

ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΕΙ ΚΤΗΤΗΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΗΤΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: ΠΡΩΤΕΪΝΙΚΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ ΜΥΪΚΟΥ ΟΓΚΟΥ



ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ: ΣΦΑΚΙΑΝΑΚΗ ΕΙΡΗΝΗ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΣΤΑΜΑΤΑΚΗ ΙΩΑΝΝΑ – ΣΤΑΜΑΤΟΠΟΥΛΟΥ ΦΩΤΕΙΝΗ

Περίληψη

Η εργασία αυτή αναφέρεται στην χρήση της πρωτεΐνης και των πρωτεϊνικών συμπληρωμάτων, από αθλούμενους και μη, με σκοπό την αύξηση της μυϊκής μάζας. Αρχικά γίνεται μια σύντομη αναφορά στις πρωτεΐνες και στον ρόλο που έχουν στην μυϊκή ανάπτυξη και στην αθλητική δραστηριότητα. Στην συνέχεια γίνεται παρουσίαση και ανάλυση των συμπληρωμάτων που χρησιμοποιούνται με μεγαλύτερη συχνότητα και διερευνάται η χρησιμότητα και η καταλληλότητά τους . Επιπλέον, γίνεται αναφορά στην διατροφή και στην σχέση που έχει με τον αθλητισμό, καθώς επίσης και στις πηγές που προσφέρουν αυξημένα ποσοστά πρωτεΐνης όταν καταναλωθούν μέσω της διατροφής. Τέλος γίνεται λόγος για τις πιθανές επιπτώσεις που μπορεί να έχει η υπερκατανάλωση των πρωτεϊνών στον οργανισμό από την αλόγιστη χρήση συμπληρωμάτων . Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι οι πρωτεϊνικές ανάγκες μπορούν να καλυφθούν μέσα από μια σωστά σχεδιασμένη και ισορροπημένη διατροφή και επομένως τα συμπληρώματα πρωτεϊνών είναι περιττά εκτός από ορισμένες περιπτώσεις (χορτοφάγοι) .

Abstract

This work relates to the use of the protein and protein supplements by athletes and non, to increase muscle mass. Firstly there is a brief reference to proteins and the role they have in muscle regeneration and sports activity. Then made a presentation and analysis of supplements used with greater frequency and investigates the usefulness and appropriateness. In addition, reference is made to diet and relationship with sport, as well as the sources that offer higher percentages of protein when consumed through diet. Finally talk about the potential impact that may arise from the consumption of proteins in the body from the excessive use of supplements. The conclusion is that the protein needs can be met through a properly designed and balanced diet and therefore protein supplements are unnecessary except in certain cases (vegetarians).

Λέξεις Κλειδιά

Πρωτεΐνες, Πρωτεϊνικά Συμπληρώματα, Μυϊκή Ανάπτυξη, Ορμόνες, Διατροφή, Άσκηση
Proteins, Protein Supplements, Muscle Regeneration, Hormones, Nutrition, Exercise

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1^ο

- 1.1 Πρωτεΐνες
- 1.2 Κατάταξη πρωτεϊνών
- 1.3 Λειτουργικός ρόλος των πρωτεϊνών στον οργανισμό
- 1.4 Σύσταση πρωτεϊνών
 - i. Σε αθλούμενους
 - Γυναίκες
 - Άντρες
 - ii. Σε μη αθλούμενους
 - Γυναίκες
 - Άντρες
- 1.5 Ποιότητα πρωτεϊνών
- 1.6 Ο ρόλος των πρωτεϊνών στην παραγωγή ενέργειας
- 1.7 Μυϊκή ανάπτυξη και πρωτεΐνες
- 1.8 Πρωτεΐνες και αθλητική δραστηριότητα

Κεφάλαιο 2^ο

- 2.1 Μυϊκό σύστημα: οργάνωση και ενεργοποίηση
- 2.2 Σύγκριση των σκελετικών, καρδιακών και λείων μυών
- 2.3 Δομή σκελετικού μυός
- 2.4 Χημική σύσταση μυός
- 2.5 Αιμάτωση των μυών
- 2.6 Συστολή και χάλαση των μυών
- 2.7 Αλληλουχία γεγονότων στην μυϊκή συστολή
- 2.8 Τύποι μυϊκών ινών

- i. Ίνες ταχείας συστολής
 - ii. Υποδιαίρεση των ινών ταχείας συστολής
 - iii. Ίνες βραδείας συστολής
- 2.9 Διαφορές σε αθλητές υψηλού επιπέδου
- 2.10 Υπερτροφική μυϊκή μάζα

Κεφάλαιο 3^ο

- 3.1 Αύξηση μυών και σχέση ορμονών
- 3.2 Αναβολικές και καταβολικές ορμόνες
- 3.3 Τεστοστερόνη
- 3.4 Ανδρογόνα – Αναβολικά Στεροειδή
- 3.5 Αυξητική Ορμόνη
- 3.6 Ινσουλίνη
- 3.7 Μυοστατίνη
- 3.8 Οιστρογόνα

Κεφάλαιο 4^ο

- 4.1 Διατροφικά εργογόνα βοηθήματα - Προϊόντα βοηθήματα αθλητικής απόδοσης
- 4.2 Συμπληρώματα που επιδρούν στον μεταβολισμό της ενέργειας
- 4.3 Συμπληρώματα- Ανάλυση της δράσης τους
 - 4.3.1 Κρεατίνη
 - 4.3.2 Καρνιτίνη
 - 4.3.3 Διττανθρακικό Νάτριο (Σόδα)
 - 4.3.4 Καφεΐνη
 - 4.3.5 Τριγλυκερίδια Μέσης Αλύσου
 - 4.3.6 Λευκίνη
 - 4.3.7 Πρωτεΐνη γάλακτος - Whey isolate
 - 4.3.8 β-υδροξύ β-μέθυλο βουτυρικό οξύ (HMB)

4.4 Ειδικά συμπληρώματα για αύξηση μυϊκού όγκου

4.4.1 Πρωτεΐνες

4.4.2 Διακλαδισμένα αμινοξέα

4.5 Άλλα διατροφικά σκευάσματα

Κεφάλαιο 5^ο

5.1 Άσκηση και ενεργειακές απαιτήσεις

5.2 Άσκηση και χρήση συμπληρωμάτων

5.3 Τύπος άσκησης και χρήση συμπληρωμάτων

- Συμπλήρωμα πρωτεΐνης
- Συμπλήρωμα Βιταμινών & Μετάλλων

5.4 Τα απαραίτητα συστατικά του γεύματος πριν- κατά- μετά τον αγώνα

5.5 Συστάσεις διατροφικής πρόσληψης πρωτεϊνών για αθλητές

5.6 Ο ρόλος των Υδατανθράκων στην Άσκηση

5.7 Ταυτόχρονη κατανάλωση Πρωτεϊνών με Υδατάνθρακες

Κεφάλαιο 6^ο

6.1 Διατροφή και Αθλητισμός

6.2 Χορτοφάγος Αθλητής

6.3 Τροφές με μεγάλη περιεκτικότητα πρωτεϊνών

6.4 Αθλητικά τρόφιμα και Χαρακτηριστικά τους

6.5 Επιπτώσεις στην υγεία από αυξημένη κατανάλωση πρωτεϊνών

6.6 Ενδεικτική διαιτολόγιο για αύξηση μυϊκού όγκου

Κεφάλαιο 1^ο

1.1 Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες αποτελούν το 75% του στερεού υπολείμματος των μαλακών ιστών του ανθρώπινου σώματος.

Τα χαρακτηριστικά του μορίου των πρωτεϊνών είναι ότι εκτός από τον άνθρακα, οξυγόνο και υδρογόνο τα οποία περιέχονται και στα λίπη και στα σάκχαρα περιέχουν επιπλέον και άζωτο . Οι περισσότερες πρωτεΐνες περιέχουν επίσης θείο και φώσφορο . Ο ανθρώπινος οργανισμός δεν μπορεί να συνθέσει πρωτεΐνες από λίπη ή σάκχαρα και επομένως πρέπει να καταναλώνει πρωτεϊνούχες τροφές. **(Ζερφυρίδης, 1998)**

Οι πρωτεΐνες αποτελούνται από αμινοξέα. Υπάρχουν 20 αμινοξέα. Τα αμινοξέα διακρίνονται στα απαραίτητα και στα μη-απαραίτητα. Τα οκτώ απαραίτητα αμινοξέα δεν μπορούν να δημιουργηθούν σε ικανοποιητικές ποσότητες στο σώμα, και πρέπει επομένως να παρασχεθούν μέσω των τροφίμων. Τα 12 μη απαραίτητα αμινοξέα μπορούν να δημιουργηθούν από άλλα αμινοξέα της διαίτας. Τα τρόφιμα που περιέχουν ζωικές πρωτεΐνες, όπως το κρέας, το γάλα και τα αυγά, περιέχουν άφθονες ποσότητες όλων των απαραίτητων αμινοξέων. Οι φυτικές πηγές πρωτεϊνών δεν έχουν ένα ή περισσότερα από τα ουσιαστικά αμινοξέα ή έχουν λιγότερη από την επαρκή ποσότητα. Αυτά τα τρόφιμα, ωστόσο, μπορούν να συνδυαστούν σε μια διαίτα που θα παρέχει τις απαραίτητες ποσότητες . **(EUFIC, 2001)**

1.2 Κατάταξη Πρωτεϊνών

Με βάση την δομή τους κατατάσσουμε τις πρωτεΐνες σε δύο μεγάλες κατηγορίες τις **σκληροπρωτεΐνες** και τις **σφαιρικές πρωτεΐνες**. Οι σκληροπρωτεΐνες είναι δυσδιάλυτες στο νερό και ινώδεις και τις βρίσκουμε κυρίως στον εριστικό ιστό των ζώων, ενώ οι σφαιρικές πρωτεΐνες είναι ευδιάλυτες στο νερό και είναι ευρύτατα διαδεδομένες.

Με βάση τον βιολογικό τους ρόλο πάλι, τις κατατάσσουμε σε δύο μεγάλες κατηγορίες στις **δομικές** και στις **λειτουργικές πρωτεΐνες**. Οι δομικές πρωτεΐνες συμβάλλουν στην διαμόρφωση της υφής και στην διατήρηση της μορφολογικής σταθερότητας των ιστών. Τέτοιες πρωτεΐνες είναι το κολλαγόνο, οι κερατίνες καθώς και ορισμένες πρωτεΐνες των μεμβρανών. Οι λειτουργικές πρωτεΐνες έχουν ένα

σημαντικό κοινό χαρακτηριστικό: μπορούν να αναγνωρίζουν και να δεσμεύουν εκλεκτικά ορισμένα μόρια που ονομάζονται προσδέτες με στόχο την ομαλή λειτουργία των διαφόρων συστημάτων του οργανισμού (καταλυτικές, μεταφέρουσες, κινητικές, αμυντικές, αποθηκευτικές, ρυθμιστικές και μολυσματικές). (Γεωργιάτσου, 2005)

1.3 Λειτουργικός Ρόλος των Πρωτεϊνών στον Οργανισμό

Οι κύριες χρησιμότητες των πρωτεϊνών είναι:

1. Είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη. Τα λίπη και τα σάκχαρα δεν μπορούν να αντικαταστήσουν τις πρωτεΐνες διότι δεν παρέχουν άζωτο.
2. Παρέχουν τα απαραίτητα αμινοξέα για την σύνθεση ιστών και τη συντήρηση του οργανισμού αντικαθιστώντας γενικά φθορές του.
3. Παρέχουν την πρώτη ύλη για τη δημιουργία πεπτικών υγρών, ορμονών, πλάσματος, αιμογλοβίνης και ενζύμων.
4. Όταν πλεονάζουν από την κάλυψη των παραπάνω αναγκών οι πρωτεΐνες χρησιμοποιούνται για παροχή ενέργειας. Είναι όμως σπατάλη να χρησιμοποιείται η πρωτεΐνη για τον σκοπό αυτό κι εξάλλου δίνει φόρτο εργασίας στον οργανισμό για τον καταβολισμό της.
5. Έχουν ρυθμιστικές ιδιότητες γι' αυτό βοηθούν στην διατήρηση των αντιδράσεων σε διάφορα υποστρώματα μέσα στον οργανισμό όπως το πλάσμα, το εγκεφαλονωτιαίο υγρό και τις εντερικές εκκρίσεις. (Ζερφυρίδης, 1998)

1.4 Σύσταση Πρωτεϊνών

- Σε αθλούμενους άνδρες

ΑΘΛΗΜΑ	ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΡΟΣΛΗΨΗ (gr/kg/day)

Άρση βαρών	1,9
Body Building	2,1
Ποδόσφαιρο	1,9
Καλαθοσφαίριση	1,9
Ποδηλασία	1,9
Μαραθώνιος	2
Κωπηλασία	1,6

- Σε αθλούμενες γυναίκες

ΑΘΛΗΜΑ	ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΡΟΣΛΗΨΗ (gr/kg/day)
Ποδηλασία	1,1
Κωπηλασία	1,6
Καλαθοσφαίριση	1
Κολύμβηση	1,2
Δρομείς	1,5

- Σε μη αθλούμενους

Άνδρες (gr/kg/day)		Γυναίκες (gr/kg/day)	
Έφηβοι	Ενήλικες	Έφηβοι	Ενήλικες
0,9	0,8	0,9	0,8

(Χασαπίδου, Φαχαντίδου, 2002)

1.5 Ποιότητα Πρωτεϊνών

Η ποιότητα πρωτεΐνης περιγράφει τα χαρακτηριστικά μιας πρωτεΐνης σε σχέση με την ικανότητά της να επιτύχει μεταβολικές δράσεις. Νέα έρευνα αποκαλύπτει όλο και πιο σύνθετους ρόλους για πρωτεΐνες και αμινοξέα στη ρύθμιση της σύστασης του σώματος και της υγείας των οστών, την γαστρεντερική λειτουργία και βακτηριακή χλωρίδα, την ομοιόσταση της γλυκόζης, την κυτταρική σηματοδότηση και τον κορεσμό. Τα διαθέσιμα στοιχεία μέχρι σήμερα δείχνουν ότι η ποιότητα είναι σημαντική όχι μόνο στην ελάχιστη συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη αλλά και σε υψηλότερες προσλήψεις. **(Millward, 2008)**

Οι πρωτεΐνες βρίσκονται σε διάφορα τρόφιμα. Τόσα τα ζωικά όσο και τα φυτικά κύτταρα περιέχουν πρωτεΐνες αλλά η ποσότητα πρωτεΐνης που είναι παρούσα στα τρόφιμα ποικίλλει. Επίσης είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι δεν πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μόνο την ποσότητα της πρωτεΐνης αλλά και την ποιότητά της η οποία εξαρτάται από τα αμινοξέα που την αποτελούν. Γενικά, πρωτεΐνες από ζωικές πηγές έχουν υψηλότερη βιολογική αξία από τις πρωτεΐνες που προέρχονται από φυτικές πηγές. Ζωικές πηγές πρωτεΐνης είναι το κρέας, τα πουλερικά, τα ψάρια, τα αυγά, το γάλα, το τυρί και το γιαούρτι και παρέχουν πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας. Τα φυτικά τρόφιμα, όπως τα όσπρια, τα δημητριακά, οι ξηροί καρποί, οι σπόροι και τα λαχανικά παρέχουν πρωτεΐνες χαμηλής βιολογικής αξίας.

Εντούτοις, δεδομένου ότι το περιοριστικό αμινοξύ τείνει να είναι διαφορετικό στις διαφορετικές φυτικές πρωτεΐνες, ο συνδυασμός φυτικών πηγών πρωτεϊνών στο ίδιο γεύμα (π.χ. όσπρια με δημητριακά) δίνει συχνά ένα μείγμα υψηλότερης βιολογικής αξίας. Αυτοί οι συνδυασμοί συναντώνται γενικά στις παραδοσιακές μαγειρικές συνταγές από τις διαφορετικές ηπείρους (π.χ. φασόλια με ρύζι, ρεβίθια με ψωμί, φακές με πατάτες, κ.λπ.).

Οι δίαιτες που περιέχουν και ζωικά και φυτικά τρόφιμα στον αναπτυγμένο κόσμο παρέχουν επαρκείς ποσότητες πρωτεϊνών. Εντούτοις, οι υποομάδες του πληθυσμού που αποφεύγουν την κατανάλωση όλων των τροφίμων ζωικής προέλευσης, μπορεί να αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κάλυψη των πρωτεϊνικών απαιτήσεών τους. **(EUFIC, 2008)**

Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη ενός επιλεγμένου αριθμού τροφίμων (g/100g τροφίμου)

Τρόφιμο	Ποσότητα πρωτεΐνης (g ανά 100g τροφίμου)
Άσπρο ρύζι, μαγειρεμένο	2.6
Ζυμαρικά, μαγειρεμένα	7.7
Άσπρο ψωμί	7.9
Ημιαποβουτυρωμένο γάλα	3.4
Τυρί Cheddar	25.4
Αυγό ποσσέ	12.5
Ψητό κόντρα φιλέτο	31.0
Φιστίκια	25.6

(EUFIC, 2008)

Επίσης ένα τρόφιμο που έχει αυξημένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη είναι το κινόα, καθώς σύμφωνα με τα αποτελέσματα έρευνας έδειξε ότι η πεπτικότητα της πρωτεΐνης στο κινόα είναι συγκρίσιμη με εκείνη των άλλων τροφίμων υψηλής ποιότητας πρωτεϊνών. (Ruales, 1992)

Η ακριβέστερη μέθοδος αξιολόγησης της ποιότητας της πρωτεΐνης με βάση τόσο τις απαιτήσεις των αμινοξέων στον ανθρώπινο οργανισμό όσο και την ικανότητα του οργανισμού να τις πέμψει σύμφωνα με την αμερικανική Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) και τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας των Ηνωμένων Εθνών (FAO / WHO) το 1993, ορίστηκε η

μέθοδος Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS). (Boutrif, 1991)

Ο πίνακας δείχνει τις βαθμολογίες των επιλεγμένων τροφίμων σύμφωνα με την μέθοδο PDCAAS. Ξεκινώντας από τα τρόφιμα με τις υψηλότερες τιμές.

1.00	Καζεΐνη (πρωτεΐνη γάλακτος)
1.00	ασπράδι αυγού
1.00	σόγια
1.00	Ορός γάλακτος
0.92	Βοδινό κρέας
0.91	Όσπρια σόγιας
0.82	Μπιζέλια
0.78	ρεβίθια
0.76	Φρούτα
0.75	Μαύρα φασόλια
0.73	Λαχανικά
0.70	Άλλα όσπρια
0.59	Δημητριακά και παράγωγα
0.52	Φιστικιά αράπικα
0.42	Σιτάρι ολικής άλεσης
0.25	Τρόφιμα χωρίς γλουτένη

(Shaafsma, 2000, Sharez , 2004, Hoffman, 2004)

1.6 Ρόλος των Πρωτεϊνών στην Παραγωγή Ενέργειας

Η παραγωγή ενέργειας γίνεται από τα μιτοχόνδρια. Ο ρόλος των μιτοχονδρίων είναι η εξασφάλιση ενέργειας. Τα μιτοχόνδρια χρησιμοποιούνται από τα κύτταρα για τον μεταβολισμό των βιολογικών μακρομορίων που προσλαμβάνουν οι οργανισμοί με τις τροφές. **(Alberts, 2006)**

Σημαντικές πηγές ενέργειας κατά την διάρκεια της άσκησης αποτελούν τα λίπη και οι υδατάνθρακες, ενώ οι πρωτεΐνες συνεισφέρουν ελάχιστα. Αντίθετα όταν ο οργανισμός βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας, ειδικά κατά τη διάρκεια της πείνας, η πρωτεΐνη (μέσω της ηπατικής γλυκονεογένεσης και την άμεση οξείδωση) συμβάλλει σημαντικά στη συνολική μεταβολική λειτουργία του σώματος. **(Lemon, 1981)**

Ο οργανισμός όμως μπορεί να χρησιμοποιήσει τις πρωτεΐνες σαν πηγή ενέργειας όταν δεν υπάρχουν τα κύρια υποστρώματα για κατανάλωση δηλαδή υδατάνθρακες και λίπη. **(Ζερφυρίδης, 1998)** Σ' αυτή την περίπτωση η ενέργεια προέρχεται από τα αμινοξέα τα οποία μεταβολίζονται από τους σκελετικούς μύες και είναι κυρίως τα αμινοξέα διακλαδισμένης αλυσού (λευκίνη, ισολευκίνη και βαλίνη) τα οποία διασπώνται προς ενδιάμεσα προϊόντα, τα οποία συμμετέχουν στον κύκλο του κιτρικού οξέως, ο οποίος αποτελεί το κεντρικό σημείο του οξειδωτικού μεταβολισμού. **(Ronald, 2006)** Γεγονός όμως που δεν θα πρέπει να συμβαίνει γιατί προορισμός των πρωτεϊνών είναι η σύνθεση αμινοξέων στο σώμα, εργασία που μονάχα οι πρωτεΐνες μπορούν να ολοκληρώσουν και καμία άλλη θρεπτική ουσία. **(Ζερφυρίδης, 1998)**

Επομένως οι πρωτεΐνες συμμετέχουν στην παραγωγή ενέργειας, ωστόσο ένα μικρό ποσοστό τους οξειδώνεται κατά την διάρκεια παρατεταμένης άσκησης. Η χρησιμοποίηση των πρωτεϊνών ως ενεργειακό υπόστρωμα αυξάνεται όταν τα άλλα ενεργειακά υποστρώματα, ιδίως οι υδατάνθρακες, δεν είναι διαθέσιμα, αλλά υπό φυσιολογικές συνθήκες η οξείδωση των πρωτεϊνών δεν συμμετέχει στην παραγωγή ενέργειας σε ποσοστό μεγαλύτερο από το 5% της συνολικής ενεργειακής απαίτησης άσκησης διάρκειας 2-3 ωρών. Παρότι οι σωματικές πρωτεΐνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ενεργειακά υποστρώματα, δεν υπάρχει ένα σημαντικό απόθεμα πρωτεϊνών για το σκοπό αυτό. Η απώλεια δομικών και λειτουργικών πρωτεϊνών είναι ανεκτή μόνο σε περιορισμένο βαθμό χωρίς να μειωθεί η απόδοση ή να επηρεαστεί η υγεία. **(Ronald, 2006)**

1.7 Μυϊκή Ανάπλαση και Πρωτεΐνες

Οι μύες αποτελούνται σε μεγάλο ποσοστό από πρωτεΐνες (αν και το νερό είναι το κυριότερο στοιχείο, σε ποσοστό 75% του συνολικού βάρους) και οι λειτουργικές ιδιότητες τους εξαρτώνται από τη σύσταση τους σε πρωτεΐνες. **(Ronald, 2006)**

Η πρωτεινοσύνθεση στους σκελετικούς μύες είναι διαμορφωμένη με μία ποικιλία ερεθισμάτων. Δύο ερεθίσματα λαμβάνουν μεγάλη προσοχή σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες 1) η αυξημένη διαθεσιμότητα αμινοξέων και 2) η άσκηση. Και τα δύο διεγείρουν την σύνθεση πρωτεϊνών. Επιπλέον έπειτα από ανασκόπηση μίας σειράς μελετών κατανοήθηκε ότι κατά την άσκηση στην πρωτεινοσύνθεση των σκελετικών μυών βοηθά η κατανάλωση ινσουλίνης και αμινοξέων. Η αυξημένη διαθεσιμότητα αμινοξέων διεγείρει τη σύνθεση πρωτεϊνών στον σκελετικό μυ. Ενώ η σύνθεση πρωτεΐνης στον σκελετικό μυ μέσω της άσκησης ποικίλει ανάλογα με το είδος της άσκησης **(David, 2000)** , η προπόνηση δύναμης οδηγεί σε αύξηση της μυϊκής μάζας, κάτι που υποδηλώνει αύξηση της σύνθεσης ακτίνης και μυοσίνης. Η άσκηση αντοχής έχει μικρή επίδραση στη μυϊκή μάζα, αλλά αυξάνει σημαντικά τις μιτοχονδριακές πρωτεΐνες, ιδιαίτερα αυτές που σχετίζονται με τον οξειδωτικό μεταβολισμό **(Lemon, 2001)**. Ενώ λιγότερη σημασία έχει η διάρκεια της άσκησης, καθώς σύμφωνα με την πλειοψηφία των μελετών η σύνθεση της πρωτεΐνης δεν αλλάζει κατά τη διάρκεια της άσκησης, σε αντίθεση η σύνθεση των μεικτών πρωτεϊνικών μυών αυξάνει μετά την άσκηση αντίστασης. **(David, 2000, Yoshizawa, 1998)**

Επιπλέον η πρόσληψη πρωτεΐνης μετά την άσκηση αντίστασης αυξάνει την σύνθεση των πρωτεϊνών των μυών και αναστέλλει την διάσπαση τους, επιτρέποντας έτσι την καθαρή προσαύξηση των πρωτεϊνών των μυών κατά την διάρκεια της αποκατάστασης μετά την άσκηση. **(Phillips, 1997, Tripton, 1999)**

Σύμφωνα με έρευνες συχνά προτείνουν διαιτητικά πρωτεϊνικά συμπληρώματα για μεγιστοποίηση του σκελετικού μύος όταν υπάρχει παρατεταμένη άσκηση τύπου αντίστασης καθώς επίσης τα ίδια αποτελέσματα επιφέρει όταν τα συμπληρώματα καταναλώνονται κατά την διάρκεια της άσκησης. **(Bird, 2006, Hartman, 2007, Josse, 2010)**

Σύμφωνα με μία πρόσφατη μετά ανάλυση σε όλες τις μελέτες που δημοσιεύθηκαν πριν τον Μάιο του 2011, ερεύνησε τις επιπτώσεις των διατροφικών πρωτεϊνικών συμπληρωμάτων κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης τύπου αντίστασης σε υγιή άτομα. Οι συγκεντρωτικοί υπολογισμοί έδειξαν ότι τα συμπληρώματα πρωτεϊνών κατά την διάρκεια τρίμηνης άσκησης τύπου αντίστασης οδήγησε σε μικρή αλλά σημαντικά μεγαλύτερη αύξηση σε άλυπη μάζα (FFM 0,78kg) και μυϊκή δύναμη σε σχέση με προπόνηση τύπου αντίστασης χωρίς τη χρήση πρωτεϊνικών συμπληρωμάτων. (Cermak, 2012)

1.8 Πρωτεΐνες και Αθλητική Δραστηριότητα

Η συνεισφορά των πρωτεϊνών στο συνολικό ενεργειακό κόστος άσκησης αποτελεί περίπου 3-6%. Ο πρωτεϊνικός καταβολισμός επηρεάζεται ανάλογα με τη διάρκεια της άσκησης αλλά και με τον τύπο της άσκησης.

Η επίδραση της κατανάλωσης πρωτεΐνης μετά από άσκηση αντοχής στη σύνθεση πρωτεϊνών δεν έχει μελετηθεί επαρκώς. Φαίνεται ότι η απόκριση αυτή ποικίλει, ανάλογα με την ένταση της άσκησης, αλλά εξαρτάται και από το είδος της σωματικής πρωτεΐνης της οποίας ο ρυθμός σύνθεσης εξαρτάται –για παράδειγμα η σύνθεση των μιτοχονδριακών πρωτεϊνών μπορεί να είναι διαφορετική από αυτή των πρωτεϊνών των μυϊκών ινών.

Σε αντίθεση με την άσκηση αντοχής, η άσκηση αντίστασης δεν φαίνεται να αυξάνει την οξειδωση της λευκίνης, κάτι το οποίο ενδεχομένως αντανακλά το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια άσκησης υψηλής έντασης η παραγωγή ενέργειας γίνεται μέσω μη οξειδωτικών μηχανισμών, κυρίως με την χρησιμοποίηση της φωσφο-κρεατίνης και των αποθεμάτων γλυκογόνου. Μελέτες στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν νέες τεχνικές έχουν μετρήσει τους ρυθμούς πρωτεϊνικού καταβολισμού και σύνθεσης μετά από άσκηση αντίστασης.

Κατά την διάρκεια των πρώτων ωρών μετά την άσκηση παρατηρείται μια αύξηση τόσο στο ρυθμό διάσπασης των πρωτεϊνών, όσο και στον ρυθμό πρωτεϊνικής σύνθεσης. Αν οι εξεταζόμενοι ασκηθούν και παραμείνουν σε κατάσταση νηστείας, το συνολικό αποτέλεσμα είναι καταβολικό (ο ρυθμός διάσπασης είναι μεγαλύτερος από τον ρυθμό σύνθεσης), αλλά λιγότερο αρνητικό σε σχέση με την κατάσταση νηστείας

χωρίς άσκηση. Με άλλα λόγια η προπόνηση αντίστασης είτε αυξάνει την σύνθεση των πρωτεϊνών είτε μειώνει τον καταβολισμό που παρατηρείται σε συνθήκες νηστείας και ηρεμίας. Ωστόσο όταν οι εξεταζόμενοι κατανάλωναν ένα σκεύασμα που περιείχε απαραίτητα αμινοξέα μαζί με μία σχετικά μεγάλη ποσότητα υδατανθράκων(50 – 100γρ) τότε το συνολικό αποτέλεσμα είναι αναβολικό. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται όταν η κατανάλωση πρωτεϊνών και υδατανθράκων γίνεται στις ώρες που ακολουθούν μετά την άσκηση, αλλά με βάση πολύ πρόσφατες μελέτες, πραγματοποιείται σε μεγαλύτερο βαθμό όταν η κατανάλωση πρωτεϊνών και υδατανθράκων γίνεται αμέσως μετά το τέλος της άσκησης. (**Wagenmakers, 2000, Tarnopolsky, 2000**)

Κεφάλαιο 2^ο

2.1 Μυϊκό σύστημα: Οργάνωση και Ενεργοποίηση

Η ανθρώπινη κίνηση βασίζεται στον μετασχηματισμό της χημικής ενέργειας, που βρίσκεται δεσμευμένη στο ATP σε μηχανική κινητική ενέργεια. Αυτός ο ειδικός ενεργειακός μετασχηματισμός επιτυγχάνεται με την δράση των σκελετικών μυών. Οι μυϊκές δυνάμεις, που δρουν στα οστά του ανθρώπινου σώματος, που δρουν σαν μοχλοί, προκαλούν την μετακίνηση ενός ή περισσότερων οστών, τα οποία κινούνται κατά τους άξονες της άρθρωσης.

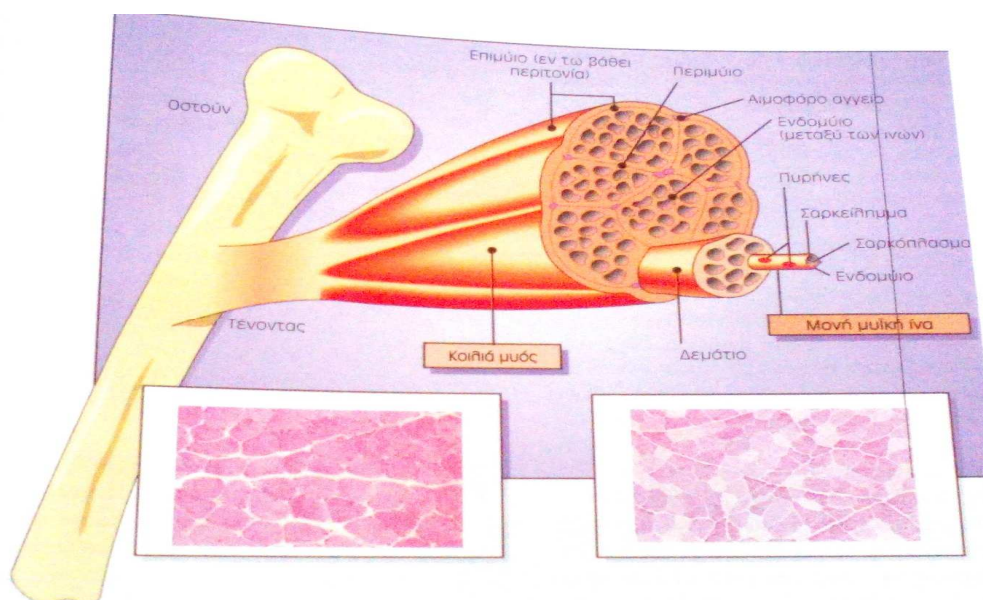
2.2 Σύγκριση των Σκελετικών, Καρδιακών και Λείων Μυών

Οι άνθρωποι έχουν τρεις τύπους μυών (καρδιακοί, λείου και σκελετικοί ή γραμμωτοί), που διαφέρουν λειτουργικά και ανατομικά. Ο καρδιακός μυς, όπως δείχνει και το όνομα, υπάρχει μόνο στην καρδιά. Έχει πολλά κοινά χαρακτηριστικά με τους σκελετικούς μυς. Και οι δύο είναι γραμμωτοί στην μικροσκοπική υφή τους και συσπώνται με παρόμοιο τρόπο. Οι λείοι μύες δεν έχουν γραμμωτή δομή, αλλά έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό με τον καρδιακό μυ: λειτουργούν ασυνείδητα.

2.3 Δομή Σκελετικού Μυός

Καθένας από τους 430 μύς του ανθρώπινου σώματος περιβάλλεται από ινώδη συνδετικό ιστό. Στην εικόνα που ακολουθεί απεικονίζεται ένας μύς σε εγκάρσια διατομή, στην οποία φαίνεται ότι ο μύς αποτελείται από χιλιάδες κυλινδρικά μυϊκά κύτταρα, τα οποία ονομάζονται ίνες. Αυτές οι μακριές, λεπτές πολυπυρηνικές ίνες (των οποίων ο αριθμός πιθανότατα καθορίζεται κατά την διάρκεια του δευτέρου τριμήνου της ενδομήτριας ανάπτυξης) κείνται παράλληλα η μία με την άλλη και η δύναμη συστολής αναπτύσσεται κατά τον επιμήκη άξονα τους.

Κάθε ίνα περιβάλλεται και έτσι ξεχωρίζει από τις μυϊκές της ίνες, από μια λεπτή στιβάδα συνδετικού ιστού, που ονομάζεται ενδομύιο. Μια άλλη λεπτή στιβάδα συνδετικού ιστού, το περιμύιο, περιβάλλει μια δέσμη από περίπου 150 ίνες, που ονομάζεται μυϊκή δεσμίδα. Ολόκληρος ο μύς περιβάλλεται από μία μεμβράνη συνδετικού ινώδους ιστού, που ονομάζεται επιμύιο. Αυτό το προστατευτικό στρώμα σφραγίζει στα τελικά του άκρα καθώς καταδύεται και ενώνεται με τα τον ενδομυϊκό συνδετικό ιστό για να σχηματίσει τον πυκνό, ισχυρό συνδετικό ιστό των τενόντων. Οι τένοντες συνδέουν και τα δυο άκρα των μυών στην εξώτατη στιβάδα των οστών το περίστωο. Με τον τρόπο αυτό, η δύναμη της μυϊκής συστολής μεταφέρεται άμεσα από τον μυϊκό συνδετικό ιστό στους τένοντες και μέσω αυτών στο οστό στα σημεία που προσφύονται.



(Sobotta, 1992)

Από κάτω από το ενδομύιο βρίσκεται το σαρκείλημα, το οποίο περιβάλλει κάθε μυϊκή ίνα. Αυτή η λεπτή, ελαστική μεμβράνη εσωκλείει το περιεχόμενο των κυττάρων των ινών. Το υδατικό πρωτόπλασμα ή το σαρκόπλασμα του κυττάρου περιέχει τις συστατικές πρωτεΐνες, τα ένζυμα, τα λιπίδια και το γλυκογόνο, τον πυρήνα και τα διάφορα εξειδικευμένα κυτταρικά οργανίδια. Μέσα στο σαρκόπλασμα βρίσκεται εγκλεισμένο ένα εκτεταμένο διασυνδεδετικό δίκτυο σωληναρίων και κυστιδίων, γνωστό ως σαρκοπλασματικό δίκτυο. Αυτό το υψηλής εξειδίκευσης σύστημα εφοδιάζει το κύτταρο με το κατάλληλο δομικό υπόβαθρο και επίσης εξυπηρετεί και άλλες σημαντικές λειτουργίες της μυϊκής συστολής.

2.4 Χημική Σύσταση Μυός

Περίπου το 75% των σκελετικών μυών είναι νερό, το 20% πρωτεΐνες και το υπόλοιπο 5% αποτελείται από ανόργανα άλατα και άλλες ουσίες, στις οποίες περιλαμβάνονται τα υψηλής ενέργειας φωσφορικά, η ουρία, το γαλακτικό οξύ, τα μέταλλα ασβεστίου, μαγνήσιο και φώσφορος, διάφορα ένζυμα και ιχνοστοιχεία. Ακόμη στις μυϊκές ίνες απαντώνται ιόντα νατρίου, καλίου και χλωρίου, αμινοξέα, λιπίδια και υδατάνθρακες.

2.5 Αιμάτωση Μυών

Κατά την διάρκεια της άσκησης που απαιτεί πρόσληψη οξυγόνου της τάξης των 4000ml/min, περίπου η πρόσληψη του οξυγόνου από τους μυς αυξάνει περίπου 70 φορές και φτάνει περίπου τα 3400ml/min. Για την εξυπηρέτηση των μεγάλων απαιτήσεων, των ενεργούντων μυών, σε οξυγόνο, το τοπικό κυκλοφορικό δίκτυο πρέπει να παρέχει μεγάλες ποσότητες αίματος στους ενεργούντες ιστούς. Στη ρυθμική άσκηση, όπως το τρέξιμο, το κολύμπι ή η ποδηλασία, η αιματική ροή είναι κυματοειδής. Μειώνεται, δηλαδή κατά τη διάρκεια της φάσης της μυϊκής συστολής και αυξάνεται κατά τη διάρκεια της περιόδου ηρεμίας. Αυτό λειτουργεί σαν «αντλία», που διευκολύνει την αιματική ροή διαμέσου των μυών και την επιστροφή του αίματος στην καρδιά. Συμπληρωματικά, σε αυτή την σφυγμική αιματική ροή, λαμβάνει χώρα και διαστολή, προηγούμενα κλειστών τριχοειδών, ώστε να αυξάνεται η λειτουργική επιφάνεια ανταλλαγής αερίων και θρεπτικών ουσιών.

Οι δραστηριότητες που απαιτούν μεγάλη εξοντωτική προσπάθεια παρουσιάζουν διαφορετική εικόνα. Όταν ένας μυς συσπάται κατά 60% της ικανότητας παραγωγής δύναμης, η αιματική ροή στο μυ αυτό αποφράσσεται ως αποτέλεσμα της αυξημένης ενδομυϊκής πίεσης. Με τη διαρκή στατική ή ισομετρική συστολή, η συμπιεστική δύναμη της συστολής μπορεί να σταματήσει πραγματικά την αιματική ροή. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, η ενέργεια που απαιτείται για τη συνέχιση της μυϊκής προσπάθειας παράγεται κυρίως από τα αποθηκευμένα φωσφορικά και μέσω της αναερόβιας γλυκολυτικής οδού.

Αύξηση της Πυκνότητας των Μυϊκών Τριχοειδών

Ένας παράγοντας που συχνά προτείνεται για τη βελτίωση της ικανότητας άσκησης με την προπόνηση είναι η αύξηση της τριχοειδικής πυκνότητας στους γυμνασμένους μυς. Η τριχοειδική κυκλοφορία εκτός από το ρόλο της στη μεταφορά οξυγόνου, θρεπτικών ουσιών και ορμονών αποτελεί επίσης το μέσο απομάκρυνσης της θερμότητας και των προϊόντων του μεταβολισμού από τους ενεργούς ιστούς. Όλες αυτές οι λειτουργίες εξυπηρετούνται καλύτερα από μια μεγαλύτερη τριχοειδική πυκνότητα του μυϊκού ιστού. Αρκετές μελέτες δείχνουν θαυμάσια αποτελέσματα στην αύξηση της τριχοειδικής πυκνότητας των σκελετικών μυών μετά από προπόνηση αντοχής. Σε μελέτη που έγινε με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου, αποδείχθηκε ότι ο αριθμός των τριχοειδών ανά μυ (όπως επίσης και ο αριθμός των τριχοειδών ανά τετραγωνικό χιλιοστό μυϊκού ιστού) ήταν κατά μέσο όρο 40% μεγαλύτερος σε αθλητές αντοχής από ότι σε απροπόνητα άτομα. Η λειτουργική σημασία αυτής της απάντησης, λόγω της προπόνησης, συνίσταται στο γεγονός ότι η αύξηση της τριχοειδικής πυκνότητας βελτιώνει την οξυγόνωση στα μυϊκά αυτά κύτταρα. Αυτό θεωρείται επωφελές κατά την πολύ έντονη άσκηση, η οποία απαιτεί υψηλό επίπεδο σταθερού ρυθμού αερόβιου μεταβολισμού.

Υφή Σκελετικού Μυός

Κάθε μυϊκή ίνα αποτελείται από μικρότερες λειτουργικές μονάδες, οι οποίες διατάσσονται παράλληλα με τον επιμήκη άξονα της ίνας. Αυτά τα ινίδια ή μυοϊνίδια έχουν διάμετρο περίπου 1μ και αποτελούνται από μικρότερες, ακόμη, μονάδες τα νημάτια ή μυονημάτια, τα οποία διατάσσονται επίσης παράλληλα με τον επιμήκη άξονα των μυοϊνιδίων. Τα μυονημάτια αποτελούνται κυρίως από δυο πρωτεΐνες, την

ακτίνη και την μυοσίνη, οι οποίες αποτελούν το 84% περίπου του μυοϊνδιακού συμπλέγματος.

Το σαρκομέριο

Σε μικρή μεγέθυνση, οι μυϊκές ίνες παρουσιάζουν μια χαρακτηριστική γραμμωτή εμφάνιση, η οποία οφείλεται σε ανοιχτόχρωμες και σκούρες ζώνες που διατάσσονται κατά μήκος της μυϊκής ίνας.

Η ανοιχτή περιοχή είναι γνωστή σαν ζώνη I και η σκούρα περιοχή σαν ζώνη A. Η γραμμή Z διχοτομεί την ταινία I και προσκολλάται στο σαρκείλημα, προσδίδοντας στη ζώνη αυτή σταθερότητα. Η επαναλαμβανόμενη μονάδα μεταξύ δύο γραμμών Z καλείται σαρκομέριο και αποτελεί την λειτουργική μονάδα του μυϊκού κυττάρου. Τα ινίδια ακτίνης και μυοσίνης μέσα στα σαρκομέρια, διαδραματίζουν πρωταγωνιστικό ρόλο στη μηχανική διαδικασία της μυϊκής συστολής.

Η θέση στο σαρκομέριο της λεπτής ακτίνης και της παχύτερης πρωτεΐνης μυοσίνης, έχει σαν αποτέλεσμα την επικάλυψη των δυο νηματίων. Το κέντρο της ζώνης A περιέχει το τη ζώνη H, μια περιοχή μικρότερης οπτικής πυκνότητας εξαιτίας της απουσίας νηματίων ακτίνης στην περιοχή αυτή. Το κεντρικό τμήμα της ζώνης H διχοτομείται από τη γραμμή M, η οποία καθορίζει και το κέντρο του σαρκομερίου. Η γραμμή M αποτελείται από πρωτεϊνικές δομές, οι οποίες υποστηρίζουν τη διευθέτηση των νηματίων μυοσίνης.

Διακυτταρικά Σωληναριακά Συστήματα

Ένα εκτεταμένο δίκτυο διασυνδεδετικών σωληναριακών καναλιών, το σαρκοπλασματικό δίκτυο, βρίσκεται τοποθετημένο παράλληλα προς τα μυοϊνίδια. Το τελικό άκρο κάθε σωληναρίου καταλήγει σε ένα σακοειδές κυστίδιο, το οποίο αποθηκεύει ασβέστιο. Ένα άλλο σωληναριακό δίκτυο γνωστό ως εγκάρσιο σωληναριακό σύστημα ή σύστημα T, διατρέχει κάθετα προς το μυοϊνίδιο. Τα T-σωληνάκια εντοπίζονται μεταξύ του πιο τελικού άκρου δύο σαρκοπλασματικών καναλιών με τα κυστίδια αυτών των δομών να γειτονεύουν στο T σωληνάριο. Αυτό το επαναλαμβανόμενο πρότυπο των δύο κυστιδίων και του T-σωληναρίου, στην περιοχή κάθε Z-γραμμής, είναι γνωστό σαν τριάδα. Υπάρχουν δύο τριάδες σε κάθε

σαρκομέριο και το πρότυπο αυτό επαναλαμβάνεται τακτικά σε όλο το μήκος του μυοϊνιδίου.

Τα T-σωληνάρια διασχίζουν την ίνα και ανοίγουν εξωτερικά από το εσωτερικό του μυϊκού κυττάρου. Η τριάδα και το T-σωληναριακό σύστημα φαίνεται να λειτουργούν σαν ένας μικρομεταφορέας ή σαν ένα υδραυλικό σύστημα για τη διάχυση του ενεργού δυναμικού (κύμα εκπόλωσης) από το εσωτερικό της εξώτατης μεμβράνης της ίνας προς τις βαθύτερες περιοχές του κυττάρου. Κατά την διάρκεια αυτής της διαδικασίας εκπόλωσης, ιόντα ασβεστίου απελευθερώνονται από τα κυστίδια της τριάδας και διαχέονται σε μικρή απόσταση στα νηματία, με κύριο σκοπό την «ενεργοποίηση» των νηματίων της ακτίνης. Η συστολή αρχίζει όταν οι εγκάρσιες γέφυρες των νηματίων της μυοσίνης έλκονται προς τις ενεργές θέσεις των νηματίων της ακτίνης. Όταν σταματήσει η ηλεκτρική διέγερση, παρατηρείται μείωση της συγκέντρωσης του ελεύθερου ασβεστίου στο κυτταρόπλασμα. Αυτό σχετίζεται με την μυϊκή χάλαση.

2.6 Συστολή και Χάλαση Μυών

Θεωρία ολίσθησης των νηματίων

Η θεωρία ολίσθησης των νηματίων υποστηρίζει ότι ένας μυς διατείνεται, διότι τα λεπτά και τα παχιά μυονημάτια ολισθαίνουν το ένα μέσα στο άλλο, χωρίς τα νηματία όμως να τροποποιούν το μήκος τους. Αυτό προκαλεί μια κύρια αλλαγή στο σχετικό εύρος των διαφόρων ζωνών μέσα σε ένα σαρκομέριο.

Σε μία ισομετρική μυϊκή συστολή, η δύναμη παράγεται ενώ το μήκος της ίνας παραμένει σχετικά σταθερό και το σχετικό διάστημα μεταξύ των ζωνών I και A παραμένει αμετάβλητο. Στις συνθήκες αυτές οι ίδιες ομάδες μορίων αντιδρούν μεταξύ τους κατ' επανάληψη. Σε μία πλειομετρική συστολή στην οποία παράγεται δύναμη ενώ το μήκος του μυός αυξάνεται, η ζώνη I διευρύνεται.

Σύζευξη Διέγερσης- Συστολής

Διέγερση – συστολή είναι ο φυσιολογικός μηχανισμός με τον οποίο μια ηλεκτρική εκφόρτωση στο μυ ξεκινά τα χημικά γεγονότα που οδηγούν στη συστολή.

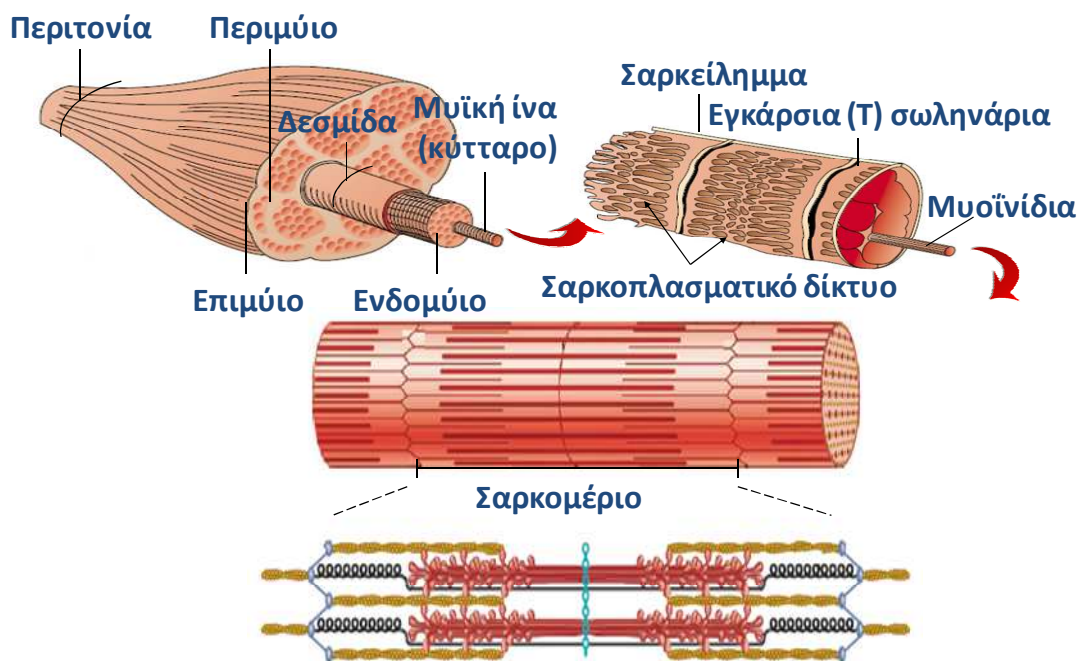
Στην κατάσταση ανάπαυσης, η συγκέντρωση των ιόντων ασβεστίου του μυός είναι μικρή. Όταν η μυϊκή ίνα διεγείρεται για να συσταλεί, παρατηρείται μια άμεση αύξηση του ενδοκυττάριου ασβεστίου. Αυτό προκαλείται από την άφιξη ενός δυναμικού ενέργειας στα εγκάρσια σωληνάρια και το οποίο προκαλεί απελευθέρωση ασβεστίου από τους πλευρικούς σάκους του σαρκοπλασματικού δικτύου. Η ανασταλτική δράση της τροπονίνης, η οποία αποτρέπει την αντίδραση ακτίνης- μυοσίνης εκλύεται, όταν τα ιόντα ασβεστίου ενωθούν ταχύτατα με την τροπονίνη στα νημάτια της ακτίνης. Στην ουσία, ο μυς τώρα «ανάβει».

Ακτίνη + Μυοσίνη-ΑΤΡάση → Ακτομυοσίνη ΑΤΡάση

Όταν ενωθούν οι ενεργές θέσεις της ακτίνης και της μυοσίνης, ενεργοποιείται η Μυοσίνη-ΑΤΡάση, η οποία στην συνέχεια απελευθερώνει ΑΤΡ. Κατά την διάρκεια αυτής της διαδικασίας μεταφοράς ενέργειας παρατηρείται μετακίνηση των εγκαρσίων γεφυρών της μυοσίνης και ο μυς παράγει τάση.

Ακτομυοσίνη ΑΤΡάση → Ακτομυοσίνη + ADP + P +Ενέργεια

Οι εγκάρσιες γέφυρες αποσυνδέονται από την ακτίνη, όταν το ΑΤΡ προσδεθεί στις γέφυρες τις μυοσίνης. Η σύνδεση και η αποσύνδεση συνεχίζεται όσο η συγκέντρωση των ιόντων ασβεστίου παραμένει σε επαρκές επίπεδο για να αναστείλει το σύστημα τροπονίνης - τροπομυοσίνης. Όταν το νευρικό ερέθισμα απομακρύνεται από το μυ, τα ιόντα ασβεστίου εναποθηκεύονται στους πλευρικούς σάκους του σαρκοπλασματικού δικτύου. Αυτό διατηρεί την ανασταλτική δράση της τροπονίνης – τροπομυοσίνης και η ακτίνη και η μυοσίνη παραμένουν χωριστά παρουσία του ΑΤΡ.



Χαλάρωση μυών

Όταν ένας μυς σταματά να δέχεται ερεθίσματα, σταματά η ροή των ιόντων ασβεστίου και η τροπονίνη είναι ξανά ελεύθερη να αναστείλει την αντίδραση ακτίνης μυοσίνης. Κατά την διάρκεια αποκατάστασης τα ιόντα ασβεστίου αντλούνται (ενεργός μεταφορά) στο σαρκοπλασματικό δίκτυο και συγκεντρώνονται στους πλευρικούς σάκους. Η πρόσληψη των ιόντων ασβεστίου από τις πρωτεΐνες τροπονίνη-τροπομυοσίνη, απενεργοποιεί τις ενεργές θέσεις στα νηματία της ακτίνης. Με την απενεργοποίηση αυτή επιτυγχάνονται δύο πράγματα: (1) Αποτρέπεται κάθε μηχανική σύνδεση μεταξύ των εγκάρσιων γεφυρών της μυοσίνης και των νηματίων της ακτίνης, και (2) μειώνεται η δραστηριότητα της μυοσίνης – ΑΤΡάσης, με αποτέλεσμα να σταματά η διάσπαση του ΑΤΡ. Η μυϊκή χαλάρωση ολοκληρώνεται με την επαναφορά των νηματίων της ακτίνης και της μυοσίνης στην αρχική τους κατάσταση.

2.7 Αλληλουχία Γεγονότων στη Μυϊκή Συστολή

Η αλληλουχία ξεκινά με τη δημιουργία ενός δυναμικού ενέργειας, από τον κινητικό νευρώνα. Αυτή η ώση στη συνέχεια διαχέεται σε όλη την επιφάνεια της μυϊκής ίνας, καθώς η κυτταρική μεμβράνη εκπολώνεται:

1. Το μυϊκό δυναμικό ενέργειας εκπολώνει τα εγκάρσια σωληνάκια στις A-I συνάψεις στο σαρκομέριο.
2. Αυτή η εκπόλωση των εγκαρσίων ή T- σωληναρίων προκαλεί απελευθέρωση των ιόντων ασβεστίου από τους πλευρικούς σάκους του σαρκοπλασματικού δικτύου.
3. Τα ιόντα ασβεστίου συνδέονται με την μυοσίνη- τροπομυοσίνη στα νημάτια της ακτίνης. Με τον τρόπο αυτό αίρεται η αναστολή, που απέτρεπε τη σύνδεση της ακτίνης με τη μυοσίνη.
4. Η ακτίνη συνδέεται με το σύμπλεγμα μυοσίνης-ATP. Η ακτινη ενεργοποιεί επίσης τη μυοσίνη-ATPάση, η οποία απελευθερώνει στην συνέχεια ATP. Η ενέργεια που απελευθερώνεται από αυτή την αντίδραση χρησιμοποιείται για τη μετακίνηση των εγκαρσίων γεφυρών της μυοσίνης, με αποτέλεσμα την παραγωγή μυϊκής τάσης.
5. Το ATP προσδένεται στις γέφυρες της μυοσίνης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη θραύση του δεσμού ακτίνης- μυοσίνης και επιτρέπει την αποδέσμευση της εγκάρσιας γέφυρας από την ακτίνη. Αυτό οδηγεί σε μία σχετική μετακίνηση ή ολίσθηση των παχέων και λεπτών νηματίων, τα οποία εισέρχονται το ένα μέσα στο άλλο και μείωση του μήκους του μυός.
6. Η ενεργοποίηση των εγκαρσίων γεφυρών συνεχίζεται όσο η συγκέντρωση των ιόντων ασβεστίου παραμένει σε υψηλά επίπεδα (εξαιτίας της εκπόλωσης της μεμβράνης), αναστέλλοντας τη δράση του συστήματος τροπονίνης-τροπομυοσίνης.
7. Όταν ο μυς σταματήσει να διεγείρεται, η συγκέντρωση των ιόντων ασβεστίου μειώνεται ταχύτατα, καθώς μετακινούνται πίσω στους πλευρικούς σάκους του σαρκοπλασματικού δικτύου, με μια ενεργειακή διαδικασία, που απελευθερώνει ATP.
8. Η απομάκρυνση των ιόντων ασβεστίου επαναφέρει την ανασταλτική δράση της τροπονίνης – τροπομυοσίνης. Παρουσία ATP, η ακτίνη και η μυοσίνη παραμένουν ασύνδετες και σε κατάσταση χαλάρωσης.

2.8 Τύποι Μυϊκών Ινών

Ο σκελετικός μυς δεν είναι απλά μια ομοιογενής ομάδα ινών με παρόμοιες μεταβολικές και λειτουργικές ιδιότητες. Παρά το γεγονός ότι επικράτησε μεγάλη σύγχυση για την ορολογία και την μεθοδολογία ταξινόμησης των ανθρώπινων σκελετικών μυών, τελικά ταυτοποιήθηκαν και ταξινομήθηκαν δύο ξεχωριστοί τύποι μυϊκών ινών, με βάση τα συσταλτικά και μεταβολικά χαρακτηριστικά τους.

i Ίνες ταχείας συστολής

Οι ίνες ταχείας συστολής έχουν μια μεγάλη ικανότητα ηλεκτροχημικής εκπομπής δυναμικών ενέργειας, υψηλό επίπεδο δραστηριότητας της μυοσίνης – ΑΤΡάσης, ικανότητα ταχύτατης απελευθέρωσης ασβεστίου και επαναπρόσληψης του από το σαρκοπλασματικό δίκτυο και υψηλό ρυθμό ενεργοποίησης εγκάρσιων γεφυρών. Όλες αυτές οι ιδιότητες σχετίζονται με την ικανότητα ταχείας μεταφοράς ενέργειας για γρήγορες και ισχυρές συστολές. Η μυοσίνη-ΑΤΡάση είναι εκείνη η οποία προκαλεί τη διάσπαση του ΑΤΡ για την παραγωγή της ενέργειας που απαιτείται για τη μυϊκή δραστηριότητα. Στην πραγματικότητα η ενδογενής ταχύτητα συστολής και η αναπτυσσόμενη τάση στις ίνες ταχείας συστολής είναι δυο έως τρεις φορές μεγαλύτερες σε σχέση με τις ίνες εκείνες, που ορίζονται ως ίνες βραδείας συστολής. Οι ίνες ταχείας συστολής στηρίζονται, κατά κύριο λόγο, σε ένα καλά αναπτυγμένο, βραχείας διάρκειας γλυκολυτικό σύστημα παραγωγής ενέργειας. Ονομάζονται γλυκολυτικές ίνες εξαιτίας των ταχέων γλυκολυτικών τους ικανοτήτων. Οι ίνες αυτές ενεργοποιούνται κατά κανόνα με βραχυπρόθεσμες και υψηλής ισχύος δραστηριότητες καθώς και σε άλλες ισχυρές μυϊκές συστολές που παράγεται μέσω της αερόβιας μεταβολικής οδού. Οι μεταβολικές και συσταλτικές ικανότητες αυτών των ινών έχουν ιδιαίτερη σημασία για αθλήματα, που εκτελούνται διαλλείματα, όπως η καλαθοσφαίριση ή το ποδόσφαιρο, οι οποίες απαιτούν ταχεία προσφορά ενέργειας, η οποία προσφέρεται μόνο δια της αναερόβιας μεταβολικής οδού

Υποδιαιρέσεις των Ινών Ταχείας Συστολής

Στους ανθρώπους διακρίνουμε διάφορες υποκατηγορίες των ινών ταχείας συστολής. Οι ίνες τύπου Ια θεωρούνται ως ενδιάμεσος τύπος, διότι η ικανότητα ταχύτατης συστολής συνδυάζεται με μια μέτρια καλά αναπτυγμένη ικανότητα για αερόβια (περιέχουν υψηλά επίπεδα του αερόβιου ενζύμου σουξινική αφροδρογενάση, SDH),

αλλά και για αναερόβια (περιέχουν υψηλά επίπεδα του αναερόβιου ενζύμου φωσφοφρουκτοκινάση, PFK) μεταφορά ενέργειας. Αυτές καλούνται οξυδογλυκολυτικές ίνες ταχείας συστολής. Μια άλλη υποδιαίρεση είναι οι ίνες τύπου Ib, κατέχουν μεγαλύτερο αναερόβιο δυναμικό και είναι οι πραγματικές ίνες ταχείας συστολής.

ii Ίνες Βραδείας Συστολής

Οι ίνες βραδείας συστολής παράγουν ενέργεια για την ανασύνθεση του ATP, κυρίως με την χρησιμοποίηση του σχετικά μεγάλης διάρκειας συστήματος αερόβιας μεταφοράς ενέργειας. Χαρακτηρίζονται από χαμηλό επίπεδο δραστηριότητας της μυοσίνης -ATPάσης, χαμηλή ταχύτητα συστολής και μικρότερη γλυκολυτική ικανότητα σε σχέση με τις ίνες ταχείας συστολής, περιέχουν μεγάλα και σχετικά πολυάριθμα μιτοχόνδρια και τα συμπαρομαρτούντα σιδηροπρωτεϊνικά κυτοχρώματα. Αυτή η καλά οργανωμένη μεταβολική μηχανή συνοδεύεται από μια υψηλή συγκέντρωση μιτοχονδριακών ενζύμων για τη διατήρηση της αερόβιας μεταβολικής οδού. Έτσι, οι ίνες βραδείας συστολής είναι ανθεκτικές στην κόπωση και κατάλληλες για παρατεταμένη αερόβια άσκησης. Αυτές οι ίνες χαρακτηρίζονται ως οξειδωτικές ίνες, όρος που περιγράφει τη μικρή ταχύτητα συστολής του και τη μεγάλη εξάρτηση από τον οξειδωτικό μεταβολισμό.

Αντίθετα, με τις γλυκολυτικές ίνες οι οποίες εξασθενούν γρήγορα, οι οξειδωτικές ίνες (ακριβέστερα οι κινητικές μονάδες) είναι προσαρμοσμένες για παρατεταμένη εργασία και επιστρατεύονται αερόβιας δραστηριότητες. Στην πραγματικότητα, όμως σύμφωνα με μελέτες έδειξαν ότι στην παρατεταμένη, μέτριας έντασης άσκηση, υπάρχει σχεδόν αποκλειστική χρησιμοποίηση μυϊκών ινών βραδείας συστολής. Ακόμη και μετά από 9 έως 12 ώρες μέτριας αερόβιας άσκησης, το μειωμένο γλυκογόνο, που είναι ακόμα διαθέσιμο, εντοπίζεται στις ίνες ταχείας συστολής, που δεν έχουν χρησιμοποιηθεί. Επίσης φαίνεται ότι η ικανότητα της ροής του αίματος διαμέσου των μυών καθορίζεται από τις διαφορές της οξειδωτικής ικανότητας των δυο τύπων μυών, με τις ίνες βραδείας συστολής να δέχονται περισσότερο αίμα κατά τη διάρκεια της άσκησης, από ότι οι ίνες ταχείας συστολής.

Πολλοί είναι οι ερευνητές που διακρίνουν τις ίνες βραδείας συστολής σε τύπου I και τις ίνες ταχείας συστολής (και τις προτεινόμενες υποκατηγορίες) σαν τύπου II. Όταν ένα άτομο ασκείται στα οριακά μέγιστα αερόβια επίπεδα, όπως ο δρόμος ημιαντοχής

ή το κολύμπι ή σε αθλήματα που απαιτούν πολλαπλές διαλειμματικές προσπάθειες, όπως η καλαθοσφαίριση ή το ποδόσφαιρο, ενεργοποιούνται και οι δυο τύποι μυϊκών ινών, διότι αυτές οι δραστηριότητες απαιτούν ένα συνδυασμό αερόβιας και αναερόβιας ενέργειας.

2.9 Διαφορές σε Αθλητές Υψηλού Επίπεδου

Μπορούν να γίνουν αρκετές ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις σχετικά με τους τύπους των μυϊκών ινών και την πιθανή επίδραση ειδικής προπόνησης στη σύνθεση των ινών και την μεταβολική τους ικανότητα. Στους άνδρες και γυναίκες που κάνουν καθιστική ζωή, όπως και στα παιδιά μικρής ηλικίας οι ίνες βραδείας συστολής είναι περίπου 40-55%. Για τις ίνες ταχείας συστολής, το ποσοστό κατανέμεται περίπου ισότιμα στις διάφορες υποκατηγορίες. Παρόλο που δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των δυο φύλων στην κατανομή των ινών, παρατηρείται μεγάλη ποικιλία από άτομο σε άτομο. Γενικά, η τάση στην κατανομή των μυϊκών ινών σε ένα άτομο εξαρτάται από τις κύριες μυϊκές ομάδες του σώματος.

Συγκεκριμένα πρότυπα κατανομής των μυϊκών ινών διακρίνονται σε αθλητές υψηλού επιπέδου. Οι αθλητές αντοχής παραδείγματος χάριν, γενικά παρουσιάζουν κυριαρχία των ινών βραδείας συστολής στους μυς που επιστρατεύονται στο άθλημα τους. Οι αθλητές ταχύτητας παρουσιάζουν, κυριαρχία των ινών ταχείας συστολής. Οι αθλητές με τη μεγαλύτερη ικανότητα και ικανότητα αντοχής, όπως είναι οι δρομείς μεγάλων αποστάσεων και οι χιονοδρόμου ανώμαλου δρόμου, παρουσιάζουν το μεγαλύτερο σχετικά αριθμό ινών βραδείας συστολής, που συχνά φτάνει το 90%. Οι αρσιβαρίστες, οι παίχτες του χόκεϊ επί πάγου και οι δρομείς ταχύτητας, από την άλλη μεριά, τείνουν να έχουν περισσότερες ίνες ταχείας συστολής και σχετικά μικρότερο VO_{2max} . Όπως αναμένεται άνδρες και γυναίκες δρομείς ημιαντοχής περιέχουν περίπου το ίδιο ποσοστό από τους δυο τύπους μυϊκών ινών. Αυτή η κατανομή παρατηρείται επίσης και σε αθλητές ισχύος, όπως οι ρίπτες, οι άλτες και οι άλτες ύψους. Αυτές οι σχετικά ξεκάθαρες διακρίσεις μεταξύ των αθλημάτων και της σύστασης των μυϊκών ινών, αναφέρεται συνήθως για κορυφαίους αθλητές, που έχουν επιτύχει κάποια διάκριση σε συγκεκριμένη κατηγορία αθλήματος.

Η σύσταση των ινών ενός ατόμου, δεν είναι ο μοναδικός καθοριστικός παράγοντας της απόδοσης. Αρκετοί ερευνητές υποδεικνύουν ότι για μια συγκεκριμένη ομάδα, προπονημένων ή απροπόνητων ατόμων, η γνώση του κυρίαρχου τύπου ινών του ατόμου έχει περιορισμένη αξία στην πρόβλεψη της απόδοσης σε διάφορες αθλητικές δραστηριότητες. Αυτό δεν είναι περίεργο, διότι η ικανότητα απόδοσης είναι το τελικό αποτέλεσμα της συμμετοχής πολλών φυσιολογικών, βιοχημικών, νευρολογικών και δεν καθορίζεται απλά από ένα μόνο παράγοντα, όπως είναι ο τύπος των μυϊκών ινών.

Όσον αφορά το μέγεθος της μυϊκής μάζας, οι αθλητές αντοχής παρουσιάζουν ίνες βραδείας συστολής, οι οποίες είναι σχετικά μεγαλύτερες από τις φυσιολογικές. Οι αθλητές της άρσης βαρών, αλλά και των υπολοίπων αθλημάτων ισχύος, παρουσιάζουν μια διακριτή υπέρ μεγέθυνση, ειδικά των ινών ταχείας συστολής. Αυτές οι ίνες μπορεί να είναι έως και 45% μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες των αθλητών αντοχής ή των ατόμων, ίδιας ηλικίας, που κάνουν καθιστική ζωή. Αυτό είναι το αποτέλεσμα του γεγονότος ότι η προπόνηση ισχύος και δύναμης προκαλεί μια βέβαια μεγέθυνση του συστατικού μηχανισμού των ινών, ιδιαίτερα των νηματίων ακτίνης και μυοσίνης, όπως επίσης και της ολικής περιεκτικότητας σε γλυκογόνο. (William, 2001)

2.10 Υπερτροφική Μυϊκή Μάζα

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 ασχολούνται με βάρη για να αυξήσουν την δύναμη και να βελτιώσουν την επίδοση σε ένα συγκεκριμένο άθλημα, οι αθλητές του body building σηκώνουν συστηματικά βάρη για να βελτιώσουν την 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 στην μελέτη της υπερτροφικής μυϊκής μάζας. Όμως με την μέτρηση της περιεκτικότητας του σώματος σε νάτριο (το νάτριο είναι μέταλλο που βρίσκεται κύρια στο μυ 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 υπολογισθεί με την χρησιμοποίηση ανθρωπομετρικών τεχνικών που αναπτύχθηκαν από τον επιστήμονα Dr. A.r. Behnke. Ο Behnke ισχυρίζεται ότι αφού οι κατώτερες περιοχές του σώματος (ισχίων) δεν υπέρ τρέφονται στον βαθμό που υπέρ τρέφονται οι άλλες περιοχές του σώματος, μπορούμε να υπολογίσουμε προσεγγιστικά την σωματική μάζα πριν την προπόνηση με υπολογισμό του ισοδύναμου 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 υπέρ τροφική μάζα 16 κιλών αποτελεί περίπου το 21% της συνολικής μυϊκής μάζας, ενώ για τους αθλητές της άρσης βαρών υπερτροφική μυϊκή μάζα 14 κιλών αντιστοιχεί στο 19% της συνολικής μυϊκής μάζας του σώματος. Στους ποδοσφαιριστές ακόμη και 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 σε 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 building σε εθνικό και διεθνές επίπεδο προπονείται το ελάχιστο 2 ώρες την μέρα, 5 ημέρες την εβδομάδα για 10 χρόνια. **(William, 2001)**

Κεφάλαιο 3^ο

3.1 Αύξηση Μυών και Σχέση Ορμονών

Οι ορμόνες είναι χημικοί μεταβιβαστές οι οποίοι επηρεάζουν όλες σχεδόν τις ανθρώπινες λειτουργίες. Ρυθμίζουν την αύξηση, την ανάπτυξη, τον μεταβολισμό, την αναπαραγωγή και ενισχύουν την ικανότητα του οργανισμού να ανταπεξέρχεται τόσο στο σωματικό, όσο και το ψυχικό stress. Διατηρούν την ομοιόσταση ρυθμίζοντας το ηλεκτρολυτικό ισοζύγιο και το ισοζύγιο οξέων- βάσεων και επιδρούν σε συγκεκριμένες ουσίες του μεταβολισμού που χρησιμοποιούνται στις βιολογικές διεργασίες. **(William, 2001)**

Το ενδοκρινικό σύστημα αποτελείται από οκτώ μεγάλους αδένες που εκκρίνουν ορμόνες στο αίμα. Αυτές οι ορμόνες, με τη σειρά τους, ταξιδεύουν σε διάφορους ιστούς και ρυθμίζουν διάφορες σωματικές λειτουργίες, όπως τον μεταβολισμό, την ανάπτυξη και την σεξουαλική λειτουργία. **(Rachael, 2013)**

Οι ορμόνες μπορούν να ταξινομηθούν σε δυο « χημικές» κατηγορίες (1) ορμόνες που προέρχονται από στεροειδείς ενώσεις, και (2) ορμόνες που αποτελούν παράγωγα αμινοξέων ή πολυπεπτιδίων. **(William, 2001)**

Το ενδοκρινικό σύστημα σχετίζεται άμεσα με την μυϊκή ανάπτυξη, καθώς σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη φάνηκε ότι έπειτα από άσκηση τύπου αντίστασης, νέων ανδρών, υπήρχε μεγαλύτερη ανάπτυξη ορμονών του ενδοκρινικού συστήματος, πιο συγκεκριμένα ανάπτυξη της αυξητικής ορμόνης, και είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της άλυπης μάζας. **(Walker, 2015)**

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις ορμονικές αποκρίσεις κατά την διάρκεια της άσκησης είναι, το φύλο και η ηλικία του αθλούμενου, η διατροφή του, η προπονητική του κατάσταση, καθώς επίσης η ώρα και το περιβάλλον άθλησης.

Η άσκηση επηρεάζει σημαντικά τα επίπεδα και τη δράση διάφορων ορμονών που σχετίζονται με τη σωματική ανάπτυξη (αυξητική ορμόνη, τεστοστερόνη), αλλά και την υγεία (κατεχολαμίνες, κορτιζόλη, ινσουλίνη).

3.2 Αναβολικές - Καταβολικές Ορμόνες

Ως αναβολισμός ορίζεται η αποθήκευση ενέργειας, πιο συγκεκριμένα, το ανθρώπινο σώμα μπορεί να αποθηκεύσει σχεδόν όλη την ενέργεια που περιέχεται στις τροφές ως γλυκογόνο ή τριγλυκερίδια. Επειδή η απόκτηση ενέργειας από το σώμα είναι διαλείπουσα, ενώ η ενεργειακή δαπάνη συνεχής, το σώμα πρέπει να αποθηκεύσει και κατόπιν να διαμοιράσει την ενέργεια. Η αποθήκευση ενέργειας δε γίνεται χωρίς κόστος, αν και είναι σχετικά ανέξοδη από μια συνολική ενεργειακή σκοπιά. Τα λιπίδια είναι το πιο συγκεντρωμένο απόθεμα των ενεργειακών αποθηκών. Η διαθέσιμη ενέργεια που αποθηκεύεται στο λίπος υπερβαίνει κατά πολύ αυτήν που αποθηκεύεται στους υδατάνθρακες και τις πρωτεΐνες. **(Boron, 2006)**

Οι αναβολικές διεργασίες περιλαμβάνουν εκτός των άλλων διεργασιών, την ανάπτυξη και οργάνωση των οστών και την αύξηση της μυϊκής μάζας. Οι ενδοκρινολογικές ορμόνες που έχουν μελετηθεί ότι διαθέτουν αναβολικές ιδιότητες είναι τα αναβολικά στεροειδή, τα οποία διεγείρουν τη σύνθεση πρωτεΐνης και την ανάπτυξη των μυών και η ινσουλίνη. **(Ramsey, 2007)**

Όσον αφορά τον καταβολισμό ισχύει το εξής: όταν η χρήση ενέργειας υπερβαίνει τη διαθεσιμότητα ενέργειας από τη διατροφή, το σώμα χρησιμοποιεί την αποθηκευμένη ενέργειά του για να καλύψει τις ανάγκες του. Το πρώτο βήμα στον ενεργειακό καταβολισμό είναι η διάσπαση του γλυκογόνου ή των τριγλυκεριδίων σε απλούστερες ενώσεις. Αυτό συμβαίνει στους σκελετικούς μυς, στο ήπαρ και στα λιποκύτταρα. Το δεύτερο στάδιο του καταβολισμού των υδατανθράκων είναι η γλυκόλυση, ενώ αυτού των τριγλυκεριδίων είναι η β οξείδωση των λιπαρών οξέων. Το τελικό, κοινό, στάδιο είναι ο κύκλος του κιτρικού οξέος και η οξειδωτική φωσφορυλίωση. **(Boron, 2006)**

Οι ενδοκρινολογικές ορμόνες που ελέγχουν τον καταβολισμό είναι η κορτιζόλη, η γλυκαγόνη και η αδρεναλίνη (και άλλες κατεχολαμίνες). Ωστόσο καταβολικές ορμόνες εμφανίζουν αναβολική δράση στον μυϊκό ιστό. Μια μελέτη διαπίστωσε ότι η χορήγηση αδρεναλίνης είχε αντί-πρωτεολυτική δράση και στην πραγματικότητα κατέστειλε τον καταβολισμό αντί να τον προωθήσει. **(Fryburg, 1995)** Ενώ μια άλλη μελέτη διαπίστωσε ότι οι κατεχολαμίνες σε γενικές γραμμές (με κυριότερες την

επινεφρίνη, την νορεπινεφρίνη και ντοπαμίνη), μειώνουν σημαντικά το ποσοστό του καταβολισμού των μυών. (Navegantes, 2001)

3.3 Τεστοστερόνη

Η τεστοστερόνη είναι μια ανδρική ορμόνη που είναι σημαντική για τη σεξουαλική και αναπαραγωγική ανάπτυξη. Σύμφωνα με το National Institutes of Health, η τεστοστερόνη αποτελεί την σημαντικότερη ανδρική ορμόνη. Οι γυναίκες παράγουν επίσης τεστοστερόνη, αλλά σε χαμηλότερα επίπεδα από ότι οι άνδρες. Η τεστοστερόνη ανήκει σε μια κατηγορία των αρσενικών ορμονών που ονομάζονται ανδρογόνα, τα οποία μερικές φορές ονομάζονται στεροειδή ή αναβολικά στεροειδή. (Rachel, 2014)

Η τεστοστερόνη και άλλα αναβολικά στεροειδή είχαν χαρακτηριστεί ως "ελεγχόμενη ουσία" από το Κογκρέσο των ΗΠΑ το 1990, με την Πράξη Ελέγχου αναβολικά στεροειδή.

Γενικά, τα ανδρογόνα προάγουν την πρωτεϊνοσύνθεση και την ανάπτυξη των ιστών με υποδοχείς ανδρογόνων. Οι ιδιότητες της τεστοστερόνης μπορούν να ταξινομηθούν σε ανδρογονικές και αναβολικές, αν και η διάκριση αυτή είναι κάπως τεχνητή, καθώς πολλές από τις ιδιότητες μπορούν να θεωρηθούν και τα δύο. Η τεστοστερόνη είναι αναβολική, που σημαίνει ότι αναπτύσσει τα οστά και τη μυϊκή μάζα.

Οι αναβολικές ιδιότητες περιλαμβάνουν την ανάπτυξη της μυϊκής μάζας και της δύναμης, την αυξημένη οστική πυκνότητα και αντοχή και την διέγερση της γραμμικής ανάπτυξης και ωρίμανσης των οστών.

Οι ανδρογενετικές ιδιότητες περιλαμβάνουν την ωρίμανση των γεννητικών οργάνων, ιδίως του πέους και το σχηματισμό των όρχεων στο έμβρυο, ενώ μετά τη γέννηση (συνήθως στην εφηβεία), περιλαμβάνουν την βύθιση της φωνής, την αύξηση των τριχών του προσώπου και της μασχάλης. Πολλές από αυτές τις ιδιότητες εμπίπτουν στην κατηγορία των δευτερευόντων χαρακτηριστικών του αρσενικού φύλου.

Οι ιδιότητες της τεστοστερόνης χαρακτηρίζονται επίσης από την ηλικία που συνήθως εκδηλώνονται. Όσον αφορά στις μετά τη γέννηση ιδιότητες σε άνδρες και γυναίκες, αυτές ως επί το πλείστον εξαρτώνται από τα επίπεδα και τη διάρκεια κυκλοφορίας της ελεύθερης τεστοστερόνης στο αίμα. **(Browne, 2002)**

Οι επιδράσεις της τεστοστερόνης σε ανθρώπους συμβαίνει μέσω δυο κυρίως μηχανισμούς: Από την ενεργοποίηση του υποδοχέα ανδρογόνων (άμεσα ή ως DHT), και με την μετατροπή σε οιστραδιόλη. **(Hiipakka, 1998, McPhaul, 2001)**

3.4 Ανδρογόνα - Αναβολικά Στεροειδή

Τα στεροειδή του φύλου παράγονται στις ωοθήκες και τα επινεφρίδια στις γυναίκες και στους όρχεις και τα επινεφρίδια στους άνδρες. Οι ωοθήκες αποτελούν τις κύρια πηγή της οιστραδιόλης και της προγεστερόνης, που εκκρίνεται στη φάση του ωχρού σωματίου. Τα επινεφρίδια αποτελούν την κύρια πηγή της δεϋδροεπιανδροστερόνης (DHEA) και του θεικού 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 την διάρκεια της άσκησης. Η άσκηση αυξάνει επίσης 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 την 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. **(William, 2001)**

Τα αναβολικά στεροειδή, γνωστά ως αναβολικά-ανδρογόνα στεροειδή (AAS), είναι φάρμακα που έχουν δομική σχέση με το κυκλικό στεροειδές σύστημα δακτυλίου και

έχουν παρόμοιο αποτέλεσμα με την ορμόνη της τεστοστερόνης, αυξάνουν την πρωτεΐνη των κυττάρων, ειδικά στους σκελετικούς μυς.

Τα αναβολικά στεροειδή έγιναν γνωστά τη δεκαετία του 1930 και τώρα χρησιμοποιούνται για θεραπευτικούς σκοπούς στην ιατρική, για να τονώσουν την ανάπτυξη των μυών και την όρεξη, να προκαλέσει ανδρική εφηβεία κ.α.. Το Αμερικανικό Κολέγιο Αθλητικής Ιατρικής αναγνωρίζει στα αναβολικά στεροειδή (AAS), με την παρουσία επαρκούς διατροφής, ότι μπορούν να συμβάλει στην αύξηση του σωματικού βάρους, ως άλιπη μάζα με κέρδη στη μυϊκή δύναμη, έπειτα από έντονη άσκηση. **(Powers, 2005)**

Η επίδραση των αναβολικών στεροειδών στη μυϊκή μάζα προκαλείται με τουλάχιστον δυο τρόπους. **(Brodsky, 1996)** Ο πρώτος τρόπος είναι η αύξηση παραγωγής πρωτεϊνών και ο δεύτερος τρόπος, είναι μειώνοντας τον χρόνο αποκατάστασης των επιδράσεων της ορμόνης του στρες και της κορτιζόλης στον μυϊκό ιστό, έτσι ώστε να μειώνεται σημαντικά ο καταβολισμός των μυών. Τα αναβολικά στεροειδή μ' αυτόν τον τρόπο αναστέλλουν την δράση των άλλων στεροειδών ορμονών που ονομάζονται γλυκοκορτικοειδή, τα οποία προωθούν την διάσπαση των μυών. **(Hickson, 1990)** Επιπλέον τα αναβολικά στεροειδή επηρεάζουν τον αριθμό των κυττάρων που αποθηκεύουν λίπος, ευνοώντας έτσι την κυτταρική διαφοροποίηση σε μυϊκά κύτταρα αντί για λιποκύτταρα. **(Singh, 2003)**

Κίνδυνοι στην υγεία μπορούν να παραχθούν με την μακροχρόνια χρήση ή υπερβολικές δόσεις από αναβολικά στεροειδή. **(Barrett-Connor, 1995, Yamamoto, 2006)** Αυτές οι επιδράσεις περιλαμβάνουν επιβλαβείς αλλαγές στα επίπεδα χοληστερόλης (αυξημένη χαμηλή πυκνότητα λιποπρωτεΐνης), ακμή, υψηλή αρτηριακή πίεση, υπατική βλάβη και επικίνδυνες αλλαγές στην δομή της αριστερής κοιλίας της καρδιάς. **(De Piccoli, 1991)**

3.5 Αυξητική ορμόνη

Η αυξητική ορμόνη (GH ή σωματοτροπίνη) έχει εκτεταμένη φυσιολογική δραστηριότητα, επειδή προάγει την διαίρεση του κυττάρου και τον κυτταρικό

πολλαπλασιασμό σε ολόκληρο το σώμα. Η GF διευκολύνει την πρωτεϊνοσύνθεση αυξάνοντας την μεταφορά των αμινοξέων διαμέσου των κυτταρικών μεμβρανών, διεγείροντας τον σχηματισμό RNA ή ενεργοποιώντας τα ριβοσώματα του κυττάρου, τα οποία με την σειρά τους διεγείρουν την πρωτεϊνοσύνθεση. Η απελευθέρωση της αυξητικής ορμόνης ελαττώνει επίσης την χρησιμοποίηση των υδατανθράκων, αυξάνοντας ταυτόχρονα την χρησιμοποίηση λιπιδίων για την παραγωγή ενέργειας.

Η έκκριση της αυξητικής ορμόνης κατά την διάρκεια της ανάπαυσης επηρεάζεται από τον εκλυτικό παράγοντα της GF, ο οποίος δρα απευθείας στον πρόσθιο λοβό της υπόφυσης. Στην πραγματικότητα κάθε μια από τις κύριες υποφυσιακές ορμόνες έχει τη δική της υποθαλαμική εκλυτική ορμόνη, η οποία ενίοτε ονομάζεται εκλυτικός παράγοντας. Αυτές οι εκλυτικές ορμόνες υπόκεινται σε νευρικό έλεγχο στο επίπεδο του υποθαλάμου, από παράγοντες όπως η αγωνία, το στρες και η άσκηση. **(William, 2001)**

Οι επιδράσεις της αυξητικής ορμόνης στους ιστούς του σώματος μπορεί γενικά να περιγραφούν ως αναβολικές, οι επιδράσεις αυτές είναι οι εξής: αυξάνει την μυϊκή μάζα μέσω της υπερτροφίας του σαρκομερίου, προωθεί την λιπόλυση, αυξάνει την πρωτεϊνική σύνθεση, διεγείρει την ανάπτυξη όλων των εσωτερικών οργάνων εκτός από τον εγκέφαλο, συμβάλει στην λειτουργία της ομοιόστασης, μειώνει την ηπατική πρόσληψη γλυκόζης και προωθεί την γλυκονεογένεση στο συκώτι, **(King, 2006)** συμβάλλει στην διατήρηση και λειτουργία των παγκρεατικών νησιδίων, διεγείρει το ανοσοποιητικό σύστημα και αυξάνει την αποϊωδίωση της T4 σε T3. **(Davies, 2008)**

Αυξητική Ορμόνη, Άσκηση και Ιστική Σύνθεση

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

Ο μηχανισμός αλληλεπίδρασης GF 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. Μια θεωρία προτείνει ότι η άσκηση διεγείρει άμεσα την παραγωγή της GF, η οποία στην συνέχεια ενεργοποιεί αναβολικές διεργασίες. Έχει αποδειχτεί ότι η άσκηση σχετίζεται άμεσα με το διπλασιασμό, τόσο της συχνότητας, όσο και του εύρους των εκκριτικών ώσεων της GF. Επιπλέον, η άσκηση διεγείρει την παραγωγή ενδογενών οπιοειδών τα οποία διευκολύνουν την απελευθέρωση της GF μέσω αναστολής της ηπατικής σύνθεσης της σωματοστατίνης, μιας ορμόνης που αναστέλλει την απελευθέρωση της GF. **(William, 2001)**

3.6 Ινσουλίνη

Η ινσουλίνη είναι μια πεπτιδική ορμόνη που παράγεται από τα κύτταρα του β-παγκρέατος. Ρυθμίζει τον μεταβολισμό των υδατανθράκων και των λιπών προωθώντας την απορρόφηση της γλυκόζης από το αίμα προς τους σκελετικούς μύες και το λιπώδη ιστό. Η ινσουλίνη επίσης αναστέλλει την παραγωγή γλυκόζης από το ήπαρ. **(Sonksen, 2000)**

Η κύρια λειτουργία της ινσουλίνης είναι η ρύθμιση του μεταβολισμού της γλυκόζης σε όλους τους ιστούς του σώματος εκτός από τον εγκέφαλο. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω αύξησης της μεταφοράς της γλυκόζης στα μυϊκά κύτταρα του λιπώδους ιστού. Σε συνθήκες πλήρους έλλειψης ινσουλίνης ίχνη μόνο γλυκόζης μπορούν να μεταφερθούν μέσα στα κύτταρα για να μεταβολιστούν.

Κατά την 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 επινεφρίνης. Η καταστολή της ινσουλίνης από τις κατεχολαμίνες, η οποία είναι ανάλογη της έντασης της άσκησης, μας βοηθά να εξηγήσουμε γιατί δεν συμβαίνει

υπογλυκαιμία όταν υπάρχουν αποθέματα γλυκόζης πριν από την άσκηση, παρόλο που η γλυκόζη καταναλώνεται κατά την διάρκεια αυτής. Καθώς η παραγωγή ινσουλίνης ελαττώνεται στην άσκηση μεγάλης διάρκειας σταδιακά όλη και περισσότερη ενέργεια παράγεται από την κινητοποίηση ελεύθερων λιπαρών οξέων. **(William, 2001)**

3.7 Μυοστατίνη

Η μυοστατίνη είναι μια πρωτεΐνη που βρίσκεται στο αίμα του ανθρώπινου οργανισμού. **(Gonzalez-Cadavid, 1998)** Η μυοστατίνη αναστέλλει την μυϊκή διαφοροποίηση και την ανάπτυξη, διαδικασία γνωστή ως μυογένεση. Η μυοστατίνη παράγεται κυρίως στα κύτταρα του σκελετικού μύος, κυκλοφορεί στο αίμα, συνδέεται με ένα κύτταρο υποδοχέα που ονομάζεται ακτιβίνη τύπου 2 και δρα στον μυϊκό ιστό. **(Carnac, 2006, Joulia-Ekaza, 2007)**

Η αναστολή της μυοστατίνης οδηγεί σε μυϊκή υπερπλασία και υπερτροφία. Οι αναστολείς της μυοστατίνης μπορούν να βελτιώσουν την αθλητική απόδοση και ως εκ τούτου υπάρχει μια ανησυχία ότι μπορεί να γίνει κατάχρηση των αναστολέων αυτών στον τομέα του αθλητισμού. **(Haisma, 2006)** Ωστόσο, μελέτες σε ποντίκια δείχνουν ότι η αναστολή της μυοστατίνης δεν αυξάνει άμεσα τη δύναμη των μεμονωμένων μυϊκών ινών. **(Mendias, 2011)**

3.8 Οιστρογόνα

Τα οιστρογόνα είναι μια ομάδα στεροειδών χημικών ενώσεων, ονομαζόμενα για τον ρόλο τους στον οιστρικό κύκλο, και που εργάζονται ως οι κύριες γυναικείες φιλικές ορμόνες. Όπως όλες οι στεροειδείς ορμόνες, τα οιστρογόνα περνούν εύκολα την κυτταρική μεμβράνη. Μέσα στο κύτταρο, αλληλεπιδρούν με οιστρογόνους υποδοχείς. **(Nussey, 2001)**

Σχετικά με τα οιστρογόνα, σύμφωνα με μελέτες σε ανθρώπους, φαίνεται πως δεν έχει οριοθετηθεί η επίδραση των οιστρογόνων στην λειτουργία της συσταλτικότητας του μύος ή οι δείκτες μυϊκής βλάβης και φλεγμονής μετά την άσκηση. Αυτές οι αντιφάσεις δημιουργούνται εξαιτίας κάποιων παραγόντων όπως είναι η ηλικία, η

φυσική κατάσταση, το είδος και η ένταση της άσκησης, καθώς επίσης και ορμονικές διαφορές μεταξύ των δυο φύλων εκτός από τα οιστρογόνα. Τα τελευταία χρόνια όμως η θεραπεία ορμονικής υποκατάστασης (HRT) ή οιστρογόνα σε συνδυασμό με την άσκηση έχουν προταθεί σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες καθώς περιορίζουν την μυϊκή βλάβη και φλεγμονή. **(Deborah, 2012)**

Κεφάλαιο 4^ο

4.1 Διατροφικά Εργογόνα Βοηθήματα-Προϊόντα Βοηθήματα Αθλητικής Απόδοσης

Εργογόνα βοηθήματα είναι οποιαδήποτε εξωτερική επίδραση που ενισχύει την αθλητική απόδοση ή διευκολύνει την σωματική άσκηση. Στα εργογόνα βοηθήματα περιλαμβάνονται ορισμένα φάρμακα και αθλητικά συμπληρώματα που ενισχύουν την απόδοση. **(Liddle, 2013)** Οι αθλητές χρησιμοποιούν συχνά εργογόνα βοηθήματα για να βελτιώσουν τις επιδόσεις τους και να αυξήσουν τις πιθανότητες τους να κερδίσουν στους διαγωνισμούς. Εκτιμάται ότι μεταξύ 1 και 3 εκατομμυρίων αθλητών θηλυκού και αρσενικού γένους έχουν χρησιμοποιήσει αναβολικά στεροειδή. **(Marc, 2001)** Επιπλέον, περίπου το 50% του πληθυσμού έχουν αναφέρει τη λήψη κάποιας μορφής συμπληρωμάτων, ενώ 76-100% των αθλητών σε ορισμένα αθλήματα έχουν αναφέρει πως χρησιμοποίησαν κάποιο εργογόνο βοήθημα. **(Ahrendt, 2001)** Σύμφωνα με άρθρο εξετάστηκαν τα 14 πιο κοινά εργογόνα βοηθήματα τα οποία καταναλώνονται από αθλητές και μη, για τις επιδράσεις που προκαλούν. Πιο συγκεκριμένα, η καφεΐνη έχει εργογόνο δράση σε ορισμένες αερόβιες δραστηριότητες, η κρεατίνη είναι εργογόνος σε αναερόβια επαναλαμβανόμενη σπριντ ποδηλασία, αλλά δεν προσφέρει εργογόνο δράση στο τρέξιμο και στο κολύμπι. Η εφεδρίνη και η ψευδοεφεδρίνη μπορεί να είναι εργογενείς αλλά έχουν αρνητικές καρδιαγγειακές επιδράσεις. Η ερυθροποιητίνη είναι εργογόνος αλλά αυξάνει τον κίνδυνο θρομβοεμβολικών επεισοδίων. Το β-υδροξυ-β-μεθυλοβουτυρικό (HMB) έχει εργογόνο δράση σε μη αθλούμενα άτομα, αλλά δεν υπάρχουν αρκετές μελέτες για την δράση της σε αθλούμενα άτομα. Η ανθρώπινη αυξητική ορμόνη και η ινσουλίνη αυξητικού παράγοντα-I μειώνει το σωματικό λίπος και αυξάνει την μυϊκή μάζα όταν χορηγείται υποδορίως. Το πυροσταφυλικό οξύ δεν είναι εργογόνο. Η ανδρογόνο πρόδρομοι ανδροστενδιόνη και δεϋδροεπιανδροστερόνη, δεν έχουν αποδειχθεί ότι αυξάνουν οποιεσδήποτε

παραμέτρους της δύναμης και αν έχουν σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις. Τα αναβολικά στεροειδή αυξάνουν την πρωτεϊνοσύνθεση και την μυϊκή μάζα, αλλά με πολλές αρνητικές επιπτώσεις, κάποιες εκ των οποίων είναι μη αναστρέψιμες. (Mark, 2012)

4.2 Συμπληρώματα που επιδρούν στον μεταβολισμό της ενέργειας

Ανάλογα με την δράση τους τα διατροφικά συμπληρώματα μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες. Σε αυτά που επιδρούν στην παραγωγή και στον μεταβολισμό της ενέργειας, σε αυτά που συντελούν στην αύξηση της μυϊκής μάζας και σε αυτά που συντελούν στην βελτίωση της υγείας.

Τα συμπληρώματα που επιδρούν στον μεταβολισμό της ενέργειας είναι :

- Η Κρεατίνη
- Η Καρνιτίνη
- Το Διττανθρακικό νάτριο (Σόδα)
- Η Καφεΐνη
- Και τα Τριγλυκερίδια μέσης αλύσου

4.3 Συμπληρώματα - Ανάλυση της δράσης τους

4.3.1 Κρεατίνη

Η κρεατίνη έχει χρησιμοποιηθεί από πολλούς επιτυχημένους αθλητές σε διάφορα αθλήματα. Αυτό που ξεχωρίζει την κρεατίνη από τα άλλα σκευάσματα είναι η αποτελεσματικότητά της στην αύξηση της απόδοσης. Επίσης, η χρήση της δεν απαγορεύεται στους αθλητές, ακόμη και σε υψηλές ποσότητες. Η κρεατίνη είναι ένα αμινοξύ που υπάρχει φυσικά στην διαίτα (1Kg κρέατος περιέχει 5g κρεατίνη), ενώ μπορεί να συντεθεί στο ήπαρ από τα αμινοξέα γλυκίνη και αργινίνη. (Χασαπίδου, 2002)

Τα συμπληρώματα κρεατίνης χρησιμοποιούνται από αθλητές, bodybuilders, παλαιστές, δρομείς, και άλλους που θέλουν να αποκτήσουν μυϊκή μάζα. Η Κλινική Mayo δηλώνει ότι η κρεατίνη έχει συνδεθεί με συμπτώματα άσθματος και προειδοποιεί για κατανάλωση από άτομα με γνωστή αλλεργία σε κρεατίνη. (Mayo Clinic, 2010) Μια συστηματική ανασκόπηση του 2009 αναφέρει ανησυχίες ότι τα

συμπληρώματα κρεατίνης θα μπορούσε να επηρεάσουν την κατάσταση υδάτωσης και την ανοχή της θερμότητας και να οδηγήσει σε μυϊκές κράμπες και διάρροια. **(Lopez, 2009)** Επιπλέον, υπάρχουν αναφορές για νεφρική βλάβη με την χρήση κρεατίνης, όπως νεφρίτιδα, ασθενείς με νεφρική νόσο θα πρέπει να αποφεύγουν τη χρήση αυτού του συμπληρώματος. **(Mayo Clinic, 2010)** Κατά παρόμοιο τρόπο, η ηπατική λειτουργία μπορεί να αλλάξει, και συνιστάται προσοχή σε άτομα με υποκείμενη ηπατική νόσο, αν και οι μελέτες έχουν δείξει μικρή ή καθόλου αρνητικές επιπτώσεις στην νεφρική ή ηπατική λειτουργία από την χρήση συμπληρωμάτων κρεατίνης δια του στόματος. **(Poortmans, 2000)** Το 2004, η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EAAT) δημοσίευσε ένα ρεκόρ το οποίο ανέφερε ότι η από του στόματος μακροπρόθεσμη πρόσληψη 3g καθαρής κρεατίνης ανά ημέρα είναι χωρίς κινδύνους. **(EFSA, 2004)** Μια μελέτη του 2003 για τους αθλητές που πήραν κρεατίνη για 21 μήνες, δεν διαπίστωσε σημαντικές μεταβολές στους δείκτες της νεφρικής λειτουργίας. **(Kreider, 2003)** Μια μελέτη του 2008 για τους αθλητές που πήραν συμπλήρωμα κρεατίνης για 3 μήνες, δεν βρήκε κανένα στοιχείο της νεφρικής βλάβης κατά τη διάρκεια εκείνου του χρόνου. **(Gualano, 2008)**

Μακροχρόνια χορήγηση μεγάλων ποσοτήτων της κρεατίνης έχει αναφερθεί να αυξάνει την παραγωγή φορμαλδεΰδης, η οποία έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει σοβαρές ανεπιθύμητες παρενέργειες. Ωστόσο, ο κίνδυνος αυτός είναι σε μεγάλο βαθμό θεωρητικός διότι η ουρική απέκκριση της φορμαλδεΰδης, ακόμη και κάτω από βαριά συμπλήρωση κρεατίνης, δεν υπερβαίνει τα φυσιολογικά όρια. **(Francaux, 2006, International Society of Sports Nutrition, 2009)** Εκτεταμένη έρευνα έχει δείξει ότι η χρήση συμπληρωμάτων κρεατίνης, δια στόματος, σε ποσοστό πέντε έως 20 γραμμάρια ανά ημέρα φαίνεται να είναι πολύ ασφαλής και σε μεγάλο βαθμό άνευ δυσμενών παρενεργειών, **(Bizzarini, 2004)** ενώ την ίδια στιγμή βελτιώνει αποτελεσματικά τη φυσιολογική απόκριση στην άσκηση τύπου αντίστασης, αυξάνοντας η μέγιστη παραγωγή δύναμης των μυών στους άνδρες και στις γυναίκες. **(Bemben, 2005, Kreider, 2003)** Μια μετα-ανάλυση έδειξε ότι η θεραπεία με κρεατίνη δεν οδηγεί σε μη φυσιολογική νεφρική, ηπατική και καρδιακή λειτουργία, ή να επηρεάζει την λειτουργία των μυών. **(Persky, 2007)**

Όσον αφορά την δράση της κρεατίνης, υπάρχουν επιστημονικές αποδείξεις ότι η βραχυπρόθεσμη χρήση κρεατίνης μπορεί να αυξήσει τη μέγιστη ισχύ και επιδόσεις σε

τομείς υψηλής έντασης, αναερόβιας, επαναλαμβανόμενης άσκησης (τόσο την περίοδο της άσκησης όσο και κατά την διάρκεια ανάπαυσης) κατά 5-15%. **(Bird, 2013)** Η κατάποση κρεατίνης μπορεί να αυξήσει το επίπεδο της φωσφοκρεατίνης στους μύες μέχρι 20%. **(Garaham , 1999)**

Μελέτες δείχνουν ότι μπορεί να υπάρξει αύξηση μάζας περίπου 1κιλό ανά εβδομάδα, η οποία οφείλεται σε μεγαλύτερη κατακράτηση νερού μέσα στα μυϊκά κύτταρα. **(Powers, 2003)** Άλλες μελέτες ωστόσο, έχουν δείξει ότι η κρεατίνη αυξάνει την δραστηριότητα των δορυφορικών κυττάρων, τα οποία καθιστούν δυνατή την μυϊκή υπερτροφία. Επιπλέον προκαλείται αύξηση των πυρήνων των μυοκυττάρων που προέρχεται από την ικανότητα της κρεατίνης να αυξάνει τα επίπεδα του μυογονικού παράγοντα μεταγραφής MRF4. **(Hespel, 2001, Olsen, 2006)** Σύμφωνα με μελέτη η κρεατίνη δεν επιδρά στη σύνθεση του σώματος, αλλά έχει μικρή συμμετοχή στις μεταβολικές διεργασίες. **(Chilibeck, 2007)**

Η χρήση της κρεατίνης δεν θεωρείται ντόπινγκ και δεν απαγορεύεται από τη πλειοψηφία των φορέων του αθλητισμού. **(University of Maryland Medical Center, 2013)**

4.3.3 Καρνιτίνη

Η σημασία των υδατανθράκων σαν πηγή ενέργειας στους αθλητές είναι επιστημονικά τεκμηριωμένη. Η μείωση των αποθεμάτων γλυκογόνου στους μύς των αθλητών είναι η κυριότερη αιτία κάματος μετά από παρατεταμένη άσκηση. Πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι η αύξηση της καύσης των λιπών κατά την διάρκεια άσκησης μακράς διάρκειας, προστατεύει τους υδατάνθρακες και αυξάνει την διάρκεια της άσκησης. Παρόλο που η παραγωγή ελεύθερων λιπαρών οξέων στους μύς κατά την άσκηση είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την συμμετοχή του λίπους και των υδατανθράκων στον μεταβολισμό της ενέργειας, υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που συντελούν στην οξείδωση των λιπών. **(Χασαπίδου, 2002)**. Η καρνιτίνη είναι μια ένωση τεταρτοταγούς αμμωνίου και συντίθεται από τα αμινοξέα λυσίνη και μεθειονίνη. **(Steiber,2004)** Είναι απαραίτητη για την μεταφορά των λιπαρών οξέων στα μιτοχόνδρια και για την παραγωγή της μεταβολικής ενέργειας. **(Mehta, 2013)** Η καρνιτίνη μέσα στο μιτοχόνδριο ρυθμίζει την συγκέντρωση του ακετυλο-συνενζύμου Α και την συγκέντρωση του ελεύθερου σενενζύμου Α. Έχει προταθεί ότι η αυξημένη διαθεσιμότητα της καρνιτίνης στα μιτοχόνδρια θα μπορούσε να προάγει τον

οξειδωτικό μεταβολισμό. Λόγω του σημαντικού ρόλου της καρνιτίνης στην οξείδωση τόσο των λιπών, όσο και των υδατανθράκων, έχει προταθεί ότι η χορήγηση συμπληρωμάτων καρνιτίνης θα μπορούσε να βελτιώσει την αθλητική απόδοση και ενδεχομένως να προάγει την απώλεια σωματικού λίπους. Με βάση αυτό το σκεπτικό οι πωλήσεις των συμπληρωμάτων καρνιτίνης είναι ευρέως διαδεδομένες σε καταστήματα αθλητικής διατροφής ως ένα συμπλήρωμα για τους αθλητές αντοχής και τα άτομα που θέλουν να χάσουν βάρος. Ωστόσο δεν υπάρχουν επιστημονικές μελέτες που να δείχνουν ότι είναι δυνατό να εμφανίζεται κάποιου είδους ανεπάρκεια της καρνιτίνης στον γενικό πληθυσμό ή στους αθλητές. Η καρνιτίνη υπάρχει στο κρέας και στα γαλακτοκομικά προϊόντα. Αν και θα μπορούσε να υποθέσει κανείς ότι οι φυτοφάγοι βρίσκονται σε υψηλό κίνδυνο για κάποιου είδους έλλειψη, ωστόσο η καρνιτίνη μπορεί να συντεθεί από τον οργανισμό από λυσίνη και μεθειονίνη στο ήπαρ και στους νεφρούς. **(Ronald, 2006)**

Διάφορες μελέτες αναφέρουν ότι η πρόσληψη συμπληρωμάτων καρνιτίνης (4-6g/ημέρα) για 7-14 ημέρες δεν είχε κανένα αποτέλεσμα στα επίπεδα καρνιτίνης στους μύς, στην αύξηση της οξείδωσης των λιπών ή στην απόδοση των αθλητών. Άρα συμπεραίνοντας, ενώ υπάρχει μια θεωρητική βάση για την εργογόνο δράση της καρνιτίνης, η δράση αυτή δεν έχει αποδειχθεί επιστημονικά. Η πρόσληψη της καρνιτίνης φαίνεται από τις μέχρι τώρα μελέτες ότι δεν βοηθά τους αθλητές. **(Χασαπίδου, 2002)**

4.3.4 Διττανθρακικό νάτριο (Σόδα)

Το διττανθρακικό νάτριο είναι ένας ρυθμιστικός παράγοντας που προτείνεται για τη βελτίωση της απόδοσης, προωθώντας την εκροή ιόντων υδρογόνου από τα εργαζόμενα κύτταρα και τους ιστούς. **(Peart, 2012)**

Ανάμεσα στα πιο δημοφιλή εργογόνα βοηθήματα είναι η χρήση του όξινου ανθρακικού ή κιτρικού νατρίου, το οποίο λειτουργεί ως ρυθμιστικό διάλυμα. Το ανθρακικό νάτριο φαίνεται να παρέχει στον οργανισμό μια επιβράδυνση του αισθήματος της κόπωσης. Ωστόσο όμως, αυτές οι επιδράσεις φαίνεται να επηρεάζονται από το μέγεθος της δοσολογίας, το χρονοδιάγραμμα της κατάποσης και το είδος της άσκησης. **(McNaughton, 2008)**

Οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί γύρω από την αποτελεσματικότητα του εργογόνου αυτού βοηθήματος είναι αντικρουόμενες, καθώς σύμφωνα με μια μετα-ανάλυση το συνολικό μέγεθος της επίδρασης του διττανθρακικού νατρίου στις επιδόσεις ήταν μέτριο. **(Peart, 2012)**

4.3.5 Καφεΐνη

Η ασκεί μια ποικιλία δράσεων στον οργανισμό, οι οποίες συμπεριλαμβάνουν τη διέγερση του κεντρικού νευρικού συστήματος, του καρδιακού μυός και την έκκριση επινεφρίνης. Υπάρχουν πολυάριθμες μελέτες οι οποίες δείχνουν μια ευεργετική επίδραση της κατανάλωσης καφεΐνης στην αθλητική απόδοση εργαστηριακών δοκιμασιών και επίσης κάποιες μελέτες που δείχνουν βελτιώσεις σε δοκιμασίες πεδίου. Η καφεΐνη είναι ένα ασυνήθιστο εργογόνο βοήθημα, καθώς φαίνεται ότι παρέχει εργογόνο επίδραση σε ένα μεγάλο εύρος πρωτοκόλλων άσκησης, από δοκιμασίες που περιλαμβάνουν άσκηση μικρής χρονικής διάρκειας και υψηλής έντασης, έως και δοκιμασίες που περιλαμβάνουν παρατεταμένη υπομέγιστη άσκηση. **(Ronald, 2006)**

Η καφεΐνη ασκεί και ένα σημαντικό αριθμό ανεπιθύμητων παρενεργειών, οι οποίες μπορούν να περιορίσουν την χρήση της σε ορισμένα αθλήματα ή σε κάποια ευαίσθητα στις παρενέργειες αυτές άτομα. Οι παρενέργειες περιλαμβάνουν αϋπνία, πονκέφαλο, γατρεντετρικές διαταραχές και αιμορραγία και αύξηση της διαούρησης. **(Ronald, 2006)**

4.3.6 Τριγλυκερίδια Μέσης Αλύσου

Τα τριγλυκερίδια μέσης αλύσου περιλαμβάνουν κορεσμένα λιπαρά οξέα με 6-10 άνθρακες. Σε σύγκριση με τα λιπαρά οξέα μακράς αλύσου, οι χημικές και φυσικές ιδιότητες των τριγλυκεριδίων μέσης αλύσου δείχνουν σημαντικές μεταβολικές διαφορές. Θεωρούνται μια προτιμώμενη πηγή ενέργειας και επιπλέον μπορούν να μειώσουν το σωματικό λίπος και βάρος, όπως αναφέρεται σε πρόσφατες μελέτες και τα αποτελέσματα αυτά φαίνεται να μην ήταν παροδικά. Τέλος τα τριγλυκερίδια μέσης αλύσου μειώνουν την έκκριση των λιποπρωτεϊνών και μετριάζουν την απόκριση των τριγλυκεριδίων. **(Berit, 2006)**

Μερικές μελέτες επίσης έχουν δείξει ότι μπορούν, να βοηθήσουν στη διαδικασία της υπερβολικής καύσης θερμίδων, και κατά συνέπεια να προκύψει σημαντική απώλεια βάρους. **(Onge, 2003, Martena, 2006, Takeuchi, 2008)** Αν και τα οφέλη στην υγεία από τα τριγλυκερίδια μέσης αλύσου είναι ορατά, ωστόσο δεν είναι ξεκάθαρο για το αν βοηθούν στην βελτίωση της δύναμης. **(Clegg, 2010)**

4.3.7 Λευκίνη

Η λευκίνη χρησιμοποιείται στο ήπαρ, στον λιπώδη και τον μυϊκό ιστό. Στον λιπώδη και μυϊκό ιστό χρησιμοποιείται στον σχηματισμό των στερολών, η χρήση της σε αυτούς του δύο ιστούς είναι επτά φορές μεγαλύτερη από ότι η χρήση της στο ήπαρ. **(Rosenthal, 2008)** Η λευκίνη είναι το μόνο διαιτητικό αμινοξύ που έχει την ικανότητα να διεγείρει την πρωτεϊνική σύνθεση των μυών. **(Etzel, 2004)** Σαν συμπλήρωμα η λευκίνη έχει βρεθεί ότι επιβραδύνει την αποικοδόμηση του μυϊκού ιστού, αυξάνοντας την πρωτεϊνική σύνθεση των μυών. **(Combaret, 2008)** Ωστόσο, τα αποτελέσματα των ερευνών είναι αντικρουόμενα. Απαιτούνται επιπλέον μελέτες για την χρήση της ως συμπλήρωμα. Η παράγοντες όπως : η καθημερινότητα, η διατροφή, η άσκηση και η ηλικία πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την ανάλυση ώστε να εκτιμηθούν οι επιπτώσεις της λευκίνης ως αυτόνομο συμπλήρωμα ή ακόμη και αν λαμβάνεται μαζί με άλλα αμινοξέα διακλαδισμένης αλύσου. Μέχρι τότε το συμπλήρωμα λευκίνης δεν μπορεί να συνδεθεί ως ο κύριος λόγος για την μυϊκή ανάπτυξη ή την βέλτιστη συντήρηση των μυών, για το σύνολο του πληθυσμού.

Υπερκατανάλωση του συμπληρώματος μπορεί να είναι ένα από τα αίτια της πελλάγρας, συμπτώματα της οποίας είναι: Διάρροια, Δερματίτιδα, Άνοια και Θάνατος. **(Hegyí, 2004)**

4.3.8 Πρωτεΐνη γάλακτος – Πρωτεΐνη ορού γάλακτος (whey isolate)

Η πρωτεΐνη γάλακτος αποτελείται κυρίως από πρωτεΐνη ορού γάλακτος και καζεΐνη, περίπου 20% και 80% αντίστοιχα. Η πρωτεΐνη ορού γάλακτος θεωρείται ελεύθερης λακτόζης και χοληστερόλης, περιέχει συνήθως τουλάχιστον 90% πρωτεΐνη. Η πρωτεΐνη γάλακτος κυκλοφορεί στο εμπόριο σαν συμπλήρωμα διατροφής για την μυϊκή ανάπτυξη σε αθλήματα αντιστάσεων. Εξαιτίας του γρήγορου ρυθμού της πέψης, η πρωτεΐνη γάλακτος παρέχει ταχεία πηγή αμινοξέων, που μπορούν να

ληφθούν από τους μυς για την επισκευή και ανάπλαση του μυϊκού ιστού. (Chen, 2014)

Η πρωτεΐνη ορού γάλακτος είναι το πιο δημοφιλές συμπλήρωμα πρωτεΐνης που πωλείται με την μορφή σκόνης. Είναι ιδιαίτερα βιοδιαθέσιμη, απορροφάται πολύ γρήγορα μέσα στο σώμα και έχει μια αρκετά υψηλή συγκέντρωση BCAAs (Rieu, 2006) τα οποία συγκεντρώνονται στον μυϊκό ιστό και χρησιμοποιούνται για να τροφοδοτήσουν την μυϊκή εργασία και να διεγείρουν την πρωτεϊνική σύνθεση. (Kimball, 2006). Περιέχει πολύτιμα συστατικά τροφίμων λόγω της θρεπτικής της αξίας και της λειτουργικής της βιοδραστικότητας. Η πρωτεΐνη ορού γάλακτος περιέχει:

- Β-λακτοσφαιρίνη
- Α-λακταλβουμίνη
- Ανοσοσφαιρίνες
- Αλβουμίνη βόειου ορού
- Λακτοφερίνη
- Γαλακτοϋπεροξειδάση
- Φωσφολιποπρωτεΐνη
- Βιοδραστηκούς παράγοντες και
- Άφθονα ένζυμα.

Τα βιολογικά συστατικά της πρωτεΐνης ορού γάλακτος έχουν αναφερθεί ότι ωφελούν την αντι-οξειδωση, την ρύθμιση του μεταβολισμού των λιπιδίων , βοηθούν κατά της κόπωσης και επίσης ότι έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες.

Η πρωτεΐνη ορού γάλακτος περιέχει εμπλουτισμένα απαραίτητα αμινοξέα, συμπεριλαμβανομένων και των αμινοξέων διακλαδισμένης αλυσού, τα οποία χρειάζεται ο οργανισμός για την σύνθεση των ιστών. Το υψηλό ποσοστό λευκίνης (50-70% περισσότερο από άλλες πηγές πρωτεΐνης), ένα αμινοξύ διακλαδισμένης αλυσού, στην πρωτεΐνη ορού γάλακτος θα μπορούσε να εξηγήσει την ικανότητά της για την διέγερση της σύνθεσης της μυϊκής πρωτεΐνης. (Chen, 2014)

4.3.9 Β-υδροξυ β-μεθυλο βουτυρικό οξύ (HMB)

Το β-υδροξυ β-μεθυλο βουτυρικό οξύ (HMB) είναι ένα μεταβολικό προϊόν του αμινοξέος λευκίνη και επί του παρόντος ένα από τα πιο δημοφιλή συμπληρώματα διατροφής. Έχει υποστηριχτεί ότι η ουσία αυτή μπορεί να προάγει την αύξηση της μυϊκής μάζας και της δύναμης κατά την προπόνηση με αντιστάσεις, να οδηγήσει σε απώλεια σωματικού λίπους και να επιταχύνει την ανάνηψη μετά την άσκηση. Οι πιθανές αυτές επιδράσεις στηρίζονται στην υπόθεση ότι ο ρόλος της ουσίας αυτής είναι να περιορίζει τον καταβολισμό των πρωτεϊνών και τις κυτταρικές βλάβες που παρατηρούνται κατά την διάρκεια έντονης άσκησης. Είναι γνωστό ότι η χορήγηση λευκίνης επηρεάζει τον πρωτεϊνικό μεταβολισμό και πιο συγκεκριμένα μειώνει την διάσπαση των πρωτεϊνών κατά την διάρκεια περιόδων φυσιολογικού στρες και τραυματισμών. Έχει προταθεί ότι η επίδραση αυτής της λευκίνης μεσολαβείται από κάποιους μεταβολίτες της, όπως το HMB. Ωστόσο, μέχρι σήμερα μόνο λίγες μελέτες είναι διαθέσιμες για την χορήγηση HMB. (Ronald, 2006)

4.4 Ειδικά συμπληρώματα για αύξηση μυϊκού όγκου

Τα συμπληρώματα που συντελούν στην αύξηση της μυϊκής μάζας είναι :

- Οι πρωτεΐνες
- Και τα διακλαδισμένα αμινοξέα

4.4.1 Πρωτεΐνες

Τα συμπληρώματα πρωτεΐνης είναι υποκατάστατα τροφίμων υψηλής πρωτεϊνικής σύστασης, που είναι ήδη διαθέσιμα στην διαίτα. Στην ουσία όμως η πρωτεΐνη που

περιέχεται σε αυτά τα συμπληρώματα προέρχεται από φυσικές πηγές όπως γάλα, αυγά και σόγια. Τέτοια σκευάσματα δεν έχουν καμία διαφορά από την φυσική πρωτεΐνη που μπορεί να προσλάβει κανείς με την διατροφή, ενώ επιπλέον είναι και πιο ακριβά. Το “πλεονέκτημα”, αν μπορεί να χαρακτηριστεί έτσι, των συμπληρωμάτων αυτών είναι το ότι είναι πλέον εύχρηστα από τους πολυάσχολους αθλητές. **(Σκουρολιάκου, 2005)** Η πρόσληψη πρωτεϊνούχων σκευασμάτων μπορεί να οδηγήσει τον αθλητή σε υπερκατανάλωση πρωτεϊνών. Οι προτεινόμενες ποσότητες κυμαίνονται από 1,6-1,8gr/Kg ΣΒ ενώ η προτεινόμενη μέγιστη πρόσληψη πρωτεΐνης είναι περίπου το 25% των ενεργειακών αναγκών της δηλαδή περίπου 2-2,5gr/Kg ΣΒ. **(Bilsborough, 2006)** Μεγαλύτερες ποσότητες από αυτές, παρόλο που είναι ανεκτές στους περισσότερους αθλητές, μακροχρόνια μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα υγείας. Εξάλλου, οι πρωτεΐνες που δεν χρησιμοποιούνται για την αύξηση της μυϊκής μάζας, μετατρέπονται σε λίπος και αποθηκεύονται. Η υπερκατανάλωση πρωτεΐνης επιβαρύνει τα νεφρά και το ήπαρ κατά την διαδικασία αποβολής της. Κατά την αποβολή μεγάλης ποσότητας αζώτου από τον οργανισμό, αυξάνεται ο κίνδυνος αφυδάτωσης και παράλληλης απώλειας ηλεκτρολυτών. Η υπερκατανάλωση, επίσης, ζωικών πρωτεϊνών μακροχρόνια, έχει συνδεθεί σύμφωνα με ερευνητικά αποτελέσματα με τον αυξημένο κίνδυνο καρδιαγγειακών νοσημάτων, υπέρτασης και ορισμένων μορφών καρκίνου. **(Χασαπίδου, 2002)**

Έρευνες δείχνουν ότι πολλοί αθλητές καταναλώνουν περισσότερη πρωτεΐνη από όση χρειάζονται, ακόμα και χωρίς την χρήση συμπληρωμάτων. Συμπερασματικά, πρέπει να προτείνεται στους αθλητές να προσλαμβάνουν την ποσότητα πρωτεϊνών που χρειάζονται μέσω της τροφής και όχι μέσω των πρωτεϊνούχων σκευασμάτων, για να αποφεύγεται με τον τρόπο αυτό η υπερκατανάλωση. **(Nutrition Working Group, 2003).**

4.4.2 Διακλαδισμένα αμινοξέα

Τα αμινοξέα είναι δομικά στοιχεία των πρωτεϊνών. Τα αμινοξέα έχουν ταξινομηθεί ως απαραίτητα και μη απαραίτητα. Τα αμινοξέα διακλαδισμένης αλυσού (BCAA) είναι τρία: η λευκίνη, η ισολευκίνη και η βαλίνη. Και τα τρία αυτά αμινοξέα είναι απαραίτητα. Καθένα από αυτά έχει πολυάριθμα πλεονεκτήματα σε διάφορες βιολογικές διεργασίες στο σώμα. Σε αντίθεση με άλλα αμινοξέα τα BCAA

μεταβολίζονται στο μυ και έχουν αναβολική επίδραση σ αυτό. Τα BCAA αντιπροσωπεύουν το 33% της πρωτεΐνης των μυών. **(Karlsson, 2004)** Η άσκηση προκαλεί τον αυξημένο καταβολισμό των αμινοξέων διακλαδισμένης αλυσού (BCAA) και ως εκ τούτου η άσκηση μπορεί να αυξήσει την απαίτηση των BCAA. Έχει αναφερθεί ότι τα συμπληρώματα BCAA πριν από την άσκηση μετριάξει την διάσπαση των μυϊκών πρωτεϊνών κατά την διάρκεια της άσκησης σε ανθρώπους και ότι η λευκίνη προωθεί έντονα την σύνθεση πρωτεϊνών στο σκελετικό μυ σε ανθρώπους και αρουραίους, γεγονός που υποδηλώνει ότι ένα συμπλήρωμα BCAA μπορεί να μετριάσει την μυϊκή βλάβη που προκαλείται από την άσκηση και την προώθηση της ανάκτησης από τη ζημιά. **(Yoshiharu, 2006)** Σύμφωνα με μελέτες η χορήγηση διακλαδισμένων αμινοξέων σε περίοδο ηρεμίας, ιδιαίτερα η λευκίνη, έχουν αναβολική επίδραση στον μεταβολισμό των πρωτεϊνών με την αύξηση του ρυθμού σύνθεσης πρωτεΐνης και μειώνοντας τον ρυθμό αποικοδόμησης πρωτεΐνης. **(Louard, 1990, Alvestrand, 1990)** Επιστημονικά στοιχεία έχουν δείξει ότι οι πρωτεΐνες με υψηλή περιεκτικότητα σε βασικά αμινοξέα, διακλαδισμένης (BCAA), και ειδικότερα η λευκίνη συνδέονται με αυξημένη πρωτεϊνική σύνθεση των μυών, απώλεια βάρους, απώλεια λίπους σώματος και μειωμένο ποσοστό ινσουλίνης και τριγλυκεριδίων στο πλάσμα του αίματος. **(Etzel, 2004)**

4.5 Άλλα διατροφικά σκευάσματα

Οι αθλητές, επίσης, χρησιμοποιούν πληθώρα άλλων διατροφικών σκευασμάτων για την βελτίωση της υγείας τους καθώς και της απόδοσής τους. Τα περισσότερα από αυτά είναι ιδιαίτερα ακριβά και τα ευεργετικά αποτελέσματα που υπόσχονται στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι αποδεδειγμένα. Παρακάτω αναφέρονται ορισμένα από αυτά, καθώς και οι δράσεις αλλά και οι τυχόν παρενέργειες από την λήψη τους.

ΠΡΟΪΟΝ	ΙΣΧΥΡΙΣΜΟΙ	ΑΠΟΔΕΔΕΙΓΜΕΝΗ ΔΡΑΣΗ	ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΕΣ
Aloe Vera	Θεωρείται ότι γιατρεύει τον πόνο, την αϋπνία, έλκη, εγκαύματα κ.α.	Δεν έχει καταγραφεί επιστημονικά καμία ευεργετική δράση από την κατανάλωσή της.	Οι χυμοί των φύλλων είναι δυνατά καθαρκτικά. Δεν έχει αναφερθεί καμία σοβαρή αντίδραση.

			Προσοχή πρέπει να δοθεί στην κατανάλωση αφού ο ποιοτικός έλεγχος είναι υπό αμφισβήτηση.
Βασιλικός Πολτός	Θεωρείται ότι γιατρεύει ασθένειες όπως η κολίτιδα, οι αναπνευστικές ασθένειες, προστατεύει από την γήρανση και την παχυσαρκία.	Δεν υπάρχει καμία έρευνα που να αποδεικνύει τους ισχυρισμούς .	Αλλεργικό εξάνθημα, αλλεργική ρινίτιδα.
Μελάσα	Αντιοξειδωτική δράση. Θεωρείται ευεργετική στην καταπολέμηση του καρκίνου.	Καθαρτικό και καλή πηγή Fe και Ca. Καμία έρευνα δεν υποστηρίζει την ευεργετική της δράση στην καταπολέμηση του καρκίνου.	Καμία
Τζίνσενγκ	Γενικό τονωτικό για προβλήματα δυσπεψίας, έλλειψη ενεργητικότητας.	Οι αναφορές αποτελεσματικότητας δεν είναι τεκμηριωμένες.	Με δόσεις 3g και μικρότερες έχουν αναφερθεί συμπτώματα υπέρτασης καθώς και νευρολογικά συμπτώματα (νευρική, κατάθλιψη).
Μέλι	Έχει την φήμη του ιατρικού τροφίμου. Είναι πλούσιο σε	Είναι πιο πλούσιο από την σουκρόζη, με αποτέλεσμα να	

	ενέργεια.	καταναλώνεται σε μικρότερες ποσότητες. Η ενέργεια που προσφέρει στους αθλητές είναι αντίστοιχη με αυτή της ζάχαρης.	
Ινοσίνη	Αυξάνει την δύναμη και την αντοχή.		
Λεκιθίνη	Προλαμβάνει και θεραπεύει την αρθρίτιδα, τις πέτρες στα νεφρά, τα καρδιαγγειακά νοσήματα, τις νευρικές διαταραχές, τα δερματολογικά προβλήματα. Μειώνει τα επίπεδα χοληστερίνης και τριγλυκεριδίων.	Δεν έχουν αποδειχθεί επιστημονικά οι ισχυρισμοί για την δράση της.	Σε μεγάλες δόσεις μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα (γαστρεντερικές διαταραχές, ανορεξία, εφίδρωση).
Μαγιά μύρας	Περιέχει πρωτεΐνες, βιταμίνες, ιχνοστοιχεία και νουκλεϊκά οξέα.	Καλή πηγή πρόσληψης βιταμινών της ομάδας Β, πρωτεϊνών, χρωμίου και σεληνίου.	
Σκόρδο	Προτείνεται για εξωτερική χρήση σε αρθρίτιδα. Ισχυρισμοί για τη	Έχει ελαφρά υπογλυκαιμική δράση. Σε έρευνες σε πειραματόζωα οδήγησε	Στις έρευνες σε πειραματόζωα, όπου βρέθηκαν θετικά αποτελέσματα,

	δράση του σε κάψουλες περιλαμβάνουν τα καρδιαγγειακά νοσήματα, τον καρκίνο και την πρόληψη του γήρατος.	σε μείωση της χοληστερόλης και είχε αντιθρομβωτική δράση. Σε άλλες έρευνες σε ποντικούς είχε αντικαρκινική δράση.	χρησιμοποιήθηκε σαν φάρμακο και όχι σαν τρόφιμο.
Ω-3 λιπαρά οξέα	Θετική επίδραση στα λιπίδια του αίματος.	Αύξηση της μυϊκής μάζας (διεγείρει την έκκριση της αυξητικής ορμόνης), αύξηση αντοχής σε αερόβια άσκηση, καρδιοπροστατευτική δράση.	Χρειάζεται έλεγχος της δοσολογίας. Τα μακροχρόνια αποτελέσματα της υψηλής πρόσληψης δεν είναι γνωστά.

(Χασαπίδου, 2002)

Κεφάλαιο 5^ο

5.1 Άσκηση και ενεργειακές απαιτήσεις.

Με τον όρο Άσκηση εννοούμε οποιοδήποτε είδος φυσικής δραστηριότητας το οποίο είναι προγραμματισμένο και επαναλαμβανόμενο. Η άσκηση κατηγοριοποιείται σε τρεις τύπους:

- Αερόβια άσκηση
- Αναερόβια και
- Ασκήσεις ελαστικότητας.

Η αερόβια και η αναερόβια είναι οι πιο συχνές μορφές άσκησης επομένως θα αναφερθούμε μόνο σε αυτές.

Η αερόβια άσκηση (ή καρδιαγγειακή άσκηση, όρος που έχει αποδοθεί λόγω των πολλών οφελών για την καρδιαγγειακή υγεία) αναφέρεται στην άσκηση που περιλαμβάνει ή βελτιώνει την κατανάλωση οξυγόνου από το σώμα.

Η αναερόβια άσκηση είναι η μορφή άσκησης που βελτιώνει τη δύναμη και χτίζει μυϊκή μάζα. Οι μύες που ασκούνται κάτω από αναερόβιες συνθήκες αναπτύσσονται διαφορετικά, οδηγώντας σε καλύτερες επιδόσεις σε δραστηριότητες μικρής διάρκειας και υψηλής έντασης. **(EUFIC, 2008)**

Η τροφή που τρώμε παρέχει τα καύσιμα και τα δομικά υλικά για την διατήρηση της ζωής, καλύπτοντας τις ανάγκες τόσο για τα δομικά συστατικά του ανθρώπινου οργανισμού, όσο και για τις σωματικές λειτουργίες που απαιτούν ενέργεια. Ενέργεια απαιτείται και για την διατήρηση της σταθερότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος του σώματος. Πέρα από την διατήρηση των βασικών σωματικών αναγκών, επιπλέον ενέργεια απαιτείται για την μυϊκή δραστηριότητα, είτε αυτή αφορά τον ελεύθερο χρόνο ενός σωματικά δραστήριου ατόμου, είτε αφορά την προπόνηση ενός αθλητή. Τα ιδιαίτερα συστατικά που συνιστούν τις συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις είναι τα εξής:

- Βασικός μεταβολικός ρυθμός ή μεταβολικός ρυθμός ηρεμίας (η ενέργεια που απαιτείται για την διατήρηση των συστημάτων του σώματος), ο οποίος θα πρέπει να μετράται σε θερμο-ουδέτερο περιβάλλον.
- Θερμική επίδραση της τροφής (η αύξηση στην ενεργειακή κατανάλωση που ακολουθεί μετά από την πρόσληψη τροφής και σχετίζεται με την πέψη, απορρόφηση και τον μεταβολισμό της τροφής και των θρεπτικών συστατικών).
- Θερμική επίδραση της φυσικής δραστηριότητας, η οποία περιλαμβάνει την ενεργειακή δαπάνη των αυθόρμητων κινήσεων, όπως επίσης και την προγραμματισμένη μυϊκή δραστηριότητα, όπως κατά την άσκηση.
- Απαιτήσεις κατά την ανάπτυξη.

Οι βασικοί παράγοντες που καθορίζουν τις ενεργειακές απαιτήσεις των αθλητών κατά την προπόνηση είναι το σωματικό μέγεθος και ο όγκος της προπόνησης. Η σημασία του σωματικού βάρους συνήθως υποτιμάται, ωστόσο η μάζα του σωματικά δραστήριου ιστού επηρεάζει το βασικό μεταβολικό κόστος της ζωής, όπως επίσης και το ενεργειακό κόστος της άσκησης. Η συνολική ενεργειακή κατανάλωση διαφέρει

σημαντικά ανάμεσα σε αθλητές των οποίων το σωματικό βάρος κυμαίνεται από λιγότερο από 40 κιλά, όπως στην περίπτωση των αθλητριών της γυμναστικής ή των μαραθωνοδρόμων, ως τα 120 κιλά, όπως στην περίπτωση των αθλητών της άρσης βαρών ή των αθλητών του σούμο, με σωματικό βάρος μεγαλύτερο των 200 κιλών. Η προπόνηση θα αυξήσει τις ενεργειακές απαιτήσεις πέρα από αυτές της συνήθους ημερήσιας δραστηριότητας και σε αρκετούς αθλητές οι ενεργειακές απαιτήσεις της προπόνησης μπορεί να φτάνουν σε επίπεδα της τάξης του 50% της συνολικής ημερήσιας ενεργειακής κατανάλωσης. Τα τρία βασικά χαρακτηριστικά ενός προπονητικού προγράμματος (ένταση, διάρκεια και συχνότητα) επηρεάζουν όλη την συνολική ενεργειακή κατανάλωση. (Ronald, 2006)

5.2 Άσκηση και χρήση Συμπληρωμάτων

Ως συμπλήρωμα, ορίζεται οποιαδήποτε τρόφιμο, πόσιμο υγρό (εκτός από νερό), χάπι, gel, συμπυκνωμένο διάλυμα, σκόνη, κάψουλα, κάλυμμα ζελατίνης, ταμπλέτα ζελατίνης (geltab) ή σταγόνες, που σκοπό έχει να επηρεάσει τη δομή του σώματος, τη λειτουργία του ή τη διατροφική κατάσταση, κατά τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να έχει αξία για τους σωματικά δραστήριους ανθρώπους. Το συμπλήρωμα διατροφής, λοιπόν, ορίζεται ως προϊόν τροφής, προστιθέμενο στη συνολική διατροφή, το οποίο περιέχει τουλάχιστον ένα από τα εξής συστατικά: βιταμίνες, ανόργανα συστατικά, βότανα, αμινοξέα, μεταβολίτες, αποστάγματα ή συνδυασμό οποιωνδήποτε από τα παραπάνω συστατικά. Πρέπει να τονισθεί εδώ ότι ένα συμπλήρωμα δεν μπορεί να παρουσιάζεται ως συμβατική τροφή που μπορεί να αντικαταστήσει ένα φυσιολογικό γεύμα. Έτσι τα συμπληρώματα διατροφής μπορεί να περιέχουν απαραίτητα θρεπτικά συστατικά όπως βιταμίνες, ανόργανα συστατικά, αμινοξέα, αλλά επίσης και άλλες μη απαραίτητες ουσίες.

Πολλοί κατασκευαστές παρουσιάζουν τα προϊόντα τους στην αθλητική κοινότητα ως μέσα αύξησης της αθλητικής επίδοσης. Η προώθηση αυτών των προϊόντων συχνά δεν στηρίζεται σε επιστημονικές έρευνες ή αξιόπιστα στοιχεία. Έχει διαπιστωθεί ότι μερικά συμπληρώματα διατροφής και φαρμακευτικά σκευάσματα βοτάνων περιέχουν **απαγορευμένες ουσίες**. Τα προϊόντα αυτά χρησιμοποιούνται με προσωπικό ρίσκο και πρέπει να λαμβάνονται με κάθε επιφύλαξη. Ο αθλητής δεν πρέπει λαμβάνει κάτι

που δίνεται από οποιονδήποτε, χωρίς προηγουμένως να έχει ελεγχθεί η ταυτότητά και η νομιμότητα του προϊόντος αυτού.

5.3 Τύπος άσκησης και χρήση συμπληρωμάτων

Συμπληρώματα πρωτεΐνης:

Οι αθλητές που εμπλέκονται σε προπόνηση με βάρη και επιδιώκουν την αύξηση της μυϊκής μάζας τους, καθώς και οι αθλητές αντοχής χρειάζονται περισσότερη πρωτεΐνη από τη συνιστώμενη κατά τη διαιτητική πρόσληψη, για να διατηρήσουν ή να αυξήσουν το ισοζύγιο πρωτεΐνης, ειδικά όταν η ενεργειακή πρόσληψη δεν είναι επαρκής για να καλύψει την ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση. Η ικανότητα πάντως των πρωτεϊνικών συμπληρωμάτων να βελτιώνουν την απόδοση περισσότερο και από την ίδια την προπόνηση είναι αμφίβολη. Αν και η φυσική δραστηριότητα αυξάνει τις διαιτητικές ανάγκες για πρωτεΐνη, η αυξημένη αυτή ανάγκη εύκολα καλύπτεται από μια φυσιολογική δίαιτα. Τα συμπληρώματα πρωτεΐνης είναι υποκατάστατα τροφίμων υψηλής πρωτεϊνικής σύστασης, που είναι ήδη διαθέσιμα στη δίαιτα. Στην ουσία όμως η πρωτεΐνη που περιέχεται σε αυτά τα συμπληρώματα προέρχεται από φυσικές πηγές όπως γάλα, αυγά και σόγια. Τέτοια σκευάσματα δεν έχουν καμιά διαφορά από τη φυσική πρωτεΐνη που μπορεί να προσλάβει κανείς με τη διατροφή, ενώ επιπλέον είναι και πιο ακριβά. Το «πλεονέκτημα», αν μπορεί να χαρακτηριστεί έτσι, των συμπληρωμάτων αυτών είναι το ότι είναι πλέον εύχρηστα από τους πολυάσχολους αθλητές.

Συμπληρώματα βιταμινών & μετάλλων:

Οι βιταμίνες και τα μέταλλα επιτρέπονται. Ωστόσο μερικές βιταμίνες και σκευάσματα μετάλλων ενδέχεται να περιέχουν απαγορευμένες ουσίες. Για αυτόν το λόγο οι ετικέτες θα πρέπει να διαβάζονται προσεκτικά. Οι διαγωνιζόμενοι που έχουν μια καλά ισορροπημένη και ενδεδειγμένη διατροφή δεν χρειάζονται συμπληρώματα

βιταμινών και μετάλλων, εκτός και αν έχουν αναπτύξει κάποια συγκεκριμένη ανεπάρκεια.

Όσον αφορά τα ανόργανα συστατικά οι περισσότεροι αθλητές δεν είναι αναγκαίο να λαμβάνουν συμπληρώματά τους. Μπορούν να επιτύχουν επαρκή πρόσληψη ανόργανων συστατικών από τη διατροφή, εφόσον ακολουθούνται συγκεκριμένες διατροφικές συνήθειες. Οι ανεπάρκειες ανόργανων συστατικών σε σημείο που να επηρεάζουν τη σωματική απόδοση θεωρούνται σπάνιες. Μια εξαίρεση αποτελούν τα χαμηλά επίπεδα σιδήρου (Fe), για την αναπλήρωση του οποίου τα συμπληρώματα ίσως να είναι ωφέλιμα. Πολλά ανόργανα στοιχεία όταν ληφθούν σε μεγάλες ποσότητες μπορούν να αποβούν επιζήμια για την υγεία. Παρόλα αυτά αναγνωρίζεται ότι ορισμένοι αθλητές μπορεί να μην επιτυγχάνουν επαρκή πρόσληψη ανόργανων συστατικών μέσω της δίαιτας. Τέτοια είναι η περίπτωση αθλητών που προσπαθούν να χάσουν γρήγορα βάρος. (Σκουρολιάκου, 2005)

5.4 Τα Απαραίτητα Συστατικά του Γεύματος, πριν – κατά την διάρκεια – μετά τον Αγώνα

Το γεύμα πριν από την άσκηση (προπόνηση ή αγώνας), χρειάζεται να παρέχει επαρκείς ποσότητες υγρών για τη διατήρηση των επιπέδων υδάτωσης, να περιέχει χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος και φυτικές ίνες. Με τον τρόπο αυτό το στομάχι αδειάζει πιο γρήγορα και ελαχιστοποιούνται οι γαστρεντερικές διαταραχές. Χρήσιμο είναι επίσης το να είναι πλούσιο σε υδατάνθρακες, ώστε να μεγιστοποιεί τη διατήρηση της γλυκόζης του αίματος και να φορτίζει το γλυκογόνο που βρίσκεται αποθηκευμένο στους μυς και το συκώτι. Επιπλέον, απαραίτητο να περιέχει μέτρια ποσότητα πρωτεΐνης και να αποτελείται από τροφές οικείες και καλά ανεκτές από τον αθλητή.

Κατά τη διάρκεια της άσκησης, οι πρωταρχικοί στόχοι θα πρέπει να είναι η αποκατάσταση των απωλειών σε υγρά και η παροχή 30-60 g υδατανθράκων/ώρα με στόχο τη διατήρηση των επιπέδων γλυκόζης του αίματος. Αυτές οι διατροφικές οδηγίες είναι εξαιρετικά σημαντικές για αγωνίσματα αντοχής που διαρκούν > 1ώρα, ιδιαίτερα όταν ο αθλητής δεν έχει ικανοποιητικά αρχικά επίπεδα υγρών και αποθεμάτων μυϊκού και ηπατικού γλυκογόνου.

Μετά την άσκηση, ο διαιτητικός στόχος είναι η παροχή επαρκούς ενέργειας και υδατανθράκων για την αποκατάσταση του μυϊκού γλυκογόνου και την εξασφάλιση ταχείας ανάνηψης. Εάν ένας αθλητής έχει εξαντλήσει τα αποθέματα γλυκογόνου κατά την άσκηση, η πρόσληψη υδατανθράκων της τάξεως του 1.5 g/kg σωματικού βάρους στα πρώτα 30 min και ξανά κάθε 2 ώρες, για τις επόμενες 4 έως 6 ώρες είναι αρκετή για τη βέλτιστη αποκατάσταση. Η πρόσληψη πρωτεΐνης μετά την άσκηση, παρέχει τα αμινοξέα που χρειάζονται για την ανακατασκευή και ανάπλαση του μυϊκού ιστού. Επομένως οι αθλητές θα πρέπει να καταναλώνουν μετά την προπόνηση ένα μικτό γεύμα που να παρέχει υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λίπος σε σύντομο χρονικό διάστημα, μετά το τέλος της άσκησης ή της προπόνησης. Επίσης η κατανάλωση φρούτων και λαχανικών προσφέρει στους αθλητές απαραίτητα θρεπτικά συστατικά, βιταμίνες, μέταλλα, ιχνοστοιχεία και αντιοξειδωτικά.

Η διατροφή μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στην επίτευξη της βέλτιστης δυνατής απόδοσης και την πρόληψη της κόπωσης κατά τη διάρκεια τόσο της προπόνησης όσο και του αγώνα. Σε συνδυασμό με το κατάλληλο προπονητικό πρόγραμμα και την απαραίτητη αγωνιστική τακτική, μπορεί να αποτελέσει το «κλειδί» που θα χαρίσει σε έναν αθλητή τη νίκη, στερώντας την παράλληλα από κάποιον άλλον, ο οποίος παρότι είναι εξίσου καλός, ίσως υποτίμησε τη σημασία της σωστής διατροφής. (Πανελλήνιος Σύλλογος Διαιτολόγων, 2012)

5.5 Συστάσεις διαιτητικής πρόσληψης πρωτεϊνών για αθλητές

Πρωτεϊνικές Συστάσεις Αθλητών	
Αθλητές αντοχής	Αθλητές δύναμης
1,2-1,4 gr/kg/day	1,4-2 gr/kg/day

Αθλητές αντοχής

Η αυξημένη κινητοποίηση και χρήση πρωτεΐνης κατά τη διάρκεια της άσκησης ιδιαίτερα σε υψηλά επίπεδα έντασης και διάρκειας, επιβάλλει και την αυξημένη πρόσληψή της στη φάση της ανάνηψης για επιδιόρθωση και ανακατασκευή μυϊκών

ινών. Μάλιστα σε ορισμένες ακραίες περιπτώσεις εξαιρετικά παρατεταμένων σε χρονική διάρκεια αθλημάτων με δεδομένα υψηλά επίπεδα έντασης, η πρόσληψη πρωτεϊνών μπορεί και να ξεπερνά τα 1.4 g/kg/day.

Αθλητές Δύναμης

Τα αγωνίσματα δύναμης και αντιστάσεων επιβάλλουν την ανάγκη παρουσίας πλεονάζουσας διαιτητικής πρωτεΐνης στη φάση της ανάνηψης και μάλιστα σε ένα μεγάλο ποσοστό απαραίτητων αμινοξέων (6g – 20g) , ώστε να διασφαλιστεί η μυϊκή ανάπτυξη, δεδομένης της διαθεσιμότητας υδατανθράκων και ενέργειας. Φαίνεται πως τα απαραίτητα και τα διακλαδισμένα αμινοξέα έχουν θετική δράση στους αθλητές, αφού αυξάνουν το ρυθμό πρωτεϊνικής σύνθεσης, και μειώνουν το ρυθμό μυϊκής φθοράς, συνεισφέροντας έτσι σημαντικά και στη φάση της ανάνηψης.

Πέρα από την ποσότητα της προσλαμβανόμενης διαιτητικής πρωτεΐνης, ιδιαίτερη σημασία έχει και η υψηλή της ποιότητα και βιολογική αξία. Καλές διαιτητικές πηγές πρωτεϊνών υψηλής ποιότητας και ταυτόχρονα χαμηλού λίπους είναι τα άπαχα πουλερικά, τα ψάρια, το αυγό και τα άπαχα γαλακτοκομικά (καζεΐνη, ορός γάλακτος). **(Πανελλήνιος Σύλλογος Διαιτολόγων, 2014)**

5.6 Ο Ρόλος των Υδατανθράκων στην Άσκηση

Το δεύτερο συστατικό διασφάλισης της διατροφικής συμβολής στην αθλητική απόδοση και αντοχή είναι η πλήρης κάλυψη των υδατανθρακικών αναγκών του αθλητή. Οι υδατάνθρακες βρίσκονται στο αίμα με τη μορφή μορίων γλυκόζης (3g), στο ήπαρ με τη μορφή ηπατικού γλυκογόνου (100 g) και στους μύες με τη μορφή μυϊκού γλυκογόνου (400 g). Αποτελούν το βασικότερο ενεργειακό υπόστρωμα που αξιοποιείται για την παραγωγή έργου, με ή χωρίς την παρουσία οξυγόνου, βρίσκοντας εφαρμογή σε ένα τεράστιο φάσμα αθλητικών δραστηριοτήτων, ιδιαίτερα σε αυξημένα επίπεδα έντασης.

Υδατανθρακικές Συστάσεις αθλητών vs. γενικού πληθυσμού

Γενικός πληθυσμός	Αθλητές υψηλού επιπέδου
3-5 g/kg/day	6-10 g/kg/day
50%-60% of Total Energy	55%-65% of Total Energy

Ιδιαίτερα οι αθλητές με μεγάλο και έντονο προπονητικό φορτίο, χρειάζεται να προσλαμβάνουν υψηλότερα ποσά υδατανθράκων (8-10 g/kg/day), ώστε να διατηρούνται γεμάτες οι αποθήκες μυϊκού και ηπατικού γλυκογόνου. Η ακριβής ποσότητα εξαρτάται από τη συνολική ημερήσια ενεργειακή δαπάνη του αθλητή, το είδος της άσκησης, το φύλο και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Όπως προαναφέραμε η αύξηση της έντασης της άσκησης είναι βασικός παράγοντας που κινητοποιεί την αυξημένη χρήση γλυκόζης, για την παραγωγή ενέργειας. Η κινητοποίηση των υδατανθράκων για παραγωγή ενέργειας ξεκινά μετά τα πρώτα 10 sec έντονης άσκησης, ενώ μπορεί να διαρκέσει για ώρες, σε υπό μέγιστες εντάσεις. Μεταβολίζονται σε αεροβικές και αναερόβιες συνθήκες, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του αθλήματος.

Το μεγαλύτερο ποσοστό των προσλαμβανόμενων διαιτητικών υδατανθράκων πρέπει να είναι σύνθετοι υδατάνθρακες με χαμηλό έως μέσο γλυκαιμικό δείκτη. Φρούτα, λαχανικά, δημητριακά ολικής άλεσης, ψωμί ολικής άλεσης, ζυμαρικά ολικής άλεσης, κράκερ ολικής άλεσης, χυλός βρώμης, μαύρο ρύζι είναι καλές και θρεπτικές λύσεις. Η αργή απορρόφησή τους εν τέλει καταλήγει την εξοικονόμηση των ενδογενών αποθεμάτων τους, κατά τη διάρκεια της άσκησης. **(Πανελλήνιος Σύλλογος Διαιτολόγων, 2014)**

5.7 Ταυτόχρονη Κατανάλωση Πρωτεϊνών με Υδατάνθρακες

Ο συνδυασμός υδατανθράκων και πρωτεϊνών οδηγεί σε υψηλότερα επίπεδα ινσουλίνης, τα οποία με την σειρά τους μπορούν να έχουν θετική επίδραση στην σύνθεση του γλυκογόνου. Η υπόθεση αυτή έχει επιβεβαιωθεί από μια καλά σχεδιασμένη μελέτη, στην οποία η χορήγηση ενός συμπληρώματος πρωτεϊνών (40gr) και υδατανθράκων (112gr) αμέσως μετά και δυο ώρες μετά την άσκηση οδήγησε σε μεγαλύτερη αποκατάσταση των αποθεμάτων μυϊκού γλυκογόνου στην τέταρτη ώρα της ανάνηψης, σε σύγκριση με την κατανάλωση μόνο υδατανθράκων.

Πρόσφατες μελέτες, στις οποίες συγκρίθηκε η πρόσληψη υδατανθράκων και μιγμάτων υδατανθράκων και πρωτεϊνών ίσης ενεργειακής αξία μετά από άσκηση, δείχνουν ότι η αποθήκευση μυϊκού γλυκογόνου είναι ίδια και στις δυο περιπτώσεις. Παρόλα αυτά η κατανάλωση γευμάτων που περιέχουν εκτός από υδατάνθρακες και σημαντικές ποσότητες πρωτεϊνών ενδεχομένως να είναι απαραίτητη για την επίτευξη κάποιων άλλων στόχων της διαδικασίας της ανάνηψης, ιδιαίτερα στην προαγωγή της πρωτεϊνικής σύνθεσης. **(Ronald, 2006)**

Κεφάλαιο 6^ο

6.1 Διατροφή και Αθλητισμός

Οι αθλητές επιτυγχάνουν μέγιστη απόδοση με προπόνηση και σωστό διαιτολόγιο που περιλαμβάνει ποικιλία τροφών. Οι αθλητές ωφελούνται περισσότερο από την ποσότητα των υδατανθράκων που αποθηκεύονται στο σώμα τους. Τα λιπαρά παρέχουν επίσης καύσιμα στο σώμα. Η χρήση των λιπαρών ως καυσίμου εξαρτάται από τη διάρκεια της άσκησης και από την κατάσταση του αθλητή. Η άσκηση μπορεί να αυξήσει την ανάγκη του αθλητή για πρόσληψη πρωτεϊνών. Το νερό είναι ένα κρίσιμο θρεπτικό συστατικό για τους αθλητές. Η αφυδάτωση μπορεί να προκαλέσει κράμπες των μυών και την κόπωση. Ορισμένες βιταμίνες και μέταλλα είναι ιδιαίτερα σημαντικά για την διατροφή του αθλητή

Για να γίνει κάποιος πρωταθλητής απαιτούνται καλά γονίδια, αλλά και καλή εκπαίδευση και προπόνηση, καθώς και η ενδεδειγμένη διαίτα. Η βέλτιστη διατροφή είναι απαραίτητη για να επιτευχθεί μέγιστη απόδοση. Η Διατροφική παραπληροφόρηση μπορεί να κάνει τόσο κακό στον αθλητή, όσο η καλή διατροφή μπορεί να τον βοηθήσει. **(Clark, 1990)**

Υδατάνθρακες

Οι αθλητές ωφελούνται στο μάζιμουμ, από την ποσότητα των υδατανθράκων που αποθηκεύονται στο σώμα. Στα πρώτα στάδια μιας άσκησης μέτριας έντασης, οι υδατάνθρακες εξασφαλίζουν το 40-50 %, της απαιτούμενης ενέργειας.

Οι υδατάνθρακες αποδίδουν περισσότερη ενέργεια ανά μονάδα οξυγόνου που καταναλώνεται σε σύγκριση με τα λιπαρά. Επειδή το οξυγόνο είναι συχνά ο περιοριστικός παράγοντας στην άσκηση μακράς διάρκειας, είναι ευεργετικό για τον

αθλητή να χρησιμοποιεί την πηγή ενέργειας που απαιτεί τη μικρότερη ποσότητα του οξυγόνου που παράγεται ανά θερμίδα. Όσο αυξάνεται η ένταση της άσκησης, τόσο αυξάνεται και η χρήση των υδατανθράκων από τον οργανισμό. Οι σύνθετοι υδατάνθρακες προέρχονται από τρόφιμα όπως μακαρόνια, πατάτες, λαζάνια, ψωμί, δημητριακά και άλλα προϊόντα δημητριακών. Οι απλοί υδατάνθρακες βρίσκονται στα φρούτα, το γάλα, το μέλι και τη ζάχαρη. Κατά τη διάρκεια της πέψης, το σώμα διασπά τους υδατάνθρακες σε γλυκόζη και τους αποθηκεύει στους μυς ως γλυκογόνο. Κατά τη διάρκεια της άσκησης, το γλυκογόνο μετατρέπεται ξανά σε γλυκόζη και χρησιμοποιείται για παροχή ενέργειας. Η ικανότητα να υπάρχει αντοχή σε παρατεταμένη έντονη άσκηση έχει άμεση σχέση με τα αρχικά επίπεδα του γλυκογόνου των μυών. Το σώμα αποθηκεύει ένα περιορισμένο ποσό υδατανθράκων στους μυς και το συκώτι. Εάν η άσκηση διαρκεί λιγότερο από 90 λεπτά, το γλυκογόνο που είναι αποθηκευμένο στους μυς είναι αρκετό για να δώσει την απαιτούμενη ενέργεια. Για άσκηση, που απαιτεί μεγάλη καταπόνηση και διαρκεί περισσότερο από 90 λεπτά, ένα διαιτολόγιο υψηλό σε υδατάνθρακες που θα υιοθετηθεί για 2-3 ημέρες πριν από την άσκηση επιτρέπει να «γεμίσουν» οι αποθήκες γλυκογόνου του οργανισμού. Δρομείς μακρών αποστάσεων, ποδηλάτες, κωπηλάτες, κολυμβητές και ποδοσφαιριστές αντλούν μεγάλα οφέλη από μια δίαιτα πριν το άθλημα, όπου το 70% των θερμίδων προέρχεται από υδατάνθρακες. Σύμφωνα με το Ολυμπιακό Κέντρο Εκπαίδευσης στο Colorado Springs, οι αθλητές αθλημάτων αντοχής, που ακολουθούν διατροφή υψηλή σε υδατάνθρακες μπορούν να ασκούνται περισσότερο χρόνο από τους εκείνους, που ακολουθούν διατροφή χαμηλή σε υδατάνθρακες και υψηλή σε λιπαρά. Η μόνιμη υιοθέτηση διατροφής, υψηλής σε υδατάνθρακες δεν συνιστάται. Αυτές οι συνθήκες «μαθαίνουν» στο σώμα να χρησιμοποιεί μόνο υδατάνθρακες ως καύσιμα και όχι τα λιπαρά οξέα που προέρχονται από τα λιπαρά της διατροφής. Για δραστηριότητες/αθλήματα διάρκειας 3-4 ωρών πρέπει να είμαστε βέβαιοι ότι οι αποθήκες γλυκογόνου στους μυς και το συκώτι είναι γεμάτες όσο πιο πολύ γίνεται. Πρέπει να φροντίσουμε για πρόσληψη υδατανθράκων και κατά την άσκηση με μορφή ροφήματος. Η τρέχουσα σύσταση είναι απλό υδατικό ρόφημα γλυκόζης 6-8%. Ποτά με ηλεκτρολύτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν αν ο αθλητής τους ανέχεται, και εάν συμφωνεί ο ειδικός διαιτολόγος που τον παρακολουθεί. Συνήθως καταναλώνονται μετά την άσκηση. Η κατανάλωση ζάχαρης ή μελιού μόλις πριν από την άσκηση δεν παρέχει καμία

επιπλέον ενέργεια για να χρησιμοποιηθεί στην διάρκεια της άσκησης.. Χρειάζονται περίπου 30 λεπτά για τη ζάχαρη για να εισέλθει στην κυκλοφορία του αίματος. Η πρακτική αυτή μπορεί επίσης να οδηγήσει σε αφυδάτωση. Το νερό είναι απαραίτητο για την απορρόφηση του σακχάρου από τα κύτταρα. Επιπλέον, η ζάχαρη καταναλώνεται πριν από την άσκηση μπορεί να επηρεάσει την απόδοσή, επειδή πυροδοτεί μια απότομη αύξηση της ινσουλίνης. Η ινσουλίνη προκαλεί απότομη πτώση των επιπέδων σακχάρου στο αίμα σε περίπου 30 λεπτά. Ο σωματικός ανταγωνισμός, μπορεί να οδηγήσει σε κόπωση , ναυτία και αφυδάτωση όταν το επίπεδο σακχάρου στο αίμα είναι χαμηλό . Μια διατροφή όπου το 70% των θερμίδων προέρχεται από υδατάνθρακες επί τρεις ημέρες πριν από την άσκηση, ορισμένες φορές είναι χρήσιμη για αθλητές αντοχής. Όμως, η κατακράτηση υγρών συχνά σχετίζεται με τη φόρτωση του οργανισμού με υδατάνθρακες. Αυτό μπορεί να προκαλέσει δυσκαμψία των μυών και νωθρότητα στο ξεκίνημα της άσκησης. Ένα τριήμερο σωστό διαιτολογικό σχήμα ελαχιστοποιεί αυτή την πιθανότητα. Στο παρελθόν προτεινόταν δίαιτα με χαμηλές θερμίδες και με στόχο την διόρθωση των ελλειμμάτων σε ορισμένα θρεπτικά συστατικά επί επτά ημέρες. Αυτό δεν συνιστάται πλέον, λόγω του αυξημένου κινδύνου για στεφανιαία νόσο.

Νερό

Το νερό είναι ένα σημαντικό θρεπτικό συστατικό για τον αθλητή. Οι αθλητές θα πρέπει να ξεκινούν κάθε άσκηση ενυδατωμένοι και να αντικαθιστούν όσο το δυνατόν καλύτερα ,όσα υγρά χάνονται με την κατανάλωση δροσερών υγρών σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της άσκησης. Τα κρύα υγρά απορροφώνται πιο γρήγορα και βοηθούν στη μείωση της θερμοκρασίας του σώματος. (Βλέπε Πίνακα 1)

Πίνακας 1: Συστάσεις για ενυδάτωση	
Ημέρα πριν από το άθλημα	Πίνετε συχνά υγρά
Στο γεύμα πριν το άθλημα	2-3 φλιτζάνια νερό
2 ώρες πριν	2-2 1 / 2 φλιτζάνια νερό
1/ 2 ώρα πριν	2 φλιτζάνια νερό
Κάθε 10-15 λεπτά κατά τη	1 / 2 φλιτζάνι δροσερό νερό

διάρκεια του αθλήματος	
Μετά το άθλημα	2 φλιτζάνια υγρού για κάθε 2.5 κιλά που χάνετε
Επόμενη ημέρα	Πίνετε υγρά ημέρα συχνά (μπορεί να χρειαστεί 36 ώρες για να ενυδατωθεί πλήρως).

Λιπαρά

Τα λιπαρά παρέχουν επίσης καύσιμα στο σώμα. Για μέτρια άσκηση, το ήμισυ περίπου των συνολικών δαπανών της ενέργειας προέρχεται από τον μεταβολισμό των ελεύθερων λιπαρών οξέων. Εάν η άσκηση (το άθλημα), διαρκεί περισσότερο από μία ώρα, ο οργανισμός μπορεί να χρησιμοποιήσει ως επί το πλείστον τα λιπαρά για την ενέργεια. Η χρήση του λιπαρών, ως καυσίμου εξαρτάται από τη διάρκεια της άσκησης και από την κατάσταση του αθλητή. Οι προπονημένοι αθλητές χρησιμοποιούν τα λιπαρά για ενέργεια πιο γρήγορα από ό, τι οι ανεκπαίδευτοι αθλητές. Η κατανάλωση των λιπαρών, δεν πρέπει να πέσει κάτω από 15 % της συνολικής πρόσληψης ενέργειας, γιατί μπορεί να περιορίσει τις επιδόσεις. Οι αθλητές που βρίσκονται υπό πίεση για να επιτύχουν ή να διατηρήσουν χαμηλό σωματικό βάρος είναι επιρρεπείς στην μείωση κατανάλωσης λιπαρών, γι' αυτό θα πρέπει να ενημερώνονται, ότι αυτό θα εμποδίσει την απόδοσή τους. Τα λιπαρά, μπορούν να συμβάλουν έως το 75% των ενεργειακών αναγκών, κατά τη διάρκεια παρατεταμένης αερόβιας άσκησης σε αθλητές προπονημένους σε ασκήσεις αντοχής. Υπάρχουν ενδείξεις ότι ο ρυθμός μεταβολισμού των λιπαρών, μπορεί να επιταχυνθεί από την πρόσληψη καφεΐνης πριν και κατά τη διάρκεια των αθλημάτων αντοχής.

Πρωτεΐνες

Μετά από τους υδατάνθρακες και τα λιπαρά, οι πρωτεΐνες μπορούν να δώσουν επίσης ενέργεια για το σώμα. Η άσκηση μπορεί να αυξήσει την ανάγκη του αθλητή για την πρωτεΐνη, ανάλογα με το είδος και τη συχνότητά της. Οι πρωτεΐνες που καταναλώνονται επιπλέον των αναγκαίων αποθηκεύονται ως λίπος. Οι εκθέσεις της ADA αναφέρουν, ότι η πρόσληψη πρωτεΐνης από 10 έως 12 % επί των συνολικών

προσλαμβανομένων θερμίδων είναι επαρκής. Οι περισσότερες αρχές συστήνουν ότι οι αθλητές αντοχής πρέπει να τρώνε μεταξύ 1.2 - 1.4 γραμμάρια πρωτεΐνης ανά κιλό σωματικού βάρους ανά ημέρα. Αθλητές που επιδίδονται σε αθλήματα αντοχής και δύναμης, μπορεί να χρειάζονται 1.6 - 1.7 γραμμάρια πρωτεΐνης ανά κιλό σωματικού βάρους. Μια ποικίλη διατροφή μπορεί να δώσει περισσότερο από αρκετή πρωτεΐνη. Επιπλέον, πολλοί αθλητές, έχουν την τάση να τρώνε περισσότερο από τις συνιστώμενες ποσότητες πρωτεΐνης. Όμως, η υπερβολική κατανάλωση πρωτεΐνης μπορεί να στερήσει από τον αθλητή την σωστή & αποτελεσματική χρήση καυσίμων και μπορεί να οδηγήσει σε αφυδάτωση. Δίαιτες υψηλές σε πρωτεΐνες, αυξάνουν τις ανάγκες για το νερό, που απαιτείται για την αποβολή του αζώτου μέσω των ούρων. Επίσης, μπορεί να προκύψει αύξηση του μεταβολικού ρυθμού και, κατά συνέπεια, αυξημένη κατανάλωση οξυγόνου. Τα Πρωτεϊνικά συμπληρώματα είναι περιττά και δεν συνιστώνται

Βιταμίνες

Η ενδεδειγμένη και ποικίλη διατροφή, εξασφαλίζει και επαρκή πρόσληψη βιταμινών και ανόργανων στοιχείων για τον αθλητή. Δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι η λήψη περισσότερων βιταμινών από ό, τι επιτυγχάνεται με την κατανάλωση μιας ποικιλίας τροφίμων θα βελτιώσει τις επιδόσεις. Η θειαμίνη, η ριβοφλαβίνη και η νιασίνη (βιταμίνες του συμπλέγματος Β) είναι απαραίτητες για την παραγωγή ενέργειας από τις πηγές καυσίμων της διατροφής. Ωστόσο, πολλές από αυτές τις βιταμίνες προσλαμβάνονται επαρκώς από ένα ισορροπημένο διαιτολόγιο με ποικιλία τροφίμων. Τρόφιμα με Υδατάνθρακες και πρωτεΐνες είναι εξαιρετικές πηγές αυτών των βιταμινών. Επιπλέον, οι βιταμίνες Β είναι υδατοδιαλυτές και δεν αποθηκεύονται στο σώμα, έτσι δεν υπάρχει θέμα τοξικότητας. Μερικές γυναίκες αθλήτριες μπορεί να εμφανίσουν έλλειψη ριβοφλαβίνης. Το ζήτημα αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί με κατανάλωση τροφίμων πλούσιων σε ριβοφλαβίνη – όπως το γάλα. Έτσι διασφαλίζεται η πρόσληψη επαρκούς ποσότητας αυτής της βιταμίνης. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα, όχι μόνο αυξάνουν το επίπεδο ριβοφλαβίνης, αλλά και παρέχουν επίσης πρωτεΐνες και ασβέστιο. Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες Α, D, Ε και Κ., αποθηκεύονται από το σώμα. Υπερβολική πρόσληψη λιποδιαλυτών βιταμινών θα μπορούσε να έχει τοξικές επιδράσεις στον οργανισμό.

Μέταλλα

Τα μέταλλα παίζουν σημαντικό ρόλο στην απόδοση των αθλητών. Η βαριά άσκηση επηρεάζει τα αποθέματα του σώματος σε νάτριο, κάλιο, σίδηρο και ασβέστιο. Η εφίδρωση κατά τη διάρκεια της άσκησης αυξάνει τη συγκέντρωση του αλατιού στο σώμα. Η κατανάλωση αλατιού σε δισκία μετά από τον ανταγωνισμό και τις προπονήσεις δεν συνιστάται, καθώς αυτό θα αφαιρέσει νερό από τα κύτταρα, γεγονός που προκαλεί αδυναμία των μυών. Καλές πρακτικές για την κατανάλωση νατρίου είναι:

- να αποφεύγονται οι υπερβολικές ποσότητες νατρίου στη διατροφή και
- να εξετασθεί εάν ποτά που περιέχουν νάτριο μπορούν να είναι χρήσιμα μετά από αθλήματα αντοχής.

Η κατανάλωση τροφίμων πλούσιων σε κάλιο- όπως οι μπανάνες, τα πορτοκάλια, και οι πατάτες- σε όλη την προπόνηση και μετά από τους αγώνες, διασφαλίζει την πρόσληψη της απαραίτητης ποσότητας σε κάλιο. Ο σίδηρος μεταφέρει το οξυγόνο μέσω του αίματος σε όλα τα κύτταρα στο σώμα και είναι ένα άλλο σημαντικό μέταλλο για τους αθλητές. Οι γυναίκες αθλήτριες και οι μεταξύ 13 και 19 ετών μπορεί να εμφανίσουν ανεπάρκεια σιδήρου λόγω της εμμήνου ρύσεως και της εντατικής άσκησης. Οι γυναίκες αθλήτριες που προπονούνται σε μεγάλο βαθμό έχουν υψηλή συχνότητα εμφάνισης αμηνόρροιας, (δηλαδή, απουσία εμμήνου ρύσεως, σε τακτική, μηνιαία βάση). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την διατήρηση αποθεμάτων σιδήρου. Τα συμπληρώματα σιδήρου μπορούν να συνταγογραφηθούν από γιατρό, αν οι σχετικές εργαστηριακές εξετάσεις δείχνουν έλλειψη σιδήρου. Περίσσεια σιδήρου μπορεί να προκαλέσει δυσκοιλιότητα. Για να αποφευχθεί αυτό το πρόβλημα, πρέπει να καταναλώνονται φρούτα, λαχανικά, ψωμί ολικής αλέσεως και δημητριακά. Το ασβέστιο είναι ένα σημαντικό θρεπτικό συστατικό για όλους, καθώς είναι σημαντικό για την υγεία των οστών και της μυϊκής λειτουργίας. Οι γυναίκες αθλήτριες θα πρέπει να διαθέτουν επαρκή παροχή του ασβεστίου για την αποφυγή απώλειας ασβεστίου από τα οστά. Απώλεια ασβεστίου μπορεί να οδηγήσει σε οστεοπόρωση αργότερα στη ζωή. Η επιλογή γαλακτοκομικών προϊόντων με χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, είναι η καλύτερη επιλογή για πρόσληψη ασβεστίου. (Krause's, 2008)

6.2 Χορτοφάγος Αθλητής

Η χορτοφαγία θεωρείται ότι επιφέρει βελτιώσεις στην υγεία του καταναλωτή και πολλοί είναι οι αθλητές που δηλώνουν ότι είναι χορτοφάγοι όπως ο Larry Bird (NBA), ο Carl Lewis, Martina Navratilova κ.α. **(Χασαπίδου, 2002)** Οι χορτοφάγοι αθλητές γεμίζουν τις δεξαμενές γλυκογόνου τους πιο εύκολα από τους μη χορτοφάγους, αφού εμφανίζουν μεγαλύτερη ευκολία προσαρμογής στην κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων υδατανθράκων. **(Nieman, 1999)**

Η πληρότητα της διαίτας για έναν αθλητή εξαρτάται κατά πολύ από το μοντέλο χορτοφαγίας που ακολουθεί. Μια διατροφικά ισορροπημένη χορτοφαγία είναι εφικτή αν καταναλώνεται ποικιλία επαρκών ποσοτήτων τροφίμων. **(Harding, 1996)**

Επίφοβο έλλειψης θρεπτικό συστατικό στη φρουτοφαγία, τη μακροβιοτική διατροφή, και την αυστηρή χορτοφαγία είναι φυσικά η πρωτεΐνη. Οι φυσικές πρωτεΐνες είναι ανεπαρκείς και δεν θεωρούνται πλήρεις σε αμινοξέα, αφού έχουν έλλειψη από κάποια από αυτά. Έτσι οι αθλούμενοι πρέπει να δώσουν βάση στην εξισορρόπηση των αμινοξέων της διαίτας τους, καθώς επίσης και την κατανάλωση όλων των απαραίτητων αμινοξέων, ακόμα και μέσω συμπληρωμάτων διατροφής. Η ιδέα που επικρατούσε παλαιότερα ήταν πως όλα τα απαραίτητα αμινοξέα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται σε ένα γεύμα. Τα σημερινά δεδομένα όμως υποστηρίζουν ότι δεν έχει ιδιαίτερη σημασία η χρονική στιγμή της κατανάλωσης, αφού η πρόσληψη αμινοξέων μπορεί να ισορροπηθεί ακόμα και σε διάστημα λίγων ημερών.

Σοβαρή δυσκολία για τους χορτοφάγους αθλητές αποτελεί η ποσότητα της τροφής που πρέπει να καταναλωθεί, ώστε να καλυφθούν οι αυξημένες πρωτεϊνικές ανάγκες τους. Η πρωτεϊνική κατανάλωση πρέπει να αυξηθεί επιπλέον αν λάβουμε υπόψη την χαμηλή πεπτικότητα της φυτικής πρωτεΐνης, το χαμηλό ενεργειακό φορτίο και την χαμηλή ποιότητα τους. Έτσι, αθλητές με αυξημένες ενεργειακές απαιτήσεις θα δυσκολευτούν αρκετά να καταναλώσουν τις μεγάλες ποσότητες φυτικών τροφών που απαιτούνται για να καλύψουν τις ανάγκες τους. **(Berning, 2000)**

Οι φυτικές πρωτεΐνες που δεν είναι πλήρεις, ένας χορτοφάγος αθλητής μπορεί να τις καταναλώσει σωστά ώστε να προκύψει η αναπλήρωση των απαραίτητων αμινοξέων. Για παράδειγμα, τα όσπρια έχουν σαν περιοριστικό αμινοξύ τη μεθειονίνη που όμως βρίσκεται στα δημητριακά. Τα δημητριακά από την άλλη, έχουν σαν περιοριστικό αμινοξύ τη λυσίνη. Εναλλαγή των τροφών αυτών θα προσφέρει όλα τα απαραίτητα αμινοξέα στον χορτοφάγο αθλητή. **(Χασαπίδου, 2002)**

6.3 Τροφές με Μεγάλη Περιεκτικότητα Πρωτεϊνών

Τρόφιμα υψηλά σε πρωτεΐνη (Πίνακες σύνθεσης τροφίμων. Τριχοπούλου, 2004)

Τρόφιμο	γρ πρωτεΐνης /100γρ τροφίμου	Γρ λίπους /100 γρ τροφίμου	Θερμίδες Kcal /100 γρ τροφίμου
Αρνί παϊδάκια	23,5	29	355
Αυγό βραστό	12,5	10,8	147
Αυγό τηγανιτό	13,6	13,9	179
Γαλοπούλα, λευκό κρέας, στον φούρνο	29,8	1,4	132
Γαλοπούλα, σκούρο κρέας, στον φούρνο	27,8	4,1	148
Δημητριακά All Bran	14,0	3,4	261
Κοτόπουλο, σκούρο κρέας, στον φούρνο	23,1	6,9	155
Κοτόπουλο, σκούρο κρέας, βραστό	28,6	9,9	204
Κοτόπουλο, λευκό κρέας, στον φούρνο	26,5	4,0	142
Κοτόπουλο, λευκό κρέας, βραστό	29,7	4,9	163
Κουνέλι βραστό	27,3	7,7	179
Μπιφτέκι βοδινό	20,4	17,3	264
Μπέικον	17,6	18,3	236
Μοσχάρι στον φούρνο	31,6	11,5	230

Πέστροφα, στον ατμό	23,5	4,5	135
Σκουμπρί καπνιστό	18,9	30,9	354
Σαρδέλες, σε λάδι , στραγγισμένες	23,7	13,6	217
Cottage cheese	13,8	3,9	98
Τσένταρ	25,5	34,4	412
Παρμεζάνα	39,4	32,7	452
Edam	26,0	25,4	333
Γκούντα	24,0	31,0	375
Φυστικοβούτυρο	22,6	53,7	623
Φασόλια μαυρομάτικα	23,5	1,6	311

6.4 Αθλητικά Τρόφιμα και Χαρακτηριστικά τους

Τρόφιμα αθλητικής διατροφής ονομάζεται οποιοδήποτε φαγητό, ποτό, χάπι , ζελέ, σκόνη, σταγόνες ή αναβράζον δισκίο που σκοπεύει στην αλλαγή σύνθεσης σώματος, λειτουργίας του οργανισμού ή διατροφικής κατάστασης, κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να επιφέρει θετικά αποτελέσματα στους αθλούμενους. **(Murray, 2000)**

Τα ειδικά τρόφιμα που απευθύνονται στους αθλητές θα πρέπει να έχουν κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που να ανταποκρίνονται στις ειδικές διατροφικές απαιτήσεις της προπόνησης. Τέτοια χαρακτηριστικά σχετίζονται με να βοηθούν στην κάλυψη συγκεκριμένων διατροφικών απαιτήσεων, όπως για παράδειγμα την παροχή μιας συγκεκριμένης δόσης θρεπτικών συστατικών ή την παροχή κάποιων θρεπτικών συστατικών για τα οποία υπάρχει κίνδυνος ανεπαρκούς πρόσληψης από τη φυσιολογική διατροφή ενός αθλούμενου. Σημαντικές είναι οι πληροφορίες στις συσκευασίες των τροφίμων αυτών, ώστε ο καταναλωτής να οργανώσει σωστά την διατροφή του για την επίτευξη των στόχων του.

Πολλά από τα προϊόντα αυτά έχουν ως στόχο να παρέχουν κάποιες εργογόνες ουσίες με στόχο την βελτιστοποίηση της αθλητικής απόδοσης, ωστόσο υπάρχουν προϊόντα

τα οποία περιέχουν ουσίες για τις οποίες δεν υπάρχουν αποδείξεις για την αποτελεσματικότητά τους.

Στα πλαίσια της δυσκολίας της επιλογής, είναι να βρεθεί ένα συμπλήρωμα το οποίο θα είναι αποτελεσματικό στη βελτίωση της αθλητικής απόδοσης και ταυτόχρονα η χρήση τους δεν θα είναι ενάντια στους κανονισμούς και επιπρόσθετα δεν έχει επιβλαβείς για την υγεία παρενέργειες. Όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά, συμπεριλαμβανομένων των πρωτεϊνών, των απαραίτητων λιπαρών οξέων, των βιταμινών και των ανόργανων συστατικών, μπορούν να θεωρηθούν δυνητικά εργογόνα, καθώς έμμεσα βοηθούν στην αθλητική απόδοση με το να διατηρούν την υγεία και την φυσιολογική λειτουργία του οργανισμού. **(Ronald, 2006)**

6.5 Επιπτώσεις στην Υγεία από Αυξημένη Κατανάλωση Πρωτεϊνών

Η υψηλή πρόσληψη πρωτεΐνης μέσω της διατροφής δεν παρέχει κάποιο πλεονέκτημα, αλλά ούτε μπορεί να θεωρηθεί, υπό φυσιολογικές συνθήκες βλαπτική, καθώς η περίσσεια των αμινοξέων θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας και το περιεχόμενο αζώτου και θείου θα απεκκριθούν. **(Ronald, 2006)**

Ωστόσο όμως η υπερβολική κατανάλωση πρωτεϊνών θα πρέπει να μετριαστεί από άτομα που έχουν νεφρικά προβλήματα, καθώς η αποδόμηση των προϊόντων των πρωτεϊνών φιλτράρεται στα νεφρά, επιπλέον οι πέτρες στα νεφρά φαίνεται να αυξάνονται με ανησυχητικούς ρυθμούς σε άτομα που καταναλώνουν υψηλή σε πρωτεΐνες δίαιτες. **(Kadey, 2005)**

Επίσης αυξημένη πρόσληψη ζωικών πρωτεϊνών οδηγεί τόσο σε αυξημένη παραγωγή και απέκκριση ουρικού οξέος από τον μεταβολισμό των πουρίνων, όσο και σε αύξηση του όξινου φορτίου από τον μεταβολισμό των θειούχων αμινοξέων με αποτέλεσμα να οδηγεί σε ουρική αρθρίτιδα. **(Μεταξάκη, 2008)**

Τέλος άτομα που καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες πρωτεΐνης από ζωικές πηγές είναι πιο πιθανό να εμφανίσουν σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη. Οι ερευνητές εξέτασαν στοιχεία από μια μεγάλη προηγούμενη μελέτη διάρκειας 12 ετών και συνέλεξαν δεδομένα από 11000 άτομα που εμφάνισαν διαβήτη κατά τη διάρκεια της μελέτης και από 15000 άτομα που δεν

εμφάνισαν διαβήτη. Οι συμμετέχοντες που κατανάλωναν την μεγαλύτερη ποσότητα πρωτεϊνών την ημέρα (περίπου 111 γραμμάρια) είχαν 17% περισσότερες πιθανότητες να εμφανίσουν διαβήτη σε σύγκριση με εκείνους που κατανάλωναν τη μικρότερη ποσότητα πρωτεϊνών την ημέρα (περίπου 72 γραμμάρια). **(EDE, 2014)**

6.6 Ενδεικτικό Διαιτολόγιο για Αύξηση Μυϊκού Όγκου

Η εφαρμογή σωστών διατροφικών αρχών για την ενίσχυση της αθλητικής απόδοσης και της αποκατάστασης όλων των λειτουργιών του σώματος είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τον μυϊκό αναβολισμό.

ΠΡΩΙΝΟ: Ρόφημα (Γάλα), Δημητριακά – Ψωμί, Βούτυρο, Μέλι, Ψωμί

ΣΝΑΚ: Σάντουιτς (γαλοπούλα, τυρί, ψωμί ολικής άλεσης) ή σταφιδόψωμο ή κουλούρι

ΓΕΥΜΑ: Να είναι ενεργειακό (Υδατάνθρακες δηλαδή ρύζι-πατάτες-μακαρόνια-ψωμί ολικής άλεσης)

Να είναι δομικό (Πρωτεΐνες δηλαδή κρέας, ψάρι, όσπρια, αβγό κλπ)

Να περιέχει ποικίλα (λαχανικά, τυρί, φρούτο)

Π.χ. 100-150γρ κρέας, ή όσπριο με ρύζι-πατάτες-μακαρόνια 1,5 φλιτζάνι, γιαούρτι ή τυρί 50γρ, σαλάτα-ψωμί ολικής άλεσης

ΣΝΑΚ: Αν υπάρχει αγώνας πριν και μετά (γιαούρτι με μέλι, φρούτο, ξηρούς καρπούς ή σμούθι ρόφημα), αναπλήρωση υγρών

ΔΕΙΠΝΟ: Αποκατάσταση (ΠΡΩΤΕΙΝΗ), Ενέργεια (ΑΜΥΛΩΔΗ), ΛΑΧΑΝΙΚΑ, ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΑ, Υγρά (ρόφημα, σούπα)

Συμπεράσματα

Σε διαστήματα υψηλής σωματικής δραστηριότητας είναι απαραίτητο να καλύπτονται οι προσλήψεις υδατανθράκων και πρωτεϊνών ώστε να διατηρείται το σωματικό βάρος και να αποκαθίστανται τα αποθέματα γλυκογόνου.

Επιπλέον η πρόσληψη του λίπους πρέπει να είναι επαρκής ώστε να παρέχει τα απαραίτητα λιπαρά οξέα και τις λιποδιαλυτές βιταμίνες.

Τα πρωτεϊνικά συμπληρώματα μπορούν να προσφέρουν οφέλη στον οργανισμό, όμως θα πρέπει να υπάρχει προσοχή από ενδεχόμενους κινδύνους που μπορεί να προκαλέσουν (κρεατίνη, αναβολικά στεροειδή).

Τα πρωτεϊνικά συμπληρώματα αν και μπορούν να προσφέρουν αύξηση μυϊκής μάζας, ωστόσο είναι περιττά διότι η απαραίτητη πρωτεϊνική πρόσληψη μπορεί να καλυφθεί μέσα από μια σωστά σχεδιασμένη και ισορροπημένη διατροφή ακόμα και σε άτομα που ακολουθούν κάποιο πρόγραμμα εντατικής μυϊκής εξάσκησης για αύξηση της μυϊκής τους μάζας.

Υπάρχουν βέβαια και ορισμένες περιπτώσεις όπου είναι ίσως είναι χρήσιμα, όπως στους χορτοφάγους.

Βιβλιογραφία

1. Ahrendt DM Ergogenic aids: counseling the athlete (2001), American Family Physician 63(5):913-922 , Division of Adolescent Medicine, San Antonio Military Pediatric Center, Texas, USA.
2. Alberts, Bray, Hopkin, Johnson, Lewis, Raff, Roberts και Walter P.,(2006). Βασικές αρχές κυτταρικής βιολογίας.
3. Alvestrand A, Hagenfeldt L, Merli K, Oureshi A, Eriksson LS.(1990) Influence of leucine infusion on intracellular amino acids in humans. Eur J Clin Invest 20:293–298
4. B. Martena, M. Pfeuffer, J. Schrezenmeir (2006). "Medium-chain triglycerides". International Dairy Journal 16 (11): 1374–1382.
5. Barrett-Connor EL (1995). "Testosterone and risk factors for cardiovascular disease in men". Diabete Metab 21 (3): 156–61
6. Beck, Travis W.; Housh, Terry J.; Schmidt, Richaed J.; Johnson, Glen O.; Housh, Dona J.; Coburn, Jared W.; Malek, Moh H, August 2006, The Acute Effects Of A Caffeine-Containing Supplement On Strength, Muscular Endurance, And Anaerobic Capabilities. Journal of Strength & Conditioning
7. Bembem MG, Lamont HS; Lamont (2005). "Creatine supplementation and exercise performance: recent findings". Sports Medicine 35 (2): 107–25.

8. Berit Marten, Maria Pfeuffer, Jürgen Schrezenmeir, November 2006, Medium-chain triglycerides, *International Dairy Journal*, Pages 1374–1382
9. Berning J.R. (2000) The vegetarian athlete. In : *Nutrition in Sport* (ed. R.J. Maughan), pp.442-456. Blackwell Science, Oxford
10. Bilborough, Shane; Neil Mann. (2006). "A Review of Issues of Dietary Protein Intake in Humans" *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. (16):129-152. Retrieved 6 December 2012.
11. Bird SP, Tarpennning KM, Marino FE. (2006), Independent and combined effects of liquid carbohydrate/essential amino acid ingestion on hormonal and muscular adaptations following resistance training in untrained men. *Eur. Journal. Appl. Physiol.* 97 (2):225-238
12. Bird, Stephen. "CREATINE SUPPLEMENTATION AND EXERCISE PERFORMANCE: A BRIEF REVIEW" (PDF). Retrieved 23 March 2013.
13. Bizzarini E, De Angelis L; De Angelis (December 2004). "Is the use of oral creatine supplementation safe?". *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 44 (4): 411–6.
14. Boron W & Boulpaep E, "Ιατρική Φυσιολογία", εκδόσεις Π.Χ.Πασχαλίδης, 2006
15. Boutrif, E., (1991) Food Quality and Consumer Protection Group, Food Policy and Nutrition Division, FAO, Rome: "Recent Developments in Protein Quality Evaluation" Food, Nutrition and Agriculture,
16. Brodsky IG, Balagopal P, Nair KS (1996). "Effects of testosterone replacement on muscle mass and muscle protein synthesis in hypogonadal men—a clinical research center study". *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 81 (10): 3469–75
17. Browne KR (2002). *Biology at work: rethinking sexual equality*. New Brunswick, N.J: Rutgers University Press. p. 112
18. Carnac G, Ricaud S, Vernus B, Bonnieu A (July 2006). "Myostatin: biology and clinical relevance". *Mini Rev Med Chem* 6 (7): 765–70
19. Cermak NM¹, Res PT, de Groot LC, Saris WH, van Loon LJ,(2012 Dec), Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis, *American Journal Clinical Nutrition*, 96(6):1454-64
20. Chilibeck, Philip D.; Magnus, Charlene; Anderson, Matthew (2007). "Effect of in-season creatine supplementation on body composition and performance in rugby union football players". *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 32 (6): 1052–7.

21. Clegg, M. E. (2010). "Medium-chain triglycerides are advantageous in promoting weight loss although not beneficial to exercise performance". *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 61 (7): 653–679.
22. D. Joe Millward, Donald K Layman, Daniel Torne, and Gertjan Schaafsma.(2008). Protein quality assessment. *The American Journal of Clinical Nutrition*.
23. David C Nieman, 1999, Psydical fitness and vegetarian diets: is there a relation?, *American, Journal of Clinical Nutrition*
24. Davis TA, Nguyen HV, Suryawan A, Bush J, Jefferson LS, Kimball SR.(2000) Developmental changes in the feeding-induced stimulation of translation initiation in muscle of neonatal pigs. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 279:E1226–E1234
25. Deborah L. Enns, Dr Peter M. Tiidus January 2010The Influence of Estrogen on Skeletal Muscle *Sports Medicine* Volume 40, Issue 1, pp 41-58
26. De Piccoli B, Giada F, Benettin A, Sartori F, Piccolo E (1991). "Anabolic steroid use in body builders: an echocardiographic study of left ventricle morphology and function". *Int J Sports Med* 12 (4): 408–12
27. EFSA April 2004, Opinion of the Scientific Panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC) on a request from the Commission related to creatine monohydrate for use in foods for particular nutritional uses. *EFSA JOURNAL*
28. Etzel MR. (2004). Manufacture and use of dairy protein fractions. *The Journal of Nutrition*. 134(4):996s-1002s.
29. EUFIC. (2008). Τα Βασικά- Πρωτεΐνες.
30. EUFIC. (2001). Το εργοστάσιο παραγωγής Πρωτεϊνών
31. EUFIC. (2008). Μορφές Άσκησης.
32. Francaux M, Poortmans JR; Poortmans (December 2006). "Side effects of creatine supplementation in athletes". *International Journal of Sports Physiology and Performance* 1 (4): 311–23

33. Fryburg, DA; Gelfand, RA; Jahn, LA; Oliveras, D; Sherwin, RS; Sacca, L; Barrett, EJ (1995). "Effects of epinephrine on human muscle glucose and protein metabolism". *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism* 268 (1): E55–9.
34. Gonzalez-Cadavid NF, Taylor WE, Yarasheski K, Sinha-Hikim I, Ma K, Ezzat S et al. (December 1998). "Organization of the human myostatin gene and expression in healthy men and HIV-infected men with muscle wasting". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 95 (25): 14938–43
35. Graham, AS; Hatton, RC (1999). "Creatine: A review of efficacy and safety". *Journal of the American Pharmaceutical Association* 39 (6): 803–10; quiz 875–7
36. Gualano, Bruno; Ugrinowitsch, Carlos; Novaes, Rafael Batista; Artioli, Guilherme Gianini; Shimizu, Maria Heloisa; Seguro, Antonio Carlos; Harris, Roger Charles; Lancha, Antonio Herbert (2008). "Effects of creatine supplementation on renal function: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial". *European Journal of Applied Physiology* 103 (1): 33–40.
38. Haisma HJ, de Hon O (2006). "Gene Doping". *International Journal of Sports Medicine* 27 (4): 257–266
39. Harding M.G., Crooks, H. & Stare, F.J. (1996) Nutritional studies of vegetarians. *Journal of the American Dietetic Association* 48,25-28
40. Hartman J, Tang JE, Wilkinson SN, (2007) Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *Am. J. Clin. Nutr.* 86(2):373-381
41. Hespel, P; Eijnde, BO; Derave, W; Richter, EA (2001). "Creatine supplementation: Exploring the role of the creatine kinase/phosphocreatine system in human muscle". *Canadian journal of applied physiology = Revue canadienne de physiologie appliquee.* 26 Suppl: S79–102.
42. Hickson RC, Czerwinski SM, Falduto MT, Young AP (1990). "Glucocorticoid antagonism by exercise and androgenic-anabolic steroids". *Med Sci Sports Exerc* 22 (3): 331–40
43. Hiipakka RA, Liao S (October 1998). "Molecular mechanism of androgen action". *Trends Endocrinol. Metab.* 9 (8): 317–24
44. Hegyi J, Schwartz R, Hegyi V. (2004). Pellagra: dermariris, dementia, and diarrhea . *Int J . Dermatol .* 43(1):1-5

45. "International Society of Sports Nutrition position stand: creatine supplementation and exercise". jissn. Retrieved 19 January 2012
46. Isabelle Rieu, Michele Balage, Claire Sornet, Christophe Giraudet, Estelle Pujos, Jean Grizard, Laurent Mosoni, and Dominique Darvet .(2006). Leucine supplementation improves muscle protein synthesis in elderly men independently of hyperaminoacidaemia. *575(1): 305-315.*
47. J. Rosenthal, A. Angel , J Farkas (2008). "Metabolic fate of leucine: a significant sterol precursor in adipose tissue and muscle". *American Journal of Physiology.226(2):411-418*
48. Jenny Ruales, Baboo M. Nair (January 1992), Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds, *Plant Foods for Human Nutrition*, Volume 42, Issue 1, pp 1-11
49. Josse AR, Tang JE, Tarnopolsky MA, (2010) Body composition and strength changes in women with milk and resistance exercise. *Medical Science Sports Exercise*, 42 (6):1122-1130
50. Karlsson, H. K. R. (2004). "Branched-chain amino acids increase p70S6k phosphorylation in human skeletal muscle after resistance exercise". *AJP: Endocrinology and Metabolism 287: E1–7.*
51. Kimball Scott; Jefferson, LS. (2006). "Signaling Pathways and Molecular Mechanisms through which Branched-Chain Amino Acids Mediate Translational Control of Protein Synthesis". *Journal of Nutrition. 136(1):227s*
52. King MW (2006). "Structure and Function of Hormones: Growth Hormone". Indiana State University. Retrieved 2008-01-16.
53. Krause's(2008) *Food and Nutrition Therapy*
54. Kreider RB (February 2003). "Effects of creatine supplementation on performance and training adaptations" (PDF). *Molecular and Cellular Biochemistry 244 (1–2): 89–94.*
55. Kreider, Richard B.; Melton, Charles; Rasmussen, Christopher J.; Greenwood, Michael; Lancaster, Stacy; Cantler, Edward C.; Milnor, Pervis; Almada, Anthony L. (2003).

"Long-term creatine supplementation does not significantly affect clinical markers of health in athletes". *Molecular and Cellular Biochemistry* 244 (1–2): 95–104.

56. Lemon, P.W.R. (2000). Effects of exercise on protein metabolism. In: *Nutrition in Sport* (ed. R.J. Maughan), pp. 133-152. Blackwell Science, Oxford

57. Lemon PW, Nagle FJ,(1981), Effects of exercise on protein and amino acid metabolism. *Med Sci Sports Exerc.*;13(3):141-9.

58. Liddle DG, Connor DJ (June 2013). "Nutritional supplements and ergogenic AIDS". *Prim. Care* 40 (2): 487–505. Amphetamines and caffeine are stimulants that increase alertness, improve focus, decrease reaction time, and delay fatigue, allowing for an increased intensity and duration of training

59. Lopez RM, Casa DJ, McDermott BP, Ganio MS, Armstrong LE, Maresh CM; Casa; McDermott; Ganio; Armstrong; Maresh (2009). "Does Creatine Supplementation Hinder Exercise Heat Tolerance or Hydration Status? A Systematic Review With Meta-Analyses". *Journal of Athletic Training* 44 (2): 215–23

60. Louard RJ, Barrett EJ, Gelfand RA.(1990) Effect of infused branched-chain amino acids on muscle and whole-body amino acid metabolism in man. *Clin Sci (Colch)* 79:457–466.

61. Lydie Combaret, Dominique Dardevet, Isabelle Rieu, Marie Noelle Pouch, Daniel Taillandier, Jean Grizard, and Didier Attaix. (2005). A leucine-Supplemented Diet restores the defective postprandial inhibition of proteasome – dependent proteolysis in aged rat skeletal muscle. *Journal of physiology.* 569(2):489-499

1

62. M-P. St-Onge, P.J.H. Jones (2003). "Greater rise in fat oxidation with medium-chain triglyceride consumption relative to long-chain triglyceride is associated with lower initial body weight and greater loss of subcutaneous adipose tissue". *International Journal of Obesity* 27 (12): 1565–1571

63. Marc D. Silver, MD Use of Ergogenic Aids by Athletes 2001 by the American Academy of Orthopaedic Surgeons

64. Mark S. Juhn October 2003 *Popular Sports Supplements and Ergogenic Aids Sports Medicine* , Volume 33, Issue 12, pp 921-939

65. Matthew Kadey, 16 Sep. 2005, Protein and Exercise, Pt On the net, Inspire Educate Unite
66. Mayo Clinic.com. "Creatine : Safety". Retrieved 2010-08-16
67. McNaughton, Lars R.; Siegler, Jason; Midgley, Adrian, July/August 2008, Ergogenic Effects of Sodium Bicarbonate, Current Sports Medicine Reports, Volume 7 - Issue 4 - pp 230-236
68. McPhaul MJ, Young M (September 2001). "Complexities of androgen action". J. Am. Acad. Dermatol. 45 (3 Suppl): S87–94
69. Mehta, Sweety (2013). Activation and transportation of fatty acids to the mitochondria via the carnitine shuttle.
70. Mendias CL, Kayupov E, Bradley JR, Brooks SV, Claflin DR (July 2011). "Decreased specific force and power production of muscle fibers from myostatin-deficient mice are associated with a suppression of protein degradation". J. Appl. Physiol. 111 (1): 185–91.
71. Michael Powers, "Performance-Enhancing Drugs" in Joel Houghlum, in Gary L. Harrelson, Deidre Leaver-Dunn, "Principles of Pharmacology for Athletic Trainers", SLACK Incorporated, 2005, p.330
72. Murray R (2000) Sports Nutrition Products. In: R.J. Maughan (ed.) Nutrition in Sport 523-531. Oxford: Blackwell's Science.
73. Navegantes, Luiz Carlos C.; Resano, Neusa M. Z.; Migliorini, Renato H.; Kettelhut, Ísis C. (2001). "Catecholamines inhibit Ca²⁺-dependent proteolysis in rat skeletal muscle through β_2 -adrenoceptors and cAMP". American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism 281 (3): E449–54
74. Nordqvist, Joseph. (2014). "What is whey protein? What are the benefits of whey protein?" Medical News Today.
75. Nussey and Whitehead: Endocrinology, an integrated approach, Taylor and Francis 2001
76. Nutritional Working Group of the International Olympic Committee.(2013).IOC Consensus Conference on Nutrition for sport. Lausanne.

77. Olsen, S.; Aagaard, P; Kadi, F; Tufekovic, G; Verney, J; Olesen, JL; Suetta, C; Kjaer, M (2006). "Creatine supplementation augments the increase in satellite cell and myonuclei number in human skeletal muscle induced by strength training". *The Journal of Physiology* 573 (2): 525–34.
78. Peart, Daniel J.¹; Siegler, Jason C.²; Vince, Rebecca V. 2008, Practical Recommendations for Coaches and Athletes: A Meta-Analysis of Sodium Bicarbonate Use for Athletic Performance, *Journal of Strength & Conditioning Research*: July 2012 - Volume 26 - Issue 7 - p 1975–1983
79. Persky, AM; Rawson, ES (2007). "Safety of creatine supplementation.". *Sub-cellular biochemistry* 46: 275–89.
80. Phillips SM, Tipton KD, Aarsland A, Wolf SE, Wolfe RR.(1997) Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 273:E99–E107
81. Poortmans JR, Francaux M; Francaux (September 2000). "Adverse effects of creatine supplementation: fact or fiction?". *Sports Medicine* 30 (3): 155–70
82. Powers, ME; Arnold, BL; Weltman, AL; Perrin, DH; Mistry, D; Kahler, DM; Kraemer, W; Volek, J (2003). "Creatine Supplementation Increases Total Body Water Without Altering Fluid Distribution". *Journal of athletic training* 38 (1): 44–50.
83. Rachael Rettner, Senior Writer (May 30, 2013), *The Human Body: Anatomy, Facts and Functions*
84. Rachel Rettner, (July 24, 2014) *What is Testosterone?*, *livescience*
85. Ramsey KM, Marcheva B, Kohsaka A, Bass J (2007). "The clockwork of metabolism". *Annu. Rev. Nutr.* 27: 219–40
86. Ronald J, Maughan Luise M. Bruke. (2006). *Αθλητική διατροφή*
87. Schaafsma G (July 2000). "The protein digestibility-corrected amino acid score". *The Journal of Nutrition* 130 (7): 1865S–7S
88. Singh R, Artaza JN, Taylor WE, Gonzalez-Cadavid NF, Bhasin S (2003). "Androgens stimulate myogenic differentiation and inhibit adipogenesis in C3H 10T1/2 pluripotent cells through an androgen receptor-mediated pathway". *Endocrinology* 144 (11): 5081–8
89. Sonksen P, Sonksen J (2000). "Insulin: understanding its action in health and disease". *Br J Anaesth* 85 (1): 69–79

90. Steiber A, Kerner J, Hoppel C. (2004). Carnitine: a nutritional biosynthetic, and functional perspective. 25(5-6):455-473.
91. Steven D. Ehrlich, NMD,2011,"Creatine". University of Maryland Medical Center. Retrieved 8 April 2013
92. T.F. Davies (ed.), A Case-Based Guide to Clinical Endocrinology,C _Humana Press, Totowa, NJ 2008
93. Takeuchi, H; Sekine, S; Kojima, K; Aoyama, T (2008). "The application of medium-chain fatty acids: edible oil with a suppressing effect on body fat accumulation". Asia Pacific journal of clinical nutrition. 17 Suppl 1: 320–3.
94. Tarnopolsky, M. (2000) Protein and Amino acid needs for training and bulking up. In : Nutrition in Sport (edsL., Burke and v Deakin), pp. 90-123. McGraw-Hill, Sydney, Australia.
95. Tipton KD, Ferrando AA, Phillips SM, Doyle D, Wolfe RR.(1999) Postexercise net protein synthesis in human muscle from orally administered amino acids. Am J Physiol Endocrinol Metab 276:E628–E634
96. Tipton KD, Wolfe RR. (2001). Exercise, protein metabolism and muscle growth. International Journal of sport nutrition and exercise metabolism. 11(1):109-32
97. Yamamoto Y, Moore R, Hess HA, Guo GL, Gonzalez FJ, Korach KS, Maronpot RR, Negishi M (2006). "Estrogen receptor alpha mediates 17alpha-ethynylestradiol causing hepatotoxicity". J Biol Chem 281 (24): 16625–31
98. Yoshiharu Shimomura^{*,4}, Yuko Yamamoto^{*}, Gustavo Bajotto^{*}, Juichi Sato[†], Taro Murakami^{**}, Noriko Shimomura[‡], Hisamine Kobayashi^{††}, and Kazunori Mawatari^{††}, 2006, Nutraceutical Effects of Branched-Chain Amino Acids on Skeletal Muscle¹, American Society for Nutrition
99. Yoshizawa F, Kimball SR, Vary TC, Jefferson LS.(1998) Effect of dietary protein on translation initiation in rat skeletal muscle and liver. Am J Physiol Endocrinol Metab 275:E814–E820
100. Wagenmakers, A.J.M. (2000) Amino acid metabolism in exercise. In : Nutrition in Sport (ed. R.J. Maughan), pp. 119-132. Blackwell Science, Oxford

- 101.** Walker S, Santolamazza F, Kraemer W, Häkkinen K., (2015 Apr), Effects of prolonged hypertrophic resistance training on acute endocrine responses in young and older men. *J Aging Phys Act*, 23(2):230-6
- 102.** Wen - Chyuan Chen, Wen- Ching Huang, Chien-Chao Chiu, Yu- Kai Chang and Chi-Chang Huang .(2014). Whey protein improves Exercise Performance and Biochemical Profiles in Trained Mice. *Med Sci Sports Exerc.* 46(8):1517-1524
- 103.** William D. McArdle, Frank I. Katch, Victor L. Katch, (2001), Φυσιολογία της άσκησης, Τόμος I (423-435)
- 104.** Γ.Κ. Ζερφυρίδη. (1998) . Διατροφή του Ανθρώπου .
- 105.** Ελληνική Διαβητολογική Εταιρία, 2014, Η κατανάλωση πρωτεϊνών ζωικής προέλευσης σχετίζεται με μεγαλύτερο κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη
- 106.** Ι.Γ. Γεωργιάτσου.(2005)
- 107.** Μ. Σονικίαν, Π. Μεταξάκη, Δ. Παπαβασιλείου, Ι. Σκαράκης, 2008, Νεφρολιθίαση Διάγνωση και Προσπέλαση από τον ειδικό και το μη ειδικό γιατρό,
- 108.** Πανελλήνιος Σύλλογος Διαιτολόγων, 2014, Η Διατροφή του Αθλητή σε οχτώ Βασικά σημεία
- 109.** Πανελλήνιος Σύλλογος Διαιτολόγων, 2012, Τα απαραίτητα χαρακτηριστικά και συστατικά του γεύματος πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την άσκηση
- 110.** Σκουρολιάκου Μαρία Γ. (2005). Ντόπινγκ Αθλητισμός & Φάρμακα.
- 111.** Χασαπίδου Μ. Φαχαντίδου Α. (2002). Διατροφή για Υγεία, Άσκηση & Αθλητισμό