



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΦΥΣΙΚΗ ΑΓΩΓΗ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ»

**«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ
ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΜΕ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΑΙ ΒΑΛΛΙΣΤΙΚΕΣ
ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΑΛΜΑ»**

Ελισάβετ Σελιμά

Μεταπτυχιακή Διατριβή
ΠΕΔΙΟ ΣΠΟΥΔΩΝ: ΠΡΟΠΟΝΗΣΙΟΛΟΓΙΑ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΕΙΔΙΚΗ ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ ΚΛΑΣΙΚΟΥ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΙΟΥΛΙΟΣ 2012

© Copyright
Ελισάβετ Σελιμά
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

Μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής

Παναγιώτης Βεληγκέκας
Επίκουρος Καθηγητής Κλασικού Αθλητισμού – Αθλητικά Άλματα
(επιβλέπων)

Γεράσιμος Τερζής
Επίκουρος Καθηγητής Κλασικού Αθλητισμού – Αθλητικές Ρίψεις

Πολυξένη Αργειτάκη
Επίκουρη Καθηγήτρια Κλασικού Αθλητισμού – Αθλητικοί Δρόμοι

Έκφραση Ευχαριστιών

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς τους ανθρώπους που έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην περάτωση των μεταπτυχιακών μου σπουδών. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Παναγιώτη Βεληγκέκα, Επίκουρο Καθηγητή Κλασικού Αθλητισμού – Αθλητικά Άλματα του Τ.Ε.Φ.Α.Α Αθηνών καθώς και τα μέλη της συμβουλευτικής-εξεταστικής επιτροπής κύριο Γεράσιμο Τερζή, Επίκουρο Καθηγητή Κλασικού Αθλητισμού – Αθλητικές Ρίψεις του Τ.Ε.Φ.Α.Α Αθηνών και κυρία Πολυξένη Αργειτάκη, Επίκουρη Καθηγήτρια Κλασικού Αθλητισμού – Αθλητικοί Δρόμοι για τις πολύτιμες συμβουλές τους. Πάνω από όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Γρηγόρη Μπογδάνη, PhD για την πολύτιμη βοήθειά του, την καθοδήγηση, τη συνεργασία και για το χρόνο που διέθεσε. Επιπλέον ευχαριστώ θερμά τον συμφοιτητή μου Αθανάσιο Τσούκο για τη βοήθεια και ηθική στήριξη που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διατριβής. Τους φοιτητές του Τ.Ε.Φ.Α.Α. Αθηνών που συμμετείχαν στη συγκεκριμένη έρευνα. Τον καθηγητή κ. Μπουντόλο για τη βοήθεια και παραχώρηση του εργαστηρίου της Αθλητικής Βιομηχανικής όπου πραγματοποιήθηκε η πιλοτική μελέτη. Τον Καθηγητή Γ. Γεωργιάδη για την παραχώρηση του Εργαστηρίου Κλασικού Αθλητισμού, και τον διδακτορικό φοιτητή Σπύρο Μεθενίτη για την βοήθεια που μου προσέφερε σε πρακτικά ζητήματα. Τέλος θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και στα αγαπημένα μου πρόσωπα για την ηθική υποστήριξη και την αμέριστη συμπαράσταση που δείχνουν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΜΕ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΑΙ ΒΑΛΛΙΣΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΑΛΜΑ

Περίληψη

Η βελτίωση του κατακόρυφου άλματος καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος. Το κατακόρυφο άλμα βελτιώνεται με προπόνηση αντιστάσεων εκτελώντας την άσκηση ημικάθισμα-άλμα με επιβαρύνσεις που κυμαίνονται από τη μάζα του σώματος έως και το 90% της μέγιστης δύναμης (1MAE). Αυτό ίσως οφείλεται στο ρυθμό ανάπτυξης δύναμης ο οποίος σε προκαταρκτική έρευνα βρέθηκε να μεγιστοποιείται εκτελώντας μια συγκεκριμένη πλειομετρική κίνηση στο ημικάθισμα με επιβάρυνση 65-70% του 1MAE. Η κίνηση αυτή είναι κατέβασμα του βάρους στο ημι-κάθισμα με μεγάλη ταχύτητα και ακινητοποίηση όταν η γωνία στο γόνατο φτάσει τις 90ο. Η κύρια υπόθεση της παρούσας μελέτης ήταν ότι ο συνδυασμός της άσκησης αυτής με την κλασική προπόνηση μυϊκής ισχύος με αντίσταση 30% μπορεί να βελτιώσει σημαντικά το κατακόρυφο άλμα σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα. Σκοπός της έρευνας ήταν να εξετάσει την επίδραση της συνδυαστικής μεθόδου προπόνησης με πλειομετρικές και βαλλιστικές ασκήσεις για έξι εβδομάδες, στην κατακόρυφη αλτικότητα. Στην έρευνα συμμετείχαν 16 άρρενες φοιτητές του Τ.Ε.Φ.Α.Α. Αθηνών, οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες, την πειραματική και την ομάδα ελέγχου (πειραματική: n=8, ηλικία: 21,2±1,8 έτη, σωματική μάζα: 78,6±7,7 kg, σωματικό ύψος: 1,78±0,05 m, 1MAE: 146±25 kg, ελέγχου: n=8, ηλικία: 20,5±1,5 έτη, σωματική μάζα: 70,3±10 kg, σωματικό ύψος: 1,70±0,09 m, 1MAE: 133±21 kg). Οι συμμετέχοντες που ανήκαν στην πειραματική ομάδα προπονήθηκαν για έξι εβδομάδες (3 προπονήσεις ανά εβδομάδα). Η πρώτη και τρίτη προπονητική μονάδα της εβδομάδας περιλάμβανε την πλειομετρική κίνηση του ημικαθίσματος που περιγράφηκε παραπάνω, (6 σειρές των 2 επαναλήψεων με διάλειμμα 4 λεπτά και επιβάρυνση στο 65% του 1MAE). Η δεύτερη προπονητική μονάδα της εβδομάδας περιλάμβανε την άσκηση ημικάθισμα-άλμα (6 σειρές των 4 επαναλήψεων με διάλειμμα 4 λεπτά και επιβάρυνση στο 30% του 1MAE). Στο 1ο, 2ο και 3ο λεπτό του κάθε διαλείμματος μεταξύ των σειρών σε όλες τις προπονητικές μονάδες εκτελούνταν ένα μέγιστο άλμα με προδιάταση. Πριν, μετά από 3 εβδομάδες και μετά από 6 εβδομάδες, οι δοκιμαζόμενοι αξιολογήθηκαν στο κατακόρυφο άλμα με και χωρίς εξωτερική επιβάρυνση. Η εξωτερική επιβάρυνση αντιστοιχούσε στο 15%, 30%, 45% και 65% του 1MAE. Η στατιστική ανάλυση έγινε με ανάλυση διασποράς επαναλαμβανόμενων μετρήσεων με τρεις κατευθύνσεις (3-way ANOVA, ομάδα x χρονικό σημείο x επιβάρυνση) και στη συνέχεια οι διαφορές μεταξύ μέσων όρων ελέγχθηκαν με το Tukey post-hoc τεστ. Μετά από 3 εβδομάδες το ύψος του κατακόρυφου άλματος αυξήθηκε στην πειραματική ομάδα, μόνο στις δύο μικρότερες επιβαρύνσεις, δηλ. με 0% και 15% της 1 MAE (+3,4±0,8 και +3,1±0,8 cm, αντίστοιχα, p<0,01), ενώ δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική βελτίωση στις πιο μεγάλες επιβαρύνσεις. Μετά από 6 εβδομάδες προπόνησης, το κατακόρυφο άλμα και η μυϊκή ισχύς αυξήθηκαν στατιστικά σημαντικά στην πειραματική ομάδα σε όλες τις επιβαρύνσεις κατά 4-6 cm και 3-4 W/kg, αντίστοιχα σε σύγκριση με τις αρχικές τιμές πριν την έναρξη της προπόνησης (p<0,01). Η μέγιστη δύναμη βελτιώθηκε στατιστικά σημαντικά μετά από 3 εβδομάδες προπόνησης (από 146±9 kg στα 160±7 kg, p<0,01), ενώ δεν υπήρξε περαιτέρω βελτίωση μετά από 6

εβδομάδες προπόνησης (166 ± 7 kg). Το κατακόρυφο άλμα, η μυϊκή ισχύς και η δύναμη παρέμειναν αμετάβλητα σε όλη τη διάρκεια της έρευνας στην ομάδα ελέγχου. Συμπερασματικά, η προπόνηση με πλειομετρικές και βαλλιστικές ασκήσεις είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική βελτίωση της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα. Η βελτίωση αυτή πιθανώς να οφείλεται σε νευρομυϊκούς παράγοντες.

Λέξεις κλειδιά: ρυθμός ανάπτυξης δύναμης, ημικάθισμα-άλμα

INFLUENCE OF A COMBINED TRAINING WITH ECCENTRIC AND BALLISTIC EXERCISES IN VERTICAL JUMP PERFORMANCE

Elisavet Selima, Department of Physical Education and Sports Science, National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

Vertical jump improvement determined from muscular power improvement. Vertical jump improved by resistance training in the squat jump exercise using loads from body mass only to 90% of 1RM. This maybe is due to rate of force development (RFD) which in a preliminary investigation found that the RFD maximizes when perform a particular eccentric movement in squat with loads of 65%-70% of 1RM. This movement is lower the body in high speed until half-squat and stop when the angle of the knee reaches 90°. The main hypothesis of this study was that the combination of this exercise with the traditional power training with load of 30% of 1RM can significantly improve vertical jump in a short period. Thus, the purpose of this study was to examine the effect of a combination method of training with eccentric and ballistic exercises for six week, in vertical jumping. Sixteen recreationally male students of Faculty of Physical Education and Sports Science of the University of Athens were randomly assigned to either a power training group (N=8, age: 21,2 ± 1,8 years, weight: 78,6 ± 7,7 kg, height: 1,78 ± 0,05 m, 1MAE: 146 ± 25 kg) or a control group (N=8, age: 20,5 ± 1,5 years, weight: 70,3 ± 10 kg, height: 1,7 ± 0,0 m, 1MAE: 133 ± 21 kg). Participants in the experimental group were trained for six weeks (3 sessions per week). During session 1 and 3 of each week, subjects performed six sets of two eccentric movement of the squat as described above, in load of 65% of 1RM, separated by a four-minute recovery. In the first, second and third minute of recovery participants performed a maximal-effort countermovement jump. The second training session of each week, subjects performed six sets of four maximal-effort jump squats with 30% of 1RM separated by a four-minute recovery. In the first, second and third minute of recovery participants performed a maximal-effort countermovement jump. Before, after three weeks and after six weeks, vertical jump was assessed with and without external load. The external load was the 15%, 30%, 45% and 65% of 1RM. A three-way analysis of variance with repeated measures (3-way ANOVA) followed by Tukey post-hoc test was used to examined the influence of training. After 3 weeks there was a statistically significant difference in the vertical jump height, for the experimental group, in only the two light loads, with body mass only and 15% of 1RM (+3,4 ± 0,8cm and 3,1 ± 0,8cm respectively, $p < 0,01$), while there was no difference in the heavy loads. After 6 weeks of training, the jump height and muscular power were increased for the experimental group in all the loads by 4-6cm and 3-4 W, respectively. The maximum force was found to improved significantly for the experimental group after 3 weeks of training (from 146 ± 25kg to 160 ± 19kg, $p < 0,01$), but there was no more improvement after 6 weeks of training (166 ± 7kg). Jump height, muscular power and maximal force remained unchanged for the control group. In conclusion, a combined training program with eccentric and ballistic exercises resulted in a rapid improvement of muscle power, possibly due to neuromuscular adaptations.

Keywords: rate of force development, jump squat

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Έκφραση Ευχαριστιών.....	iv
Περίληψη	v
Abstract.....	vii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	ix
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	xi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	xi
Κεφάλαιο I	12
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
1.1. Ορισμός του προβλήματος.....	13
1.2. Σημασία της έρευνας.....	14
1.3. Ερευνητικά Ερωτήματα	14
1.4. Ερευνητικές Υποθέσεις.....	14
1.5. Οριοθετήσεις και Περιορισμοί.....	14
1.6. Περιγραφή των όρων	15
Κεφάλαιο II.....	16
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	16
2.1. Παράγοντες που επηρεάζουν τη μυϊκή ισχύ	17
2.1.1. Σχέση δύναμης-ταχύτητας	17
2.1.2. Σχέση δύναμης-μήκους μυός	17
2.1.3. Είδος μυϊκής συστολής	18
2.1.4. Ο ρόλος της δύναμης στην παραγωγή ισχύος.....	18
2.1.5. Ρυθμός Ανάπτυξης της Δύναμης.....	18
2.1.6. Μορφολογικοί παράγοντες	19
2.1.7. Τύπος μυϊκών ινών.....	19
2.2. Αρχιτεκτονική των μυών	19
2.2.1. Επιφάνεια εγκάρσιας διατομής	19
2.2.2. Μήκος μυϊκών ινών.....	20
2.2.3. Γωνία πρόσφυσης.....	20
2.2.4. Νευρικοί παράγοντες	20
2.2.5. Επιστράτευση κινητικών μονάδων	20
2.2.6. Συχνότητα πυροδότησης	21
2.2.7. Συγχρονισμός κινητικών μονάδων.....	21
2.2.8. Συντονισμός μεταξύ των μυών	21
2.2.9. Μεταβολικό περιβάλλον	21
2.3. Μέθοδοι προπόνησης για την αύξηση της μυϊκής ισχύος και της κατακόρυφης αλτικότητας.....	22
2.3.1. Προπόνηση με αντιστάσεις.....	22
2.3.2. Βαλλιστικές ασκήσεις	24
2.3.3. Πλειομετρικές ασκήσεις.....	25
2.3.4. Ασκήσεις άρσης βαρών- Ολυμπιακές άρσεις	27
2.3.5. Σύνθετη προπόνηση (βάρη και πλειομετρικές).....	28
2.3.6. Επίδραση του φορτίου στην προπόνηση με αντιστάσεις.....	29
2.3.7. Βαριά φορτία.....	29
2.3.8. Ελαφριά φορτία.....	29
2.3.9. Το 'ιδανικό' φορτίο.....	30

2.3.10. Συνδυασμός των φορτίων	30
Κεφάλαιο III.....	32
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	32
3.1. Ερευνητικός σχεδιασμός.....	32
3.2. Περιγραφή δοκιμαζόμενων	33
3.3. Παρεμβατικό πρόγραμμα.....	33
3.4. Περιγραφή των οργάνων μέτρησης	34
3.5. Περιγραφή των δοκιμασιών.....	35
3.5.1. Προθέρμανση	35
3.5.2. Εξοικείωση.....	35
3.5.3. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά.....	35
3.5.4. Κατακόρυφα άλματα με και χωρίς εξωτερική επιβάρυνση	36
3.5.5. Μέγιστη δύναμη (1ΜΑΕ)	36
3.6. Διαδικασία κυρίως μετρήσεων	37
3.7. Στατιστική Ανάλυση	37
Κεφάλαιο IV	38
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	38
4.1. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά.....	38
4.2. Κατακόρυφα άλματα με και χωρίς εξωτερική επιβάρυνση	39
4.3. Μυϊκή ισχύς	42
4.4. Μέγιστη δύναμη (1ΜΑΕ)	45
Κεφάλαιο V.....	46
ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	46
Κεφάλαιο VI	50
ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	50
6.1. Πρακτικές εφαρμογές.....	50
6.2. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	50
Κεφάλαιο VII	51
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	51
Παράρτημα.....	57

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1. Οι σχέσεις δύναμης-ταχύτητας και δύναμης-ισχύος για σύγκεντρες συσπάσεις του σκελετικού μυός.....	17
Σχήμα 2.2. Προπόνηση με αντιστάσεις.....	24
Σχήμα 2.3: Βαλλιστική άσκηση.....	25
Σχήμα 2.4. Πλειομετρική άσκηση.....	26
Σχήμα 2.5. Ασκήσεις άρσης βαρών.....	28
Σχήμα 4.1. Ύψος κατακόρυφου άλματος –για την πειραματική ομάδα-.....	40
Σχήμα 4.2. Ύψος κατακόρυφου άλματος (cm) -για την ομάδα ελέγχου-.....	41
Σχήμα 4.3. Μυϊκή ισχύς (watts) -για την πειραματική ομάδα-.....	43
Σχήμα 4.4. Μυϊκή ισχύς (watts) -για την ομάδα ελέγχου-.....	44
Σχήμα 4.5. Αξιολόγηση μέγιστης δύναμης.....	45

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1. Βαθμός βελτίωσης των παραμέτρων της μυϊκής απόδοσης μετά από διαφορετικά είδη προπόνησης.....	23
Πίνακας 3.1. Γενικός Ερευνητικός Σχεδιασμός.....	32
Πίνακας 4.1. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά δοκιμαζομένων.....	38

Κεφάλαιο I

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κατακόρυφο άλμα χρησιμοποιείται ευρέως από προπονητές στον αγωνιστικό αθλητισμό ως δοκιμασία ελέγχου για την αξιολόγηση της αλτικής ικανότητας και της ισχύος των κάτω άκρων. Το κατακόρυφο άλμα είναι μία σύνθετη κίνηση η οποία εξαρτάται από πολλούς παράγοντες με σημαντικότερους τη μυϊκή ισχύ, τον ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης, και το επίπεδο νευρομυϊκής συναρμογής της κίνησης (Kraemer & Newton, 1994). Προπονητές και ερευνητές αναζητούν μέσα και μεθόδους προπόνησης για την αποτελεσματικότερη βελτίωση του κατακόρυφου άλματος μέσω της αύξησης της μυϊκής ισχύος. Η σχέση βελτίωσης της μέγιστης ισχύος και αθλητικής επίδοσης αποδεικνύεται τόσο εμπειρικά όσο και ερευνητικά (Kraemer & Newton, 2000, Newton & Kraemer, 1994, Baker, 2001, Sleivert & Taingabue, 2004, Young et al., 2005). Στα άλματα του Κλασικού Αθλητισμού η μυϊκή ισχύς παίζει καθοριστικό ρόλο στην επίδοση και για το λόγο αυτό η μεγιστοποίησή της αποτελεί επιδίωξη των προπονητικών προγραμμάτων (Schmidtbleicher, 1992). Η βελτίωση της ισχύος των κάτω άκρων μπορεί να επιτευχθεί μέσω ασκήσεων με αντιστάσεις (π.χ. ημικάθισμα με βάρη), βαλλιστικών ασκήσεων (π.χ. ημικάθισμα και άλμα με ή χωρίς επιβάρυνση), πλειομετρικών ασκήσεων (π.χ. άλματα βάθους), κινήσεων της άρσης βαρών (π.χ. ζετέ, αρασέ) καθώς και με συνδυασμό αυτών (Kraemer, 1994, Baechle et al., 2000, Potach and Chu, 2000). Ο όρος «συνδυαστική προπόνηση» (complex training) αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1973 από τον σοβιετικό επιστήμονα Verkhoshansky (Verkhoshansky and Tatyana, 1973) και περιλαμβάνει εναλλαγή ασκήσεων με μεγάλες αντιστάσεις (π.χ. ημικάθισμα με βάρη με φορτίο > 85% 1 MAE) με ασκήσεις ταχύτητας ή αλτικότητας (άλματα με μικρή ή καθόλου επιβάρυνση, πλειομετρικές ασκήσεις ή σπριντ). Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην αρχή ότι η άσκηση με μεγάλη αντίσταση προκαλεί «ενεργοποίηση» του νευρομυϊκού συστήματος έτσι ώστε στην άσκηση που ακολουθεί (π.χ. άλμα ή σπριντ) η ανάπτυξη ισχύος είναι μεγαλύτερη και συνεπώς το προπονητικό ερέθισμα είναι πιο ισχυρό (Tillin & Bishop, 2009). Η αποτελεσματικότητα της συνδυαστικής μεθόδου έχει επιβεβαιωθεί σε αρκετές έρευνες (Adams et al., 1992, Harris et al., 2000, Cormie et al., 2007b).

Η χρήση βαλλιστικών ασκήσεων για τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος έχει μελετηθεί εκτενώς τα τελευταία χρόνια (Cormie et al., 2007b, 2009, 2010, McBride et al., 2002). Σε αντίθεση με την κίνηση της άρσης ενός βάρους (π.χ. ημικάθισμα), οι βαλλιστικές ασκήσεις (ημικάθισμα με άλμα) δεν έχουν φάση επιβράδυνσης στο τέλος της κίνησης, αλλά αντίθετα επιτρέπουν επιτάχυνση σε όλο το εύρος της κίνησης, δηλαδή μέχρι την απογείωση (Newton et al., 1996). Οι Kaneko et al. (1983) αναφέρουν ότι η ιδανική επιβάρυνση για αυτή την κίνηση είναι το 30% της 1MAE, επιβάρυνση με την οποία επιτυγχάνεται η μέγιστη ισχύς. Σύμφωνα με τα παραπάνω, τα προπονητικά προγράμματα που έχουν ως στόχο τη βελτίωση της ισχύος θα πρέπει να περιλαμβάνουν βαλλιστικές ασκήσεις με φορτία που αντιστοιχούν στο 30% της 1MAE.

Οι πλειομετρικές ασκήσεις με τη μάζα του σώματος αποτελούν μια ακόμα μορφή προπόνησης για τη βελτίωση της αλτικής ικανότητας και χρησιμοποιούνται ευρέως (Bobbert, 1990, Kubo et al., 2007). Οι ασκήσεις αυτές περιλαμβάνουν κυρίως άλματα «βάθους» από διαφορετικά ύψη ακολουθούμενα από άλμα ή ακόμα και «κύκλους» διάτασης βράχυνσης, όπως για παράδειγμα τα άλματα επάνω από εμπόδια. Στα τελευταία χρόνια η έρευνα έχει επικεντρωθεί στη χρήση της άσκησης ημικάθισμα-άλμα (squat jump) με διαφορετικές επιβαρύνσεις για τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος και της αλτικότητας (Cormie et al., 2007a, Cormie et al., 2010, Cormie et al., 2010, McBride et al., 2002). Στις έρευνες αυτές έχει επισημανθεί ότι σε διάστημα 8-12 εβδομάδων το κατακόρυφο άλμα βελτιώνεται παρόμοια, είτε με τη χρήση μεγάλων (>90% της 1MAE) ή μέτριων (30-60% της 1MAE) αντιστάσεων είτε χωρίς εξωτερική αντίσταση (McBride et al., 2002, Cormie et al., 2007). Το αρχικά παράδοξο αυτό εύρημα δείχνει ότι υπάρχει ένας κοινός παράγοντας ο οποίος προκαλεί τη βελτίωση του άλματος όταν κάποιος προπονείται με τόσο διαφορετικές εξωτερικές αντιστάσεις. Ο κοινός αυτός παράγοντας μπορεί να είναι ο ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης (RFD) όπου σύμφωνα με όλες τις παραπάνω μελέτες επιδιώκεται να είναι ο μεγαλύτερος δυνατός, ακόμα και όταν η εξωτερική αντίσταση είναι μεγαλύτερη του 90% της 1 μέγιστης επανάληψης (MAE). Σε προκαταρκτική έρευνα παρατηρήθηκε ότι ο ρυθμός ανάπτυξης δύναμης μεγιστοποιείται εκτελώντας μια συγκεκριμένη πλειομετρική κίνηση στο ημικάθισμα με επιβάρυνση 65-70% της 1MAE. Η κίνηση αυτή είναι κατέβασμα του βάρους στο ημι-κάθισμα με μεγάλη ταχύτητα και ακινητοποίηση όταν η γωνία στο γόνατο φτάσει τις 90°. Ο πολύ υψηλός ρυθμός ανάπτυξης δύναμης σε συνδυασμό με την υψηλή μέγιστη δύναμη αντίδρασης του εδάφους που παρατηρείται στην άσκηση αυτή κάνει ελκυστική τη χρήση της άσκησης αυτής για τη βελτίωση του κατακόρυφου άλματος.

1.1. Ορισμός του προβλήματος

Τα αποτελέσματα των ερευνών που έχουν εξετάσει την επίδραση προπονητικών προγραμμάτων στο κατακόρυφο άλμα δείχνουν αντιφατικά αποτελέσματα όσο αφορά τον ορισμό της πιο αποτελεσματικής μεθόδου για τη βελτίωση του κατακόρυφου άλματος. Είναι αξιοσημείωτο ότι παρόμοια βελτίωση στο κατακόρυφο άλμα έχει παρατηρηθεί και με σχετικά μικρές επιβαρύνσεις (0-30% της 1 MAE), αλλά και με μεγάλες επιβαρύνσεις (90% 1MAE) στην άσκηση του ημικάθισματος-άλματος (McBride et al., 2002, Cormie et al., 2007b). Σημαντική λεπτομέρεια για να είναι αποτελεσματική η προπόνηση στο ημικάθισμα με μεγάλες επιβαρύνσεις είναι η προσπάθεια για γρήγορη εκτέλεση (Schmidtbleicher., 1992, Hoffman et al., 2005). Αυτή η προσπάθεια πιθανόν να αυξάνει το ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης και αυτός να είναι και ο λόγος για τον οποίο η αλτική ικανότητα βελτιώνεται, σε αντίθεση με παλαιότερες έρευνες που έδειχναν ότι η κλασική προπόνηση αντιστάσεων με μεγάλες επιβαρύνσεις (και αργό ρυθμό εκτέλεσης) βελτιώνει πολύ λίγο ή καθόλου το κατακόρυφο άλμα (Kraemer & Newton, 1994). Δεδομένης της σημαντικότητας του ρυθμού ανάπτυξης δύναμης για τη βελτίωση του κατακόρυφου άλματος, η παρούσα μελέτη θα διερευνήσει αν μια άσκηση κατά την οποία αναπτύσσεται μεγάλη

δύναμη και υψηλός ρυθμός ανάπτυξης της μπορεί να βελτιώσει σημαντικά το κατακόρυφο άλμα.

1.2. Σημασία της έρευνας

Με την έρευνα αυτή θα εξεταστεί η επίδραση μιας νέας άσκησης (ημικαθίσμα με επιβάρυνση και μόνο πλειομετρική κίνηση), η οποία σε συνδυασμό με μια κλασική άσκηση βελτίωσης της μυϊκής ισχύος πιθανόν να επιφέρει μεγάλη και γρήγορη βελτίωση του κατακόρυφου άλματος. Τα αποτελέσματα θα αναδείξουν τη σημασία του ρυθμού ανάπτυξης δύναμης και της μυϊκής ισχύος για την προπόνηση που αποσκοπεί στη βελτίωση του κατακόρυφου άλματος και θα μπορούν να αξιοποιηθούν άμεσα σε πρακτικό επίπεδο.

1.3. Ερευνητικά Ερωτήματα

Πρώτο ερευνητικό ερώτημα: Βελτιώνεται το κατακόρυφο άλμα μετά από την συνδυαστική μέθοδο προπόνησης πλειομετρικών και βαλλιστικών ασκήσεων;

Δεύτερο ερευνητικό ερώτημα: Βελτιώνεται η μέγιστη δύναμη και η μέγιστη ισχύς στην άσκηση του ημικαθίσματος-άλματος με επιβαρύνσεις από 0-65% 1 ΜΑΕ μετά από την συνδυαστική μέθοδο προπόνησης πλειομετρικών και βαλλιστικών ασκήσεων;

1.4. Ερευνητικές Υποθέσεις

Πρώτη ερευνητική υπόθεση: Η συνδυαστική μέθοδος προπόνησης πλειομετρικών και βαλλιστικών ασκήσεων θα βελτιώσει την κατακόρυφη αλτικότητα των δοκιμαζομένων.

Δεύτερη ερευνητική υπόθεση: Μετά την εφαρμογή του προπονητικού προγράμματος της συνδυαστικής μεθόδου προπόνησης, η μέγιστη δύναμη και η μέγιστη ισχύς θα βελτιωθούν στην άσκηση του ημικαθίσματος-άλματος σε όλες τις επιβαρύνσεις.

Μηδενική υπόθεση 1: Η κατακόρυφη αλτική ικανότητα δε θα μεταβληθεί στατιστικά σημαντικά μετά από έξι εβδομάδες προπόνησης.

Μηδενική υπόθεση 2: Η μέγιστη δύναμη και η μέγιστη ισχύς θα μείνουν αμετάβλητες μετά από έξι εβδομάδες προπόνησης.

1.5. Οριοθετήσεις και Περιορισμοί

A. Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι πιθανό να μην μπορούν να γενικευτούν σε έμπειρους αθλητές των αλμάτων εξαιτίας του διαφορετικού προπονητικού υπόβαθρου.

B. Οι δοκιμαζόμενοι που θα λάβουν μέρος στη μελέτη θα είναι άρρενες.

1.6. Περιγραφή των όρων

ΜΑΕ: Μέγιστος Αριθμός Επαναλήψεων

CMJ (CounterMovement Jump): Άλμα με προδιάταση

SJ (Squat Jump): Ημικάθισμα με άλμα

RFD (Rate of Force Development): Ρυθμός Ανάπτυξης της Δύναμης

Κεφάλαιο II

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Ως μέγιστη ισχύς ορίζεται η μεγαλύτερη στιγμιαία ισχύς κατά τη διάρκεια μιας και μόνο κίνησης όπως είναι το άλμα, η αλλαγή κατεύθυνσης, το σπριντ, η ρίψη, η κλοτσιά, τα οποία περιλαμβάνονται σε πάρα πολλά αθλήματα (Kraemer & Newton, 2000, Newton & Kraemer, 1994). Στα άλματα του Κλασικού Αθλητισμού η μυϊκή ισχύς παίζει καθοριστικό ρόλο στην επίδοση και για το λόγο αυτό η μεγιστοποίησή της αποτελεί επιδίωξη των προπονητικών προγραμμάτων (Schmidtbleicher, 1992).

Η Μυϊκή ισχύς εκφράζει τη δυνατότητα του νευρομυϊκού συστήματος να υπερνικά εξωτερικές αντιστάσεις με μεγάλη ταχύτητα συστολής. Η μυϊκή ισχύς, αναφέρεται ως η ικανότητα επίτευξης όσο το δυνατόν μεγαλύτερου μηχανικού έργου στη μονάδα του χρόνου.

$P = W / t$ ή $P = F \times s / t$ Όπου P=ισχύς, W=έργο, t=χρόνος, F= δύναμη, s= μετατόπιση. Η ισχύς εκφράζεται σε Watt.

Αφού το μηχανικό έργο ορίζεται ως το γινόμενο της δύναμης επί την απόσταση κατά την οποία αυτή εφαρμόζεται, όσο πιο γρήγορα μπορεί να μετακινηθεί ένα αντικείμενο (το οποίο μπορεί να είναι και το ίδιο το σώμα) τόσο πιο μεγάλη είναι και η ισχύς που αναπτύσσεται. Η μυϊκή ισχύς είναι ο άριστος συνδυασμός ταχύτητας και δύναμης.

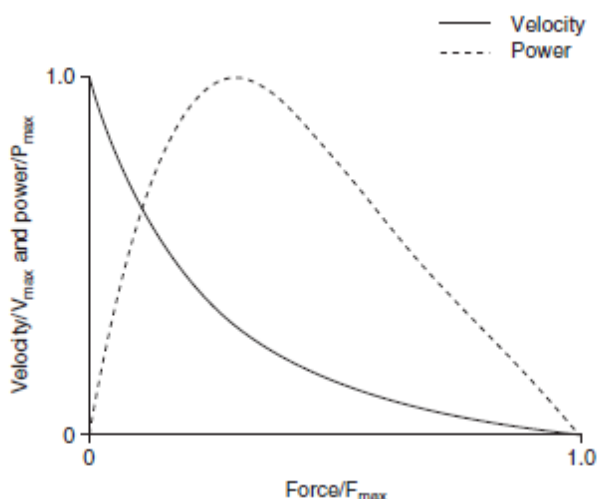
Η ισχύς για έναν αθλητή μπορεί να κυμανθεί από 50-60 watt που παράγεται κατά τη διάρκεια του jogging και να φτάσει ακόμα και τα 7,000 watt που παράγεται κατά τη διάρκεια της δεύτερης φάσης της έλξης στην κίνηση ζετέ της άρσης βαρών (Garhammer, 1993). Ένας άλλος όρος που σχετίζεται άμεσα με τη μυϊκή ισχύ είναι η εκρηκτική δύναμη. Ως εκρηκτική δύναμη αναφέρεται η ικανότητα να παράγεται μεγάλη δύναμη στον ελάχιστο χρόνο ενάντια μιας εξωτερικής επιβάρυνσης ή ακόμα και του βάρους του σώματος. Η δύναμη αυτή είναι απαραίτητη στις αθλητικές ρίψεις, τα άλματα, τους δρόμους ταχύτητας, τη γυμναστική κ.ά. καθώς και στα αγωνίσματα μάχης όπως πάλη, πυγμαχία, τζούντο, κ.ά.

Η σχέση βελτίωσης της μέγιστης ισχύος και αθλητικής επίδοσης αποδεικνύεται τόσο εμπειρικά όσο και ερευνητικά (Kraemer & Newton, 2000, Newton & Kraemer, 1994, Baker, 2001, Sleivert & Taingabue, 2004, Young et al., 2005). Μια σειρά από αλληλένδετους νευρομυϊκούς παράγοντες συμβάλλουν στην παραγωγή μέγιστης ισχύος. Τέτοιοι παράγοντες είναι ο τύπος των μυϊκών ινών, ο χρόνος που χρειάζεται για να παραχθεί η δύναμη, η αποθήκευση και χρήση της ελαστικής ενέργειας, νευρομυϊκά αντανακλαστικά καθώς και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους. Επομένως, επιβάλλεται να λαμβάνονται υπόψη οι παραπάνω παράγοντες στη δόμηση των προγραμμάτων προπόνησης, όπως επίσης και ο τρόπος με τον οποίο ανταποκρίνονται αυτοί στην προπόνηση.

2.1. Παράγοντες που επηρεάζουν τη μυϊκή ισχύ

2.1.1. Σχέση δύναμης-ταχύτητας

Ένας παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει την παραγωγή δύναμης είναι η ταχύτητα σύσπασης. Η ταχύτητα είναι σημαντικό χαρακτηριστικό του μυός το οποίο δείχνει την ικανότητά του για παραγωγή ισχύος. Διάφορες επιστήμες έχουν μελετήσει τη σχέση δύναμης-ταχύτητας συμπεριλαμβανομένης της βιομηχανικής, της Εργοφυσιολογίας και της μοριακής βιολογίας. Η σχέση μεταξύ δύναμης, ταχύτητας και ισχύος έχει καταγραφεί από το επίπεδο της μυϊκής ίνας έως και σε μονοαρθρικές και πολυαρθρικές κινήσεις (Kaneko et al., 1983, Komi, 1973). Η χαρακτηριστική καμπύλη (Σχήμα 1) περιγράφει την αντίστροφη σχέση δύναμης και ταχύτητας και την παραβολική σχέση μεταξύ δύναμης και ισχύος κατά τη διάρκεια της σύγκεντρης σύσπασης των μυών (Hill, 1938). Με άλλα λόγια όσο πιο γρήγορα συστέλλεται ένας μυς, τόσο πιο λίγη δύναμη παράγει ή αλλιώς, ένα ελαφρύ αντικείμενο ανυψώνεται πιο γρήγορα από ένα βαρύτερο.



Σχήμα 2.1: Οι σχέσεις δύναμης-ταχύτητας και δύναμης-ισχύος για σύγκεντρες συσπάσεις του σκελετικού μυός (Hill, 1938).

2.1.2. Σχέση δύναμης-μήκους μυός

Η σχέση μεταξύ του αρχικού μήκους συστολής του μυός και της δύναμης που αναπτύσσει αναφέρεται ως η μηκο-δυναμική του σχέση. Η ικανότητα του σκελετικού μυ να παράγει δύναμη βασίζεται στην εγκάρσια διατομή των μυϊκών ινών του (Lieber et al., 1994). Το μεγαλύτερο δυναμικό για την παραγωγή δύναμης κατά την ενεργοποίηση του κύκλου της εγκάρσιας γέφυρας υπάρχει όταν το μήκος του σαρκομερίου προβλέπει τη βέλτιστη επικάλυψη μεταξύ των ινών της ακτίνης και της μυοσίνης (περιγράφεται ως το «βέλτιστο μήκος»). Σε αυτό το μήκος η παραγωγή δύναμης από τις εγκάρσιες γέφυρες είναι η μέγιστη.

2.1.3 Είδος μυϊκής συστολής

Η ικανότητα του μυός να παράγει μέγιστη ισχύ επηρεάζεται από το είδος μυϊκής συστολής, δηλαδή έκκεντρη (πλειομετρική) ή σύγκεντρη (μειομετρική) σύσπαση καθώς και από μυϊκές συστολές που περιλαμβάνουν τον συνδυασμό έκκεντρης, ισομετρικής ή σύγκεντρης σύσπασης (Komi, 1986). Η μυϊκή λειτουργία που απαιτείται στη φυσική ανθρώπινη κίνηση σπάνια αφορά τη λειτουργία ενός μόνο είδους μυϊκής συστολής. Ο συνδυασμός έκκεντρης και σύγκεντρης δράσης είναι η πιο κοινή μυϊκή λειτουργία και ονομάζεται κύκλος βράχυνσης-διάτασης (Komi, 1986). Όταν μία μυϊκή ίνα συσπάται μετά από διάταση η δύναμη και η ισχύς που παράγονται κατά τη διάρκεια της σύγκεντρης δράσης είναι μεγαλύτερες από ότι αν γίνονταν μόνο σύγκεντρη συστολή (Cavagna et al., 1965). Επομένως, η μέγιστη μυϊκή ισχύς είναι μεγαλύτερη σε κινήσεις που περιλαμβάνουν τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης (Takarada et al., 1997).

2.1.4. Ο ρόλος της δύναμης στην παραγωγή ισχύος

Μια θεμελιώδης σχέση υπάρχει ανάμεσα στη δύναμη και την ισχύ, η οποία υπαγορεύει ότι δεν μπορεί κάποιος να έχει υψηλό επίπεδο ισχύος εάν δεν είναι πρώτα σχετικά δυνατός. Αυτός ο ισχυρισμός υποστηρίζεται από τη δυνατή σχέση η οποία υπάρχει μεταξύ της παραγωγής μέγιστης δύναμης και μέγιστης ισχύος καθώς και από τις αμέτρητες εμπειρικές παρατηρήσεις στη δυνατότητα παραγωγής δύναμης και ισχύος μεταξύ αθλητών υψηλού επιπέδου και μη (Baker & Nance, 1999, Wisloff, 2004). Σύγχρονες συγκρίσεις έδειξαν ότι τα άτομα με υψηλότερα επίπεδα δύναμης έχουν σημαντικά ανώτερη ικανότητα παραγωγής ισχύος από εκείνα με χαμηλό επίπεδο δύναμης (Cormie et al., 2007a, Baker & Newton, 2006, Cormie et al., 2010). Επιπλέον η έρευνα έχει δείξει ότι τα προπονητικά προγράμματα με βαριά φορτία που αφορούν απροπόνητα έως μέτρια προπονημένα άτομα έχει ως αποτέλεσμα όχι μόνο τη βελτίωση της μέγιστης δύναμης αλλά και την αύξηση της μέγιστης ισχύος (McBride et al., 2002, Toji & Kaneko, 2004, Cormie et al., 2010). Ενώ η δύναμη είναι μια βασική ποιότητα που επηρεάζει τη μέγιστη παραγωγή ισχύος, ο βαθμός αυτής της επίδρασης μειώνεται κάπως όταν ο αθλητής διατηρεί ένα πολύ υψηλό επίπεδο δύναμης (Kraemer & Newton, 2000). Καθώς η μέγιστη δύναμη αυξάνεται, το μέγεθος της προσαρμογής για την περαιτέρω ενίσχυση της δύναμης μειώνεται. Κατά συνέπεια, αύξηση στη μέγιστη ισχύ μετά από προπόνηση δύναμης αναμένεται να είναι χαμηλότερη σε πιο δυνατά άτομα (Newton et al., 1999).

2.1.5. Ρυθμός Ανάπτυξης της Δύναμης

Ο ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης είναι ένας σημαντικός και σπουδαίος παράγοντας για την παραγωγή μυϊκής ισχύος. Ο ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης είναι η ανάπτυξη της μέγιστης δύναμης σε μικρό χρόνο και χρησιμοποιείται συνήθως ως ένδειξη εκρηκτικής δύναμης (Yu et al., 1999). Μια πρόσφατη έρευνα έδειξε ότι υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού ανάπτυξης δύναμης

και της κατακόρυφης αλτικότητας (McLellan et al., 2011). Εκφράζεται ως kg ή N/msec. Εκφράζει δηλαδή την ταχύτητα ανάπτυξης της δύναμης του μυός. Ο απαιτούμενος χρόνος για την επίτευξη της μέγιστης δύναμης στους υγιείς ενήλικες είναι περίπου 300-500 msec. Η εκρηκτικότητα του μυός καθορίζει και την εκρηκτικότητα της κίνησης.

2.1.6. Μορφολογικοί παράγοντες

Η ικανότητα να παράγεται μέγιστη ισχύς κατά τη διάρκεια μιας κίνησης υπαγορεύεται από τη συσταλτική ικανότητα του μυός που λαμβάνει μέρος. Η συσταλτική ικανότητα ενός μυός επηρεάζεται από μια σειρά μορφολογικών παραγόντων αλλά πρωτίστως από τον τύπο μυϊκών ινών και τα αρχιτεκτονικά του χαρακτηριστικά.

2.1.7. Τύπος μυϊκών ινών

Οι μυϊκές ίνες στον άνθρωπο μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο είδη, με βάση την ταχύτητα συστολής τους και σε τρία είδη με βάση τις μεταβολικές τους ιδιότητες. Έτσι με βάση την ταχύτητα της συστολής τους διακρίνουμε αργές ίνες βραδείας συστολής και γρήγορες ίνες ταχείας συστολής. Με βάση τις ιστοχημικές τους ιδιότητες διακρίνουμε ίνες οξειδωτικές (τύπος I), οξειδωγλυκολυτικές (τύπος IIa) και γλυκολυτικές (τύπος IIb ή με μια νέα ονομασία IIx). Οι ίνες ταχείας συστολής παράγουν τη μέγιστη δύναμή τους σε μικρό χρόνο (περίπου σε 50msec), ενώ οι ίνες βραδείας συστολής χρειάζονται διπλάσιο περίπου χρόνο (110msec). Για το λόγο αυτό η μέγιστη ισχύς που παράγουν οι ίνες ταχείας συστολής είναι περίπου τριπλάσια από αυτήν που παράγουν οι ίνες βραδείας συστολής. Ενώ έχουν και μεγαλύτερη διάμετρο. Οι τύπου II μυϊκές ίνες έχουν μεγαλύτερη ικανότητα παραγωγής μυϊκής ισχύος ανά μονάδα εμβαδού εγκάρσιας διατομής (Malisoux et al., 2006).

Σύμφωνα με τα μοναδικά χαρακτηριστικά κάθε τύπου μυϊκής ίνας, οι ιδιότητες της ταχydύναμης ενός μυός καθορίζονται από τη συμβολή των διαφορετικών τύπων μυϊκών ινών που συμμετέχουν στη συγκεκριμένη κίνηση (Tihanyi et al., 1982).

2.2. Αρχιτεκτονική των μυών

2.2.1. Επιφάνεια εγκάρσιας διατομής

Η μέγιστη δύναμη που παράγεται από μια μυϊκή ίνα είναι ευθέως ανάλογη με την επιφάνεια της εγκάρσιας διατομής του, ανεξάρτητα από τον τύπο της μυϊκής ίνας (Gollnick & Bayley, 1986).

2.2.2. Μήκος μυϊκών ινών

Το μήκος των μυϊκών ινών παίζει καθοριστικό ρόλο στην ταχύτητα σύσπασης αυτών. Η μέγιστη ταχύτητα (V_{max}) μιας μυϊκής ίνας είναι ευθέως ανάλογη με το μήκος αυτής (υποθέτοντας ένα σταθερό επίπεδο ενεργοποίησης) (MacIntosh & Holash, 2000).

Η μεταβολή του μήκους μύος επηρεάζει την παραγωγή δύναμης. Έχει διαπιστωθεί ότι η μεγαλύτερη παραγωγή δύναμης παράγεται σε ένα ευνοϊκό μήκος μύος. Η μεγαλύτερη παραγωγή δύναμης παρουσιάζεται με βάση το μήκος του σαρκομερίου (λειτουργική υποδιαίρεση μυϊκής ίνας).

2.2.3. Γωνία πρόσφυσης

Η γωνία πρόσφυσης ενός μυ έχει σημαντικές φυσιολογικές επιδράσεις στη σχέση δύναμη-ταχύτητα και επομένως και στη μέγιστη ισχύ (P_{max}). Ορίζεται ως η γωνία η οποία σχηματίζεται από την ευθεία έκφυσης, κατάφυσης του μύος και της μυϊκής ίνας (Huijing, 1985). Καθώς η γωνία πρόσφυσης αυξάνεται, περισσότερα σαρκομέρια μπορούν να διαταχθούν παράλληλα και έτσι ο μύς μπορεί να παράξει περισσότερη δύναμη (Gans, 1982).

Οι μύες ανάλογα με την γωνία πρόσφυσης της μυϊκής ίνας παράγουν ανάλογη ποσότητα δύναμης. Έτσι οι μύες των οποίων οι μυϊκές ίνες προσφύονται με πολύ μικρή γωνία στον τένοντα παράγουν μικρότερη δύναμη σε σχέση με τους μύες που οι μυϊκές τους ίνες προσφύονται με μεγαλύτερη γωνία.

2.2.4. Νευρικοί παράγοντες

Η ικανότητα να παραχθεί μέγιστη ισχύς κατά τη διάρκεια μιας κίνησης δε διέπεται μόνο από τη μορφολογία του μύος αλλά και από την ικανότητα του νευρικού συστήματος να ενεργοποιήσει τους κατάλληλους μύες. Το νευρικό σύστημα ρυθμίζει την ενεργοποίηση του μυ κυρίως μέσα από τις μεταβολές στις κινητικές μονάδες που επιστρατεύονται, στη συχνότητα πυροδότησης, στο συγχρονισμό των κινητικών μονάδων καθώς και στο συντονισμό μεταξύ των μυών.

2.2.5. Επιστράτευση κινητικών μονάδων

Η δύναμη που παράγεται από έναν μυ σχετίζεται με τον αριθμό και τον τύπο των κινητικών μονάδων που επιστρατεύονται. Ένας μύς αποτελείται από πολλές κινητικές μονάδες, που καθεμία νευρώνεται από διαφορετική νευρική απόληξη με διαφορετικό επίπεδο διεγερσιμότητας (Henneman, 1974). Όσες περισσότερες κινητικές μονάδες διεγείρονται, τόσες περισσότερες μυϊκές ίνες συστέλλονται και τόσο μεγαλύτερη δύναμη παράγεται. Η επιστράτευση καθορίζεται από την αρχή του μεγέθους. Η επιστράτευση είναι επιλεκτική και εξαρτάται από τη διεγερσιμότητα των κινητικών μονάδων στις οποίες ανήκουν. Οι ίνες ταχείας συστολής απαιτούν ερεθίσματα μεγάλης έντασης για να

δραστηριοποιηθούν, ενώ οι ίνες βραδείας συστολής διεγείρονται με ερεθίσματα που γεννιούνται με χαμηλό δυναμικό ενέργειας.

2.2.6. Συχνότητα πυροδότησης

Η συχνότητα με την οποία δίνονται τα ερεθίσματα από το νευρώνα στις μυϊκές ίνες. Αν αυξηθεί η συχνότητα της πυροδότησης αυξάνεται και η ικανότητα παραγωγής δύναμης από την κινητική μονάδα (Enoka, 1995).

2.2.7. Συγχρονισμός κινητικών μονάδων

Ο συγχρονισμός των κινητικών μονάδων εμφανίζεται όταν δύο ή περισσότερες κινητικές μονάδες ενεργοποιούνται ταυτόχρονα πιο συχνά από ό, τι αναμενόταν για ανεξάρτητες τυχαίες διαδικασίες. Έχει διατυπωθεί η υπόθεση ότι ο συγχρονισμός αυξάνει την παραγωγή της δύναμης και επηρεάζει θετικά το ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης (Semmler & Enoka, 2000).

2.2.8. Συντονισμός μεταξύ των μυών

Ο συντονισμός μεταξύ των μυών περιγράφει την κατάλληλη ενεργοποίηση (μέγεθος και χρόνο) των αγωνιστών, συναγωνιστών και ανταγωνιστών μυών κατά τη διάρκεια μιας κίνησης. Για εξαιρετικά αποτελεσματική και αποδοτική κίνηση, η ενεργοποίηση των αγωνιστών χρειάζεται να συμπληρωθεί από την αύξηση της δράσης των συναγωνιστών και από τη μείωση της συν-συστολής των ανταγωνιστών (Sale, 2003). Η συντονισμένη ενεργοποίηση των μυών αυτών απαιτείται για να παραχθεί η μεγαλύτερη δυνατή δύναμη προς την κατεύθυνση της δύναμης (Sale, 2003). 'Τριπλή επέκταση' (επέκταση του ισχίου, του γονάτου και της πελματιαίας κάμψης της ποδοκνημικής) των κάτω άκρων χαρακτηριστικό του άλματος και του τρεξίματος περιλαμβάνει αρκετά περίπλοκη αλληλεπίδραση των μόνο- και πολύ-αρθρικών μυοτενόντιων μονάδων κατά την εκτέλεση διαφόρων δραστηριοτήτων. Είναι μόνο η ακριβής χρονική στιγμή και το επίπεδο της ενεργοποίησης και της χαλάρωσης των αγωνιστών, συναγωνιστών και ανταγωνιστών όπου η ισχύς διαπερνά την κινηματική αλυσίδα με αποτέλεσμα να βελτιώνεται, η ώθηση στο έδαφος μεγιστοποιείται και έτσι η απόδοση από την άποψη της ταχύτητας απογείωσης μεγαλώνει. Επομένως, η ικανότητα να παραχθεί μέγιστη ισχύς κατά τη διάρκεια μιας αθλητικής κίνησης επηρεάζεται σημαντικά από τον συντονισμό μεταξύ των μυών.

2.2.9. Μεταβολικό περιβάλλον

Έντονες αλλαγές στο μυϊκό περιβάλλον (αλλαγές που προκύπτουν από την κούραση, αλλαγές στο ορμονικό περιβάλλον και στη μυϊκή θερμοκρασία) επιδρούν στη μυϊκή απόδοση και ως εκ τούτου στην ικανότητα παραγωγής

μέγιστης ισχύος. Κατά τη διάρκεια της κόπωσης, πολλές ιδιότητες των μυών αλλοιώνονται. Κάθε μια από αυτές τις αλλαγές επηρεάζουν αρνητικά τη μέγιστη μυϊκή δύναμη με την αλλοίωση στην παραγωγή ισχύος και/ή τη μείωση της ταχύτητας κατά τη διάρκεια των συστολών (Allen et al., 2008). Επιπρόσθετα, αλλαγές στη μυϊκή θερμοκρασία μπορεί να επηρεάσουν την παραγωγή μέγιστης ισχύος καθώς έχει βρεθεί ότι η μέγιστη ισχύς (Pmax), η μέγιστη ταχύτητα (Vmax), η μέγιστη δύναμη (Fmax) καθώς και ο ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης μειώνονται με τη μείωση στη μυϊκή θερμοκρασία (De Ruyter & De Haan, 2000).

Παραπάνω έγινε αναφορά στις βιολογικές βάσεις για την παραγωγή μέγιστης ισχύος ενώ παρακάτω θα γίνει αναφορά στην πρακτική εφαρμογή, στην ανάπτυξη δηλαδή προπονητικών προγραμμάτων που θα αυξάνουν τη μέγιστη ισχύ και το κατακόρυφο άλμα. Τα προγράμματα αυτά θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους παραπάνω παράγοντες και τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλονται αυτοί με την προπόνηση.

2.3. Μέθοδοι προπόνησης για την αύξηση της μυϊκής ισχύος και της κατακόρυφης αλτικότητας

Η ικανότητα παραγωγής μέγιστης ισχύος σε δυναμικές, πολύ-αρθρικές κινήσεις εξαρτάται από τη φύση της σχετικής κίνησης (Cormie et al., 2007a). Ως εκ τούτου, οι ασκήσεις που έχουν επιλεγεί για ένα προπονητικό πρόγραμμα ισχύος μπορεί να επηρεάσουν το μέγεθος της βελτίωσης της απόδοσης και το είδος των προσαρμογών που παρατηρήθηκαν. Μια σειρά από κινήσεις έχουν ήδη καθοριστεί για τη βελτίωση της μέγιστης ισχύος συμπεριλαμβανομένων των ασκήσεων δύναμης με παραδοσιακές αντιστάσεις, τις βαλλιστικές ασκήσεις, τις πλειομετρικές, τις ασκήσεις άρσης βαρών και κάποιο συνδυασμό αυτών.

2.3.1. Προπόνηση με αντιστάσεις

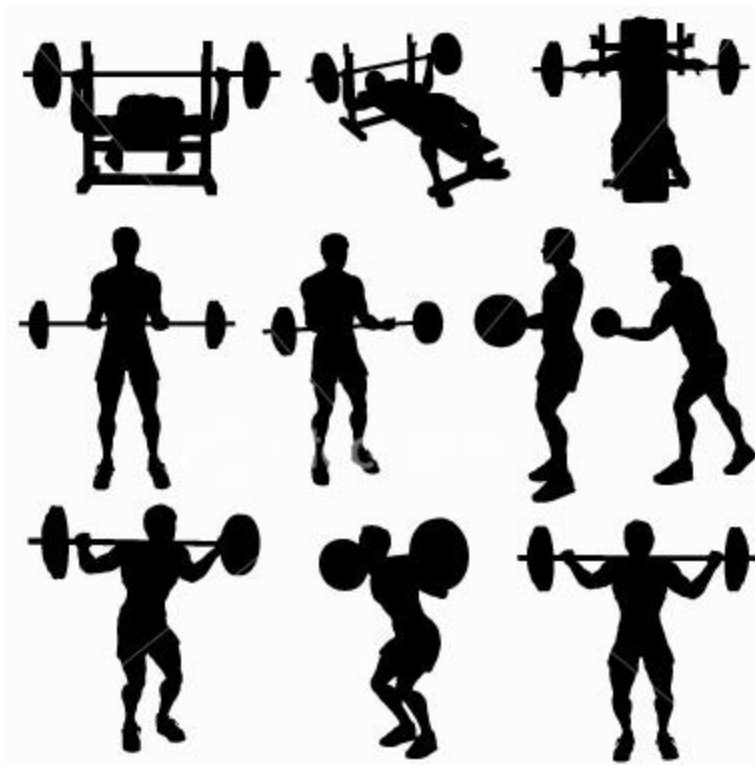
Συνυφασμένη με την κλασική προπόνηση με αντιστάσεις είναι μια σημαντική περίοδος όπου το φορτίο επιβραδύνεται προς το τέλος του εύρους της κίνησης (Newton et al., 1996). Όταν η κίνηση γίνεται ενάντια σε μεγάλες επιβαρύνσεις (>80% 1MAE), τότε η βελτίωση της μέγιστης δύναμης είναι μεγάλη, αλλά η μυϊκή ισχύς βελτιώνεται λίγο.

	Προπόνηση με βαριά φορτία	Προπόνηση με ελαφριά φορτία (εκρηκτικά)	Προπόνηση με πλειομετρικές ασκήσεις	Ολυμπιακές άρσεις	Ισοκινητική προπόνηση
Μέγιστη δύναμη	++++	++	+	+++	+++
Μέγιστος ρυθμός ανάπτυξης	+++	++++	+++	+++	++

της δύναμης					
Κύκλος διάτασης-βράχυνσης	+	+++	++++	++	-
Παραγωγή ισχύος	+	++++	+	+++	+++
Αλτική ικανότητα και μυϊκή συναρμογή	+	+++	++++	+++	+

Πίνακας 2.1. Βαθμός βελτίωσης των παραμέτρων της μυϊκής απόδοσης μετά από διαφορετικά είδη προπόνησης (από Kraemer, 1994). +++++: πολύ μεγάλη βελτίωση, +++: μεγάλη βελτίωση, ++: ικανοποιητική βελτίωση, +: ελάχιστη βελτίωση, -: καθόλου βελτίωση.

Όταν η προπόνηση με αντιστάσεις γίνεται ενάντια σε φορτίο μικρότερο του 45% της μίας μέγιστης επανάληψης (1MAE) παρατηρείται μια φάση επιβράδυνσης προς το τέλος της κίνησης. Αυτή η φάση της επιβράδυνσης μπορεί να διαρκεί ακόμα για περίπου 40-50% της συνολικής διάρκειας της κίνησης (Newton et al., 1996), μειώνοντας την μέγιστη ταχύτητα που θα μπορούσε να επιτευχθεί. Έτσι, αν η προπόνηση με αντιστάσεις γίνεται με ελαφριά φορτία και ο αθλητής καλείται να εκτελέσει τις κινήσεις αυτές γρήγορα, αλλά να «σταματήσει» την κίνηση του βάρους στο τέλος της κίνησης, τότε αυτή η επιβράδυνση οδηγεί σε κινήσεις με μικρότερη ταχύτητα από αυτές που συνήθως συναντώνται στις αθλητικές κινήσεις όπως το άλμα και η ρίψη (Newton et al., 1996, Cormie et al., 2007a). Επιπλέον, αυτή η φάση της επιβράδυνσης σχετίζεται με τη μειωμένη δράση ενεργοποίησης των αγωνιστών μυών και με την πιθανότητα αυξημένης μυϊκής δραστηριότητας στους ανταγωνιστές προκειμένου να σταματήσει το φορτίο στο τέλος του εύρους της κίνησης (Newton et al., 1996). Αντίθετα, αν η προπόνηση με χαμηλή επιβάρυνση γίνει χωρίς να σταματά ο αθλητής την εφαρμογή δύναμης ως το τέλος της άσκησης, δηλαδή βαλλιστικά (π.χ. ρίψη βάρους, ημικάθισμα-άλμα) τότε η δύναμη εφαρμόζεται μέχρι το τέλος της κίνησης και παράγεται υψηλή ισχύς.



Σχήμα 2.2. Προπόνηση με αντιστάσεις

2.3.2. Βαλλιστικές ασκήσεις

Οι βαλλιστικές ασκήσεις όπως για παράδειγμα το ημικάθισμα με άλμα και οι πιέσεις πάγκου με ρίψη παρακάμπτουν οποιαδήποτε φάση επιβράδυνσης απαιτώντας από τους αθλητές να επιταχύνουν σε όλο το εύρος της κίνησης μέχρι το σημείο προβολής (δηλαδή κατά την απογείωση ή την απελευθέρωση) (Newton et al., 1996). Αυτές οι ασκήσεις εκτελούνται μέσα από μία ποικιλία φορτίων από 0-80% της μιας μέγιστης επανάληψης (1MAE) μαζί με μία παραδοσιακή άσκηση με αντιστάσεις όπως είναι το ημικάθισμα ή οι πιέσεις πάγκου βασισμένη, φυσικά, στις απαιτήσεις του συγκεκριμένου αθλήματος. Λόγω της συνεχόμενης επιτάχυνσης σε όλο το εύρος της κίνησης, η σύγκεντρη ταχύτητα, η δύναμη, η ισχύς και η μυϊκή ενεργοποίηση είναι υψηλότερα κατά τη διάρκεια μιας βαλλιστικής κίνησης σε σύγκριση με τις παραδοσιακές ασκήσεις με αντιστάσεις (Newton et al., 1996, Cormie et al., 2007a). Ως αποτέλεσμα, πολλοί ερευνητές και προπονητές προτείνουν τη χρησιμοποίηση βαλλιστικών ασκήσεων αντί των παραδοσιακών ασκήσεων με αντιστάσεις σε προπονητικά προγράμματα ισχύος (Newton et al., 1996, Cormie et al., 2007b, Kraemer & Newton, 2000). Οι ακριβείς μηχανισμοί που οδηγούν σε προσαρμογές κατά την προπόνηση ισχύος η οποία περιλαμβάνει βαλλιστικές ασκήσεις δεν είναι σαφώς καθορισμένοι. Είναι πιθανό αυτές οι ασκήσεις να προκαλούν προσαρμογές στο νευρικό σύστημα, στο εύρος της νευρικής ενεργοποίησης και στο συντονισμό μεταξύ των μυών που αφορούν ειδικές κινήσεις οι οποίες συναντώνται στον αθλητισμό. Αυτές οι προσαρμογές υποθέτουν ότι συμβάλουν στην αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης της δύναμης (ΡΑΔ) και οδηγεί στην ικανότητα παραγωγής περισσότερης δύναμης σε

λιγότερο χρόνο (McBride et al., 2002, Newton et al., 1999, Cormie et al., 2007b). Έτσι, η χρήση βαλλιστικών ασκήσεων στα προπονητικά προγράμματα ισχύος είναι πολύ αποτελεσματική για τη βελτίωση της μέγιστης ισχύος στις συγκεκριμένες αθλητικές κινήσεις.



Σχήμα 2.3: Βαλλιστική άσκηση

2.3.3. Πλειομετρικές ασκήσεις

Ενώ οι πλειομετρικές ασκήσεις στη φύση τους είναι βαλλιστικές, ωστόσο οριοθετούνται από τις βαλλιστικές λόγω του τρόπου που αυτές υπερφορτώνονται. Συνήθως, οι πλειομετρικές ασκήσεις εκτελούνται με μικρή έως καθόλου εξωτερική αντίσταση, όπως μόνο με τη σωματική μάζα ή με ελαφριά ιατρική μπάλα και η υπερφόρτωση εφαρμόζεται αυξάνοντας το εύρος της διάτασης μειώνοντας τη διάρκεια του κύκλου διάτασης-βράχυνσης, όπως για παράδειγμα, αυξάνοντας το ύψος της πτώσης κατά τη διάρκεια αλμάτων πτώσης (drop jumps) (Villarreal et al., 2009). Έτσι λοιπόν, δεν αποτελεί έκπληξη ότι η χρήση πλειομετρικών ασκήσεων σε προπονητικά προγράμματα ισχύος έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει σημαντικά τη μέγιστη ισχύ κατά τη διάρκεια ειδικών αθλητικών κινήσεων (Adams et al., 1992, Tricoli et al., 2005). Αυτές οι βελτιώσεις, ωστόσο, συνήθως περιορίζονται σε χαμηλό φορτίο / υψηλή ταχύτητα των κινήσεων του κύκλου διάτασης-βράχυνσης (Tricoli et al., 2005). Ο υψηλός βαθμός εξειδίκευσης της πλειομετρικής προπόνησης σε μια σειρά από αθλητικές κινήσεις κάνουν τα

προπονητικά προγράμματα ισχύος που ενσωματώνουν πλειομετρικές ασκήσεις πιο αποτελεσματικά στη βελτίωση της μέγιστης ισχύος.



Σχήμα 2.4. Πλειομετρική άσκηση

Το άλμα αποτελεί μία σύνθετη μορφή άσκησης, κατά την οποία είναι δύσκολο να ξεχωρίσει ποιο είναι το χαρακτηριστικό της επιβάρυνσης που το χαρακτηρίζει σε μεγαλύτερο βαθμό, η μέγιστη δύναμη ή ο νευρομυϊκός συντονισμός. Είναι γνωστό ότι οι ρίπτες και οι αρσιβαρίστες εκτελούν πολύ υψηλά άλματα με κυρίαρχο στοιχείο το υψηλό επίπεδο μέγιστης δύναμης, ενώ αντίθετα, στους άλτες η κατακόρυφη αλτική ικανότητα φαίνεται να είναι περισσότερο νευρομυϊκή διαδικασία. Στους άλτες είναι φανερή η μέγιστη ικανότητα του κύκλου διάτασης-βράχυνσης και μέγιστη δυνατότητα μηχανικής απόδοσης.

Οι προπονητές για την καλύτερη βελτίωση της αλτικής ικανότητας ψάχνουν να βρουν και να εφαρμόσουν αποδοτικά προπονητικά προγράμματα, τα οποία επιφέρουν σίγουρη και χωρίς τραυματισμούς βελτίωση της αλτικής ικανότητας. Έρευνες έδειξαν την αποτελεσματικότητα προγραμμάτων με αλτικές ασκήσεις (Adams et al., 1992, Bosco et al., 1982, Schmidtbleicher et al., 1988).

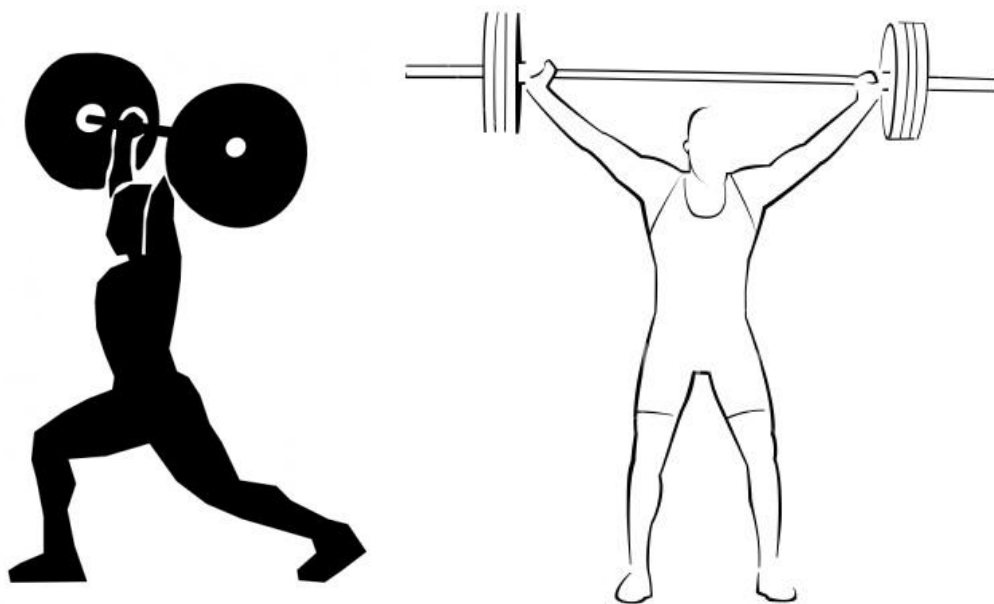
Ο Komi (1986) από την εξέταση των αποτελεσμάτων μιας προπονητικής περιόδου 16 εβδομάδων και αποχής από την προπόνηση άλλων 8 εβδομάδων με μέγιστες και ταχυδυναμικές επιβαρύνσεις διαπίστωσε ότι η προπόνηση με εξειδικευμένα άλματα επιφέρει αλλαγές στη σχέση δύναμης-ταχύτητας.

Ποιο όμως από τα παραπάνω είδη αλμάτων που είδαμε επιφέρουν καλύτερα αποτελέσματα στην ανάπτυξη της αλτικότητας; Στη βιβλιογραφία δεσπόζει η άποψη ότι τα πλειομετρικά κατακόρυφα άλματα είναι η καλύτερη λύση για τη βελτίωση της αλτικής ικανότητας. Σύμφωνα με τον Bobbert και τους

συνεργάτες του (1996) κατά τη διάρκεια του κύκλου διάτασης βράχυνσης απορροφάται ενέργεια η οποία αποθηκεύεται στα ελαστικά στοιχεία του μυός και απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της σύγκεντρης φάσης. Άλλες μελέτες έδειξαν ότι η προπόνηση με άλματα βάθους και μεγάλο εύρος κίνησης βελτιώνουν των συντονισμό των κινήσεων των μελών, ενώ άλματα βάθους και μικρό εύρος κίνησης βελτιώνουν τη μηχανική ισχύ των κάτω άκρων (Bobbert, 1990).

2.3.4. Ασκήσεις άρσης βαρών- Ολυμπιακές άρσεις

Οι ασκήσεις άρσης βαρών όπως το αρασέ ή το ζετέ και οι παραλλαγές τους, συνήθως ενσωματώνονται σε προπονητικά προγράμματα ισχύος αθλητών οι οποίοι αγωνίζονται σε όλα τα είδη των αθλημάτων. Παρόμοια με τις βαλλιστικές ασκήσεις, οι ασκήσεις άρσης βαρών απαιτούν οι αθλητές να επιταχύνουν καθ' όλη τη διάρκεια της φάσης ώθησης ή του δεύτερου τραβήγματος, προκαλώντας την προβολή της μπάρας και το σώμα στον αέρα (Garhammer & Gregor, 1992). Ωστόσο, διαφέρουν από τις βαλλιστικές ασκήσεις γιατί απαιτούν από τον αθλητή να επιβραδύνει τη σωματική του μάζα προκειμένου να πιάσει τη μπάρα. Η υψηλή-δύναμη, η υψηλή-ταχύτητα στις ασκήσεις άρσης βαρών δημιουργούν τη δυνατότητα για αυτές τις ασκήσεις να παράγουν μεγάλες τιμές ισχύος σε μια ποικιλία από συνθήκες φορτίων. Στην πραγματικότητα, η παραγωγή ισχύος κατά τη διάρκεια ασκήσεων άρσης βαρών έχει βρεθεί να είναι μεγαλύτερη στα φορτία που ισοδυναμούν με το 70-85% στο αρασέ ή το ζετέ (Cormie et al., 2007a, Kawamori et al., 2005). Οι εμπειρικές παρατηρήσεις υποστηρίζονται από στοιχεία τα οποία αποδεικνύουν την ομοιότητα στα κινητικά χαρακτηριστικά της φάσης ώθησης τόσο στις κινήσεις άρσης βαρών όσο και στις κινήσεις με άλμα (Garhammer & Gregor, 1992). Παρά την ευρέως διαδεδομένη χρήση των ασκήσεων της άρσης βαρών για την αύξηση της ισχύος και των στοιχείων που αναδεικνύουν την ιδιαιτερότητα της στις αθλητικές κινήσεις σε πολλά αθλήματα, λίγη έρευνα υπάρχει που να εξετάζει την αποτελεσματικότητα της προπονητικής ισχύος με τις ασκήσεις άρσης βαρών. Η προπόνηση ισχύος με ασκήσεις άρσης βαρών θεωρείται ότι βελτιώνει σημαντικά όχι μόνο τη μέγιστη απόδοση ισχύος αλλά, πιο συγκεκριμένα την απόδοση ισχύος κατά τα βαριά φορτία. Έτσι, η χρήση αυτών των κινήσεων στην προπόνηση είναι ιδανική για τους αθλητές οι οποίοι πρέπει να παράγουν υψηλές ταχύτητες σε υψηλά φορτία όπως είναι για παράδειγμα οι παλαιστές, οι αθλητές ράγκμπι και οι αθλητές του αμερικάνικου ποδοσφαίρου. Οι μηχανισμοί που ευθύνονται για τις βελτιώσεις μετά από προπόνηση ισχύος με ασκήσεις άρσης βαρών δεν έχουν ακόμα ερευνηθεί. Η πολυπλοκότητα των δεξιοτήτων που ασχολείται με τέτοιες κινήσεις μαζί με τα βαριά φορτία υποθέτουν ότι προκαλούν μοναδικές νευρομυϊκές προσαρμογές που επιτρέπουν τη βελτίωση του ρυθμού ανάπτυξης δύναμης και τη μεταφέρουν στην απόδοση. Γι' αυτό οι ασκήσεις άρσης βαρών σε συνδυασμό με τις ιδιαίτερες κινήσεις στις πολυάριθμες αθλητικές κινήσεις δημιουργούν το ενδεχόμενο οι ασκήσεις αυτές να είναι πολύ αποτελεσματικές στην προπόνηση ισχύος.



Σχήμα 2.5. Ασκήσεις άρσης βαρών.

2.3.5. Σύνθετη προπόνηση (βάρη και πλειομετρικές)

Η αποτελεσματικότητα της πλειομετρικής προπόνησης υποστηρίζεται επαρκώς από έρευνες. Η σύνθετη προπόνηση έχει αρχίσει να είναι δημοφιλής ως προπόνηση στρατηγικής συνδυάζοντας πλειομετρική προπόνηση και προπόνηση με βάρη. Πολλές αναφορές γίνονται στο συγκεκριμένο είδος προπόνησης με σκοπό τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος και την αθλητική επίδοση. Πρόσφατα έχουν γίνει έρευνες για να διερευνηθεί η σύνθετη αυτή προπόνηση. Πιο συγκεκριμένα αυτό το είδος προπόνησης εναλλάσσει την πλειομετρική προπόνηση με την προπόνηση με βάρη στην ίδια σειρά ασκήσεων. Ένα παράδειγμα αυτής της σύνθετης προπόνησης, θα περιλάμβανε μία σειρά ασκήσεων από καθίσματα ακολουθούμενο από μία σειρά ασκήσεων από καθίσματα με άλμα (Ebben and Watts, 1998). Σύμφωνα με τους Ebben και Watts (1998) ο σχεδιασμός της σύνθετης προπόνησης πρέπει να λαμβάνει υπόψιν μεταβλητές, όπως η επιλογή της άσκησης, το φορτίο και η ξεκούραση μεταξύ των σειρών των ασκήσεων. Προτείνουν ότι 3 με 4 λεπτά ξεκούρασης μεταξύ των σειρών ασκήσεων ανάμεσα στην πλειομετρική προπόνηση και την προπόνηση με βάρη ίσως είναι το ιδανικό (Young et al., 1998). Ο Smilios και συνεργάτες (2005) διαπίστωσαν ότι η παρέμβαση μιας ενότητας αντιθετικής προπόνησης που περιλαμβάνει μια σειρά της άσκησης ημικάθισμα με μπάρα (5 επαναλήψεις με φορτίο 60% της 1ΜΑΕ) και μια σειρά τεσσάρων κατακόρυφων αλμάτων χωρίς φορτίο, αρκεί ώστε το άλμα με προδιάταση, σε μέτρια προπονημένους να αυξηθεί κατά 3.8%. Αυτό το είδος προπόνησης φαίνεται να είναι αποτελεσματικό στην αλτική ικανότητα σύμφωνα με τους (Young et al., 1998). Σίγουρα όμως χρειάζονται και περαιτέρω αναλύσεις, αφού είναι ένα νέο είδος προπόνησης.

Οι Sotiropoulos και συνεργάτες (2010) μελετώντας εντάσεις μικρές και μεσαίες από 25%-45% της 1 ΜΑΕ και εκτελώντας 2 σειρές σε κάθε επιβάρυνση παρατήρησαν αύξηση στο ύψος του κατακόρυφου άλματος 3 λεπτά μετά την προενεργοποίηση.

2.3.6. Επίδραση του φορτίου στην προπόνηση με αντιστάσεις

Η παραγωγή μέγιστης ισχύος δεν εξαρτάται μόνο από τον είδος της μυϊκής συστολής αλλά και από το φορτίο που εφαρμόζεται σε αυτή. Η απόδοση της ισχύος διαφέρει πολύ ανάλογα με το φορτίο και την απαίτηση επιτάχυνσης κατά τη διάρκεια ενός άλματος με επιβάρυνση (Cormie et al., 2007a). Οι Kaneko και συνεργάτες (1983) εξήγησαν ότι τα διαφορετικά φορτία προκαλούν συγκεκριμένες αλλαγές στη σχέση δύναμης-ταχύτητας και άρα στην απόδοση της ισχύος. Μια σειρά λοιπόν από συνθήκες φορτίων προκαλούν βελτιώσεις στην παραγωγή μέγιστης ισχύος όπως τα βαριά φορτία, τα ελαφριά φορτία, το 'ιδανικό' φορτίο καθώς και ο συνδυασμός των φορτίων.

2.3.7. Βαριά φορτία

Παρά τη χαμηλή ταχύτητα κίνησης, η προπόνηση με βαριά φορτία που ισοδυναμούν στο 80% και πάνω της μιας μέγιστης επανάληψης έχει προταθεί ότι βελτιώνει τη μέγιστη ισχύ. Λόγω του μηχανισμού κατά τη μυϊκή συστολή (δηλ. η σχέση δύναμη-ταχύτητα) και της θετικής σχέσης που υπάρχει μεταξύ της δύναμης και της ισχύος, αυξάνεται η μέγιστη δύναμη μετά από προπόνηση με βαριά φορτία και άρα υπάρχει ταυτόχρονη βελτίωση στην μέγιστη παραγωγή ισχύος (Kaneko et al., 1983, Malisoux et al., 2006). Τα βαριά φορτία χρησιμοποιούνται συνήθως σε συνδυασμό είτε με τις παραδοσιακές ασκήσεις με αντιστάσεις σε προπονητικά προγράμματα δύναμης ή στις βαλλιστικές μαζί με τις ασκήσεις άρσης βαρών σε προπονητικά προγράμματα ισχύος σε μία προσπάθεια βελτίωσης της μέγιστης ισχύος. Ενώ είναι πιθανό ότι ακόμα και μικρές αυξήσεις σε αθλητές υψηλού επιπέδου είναι σημαντικές, η χρήση των ασκήσεων παραδοσιακών αντιστάσεων με βαριά φορτία παίζουν σημαντικό ρόλο στις αρχικές βελτιώσεις της μέγιστης ισχύος αλλά όχι πέραν του χρόνου όπου ένα εύλογο επίπεδο δύναμης έχει επιτευχθεί και διατηρηθεί (Kraemer & Newton, 2000).

2.3.8. Ελαφριά φορτία

Η χρήση ελαφριών φορτίων της τάξεως του 0-60% της μιας μέγιστης επανάληψης σε συνδυασμό με βαλλιστικές ή/και πλειομετρικές ασκήσεις προτείνονται και χρησιμοποιούνται συχνά σε προπονητικά προγράμματα ισχύος (Kaneko et al., 1983, McBride et al., 2002). Τέτοιες προπονητικές παράμετροι επιτρέπουν στα άτομα να προπονούνται με ταχύτητες παρόμοιες με αυτές που ανακύπτουν στις πραγματικές κινήσεις. Επιπλέον, τα ελαφριά φορτία προτείνονται λόγω των αυξημένων απαιτήσεων του ρυθμού ανάπτυξης δύναμης

και την υψηλή απόδοση ισχύος που συνδέονται με τέτοιες αντιστάσεις (Kaneko et al., 1983, McBride et al., 2002). Ένα μεγάλο μέρος της έρευνας έχει δείξει ότι η προπόνηση με βαλλιστικές και/ή πλειομετρικές ασκήσεις με ελαφριά φορτία αυξάνει τη μέγιστη ισχύ και βελτιώνει την αθλητική απόδοση σε αθλητικές κινήσεις που περιλαμβάνουν άλματα, τρέξιμο και ευκινησία (Kaneko et al., 1983, McBride et al., 2002, Cormie et al., 2007b). Επιπλέον, οι συγκρίσεις μεταξύ ελαφριών και βαρέων φορτίων σε προπονητικά προγράμματα με βαλλιστικές ασκήσεις που αφορούν το ίδιο μοτίβο της αθλητικής κίνησης έχουν αποκαλύψει ότι η μέγιστη ισχύς έχει την τάση να βελτιώνεται σε μεγαλύτερο βαθμό μετά από προπόνηση με ελαφριά φορτία (Kaneko et al., 1983, McBride et al., 2002). Έρευνες που να διερευνούν του μηχανισμούς που ευθύνονται για αυτές τις βελτιώσεις είναι περιορισμένες. Η υψηλή ταχύτητα κίνησης, ο ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης και η ισχύς απαιτούν προπόνηση βαλλιστικών και/ή πλειομετρικών ασκήσεων με ελαφριά φορτία αφού θεωρούνται ότι προκαλούν προσαρμογές στο ρυθμό ενεργοποίησης των νευρώνων και στο συντονισμό μεταξύ των μυών που οδηγούν σε βελτιώσεις (McBride et al., 2002, Newton et al., 1999, Cormie et al., 2007b). Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτά τα ευρήματα έχουν σημασία μόνο όταν τα ελαφριά φορτία χρησιμοποιούνται με βαλλιστικές και πλειομετρικές ασκήσεις. Η χρήση των φορτίων αυτών με την παραδοσιακή προπόνηση αντιστάσεων δεν συνιστάται διότι με τέτοια προπόνηση δε θα παρέχει επαρκής διέγερση για την προσαρμογή ούτε στη δύναμη ούτε και στην ταχύτητα που απαιτούν αυτές οι ασκήσεις (Newton & Kraemer, 1994, Newton et al., 1996).

2.3.9. Το ‘ιδανικό’ φορτίο

Το φορτίο το οποίο προκαλεί τη μέγιστη παραγωγή ισχύος σε μια συγκεκριμένη κίνηση αναφέρεται συχνά ως το ‘ιδανικό’ φορτίο (Cormie et al., 2007a, Kawamori et al., 2005). Η προπόνηση με το ‘ιδανικό’ φορτίο παρέχει ένα αποτελεσματικό ερέθισμα για να προκληθεί αύξηση της μέγιστης ισχύος για μια συγκεκριμένη κίνηση καθώς η βελτίωση της ισχύος είναι πιο έντονη ανάλογα με το φορτίο που χρησιμοποιείται στην προπόνηση (Kaneko et al., 1983, McBride et al., 2002). Το φορτίο το οποίο αυξάνει την ισχύ στις πολυαρθρικές, αθλητικές κινήσεις διαφέρει καθώς βασίζεται στον τύπο και τη φύση της κίνησης (Ολυμπιακές άρσεις, κατακόρυφο άλμα, πιέσεις πάγκου).

2.3.10. Συνδυασμός των φορτίων

Η προπόνηση ισχύος με ελαφριά φορτία βελτιώνει τη μυϊκή απόδοση στον τομέα υψηλή-ταχύτητα από τη σχέση δύναμη-ταχύτητα, ενώ η προπόνηση ισχύος με βαριά φορτία βελτιώνει τη μυϊκή απόδοση στο τμήμα υψηλή-δύναμη από την καμπύλη της σχέσης δύναμη-ταχύτητα (Kaneko et al., 1983, McBride et al., 2002). Η θεωρία πίσω από τη χρήση του συνδυασμού των φορτίων σε ένα προπονητικό πρόγραμμα ισχύος είναι να στοχεύσει όλες τις περιοχές της σχέσης δύναμη-ταχύτητα σε μια προσπάθεια να αυξήσει τις προσαρμογές στην απόδοση της ισχύος σε όλη την καμπύλη. Η έρευνα έχει αποδείξει ότι σημαντικές

βελτιώσεις στην απόδοση μέγιστης ισχύος εμφανίζονται ύστερα από προπόνηση με συνδυασμό των φορτίων (Cormie et al., 2007b, Adams et al., 1992, Harris et al., 2000). Επιπλέον, τα αποτελέσματα από αυτές τις έρευνες δείχνουν ότι οι βελτιώσεις της μέγιστης ισχύος και της αθλητικής απόδοσης είναι πιο έντονες με προπονητικό πρόγραμμα που συνδυάζει ελαφριά με βαριά φορτία σε σύγκριση με τα προγράμματα που περιλαμβάνουν το ένα από τα δύο μόνο ή άλλο συνδυασμό φορτίων. Ωστόσο αυτές οι μελέτες δεν ελέγχουν το συνολικό έργο που ολοκληρώνεται από διάφορες ομάδες και έτσι είναι δύσκολο να οριοθετηθούν κατά πόσο οι παράμετροι των φορτίων ή οι διαφορές στο συνολικό έργο είναι αυτά που συμβάλλουν σε αυτές τις παρατηρήσεις.

Κεφάλαιο III

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1. Ερευνητικός σχεδιασμός

Η πειραματική διαδικασία διήρκησε 6 εβδομάδες. Επτά με δέκα μέρες πριν την έναρξη του προπονητικού προγράμματος οι δοκιμαζόμενοι εξοικειώθηκαν με τις διαδικασίες μέτρησης και προπόνησης. Στη συνέχεια έγιναν οι αρχικές μετρήσεις και ακολούθησε η προπονητική παρέμβαση διάρκειας έξι εβδομάδων (18 προπονητικές μονάδες) στην πειραματική ομάδα, με επαναξιολόγηση μετά από τρεις εβδομάδες και μετά την ολοκλήρωση της προπονητικής παρέμβασης (Πίνακας 3.1).



Πίνακας 3.1. Γενικός Ερευνητικός Σχεδιασμός.

3.2. Περιγραφή δοκιμαζόμενων

Στην έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά 16 άρρενες φοιτητές του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Τα κριτήρια για την επιλογή των δοκιμαζομένων ήταν τα εξής:

α) Να είναι υγιείς και να μην έχουν πρόσφατα μυοσκελετικά προβλήματα που μπορεί να εμποδίσουν τη συμμετοχή τους στην προπονητική διαδικασία

β) Να απέχουν από εξειδικευμένη προπόνηση δύναμης και ισχύος για τουλάχιστον 2 χρόνια και

γ) Να μην έχουν πρόσφατο τραυματισμό ή προβλήματα υγείας που να τους εμποδίσουν στην πειραματική διαδικασία.

Οι δοκιμαζόμενοι αφού ενημερώθηκαν για το σκοπό της έρευνας υπέγραψαν έντυπο συγκατάθεσης, το οποίο τους πληροφόρησε για όλη τη διαδικασία της έρευνας καθώς και ότι είχαν την ελευθερία να αποχωρήσουν από την έρευνα όποτε το επιθυμούσαν.

Στη συνέχεια οι εθελοντές χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες, την ομάδα ελέγχου (N=8) και την πειραματική ομάδα (N=8).

3.3. Παρεμβατικό πρόγραμμα

Το πρόγραμμα προπόνησης διήρκησε έξι εβδομάδες και πραγματοποιήθηκαν 18 προπονητικές μονάδες (3 φορές την εβδομάδα).

Οι δοκιμαζόμενοι που σχημάτισαν την ομάδα ελέγχου, μετά το τέλος των αρχικών δοκιμασιών επέστρεψαν στις καθημερινές τους δραστηριότητες και επαναξιολογήθηκαν στις τελικές μετρήσεις.

Οι δοκιμαζόμενοι που σχημάτισαν την πειραματική ομάδα, ακολούθησαν ένα προπονητικό πρόγραμμα όπου η δύο προπονητικές μονάδες της εβδομάδας αποτελούταν από την άσκηση του ημικάθισματος με επιβάρυνση στο 65-70% της 1ΜΑΕ με πλειομετρική συστολή όπου οι συμμετέχοντες ξεκινούσαν από την όρθια θέση και κατέβαιναν έως ότου η γωνία στο γόνατο φτάσει στις 90°. Εκτέλεσαν 6 σειρές των 2 επαναλήψεων με διάλειμμα 4 λεπτά. Στο 1^ο, 2^ο και 3^ο λεπτό του κάθε διαλείμματος εκτελούσαν ένα μέγιστο άλμα με προδιάταση (CMJ).

Η άλλη προπονητική μονάδα της εβδομάδας αποτελούταν από την άσκηση του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα και επιβάρυνση στο 30% της 1ΜΑΕ. Εκτελούσαν 6 σετ των 4 επαναλήψεων με διάλειμμα 4 λεπτά. Στο 1^ο, 2^ο και 3^ο λεπτό του κάθε διαλείμματος εκτελούσαν ένα μέγιστο άλμα με προδιάταση (CMJ).

Μετά την ολοκλήρωση των 9 προπονητικών μονάδων καθώς και στο τέλος της παρεμβατικής περιόδου έγινε επαναξιολόγηση των δοκιμασιών.

3.4. Περιγραφή των οργάνων μέτρησης

Για την αξιολόγηση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά τύπου Seca 700 Ergogenic Advanced Medical Technology. Η συσχέτιση μεταξύ του φορτίου ζύγισης με την ένδειξη της ζυγαριάς έχει μετρηθεί στο εργαστήριο ($r=1$, Zaras, 2011).

Το σωματικό ανάστημα μετρήθηκε με εξειδικευμένο αναστημόμετρο με ακρίβεια εκατοστού τύπου Charder HM-200P Portstad. Η αξιοπιστία του οποίου είναι ICC=0,98 μετά από μετρήσεις κατά την διάρκεια των πιλοτικών μετρήσεων.

Για την αξιολόγηση της λιπώδους μάζας χρησιμοποιήθηκε δερματοπτυχόμετρο Harpenden Skinfold Caliper (British Indicators Ltd, UK) και θα μετρηθούν επτά δερματοπτυχές. Η εγκυρότητα στην πρόβλεψη της τιμής του ποσοστού λίπους έχει μετρηθεί από τους Jackson και Pollock (1978) έναντι της μεθόδου της υποβρύχιας ζύγισης. ($R=0.917$).

Για την αξιολόγηση του άλιπου όγκου των κάτω άκρων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Jones και Pearson (1969), η εγκυρότητα της οποίας έχει μετρηθεί από τους ίδιους έναντι της μεθόδου της υποβρύχιας ζύγισης και των ακτίνων X ($R=0.98$, $R=0.94$ αντίστοιχα). Η αξιοπιστία της συγκεκριμένης μεθόδου έχει μετρηθεί από τους Winter και συνεργάτες (1991) επαναλαμβάνοντας τη μέτρηση σε αρρένες ($R=0.993$) με συντελεστή μεταβλητότητας 1.2%.

Τα κατακόρυφα άλματα μετρήθηκαν με το οπτικό σύστημα μέτρησης (1/10000δευτ.) Optojump next (Microgate, Italy). Η εγκυρότητα έχει μετρηθεί σε σύγκριση με μια δυναμοπλατφόρμα (Kistler), στις ασκήσεις του ημικαθίσματος με άλμα και του άλματος με προδιάταση με και χωρίς κίνηση των χεριών ($R=0.997$, $R=0.998$, $R=0.998$ αντίστοιχα). Η αξιοπιστία μετρήθηκε επαναλαμβάνοντας τις μετρήσεις στις ίδιες ασκήσεις ($R=0.982$, $R=0.989$, $R=0.984$ αντίστοιχα) με συντελεστές μεταβλητότητας 3.1%, 2.2% και 2.8% αντίστοιχα (Glatthorn et al., 2011).

Για την αξιολόγηση της μέγιστης δύναμης (1MAE) χρησιμοποιήθηκε Ολυμπιακή μπάρα και το φορτίο που χρησιμοποιήθηκε ήταν Ολυμπιακοί δίσκοι της άρσης βαρών, τύπου Eleiko και Uesaka. Η ασφάλεια των συμμετεχόντων διασφαλίστηκε με την χρησιμοποίηση ειδικού κλωβού άρσης βαρών. Η αξιολόγηση της μέγιστης δύναμης στο ημικάθισμα σύμφωνα με τους Terzis et al. (2010) έχει δείκτη αξιοπιστίας ICC=0.92. Η εγκυρότητα της αξιολόγησης έχει μετρηθεί σε ισοκινητικό δυναμόμετρο ($R=0.83$) (Verdijk et al., 2009)

Η μέτρηση της κατακόρυφης δύναμης αντίδρασης του εδάφους έγινε με ένα ηλεκτρονικό φορητό δυναμοδάπεδο KYOWA τύπου PCD320A με δειγματοληψία 1000 Hz. Η αξιοπιστία της μέτρησης της μέγιστης δύναμης και του χρόνου πτήσης κατά την εκτέλεση ημικαθίσματος-άλματος με διαφορετικές επιβαρύνσεις (0-65% της 1MAE) είναι υψηλή (ICC: 0,96-0,99).

Για τον προσδιορισμό της γωνίας 90 μοιρών μεταξύ μηρών και κνήμης χρησιμοποιήθηκε γωνιόμετρο τύπου Baseline. Η αξιοπιστία της μέτρησης

κατά τη διάρκεια των πιλοτικών μετρήσεων βρέθηκε να είναι υψηλή (ICC=0.96)

Για τις δοκιμασίες και την προπόνηση χρησιμοποιήθηκε το μηχάνημα Smith της εταιρίας Super Sport με κινούμενη μπάρα φορτίου 20 κιλών και ειδικό προστατευτικό για τον αυχένα ώστε να αποφευχθεί τυχόν τραυματισμός στους δοκιμαζόμενους από τις δοκιμασίες και την προπόνηση.

3.5. Περιγραφή των δοκιμασιών

Όλες οι δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν στις εγκαταστάσεις του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Οι μετρήσεις παρουσιάζονται αναλυτικά στα παρακάτω υποκεφάλαια.

3.5.1. Προθέρμανση

Η προθέρμανση περιελάμβανε τρέξιμο ή ποδήλατο χαμηλής έντασης με 60% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας η οποία αντιστοιχεί στο 40% της $VO_2\max$ (Karlsson et. al., 1971; Dolan et. al., 1984; Bishop, 2003) για 5 λεπτά και δυναμικές διατάσεις για 5 λεπτά. Οι δυναμικές διατάσεις του μυϊκού συστήματος των κάτω άκρων που χρησιμοποιήσαν αφορούσαν τις μυϊκές ομάδες που συμμετείχαν στο άλμα (δηλ. γαστροκνήμιοι, οπίσθιοι μηριαίοι, γλουτιαίοι, τετρακέφαλοι). Εκτελούσαν 2 σειρές των 8 επαναλήψεων για την κάθε άσκηση για το κάθε μέλος ξεχωριστά (Turki et. al., 2011). Μεταξύ των σειρών παρεμβαλλόταν χρόνος αποκατάστασης 10 δευτερολέπτων.

3.5.2. Εξοικείωση

Οι δοκιμαζόμενοι εξοικειώθηκαν με τις δοκιμασίες πραγματοποιώντας τρεις προπονητικές μονάδες μυϊκής ενδυνάμωσης κάτω άκρων (κατακόρυφο άλμα) πριν από το παρεμβατικό πρόγραμμα.

3.5.3. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά

Κατά τη μέτρηση της σωματικής μάζας οι δοκιμαζόμενοι στέκονταν στο κέντρο του ζυγού με το βάρος του σώματος ισόποσα κατανομημένο και στα δύο πόδια. Οι δοκιμαζόμενοι φορούσαν μόνο σορτς.

Το ανάστημα μετρήθηκε με τους δοκιμαζόμενους να στέκονται πάνω στη βάση του αναστημόμετρου. Κάθε δοκιμαζόμενος στεκόταν όρθιος χωρίς παπούτσια με το βάρος ισόποσα κατανομημένο στα δύο πόδια και τα χέρια να κρέμονται ελεύθερα στα πλάγια. Τα πέλματα (ενωμένα), το κεφάλι (όρθιο), η ωμοπλάτη και οι γλουτοί ακουμπούσαν πίσω στη στήλη του αναστημόμετρου. Το ανάστημα προσδιορίστηκε από την ένδειξη στην κατακόρυφη στήλη του

αναστημόμετρου ύστερα από εφαρμογή-τοποθέτηση της οριζόντιας στήλης του αναστημόμετρου στο κεφάλι του δοκιμαζόμενου.

3.5.4. Κατακόρυφα άλματα με και χωρίς εξωτερική επιβάρυνση

Προηγούταν προθέρμανση και έπειτα από 5 λεπτά ανάπαυσης, ο κάθε δοκιμαζόμενος εκτελούσε μέγιστο κατακόρυφο άλμα, στο οπτικό σύστημα μέτρησης, ξεκινώντας από τη θέση του ημικαθίσματος και προσγειωνόταν με τις μύτες των ποδιών του στο σημείο από όπου ξεκίνησε το άλμα (μέσα στα όρια του συστήματος). Ο κορμός ήταν όρθιος, τα γόνατα σε κάμψη 90° και κρατούσε μια μπάρα στους ώμους του. Η γωνία των 90° μετρήθηκε με γωνιόμετρο και για τον κάθε δοκιμαζόμενο θα τοποθετούταν ένας ελαστικός ιμάντας κάτω από τους γοφούς τους στο ύψος που θα έπρεπε να κατεβαίνει η λεκάνη (Kirby et al., 2011). Το κατακόρυφο άλμα εκτελούνταν με 5 διαφορετικές επιβαρύνσεις: μόνο με τη σωματική μάζα (πλαστική μπάρα στους ώμους), με το 15%, 30%, 45%, 65% της μιας μέγιστης επανάληψης του κάθε δοκιμαζόμενου. Οι δοκιμαζόμενοι λάμβαναν οδηγίες και ενθαρρύνονταν να κινηθούν προς τα πάνω όσο πιο γρήγορα μπορούσαν ώστε να επιτύχουν το μέγιστο δυνατό άλμα σε κάθε προσπάθεια. Η μπάρα έπρεπε να είναι στους ώμους καθ' όλη τη διάρκεια της εκτέλεσης για να μετρηθεί ως έγκυρη η προσπάθεια. Δόθηκαν δύο προσπάθειες για την κάθε επιβάρυνση με τρία λεπτά διάλειμμα μεταξύ των προσπαθειών (Cormie et al., 2007b). Καταγράφηκε η δύναμη αντίδρασης του εδάφους καθώς και ο χρόνος πτήσης από τον οποίο υπολογίστηκε και το ύψος του κατακόρυφου άλματος σύμφωνα με τον τύπο: $y_{flight} = y_{peak} - y_{take-off} = v_{take-off}^2/2g$ (Linthorn, 2001).

Ταυτόχρονα και στις άκρες του δυναμοδαπέδου τοποθετήθηκε το σύστημα Ortojump, και καταγράφηκε ο χρόνος πτήσης του κατακόρυφου άλματος.

3.5.5. Μέγιστη δύναμη (1MAE)

Για την αξιολόγηση της μέγιστης δύναμης ο δοκιμαζόμενος από την όρθια θέση έπαιρνε την μπάρα με το φορτίο στους ώμους και με τη βοήθεια των βοηθών εκτελούσε κάθισμα μέχρι την κάμψη των γονάτων στις 90° (μέχρι οι γοφοί του να ακουμπήσουν τον ελαστικό ιμάντα). Από εκεί πίεζε το φορτίο μέχρι την όρθια θέση. Μετά από τη γενική προθέρμανση που περιγράφηκε παραπάνω, εκτελούσαν 2 σειρές ως προθέρμανση με το 50% και 70% της προβλεπόμενης μέγιστης επανάληψης με 8 και 3 επαναλήψεις αντίστοιχα και διάλειμμα 1 λεπτού (Prestes et al., 2009). Έπειτα από 3 λεπτά εκτελούσαν 3-5 προσπάθειες για τον προσδιορισμό της μέγιστης δύναμης, με διάλειμμα 3 έως 5 λεπτών.

3.6. Διαδικασία κυρίως μετρήσεων

Η αξιολόγηση των δοκιμαζόμενων αξιολογήθηκε σε δυο μέρες. Πριν από κάθε αξιολόγηση προηγούταν η καθορισμένη προθέρμανση και ακολουθούσαν 5 λεπτά αποκατάστασης. Η πρώτη μέρα περιελάμβανε τα σωματομετρικά και την αξιολόγηση της μέγιστης δύναμης. Η δεύτερη μέρα περιελάμβανε τις δυναμομετρήσεις και τη μέτρηση της αλτικής ικανότητας στην κίνηση ημικάθισμα-άλμα με επιβαρύνσεις από 0-65%. Η πρώτη από τη δεύτερη μέρα απείχε τουλάχιστον 48 ώρες. Οι ενδιάμεσες και τελικές μετρήσεις απείχαν 72 ώρες από την τελευταία προπόνηση.

3.7. Στατιστική Ανάλυση

Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν περιγραφικά στατιστικά, μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις των μεταβλητών. Έγινε ανάλυση διασποράς επαναλαμβανόμενων μετρήσεων με τρεις κατευθύνσεις (3-way ANOVA, ομάδα x χρονικό σημείο x επιβάρυνση) και στη συνέχεια οι διαφορές μεταξύ μέσων όρων ελέγχθηκαν με το Tukey post-hoc τεστ. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο Statistica version 9.1. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0.05$.

Κεφάλαιο IV

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα σωματικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζομένων, πριν και μετά το παρεμβατικό πρόγραμμα. Η σωματική μάζα, εκφρασμένη σε κιλά (kg), το σωματικό ύψος, εκφρασμένο σε μέτρα (m), ο άλιπος όγκος των κάτω άκρων, εκφρασμένος σε λίτρα (litres) και το σωματικό λίπος. Βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στον άλιπο όγκο των κάτω άκρων (Πίνακας 4.1).

Πίνακας 4.1. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά δοκιμαζομένων (πειραματικής και ελέγχου)

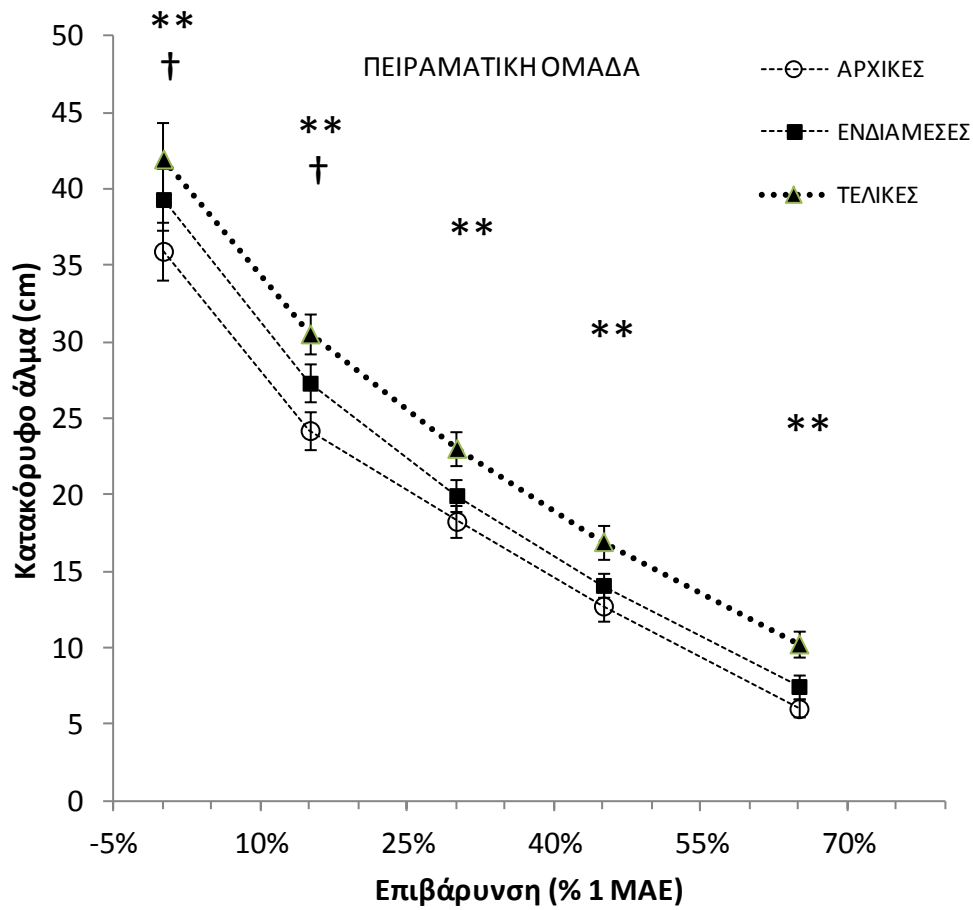
	Σωματική μάζα (kg)		Σωματικό ύψος (m)		Άλιπος όγκος (litres)		Σωματικό λίπος (%)	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
Πειραματική ομάδα	78,6	77,9	1,78	1,78	8,1	8,5*	8,9	7,9
	±7,7	±7,7	±0,05	±0,05	±0,7	±0,8	±2,3	±1,2
Ομάδα ελέγχου	70,0	69,8	1,70	1,70	6,4	6,4	8,5	8,1
	±10,1	±10,1	±0,08	±0,08	±0,4	±0,5	±2,9	±2,8

*:p<0,05, σε σύγκριση με ΠΡΙΝ

4.2. Κατακόρυφα άλματα με και χωρίς εξωτερική επιβάρυνση

Το κατακόρυφο άλμα εκτελούνταν με 5 διαφορετικές επιβαρύνσεις: μόνο με τη σωματική μάζα (πλαστική μπάρα στους ώμους), με το 15%, 30%, 45%, 65% της μιας μέγιστης επανάληψης του κάθε δοκιμαζόμενου. Στο σχήμα 4.1 φαίνεται το ύψος του κατακόρυφου άλματος με τις διαφορετικές εξωτερικές επιβαρύνσεις για την πειραματική ομάδα, πριν το παρεμβατικό πρόγραμμα, μετά από 3 εβδομάδες και μετά από 6 εβδομάδες. Στο σχήμα 4.2 παρουσιάζεται το ύψος του κατακόρυφου άλματος, για την ομάδα ελέγχου κατά τις αρχικές, ενδιάμεσες και τελικές μετρήσεις και στις 5 διαφορετικές επιβαρύνσεις.

Μετά από 3 εβδομάδες το ύψος του κατακόρυφου άλματος αυξήθηκε στην πειραματική ομάδα, μόνο στις δύο μικρότερες επιβαρύνσεις, δηλαδή, με 0% και 15% της 1 MAE, ενώ δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική βελτίωση στις πιο μεγάλες επιβαρύνσεις. Μόνο με τη σωματική μάζα (35,9 ±5,4cm πριν, 39,3±5,8cm μετά, $p<0,01$), με το 15% της μιας μέγιστης επανάληψης (24,2±3,4cm πριν, 27,3±3,4cm μετά, $p<0,01$). Αντίθετα δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στο κατακόρυφο άλμα πριν και μετά από 3 εβδομάδες προπονητικής παρέμβασης όταν οι δοκιμαζόμενοι έκαναν άλματα με το 30% της μιας μέγιστης επανάληψης (18,3±2,8cm πριν, 19,9±2,8cm μετά, $p=0,07$), με το 45% της μέγιστης δύναμης (12,7±2,7cm πριν, 14,1±2,1cm μετά, $p=0,41$) καθώς και με το 65% της μιας μέγιστης επανάληψης (6,05±1,6cm πριν, 7,5±2,1cm μετά, $p=0,27$). Μετά από 6 εβδομάδες προπόνησης, το κατακόρυφο άλμα αυξήθηκε στατιστικά σημαντικά στην πειραματική ομάδα σε όλες τις επιβαρύνσεις σε σύγκριση με τις αρχικές τιμές πριν την έναρξη της προπόνησης ($p<0,01$). Μόνο με τη σωματική μάζα (35,9 ±5,4cm πριν, 42,3±6,8cm μετά, $p<0,01$), με το 15% της μιας μέγιστης επανάληψης (24,2±3,4cm πριν, 30,6±3,7cm μετά, $p<0,01$), με το 30% της μιας μέγιστης επανάληψης (18,3±2,8cm πριν, 23,1±3,1cm μετά, $p<0,01$), με το 45% της μέγιστης δύναμης (12,7±2,7cm πριν, 17±3,2cm μετά, $p<0,01$) καθώς και με το 65% της μιας μέγιστης επανάληψης (6,05±1,6cm πριν, 10,3±3,4cm μετά, $p<0,01$). (Σχήμα 4.1).

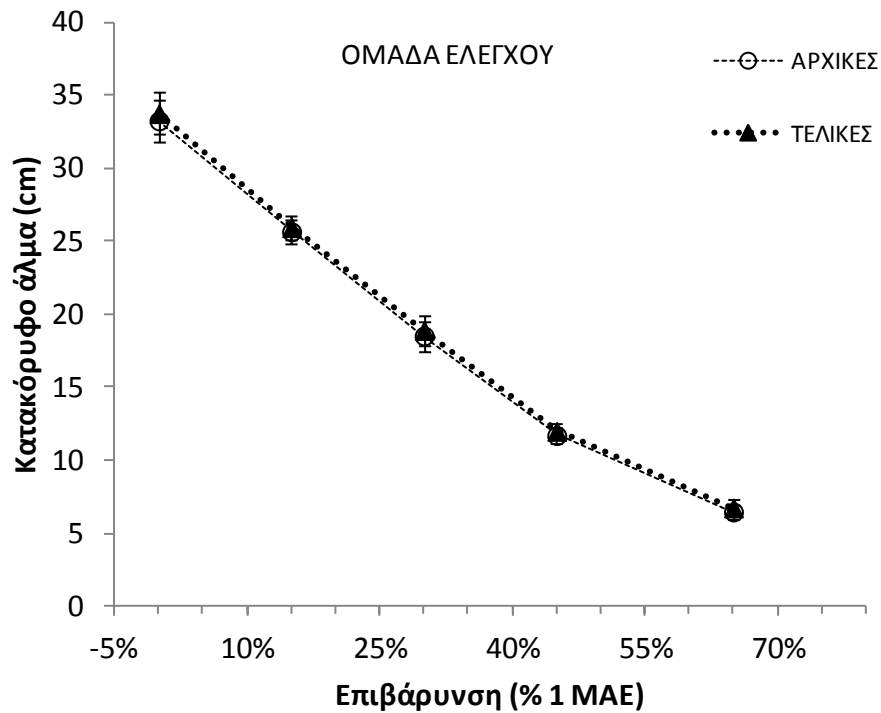


Σχήμα 4.1. Ύψος κατακόρυφου άλματος (cm) -για την πειραματική ομάδα- με διαφορετικές επιβαρύνσεις (εκφρασμένες ως ποσοστό της μέγιστης δύναμης-1ΜΑΕ).

† : $p < 0.01$ μεταξύ της ΑΡΧΙΚΗΣ και της ΕΝΔΙΑΜΕΣΗΣ μέτρησης στην αντίστοιχη επιβάρυνση.

** : $p < 0.01$ μεταξύ της ΑΡΧΙΚΗΣ και της ΤΕΛΙΚΗΣ και μεταξύ της ΕΝΔΙΑΜΕΣΗΣ και της ΤΕΛΙΚΗΣ μέτρησης στην αντίστοιχη επιβάρυνση.

Το ύψος του κατακόρυφου άλματος δε βελτιώθηκε στατιστικά σημαντικά στην ομάδα ελέγχου και με τις 5 διαφορετικές επιβαρύνσεις. (Σχήμα 4.2).

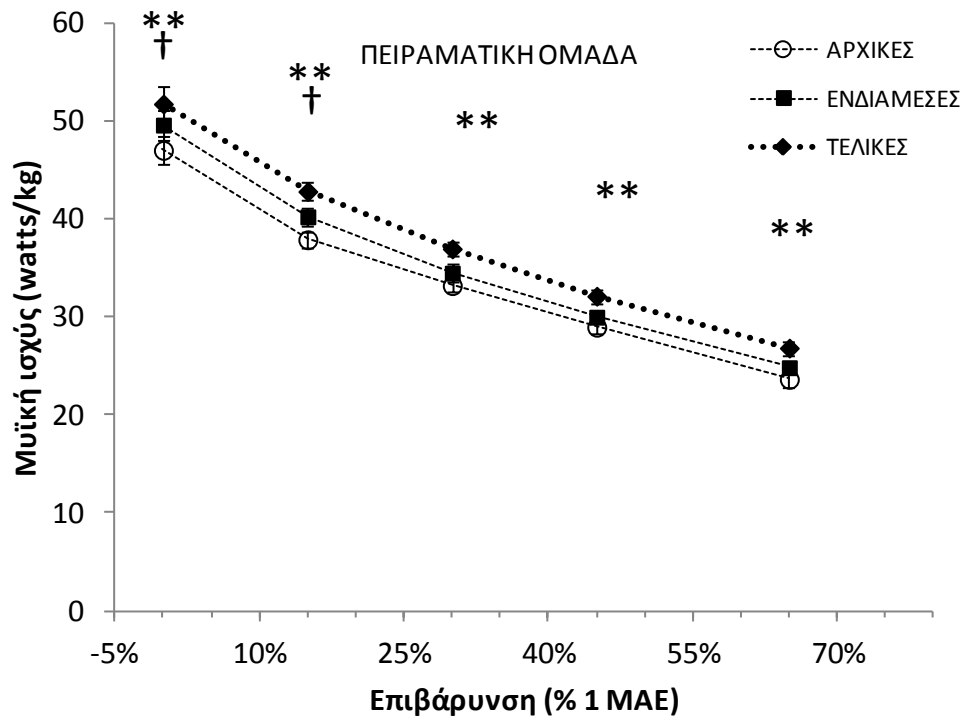


Σχήμα 4.2. Ύψος κατακόρυφου άλματος (cm) -για την ομάδα ελέγχου- με διαφορετικές επιβαρύνσεις (εκφρασμένες ως ποσοστό της μέγιστης δύναμης-1ΜΑΕ).

4.3. Μυϊκή ισχύς

Η αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος εκφρασμένη σε W/kg μετρήθηκε και στις 5 επιβαρύνσεις (μόνο με τη σωματική μάζα, με το 15%, 30%, 45%, 65% της μιας μέγιστης επανάληψης του κάθε δοκιμαζόμενου). Στο σχήμα 4.3 φαίνεται η μυϊκή ισχύς με τις διαφορετικές εξωτερικές επιβαρύνσεις κατά την άσκηση του κατακόρυφου άλματος για την πειραματική ομάδα, πριν το παρεμβατικό πρόγραμμα μετά από 3 εβδομάδες και μετά από 6 εβδομάδες. Στο σχήμα 4.4 παρουσιάζεται η μυϊκή ισχύς, για την ομάδα ελέγχου κατά τις αρχικές, ενδιάμεσες και τελικές μετρήσεις και στις 5 διαφορετικές επιβαρύνσεις.

Μετά από 3 εβδομάδες η ισχύς βελτιώθηκε στατιστικά σημαντικά στην πειραματική ομάδα, μόνο στις δύο μικρότερες επιβαρύνσεις, δηλαδή, με 0% και 15% της 1 MAE, ενώ δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική βελτίωση στις πιο μεγάλες επιβαρύνσεις. Μόνο με τη σωματική μάζα ($47,1 \pm 4,17$ W/kg πριν, $49,7 \pm 4,5$ W/kg μετά, $p < 0,01$), με το 15% της μιας μέγιστης επανάληψης ($38,0 \pm 2,4$ W/kg πριν, $40,3 \pm 2,5$ W/kg μετά, $p < 0,01$). Αντίθετα δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στη μυϊκή ισχύ πριν και μετά από 3 εβδομάδες προπονητικής παρέμβασης όταν οι δοκιμαζόμενοι έκαναν άλματα με το 30% της μιας μέγιστης επανάληψης ($33,3 \pm 2,2$ W/kg πριν, $34,6 \pm 2,4$ W/kg μετά, $p = 0,07$), με το 45% της μέγιστης δύναμης ($29,0 \pm 1,7$ W/kg πριν, $30,1 \pm 1,5$ W/kg μετά, $p = 0,41$) καθώς και με το 65% της μιας μέγιστης επανάληψης ($23,7 \pm 2,3$ W/kg πριν, $24,9 \pm 1,7$ W/kg μετά, $p = 0,27$). Μετά από 6 εβδομάδες προπόνησης, η μυϊκή ισχύς βελτιώθηκε στατιστικά σημαντικά στην πειραματική ομάδα σε όλες τις επιβαρύνσεις σε σύγκριση με τις αρχικές τιμές πριν την έναρξη της προπόνησης ($p < 0,01$). Μόνο με τη σωματική μάζα ($47,1 \pm 4,2$ W/kg πριν, $51,8 \pm 5,2$ W/kg μετά, $p < 0,01$), με το 15% της μιας μέγιστης επανάληψης ($38,0 \pm 2,4$ W/kg πριν, $42,9 \pm 2,8$ W/kg μετά, $p < 0,01$), με το 30% της μιας μέγιστης επανάληψης ($33,3 \pm 2,2$ W/kg πριν, $37,0 \pm 1,9$ W/kg μετά, $p < 0,01$), με το 45% της μέγιστης δύναμης ($29,0 \pm 1,7$ W/kg πριν, $32,2 \pm 2,1$ W/kg μετά, $p < 0,01$) καθώς και με το 65% της μιας μέγιστης επανάληψης ($23,7 \pm 2,3$ W/kg πριν, $26,9 \pm 2,0$ W/kg μετά, $p < 0,01$). (Σχήμα 4.3).

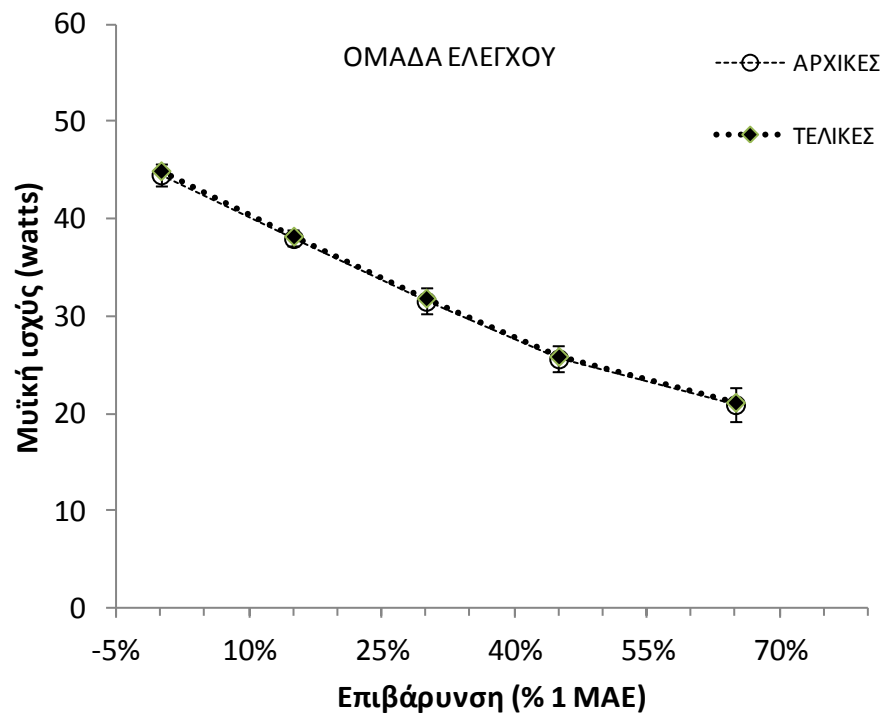


Σχήμα 4.3. Μυϊκή ισχύς (W/kg) -για την πειραματική ομάδα- με διαφορετικές επιβαρύνσεις (εκφρασμένες ως ποσοστό της μέγιστης δύναμης- 1ΜΑΕ).

† : $p < 0.01$ μεταξύ της ΑΡΧΙΚΗΣ και της ΕΝΔΙΑΜΕΣΗΣ μέτρησης στην αντίστοιχη επιβάρυνση.

** : $p < 0.01$ μεταξύ της ΑΡΧΙΚΗΣ και της ΤΕΛΙΚΗΣ και μεταξύ της ΕΝΔΙΑΜΕΣΗΣ και της ΤΕΛΙΚΗΣ μέτρησης στην αντίστοιχη επιβάρυνση.

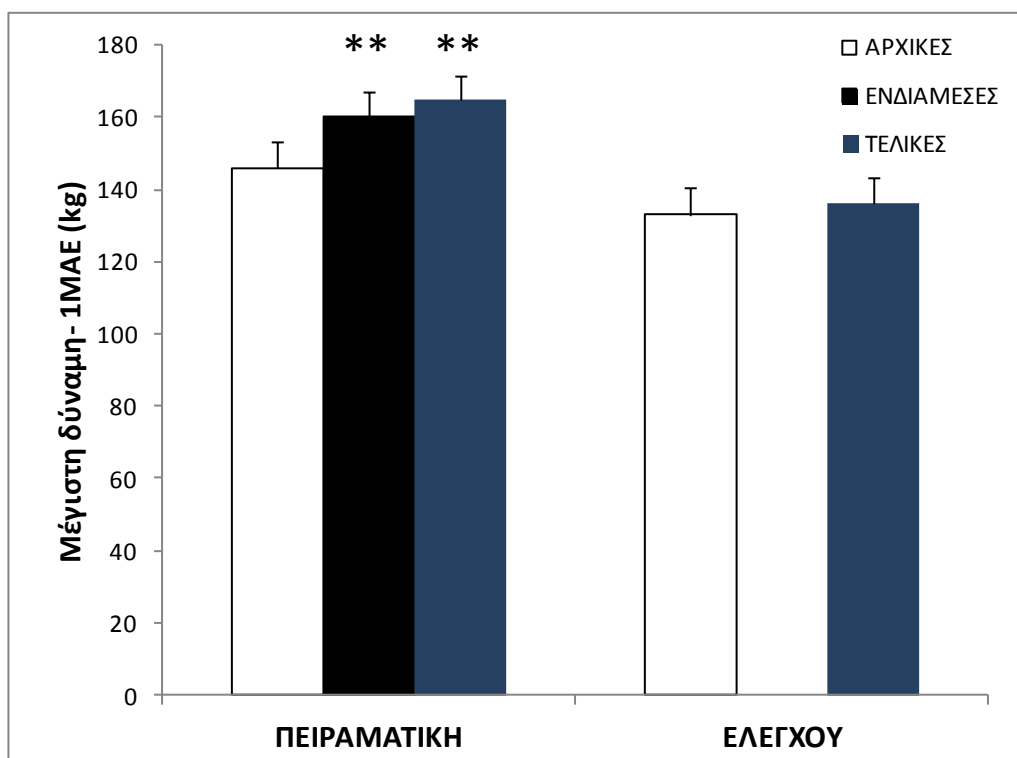
Η ισχύς δε βελτιώθηκε στατιστικά σημαντικά στην ομάδα ελέγχου και με τις 5 διαφορετικές επιβαρύνσεις. (Σχήμα 4.4).



Σχήμα 4.4. Μυϊκή ισχύς (W/kg) -για την ομάδα ελέγχου- με διαφορετικές επιβαρύνσεις (εκφρασμένες ως ποσοστό της μέγιστης δύναμης- 1MAE).

4.4. Μέγιστη δύναμη (1ΜΑΕ)

Η μέγιστη δύναμη αξιολογήθηκε στην άσκηση του ημικαθίσματος. Στην πειραματική ομάδα η μέγιστη δύναμη βελτιώθηκε στατιστικά σημαντικά μετά από 3 εβδομάδες προπόνησης (από 146 ± 9 kg στα 160 ± 7 kg, $p < 0,01$), ενώ δεν υπήρξε περαιτέρω βελτίωση μετά από 6 εβδομάδες προπόνησης (166 ± 7 kg). Στην ομάδα ελέγχου δε βρέθηκε να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά (133 ± 21 kg πριν, 136 ± 21 kg μετά) (Σχήμα 4.5).



Σχήμα 4.5. Αξιολόγηση μέγιστης δύναμης (kg) στην άσκηση του ημικαθίσματος, για την πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου. ** : $p < 0.01$ από την αντίστοιχη τιμή αρχικών ενδιάμεσων και τελικών μετρήσεων.

Κεφάλαιο V

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνήσει την επίδραση της συνδυαστικής μεθόδου προπόνησης με πλειομετρικές και βαλλιστικές ασκήσεις για έξι εβδομάδες, στην κατακόρυφη αλτικότητα, τη μέγιστη δύναμη και τη μέγιστη ισχύ.

Το κύριο εύρημα της παρούσας μελέτης είναι ότι το κατακόρυφο άλμα και η μέγιστη ισχύς αυξήθηκαν στατιστικά σημαντικά κατά 10-12% μετά από 3 εβδομάδες προπονητικής παρέμβασης στην πειραματική ομάδα, χωρίς να υπάρχει καμία διαφορά στην ομάδα ελέγχου. Σημαντικό στοιχείο είναι ότι η βελτίωση του κατακόρυφου άλματος χωρίς και με εξωτερική επιβάρυνση περιορίστηκε στις δύο μικρότερες επιβαρύνσεις (δηλ. με επιβαρύνσεις 0% και 15% της 1MAE), μετά από 3 εβδομάδες προπόνησης, ενώ για τις επιβαρύνσεις 30%, 45% και 65% της μίας μέγιστης επανάληψης παρατηρήθηκε βελτίωση στο κατακόρυφο άλμα κατά 2cm περίπου η οποία όμως δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($p= 0,08-0,11$). Παράλληλα με τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος και του κατακόρυφου άλματος, παρατηρήθηκε αύξηση της μέγιστης δύναμης στην άσκηση ημικάθισμα με μπάρα στους ώμους. Η βελτίωση της μέγιστης δύναμης στην πειραματική ομάδα ήταν 10,3%, μετά από 3 εβδομάδες ενώ δεν υπήρξε περαιτέρω βελτίωση μετά από 6 εβδομάδες προπόνησης. Στην ομάδα ελέγχου δεν υπήρξε καμία στατιστικά σημαντική μεταβολή.

Μετά από 6 εβδομάδες προπόνησης το κατακόρυφο άλμα και η μέγιστη ισχύς αυξήθηκαν στατιστικά σημαντικά σε σύγκριση με τις αρχικές μετρήσεις. Πιο συγκεκριμένα το κατακόρυφο άλμα και η μυϊκή ισχύς αυξήθηκαν στατιστικά σημαντικά στην πειραματική ομάδα σε όλες τις επιβαρύνσεις κατά 4-6 cm και 3-4 W/kg, αντίστοιχα σε σύγκριση με τις αρχικές τιμές πριν την έναρξη της προπόνησης ($p<0,01$).

Ένα σημαντικό εύρημα της παρούσας εργασίας είναι ότι η βελτίωση στη μυϊκή ισχύ και στο κατακόρυφο άλμα εμφανίστηκαν μόλις μετά από 3 εβδομάδες προπόνησης (9 προπονητικές συνεδρίες). Αντίστοιχη βελτίωση της μυϊκής ισχύος μετά από βαλλιστική και πλειομετρική προπόνηση έχει βρεθεί σε προηγούμενες εργασίες (Cormie et al., 2010, McBride et al., 2002). Οι εργασίες αυτές όμως ερευνούν την προπόνηση μετά από 8-12 εβδομάδες. Συνεπώς, η παρούσα έρευνα είναι η πρώτη που δείχνει σημαντική βελτίωση του κατακόρυφου άλματος και της μυϊκής ισχύος σε ένα εύρος επιβαρύνσεων (0-65% 1MAE), σε τόσο σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στην χρήση της συγκεκριμένης «νέας» πλειομετρικής άσκησης που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη, η οποία περιλάμβανε γρήγορο κατέβασμα και απότομο σταμάτημα όταν η γωνία του γονάτου έφτανε στις 90°. Μια από τις θεωρίες που μπορεί να ερμηνεύσει τη βελτίωση του κατακόρυφου άλματος και μετά από προπόνηση με αντιστάσεις είναι η αύξηση της ικανότητας παραγωγής δύναμης στην αρχή της μειομετρικής

φάσης στο άλμα (Kraemer and Newton, 2000, Cormie et al., 2010, Newton et al., 1999, Potach and Chu 2002). Έτσι, είναι πιθανόν η βελτίωση της μέγιστης δύναμης κατά 10,3% στην παρούσα εργασία να συνδέεται με την αυξημένη μυϊκή ισχύ και το βελτιωμένο κατακόρυφο άλμα. Παρόλα αυτά, η επίδραση της αυξημένης μυϊκής δύναμης στο κατακόρυφο άλμα με επιβάρυνση θα αναμένονταν να ήταν μεγαλύτερη στις μεγαλύτερες επιβαρύνσεις (π.χ. 65% 1MAE), πράγμα το οποίο δεν παρατηρήθηκε στην παρούσα έρευνα. Αντίθετα, η βελτίωση της ισχύος στις μικρές επιβαρύνσεις δείχνει ότι πιθανότατα αυξήθηκε ο ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης, παράμετρος η οποία φαίνεται να είναι πιο σημαντική για την επίδοση στο κατακόρυφο άλμα (McLellan et al., 2011).

Ένας άλλος, μηχανισμός για τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος κατά το κατακόρυφο άλμα με και χωρίς επιβάρυνση είναι η αυξημένη νευρική ενεργοποίηση σε συνδυασμό με αυξημένη μυϊκή «σκληρότητα», τα οποία έχουν παρατηρηθεί κυρίως μετά από πλειομετρική προπόνηση (Schmidtbleicher, 1988). Η αύξηση της μυϊκής σκληρότητας έχει ως αποτέλεσμα την γρηγορότερη παραγωγή δύναμης και μπορεί να συνδέεται με τη βελτίωση της αλτικότητας μετά από πλειομετρική προπόνηση (Fouré et al., 2011). Επιπρόσθετα, η πλειομετρική προπόνηση μπορεί να μειώσει τη νευρική αναχαίτιση που προέρχεται από τα τενόντια όργανα Golgi, και να αυξήσει την ικανότητα παραγωγής δύναμης ανεξάρτητα από άλλες νευρικές ή μυϊκές προσαρμογές (Gabriel et al., 2006).

Η αυξημένη νευρική ενεργοποίηση περιλαμβάνει επιστράτευση και συγχρονισμό περισσότερων κινητικών μονάδων, οι οποίες παράγουν συνολικά περισσότερη μυϊκή δύναμη και σε συντομότερο χρονικό διάστημα (δηλαδή, βελτίωση του ρυθμού ανάπτυξης δύναμης). Έχει διατυπωθεί η υπόθεση ότι ο συγχρονισμός αυξάνει την παραγωγή της δύναμης και επηρεάζει θετικά το ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης (Semmler & Enoka, 2000). Ένδειξη για την ύπαρξη νευρομυϊκών προσαρμογών αποτελεί η βελτίωση της μυϊκής δύναμης. Δυστυχώς, οι νευρικές προσαρμογές δεν αξιολογήθηκαν στην παρούσα μελέτη, αλλά έγινε εκτίμηση της μυϊκής υπερτροφίας μέσω της μέτρησης του άλιπου όγκου των κάτω άκρων. Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντική αύξηση του άλιπου όγκου των κάτω άκρων κατά 4.8%. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι ένα μέρος της βελτίωσης της μυϊκής ισχύος πιθανώς να οφείλεται στην αύξηση της δύναμης και της ισχύος μέσω μυϊκής υπερτροφίας (Vissing et al., 2008). Αν και η σχετική συνεισφορά της υπερτροφίας και των νευρικών προσαρμογών στην αύξηση της ισχύος δεν μπορεί να ποσοτικοποιηθεί από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, οι νευρικές προσαρμογές είναι σημαντικές δεδομένου ότι το κατακόρυφο άλμα και η ισχύς βελτιώθηκαν κατά πολύ μεγαλύτερο ποσοστό σε σύγκριση με την αύξηση του άλιπου όγκου των κάτω άκρων. Σύμφωνα με έρευνα των Sale και συνεργατών (1983), οι νευρικές προσαρμογές είναι πολύ μεγαλύτερες σε μέτρια γυμνασμένους δοκιμαζόμενους σε σύγκριση με αθλητές που γυμνάζονται συστηματικά. Η ικανότητα να παραχθεί μέγιστη ισχύς κατά τη διάρκεια μιας κίνησης διέπεται από την ικανότητα του νευρικού συστήματος να ενεργοποιήσει τους κατάλληλους μύες. Το νευρικό σύστημα ρυθμίζει την ενεργοποίηση του μυός κυρίως μέσα από τις μεταβολές στις κινητικές μονάδες

που επιστρατεύονται, στη συχνότητα πυροδότησης, στο συγχρονισμό των κινητικών μονάδων καθώς και στο συντονισμό μεταξύ των μυών. Οι ποιοτικές αυτές μεταβολές έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή μεγαλύτερης δύναμης σε μικρότερο χρόνο, δηλαδή στη βελτίωση του ρυθμού ανάπτυξης δύναμης και συνεπώς της μυϊκής ισχύος και του κατακόρυφου άλματος. Περαιτέρω έρευνα θα αναδείξει ποιος ή ποιοι από τους παραπάνω νευρικούς παράγοντες μεταβάλλονται μετά από την προπόνηση με αυτές τις ασκήσεις.

Η αυξημένη παραγωγή ισχύος κατά την έκκεντρη (μόνο πλειομετρική κίνηση όπως στην παρούσα έρευνα) φάση ίσως επηρεάζει θετικά τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης των συσταλών στοιχείων. Μια αύξηση στο ρυθμό διάτασης (κατά τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης) έχει την ικανότητα να ενισχύσει την αποθήκευση και τη χρησιμοποίηση της ελαστικής ενέργειας (Cormie et al., 2010). Η ελαστική ενέργεια που αποθηκεύεται στα ελαστικά στοιχεία του μυός (τένοντες, περιτονίες), αλλά και σε «ελαστικές» πρωτεΐνες όπως η τιτίνη (Nishikawa et al., 2012). Η συνεισφορά της ελαστικής ενέργειας στην παραγωγή μυϊκής ισχύος κυμαίνεται μεταξύ 10 και 15% (Komi and Bosco, 1978) και ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι μπορεί να αυξηθεί μετά από πλειομετρική προπόνηση (Fourie et al., 2011).

Το παρεμβατικό πρόγραμμα ήταν βασισμένο στην ανάπτυξη ισχύος (μεγάλη ταχύτητα κατά τη διάρκεια των κινήσεων στην προπόνηση) και επομένως τα ευρήματα συμφωνούν με τη βιβλιογραφία η οποία προτείνει τα ελαφριά φορτία λόγω των αυξημένων απαιτήσεων του ρυθμού ανάπτυξης δύναμης και την υψηλή απόδοση ισχύος που συνδέονται με τέτοιες αντιστάσεις (Kaneko et al., 1983, McBride et al., 2002). Ένα μεγάλο μέρος των σχετικών ερευνών έχει δείξει ότι η προπόνηση με βαλλιστικές και/ή πλειομετρικές ασκήσεις με ελαφριά φορτία αυξάνει τη μέγιστη ισχύ και βελτιώνει την αθλητική απόδοση σε αθλητικές κινήσεις που περιλαμβάνουν άλματα, τρέξιμο και ευκινησία (Kaneko et al., 1983, McBride et al., 2002, Cormie et al., 2007b). Η υψηλή ταχύτητα κίνησης, ο ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης και η ισχύς απαιτούν προπόνηση βαλλιστικών και/ή πλειομετρικών ασκήσεων με ελαφριά φορτία αφού θεωρούνται ότι προκαλούν προσαρμογές στο ρυθμό ενεργοποίησης των νευρώνων και στο συντονισμό μεταξύ των μυών που οδηγούν σε βελτιώσεις (McBride et al., 2002, Newton et al., 1999, Cormie et al., 2007b). Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτά τα ευρήματα έχουν σημασία μόνο όταν τα ελαφριά φορτία χρησιμοποιούνται με βαλλιστικές και πλειομετρικές ασκήσεις, όπως και στην παρούσα έρευνα.

Η ικανότητα να παράγεται μέγιστη ισχύς κατά τη διάρκεια μιας κίνησης εξαρτάται από τη συσταλτική ικανότητα του μυός που συμμετέχει. Η συσταλτική ικανότητα ενός μυός επηρεάζεται από μια σειρά μορφολογικών παραγόντων αλλά πρωτίστως από τον τύπο μυϊκών ινών και τα αρχιτεκτονικά του χαρακτηριστικά. Η μεταβολή δηλαδή της σύστασης ή/και της εγκάρσιας διατομής των μυϊκών ινών των συμμετεχόντων μυών αποτελεί άλλη μια πιθανή εξήγηση της βελτίωσης της μυϊκής ισχύος και του κατακόρυφου άλματος. Η Cormie και συνεργάτες (2010) ερεύνησαν την αρχιτεκτονική δομή του μυός μετά από προπόνηση ισχύος 10 εβδομάδων και βρήκαν ότι δεν προκαλεί μεταβολή στο

πάχος του μυός αλλά αλλάζει η γωνία πρόσφυσης των μυϊκών ινών. Οι αλλαγές στην αρχιτεκτονική δομή του μυός μετά από προπόνηση ισχύος χρειάζονται περισσότερη διερεύνηση καθώς δεν υπάρχουν αρκετά βιβλιογραφικά δεδομένα.

Η προπόνηση με αντιστάσεις οδηγεί σε σημαντικές ποιοτικές προσαρμογές στους σκελετικούς μυς του ασκούμενου. Οι προσαρμογές αυτές αφορούν μεταβολές στην ποσοστιαία κατανομή και στην εγκάρσια επιφάνεια των μυϊκών ινών. Πολύ λίγες έρευνες έχουν διερευνήσει τις μεταβολές αυτές μετά από προπόνηση ισχύος. Σε μια πρόσφατη των Lamas και συνεργατών (2010) βρέθηκε ότι μετά από προπόνηση ισχύος 8 εβδομάδων σε μέτρια γυμνασμένους δοκιμαζόμενους, η ποσοστιαία κατανομή των μυϊκών ινών αλλάζει από τύπου Πx σε τύπου Πα ενώ αυξάνεται και η εγκάρσια επιφάνεια όλων των μυϊκών ινών. Αντίθετα, η προπόνηση ισχύος 6 εβδομάδων σε μέτρια γυμνασμένους δοκιμαζόμενους οδηγεί σε αύξηση της εγκάρσιας επιφάνειας των μυϊκών ινών τύπου Πx, χωρίς να μειώνεται η ποσοστιαία κατανομή τους (Zaras, 2011). Είναι, λοιπόν, πιθανόν η προπόνηση που έγινε στην παρούσα έρευνα να αύξησε το ποσοστό ή/και την εγκάρσια επιφάνεια των ινών ταχείας συστολής. (Raue et al., 2005).

Το βασικότερο εύρημα της παρούσας έρευνας ήταν η γρήγορη και σχετικά μεγάλη βελτίωση της μυϊκής ισχύος και του κατακόρυφου άλματος (εμφανής από τις πρώτες 3 εβδομάδες), σε δοκιμαζόμενους οι οποίοι δεν φαίνεται να ήταν αδύναμοι (σήκωναν περίπου δύο φορές τη σωματική τους μάζα). Αυτό οφείλεται πιθανότατα στη «νέα» πλειομετρική άσκηση που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα κατά την οποία πιθανόν να αυξάνεται πολύ ο ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης (που συνεισφέρει στο άλμα) και πιθανόν αυτή η άσκηση να έχει σημαντική επίδραση στη μυϊκή σύσταση και στην επιλεκτική αύξηση της εγκάρσιας διατομής των ινών τύπου Π.

Κεφάλαιο VI

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης ήταν να εξεταστεί η επίδραση μιας συνδυαστικής μεθόδου προπόνησης με πλειομετρικές και βαλλιστικές ασκήσεις με στόχο την αύξηση της μυϊκής ισχύος διάρκειας έξι εβδομάδων που αντιστοιχούν σε έναν αυτοτελή μεσόκυκλο, στην αλτική ικανότητα. Μετά από έξι εβδομάδες εφαρμογής του παρεμβατικού προγράμματος που περιγράφηκε παραπάνω, σε μέτρια γυμνασμένους δοκιμαζόμενους, μπορούν να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν στην αρχή της συγκεκριμένης μελέτης και να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα:

Η κατακόρυφη αλτικότητα αυξάνεται με τη συνδυαστική μέθοδο προπόνησης πλειομετρικών και βαλλιστικών ασκήσεων.

Η μέγιστη δύναμη και η μέγιστη ισχύς αυξάνονται με τη συνδυαστική μέθοδο προπόνησης στην άσκηση του ημικαθίσματος-άλματος.

6.1. Πρακτικές εφαρμογές

Ένας αυτοτελής μεσόκυκλος διάρκειας έξι εβδομάδων, με στόχο την αύξηση της μέγιστης δύναμης και ισχύος σε μέτρια γυμνασμένους δοκιμαζόμενους οδηγεί στην αύξηση της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας. Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας μπορούν να αποτελέσουν μία βάση πάνω στην οποία μπορούν να στηριχθούν οι προπονητές για να βελτιώσουν την κατακόρυφη αλτική ικανότητα.

6.2. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Κατά τη συγγραφή της παρούσας μελέτης προέκυψαν κάποια αναπάντητα ερωτήματα τα οποία χρειάζονται περαιτέρω διερεύνηση.

1. Να αξιολογηθεί η επίδραση της συνδυαστικής μεθόδου προπόνησης με πλειομετρικές και βαλλιστικές ασκήσεις στο κατακόρυφο άλμα σε γυναικείο πληθυσμό.
2. Να αξιολογηθεί η ποσοστιαία κατανομή και η εγκάρσια επιφάνεια των μυϊκών ινών μετά από συνδυαστική μέθοδο προπόνησης με πλειομετρικές και βαλλιστικές ασκήσεις.
3. Να διερευνηθούν οι νευρικές προσαρμογές μετά από συνδυαστική μέθοδο προπόνησης με πλειομετρικές και βαλλιστικές ασκήσεις.
4. Να αξιολογηθεί η επίδραση της συνδυαστικής μεθόδου προπόνησης με πλειομετρικές και βαλλιστικές ασκήσεις στο κατακόρυφο άλμα σε αθλητές υψηλού επιπέδου.

Κεφάλαιο VII

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adams K, O' Shea JP, O' Shea KL, et al. (1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *J Appl Sport Sci Res*, 6 (1), 36-41.
- Allen DG, Lamb GD, Westerblad H. (2008). Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiol Rev*, 88 (1), 287-332.
- Asmussen, E., & Bonde-Peterson, F. (1974). Storage of elastic energy in skeletal muscle in man. *Acta Physiol. Scand.*, 91, 358-392.
- Asmussen, E., & Bonde-Peterson, F. (1974). Apparent efficiency and storage of elastic energy in human muscles during exercise. *Acta Physiol. Scand.*, 92 (4), 537-45.
- Baechle, T.R. Earle, R.W., Wathen D. (2000). Resistance training. In Baechle, T.R. & Earle, R.W. (Eds). *Essentials of strength training and conditioning*, NSCA, Human Kinetics, Champaign, IL, 395-426.
- Baker D, Nance S. (1999). The relation between strength and power in professional rugby league players. *J Strength Cond Res*, 13 (3), 224-9.
- Baker D. (2001). Comparison of upper-body strength and power between professional and college-aged rugby league players. *J Strength Cond Res.*, 15 (1), 30-5.
- Baker D, Newton RU. (2006). Adaptions in upper-body maximal strength and power output resulting from long-term resistance training in experienced strength-power athletes. *J Strength Cond Res.*, 20 (3), 541-6.
- Bobbert MF, Gerritsen KG, Litjens MC, et al. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med Sci Sports Exerc* 28 (11), 1402-12
- Bobbert, M.F. (1990). Drop jumping as a training method for jumping ability. *Sports Medicine* 9 (1), 7-22.
- Bosco, C., Vitasalo, P., Komi, & Luhtanen, P. (1982). Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretchshortening cycle exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 114, 557-565.
- Cavagna GA, Saibene FP, Margaria R. (1965). Effect of negative work on the amount of positive work performed by an isolated muscle. *J Appl Physiol*, 20 (1), 157-8.
- Cormie P, McCaulley GO, Triplett NT, et al. (2007a). Optimal loading for maximal power output during lower-body resistance exercises. *Med Sci Sports Exerc*, 39 (2), 340-9.
- Cormie P, McCaulley GO, McBride JM. (2007b). Power versus strength-power jump squat training: influence on the load-power relationship. *Med Sci Sports Exerc*, 39 (6), 996-1003.
- Cormie P, McBride JM, McCaulley GO. (2008). Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis during the jump squat: impact of load. *J Appl Biomech*, 24 (2), 112-20.

- Cormie P, McBride JM, McCaulley GO. (2009). Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the countermovement jump: impact of training. *J Strength Cond Res*, 23, (1) 177-86.
- Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. (2011). Developing maximal neuromuscular power. Part I: biological basis of maximal power production. *Sports Med*, 41 (1), 17-38.
- Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. (2010). Influence of strength on magnitude and mechanisms of adaptation to power training. *Med Sci Sports Exerc*, 42 (8), 1566-81.
- Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. (2010). Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Med Sci Sports Exerc*, 42 (8), 1582-98.
- Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. (2010). Changes in the eccentric phase contribute to improved stretch-shorten cycle performance after training. *Med Sci Sports Exerc*, 42 (9), 1731-1744.
- De Ruiter CJ, De Haan A. (2000). Temperature effect on the force/velocity relationship of the fresh and fatigued human adductor pollicis muscle. *Pflugers Arch*, 440, 163-70.
- Ebben, W. P., & Watts, P. B. (1998). A review of combined weight training and plyometric training modes: complex training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 18–27.
- Enoka RM. (1995). Morphological features and activation patterns of motor units. *J Clin Neurophysiol*, 12, 538-59.
- Foureaux A, Nordez A, McNair P, Comu C. (2011). Effects of plyometric training on both active and passive parts of the plantarflexors series elastic component stiffness of muscle-tendon complex. *J Strength Cond Res*, 25 (3), 539-48.
- Gabriel DA, Kamen G, Frost G. (2006) Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Med*. 36(2):133-49.
- Gans C. (1982). Fiber architecture and muscle function. *Exerc Sport Sci Rev*, 10, 160-207.
- Garhammer J. (1993). A review of power output studies of Olympic and powerlifting: Methodology, performance prediction and evaluation tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 7 (2), 76–89.
- Garhammer J, Gregor R. (1992). Propulsion forces as a function of intensity for weightlifting and vertical jumping. *J Appl Sport Sci Res*, 6 (3), 129-34.
- Glatthorn F. J., Gouge S., Nussbaumer S., Stauffacher S., Impellizzeri M. F., Maffioletti A. N. (2011). Validity and reliability of optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *J Strength Cond Res*, 25 (2), 556-560.
- Gollhofer, A. (1987). Innervation characteristics of muscle gastrocnemius during landing on different surfaces. In Jonsson, B. (Eds) *Biomechanics XB. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers*, 701-706.
- Gollnick PD, Bayley WM. (1986). Biochemical training adaptations and

- maximal power. In: Jones NL, McCartney N, McComas AJ, editors. *Human muscle power. Champaign (IL): Human Kinetics*, 255-67
- Harris GR, Stone ME, O' Bryant HS, et al. (2000). Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *J Strength Cond Res*, 14 (1), 14-20.
- Henneman E, Clamann HP, Gillies JD, et al. (1974). Rank order of motoneurons within a pool, law of combination. *J Neurophysiol*, 37, 1338-49.
- Hill AV. (1938). The heat of shortening and dynamic constants of muscle. *Proc R Soc Lond B Biol Sci*, 126, 136-95.
- Huijing PA. (1985). Architecture of the human gastrocnemius muscle and some functional consequences. *Acta Anat (Basel)*, 123, 101-7.
- Kaneko M, Fuchimoto T, Toji H, et al. (1983). Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scand J Med Sci Sports*, 5 (2), 50-5.
- Kawamori N, Crum AJ, Blumert PA, et al. (2005). Influence of different relative intensities on power output during the hang power clean: identification of the optimal load. *J Strength Cond Res*, 19 (3), 698-708.
- Komi PV. (1973). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med. Sci. Sports* 10 (4), 224-9.
- Komi PV. (1978). Measurement of the force-velocity relationship in human muscle under concentric and eccentric contractions. In: Cerguigliani S, editor. *Biomechanics III. Basel: Karger*, 224-9.
- Komi PV. (1986). The stretch-shortening cycle and human power output. In: Jones NL, McCartney, McCosmas AJ, editors. *Human muscle power. Champaign (IL): Human Kinetics*, 27-40.
- Kraemer, W., & Newton, R. U. (1994). Training for improved vertical jump. *Sports Sci. Exchange*, 7, 1-6.
- Kraemer WJ, Newton RU. (2000). Training for muscular power. *Phys Med Rehabil Clin N Am.*, 11 (2), 341-68.
- Lamas L., Aoki M.S., Ugrinowitsch C., Campos G.E.R., Regazzini M., Moriscot A.S., Tricoli V. (2010). Expression of genes related to muscle plasticity after strength and power training regimens. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20 (2), 216-225.
- Lieber RL, Loren GJ, Friden J. (1994). In vivo measurement of human wrist extensor muscle sarcomere length changes. *J Neurophysiol*, 71 (3), 874-81.
- Linthorne, N. P. (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform, *American Journal of Physics*, 69, 1198-1204.
- MacIntosh BR, Holash RJ. (2000). Power output and force-velocity properties of muscle. In: Nigg BM, MacIntosh BR, Mester J, editors. *Biomechanics and biology of movement. Champaign (IL): Human kinetics*, 193-210.
- Malisoux L, Francaux M, Nielens H, et al. (2006). Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. *J Appl Physiol*, 100 (3), 771-9.

- McBride JM, Triplett-McBride T, Davie A, et al. (2002). The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *J Strength Cond Res*, 16 (1), 75-82.
- McLellan PC, Lovell ID, Gass CG. (2011). The role of rate of force development on vertical jump performance. *J Strength Cond Res*, 25 (2), 379-385.
- Newton RU, Kraemer WJ. (1994). Developing explosive muscular power: implications for a mixed method training strategy. *Strength Cond J*, 16 (5), 20-31.
- Newton RU, Kraemer WJ, Hakkinen K, et al. (1996). Kinematics, kinetics, and muscle activation during explosive upper body movements. *J Appl Biomech*, 12, 31-43.
- Newton RU, Kraemer WJ, Hakkinen K. (1999). Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Med Sci Sports Exerc*, 31 (2), 323-30.
- Potach D.H. and Chu, D.A. (2000). Plyometric training. In Baechle, T.R. & Earle, R.W. (Eds). *Essentials of strength training and conditioning*, NSCA, Human Kinetics, Champaign, IL, 427-470.
- Raue U, Terpstra B, Williamson DL, Gallagher PM, Trappe SW. (2005) Effects of short-term concentric vs. eccentric resistance training on single muscle fiber MHC distribution in humans. *Int J Sports Med*. 26(5):339-43
- Sale Dg. (2003). Neural adaptations to strength training. In: Komi PV, editor. *Strength and power in sport*. 2nd ed. Oxford: Blackwell Science, 281-313.
- Schmidtbleicher, D., (1992). Training for power events. In: P.V. Komi (ed.) *Strength and Power in Sport*. Boston: Blackwell Scientific Pub., 381-395
- Schmidtbleicher, D., (1988). Muscular mechanics and neuromuscular control. In Ungerechts, B. E., Wilke, K., & Reischle, K. (Eds) *Swimming Sci., V Int. Series Sport Sci. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 131-148*.
- Semmler JG, Enoka RM. (2000). Neural contributions to the changes in muscle strength. In: Zatsiorsky VM, editor. *Biomechanics in sport: the scientific basis of performance*. Oxford: Blackwell Science, 3-20.
- Sleivert G, Taingahue M. (2004). The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *Eur J Appl Physiol*, 91 (1), 46-52.
- Smilios, I., Pilianidis, T., Sotiropoulos, K., Antonakis, M. & Tokmakidis. S. P. (2005). Short-term effects of selected exercise and load in contrast training on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 135-139.
- Takarada Y, Hirano Y, Ishige Y, et al. (1997). Stretch-induced enhancement of mechanical power output in human multijoint exercise with countermovement. *J Appl Physiol*, 83 (5), 1749-55.
- Terzis, G., Spengos, K., Kavouras, S., Manta, P., Georgiadis, G (2010). Muscle

- fiber type composition in hammer throwers. *Journal of Sports Science and medicine*, 9, 104-109.
- Tihanyi J, Apor P, Fekete G. (1982). Force-velocity-power characteristics and fiber composition in human knee extensor muscles. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 48 (3), 331-43.
- Toji H, Kaneko M. (2004). Effect of multiple-load training on the force-velocity relationship. *J Strength Cond Res*, 18, (4) 792-5.
- Tricoli V, Lamas L, Carnevale R, et al. (2005) Short-term effects on lower-body functional power development: weight-lifting vs. vertical jump training programs. *J Strength Cond Res*, 19 (2), 433-7.
- Verdijk B. L., Loon LV., Meijer K., Savelberg M. C. H. H. (2009). One-repetition maximum strength test represents a valid means to assess leg strength in vivo in humans. *Journal of Sports Science*, 27 (1), 59-68.
- Verkhoshansky, Y., & Tatyana, V. (1973). Speed-strength preparation of future champions. *Legkaya Atletika*, 2, 12-13.
- Wisloff U, Castagna C, Helgerud J, et al. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*, 38 (3), 285-8.
- Winter E. M., Brookes F.B.C., Hamley E. J. (1991). Maximal exercise performance and lean leg volume in men and women. *Journal of Sports Science*, 9, 3-13.
- Young, WB. (1995). Specificity of strength development for improving the takeoff ability in jumping events. *Mod. Athl. & Coach.*, 33, 3-8.
- Young, W. B., Jenner, A., & Griffiths, K. (1998). Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12, 82-84.
- Young, WB, Newton RU, Doyle TL, et al. (2005). Physiological and anthropometric characteristics of starters and non-starters and playing positions in elite Australian rules football: a case study. *J Sci Med Sport*, 8 (3), 333-45.
- Yu, B, Gabriel, D, Noble, L, and An, K. (1999). Estimate of the optimal cutoff frequency for the Butterworth low-pass digital filter. *J Appl Biomech*, 15, 318-329.
- Villarreal, Eduardo Saéz-Saez., Kellis, Eleftherios., Kraemer, William., Izquierdo, Mikel. (2009). Determining Variables of Plyometric Training for Improving Vertical Jump Height Performance: A Meta-Analysis. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(2), 495-506.
- Vissing, K., Brink, M., Lonbro, S., Sorensen, H., Overgaard, K., Danborg, K., Mortensen J., Elstrom, O., Rosenhoj, N., Ringgaard, S., Andersen, JL. and Aagaard, P. (2008). Muscle adaptations to plyometric vs. resistance training in untrained young men. *J Strength Cond Res*, 22(6), 1799-1810.
- Zaras N. (2011). Η επίδραση της προπόνησης δύναμης και της προπόνησης ισχύος στη ριπτική ικανότητα. Μεταπτυχιακή διατριβή.

Παράρτημα

Στο παράρτημα περιλαμβάνονται:

- Το έντυπο συγκατάθεσης του δοκιμαζόμενου
- Το ιατρικό ιστορικό των δοκιμαζομένων
- Η καρτέλα καταγραφής των αποτελεσμάτων

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΚΛΑΣΙΚΟΥ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΓΝ. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ: ΚΛΑΣΙΚΟΣ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ
ΑΘΛΗΤΙΚΑ ΑΛΜΑΤΑ**

**ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥΣ ΣΕ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ**

ΣΚΟΠΟΣ: Το προπονητικό πρόγραμμα στο οποίο θα συμμετέχετε κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας έχει σκοπό να βελτιώσει τη μυϊκή ισχύ και δύναμη των κάτω άκρων και την αλτικότητα.

ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ: Οι πληροφορίες που θα αποκτηθούν από τη συμμετοχή σας σε αυτή την έρευνα θα σας βοηθήσουν να γνωρίσετε και να ενημερωθείτε για τις δυνατότητές σας, να εμπλουτίσετε τις γνώσεις σας στο γνωστικό πεδίο της βελτίωσης της μυϊκής δύναμης.

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ: Οι μετρήσεις θα περιλαμβάνουν: 1) Κάθετο άλμα σε οπτικό σύστημα μέτρησης 2) Προσδιορισμός ατομικής ταχοδυναμικής σχέσης του μυός και σχέσης δύναμης-ισχύος σε ένα εύρος επιβαρύνσεων στην άσκηση του ημικαθίσματος με μπάρα. 3) Μέγιστη δύναμη, 4) Λιπομέτρηση-σωματομετρήσεις-εκτίμηση μεταβολών μυϊκής μάζας με την προπόνηση, 5) Μυϊκή βιοψία στον τετρακέφαλο μηριαίο με βελόνα βιοψίας (Duchenne)-Ποσοστιαία κατανομή μυϊκών ινών.

ΚΙΝΔΥΝΟΙ: Πρέπει να γνωρίζετε ότι η διαδικασία των μετρήσεων και της προπόνησης απαιτεί έντονη και επίπονη μυϊκή προσπάθεια και επομένως υπάρχει η πιθανότητα πρόκλησης μυϊκού τραυματισμού. Για αυτό τον λόγο είναι υποχρέωσή σας να μην μας αποκρύψετε οποιαδήποτε πληροφορία σχετίζεται με την κατάσταση της υγείας σας ή πρότερη ατυχή εμπειρία σας κατά τη διάρκεια μέγιστης προσπάθειας. **Ενώ είναι σημαντικό για τις μετρήσεις να αποδώσετε με μέγιστη ένταση και αν δεν μπορείτε, να σταματήσετε οποιαδήποτε στιγμή αισθανθείτε αδιαθεσία ή πόνο.**

Η διαδικασία της **μυϊκής βιοψίας** θα γίνει πριν την έναρξη της προπόνησης από εξειδικευμένο ιατρό στη νευρολογική κλινική του Αιγινήτειου Νοσοκομείου. Θα γίνει αποστείρωση της περιοχής, τοπική αναισθησία με ένεση ξυλοκαΐνης, μικρή τομή με νυστέρι και θα ληφθεί ένα μικρό κομμάτι μυός (100-150 mg) από τον έξω πλατύ μυ. Στη συνέχεια η τομή θα κλείσει με steristrip και θα καλυφθεί με γάζα. Η διαδικασία θα επαναληφθεί μετά τις 6 εβδομάδες προπόνησης.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων είναι εμπιστευτικά και για χρήση δική σας και της ερευνητικής ομάδας. Σε περίπτωση δημοσίευσης των δεδομένων με τη μορφή επιστημονικής εργασίας, αυτή θα είναι ανώνυμη με τη μορφή μέσων όρων της

ομάδας που μετρήθηκε και όχι με ατομικές τιμές. Για οποιαδήποτε ερώτηση ή παρατήρηση θα είμαστε στην διάθεσή σας.

ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗ: *Διάβασα το παραπάνω και κατάλαβα πλήρως τις διαδικασίες στις οποίες θα υποβληθώ. Δηλώνω ότι δεν έχω κανένα ιατρικό πρόβλημα και δέχομαι να συμμετάσχω, διατηρώντας το δικαίωμα να αποσυρθώ ανά πάσα στιγμή σύμφωνα με την προσωπική μου κρίση.*

Δάφνη / /

Όνομα μάρτυρα:	Όνομα δοκιμαζόμενου:
Υπογραφή:	Υπογραφή:

ΙΑΤΡΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥ

Όνοματεπώνυμο: _____

Ημερομηνία Γεννήσεως : _____

Οικογενειακός Γιατρός :

ΜΕΡΟΣ Α

1. Πότε ήταν η τελευταία φορά που έκανες πλήρη ιατρικό έλεγχο/εξετάσεις;

2. Έχεις λάβει μέρος ξανά σε έρευνα; Αν ναι πότε;

3. Σου έχει αναφερθεί ότι πάσχεις από κάποια χρόνια ή σοβαρή ασθένεια. Αν ναι από ποια/ ποιες;

4. Αναφέρετε τις τρεις τελευταίες φορές που νοσηλευτήκατε:

Χειρουργεία:

Έτος- Αιτία- Νοσοκομείο

Νοσηλεία άλλου είδους:

Έτος- Αιτία- Νοσοκομείο

5. Κάνατε ποτέ μετάγγιση αίματος; Αν ναι, πότε;

ΜΕΡΟΣ Β

Κατά την διάρκεια των τελευταίων 12 μηνών :

1. Σου χορηγήθηκε από γιατρό κάποιο φάρμακο; ΝΑΙ ΟΧΙ
2. Έχεις αισθανθεί τάση για λιποθυμία ή ζάλη; ΝΑΙ ΟΧΙ
3. Αντιμετωπίζεις συχνά προβλήματα διαταραχής ύπνου; ΝΑΙ ΟΧΙ
4. Έχεις αισθανθεί το οπτικό σου πεδίο θολό; ΝΑΙ ΟΧΙ
5. Έχεις έντονους πονοκεφάλους; ΝΑΙ ΟΧΙ
6. Έχεις συνήθως το πρωί βήχα; ΝΑΙ ΟΧΙ
7. Σου συμβαίνει να δυσκολεύεσαι να μιλήσεις ή να ψευδίζεις; ΝΑΙ ΟΧΙ
8. Αισθάνεσαι νευρικός ή αγχώδης χωρίς ιδιαίτερη αιτία; ΝΑΙ ΟΧΙ
9. Έχεις αισθανθεί την καρδιά σου να χτυπά ασυνήθιστα (σαν να ‘φτερουγίζει’);
ΝΑΙ ΟΧΙ
10. Υπάρχουν φορές που η καρδιά σου χτυπά πολύ γρήγορα χωρίς ιδιαίτερο λόγο(ταχυκαρδίες);ΝΑΙ ΟΧΙ
11. Καπνίζεις συστηματικά; Αν ναι πόσα τσιγάρα την ημέρα;

12. Καταναλώνεις αλκοόλ συστηματικά (κάθε 1-2 μέρες); Αν ναι πόσο;

Πρόσφατα :

1. Έχεις αισθανθεί ‘να σου κόβεται η αναπνοή ή να μην μπορείς να αναπνεύσεις όταν περπατάς ή όταν κάθεσαι; ΝΑΙ ΟΧΙ

2. Έχεις αισθανθεί υπερβολική δύσπνοια ή υπέρμετρη κόπωση κατά την άσκηση;
ΝΑΙ ΟΧΙ
3. Έχεις αισθανθεί ξαφνικά ‘τσιμπήματα’/ μούδιασμα στα χέρια, πόδια ή πρόσωπο ή να μην ‘αισθάνεσαι’ αυτά τα μέρη του σώματος; ΝΑΙ ΟΧΙ
4. Έχεις ποτέ παρατηρήσει ότι τα πόδια ή τα χέρια σου είναι πιο κρύα από το υπόλοιπο μέρος του σώματός σου; ΝΑΙ ΟΧΙ
5. Έχεις πρηξίματα στα πόδια ή αστραγάλους; ΝΑΙ ΟΧΙ
6. Έχεις αισθανθεί πίεση, βάρος, πόνο ή ‘πλάκωμα’ στο στήθος; ΝΑΙ ΟΧΙ
7. Σου έχουν αναφέρει ποτέ ότι η πίεση του αίματός σου δεν είναι φυσιολογική;
ΝΑΙ ΟΧΙ
8. Σου έχουν αναφέρει ποτέ ότι τα επίπεδα των τριγλυκεριδίων ή της χοληστερόλης στο αίμα σου δεν είναι φυσιολογικά; ΝΑΙ ΟΧΙ
9. Υποφέρεις από διαβήτη; ΝΑΙ ΟΧΙ
- Αν ναι, πώς τον ελέγχεις; _____
-

10. Πώς θα αξιολογούσες τη γενική σου υγεία;

α) Άριστη β) Πολύ καλή γ) Καλή δ) Μέτρια ε) Κακή

11. Πόσο συχνά γυμνάζεσαι;

α) καθόλου β) ελαφρά (π.χ. περπάτημα) γ) συστηματικά με χαμηλή ένταση (λιγότερο από 4 φορές την

εβδομάδα, για 30 λεπτά) δ) συστηματικά με υψηλή ένταση (περισσότερες από 4 φορές την εβδομάδα)

12. Πώς θα αξιολογούσες τη διατροφή σου;

α) ισορροπημένη β) μέτρια γ) φτωχή

13. Πόση καφεΐνη καταναλώνεις ημερησίως;

α) καθόλου β) καφέ: _____/ημέρα γ) τσάι: _____/ημέρα δ) αναψυκτικά τύπου Cola: _____/ημέρα

14. Πίνεις αλκοόλ; ΝΑΙ ΟΧΙ

Αν ναι, τι είδους; _____

Πόσα ποτά την εβδομάδα; _____

15. Καπνίζεις; ΝΑΙ ΟΧΙ

Αν ναι, πόσα τσιγάρα ημερησίως; _____

16. Πόσο συχνά θα χαρακτήριζες ότι το επίπεδο άγχους σου είναι υψηλό;

α) σχεδόν πάντα β) πολύ συχνά γ) συχνά δ) μερικές φορές ε) σπάνια

17. Σου έχουν αναφέρει ότι πάσχεις ή στο παρελθόν έπασχες από μία ή περισσότερες από τις ακόλουθες ασθένειες;

Έμφραγμα μυοκαρδίου, Θρόμβωση Στεφανιαίων Αρτηριών, Θυρεοειδή, Αρτηριοσκλήρωση, Ανεύρυσμα,

Υπέρταση – Υπόταση, Καρδιακή Μαρμαρυγή, Καρδιακό Αποκλεισμό, Στηθάγχη, Καρδιακή

Ανεπάρκεια, Περιφερειακή Θρόμβωση, Ασθμα, Καρδιακές αρρυθμίες, Ηπατίτιδα, Εμφύσημα,

Οστεοπόρωση, Αναιμία, Άγχος ή κατάθλιψη, Κήλη, Φλεβίτιδα, Επιληψία, Ανορεξία/ βουλιμία, Έλκος,

Αμηνόρροια, Ορθοπεδικά ή άλλα προβλήματα (πχ. μέση, γόνατο, ώμος, κλπ):

ΜΕΡΟΣ Γ

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Ηλικία

Ηλικία θανάτου

Σοβαρά προβλήματα υγείας ή αιτία θανάτου

Πατέρας

Μητέρα

Αδέρφια

A

Θ

A

Θ

A

Θ

Ηλικία

Ηλικία θανάτου

Σοβαρά προβλήματα υγείας ή αιτία θανάτου

Από πατέρα

Παππούς

Γιαγιά

Από μητέρα

Παππούς

Γιαγιά

A

Θ

A

Θ

A

Θ

A

Θ

A

Θ

A

Θ

Όνοματεπώνυμο:-_____

Υπογραφή:_____

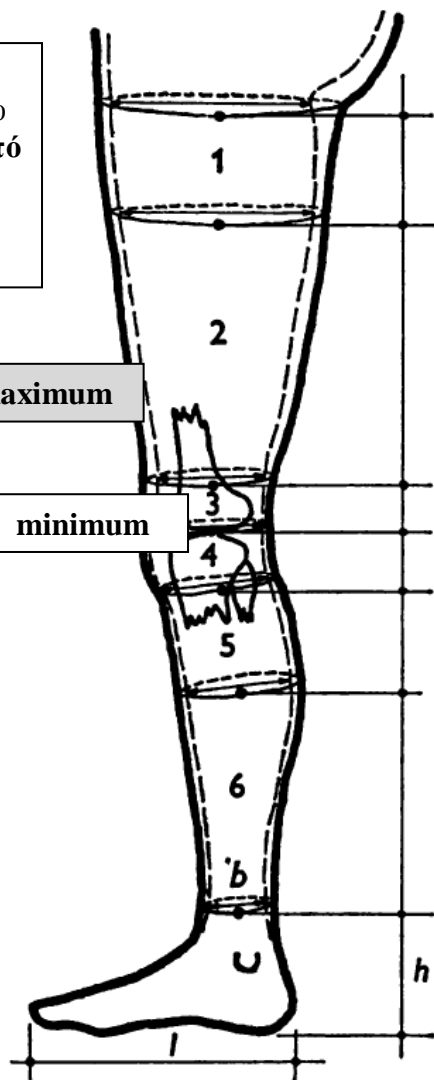
Καρτέλα καταγραφής αποτελεσμάτων

Όνοματεπώνυμο: _____ Κωδικός: JT _____ Ημ. έννησης: _____

Ημερομηνία Ύψος Βάρος Υποπλάτια Τρικεφαλική Δικεφαλική Μεσομασχ αλιαία Στήθους Υπερλαγόνια Κοιλιακή Μηριαία γαστροκνημίου



1/3 του ύψους του γλουτού από το σημ 4 προς τα επάνω



Ημερομηνία	Lean leg volume							Ύψος 1 δια 3	Μηρ	Γαστρ
	7	6	5	4	3	2	1			
Ύψος										
Περιφ.										
Ύψος										
Περιφ.										

Ημερομηνία	Δύναμη & Ισχύς						
	1 RM	SJ 0	CMJ 0	CMJ 15	CMJ 30	CMJ 45	CMJ 65