


ΚΟΝΤΑΡΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΚΟΥΤΗΣ-ΕΦΡΑΙΜΙΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

# ΘΕΜΑ: ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΤΑΥΡΟΣ ΤΖΙΩΡΤΖΗΣ

ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ: ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ

# Περιεχόμενα


Εισαγωγή ..... 5

Ορισμοί ..... 8

Προπόνιση ..... 8

Δύναμη ..... 9

Μορφές δύναμης ..... 12

Μέγιστη δύναμη ..... 12

Ταχυδύναμη ..... 12

Εκρηκτική δύναμη ..... 13

Αντιδραστική δύναμη ..... 13

Αντοχή ..... 13

Επιρεαστικοί παράγοντες ανάπτυξης δύναμης ..... 14

Ηλικία ..... 14

Φύλο ..... 17

Η μυϊκή μάζα ..... 17

Σωματική διάπλαση ..... 17

Το ενδοκρινές σύστημα ..... 19

Μυϊκό Σύστημα ..... 19

Ανατομία & Σύσταση Μυών ..... 19

Τύποι μυών ..... 21

Μυική συστολή ..... 21

Ισομετρική ..... 22

Ομόκεντρη ..... 22

Έκκεντρη ..... 22

Θεωρία Ολίσθησης των Νηματίων ..... 22

Διέγερση-Συστολή ..... 24

Χαλάρωση ..... 25

Μυικές Ινες ..... 26

Ίνες Ταχείας Συστολής ..... 26

Ίνες Βραδείας Συστολής ..... 27

Μυική δύναμη ..... 29

Επηρεαστικοί πράγοντες ..... 29

Σωματικό μέγεθος ..... 29

Νευρομυϊκοι παράγοντες ..... 30

Ορμονικοί παράγοντες ..... 33

Μυϊκές ίνες ..... 34

Παράμετροι που Επιδρούν στην Ανάπτυξη της Μυικής Δύναμης του Αθλητή ..... 37

Η Αρχή της Εξειδίκευσης στην Προπόνηση Δύναμης των Αθλητών ..... 38

Επιλογή Ασκήσεων ..... 39

Σειρά Ασκήσεων ..... 40

Ανάλυση ..... 40

Προπονητικές Μέθοδοι ..... 46

Μέθοδοι για την Αύξηση της Μέγιστης Δύναμης των Αθλητών ..... 46

Μέθοδοι για την Αύξηση της Ταχυδύναμης των Αθλητών ..... 47

Μέθοδοι για την Αύξηση της Μυικής Αντοχής ..... 48

Πλειομετρική Προπόνηση ..... 49

Βιβλιογραφία ..... 59

## Εισαγωγή

Η μυϊκή υπερτροφία και η δύναμη είναι δυο έννοιες συνυφασμένες στο χώρο του αθλητισμού. Είναι γνωστό ότι με την αύξηση της μυϊκής μάζας βελτιώνεται και η μέγιστη δύναμη (1-RM). Ωστόσο η υπερτροφία έχει πολύ μικρότερη σημασία για την ανάπτυξη της ταχύτητας και της μυϊκής ισχύος, χαρακτηριστικά τα οποία είναι πολύ σημαντικά για την αθλητική απόδοση. Στα περισσότερα αθλήματα δεν έχει τόσο αξία η μέγιστη δύναμη ή η αντοχή στην υπερνίκηση αντιστάσεων, όπως συμβαίνει στην παραδοσιακή προπόνηση δύναμης, όσο ο ρυθμός με τον οποίο εφαρμόζει ο αθλητής δύναμη, δηλαδή το πόσο γρήγορα την αποδίδει σε μια αθλητική προσπάθεια. (Georgios Georgiadis, Gerasimos Terzis 2012) Παράγοντες όπως η σύσταση των μυϊκών ινών, η νευρομυϊκή συναρμογή, η ευκινησία, ο συντονισμός της μυϊκής δράσης, η κατεύθυνση των μυϊκών ινών και η επιδεξιότητα είναι πιο σημαντικοί για την επιτυχία σε δυναμικές και σύνθετες προσπάθειες. (Blimkie, C 1993) Για το λόγο αυτό για παράδειγμα οι κορυφαίοι αθλητές ταχύτητας ή πολεμικών τεχνών εμφανίζουν μέτρια υπερτροφία σε σύγκριση με αυτούς του body building, αλλά έχουν πολύ μεγαλύτερη αποτελεσματικοτητα στο άθλημά τους. Αυτό εν μέρει οφείλεται στην σύσταση των μυών τους σε ίνες ταχείας συστολής που εξασφαλίζουν πολύ γρήγορο και έντονο ρυθμό συστολής και επομένως μεγάλης ισχύος σε χαμηλά ή υψηλά φορτία. Επιπλέον η υψηλή απόδοση οφείλεται και στη μεγάλη πυκνότητα και όγκο σε συσταλτές πρωτεϊνες (ακτίνη-μυοσίνη) που είναι ουσιαστικά τα ενεργά μέρη του μυός. Ένα μεγάλο μέρος της μυϊκής μάζας των αθλητών body building αντίθετα οφείλεται στην συσσώρευση γλυκογόνου, μιας ουσίας αναγκαίας ως

ενεργειακό υπόστρωμα για την παρατεταμένη συστολή. (Fleck, S., and W. Kraemer 1987). Το μυϊκό γλυκογόνο εξασφαλίζει την απαραίτητη αντοχή σε δραστηριότητες που διαρκούν πάνω από 30 δευτερόλεπτα σε μύες βραδείας και ταχείας συστολής. Παρόλα αυτά το γλυκογόνο προσθέτει (μαζί με το νερό που κατακρατά) περιττό βάρος και περιορίζει την πυκνότητα των συσταλτών πρωτεϊνών. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι οι μύες των αθλητών αυτών αποκτούν μεγαλύτερη αδράνεια σε ενέργειες που απαιτούν τη μεταφορά του σώματος και έχουν αναλογικά με τον μυϊκό τους όγκο μικρή σχετική δύναμη. Επιπλέον το μυϊκό γλυκογόνο των περισσότερων μυϊκών ινών δε συντελεί σημαντικά σε παρατεταμένες εκρηκτικές αθλητικές δραστηριότητες, αλλά ούτε στην αύξηση της ταχυδύναμης. Για την υπερνίκηση υψηλών αντιστάσεων που δεν περιλαμβάνουν το σωματικό βάρος, καθώς και υπομέγιστων βαρών (πάνω από 8-10 επαναλήψεις σε αργό ρυθμό) αντίθετα η μέγιστη δύναμη και η υπερτροφία είναι πιο σημαντικοί παράγοντες και οι αθλητές body building μπορεί να έχουν καλύτερη απόδοση. (Blimkie, C.1992). Για την επίτευξη της μέγιστης δύναμης και την ανάπτυξη της υπερτροφίας απαιτείται η προπόνηση με ενεργοποίηση όλων των μυϊκών ινών και μυών. Αυτό γίνεται με μεθόδους υπερνίκησης αντιστάσεων που εξαντλούν το μυϊκό σύστημα (πολλαπλά σετ, 8-12 επαναλήψεις, 80% 1-RM με διάλειμμα 30'' – 1 λεπτό), αυξάνουν το γαλακτικό οξύ στο αίμα και την αιμάτωση των μυών. (National Strength and Conditioning Association.1996). Τα χαρακτηριστικά της άσκησης είναι τέτοια που αρχικά ενεργοποιούνται οι ίνες ταχείας συστολής και αφού αυτές κουραστούν και απενεργοποιηθούν δραστηριοποιούνται σταδιακά νέες αλλά πιο αργές. Τυπικό παράδειγμα για ανάπτυξη υπερτροφίας είναι η μέθοδος προπόνησης με Drop sets, στην οποία εκτελείται μέχρι εξάντλησης άσκηση με υψηλή αντίσταση 8-10

επαναλήψεων που ακολουθείται χωρίς διάλειμμα από 4-6 επαναλήψεις στο 60-70% της αρχικής επιβάρυνσης. Παράλληλα οι αθλητές body building εκτελούν και προπόνηση δύναμης (1-6 επαναλήψεις με ένταση μεγαλύτερη από 90% 1-RM και διάλειμμα 2-5 λεπτά). Στον τύπο αυτό ο αριθμός των σετ πρέπει να είναι κατάλληλος ώστε να διατηρείται σταθερός ο ρυθμός και η ικανότητα απόδοσης (1-6 σετ). Με τα χαρακτηριστικά αυτά της άσκησης επιτυγχάνεται η εξάντληση κυρίως των ινών ταχείας συστολής ενώ το διάλειμμα αρκεί για να αποκατασταθούν αυτές και να ξανά ενεργοποιηθούν στο επόμενο σετ. (Kraemer, W., and Fleck, S. 1997) Η μορφή αυτή της άσκησης ενισχύει τη δύναμη και την υπερτροφία αλλά μόνο στις γρήγορες μυϊκές ίνες και βελτιώνει την ισχύ και την ταχύτητα σε διάφορα φορτία γι αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για όλους τους αθλητές ταχύτητας, δύναμης αλλά και τους αθλητές body building. Οι αθλητές ταχυδύναμης χρειάζεται να αναπτύξουν μόνο τα μέρη του μυός που βοηθούν την γρήγορη συστολή, δηλαδή τις γρήγορες μυϊκές ίνες γι αυτό δεν ωφελούνται τόσο από την μέθοδο της εξάντλησης όλων των μυϊκών ινών. Βασική προϋπόθεση στην προπόνηση ταχυδυναμικών αγωνισμάτων είναι να υπάρχει πλήρες διάλειμμα μεταξύ των σετ και λίγες επαναλήψεις (1-6) ώστε να μην ενεργοποιούνται σημαντικά οι ίνες βραδείας συστολής. Αυτό επιτυγχάνεται σε καλά προπονημένους αθλητές με εκτέλεση σε πολύ γρήγορο ρυθμό 3-6 σετ, 80-100% της 1-RM και 2-5 λεπτά διάλειμμα. (Τζιωρτζής, Σ. 1992).Αυτή η μορφή άσκησης βελτιώνει την πυκνότητα και τον όγκο των συσταλτών πρωτεϊνών, αυξάνει ελάχιστα τη μυϊκή μάζα των ινών ταχείας κυρίως συστολής, αυξάνει σημαντικά τη μέγιστη δύναμη και την ταχυδύναμη. Ένας δεύτερος τύπος προπόνησης ταχυδύναμης είναι 3-6 σετ, 1-6 επαναλήψεις με επιβάρυνση μόνο 30-60% 1- RM αλλά με μέγιστο εκρηκτικό ρυθμό. Ο ασκούμενος εδώ

δίνει έμφαση ώστε ο ρυθμός της άσκησης να μένει σταθερός κατά τη διάρκεια και μεταξύ των σετ. Με αυτή τη μέθοδο βελτιώνεται η ταχύτητα συστολής, η μέγιστη ισχύς και ο νευρομυϊκός συντονισμός. Τέλος πρέπει να σημειωθεί όσον αφορά τη διαφοροποίηση σε αυτούς τους τύπους προπόνησης ότι αν και έχει ιδιαίτερη σημασία για προχωρημένους και έμπειρους αθλητές δεν συμβαίνει το ίδιο με τους αρχάριους. Οι αρχάριοι φαίνεται να αναπτύσσουν τη μέγιστη δύναμη, ταχυδύναμη και μυϊκή υπερτροφία με ένα κλασσικό πρόγραμμα υπερτροφίας, επιβαρύνοντας πολύ λιγότερο το μυοσκελετικό τους σύστημα σε σχέση με ένα δυναμικό πρόγραμμα μέγιστης δύναμης ή ταχυδύναμης.

## Ορισμοί

## Προπόνηση

Ο όρος προπόνηση έχει την έννοια της προετοιμασίας των αθλητών για ανώτερα επίπεδα απόδοσης. Σε αυτό το πλαίσιο λοιπόν η προπόνηση είναι μία συνεχής διαδικασία στον χρόνο που διέπεται από βασικές αρχές προκειμένου να εξασφαλίζουν την ομαλή μετάβαση και πρόοδο του αθλητή αλλά και να αποφεύγονται όσο είναι δυνατόν τα λάθη.

## Δύναμη

Ένας ορισμός της δύναμης όσο αναφορά τους μυς είναι ότι η δύναμη είναι η μέγιστη ισχύς, ροπή ή η επιτάχυνση που αναπτύσσεται από έναν μυ ή μια μυϊκή ομάδα κατά την διάρκεια μιας μέγιστης εκούσιας ή προκαλούμενης ενέργειας απεριορίστου διάρκειας, σε μια συγκεκριμένη ταχύτητα κίνησης και παράγεται από την συστολή ή την 3 διάταση των μη ελαστικών στοιχείων του μυός που τα δύο άκρα του τείνουν να πλησιάσουν μεταξύ τους. Η δύναμη είναι μια ιδιότητα η οποία γενικά κατανοείται ότι αντιπροσωπεύει την ικανότητα των μυών να ασκούν δύναμη, είτε για σκοπούς αντίστασης και κίνησης εξωτερικών φορτίων ή ώθησης αντικειμένων έναντι της βαρύτητας (Lambert & Blimkie, 2008).

Συχνά η προπόνηση δύναμης αναφέρεται συνώνυμα και ως προπόνηση αντιστάσεων, η οποία βέβαια περιλαμβάνει ένα μεγαλύτερο φάσμα τρόπων αλλά και στόχων προπόνησης. Έτσι η προπόνηση με αντιστάσεις αφορά μια εξειδικευμένη μέθοδο προετοιμασίας που περιλαμβάνει την προοδευτική χρήση από ένα ευρύ φάσμα φορτίων αντίστασης και μια ποικιλία προπονητικών μεθόδων, σχεδιασμένων για την βελτίωση της υγείας, της φυσικής κατάστασης και της αθλητικής απόδοσης (Faigenbaum et. al. 2009). Όσο αναφορά την ενεργοποίηση του σκελετικού μυός, αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί με τρείς διαφορετικούς τρόπους που διαφοροποιούνται ανάλογα με την σχέση της δύναμης που παράγεται, με τις δυνάμεις που δρουν εξωτερικά στις οστικές συνδέσεις. Ο ενεργός μυς μπορεί να βραχυνθεί, να επιμηκυνθεί και να παραμείνει στο ίδιο μέγεθος (Knuttgen & Kreamer, 1987). Έτσι και σύμφωνα με τα παραπάνω, υπάρχουν τρία είδη μυϊκής δράσης, η μειομετρική (σύγκεντρη), η

πλειομετρική (έκκεντρη) και η ισομετρική αντίστοιχα. Η μειομετρική δράση είναι η μυϊκή δραστηριότητα κατά την οποία η δύναμη που παράγει ο μυς είναι μεγαλύτερη απ' την εξωτερική αντίσταση, (Baechle & Earle, 2000) με αποτέλεσμα τα δύο άκρα του μυός, που προσφύονται στα οστά, να πλησιάσουν μεταξύ τους και να κινηθεί ο σκελετός. Οι μειομετρικές δράσεις εκτελούνται ενάντια στην προς τα κάτω έλξη της βαρύτητας με αποτέλεσμα την ανύψωση είτε ολόκληρου του σώματος, είτε ενός μέρους του, με συνέπεια ο μυς να βραχύνεται (Knuttgen & Kreamer, 1987).

Δραστηριότητες όπως η κολύμβηση και η ποδηλασία περιλαμβάνουν σχεδόν αποκλειστικά μειομετρική μυϊκή δραστηριότητα (Baechle & Earle, 2000). Κατά την έκκεντρη δράση τα δύο άκρα του μυός, που προσφύονται στα οστά μετακινούνται μακρύτερα το ένα από τ' άλλο λόγω μιας εξωτερικής δύναμης (Knuttgen & Kreamer, 1987). Έτσι η δύναμη που παράγει ένας μυς είναι μικρότερη από την εξωτερική αντίσταση με αποτέλεσμα ο μυς να επιμηκύνεται. Στην συνηθισμένη προπόνηση με βάρη, η έκκεντρη 4 μυϊκή δράση αποτρέπει την επιτάχυνση του βάρους προς τα κάτω, λόγω της βαρύτητας.

Έτσι η κίνηση του βάρους προς τα κάτω είναι σταδιακή και ελεγχόμενη, χωρίς να επιταχύνεται και χωρίς να πέφτει με ταχύτητα προς το έδαφος ή στο σώμα του αθλητή. Παραδείγματα έκκεντρης μυϊκής δράσης είναι η ελεγχόμενη κίνηση του βάρους προς τα κάτω κατά την άρση βαρών και κατά την επαφή των ποδιών με το έδαφος στην διάρκεια της φάσης της προσγείωσης από ένα άλμα (Baechle & Earle, 2000). Τέλος στην ισομετρική δράση το μήκος του μυός δεν αλλάζει, είτε επειδή οι δυνάμεις που δρουν στο να επιμηκύνουν τον μυ είναι ακριβώς ίσες με αυτές που παράγονται για την βράχυνσή

του, είτε επειδή η άρθρωση στην οποία προσφύεται ο μυς παραμένει σταθερή (Knuttgen & Kreamer,1987). Παραδείγματα ισομετρικής δράσης αποτελούν η άσκηση της δίπλωσης του κορμού από εδραία θέση με τον κορμό τεντωμένο, όπου οι κοιλιακοί μύες δρουν ισομετρικά για να κρατηθεί σταθερή η ακαμψία του κορμού, ενώ οι καμπτήρες των ισχίων πραγματοποιούν την κίνηση της δίπλωσης του κορμού.

Αντίθετα όταν η άσκηση αυτή εκτελείται με κάμψη του κορμού, οι κοιλιακοί μύες δρουν μειομετρικά και έκκεντρα κατά την άρση και την επαναφορά του κορμού, αντίστοιχα (Baechle & Earle, 2000). Στον αθλητισμό χαρακτηριστικό παράδειγμα ισομετρικής συστολής αποτελεί η κίνηση του «σταυρού» στους κρίκους της ενόργανης γυμναστικής και η σταθεροποίηση της μπάρας με τα χέρια πάνω από το κεφάλι στην άρση βαρών.

## Μορφές δύναμης

Μετά από έρευνες του Schmidtbleicher (1980) για την σημασία της μέγιστης δύναμης, η ταχυδύναμη, η αντιδραστική δύναμη και η αντοχή στην δύναμη αντιμετωπίζονται ως υπομορφές της μέγιστης δύναμης και κατά συνέπεια εξαρτώνται σε μεγάλο 4 βαθμό από αυτήν.

Στην προπονητική τα διαφορετικά αποτελέσματα της μυϊκής δραστηριότητας στις αθλητικές κινήσεις συνοψίζονται με τους όρους μέγιστη δύναμη, ταχυδύναμη, αντιδραστική δύναμη και αντοχή στην δύναμη. Η μέγιστη δύναμη συνιστά κατά μια έννοια την βάση. Το γεγονός αυτό έχει σημασία για την μεθοδική της προπόνησης.

## Μέγιστη δύναμη

Η μέγιστη δύναμη είναι η υψηλότερη ποσότητα (τιμή) δύναμης που μπορεί να παράγει εκούσια το νευρομυικό σύστημα σε μια συγκεκριμένη κίνηση ενάντια σε μια ανυπέρβλητη αντίσταση.

## Ταχυδύναμη

Η ταχυδύναμη ή ισχύς αποδίδει το ρυθμό παραγωγής του έργου. Είναι, λοιπόν, η ικανότητα επίτευξης στο διαθέσιμο χρόνο όσο το δυνατόν υψηλότερων τιμών δύναμης.

## Εκρηκτική δύναμη

Προσδιορίζεται από την μέγιστη αύξηση της δύναμης μέσα σε μια καμπύλη δύναμης-χρόνου, η οποία σημειώνεται σε μια μέγιστα γρήγορη συστολή εναντίον στατικής αντίστασης.

## Αντιδραστική δύναμη

Η αντιδραστική δύναμη συνιστά την ικανότητα να αναπτυχθεί μια ορμή μέσα στον κύκλο διάτασης- βράχυνσης.

## Αντοχή

Η αντοχή στην δύναμη είναι η ικανότητα αντίστασης στην κόπωση που προέρχεται από στατικές και δυναμικές κινήσεις, διάρκειας μεγάλου χρόνου και με συμμετοχή τουλάχιστον 30 % της μέγιστης δύναμης.

## Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη δύναμης

### Ηλικία

Έχει διαπιστωθεί ότι η δύναμη επηρεάζεται από την ηλικία χωρίς την παρέμβαση της προπόνησης. Συγκεκριμένα έχει διαπιστωθεί ότι η δύναμη αναπτύσσεται ραγδαία μέχρι την λήξη της εφηβείας (περίπου μέχρι τα 20 χ). Κατόπιν διατηρείται σχετικά σταθερή μέχρι τα 50-60χ και κατόπιν μειώνεται ραγδαία μέχρι το τέλος της ζωής. Οι διακυμάνσεις αυτές της δύναμης αντιστοιχούν στην περίοδο της ανάπτυξης, της ωρίμανσης και της γήρανσης. Προκαλούνται στην διάρκεια της αναπτυξιακής φάσης λόγω αύξησης της μυϊκής μάζας, ωρίμανσης του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος και μεταβολών της αρχιτεκτονικής του μυός (αύξηση σκληρότητας συνδετικού ιστού, αύξηση γωνίας πρόσφυσης της μυϊκής ίνας). Στην Τρίτη ηλικία λόγω μείωσης της μυϊκής μάζας, εκφυλισμού του ΚΝΣ , μεταβολής της αρχιτεκτονικής μυός (υπερβολική αύξηση σκληρότητας συνδετικού ιστού και αύξηση της γωνίας πρόσφυσης της μυϊκής ίνας)

Υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές μεταξύ των ατόμων στη σωματική ανάπτυξη σε οποιαδήποτε χρονολογική ηλικία. Η έναρξη της εφηβείας μπορεί να γίνει από τα 8 έως και τα 13 έτη ζωής στα κορίτσια και από τα 9 έως και τα 15 έτη ζωής στα αγόρια.

Τα στάδια ωρίμανσης, μπορούν να προσδιοριστούν ακριβέστερα με την βιολογική ηλικία, η οποία μπορεί να μετρηθεί σύμφωνα με βάση την σκελετική ηλικία, την σωματική ωριμότητα ή την σεξουαλική ωριμότητα.

Μια συνηθισμένη μέθοδος εξέτασης της βιολογικής ηλικίας, περιλαμβάνει την αξιολόγηση της ανάπτυξης των συγκεκριμένων δευτερευόντων σεξουαλικών χαρακτηριστικών, όπως η ανάπτυξη στήθους στα κορίτσια, η ανάπτυξη των γενετικών οργάνων στα αγόρια και η τριχοφυΐα στα γενετικά όργανα και στα δυο φύλλα (tanner 1962).

Το 1ο στάδιο αφορά στην φάση πριν την εφηβεία και το 5ο στάδιο αντιπροσωπεύει την πλήρη σεξουαλική ωριμότητα. Οι ατομικές διαφορές στις φυσικές ικανότητες και στην προϋπάρχουσα προπονητική εμπειρία είναι σημαντικές για τα παιδιά που προπονούνται σε αθλήματα και αγωνίσματα που η δύναμη παίζει πρωταγωνιστικό ρόλο, όπως η ρίψεις, η άρση βαρών κ.α. Επιπλέον, η προπονητική ηλικία ενός παιδιού, δηλαδή το χρονικό διάστημα που το παιδί ασχολείται με την προπόνηση, μπορεί να επηρεάσει της προπονητικές προσαρμογές.

Το μέγεθος της βελτίωσης στις παραμέτρους που σχετίζονται με την μυϊκή δύναμη επηρεάζεται από τις προσαρμογές που έχουν ήδη συσσωρευτή. Ο προπονητής πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίζει αυτές τις διαφορές και να εξατομίκευσει το προπονητικό πρόγραμμα με βάση το επίπεδο ωρίμανσης κάθε παιδιού, την προπονητική του ηλικία και τις ατομικές ανάγκες του. Κατά την διάρκεια της φάσεις της ραγδαίας αύξησης του αναστήματος, οι νεαροί αθλητές ίσως κινδυνεύουν περισσότερο από τραυματισμούς (Micheli 1991). Ο μέγιστος ρυθμός αύξησης του αναστήματος στα κορίτσια συνήθως συμβαίνει στα 12 έτη ζωής και στα 14 έτη ζωής στα αγόρια. Σε αυτή την φάση, ορισμένοι φυσιολογικοί παράγοντες όπως η σχετική αδυναμία των οστών, οι μυϊκές ανισορροπίες μεταξύ των καμπτηρών και των εκτινόντων μυών γύρω από μία άρθρωση και η σχετική συρρίκνωση του μυοτενόντιου συνόλου στα ταχέος

αναπτυσσόμενα οστά, αποτελούν παράγοντες κινδύνου τραυματισμού στα παιδιά. (Faigenbaum, A., L. Zaichkowsky, W. Westcott, L. Micheli, and A. Fehlandt 1993).

Ο προπονητής πρέπει να τροποποιήσει το προπονητικό πρόγραμμα ( π.χ. να ενισχυθεί η ευλυγισία, να διορθωθούν μυϊκές ανισορροπίες, ή να μειωθεί ο όγκος και η ένταση της προπόνησης) κατά την διάρκεια αυτών των σταδίων ανάπτυξης. Ο ρυθμός ανάπτυξης διαφέρει σημαντικά μεταξύ των ανθρώπων. Συνεπώς, δεν είναι σωστό να ορίζεται το στάδιο ωρίμανσης ή ανάπτυξης ανάλογα με την ηλικία σε μήνες ή έτη, δηλαδή ανάλογα με την χρονολογική ηλικία. Υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές μεταξύ των ατόμων στη σωματική ανάπτυξη σε οποιαδήποτε χρονολογική ηλικία. Αυτές οι διαφορές σχετίζονται με τις διαφορές στην χρονική ανάπτυξη και στο μέγεθος της ανάπτυξης κατά την διάρκεια της εφηβείας.( Bailey, D., and A. Martin (1994)

Επίσης, επειδή ο βαθμός ωριμότητας έχει σχέση με την αξιολόγηση των παραμέτρων της φυσικής κατάστασης όπως η μυϊκή δύναμη και η κινητική απόδοση (Katzmarzyk 1997), οι 14 τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την εξέταση της ωριμότητας μπορεί να βοηθήσουν ώστε να διασφαλιστεί ότι η αξιολόγηση της φυσικής κατάστασης και η συμμετοχή των παιδιών σε κάποιο άθλημα είναι η ενδεδειγμένη. (Kraemer, J. W., Fry C. A., Frykman, N. P., Conroy, B. and Hoffman J. (1989)

Μολονότι έχουν διατυπωθεί ανησυχίες σχετικά με την επίδραση της εντατικής προπόνησης στην ανάπτυξη και στην ωρίμανση, δεν υπάρχουν ξεκάθαρες αποδείξεις ότι η προπόνηση καθυστερεί ή επιταχύνει την ανάπτυξη ή την ωρίμανση σε αγόρια και κορίτσια. (Malina 1994). Μια συνηθισμένη μέθοδος εξέτασης της βιολογικής ηλικίας, περιλαμβάνει την αξιολόγηση της ανάπτυξης των συγκεκριμένων δευτερευόντων σεξουαλικών χαρακτηριστικών, όπως η ανάπτυξη στήθους στα κορίτσια, η ανάπτυξη

των γενετικών οργάνων στα αγόρια και η τριχοφυΐα στα γενετικά όργανα και στα δυο φύλλα (tanner 1962).

## Φύλο

Οι διαφορές φύλου αρχίζουν να εμφανίζονται μετά την έναρξη της εφηβείας. Μέχρι την έναρξη της εφηβείας οι διαφορές φύλλου είναι ελάχιστες. Μετά την έναρξη της εφηβείας παρουσιάζεται μια υπερβολική διαφοροποίηση της δύναμης υπέρ των ανδρών τόσο σε απόλυτα, όσο και σε σχετικά επίπεδα. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της μεγαλύτερης αύξησης της μυϊκής μάζας στους 10 άνδρες που είναι προϊόν της δράσης των ορμονών και ιδιαίτερα της τεστοστερόνης

## Η μυϊκή μάζα

Η αύξηση της μυϊκής μάζας είναι ένας ευνοϊκός παράγοντας για την ανάπτυξη της δύναμης. Η μεταβολή της μυϊκής μάζας μπορεί να γίνει είτε οντογεννετικά δηλ. με την αύξηση της ηλικίας στην διάρκεια της αναπτυξιακής περιόδου είτε μέσω προπόνησης

## Σωματική διάπλαση

Η αύξηση του ύψους και σε κάποια έκταση του σωματικού βάρους επηρεάζουν θετικά την δύναμη. Ουσιαστικά οι παραπάνω δείκτες εκφράζουν έμμεσα την επίδραση της μυϊκής μάζας στην ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης

Στην γέννηση, η μυϊκή μάζα αποτελεί περίπου το 25% του σωματικού βάρους του παιδιού ενώ στον ενήλικα το ποσοστό αυτό είναι περίπου 40% του βάρους. Κατά την διάρκεια της εφηβείας η παραγωγή της τεστοστερόνης στα αγόρια αυξάνεται κατά 10 φορές, γεγονός το οποίο οδηγεί σε μεγάλη ανάπτυξη του μυϊκού ιστού. Στα κορίτσια, η αυξημένη παραγωγή οιστρογόνων προκαλεί την αύξηση της εναπόθεσης λίπους, ανάπτυξη στήθους και διεύρυνση των ισχύων.

Καθώς αυξάνεται η μυϊκή μάζα κατά την προεφηβική και εφηβική φάση ανάπτυξης, αυξάνεται παράλληλα και η μυϊκή δύναμη. Οι καμπύλες ανάπτυξης της δύναμης είναι παρόμοιες με αυτές της μυϊκής μάζας. Στα αγόρια η μέγιστη αύξηση της δύναμης συνήθως συμβαίνει 1,2 χρόνια μετά την περίοδο της απότομης αύξησης και το σωματικό βάρος αποτελεί τον καλύτερο δείκτη αυτής της αύξησης. Αυτό δείχνει ότι κατά την διάρκεια περιόδων ραγδαίας ανάπτυξης, πρώτα αυξάνεται η μυϊκή μάζα και μετά αυξάνεται η μυϊκή δύναμη.

Είναι προφανές ότι οι διαφορές στις αναλογίες του σώματος μπορεί να επηρεάσουν την εκτέλεση των ασκήσεων με αντίσταση.

## Το ενδοκρινές σύστημα

Έχει διαπιστωθεί ότι μία σειρά ορμονών όπως η τεστοστερόνη, η αυξητική ορμόνη, οι σωματομεδίνες αλλά και η παρέμβαση άλλων αυξητικών παραγόντων όπως ο IGF-1 (ψευδό- ινσουλίνη) επηρεάζουν θετικά την αύξηση της μυϊκής μάζας και κατ επέκταση την μυϊκή δύναμη.

## Μυϊκό Σύστημα

Η ανθρώπινη κίνηση βασίζεται στο μετασχηματισμό της χημικής ενέργειας, που βρίσκεται δεσμευμένη στο ATP σε μηχανική κινητική ενέργεια. Αυτός ο 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 κίνηση ενός ή περισσοτέρων οστών, τα οποία κινούνται κατά τους άξονες της άρθρωσης.

## Ανατομία & Σύσταση Μυών

Καθένας από τους 430 μυς του ανθρώπινου σώματος περιβάλλεται από ινώδη συνδετικό ιστό. Ο μυς σε εγκάρσια διατομή, αποτελείται από χιλιάδες κυλινδρικά μυϊκά κύτταρα, τα οποία καλούνται ίνες. Αυτές οι μακριές, λεπτές πολυπυρηνικές ίνες (των

οποίων ο αριθμός πιθανότατα καθορίζεται κατά την διάρκεια του δεύτερου τριμήνου της ενδομήτριας ανάπτυξης) κείνται παράλληλα η μια με την άλλη και η δύναμη συστολής αναπτύσσεται κατά τον επιμήκη άξονά τους .

Κάθε ίνα περιβάλλεται και έτσι ξεχωρίζει από τις γειτονικές ίνες, από μια λεπτή στιβάδα συνδετικού ιστού, που καλείται ενδομύιο. Μια άλλη λεπτή στιβάδα συνδετικού ιστού, το περιμύιο, περιβάλλει μια δέσμη από περίπου 150 ίνες, που καλείται μυϊκή δεσμίδα. Ολόκληρος ο μυς περιβάλλεται από μια μεμβράνη συνδετικού ινώδους ιστού, που καλείται επιμύιο. Αυτό το προστατευτικό στρώμα σφραγίζει στα τελικά του άκρα καθώς καταδύεται και ενώνεται με 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 περιόστεο. Με τον τρόπο αυτό, η δύναμη της μυϊκής συστολής μεταφέρεται άμεσα από τον μυϊκό συνδετικό ιστό στους τένοντες, και μέσω αυτών στα σημεία που προσφύονται. 17 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 μυών. Το υδατικό πρωτόπλασμα ή σαρκόπλασμα του κυττάρου περιέχει τις συσταλτικές πρωτεΐνες, τα ένζυμα, τα λιπίδια και το γλυκογόνο, τον πυρήνα και τα διάφορα εξειδικευμένα κυτταρικά οργανίδια.

Μέσα στο σαρκόπλασμα βρίσκεται εγκλεισμένο ένα εκτεταμένο διασυνδετικό 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. 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. Ακόμα στις μυϊκές ίνες απαντώνται ιόντα νατρίου, καλίου και χλωρίου, αμινοξέα, λιπίδια και υδατάνθρακες.

## Τύποι μυών

Οι άνθρωποι έχουν 3 τύπους μυών (καρδιακοί, λείοι 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 δυο είναι γραμμωτοί στην μικροσκοπική υφή τους, και συσπούνται με παρόμοιο τρόπο. Οι λείοι μύες δεν έχουν γραμμωτή δομή, αλλά έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό με τον καρδιακό μυ: λειτουργούν ασυνείδητα.

## Μυική συστολή

Έχουν οριστεί τρία είδη μυϊκής συστολής, ως εξής, στις κινήσεις γενικά, και ειδικότερα στις ασκήσεις με βάρη οι μύες δεν εργάζονται αποκλειστικά και μόνο με μια μορφή συστολής, εκτός από σπάνιες περιπτώσεις, αλλά με έναν μικτό τρόπο. Με τον έκκεντρο τρόπο το μέγεθος της δύναμης που αναπτύσσεται είναι μεγαλύτερο συγκριτικά με τους άλλους δυο, ενώ με τον ισομετρικό υψηλότερο από ότι με τον ομόκεντρο.

### Ισομετρική

Στην Ισομετρική συστολή οι μύες εργάζονται στατικά και το μήκος τους δε μεταβάλλεται, καθώς η δύναμη που παράγουν ισούται με την εξωτερική αντίσταση.

### Ομόκεντρη

Στην Ομόκεντρη συστολή η αλλιώς (συγκεντρωτική ή μειομετρική) οι μύες εργάζονται δυναμικά και βραχύνονται καθώς υπερνικούν την μικρότερη εξωτερική αντίσταση.

### Έκκεντρη

Στην Έκκεντρη συστολή οι μύες εργάζονται δυναμικά-υποχωρητικά και επιμηκύνονται καθώς η εξωτερική αντίσταση είναι μεγαλύτερη.

## Θεωρία Ολίσθησης των Νηματίων

Η «θεωρία της ολίσθησης των νηματίων» υποστηρίζει ότι ένας μυς βραχύνεται ή διατείνεται, διότι τα λεπτά και τα παχιά νημάτια ολισθαίνουν το ένα μέσα στο άλλο, χωρίς τα νημάτια όμως να τροποποιούν το μήκος τους. Αυτό προκαλεί μια κύρια αλλαγή στο σχετικό εύρος των διαφόρων ζωνών μέσα σε ένα σαρκομέριο. Τα λεπτά μυονημάτια ακτίνης ολισθαίνουν μέσα στα μυονημάτια της μυοσίνης και μετακινούνται

μέσα στην περιοχή της ζώνης-Α κατά την διάρκεια της συστολής (αντίθετη μετακίνηση γίνεται κατά την διάρκεια της χάλασης). Σε μια ισομετρική μυϊκή συστολή, η δύναμη παράγεται ενώ το μήκος της ίνας παραμένει σχετικά σταθερό και το σχετικό διάστημα μεταξύ των ζωνών Ι και Α παραμένει αμετάβλητο. Στις συνθήκες αυτές οι ίδιες ομάδες μορίων αντιδρούν μεταξύ τους κατ' επανάληψη. Σε μια πλειομετρική συστολή στην οποία παράγεται δύναμη ενώ το μήκος του μυός αυξάνεται, η ζώνη Ι διευρύνεται.

## Διέγερση-Συστολή

Διέγερση-συστολή είναι ο φυσιολογικός μηχανισμός με τον οποίο μια ηλεκτρική εκφόρτιση στο μυ ξεκινά τα μηχανικά γεγονότα που οδηγούν στην 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 Ca2+ . Αυτό προκαλείται από την άφιξη ενός δυναμικού ενεργείας στα εγκάρσια σωληνάρια και το οποίο προκαλεί απελευθέρωση Ca2+ από τους πλευρικούς σάκους του σαρκοπλασματικού δικτύου. Η ανασταλτική δράση της τροπονίνης, η οποία αποτρέπει την αντίδραση ακτίνης- μυοσίνης εκλύεται, όταν ιόντα Ca2+ ενωθούν ταχύτατα με την τροπονίνη στα νημάτια της ακτίνης. Όταν ενωθούν οι ενεργές θέσεις της ακτίνης και της μυοσίνης, ενεργοποιείται η μυοσίνη- ATPάση, η οποία στην συνέχεια απελευθερώνει ATP. Κατά την διάρκεια αυτής της διαδικασίας μεταφοράς ενέργειας παρατηρείται μετακίνηση των εγκάρσιων γεφυρών της μυοσίνης και ο μυς παράγει τάση.

Ακτινομυοσίνη-ATPάση → Ακτινομυοσίνη + ADP + P + Ενέργεια

Οι εγκάρσιες γέφυρες αποσυνδέονται από την ακτίνη, όταν το ATP προσδεθεί στις γέφυρες της μυοσίνης. Η σύνδεση και η αποσύνδεση συνεχίζεται όσο η συγκέντρωση των ιόντων Ca2+ παραμείνει σε επαρκές επίπεδο για να αναστείλει το σύστημα τροπονίνης-τροπομυοσίνης. Όταν το νευρικό ερέθισμα απομακρύνεται από τον μυ, τα

ιόντα ασβεστίου επαναποθηκεύονται στους πλευρικούς σάκους του σαρκοπλασματικού δικτύου. Αυτό διατηρεί την ανασταλτική δράση της τροπονίνης-τροπομυοσίνης και η ακτίνη και η μυοσίνη παραμένουν χωριστά παρουσία του ATP.

## Χαλάρωση

Όταν ένας μυς σταματά να δέχεται ερεθίσματα, σταματά η ροή των Ca2+ και η τροπονίνη είναι ξανά ελεύθερη να αποστείλει την αντίδραση ακτίνης-μυοσίνης. Κατά την διάρκεια της αποκατάστασης, τα ιόντα Ca2+ αντλούνται (ενεργός μεταφορά) στο σαρκοπλασματικό δίκτυο και συγκεντρώνονται στους πλευρικούς σάκους. Η πρόσληψη των Ca2+ από τις πρωτεΐνες τροπονίνη-τροπομυοσίνη, απενεργοποιεί τις ενεργές θέσεις στα νημάτια της ακτίνης. Με την απενεργοποίηση αυτή επιτυγχάνονται δυο πράγματα: α) Αποτρέπεται κάθε μηχανική σύνδεση μεταξύ των εγκάρσιων γεφυρών της μυοσίνης και των νηματίων της ακτίνης, και β) μειώνεται η δραστηριότητα της μυοσίνης-ATPάσης, με αποτέλεσμα να σταματά η διάσπαση του ATP. Η 23 μυϊκή χαλάρωση ολοκληρώνεται με την επαναφορά των νηματίων της ακτίνης και της μυοσίνης στην αρχική τους κατάσταση.

## Μυικές Ινες

## Ίνες Ταχείας Συστολής

Οι ίνες ταχείας συστολής έχουν μια μεγάλη ικανότητα ηλεκτροχημικής εκπομπής δυναμικών ενεργείας, υψηλό επίπεδο δραστηριότητας της μυοσίνης-ΑΤΡάσης, ικανότητα ταχύτατης απελευθέρωσης ασβεστίου και επαναπρόσληψής 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 την διάσπαση του ATP για την παραγωγή της ενέργειας που απαιτείται για την 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, σ’ ένα καλά αναπτυσσόμενο, βραχείας διάρκειας γλυκολυτικό σύστημα παραγωγής ενέργειας. Ονομάζονται γλυκολυτικές ίνες εξαιτίας των παχέων γλυκογονολυτικών τους ικανοτήτων. Οι ίνες αυτές ενεργοποιούνται κατά κανόνα σε βραχυπρόθεσμες και υψηλής ισχύος δραστηριότητες καθώς και σε άλλες ισχυρές μυϊκές συστολές που παράγεται μέσω της αναερόβιας μεταβολικής οδού. Οι μεταβολικές και συσταλτικές ικανότητες αυτών των ινών έχουν ιδιαίτερη σημασία για αθλήματα, που εκτελούνται διαλείμματα, όπως η καλαθοσφαίριση ή το ποδόσφαιρο, οι οποίες απαιτούν ταχεία προσφορά ενέργειας, η οποία προσφέρεται μόνο δια της αναερόβιας μεταβολικής οδού. (Billot, M., Martin, A., Paizis, C., Cometti, G. and Babault, N. 2010).

## 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. Όμως, οι ίνες βραδείας συστολής, περιέχουν μεγάλα και σχετικά πολυάριθμα μιτοχόνδρια και σιδηροπεριεκτικά 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 άσκηση. 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 είναι προσαρμοσμένες για παρατεταμένη εργασία. Στην πραγματικότητα, όπως έδειξαν μελέτες έκπλυσης του μυϊκού γλυκογόνου, στην παρατεταμένη, μέτριας έντασης άσκηση, υπάρχει σχεδόν αποκλειστική χρησιμοποίηση μυϊκών ινών βραδείας συστολής. Ακόμα 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 ινών, με τις ίνες βραδείας συστολής να δέχονται

περισσότερο αίμα κατά την διάρκεια της άσκησης, από ότι οι ίνες ταχείας συστολής. Πολλοί ερευνητές που διακρίνουν τις ίνες βραδείας συστολής σε τύπου Ι και τις ίνες ταχείας συστολής (και τις προτεινόμενες υποκατηγορίες) σαν τύπου ΙΙ.

Όταν ένα άτομο ασκείται στα οριακά μέγιστα αερόβια και αναερόβια 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. Άλλη μια κατηγοριοποίηση των μυϊκών ινών είναι και αυτή που αφορά τα τρία χαρακτηριστικά τους, δηλαδή το χρώμα, την περιεκτικότητά τους σε μιτοχόνδρια και την ταχύτητα συστολής τους.

Το αποτέλεσμα αυτής της κατηγοριοποίησης διαχώρισε τις μυϊκές ίνες σε: 25 *Μυϊκές ίνες αργής συστολής (ST), οι οποίες έχουν ερυθρό (κόκκινο) χρώμα λόγω υψηλής περιεκτικότητας στην πρωτεΐνη μυογλοβίνη (myoglobin), η οποία είναι κόκκινη, και η οποία χρησιμεύει τόσο για την μεταφορά του οξυγόνου στα μιτοχόνδρια, όσο και για την αποθήκευση οξυγόνου στους μύες. Η συγκέντρωση σε μιτοχόνδρια σε αυτές της ίνες είναι πολύ υψηλή. Τέλος, η ταχύτητα συστολής κρίνεται σχετικά αργή. *Μυϊκές ίνες ταχείας συστολής (FT), οι οποίες όμως χωρίζονται σε επί μέρους κατηγορίες: FTa, η οποία μοιάζει με τις ST αφού περιέχει και αυτή αρκετά μιτοχόνδρια, και εμφανίζεται σε αθλητές αντοχής. Επίσης, οι FTb οι οποίες είναι οι κλασσικές ίνες ταχείας συστολής, είναι άσπρες λόγω έλλειψης μυογλοβίνης, έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε μιτοχόνδρια, και έχουν υψηλή ταχύτητα συστολής. Τέλος, οι FTc, οι οποίες φαίνεται να μπορούν να προσαρμοστούν ανάλογα με τα ερεθίσματα που δέχεται ο οργανισμός.

Σε χαμηλές εντάσεις άσκησης, κινητοποιούνται οι αργές ίνες. Όσο αυξάνεται η ένταση της άσκησης, ή όσο εμφανίζεται κόπωση στις αργές ίνες, ξεκινάει και η κινητοποίηση των ταχέων ινών. Έτσι, ένας χομπίστας ο οποίος αθλείται σε χαμηλές εντάσεις, και δεν τον ενδιαφέρει η επίδοση σε αγώνες, δεν χρειάζεται να ανησυχεί για την εκγύμναση των ταχέων ινών. Ένας αθλητής επιδόσεων όμως είναι απαραίτητο να ασκείται σε όλες τις εντάσεις (χαμηλές και υψηλές), ώστε να υπάρχει εκγύμναση και των δυο κατηγοριών ινών. (Dudley, G.A., & Fleck, S.J. 1987)

## Μυική δύναμη

## Παράγοντες που επηρεάζουν

### Σωματικό μέγεθος

Οι διαφορές στο σωματικό μέγεθος, στη σωματική διάπλαση και στη σύσταση του σώματος που σχετίζονται με την ανάπτυξη και την ωρίμανση, είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη και την κινητική απόδοση. Η συσχέτιση μεταξύ δύναμης και σωματικού μεγέθους δεν διαφέρει ανάλογα με το φύλο (Malina et. al. 2004). Ο δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ= βάρος (kg)/ύψος^2) φαίνεται να σχετίζεται με την μυϊκή δύναμη και αντοχή των τετρακέφαλων, τρικέφαλων και κοιλιακών μυών. Έτσι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ ΔΜΣ και μέγιστης ροπής των τετρακέφαλων και

τρικέφαλων που μετρήθηκε σε ισοκινητικό δυναμόμετρο αντίστοιχα, ενώ υπήρχε μια αξιοσημείωτη αρνητική συσχέτιση μεταξύ ΔΜΣ και της δύναμης των κοιλιακών μυών.

Έχει παρατηρηθεί ότι οι παχύσαρκοι άνθρωποι έχουν υψηλότερο ποσοστό μυϊκών ινών ταχείας συστολής, σε σχέση με τους νορμοβαρείς (Kriketos et. al. 1997, cited by Hasan et.al. 2016). Έτσι φυσιολογικά αναμένονται υψηλότερα επίπεδα μυϊκής δύναμης για παχύσαρκα παιδιά, ώστε να 13 μετακινήσουν τα βαρύτερα κορμιά τους κατά την διάρκεια της άσκησης, γεγονός όμως που ίσως μειώνει την ικανότητά τους να ανταπεξέλθουν σε μακροπρόθεσμες δραστηριότητες. Το σωματικό μέγεθος φαίνεται ότι είναι ένας από τους κύριους καθοριστικούς παράγοντες της μυϊκής δύναμης, ενώ η μικρή μυϊκή δύναμη έχει παρατηρηθεί ότι σχετίζεται με χαμηλότερο σωματικό βάρος και αντίστροφα. (Faigenbaum, A., W. Westcott, L. Micheli, A. Outerbridge, C. Long, R. LaRosa-Loud, and L. Zaichkowsky 1996)

## Νευρομυϊκοι παράγοντες

Μια κινητική μονάδα αποτελείται από έναν κινητικό νευρώνα, που βρίσκεται μέσα στις πρόσθιες ρίζες του νωτιαίου μυελού, και των νευραξώνων του, που είναι προσκολλημένοι στις τελικές κινητικές πλάκες (συναπτικές συνδέσεις) ενός συγκεκριμένου αριθμού μυϊκών ινών. Κάθε κινητική μονάδα μπορεί να νευρώσει περίπου από 3 έως 2,000 μυϊκές ίνες, ανάλογα με την ακρίβεια του κινητικού ελέγχου που απαιτείται (Rowland, 2005). Η συστολή και η παραγωγή δύναμης από όλες της μυϊκές ίνες μιας κινητικής μονάδας, γίνεται ταυτόχρονα. Δεν είναι δηλαδή δυνατόν η

νευρική διέγερση από έναν νευρώνα να προκαλέσει τη συστολή μερικών μόνο μυϊκών ινών της ίδιας κινητικής μονάδας. Ακόμη, ένα υψηλότερο δυναμικό ενέργειας μιας κινητικής μονάδας, δεν θα προκαλέσει ισχυρότερη συστολή (αρχή του όλου ή ουδέν).

Το δυναμικό ενέργειας, που μεταδίδεται κατά μήκος ενός κινητικού νευρώνα, προκαλεί μια διέγερση μικρής διάρκειας στις μυϊκές ίνες της κινητικής μονάδας, που ονομάζεται σύσπαση. Αυτή η δημιουργία του δυναμικού ενέργειας στο σαρκείλημα, είναι υπεύθυνο για την απελευθέρωση του ασβεστίου στο εσωτερικό της μυϊκής ίνας, και εν 15 συνεχεία για τη μυϊκή συστολή. Η απελευθέρωση του ασβεστίου κατά τη μυϊκή σύσπαση, είναι αρκετή για την ενεργοποίηση του συστήματος ακτίνης – μυοσίνης και για την παραγωγή της μέγιστης δύναμης, από τις συγκεκριμένες μυϊκές ίνες (Baechle & Earle, 2000). Μια αύξηση στην παραγωγή δύναμης από έναν μυ μπορεί να επιτευχθεί, είτε από την αύξηση της συχνότητας του νευρικού ερεθίσματος από μια συγκεκριμένη κινητική μονάδα, είτε επιστρατεύοντας επιπλέον κινητικές μονάδες.

Ένας μυς, για να δημιουργήσει μια αυξανόμενη ποσότητα έντασης, πρέπει να συμβούν διαδοχικά οι εξής δυο διαδικασίες: καθώς ο ρυθμός διέγερσης και ενεργοποίησης της κινητικής μονάδας φτάνει στο μέγιστο, επιστρατεύονται νέες κινητικές μονάδες. Τελικά, όλες οι κινητικές μονάδες διεγείρονται στην μέγιστη συχνότητά τους, και αυτό καθορίζει την μέγιστη εθελούσια συστολή ενός μυ. Διαφορετικοί τύποι κινητικών μονάδων χαρακτηρίζονται με βάση την μεταβολική τους ικανότητα, την ικανότητά τους για παραγωγή μέγιστης δύναμης και τα ηλεκτρομυογραφικά χαρακτηριστικά των μυών που νευρώνουν. Για την παιδική ηλικία οι περισσότερες έρευνες επικεντρώνονται στην κινητική και αισθητική ταχύτητα μετάδοσης του νευρικού ερεθίσματος (ΤΜΝΕ), καθώς η μέτρηση της νευρολογικής αυτής μεταβλητής είναι μη επεμβατική (Rowland, 2005).

Η μυελίνη, η οποία είναι μια λιποειδής ουσία που περιβάλλει τον νευράξονα των εμμύελων νευρικών ινών, βελτιώνει την αποδοτικότητα με την οποία οι άξονες άγουν τα δυναμικά ενέργειας. Ακόμη, η ωρίμανση της διαδικασίας της μυελίνωσης του περιφερικού νευρικού συστήματος, ξεκινά κατά την διάρκεια του τέταρτου 16 μήνα της εμβρυακής ζωής και ολοκληρώνεται σε μεγάλο βαθμό περίπου στην ηλικία των 5 ετών (Webster and Favilla, 1984, cited by García et. al. 2000). Ωστόσο η μυελίνωση τελειώνει κατά την σεξουαλική ωρίμανση του ατόμου ή μέχρι την ενηλικίωσή του.

Η ΤΜΝΕ έχει βρεθεί ότι σχετίζεται όχι μόνον με την ηλικία αλλά και με το ύψος και την διάμετρο του μυός. Μεταξύ του ύψους των 100 και 200cm η ΤΜΝΕ αυξήθηκε σχεδόν 20% (Rowland, 2005). Η ΤΜΝΕ δεν πρέπει να θεωρείται ότι αυξάνεται μόνο μέχρι την ηλικία των 5 ετών, αλλά βελτιώνεται και κατά την διάρκεια της πρώιμης εφηβικής ηλικίας και της εφηβείας.

Συγκεκριμένα βρέθηκε μικρή αλλά σημαντική αύξηση στην ΤΜΝΕ στα άνω άκρα, αλλά μείωση στα κάτω άκρα τόσο σε αγόρια όσο και σε κορίτσια αυτού του ηλικιακού εύρους. Έτσι η εξέλιξη στην ΤΜΝΕ είναι ένα περίπλοκο φαινόμενο, το οποίο μπορεί να σχετίζεται με το γεγονός ότι καθώς τα κάτω άκρα μεγαλώνουν σε μήκος, μέχρι περίπου την ηλικία των 20 ετών, τα απομακρυσμένα τμήματα των νευραξώνων ίσως γίνονται λεπτότερα σε σύγκριση με τα πλησιέστερα τμήματά τους, που βρίσκονται και πλησιέστερα στον νωτιαίο μυελό. Αυτός ο παράγοντας λοιπόν έχει σχέση με το μήκος των νευραξώνων και των άκρων. (Jubeau, M., Zory, R., Gondin, J., Martin, A. and Maffiuletti, N.A.2006) Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την ΤΜΝΕ είναι αυτός της ωρίμανσης, καθώς με το πέρασμα στην εφηβεία, ορισμένοι νευράξονες ίσως να γίνονται παχύτεροι ή να υφίστανται και άλλες δομικές αλλαγές. Έτσι, σύμφωνα με αυτό, η

εξέλιξη της ΤΜΝΕ στα περιφερικά νεύρα, πιθανώς εξαρτάται από αυτούς τους δυο παράγοντες. Τέλος το γεγονός αυτό είναι ανεξάρτητο από το φύλο (Lang et. al., 1985).

## Ορμονικοί παράγοντες

Οι διαφορές στην μυϊκή μάζα και στην απόδοση της δύναμης μεταξύ των δύο φύλων, ειδικά κατά τη διάρκεια της εφηβείας και της μετά- εφηβείας, έχει συσχετιστεί με αλλαγές στην ενδοκρινολογική λειτουργία. Οι μεταβολές στη συγκέντρωση των ορμονών μεταξύ των δύο φύλων, ιδίως της τεστοστερόνης, η οποία είναι ένας ισχυρός αναβολικός παράγοντας, ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για την σεξουαλική διαφοροποίηση. Παρατηρείται μια δραματική αύξηση στη συγκέντρωση της τεστοστερόνης ορού στους άνδρες, κατά τη διάρκεια της εφηβικής ανάπτυξης.

Αύξηση στη συγκέντρωσης της τεστοστερόνης παρατηρείται και στις γυναίκες, σε μικρότερο όμως βαθμό, αλλά η κορυφαία της τιμή στο τέλος της εφηβείας, είναι μικρότερη από αυτή που έχει επιτευχθεί από τα αγόρια στην αρχή της. Εκτός από την τεστοστερόνη, ουσιαστικές αλλαγές συμβαίνουν και στην συγκέντρωση άλλων ορμονών, όπως η ανδροστενεδιόνη, ένας πιο αδύναμος αναβολικός παράγοντας που εκκρίνεται κυρίως από τον φλοιό των επινεφριδίων. Σε σύγκριση με τις αλλαγές στη συγκέντρωση της τεστοστερόνης, οι αλλαγές στη συγκέντρωση της ανδροστενεδιόνης είναι μικρότερη στους άνδρες, αλλά μεγαλύτερη στις γυναίκες.

Η συγκέντρωση οιστραδιόλης, κυρίαρχη ορμόνη του γυναικείου φύλου, αλλάζει ελάχιστα στους άνδρες κατά την διάρκεια της εφηβείας, ενώ αυξάνεται στις γυναίκες

κατά τη διάρκεια των τελευταίων σταδίων της εφηβικής ανάπτυξης. Τέλος, πέρα από τις ορμόνες που αναφέρθηκαν παραπάνω υπάρχουν και άλλες ορμόνες που επηρεάζουν τις αναβολικές διαδικασίες και την ανάπτυξη της δύναμης, όπως είναι η αυξητική ορμόνη και ο ινσουλινοειδής (ή ινσουλινομιμητικός) αυξητικός παράγοντας IGF-1 (Winter, 1978 cited by Blimkie,1989). 18

## Μυϊκές ίνες

Η σύνθεση των μυϊκών ινών και το μέγεθός τους επιδρούν στη δύναμη του σκελετικού μυός. Ο ανθρώπινος σκελετικός μυς αποτελείται κυρίως από δυο είδη μυϊκών ινών, αργής σύσπασης ή τύπου Ι και ταχείας σύσπασης ή τύπου ΙΙ μυϊκές ίνες, οι οποίες είναι διανεμημένες σε διάφορες μυϊκές ομάδες στο σώμα. Επιπροσθέτως οι μυϊκές ίνες τύπου ΙΙ διαφοροποιούνται σε τρείς υπό-τύπους, που είναι οι IIa, IIb και IIc. Έτσι, έχουμε τις οξειδωτικές ίνες βραδείας συστολής (τύπου Ι), που είναι σχετικά μικρές χωρίς να αποδίδουν μεγάλη ισχύ, αλλά αποδίδουν μεγάλη αντοχή στην κόπωση, τις οξειδωγλυκολυτικές ίνες (τύπου IIa) που είναι ενδιάμεσες, και τις γλυκολυτικές ίνες (τύπου IIb) ταχείας συστολής που αποδίδουν μεγάλη ισχύ, αλλά μικρή αντοχή στην κόπωση. Επομένως με βάση την ταχύτητα συστολής διακρίνουμε αργές ίνες βραδείας συστολής και γρήγορες ίνες ταχείας συστολής (Κλεισούρας 2011).

Με βάση τις ιστοχημικές τους ιδιότητες όμως, διακρίνουμε τις οξειδωτικές ίνες (τύπου Ι), τις οξειδωγλυκολυτικές ίνες (τύπου IIa) και τις γλυκολυτικές ίνες (τύπου IIb). Ο τύπος IIc διαφοροποιείται ελάχιστα από τον τύπο IIa και αντιστοιχεί μόνο στο 1% των μυϊκών

ινών (Blimkie,1989, Κλεισούρας 2011). Από την ηλικία περίπου του 1 έτους, η σύνθεση και η κατανομή των τύπων των μυϊκών ινών του παιδιού, έχει φθάσει κοντά στις αναλογίες των ενηλίκων. Ωστόσο η κατανομή των μυϊκών ινών τύπου Ι είναι μεγαλύτερη κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας και της εφηβείας, περίπου 10% παραπάνω σε σύγκριση με αυτή των ενηλίκων. Δεν φαίνεται όμως να υπάρχει κάποια ξεκάθαρη συσχέτιση μεταξύ φύλου και διαφοράς στη διανομή των τύπου Ι μυϊκών ινών κατά τη διάρκεια τις παιδικής ηλικίας.

Το ποσοστό της κατανομής των τύπου ΙΙ μυϊκών ινών, είναι χαμηλότερο στην πρώιμη και μέση παιδική ηλικία σε σύγκριση με την ενήλικη ζωή, αλλά φθάνει την κατανομή των ενηλίκων κατά τη διάρκεια της μετά-εφηβικής ηλικίας. Επίσης, φαίνεται πως ίσως είναι μεγαλύτερη η επικράτηση των τύπου ΙΙa μυϊκών 19 ινών σε σύγκριση με τις ΙΙb κατά την παιδική και εφηβική ηλικία (Blimkie,1989, Dotan et. al., 2013). Οι μυϊκές ίνες υφίστανται μια δραματική αύξηση σε μέγεθος κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας και εφηβείας.

Η διάμετρος των μυϊκών ινών είναι περίπου στο 30% και 50% αυτής των ανδρών, στην ηλικία των 1 και 5 ετών αντίστοιχα. (Colling-Saltin, 1980 cited by Blimkie 1989). Η διάμετρος των μυϊκών ινών αυξάνεται γραμμικά με την ηλικία και δεν υπάρχει διαφορά, αναφορικά με το φύλο, στη διάμετρο τους κατά την βρεφική και πρώιμη παιδική ηλικία (Blimkie,1989). Ωστόσο κατά την εφηβική και μετά-εφηβική ηλικία, οι τύποι των μυϊκών ινών ΙΙa και ΙΙb καλύπτουν μεγαλύτερη επιφάνεια στα αγόρια σε σύγκριση με τα κορίτσια. Επίσης στα κορίτσια αυτής της ηλικίας οι μυϊκές ίνες τύπου Ι και ΙΙa είναι μεγαλύτερες και καλύπτουν μεγαλύτερη επιφάνεια από τις ΙΙb. Στα αγόρια η επιφάνεια που καλύπτουν οι μυϊκές ίνες τύπου ΙΙa, είναι μεγαλύτερη από αυτή των Ι και ΙΙb. Η αναλογία στην καλυπτόμενη επιφάνεια των τύπων ΙΙb/Ι, ΙΙa/Ι και ΙΙb/ΙΙa, είναι μικρότερη

στα κορίτσια από ότι στα αγόρια (Glenmark et. al., 1992). Η διάμετρος και η επιφάνεια που καλύπτουν οι μυϊκές ίνες, αυξάνονται σταθερά με την ταυτόχρονη αύξηση του σωματικού μεγέθους με το πέρας της ηλικίας, για τον δελτοειδή και τον δικέφαλο βραχιόνιο στα άνω άκρα, και τον ορθό μηριαίο και τον γαστροκνήμιο για τα κάτω άκρα (Aherne et. al., 1971).

Τέλος, ελάχιστα είναι γνωστά σχετικά με τις συσταλτικές ιδιότητες του μυός. Ωστόσο, σε παιδιά 9-14 ετών, στα οποία γινόταν επαναμέτρηση 1 φορά το χρόνο για 5 χρόνια, μετρήθηκε με την μέθοδο της τασεομυογραφίας (αγγλικός όρος: tensiomyography), ο χρόνος συστολής, ώστε να εκτιμηθούν οι διαχρονικές αλλαγές του δικέφαλου βραχιόνιου (ΔΒ) και του δικέφαλου μηριαίου (ΔΜ), του έξω πλατύ μηριαίου (ΕΠ) και των ορθωτήρων τις σπονδυλικής στήλης (ΟΣΣ). Τα αποτελέσματα έδειξαν μεγαλύτερο χρόνο συστολής στον ΔΒ και στον ΕΠ στα αγόρια σε σύγκριση με τα κορίτσια, ίσως λόγω του μεγαλύτερου ποσοστού μυϊκών ινών τύπου Ι στο ΕΠ των αγοριών, και μικρότερο χρόνο συστολής του ΔΜ των αγοριών σε σύγκριση με των κοριτσιών. Τόσο στα αγόρια όσο και στα κορίτσια ο ΕΠ και οι ΟΣΣ 20 αναπτύσσουν μικρότερο χρόνο συστολής πριν την αρχή της εφηβείας, ενώ μετέπειτα ο χρόνος είναι παρόμοιος με των ενηλίκων.

Η συχνή συμμετοχή σε αθλήματα σχετίζεται με χαμηλότερο χρόνο συστολής του ΔΜ τόσο στα αγόρια όσο και στα κορίτσια, ενώ ο ΕΠ παραμένει ανεπηρέαστος. Επίσης οι ΟΣΣ είχαν τον μικρότερο χρόνο συστολής και επομένως ήταν και οι ταχύτεροι μύες, ενώ ακολουθούσαν ο ΕΠ, ο ΔΜ και τέλος ο ΔΒ, κάτι που ίσως οφείλεται στην μικρότερη γωνία πρόσφυσης των ΟΣΣ και όχι στον τύπο των μυϊκών ινών τους. Τέλος τα παιδιά παρουσιάζουν μικρότερο χρόνο συστολής στον ΕΠ και μεγαλύτερο στον ΔΒ, σε

σύγκριση με τους ενήλικες, κάτι που ίσως οφείλετε στην μικρότερη ενεργοποίηση των κινητικών μονάδων των τύπου ΙΙ μυϊκών ινών στα παιδιά σε σχέση με τους ενήλικες για τους εκτείνοντες του γόνατος, όχι όμως και για τους καμπτήρες του αγκώνα. (Kellis, E., Arampatzi F., Papadopoulos, C. 2003). Έτσι κατά την αρχή της εφηβείας τα αγόρια χαρακτηρίζονται από γενικά πιο αργούς μύες σε σύγκριση με τα κορίτσια. Μετά την ηλικία των 10 ετών, η ταχύτητα συστολής του ΕΠ φαίνεται να σταθεροποιείται με τις αναλογίες των ενηλίκων και η συχνή συμμετοχή σε αθλήματα σχετίζεται με έναν ταχύτερο ΔΜ, αλλά όχι και ΕΠ μυ (Simunic et. al. 2017).

.

## Παράμετροι που Επιδρούν στην Ανάπτυξη της Μυικής Δύναμης του Αθλητή

Στην προπόνηση για την αύξηση της μυϊκής αντοχής επιδρούν κυρίως παράγοντες που σχετίζονται με την αναερόβια παραγωγή ενέργειας.

α) Από τα αποθέματα του μυϊκού γλυκογόνου που είναι απαραίτητα για την αναερόβια παραγωγή ενέργειας.

β) Από τα αποθέματα της φωσφοκρεατίνης στα μυϊκά κύτταρα και την ελεύθερη κρεατίνη στο μυϊκό ιστό.

γ) Την δραστηριότητα των αναερόβιων ενζύμων φωσφοκρεατινάση, που διασπά την φωσφοκρεατίνη για τον σχηματισμό τριφωσφορικής αδενοσίνης και του ενζύμου φωσφοφρουκτοκινάση που είναι ο βηματοδότης της αναερόβιας γλυκόλυσης.

δ) Το μέγεθος των μυϊκών ομάδων που συμμετέχουν στη συγκεκριμένη δραστηριότητα.

Οι μεγάλες μυϊκές ομάδες μπορούν να παράγουν έργο για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα. (Hakkinen, K., A. Mero, and H. Kavhanen 1989).

## Η Αρχή της Εξειδίκευσης στην Προπόνηση Δύναμης των Αθλητών

Η αρχή της εξειδίκευσης αναφέρεται στην εφαρμογή προπονητικών ερεθισμάτων στο κατάλληλο βιολογικό σύστημα με σκοπό την ανοχή αυτού του συστήματος υψηλών επιβαρύνσεων. Διακρίνουμε τρία είδη εξειδίκευσης:

α) την εξειδίκευση που αφορά τους μηχανισμούς παραγωγής ενέργειας

β) την εξειδίκευση που αφορά τις μυϊκές ομάδες που συμμετέχουν στο άθλημα που μας ενδιαφέρει

γ) την εξειδίκευση που αφορά την ταχύτητα της μυϊκής συστολής σε σχέση πάντα με το άθλημα που μας ενδιαφέρει.

## Επιλογή Ασκήσεων

Η επιλογή των ασκήσεων πρέπει να γίνεται με βάση την αρχή της εξειδίκευσης και το άθλημα που συμμετέχει ο αθλητής. Οι ασκήσεις που θα επιλέξουμε πρέπει να είναι όσο το δυνατόν ασκήσεις που εκτελούνται με ελεύθερα βάρη και όχι με μηχανήματα δύναμης. Τα ελεύθερα βάρη αυξάνουν περισσότερο την δύναμη από τα μηχανήματα δύναμης, αυξάνουν γρηγορότερα και περισσότερο την μυϊκή συναρμογή και αυξάνουν την σταθερότητα των κινήσεων μέσω της συμμετοχής των σταθεροποιών μυών. Ακόμη ασκήσεις όπως το τροποποιημένο αρασέ και το τροποποιημένο ζετέ μπορούν να οδηγήσουν σε ιδιαίτερα αυξημένες προσαρμογές στην αύξηση της ταχυδύναμης. Τέλος πρέπει να χρησιμοποιούμε ασκήσεις που να κινητοποιούν όλους τους μυς που κινούν την άρθρωση για να πετύχουμε ισορροπία δύναμης μεταξύ αγωνιστών και ανταγωνιστικών μυϊκών ομάδων. (Hamill, B. 1994).

## Σειρά Ασκήσεων

Η σειρά των ασκήσεων σε ένα πρόγραμμα δύναμης έχει ιδιαίτερη σημασία καθώς αυτό μπορεί να επηρεάσει την αύξηση της δύναμης, της ταχυδύναμης και της μυϊκής αντοχής. Η πλέον ενδεικνυόμενη σειρά ασκήσεων σε ένα πρόγραμμα δύναμης που απευθύνεται σε αθλητές είναι αυτή που τοποθετεί στη σειρά ασκήσεις ανταγωνιστικών κινήσεων τη μία μετά την άλλη, εφ' όσον ολοκληρωθούν τα σετ της πρώτης.

## Ανάλυση

Στάδια προπόνησης Δύναμης

### Προσαρμογή

Η πρώτη φάση της προπόνησης με βάρη είναι η φάση της προσαρμογής. Που αποσκοπεί ο ασκούμενος να έρθει σε επαφή και να γνωρίσει καλά τα βάρη και τις ασκήσεις που θα κάνει. Δίνοντας ιδιαίτερη βάση στην

απόλυτα σωστή τεχνική. Λάθη στην τεχνική όχι μόνο δε θα σας γυμνάσουν σωστά αλλ
ά και θα αυξήσουν τον κίνδυνο κάποιου τραυματισμού. Αρχίστε με πολύ λίγα κιλά και σ
χετικά λίγες επαναλήψεις. Τις πρώτες αυτές βδομάδες της προσαρμογής το πρόγραμμ
α είναι εύκολο και πρέπει να παραμείνει έτσι. Μην αυξήσετε τα κιλά. Σκοπός αυτού του
σταδίου δεν είναι να κουραστείτε αλλά το σώμα σας να προετοιμαστεί για την πραγματι
κή προπόνηση δύναμης που θα επακολουθήσει τις επόμενες βδομάδες.

| Παράγοντας | Τιμή |
|---|---|
| **Ασκήσεις / μέρα προπόνησης** | 4-6 |
| **μέρες προπόνησης / εβδομάδα** | 1-4 |
| **Ένταση** | 40 % |
| **Σετ / άσκηση** | 2-5 |
| **Επαναλήψεις / άσκηση** | 10-15 |
| **Ταχύτητα ανύψωσης** | χαμηλή |
| **Διάλειμμα μεταξύ των σετ** | 1-1,5 λεπτά |

## Δύναμη

Η δεύτερη φάση του προγράμματος ουσιαστικά είναι και η πιο δύσκολη. Τα κιλά ανεβαίν ουν σταδιακά όπως και οι επαναλήψεις. Μην βιαστείτε και ανεβάσετε απότομα κιλά και επαναλήψεις.

| Παράγοντας | Τιμή |
|---|---|
| Ασκήσεις / μέρα προπόνησης | 6 |
| μέρες προπόνησης / εβδομάδα | 4-5 |
| Ένταση | 50-70 % |
| Σετ / άσκηση | 3-5 |
| Επαναλήψεις / άσκηση | 15-25 |
| Ταχύτητα ανύψωσης | μέτρια |
| Διάλειμμα μεταξύ των σετ | 2-3 λεπτά |

Σκοπός σε αυτό το στάδιο είναι να φτάσουμε κάποια μέγιστα μας όρια στις διάφορες α σκήσεις που εφαρμόζουμε.

## Αντοχή στη δύναμη

Σε αυτό το στάδιο της προπόνησης μας σκοπός είναι να αποκτήσουμε αντοχή στη δύνα μη μας,

δηλαδή να μπορούμε να σηκώνουμε σχετικά πολλά κιλά σε πολλές επαναλήψεις και μά λιστα με σχετικά αυξημένη ένταση. Τα κιλά μειώνονται λίγο σε σχέση με το προηγούμεν ο στάδιο.

| Παράγοντας | Τιμή |
|---|---|
| Ασκήσεις / μέρα προπόνησης | 6 |
| μέρες προπόνησης / εβδομάδα | 3-5 |
| Ένταση | 50-60 % |
| Σετ / άσκηση | 3-5 |
| Επαναλήψεις / άσκηση | 15 |
| Ταχύτητα ανύψωσης | υψηλή |
| Διάλειμμα μεταξύ των σετ | 1-2 λεπτά |

Τα βάρη πρέπει να σηκώνονται με εκρηκτικό τρόπο. Σε αυτό το σημείο όμως πρέπει να προσέξετε πάρα πολύ τον κίνδυνο κάποιου τραυματισμού. Σηκώνεται με ορμή τα βάρη αλλά όχι πάρα πολύ απότομα.

## Κορύφωση δύναμης

Ο όγκος στη προπόνηση με βάρη πλέον παύει σε αυτό το στάδιο. Η ποιότητα αντικαθιστά την ποσότητα οι μύες ξεκουράζονται και φορμάρονται.

| Παράγοντας | Τιμή |
|---|---|
| Ασκήσεις / μέρα προπόνησης | 4-6 |
| μέρες προπόνησης / εβδομάδα | 2-3 |
| Ένταση | 50-60 % |
| Σετ / άσκηση | 3-4 |
| Επαναλήψεις / άσκηση | 12 |
| Ταχύτητα ανύψωσης | υψηλή |
| Διάλειμμα μεταξύ των σετ | 1-1,5 λεπτά |

Τα αποτελέσματα πλέον αρχίζουν να γίνονται ορατά. Από εδώ και πέρα μην δοκιμάσετε καινούριες ασκήσεις στο πρόγραμμα σας.

## Συντήρηση δύναμης

Το τελευταίο στάδιο της προπόνησης δύναμης είναι απλή συντήρηση της δουλειάς που έχετε κάνει. Φυσικά δεν είναι δυνατόν να βάζετε βάρη λίγες μέρες πριν τον αγώνα. Καλύτερα θα ήταν να μην κάνετε καθόλου βάρη μια εβδομάδα πριν από κάποιον σημαντικό αγώνα ώστε να ξεκουράζονται οι μύες και να υπάρχει κορύφωση.

| Παράγοντας | Τιμή |
|---|---|
| Ασκήσεις / μέρα προπόνησης | 2-6 |
| μέρες προπόνησης / εβδομάδα | 1-2 |
| Ένταση | 50 % |
| Σετ / άσκηση | 2-4 |
| Επαναλήψεις / άσκηση | 15 |
| Ταχύτητα ανύψωσης | |
| Διάλειμμα μεταξύ των σετ | 1-2 λεπτά |

Σε αυτή τη φάση βάζετε ένταση στα βάρη σας μόνο στο τελευταίο σετ της προπόνησης σας. Στα προηγούμενα σετ κρατήστε τα κιλά σε χαμηλά επίπεδα. Αποφεύγετε να κάνετε πολλά βάρη για τα πόδια. Ήδη αυτά θα πρέπει να επιβαρύνονται πολύ από τις υπόλο

ιπες προπονήσεις σας. Καθορίστε μόνοι σας ποιες ασκήσεις ακριβώς θα κάνετε και πόσες μέρες.

## Προπονητικές Μέθοδοι

Στην προπόνηση δύναμης χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι για την αύξηση της δύναμης, της ταχυδύναμης και της μυϊκής αντοχής.

## Μέθοδοι για την Αύξηση της Μέγιστης Δύναμης των Αθλητών

Σαν μεθόδους για την προπόνηση αύξησης της μέγιστης δύναμης χρησιμοποιούμε :

α) την μέθοδο της πυραμίδας όπου σε κάθε σετ αυξάνουμε το φορτίο και μειώνουμε τον αριθμό των επαναλήψεων.

β) Τη μέθοδο της επίπεδης πυραμίδας όπου αυξάνουμε το φορτίο μέχρι το επιθυμητό επίπεδο και συνεχίζουμε με αρκετά σετ στο ίδιο επίπεδο έντασης.

γ) Τη μέθοδο των 3 σετ των 6 επαναλήψεων όπου μετά από προθέρμανση πάμε στο επιθυμητό επίπεδο έντασης και εκτελούμε 3 σετ των 6 επαναλήψεων με το ίδιο επίπεδο έντασης.

δ) Τη μέθοδο των 6 σετ των 6 επαναλήψεων όπου μετά από προθέρμανση πάμε στο επιθυμητό επίπεδο έντασης και εκτελούμε 6 σετ των 6 επαναλήψεων με το ίδιο επίπεδο έντασης.

ε) Τη μέθοδο των 3 σετ των 3 επαναλήψεων όπου μετά από προθέρμανση πάμε στο επιθυμητό επίπεδο έντασης και εκτελούμε 3 σετ των 3 επαναλήψεων στο ίδιο επίπεδο έντασης.

## Μέθοδοι για την Αύξηση της Ταχυδύναμης των Αθλητών

Για την αύξηση της ταχυδύναμης χρησιμοποιούνται συνήθως σαν μέθοδοι προπόνησης :

α) Παραδοσιακές ασκήσεις με βάρη και γρήγορη εκτέλεση των επαναλήψεων.

β) Τροποιημένες κινήσεις άρσης βαρών όπως, τροποποιημένο αρασέ και τροποποιημένο ζετέ, υτές οι δύο κινήσεις θεωρούνται πολύ βασικές κινήσεις για την αύξηση της ταχυδύναμης.

γ) Πλειομετρική προπόνηση.

## Μέθοδοι για την Αύξηση της Μυικής Αντοχής

Για την αύξηση της μυϊκής αντοχής χρησιμοποιούνται μέθοδοι προπόνησης όπως:

α) Παραδοσιακές ασκήσεις με βάρη και υψηλό αριθμό επαναλήψεων.

β) Τροποποιημένες κινήσεις της άρσης βαρών με χαμηλό επίπεδο έντασης και υψηλό αριθμό επαναλήψεων.

γ) Κυκλική προπόνηση.

## Πλειομετρική Προπόνηση

Η πλειομετρική προπόνηση χρησιμοποιείται κυρίως για την αύξηση της ταχυδύναμης και της αλτικότητας. Η πλειομετρική προπόνηση δημιουργεί μεγάλες επιβαρύνσεις στις αρθρώσεις και στους μυς, για το λόγο αυτό χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή ο όγκος, η διάρκεια και η συχνότητα του προγράμματος προπόνησης που χρησιμοποιούμε σε αυτού του είδους την προπόνηση. (Markovic, G., Jukic, I. and Milanovic, D. 2007).

Την πλειομετρική προπόνηση την χρησιμοποιούμε όταν θέλουμε να αυξήσουμε την ταχύτητα και την αλτικότητα ενός αθλητή και εφ' όσον η σχετική του δύναμη για τα κάτω άκρα, στην άσκηση των ημικαθισμάτων βρίσκεται μεταξύ 1,2 και 1,5 και για τα άνω άκρα στην άσκηση των πιέσεων πάγκου μεταξύ 1 και 1,2.

Σε περίοδο εκτός αγώνων μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την πλειομετρική προπόνηση με συχνότητα 1-2 φορές την εβδομάδα.
Στην προαγωνιστική περίοδο μπορούμε να χρησιμοποιούμε την πλειομετρική προπόνηση 2-3 φορές την εβδομάδα. Κατά την αγωνιστική περίοδο εάν αποφασίσουμε να χρησιμοποιήσουμε πλειομετρική προπόνηση δεν πρέπει να την χρησιμοποιούμε περισσότερο από 1 φορά την εβδομάδα.

Η διάρκεια ενός προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες:

α) η εμπειρία του αθλητή

β) η διάρκεια της περιόδου που τη χρησιμοποιεί

γ) η ηλικία του αθλητή

δ) το άθλημα που δραστηριοποιείται ο αθλητής.

Σε γενικές όμως γραμμές η διάρκεια ενός προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης δεν πρέπει να ξεπερνά τις 6 εβδομάδες.

Ο όγκος προπόνησης στην πλειομετρική προπόνηση εκφράζεται σε επαφές του πέλματος με το έδαφος.

Αθλητές που χρησιμοποιούν πρώτη φορά την πλειομετρική προπόνηση σε περίοδο εκτός αγώνων μπορούν να έχουν 60 - 100 επαφές του πέλματος με το έδαφος και στην προαγωνιστική περίοδο 100 - 150 επαφές του πέλματος με το έδαφος. Αθλητές που έχουν κάνει τουλάχιστον 2 προγράμματα πλειομετρικής προπόνησης με αυτό τον όγκο μπορούν να αυξήσουν τις επαφές του πέλματος με το έδαφος σε 100 - 150 για την περίοδο εκτός αγώνων και σε 150 - 300 για την προαγωνιστική περίοδο. Αθλητές που έχουν χρησιμοποιήσει τον προηγούμενο όγκο προπόνησης για 2 τουλάχιστον προγράμματα μπορούν να αυξήσουν τις επαφές του πέλματος με το έδαφος σε 120 - 200 για την περίοδο εκτός αγώνων και σε 150 - 400 για την προαγωνιστική περίοδο.

Εφ’ όσον επιλέξουμε τις ασκήσεις που θα χρησιμοποιήσουμε δημιουργούμε σετ των 10 επαφών και προσπαθούμε να μην ξεπερνάμε τα 3 σετ για κάθε άσκηση. Στο διάλειμμα μεταξύ των σετ ο αθλητής θα πρέπει να αναρρώνει πλήρως, αυτό σημαίνει ένα χρονικό διάστημα τουλάχιστον 3 λεπτών της ώρας.

## Προθέρμανση

Η προθέρμανση αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της προπόνησης με βάρη και διαρκεί τουλάχιστον 10 λεπτά. Με τη προθέρμανση ο ασκούμενος προετοιμάζεται ψυχικά και σωματικά να δεχθεί υψηλότερες επιβαρύνσεις. Μπορεί να έχει γενικό ή ειδικό χαρακτήρα. Γενική είναι η προθέρμανση που περιέχει τρέξιμο, ποδήλατο, ελεύθερες γυμναστικές ασκήσεις, διατάσεις ή άλλες παρόμοιες κινητικές δραστηριότητες. Ειδική είναι εκείνη που προετοιμάζει τα οργανικά συστήματα και τις μυϊκές ομάδες που πρόκειται να επιβαρυνθούν κατά το κύριο μέρος της προπόνησης.

## Τεχνική εκτέλεσης

Η ορθή τεχνική κατά την εκτέλεση εξασφαλίζει αφενός τα επιθυμητά προπονητικά αποτελέσματα, επιβαρύνοντας όντως τους μυς στους οποίους επιδιώκεται να δοθεί έμφαση, αφετέρου εκμηδενίζει τις πιθανότητες τραυματισμού. Μια κακή τεχνική όταν

χρησιμοποιείται μακροχρόνια κατά την εκτέλεση κάποιας ασκήσεις ενδέχεται να οδηγήσει σε χρόνιες κακώσεις. Περαιτέρω, οξείες κακώσεις μπορεί να προκληθούν από μια λανθασμένη κίνηση ή όταν ο ασκούμενος επιχειρεί με αντιστάσεις μεγαλύτερες από ότι μπορεί. Κρίνεται αναγκαίο λοιπόν πρώτα να μαθαίνεται η σωστή τεχνική με ελαφριά αντίσταση και στην συνέχεια να χρησιμοποιούνται υψηλότερες. (Kraemer, J. W., Fry C. A., Frykman, N. P., Conroy, B. and Hoffman J. 1989)

Ειδικά στα παιδιά και στους εφήβους πάντα επιβάλλεται να προηγείται η εκμάθηση της τεχνικής με μικρά ή καθόλου βάρη. Επιμονή στην ορθή εκτέλεση. Ο “χρυσός κανόνας” είναι πρώτα εκμάθηση της τεχνικής μιας άσκησης και μετά ανάπτυξη δύναμης μέσω αυτής.

Η ορθή αναπνοή κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των ασκήσεων με βάρη. Δηλαδή εκπνοή κατά την άρση ή πίεση και εισπνοή στην επαναφορά. (American Academy of Pediatrics. 1990)

## Βοήθεια από συνασκούμενο η προπονητή

Η βοήθεια από συνασκούμενο είναι απαραίτητη όταν πρόκειται για : εκτέλεση μιας μέγιστης επαναλήψεις, έκκεντρη εκτέλεση με βάρη πάνω από το 100% της μέγιστης επίδοσης (RM) , άσκηση με αυξημένο συντελεστή δυσκολίας, ασκούμενο που βρίσκεται στο πρώτο στάδιο εκμάθησης της τεχνικής. Βέβαια, σε κάθε περίπτωση η βοήθεια θα πρέπει να παρέχεται από έμπειρο βοηθό που διαθέτει την απαιτούμενη δύναμη και

αυτοσυγκέντρωση, ώστε να είναι αποτελεσματικός. Στα παιδιά και στους εφήβους η παρουσία βοηθού κρίνεται απαραίτητη.

## Εξοπλισμός προπόνησης & χώρος διεξαγωγής

Ο εξοπλισμός προπόνησης που συνιστά όλα τα όργανα (μηχανήματα, πάγκοι, δίσκοι βαρών, τροχαλίες κλπ) με τα οποία ασκείται, επιβάλλεται να είναι άριστα συντηρημένος και καθαρός, ώστε να εκμηδενίζονται άσκοποι τραυματισμοί. Όσο αφορά τα παιδιά και τους εφήβους ο εξοπλισμός να προσαρμόζεται στα σωματικά δεδομένα του μικρού ασκούμενου. Για τον χώρο διεξαγωγής της προπόνηση ισχύουν τα ίδια με τον εξοπλισμό. Ελλιπής αερισμός της αίθουσας, ακατάλληλη θερμοκρασία, κακός φωτισμός, επιφάνειες που γλιστράνε και παρόμοια φαινόμενα είναι ανεπίτρεπτα.

## Ρουχισμός

Καταρχήν τα υποδήματα χρειάζεται να είναι σταθερά και σχεδιασμένα στις ανατομικές ιδιαιτερότητες των ποδιών. Τα ρούχα είναι σκόπιμο να είναι άνετα, βαμβακερά, να μην περιορίζουν την κινητικότητα, να απορροφούν τον ιδρώτα και να διατηρούν το σώμα στην σωστή θερμοκρασία. Ως εκ τούτου, σε ψυχρών περιβάλλον χρειάζονται πιο πολλά ρούχα και σε θερμό ελαφρά. Τα γάντια προφυλάγουν από την δημιουργία κάλων, ωστόσο είναι προαιρετικά. Η ειδική ζώνη αποτελεί επίσης προαιρετικό εξοπλισμό. 78

Ενδεχομένως είναι απαραίτητη μόνο κατά την εκτέλεση ασκήσεων που επιβαρύνουν έντονα την μέση.

## Μορφή προπόνηση

Η προπόνηση να είναι ανάλογη και εναρμονισμένη με το στάδιο ανάπτυξης. Σημειώνουμε ότι τα παιδία και έφηβοι που έχουν την ίδια ηλικία δεν παρουσιάζουν και τον ίδιο βαθμό ψυχοσωματικής ωρίμανσης.

## Δομή ασκησιολογίου

Το ασκησιολόγιο να στοχεύει σε μια ολοκληρωμένη μυϊκή ενδυνάμωση. Να επιβαρύνονται όλοι οι μύες του σώματος με ποικιλία ασκήσεων και έμφαση να δίνεται στους μυς στάσης για την αποφυγή ορθοσωμικών προβλημάτων.

## Συμπεράσματα

Την δύναμη στο ανθρώπινο μυοσκελετικό σύστημα την ορίζουμε σαν την τάση που μπορεί να παράγει ένας μυς ή μια ομάδα μυών κατά τη διάρκεια μιας μυϊκής συστολής. Έτσι εξ' ορισμού κάθε φορά που έχουμε μια μυϊκή συστολή έχουμε και μια δραστηριότητα μυϊκής δύναμης ακόμα και στο απλό περπάτημα. Τη δύναμη μπορούμε να την βρούμε εάν πολλαπλασιάσουμε τη μάζα με την επιτάχυνση.
Σαν μονάδα μέτρησης της δύναμης χρησιμοποιούμε το Newton, 1 Newton είναι η δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα βάρους 1 κιλού και μπορεί να προκαλέσει επιτάχυνση 1 m/sec. Σαν δραστηριότητα δύναμης όμως ορίζουμε μόνο τις δραστηριότητες που χρησιμοποιούμε περισσότερο από 35% της μέγιστης δύναμης.
Τα είδη δύναμης που ενδιαφέρουν στην προπονητική είναι η μέγιστη δύναμη, η ταχυδύναμη και η μυϊκή αντοχή.
Σαν μέγιστη δύναμη ορίζουμε τη μεγαλύτερη δύναμη που μπορεί να αναπτύξει το νευρομυϊκό σύστημα σε μια συνειδητή συστολή και σε μια συγκεκριμένη κίνηση, και δεν αφορά ένα μόνο μυ αλλά κάποιες ομάδες μυϊκών αθροισμάτων.
Τη μέγιστη δύναμη τη διακρίνουμε σε τρεις κατηγορίες με βάση τα είδη της μυικής συστολής, τη συγκεντρική δύναμη, την ισομετρική δύναμη, την εκκεντρική δύναμη.

Η συγκεντρική συστολή είναι 5% - 15% μικρότερη της ισομετρικής, ισομετρική δύναμη είναι η δύναμη που μπορούμε μόνο να συγκρατήσουμε το βάρος, δηλ. αυξάνεται η τάση του μυ αλλά δεν έχουμε κίνηση, γνωρίζοντας την μέγιστη δύναμη μπορούμε να

χρησιμοποιήσουμε 5%-15% μεγαλύτερο βάρος για την ισομετρική συστολή. Στην εκκεντρική συστολή ο μυς μπορεί να συγκρατήσει μεγαλύτερη αντίσταση από 30%-40% της μέγιστης δύναμης.

Ταχυδύναμη είναι η ικανότητα των μυών να παράγουν δύναμη στη μονάδα του χρόνου. Την ταχυδύναμη την διακρίνουμε σε, δύναμη εκκίνησης, δύναμη επιτάχυνσης, δύναμη επιβράδυνσης, δύναμη αντίδρασης. Η μυϊκή αντοχή είναι η ικανότητα του μυϊκού συστήματος να παράγει την ίδια δύναμη πολλές φορές. Την μυϊκή αντοχή την διακρίνουμε, σε μικρή διάρκειας μυϊκή αντοχή που διαρκεί περίπου 30 δευτερόλεπτα, σε μέσης διάρκειας μυϊκή αντοχή που διαρκεί περίπου 90 δευτερόλεπτα, και σε μεγάλης διάρκειας μυϊκή αντοχή που διαρκεί περίπου 120 δευτερόλεπτα.

Οι Παράμετροι που Επιδρούν στην Ανάπτυξη της Μέγιστης Δύναμης του Αθλητή Στην ανάπτυξη της μέγιστης δύναμης επιδρούν διάφοροι παράγοντες, ανατομικοί παράγοντες, φυσιολογικοί παράγοντες, ψυχολογικοί παράγοντες, καθώς και οι εξωτερικοί παράγοντες.

Οι ανατομικοί παράγοντες που μας ενδιαφέρουν περισσότερο είναι, η δράση των μοχλών στο μυοσκελετικό σύστημα, η διάταξη των μυϊκών ινών, η λειτουργία της μυϊκής ατράκτου, και η ευαισθησία των τενόντιων οργάνων του Golgi.

Οι περισσότερες αρθρώσεις στο ανθρώπινο σώμα λειτουργούν σαν μοχλοί τρίτου είδους. Έτσι στο μυοσκελετικό σύστημα πρέπει να εφαρμόσουμε μεγάλη δύναμη για να πάρουμε σαν αποτέλεσμα μεγάλη ταχύτητα και μεγάλη απόσταση. Έτσι μπορούμε να

πούμε ότι το ανθρώπινο σώμα είναι έτσι φτιαγμένο ώστε να παράγει περισσότερο ταχύτητα παρά δύναμη. Οι παράμετροι που Επιδρούν στην Ανάπτυξη της Ταχυδύναμης του Αθλητή

Στην προπόνηση για την αύξηση της ταχυδύναμης επιδρούν πολλοί παράγοντες που μπορεί να διαφέρουν από άτομο σε άτομο λόγω των ατομικών ιδιαιτεροτήτων του καθενός.

Σε γενικές γραμμές οι κυριότεροι παράγοντες είναι : το ερέθισμα της μυϊκής ατράκτου, γνωστό σαν μυοτατικό αντανακλαστικό, το οποίο μπορεί να ενισχύσει το ερέθισμα του νευρικού συστήματος και έτσι να έχουμε την δυνατότητα για εντονότερα και γρηγορότερα ερεθίσματα από το νευρικό σύστημα καθώς γνωρίζουμε ότι το ερέθισμα της μυϊκής ατράκτου είναι πολύ γρήγορο και δυνατό.

Η ευαισθησία των τενόντιων οργάνων του Golgi τα οποία ελέγχουν συνεχώς την τάση του μυ. Εάν αυτά τα όργανα είναι πολύ ευαίσθητα δεν αφήνουν τους μυς να παράγουν έντονο έργο. Από την διατομή του νευράξονα που περνούν τα ερεθίσματα και κατά συνέπεια από το είδος των μυϊκών ινών που νευρώνουν. Οι μεγάλης διατομής νευράξονες νευρώνουν μυϊκές ίνες ταχείας συστολής που έχουν την δυνατότητα να παράγουν δύναμη και ταχύτητα. δ)Το επίπεδο διεγερσιμότητας του ατόμου που μπορεί να οφείλεται σε ψυχολογικούς και κοινωνικούς παράγοντες καθώς και στα κίνητρα που οδηγούν το άτομο στην προπόνηση.

Στη δράση των μοχλών στο μυοσκελετικό σύστημα. Γνωρίζουμε ότι οι περισσότερες αρθρώσεις στο ανθρώπινο σώμα λειτουργούν σαν μοχλοί τρίτου είδους και δίνουν την δυνατότητα στο ανθρώπινο σώμα να λειτουργεί με υψηλές ταχύτητες.

Στην ταχυδυναμική σχέση του μυ καθώς γνωρίζουμε ότι όσο αυξάνεται το φορτίο τόσο μειώνεται και η ταχύτητα της μυϊκής συστολής, έτσι το ποσοστό της μέγιστης δύναμης που χρησιμοποιούμε για την αύξηση της ταχύτητας είναι αποφασιστικός παράγοντας

## Βιβλιογραφία


Kraemer, J. W., Fry C. A., Frykman, N. P., Conroy, B. and Hoffman J. (1989). Resistance Training and Youth. Pediatric Exercise Science, 1, 336-350.

Lühnenschloss, D. & Dierks, B. (2010). Schnelligkeit. PRAXISideen. Schriftenreihe für Bewegung, Spiel und Sport. Hofmann Verlag.

National Strength and Conditioning Association. (1996). Youth resistance training: Position statement paper 35 and literature review. Strength & Conditioning, 18, 62-75.

Τζιωρτζής, Σ. (1992). Προπονητική Δρομικών Αγωνισμάτων Κλασικού Αθλητισμού. Αθήνα: Αυτοέκδοση.

American Academy of Pediatrics. (1990). Strength training, weight and power lifting and bodybuilding by children and adolescents. Pediatr. 86:801-803.

Bailey, D., and A. Martin (1994) Physical activity and skeletal health on adolescents. Pediatr. Exer. Sci. 6:330-347.

Billot, M., Martin, A., Paizis, C., Cometti, G. and Babault, N. (2010).Effects of an electro stimulation training program on strength, jumping and kicking capacities in soccer players. Journal of Strength and Conditioning Research 24, 1407-1413.

Blimkie, C (1993). Benefits and risks of resistance training in youth. In: Participation in Children's Sports. B. Cahill and A. Pearl, eds. Champaign, IL: Human Kinetics. Pp. 133-167.

Blimkie, C. (1992). Resistance training during pre- and early puberty: Efficacy, trainability, mechanisms, and persistence. Can. J. Sport Sci. 17:264-279.

Dudley, G.A., & Fleck, S.J. (1987) Strength and endurance training. Are they mutually exclusive? Sports Medicine

Faigenbaum, A., L. Zaichkowsky, W. Westcott, L. Micheli, and A. Fehlandt (1993).The effects of a twice per week strength training program on children. Pediatr. Exer. Sci. 5:339-346.

Faigenbaum, A., W. Westcott, L. Micheli, A. Outerbridge, C. Long, R. LaRosa-Loud, and L. Zaichkowsky (1996) The effects of strength training and detraining on children. L. Strength and Cond. Res. 10:109-114.

Fleck, S., and W. Kraemer (1987).Designing Resistance Training Programs. Champaign, IL: Human Kinetics Fukunaga, T., K. Funato, and S. Ikegawa (1992).

Effect of elastic tendon properties on the performance of stretch-shortening cycles, In: Skeletal muscle mechanics: from mechanisms to function edited by Herzog W (ed) West Sussex, John Wiley & Sons, Ltd., pp 298-303.

Georgios Georgiadis, Gerasimos Terzis (2012). Αθλητικές ρίψεις. Gondin, J., Guette, M. and Ballay, M. (2005).

Hakkinen, K., A. Mero, and H. Kavhanen (1989). Specificity of endurance, sprint, and strength training on physical performance capacity in young athletes. J. Sports Med. Phys. Fitn. 29:27-35.

Hamill, B. (1994). Relative safety of weight lifting and weight training. J. Strength and Cord. Res. 8:53-57.

Jubeau, M., Zory, R., Gondin, J., Martin, A. and Maffiuletti, N.A.(2006). Late neuronal adaptations to electrical stimulation resistance training of the plantar flexor muscle. European Journal of Applied Physiology 98, 202-211.

Kellis, E., Arampatzi F., Papadopoulos, C. (2003). Muscle coactivation around the knee during drop jumping using the cocontraction index. J ElectromyogrKinesiol 13: 229-238.

Kraemer, W., and Fleck, S. (1997) .Designing Resistance Training Programs. Champaign, IL. Human Kinetics.

Markovic, G., Jukic, I. and Milanovic, D. (2007). Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. Journal of Strength and Conditioning Research 21, 543–549.