση στη συγκέντρωση των συστημάτων του σώματος να έχει σαν αποτέλεσμα συγκεκριμένες αλλαγές στην πρωτεϊνική σύνθεση. Αυτό μπορεί να συμπεριλάβει μια αλλαγή στον αριθμό ή την ευαισθητοποίηση των υποδοχέων και / ή απελευθέρωση τοπικών αυξητικών παραγόντων (συμπεριλαμβανομένου του ινσουλινοεξαρτώμενου αυξητικού παράγοντα) στον δραστηριοποιημένο μυ σε απάντηση του ορμονικού ερεθίσματος.

Οι αυξήσεις στη δύναμη και την υπερτροφία των μυών φαίνεται να είναι μεγαλύτερες μετά από παρατεταμένη κουραστική συστολή παρά μετά από σύντομη, διακοπτόμενη συστολή (Schott *et al.*, 1995). Οι συγγραφείς θεωρούν ότι η έντονη αντίδραση μετά από κοπιαστική συστολή υποδεικνύει μια ανάμειξη των αλλαγών από τα ενδοκυτταρικά επίπεδα των μεταβολιτών και του pH στον καθορισμό της αντίδρασης των μυών.

Σε αντίθεση με τις αλλαγές στο μέγεθος και τη δύναμη των μυών, η προπόνηση με βάρη έχει σημαντική επίδραση στην οστική μάζα. Η κορύφωση της οστικής μάζας, που φυσιολογικά επέρχεται κατά την τρίτη δεκαετία της ζωής, μπορεί να αυξηθεί από οποιαδήποτε μορφή άσκησης με βάρη, και να βοηθήσει το σκελετό να προστατευθεί από τις πιέσεις που ασκούνται πάνω του.

Καθώς οι μύες γίνονται δυνατότεροι με την προπόνηση και το φορτίο που εφαρμόζεται αυξάνεται, έτσι και το ερέθισμα για νέο σχηματισμό οστού θα έπρεπε να αυξάνεται σε ένα βαθμό ανάλογο με το βάρος που επιβάλλεται ή τη σχετική ένταση της άσκησης. Το επιβαλλόμενο βάρος είναι πιο σημαντικό από ότι ο αριθμός των

ολοκληρωμένων κύκλων βαρών όσον αφορά στον καθορισμό της απάντησης από τα οστά.

Η προοδευτική προπόνηση με αντιστάσεις θα έπρεπε επομένως να επιτρέπει στην οστική μάζα να αυξάνει μέχρι να φτάσει τη γενετικά καθορισμένη μέγιστη οστική μάζα. Δεδομένου του μεγαλύτερου χρόνου που απαιτείται για το σχηματισμό νέου οστού συγκριτικά με την προσαρμογή των σκελετικών μυών, που είναι φανερή μέσα σε λίγες μέρες από την έναρξη της προπόνησης, οι αλλαγές στην οστική μάζα απαιτούν μακροπρόθεσμη επιμονή σε ένα προπονητικό πρόγραμμα το οποίο θα επιβαρύνει αποτελεσματικά το σκελετό (Rogozkin, 1978).

4.16 Μυϊκή υπερτροφία

Άτομα που ασχολούνται με την άρση βαρών συχνά παρουσιάζουν αξιοσημείωτη μυϊκή υπερτροφία. Πολύ συχνά μπορούμε να παρατηρήσουμε στα σχετικά ογκώδη αυτά άτομα, ότι η άλιπη μυϊκή μάζα αποτελεί το 90% ή και περισσότερο της συνολικής μάζας του σώματος. Αυτό αντιστοιχεί κατά μέσο όρο σε άλιπη μυϊκή μάζα 80-85% για φυσιολογικά άτομα, που δεν ασχολούνται με την άρση βαρών. Παρόλο που πολλοί αθλητές προπονούνται με βάρη για να αυξήσουν τη δύναμη και να βελτιώσουν την επίδοση σ' ένα συγκεκριμένο άθλημα, οι αθλητές του body-building σηκώνουν συστηματικά βάρη για να βελτιώσουν τη φόρμα και το σχήμα του σώματός τους. Παρότι είναι φανερό ότι οι αθλητές του body-building έχουν τεράστια μυϊκή υπερτροφία, δεν έχουν τεκμηριωθεί επαρκώς οι ποσοτικές διαφορές της μυϊκής μάζας μεταξύ αυτών και αθλητών άλλων αθλημάτων.

Η ποσοτική μέτρηση της υπερτροφικής μυϊκής μάζας είναι πολύ δύσκολη, π.χ. η ποσότητα της υπερτροφικής μυϊκής μάζας σε σχέση με την αναμενόμενη μυϊκή μάζα του σώματος. Νεότερες τεχνικές με ακτίνες – X δεν έχουν ακόμη εφαρμοστεί στη μελέτη της υπερτροφικής μυϊκής μάζας. Όμως, με τη μέτρηση της περιεκτικότητας του σώματος σε νάτριο (το νάτριο είναι μέταλλο που βρίσκεται κύρια στους μυς και αποτελεί δείκτη προγνωστικό για τη μυϊκή μάζα), είναι πολύ πιθανός ένας λογικός προσδιορισμός της μυϊκής μάζας του οργανισμού. Η μέτρηση της μυϊκής μάζας μπορεί να γίνει με τη χρησιμοποίηση ανθρωπομετρικών τεχνικών, που αναπτύχθηκαν από το διακεκριμένο επιστήμονα Dr. A.R. Behnke. Ο Behnke ισχυρίζεται ότι αφού οι κατώτερες περιοχές του σώματος (ισχία) δεν υπερτρέφονται στο βαθμό που υπερτρέφονται οι άλλες περιοχές του σώματος, μπορούμε να υπολογίσουμε προσεγγιστικά τη σωματική μάζα πριν την

προπόνηση με υπολογισμό του ισοδυνάμου βάρους των ισχίων. Η υπερτροφική μυϊκή μάζα μπορεί να υπολογιστεί αν αφαιρέσουμε το βάρος αυτό από το βάρος του σώματος.

Από μελέτες που έγιναν προέκυψαν διάφορα δεδομένα σχετικά με τον προσδιορισμό της υπερτροφικής μυϊκής μάζας στους αθλητές του body-building, τους αρσιβαρίστες και ποδοσφαιριστές. Στους αθλητές του body-building η υπερτροφική μάζα 16 κιλών αποτελεί περίπου το 21% της συνολικής μυϊκής μάζας, ενώ για τους αθλητές της άρσης βαρών υπερτροφική μυϊκή μάζα 14 κιλών αποτελεί το 19% της συνολικής μυϊκής μάζας του σώματος. Στους ποδοσφαιριστές ακόμα κι αν ζυγίζουν 25-30 κιλά περισσότερο από τους αρσιβαρίστες και τους αθλητές του body-building, η υπερτροφική μυϊκή μάζα (σε σχέση με την αναμενόμενη μυϊκή μάζα) ήταν μόνο 7.5 κιλά και αντιστοιχούσε μόνο στο 8% της συνολικής μυϊκής τους μάζας. Το ποσό της υπερτροφικής μυϊκής μάζας για τους αθλητές του body-building είναι πραγματικά αξιοσημείωτο και αποδεικνύει τον εξαιρετικό βαθμό ανάπτυξης της μυϊκής μάζας στους αθλητές αυτούς. Αυτή η μυϊκή ανάπτυξη οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην προπόνηση και την κατάλληλη διατροφή. Ο μέσος όρος επαγγελματιών αθλητών body-builder σε εθνικό και διεθνές επίπεδο προπονείται τουλάχιστον δύο ώρες την ημέρα, 5 ημέρες την εβδομάδα για 10 χρόνια. (Katch, V.L., et al., 1980).

4.16.1 Μυϊκή υπερτροφία και επίπεδα τεστοστερόνης

Είναι κοινή πεποίθηση ότι η ορμόνη τεστοστερόνη διευκολύνει την υπερτροφία των μυών στην προπόνηση ενδυνάμωσης. Η τεστοστερόνη, η κύρια ανδρική ορμόνη, προσδέεται σε ειδικές θέσεις υποδοχής στον μυϊκό και άλλους ιστούς και συμβάλει στην ανάπτυξη των δευτερογενών χαρακτηριστικών του ανδρικού φύλου. Εδώ συμπεριλαμβάνονται και οι διαφορές μεταξύ των δύο φύλων στη μυϊκή μάζα και τη δύναμη, που αναπτύσσονται με την έναρξη της εφηβείας. Τότε, η διαφορά στα επίπεδα τεστοστερόνης θα εξηγούσε τις διαφορές μεταξύ των ατόμων στην αύξηση του μεγέθους των μυών με την άσκηση ενδυνάμωσης, αλλά και την υποτιθέμενη μικρότερη υπερτροφική αντίδραση των γυναικών στη μυϊκή υπερφόρτιση. Η έρευνα όμως, μέχρι σήμερα, δεν έχει επιβεβαιώσει τέτοιες αντιλήψεις. Δεν υπάρχει ουσιαστική σχέση μεταξύ των επιπέδων τεστοστερόνης στο αίμα και της κατανομής του σώματος ή της μυϊκής δύναμης μεταξύ ανδρών και γυναικών. Άτομα με σημαντική μυϊκή δύναμη και/ή άλιπη μυϊκή μάζα μπορεί να έχουν είτε υψηλά είτε χαμηλά επίπεδα τεστοστερόνης. Ενώ μετά από μια και μόνο συνεδρία άσκησης ενδυνάμωσης (ή και οποιασδήποτε άσκησης μέγιστης έντασης) ακολουθεί μια έντονη απελευθέρωση φυλετικών ορμονών, το

φαινόμενο αυτό είναι παροδικό και πιθανώς έχει μικρή σημασία στην απάντηση στην άσκηση (Κλεισούρας, 2001).

4.16.2 Υπερτροφία των μυϊκών ινών: άνδρες έναντι γυναικών

Οι αξονικές υπολογιστικές τομογραφίες που χρησιμοποιήθηκαν για την άμεση μέτρηση της επιφάνειας διατομής μυός έδειξαν ότι οι άνδρες και οι γυναίκες εμφανίζουν μια παρόμοια αντίδραση υπερτροφίας στην προπόνηση ενδυνάμωσης. Οι άνδρες εμφανίζουν μεγαλύτερη απόλυτη αλλαγή στο μέγεθος του μυός λόγω της μεγαλύτερης αρχικής συνολικής μάζας, αλλά δεν υπάρχει διαφορά στη διόγκωση των μυών σε ποσοστιαία βάση σε σχέση με τις γυναίκες παρόμοιου προπονητικού επιπέδου.

Και άλλες συγκρίσεις μεταξύ των κορυφαίων ανδρών και γυναικών αθλητών του bodybuilding επιβεβαιώνουν αυτές τις παρατηρήσεις. *Τα περιορισμένα στοιχεία από πειράματα μικρής διάρκειας έδειξαν ότι οι γυναίκες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη συμβατική προπόνηση ενδυνάμωσης και να κερδίσουν σε δύναμη και μέγεθος σε ανάλογη ποσοστιαία βάση με αυτή των ανδρών, χωρίς να αναπτύξουν εξαιρετικά μεγάλους μυς (δηλαδή σημαντικά μεγάλες απόλυτες αλλαγές στη διάμετρο)* (Κλεισούρας, 2001).

4.17 Μυϊκή υπερπλασία

Ένα ερώτημα που συχνά προκύπτει είναι εάν ο πραγματικός αριθμός των μυϊκών κυττάρων αυξάνεται ή όχι στον άνθρωπο, με την προπόνηση αντίστασης. Αυτή η διαδικασία αύξησης ονομάζεται υπερπλασία. Μελέτες που έγιναν σε πειραματόζωα υποδεικνύουν ότι ορισμένες από τις μυϊκές τους ίνες, όταν αυτά προπονηθούν, υφίστανται μια διαδικασία επιμήκους διπλασιασμού, η οποία οδηγεί στη δημιουργία νέων μυϊκών ινών. Βέβαια, αυτή η απάντηση μπορεί να είναι ειδική για ορισμένα είδη, επειδή τα περισσότερα ζώα δεν παρουσιάζουν τη μυϊκή υπερτροφία που παρατηρείται στους ανθρώπους με την προπόνηση αντίστασης. Πρόσφατες μελέτες σε αθλητές του bodybuilding απέτυχαν να αποδείξουν, ότι η σχετικά μεγάλη μυϊκή μάζα τους ήταν αποκλειστικά και μόνο αποτέλεσμα μυϊκής υπερτροφίας. Αυτό σημαίνει ότι είναι δυνατό να συμβεί μυϊκή υπερπλασία και στους ανθρώπους σαν αποτέλεσμα της προπόνησης αντίστασης. Τα παραπάνω οφείλονται είτε σε μία κληρονομούμενη διαφορά στον αριθμό των ινών, είτε στο γεγονός ότι τα μυϊκά κύτταρα μπορεί να εμφανίζουν διαφορετικούς μηχανισμούς προσαρμογής στην υψηλής έντασης και μεγάλου όγκου προπόνηση, την οποία εκτελούν οι αθλητές του bodybuilding. Αυτού του είδους η προπόνηση έρχεται σε

αντίθεση με τη συνηθισμένη προπόνηση που ακολουθούν οι αθλητές αγωνισμάτων που απαιτούν δύναμη και ισχύ.

Η προπόνηση αντίστασης εκτός από τη μεγέθυνση των υπάρχουσών μυϊκών ινών διεγείρει επίσης την αύξηση της περιεκτικότητας των οστών σε άλατα, και τον πολλαπλασιασμό του συνδετικού ιστού που περιβάλλει καθεμία από τις μυϊκές ίνες. Η παραπάνω διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα την ενδυνάμωση και την πάχυνση του συνδετικού ιστού του μυός. Η προπόνηση αντίστασης βελτιώνει επίσης τη δομική και λειτουργική υπόσταση, τόσο των τενόντων, όσο και των συνδέσμων. Οι παραπάνω προσαρμογές προστατεύουν τις αρθρώσεις και τους μυς από πιθανούς τραυματισμούς. Αυτό δικαιολογεί την εφαρμογή της προπόνησης αντίστασης στην πρόληψη και αποκατάσταση πιθανών τραυματισμών (Κλεισούρας, 2001).

Διατροφικά συμπληρώματα πρωτεΐνης:

Προϊόντα Αθλητικής Διατροφής

5.1 Τί είναι αθλητικό συμπλήρωμα διατροφής;

Δεν υπάρχει ομόφωνη άποψη για τον ορισμό ενός αθλητικού διατροφικού συμπληρώματος. Με την πιο αυστηρή τους έννοια, τα αθλητικά διατροφικά συμπληρώματα μπορούν να ορισθούν ως προϊόντα τα οποία περιλαμβάνουν μόνο τα μακρο- και μικρο-θρεπτικά συστατικά που περιλαμβάνονται στις διατροφικές οδηγίες όπως οι συνιστώμενες διατροφικές προσλήψεις του Εθνικού Συμβουλίου Ερευνών του Ηνωμένου Βασιλείου (Εθνικό Συμβούλιο Ερευνών, 1989). Με άλλα λόγια, η σύσταση ενός αθλητικού συμπληρώματος διατροφής θα περιοριζόταν σε νερό, υδατάνθρακες, λίπος, πρωτεΐνη και αμινοξέα, βιταμίνες και ιχνοστοιχεία. Αυτός ο ορισμός θα απέκλειε μεγάλη ποικιλία συμπληρωμάτων διατροφής που κυκλοφορούν ήδη στην αγορά (π.χ. κρεατίνη, καρνιτίνη, θειικό βανάδιο, λιποϊκό οξύ κ.τ.λ.). Σε αυτήν την περίπτωση, ένας τόσο αυστηρός ορισμός είναι καί δύσχρηστος καί εξωπραγματικός.

Με την ευρύτερη έννοια, τα αθλητικά συμπληρώματα διατροφής θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν οποιοδήποτε φαγητό, ποτό, αναψυκτικό, ταμπλέτα, ζελέ, συμπυκνωμένο διάλυμα, σκόνη ή μαντζούνι που διαδίδεται ότι έχει κάποια αξία για τα δραστήρια άτομα. Η αξία και ο περιορισμός στο να υιοθετηθεί ένας ευρύτερος ορισμός για το τί θα μπορούσε να αποτελεί αθλητικό συμπλήρωμα διατροφής είναι ότι ο ορισμός δεν είναι απαγορευτικός. Σε αυτό το πλαίσιο, οτιδήποτε από την ασπρίνη μέχρι τον ψευδάργυρο θα μπορούσε να θεωρηθεί αθλητικό συμπλήρωμα διατροφής. Επιπροσθέτως, κάποιος μπορεί να παρερμηνεύει δυσεπίλυτα ερωτήματα όπως το εάν η επίδραση της προσλαμβανόμενης ουσίας είναι διατροφική, σωματική ή φαρμακευτική.

Στις Η.Π.Α., ο Υγειονομικός Νόμος Διαιτητικής Αγωγής Συμπληρωμάτων του 1994 καθιέρωσε έναν ορισμό για τα διαιτητικά συμπληρώματα που περιελάμβανε την ακόλουθη διατύπωση: «διαιτητικό συμπλήρωμα σημαίνει ένα προϊόν... που προορίζεται να συμπληρώσει τη διατροφή, το οποίο... περιέχει ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα διαιτητικά συστατικά: μια βιταμίνη, ένα ιχνοστοιχείο, ένα χόρτο ή άλλο βότανο, ένα αμινοξύ... ένα συμπυκνωμένο διάλυμα, επιλεγμένο εκχύλισμα μεταβολίτη". Με το Νόμο του 1994, υπολογίζεται ότι 4000 τέτοια προϊόντα κυκλοφόρησαν στην αγορά των Η.Π.Α.

Παρόλο που αυτή η περιγραφή περιλαμβάνει πολλά προϊόντα που τοποθετήθηκαν ως αθλητικά συμπληρώματα διατροφής, εξαιρεί φαγητά και αναψυκτικά που έχουν κατασκευαστεί για τα δραστήρια άτομα (Murray, 1987).

Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία: «Σαν διατροφικό συμπλήρωμα θεωρείται ένα σκεύασμα με βιταμίνες, όταν η κάθε μία από αυτές δεν περιέχεται στο προϊόν αυτό σε ποσότητες πάνω από το 150% της ημερήσιας συνιστώμενης ποσότητας λήψης της. Εάν το προϊόν αυτό έχει εμπλουτιστεί με βιταμίνες και μέταλλα που δεν ξεπερνούν το 40-50% της ημερήσιας συνιστώμενης δόσης τους, τότε θεωρείται συνήθης τροφή. Εάν ξεπερνά το 4πλάσιο για τις υδατοδιαλυτές και το διπλάσιο για τις λιποδιαλυτές βιταμίνες, από αυτό που συστήνει ο ΕΟΦ σε μέση συνιστώμενη πρόσληψη, τότε το προϊόν αυτό χαρακτηρίζεται ως φάρμακο» (Δεδούκος, 1995).

Για το σκοπό αυτού του κεφαλαίου, είναι απαραίτητο να δεχθούμε έναν ευρύτερο ορισμό, συμπληρωμένο με τους συνοδούς περιορισμούς του, ώστε να μας επιτραπεί να συζητήσουμε για την ευρεία σειρά από προϊόντα που διατίθενται στην αγορά για χρήση από ασκούμενα άτομα. *Αθλητικό προϊόν / συμπλήρωμα διατροφής είναι οποιοδήποτε φαγητό, αναψυκτικό, ταμπλέτα, ζελέ, συμπυκνωμένο διάλυμα, κάψουλα, ή υγρή σταγόνα που είναι διαδεδομένα για την επίδρασή τους στη δομή, τη λειτουργία ή τη διατροφική κατάσταση του σώματος με τέτοιον τρόπο ώστε να είναι σημαντικό για τους σωματικά δραστήριους ανθρώπους.* Για να στενέψει το πεδίο της συζήτησης, είναι απαραίτητο να αποκλειστεί το οινόπνευμα, τα αναλγητικά, η καφεΐνη, οι αμφεταμίνες, τα αναβολικά στεροειδή, οι ορμόνες, οι β-αναστολείς, τα διουρητικά και άλλες *φαρμακολογικές* ουσίες που μπορούν να έχουν επιπτώσεις στη δομή και τη λειτουργία αλλά δεν θεωρούνται θρεπτικές ουσίες (Murray, 1987).

5.2 Συμπληρώματα πρωτεϊνών και αμινοξέων

Η διαφήμιση για τα συμπληρώματα πρωτεΐνης και αμινοξέων συχνά βασίζεται στην ιδέα ότι τα σωματικά δραστήρια άτομα, ιδιαίτερα οι body-builders και οι αρσιβαρίστες, χρειάζονται μεγάλες ποσότητες διατροφικής πρωτεΐνης. Οι ισχυρισμοί για αυτά τα προϊόντα προωθούν οφέλη όπως «προωθεί την αντικαταβολική διεργασία», «προσθέτει στερεή, σκληρή σαν πέτρα μάζα», και «αυξάνει την άλιπη μυϊκή μάζα και προωθεί την απώλεια του λίπους». Υπάρχουν πολύ λίγες αποδείξεις από επιστημονική πλευρά που θα υποδείκνυαν ότι η πρόσληψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης θα ικανοποιούσε αυτές τις υποσχέσεις. Παρόλο που η σωματική άσκηση αυξάνει τις διατροφικές απαιτήσεις για πρωτεΐνη, η αύξηση μπορεί εύκολα να ικανοποιηθεί με την κατανάλωση μιας

φυσιολογικής διατροφής. Εν συντομία, τα συμπληρώματα πρωτεϊνών και αμινοξέων είναι ακριβά υποκατάστατα των πλούσιων σε πρωτεΐνη φαγητών που είναι άμεσα διαθέσιμα με τη διατροφή (Lemon, 1995).

Τα τελευταία χρόνια, έχει δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην πρόσληψη συγκεκριμένων αμινοξέων όπως η γλυκίνη και η γλουταμίνη ή συνδυασμών αμινοξέων όπως τα διακλαδισμένα αμινοξέα (λευκίνη, ισολευκίνη και βαλίνη) για λόγους που κυμαίνονται από την υποκίνηση της αυξημένης απελευθέρωσης ορμονών έως την αλλαγή της παραγωγής σεροτονίνης στον εγκέφαλο. Παρόλο που η μελλοντική έρευνα μπορεί να παράγει αποδείξεις για πλεονεκτήματα σχετιζόμενα με την πρόσληψη αμινοξέων, τα τρέχοντα στοιχεία δεν είναι επιτακτικά. Επιπροσθέτως, η πρόσληψη συμπληρωμάτων αμινοξέων δεν είναι ακίνδυνα (Butterfield, 1991; Beltz & Doering, 1993).

5.3 Επιλογή συμπληρωμάτων πρωτεΐνης

Τα συμπληρώματα διατροφής, όπως τα αμινοξέα ελεύθερης κρυσταλλικής μορφής, οι πρωτεΐνες σε σκόνη και ταμπλέτες, η μαγιά μύρας, το αποξηραμένο συκώτι και η σπιρουλίνα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ενδιάμεσα των γευμάτων για να συμπληρώσουν την καθημερινή λήψη. Ειδικά η σπιρουλίνα αποτελεί ένα πολύτιμο συμπλήρωμα πρωτεΐνης σε όσους κάνουν δίαιτα αδυνατίσματος ή είναι χορτοφάγοι, το αποξηραμένο συκώτι μία ευκολοχώνευτη πηγή πρωτεϊνών, γλυκογόνου και σιδήρου, η σκόνη μαγιάς μύρας μια πλούσια πηγή βιταμινών Β (εκτός της Β₁₂) και ψευδαργύρου, τα φύκια περιέχουν αρκετό πρόσθετο ιώδιο και το κεχρί περιέχει όλα τα βασικά αμινοξέα.

Η αναφορά μας αυτή δε σημαίνει πως πρέπει να λαμβάνονται συμπληρώματα πρωτεϊνών. Απλά σημαίνει ότι εάν κάποιος τα χρειάζεται μπορεί να επιλέξει ανάμεσα στα προϊόντα αυτά... Άλλωστε, τα λιγότερο απαραίτητα συμπληρώματα, για τους περισσότερους αθλητές, είναι αυτά των πρωτεϊνών γιατί ο μέσος αθλητής τρώει αρκετά ώστε να μην κινδυνεύει από έλλειψη πρωτεϊνών αλλά από την υπερκατανάλωσή τους!

Κατά την αγορά ενός συμπληρώματος πρωτεΐνης, οποιασδήποτε μορφής, θα πρέπει να ελέγχονται 4 βασικοί παράγοντες:

- α) Προέλευση πρωτεΐνης (από αυγό και γάλα θεωρούνται οι καλύτερες).
- β) Το ποσοστό της πρωτεΐνης ανά 100g προϊόντος (PER).
- γ) Το ποσοστό της πεπτικότητας της πρωτεΐνης (Net Protein Utilization ή NPU).

δ) Η βιολογική αξία του προϊόντος (biologic value) από πλευράς περιεχομένου σε αμινοξέα (% retained nitrogen).

Πιο αναλυτικά:

Προτιμότερα είναι τα προϊόντα που περιέχουν αρκετούς σύνθετους υδατάνθρακες και ποσοστό πρωτεΐνης που δεν ξεπερνά το 85 έως 90%. Οι σκόνες που έχουν αυτήν την αναλογία, είναι περισσότερο αφομοιώσιμες και χορταστικές από άλλες που ξεπερνούν ή πλησιάζουν το 90%. Πρακτικά, οι σκόνες που περιέχουν 100% πρωτεΐνη δεν περιέχουν άλλα συστατικά, όπως βιταμίνες και μέταλλα, που συνεισφέρουν ώστε ένα προϊόν να είναι περισσότερο θρεπτικό και αξιοποιήσιμο από τον οργανισμό.

Οι σκόνες για αύξηση βάρους περιέχουν συνήθως λιγότερο από 30% πρωτεΐνες ενώ οι σκόνες για μείωση βάρους πάνω από 80%. Οι σκόνες μείωσης βάρους αποτελούν, κατά τους ειδικούς, θρεπτικά συμπληρώματα χαμηλής θερμιδικής αξίας, αλλά «πολύ επικίνδυνα» εάν λαμβάνονται επί μακρό χρονικό διάστημα αντικαθιστώντας πλήρως τις φυσικές τροφές (Curetton, 1992). Για ολιγόχρονη χρήση είναι όμως αρκετά αποτελεσματικές με την προϋπόθεση ότι προσλαμβάνονται τουλάχιστον άλλες 800 θερμίδες από μια ισορροπημένη διατροφή (Ashwell et al., 1980).

Σε πειράματα όπου χορηγήθηκαν συμπληρώματα πρωτεϊνούχων σκονών σε έφηβους αθλητές, βρέθηκε ότι τα προϊόντα αυτά είναι πιθανό να παίξουν κάποιο ρόλο στην αύξηση της μυϊκής μάζας, τη μείωση του σωματικού λίπους και στη μείωση του χρόνου ανάρρωσης από τραυματισμούς. Πρωτεϊνούχα σκευάσματα υψηλής περιεκτικότητας (90%+) αποδείχτηκαν επιβοηθητικά στις προπονήσεις με στόχο την αύξηση της μυϊκής μάζας και της δύναμης. Σκευάσματα «ειδικής μυϊκής πυκνότητας» (με λιγότερο από 70% πρωτεΐνη) θεωρούνται πολύ καλά για τη γρήγορη μυϊκή αποκατάσταση, λόγω του υψηλού βαθμού υδατανθράκων, βιταμινών και μετάλλων που περιέχουν. Και στη μία και στην άλλη περίπτωση η επιλογή εξαρτάται από το σκοπό χρησιμοποίησης της πρωτεϊνούχας σκόνης. Εάν δεν υπάρχει πρόβλημα βάρους, συνιστάται η χρησιμοποίηση σκονών με περιεκτικότητα πρωτεΐνης γύρω στο 70%. Σε καμιά περίπτωση η περιεκτικότητα του λίπους δε θα πρέπει να ξεπερνά το 2 με 3% και η υγρασία το 3-5%.

Εάν είναι οικονομικά εφικτή η αγορά δύο διαφορετικών προϊόντων από διαφορετικές πηγές προέλευσης και η χρησιμοποίησή τους είτε εναλλάξ είτε αναμιγνύοντάς τα στο ίδιο ρόφημα πιθανολογείται ότι είναι ο αποδοτικότερος τρόπος χρήσης των πρωτεϊνούχων σκονών (θεωρεία ανάμειξης πρωτεϊνών/ Zeigler, 1993).

Υψηλό συντελεστή χρησιμοποίησης της πρωτεΐνης (δηλαδή η σχέση μεταξύ κατακράτησης αζώτου και ποσότητας εισηγμένου αζώτου), έχουν οι πρωτεΐνες που παράγονται από γάλα κι αυγό με ένα δείκτη που προσεγγίζει το 90-95%.

Οι πρωτεϊνούχες σκόνες πρέπει να χρησιμοποιούνται με σύνεση, προσοχή και μόνο ως συμπλήρωμα της διατροφής. Επειδή όταν αναμειχθούν με γάλα είναι ιδιαίτερα χορταστικές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν ολιγοθερμιδούχα σνακ ανάμεσα στα γεύματα. Η πυκνή τους σύσταση «γεμίζει» το στομάχι και βοηθά να διατηρείται σχετικά σταθερό το σάκχαρο του αίματος. Πρέπει όμως να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις ετικέτες που συνοδεύουν το προϊόν. Πολλά από αυτά περιέχουν ελάχιστες πρωτεΐνες και τεράστια ποσά απλών υδατανθράκων. Ένα τέτοιο σκεύασμα θα μπορούσε να αποδειχτεί καλύτερο για έναν αθλητή αντοχής παρά για έναν αθλητή δύναμης. Οι αθλητές αντοχής, και ειδικά οι μαραθωνοδρόμοι, χρησιμοποιούν ένα μεγάλο ποσοστό των πρωτεϊνών όχι για δομικούς σκοπούς, αλλά σα μια δευτερεύουσα πηγή μυϊκής ενέργειας (Sinning, 1993).

Μεγάλη πρόσληψη πρωτεϊνών (από τροφές, συμπληρώματα ή συνδυασμούς), αλλάζει το ρυθμό του μεταβολισμού, προκαλώντας περισσότερη δουλειά σε συκώτι και νεφρά, χάσιμο ασβεστίου, νερού, βιταμινών και πρόωρη κόπωση (Wilmore, 1986). Η αύξηση των επιπέδων της αμμωνίας, της ουρίας και του ουρικού οξέος αυξάνει την τοξικότητα με αποτέλεσμα τη μείωση των νιτρογόνων, «φούσκωμα» της κοιλιάς και των εντέρων και ανισορροπία αμινοξέων (Ray, 1982). Μην ξεχνάμε επίσης ότι η λήψη παραπάνω πρωτεΐνης, από αυτή που χρειάζεται ο οργανισμός θα οδηγήσει ένα μέρος της επιπλέον ποσότητας κατευθείαν στις λιπαροθήκες όπου θα αποθηκευτεί με τη μορφή λίπους.

Η λήψη πρωτεϊνούχων σκονών για μείωση της ποσότητας ζωικών τροφών ή επειδή κάποιος είναι χορτοφάγος, αποτελεί διπλό κέρδος: αποφυγή από οιστρογόνα, αντιβιοτικά, ψυχοφάρμακα, σουλφαναμίδια, ένζυμα, ραδιενεργά κατάλοιπα, αντιοξειδωτικά, βελτιωτικά, ζάχαρη κι ένα σωρό άλλα με τα οποία τρέφουν ή εμβολιάζουν οι κτηνοτρόφοι τα κρέατά τους. Επιπλέον, οι τροφές με υψηλή περιεκτικότητα πρωτεΐνης έχουν, συνήθως, και υψηλή ποσότητα κορεσμένων λιπών, (εξαιρούνται τα ψάρια, τα ασπράδια αυγού και τα φασολιά σόγιας).

Οι σκόνες πρωτεΐνης είναι συνήθως φτιαγμένες από αυγό, γάλα ή σόγια και κάποιο ποσοστιαίο συνδυασμό τους. Είναι χρήσιμες όταν τις προσθέτουμε σε αποβουτυρωμένο γάλα ή/και χυμούς. Ορισμένα προϊόντα χρησιμοποιούνται σαν υποκατάστατα των τροφών σε δίαιτες αδυνατίσματος κι άλλα, μαζί με υδατάνθρακες, για

την αύξηση του σωματικού βάρους. Πάντως, έτσι ή αλλιώς, οι πρωτεΐνες αυγού και γάλακτος θεωρούνται οι καλύτερες, εφόσον δεν περιέχουν τεχνητά αρώματα, συντηρητικά, ζάχαρη και βελτιωτικά γεύσης γιατί το αυγό περιέχει όλα τα απαραίτητα αμινοξέα.

Πρωτεΐνες που περιέχουν κακάο σε μεγάλες ποσότητες, ενδέχεται να έχουν αρνητική επίδραση στο στομάχι ή/και στο νευρικό σύστημα λόγω του υψηλού ποσοστού καφεΐνης του κακάο. Αθλητές που έχουν αλλεργία στη γλουτένη δε θα πρέπει να καταναλώνουν πρωτεϊνούχες σκόνες που παράγονται ή περιέχουν σιτάρι, κριθάρι, σίκαλη ή/και βρώμη. Ο εμπλουτισμός των πρωτεϊνούχων σκονών με βιταμίνες και μέταλλα, αυξάνει τη θρεπτική τους αξία και βοηθά στην καλύτερη χρησιμοποίησή τους από τον οργανισμό. Η προσθήκη όμως διαφόρων στερολών και αναβολικών παραγόντων δε φαίνεται ότι μπορεί να κάνει ένα προϊόν καλύτερο από κάποιο άλλο που δεν τα περιέχει.

Όταν αυξάνεται η λήψη πρωτεϊνών στη διατροφή είναι αναγκαίο να αυξηθούν, ακόμα και να διπλασιαστούν, οι ποσότητες νερού που λαμβάνονται, ώστε να μειωθούν οι τυχόν δυσμενείς επιδράσεις τους στα νεφρά. Επιπλέον, πρέπει να προστεθεί στη διατροφή περισσότερο ασβέστιο και βιταμίνες Β και C. Εάν το πρωτεϊνούχο συμπλήρωμα περιέχει αυτά τα στοιχεία δε θα ήταν σκόπιμο να ληφθούν και με μορφή χαπιών.

Εάν η πρωτεΐνη δεν έχει καλή γεύση μπορεί να προστεθεί λίγη φρουκτόζη για να την κάνει πιο γλυκιά. Πρωτεΐνες σκόνη με «υπέροχη» γεύση έχουν συνήθως εσάνς, δηλαδή φυσικές ή τεχνητές αρωματικές ύλες. Οι «αγνές» πρωτεϊνούχες σκόνες έχουν κατά βάση αηδιαστική γεύση, μυρωδιά χαλασμένου αυγού ή ψαριού και ανακατεύονται δύσκολα.

Η χημική επεξεργασία των πρωτεϊνών καταστρέφει τα αμινοξέα μεθειονίνη και λυσίνη. Οι κατασκευαστές προσθέτουν λυσίνη, αλλά μέχρι πρόσφατα δεν προσέθεταν μεθειονίνη ή την αφαιρούσαν τεχνητά από τη σκόνη, γιατί δίνει μια οσμή «χαλασμένου αυγού» στο προϊόν. Το πρόβλημα αυτό φαίνεται να έχει λυθεί με την προσθήκη φυσικών αρωματικών.

Η προσθήκη πρωτεΐνης κολλαγόνου/ «ζελατίνης» στο συμπλήρωμα φαίνεται να έχει μια πιο θετική επίδραση στα οστά, στους χόνδρους και στις αρθρώσεις (Swiden et al., 1988). Γι' αυτόν το λόγο πολλοί αθλητές χρησιμοποιούν τις πρωτεϊνούχες σκόνες για να φτιάχνουν διάφορες κρέμες (με χαμηλά λιπαρά) και ζελέδες χωρίς ζάχαρη.

Υπάρχουν και τα έτοιμα πρωτεϊνούχα ροφήματα μιας χρήσης/ δόσης. Τέτοια προϊόντα κυκλοφορούν σε συσκευασίες αλουμινίου, χάρτινα κουτιά ή/και πλαστικά μπουκάλια. Θεωρούνται πολύ πιο εύγευστα αλλά και αντισυμβατικά λόγω της μάλλον υπερβολικής τους τιμής για τα ελληνικά δεδομένα. Αυτά που περιέχουν γάλα σόγιας είναι λιγότερο αποδοτικά και περισσότερο δύσπεπτα. Η ημερήσια δόση συμπληρωματικής πρωτεΐνης δε θα πρέπει να ξεπερνάει τα 60g τη μέρα. Η ποσότητα αυτή διαιρείται σε δύο έως πέντε σχεδόν ισόποσες δόσεις. Μικρότερη ημερήσια δόση συστήνεται όταν ο αθλητής παίρνει παράλληλα και συμπληρώματα αμινοξέων. Καμιά έρευνα, μέχρι σήμερα, δεν απέδειξε ότι η αυξημένη ποσότητα πρωτεϊνών βελτιώνει τις επιδόσεις σε οποιοδήποτε άθλημα. Η αυξημένη ποσότητα πρωτεΐνης μπορεί όμως να αποτελέσει έναν «ευνοϊκό παράγοντα» για την αύξηση της δύναμης κι εμμέσως των επιδόσεων. Σε καμιά περίπτωση δεν μπορεί να αποτελέσει άμεσο παράγοντα αύξησης της απόδοσης, αλλά μπορεί να είναι αιτία μείωσής της σε περίπτωση κατάχρησης (λόγω υπερβολικών δόσεων).

Οι Πολωνοί επιστήμονες υποστηρίζουν ότι η συνολική συμπληρωματική χορήγηση πρωτεϊνών θα πρέπει να κυμαίνεται γύρω στο 30% στα νεαρά άτομα και γύρω στο 50% του σωματικού βάρους για τους αθλητές κάποιου επιπέδου. Στην περίπτωση αθλητών που παίρνουν στεροειδή, η ποσότητα του συμπληρώματος φτάνει στο 100% του σωματικού βάρους για την περίοδο λήψης τους... παράλληλα με τη συμπληρωματική χορήγηση, η προερχόμενη από τις τροφές πρωτεΐνη πρέπει να κυμαίνεται στο διπλάσιο του σωματικού βάρους (η ποσότητα πρωτεϊνών πάντα υπολογιζόμενη σε g) και η ποσότητα υδατανθράκων στο τριπλάσιο της χορηγούμενης πρωτεΐνης (Sulimtsev et al., 1989). Κατά τη διάρκεια της αύξησης του σώματος (π.χ. στην εφηβεία ή σε προπόνηση αύξησης μυϊκής μάζας και δύναμης) ή κατά τη διάρκεια της ανάρρωσης από ασθένεια ή τραυματισμό, η πρόσληψη πρωτεϊνών πρέπει να υπερβαίνει αυτή που αντιστοιχεί στο άζωτο που αποβάλλεται (Meducki, 1983).

Σε καμιά περίπτωση η συνολική πρόσληψη πρωτεϊνών από τροφές και τυχόν συμπληρώματα, δε θα πρέπει να ξεπερνά τα 3g/kg βάρους. Η αναλογία είναι έτσι κι αλλιώς υπερβολική, ακόμα και για αθλητές που παίρνουν αναβολικά. Κατά τον «υπολογισμό» πρέπει να θυμάται κανείς ότι 1g αμινοξέων ισοδυναμεί με 5g πρωτεΐνης που προέρχεται από τροφές ή συμπλήρωμα. Επίσης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι το σώμα πρέπει να έχει αρκετά «καύσιμα», δηλαδή υδατάνθρακες, για να χρησιμοποιήσει και να αξιοποιήσει την πρωτεΐνη. Σε αντίθετη περίπτωση ένα μεγάλο μέρος των

πρωτεϊνών θα χρησιμοποιηθεί για «ενεργειακούς» σκοπούς ή θα αποθηκευτεί στο σώμα με τη μορφή λίπους.

Κατά κανόνα, οι επιπλέον ποσότητες, από αυτές που χρειάζεται ο οργανισμός, μετατρέπονται σε αμμωνία και οργανικά οξέα που αποβάλλονται με τα ούρα. Η αυξημένη διούρηση μπορεί να προκαλέσει αφυδάτωση, χάσιμο βιταμινών και μετάλλων και αύξηση των κινδύνων από υπερθερμία – ειδικά στις περιπτώσεις υψηλών θερμοκρασιών. Μετά τη λήψη πρωτεϊνούχου συμπληρώματος ή τροφής, παρατηρείται αύξηση του μεταβολισμού σε πολύ μεγαλύτερο ποσοστό από ό,τι με λήψη λιπών ή υδατανθράκων. Η αύξηση αυτή οφείλεται στην ειδική δυναμική ενέργεια της τροφής κι εκφράζει την επιπρόσθετη ενέργεια που απαιτείται για την πέψη, απομύζηση κι αφομοίωση των θρεπτικών συστατικών. Η ιδιότητα αυτή των πρωτεϊνών να αυξάνουν το ρυθμό του μεταβολισμού ακόμα και κατά 30% για τρεις έως έξι ώρες, έχει πολύ μεγάλη πρακτική σημασία για όλους τους αθλητές και ειδικά γι' αυτούς που θέλουν να πάρουν ή να χάσουν βάρος:

α. Σε αυτούς που θέλουν να χάσουν κιλά, γιατί μπορούν να αυξήσουν το μεταβολισμό τους σχεδιάζοντας ένα ειδικό διαιτολόγιο όπου θα αυξήσουν τη λήψη πρωτεϊνών σε βάρος των λιπών.

β. Σε αυτούς που θέλουν να αυξήσουν το βάρος τους, γιατί πρέπει να κατανοήσουν ότι πιθανώς δεν αύξησαν μέχρι τώρα το βάρος τους, επειδή κατανάλωναν μεγάλα ποσοστά πρωτεϊνών, με αποτέλεσμα να αυξάνουν το ρυθμό καύσης των προσλαμβανόμενων θερμίδων (Δεδούκος, 1995).

5.4 Σκευάσματα συμπυκνωμένων πρωτεϊνών

Τα πλεονεκτήματα των σκευασμάτων συμπυκνωμένων πρωτεϊνών σε σχέση με ορισμένες τροφές που περιέχουν πρωτεΐνες παρουσιάζονται στον πίνακα 13. Εκτός από τον μικρό τους όγκο, πολύ σημαντικό είναι και το γεγονός ότι περιέχουν λίγα λίπη. Έτσι, π.χ. ανά 100g πρωτεΐνης από αυγό (ολόκληρο) προσλαμβάνει κανείς 87g λίπη, από τον κρόκο 198g, από άπαχο βοδινό κρέας περίπου 30g, από άπαχο Quark 1,7g και από σκεύασμα συμπυκνωμένων πρωτεϊνών μόνο 1,1g λίπη. Φαίνεται δηλαδή ότι συγκρίσιμο είναι μόνο το άπαχο Quark. Για να πάρει ωστόσο κανείς 100g πρωτεϊνών χρειάζεται σχεδόν 600g άπαχο Quark, αλλά μόνο 110-125g σκευάσματος με συμπυκνωμένες πρωτεΐνες. Επιπλέον, με τα σκευάσματα αποφεύγεται η ταυτόχρονη πρόσληψη ανεπιθύμητων ουσιών (χοληστερόλη, πουρίνες) (πιν.14). Μία ακόμη δυνατότητα να βελτιωθεί η αξία της καθημερινής διατροφής μέσω της επιλογής των κατάλληλων πηγών

Πίνακας 13. Απαραίτητη ποσότητα τροφίμων για την κάλυψη ημερήσιων αναγκών σε πρωτεΐνες, που ανέρχονται σε 120g και 180g και σύγκριση με σκόνη άπαχου γάλακτος και ενός σκευάσματος με συμπυκνωμένες πρωτεΐνες.

Πηγή πρωτεϊνών	g λίπη / g πρωτεϊνών	Πρωτεΐνες σε g ανά 100 g βρώσιμου μέρους	Λίπη σε g	Απαραίτητη σε g για 120 g πρωτεϊνών	Πρόσληψη 180 g πρωτεϊνών
Βοδινό κρέας, άπαχο	0,19	21,3	4,1	563	845
Τυρί (Camembert)	1,06	21,0	22,3(!)	571	857
Ψάρι (γλώσσα)	0,08	17,5	1,4	686	1029
Quark, άπαχο	0,079	13,5	0,25	888	1333
Αυγό (ολόκληρο)	0,87	12,9	11,2	930	1395
Κρόκος αυγού	1,98	16,1	31,9(!)	745	1118
Ασπράδι αυγού	0,018	11,1	0,2	1081	1622
Γάλα	1,09	3,3	3,6	3636	3455
Σκόνη άπαχου γάλακτος	0,03	35,0	1,0	286	343
Σκεύασμα συμπυκνωμένων πρωτεϊνών	0,017	85,0	1,5	140	210

Πίνακας 14. Πρόσληψη ανεπιθύμητων συνοδευτικών ουσιών μέσω των πηγών πρωτεϊνών

		Σε 100 g πρωτεϊνών από		
		Αυγό	Βοδινό κρέας (άπαχο)	Άπαχο Quark
Λίπη	(g)	86,8	29,8	1,7
Υδατάνθρακες	(g)	5,4	+	22,0
Χοληστερόλη	(mg)	3643	337	+
Πουρίνες	(mg)	16	577	-
Ενέργεια	kcal	1295	726	547
	kJ	5419	3038	2289
=σε μικρές ποσότητες		- =δεν ανιχνεύθηκε		

πρωτεϊνών παρουσιάζεται στον πίνακα 15. Τα σκευάσματα συμπυκνωμένων πρωτεϊνών έχουν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, αν προσλαμβάνονται χρονικά κοντά στη σωματική επιβάρυνση, για παράδειγμα 1-2 ώρες πριν ή στο πρώτο γεύμα μετά την προπόνηση, επειδή οι πρωτεΐνες δεν αποθηκεύονται για μεγάλο διάστημα στο σώμα. Τα καλά σκευάσματα πρωτεϊνών είναι εμπλουτισμένα με βιταμίνες και μεταλλικά στοιχεία. Αυτό είναι απαραίτητο, γιατί με την αυξημένη κατανάλωση πρωτεϊνών αυξάνει π.χ. και η ανάγκη για βιταμίνη B₆ και ασβέστιο (Konopka, 1996).

Πίνακας 15. Κατάλληλες πηγές πρωτεϊνών για συμπλήρωση και βελτίωση της αξίας της καθημερινής διατροφής.

Τροφές	Πρωτεΐνες g	Λίπη g	Υδατάνθρακες g	Ενέργεια kcal kJ	
100 g άπαχο Quark	17	1	+	80	340
100 g σκόνη άπαχου γάλακτος*	35	1	52	370	1554
100 g αλεύρι σόγιας, άπαχο	50	7	17	330	1400
100 g νιφάδες μαγιάς **	45	7	36	387	1643
100 g φύτρες σιταριού	28	9	50	350	1447
Για σύγκριση : 100 g σκεύασμα συμπυκνωμένων πρωτεϊνών	85	1,5	2	374	1571

* Λόγω του υψηλού ποσοστού γαλακτόζης αρκούν 50-60 g ημερησίως για τη συμπλήρωση των πρωτεϊνών.
** Τα φύτρα σιταριού και η μαγιά είναι επίσης πλούσια στα σημαντικά για τον αθλητή μεταλλικά στοιχεία (ηλεκτρολύτες) κάλιο, μαγνήσιο, φώσφορο και σε βιταμίνες του συμπλέγματος Β. Όταν η μαγιά είναι αποξηραμένη αρκούν δύο κουταλιές ημερησίως (περ. 15-20 g). Η ποσότητα αυτή καλύπτει επίσης και τις ημερήσιες ανάγκες στη σημαντική βιταμίνη Β1.

5.5 Θεωρητικοί «προωθητές» μυϊκής ανάπτυξης

Ένας μεγάλος αριθμός από άλλες ουσίες διαφημίζονται ότι είναι ικανές να προωθήσουν την αύξηση του μυϊκού ιστού. Dibeconzide, γ-ορυζανόλη, yohimbe, η φωσφατιδυλσερίνη και το φωσφορικό βανάδιο είναι μεταξύ των συστατικών που μπορούν να βρεθούν στα τρέχοντα προϊόντα που διαφημίζονται ότι έχουν προτερήματα εμπλουτισμού μεγέθους. Και πάλι, απουσιάζει η επιστημονική έρευνα που θα επιβεβαιώσει αυτές τις επιδράσεις (Rosenbloom *et al.*, 1992; Grunewald & Bailey, 1993; Coleman & Nelson-Steen, 1996).

5.6 Σκευάσματα αποκατάστασης και ανασύνθεσης

Τα προϊόντα αυτά περιέχουν υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, μεταλλικά στοιχεία και βιταμίνες σε μια αναλογία ευνοϊκή για την ανασύνθεση και αποκατάσταση. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν μετά από εξαντλητικές επιβαρύνσεις καθώς και για την αποκατάσταση μετά από έντονες προπονητικές μονάδες ή αγώνες, επειδή συχνά στις περιπτώσεις αυτές η φυσιολογική όρεξη είναι μειωμένη. Επίσης μπορούν να χορηγηθούν ενδιάμεσα σε αγώνες με πολλές προσπάθειες ή τουρνουά και τέλος αποτελούν συμπλήρωμα διατροφής στη δύσκολη περίπτωση του δεκάθλου (Konopka, 1996).

5.7 Επιλογή συμπληρωμάτων αμινοξέων

Κάθε φορά που αγοράζετε ένα συμπλήρωμα αμινοξέων θα πρέπει να ελέγχετε τον αριθμό των περιεχομένων αμινοξέων. Για παράδειγμα, εάν τα αμινοξέα προέρχονται από αβγά θα πρέπει να περιέχουν τουλάχιστον 19 αμινοξέα. Εάν περιέχουν λιγότερα τότε μπορεί μόνο ένα μέρος τους να είναι από αβγά. Αν περιέχουν περισσότερα τότε πιθανώς έχουν προστεθεί κι άλλα αμινοξέα από άλλη πηγή.

Το προϊόν πρέπει να είναι δοκιμασμένο, γνωστής, για την αξιοπιστία της, εταιρείας και να συνοδεύεται από οδηγίες χρήσης και πληροφορίες σύνθεσης. Προσέξτε εδώ γιατί πολλές φορές άλλα γράφουν οι ξενόγλωσσες ετικέτες κι άλλα οι ελληνικές.

Η χρησιμοποίηση μεμονωμένων αμινοξέων, δηλαδή κάποιου ή κάποιων, μπορεί να δημιουργήσει ανισορροπία και παρενέργειες. Τα συνδυασμένα αμινοξέα δεν προκαλούν προβλήματα ανισορροπίας παρά μόνο εάν το συγκεκριμένο προϊόν είναι νοθευμένο, "ανεπαρκές" ή "εμπλουτισμένο" με διάφορα "περίεργα συστατικά". Προσοχή πρέπει να δίνεται κατά την αγορά των αμινοξέων γιατί, για εμπορικούς λόγους, η "ανεπάρκεια" ενός προϊόντος μπορεί να προβληθεί ως πλεονέκτημα. Για παράδειγμα, πολλά προϊόντα δεν περιέχουν τρυπτοφάνη. Εκμεταλλευόμενοι το γεγονός ότι η χρήση της τρυπτοφάνης σε "καθαρή" και "μεμονωμένη" μορφή προκαλεί ανεπιθύμητες ενέργειες, τονίζουν ότι το προϊόν δεν την περιέχει και το προβάλλουν στα διαφημιστικά τους έντυπα και στην ετικέτα του προϊόντος ως πλεονέκτημα ή "τεχνολογικό επίτευγμα".

Σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να λαμβάνονται αμινοξέα από όσους πάσχουν από το στομάχι τους, έχουν έλκος, συχνές διάρροιες ή κάνουν υπερκατανάλωση τροφικής πρωτεΐνης. Επίσης, δεν θα πρέπει να λαμβάνονται από αθλητές που έχουν προβλήματα στο συκώτι, στα έντερα ή στα νεφρά, δεν πίνουν πολύ νερό ή έχουν προηγούμενο ιστορικό αφυδάτωσης ή ξηροδερμίας. Επικίνδυνα μπορεί να αποδειχτούν και στις περιπτώσεις ταυτόχρονης λήψης με αντιφλεγμονώδη φάρμακα γιατί αυξάνεται ο γαστρικός φόρτος και μπορεί να προκληθεί διάτρηση του στομάχου. Πιθανώς, τα αμινοξέα είναι αχρείαστα και για το μέσο άνθρωπο που δεν αθλείται (Jarver, 1991). Εμπειρικά έχει υποστηριχτεί ότι τα αμινοξέα μπορούν να προκαλέσουν ή να χειροτερεύσουν μία ήδη υπάρχουσα ακμή. Καμιά, όμως, απολύτως έρευνα δεν κατέληξε σε τέτοιο αποτέλεσμα. Είναι πιθανόν ότι οι αναφορές περί επιδείνωσης της ακμής να γίνονται από αθλητές οι οποίοι χρησιμοποιούν και στεροειδή αναβολικά. Στην περίπτωση αυτή τα προβλήματα (ακμή, γυναικομαστία, κατακράτηση υγρών, αϋπνία κ.λπ.) οφείλονται στα στεροειδή κι όχι στα αμινοξέα. Η ταυτόχρονη χορήγηση συμπληρωμάτων αμινοξέων με ασπιρίνη, στεροειδή, διουρητικά, αντιβιοτικά,

τεστοστερόνη κι αντιϊσταμινικά έχει σαν αποτέλεσμα την καταστροφή ενός μεγάλου μέρους τους. Γι' αυτό το λόγο αθλητές που κάνουν ενέσεις τεστοστερόνης χρειάζονται μεγαλύτερες δόσεις αμινοξέων.

Ένα άλλο πρόβλημα, που δεν έχει μελετηθεί επαρκώς ερευνητικά, είναι η ικανότητα κάποιων αμινοξέων να διασχίζουν το φράγμα αίματος - εγκεφάλου, δηλαδή το ειδικό "κάλυμμα" που επιτρέπει την οξυγόνωση του εγκεφάλου, αλλά "αποτρέπει" την είσοδο σε αυτόν τοξικών και στερεών ουσιών που είναι δυνατόν να τον βλάψουν. Σήμερα είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε ότι μία σειρά από αμινοξέα, όπως η τρυπτοφάνη, είναι δυνατόν να διαπεράσουν αυτό το φράγμα και να δράσουν, πιθανώς, τοξικά, εάν χορηγηθούν σε μεγάλες δόσεις ή σε συνδυασμό με φάρμακα, όπως η L-dopa. Η L-dopa λαμβάνεται από πολλούς αθλητές γιατί έχει θετική επίδραση πάνω στην παραγωγή της αυξητικής ορμόνης. Η χρήση της είναι απαγορευμένη από την ΔΟΕ λόγω των τοξικών της επιδράσεων.

Τα αμινοξέα πρέπει να προέρχονται από φυσικές πηγές, να είναι καθαρά, αγνά, αντιαλλεργικά και να μην περιέχουν προσμίξεις. Χημικής / φαρμακευτικής σύνθεσης αμινοξέα είναι επίσης ασφαλή, με την προϋπόθεση ότι δεν έχουν εμπλουτιστεί με διάφορες ουσίες κι έχουν την κατάλληλη σύνθεση: Πληρότητα, σωστές αναλογίες, ισορροπημένη σύνθεση. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι: Όλα τα βασικά αμινοξέα, τουλάχιστον 30 mg από κάθε αμινοξύ και καμιά άλλη ουσία - εκτός, ίσως, από κάποια βιταμίνη της ομάδας Β (συνήθως Β6 ή νιοσίνη). ΠΡΟΣΟΧΗ γιατί κάποια πολύ πετυχημένα, από πλευράς πωλήσεων, προϊόντα, περιέχουν μεγάλες ποσότητες από "φτηνά" αμινοξέα και μικρότερες από άλλα που είναι πιο ακριβά (Δεδούκος, 1995).

5.8 Παρενέργειες χρήσης αμινοξέων

Υπερβολική κατανάλωση αμινοξέων μπορεί να προκαλέσει σοβαρά τοξικά προβλήματα ανεβάζοντας τα επίπεδα αμμωνίας στους μυς. Αυξημένα επίπεδα αμμωνίας έχουν σαν αποτέλεσμα τη γρήγορη κόπωση.

Σε αθλητές που παίρνουν ποσότητες αμινοξέων πάνω από 50 γραμμάρια καθημερινά, έχουν αναφερθεί σημαντικές παρενέργειες, πολλές από τις οποίες είναι όμως αντιστρέψιμες. Σε μεγάλες δόσεις μπορούν να προκαλέσουν διάρροιες, έλκος, ξηροδερμία, νευρικότητα, ακμή και κατακράτηση νερού. Σε μικρές ποσότητες, όπως αναφέρθηκε, και με σωστό τρόπο χρήσης, δεν φαίνεται να προκαλούν αυτά τα προβλήματα.

Προβλήματα μπορούν να δημιουργηθούν από τη χρήση μεμονωμένων αμινοξέων ή την ταυτόχρονη χρήση αμινοξέων που μπορούν να συνδυαστούν μεταξύ τους. Για παράδειγμα, η χρήση των BCAAs αμινοξέων (λευκίνης, ισολευκίνης και βαλίνης) μπορεί να προκαλέσει ανισορροπία και ανεπαρκή εκμετάλλευση των άλλων αμινοξέων (Δεδούκος, 1995).

5.9 Χρήση μεμονωμένων αμινοξέων και ημιτελών συνδυασμών αμινοξέων (Δεδούκος, 1995)

1. L-Αλανίνη (L-alanine).

Η χρήση L-αλανίνης βοηθά στην κανονική ροή της γλυκόζης στο αίμα και στη σταθεροποίηση του σακχάρου. Μεμονωμένη χρήση της προτείνεται μόνο για μικρές περιόδους, τεσσάρων -πέντε ημερών, συνήθως πριν από κάποιο σημαντικό αγώνα.

2. L-Ιστιδίνη (L-histidine).

Χρησιμεύει στην παραγωγή ερυθρών και λευκών αιμοσφαιρίων επειδή είναι απαραίτητη για την σύνθεση συγκεκριμένων πρωτεϊνών τους, π.χ. της αιμοσφαιρίνης και γι' αυτό χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση ορισμένων μορφών αναιμίας.

3. L-Λυσίνη (L-lysine).

Βοηθά στην καταπολέμηση ερπητικών μολύνσεων. Χρησιμοποιείται συνήθως σε συνδυασμό με την αργινίνη για να εξουδετερώνει κάποιες δυσμενείς επιδράσεις της. Η βιοχημική ένωσή της με τη βιταμίνη C δημιουργεί την καρνιτίνη. Βοηθά στην κανονική ανάπτυξη των παιδιών, ενώ στις περιπτώσεις έρπη εμποδίζει το μεταβολισμό της αργινίνης και την εξάπλωση της ερπητικής λοίμωξης. Θεωρείται ως το βασικό αμινοξύ για την παραγωγή αντισωμάτων. Επειδή δρα ανταγωνιστικά με την αργινίνη, όλα τα προϊόντα που περιέχουν αυτόν το συνδυασμό (αργινίνη+λυσίνη) είναι χαμηλής αποτελεσματικότητας. Σε περίπτωση που κάποιος παίρνει συμπλήρωμα λυσίνης, είναι αναγκαίο να αυξήσει τη λήψη της βιταμίνης C κατά 50-100 mg και να κάνει τακτικό έλεγχο της χοληστερόλης, τα επίπεδα της οποίας μπορεί να αυξήσει η λυσίνη.

4. L-Κυστεΐνη (L-cysteine).

Χρησιμοποιείται σε περιόδους ανάρρωσης από ασθένεια ή τραυματισμό, γιατί επιταχύνει την επούλωση των ιστών κι αυξάνει την παραγωγή γλουταθιόνης που αποτελεί ισχυρό αντιοξειδωτικό παράγοντα. Με τη μορφή της N-acetyl Cysteine (NAC) χρησιμοποιείται

από τους αθλητές για την αύξηση της αερόβιας ικανότητας και τη γρηγορότερη μυϊκή αποκατάσταση. Επειδή η συγκέντρωση της L-κυστεΐνης μειώνεται με την πάροδο της ηλικίας, λαμβάνεται συνήθως από αθλητές που έχουν περάσει την ηλικία των 30 ετών. Αυτό θα μπορούσε να δημιουργήσει τις προϋποθέσεις για πέτρες στα νεφρά, αν δεν συνοδεύεται από επαρκείς ποσότητες βιταμίνης C. Από την άλλη μεριά, ο συνδυασμός μεγάλων δόσεων βιταμίνης C, κυστεΐνης και βιταμίνης B₁ μπορεί να καταστήσει ανενεργή τη λήψη εξωγενούς ινσουλίνης σε διαβητικά άτομα.

5. L-Γλουταμίνη (L-glutamine).

Αυξάνει την ανθεκτικότητα και την αερόβια ικανότητα. Χρησιμοποιείται σαν υποβοηθητικό προπονήσεων "μακράς διαρκείας" ή δραστηριοτήτων που απαιτούν υψηλό βαθμό συγκέντρωσης και κινητικής μνήμης. Σε πειράματα με ενδοφλέβια χορήγηση γλουταμίνης βρέθηκε ότι είναι δυνατό να έχει ευεργετική δράση πάνω στη μυϊκή ανάπτυξη, αν κι αφομοιώνεται σε ποσοστό λιγότερο από 15% (Houston, 1993).

Σε πολύ μεγάλες δόσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μη αλλεργικά άτομα, ως παράγοντας εξουδετέρωσης της αμμωνίας, για την αύξηση της πρωτεϊνικής σύνθεσης στους μύς και την ενίσχυση των BCAAs ως παράγοντα αύξησης της παραγωγής μυϊκής ενέργειας. Παράγωγα του γλουταμινικού οξέος χρησιμοποιούνται πολύ συχνά - με τη μορφή συμπληρώματος - σαν ήπια ηρεμιστικά. Για παράδειγμα, το GABA (γ-αμινοβουτυρικό οξύ) και το γ-υδροξύ-βουτυρικό οξύ θεωρούνται χρήσιμα στην περίπτωση αθλητών που πάσχουν από αϋπνία ή αγωνιστική νευρική κατάσταση. Σε μεγάλες δόσεις μπορεί να προκαλέσει σεξουαλική υπερδιέγερση, αϋπνία και σε σπάνιες περιπτώσεις υπερδιέγερση ή/και "μανία".

6. L-Φαινυλαλανίνη (L-phenylalanine).

Είναι βασικό αμινοξύ για το σχηματισμό των κατεχολαμινών και της θυροξίνης, θεωρείται αποτελεσματική σε περιπτώσεις παχυσαρκίας, αυξημένης πείνας (μειώνει το αίσθημα της), πεσμένης σεξουαλικής διάθεσης, κατάθλιψης, προβλήματα μνήμης και μυϊκής ατονίας. Σε δόσεις 100 έως 500mg πριν από κάθε γεύμα, μπορεί να μειώσει την όρεξη και γι' αυτό χρησιμοποιείται ευρύτατα σε δίαιτες αδυνατίσματος. Καλύτερο αποτέλεσμα έχουν οι ίδιες δόσεις χορηγούμενες πριν τον ύπνο με άδειο στομάχι. Στην περίπτωση, όμως, αυτή προκαλείται αϋπνία. Η χρήση της απαγορεύεται σε άτομα που πάσχουν από τα νεφρά τους ή από υψηλή πίεση αίματος.

7. DL-Φαινυλαλανίνη (DLPA)

Χρησιμοποιείται ως αντικαταθλιπτικό και για την καταπολέμηση χρόνιων πόνων τους οποίους θεωρείται ότι μπορεί να ανακουφίσει, επειδή αυξάνει την δραστηριότητα της ενδορφίνης.

8. Ταυρίνη (Taurine).

Είναι ένα θειούχο αμινοξύ το οποίο χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση της ανορεξίας και ελαφρών καρδιακών προβλημάτων. Δε φαίνεται ότι η συμπληρωματική του χορήγηση μπορεί να έχει κάποια θετικά αποτελέσματα, αλλά επειδή είναι πολύ φτηνό, χρησιμοποιείται σε πλήθος συμπληρωμάτων.

9. L-Καρνιτίνη (L-carnitine).

Χρησιμοποιείται σαν ισχυρό λιποδιαλυτικό και για τη χρησιμοποίηση του σωματικού λίπους για ενέργεια. Πιθανά αποτελεσματικό, γιατί παίζει πρωταρχικό ρόλο στη μεταφορά του λίπους από τις λιπαροθήκες στα μιτοχόνδρια, στη μεταφορά των BCAAs στα μυϊκά κύτταρα και στις διαδικασίες μυϊκής αποκατάστασης. Η καρνιτίνη είναι ένα φυσικό συστατικό του κυττάρου το οποίο έχει έναν κυρίαρχο ρόλο σε ό,τι αφορά τη χρησιμοποίηση του υποστρώματος των λιπιδίων.

Έμμεσα η καρνιτίνη επηρεάζει και το μεταβολισμό των πρωτεϊνών κι αυξάνει τη διαθέσιμη ενέργεια των κυττάρων (Calligaris, 1988). Αποθηκεύεται στους σκελετικούς μυς και το μυοκάρδιο. Η συμπληρωματική της χορήγηση αντενδείκνυται σε περιπτώσεις γαστρίτιδας κι έλκους γιατί αυξάνει τη γαστρική έκκριση.

10. L-Μεθειονίνη (L-methionine)

Όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με ινοσιτόλη, χολίνη, καρνιτίνη και Β₆ φαίνεται ότι βοηθάει στη μείωση των επιπέδων του σωματικού λίπους εφόσον ακολουθείται μία σωστή υποθερμιδική δίαιτα. Αποτελεί ισχυρά αντιοξειδωτική ουσία. Σε συνδυασμό με τις βιταμίνες C και E αυξάνεται η αντιοξειδωτική της δράση. Οι Ρώσοι αθλητίατροι την αποκαλούν "συλλέκτη οργανικών απορριμμάτων" λόγω της αποτοξινωτικής κι αντιοξειδωτικής της δράσης (Vorobief, 1986). Αυξημένη λήψη της γίνεται στις περιπτώσεις αθλητών που αποχωρούν από την ενεργό δράση, σαν "αποτοξινωτικό" και στις περιπτώσεις αθλητών που πάσχουν από πόνους ρευματικής αιτιολογίας. Οι αυξημένες δόσεις μεθειονίνης πρέπει να συνδυάζονται με αυξημένη λήψη βιταμίνης Β₆.

11.L-Τυροσίνη

Η τυροσίνη μαζί με το ιώδιο δημιουργούν την θυροξίνη, θεωρείται ισχυρό αντιοξειδωτικό, διεγερτικό κι αντικαταθλιπτικό.

12. L-Αργινίνη + L-Ορνιθίνη (L-arginine & L-ornithine).

Ο συνδυασμός αυτών των δύο αμινοξέων φαίνεται ότι αυξάνει την παραγωγή της αυξητικής ορμόνης με ένα μηχανισμό ο οποίος δεν μας είναι απολύτως γνωστός. Όταν η αργινίνη χρησιμοποιείται σε ενέσιμη μορφή και δόσεις 15-30 γραμμαρίων, πολλαπλασιάζει το επίπεδο της αυξητικής ορμόνης στο πλάσμα, δρώντας σαν ουσία επηρεασμού των νευροδιαβιβαστών της στον εγκέφαλο. Παρόμοια αποτελέσματα φαίνεται ότι μπορούν να επιτευχθούν με μεγάλες δόσεις καθαρής τρυπτοφάνης. γιατί επηρεάζει την παραγωγή σεροτονίνης στον εγκέφαλο. Η κυκλοφορία όμως της τρυπτοφάνης σε καθαρή μορφή - ως συμπληρώματος ή "φαρμάκου" -έχει απαγορευτεί λόγω των σοβαρών παρενεργειών της. Η ταυτόχρονη χρήση λυσίνης κι αργινίνης (όπως και τρυπτοφάνης - τυροσίνης) αλληλοαναιρεί τα μεμονωμένα αποτελέσματα τους, γιατί δρουν ανταγωνιστικά. Αντίθετα, ο συνδυασμός αργινίνης κι ορνιθίνης φαίνεται ότι δρα ευεργετικά στο ανοσοποιητικό σύστημα, στην παραγωγή της αυξητικής ορμόνης και στη γονιμότητα του άντρα (το 80% του σπερματικού υγρού αποτελείται από αργινίνη). Η ορνιθίνη σε σχέση με την αργινίνη θεωρείται πιο ισχυρή και πιο αποτελεσματική, γιατί έχει τη δυνατότητα να μπαίνει στα μιτοχόνδρια, ενώ η αργινίνη όχι.

13. L-Γλουταθειόνη (L-glutathione).

Ασκεί ισχυρή αντιοξειδωτική κι αποτοξινωτική δράση. Βοηθά στη μεταφορά των αμινοξέων διαμέσου της κυτταρικής μεμβράνης. Η γλουταθειόνη σχηματίζεται από τα αμινοξέα κυστεΐνη, γλυκίνη και γλουταμινικό οξύ. Είναι κύριο συστατικό του σελίνιου με τη μορφή του υπεροξειδίου της γλουταθειόνης.

14. Αμινοξέα διακλαδισμένης αλυσίδας (Branched chain aminoacids/BCAAs).

Ένας συνδυασμός των αμινοξέων λευκίνης, ισολευκίνης και βαλίνης. Χρησιμοποιούνται από το μυ σαν πηγή μυϊκής ενέργειας. Αποτελούν το 35% της μυϊκής πρωτεΐνης, θεωρείται ότι είναι τα μόνα αμινοξέα που χρειάζονται οι μυς αμέσως μετά από μία έντονη προπόνηση για να επέλθει γρηγορότερη αποκατάσταση, αλλά και τα μόνα που είναι απολύτως απαραίτητα σε υποθερμιακές δίαιτες για να αποφευχθεί ή διάσπαση των μυϊκών ιστών για "ενεργειακούς σκοπούς"... Ο μεταβολισμός τους γίνεται περισσότερο

στους μυς. παρά στο συκώτι, γι' αυτό θεωρούνται ότι είναι χρήσιμα περισσότερο ως "ενεργειακά αμινοξέα" παρά σα δομικά. Μισό έως ένα γραμμάριο από BCAAs, περίπου τριάντα λεπτά πριν την προπόνηση, θεωρείται ένας καλός τρόπος λήψης τους. Μεγαλύτερες ποσότητες BCAAs χρειάζονται όσοι κάνουν προπόνηση έντασης ή αναρρώνουν από μυϊκό τραυματισμό. Για καλύτερα αποτελέσματα πρέπει να λαμβάνεται ταυτόχρονα ασβέστιο, βιταμίνες Β και C και πιθανώς συμπληρώματα υδατανθράκων και ουσίες που θεωρούνται ως ενδιάμεσοι μεταφορείς τους (τριμεθυλ-υδροξι-αιθανολαμίνη, παντοθενικό οξύ/PABA και γ-αμινοβουτυρικό οξύ/GABA). Μία καλή φόρμουλα αμινοξέων BCAAs θα πρέπει να περιέχει:

1. L-leucine (λευκίνη) 395mg
2. L-isoleucine (ισολευκίνη) 140mg
3. L-valine (βαλίνη) 200mg
4. Biotin (βιοτίνη) 200mg
5. Niacin (νιασίνη) 10mg
6. Pyridoxine hydrochloride (πυριδοξίνη) 25mg
7. d-Calcium pantothenate (ασβέστιο) 25mg



5.10 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα τρόπων λήψης συμπληρωμάτων

Από το στόμα (χάπια, σκόνη κ.τ.λ.)

Πλεονεκτήματα: Εύκολος τρόπος λήψης, ακόμα και κατά τη διάρκεια της προπόνησης. Σχετικά γρήγορη απορρόφηση. Εύκολη μεταφορά και χρήση.

Μειονεκτήματα: Ο χρόνος που μεσολαβεί ανάμεσα στη λήψη, την έναρξη της απορρόφησης, καθώς και η «καμπύλη δράσης» τους επηρεάζονται από τη διαθέσιμη μορφή του συμπληρώματος (διάλυμα, δισκία, κάψουλες), το περιεχόμενο του στομάχου και το συνοδευτικό υγρό λήψης (χυμός, γάλα, νερό ή κάτι άλλο). Ορισμένα συμπληρώματα είναι δυσαπορρόφητα, μερικά καταστρέφονται σχεδόν ολοκληρωτικά από τα υγρά του στομάχου και άλλα ερεθίζουν το βλεννογόνο του στομάχου και του εντέρου. Τα περισσότερα από αυτά έχουν μικρό δείκτη αφομοίωσης και παρουσιάζουν χαμηλή συγκέντρωση της δραστικής τους ουσίας στο αίμα και πολύ υψηλή στα ούρα. Αυτό σημαίνει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό τους γίνεται προσπάθεια να αποβληθεί αναγκάζοντας τα νεφρά σε υπερλειτουργία (Δεδούκος, 1995).

Άλλοι τρόποι χορήγησης:

- Υπογλώσσια (σταγόνες, διαλυόμενες ταμπλέτες κ.τ.λ.)
- Από τη μύτη (σε μορφή ψεκαζόμενου σπρέι ή σταγόνων)
- Ενέσιμα (ενδομυϊκά)
- Εμφυτευόμενα

5.11 Συμπληρώματα: Τοξικότητα και παρενέργειες

Η τοξικότητα των συμπληρωμάτων εξαρτάται από:

5. Τη δοσολογία.
6. Τη χρονική διάρκεια πρόσληψης της αυξημένης ποσότητας.
7. Τις ιδιαίτερες χημικές ιδιότητες των συμπληρωματικών ουσιών.
8. Το σωματικό βάρος του ατόμου που τα χρησιμοποιεί.
9. Την ηλικία.
10. Την ατομικότητα.
11. Τη λειτουργική κατάσταση του οργανισμού.
12. Την ποσότητα λήψης σε σχέση με το σωματικό βάρος.

Κανένα συμπλήρωμα δεν είναι «αθώο τοξικότητας»! Για παράδειγμα, η υπερβολική δόση λιποδιαλυτών βιταμινών προκαλεί υπερβιταμίνωση, η υπερβολική δόση πρωτεϊνών βλάπτει τα νεφρά και το συκώτι, η μεγάλη λήψη υδατανθρακικών σκονών μπορεί να προκαλέσει αύξηση του λίπους, η μεγάλη δόση λιπαρών οξέων οδηγεί σε αδυναμία

σηματισμού ορισμένων μυϊκών πρωτεϊνών, η λήψη «υποκατάστατων» των αναβολικών ενδέχεται να προκαλεί ενδοκρινολογικές διαταραχές κ.τ.λ. Σίγουρα, ο σκληρά προπονούμενος αθλητής χρειάζεται κάτι περισσότερο από τη συνιστώμενη ποσότητα για το μέσο άνθρωπο, μέσου βάρους και μέσων αναγκών. Ο αθλητής δεν είναι ο μέσος άνθρωπος, αλλά αυτό δεν αποτελεί «άλλοθι» για να καταβροχθίζει τεράστιες ποσότητες τροφών και να παίρνει τα συμπληρώματα με τις... χούφτες (Δεδούκος, 1995).

5.12 Συμπέρασμα

Στις μέρες μας προσφέρεται ένας μεγάλος αριθμός καλών σκευασμάτων, τα οποία συχνά καθιστούν δύσκολη την επιλογή. Γι' αυτό οφείλει κανείς να εξετάζει κατά πόσο ισχύουν τα κριτήρια που προαναφέρθηκαν. Η χρησιμοποίηση των προϊόντων αυτών χρειάζεται πάντα να ανταποκρίνεται στις πραγματικές ανάγκες, χωρίς να παραμελείται η βασική διατροφή. Όπως και για τη διατροφή γενικά, έτσι κι εδώ ισχύει ότι: πρώτα πρέπει με την κατάλληλη επιβάρυνση να δημιουργηθεί η ανάγκη κι έπειτα να καλυφθεί με τα απαραίτητα μέτρα και όχι αντίστροφα (Κορογκα, 1996).



ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Μετά από επανέλεγχο της βιβλιογραφίας, είναι δυνατό να πεισθούμε για το γεγονός ότι οι πρωτεϊνικές ανάγκες στα σωματικώς δραστήρια άτομα είναι αυξημένες, και προφανώς σε μεγαλύτερη έκταση στα άτομα που έχουν στενή σχέση με την προπόνηση ισχύος (π.χ. body-builders) από ότι αυτοί που κάνουν προπόνηση αντοχής (π.χ. μαραθονοδρόμοι). Οι περιορισμένες διαθέσιμες πληροφορίες υποδεικνύουν ότι η επίδραση της άσκησης στις πρωτεϊνικές ανάγκες είναι πιθανώς μεγαλύτερη στους άνδρες από ότι στις γυναίκες. Επιπροσθέτως, η αυξημένη πρωτεϊνική ανάγκη είναι πιθανώς μεγαλύτερη σε καταστάσεις όπου και άλλοι παράγοντες συμβάλουν στην επίδραση της άσκησης. Ωστόσο, ακόμα υπάρχει σημαντική διαφωνία όσον αφορά στο μέγεθος αυτής της επίδρασης της άσκησης στις πρωτεϊνικές απαιτήσεις. Αυτή η διαφωνία επικεντρώνεται σε μια ποικιλία μεθοδολογικών ανησυχιών οι οποίες εκθέτουν ένα μεγάλο ποσοστό από τα πειραματικά στοιχεία που έχουν συλλεχθεί. Ως αποτέλεσμα, είναι πιθανόν ότι ξεκάθαρη απάντηση στην ερώτηση για τις καταλληλότερες ποσότητες πρωτεΐνης που είναι απαραίτητες για τους αθλητές πρέπει να περιμένουν την άφιξη πιο βέβαιων δοκιμών οι οποίες θα επιβεβαιώσουν τις πρωτεϊνικές απαιτήσεις. Μέχρι εκείνη τη στιγμή, φαίνεται ότι οι αυξημένες πρωτεϊνικές ανάγκες (ίσως 50-125% των τρεχόντων προτεινόμενων προσλήψεων σε πολλές χώρες) μπορούν να καλυφθούν μέσω επιλογής κατάλληλων τροφίμων χωρίς να καταναλώνονται ακριβά πρωτεϊνικά συμπληρώματα. Τέλος, υπάρχουν ελάχιστα στοιχεία που να μπορούν να υποστηρίξουν τα φανταστικά αποτελέσματα στην απόδοση που αποδίδονται συχνά στις εξαιρετικά υψηλές πρωτεϊνικές διατροφές και αυτό είναι ένα πεδίο που χρειάζεται πολύ περισσότερη προσοχή.

Τα αποτελεσματικά αθλητικά προϊόντα διατροφής θα συνεχίσουν να παίζουν σημαντικό ρόλο στο να βοηθούν τους αθλητές να επιτύχουν και να διατηρούν μια διατροφική κατάσταση η οποία θα επηρεάζει θετικά τη δομή και τη λειτουργία του σώματος. Τα πλεονεκτήματα της διατήρησης καλής ενυδάτωσης κατά τη διάρκεια της άσκησης, τα πλεονεκτήματα της πρόσληψης διατροφής με υψηλή περιεκτικότητα υδατανθράκων, η σημαντικότητα του νατρίου στην παρακίνηση ταχείας και πλήρους επανυδάτωσης, και η απεριόριστη φύση της κατανάλωσης επαρκούς ενέργειας είναι παραδείγματα από καλά τεκμηριωμένες διατροφικές εφαρμογές γύρω από τις οποίες βασίζονται πολλά αθλητικά διατροφικά προϊόντα. Υπάρχουν, ωστόσο, πολλά προϊόντα που σχετίζονται με ισχυρισμούς που στερούνται επιστημονικής τεκμηρίωσης. Επαγγελματίες της αθλητικής υγείας που εμπλέκονται σε δημόσια εκπαιδευτικά προγράμματα έχουν την υποχρέωση να βοηθήσουν παρέχοντας στους καταναλωτές

επίκαιρες και ακριβείς πληροφορίες όσον αφορά την αλήθεια των ισχυρισμών των προϊόντων (Murray, 1987).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

5. Σταύρος Δεδούκος: Συμπληρώματα Διατροφής & **ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ**, εκδόσεις ΑΘΛΟΤΥΠΟ, ΑΘΗΝΑ, 1995
6. William D. McArdle, Frank I. Katch, Victor L. Katch: Φυσιολογία της Άσκησης (Επιστημονική επιμέλεια Βασίλης Κλεισούρας), ΤΟΜΟΣ Ι, ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ, ΑΘΗΝΑ, 2001
7. Peter Konopka: Διατροφή & Άθληση, εκδόσεις SALTO, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 1996
8. Διατροφή του Ανθρώπου: ΓΡΗΓΟΡΗ Κ. ΖΕΡΦΥΡΙΔΗ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΓΙΑΧΟΥΔΗ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 1998
9. Young, VR. Soy protein in relation to human protein and amino acid nutrition. *J Am Diet Assoc* (1991) 91: 828-835.
10. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*, 2nd ed. James L. Groff, Sareen S. Gropper, Sara M. Hunt. West Publishing Company, 1995.
11. Food and Agriculture Organization and World Health Organization (1990) protein quality evaluation. Report of a joint FAO/WHO expert consultation. Food and agriculture organization of the United Nations, Rome, Italy.
12. Henley, EC. Food and Drug Administration's proposed labeling rules for protein. *J Am Diet Assoc* (1992) 92: 293-294, 296.
13. Moriarty, KJ et. al. Relative nutritional value of whole protein, hydrolysed protein and free amino acids in man. *Gut* (1985) 26: 694-699.
14. National Research Council. *Recommended Dietary Allowances*, 10th ed. National Academy Press, 1989.
15. Pellett, PL and Young, VR. *Nutritional evaluation of protein foods*. United Nations University, 1980.
16. *Normal and Therapeutic Nutrition*, 17th ed. Corinne H. Robinson, Marilyn R. Lawler, Wanda L. Chenoweth, and Anne E. Garwick. Macmillan Publishing Company, 1986.
17. Lemon, P.W.R. (1996) Is increased dietary protein necessary or beneficial for individuals with a physically active lifestyle? *Nutrition Reviews* 54 (4, part II), S169-S175.
18. Matthews, D.E., Schwarz, H.P., Yang, R.D., Motil, K.J. & Young, V.R. (1982) Relationship of plasma leucine and alpha-ketoisocaproate during LIII-XTI leucine infusion in man: a method for measuring human intracellular tracer enrichment. *Metabolism* 31,1105-1112.
19. Horber, F.F., Harber-Feyder, CM., Krayner, S., Schwenk, W.F. & Haymond, M.W. (1989) Plasma reciprocal pool specific activity predicts that of intracellular free leucine for protein synthesis. *American Journal of Physiology* **257**, E385-E399.
20. Consolazio, C.F., Nelson, R.A., Matoush, L.O., Harding, R.S. & Canham, J.E. (1963) Nitrogen excretion in sweat and its relation to nitrogen balance experiments. *Journal Nutrition* 79,399-106.
21. Lemon, P.W.R. & Mullin, J.P. (1980) Effect of initial muscle glycogen levels on protein catabolism during exercise, *journal of Applied Physiology* 48,624-629.
22. Lemon, P.W.R., Tarnopolsky, M.A., MacDougall, J.D. & Atkinson, S.A. (1992) Protein requirements and muscle mass/strength changes during **intensive** training in **novice bodybuilders**, *journal of Applied Physiology* 73,767-775.
23. Fuller, M.F. & Garlick, P.J. (1994) Human amino acid requirements: can the controversy be resolved? *Annual Review of Nutrition* 14,217-241.
24. Munro, H.N. (1951) Carbohydrate and fat as factors in protein utilization and metabolism. *Physiological Reviews* **31**,449-488.

25. Scrimshaw, N.S., Hussein, M.A., Murray, E., Rand, W.M. & Young, V.R. (1972) Protein requirements of man: variations in obligatory and fecal nitrogen losses in young men. *Journal of Nutrition* **102**, 1595-1604.
26. Austin, J.H., Stillman, E. & Van Slyke, D.D. (1921) Factors governing the excretion of **urea**. *Journal of Biological Chemistry* 46,91-112.
27. Dolan, P.L., Hackney, A.C. & Lemon, P.W.R. (1987) Improved exercise protein utilization estimates by forced hydration. *Medicine and Science in Sports and Exercise* **19**, S33.
28. Lutwak, L. & Burton, B.T. (1964) Fecal dye markers in metabolic balance studies: the use of brilliant blue and methylcellulose for accurate separation of stool **periods**, *American journal of Clinical Nutrition* 14, 109-111.
29. Bingham, S. & Cummings, J.H. (1983) The use of **4-aminobenzoic acid** as a marker to validate completeness of 24h urine collections in man. *Clinical Science* 64,629-635.
30. Lemon, P.W.R., Yarasheski, K.E. & Dolny, D.G. (1986) Validity/reliability of sweat analysis by whole body **wash down** vs. regional collections, *journal of Applied Physiology* 66, 1967-1971
31. Dolny, D.C. & Lemon, P.W.R. (1988) Effect of ambient temperature on protein breakdown during prolonged exercise, *journal of Applied Physiology* 64, 550-555.
32. Faulkner, J.A. & White, T.P (1990) Adaptations of skeletal muscle to physical activity, in *Exercise, Fitness and Health* (ed. C. Bouchard, R.J. Shephard, T. Stephens, J.R. Sutton & B.D. McPherson), pp. 265-279. Human Kinetics, Champaign, IL.
33. Burke, R.E. & Edgerton, V.R. (1975) Motor unit properties and selective involvement in movement. In *Exercise and Sport Science Reviews*, Vol. 3, pp. 33-81 (ed. J.H. Wilmore & I.F. Keogh). Academic Press, New York.
34. Costill, D.L, Fink, WJ. & Pollock, M.L. (1976) Muscle fiber composition and enzyme activities of elite distance runners. *Medicine and Science in Sports* **8**, 96-100.
35. Hill, A.A. (1938), The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Nutrition* **126**,136-195.
36. Rogozkin, V. (1978), Some aspects of athletes' nutrition. In *Nutrition, Physical Fitness and Health. International Series on Sport Science* (ed. J. Parizkova & V. Rogozkin), pp. 119-123. University Park Press, Baltimore, MD.
37. Rogozkin, V.A. (1993) Principles of athletes' nutrition in the Russian federation. *World Review of Nutrition and Diet* 71,154-182.
38. Lamb, D.R. (1984) *Physiology of Exercise: Responses and Adaptations*. Macmillan, New York.
39. Lemon, P.W.R. (1991) Effect of exercise on protein requirements, *journal of Sports Science* 9,53-70.
40. Williams, M.H. (1976) *Nutritional Aspects of Human Physical and Athletic Performance*. Charles C. Thomas, Springfield, IL.
41. Varrik, E., Viru, A., Obpik, V. & Viru, M. (1992) Exercise-induced catabolic responses in various muscle fibers. *Canadian Journal of Sport Sciences* **17**,125-128.
42. **Dohm, G.L.**, Puenle, F.R., Smith, C.P. & Edge, A. (1978) Changes in tissue protein levels as a result of exercise. *Life Science* 23,845-850.
43. Kasperek, G.J., Dohm, G.L., Tapscott, E.B. & Powell, T. (1980) Effect of exercise on liver protein loss and lysosomal enzyme levels in fed and fasted rats. *Proceedings of the Society of Biological Medicine* **164**,430-434.

44. Kasperek, G.J. & Snider, R.D. (1989) Total and myofibrillar protein degradation in isolated soleus muscles after exercise. *American Journal of Physiology* **257**, E1-5.
45. Armstrong, R.B., **OgfiMe**, R.W. & Schwane, I.A. (1983) Eccentric exercise-induced injury in rat skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology* **54**, 90-93.
46. Newman, D.J., McPhail, G., Mills, K.R. & Edwards, R.H.T. (1983) Ultrastructural changes after concentric and eccentric contractions of human muscle. *Journal of Neurological Sciences* **61**, 109-122.
47. Friden, J., Sfakianos, P.N., Hargens, A.R. & Akeson, W.H. (1988) Residual swelling after repetitive eccentric contractions, *Journal of Orthopaedic Research* **6**, 493-498.
48. Evans, W.J. & Cannon, J.G. (1991) The metabolic effects of exercise-induced muscle damage. In *Exercise and Sport Science* RITOTS, Vol. 19 (ed. J.O. Holloszy), pp. 99-125. William & Wilkins, Baltimore, MD.
49. Kuipers, H. (1994) Exercise-induced muscle damage. *International Journal of Sports Medicine* **15**, 132-135.
50. Seene, T. & Viru, A. (1982) The catabolic effect of gluco-corticoids on different types of skeletal muscle fibers and its dependence upon muscle activity and interaction with anabolic steroids, *Journal of Steroid Biochemistry* **16**, 349-352.
51. Tapscott, E.B., Kasperek, G.J. & Dohm, G.L. (1982) Effect of training on muscle protein turnover in male and female rats. *Biochemical Biophysics Research* **27**, 254-259.
52. Salminen, A. & Vihko, V. (1984) Autophagic response to strenuous exercise in mouse skeletal muscle fibers. *Vitamins Archives in Cell Pathology* **45**, 97-106.
53. Belcastro, A.N., Albisser, T.A. & Littlejohn, B. (1996) Role of calcium-activated neutral protease (**calpain**) with diet and exercise. *Canadian Journal of Applied Physiology* **21**, 328-346.
54. Belcastro, A.N. (1993) Skeletal muscle calcium-activated neutral protease (calpain) with exercise. *Journal of Applied Physiology* **74**, 1381-1386.
55. Goll, D.E., Thompson, V.F., Talyor, R.G. & Zalewska, T. (1992) Is calpain activity regulated by membranes and autolysis or by calcium and capastatin? *Bioessays* **14**, 549-556.
56. Macintyre, D.L., Reid, W.D. & Mackenzie, D.C. (1995) Delayed muscle soreness: the inflammatory response to muscle injury and its **clinical duplications**. *Sports A/Physiology* **20**, 24-40.
57. Felig, P. & Wahren, J. (1971) Amino acid metabolism in exercising man. *Journal of Clinical Investigation* **50**, 2703-2714
58. Ruderman, N.B. & Berger, M. (1974) The formation of glutamine and alanine in skeletal muscle. *Journal of Biological Chemistry* **249**, 5500-5506.
59. Refsum, H.H. & Stromme, S.B. (1974) Urea and creatinine production and excretion in urine during and following prolonged heavy exercise. *Scandinavian Journal of Clinical Laboratory Investigation* **33**, 247-254.
60. Haralambie, G. & Berg, A. (1976) Serum urea and amino nitrogen changes with exercise duration. *European Journal of Applied Physiology* **36**, 39-48.
61. Dohm, G.L., Williams, R.T., Kasperek, G.J. & van Rij, A.M. (1982) **Increased urea** and N-methylhistidine by rats and humans after a bout of exercise, *Journal of Applied Physiology* **52**, 27-33.
62. Czarnowski, D. & Gorski, J. (1991) Sweat ammonia excretion during submaximal cycling exercise. *Journal of Applied Physiology* **70**, 371-374.
63. Graham, T.E. & MacLean, D.A. (1992) Ammonia and amino acid metabolism in human skeletal muscle during exercise. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology* **70**, 132-141.

64. Graham, T.E., Turcotte, L.P., Kiens, B. & Richter, E.A. (1995) Training and muscle ammonia amino acid metabolism in humans during prolonged exercise. *Journal of Applied Physiology* 78,725-735.
65. White, T.P. & Brooks, G.A. (1981) [U-uCJ glucose, -alanine, -leucine oxidation in rats at rest and during two intensities of running. *American journal of Physiology* 240, E155-E165.
66. Hagg, S.A., Morse, EX. & Adibi, S.A. (1982) Effect of exercise on rates of oxidation, turnover, and plasma clearance of leucine in human subjects. *American Journal of Physiology* **242**, E407-E410.
67. Lemon, P.W.R., Nagle, **F.J.**, **Mullin, J.P.** & Benevenga, NJ. (1982) In vivo leucine oxidation at rest and during two intensities of exercise, *journal of Applied Physiology* 53, 947-954.
68. Babij, R, Matthews, S.M. & Rennie, MJ. (1983) Changes in blood **ammonia**, **lactate** and .imino acids in relation to **workload** during bicycle ergometer exercise in man. **European Journal of Applied Physiology** **50**, 405-411.
69. Meredith, C.N., Zackin, M.J., Frontera, W.R. & Evans, W.J. (1989) Dietary protein requirements and protein metabolism in endurance-trained men. *journal of Applied Physiology* 66,2850-2856
70. Phillips, S.M., Atkinson, S.A., Tarnopolsky, M.A. & MacDougall, J.D. (1993) Gender differences in leucine kinetics and nitrogen balance in endurance *athletes*, *journal of Applied Physiology* 75,2134-2141.
71. Kasperek, G.J. & Snider, R.D. (1987) Effect of exercise intensity and starvation on the activation of branched-chain keto acid dehydrogenase by exercise. *American Journal of Physiology* **252**, E33-E37.
72. Knapik, J., Meredith, C., Jones, B., Fielding, R., Young, V. & Evans, W. (1991) Leucine metabolism during fasting and exercise. *Journal of Applied Physiology* 70, 43-47.
73. Layman, D.K., Paul, G.L. & Olken, M.H. (1994) Amino acid metabolism during exercise. In *Nutrition in Exercise and Sport*, 2nd edn (ed. I. Wolinsky & J.F. Hickson), pp. 123-137. CRC Press, Boca Raton, LA.
74. Wagenmakers, A.J.M., Beckers, E.J., Hrouns, F. *ct al* (1991) Carbohydrate supplementation, glycogen depletion, and ammo acid metabolism during exercise. **American journal of Piiysiology** 260, ES83-E890.
75. Jackman, M.L., Gibala, M.J., Hultman, E. & Graham, T.E. (1997) Nutritional status affects branched-chain oxoacid dehydrogenase activity during exercise in humans. *American Journal of Physiology* **272**, E233-E238.
76. Evans, W.C., Fisher, E.C., Hoerr, R.A. & Young, V.R. (1983) Protein metabolism and endurance exercise. *Physician and Sportsmedicine* 11,63-72.
77. Dohm, G.L., Hecker, A.L., Brown, W.E *et al.* (1977) Adaptation of protein metabolism to endurance training. *Biochemical journal* 164,705-708.
78. Henderson, S.A., Black, A.L. & Brooks, G.A. (1985) Leucine turnover in trained rats during exercise. *American Journal of Physiology* **249**, E137-E144.
79. Tarnopolsky, M.A., Atkinson, S.A., MacDougall, J.D., Senor, B.B., Lemon, P.W.R. & Schwarcz, H. (1991) Whole body leucine metabolism during and after resistance exercise in fed humans. **Medicine and Science in Sports and Exercise** 23,326-333.
80. Gontzea, I., Sutzescu, P. & Dumitrache, S. (1974) The influence of muscular activity on the nitrogen balance and on the need of man for proteins. *Nutrition Reports International* 10,35-43.
81. Gontzea, I., Sutzescu, P. & Dumitrache, S. (1975) The influence of adaptation of physical effort on nitrogen balance in man. *Nutrition Reports International* **11**, 231-234.

82. Friedman, J.E. & Lemon, P.W.R. (1989) Effect of chronic endurance exercise on retention of dietary protein. *International journal of Sports Medicine* 10,118-123.
83. Tamopolsky, M.A., MacDougall, J.D. & Atkinson, S.A. (1988) Influence of protein **intake and** training status on nitrogen balance and lean body mass, *journal of Applied Physiology* 64,187-193.
84. Tamopolsky, M.A., Atkinson, S.A., Phillips, S.M. & MacDougall, J.D. (1995) Carbohydrate loading and metabolism during exercise in men and women. *Journal of Applied Physiology* 7B, 1360-1368
85. Tarnopolsky, M.A., Atkinson, S.A., MacDougall, J.D., Chesley, A., Phillips, S. & Schwarcz, H. (1992) Evaluation of protein requirements for trained strength athletes, *journal of Applied Physiology* 73, 1986-1995.
86. Fern, E.B., Bielinski, R.N. & Schutz, Y. (1991) Effects of exaggerated amino acid and protein supply in man. *Experientia* 47,168-172.
87. Bhasin, S., Storer, T.W., Berman, N. *et al*, (1996) The effects of supra physiologic doses of testosterone on muscle **blaze** and strength in normal men. *New England journal of Medicine* 335,1-7.
88. Campbell, W.W., Crim, M.C., Young, V.R., Joseph, L.J. & Evans, W.J. (1995) Effects of resistance training and dietary protein intake on protein metabolism in older adults. *American Journal of Physiology* 268, E1143-E1153.
89. Fiatarone, Marks I (**Ryan, N.D., Meredith, C.N., Lipstiz, LA. & Evans, W.J.** (1990) High intensity strength training in nonagenarians: effects on skeletal muscle, *journal of the American Medical Association* 263,3029-3034.
90. Fiatarone, M.A., O'Neill, E.F., Ryan, N.D. *et al*. (1994) Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *New England Journal of Medicine* 330,1769-1775.
91. Consolazio, C.F., Nelson, R.A., Matoush, L.O., Harding, R.S. & Canham, J.E. (1963) Nitrogen excretion in sweat and its relation to nitrogen balance experiments. *Journal Nutrition* 79,399-406.
92. Consolazio, C.F., Johnson, H.L., Nelson, R. A, Dramise, J.G. & Skala, J.H. (1975) Protein metabolism during intensive physical training in the young adult. *American journal of Clinical Nutrition* 28,29-35.
93. Celejowa, I. & Homa, M. (1970) Food intake, nitrogen and energy balance in Polish weightlifters during a training camp. *Nutrition and Metabolism* 12, 259-274.
94. Laritcheva, K.A., Yalavaya, N.I., Shubin, V.I. & Smornov, P.V. (1978) Study of energy expenditure and protein needs of top weight lifters. In *Nutrition, Physical Fitness and Health* (ed. J. Parizkova & V.A. Rogozkin), pp. 155-163. University Park Press, Baltimore, MD.
95. Marable, N.L., Hickson, J.F., Korslund, M.K., **Herbert, W.G.**, Desjardins, R.F. *ft* Thye, F.W. (1979) Urinary nitrogen excretion as influenced by a muscle-building exercise program and protein intake variation. *Nutritional Reports International* 19, 795-805.
96. Dragan, G.I., Vasiliu, A- & Georgescu, E. (1985) Effect of increased supply of protein on elite weight lifters. In *Mdk Proteins '84* (ed. T.E. Galesloot & B.J. Tinbergen), pp. 99-103. Pudoc, Wageningen.
97. Meredith, C.N., Frontera, W.R., O'Reilly, K.I. & Evans, W. (1992) Body composition in elderly men: effect of dietary modification during strength training. *journal of the American Geriatrics Society* 40, 155-162.
98. Brouns, F., Saris, W.H.M., Beckers, E. *et al*. (1989) Metabolic changes induced by sustained exhaustive cycling and diet manipulation. *International journal of Sports Medicine* 10 (Suppl. 1), S49-S62.

99. Fry, A.C., Kraemer, W.J., Stone, M.H. *et al.* (1993) Endocrine and performance responses to high volume training and amino acid supplementation in elite junior weight lifters. *International journal of Sport Nutrition* 3,306-322.
100. Cortright, R.N., Rogers, ME. & Lemon, P.W.R. (1993) Does protein intake during endurance training affect growth, nitrogen balance, or exercise performance? *Canadian journal of Applied Physiology* 18,403.
101. Brenner, B.M., Meter, T.W. & Hosteler, D. (1982) Protein intake and the progressive nature of kidney disease: the role of hemodynamically mediated glomerular sclerosis in aging, renal ablation, and intrinsic renal disease. *England journal of Medicine* 307, 652-657,
102. Zaragoza, R., Renau-Piqueras, J., Iortoles, M., Hernandez-Yago, J., Jorda, A. & Grisolia, G.S- (1987) Rats fed prolonged high protein diets show an increase in nitrogen metabolism and liver megamito-chondria. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 258, 426-435.
103. McNamara, D.J., Kolb, P., Parker, T.S. *el al.* (1987) Heterogeneity of cholesterol homeostasis in man: response to changes in dietary fat quality and cholesterol quantity, *journal of Clinical Investigation* 79, 1729-1739.
104. Clifton, P.M. & Nestel, P.J. (1996) Effect of dietary cholesterol on postprandial lipoproteins in three pheno-typicgroups. *American journal of Clinical Nutrition* (A, 361-367.
105. Muoio, D.M., Leddy, J.J., Horvath, P.J., Awad, A.B. & Pendergast, D.R. (1994) Effect of dietary fat on metabolic adjustments to maximal VO-, and endurance in runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 26, 81-88.
106. Leddy, J., Horvath, P., Rowland, J. & Pendergast, D. (1997) Effect of a high or low fat diet on cardiovascular risk factors in male and female runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 29,17-25.
107. Allen, L.R.Oddoye, E.A. & Margen, S. (1979) Protein-induced hypercalciuria: ,1 longer term study, *American Journal of Clinical Nutrition* 32,741-749.
108. Flynn, A. (1985) Milk proteins in the diets of those of intermediate years. In *Milk Proteins '84* (ed. T.E. Galesloot & BJ. Tinbergen), pp. 154-157. Pudoc, Wageningen.
109. Adolf, E.F. led.) (1947) *Physiology of Man in the Desert*, Interscience, New York.
110. Bauman, A. (1995) The epidemiology of heat stroke and associated therm oregu la lory disorders. In *Exercise anil Tlicrnwrcgulation* (ed. J.R. Sutton, M.W. Thompson and M.E. Tornde), pp. 203-208. The University of Sydney, Sydney.
111. Brodan, V., Kuhn,E., Pechar,)., **Placer**,Z. & Slabochova, Z. (1974) Effects of sodium glutamate infusion on ammonia formation during intense physical exercise. *Nutrition Reports International* 9,223-232.
112. Kasai, K., Kobayashi, M. & Shimoda, S. (1978) Stimulatory effect of glycine on human growth hormone secretion. *Metabolism* 27,201-208.
113. Isidori, A., Lo Monaco, A. & Cappa, M. (1981) A study of growth hormone release in man after oral administration of amino acids. *Current Medical Research Opinion!*, 475-481.
114. Maughan, R.l. & Sadler, DJ.M. (1983) The effects of oral administration of salts of asp.irtic acid on the metabolic response to prolonged exhausting exercise in man. *International Journal of Sports Medicine* 4, 119-123.
115. Segura, R. & Ventura, J. (1988) Effect of L-tryptophan supplementation on exercise performance, *Inlerna-tional journal of Sports Medicine* 9,301-305. Steen, S.N. (1991) Precontest strategies of a male **bodybuilder**, *International journal of Sports Nutrition* 1,69-78.

116. Wessen, M., McNaughton, L., Davies, P. & Tristram, S. (1988) Effects of oral administration of aspartic acid salts on the endurance capacity of trained athletes. *Research Quarterly in Exercise and Sport* **59**,234-239.
117. Bucci, L.R., Hickson, J.F., Pivamik, J.M, Wolinsky, I., McMahan, I.S. & Turner, S.D. (1990) Ornithine ingestion and growth hormone release in bodybuilders. *Nutrition Research* **10**,239-245.
118. **Blomstrand**, E., Hackmen, P., Kebob, B. & Newsholme, E.A. (1991) Administration of branched-chain amino acids during prolonged exercise effects on performance and on plasma concentration of some amino acids. *European journal of Applied Physiology* **63**, 83-88.
119. Kreider, R.B., Miller, G.W., Mitchell, M. *et al.* (1992) Effects of amino acid supplementation on ultraendurance triathlon performance. In *Proceedings of the First World Congress on Sports Nutrition* (ed. A. Marine, M. Rivero & R. Segura), pp. 490-536. Enero, Barcelona.
120. Kreider, R.B., Klesges, R., Harmon, K. *et al.* (1996) Effects of ingesting supplements designed to promote lean tissue accretion on body composition during resistance training. *International Journal of Sports Nutrition* **6**,234-246.
121. Fogelholm, G.M, Naveri, H.K., Kiilavuori, K.T.K. & Harkonen, M.H.K. (1993) Low dose amino acid supplementation: no effects on serum growth hormone and insulin in male weight lifters. *International journal of Sport Nutrition* **3**, 290-297.
122. Lambert, M.I., Hefer, J.A., Millar, R.P. & Macfarlane, P.W. (1993) Failure of commercial oral amino acid supplements to increase serum growth hormone concentrations in male body-builders. *International Journal of Sport Nutrition* **3**,298-305.
123. Newsholme, E.A. & Parry-Billings, M. (1994) Effects of exercise on the immune system. In *Physical Activity, Fitness, and Health* (ed. C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens), pp. 451-455. Human Kinetics, Champaign, IL.
124. Bigard, A.X., Laviet, P., Ullmann, L, Legrand, H., Douce, P. & Guezennec, C.Y (1996) Branched-chain amino acid supplementation during repeated prolonged skiing exercises at altitude. *International Journal of Sports Nutrition* **6**,295-306.
125. Wagenmakers, A.J.M. & van Hall, G. (1996) Branched-chain amino acids: nutrition and metabolism In exercise. In *Biochemistry of Exercise* Vol. IX (ed. R.J. Maughan & S.M. Shirreffs), pp. 431—443. Human Kinetics, Champaign, IL.
126. Suminski, R.R., **Robertson**, R.J., Goss, F.L. *et al.* (1997) Acute effect of amino acid ingestion and resistance exercise on plasma growth hormone concentration in young men. *Journal of Sport Nutrition* **7**,48-60.
127. Harper, A.E., Benevenga, N.J. & Wohleuter, R.M. (1970) Effects of ingestion of disproportionate amounts of amino acids. *Physiological Reviews* **50**,428-557.
128. Benevenga, N.I. &Steele, R.D. (1984) Adverse effects or excessive consumption of amino acids. *Annual Review of Nutrition* **4**,157-181.
129. Yokogoshi, H., Iwata, T., Ishida, K. & Yoshida, A. (1987) Effect of amino acid supplementation to low protein diet on brain and plasma levels of tryptophan and brain 5-hydroxytryptophan in rats. *Journal of Nutrition* **117**,42-47.
130. Tenman, A.J. & Hainline, B. (1991) Eosinophilia-myalgia syndrome. *Physician and Sportsmedicine* **19**, 81-86.
131. Fahey, T. (ed.) (1986) *Athletic Training: Principles and Practice*. Mayfield, Mountain View, CA.
132. MacDougall, J.D., Elder, G.C., Sale, D.G., Moroz, J.R. & Sutton, J.R. (1980) Effects of strength training and immobilisation on human muscle fibres. *European journal of Applied Physiology* **43**,25-34.

133. Maughan, R.J. (1984) The relationship between muscle strength and muscle cross-sectional area and the implications for training. *Sports Medicine* 1, 263-269.
134. Sutton, J.R., Farrel, P.A. & Harber, V.J. (1990) Hormonal adaptation to physical activity. In *Exercise, Fitness and Health* (ed. C. Bouchard, R.J. Shepard, T. Stephans, J.R. Sutton & B.D. McPherson), pp. 217-257. Human Kinetics, Champaign, IL.
135. Schott, McCully, K. & Rutherford, O.M. (1995) The role of metabolites in strength training: short vs. long isometric contractions. *European journal of Applied Physiology* 71,337-341.
136. Katch, V.L., et al.: Extreme muscular development in man: Body composition of competitive Olympic lifters, rower lifters, and body builders. *Med. Sci. Sports* 12:340, 1980
137. National Research Council (1989) *Recommended Dietary Allowances*, 10th edn. National Academy Press, Washington, DC.
138. Murray, R. (1987) The effects of consuming carbo-hydrate-electrolyte beverages on gastric emptying and fluid absorption during and following exercise. *Sports Medicine* 4,322-351.
139. **Lemon, P.** (1995) Do athletes need more dietary protein and amino acids? *International Journal of Sport Nutrition* 5 (Suppl),S39-S61.
140. Butterfield, G. (1991) Amino acids and high protein diets. In *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine*. Vol. 4. *Ergogenics: Enhancement of Performance in Exercise and Sport* led. D. Lamb & M. Williams), pp. 87-122. Brown and Benchmark, Indianapolis, IN.
141. Beltz, S. & Doering, P. (1993) Efficacy of nutritional supplements used by athletes. *Clinical Pharmacology* 12, 910-908.
142. Rosenbloom, C, Mi Hard-Stafford, M. & Lalhrnp. (1992) Contemporary ergogenic aids used by strength/power athletes, *journal of the American Dietetic Association* **92,1264-1266.**
143. Grunewald, K. & Bailey, R. (1993) Commercially marketed supplements for body building athletes. *Sports Medicine* 15,90-103.
144. Coleman, E. & Nelson Steen, S. (1996) *The Ultimate Sports Nutrition Handbook*. Bull Publishing, Palo Alto, CA.