

ΝΕΥΡΟΜΥΪΚΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΝΟΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΝΤΙΘΕΤΙΚΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ  
ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ

ΤΟΥ  
Σπαΐα Άγγελου

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική  
εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του  
Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Άσκηση και Ποιότητα Ζωής»  
των Τμημάτων Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του  
Δημοκρίτειου Παν / μίου Θράκης και του Παν / μίου Θεσσαλίας στην  
κατεύθυνση «Μεγιστοποίηση Αθλητικής Επίδοσης ή Απόδοσης».

Κομοτηνή  
2007

Εγκεκριμένο από το καθηγητικό σώμα:

---

1<sup>ος</sup> Επιβλέπων: Τοκμακίδης Σάββας, Καθηγητής

---

2<sup>ος</sup> Επιβλέπων: Πυλιανίδης Θεόφιλος, Επίκ. Καθηγητής

---

3<sup>ος</sup> Επιβλέπων: Δούδα Ελένη, Επίκ. Καθηγήτρια



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 6522/1

Ημερ. Εισ.: 04/06/2009

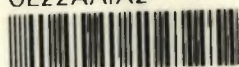
Δωρεά:

Ταξιθετικός Κωδικός: Δ

796.410 72

ΣΠΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000092696

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Άγγελος Σπαΐας: Νευρομυϊκές προσαρμογές με την εφαρμογή ενός προγράμματος αντιθετικής προπόνησης με διαφορετική επιβάρυνση.  
(Υπό την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Τοκμακίδη Σάββα)

Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν να εξετάσει την επίδραση ενός προγράμματος αντιθετικής προπόνησης με βάρη με τη χρήση διαφορετικών φορτίων στη μέγιστη δύναμη, την αλτική ικανότητα, τη σχέση φορτίου - ταχύτητας και φορτίου - ισχύος και την ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα των κάτω άκρων. Σαράντα δύο άνδρες (ηλικίας:  $22,4 \pm 2,5$  χρ.) χωρίστηκαν στις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ,  $n=15$ ), μέγιστης ισχύος (ΜΙ,  $n=17$ ) και ελέγχου ( $n=10$ ), και εκτέλεσαν ένα πρόγραμμα άσκησης διάρκειας 6 εβδομάδων με συχνότητα 2 φορές την εβδομάδα. Οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν εναλλάξ σε κάθε προπόνηση 4-6 σετ των ασκήσεων: i) άλμα από το ημικάθισμα (ΥΦ: 3 επαναλήψεις σε κάθε σετ, ΜΙ: 5 επαναλήψεις) και ii) συνεχόμενα άλματα χωρίς φορτίο (6 επαναλήψεις σε κάθε σετ και για τις δύο ομάδες) με 3 λεπτά διάλειμμα μεταξύ των ασκήσεων. Το φορτίο στο άλμα από ημικάθισμα για την ομάδα ΥΦ ήταν 90% της 1-ME ενώ για την ομάδα ΜΙ ήταν αυτό με το οποίο παράγονταν η μέγιστη ισχύς στο άλμα από το ημικάθισμα (48-58% της 1-ME). Η μέγιστη δύναμη μετρήθηκε στην άσκηση του ημικαθίσματος, η σχέση φορτίου – ταχύτητας και φορτίου - ισχύος στο άλμα με ταλάντευση σε διαφορετικά φορτία, η αλτική ικανότητα αξιολογήθηκε με το άλμα από το ημικάθισμα, το άλμα με ταλάντευση, το άλμα από πτώση από ύψος 40cm και το άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος, ενώ επίσης μετρήθηκε και η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα των κάτω άκρων κατά τη διάρκεια των αλτικών δοκιμασιών. Επιπλέον, αξιολογήθηκε η αναερόβια ικανότητα χρησιμοποιώντας επαναλαμβανόμενα άλματα με ταλάντευση διάρκειας 15sec. Στο τέλος του προγράμματος οι ομάδες ΥΦ και ΜΙ παρουσίασαν καλύτερες επιδόσεις ( $p<0,05$ ) συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου στην μέγιστη δύναμη, την αλτική ικανότητα και τη σχέση φορτίου-ισχύος χωρίς, ωστόσο, να παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους. Επιπλέον, στην αναερόβια ικανότητα η

ομάδα MI παρουσίασε καλύτερες επιδόσεις συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα των κάτω άκρων σε καμία ομάδα. Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής δείχνουν ότι η μυϊκή απόδοση βελτιώνεται με την εφαρμογή ενός βραχυχρόνιου προγράμματος αντιθετικής προπόνησης με βάρη χωρίς όμως να συνοδεύεται και από αντίστοιχη μεταβολή της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας. Τέλος, η χρησιμοποίηση ενός υψηλού φορτίου επιβάρυνσης ή ενός μεσαίου φορτίου, με το οποίο παράγεται η μέγιστη ισχύς, φαίνεται ότι επιφέρει παρόμοια βελτίωση της μυϊκής απόδοσης

*Λέξεις κλειδιά: προπόνηση με βάρη, βαλλιστική προπόνηση, αλτικές ασκήσεις, μυϊκή ισχύς, μέγιστη δύναμη, ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα, σχέση φορτίου – ταχύτητας, σχέση φορτίου – ισχύος.*

## ABSTRACT

Aggelos Spaias: Neuromuscular adaptations with a contrast training program using different loads

(Under the supervision of Professor Savvas Tokmakidis)

The aim of the present thesis was to examine the effects of a short-term contrast training program with different loads on lower body maximal strength, load – velocity and load – power relationship, electromyographic activity and vertical jump performance. Forty-two men (age:  $22.4 \pm 2.5$  yr.) were separated in a high load (HL,  $n=15$ ), a maximum power (MP,  $n=17$ ) and a control ( $n=10$ ) group and trained 2 days per week for 6 weeks. At each training session the subjects performed 4-6 sets of jump squats (HL: 3 repetitions, MP: 5 repetitions at each set, respectively) and repeated jumps without load (6 repetitions for both experimental groups), in an alternating order, with 3 minutes of rest between sets and exercises. The load in the jump squat exercise was 90% of the 1-RM for the HL group and the load that maximized power output in the jump-squat exercise (48-58% of 1-RM) for the MP group. Lower body maximum strength was measured with the 1-repetition maximum method at the semi-squat (knee angle  $90^\circ$ ) exercise, the load-velocity and the load-power relationship at the loaded jump-squat exercise, vertical jump performance with the squat jump, the countermovement jump, the drop jump from 40 cm and the countermovement jump with extra load equal to body mass, electromyographic activity of rectus femoris, vastus lateralis and medialis during the vertical jump tests, and anaerobic capacity with repeated vertical jumps for 15 sec. At the end of the training program the HL and the MP groups had better performances ( $p < 0.05$ ) compared to the control group in maximal strength, the load-power relationship and all types of vertical jumps while no differences ( $p > 0.05$ ) were observed between the two experimental groups. The MP group show higher anaerobic capacity after the training program compared to

the control group. Electromyographic activity during the vertical jumps did not change ( $p>0.05$ ) with training at any group. The above results show that the application of a short-term contrast training programme improves muscular performance using either a high load (90% of 1-RM) or a moderate load which maximizes power output.

*Key Words: resistance training, ballistic training, plyometric training, power, maximum strength, electromyographic activity, load – velocity relationship, load – power relationship*

Στην οικογένεια μου...  
Στη μάνα μου, που με θωρεί από ψηλά...  
Σε όλους όσους σταθήκανε και σε όσους θα σταθούνε δίπλα μου...

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω όλους όσους διαδραμάτισαν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην προσωπική μου ζωή, στην επαγγελματική μου σταδιοδρομία και στην ερευνητική μου δραστηριότητα.

Πρώτα από όλα την οικογένεια μου που για μένα αποτέλεσε το φάρο που μου έδειχνε το δρόμο, το ορμητήριο από το οποίο εξορμούσα για την πραγματοποίηση των κρυφών ονείρων αλλά και το λιμάνι που με προστάτευε από τις τρικυμίες...

Τη μάνα μου, πηγή ζωής και έμπνευσης, που πάντα στάθηκε δίπλα μου με το χαμόγελο και το λόγο τον καλό, χωρίς την οποία δε θα είχα καταφέρει τίποτα από όλα όσα έχω πετύχει στη ζωή μου. Ξέρω ότι με κοιτάει από ψηλά και καμαρώνει...

Επίσης, οφείλω να ευχαριστήσω θερμά τους καθηγητές, κ. Σάββα Τοκμακίδη Καθηγητή, κ. Θεόφιλο Πυλιανίδη Επίκουρο Καθηγητή και την κ. Ελένη Δούδα Επίκουρο Καθηγήτρια για την επίβλεψη της εργασίας μου και τις ουσιώδεις παρατηρήσεις τους.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στον αδελφικό φίλο, συνάδελφο και συνεργάτη κ. Ηλία Σμήλιο, επιστημονικό συνεργάτη του Τ.ΕΦ.Α.Α. του Δ.Π.Θ., για την αμέριστη βοήθεια που μου παρείχε τόσο στο σχεδιασμό όσο και στην υλοποίηση της μελέτης αυτής, χωρίς την οποία η ολοκλήρωση της διατριβής θα ήταν εξαιρετικά δύσκολη.

Στους φίλους και συνεργάτες Κωνσταντίνο Σωτηρόπουλο και Μάριο Χρίστου επιθυμώ να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες τόσο για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν όσο για την άψογη συνεργασία που είχαμε σε αυτό το γοητευτικό ερευνητικό ταξίδι.

Τέλος, θεωρώ ότι αξίζουν πολλά συγχαρητήρια σε όλους του φοιτητές που δέχθηκαν με προθυμία και ζήλο να συμμετέχουν στην ερευνητική διαδικασία της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής.



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελίδα
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	ii
ABSTRACT.....	iv
ΑΦΙΕΡΩΣΗ.....	vi
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	vii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	xii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	xiii
 I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	 1
Ερευνητική προσέγγιση - Προσδιορισμός του προβλήματος.....	1
Σκοπός της έρευνας.....	6
Σημασία της έρευνας.....	6
Ερευνητικές υποθέσεις.....	6
Μηδενικές υποθέσεις.....	7
Περιορισμοί - Οριοθετήσεις της έρευνας.....	9
Θεωρητικοί και λειτουργικοί ορισμοί – Συντομογραφίες.....	9
 II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	 11
Προπόνηση μυϊκής ισχύος.....	11
Προπόνηση με βάρη.....	11
Επίδραση του φορτίου.....	11
Βαλλιστική προπόνηση.....	15
Πλειομετρική μέθοδος προπόνησης.....	20
Συνδυαστική μέθοδος προπόνησης.....	26
Σύγκριση μεταξύ μεθόδων προπόνησης.....	28
Προπόνηση με βάρη – πλειομετρική προπόνηση – συνδυαστική προπόνηση.....	 28

Προπόνηση με βάρη – πλειομετρική προπόνηση – βαλλιστική προπόνηση.....	29
Συνδυαστική προπόνηση – Βαλλιστική προπόνηση.....	30
Αντιθετική μέθοδος προπόνησης.....	31
Κάτω άκρα - Δυναμική ενεργοποίηση.....	31
Κάτω άκρα – Στατική ενεργοποίηση.....	36
Άνω άκρα - Δυναμική ενεργοποίηση .....	36
Ανακεφαλαίωση.....	43
III ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	44
Δείγμα.....	44
Πειραματικός σχεδιασμός.....	45
Πρόγραμμα προπόνησης.....	45
Πρόγραμμα προσαρμογής.....	45
Παρεμβατικό πρόγραμμα.....	46
Περιγραφή δοκιμασιών.....	47
Σωματομετρικά χαρακτηριστικά.....	47
Μέγιστη δύναμη.....	47
Μέγιστης ισχύς, Σχέση φορτίου-ταχύτητας και φορτίου-ισχύος.....	48
Αλτική ικανότητα.....	49
Αναερόβια ικανότητα.....	50
Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα.....	50
Διαδικασία μετρήσεων.....	52
Όργανα μέτρησης.....	53
Στατιστική ανάλυση.....	54
IV ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	55
Μέγιστη δύναμη.....	57
Μέγιστη ισχύς.....	58
Αλτική ικανότητα.....	59
Άλματα από ημικάθισμα.....	59
Άλματα με ταλάντευση.....	60
Άλματα από πτώση 40cm.....	61
Άλματα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος.....	62
Αναερόβια ικανότητα – Επαναλαμβανόμενα άλματα 15 sec.....	63

Ύψος αλμάτων.....	63
Ισχύς αλμάτων.....	64
Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα.....	65
Άλμα από ημικάθισμα.....	68
Ορθός μηριαίος.....	68
Έξω πλατύς.....	69
Έσω πλατύς.....	70
Δικέφαλος μηριαίος.....	71
Άλμα με ταλάντευση.....	72
Ορθός μηριαίος.....	72
Έξω πλατύς.....	74
Έσω πλατύς.....	75
Δικέφαλος μηριαίος.....	74
Άλμα από πτώση ύψους 40 cm.....	76
Ορθός μηριαίος.....	76
Έξω πλατύς.....	77
Έσω πλατύς.....	78
Δικέφαλος μηριαίος.....	79
Άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος.....	80
Ορθός μηριαίος.....	80
Έξω πλατύς.....	81
Έσω πλατύς.....	82
Δικέφαλος μηριαίος.....	83
Σχέση φορτίου – ταχύτητας και φορτίου – ισχύος.....	84
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	92
Μέγιστη δύναμη.....	92
Μέγιστη ισχύς.....	94
Αλτική ικανότητα.....	95
Αναερόβια ικανότητα.....	97
Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα.....	98
Σχέση φορτίου – ταχύτητας και φορτίου – ισχύος.....	100
VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	102

Προτάσεις.....	103
VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	105
VII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	110

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.	Έρευνες σχετικά με την επίδραση της προπόνησης δύναμης με βάρη χαμηλής, μεσαίας και υψηλής έντασης επιβάρυνσης.....	18
Πίνακας 2.	Έρευνες σχετικά με την επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης.....	24
Πίνακας 3.	Έρευνες σχετικά με την άμεση επίδραση της αντιθετικής μεθόδου κατά την εφαρμογή μίας προπονητικής μονάδας.....	40
Πίνακας 4.	Χαρακτηριστικά δείγματος.....	44
Πίνακας 5.	Στοιχεία επιβάρυνσης του προγράμματος προετοιμασίας.....	45
Πίνακας 6.	Στοιχεία επιβάρυνσης του προγράμματος παρέμβασης.....	47
Πίνακας 7.	Επίδοση ( $\chi \pm SE$ ) στη μέγιστη δύναμη στο ημικάθισμα, στη μέγιστη ισχύ, στο άλμα από ημικάθισμα, στο άλμα με ταλάντευση, στο άλμα από πτώση 40cm, στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος και στα επαναλαμβανόμενα άλματα διάρκειας 15 sec στις ομάδες υψηλού φορτίου, μέγιστης ισχύος και ελέγχου στην έναρξη και τη λήξη (χρησιμοποιώντας ως παράγοντα συνδιακύμανσης την αρχική μέτρηση) του προγράμματος προπόνησης.....	56
Πίνακας 8.	Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητας ( $\chi \pm SE$ ) στο άλμα από ημικάθισμα, στο άλμα με ταλάντευση, στο άλμα από πτώση 40cm, στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο του σωματικού βάρους στις ομάδες υψηλού φορτίου, μέγιστης ισχύος και ελέγχου στην έναρξη και τη λήξη (χρησιμοποιώντας ως παράγοντα συνδιακύμανσης την αρχική μέτρηση) του προγράμματος προπόνησης.....	66
Πίνακας 9.	Μεταβολές ( $\chi \pm SE$ ) στην ταχύτητα μετακίνησης (m/sec) φορτίων 20, 35, 50, 65 και 80% της 1-ME στο άλμα από ημικάθισμα στις ομάδες υψηλού φορτίου, μέγιστης ισχύος και ελέγχου στην έναρξη και τη λήξη (χρησιμοποιώντας ως παράγοντα συνδιακύμανσης την αρχική μέτρηση) του προγράμματος προπόνησης.....	86
Πίνακας 10.	Επίδοση ( $\chi \pm SE$ ) στην ισχύ (W) στις ομάδες υψηλού φορτίου, μέγιστης ισχύος και ελέγχου στην έναρξη και τη λήξη (χρησιμοποιώντας ως παράγοντα συνδιακύμανσης την αρχική μέτρηση) του προγράμματος προπόνησης.....	89

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.	Σχέση φορτίου - ταχύτητας και φορτίου - ισχύος και προσδιορισμός του φορτίου με το οποίο παράγεται η μέγιστη ισχύς.....	49
Σχήμα 2.	Επιδόσεις στη μέγιστη δύναμη στο ημικάθισμα ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	57
Σχήμα 3.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στη μέγιστη δύναμη στο ημικάθισμα ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	57
Σχήμα 4.	Επιδόσεις στη μέγιστη ισχύ ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	58
Σχήμα 5.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στη μέγιστη ισχύ ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	58
Σχήμα 6.	Επιδόσεις στο άλμα από ημικάθισμα ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου .....	59
Σχήμα 7.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στο άλμα από ημικάθισμα ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	59
Σχήμα 8.	Επιδόσεις στο άλμα με ταλάντευση ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου .....	60
Σχήμα 9.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στο άλμα με ταλάντευση ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	60

Σχήμα 10.	Επιδόσεις στο άλμα από πτώση 40cm ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	61
Σχήμα 11.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στο άλμα από πτώση 40cm ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση)).....	61
Σχήμα 12.	Επιδόσεις στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	62
Σχήμα 13.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	62
Σχήμα 14.	Επιδόσεις στα επαναλαμβανόμενα άλματα 15sec ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	63
Σχήμα 15.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στα επαναλαμβανόμενα άλματα 15sec ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	63
Σχήμα 16.	Επιδόσεις στην ισχύ των επαναλαμβανόμενων αλμάτων 15sec ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	64
Σχήμα 17.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ισχύ των επαναλαμβανόμενων αλμάτων 15sec ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	64
Σχήμα 18.	Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου στο άλμα από ημικάθισμα ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	68



Σχήμα 19.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου στο άλμα από ημικάθισμα ( $\bar{x} \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	68
Σχήμα 20.	Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έξω πλατύ στο άλμα από ημικάθισμα ( $\bar{x} \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	69
Σχήμα 21.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έξω πλατύ στο άλμα από ημικάθισμα ( $\bar{x} \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	69
Σχήμα 22.	Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ στο άλμα από ημικάθισμα ( $\bar{x} \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	70
Σχήμα 23.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ ( $\bar{x} \pm se$ ) στο άλμα από ημικάθισμα στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	70
Σχήμα 24.	Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου στο άλμα από ημικάθισμα ( $\bar{x} \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	71
Σχήμα 25.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου ( $\bar{x} \pm se$ ) στο άλμα από ημικάθισμα στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	71
Σχήμα 26.	Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου στο άλμα με ταλάντευση ( $\bar{x} \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και	



	ελέγχου.....	72
Σχήμα 27.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου στο άλμα με ταλάντευση ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	72
Σχήμα 28.	Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έξω πλατύ στο άλμα με ταλάντευση ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	73
Σχήμα 29.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα έξω πλατύ στο άλμα με ταλάντευση ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	73
Σχήμα 30.	Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ στο άλμα με ταλάντευση ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	74
Σχήμα 31.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ στο άλμα με ταλάντευση ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	74
Σχήμα 32.	Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα στο άλμα με ταλάντευση ( $x \pm se$ ) του δικέφαλου μηριαίου στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	75
Σχήμα 33.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου στο άλμα με ταλάντευση ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	75
Σχήμα 34.	Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου στο άλμα από πτώση 40cm ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και	

	ελέγχου.....	76
Σχήμα 35.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου στο άλμα από πτώση 40cm ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	76
Σχήμα 36.	Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έξω πλατύ στο άλμα από πτώση 40cm ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	77
Σχήμα 37.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έξω πλατύ στο άλμα από πτώση 40cm ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	77
Σχήμα 38.	Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ στο άλμα από πτώση 40cm ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	78
Σχήμα 39.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ στο άλμα από πτώση 40cm ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	78
Σχήμα 40.	Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου στο άλμα από πτώση 40cm ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	79
Σχήμα 41.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου στο άλμα από πτώση 40cm ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	79
Σχήμα 42.	Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x \pm se$ )	

	στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	80
Σχήμα 43.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x \pm se$ )) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	80
Σχήμα 44.	Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έξω πλατύ στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	81
Σχήμα 45.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έξω πλατύ στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x \pm se$ )) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	81
Σχήμα 46.	Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	82
Σχήμα 47.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x \pm se$ )) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	82
Σχήμα 48.	Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.....	83
Σχήμα 49.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	83

Σχήμα 50.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στη σχέση φορτίου-ταχύτητας ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	87
Σχήμα 51.	Επιδόσεις στη σχέση φορτίου-ταχύτητας ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για την ομάδα υψηλού φορτίου (90% 1-ME).....	87
Σχήμα 52.	Επιδόσεις στη σχέση φορτίου-ταχύτητας ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για την ομάδα μέγιστης ισχύος (48%-58% 1-ME).....	88
Σχήμα 53.	Επιδόσεις στη σχέση φορτίου-ταχύτητας ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για την ομάδα ελέγχου.....	88
Σχήμα 54.	Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στη σχέση φορτίου-ισχύος ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).....	90
Σχήμα 55.	Επιδόσεις στη σχέση φορτίου-ισχύος ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για την ομάδα υψηλού φορτίου (90% 1-ME).....	90
Σχήμα 56.	Επιδόσεις στη σχέση φορτίου-ισχύος ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για την ομάδα μέγιστης ισχύος (48%-58% 1-ME).....	91
Σχήμα 57.	Επιδόσεις στη σχέση φορτίου-ισχύος ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για την ομάδα ελέγχου....	91

## **ΝΕΥΡΟΜΥΪΚΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΝΤΙΘΕΤΙΚΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ**

### ***Ερευνητική προσέγγιση – Προσδιορισμός του προβλήματος***

Η μυϊκή ισχύς θεωρείται απαραίτητη για την επίτευξη υψηλών επιδόσεων σε αθλήματα όπου απαιτείται η παραγωγή υψηλής δύναμης σε μικρό χρονικό διάστημα. Η βελτίωση της μυϊκής ισχύος επιτυγχάνεται με αρκετές μεθόδους, όπως η παραδοσιακή προπόνηση με βάρη (υψηλό φορτίο 85-100%, μεσαίο φορτίο 40-60% και χαμηλό φορτίο 30% της 1-ME), η βαλλιστική προπόνηση, η πλειομετρική προπόνηση, η συνδυαστική προπόνηση και η αντιθετική μέθοδος προπόνησης (A.S.C.M 2002; Bird, Tarpenning, & Marino, 2005; Fry, 2004; Kraemer, & Ratamess 2003).

Η προπόνηση με βάρη με υψηλά φορτία (70-120% της 1-ME) βελτιώνει παράγοντες της απόδοσης όπως είναι η μέγιστη δύναμη και η αλτική ικανότητα (Adams, O'Shea, & Climstein, 1992; Fatouros et al., 2000; Hakkinen, & Komi 1985) προκαλεί αύξηση της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας των κάτω άκρων καθώς και βελτίωση της σχέσης φορτίου-ισχύος (Hakkinen et al., 1985). Επιπλέον, βελτίωση τόσο της μέγιστης δύναμης όσο και της μυϊκής ισχύος προκαλείται και με προπόνηση με βάρη χρησιμοποιώντας ένα χαμηλό έως υψηλό φορτίο (40-100% της 1-ME) (Rahimi, & Behpur, 2005). Παρόλα αυτά, η προπόνηση με βάρη υψηλού φορτίου βελτιώνει την ισχύ αυξάνοντας τη μυϊκή δύναμη έχοντας όμως ως μειονέκτημα την επιβράδυνση που εμφανίζεται κατά τη μετακίνηση του φορτίου (A.S.C.M 2002; Bird et al., 2005; Fry, 2004; Kraemer, & Ratamess 2003).



Η βαλλιστική προπόνηση, η οποία χαρακτηρίζεται από εκρηκτική εκτέλεση ασκήσεων με βάρη χαμηλά έως μεσαία φορτία, επιτρέπει τη επιτάχυνση του φορτίου σε όλο το εύρος της κίνησης σε αντίθεση με την προπόνηση με χαμηλά ή υψηλά φορτία χωρίς βαλλιστικό τρόπο εκτέλεσης όπου παρατηρείται επιβράδυνση του φορτίου στο δεύτερο μισό της σύγκεντρης φάσης της κίνησης (A.C.S.M. 2002; Kraemer, & Ratamess 2003). Προπονητικά περιεχόμενα της βαλλιστικής προπόνησης των κάτω άκρων είναι τα άλματα με φορτίο και εφαρμόζονται συνήθως σε αθλητές με εμπειρία στην προπόνηση δύναμης (Baker, 1996). Με βαλλιστική προπόνηση χαμηλής (30% της 1-ME) και υψηλής (90% της 1-ME) έντασης παρατηρήθηκε αύξηση της αλτικής ικανότητας και της μέγιστης δύναμης (Lyttle, Wilson, & Ostrowski, 1996; Newton, Kraemer, & Hakkinen, 1999). Σύγκριση μεταξύ βαλλιστικής προπόνησης με υψηλό φορτίο (80% της 1-ME) και βαλλιστικής προπόνησης με χαμηλό φορτίο (30% της 1-ME) έδειξε ότι η βαλλιστική προπόνηση με 30% της 1-ME υπερισχύει στη βελτίωση της αλτικής ικανότητας (McBride, Triplett– McBride, Davie, & Newton, 2002). Σύμφωνα με τα παραπάνω, τόσο η προπόνηση με βάρη υψηλού φορτίου όσο και η βαλλιστική προπόνηση μπορούν να βελτιώσουν παράγοντες της απόδοσης όπως είναι η μέγιστη δύναμη και η μυϊκή ισχύς. Έρευνες έδειξαν όμως ότι η βαλλιστική προπόνηση (30% της 1-ME ή της μέγιστης ισομετρικής) υπερισχύει έναντι της προπόνησης με υψηλό φορτίο (80% της 1-ME ή 6-10 ME) στη βελτίωση της αλτικής ικανότητας (Wilson, Newton, Murphy, & Humphries, 1993).

Εκτός από την προπόνηση με βάρη υψηλού φορτίου και τη βαλλιστική προπόνηση, για τη βελτίωση της αλτικής ικανότητας και της μυϊκής ισχύος χρησιμοποιείται ευρέως και η πλειομετρική προπόνηση η οποία αποτελείται συνήθως από διάφορα είδη αλμάτων καθώς και άλματα βάθους από διαφορετικά ύψη. Πλήθος μελετών έχουν δείξει ότι η πλειομετρική προπόνηση διάρκειας από 6 έως 12 εβδομάδες, συχνότητας 2 έως 3 φορές εβδομαδιαίως με τη χρήση αλτικών ασκήσεων και αλμάτων βάθους από ύψος 30 έως 114cm προκαλεί σημαντική βελτίωση της αλτικής ικανότητας (Hakkinen et al., 1985; Holcomb, Lander, Rutland, & 1996; Rahimi et al., 2005 ; Fatouros et al., 2000 ; Wilson et al., 1993 ; Gehri, Ricard, Kleiner, & Kirnendall, 1998; Adams et al., 1992). Επιπλέον, η αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης φαίνεται ότι επηρεάζεται και από το επίπεδο των αθλουμένων καθώς οι προπονημένοι

παρουσιάζουν μεγαλύτερη βελτίωση από τους απροπόνητους (Wagner, & Kocak, 1997).

Επιπροσθέτως, η συνδυαστική μέθοδος προπόνησης η οποία συνδυάζει την προπόνηση με βάρη και την πλειομετρική προπόνηση στην ίδια προπονητική μονάδα σύμφωνα με έρευνες μπορεί να βελτιώσει την απόδοση. Πιο συγκεκριμένα, μελέτες οι οποίες συνδύασαν προπόνηση με βάρη ή/και βαλλιστική προπόνηση έντασης από 40 έως 100% της 1-ME και πλειομετρική προπόνηση με άλματα διαφόρων ειδών και άλματα βάθους από ύψος 20 έως 110cm έδειξαν ότι η συνδυαστική προπόνηση προκαλεί βελτίωση της αλτικής ικανότητας (Fatouros et al., 2000; Rahimi et al., 2005; Lytle et al., 1996; Adams et al., 1992; Blakey, & Southard, 1987; Myer, Ford, Brent, & Hewett, 2006; Moore, Hickey, & Reiser, 2005).

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, παρατηρούμε ότι αύξηση της απόδοσης επέρχεται με διαφορετικές προπονητικές μεθόδους όπως είναι η προπόνηση με βάρη υψηλού φορτίου, η βαλλιστική προπόνηση με βάρη μεσαίου φορτίου, η πλειομετρική προπόνηση και η συνδυαστική προπόνηση. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον όμως προκύπτει από τη σύγκριση μεταξύ των παραπάνω μεθόδων ώστε να εξακριβωθεί ποια μέθοδος προκαλεί τη μεγαλύτερη βελτίωση στην αύξηση της απόδοσης. Έρευνες έδειξαν ότι ο συνδυασμός προπόνησης με βάρη έντασης 40 έως 100% της 1-ME και πλειομετρικής προπόνησης διαφόρων αλτικών ασκήσεων και αλμάτων βάθους από ύψος 30 έως 80cm, διάρκειας 6 έως 12 εβδομάδες υπερισχύει έναντι της μεμονωμένης εφαρμογής των μεθόδων αυτών (Fatouros et al., 2000; Adams et al., 1992; Rahimi et al., 2005). Επίσης, σύγκριση μεταξύ προπόνησης με βάρη, πλειομετρικής προπόνησης και βαλλιστικής προπόνησης έδειξε ότι η βαλλιστική προπόνηση με ένταση που αντιστοιχούσε στο 30% της μέγιστης ισομετρικής δύναμης υπερέχει στη βελτίωση της ισχύος συγκριτικά με τη προπόνηση με βάρη έντασης 6-10 ME και της πλειομετρικής προπόνησης αποτελούμενης από άλματα βάθους 20 έως 80cm (Wilson et al., 1993).

Σύμφωνα με τις παραπάνω μελέτες, η συνδυαστική προπόνηση και η βαλλιστική προπόνηση βελτιώνουν περισσότερο τη μυϊκή ισχύ και την αλτική ικανότητα συγκριτικά με τη προπόνηση με βάρη και τη πλειομετρική προπόνηση. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν ελάχιστες μελέτες όπου συγκρίνουν τη συνδυαστική και τη βαλλιστική προπόνηση. Συγκεκριμένα οι Little et al., (1996) σύγκριναν τη βαλλιστική προπόνηση, η οποία αποτελούνταν από άλματα με φορτίο 30% της 1-

ΜΕ, με τη συνδυαστική προπόνηση η οποία αποτελούνταν από προπόνηση με βάρη με φορτίο 6-10 ΜΕ και αλμάτων βάθους από ύψος 20 έως 80cm. Μετά το πέρας 10 εβδομάδων προπόνησης και οι δύο ομάδες παρουσίασαν βελτίωση στη μέγιστη δύναμη, στο άλμα από ημικάθισμα και στο άλμα με ταλάντευση χωρίς όμως να διαφέρουν μεταξύ τους. Από τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης φαίνεται ότι η συνδυαστική και η βαλλιστική μέθοδος προπόνηση βελτιώνουν την απόδοση στον ίδιο βαθμό χωρίς να διαφέρουν μεταξύ τους.

Ωστόσο, εκτός από τις προαναφερόμενες μεθόδους προπόνησης για τη βελτίωση της απόδοσης χρησιμοποιείται και η αντιθετική μέθοδος, μία μέθοδος σχετικά νεώτερη και με περιορισμένα ερευνητικά δεδομένα. Η αντιθετική μέθοδος προπόνησης αποτελείται από την εναλλάξ εκτέλεση ασκήσεων με βαρύ φορτίο με παρόμοιες ασκήσεις με ελαφρύ ή χωρίς φορτίο (Ebben, 2002; Docherty, Robbins, & Hodgson, 2004). Η θεωρία της αντιθετικής μεθόδου στηρίζεται στην ενεργοποίηση του νευρομυϊκού συστήματος που προκαλείται από την άσκηση με υψηλό φορτίο με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απόδοση στην άσκηση που ακολουθεί με ελαφρύ ή χωρίς φορτίο (Hamada, Sale, MacDougall, Tarnopolsky, 2000; Hodgson, Docherty, Robbins & Tarnopolsky, 2005; Robbins, 2005; Sale, 2002). Πρόσφατα, αρκετές έρευνες μελέτησαν την άμεση επίδραση της αντιθετικής προπόνησης στη μυϊκή απόδοση στα πλαίσια μιας προπονητικής μονάδας. Ωστόσο, κατέληξαν σε αντικρουόμενα συμπεράσματα. Πιο συγκεκριμένα, δυναμική άσκηση των κάτω άκρων με ένταση 5 ΜΕ ή 30 έως 90% της 1-ΜΕ φαίνεται ότι προκαλεί αύξηση της αλτικής ικανότητας από 2,8 έως 5% (Young, Jenner, & Griffiths, 1998; Gourgoulis, Aggeloussis, Kasimatis, Mavromatis, & Garas, 2003; Smilios, Pilianidis, Sotiropoulos, Antonakis, & Tokmakidis, 2005). Επιπρόσθετα, φαίνεται ότι έμπειροι αθλητές παρουσιάζουν μεγαλύτερη βελτίωση της ισχύος συγκριτικά με μη αθλητές όταν εφαρμόζεται η αντιθετική μέθοδος προπόνησης (Chiu, Fry, Weiss, Schilling, Brown, & Smith, 2003). Παρόλα αυτά, αντίθετα αποτελέσματα εμφανίζουν άλλες μελέτες οι οποίες δεν βρήκαν σημαντική βελτίωση της αλτικής ικανότητας εφαρμόζοντας αντιθετική προπόνηση με δυναμικές ασκήσεις των κάτω άκρων με υψηλά φορτία των 5ΜΕ ή 50 έως 90% της 1ΜΕ και (Jensen, & Ebben, 2003; Jones, & Lees 2003; Koch, et al., 2003; Scott, & Docherty, 2004). Εκτός όμως από δυναμικές ασκήσεις αρκετές έρευνες χρησιμοποίησαν στατική άσκηση για να προκαλέσουν αύξηση της νευρομυϊκής ενεργοποίησης. Συγκεκριμένα, ισομετρική σύσπαση διάρκειας 3sec φαίνεται ότι



βελτιώνει το άλμα από πτώση κατά 5% ενώ όταν η διάρκεια της σύσπασης είναι 5 sec δεν υπάρχει αύξηση της απόδοσης (French, Kraemer, & Cooke, 2003). Επιπρόσθετα, ισομετρική σύσπαση μεγαλύτερης διάρκειας, 7 ή 10 sec, δε φαίνεται να προκαλεί μεταβολή της απόδοσης δείχνοντας πιθανόν ότι η ενεργοποίηση του νευρομυϊκού συστήματος προκαλείται τα πρώτα δευτερόλεπτα εφαρμογής της άσκησης ενώ μεγαλύτερης διάρκειας σύσπαση προκαλεί κόπωση και κατεπέκταση πτώση της απόδοσης (Gossen, & Sale, 2000; Robbins, & Docherty, 2005). Επιπλέον, μελέτες οι οποίες εφάρμοσαν την αντιθετική μέθοδο προπόνησης στα άνω άκρα παρουσίασαν και αυτές αντίθετα αποτελέσματα. Σύμφωνα με τον Baker (2003), προπόνηση με φορτίο 65% της 1ME προκαλεί βελτίωση της ισχύος κατά 4,5% ενώ αντίθετα, άλλες μελέτες εφαρμόζοντας αντιθετική προπόνηση με φορτίο 3-5ME δεν παρατήρησαν καμία μεταβολή της απόδοσης (Ebben, et al., 2000; Brandenburg, 2005).

Στη βιβλιογραφία οι υπάρχουσες μελέτες, οι οποίες βρήκαν επίδραση της αντιθετικής προπόνησης στην απόδοση, αναφέρονται μόνο στην άμεση ανταπόκριση στα πλαίσια μιας προπονητικής μονάδας χρησιμοποιώντας μεγάλο εύρος φορτίων. Πιο συγκεκριμένα, οι μελέτες που διαπίστωσαν άμεση βελτίωση της απόδοσης μετά την εφαρμογή αντιθετικής προπόνησης χρησιμοποιώντας φορτία από 5 ME ή 30 έως 90% (Young et al., 1998; Gourgoulis et al., 2003; Smilios et al., 2005) δεν αποσαφηνίζουν πιο φορτίο (χαμηλό, μεσαίο, υψηλό) προκάλεσε την ενεργοποίηση του νευρομυϊκού συστήματος. Παρατηρούμε, ότι δεν έχει διερευνηθεί τόσο ο ρόλος του φορτίου όσο και η διάρκεια της αντιθετικής μεθόδου προπόνησης στη βελτίωση της απόδοσης. Συνεπώς, χρήζει μελέτης ποιο φορτίο προκαλεί μεγαλύτερη βελτίωση της απόδοσης κατά τη διάρκεια ενός βραχυχρόνιου ή μακροχρόνιου προγράμματος αντιθετικής προπόνησης.

### **Σκοπός της έρευνας**

Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν να μελετήσει την επίδραση ενός βραχυχρόνιου προγράμματος αντιθετικής προπόνησης με υψηλό φορτίο, καθώς και με το φορτίο επιβάρυνσης με το οποίο παράγεται η μέγιστη ισχύς, στην αλτική ικανότητα, στη μέγιστη ισχύ, στη μέγιστη δύναμη και στην αναερόβια ικανότητα. Επιπρόσθετα, να μελετήσει την επίδραση της αντιθετικής μεθόδου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα, καθώς και τη σχέση φορτίου – ταχύτητας και φορτίου – ισχύος κατά την εκτέλεση αλμάτων.

### **Σημασία της έρευνας**

Η μελέτη της επίδρασης της αντιθετικής μεθόδου μετά από βραχυχρόνια προπόνηση καθώς και ο ρόλος του φορτίου επιβάρυνσης θα παρέχει την απαραίτητη γνώση για τις νευρομυϊκές προσαρμογές που προκαλούνται και συνεπώς τη δυνατότητα για καλύτερο σχεδιασμό προπονητικών προγραμμάτων με απώτερο στόχο την αύξηση της απόδοσης.

### **Ερευνητικές υποθέσεις**

α) Υπάρχει επίδραση του φορτίου επιβάρυνσης (υψηλό φορτίο 90% 1-ME, μεσαίο φορτίο 48%-58% 1-ME) της αντιθετικής προπόνησης και της μέτρησης (αρχική, τελική) στη: 1) μέγιστη δύναμη, 2) μέγιστη ισχύς και 3) μέγιστη αναερόβια ικανότητα.

Ο συνδυασμός του φορτίου επιβάρυνσης (υψηλό φορτίο 90% 1-ME, μεσαίο φορτίο 48%-58% 1-ME) και της μέτρησης (αρχική, τελική) επιδρά στη: 1) μέγιστη δύναμη, 2) μέγιστη ισχύς και 3) μέγιστη αναερόβια ικανότητα.

β) Υπάρχει επίδραση του φορτίου επιβάρυνσης (υψηλό φορτίο 90% 1-ME, μεσαίο φορτίο 48%-58% 1-ME) της αντιθετικής προπόνησης και της μέτρησης (αρχική, τελική) στην αλτική ικανότητα όπως αυτή αξιολογήθηκε από τα εξής άλματα: 1) άλμα από ημικάθισμα, 2) άλμα με ταλάντευση, 3) άλμα από πτώση ύψους 40cm και 4) άλμα με ταλάντευση με επιπλέον φορτίο ίσο με το βάρος του σώματος.

Ο συνδυασμός του φορτίου επιβάρυνσης (υψηλό φορτίο 90% 1-ME, μεσαίο φορτίο 48%-58% 1-ME) και της μέτρησης (αρχική, τελική) επιδρά στην αλτική ικανότητα όπως αυτή αξιολογήθηκε από τα εξής άλματα: 1) άλμα από ημικάθισμα, 2) άλμα με ταλάντευση, 3) άλμα από πτώση ύψους 40cm και 4) άλμα με ταλάντευση με επιπλέον φορτίο ίσο με το βάρος του σώματος.

γ) Υπάρχει επίδραση του φορτίου επιβάρυνσης (υψηλό φορτίο 90% 1-ME, μεσαίο φορτίο 48%-58% 1-ME) της αντιθετικής προπόνησης και της μέτρησης (αρχική, τελική) στη σχέση φορτίου – ισχύος και φορτίου - ταχύτητας.

Ο συνδυασμός του φορτίου επιβάρυνσης (υψηλό φορτίο 90% 1-ME, μεσαίο φορτίο 48%-58% 1-ME) και της μέτρησης (αρχική, τελική) επιδρά στη σχέση φορτίου – ισχύος και φορτίου - ταχύτητας.

δ) Υπάρχει επίδραση του φορτίου επιβάρυνσης (υψηλό φορτίο 90% 1-ME, μεσαίο φορτίο 48%-58% 1-ME) της αντιθετικής προπόνησης και της μέτρησης

(αρχική, τελική) στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του: 1) ορθού μηριαίου, 2) έξω πλατύ, 3) έσω πλατύ και 4) δικέφαλου μηριαίου κατά τη διάρκεια των αλτικών δοκιμασιών.

Ο συνδυασμός του φορτίου επιβάρυνσης (υψηλό φορτίο 90% 1-ME, μεσαίο φορτίο 48%-58% 1-ME) και της μέτρησης (αρχική, τελική) επιδρά στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του: 1) ορθού μηριαίου, 2) έξω πλατύ, 3) έσω πλατύ και 4) δικέφαλου μηριαίου κατά τη διάρκεια των αλτικών δοκιμασιών.

### **Μηδενικές υποθέσεις**

α) Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των δύο φορτίων επιβάρυνσης στη: 1) μέγιστη δύναμη, 2) μέγιστη ισχύς και 3) μέγιστη αναερόβια ικανότητα.

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων πριν και μετά την εφαρμογή της προπόνησης στη: 1) μέγιστη δύναμη, 2) μέγιστη ισχύς και 3) μέγιστη αναερόβια ικανότητα.

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του φορτίου επιβάρυνσης και της μέτρησης στη: 1) μέγιστη δύναμη, 2) μέγιστη ισχύς και 3) μέγιστη αναερόβια ικανότητα.

β) Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των δύο φορτίων επιβάρυνσης στην αλτική ικανότητα όπως αυτή αξιολογήθηκε από τα εξής άλματα: 1) άλμα από ημικάθισμα, 2) άλμα με ταλάντευση, 3) άλμα από πτώση ύψους 40cm και 4) άλμα με ταλάντευση με επιπλέον φορτίο ίσο με το βάρος του σώματος.

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων πριν και μετά την εφαρμογή της προπόνησης στην αλτική ικανότητα όπως αυτή αξιολογήθηκε από τα εξής άλματα: 1) άλμα από ημικάθισμα, 2) άλμα με ταλάντευση, 3) άλμα από πτώση ύψους 40cm και 4) άλμα με ταλάντευση με επιπλέον φορτίο ίσο με το βάρος του σώματος.

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του φορτίου επιβάρυνσης και της μέτρησης στην αλτική ικανότητα όπως αυτή αξιολογήθηκε από τα εξής άλματα: 1) άλμα από ημικάθισμα, 2) άλμα με ταλάντευση, 3) άλμα από πτώση ύψους 40cm και 4) άλμα με ταλάντευση με επιπλέον φορτίο ίσο με το βάρος του σώματος.

γ) Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των δύο φορτίων επιβάρυνσης στη σχέση φορτίου – ισχύος και φορτίου - ταχύτητας.

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων πριν και μετά την εφαρμογή της προπόνησης στη σχέση φορτίου – ισχύος και φορτίου - ταχύτητας.

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του φορτίου επιβάρυνσης και της μέτρησης στη σχέση φορτίου – ισχύος και φορτίου - ταχύτητας.

δ) Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των δύο φορτίων επιβάρυνσης στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του: 1) ορθού μηριαίου, 2) έξω πλατύ, 3) έσω πλατύ και 4) δικέφαλου μηριαίου κατά τη διάρκεια των αλτικών δοκιμασιών.

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων πριν και μετά την εφαρμογή της προπόνησης στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του: 1) ορθού μηριαίου, 2) έξω πλατύ, 3) έσω πλατύ και 4) δικέφαλου μηριαίου κατά τη διάρκεια των αλτικών δοκιμασιών.

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του φορτίου επιβάρυνσης και της μέτρησης στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του: 1) ορθού μηριαίου, 2) έξω πλατύ, 3) έσω πλατύ και 4) δικέφαλου μηριαίου κατά τη διάρκεια των αλτικών δοκιμασιών.

### ***Περιορισμοί – Οριοθετήσεις της έρευνας***

Στην παρούσα έρευνα παρατηρήθηκαν οι εξής περιορισμοί:

- α) Όρια ως προς τη χρονολογική ηλικία του δείγματος. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν νεαρά άτομα ηλικίας 19-29 ετών.
- β) Όρια ως προς το φύλο του δείγματος. Οι δοκιμαζόμενοι που έλαβαν μέρος στην έρευνα ήταν μόνο άνδρες.
- γ) Όρια ως προς το προπονητικό επίπεδο του δείγματος. Οι δοκιμαζόμενοι ήταν μέτρια προπονημένοι χωρίς πολύχρονη εμπειρία στην προπόνηση δύναμης.
- δ) Όρια ως προς το χρονικό διάστημα προπόνησης. Το πρόγραμμα προπόνησης εφαρμόστηκε για σύντομο χρονικό διάστημα έξι εβδομάδων.

### **Θεωρητικοί και λειτουργικοί ορισμοί – Συντομογραφίες**

**Νευρομυϊκές προσαρμογές:** Οι προσαρμογές οι οποίες προκαλούνται σε νευρικό και μυϊκό επίπεδο μετά την εφαρμογή ενός προγράμματος προπόνησης.

**Αντιθετική προπόνηση:** Η εκτέλεση παρόμοιων ασκήσεων, εναλλάσσοντας σετ με βαρύ φορτίο και σετ με ελαφρύ φορτίο ή το σωματικό βάρος.

**Βαλλιστική προπόνηση:** Η προπόνηση η οποία χαρακτηρίζεται από εκρηκτική εκτέλεση ασκήσεων με βάρη χαμηλών έως μεσαίων φορτίων όπου δεν παρατηρείται επιβράνδυση σε όλη τη φάση ώθησης των φορτίων.

**Πλειομετρική προπόνηση:** Η εκρηκτική εκτέλεση ασκήσεων χωρίς επιπλέον επιβάρυνση.

**Αλτική ικανότητα:** Το μέγιστο ύψος το οποίο μπορεί να φτάσει το σώμα με την εκτέλεση αλμάτων από διάφορες θέσεις- στάσεις του σώματος.

**Άλμα από ημικάθισμα:** Κατακόρυφο επιτόπιο άλμα από τη θέση του ημικαθίσματος με γωνία γόνατος  $90^0$ .

**Άλμα με ταλάντευση:** Κατακόρυφο επιτόπιο άλμα από την όρθια θέση αφού προηγηθεί ταλάντευση του σώματος.

**Άλμα από πτώση 40cm:** Κατακόρυφο επιτόπιο άλμα μετά από πτώση από πληνθίο ύψους 40cm.

**Άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος:** Κατακόρυφο επιτόπιο άλμα από την όρθια θέση αφού προηγηθεί ταλάντευση του σώματος με επιπλέον επιβάρυνση ίση με το σωματικό βάρος.

**Αναερόβια ικανότητα:** Η ικανότητα παραγωγής ενέργειας χωρίς την παρουσία οξυγόνου σε έντονη μυϊκή προσπάθεια μικρής διάρκειας.

**Επαναλαμβανόμενα άλματα 15 δευτερολέπτων:** Η εκτέλεση συνεχόμενων αλμάτων με ταλάντευση διάρκειας 15 δευτερολέπτων η οποία αποτελεί μέθοδο μέτρησης της αναερόβιας ικανότητας.

**Μέγιστη δύναμη:** Η υψηλότερη τιμή δύναμης η οποία μπορεί να αναπτυχθεί καθώς και το μεγαλύτερο φορτίο το οποίο μπορεί να υπερνικηθεί μετά από μία εκούσια δυναμική ενεργοποίηση.

**Μία μέγιστη επανάληψη (1-ME):** Το μεγαλύτερο βάρος με το οποίο μπορεί να εκτελεστεί μία μόνο επανάληψη σε μια συγκεκριμένη άσκηση. Αποτελεί μέθοδο μέτρησης της μέγιστης δύναμης.

**Μέγιστες επαναλήψεις (ME):** Ο μεγαλύτερος αριθμός επαναλήψεων που μπορεί να εκτελεστεί με ένα συγκεκριμένο φορτίο σε μια άσκηση.

**Μέγιστη ισομετρική δύναμη:** Η υψηλότερη τιμή δύναμης η οποία μπορεί να αναπτυχθεί κατά τη διάρκεια μέγιστης ισομετρικής ενεργοποίησης των μυών.

**Μέγιστη ισχύς:** Η υψηλότερη τιμή παραγωγή δύναμης στη μονάδα του χρόνου κατά την εκτέλεση μιας άσκησης.

**Σχέση ταχύτητας και ισχύος - φορτίου:** Η σχέση μεταξύ ταχύτητας και φορτίου όπου η ταχύτητα με την οποία μια μυϊκή ίνα βραχύνεται, μειώνεται με την αύξηση του εξασκούμενου φορτίου και τη παραγόμενης δύναμης

**Ηλεκτρομυογραφία:** Η διαδικασία ανίχνευσης και καταγραφής της ηλεκτρικής δραστηριότητας μίας μυϊκής ομάδας με τη χρήση επιφανειακού ηλεκτροδίου.

**MI:** Ομάδα προπόνησης με φορτίο με το οποίο παράγεται η μέγιστη ισχύς (48%-58% της 1-ME).

**ΥΦ:** Ομάδα προπόνησης με υψηλό φορτίο (90% της 1-ME).

**ΟΕ:** Ομάδα ελέγχου.

**1-ME:** Μία μέγιστη επανάληψη

**ME:** Μέγιστες επαναλήψεις

**ΗΜΓ:** Ηλεκτρομυογράφημα

**ΣΒ:** Σωματικό βάρος



## ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### ***Προπόνηση μυϊκής ισχύος***

Η προπόνηση δύναμης αποτελεί αναπόσπαστο μέρος κάθε προπονητικού προγράμματος το οποίο στοχεύει στη βελτίωση της απόδοσης. Αθλήματα τα οποία εμπεριέχουν ρίψεις, άλματα και δρόμους μικρών αποστάσεων, όπου απαιτείται υψηλή δύναμη σε μικρό χρονικό διάστημα, απαιτούν και εξειδικευμένη προπόνηση ισχύος. Υπάρχουν αρκετές προπονητικές μέθοδοι για τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος, όπως η προπόνηση με βάρη με υψηλό (80-100% της 1 μέγιστης επανάληψης [1-ME]), μεσαίο (~60% της 1-ME) ή χαμηλό (~30% της 1-ME) φορτίο, η πλειομετρική προπόνηση, η βαλλιστική προπόνηση καθώς και συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων (A.C.S.M 2002, Newton, & Kraemer, 1994). Επιπλέον, για τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος χρησιμοποιείται και η αντιθετική μέθοδος προπόνησης όπου εναλλάσσεται σερ με βαρύ φορτίο και σερ με ελαφρύ φορτίο ή το σωματικό βάρος είτε στην ίδια άσκηση είτε συνδυάζοντας παρόμοιες ασκήσεις (Newton et al., 1994, Docherty, et al., 2004).

### ***Προπόνηση με βάρη***

*Επίδραση του φορτίου.* Η προπόνηση με βάρη υψηλού, μεσαίου και χαμηλού φορτίου είναι από τις διαδεδομένες προπονητικές μεθόδους για τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος (A.C.S.M. 2002). Ορισμένες μελέτες συνιστούν την εκτέλεση μεσαίων έως υψηλών φορτίων (60-100% της 1-ME) με αργή ταχύτητα εκτέλεσης ενώ άλλες μελέτες προτείνουν την προπόνηση με ελαφριά έως μέτρια φορτία (30-60% της 1-ME) και εκρηκτικό ρυθμό εκτέλεσης (Kraemer, & Ratamnes, 2004). Η επίδραση διαφορετικών φορτίων προπόνησης με βάρη στην βελτίωση της απόδοσης καθώς και οι διαφορετικές προσαρμογές οι οποίες προκαλούνται έχουν μελετηθεί από πλήθος ερευνών (Πίνακας 1).

Οι Hakkinen & Komi (1985) εξέτασαν την επίδραση της προπόνησης δύναμης με υψηλό φορτίο στην ηλεκτρική και μηχανική συμπεριφορά των εκτεινόντων μυών των ποδιών. Οι δοκιμαζόμενοι, 11 άνδρες οι οποίοι είχαν εμπειρία στην προπόνηση δύναμης, προπονήθηκαν με ένταση 70-120% της 1-ME στην άσκηση του πλήρους καθίσματος για χρονικό διάστημα 24 εβδομάδων. Μετά το πέρας της προπόνησης παρατηρήθηκε αύξηση της μέγιστης δύναμης κατά 30,2% ενώ το ύψος του άλματος από ημικάθισμα βελτιώθηκε κατά 7,3% με ταυτόχρονη αύξηση της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας του έξω και του έσω πλατύ. Επιπλέον, η βελτίωση της μέγιστης δύναμης προκάλεσε μεταβολή στη σχέση φορτίου – ισχύος τόσο στο άλμα από ημικάθισμα όσο και στο άλμα με ταλάντευση. Αντίθετα, όταν για το ίδιο χρονικό διάστημα εφαρμόστηκε προπόνηση με αλτικές και βαλλιστικές ασκήσεις (άλματα βάθους ύψους 30-60cm, άλματα με ταλάντευση με φορτίο 0-60% της 1-ME) παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση κατά 21,2% στο ύψος άλματος από το ημικάθισμα ενώ η αντίστοιχη βελτίωση της δύναμης ήταν μόνο κατά 6,8% με ταυτόχρονη αύξησης της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας του έξω και του έσω πλατύ. Επιπλέον, η βελτίωση της ταχύτητας μετακίνησης προκάλεσε μεταβολή στη σχέση φορτίου ισχύος τόσο στο άλμα από ημικάθισμα όσο και στο άλμα με ταλάντευση (Hakkinen, et al., 1985). Παρατηρούμε δηλαδή, σύμφωνα με την προπονητική αρχή της εξειδίκευσης, ότι ανάλογα με το προπονητικό περιεχόμενο (ασκήσεις με βάρη, βαλλιστικές ασκήσεις, πλειομετρικές ασκήσεις) και την ένταση της επιβάρυνσης (υψηλό, μεσαίο, χαμηλό φορτίο) επέρχονται και οι αντίστοιχες νευρομυϊκές προσαρμογές καθώς παρουσιάζεται τόσο αύξηση της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας όσο και βελτίωση της απόδοσης με ταυτόχρονη μεταβολή της σχέσεως φορτίου – ισχύος και φορτίου – ταχύτητας.

Βελτίωση της απόδοσης με προπόνηση με βάρη με υψηλά φορτία παρατήρησαν και οι Adams et al. (1992). 48 άνδρες αθλητές άρσης βαρών με προπονητική εμπειρία τουλάχιστον ενός έτους αλλά χωρίς ιδιαίτερη εμπειρία στην προπόνηση ισχύος, εφάρμοσαν προπόνηση με βάρη με προοδευτική αύξηση της επιβάρυνσης από 70 έως 100% της 1-ME στην άσκηση του ημικαθίσματος. Η προπόνηση ήταν διάρκειας 6 εβδομάδων με συχνότητα προπόνησης 2 φορές την εβδομάδα όπου η πρώτη ημέρα προπόνησης ήταν υψηλής έντασης (70-100%) ενώ η δεύτερη μέρα προπόνησης ήταν χαμηλότερης έντασης (50-70%). Μετά το πέρας της προπόνησης παρουσιάστηκε βελτίωση στο κάθετο άλμα κατά 3,3 cm



δείχνοντας ότι η προπόνηση με βάρη υψηλού φορτίου, για ένα σχετικά σύντομο διάστημα (6 εβδομάδες) και με μια μικρή σχετικά προπονητικά συχνότητα (2 φορές την εβδομάδα), μπορούν να προκαλέσουν αύξηση της μυϊκής ισχύος όπως αυτή αξιολογείται από τη δοκιμασία του κάθετου άλματος.

Οι Fatouros et al. (2000) ερεύνσαν την επίδραση της προπόνησης με βάρη υψηλού φορτίου στη βελτίωση της απόδοσης για χρονικό διάστημα 12 εβδομάδων και με προπονητική συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα σε 41 απροπονητούς άνδρες. Τις πρώτες 8 εβδομάδες προπόνησης οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν ως βασικές ασκήσεις τις πιέσεις ποδιών, τις κάμψεις κνήμης και τα ημικαθίσματα με μπάρα ενώ τις 4 τελευταίες εβδομάδες εκτελούσαν άλματα με επιπλέον φορτίο. Η ένταση στις 2 πρώτες εβδομάδες ήταν 70% της 1-ME ενώ το υπόλοιπο διάστημα προπόνησης κυμάνθηκε από 80-95% της 1-ME. Την πρώτη ημέρα προπόνησης κάθε εβδομάδας υπήρχε υψηλή ένταση (2x6, 1x4, 1x2), τη δεύτερη ημέρα μεσαία ένταση (2x10, 2x8) ενώ την τρίτη ημέρα προπόνησης υπήρχε χαμηλή ένταση (4x12). Μετά την προπόνηση παρατηρήθηκε βελτίωση στο κάθετο άλμα, στην ισχύ και στη μέγιστη δύναμη στις ασκήσεις των πιέσεων ποδιών και του ημικαθίσματος. Από τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης φάνηκε ότι προπόνηση με βάρη υψηλής έντασης (70-95% της 1-ME), για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα (12 εβδομάδες), με συχνή εβδομαδιαία εφαρμογή (3 φορές εβδομαδιαίως), με προοδευτική αύξηση της επιβάρυνσης και εξειδικευμένα προπονητικά περιεχόμενα (άλματα με φορτίο) μπορεί να επιφέρει σημαντική βελτίωση σε δοκιμασίες ισχύος και δύναμης σε άτομα χωρίς ιδιαίτερη εμπειρία στην προπόνηση δύναμης.

Εκτός από τη προπόνηση με βάρη υψηλού φορτίου ενδιαφέρον παρουσιάζει και η προπόνηση με βάρη χρησιμοποιώντας μεσαία έως υψηλά φορτία. Οι Rahimi & Behrur (2005) εφάρμοσαν προπόνηση με βάρη (6 εβδομάδες, 2 φορές την εβδομάδα) σε 48 άνδρες οι οποίοι ασχολούνταν με διαφορετικά αθλήματα. Το πρόγραμμα προπόνησης περιελάμβανε την εκτέλεση των ασκήσεων του ημικαθίσματος, των πιέσεων των ποδιών και των εκτάσεων της κνήμης με φορτία τα οποία αυξάνονταν προοδευτικά από 40% της 1-ME στην 1<sup>η</sup>-3<sup>η</sup> προπόνηση, σε 60% της 1-ME στην 4<sup>η</sup>-6<sup>η</sup> προπόνηση, στο 80% της 1-ME στην 7<sup>η</sup>-9<sup>η</sup> προπόνηση και στο 100% της 1-ME στην 10<sup>η</sup>-12<sup>η</sup> προπόνηση. Μετά την προπόνηση το ύψος του κάθετου άλματος και η μέγιστη δύναμη από τη θέση του ημικαθίσματος βελτιώθηκαν σημαντικά κατά 16,5% και 78,4% αντίστοιχα,

δείχνοντας ότι η προπόνηση με βάρη με προοδευτική αύξηση της επιβάρυνσης από μεσαία έως υψηλά φορτία (40-100% της 1-ME) μπορεί να βελτιώσει τόσο τη μυϊκή δύναμη όσο και τη μυϊκή ισχύ.

Παρατηρούμε, ότι η προπόνηση με βάρη χρησιμοποιώντας τόσο χαμηλά όσο και υψηλά φορτία βελτιώνει την αθλητική απόδοση χωρίς όμως να γνωρίζουμε ποιο από τα φορτία επιφέρει τη μεγαλύτερη βελτίωση. Σε μελέτη των Harris, Stone, O'Bryant, Proulx, & Johnson, 2000 εξετάσθηκε η επίδραση της προπόνησης δύναμης με υψηλό και χαμηλό φορτίο (9 εβδομάδες, 4 φορές την εβδομάδα) σε διάφορους παράγοντες απόδοσης. Οι δοκιμαζόμενοι χωρίστηκαν σε δύο πειραματικές ομάδες όπου η ομάδα υψηλού φορτίου εκτελούσε προπόνηση με επιβάρυνση 80-85% της 1-ME ενώ η ομάδα χαμηλού φορτίου εκτελούσε προπόνηση με επιβάρυνση 30% της μέγιστης ισομετρικής δύναμης. Μετά το τέλος της προπονητικής περιόδου η ομάδα υψηλού φορτίου βελτιώθηκε σημαντικά στην μέγιστη δύναμη και στην ισχύ μέσω της αξιολόγησης του Margaria-Kalamen test ενώ η ομάδα χαμηλού φορτίου βελτιώθηκε σημαντικά στην ισχύ, στο κάθετο άλμα και στο άλμα χωρίς φορά.

Οι Moss, Refsnes, Abildgaard, Nicolaysen, & Jensen, (1997) ερεύνησαν την επίδραση διαφορετικών φορτίων (15-35-90% της 1-ME) επιβάρυνσης (9 εβδομάδες, 3 φορές την εβδομάδα) στη μέγιστη δύναμη και στη μέγιστη ισχύ με φορτίο 2,5 kg, και 15, 25, 35, 50, 70, 90% της 1-ME. Ο ρυθμός εκτέλεσης των ασκήσεων ήταν εκρηκτικός και οι μετρήσεις έγιναν στους καμπτήρες του αγκώνα. Η μέγιστη δύναμη αυξήθηκε σημαντικά κατά 15,2% στην ομάδα με φορτίο 90% της 1-ME, κατά 10,1% στην ομάδα με φορτίο 30% της 1-ME και κατά 6,6% στην ομάδα με φορτίο 15% της 1-ME. Η μέγιστη ισχύς αυξήθηκε σε όλα τα φορτία στις ομάδες 90% και 35% ενώ η ομάδα 15% παρουσίασε αύξηση της ισχύος στα φορτία που αντιστοιχούσαν στο 15%, 25% και 50% της 1-ME. Δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές στην ισχύ μεταξύ των τριών ομάδων στα φορτία τα οποία ήταν ίσης ή λιγότερης επιβάρυνσης από 50% της 1-ME αλλά στα φορτία 70% και 90% της 1-ME η αύξηση ήταν μεγαλύτερη στις ομάδες 90% και 35% της 1-ME. Η ομάδα 90% παρουσίασε μεγαλύτερη βελτίωση της ισχύος στα βαρύτερα φορτία από ότι στα ελαφρύτερα ενώ η ομάδα 35% δεν είχε παρόμοια συμπεριφορά. Η συγκεκριμένη μελέτη δείχνει ότι βελτίωση της μέγιστης δύναμης μπορεί προκληθεί τόσο από υψηλά (90% της 1-ME) όσο και από ελαφριά φορτία (35% και 15% της 1-ME) αρκεί η εκτέλεση των ασκήσεων να είναι εκρηκτική και να

καταβάλλεται η μέγιστη δυνατή προσπάθεια. Επιπλέον, αν και η ισχύς με φορτία κάτω από 50% της 1-ME βελτιώθηκε σε όλες τις ομάδες προπόνησης, η βελτίωση στα υψηλότερα φορτία (70% και 90% της 1-ME) ήταν μεγαλύτερη στην ομάδα 90% από την ομάδα 35% αποδεικνύοντας ότι οι προσαρμογές είναι εξειδικευμένες ανάλογα το φορτίο επιβάρυνσης.

*Βαλλιστική προπόνηση.* Η βαλλιστική προπόνηση είναι η προπόνηση η οποία χαρακτηρίζεται από εκρηκτική εκτέλεση ασκήσεων με βάρη χαμηλών έως μεσαίων φορτίων. Σύμφωνα με αρκετές έρευνες η πλειομετρική προπόνηση προκαλεί σημαντική αύξηση της απόδοσης και συγκεκριμένα της μυϊκής ισχύος. Ως γνωστόν, η προπόνηση δύναμης με υψηλά φορτία και αργό ρυθμό εκτέλεσης επιφέρει επιβράνδυση του φορτίου στο τέλος της έκκεντρης φάσης και στην αρχή της σύγκεντρης φάσης (A.C.S.M. 2002) περιορίζοντας την παραγόμενη δύναμη σε ένα μικρό σχετικά τμήμα της κίνησης. Η εκτέλεση ασκήσεων δύναμης με εκρηκτικό τρόπο και γρήγορο ρυθμό εκτέλεσης περιορίζει το πρόβλημα της επιβράνδυσης καθώς επιτρέπει, λόγω της επιτάχυνσης του φορτίου, την παραγωγή υψηλού ποσού δύναμης σε ολόκληρο το εύρος της κίνησης. Εξειδικευμένα προπονητικά περιεχόμενα της πλειομετρικής προπόνησης για τα κάτω άκρα είναι τα άλματα με φορτίο τα οποία συνιστώνται σε έμπειρους αθλητές για περαιτέρω αύξηση της απόδοσης και βελτίωση της ισχύος (Baker, 1996).

Οι Lyttle et al. (1996) εξέτασαν την επίδραση της βαλλιστικής προπόνησης στην αλτική ικανότητα και τη μέγιστη δύναμη. Εφάρμοσαν προπόνηση αλμάτων με φορτίο 30% της 1-ME, διάρκειας 8 εβδομάδων με συχνότητα προπόνησης 2 φορές την εβδομάδα (2-6 σετ, 8 επαναλήψεις). Μετά την προπόνηση παρουσιάστηκε βελτίωση στο άλμα από ημικάθισμα κατά 19,8%, στο άλμα από ταλάντευση κατά 8% και στην μέγιστη δύναμη από ημικάθισμα κατά 14,7%. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι η χρήση ενός χαμηλού φορτίου βαλλιστικής προπόνησης μπορεί να αυξήσει τόσο την αλτική ικανότητα όσο και τη μέγιστη δύναμη.

Μεγαλύτερο εύρος φορτίου (30, 60, 90% της 1-ME) βαλλιστικής προπόνησης χρησιμοποίησαν οι Newton et al. (1999) οι οποίοι ερεύνησαν την επίδραση της βαλλιστικής προπόνησης στην αλτική ικανότητα και τη μέγιστη δύναμη. Αθλητές πετοσφαίρισης υψηλού επιπέδου, οι οποίοι είχαν εμπειρία δύναμης τουλάχιστον 2 χρόνια, εφάρμοσαν για 8 εβδομάδες και με συχνότητα 2

φορές την εβδομάδα βαλλιστική προπόνηση η οποία περιελάμβανε 2 σετ άλματα από το ημικάθισμα με 30% της 1-ME (χαμηλό φορτίο), 60% της 1-ME (μεσαίο φορτίο) και 80% της 1-ME (υψηλό φορτίο). Μετά το τέλος της προπόνησης παρουσιάστηκε βελτίωση του κάθετου άλματος κατά 6,1% ενώ η μέγιστη δύναμη η οποία αξιολογήθηκε μόνο σύγκεντρα δεν παρουσίασε μεταβολή. Παρατηρούμε, ότι βαλλιστική προπόνηση με χαμηλά έως υψηλά φορτία (30-90% της 1-ME) προκαλεί βελτίωση της αλτικής ικανότητας αλλά όχι της μέγιστης δύναμης.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η βαλλιστική προπόνηση με ένα εύρος φορτίων βελτιώνει την απόδοση, ωστόσο, τίθεται το ερώτημα ποιο φορτίο επιβάρυνσης επιφέρει τη μεγαλύτερη βελτίωση. Απάντηση στο ερώτημα αυτό προσπάθησαν να δώσουν οι McBride et al. (1993) οι οποίοι σύγκριναν την επίδραση υψηλών (80% της 1-ME) έναντι χαμηλών φορτίων (30% της 1-ME) βαλλιστικής προπόνησης. Αθλητές με εμπειρία στην προπόνηση δύναμης, 2 έως 4 χρόνια, εκτέλεσαν βαλλιστική προπόνηση με άλματα με φορτίο για χρονικό διάστημα 8 εβδομάδων και αξιολογήθηκαν στο ύψος του άλματος και τη μέγιστη δύναμη. Η ομάδα η οποία προπονήθηκε με το φορτίο το οποίο αντιστοιχούσε στο 30% της 1-ME βελτιώθηκε περισσότερο στο ύψος του άλματος συγκριτικά με την ομάδα που προπονήθηκε με το φορτίο το οποίο αντιστοιχούσε στο 80% της 1-ME ενώ και οι δύο ομάδες βελτιώθηκαν στη μέγιστη δύναμη χωρίς να διαφέρουν μεταξύ τους. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η βαλλιστική προπόνηση με χαμηλό φορτίο (30% της 1-ME) υπερισχύει της βαλλιστικής προπόνησης με υψηλό φορτίο (80% της 1-ME) στη βελτίωση της αλτικής ικανότητας ενώ και τα δύο φορτία βελτιώνουν τη μέγιστη δύναμη στον ίδιο βαθμό.

Η προπόνηση με βάρη υψηλού φορτίου (χωρίς βαλλιστικό τρόπο εκτέλεσης), όπως αναφέραμε στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, βελτιώνει την απόδοση και συγκεκριμένα την αλτική ικανότητα και τη μέγιστη δύναμη. Οι Wilson et al. (1993) σύγκριναν την επίδραση της προπόνησης δύναμης με υψηλό φορτίο επιβάρυνσης, χωρίς βαλλιστικό τρόπο εκτέλεσης, με τη βαλλιστική προπόνηση χαμηλού φορτίου. Οι δοκιμαζόμενοι, οι οποίοι είχαν εμπειρία προπόνησης δύναμης τουλάχιστον 1 έτους, εφάρμοσαν προπόνηση διάρκειας 10 εβδομάδων και συχνότητας 2 φορές την εβδομάδα. Η ομάδα με το υψηλό φορτίο επιβάρυνσης εκτελούσε ημικάθισμα με 6-10 ME ενώ η ομάδα με το χαμηλό φορτίο εκτελούσε άλματα με φορτίο 30% της μέγιστης ισομετρικής δύναμης σύμφωνα με το οποίο παράγονταν η μέγιστη ισχύ. Μετά την περίοδο προπόνησης και οι δύο ομάδες

βελτιώθηκαν σημαντικά στην αλτική ικανότητα όμως η ομάδα η οποία προπονήθηκε με φορτίο 30% της μέγιστης ισομετρικής δύναμης σημείωσε μεγαλύτερη βελτίωση συγκριτικά με τη ομάδα η οποία προπονήθηκε με φορτίο 6-10 ME. Συγκεκριμένα, η ομάδα η οποία προπονήθηκε με φορτίο 30% της μέγιστης ισομετρικής δύναμης βελτιώθηκε στο άλμα από ταλάντευση κατά 17,6% και στο άλμα από ημικάθισμα 15,2% ενώ η ομάδα η οποία προπονήθηκε με φορτίο 6-10 ME βελτιώθηκε κατά 5,1% και 6,8%, αντίστοιχα. Παρατηρούμε από τις έρευνες τόσο των McBride et al. (1993) όσο και των Wilson et al. (1993) ότι η βαλλιστική προπόνηση με βάρη φορτίου 30% είτε της μέγιστης ισομετρικής είτε της 1-ME υπερισχύει έναντι της προπόνησης με υψηλό φορτίο (80% της 1-ME ή 6-10 μέγιστες επαναλήψεις) στη βελτίωση της αλτικής ικανότητας.

Συνοψίζοντας τις παραπάνω μελέτες (Πίνακας 1), οι οποίες ερεύνησαν την επίδραση της προπόνησης με βάρη με διαφορετικά φορτία και της βαλλιστικής προπόνησης στη βελτίωση της απόδοσης μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα. Η προπόνηση με βάρη με τη χρήση χαμηλών έως υψηλών φορτίων (35-100% της 1-ME) μπορεί να βελτιώσει τόσο τη μέγιστη δύναμη όσο και την αλτική ικανότητα. Επίσης, η βελτίωση της μέγιστης δύναμης είναι μεγαλύτερη με τη χρήση υψηλών φορτίων ενώ η βελτίωση της αλτικής ικανότητας είναι μεγαλύτερη με τη χρήση χαμηλών έως μεσαίων φορτίων. Εκτός από το φορτίο επιβάρυνσης σημαντικό ρόλο φαίνεται ότι διαδραματίζει ο ρυθμός εκτέλεσης της άσκησης. Βαλλιστική προπόνηση με βάρη από 30 έως 90% της 1-ME επιφέρει βελτίωση τόσο της μέγιστης δύναμης όσο και της αλτικής ικανότητας ενώ φαίνεται ότι υπερισχύει έναντι της προπόνησης με βάρη στη βελτίωση της αλτικής ικανότητας. Τέλος, η βαλλιστική προπόνηση με 30% είτε της μέγιστης ισομετρικής είτε της 1-ME φαίνεται να υπερισχύει έναντι της προπόνησης με υψηλό φορτίο (80% της 1-ME ή 6-10 ME) στη βελτίωση της αλτικής ικανότητας. Σύγκριση μεταξύ προπόνησης με βάρη και βαλλιστικής προπόνησης σε ένα μεγάλο εύρος φορτίων θα αποφέρει χρήσιμα συμπεράσματα για τον καταλληλότερο σχεδιασμό των προπονητικών προγραμμάτων.



**Πίνακας 1.** Έρευνες σχετικές με την επίδραση της προπόνησης δύναμης με βάρη χαμηλής, μεσαίας και υψηλής έντασης επιβάρυνσης.

Έρευνα	Δοκιμαζόμενοι (αριθμός-φύλο)	Προπονητική κατάσταση	Διάρκεια (εβδομάδες)	Συχνότητα (Εβδομάδα)	Επιβάρυνση	Άσκηση	Αποτελέσματα
Hakkinen & komi (1985)	11 Άνδρες	Εμπειρία δύναμης	24	3	70-120% 1-ME	Πλήρες κάθισμα	↑ Μέγιστη δύναμη 30,2% ↑ άλμα από ημικάθισμα 7,3%
Hakkinen & komi (1985)	11 Άνδρες	Εμπειρία δύναμης	24	3	Έως 60% 1-ME	Άλμα με φορτίο, άλματα βάρους 30-60cm	↑ Άλμα από ημικάθισμα 21,2% ↑ Μέγιστη δύναμη 6,8% ↑ Κάθετο άλμα
Adams et al (1992)	48 Άνδρες	Μεσαίο επίπεδο αθλητές άρσης βαρών	6	2	70-100% 1-ME	Ημικάθισμα	
Mcbride et al (1993)	26 Άνδρες	Εμπειρία δύναμης 2-4 χρόνια	8	2	Ομάδα 1: 80% 1-ME Ομάδα 2: 30% 1-ME	Άλμα με φορτίο	Μέγιστη δύναμη: Ομάδα 1: ↑ Ομάδα 2: ↑ > ↑ ύψος άλματος από Ομάδα 1
Wilson et al (1993)	64 Άνδρες	Εμπειρία δύναμης 1 χρόνο Ημικάθισμα >1xΣωματικό Βάρος	10	2	Ομάδα 1: 6-10 ME Ομάδα 2: 30% μέγιστης ισομετρικής	Ομάδα 1: Ημικάθισμα Ομάδα 2: Άλματα με φορτίο	Ομάδα 1: ↑ Άλμα ταλάντευση 17,6%, ↑ Άλμα από ημικάθισμα 15,2% Ομάδα 2: ↑ Άλμα ταλάντευση 5,1%, ↑ Άλμα από ημικάθισμα 6,8% Ομάδα 2> ↑ από Ομάδα 1 (συνεχίζεται)

1-ME: 1 μέγιστη επανάληψη  
M. I.: Μέγιστη ισχύ  
↑: Αύξηση της απόδοσης

Πίνακας 1. (συνέχεια)

Έρευνα	Δοκιμαζόμενοι (αριθμός-φύλο)	Προπονητική κατάσταση	Διάρκεια (εβδομάδες)	Συχνότητα (εβδομάδα)	Επιβάρυνση	Άσκηση	Αποτελέσματα
Moss et al (1997)	31 Άνδρες	Προπονημένοι	9	3	Ομάδα 1: 90% 1-ME Ομάδα 2: 35% 1-ME Ομάδα 3: 15% 1-ME	Κάμψεις δικέφαλων βραχιόνιου	Μέγιστη δύναμη: Ομάδα 1: ↑15,2%, Ομάδα 2: ↑10,1%, Ομάδα 3: ↑6,6%, Ομάδα 1> ↑ από Ομάδα 3
Newton et al (1999)	16 Άνδρες	Αθλητές πετοσφαίρισης υψηλού επιπέδου	8	3	30%, 60% & 80% 1-ME	Άλμα με φορτίο	↑ 6,1% αλτική ικανότητα
Fatouros et al (2000)	41 Άνδρες	Απροσόνητοι Ημικάθισμα 1,5XΣωματικό Βάρος	12	3	70-95% 1-ME	Ημικάθισμα Πιέσεις – εκτάσεις ποδιών Άλματα με φορτίο	↑ Κάθετο άλμα ↑ Μέγιστη δύναμη ↑ Χρόνο πτήσης
Harris et al (2000)	41 Άνδρες	Φοιτητές – αθλητές 1 χρόνο εμπειρία δύναμης	9	4	Ομάδα 1 : 80-85% 1-RM Ομάδα 2: 30% Μέγιστη Ισομετρική	Ημικάθισμα	Ομάδα1: ↑ Μέγιστη δύναμη Ομάδα 2: ↑ Κάθετο άλμα ↑ Μέγιστη δύναμη ↑ άλμα άνευ φοράς
Mcguican et al (2003)	24 Άνδρες	Εμπειρία δύναμης τουλάχιστον 6 μήνες	8	2	Ομάδα 1: 80% 1-ME Ομάδα 2: 30% 1-ME	Άλμα με φορτίο	Ομάδα 1: ↑ 11,3% Μέγιστη δύναμη, Ομάδα 2: ↑ 8,23% Μέγιστη δύναμη
Rahimi et al (2005)	48 Άνδρες	Φοιτητές – αθλητές διαφόρων αθλημάτων	6	2	40-100% 1-ME	Ημικάθισμα Πιέσεις – εκτάσεις ποδιών	↑ Μέγιστη δύναμη 78,4% ↑ κάθετο άλμα 16,5%

1-ME: 1 μέγιστη επανάληψη

M.I. : Μέγιστη ισχύ

↑: Αύξηση της απόδοσης

### **Πλειομετρική μέθοδος προπόνησης**

Η πλειομετρική προπόνηση είναι μια μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται ευρέως από τους προπονητές ταχοδυναμικών αθλημάτων για τη βελτίωση της αλτικής ικανότητας και της μυϊκής ισχύος. Προπονητικά περιεχόμενα της πλειομετρικής προπόνησης για τα κάτω άκρα είναι το άλμα από ημικάθισμα, το άλμα με ταλάντευση, το άλμα βάθους και τα επαναλαμβανόμενα άλματα διαφόρων ειδών. Πλήθος ερευνών έχουν μελετήσει την αποτελεσματικότητα της πλειομετρικής προπόνησης σε διάφορες παραμέτρους απόδοσης και συγκεκριμένα στην αλτική ικανότητα και τη μέγιστη δύναμη (Adams et al., 1992; Fatouros et al., 2000; Gehri et al., 1998; Hakkinen & Komi 1985; Holcomb et al., 1996; Rahimi & Behpur 2005; Wilson et al., 1993).

Πιο συγκεκριμένα, οι Hakkinen & Komi. (1985) εφάρμοσαν προπόνηση με αλτικές και βαλλιστικές ασκήσεις (άλματα βάθους ύψους 30-60cm, άλματα με ταλάντευση με φορτίο 0-60% της 1-ME) για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα 12 εβδομάδων. Μετά την προπόνηση παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση στο ύψος άλματος από το ημικάθισμα κατά 21,2% ενώ η αντίστοιχη βελτίωση της δύναμης ήταν 6,8% με ταυτόχρονη αύξησης της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας του έξω και του έσω πλατύ. Επίσης, παρουσιάστηκε μεταβολή στη σχέση φορτίου ισχύος καθώς αυξήθηκε η ταχύτητα μετακίνησης.

Οι Adams et al. (1992) εξέτασαν την επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην βελτίωση της ισχύος όπως αυτή αξιολογήθηκε από το κάθετο άλμα. Η προπόνηση ήταν διάρκειας 6 εβδομάδων με συχνότητα 2 φορές την εβδομάδα, αποτελούνταν από αλτικές ασκήσεις σε απόσταση 15m και από άλματα από πληνθίο ύψους 50,8 – 114cm. Μετά την προπόνηση παρουσιάστηκε σημαντική βελτίωση στο ύψος του κάθετος άλματος κατά 3,81 cm. Οι Rahimi et al., (2005) εφάρμοσαν για 6 εβδομάδες πλειομετρική προπόνηση οι οποία αποτελούνταν από αλτικές ασκήσεις διαφόρων ειδών συμπεριλαμβανομένων και άλματα βάθους από ύψος 40-75 cm. Παρατηρήθηκε βελτίωση τόσο στο ύψος του κάθετου άλματος κατά 20% (9cm) όσο και στη μέγιστη δύναμη κατά 38,9% (26kg).

Οι Fatouros et al. (2000) εφάρμοσαν πλειομετρική προπόνησης διάρκειας 12 εβδομάδων η οποία περιελάμβανε άλματα διαφόρων ειδών τις πρώτες 6 εβδομάδες ενώ άλματα βάθους και άλματα από πληνθίο (ύψος 30-80cm) εισήχθησαν από την 6 εβδομάδα και μέχρι το τέλος του προγράμματος. Η ένταση και η ποσότητα κατά τη διάρκεια των 2 πρώτων εβδομάδων ήταν μικρή (80



άλματα) ώστε οι δοκιμαζόμενοι να εξοικειωθούν με την τεχνική των ασκήσεων και να αποτραπεί ο κίνδυνος τραυματισμών. Κατά τη διάρκεια των επόμενων 10 εβδομάδων η πρώτη ημέρα προπόνησης κάθε εβδομάδας είχε υψηλή ένταση (220 άλματα), η δεύτερη μέτρια ένταση (150-170 άλματα) ενώ η τρίτη ημέρα προπόνησης είχε χαμηλή ένταση (120 άλματα). Μετά την προπόνηση παρατηρήθηκε βελτίωση της αλτικής ικανότητας κατά 11,35% και της μέγιστης δύναμης κατά 12,4%.

Οι Wilson et al. (1993) εφάρμοσαν προπόνηση διάρκειας 10 εβδομάδων με συχνότητα 2 φορές την εβδομάδα και αξιολόγησαν το άλμα με ταλάντευση και το άλμα από ημικάθισμα. Η προπόνηση αποτελούνταν από άλματα βάθους χρησιμοποιώντας μόνο το σωματικό βάρος χωρίς επιπλέον φορτίο ενώ η αύξηση της επιβάρυνσης γινόταν προοδευτικά μέσω του ύψους του άλματος (20-80cm). Μετά το τέλος της προπόνησης παρουσιάστηκε σημαντική βελτίωση στο άλμα με ταλάντευση κατά 10,3% ενώ στο άλμα από ημικάθισμα παρόλο που υπήρχε βελτίωση κατά 7,2% δεν ήταν σημαντική. Η έλλειψη σημαντικής βελτίωσης στο άλμα από ταλάντευση πιθανά να οφείλεται στο προπονητικό περιεχόμενο της προπόνησης το οποίο ήταν τα άλματα βάθους. Τα άλματα βάθους περιλαμβάνουν κινητικά τόσο έκκεντρη όσο και σύγκεντρη συστολή ενώ το άλμα από ημικάθισμα εκτελείται μόνο με σύγκεντρη συστολή με αποτέλεσμα να μη μπορεί να γίνει "μεταφορά" της προσαρμογής και της βελτίωσης η οποία επιτεύχθηκε μέσω της προπόνησης.

Οι Gehri et al. (1998) εφάρμοσαν πλειομετρική προπόνηση (12 εβδομάδων) οι οποία αποτελούνταν από άλματα από ημικάθισμα και άλματα βάθους ενώ η αλτική ικανότητα αξιολογήθηκε από το άλμα από το ημικάθισμα, το άλμα με ταλάντευση και το άλμα βάθους. Μετά το τέλος της περιόδου προπόνησης η ομάδα προπόνησης με την άσκηση του άλματος από ημικάθισμα με φορτίο βελτιώθηκε σημαντικά στο άλμα από ημικάθισμα κατά 6,8%, στο άλμα με ταλάντευση κατά 5,4% ενώ στο άλμα βάθους βελτιώθηκε αλλά όχι σημαντικά κατά 8,7%. Η ομάδα με την άσκηση του άλματος από πληνθίο βελτιώθηκε σημαντικά στο άλμα από ημικάθισμα κατά 13,6%, στο άλμα με ταλάντευση 8% ενώ στο άλμα από πληνθίο βελτιώθηκε κατά 11%. Οι δύο πειραματικές ομάδες δε διέφεραν μεταξύ τους αποδεικνύοντας ότι το άλμα από ταλάντευση και το άλμα από πληνθίο βελτιώνει την αλτική ικανότητα στον ίδιο βαθμό.

Παρόμοια είναι και τα αποτελέσματα της έρευνας των Holcomb et al. (1996) οι οποίοι εφάρμοσαν για διάστημα 8 εβδομάδων, με εβδομαδιαία συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα, προπόνηση με άλματα με ταλάντευση και άλματα βάθους από ύψος 40-60cm. Η αξιολόγηση της αλτικής ικανότητας έγινε μέσω του άλματος με ταλάντευση και του άλματος από πληνθίο. Στο άλμα με ταλάντευση η ομάδα προπόνησης με άλματα βάθους βελτιώθηκε κατά 12,4% ενώ η ομάδα προπόνησης με άλματα με ταλάντευσης κατά 9,5%. Στο κάθετο άλμα η ομάδα προπόνησης με άλματα βάθους βελτιώθηκε κατά 12,2% ενώ η ομάδα προπόνησης με άλματα με ταλάντευσης κατά 8%. Και οι δύο ομάδες προπόνησης βελτίωσαν την αλτική τους ικανότητα χωρίς όμως να παρατηρηθούν διαφορές μεταξύ των ομάδων.

Από τις παραπάνω μελέτες φαίνεται ότι η πλειομετρική προπόνηση μπορεί να βελτιώσει παράγοντες της απόδοσης όπως είναι η αλτική ικανότητα και η μέγιστη δύναμη. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης φαίνεται ότι επηρεάζεται και από το επίπεδο των αθλουμένων. Συγκεκριμένα, οι Wagner et al. (1997) εφάρμοσαν πλειομετρική προπόνηση (αλτικές ασκήσεις και άλματα βάθους ύψους 30-35cm) διάρκειας 6 εβδομάδων σε δοκιμαζόμενους προπονημένους και απροπονητούς. Μετά το τέλος της προπόνησης και οι δύο ομάδες βελτιώθηκαν από την αρχική τους μέτρηση αλλά η ομάδα των προπονημένων πέτυχε μεγαλύτερη βελτίωση από την ομάδα των απροπονητών δείχνοντας ότι η αύξηση της απόδοσης είναι ανάλογη με το προπονητικό επίπεδο των αθλουμένων.

Οι μηχανισμοί οι οποίοι συμμετέχουν στην αύξηση της απόδοσης μέσω της πλειομετρικής προπόνησης έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Οι Potteiger et al. (1999) εξέτασαν την επίδραση ενός προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης στην ισχύ και τα χαρακτηριστικά των μυϊκών ινών. Η αλτική ικανότητα βελτιώθηκε μετά από πλειομετρική προπόνηση διάρκειας 8 εβδομάδες κατά 4,6% ενώ το μέγεθος των μυϊκών ινών τύπου I και τύπου II αυξήθηκε κατά 4,4 και 7,8% αντίστοιχα. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η πλειομετρική προπόνηση προκαλεί μυϊκή υπερτροφία τόσο των αργών όσο και των γρήγορων μυϊκών ινών, δηλαδή μυϊκές προσαρμογές, οι οποίες πιθανόν συμβάλουν στη βελτίωση της αλτικής ικανότητας και της ισχύος.

Οι Chimera, Swanik, Swanik, & Straub, (2004) εξέτασαν την επίδραση 6 εβδομάδων πλειομετρικής προπόνησης με προπόνηση 2 φορές την εβδομάδα σε

αθλήτριες του ποδοσφαίρου και του χόκεϊ. Αξιολογήθηκε η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω και έξω πλατύ, των οπίσθιων μηριαίων, των προσαγωγών και απαγωγών του ισχύος καθώς και η αλτική ικανότητα. Παρατηρήθηκε αύξηση της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας ενώ παρόλο που παρουσιάστηκε αύξηση κατά 5,8% στο ύψος του κάθετος άλματος η αύξηση αυτή δεν ήταν σημαντική. Η έλλειψη σημαντικής βελτίωσης της αλτικής ικανότητας έρχεται σε αντίθεση με τις προηγούμενες έρευνες και πιθανόν να οφείλεται στη διαφορετική διάρκεια, συχνότητα, ένταση, είδος προπόνησης καθώς και στο προπονητικό επίπεδο των δοκιμαζόμενων. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η πλειομετρική προπόνηση οδήγησε σε αύξηση της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας των μυϊκών ομάδων που συμμετείχαν δηλαδή προκλήθηκαν νευρικές προσαρμογές. Οι έρευνες των Potteiger et al. (1999) και των Chimera et al. (2004), παρόλο που είναι περιορισμένες σε αριθμό, δείχνουν ότι η πλειομετρική προπόνηση προκαλεί νευρομυϊκές προσαρμογές καθώς οδηγεί τόσο σε μυϊκή υπερτροφία όσο και σε αύξηση της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας.

Συνοψίζοντας τις παραπάνω έρευνες (Πίνακας 2), οι οποίες μελέτησαν την επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στη βελτίωση της απόδοσης μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα. Η πλειομετρική προπόνηση είναι μια μέθοδος η οποία βελτιώνει τόσο την αλτική ικανότητα όσο και τη μέγιστη δύναμη. Τα προπονητικά περιεχόμενα της πλειομετρικής προπόνησης (άλματα από ημικάθισμα, άλματα με ταλάντευση και άλματα από πληνθίο) προκαλούν βελτίωση της απόδοσης στον ίδιο βαθμό. Επίσης, φαίνεται ότι το επίπεδο των αθλουμένων επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της προπόνησης καθώς η βελτίωση είναι μεγαλύτερη στους προπονημένους από ότι στους απροπονητούς. Τέλος, με την εφαρμογή της πλειομετρικής προπόνησης ενδεχομένως μπορεί να επιτευχθεί υπερτροφία των μυϊκών ινών και αύξηση της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας, προσαρμογές οι οποίες δικαιολογούν τόσο την αύξηση της μέγιστης δύναμης όσο και της αλτικής ικανότητας.

Πίνακας 2. Έρευνες σχετικά με την επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης

Έρευνα	Δοκιμαζόμενοι (αριθμός-φύλο)	Προπονητική κατάσταση	Διάρκεια (εβδομάδες)	Συχνότητα (εβδομάδα)	Άσκηση	Αποτελέσματα
Adams et al. (1992)	48 Άνδρες	Μεσαίο επίπεδο αθλητές άρσης βαρών	6	2	Αλτικές ασκήσεις 15m Άλματα από πληγνθίο 51-114 cm	↑ Κάθετο άλμα 3,81 cm
Wilson et al. (1993)	64 Άνδρες	Εμπειρία δύναμης 1 χρόνο-Ημικάθισμα > 1xΣωματικό Βάρος	10	2	Άλματα βάθους 20-80cm	↑ Άλμα με ταλάντευση 10,3% ↑ Άλμα από ημικάθισμα 7,2% Ομάδα1: ↑8% άλμα ημικάθισμα, ↑9,5% Ομάδα2: ↑12,2% άλμα ταλάντευση,. άλμα ημικάθισμα, ↑12,35 άλμα ταλάντευση, Ομάδα1↔ Ομάδα2
Holcomb et al. (1996)	41 Άνδρες	Φοιτητές	8	3	Ομάδα1: άλμα με ταλάντευση Ομάδα2: άλμα από πληγνθίο	
Gehri et al. (1998)	14 Άνδρες 14 Γυναίκες	Φοιτητές – τρεις συμμετοχή σε αερόβια άσκηση 20-30min 3/εβδομαδιαίως	12	2	Ομάδα1: άλμα με ταλάντευση Ομάδα2: άλμα από πληγνθίο	Ομάδα1: ↑6,8% άλμα ημικάθισμα, ↑5,4% άλμα ταλάντευση, ↑8,7% άλμα πληγνθίο. Ομάδα2: ↑13,6% άλμα ημικάθισμα, ↑8% άλμα ταλάντευση, ↑11% άλμα πληγνθίο. Ομάδα1↔ Ομάδα2 (συνεχίζεται)

↑ : Αύξηση της απόδοσης  
↓ : Μείωση της απόδοσης  
↑↓ : Αύξηση της απόδοσης όχι σημαντική  
↔: Μεταξύ των ομάδων όχι σημαντικές διαφορές  
ΕΜΓ: Ηλεκτρομυογράφημα

Πίνακας 2 (συνέχεια)

Έρευνα	Δοκιμαζόμενοι (αριθμός-φύλο)	Προπονητική κατάσταση	Διάρκεια (εβδομάδες)	Συχνότητα (εβδομάδα)	Άσκηση	Αποτελέσματα
Potteiger et al. (1999)	19 άνδρες	Χωρίς εμπειρία πλειομετρικής προπόνησης	8	3	Αλτικές και άλματα 35cm πληνθίου	↑ 4,6% κάθετο άλμα
Fatouros et al. (2000)	41 Άνδρες	Απροπονήτοι Ημικάθισμα 1,5ΧΣωματικό Βάρος	12	3	Αλτικές ασκήσεις Άλματα βάθους 40- 75cm	↑ Κάθετο άλμα 11,35% ↑ Μέγιστη δύναμη 12,4%
Chimera et al. (2004)	20 γυναίκες	Αθλήτριες ποδοσφαίρου και χόκεϊ	6	2	Αλτικές ασκήσεις και άλματα πληνθίου 35cm	↑ 5,8% κάθετο άλμα, ↑ ΕΜΓ
Rahimi et al. (2005)	48 Άνδρες	Φοιτητές – αθλητές διαφόρων αθλημάτων	6	2	Αλτικές ασκήσεις Άλματα βάθους 40- 75cm	↑ Μέγιστη δύναμη 38,9% ↑ κάθετο άλμα 20%

↑ : Αύξηση της απόδοσης  
↓ : Μείωση της απόδοσης  
↑↓ : Αύξηση της απόδοσης όχι σημαντική  
↔ : Μεταξύ των ομάδων όχι σημαντικές διαφορές  
ΕΜΓ: Ηλεκτρομυογράφημα



### ***Συνδυαστική μέθοδος προπόνησης***

Σύμφωνα με τις παραπάνω μελέτες, τόσο η προπόνηση με βάρη όσο και η πλειομετρική προπόνηση μπορούν να βελτιώσουν την αλτική ικανότητα, τη μέγιστη δύναμη και τη μυϊκή ισχύ. Τίθεται όμως ο προβληματισμός εάν συμβαίνει το ίδιο όταν αυτές μέθοδοι προπόνησης συνδυαστούν στην ίδια προπονητική μονάδα. Αρκετές έρευνες προσπάθησαν να απαντήσουν στον προβληματισμό αυτό εφαρμόζοντας τη συνδυαστική μέθοδος προπόνησης η οποία συνδυάζει τη προπόνηση με βάρη με την πλειομετρική προπόνηση.

Συγκεκριμένα, οι Fatouros et al. (2000) ερεύνησαν το συνδυασμό πλειομετρικής προπόνησης και προπόνησης με βάρη στην ίδια προπονητική μονάδα. Η διάρκεια του προπονητικού προγράμματος ήταν 12 εβδομάδες και η συχνότητα προπόνησης 3 φορές εβδομαδιαίως. Η πρώτη μέρα προπόνησης ήταν υψηλής έντασης, η δεύτερη μεσαίας και η τρίτη χαμηλής έντασης. Η πλειομετρική προπόνηση περιελάμβανε άλματα διαφόρων ειδών (80-220 άλματα) καθώς και άλματα βάθους (ύψος 30-80cm) ενώ η προπόνηση με βάρη περιελάμβανε ασκήσεις ποδιών και άλματα με φορτίο έντασης 70-95% της 1-ME. Η επιβάρυνση αυξανόταν προοδευτικά ενώ η προπόνηση με βάρη ακολουθούσε μετά από διάλειμμα 3 ωρών την πλειομετρική προπόνηση ώστε να υπάρχει επαρκής διάλειμμα αποκατάστασης. Μετά την προπόνηση παρουσιάστηκε αύξηση στο ύψος του κάθετου άλματος και στη μέγιστη δύναμη δείχνοντας ότι η πλειομετρική προπόνηση όταν συνδυαστεί με την προπόνηση με βάρη στην ίδια προπονητική μονάδα προκαλεί βελτίωση της απόδοσης.

Οι Rahimi & Behrur (2005) εφάρμοσαν συνδυαστική προπόνηση αποτελούμενη από αλτικές ασκήσεις και άλματα βάθους (ύψους 40-75cm) και προπόνηση με βάρη στην άσκηση του ημικαθίσματος, των πιέσεις ποδιών και των εκτάσεων κνήμης με ένταση από 40 έως 100% της 1-ME. Μετά το τέλος των 6 εβδομάδων προπόνησης παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση στο ύψος του κάθετου άλματος κατά 33% (14,5cm) ενώ η μέγιστη δύναμη βελτιώθηκε κατά 54,6% (49kg).

Οι Lyttle et al. (1996) εφάρμοσαν συνδυαστική μέθοδος προπόνησης διάρκειας 8 εβδομάδων με συχνότητα 2 φορές την εβδομάδα. Η προπόνηση με βάρη περιελάμβανε ημικαθίσματα με φορτίο 6-10 ME ενώ η πλειομετρική προπόνηση περιελάμβανε άλματα βάθους από ύψος 20-60cm. Από τα αποτελέσματα φάνηκε σημαντική βελτίωση της αλτικής ικανότητας και της

μέγιστης δύναμης συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε βελτίωση στο άλμα από ημικάθισμα κατά 18,6%, στο άλμα με ταλάντευση κατά 12,9% ενώ η μέγιστη δύναμη βελτιώθηκε κατά 14,8%.

Οι Adams et al. (1992) εξέτασαν την αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος το οποίο συνδυάζει την προπόνηση με βάρη με την πλειομετρική προπόνηση. Η προπόνηση με βάρη αποτελούνταν από ημικάθισμα με ένταση 70-100% της 1-ME ενώ η πλειομετρική προπόνηση αποτελούνταν από αλτικές ασκήσεις και άλματα από πληνθίο ύψους 50,8-114cm. Η διάρκεια προπόνησης ήταν 6 εβδομάδες με εβδομαδιαία συχνότητα 2 φορές την εβδομάδα όπου η μία μέρα ήταν με υψηλή ένταση και εκτελούνταν πρώτα τα ημικάθισμα ενώ η δεύτερη μέρα ήταν με ελαφριά ένταση και εκτελούνταν πρώτα η πλειομετρική προπόνηση. Συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου η συνδυαστική ομάδα προπόνησης παρουσίασε σημαντική βελτίωση στο κάθετο άλμα κατά 10,67cm.

Οι Blakey et al. (1987) ερεύνησαν τον συνδυασμό της πλειομετρικής προπόνησης και της προπόνησης με βάρη. Η προπόνηση με βάρη είχε φορτίο 8-ME (3 σετ, 8 επαναλήψεις) ενώ η πλειομετρική προπόνηση (3-4 σετ, 10 επαναλήψεις) αποτελούνταν από άλματα βάθους 40cm και 110cm και κάθετα άλματα από το οριζόντιο επίπεδο. Μετά από 8 εβδομάδες προπόνησης, με εβδομαδιαία συχνότητα προπόνησης 3 φορές την εβδομάδα, παρουσιάστηκε βελτίωση στη μέγιστη δύναμη και στην ισχύ.

Παρόμοια, βελτίωση του κάθετου άλματος βρήκαν και οι Myer et al. (2006) οι οποίοι εφάρμοσαν συνδυαστική προπόνηση διάρκειας 7 εβδομάδων και συχνότητας 2 φορές την εβδομάδα ενώ οι Moore et al. (2005) παρατήρησαν βελτίωση του άλματος με ταλάντευση και της μέγιστης δύναμης μετά από συνδυαστική προπόνηση διάρκειας 12 εβδομάδων.

Συμπερασματικά, παρατηρούμε από τις παραπάνω μελέτες, ότι η συνδυαστική μέθοδος προπόνησης η οποία συνδυάζει την προπόνηση με βάρη με την πλειομετρική προπόνηση έχει θετική επίδραση σε παράγοντες της απόδοσης όπως είναι η μέγιστη δύναμη και η αλτική ικανότητα.



### **Σύγκριση μεταξύ μεθόδων**

*Προπόνηση με βάρη - πλειομετρική προπόνηση - συνδυαστική προπόνηση.*

Η προπόνηση με βάρη, η πλειομετρική προπόνηση και η συνδυαστική προπόνηση είναι μέθοδοι οι οποίοι βελτιώνουν την αλτική ικανότητα, τη μέγιστη δύναμη και τη μυϊκή ισχύ. Υπάρχει όμως το ερώτημα ποια από τις μεθόδους αυτές προκαλεί μεγαλύτερη βελτίωση της απόδοσης. Η απάντηση στο συγκεκριμένο ερώτημα προσπάθησαν να δώσουν αρκετές έρευνες οι οποίες σύγκριναν τις παραπάνω μεθόδους με σκοπό να διαπιστώσουν ποια μέθοδος υπερισχύει έναντι των υπολοίπων.

Σύγκριση μεταξύ της προπόνησης με βάρη, της πλειομετρικής προπόνησης και του συνδυασμού τους πραγματοποίησαν οι Adams et al. (1992). Το χρονικό διάστημα προπόνησης ήταν 6 εβδομάδες με συχνότητα 2 φορές την εβδομάδα. Η ομάδα με βάρη εκτελούσε ημικαθίσματα με ένταση 70-100%, η πλειομετρική ομάδα εκτελούσε αλτικές ασκήσεις και άλματα από πληνθίο ύψους 50,8-114cm ενώ η τρίτη ομάδα συνδύαζε προπόνηση με βάρη και πλειομετρική προπόνηση. Υπήρχε εναλλαγή στη σειρά εκτέλεσης των ασκήσεων δηλαδή τη μία μέρα προπόνησης εκτελούνταν πρώτα βάρη και μετά πλειομετρικές ασκήσεις και την δεύτερη μέρα προπόνησης εκτελούνταν πρώτα πλειομετρικές ασκήσεις και μετά βάρη. Στην τελική μέτρηση παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση στο κατακόρυφο άλμα και στις τρεις ομάδες προπόνησης όμως η συνδυαστική ομάδα υπερείχε έναντι των υπολοίπων. Συγκεκριμένα, η συνδυαστική ομάδα πέτυχε μεγαλύτερη βελτίωση (10,67 cm) τόσο από την ομάδα προπόνησης με βάρη (3,30 cm) όσο και από την ομάδα πλειομετρικής προπόνησης (3,81cm).

Σύγκριση μεθόδων προπόνησης πραγματοποίησαν και οι Fatouros et al. (2000) οι οποίοι σύγκριναν την πλειομετρική προπόνηση, την προπόνηση με βάρη και το συνδυασμό των δύο μεθόδων προπόνησης στην επίδραση που έχουν στην αλτική ικανότητα και τη μέγιστη δύναμη. Η ομάδα προπόνησης με βάρη εκτέλεσε ασκήσεις ποδιών με ένταση 70-95%, η ομάδα πλειομετρικής προπόνησης εκτέλεσε πλειομετρικές ασκήσεις και άλματα από πληνθίο ύψους 30-80cm ενώ η συνδυαστική ομάδα προπονήθηκε αρχικά με το πρόγραμμα της πλειομετρικής προπόνησης και μετά από 3 ώρες προπονήθηκε και με το πρόγραμμα με βάρη. Η διάρκεια της μελέτης ήταν 12 εβδομάδες και η εβδομαδιαία συχνότητα προπόνησης ήταν 3 φορές την εβδομάδα. Μετά το τέλος της παρέμβασης και οι τρεις ομάδες προπόνησης παρουσίασαν σημαντική βελτίωση της αλτικής

ικανότητας και της μέγιστης δύναμης, ωστόσο, η συνδυαστική ομάδα προπόνησης παρουσίασε μεγαλύτερη βελτίωση από τις δύο άλλες ομάδες προπόνησης στην αλτική ικανότητα και στην ισχύ ενώ στη μέγιστη δύναμη παρουσίασε καλύτερη επίδοση μόνο από την πλειομετρική ομάδα.

Παρόμοιο σκοπό είχε η μελέτη των Rahimi & Behpur (2005) στην οποία σύγκριναν προπονητικές μεθόδους βελτίωσης της απόδοσης για χρονικό διάστημα διάρκειας 6 εβδομάδων και συχνότητας 2 φορές εβδομαδιαίως. Η πλειομετρική ομάδα εφάρμοσε αλτικές ασκήσεις και άλματα από πληνθίο ύψους 40-75cm ενώ ομάδα με βάρη ασκήθηκε με φορτίο 40-100% της 1-ME. Τα αποτελέσματα ήταν παρόμοια με τα αποτελέσματα της έρευνας των Fatouros et al. (2000) και πιο συγκεκριμένα και οι τρεις ομάδες προπόνησης βελτιώθηκαν σημαντικά στην αλτική ικανότητα και στη μέγιστη δύναμη αλλά η ομάδα η οποία συνδύασε πλειομετρική προπόνηση με προπόνηση με βάρη παρουσίασε μεγαλύτερη βελτίωση στην αλτική ικανότητα συγκριτικά με τις άλλες μεθόδους προπόνησης ενώ στη μέγιστη δύναμη βελτιώθηκε περισσότερο μόνο από την πλειομετρική ομάδα προπόνησης. Επίσης, η ομάδα με βάρη παρουσίασε τη μεγαλύτερη βελτίωση στη μέγιστη δύναμη.

Σύμφωνα με τις παραπάνω μελέτες, φαίνεται ότι η εφαρμογή είτε ενός βραχυπρόθεσμου (6 εβδομάδες) είτε μακροπρόθεσμου (12 εβδομάδες) προγράμματος το οποίο συνδυάζει τη πλειομετρική προπόνηση (πλειομετρικές ασκήσεις και άλματα από πληνθίο ύψους 30-80cm) με τη προπόνηση με βάρη (40-100% της 1-ME) στην ίδια προπονητική μονάδα υπερέχει στη βελτίωση της αλτικής ικανότητας και της μυϊκής ισχύος συγκριτικά με την μεμονωμένη εφαρμογή των μεθόδων αυτών.

#### *Προπόνηση με βάρη – πλειομετρική προπόνηση - βαλλιστική προπόνηση.*

Η σύγκριση μεταξύ προπόνησης με βάρη, πλειομετρικής προπόνησης και βαλλιστικής προπόνησης έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς θα αποφέρει χρήσιμα συμπεράσματα για τη μέθοδο η οποία προκαλεί τη μεγαλύτερη αύξηση της απόδοσης. Οι Wilson et al. (1993) σύγκριναν την επίδραση των τριών συγκεκριμένων μεθόδων προπόνησης στη βελτίωση της αλτικής ικανότητας. Εφάρμοσαν προπόνηση με βάρη στην άσκηση του ημικαθίσματος εκτελώντας 6 σετ με φορτίο 6-10ME, πλειομετρική προπόνηση εκτελώντας άλματα από πληνθίο ύψους 20-80cm και προπόνηση με άλματα με φορτίο (βαλλιστική προπόνηση) το

οποίο αντιστοιχούσε στο 30% της μέγιστης ισομετρική δύναμης. Η χρονική διάρκεια του προγράμματος ήταν 10 εβδομάδες και η εβδομαδιαία συχνότητα προπόνησης ήταν 2 φορές την εβδομάδα. Μετά το τέλος της παρέμβασης όλες οι πειραματικές ομάδες βελτιώθηκαν στο άλμα με ταλάντευση και στο άλμα από ημικάθισμα εκτός από την ομάδα πλειομετρικής προπόνησης η οποία αν και παρουσίασε βελτίωση στο άλμα από ημικάθισμα η βελτίωση αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Επίσης, η ομάδα βαλλιστικής προπόνησης με φορτίο 30% της μέγιστης ισομετρική δύναμης υπερείχε έναντι των δύο άλλων ομάδων στη βελτίωση του άλματος με ταλάντευση και του άλματος από το ημικάθισμα. Από τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης φαίνεται ότι η βαλλιστική προπόνηση με φορτίο το οποίο αντιστοιχεί στο 30% της μέγιστης ισομετρική δύναμης υπερέχει στη βελτίωση της αλτικής ικανότητας έναντι της προπόνησης με βάρη (6-10 ME) και της πλειομετρικής προπόνησης (άλματα βάθους ύψους 20-80cm).

*Συνδυαστική προπόνηση – Βαλλιστική προπόνηση.* Σύμφωνα με τις παραπάνω έρευνες η συνδυαστική προπόνηση (προπόνησης με βάρη και πλειομετρική προπόνηση) υπερέχει έναντι της μεμονωμένης προπόνησης με βάρη ή της πλειομετρικής προπόνησης. Αντίστοιχα, η βαλλιστική προπόνηση με φορτίο το οποίο αντιστοιχεί στο 30% της μέγιστης ισομετρική δύναμης υπερέχει έναντι της μεμονωμένης προπόνησης με βάρη ή της πλειομετρικής προπόνησης. Δημιουργείται εύλογα το ερώτημα μεταξύ της συνδυαστικής προπόνησης και της βαλλιστικής προπόνησης ποια μέθοδος προκαλεί τη μεγαλύτερη βελτίωση της απόδοσης. Οι Little et al. (1996) προσπάθησαν να απαντήσουν στο συγκεκριμένο ερώτημα συγκρίνοντας την βαλλιστική προπόνηση με φορτίο 30% της 1-ME ( 2-6 σετ, 8 επαναλήψεις) με την συνδυαστική προπόνηση (προπόνηση με βάρη με υψηλό φορτίο 6-10 ME και πλειομετρική προπόνηση άλματα από πληνθίο ύψους 20-60cm). Η προπόνηση ήταν διάρκειας 8 εβδομάδων και η προπονητική συχνότητα ήταν 2 φορές την εβδομάδα. Μετά την περίοδο παρέμβασης και οι δύο πειραματικές ομάδες βελτιώθηκαν σημαντικά στο άλμα από ημικάθισμα, στο άλμα με ταλάντευση και στη μέγιστη δύναμη χωρίς, ωστόσο, να διαφέρουν μεταξύ τους. Από την παραπάνω μελέτη φαίνεται ότι οι συνδυαστική μέθοδος και η βαλλιστική μέθοδος βελτιώνουν τόσο την αλτική ικανότητα όσο και τη μέγιστη δύναμη στον ίδιο βαθμό δείχνοντας ότι έχουν την ίδια αποτελεσματικότητα.

Συνοψίζοντας τη σύγκριση μεταξύ των μεθόδων βελτίωσης της αλτικής ικανότητας και της μυϊκής ισχύος μπορούμε να συμπεράνουμε ότι τόσο η συνδυαστική όσο και η βαλλιστική μέθοδος προπόνησης υπερσχύουν έναντι της μεμονωμένης εφαρμογής της προπόνησης με βάρη και της πλειομετρικής προπόνησης. Επιπλέον, με τα περιορισμένα έως τώρα ερευνητικά δεδομένα, φαίνεται ότι η συνδυαστική και η βαλλιστική μέθοδος προπόνησης προκαλούν παρόμοια βελτίωση της απόδοσης.

### ***Αντιθετική μέθοδος προπόνησης***

Η αντιθετική προπόνηση χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος και χαρακτηρίζεται από την εναλλάξ εκτέλεση σερ με βαρύ φορτίο και σερ με ελαφρύ φορτίο ή το σωματικό βάρος μεταξύ παρόμοιων βιομηχανικά ασκήσεων. Η αντιθετική προπόνηση στηρίζεται στη θεωρία της πρόκλησης έντονης ενεργοποίησης του νευρομυϊκού συστήματος μετά την εκτέλεση της άσκησης με υψηλό φορτίο που οδηγεί σε αύξηση της απόδοσης στην επερχόμενη άσκηση με μέτριο ή χωρίς καθόλου φορτίο. Πρέπει να τονισθεί ότι οι έρευνες που μελέτησαν την επίδραση της αντιθετικής προπόνησης αναφέρονται σε άμεσες επιπτώσεις μίας προπονητικής μονάδας και όχι σε μεσοπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα προπονητικά προγράμματα. Ορισμένες μελέτες αναφέρονται στο πάνω ή κάτω μέρος του σώματος και χρησιμοποίησαν για την άσκηση με υψηλό φορτίο είτε ισομετρική είτε δυναμική ενεργοποίηση. Τα αποτελέσματα των ερευνών στα πλαίσια μιας προπονητικής μονάδας για την άμεση επίδραση της αντιθετικής μεθόδου στη βελτίωση της αθλητικής επίδοσης είναι αντικρουόμενα.

*Κάτω άκρα - Δυναμική ενεργοποίηση.* Υπάρχουν μελέτες οι οποίες εξέτασαν την επίδραση της αντιθετικής προπόνησης στα κάτω άκρα χρησιμοποιώντας δυναμική ενεργοποίηση στην άσκηση με υψηλό φορτίο. Οι Young et al. (1998) ερεύνησαν την επίδραση ενός σερ των 5-ME στο ημικάθισμα στο ύψος του άλματος με ταλάντευση με φορτίο 19 Kg. Μετά την προπόνηση παρουσιάστηκε άμεση βελτίωση στο ύψος του άλματος με ταλάντευση κατά 2,8% ενώ παρατηρήθηκε ότι η βελτίωση της απόδοσης ήταν ανάλογη του επιπέδου της μέγιστης δύναμης των δοκιμαζόμενων.

Σε έρευνα των Gourgoulis et al. (2003) μελετήθηκε η επίδραση ενός προγράμματος προθέρμανσης με ημικάθισμα στην αλτική ικανότητα. Οι

δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν ημικαθίσματα, 5 σετ των 2 επαναλήψεων με διάλειμμα 5 λεπτά, με εντάσεις που αντιστοιχούσαν στο 20, 40, 60, 80 και 90% της 1ΜΕ. Πριν το πρώτο σετ και αμέσως μετά το τελευταίο έγινε αξιολόγηση 2 αλμάτων με ταλάντευση. Από τα αποτελέσματα φάνηκε σημαντική βελτίωση κατά 2,39% μετά την προθέρμανση ενώ όταν οι δοκιμαζόμενοι χωρίστηκαν ανάλογα με το επίπεδο δύναμης όσοι είχαν μέγιστη δύναμη πάνω από 160kg στο ημικάθισμα παρουσίασαν βελτίωση κατά 4,01% ενώ οι όσοι είχαν μέγιστη δύναμη κάτω από 160kg παρουσίασαν βελτίωση μόνο κατά 0,42%). Παρατηρούμε ότι ένα πρωτόκολλο προθέρμανσης το οποίο περιλαμβάνει ημικαθίσματα με χαμηλή (20% της 1ΜΕ) έως υψηλή ένταση (90% της 1ΜΕ) και εκρηκτικό τρόπο εκτέλεσης μπορεί να βελτιώσει άμεσα την αλτική ικανότητα και η βελτίωση αυτή είναι μεγαλύτερη σε άτομα που έχουν υψηλό επίπεδο δύναμης. Παρόλο που στη συγκεκριμένη έρευνα παρατηρήθηκε βελτίωση της αλτικής ικανότητας δεν είναι γνωστό ποιο από όλα τα φορτία (20 έως 90% της 1ΜΕ) προκάλεσε τη βελτίωση της απόδοσης. Ενδεχομένως, αξιολόγηση της αλτικής ικανότητας μεταξύ των διαφορετικών φορτίων να απαντούσε στο συγκεκριμένο ερώτημα.

Οι Smilios et al. (2005) εξέτασαν την επίδραση των ασκήσεων του ημικαθίσματος και του άλματος από το ημικάθισμα με φορτίο 30% και 60% της 1-ΜΕ, στο άλμα με ταλάντευση και στο άλμα από το ημικάθισμα. Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν 3 σετ των 5 επαναλήψεων με 3 λεπτά διάλειμμα και αξιολογήθηκε η αλτική ικανότητα πριν την άσκηση, 1 λεπτό μετά από κάθε σετ καθώς και 5 και 10 λεπτά μετά το τέλος του τρίτου σετ. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, το άλμα με ταλάντευση αυξήθηκε κατά 3,9% μετά το πρώτο και το δεύτερο σετ της εκτέλεσης των αλμάτων με φορτίο 30% της 1-ΜΕ και κατά 3,3% μετά το δεύτερο και τρίτο σετ της εκτέλεσης αλμάτων με φορτίο 60% της 1-ΜΕ. Η εκτέλεση των ημικαθισμάτων με φορτίο 60% της 1-ΜΕ αύξησε κατά 3,6% το άλμα με ταλάντευση μετά το πρώτο και το δεύτερο σετ ενώ το άλμα από ημικάθισμα αυξήθηκε σημαντικά κατά 4,9% μόνο μετά από το πρώτο σετ. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι στην αντιθετική προπόνηση όταν χρησιμοποιείται βαλλιστική εκτέλεση αλμάτων με χαμηλά και μεσαία φορτία επέρχεται άμεση αύξηση της απόδοσης στο άλμα με ταλάντευση χωρίς, ωστόσο, να παρατηρείται διαφοροποίηση μεταξύ των φορτίων. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι όταν εκτελείται η άσκηση του ημικαθίσματος είναι απαραίτητη η χρήση τουλάχιστον ενός μεσαίου φορτίου επιβάρυνσης (60% της 1-ΜΕ) προκειμένου να υπάρξει βελτίωση της απόδοσης.



Οι Chiu et al. (2003) εξέτασαν την επίδραση του προπονητικού επιπέδου στην αντιθετική μέθοδο προπόνησης. Οι δοκιμαζόμενοι, οι οποίοι ήταν αθλητές και αθλούμενοι αναψυχής, εκτέλεσαν επαναλαμβανόμενα άλματα και άλματα από το ημικάθισμα με φορτίο 30, 50 και 70% της 1-ME. Τα άλματα εκτελέστηκαν 5 και 18,5 λεπτά μετά την εκτέλεση 5 σετ ημικαθισμάτων με επιβάρυνση 90% της 1-ME. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, αρχικά δεν παρουσιάστηκε βελτίωση της απόδοσης όταν όμως οι δοκιμαζόμενοι χωρίστηκαν ανάλογα με το επίπεδο δύναμης εμφανίστηκε βελτίωση στην ομάδα των αθλητών η οποία παρουσίασε αύξηση της ισχύος στα άλματα σε αντίθεση με την ομάδα των μη αθλητών. Φαίνεται ότι το προπονητικό επίπεδο επηρεάζει την άμεση βελτίωση της απόδοσης η οποία οφείλεται στην έντονη ενεργοποίηση που προκαλείται μετά την εφαρμογή ασκήσεων με υψηλό φορτίο. Η απουσία εμφάνισης βελτίωσης της απόδοσης στο σύνολο του δείγματος στη συγκεκριμένη έρευνα πιθανά να οφείλεται, εκτός από το προπονητικό επίπεδο των συμμετεχόντων, και στο μεγάλο χρονικό διάστημα (5 και 18,5 λεπτά) το οποίο μεσολάβησε μεταξύ της άσκησης με υψηλό φορτίο και της άσκησης των αλμάτων με συνέπεια την απώλεια της ενδεχόμενης ενεργοποίησης του νευρομυϊκού συστήματος. Οι παραπάνω μελέτες δείχνουν ότι η εφαρμογή της αντιθετικής μεθόδου σε μια προπονητική μονάδα με εκτέλεση παρόμοιων βιομηχανικά ασκήσεων με μεσαία έως υψηλά φορτία πριν την εκτέλεση αλτικών ασκήσεων μπορεί να βελτιώσει την απόδοση.

Υπάρχουν, ωστόσο, έρευνες οι οποίες αντικρούουν τα παραπάνω αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα, οι Jensen, & Ebben, (2003) εξέτασαν την επίδραση της αντιθετικής προπόνησης στην αλτική ικανότητα καθώς και ποιο είναι το πιο αποτελεσματικό χρονικό διάστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ της άσκησης με βάρη υψηλού φορτίου και της πλειομετρικής άσκησης. Οι δοκιμαζόμενοι αρχικά εκτέλεσαν ένα άλμα με ταλάντευση, μετά ημικάθισμα με φορτίο 5 ME και μετά από 10 δευτερόλεπτα, 1, 2, 3 και 4 λεπτά εκτέλεσαν πάλι άλμα με ταλάντευση. Από τα αποτελέσματα φάνηκε μείωση της απόδοσης στο άλμα μετά από 10 δευτερόλεπτα διάλειμμα, καμία μεταβολή μετά από 1, 2 και 3 λεπτά ενώ μετά από 4 λεπτά διάλειμμα παρουσιάστηκε μικρή αύξηση, ωστόσο, μη σημαντική. Ενδεχομένως, η εκτέλεση του άλματος με ταλάντευση μόλις 10 δευτερόλεπτα μετά από την εκτέλεση της άσκησης με υψηλό φορτίο πιθανόν γινόταν κάτω από συνθήκες κόπωσης και για αυτό προκλήθηκε μείωση της απόδοσης. Αντίθετα, η αύξηση της απόδοσης μετά από 4 λεπτά διάλειμμα, παρόλο που δεν ήταν σημαντική,

ενδεχομένως οφείλεται στην ξεκούραση του νευρομυϊκού συστήματος και ίσως μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ανάληψης να επέφερε σημαντική βελτίωση. Επίσης, δεν παρουσιάστηκε βελτίωση της αλτικής ικανότητας ακόμα και όταν έγινε διαχωρισμός του δείγματος σε υψηλό και χαμηλό επίπεδο, διαπίστωση η οποία έρχεται σε αντίθεση με τις έρευνες των Chiu et al. (2003), Young et al. (1998) και Gourgoulis et al. (2003) οι οποίοι συμπέραναν ότι η αντιθετική προπόνηση έχει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα όταν οι δοκιμαζόμενοι έχουν υψηλό επίπεδο δύναμης.

Σε μελέτη των Scott & Docherty (2004) ερευνήθηκε η άμεση επίδραση του υψηλού φορτίου στην αλτική ικανότητα και την ικανότητα μεταφοράς “κέρδους” μεταξύ παρόμοιων βιομηχανικά ασκήσεων. Η άσκηση με το υψηλό φορτίο αποτελούνταν από 1 σετ των 5 ΜΕ ημικαθίσματος ενώ η αλτική ικανότητα, η οποία αξιολογήθηκε μετά από 5 λεπτά διάλειμμα, αποτελούνταν από 4 οριζόντια άλματα και 4 άλματα με ταλάντευση. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι το υψηλό φορτίο της άσκησης που προηγήθηκε των αλμάτων δεν είχε σημαντική επίδραση στη βελτίωση της αλτικής ικανότητας συμφωνώντας με τα αποτελέσματα της μελέτης των Jensen et al. (2003). Επίσης, παρατηρήθηκε ότι δεν υπάρχει βελτίωση της απόδοσης από την άσκηση με υψηλό φορτίο (ημικάθισμα) ούτε στην παρόμοια βιομηχανικά άσκηση (άλμα με ταλάντευση) ούτε στην άσκηση του οριζοντίου άλματος αποδεικνύοντας την αδυναμία της μεταφοράς “κέρδους” μεταξύ ασκήσεων που ακολουθούν ίδιο κινητικό πρότυπο.

Οι Jones & Lees (2003) μελέτησαν την άμεση επίδραση της αντιθετικής μεθόδου, μετά την εφαρμογή άσκησης με βάρη υψηλού φορτίου ( 5 επαναλήψεις ημικαθίσματα στο 85% της 1-ME), στην αλτική ικανότητα άλματα (3 άλματα από ημικάθισμα και 3 άλματα από πληνθίο ύψους 40cm) και την ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου, του έξω πλατύ και του δικέφαλου μηριαίου. Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν τα άλματα αμέσως μετά, 3, 10, και 20 λεπτά μετά την άσκηση με υψηλό φορτίο. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι δεν υπήρχε σημαντική βελτίωση της αλτικής ικανότητας μετά την εκτέλεση του ημικαθίσματος με φορτίο 85% της 1-ME. Επιπρόσθετα, σημαντική αύξηση της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας παρουσίασε μόνο ο δικέφαλος μηριαίος κατά τη σύγκεντρη φάση του άλματος από πληνθίο το οποίο εκτελέστηκε αμέσως μετά την άσκηση υψηλού φορτίου ενώ ο ορθός μηριαίος και ο έξω πλατύς δεν παρουσίασαν σημαντική μεταβολή. Ενδεχομένως, οι λόγοι μη εμφάνισης σημαντικής βελτίωσης να



οφείλονται στον τύπο του μηχανήματος που χρησιμοποιήθηκε (Smith machine) για την εκτέλεση του ημικαθίσματος αντί για τη χρήση ελεύθερων βαρών καθώς και στο διαφορετικό προπονητικό επίπεδο των δοκιμαζόμενων. Επίσης, δε φάνηκε να επηρεάζεται η απόδοση από τη διάρκεια του διαλείμματος καθώς εφαρμόστηκε μεγάλο εύρος διαλειμμάτων (αμέσως μετά την άσκηση, 3, 10 και 20 λεπτά).

Παρόμοια, οι Koch et al. (2003) εξέτασαν την επίδραση της αντιθετικής μεθόδου στην αλτική ικανότητα εφαρμόζοντας τρία διαφορετικά είδη προθέρμανσης. Η πρώτη προθέρμανση ήταν προσανατολισμένη στη δύναμη και αποτελούνταν από μεσαία ως υψηλή ένταση και χαμηλές επαναλήψεις (1 σετ ημικαθίσματα των 3 επαναλήψεων με φορτία 50, 75 και 87,5% της 1-ME, διάλειμμα ανάμεσα στα σετ 3 λεπτά), η δεύτερη προθέρμανση ήταν προσανατολισμένη στην ισχύ και αποτελούνταν από χαμηλή ένταση και υψηλή ταχύτητα εκτέλεσης (1 σετ ημικαθίσματα των 3 επαναλήψεων με φορτίο 20, 30 και 40% της 1-ME, διάλειμμα ανάμεσα στα σετ 3 λεπτά) και η τρίτη προθέρμανση αποτελούνταν από στατικές διατάσεις. Η αξιολόγηση της αλτικής ικανότητας έγινε με το άλμα άνευ φορά το οποίο εκτελούνταν 30 δευτερόλεπτα και 15 λεπτά μετά από κάθε είδος προθέρμανσης. Από τα αποτελέσματα δε φάνηκε σημαντική βελτίωση στο άλμα άνευ φορά σε κανένα είδος προθέρμανσης. Ενδεχομένως, το χρονικό διάστημα το οποίο μεσολάβησε μεταξύ της εκτέλεσης της προθέρμανσης και των αλμάτων άνευ φοράς να διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο καθώς ήταν ή πολύ μικρό (30 δευτερόλεπτα) και επέφερε κόπωση ή πολύ μεγάλο (15 λεπτά) και επέφερε πλήρη αναπλήρωση και απώλεια της μυϊκής ενεργοποίησης.

Οι Comyns, Harrison, Hennessy, & Jensen, (2006) ερεύνησαν την επίδραση της χρονικής διάρκειας των διαλειμμάτων κατά την εφαρμογή της αντιθετικής μεθόδου σε αθλητές αναερόβιων αθλημάτων. Οι δοκιμαζόμενοι αρχικά εκτέλεσαν άλμα με ταλάντευση, μετά 5-ME στο ημικάθισμα και στη συνέχεια μετά από διάλειμμα 30 δευτερολέπτων, 2, 4, και 6 λεπτών εκτέλεσαν πάλι άλμα με ταλάντευση. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι κανένα χρονικό διάστημα δε επέφερε βελτίωση στην απόδοση του άλματος με ταλάντευση. Αντίθετα, μετά από 30 δευτερόλεπτα και μετά από 6 λεπτά υπήρχε σημαντική μείωση της απόδοσης ενώ μετά από 4 λεπτά εμφανίστηκε τάση βελτίωσης όμως μη σημαντική. Πιθανόν, μετά από σύντομο χρονικό διάστημα ξεκούρασης (30 δευτερόλεπτα) παρουσιάζεται κόπωση ενώ μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα ξεκούρασης (4 λεπτά) ίσως χάνεται κάθε όφελος από την ενεργοποίηση του νευρομυϊκού

συστήματος με αποτέλεσμα και στις δύο περιπτώσεις να μην υπάρχει βελτίωση της απόδοσης μέσω της αντιθετικής μεθόδου. Συνεπώς, φαίνεται ότι το χρονικό διάστημα το οποίο μεσολαβεί ανάμεσα στην άσκηση με υψηλό φορτίο και την άσκηση χωρίς φορτίο επηρεάζει την τελική απόδοση.

*Κάτω άκρα – Στατική ενεργοποίηση.* Αρκετές έρευνες χρησιμοποίησαν ισομετρική ενεργοποίηση κατά την εκτέλεση ενός προγράμματος αντιθετικής προπόνησης. Οι French et al. (2003) μελέτησαν την άμεση επίδραση της μέγιστης ισομετρικής ενεργοποίησης διάρκειας 3 ή 5 δευτερολέπτων στην άσκηση των εκτάσεων της κνήμης στην αλτική ικανότητα και την ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα. Η αλτική ικανότητα αξιολογήθηκε μέσω του άλματος με ταλάντευση και του άλματος μετά από πτώση από ύψος 30cm. Επίσης, καταγράφηκε η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ στην άσκηση των εκτάσεων κνήμης. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι στο άλμα με ταλάντευση και στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ δεν εμφανίστηκε βελτίωση με κανένα από τα δύο χρονικά διαστήματα εφαρμογής ισομετρικής σύσπασης, ωστόσο, στο άλμα μετά από πτώση παρουσιάστηκε βελτίωση κατά 5,03% μετά την εφαρμογή μέγιστης ισομετρικής άσκησης διάρκειας 3 δευτερολέπτων. Φαίνεται, ότι η εφαρμογή μέγιστων ισομετρικών ενεργοποιήσεων σύντομης διάρκειας (3 x 3 δευτερόλεπτα) πριν την εκρηκτική εκτέλεση επιλεγμένων δυναμικών ασκήσεων (διάρκειας  $\leq 0,25$  δευτερόλεπτα) μπορεί να επιφέρει βελτίωση της απόδοσης. Αντίθετα, μεγαλύτερο διάστημα στατικών συσπάσεων (3 x 5 δευτερόλεπτα) φαίνεται ότι δεν προκαλεί ενεργοποίηση του νευρομυϊκού συστήματος ενδεχομένως λόγω κόπωσης.

Υπάρχουν μελέτες οι οποίες εξέτασαν την επίδραση των ισομετρικών συστολών στην αντιθετική προπόνηση και δεν βρήκαν βελτίωση της απόδοσης. Οι Robbins et al. (2005) εξέτασαν την επίδραση της ισομετρικής συστολής στη βελτίωσης της αλτικής ικανότητας και της ισχύος. Οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν 3 ζευγάρια άσκησης το καθένα από τα οποία αποτελούνταν από μέγιστη ισομετρική συστολή διάρκειας 7 δευτερολέπτων στην άσκηση του ημικαθίσματος και μετά από 4 λεπτά διάλειμμα εκτελούσαν 5 άλματα με ταλάντευση. Μετά την ολοκλήρωση των 3 ζευγαριών άσκησης δεν παρατηρήθηκε βελτίωση ούτε στην αλτική ικανότητα (ύψος κάθετου άλματος) αλλά ούτε και στην ισχύ. Πιθανόν, η διάρκεια των 7 δευτερολέπτων μέγιστης ισομετρικής άσκησης επέφερε κόπωση

καθώς και το διάλειμμα των 4 λεπτών ίσως ήταν πολύ μικρό. Επίσης, λόγω της εξειδίκευσης της κίνησης δεν ήταν εφικτό να μεταφερθεί “το κέρδος” από την ισομετρική σύσπαση του ημικαθίσματος στην κίνηση του άλματος με ταλάντευση αλλά ούτε και το προπονητικό επίπεδο των αθλουμένων ήταν αρκετά υψηλό ώστε να ανταποκριθούν στο ερέθισμα της μέγιστης ισομετρικής σύσπασης και να βελτιώσουν την επίδοσή τους.

Μεγαλύτερο χρονικό διάστημα μέγιστης ισομετρικής συστολής εφάρμοσαν οι Gossen et al. (2000). Ο δοκιμαζόμενος εκτέλεσε μέγιστη ισομετρική σύσπαση διάρκειας 10 δευτερολέπτων στην άσκηση των εκτάσεων κνήμης και μετά από διάλειμμα 10 δευτερολέπτων εκτέλεσε μέγιστες δυναμικές εκτάσεις ποδιών με φορτία που αντιστοιχούσαν στο 15, 30, 45 και 60% της μέγιστης ισομετρικής δύναμης με ταυτόχρονη καταγραφή της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας του έσω πλατύ. Παρόλο που διαπιστώθηκε αύξηση του νευρομυϊκού μηχανισμού δεν παρουσιάστηκε αύξηση της ισχύος αλλά ούτε και της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας. Πιθανά, η κόπωση η οποία προκλήθηκε από τη μέγιστη ισομετρική συστολή διάρκειας 10 δευτερολέπτων δεν επέτρεψε βελτίωση της απόδοσης καθώς ενδεχομένως το χρονικό διάστημα των 10 δευτερολέπτων που μεσολαβούσε μεταξύ ισομετρικής και δυναμικής συστολής δεν αποτελούσε επαρκές διάλειμμα αποκατάστασης.

*Άνω άκρα.- Δυναμική ενεργοποίηση.* Εκτός από μελέτες που ερεύνουν την επίδραση της αντιθετικής μεθόδου στα κάτω άκρα υπάρχουν μελέτες οι οποίες εξέτασαν την επίδραση της μεθόδου και στα άνω άκρα. Ο Baker (2003) ερευνήσε την άμεση επίδραση ενός σετ πιέσεων πάγκου με μεσαίο φορτίο στην παραγωγή ισχύος. Οι δοκιμαζόμενοι αρχικά εκτέλεσαν 6 επαναλήψεις πιέσεις πάγκου με φορτίο που αντιστοιχούσε στο 65% της 1-ME και μετά από διάλειμμα 3 λεπτών εκτέλεσαν 5 επαναλήψεις πιέσεων πάγκου με βάρος 50kg. Παρατηρήθηκε βελτίωση της ισχύος κατά 4,5% δείχνοντας ότι η ενεργοποίηση του νευρομυϊκού συστήματος στα άνω άκρα κατά πάσα πιθανότητα προκαλείται με χαμηλότερο φορτίο (65% της 1-ME) από ότι στα κάτω άκρα (>80 της 1-ME) πιθανό λόγω της μικρότερης μυϊκής μάζας των άνω άκρων.

Αντικρουόμενα αποτελέσματα με την έρευνα του Baker (2003) διαπίστωσαν οι Hrysomallis, & Kidgell, (2001) οι οποίοι εξέτασαν την επίδραση ενός σετ 5 ME πιέσεων πάγκου πριν την εκτέλεση 3 επαναλήψεων στην άσκηση κάμψης. Από τα

αποτελέσματα δεν παρουσιάστηκε μεταβολή στο ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης, και τη μέγιστη δύναμη. Πιθανοί παράγοντες που δεν επέτρεψαν την ενεργοποίηση του νευρομυϊκού συστήματος είναι ο χρόνος διαλείμματος (3 λεπτά), το προπονητικό πρωτόκολλο, η ένταση (5-ME), το είδος της άσκησης (πίεσεις πάγκου), το μέρος του σώματος (άνω μέρος) και η προπονητική κατάσταση των δοκιμαζόμενων (ενασχόληση με τα βάρη για λόγους αναψυχής).

Παρόμοια, οι Ebben et al. (2000) ερεύνησαν την επίδραση 3-5 ME πιέσεων πάγκου στην εκρηκτική ρίψη ιατρικής μπάλας και αξιολόγησαν τη μέση δύναμη, τη μέγιστη δύναμη και την ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του μείζων θωρακικού και του τρικέφαλου βραχιόνιου. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι δεν παρατηρήθηκε βελτίωση στις ρίψεις με ιατρική μπάλα καθώς και δε μεταβλήθηκε η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα.

Σε μελέτη του Brandenburg (2005) εξετάσθηκε η επίδραση 5 επαναλήψεων πιέσεων πάγκου με φορτίο 100, 75 και 50% των 5-ME στις ρίψεις από πάγκο. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι κανένα από τα φορτία δεν προκάλεσε αύξηση της μέσης παραγόμενης ισχύς στις ρίξεις από πάγκο. Ενδεχομένως, λόγω έλλειψης εξοικείωσης των δοκιμαζόμενων με εκρηκτικό τύπου προπόνηση καθώς επίσης επειδή χρησιμοποιήθηκε η μέση ισχύ και όχι η κορυφαία ενώ ο ρυθμός εκτέλεσης ήταν ελεγχόμενος στις επιβαρύνσεις 75 και 50% των 5-ME. Τα συμπεράσματα του Brandenburg (2005) συμφωνούν τόσο με τα συμπεράσματα του Hrysomallis et al. (2001) όσο και του Ebben et al. (2000).

Συνοψίζοντας τις μελέτες (Πίνακας 3) που ερεύνησαν την άμεση επίδραση της αντιθετικής προπόνησης στην αύξηση της απόδοσης στα πλαίσια μιας προπονητικής μονάδας διαπιστώνουμε ότι τα αποτελέσματα είναι αντικρουόμενα. Παράγοντες που ενδεχομένως επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων αντιθετικής προπόνησης είναι το είδος τη μυϊκής ενεργοποίησης (στατική – δυναμική), η χρονική διάρκεια εφαρμογής της άσκησης εάν επιλεγεί η στατική ενεργοποίηση, η ένταση της άσκησης με υψηλό φορτίο εάν επιλεγεί η δυναμική ενεργοποίηση, το διάλειμμα μεταξύ της άσκησης με υψηλό φορτίο και της άσκησης χωρίς φορτίο, η βιομηχανική ομοιότητα των επιλεγμένων ασκήσεων, το μέρος του σώματος όπου στοχεύει η προπόνηση (άνω-κάτω μέρος) καθώς και το επίπεδο των αθλουμένων (αρχάριοι, αναψυχής, υψηλού επιπέδου). Πρέπει να τονίσουμε ότι στη βιβλιογραφία υπάρχει έλλειψη μελετών οι οποίες να εξέτασαν την μακροχρόνια επίδραση της αντιθετικής μεθόδου. Επιπλέον, δεν έχει

αποσαφηνιστεί ο ρόλος που διαδραματίζει το φορτίο επιβάρυνσης. Μελλοντικές μεσοπρόθεσμες ή μακροπρόθεσμες έρευνες αντιθετικής προπόνησης χρησιμοποιώντας ένα εύρος φορτίων θα δώσουν πολύτιμες πληροφορίες για τις προσαρμογές που προκαλούνται ως αποτέλεσμα της συγκεκριμένης μεθόδου προπόνησης.



Πίνακας 3. Έρευνες σχετικά με την άμεση επίδραση της αντιθετικής μεθόδου κατά την εφαρμογή μίας προπονητικής μονάδας

Έρευνα	Δοκιμαζόμενοι (αριθμός-φύλο)	Προπονητική κατάσταση	Άσκηση	Επιβάρυνση	Μετρήσεις	Αποτελέσματα
Young et al (1998)	10 Άνδρες	Εμπειρία δύναμης 1 χρόνο	Ημικάθισμα	5 ME- Διάλειμμα 4 λεπτά	Άλμα με ταλάντευση με φορτίο 19kg	↑ 2,8%
Ebben et al (2000)	10 άνδρες	Αθλητές μπάσκετ με εμπειρία προπόνησης με βάρη και πλειομετρικής	Πιέσεις πάγκου	3-5 ME – Διάλειμμα 5λεπτά	5 εκρηκτικές ρίψεις με ιατρική μπάλα- ΕΜΓ μείζων θωρακικού και τρικέφαλου βραχιόνιου	Καμία σημαντική βελτίωση στη μέση και μέγιστη κάθετη δύναμη αντίδρασης εδάφους και στην ΕΜΓ
Gossen & Sale (2000)	6 άνδρες 4 γυναίκες	Μέτρια προπονημένοι	Εκτάσεις κνήμης	Μέγιστη ισομετρική συστολή 10 δευτ. - Διάλειμμα≥10 δευτ.	Εκτάσεις κνήμης 15,40,45 & 60% της Μέγιστης Ισομετρικής Δύναμης- ΕΜΓ έσω πλάτυ	Καμία σημαντική βελτίωση στη μυϊκή ισχύς και στην ΕΜΓ
Hrysomalis & Kidgell (2001)	12 άνδρες	Ενασχόληση αναψυχής με προπόνηση δύναμης	Πιέσεις πάγκου	5 ME- Διάλειμμα 3 λεπτά	3 εκρηκτικές κάμψεις	Καμία σημαντική βελτίωση στη μυϊκή ισχύς
Baker (2003)	16 Άνδρες	Παίκτες με εμπειρία αντιθετικής προπόνησης 1 χρόνο	Πιέσεις πάγκου	6 επαναλήψεις 65% 1ME	5 επαναλήψεις ρίψεις πίεσεων πάγκου 50kg	↑ 4,5% ισχύος

(συνεχίζεται)

1-ME: 1 μέγιστη επανάληψη  
M.E: Μέγιστες επαναλήψεις  
↑ : Αύξηση της απόδοσης  
ΕΜΓ: Ηλεκτρομυογράφημα

Πίνακας 3 (συνέχεια)

Έρευνα	Δοκιμαζόμενοι (αριθμός-φύλο)	Προπονητική κατάσταση	Άσκηση	Επιβάρυνση	Μετρήσεις	Αποτελέσματα
Chiu et al. (2003)	12 Άνδρες 12 Γυναίκες	Εμπειρία δύναμης 6 μήνες	Ημικάθισμα	5 σετ 90% 1ME- Διάλειμμα 2 λεπτά	30,50,70% 1ME επαναλήψεις άλματα & σύνκεντρα άλματα	Αρχικά όχι βελτίωση. Όταν έγινε διαχωρισμός αθλητές –αναψυχής, οι αθλητές ↑ ισχύς στα σύνκεντρα άλματα
French et al. (2003)	10 Άνδρες 4 Γυναίκες	Αθλητές στίβου Εμπειρία δύναμης 6 μήνες.	Εκτάσεις ποδιών	3X3 ή 5 δευτ. μέγιστη ισομετρική συστολή	Άλμα από ημικάθισμα Άλμα από πλυνθίο 30cm ΕΜΓ έσω πλατύ	3X3 δευτ ↑ 5,03% Άλμα από ημικάθισμα
Gourgoulis et al.(2003)	20 Άνδρες	Φυσικά δραστήριοι	Ημικάθισμα	5 σετ/2 επαν./ 5 λεπτά διάλειμμα 20,40,60,80 & 90% της 1ME	Άλμα με τάλαντευση	↑ 2,9%. Διαχωρισμός ανάλογα επίπεδο δύναμης: > 160kg ↑ 4,0%, <160kg ↑0,42%
Jensen et al. (2003)	11 άνδρες 10 γυναίκες	Αθλητές ανασερόβιων αθλημάτων, εμπειρία ημικαθισματα- πλειομετρικές	Ημικάθισμα	5 ME Διάλειμμα: 10 δευτ., 1,2,3,4 λεπτά	Άλμα με τάλαντευση	Καμία σημαντική βελτίωση της αλτικής ικανότητας ακόμα και όταν έγινε διαχωρισμός του δείγματος σε υψηλό και χαμηλό επίπεδο δύναμης
Jones & Lees (2003)	8 άνδρες	Εμπειρία δύναμης και πλειομετρικών- Ημικάθισμα 1,5x Σωματικό Βάρος	Ημικάθισμα	5επαναλήψεις 85% 1ME Διάλειμμα: αμέσως μετά, 3, 10, 20 λεπτά	3 άλματα με τάλαντευση 3 άλματα από πλυνθίο 40cm ΕΜΓ έξω πλατύ, ορθού & δικέφαλου μηριαίου	Καμία σημαντική βελτίωση της αλτικής ικανότητας και της ΕΜΓ εκτός του δικέφαλου μηριαίου στο άλμα από πλυνθίο (συνεχίζεται)

1-ME: 1 μέγιστη επανάληψη  
M.E: Μέγιστες επαναλήψεις  
↑ : Αύξηση της απόδοσης  
ΕΜΓ: Ηλεκτρομυογράφημα



Πίνακας 3 (συνέχεια)						
Έρευνα	Δοκιμαζόμενοι (αριθμός-φύλο)	Προπονητική κατάσταση	Άσκηση	Επιβάρυνση	Μετρήσεις	Αποτελέσματα
Koch et al (2003)	32 άνδρες - γυναίκες	Προπονημένοι και απροπονητοί	Ημικάθισμα	A) 1 σετ/ 3 επαν./ 50,75, 87,5% 1ME B) 1 σετ/ 3 επαν./ 20,30,40% 1ME Διάλειμμα 30 δευτ. & 15 λεπτά	Άλλα άνευ φοράς	Καμία σημαντική βελτίωση της αλτικής ικανότητας Υψηλή συσχέτιση μεταξύ μέγιστη δύναμης και αλτικής ικανότητας
Scott & Docherty (2004)	19 άνδρες	Φυσικά δραστήριοι Ημικάθισμα 1,5xΣωματικό Βάρος	Ημικάθισμα	5 ME./ διάλειμμα 5 λεπτά	4 άλματα με ταλάντευση 4 οριζόντια άλματα	Καμία σημαντική βελτίωση
Brandenburg (2005)	9 άνδρες	Εμπειρία δύναμης 1 χρόνο Πιέσεις πάγκου 1x Σωματικό Βάρος	Πιέσεις πάγκου	5 επαν. 50,75, 100% των 5ME Διάλειμμα 4 λεπτά	Εκρηκτικές ρίψεις με ιατρική μπάλα	Καμία σημαντική βελτίωση στην παραγόμενη ισχύ
Robbins & Docherty (2005)	16 άνδρες	Φοιτητές με εμπειρία δύναμης 1 χρόνο	Ημικάθισμα	Μέγιστη ισομετρική συστολή 7 δευτ. Διάλειμμα 4 λεπτά	5 άλματα με ταλάντευση	Καμία σημαντική βελτίωση στην αλτική ικανότητα και την ισχύ
Smilios et al (2005)	10 Άνδρες	Αθλητές διαφόρων αθλημάτων. Εμπειρία δύναμης 2 χρόνια	Ημικάθισμα Άλλα	3 σετ/ 5επαν. /3 λεπτά διάλειμμα 30% 1-ME 60% 1-ME	Άλλα με ταλάντευση Άλλα από ημικάθισμα	Άσκηση άλμα: 30% & 60% 1-ME ↑ Άλλα με ταλάντευση 3,9% & 3,3% αντίστοιχα Άσκηση άλμα από ημικάθισμα 60% 1-ME: ↑ Άλλα με ταλάντευση 3,6%, ↑ Άλλα ημικάθισμα 4,9%

1-ME: 1 μέγιστη επανάληψη  
M.E: Μέγιστες επαναλήψεις  
↑ : Αύξηση της απόδοσης  
EMΓ: Ηλεκτρομυογράφημα

### **Ανακεφαλαίωση**

Ανακεφαλαιώνοντας τη μελέτη της βιβλιογραφίας σχετικά την επίδραση διαφορετικών προπονητικών μεθόδων στη βελτίωση της μυϊκής ισχύος προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

α) Η προπόνηση με βάρη χαμηλής έως υψηλής έντασης, η βαλλιστική προπόνηση, η πλειομετρική προπόνηση και η συνδυαστική προπόνηση βελτιώνουν την αλτική ικανότητα, τη μέγιστη δύναμη και τη μυϊκή ισχύ.

β) Η συνδυαστική προπόνηση και η βαλλιστική προπόνηση υπερισχύουν έναντι της μεμονωμένης εφαρμογής της προπόνησης με βάρη και της πλειομετρικής προπόνησης.

γ) Η σύγκριση μεταξύ της συνδυαστικής και της βαλλιστικής μεθόδου, η οποία πραγματοποιήθηκε από μία μόνο μελέτη, έδειξε ότι και οι δύο μέθοδοι προπόνησης βελτιώνουν την απόδοση στον ίδιο βαθμό.

δ) Η αντιθετική μέθοδος προπόνησης, η οποία έχει ερευνηθεί μόνο στα πλαίσια μία προπονητικής μονάδας, παρουσιάζει αντικρουόμενα αποτελέσματα σχετικά με της βελτίωση απόδοσης και συγκεκριμένα της αλτικής ικανότητας και της μυϊκής ισχύος. Υπάρχουν έρευνες οι οποίες εξέτασαν τα κάτω ή άνω άκρα χρησιμοποιώντας δυναμική ή στατική ενεργοποίηση καταλήγοντας, ωστόσο, σε διαφορετικά συμπεράσματα. Επιπλέον, πρέπει να τονισθεί ότι δεν υπάρχουν μελέτες οι οποίες να έχουν ερευνήσει τόσο την αποτελεσματικότητα της αντιθετικής μεθόδου σε βραχυχρόνιο ή μακροχρόνιο πρόγραμμα προπόνησης όσο και το ρόλο που διαδραματίζει το φορτίο επιβάρυνσης. Η μελέτη της αντιθετικής μεθόδου με ένα εύρος φορτίων, πέρα από τα πλαίσια της μίας προπονητικής μονάδας, θα μπορούσε να καταλήξει σε αξιόλογα συμπεράσματα τόσο ως προς την αποτελεσματικότητα της όσο και ως προς της προσαρμογές τις οποίες προκαλεί. Τέλος, η σύγκριση της αντιθετικής μεθόδου με άλλες μεθόδους βελτίωσης της μυϊκής ισχύος θα αποφέρει χρήσιμα συμπεράσματα για τον καταλληλότερο σχεδιασμό των προπονητικών προγραμμάτων.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρεται η επιλογή και τα χαρακτηριστικά του δείγματος, ο πειραματικός σχεδιασμός, η περιγραφή των δοκιμασιών και των οργάνων που χρησιμοποιήθηκαν, η διαδικασία των μετρήσεων, το πρόγραμμα προπόνησης και η στατιστική ανάλυση που χρησιμοποιήθηκε.

Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά 42 φοιτητές, μέτρια προπονημένοι, (ηλικία: 22,4±2,5 χρ., ύψος: 176,7±6,2 cm, βάρος: 77,7±8,1 kg, ποσοστό σωματικού λίπους: 10,5%, 1-ME ημικάθισμα: 168±27,1kg) του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης αφού ενημερώθηκαν για το σκοπό, τη μεθοδολογία και τους πιθανούς κινδύνους από τη συμμετοχή τους στην έρευνα. Τα φυσικά χαρακτηριστικά των ομάδων περιγράφονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Χαρακτηριστικά δείγματος.

Ομάδα	Ηλικία (έτη)	Σωματική μάζα (kg)	Ύψος (cm)	Λίπος (%)	1-ME (kg)
ΥΦ	21±0,8	75,9±7,8	176,9±5,3	9,3±3,7	162,9±25,6
ΜΙ	21,9±2	77,9±6,6	176,1±5,5	10,3±3,5	170,3±24,2
Ελέγχου	25,5±2,6	80,3±10,9	178±8	11,8±4,1	171,4±33,7

ΥΦ: Υψηλό φορτίο  
ΜΙ: Μέγιστης ισχύς

**Πειραματικός Σχεδιασμός**

Οι δοκιμαζόμενοι χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες, δύο πειραματικές ομάδες άσκησης και μία ελέγχου. Τα άτομα της πρώτης ομάδας ασκήθηκαν με υψηλό φορτίο που αντιστοιχούσε στο 90% της μέγιστης δύναμης στο ημικάθισμα (ΥΦ, n=15) ενώ τα άτομα της δεύτερης ομάδας ασκήθηκαν με επιβάρυνση η οποία αντιστοιχούσε στο φορτίο με το οποίο παράγονταν η μέγιστη ισχύς (ΜΙ, n=17). Η ομάδα ελέγχου δε ασκήθηκε με βάρη (ΟΕ, n=10).

Η μέγιστη δύναμη στο ημικάθισμα, η αλτική ικανότητα, η μυϊκή ισχύς και η σχέση φορτίου – ταχύτητας και φορτίου – ισχύος με την εκτέλεση αλμάτων σε διάφορα φορτία και η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα των πρόσθιων και οπίσθιων μυών του μηρού κατά τη διάρκεια των αλτικών δοκιμασιών μετρήθηκαν σε όλες τις ομάδες στην έναρξη και τη λήξη του παρεμβατικού προγράμματος που είχε διάρκεια 6 εβδομάδες.

**Πρόγραμμα προπόνησης**

*Πρόγραμμα προσαρμογής.* Πριν από την εκτέλεση του παρεμβατικού προγράμματος η ομάδα υψηλού φορτίου και η ομάδα ισχύος ακολούθησαν ένα πρόγραμμα προσαρμογής για 5 εβδομάδες. Στόχος του προγράμματος ήταν η προσαρμογή του μυοτενόντιου συστήματος των ασκουμένων και η εξοικείωση με τις ασκήσεις του προγράμματος παρέμβασης και αξιολόγησης της αλτικής ικανότητας. Οι ασκήσεις που εκτελούνταν ήταν πιέσεις ποδιών, εκτάσεις κνήμης, κάμψεις κνήμης, ημικάθισμα, πιέσεις πάγκου, κοιλιακοί, ραχιαίοι ενώ τις 2 τελευταίες εβδομάδες προστέθηκαν άλματα με φορτίο και αλτικές ασκήσεις (άλμα από ημικάθισμα, άλμα από ταλάντευση, άλμα από πληνθίο). Τα στοιχεία της επιβάρυνσης του προγράμματος προετοιμασίας περιγράφονται αναλυτικά στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5. Στοιχεία επιβάρυνσης του προγράμματος προετοιμασίας

Ασκήσεις	Σετ	Επαναλήψεις	% 1-ME	Διάλειμμα Σετ-Ασκήσεις (min)
Προπόνηση με βάρη	2 – 4	8 – 15	≈50 – 80	3 – 5
Άλματα με φορτίο	2 – 4	5 – 8	≈30 – 80	3
Κοιλιακοί & Ραχιαίοι	3 – 5	20 – 30		3
Επαναλαμβανόμενα άλματα με το σωματικό βάρος	3 – 4	6		3

*Παρεμβατικό πρόγραμμα* Οι δύο πειραματικές ομάδες εφάρμοσαν το παρεμβατικό πρόγραμμα αντιθετικής προπόνησης με βάρη για χρονικό διάστημα 6 εβδομάδων με συχνότητα εφαρμογής 2 φορές την εβδομάδα. Μεταξύ των προπονητικών μονάδων παρεμβάλλονταν χρονικό διάστημα τουλάχιστον 48 ωρών προκειμένου να υπάρχει ικανοποιητική αποκατάσταση του οργανισμού. Η οργανωτική μορφή της προπόνησης ήταν αυτή των ενοτήτων όπου κάθε ενότητα περιελάμβανε την εναλλάξ εκτέλεση των ασκήσεων “άλμα με φορτίο” και “άλμα χωρίς φορτίο”. Η επιβάρυνση ήταν προοδευτικά αυξανόμενη με την εκτέλεση την πρώτη εβδομάδα 4 ενοτήτων, τη δεύτερη και τρίτη εβδομάδα 5 ενοτήτων, την τέταρτη και πέμπτη 6 ενοτήτων ενώ την έκτη εβδομάδα εκτελέστηκαν και πάλι 4 ενότητες. Οι επαναλήψεις και το φορτίο παρέμειναν σταθερά σε όλη τη διάρκεια της προπόνησης. Κάθε προπονητική μονάδα ξεκινούσε με γενική προθέρμανση η οποία περιελάμβανε 5 λεπτά ποδήλατο με επιβάρυνση 60W και 5 λεπτά διατάσεις για τα κάτω άκρα. Στη συνέχεια ακολουθούσε ειδική προθέρμανση η οποία περιελάμβανε 2 σετ ημικαθίσματα με αντίσταση ίση με 50 και 70% του φορτίου με το οποίο θα γινόταν η προπόνηση. Η ομάδα ΥΦ εκτελούσε 3 άλματα με φορτίο το οποίο αντιστοιχούσε στο 90% της 1-ME, ενώ η ομάδα ΜΙ εκτελούσε 5 άλματα με το φορτίο που παράγονταν η μέγιστης ισχύς (48-58% της 1-ME). Τόσο η ομάδα ΥΦ όσο και η ομάδα ΜΙ μετά τα άλματα με φορτίο εκτελούσε 6 επαναλαμβανόμενα άλματα χωρίς φορτίο κρατώντας στην πλάτη μία ράβδο. Μεταξύ των ασκήσεων και των ενοτήτων υπήρχε διάλειμμα 3 λεπτών. Η ταχύτητα εκτέλεσης των ασκήσεων και για τις δύο πειραματικές ομάδες ήταν η μέγιστη δυνατή ενώ ταυτόχρονα δίνονταν λεκτική παρακίνηση και επανατροφοδότηση. Η εκτέλεση των αλμάτων με φορτίο και για τις δύο πειραματικές ομάδες γινόταν με τη συνδρομή τριών βοηθών η θέση των οποίων ήταν πίσω και πλάι από το δοκιμαζόμενο ώστε να διασφαλιστεί η σωστή εκτέλεση των ασκήσεων και να αποτραπούν πιθανοί τραυματισμοί. Σε ότι αφορά την ομάδα ΥΦ, σημειώνεται ότι οι δοκιμαζόμενοι κατά την προσπάθεια εκτέλεσης του άλματος έφταναν τουλάχιστον στη θέση της ακροστασίας καθώς το άλμα δεν ήταν εύκολα εφικτό λόγω του υψηλού φορτίου. Η ΟΕ δεν ακολούθησε κανένα συστηματικό πρόγραμμα με βάρη. Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται τα στοιχεία της επιβάρυνσης για την ομάδα ΜΙ και ΥΦ.

Πίνακας 6. Στοιχεία επιβάρυνσης του προγράμματος παρέμβασης

	ΥΦ	ΜΙ
	*Ημικαθίσματα	*Άλματα με φορτίο
Εβδομάδα	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
Σετ	4 - 5 - 5 - 6 - 6 - 4	4 - 5 - 5 - 6 - 6 - 4
Επαναλήψεις	3	5
Ένταση (% 1-ME)	90	48 - 58
	*Επαναλαμβανόμενα άλματα	
Εβδομάδα	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
Σετ	4 - 5 - 5 - 6 - 6 - 4	4 - 5 - 5 - 6 - 6 - 4
Επαναλήψεις	6	6
Διάρκεια (min)	3	3

\*Εναλλαγή ασκήσεων από σετ σε σετ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ - ημικαθίσματα με υψηλό φορτίο 90% της 1-ME και επαναλαμβανόμενα άλματα χωρίς φορτίο) και μέγιστης ισχύος (ΜΙ- άλματα με φορτίο 48%-58% της 1-ME και επαναλαμβανόμενα άλματα χωρίς φορτίο).

Περιγραφή δοκιμασιών

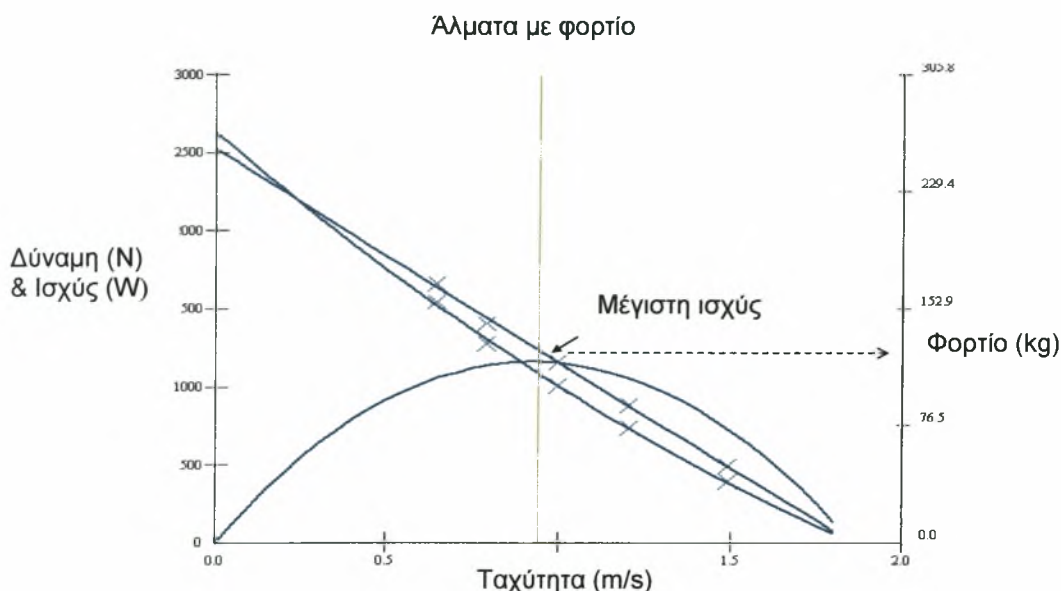
Σωματομετρικά χαρακτηριστικά. Οι μετρήσεις των σωματομετρικών χαρακτηριστικών (σωματική μάζα και ύψος) και του σωματικού λίπους πραγματοποιήθηκαν πριν την έναρξη και μετά το πέρας του παρεμβατικού προγράμματος. Για τον προσδιορισμό του σωματικού λίπους μετρήθηκε το πάχος επιλεγμένων δερματοπτυχών (στήθους, κοιλιακή, μηριαία) από τις οποίες υπολογίστηκε η πυκνότητα του σώματος και κατόπιν το ποσοστό σωματικού λίπους με την εξίσωση των Jackson & Pollock (1978). Η μέτρηση των δερματοπτυχών έγινε στη δεξιά πλευρά του σώματος, με τη χρησιμοποίηση δερματοπτυχόμετρου τύπου Harpenden Skinfold Caliber (model: HSK-BL, England), με ακρίβεια 0,2mm. Στο κάθε σημείο πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις και αν η διαφορά ήταν μικρότερη του 1 mm, τότε ο μέσος όρος των μετρήσεων καταγράφονταν και αντιπροσώπευε την τιμή της κάθε δερματοπτυχής ενώ αν η διαφορά ήταν μεγαλύτερη από 1mm, τότε πραγματοποιούνταν και τρίτη μέτρηση.

Μέγιστη δύναμη. Για τον προσδιορισμό της μέγιστης δύναμης (1-ME) στο ημικάθισμα με μπάρα (γωνία γόνατος 90<sup>0</sup>), χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της μιας μέγιστης επανάληψης (1-ME). Πιο συγκεκριμένα, ως προθέρμανση εκτελέστηκαν



αρχικά 5-8 επαναλήψεις με βάρος 50-60% της προβλεπόμενης 1-ME, μετά από 2 λεπτά εκτελέστηκαν 2-4 επαναλήψεις με βάρος 70-80% της προβλεπόμενης 1-ME και μετά από 2 λεπτά μία επανάληψη στο 90% της προβλεπόμενης 1-ME. Κατόπιν, εκτελώντας μία επανάληψη, αυξήθηκε σταδιακά το φορτίο ώσπου ο δοκιμαζόμενος δεν μπορούσε να εκτελέσει μία επανάληψη στο πλήρες εύρος της κίνησης (κατέβασμα σε γωνία  $90^{\circ}$  και μετά πλήρη έκταση γονάτων  $180^{\circ}$ ). Για τον προσδιορισμό της μέγιστης δύναμης απαιτήθηκαν 2-3 προσπάθειες, ενώ το διάλειμμα μεταξύ των προσπαθειών ήταν 3-5 λεπτά.

*Μέγιστη ισχύς, Σχέση φορτίου – ταχύτητας και φορτίου - ισχύος.* Για να προσδιοριστεί η σχέση φορτίου - ταχύτητας και φορτίου - ισχύος, η μέγιστη ισχύς και το φορτίο με το οποίο παράγονταν οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν διαδοχικά 2 έως 3 επαναλήψεις αλμάτων με ταλάντευση με φορτία που αντιστοιχούσαν στο 20, 35, 50, 65 και 80% της 1-ME στο ημικάθισμα (γωνία γόνατος  $90^{\circ}$ ) με 3 min διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων. Σε κάθε επανάληψη ο δοκιμαζόμενος προσπαθούσε να εκτελέσει τη σύγκεντρη φάση της κίνησης με τη μέγιστη δυνατή ταχύτητα. Η απόσταση μετακίνησης του φορτίου καταγραφόταν με γραμμικό κωδικοποιητή, που ήταν προσαρμοσμένος στη μπάρα, και μετέδιδε σήμα κάθε 3 mm μετακίνησης σε ηλεκτρονικό καταγραφέα (συχνότητα λήψης 100 Hz, MuscleLab, Model PFMA 3010e, Ergotest A.S, Langensund, Norway). Αυτό επέτρεπε τον υπολογισμό της απόστασης και της ταχύτητας μετακίνησης του φορτίου κάθε 10 ms. Ο κωδικοποιητής σήματος ήταν συνδεδεμένος με ηλεκτρονικό υπολογιστή με ειδικό λογισμικό (MuscleLab V6.07) όπου, βάση του φορτίου που είχε δοθεί, υπολογιζόταν η μέση ταχύτητα, δύναμη και ισχύς που αντιστοιχούσαν στη μετακίνηση του φορτίου σε όλο το εύρος της κίνησης. Κατόπιν, με ανάλυση παλινδρόμησης καθορίστηκε η σχέση μεταξύ φορτίου, ταχύτητας κίνησης και ισχύος μέσω των οποίων προσδιορίζονταν το φορτίο με το οποίο επιτυγχάνονταν η μέγιστη ισχύς (Σχήμα 1). Ο δείκτης εγκυρότητας και αξιοπιστίας της μεθόδου υπολογισμού της μυϊκής ισχύος σύμφωνα με μετρήσεις που έχουμε διεξάγει σε δείγμα 12 ατόμων ήταν  $r=0,895$ .



Σχήμα 1. Σχέση φορτίου - ταχύτητας και φορτίου - ισχύος και προσδιορισμός του φορτίου με το οποίο παράγεται η μέγιστη ισχύς.

**Αλτική ικανότητα.** Για την αξιολόγηση της αλτικής ικανότητας πραγματοποιήθηκε το άλμα από ημικάθισμα, το άλμα με ταλάντευση, το άλμα μετά από πτώση από ύψος 40cm και το άλμα με ταλάντευση με φορτίο που αντιστοιχούσε στο σωματικό βάρος. Το ύψος των αλμάτων υπολογίστηκε από το χρόνο πτήσης του άλματος με τη χρήση ενός δαπέδου αγωγιμότητας συνδεδεμένο με ένα μικροϋπολογιστή (Ergojump, Psion<sup>®</sup> CM, MAGICA, Rome, Italy). Η ενεργοποίηση του δαπέδου γινόταν αυτόματα από το δοκιμαζόμενο που πραγματοποιούσε το άλμα, όπου τη στιγμή της αποκόλλησης άνοιγε το κύκλωμα και τη στιγμή που τα πόδια άγγιζαν το δάπεδο στην προσγείωση έκλεινε το κύκλωμα. Οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν όλους τους τύπου αλμάτων καταβάλλοντας τη μέγιστη δυνατή προσπάθεια έχοντας κατά τη θέση εκκίνησης τα πέλματα των ποδιών σε επαφή με τον τάπητα, τον κορμό όρθιο και τα χέρια στο ύψος των ώμων κρατώντας μία ράβδο. Κατά την προσγείωση τα πόδια ήταν τεντωμένα, η ποδοκνημική σε πελματιαία κάμψη και η γωνία των γονάτων 180°.

Αναλυτικά, στο άλμα από ημικάθισμα ο δοκιμαζόμενος έπρεπε να πραγματοποιήσει ένα κατακόρυφο άλμα ξεκινώντας από τη θέση του ημικαθίσματος με γωνία στα γόνατα 90° χωρίς την πραγματοποίηση αντίθετης κίνησης προς τα κάτω. Στο άλμα με ταλάντευση ο δοκιμαζόμενος έπρεπε να

πραγματοποιήσει ένα κάθετο άλμα αφού προηγούνταν μια αντίθετη κίνηση προς τα κάτω κατά τη διάρκεια της οποίας ο κορμός έπρεπε να παραμένει όσο το δυνατό σε όρθια θέση για να αποτραπεί κάθε πιθανή επιρροή στην απόδοση των κάτω άκρων. Η ώθηση προς τα πάνω έπρεπε να πραγματοποιηθεί όταν τα γόνατα ήταν στις 90°. Κατά την εκτέλεση του άλματος από πληνθίο 40cm ο δοκιμαζόμενος βρισκόταν πάνω σε πληνθίο ύψους 40cm σε όρθια θέση με γωνία γονάτων στις 180° και φέρνοντας το ένα πόδι μπροστά άφηνε το σώμα να πέσει προς τα κάτω. Τη στιγμή της επαφής με τον τάπητα σταματούσε το συντομότερο δυνατό την κίνηση προς τα κάτω μπλοκάροντας τα γόνατα και εκτελούσε αμέσως ένα κάθετο άλμα ωθώντας δυνατά προς τα επάνω. Η τεχνική εκτέλεση στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο που αντιστοιχούσε στο σωματικό βάρος ήταν παρόμοια με το άλμα με ταλάντευση χωρίς φορτίο με τη διαφορά ότι ο δοκιμαζόμενος πραγματοποιούσε το άλμα έχοντας φορτίο ίσο του σωματικού του βάρους. Κάθε δοκιμαζόμενος εκτελούσε τρεις προσπάθειες σε κάθε είδος άλματος οι οποίες καταγράφονταν με ακρίβεια 0,1cm και διάλειμμα μεταξύ των αλμάτων 30sec.

*Αναερόβια ικανότητα.* Για την αξιολόγηση της αναερόβιας ικανότητας εφαρμόστηκαν τα επαναλαμβανόμενα άλματα με ταλάντευση χρονικής διάρκειας 15sec. Ο δοκιμαζόμενος εκτελούσε συνεχή άλματα με ταλάντευση για χρονικό διάστημα 15sec διατηρώντας τον κορμό όρθιο και έχοντας τη γωνία του γόνατος στις 90°. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε ώστε ο δοκιμαζόμενος να καταβάλει μέγιστη προσπάθεια από την αρχή, χωρίς να κατανέμει τις δυνάμεις του στον καθορισμένο χρόνο. Εκτελούνταν ένα άλμα (ένας κύκλος) ανά δευτερόλεπτο, συνεπώς στο χρονικό διάστημα των 15sec πραγματοποιούνταν περίπου 15 άλματα (14-16) .

*Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα.* Η ανίχνευση και καταγραφή της ηλεκτρικής δραστηριότητας των πρόσθιων και οπίσθιων μυών του μηρού έγινε με τη χρήση επιφανειακού ηλεκτρόδιου (NeuroDyne Medical Model AE 131 U.S.A.) με διπολική διάταξη. Για την μείωση της σύνθετης αντίστασης που παρουσιάζει ο μυϊκός ιστός στη διάδοση του ηλεκτρικού ρεύματος η περιοχή του δέρματος όπου εφαρμόστηκαν τα ηλεκτρόδια ξυρίστηκε, τρίφτηκε με σμυριδόπανο για την απομάκρυνση της εξωτερικής στοιβάδας των νεκρών κυττάρων του δέρματος, καθαρίστηκε με οινόπνευμα και σκουπίστηκε με καθαρό χαρτί. Για τη μείωση του θορύβου από ανεπιθύμητες πηγές όπως ηλεκτροστατικά και ηλεκτρομαγνητικά

πεδία καταβλήθηκε προσπάθεια ώστε οι συνθήκες μετρήσεις να είναι σταθερές και ελεγχόμενες απομακρύνοντας τις ηλεκτρικές συσκευές κατά τη διάρκεια της μέτρησης. Επίσης, για τη μείωση του θορύβου λόγω κινήσεων τα καλώδια σταθεροποιήθηκαν με ελαστικούς ιμάντες.

Οι μύες στους οποίους τοποθετήθηκαν τα ηλεκτρόδια ήταν ο ορθός μηριαίος, ο έσω πλατύς, ο έξω πλατύς και ο δικέφαλος μηριαίος. Συγκεκριμένα για την επισήμανση των σημείων τοποθέτησης ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία με βάση τις συστάσεις SENIAM (Hermens et al., 1999)

α) Ορθός μηριαίος μυς τετρακέφαλου. Ο δοκιμαζόμενος βρισκόταν σε ύπτια θέση σε πάγκο με στήριξη του κορμού στους αγκώνες και με το γόνατο ανασηκωμένο κατά 10cm και τον τετρακέφαλο σε ελαφρά σύσπαση. Η ψηλάφηση του μυός γινόταν μετά από εφαρμογή πίεσης στον αστράγαλο και έκταση της κνήμης. Το σημείο όπου τοποθετήθηκε το ηλεκτρόδιο εντοπίστηκε στο μέσο της γραμμής (50%) που συνδέει την άνω πρόσθια άκανθα του λαγόνιου με την κορυφή της επιγονατίδας. Η κατεύθυνση των ηλεκτροδίων ήταν κατά μήκος της γραμμής που συνδέει την άνω πρόσθια άκανθα του λαγόνιου με την κορυφή της επιγονατίδας.

β) Έσω πλατύς μυς τετρακέφαλου. Η θέση του δοκιμαζόμενου και η ψηλάφηση του μυός πραγματοποιήθηκε όπως περιγράφεται για τον ορθό μηριαίο. Το σημείο όπου τοποθετήθηκε το ηλεκτρόδιο εντοπίστηκε στο εγγύτερο προς το γόνατο 80% της γραμμής η οποία συνδέει την άνω πρόσθια άκανθα του λαγόνιου και το μέσο της άρθρωσης του γονάτου μπροστά από το πρόσθιο όριο του έσω συνδέσμου. Η κατεύθυνση των ηλεκτροδίων ήταν σχεδόν κάθετα στη γραμμή μεταξύ της άνω πρόσθιας άκανθας του λαγόνιου και το μέσο της άρθρωσης του πρόσθιου ορίου του έσω συνδέσμου.

γ) Έξω πλατύς μυς τετρακέφαλου. Η θέση του δοκιμαζόμενου και η ψηλάφηση του μυός πραγματοποιήθηκε όπως περιγράφεται για τον ορθό μηριαίο. Το σημείο όπου τοποθετήθηκε το ηλεκτρόδιο εντοπίστηκε στα 2/3 της απόστασης μεταξύ της άνω πρόσθιας άκανθας του λαγόνιου και του μέσου της έξω πλευράς της επιγονατίδας. Η κατεύθυνση των ηλεκτροδίων ήταν κατά μήκος των μυϊκών ινών.

δ) Δικέφαλος μηριαίος. Ο δοκιμαζόμενος βρισκόταν σε πρηνή θέση σε πάγκο με το γόνατο σε κάμψη σε γωνία μικρότερη των 90°. Η ψηλάφηση του μυός γινόταν μετά από εφαρμογή πίεσης στον αστράγαλο ενάντια στην κατεύθυνση έκτασης του γονάτος. Το σημείο όπου τοποθετήθηκε το ηλεκτρόδιο εντοπίστηκε

στο μέσο της γραμμής (50%) που συνδέει την άκανθα του ισχίου και του έξω κονδύλου της κνήμης. Η κατεύθυνση των ηλεκτροδίων ήταν κατά μήκος της γραμμής που συνδέει την άκανθα του ισχίου και του έξω κονδύλου της κνήμης.

Οι τιμές της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας των πρόσθιων και οπίσθιων μυών του μηρού κατά τη διάρκεια των αλτικών δοκιμασιών προσαρμόστηκαν ως προς τη δραστηριότητα κατά την εκτέλεση μέγιστης ισομετρικής σύσπασης. Για τη μέτρηση της μέγιστης ισομετρικής ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας πραγματοποιήθηκαν στο δεξί κάτω άκρο κάμψεις κνήμης σε μηχανήμα με γωνία γόνατος  $115^\circ$  και εκτάσεις κνήμης σε μηχανήμα με γωνία γόνατος  $90^\circ$  (Oemmebi, Leg Extension Model AM311/ds1, Moglia Italy) όπου μετρήθηκε η δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου και του ορθού μηριαίου, του έσω και του έξω πλατύ, αντίστοιχα. Σε κάθε προσπάθεια καταγράφονταν η ισομετρική δύναμη μέσω πιεζοηλεκτρικού αισθητήρα του συστήματος Musclelab και για τις αναλύσεις χρησιμοποιήθηκε η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα των μυών στην προσπάθεια με τη μεγαλύτερη παραγόμενη δύναμη. Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν 2 προσπάθειες σε κάθε άσκηση με 2-3 min διάλειμμα μεταξύ των προσπαθειών και 3-5 min διάλειμμα μεταξύ των ασκήσεων.

Η ποσοτικοποίηση του μυοηλεκτρικού σήματος έγινε μέσω της τετραγωνικής ρίζας του μέσου τετραγώνου (περίοδος υπολογισμού 100ms) του μυοηλεκτρικού σήματος (RMS).

### **Διαδικασία μετρήσεων**

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν πριν και μετά από την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος και είχαν διάρκεια 2 ημέρες.

α) Πρώτη ημέρα μετρήσεων. Την πρώτη ημέρα πραγματοποιήθηκαν οι σωματομετρικές μετρήσεις, οι μετρήσεις της μέγιστης κυκλικής ταχύτητας, της μέγιστης δύναμης, και της μυϊκής ισχύος, με τη σειρά που αναφέρεται παραπάνω. Συγκεκριμένα οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν προθέρμανση συνολικής διάρκειας 10 λεπτών αποτελούμενη από 5 λεπτά ποδήλατο με επιβάρυνση 60W και 5 λεπτά διατάσεις των κάτω άκρων. Κατόπιν πραγματοποίησαν τη δοκιμασία της μέγιστης κυκλικής ταχύτητας στο εργοποδήλατο αφού προηγουμένως είχαν εκτελέσει μια υπομέγιστη δοκιμαστική προσπάθεια. Μετά από διάλειμμα 5 λεπτών ο κάθε δοκιμαζόμενος εκτελούσε τη δοκιμασία της μιας μέγιστης επανάληψης για τον



προσδιορισμό της μέγιστης δύναμης (1-ME) στο ημικάθισμα. Μετά το προσδιορισμό της μέγιστης δύναμης μεσολαβούσε διάλειμμα 5 λεπτών και στη συνέχεια ο κάθε δοκιμαζόμενος εκτελούσε 2- 3 άλματα από ημικάθισμα με φορτία 20-35-50-65-80% της 1-ME ώστε να προσδιοριστεί η σχέση φορτίου - ταχύτητας και φορτίου - ισχύος και το φορτίο (kg) στο οποίο αντιστοιχεί η μέγιστη ισχύ.

β) *Δεύτερη ημέρα μετρήσεων.* Τη δεύτερη μέρα πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση της αλτικής ικανότητας, της αναερόβιας ικανότητας και της μέγιστης ισομετρικής δύναμης με ταυτόχρονη ηλεκτρομυογραφική καταγραφή. Αρχικά έγινε ο εντοπισμός των σημείων τοποθέτησης των ηλεκτροδίων και καθαρισμός της περιοχής με ξύρισμα και ελαφρύ τρίψιμο. Μετά ακολούθησε προθέρμανση συνολικής διάρκειας 10 λεπτών αποτελούμενη από 5 λεπτά ποδήλατο με επιβάρυνση 60W και 5 λεπτά διατάσεις των κάτω άκρων. Κατόπιν τοποθετήθηκαν τα ηλεκτρόδια και εφαρμόστηκε ειδική προθέρμανση εκτελώντας 1 σετ ημικάθισμα με φορτίο που αντιστοιχούσε στο 80-100% του σωματικού βάρους καθώς και 2 σετ αλμάτων με ταλάντευση των 3-6 επαναλήψεων. Ακολούθως κάθε δοκιμαζόμενος εκτελούσε 3 προσπάθειες σε κάθε τύπο άλματος. Η σειρά εκτέλεσης των αλμάτων ήταν άλμα από ημικάθισμα, άλμα με ταλάντευση, άλμα μετά από πτώση 40cm και άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος με διάλειμμα 30 sec μεταξύ των προσπαθειών και 2-3 λεπτά μεταξύ των διαφορετικών τύπων αλμάτων. Οι προσπάθειες καταγράφονταν με ακρίβεια 0,1 cm και η καλύτερη προσπάθεια σε κάθε είδος άλματος χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των δεδομένων. Στη συνέχεια αξιολογήθηκε η μέγιστη ισομετρική δύναμη των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών του μηρού όπου κάθε δοκιμαζόμενος εκτέλεσε σε ειδικό μηχάνημα δύο μέγιστες προσπάθειες στις ασκήσεις των εκτάσεων και κάμψεων κνήμης με διάλειμμα 1 λεπτό μεταξύ των προσπαθειών και 2-3 λεπτά μεταξύ ασκήσεων. Μετά από 5 λεπτά διάλειμμα ακολουθούσε η μέτρηση της αναερόβιας ικανότητας με την εκτέλεση των επαναλαμβανόμενων αλμάτων για 15 δευτερόλεπτα.

### **Όργανα μέτρησης**

Για την πραγματοποίηση της πειραματικής διαδικασίας χρησιμοποιήθηκαν τα εξής επιστημονικά όργανα.

*Σωματικό βάρος:* ζυγός SECA (Model: 812, Germany) ακρίβειας 0,1kg.



*Σωματικό ύψος:* αναστημόμετρο SECA (Model: 220, Germany) ακρίβειας 0,1cm.

*Δερματοπτυχές:* δερματοπτυχόμετρο τύπου Harpenden Skinfold Caliber (model HSK-BL, England) ακρίβειας 0,2mm.

*Μέγιστη δύναμη (1-ME):* Μηχάνημα ποδιών τύπου Smith Machine.

*Μέγιστη ισομετρική δύναμη:* Εκτάσεις κνήμης μηχανήμα Oemmebi, Leg Extension (Model AM311/ds1, Moglia Italy) Κάμψεις κνήμης μηχανήμα Oemmebi, Leg Curl (Model AM 312S1, Moglia Italy).

*Αλτική Ικανότητα:* δάπεδο αγωγιμότητας (Ergojump, Psion ©CM, MAGICA, Rome, Italy).

*Σχέση φορτίου – ταχύτητας και φορτίου - ισχύος:* Συσκευή MuscleLab (Model PFMA, 3010e, Ergotest Technology AS, Langesund, Norway).

*Ηλεκτρόδια:* NeuroDyne Medical (AE 131 U.S.A.).

### **Στατιστική ανάλυση**

Για να εξακριβωθούν οι διαφορές μεταξύ των μετρήσεων (αρχική, τελική) σε κάθε ομάδα (ΥΦ, M.I, OE) χρησιμοποιήθηκε t- τεστ για εξαρτημένα δείγματα (Paired t-test). Για να διαπιστωθούν οι διαφορές μεταξύ των ομάδων στην τελική μέτρηση χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης (ANCOVA), με παράγοντα συνδιακύμανσης την αρχική μέτρηση η οποία έγινε μετά την προπόνηση προσαρμογής. Για τη διερεύνηση των διαφορών μεταξύ των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο  $p < 0,05$ .

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα συνολικά αποτελέσματα της εργασίας παρουσιάζονται συνοπτικά στους Πίνακες 7, 8, 9 και 10. Πιο συγκεκριμένα, η επίδοση στην μέγιστη δύναμη, τη μέγιστη ισχύ, την αλτική ικανότητα και την αερόβια ικανότητα παρουσιάζεται στον Πίνακα 7. Η καταγραφή της ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητας στις δοκιμασίες της αλτικής ικανότητας παρουσιάζεται στον Πίνακα 8. Η μεταβολή της σχέση φορτίου - ταχύτητας και φορτίου - ισχύος παρουσιάζονται στους Πίνακες 9 και 10.

Στον Πίνακα 7 μπορούμε να παρακολουθήσουμε τα δεδομένα που παρουσίαζαν οι δοκιμαζόμενοι στην μέγιστη δύναμη, στη μέγιστη ισχύ, στην αλτική ικανότητα και στην αερόβια ικανότητα κατά την έναρξη της μελέτης καθώς επίσης και τα αποτελέσματα που παρουσίασαν μετά το πρόγραμμα παρέμβασης.

**Πίνακας 7.** Επίδοση ( $\pm$ SE) στη μέγιστη δύναμη στο ημικάθισμα, στη μέγιστη ισχύ, στο άλμα από ημικάθισμα, στο άλμα με ταλάντευση, στο άλμα από πτώση 40cm, στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος και στα επαναλαμβανόμενα άλματα διάρκειας 15 sec στις ομάδες υψηλού φορτίου, μέγιστης ισχύος και ελέγχου στην έναρξη και τη λήξη (χρησιμοποιώντας ως παράγοντα συνδιακύμανσης την αρχική μέτρηση) του προγράμματος προπόνησης.

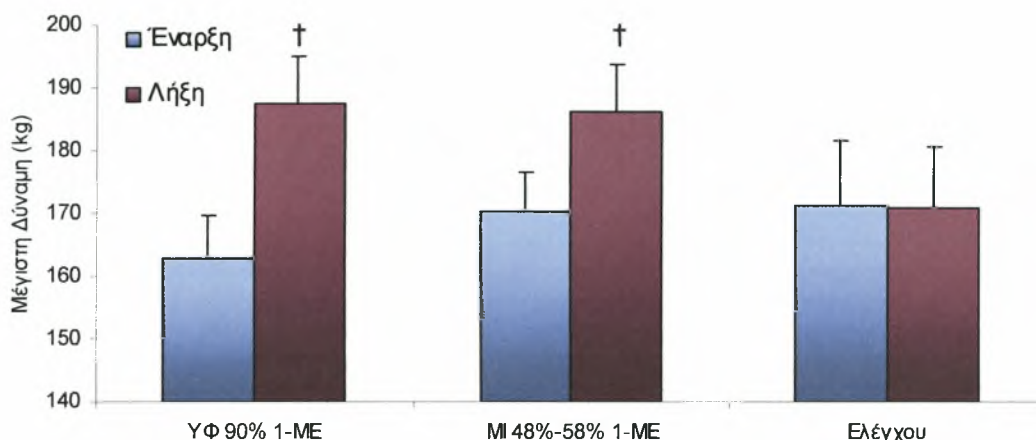
Ομάδα	Έναρξη	6 εβδομάδες	Προσαρμοσμένες τιμές
<b>Μέγιστη δύναμη (Kg)</b>			
Υψηλό φορτίο ( $\eta=14$ )	162,9 $\pm$ 6,8	187,5 $\pm$ 7,6†	192,6 $\pm$ 3,0*
Μέγιστης ισχύος ( $\eta=15$ )	170,3 $\pm$ 6,3	186,2 $\pm$ 7,4†	183,8 $\pm$ 2,8*
Ελέγχου ( $\eta=11$ )	171,4 $\pm$ 10,2	170,9 $\pm$ 9,7	167,5 $\pm$ 3,4
Αρχική τιμή	168,0 $\pm$ 4,3		
<b>Μέγιστη ισχύς (W)</b>			
Υψηλό φορτίο ( $\eta=14$ )	843,0 $\pm$ 38,6	984,5 $\pm$ 33,4†	1019,4 $\pm$ 19,0*
Μέγιστης ισχύος ( $\eta=14$ )	903,7 $\pm$ 26,7	1003,5 $\pm$ 24,7†	1025,4 $\pm$ 18,6*
Ελέγχου ( $\eta=11$ )	940,6 $\pm$ 60,4	938,3 $\pm$ 48,7	904,1 $\pm$ 21,3
Αρχική τιμή	892,3 $\pm$ 24,2		
<b>Αλτική ικανότητα (cm)</b>			
<b>Άλμα από ημικάθισμα</b>			
Υψηλό φορτίο ( $\eta=15$ )	28,0 $\pm$ 1,1	31,7 $\pm$ 1,2†	32,1 $\pm$ 0,6*
Μέγιστης ισχύος ( $\eta=147$ )	28,7 $\pm$ 1,4	32,1 $\pm$ 1,4†	31,9 $\pm$ 0,6*
Ελέγχου ( $\eta=10$ )	28,8 $\pm$ 1,2	27,7 $\pm$ 1,1	27,5 $\pm$ 0,7
Αρχική τιμή	28,5 $\pm$ 0,7		
<b>Άλμα με ταλάντευση</b>			
Υψηλό φορτίο ( $\eta=15$ )	34,0 $\pm$ 1,2	36,9 $\pm$ 1,3†	37,0 $\pm$ 0,7*
Μέγιστης ισχύος ( $\eta=17$ )	34,4 $\pm$ 1,3	37,3 $\pm$ 1,6†	37,0 $\pm$ 0,6*
Ελέγχου ( $\eta=10$ )	33,8 $\pm$ 1,3	34,1 $\pm$ 1,6	34,4 $\pm$ 0,8
Αρχική τιμή	34,1 $\pm$ 0,7		
<b>Άλμα από πτώση 40 cm</b>			
Υψηλό φορτίο ( $\eta=15$ )	31,8 $\pm$ 1,2	34,0 $\pm$ 1,3†	34,2 $\pm$ 0,5*
Μέγιστης ισχύος ( $\eta=17$ )	32,0 $\pm$ 1,4	34,9 $\pm$ 1,5†	34,9 $\pm$ 0,5*
Ελέγχου ( $\eta=10$ )	32,3 $\pm$ 1,8	32,5 $\pm$ 2,0	32,3 $\pm$ 0,7
Αρχική τιμή	32,0 $\pm$ 0,8		
<b>Άλμα με ταλάντευση με το Σ.Β</b>			
Υψηλό φορτίο ( $\eta=14$ )	15,6 $\pm$ 0,8	19,6 $\pm$ 0,9†	20,1 $\pm$ 0,7*
Μέγιστης ισχύος ( $\eta=17$ )	15,8 $\pm$ 0,7	19,5 $\pm$ 1,1†	19,9 $\pm$ 0,6*
Ελέγχου ( $\eta=10$ )	17,6 $\pm$ 0,9	14,6 $\pm$ 0,7	13,3 $\pm$ 0,8
Αρχική τιμή	16,1 $\pm$ 0,5		
<b>Επαναλαμβανόμενα άλματα 15 sec (cm)</b>			
Υψηλό φορτίο ( $\eta=15$ )	27,9 $\pm$ 1,1	29,9 $\pm$ 1,2†	29,3 $\pm$ 0,6
Μέγιστης ισχύος ( $\eta=17$ )	27,2 $\pm$ 1,3	30,1 $\pm$ 1,4†	30,1 $\pm$ 0,5*
Ελέγχου ( $\eta=10$ )	26,3 $\pm$ 1,3	26,4 $\pm$ 1,1	27,3 $\pm$ 0,7
Αρχική τιμή	27,2 $\pm$ 0,7		
<b>Επαναλαμβανόμενα άλματα 15 sec (watts)</b>			
Υψηλό φορτίο ( $\eta=15$ )	22,6 $\pm$ 0,9	22,1 $\pm$ 0,9	21,3 $\pm$ 0,5
Μέγιστης ισχύος ( $\eta=17$ )	21,8 $\pm$ 1,0	22,0 $\pm$ 1,0	21,9 $\pm$ 0,5
Ελέγχου ( $\eta=10$ )	20,3 $\pm$ 1,0	21,5 $\pm$ 1,0	22,7 $\pm$ 0,7
Αρχική τιμή	21,7 $\pm$ 0,6		

\* $p < 0,05$  από την ομάδα ελέγχου

†  $p < 0,05$  από την αρχική μέτρηση

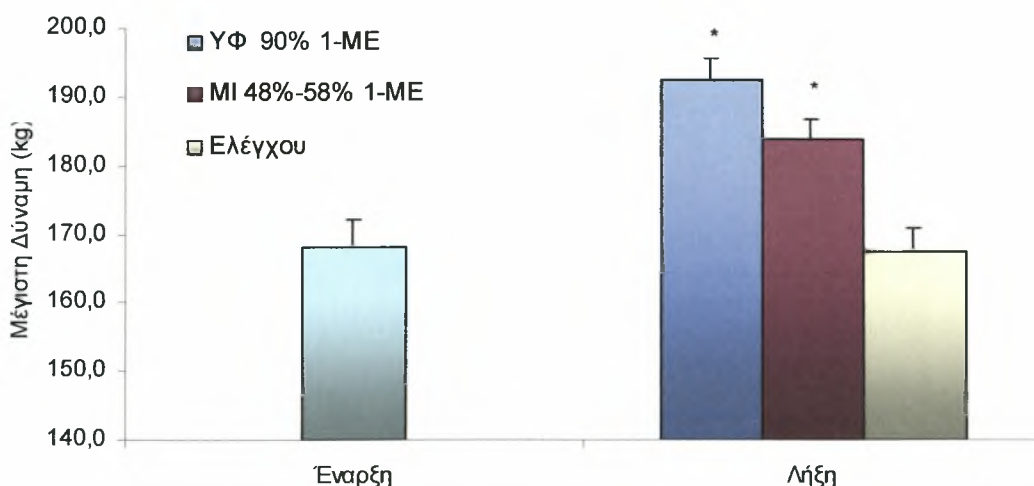
### Μέγιστη δύναμη

Με το πρόγραμμα παρέμβασης η ομάδα ΥΦ και η ομάδα ΜΙ παρουσίασαν βελτίωση ( $t_{(13)}=-8.382$ ,  $p<0.05$  και  $t_{(14)}=-4.789$ ,  $p<0.05$ ) στη μέγιστη δύναμη κατά 15,13 και 9,30%, αντίστοιχα, ενώ η ΟΕ εμφάνισε μικρή πτώση της επίδοσης κατά 0,27% ( $t_{(10)}=0.219$ ,  $p>0.05$ ) (Σχήμα 2). Οι επιδόσεις των ομάδων ΥΦ και ΜΙ ήταν υψηλότερες ( $F_{(2,36)}=16,069$ ,  $p<0,05$ ) από τις επιδόσεις της ΟΕ μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος (Σχήμα 3).



Σχήμα 2: Επιδόσεις στη μέγιστη δύναμη στο ημικάθισμα ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.

<sup>†</sup>  $p<0,05$  από την αρχική μέτρηση

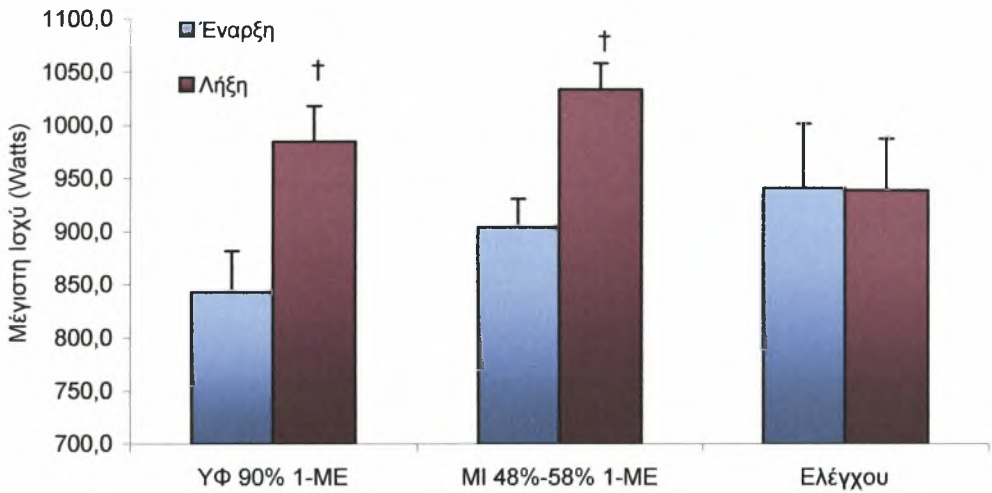


Σχήμα 3: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στη μέγιστη δύναμη στο ημικάθισμα ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).

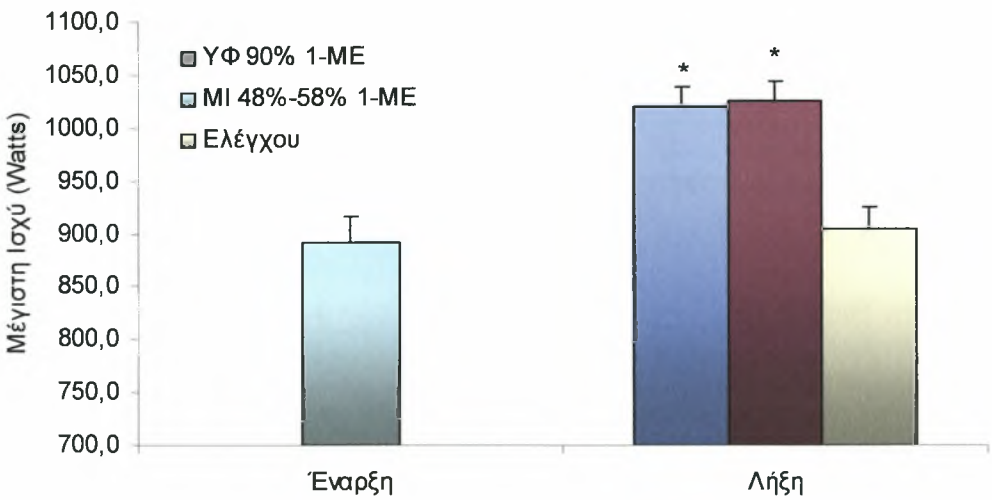
<sup>\*</sup>  $p<0,05$  από την ομάδα ελέγχου

**Μέγιστη ισχύς**

Η ομάδα ΥΦ και η ομάδα ΜΙ παρουσίασαν βελτίωση ( $t_{(13)}=-5,921$ ,  $p$   $0.000<0.05$  και  $t_{(13)}=-8.175$ ,  $p<0.05$ ) κατά 16,78 και 14,36%, αντίστοιχα, ενώ η ΟΕ εμφάνισε μικρή πτώση της επίδοσης κατά 0,24% ( $t_{(10)}=0.079$ ,  $p >0.05$ ) (Σχήμα 4). Στην τελική μέτρηση η ομάδα ΥΦ και η ομάδα ΜΙ παρουσίασαν υψηλότερη ( $F_{(2,35)}=11,007$   $p<0,05$ ) απόδοση από την ΟΕ (Σχήμα 5).



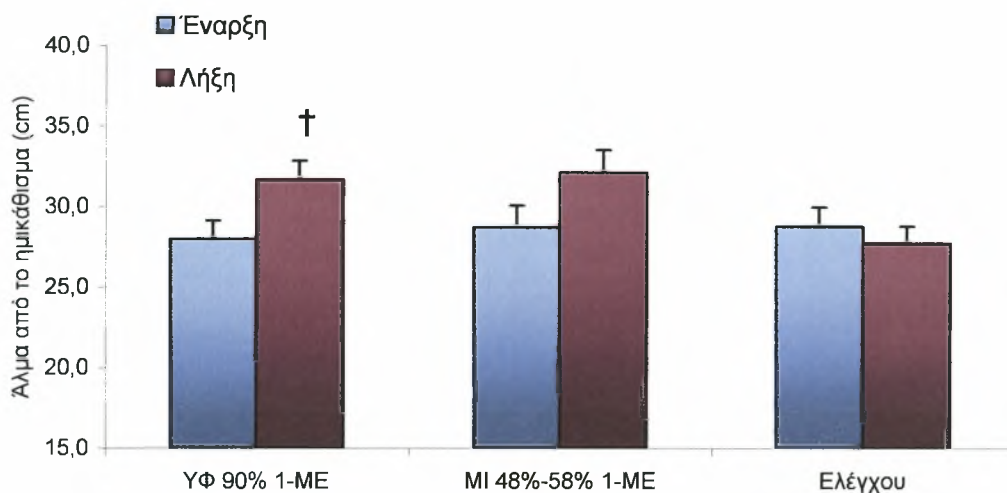
Σχήμα 4: Επιδόσεις στη μέγιστη ισχύ ( $\bar{x}\pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.  
† $p<0,05$  από την έναρξη του προγράμματος



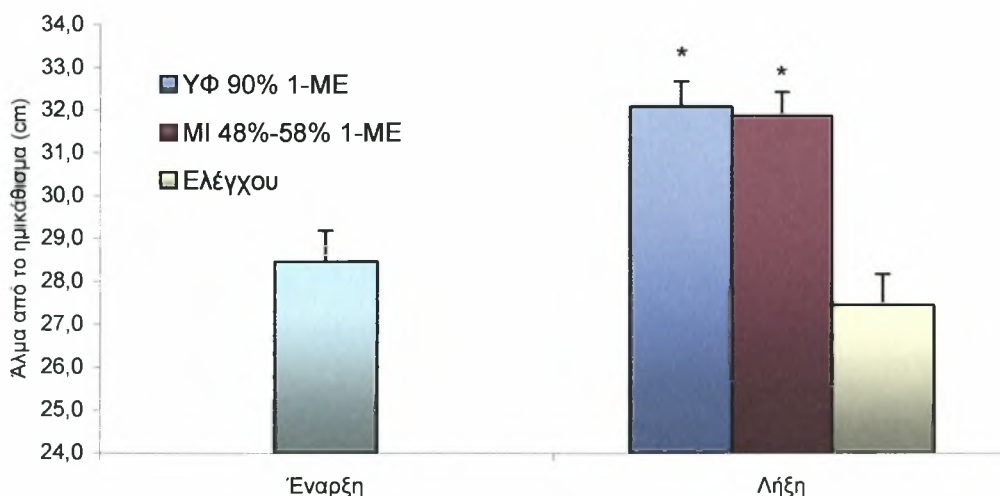
Σχήμα 5: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στη μέγιστη ισχύ ( $\bar{x}\pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).  
\*  $p<0,05$  από την ομάδα ελέγχου

### Αλπική ικανότητα

Αλμα από ημικάθισμα. Στο άλμα από ημικάθισμα παρουσιάστηκε σημαντική διαφορά ( $F_{(2,38)}=13,368$ ,  $p<0,05$ ) στην τελική μέτρηση με την ομάδα ΥΦ και την ομάδα ΜΙ να επιτυγχάνουν υψηλότερες τιμές από την ΟΕ (Σχήμα 6). Η ομάδα ΥΦ και η ομάδα ΜΙ παρουσίασαν βελτίωση ( $t_{(14)}=-5,947$ ,  $p<0,05$  και  $t_{(16)}=-4,821$ ,  $p<0,05$ ) κατά 13,15 και 11,82%, αντίστοιχα, με το πρόγραμμα προπόνησης, ενώ η ΟΕ εμφάνισε πτώση της επίδοσης κατά 3,58% ( $t_{(9)}=2,382$ ,  $p>0,05$ ) (Σχήμα 7).



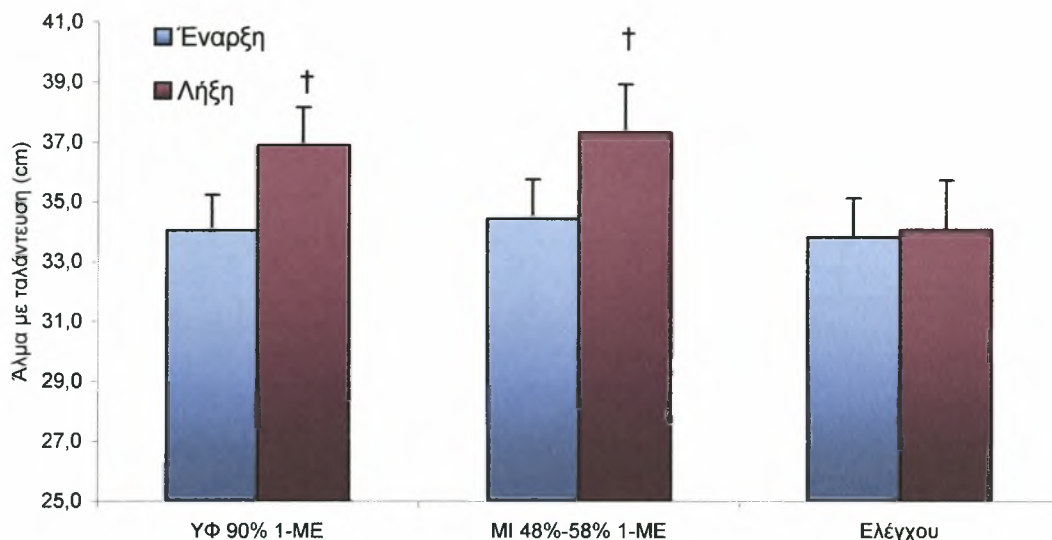
Σχήμα 6:Επιδόσεις στο άλμα από ημικάθισμα ( $\bar{x}\pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.  
† $p<0,05$  από την αρχική μέτρηση



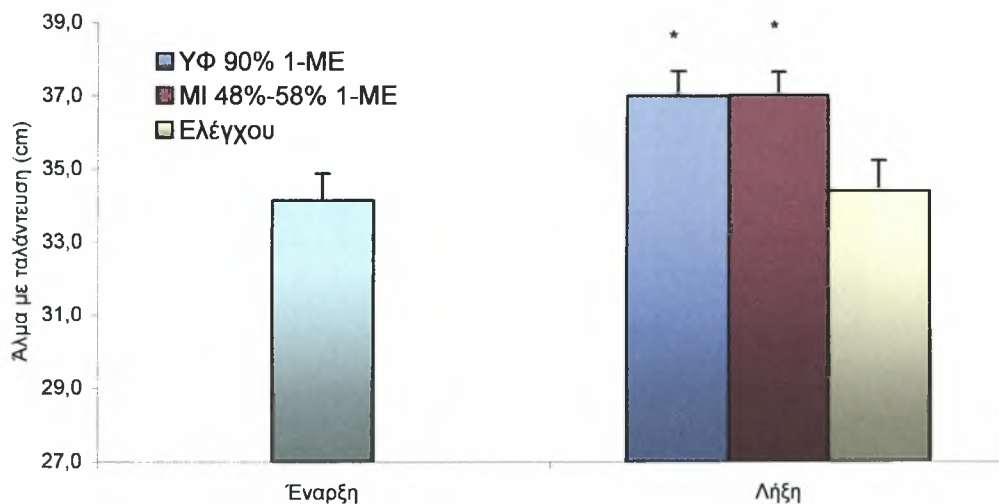
Σχήμα 7: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στο άλμα από ημικάθισμα ( $\bar{x}\pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).  
\*  $p<0,05$  από την ομάδα ελέγχου



**Άλμα με ταλάντευση.** Στο άλμα με ταλάντευση η ομάδα ΥΦ και η ομάδα ΜΙ παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερη απόδοση ( $F_{(2,38)}=3,659$ ,  $p<0,05$ ) στην τελική μέτρηση από την ΟΕ (Σχήμα 9). Η επίδοση στο άλμα με ταλάντευση βελτιώθηκε για την ομάδα ΥΦ ( $t_{(14)}=-5.958$ ,  $p<0.05$ ), την ομάδα ΜΙ ( $t_{(13)}=-3.843$ ,  $p<0.05$ ) και την ΟΕ ( $t_{(9)}=-0.351$ ,  $p>0.05$ ) κατά 8,34%, 8,39% και 0,74% αντίστοιχα, με την εφαρμογή του προγράμματος (Σχήμα 8).

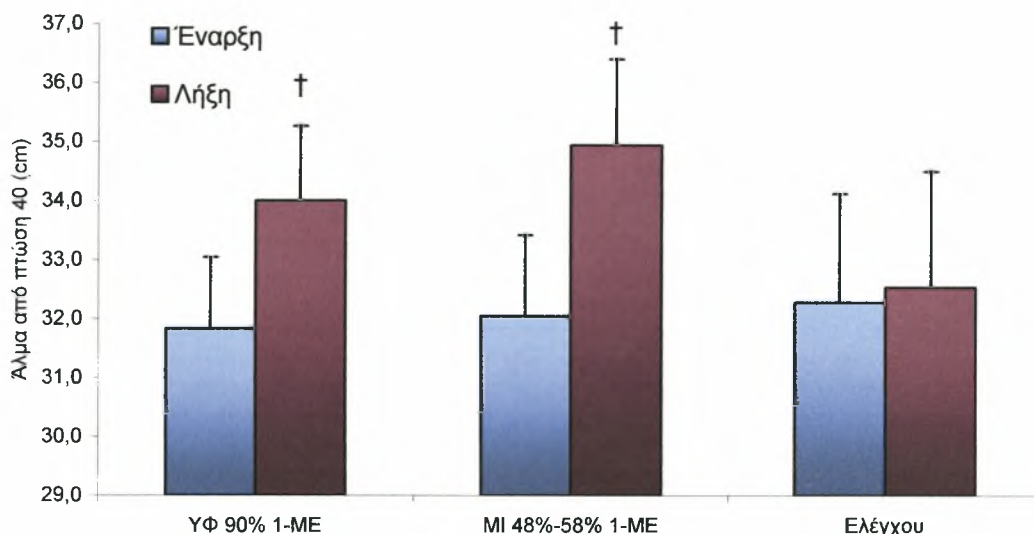


Σχήμα 8: Επιδόσεις στο άλμα με ταλάντευση ( $\bar{x} \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.  
†  $p<0,05$  από την αρχική μέτρηση

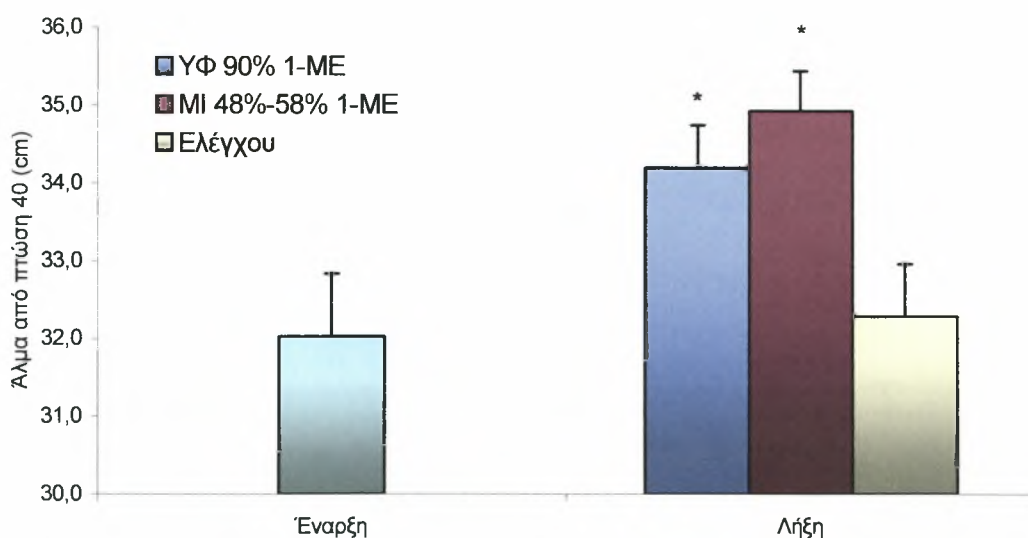


Σχήμα 9: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στο άλμα με ταλάντευση ( $\bar{x} \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).  
\*  $p<0,05$  από την ομάδα ελέγχου

**Άλμα από πτώση 40 cm.** Στο άλμα από πτώση 40cm η ομάδα ΥΦ και η ομάδα ΜΙ παρουσίασαν μεγαλύτερο ύψος άλματος ( $F_{(2,38)}=4,896$ ,  $p<0,05$ ) στην τελική μέτρηση συγκριτικά με την ΟΕ (Σχήμα 11). Η ομάδα ΥΦ και η ομάδα ΜΙ βελτιώθηκαν ( $t_{(14)}=-4.147$ ,  $p<0.05$  και  $t_{(16)}=-5.373$ ,  $p<0.05$ ), με την προπόνηση κατά 6,83 και 9,05%, αντίστοιχα, ενώ η ΟΕ εμφάνισε μικρή αύξηση ( $t_{(9)}=-0.415$ ,  $p>0.05$ ) της επίδοσης κατά 0,81% (Σχήμα 10).

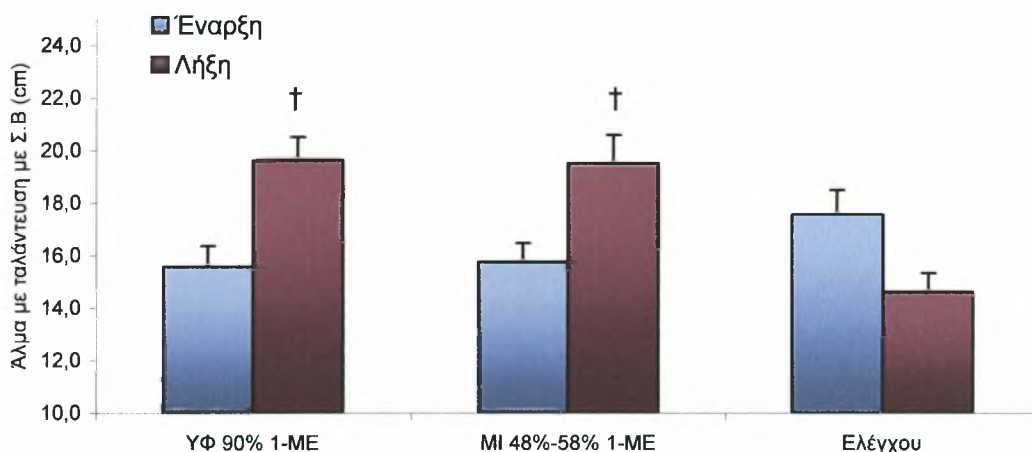


Σχήμα 10: Επιδόσεις στο άλμα από πτώση 40cm ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.  
†  $p<0,05$  από την αρχική μέτρηση

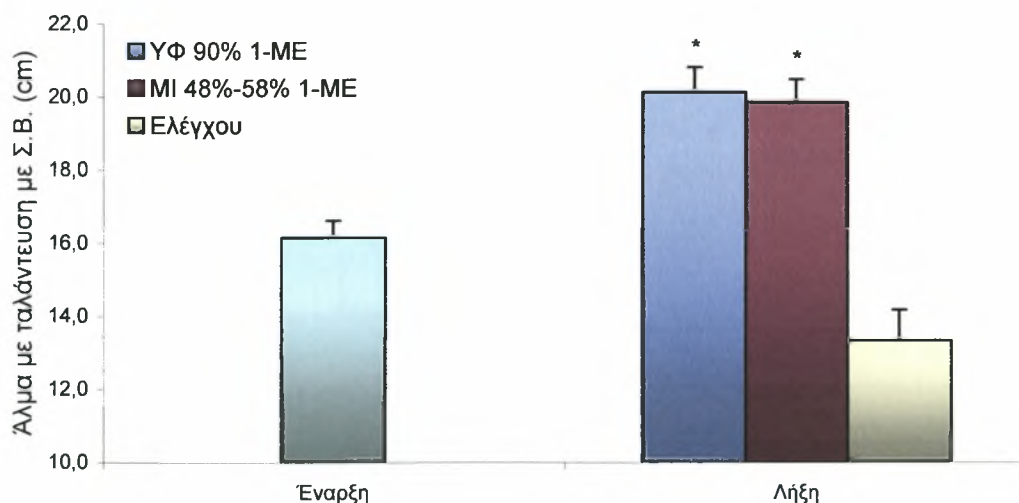


Σχήμα 11: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στο άλμα από πτώση 40cm ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).  
\*  $p<0,05$  από την ομάδα ελέγχου

Άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος. Η ομάδα ΥΦ και η ομάδα ΜΙ παρουσίασαν βελτίωση ( $t_{(13)}=-8.044$ ,  $p<0.05$  και  $t_{(16)}=-5.511$ ,  $p<0.05$ ) στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης κατά 25,95% και 23,81% αντίστοιχα ενώ η ομάδα ελέγχου παρουσίασε μείωση ( $t_{(9)}=3.134$ ,  $p>0.05$ ) κατά 16,79% (Σχήμα 12). Στην τελική μέτρηση η ομάδα ΥΦ και η ομάδα ΜΙ παρουσίασαν υψηλότερη ( $F_{(2,37)}=22,969$   $p<0,05$ ) απόδοση από την ΟΕ (Σχήμα 13). Και στα τέσσερα είδη αλμάτων η ομάδα ΥΦ και η ομάδα ΜΙ δε διέφεραν μεταξύ τους ( $p>0,05$ ).



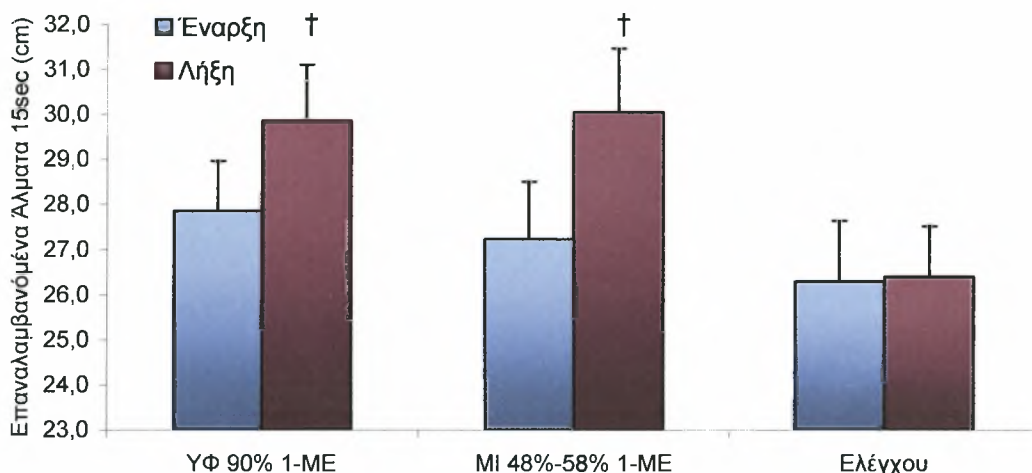
Σχήμα 12: Επιδόσεις στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.  
†  $p<0,05$  από την αρχική μέτρηση



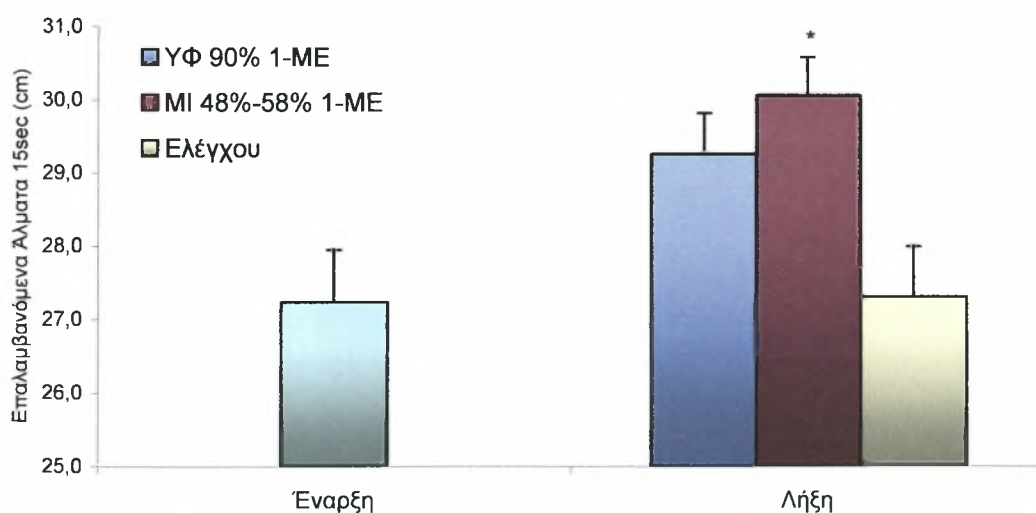
Σχήμα 13: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).  
\*  $p<0,05$  από την ομάδα ελέγχου

### Αναερόβια ικανότητα - Επαναλαμβανόμενα άλματα 15 sec

Ύψος αλμάτων. Στα επαναλαμβανόμενα άλματα 15sec η ομάδα MI και η ομάδα ΥΦ παρουσίασαν βελτίωση ( $t_{(14)}=-4.830$ ,  $p<0.05$  και  $t_{(16)}=-4.431$ ,  $p<0.05$ ) κατά 7,18% και 10,37%, αντίστοιχα ενώ η ομάδα ελέγχου εμφάνισε μικρή αύξηση ( $t_{(9)}=-0.171$ ,  $p>0.05$ ) (Σχήμα 14). Στη τελική μέτρηση μόνο η ομάδα ΥΦ παρουσίασε υψηλότερη ( $F_{(2,38)}=5,129$ ,  $p<0,05$ ) απόδοση από την ομάδα ελέγχου (Σχήμα 15).

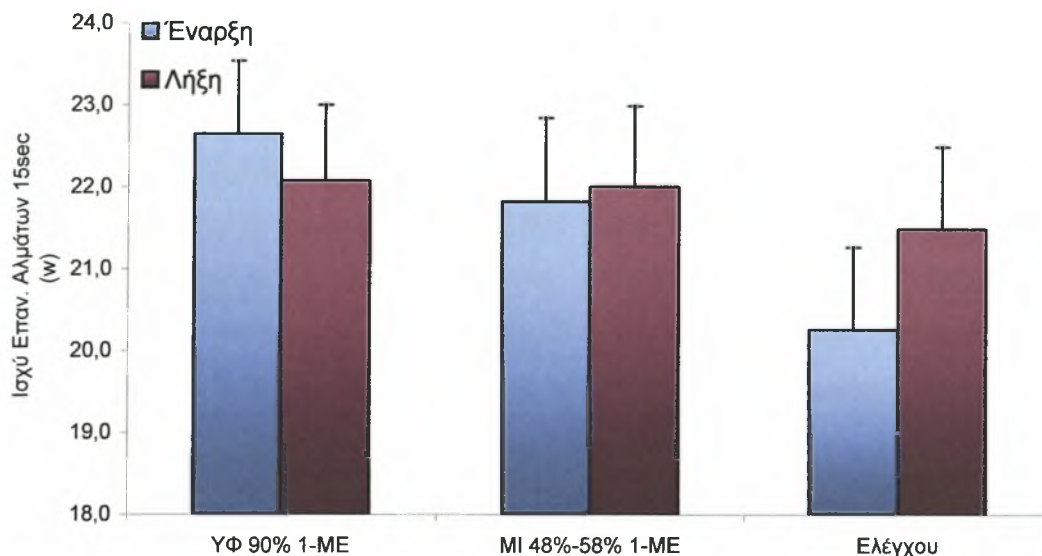


Σχήμα 14: Επιδόσεις στα επαναλαμβανόμενα άλματα 15sec ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.  
†  $p<0,05$  από την αρχική μέτρηση

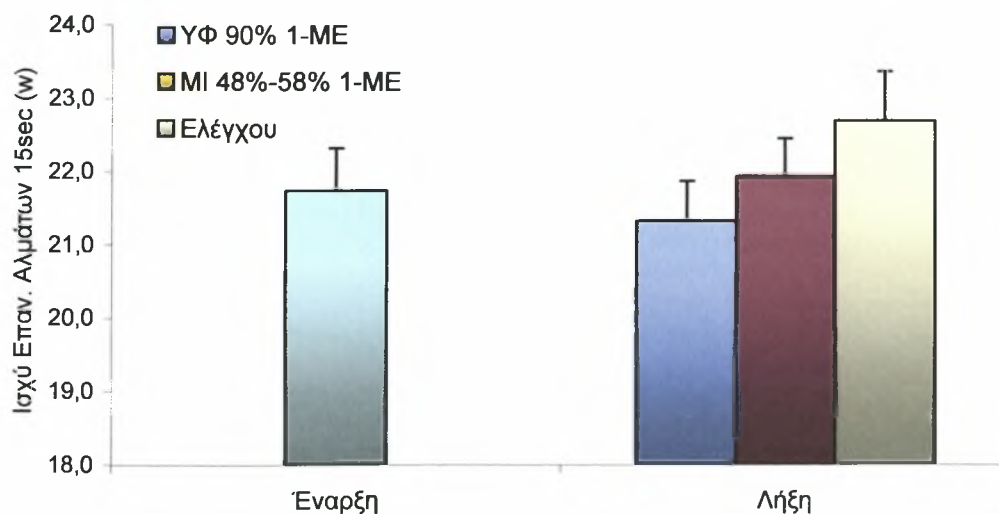


Σχήμα 15: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στα επαναλαμβανόμενα άλματα 15sec ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).  
\*  $p<0,05$  από την ομάδα ελέγχου

**Ισχύς αλμάτων.** Στην ισχύ των επαναλαμβανόμενων αλμάτων διάρκειας 15sec δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στις τρεις ομάδες μεταξύ των μετρήσεων ( $p>0.05$ ) όπως φαίνεται στο Σχήμα 16. Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική διαφορά ( $p>0,05$ ) μεταξύ των ομάδων στη τελική μέτρηση (Σχήμα 17).



Σχήμα 16: Επιδόσεις στην ισχύ των επαναλαμβανόμενων αλμάτων 15sec ( $\bar{x} \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.



Σχήμα 17: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ισχύ των επαναλαμβανόμενων αλμάτων 15sec ( $\bar{x} \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).

### Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα

Η καταγραφή της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας παρουσιάζεται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 8. Η ομάδα ΥΦ στο άλμα με ταλάντευση παρουσίασε μείωση ( $t_{(9)}=2,497$ ,  $p<0.05$ ) στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου και αύξηση ( $t_{(8)}=3,191$ ,  $p<0.05$ ) στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ. Η ομάδα ΜΙ στο άλμα από ημικάθισμα παρουσίασε αύξηση ( $t_{(10)}=3,410$ ,  $p<0.05$ ) στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου ( $t_{(13)}=2.689$ ,  $p<0.05$ ) και του έξω πλατύ ( $t_{(10)}=3,410$ ,  $p<0.05$ ) ενώ στο άλμα από πτώση παρουσίασε αύξηση ( $t_{(12)}=2.246$ ,  $p<0.05$ ) στον δικέφαλο μηριαίο. Η ομάδα ελέγχου παρουσίασε αύξηση ( $t_{(7)}=3,410$ ,  $p<0.05$ ) της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας στον έξω πλατύ κατά την εκτέλεση του άλματος με ταλάντευση με επιπλέον φορτίο ίσο με το βάρος του σώματος. Σε όλες τις υπόλοιπες μυϊκές ομάδες και σε όλα τα υπόλοιπα είδη αλμάτων δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) στις ομάδες προπόνησης μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης. Επίσης, στην τελική μέτρηση οι ομάδες προπόνησης δε διάφεραν ( $p>0,05$ ) μεταξύ τους σε κανένα είδος άλματος και σε καμία μυϊκή ομάδα.



**Πίνακας 8.** Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα ( $\bar{x} \pm SE$ ) στο άλμα από ημικάθισμα, στο άλμα με ταλάντευση, στο άλμα από πτώση 40cm, στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο του σωματικού βάρους στις τρεις ομάδες (υψηλού φορτίου, μέγιστης ισχύος, ελέγχου) στην έναρξη και τη λήξη (χρησιμοποιώντας ως παράγοντα συνδιακύμανσης την αρχική μέτρηση) του προγράμματος προπόνησης.

Ομάδα	Έναρξη	6 εβδομάδες	Προσαρμοσμένες τιμές
Άλμα από ημικάθισμα (% max iso)			
<b>Ορθός μηριαίος</b>			
Υψηλό φορτίο ( $\eta = 10$ )	114,1 $\pm$ 9,6	112,4 $\pm$ 8,2	109,5 $\pm$ 3,9
Μέγιστης ισχύος ( $\eta = 14$ )	101,3 $\pm$ 10,0	108,0 $\pm$ 9,6†	116,0 $\pm$ 3,4
Ελέγχου ( $\eta = 8$ )	122,9 $\pm$ 11,9	121,5 $\pm$ 10,8	111,1 $\pm$ 4,4
Αρχική τιμή	110,7 $\pm$ 6,1		
<b>Έξω πλατύς</b>			
Υψηλό φορτίο ( $\eta = 11$ )	124,5 $\pm$ 8,9	127,9 $\pm$ 8,2	119,2 $\pm$ 4,3
Μέγιστης ισχύος ( $\eta = 11$ )	96,9 $\pm$ 7,6	107,5 $\pm$ 8,3†	120,6 $\pm$ 4,5
Ελέγχου ( $\eta = 8$ )	120,8 $\pm$ 14,8	124,4 $\pm$ 11,5	118,6 $\pm$ 5,0
Αρχική τιμή	113,4 $\pm$ 6,1		
<b>Έσω πλατύς</b>			
Υψηλό φορτίο ( $\eta = 10$ )	124,5 $\pm$ 10,7	134,1 $\pm$ 15,1	136,8 $\pm$ 6,9
Μέγιστης ισχύος ( $\eta = 9$ )	125,8 $\pm$ 22,8	117,7 $\pm$ 20,9	119,7 $\pm$ 7,3
Ελέγχου ( $\eta = 10$ )	132,8 $\pm$ 13,3	139,5 $\pm$ 11,2	135,1 $\pm$ 7,0
Αρχική τιμή	127,9 $\pm$ 8,9		
<b>Δικέφαλος μηριαίος</b>			
Υψηλό φορτίο ( $\eta = 14$ )	47,7 $\pm$ 4,6	45,4 $\pm$ 4,2	42,0 $\pm$ 2,2
Μέγιστης ισχύος ( $\eta = 11$ )	39,2 $\pm$ 3,4	42,6 $\pm$ 3,9	45,9 $\pm$ 2,5
Ελέγχου ( $\eta = 8$ )	41,5 $\pm$ 4,0	41,8 $\pm$ 3,4	43,3 $\pm$ 2,8
Αρχική τιμή	43,4 $\pm$ 2,5		
Άλμα με ταλάντευση (% max iso)			
<b>Ορθός μηριαίος</b>			
Υψηλό φορτίο ( $\eta = 10$ )	121,6 $\pm$ 6,7	104,3 $\pm$ 5,348†	99,1 $\pm$ 6,3
Μέγιστης ισχύος ( $\eta = 13$ )	116,1 $\pm$ 10,1	118,0 $\pm$ 11,6	117,5 $\pm$ 5,5
Ελέγχου ( $\eta = 8$ )	107,0 $\pm$ 12,6	106,2 $\pm$ 12,2	113,5 $\pm$ 7,1
Αρχική τιμή	115,5 $\pm$ 5,7		
<b>Έξω πλατύς</b>			
Υψηλό φορτίο ( $\eta = 10$ )	123,0 $\pm$ 8,1	119,0 $\pm$ 7,8	119,5 $\pm$ 5,7
Μέγιστης ισχύος ( $\eta = 11$ )	123,3 $\pm$ 6,8	118,1 $\pm$ 6,6	118,5 $\pm$ 5,5
Ελέγχου ( $\eta = 10$ )	125,5 $\pm$ 13,1	120,6 $\pm$ 8,2	119,7 $\pm$ 5,7
Αρχική τιμή	123,9 $\pm$ 5,3		
<b>Έσω πλατύς</b>			
Υψηλό φορτίο ( $\eta = 9$ )	132,9 $\pm$ 16,3	151,6 $\pm$ 19,2†	145,7 $\pm$ 8,4
Μέγιστης ισχύος ( $\eta = 8$ )	118,1 $\pm$ 10,4	110,0 $\pm$ 14,2	118,0 $\pm$ 8,9
Ελέγχου ( $\eta = 8$ )	128,1 $\pm$ 16,2	126,1 $\pm$ 13,9	124,7 $\pm$ 8,9
Αρχική τιμή	126,6 $\pm$ 8,3		
<b>Δικέφαλος μηριαίος</b>			
Υψηλό φορτίο ( $\eta = 12$ )	51,3 $\pm$ 4,1	50,4 $\pm$ 5,3	45,9 $\pm$ 4,0
Μέγιστης ισχύος ( $\eta = 13$ )	41,5 $\pm$ 2,2	41,2 $\pm$ 3,4	43,8 $\pm$ 3,7
Ελέγχου ( $\eta = 7$ )	41,0 $\pm$ 4,1	49,4 $\pm$ 5,2	52,4 $\pm$ 5,0
Αρχική τιμή	45,0 $\pm$ 2,1		

†  $p < 0,05$  από την αρχική μέτρηση

(συνεχίζεται)

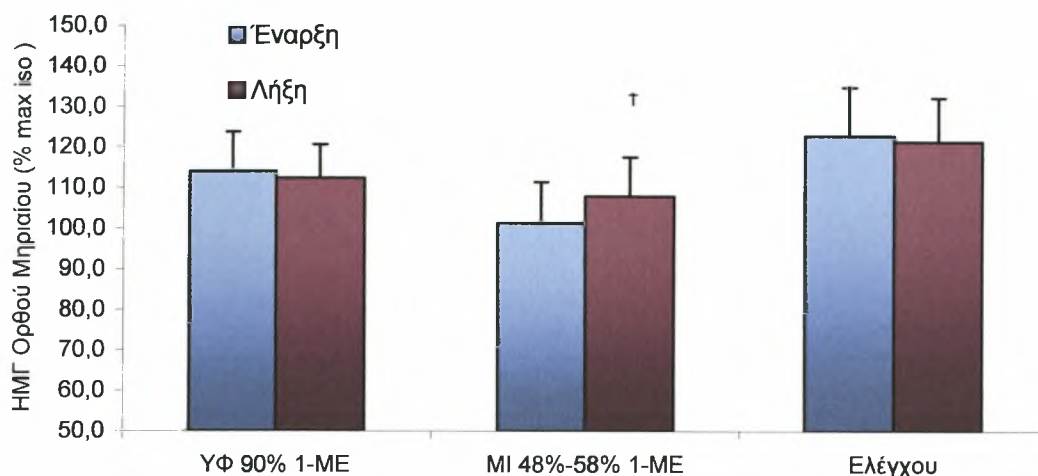
Πίνακας 8. (συνέχεια)

Ομάδα	Έναρξη	6 εβδομάδες	Προσαρμοσμένες τιμές
Αλλα από πτώση 40cm (% max iso)			
<b>Ορθός μηριαίος</b>			
Υψηλό φορτίο (η = 11)	107,9 ± 8,7	102,2 ± 7,1	96,1 ± 5,7
Μέγιστης ισχύος (η =11)	88,2 ± 5,7	96,0 ± 7,5	101,1 ± 5,6
Ελέγχου (η = 8)	94,6 ± 10,5	96,7 ± 7,0	98,2 ± 6,5
Αρχική τιμή	97,1 ± 4,8		
<b>Έξω πλατύς</b>			
Υψηλό φορτίο (η = 12)	131,4 ± 8,6	132,6 ± 8,1	129,2 ± 6,7
Μέγιστης ισχύος (η =11)	110,4 ± 7,3	111,3 ± 7,0	118,1 ± 7,2
Ελέγχου (η = 8)	133,2 ± 19,5	132,9 ± 12,5	128,7 ± 8,2
Αρχική τιμή	124,4 ± 6,6		
<b>Έσω πλατύς</b>			
Υψηλό φορτίο (η = 11)	165,6 ± 16,0	162,7 ± 16,1	146,2 ± 7,3
Μέγιστης ισχύος (η =10)	116,9 ± 10,5	126,4 ± 6,6	148,7 ± 7,9
Ελέγχου (η = 7)	152,5 ± 12,2	137,6 ± 14,0	131,6 ± 8,7
Αρχική τιμή	144,9 ± 8,7		
<b>Δικέφαλος μηριαίος</b>			
Υψηλό φορτίο (η = 12)	62,7 ± 5,8	68,1 ± 6,7	64,2 ± 3,9
Μέγιστης ισχύος (η =13)	51,3 ± 3,5	57,6 ± 4,0†	61,4 ± 3,7
Ελέγχου (η = 8)	57,6 ± 7,5	65,4 ± 4,1	65,0 ± 4,6
Αρχική τιμή	56,9±3,1		
Αλλα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος (% max iso)			
<b>Ορθός μηριαίος</b>			
Υψηλό φορτίο (η = 10)	117,9 ± 8,0	106,7 ± 5,3	98,1 ± 5,0
Μέγιστης ισχύος (η =15)	95,6 ± 6,6	101,8 ± 6,7	111,1 ± 4,2
Ελέγχου (η = 7)	116,4 ± 19,0	114,9 ± 18,3	107,4 ± 5,9
Αρχική τιμή	107,1 ± 5,8		
<b>Έξω πλατύς</b>			
Υψηλό φορτίο (η = 11)	126,5 ± 7,7	128,2 ± 9,3	122,6 ± 4,8
Μέγιστης ισχύος (η =11)	115,4 ± 8,5	117,8 ± 8,2	122,9 ± 4,8
Ελέγχου (η = 8)	120,1 ± 10,9	133,5 ± 12,7†	134,1 ± 5,5
Αρχική τιμή	120,7 ± 5,0		
<b>Έσω πλατύς</b>			
Υψηλό φορτίο (η = 10)	145,2 ± 16,3	139,3 ± 15,5	125,2 ± 10,5
Μέγιστης ισχύος (η = 9)	122,1 ± 11,4	131,1 ± 23,2	140,3 ± 11,0
Ελέγχου (η = 8)	123,9 ± 12,1	119,9 ± 10,5	127,1 ± 11,6
Αρχική τιμή	131,2 ± 8,0		
<b>Δικέφαλος μηριαίος</b>			
Υψηλό φορτίο (η = 11)	49,6 ± 5,3	51,3 ± 5,5	49,2 ± 2,9
Μέγιστης ισχύος (η =13)	43,6 ± 3,2	42,8 ± 2,8	45,3 ± 2,6
Ελέγχου (η = 9)	48,3 ± 3,1	53,1 ± 4,1	52,0 ± 3,1
Αρχική τιμή	46,9 ± 2,3		

† p<0,05 από την αρχική μέτρηση

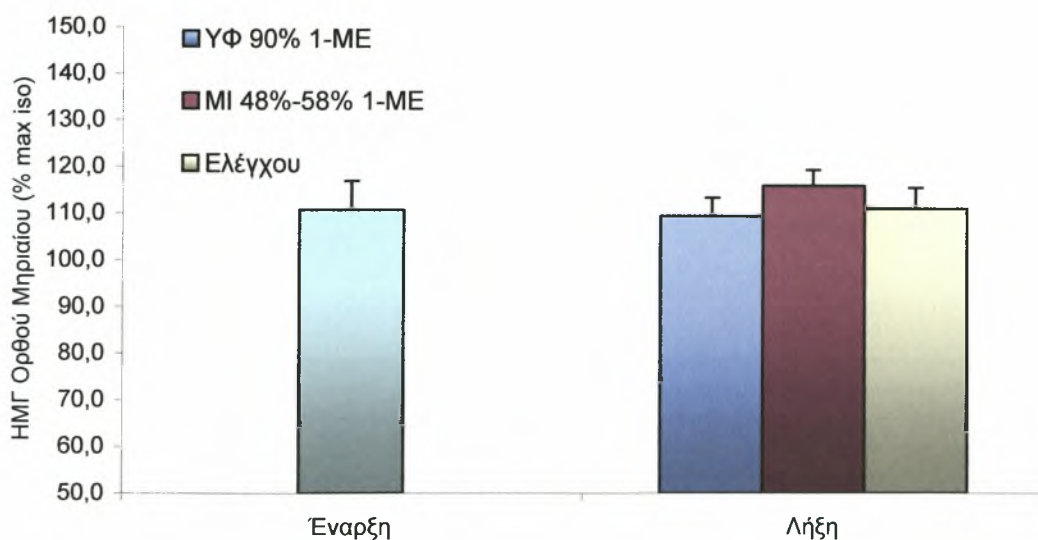
### Άλμα από ημικάθισμα

**Ορθός μηριαίος.** Η ομάδα MI στο άλμα από ημικάθισμα παρουσίασε σημαντική αύξηση ( $t_{(13)}=2.689$ ,  $p<0.05$ ) στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου. Η ομάδα ΥΦ και η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασαν στο άλμα από ημικάθισμα σημαντική μεταβολή ( $p>0,05$ ) στον ορθό μηριαίο (Σχήμα 18). Μεταξύ των ομάδων στην τελική μέτρηση δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές (Σχήμα 19).



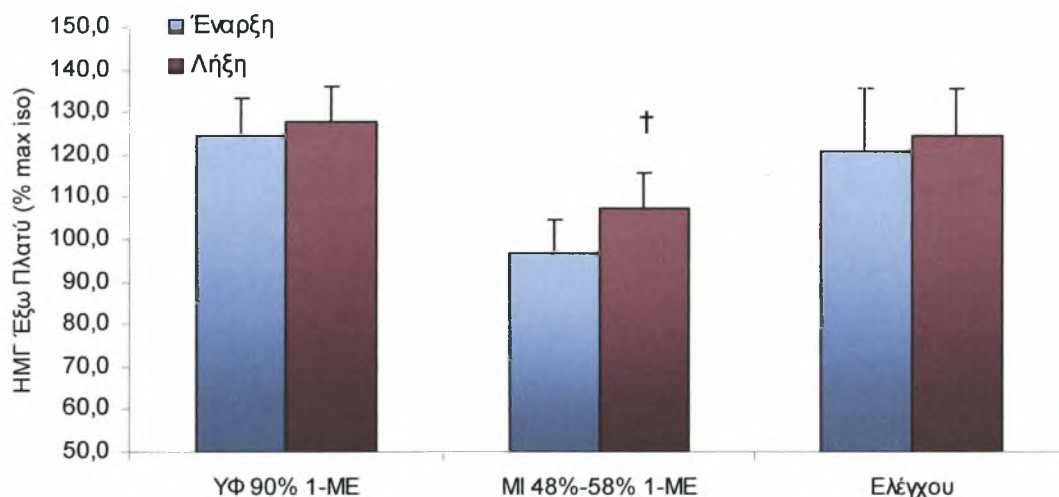
Σχήμα 18: Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου στο άλμα από ημικάθισμα ( $\bar{x} \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.

<sup>†</sup> $p<0,05$  από την αρχική μέτρηση



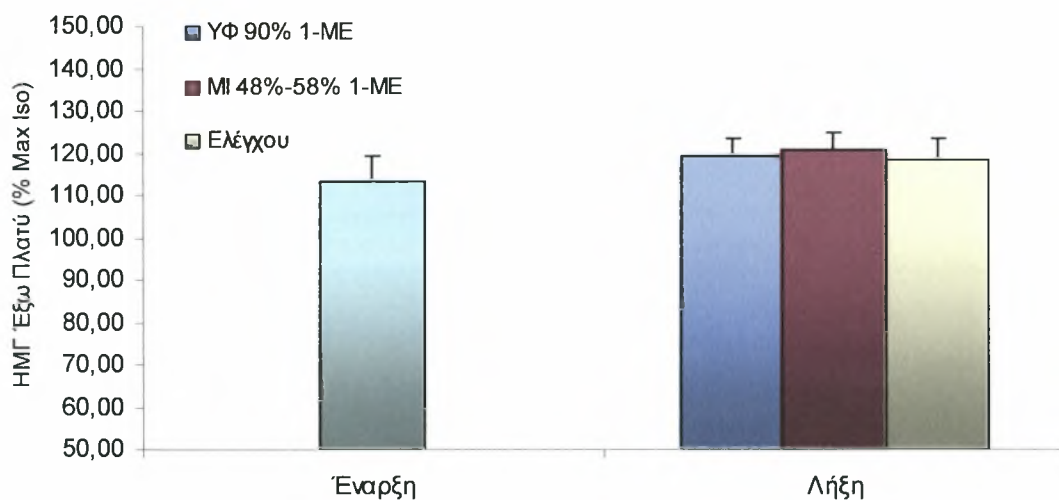
Σχήμα 19: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου στο άλμα από ημικάθισμα ( $\bar{x} \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).

**Έξω πλατύς.** Στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έξω πλατύ η ομάδα MI παρουσίασε αύξηση ( $t_{(10)}=3,410$ ,  $p<0.05$ ). Στον έξω πλατύ η ομάδα ΥΦ και ελέγχου δεν παρουσίασαν μεταβολή ( $p>0,05$ ) μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης (Σχήμα 20). Μετά το τέλος του προγράμματος οι ομάδες δε διάφεραν ( $p>0,05$ ) μεταξύ τους (Σχήμα 21).



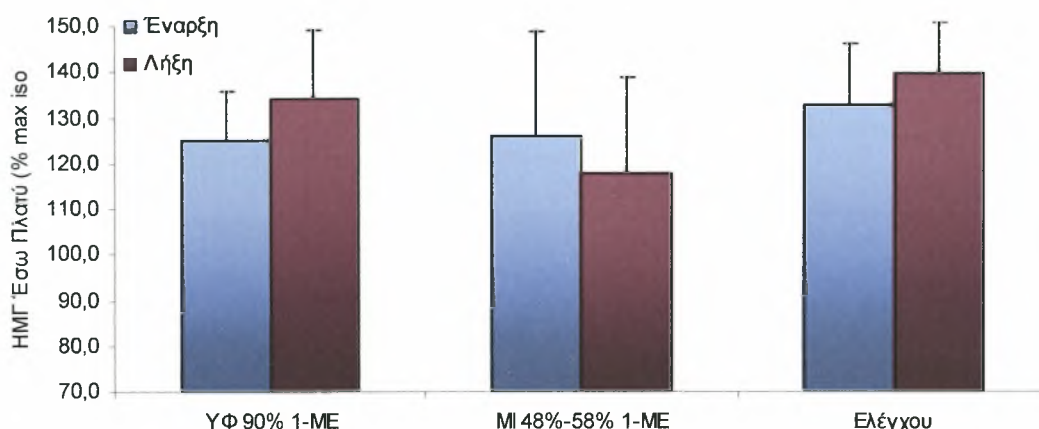
Σχήμα 20: Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έξω πλατύ στο άλμα από ημικάθισμα ( $\bar{x} \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.

<sup>†</sup> $p<0,05$  από την αρχική μέτρηση

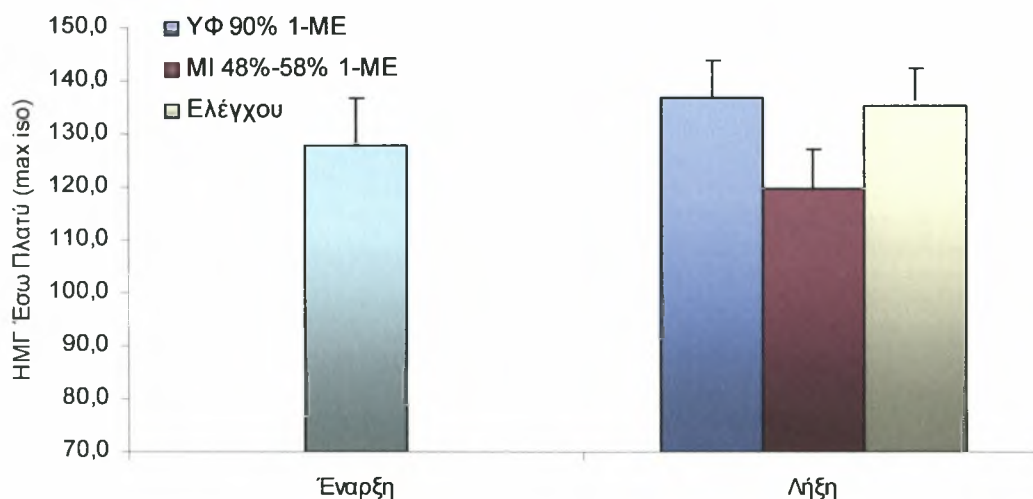


Σχήμα 21: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έξω πλατύ στο άλμα από ημικάθισμα ( $\bar{x} \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντική την αρχική μέτρηση).

**Έσω πλατύς.** Οι τρεις ομάδες στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ δεν σημείωσαν σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης (Σχήμα 22). Επίσης, όπως φαίνεται στο Σχήμα 23, στην τελική μέτρηση μεταξύ των ομάδων δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ).



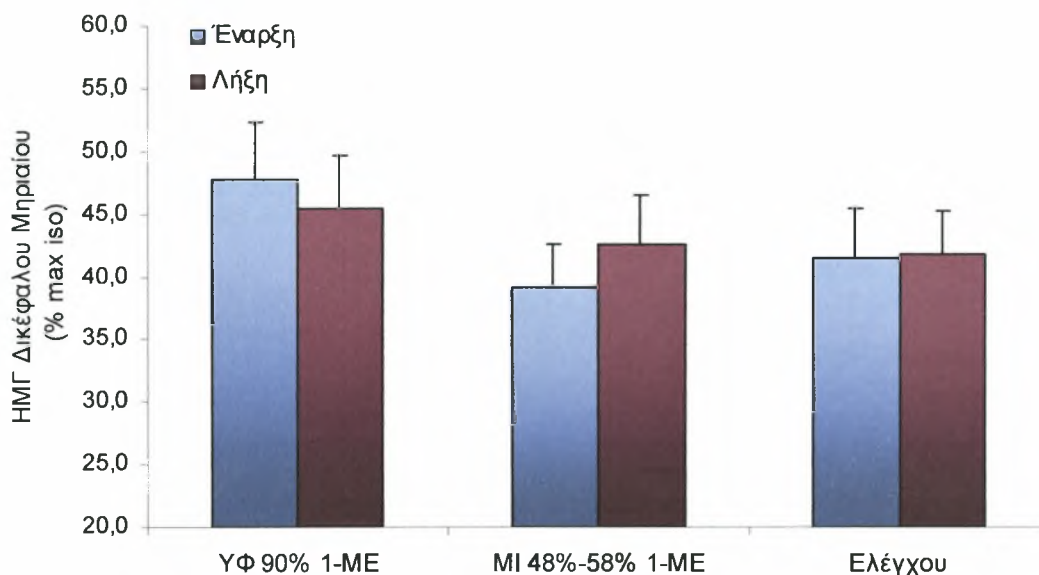
Σχήμα 22: Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ στο άλμα από ημικάθισμα ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.



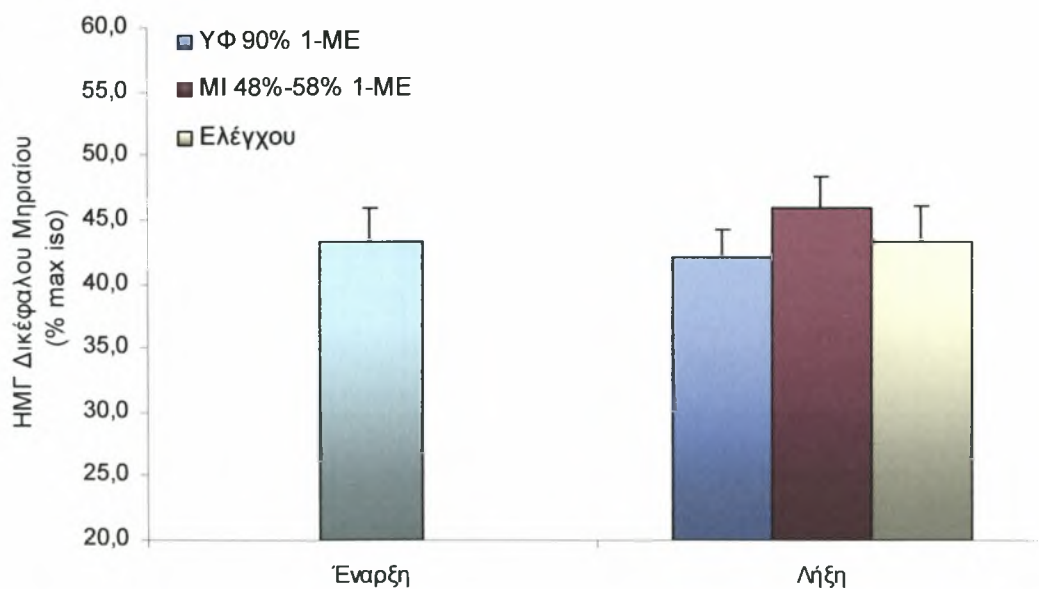
Σχήμα 23: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ ( $x \pm se$ ) στο άλμα από ημικάθισμα στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).



**Δικέφαλος μηριαίος.** Στην τελική μέτρηση καμία ομάδα δεν παρουσίασε σημαντική διαφορά ( $p>0,05$ ) συγκριτικά με την αρχική μέτρηση στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου (Σχήμα 24). Επιπλέον, δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) μεταξύ των ομάδων στην τελική μέτρηση (Σχήμα 25).



Σχήμα 24: Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου στο άλμα από ημικάθισμα ( $\bar{x} \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.

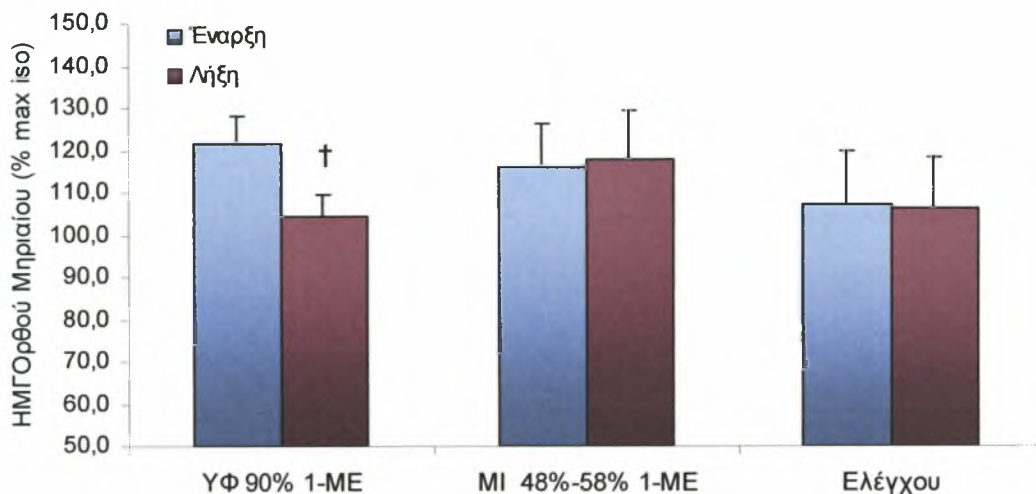


Σχήμα 25: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου ( $\bar{x} \pm se$ ) στο άλμα από ημικάθισμα στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).



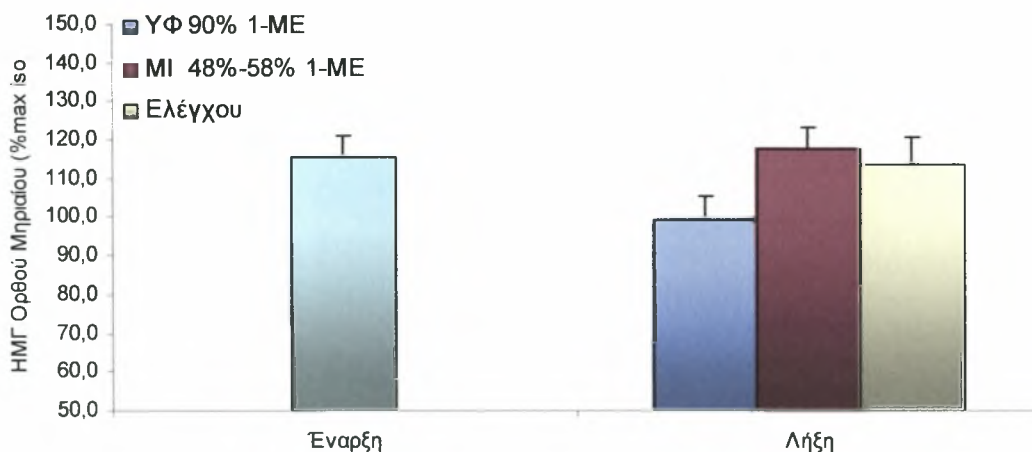
### Άλμα με ταλάντευση

Ορθός μηριαίος. Η ομάδα ΥΦ στο άλμα με ταλάντευση παρουσίασε σημαντική μείωση ( $t_{(9)}=2,497$ ,  $p<0.05$ ) στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου. Η ομάδα MI και η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασαν στο άλμα με ταλάντευση σημαντική μεταβολή ( $p>0,05$ ) στον ορθό μηριαίο (Σχήμα 26). Μεταξύ των ομάδων στην τελική μέτρηση δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές (Σχήμα 27).



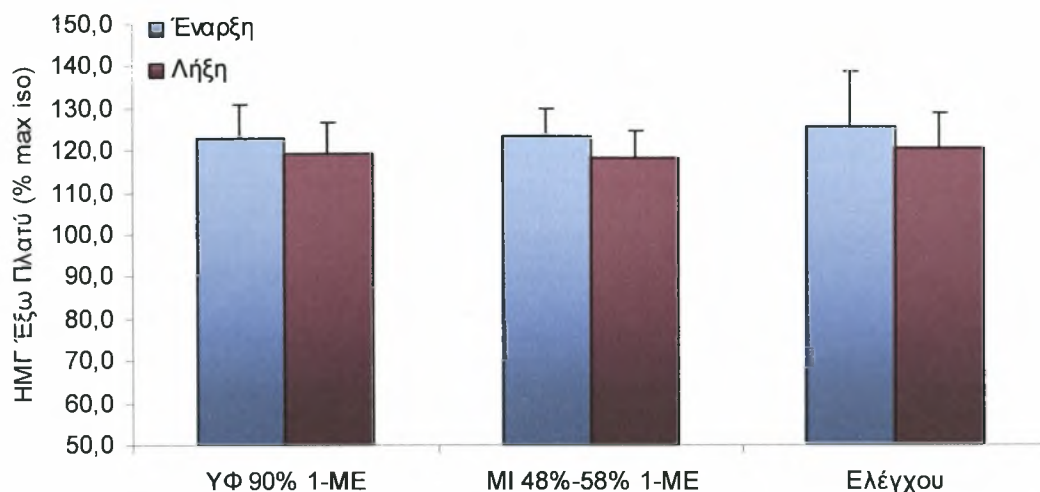
Σχήμα 26: Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου στο άλμα με ταλάντευση ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.

<sup>†</sup> $p<0,05$  από την έναρξη του προγράμματος

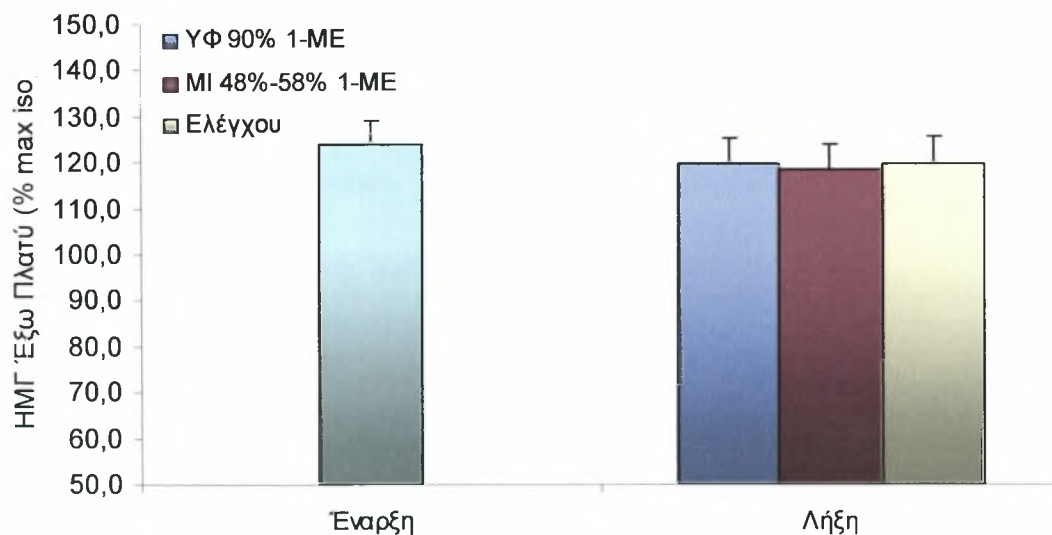


Σχήμα 27: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου στο άλμα με ταλάντευση ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).

Έξω πλατύς. Οι τρεις ομάδες στο άλμα με ταλάντευση δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έξω πλατύ μεταξύ των μέσω όρων των δύο μετρήσεων (Σχήμα 28). Επίσης, στην τελική μέτρηση δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) μεταξύ των ομάδων (Σχήμα 29).

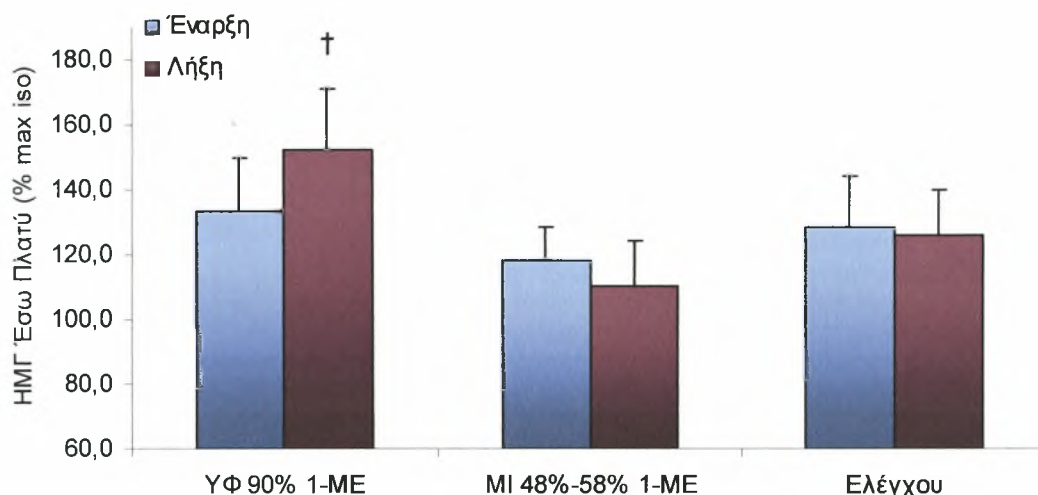


Σχήμα 28: Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έξω πλατύ στο άλμα με ταλάντευση ( $\bar{x} \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.



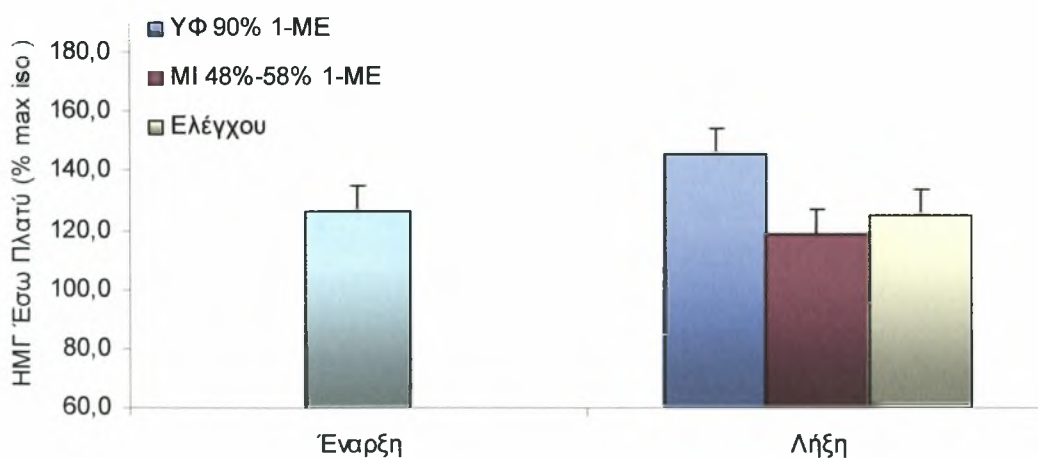
Σχήμα 29: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα έξω πλατύ στο άλμα με ταλάντευση ( $\bar{x} \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).

*Έσω πλατύς.* Στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ στο άλμα με ταλάντευση παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση ( $t_{(8)}=3,191$ ,  $p<0.05$ ) στην ομάδα ΥΦ (Σχήμα 30). Μεταξύ των ομάδων δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) στην τελική μέτρηση (Σχήμα 31).



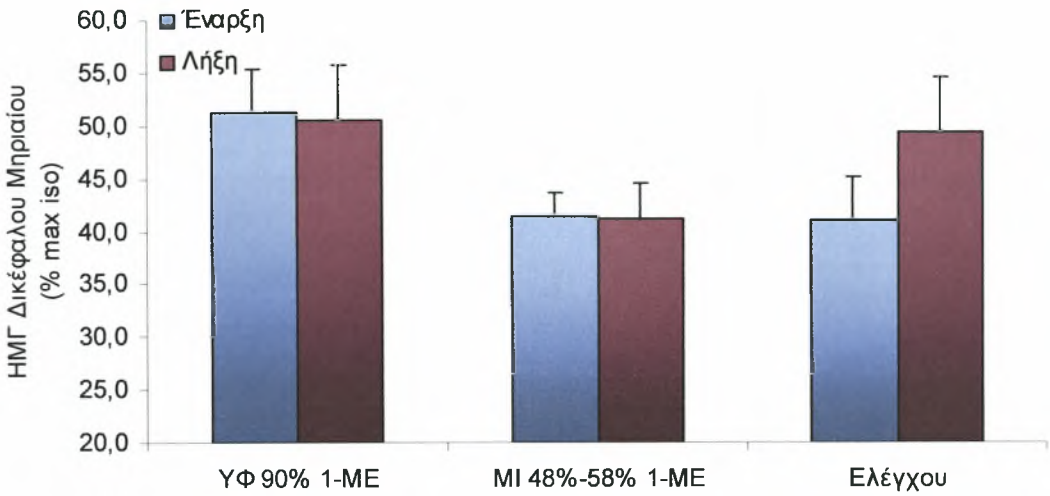
Σχήμα 30: Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ στο άλμα με ταλάντευση ( $\bar{x} \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.

<sup>†</sup> $p<0,05$  από την έναρξη του προγράμματος

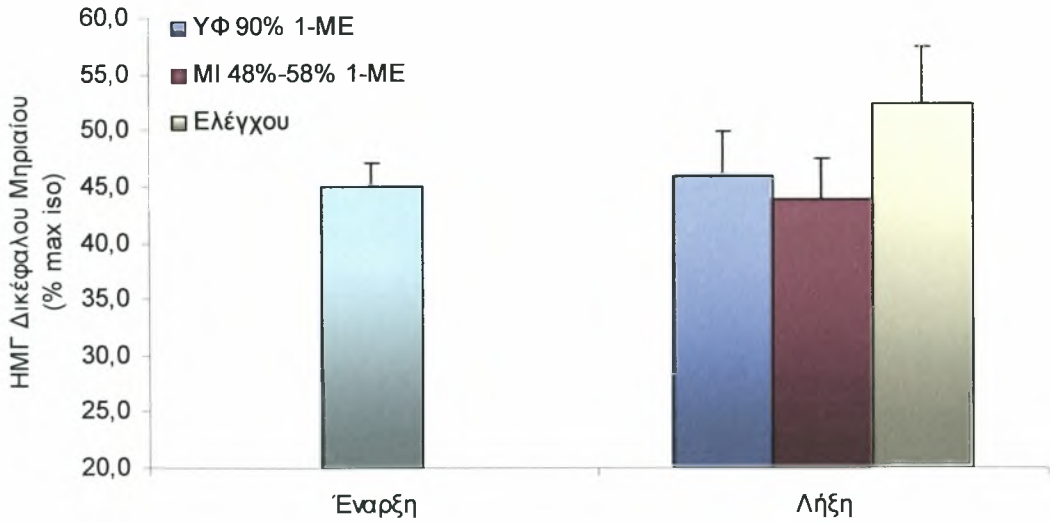


Σχήμα 31: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ στο άλμα με ταλάντευση ( $\bar{x} \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).

**Δικέφαλος μηριαίος.** Στο άλμα με ταλάντευση μετά το τέλος του προγράμματος δεν παρουσιάστηκε αλλαγή ( $p>0,05$ ) στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου σε καμία ομάδα προπόνησης (Σχήμα 32). Επιπλέον, στην τελική μέτρηση δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) μεταξύ των μέσω όρων των ομάδων (Σχήμα 33).



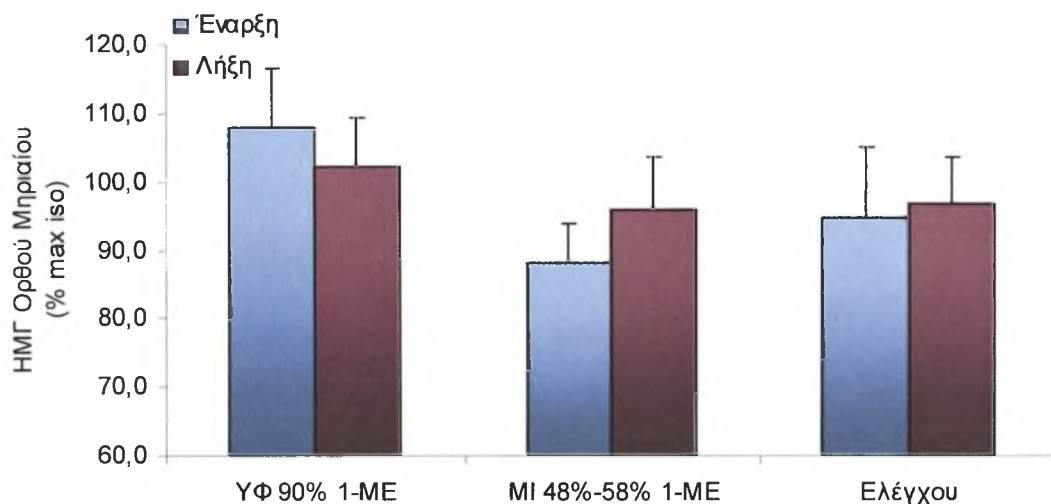
Σχήμα 32: Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα στο άλμα με ταλάντευση ( $\bar{x}\pm se$ ) του δικέφαλου μηριαίου στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.



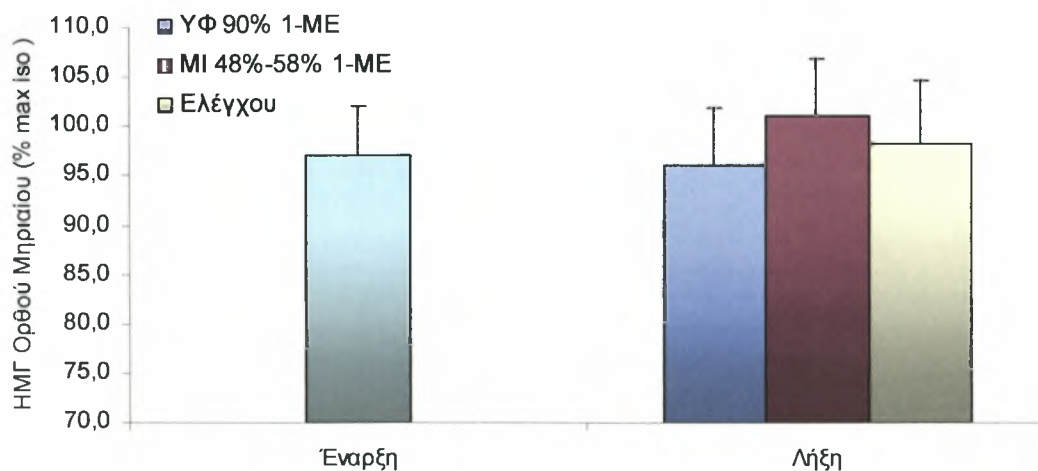
Σχήμα 33: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου στο άλμα με ταλάντευση ( $\bar{x}\pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).

### Άλμα από πτώση ύψους 40cm

Ορθός μηριαίος. Στο άλμα από πτώση 40cm δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική μεταβολή ( $p>0,05$ ) στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου σε καμία ομάδα προπόνησης μετά το τέλος του προγράμματος παρέμβασης (Σχήμα 34). Επίσης, στην τελική μέτρηση δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p>0,05$ ) μεταξύ των ομάδων (Σχήμα 35).



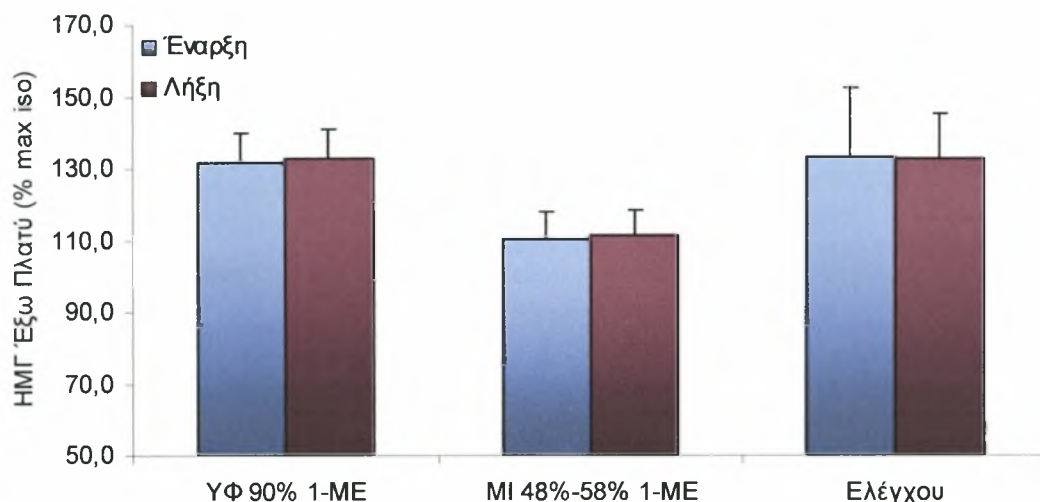
Σχήμα 34: Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου στο άλμα από πτώση 40cm ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.



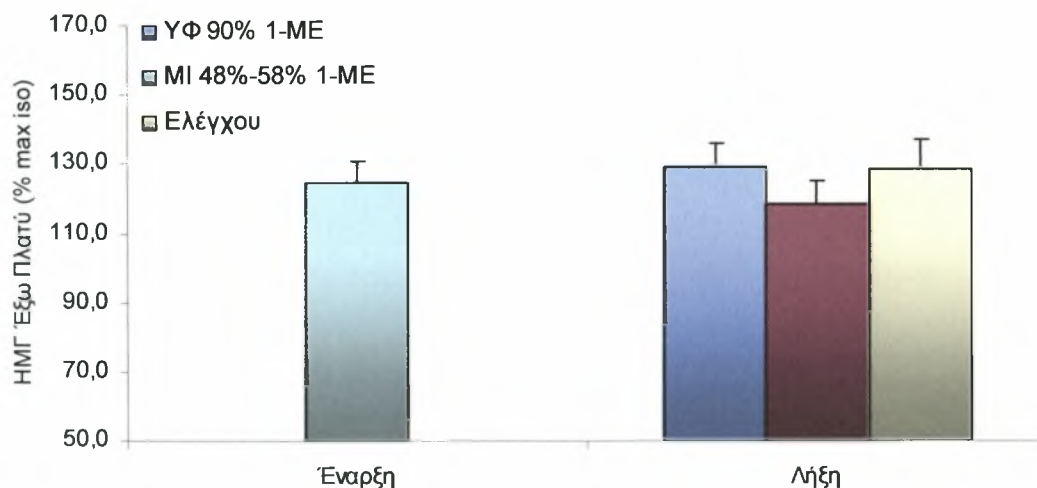
Σχήμα 35: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου στο άλμα από πτώση 40cm ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).



**Έξω πλατύς.** Στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έξω πλατύ στο άλμα από πτώση 40cm μεταξύ των μετρήσεων δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p>0,05$ ) σε καμία ομάδα προπόνησης (Σχήμα 36). Επιπλέον, μετά το τέλος του προγράμματος παρέμβασης οι ομάδες προπόνησης δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά ( $p>0,05$ ) μεταξύ τους (Σχήμα 37).



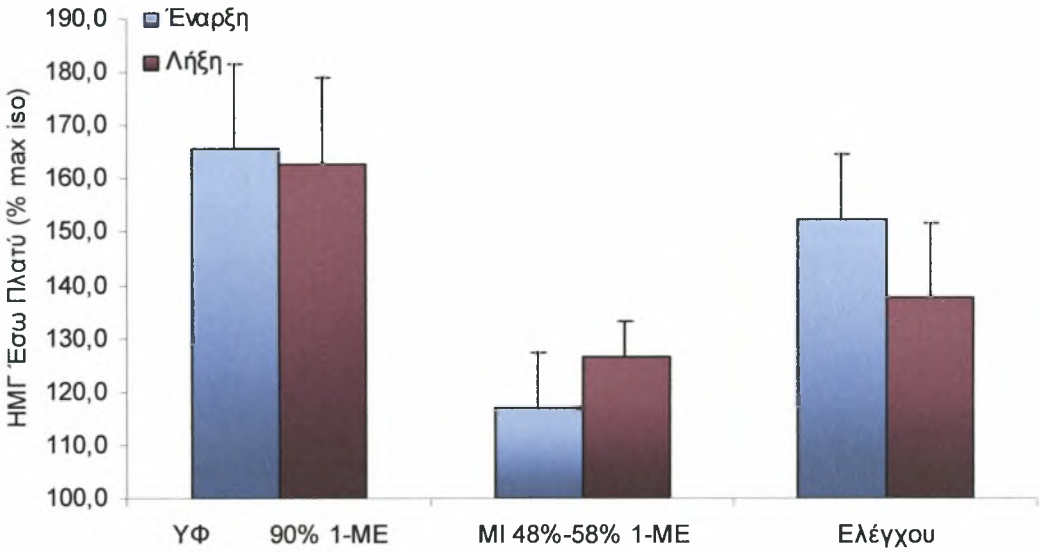
Σχήμα 36: Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έξω πλατύ στο άλμα από πτώση 40cm ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.



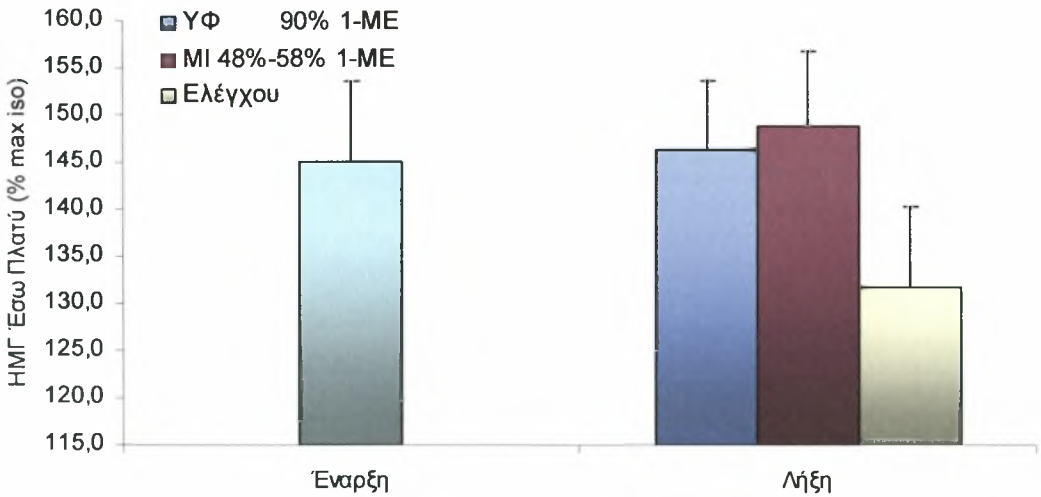
Σχήμα 37: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έξω πλατύ στο άλμα από πτώση 40cm ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).



Έσω πλατύς. Στο άλμα από πτώση 40cm δε διαπιστώθηκαν στατιστικές σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) μεταξύ των μέσω όρων των δύο μετρήσεων στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ σε καμία ομάδα προπόνησης (Σχήμα 38). Μετά την εφαρμογή του προγράμματος προπόνησης δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) μεταξύ των ομάδων (Σχήμα 39).

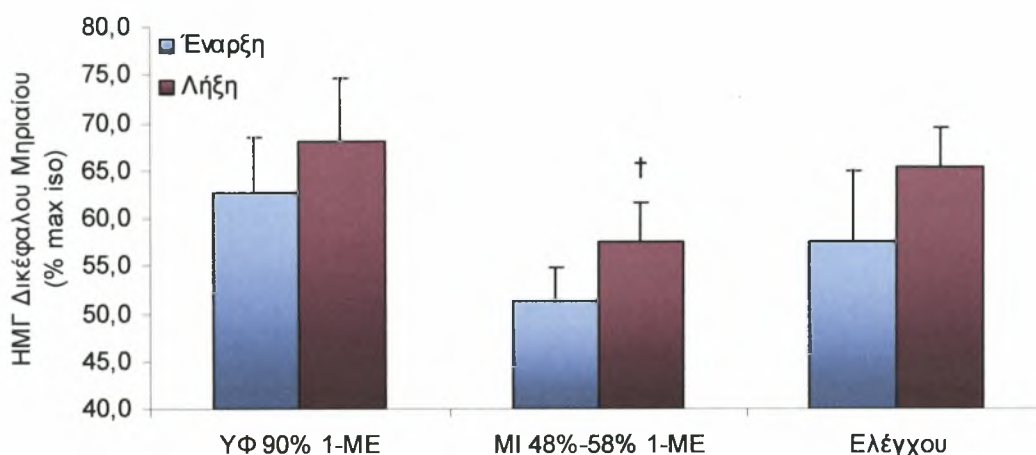


Σχήμα 38: Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ στο άλμα από πτώση 40cm ( $x\pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.



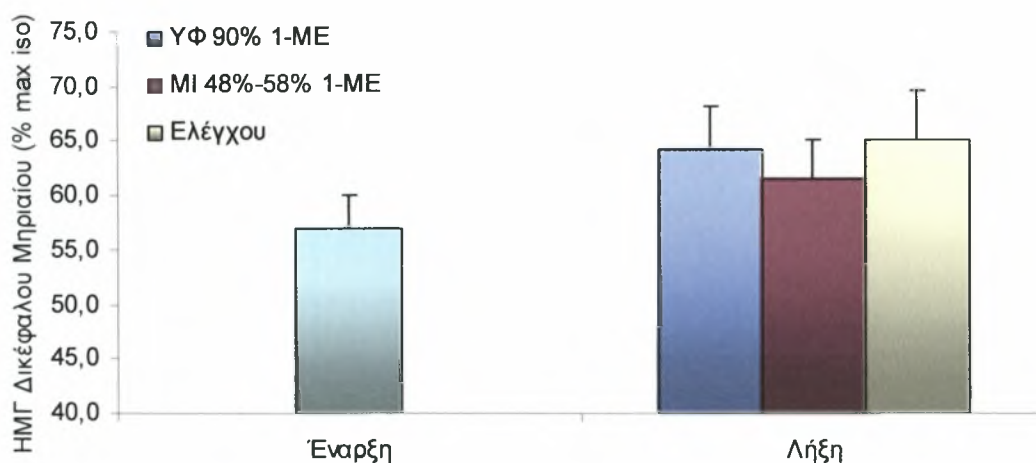
Σχήμα 39: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ στο άλμα από πτώση 40cm ( $x\pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).

**Δικέφαλος μηριαίος.** Η ομάδα MI μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης παρουσίασε στατιστικά σημαντική αύξηση ( $t_{(12)}=-2.246$ ,  $p<0.05$ ) στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου (Σχήμα 40). Μεταξύ των ομάδων στην τελική μέτρηση δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) όπως φαίνεται στο Σχήμα 41.



Σχήμα 40: Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου στο άλμα από πτώση 40cm ( $\bar{x} \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.

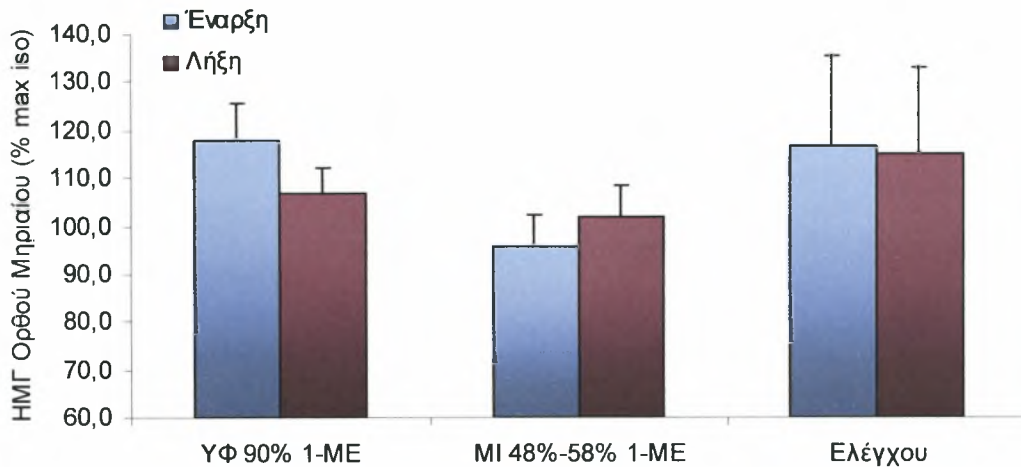
<sup>†</sup> $p<0,05$  από την έναρξη του προγράμματος



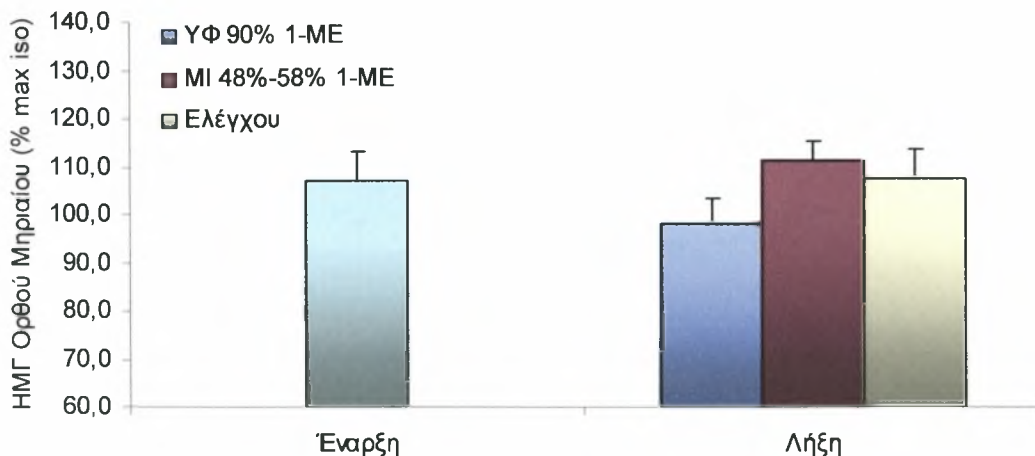
Σχήμα 41: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου στο άλμα από πτώση 40cm ( $\bar{x} \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).

### **Άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος**

**Ορθός μηριαίος.** Η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος μεταξύ αρχική και τελικής μέτρησης δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές σε καμία ομάδα προπόνησης (Σχήμα 42). Επίσης, μετά το πρόγραμμα προπόνησης δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) μεταξύ των ομάδων (Σχήμα 43).

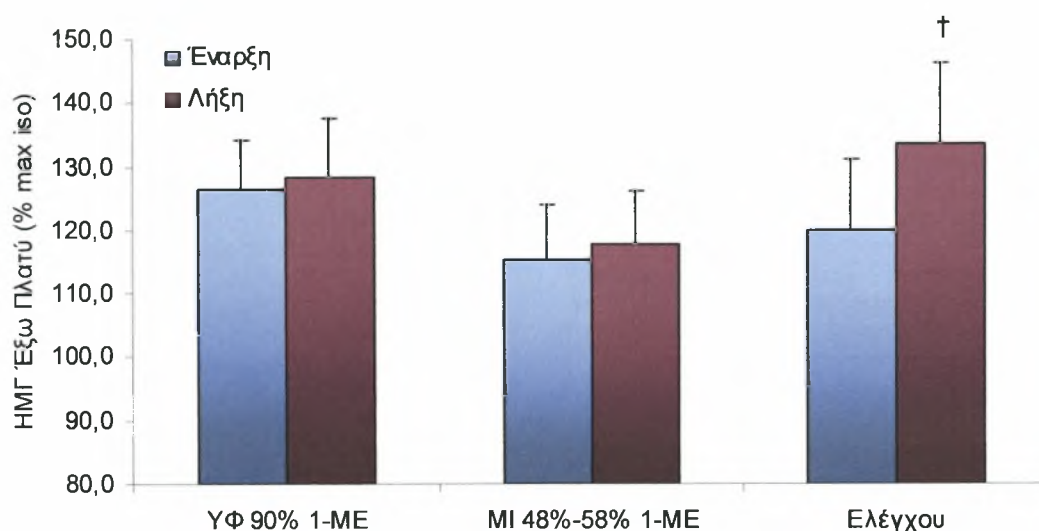


Σχήμα 42: Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $\bar{x} \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.

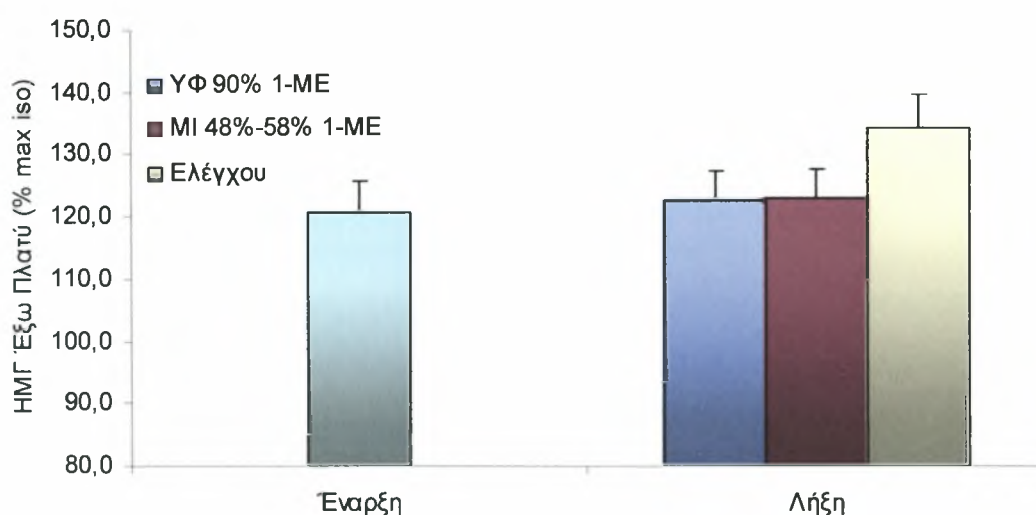


Σχήμα 43: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $\bar{x} \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).

Έξω πλατύς. Η ομάδα ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου παρουσίασε σημαντική βελτίωση ( $t_{(7)}=3,410$ ,  $p<0.05$ ) μεταξύ των μετρήσεων ενώ η ομάδα ΥΦ και ΜΙ δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική μεταβολή ( $p>0,05$ ) όπως φαίνεται στο Σχήμα 44. Στην τελική μέτρηση δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) μεταξύ των ομάδων (Σχήμα 45).

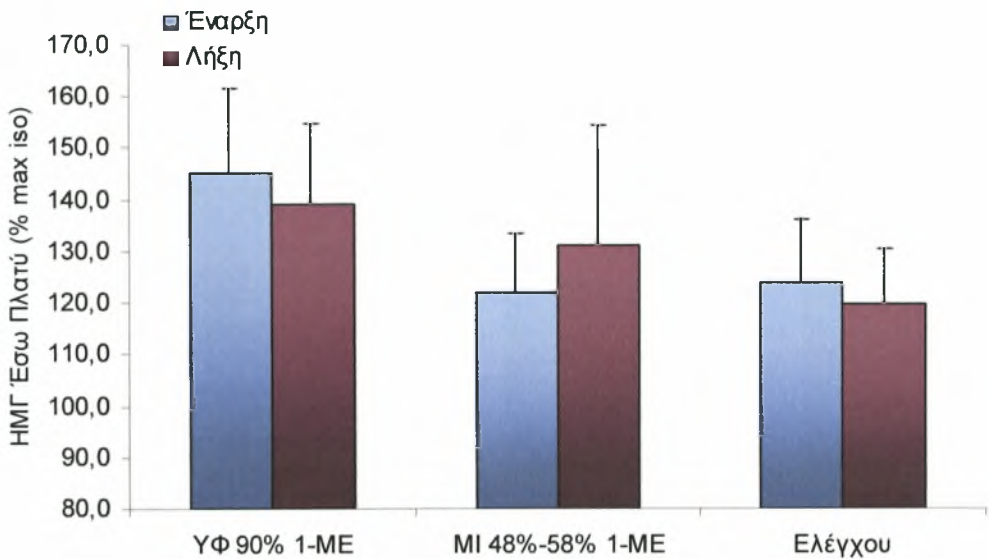


Σχήμα 44: Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έξω πλατύ στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.  
† $p<0,05$  από την έναρξη του προγράμματος

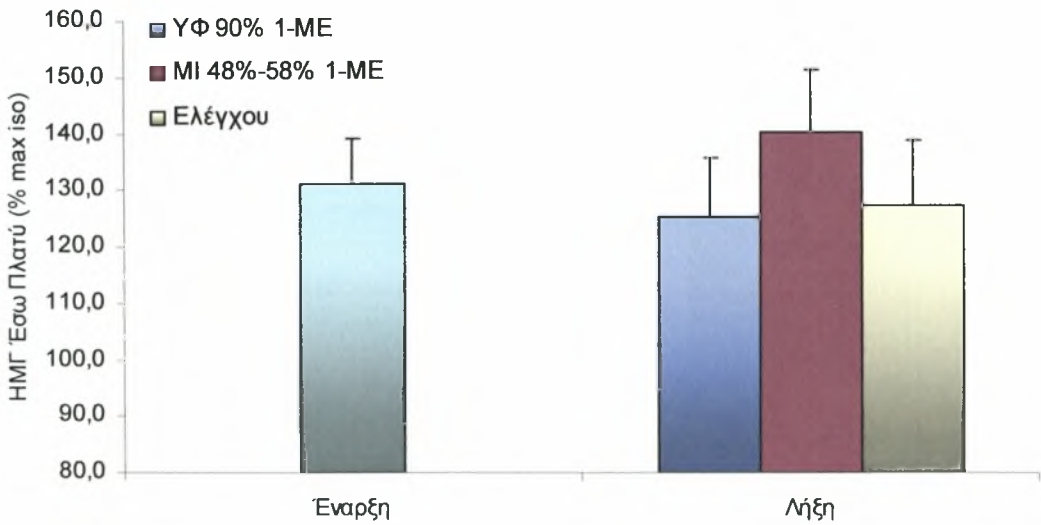


Σχήμα 45: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έξω πλατύ στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).

*Έσω πλατύς.* Στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) μεταξύ των μέσω όρων των δύο μετρήσεων σε καμία ομάδα προπόνησης (Σχήμα 46). Μετά το πρόγραμμα παρέμβασης δε διαπιστώθηκαν δε διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) μεταξύ των ομάδων (Σχήμα 47).



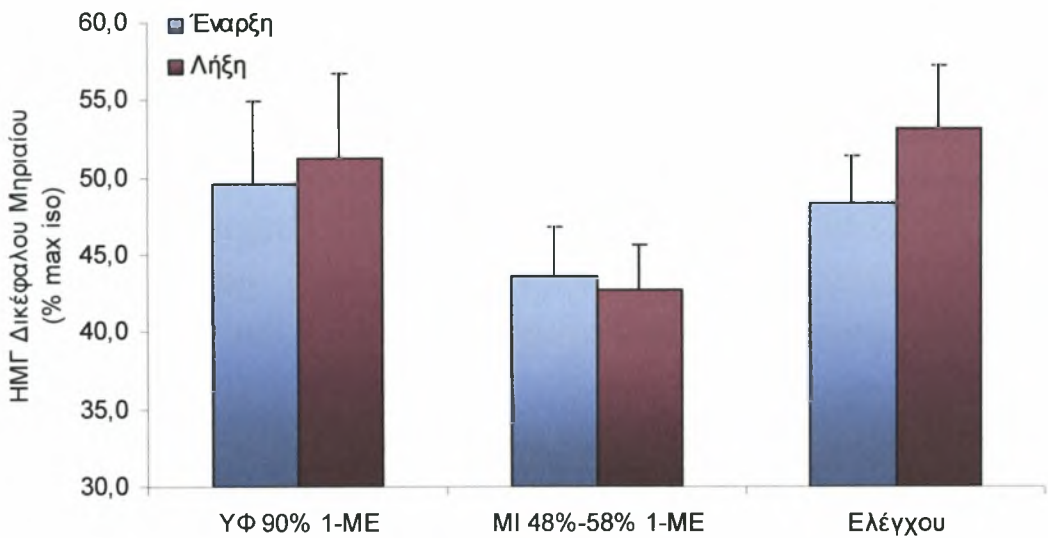
Σχήμα 46: Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x\pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.



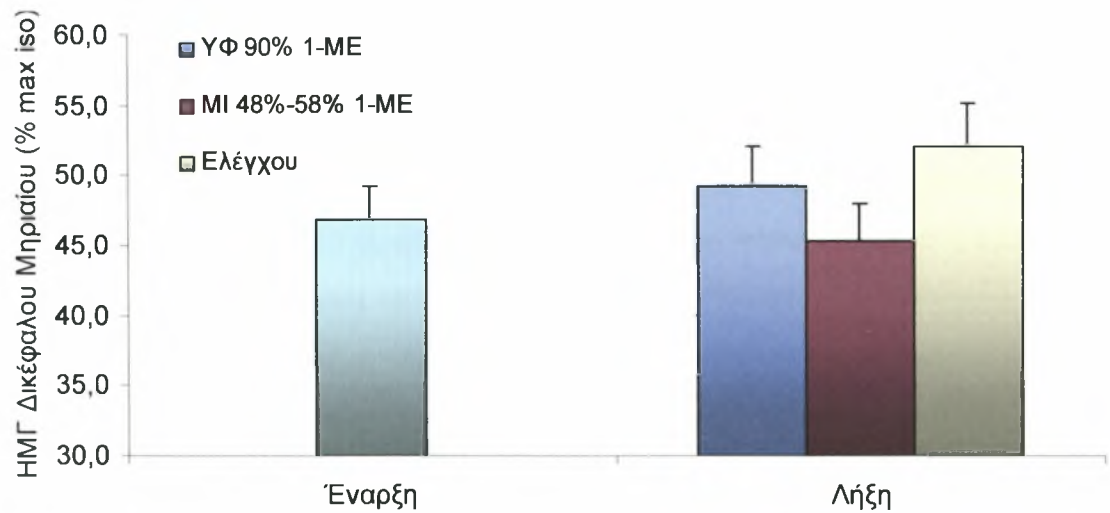
Σχήμα 47: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x\pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).



**Δικέφαλος μηριαίος.** Η ομάδα ΥΦ, ΜΙ και ελέγχου μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) όπως φαίνεται στο Σχήμα 48. Επίσης, μεταξύ των ομάδων δε παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) στην τελική μέτρηση (Σχήμα 49).



Σχήμα 48: Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x\pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου.



Σχήμα 49: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (ΜΙ 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου στο άλμα με ταλάντευση με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος ( $x\pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).



### **Σχέση φορτίου ταχύτητας και φορτίου – ισχύος**

**Σχέση φορτίου-ταχύτητας.** Η σχέση φορτίου – ταχύτητας παρουσιάζεται στον Πίνακα 9. Η ομάδα ΥΦ, η ομάδα MI και η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης σε κανένα φορτίο επιβάρυνσης (20-35-50-65-80% της 1-ME). Επίσης, μετά το πρόγραμμα παρέμβασης δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p>0,05$ ) μεταξύ των ομάδων προπόνησης.

**Σχέση φορτίου-ισχύος.** Η σχέση φορτίου - ισχύος παρουσιάζεται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 10. Η ομάδα ΥΦ και η ομάδα MI παρουσίασαν βελτίωση ( $p<0,05$ ) σε όλα τα φορτία επιβάρυνσης (20,35,50,65,80% της 1-ME) μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης (Σχήμα 55 και 56) ενώ η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε ( $p>0,05$ ) στατιστικά σημαντική μεταβολή (Σχήμα 57). Στην τελική μέτρηση η ομάδα MI παρουσίασε καλύτερη απόδοση ( $F_{(2,35)}=6,145$ ,  $p<0,05$ ) από την ομάδα ελέγχου στο φορτίο επιβάρυνσης 20% της 1-ME ενώ στα φορτία 35,50 και 65% της 1-ME η ομάδα MI και ΥΦ παρουσίασαν σημαντική αύξηση της ισχύος ( $F_{(2,35)}=10,935$ ,  $p<0,05$ ,  $F_{(2,35)}=8,784$ ,  $p<0,05$  και  $F_{(2,35)}=3,591$ ,  $p<0,05$ , αντίστοιχα) από την ομάδα ελέγχου (Σχήμα 54).

Αναλυτικά η σχέση φορτίου – ισχύος για κάθε φορτίο επιβάρυνσης (20,35,50,65,80% της 1-ME) και για κάθε ομάδα προπόνησης (ΥΦ, MI και ελέγχου) παρουσιάζεται ως εξής:

**Επιβάρυνση 20% 1-ME.** Στο φορτίο επιβάρυνσης 20% της 1-ME η ομάδα ΥΦ και η ομάδα MI μεταξύ των δύο μετρήσεων παρουσίασαν βελτίωση ( $t_{(13)}=4.590$ ,  $p<0.05$  και  $t_{(13)}=5.000$ ,  $p<0.05$  αντίστοιχα) ενώ η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε βελτίωση ( $t_{(10)}=0.451$ ,  $p>0.05$ ). Στην τελική μέτρηση η ομάδα ΥΦ παρουσίασε υψηλότερη τιμή ( $F_{(2,35)}=6.145$   $p<0.05$ ) από την ομάδα MI και ελέγχου.

**Επιβάρυνση 35% 1-ME.** Μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης στο φορτίο επιβάρυνσης 35% της 1-ME η ομάδα ΥΦ και MI παρουσίασαν βελτίωση ( $t_{(13)}=7.817$ ,  $p<0.05$  και  $t_{(13)}=5.801$ ,  $p<0.05$  αντίστοιχα) ενώ η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε βελτίωση. Η ομάδα ΥΦ και MI στην τελική μέτρηση παρουσίασαν υψηλότερη επίδοση από την ομάδα ελέγχου. Η ομάδα ΥΦ και MI παρουσίασαν στην τελική μέτρηση υψηλότερες τιμές ( $F_{(2,35)}=10,935$   $p<0,05$ ) από την ομάδα ελέγχου.

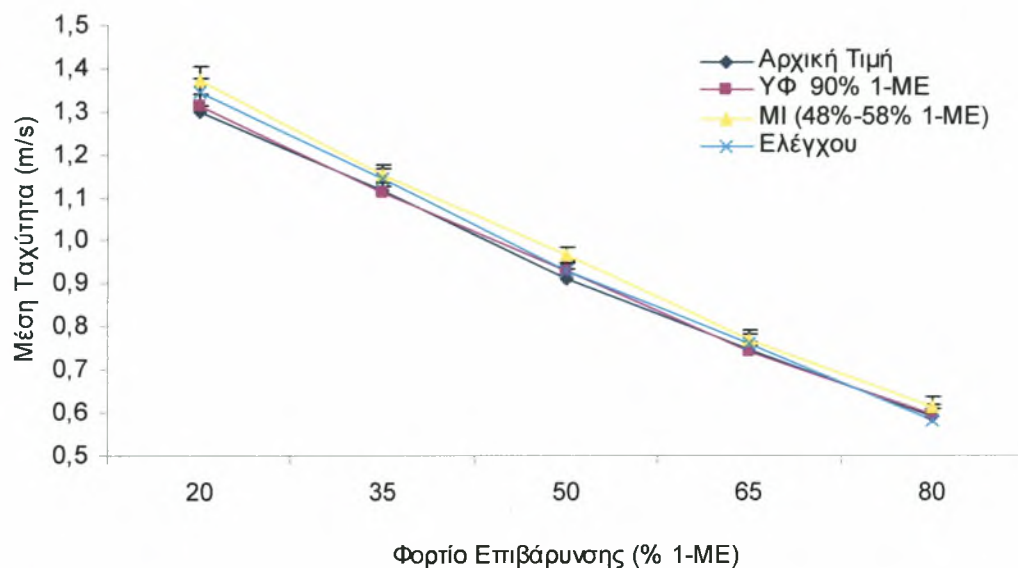
*Επιβάρυνση 50% 1-ME.* Στο φορτίο επιβάρυνσης 50% της 1-ME η ομάδα ΥΦ και η ομάδα MI μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης παρουσίασαν υψηλότερη απόδοση ( $t_{(13)}=6.223$ ,  $p<0.05$  και  $t_{(13)}=5.710$ ,  $p<0.05$  αντίστοιχα) ενώ η ομάδα ελέγχου παρέμεινε αμετάβλητη ( $t_{(10)}=0.918$ ,  $p>0.05$ ). Στην τελική μέτρηση η ομάδα ΥΦ και MI παρουσίασαν σημαντικές διαφορές ( $F_{(2,35)}=8.784$ ,  $p<0,05$ ) από την ομάδα ελέγχου.

*Επιβάρυνση 65% 1-ME.* Μεταξύ των δύο μετρήσεων στο φορτίο επιβάρυνσης 80% της 1-ME η ομάδα ΥΦ και MI παρουσίασαν υψηλότερη τιμή ( $t_{(13)}=4,151$ ,  $p<0.05$  και  $t_{(13)}=4.497$ ,  $p <0.05$  αντίστοιχα) ενώ η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε μεταβολή. Στην τελική μέτρηση παρουσιάστηκε σημαντική διαφορά ( $F_{(2,35)}=3.591$ ,  $p<0,05$ ) με την ομάδα MI και ΥΦ να επιτυγχάνουν υψηλότερη επίδοση από την ομάδα ελέγχου.

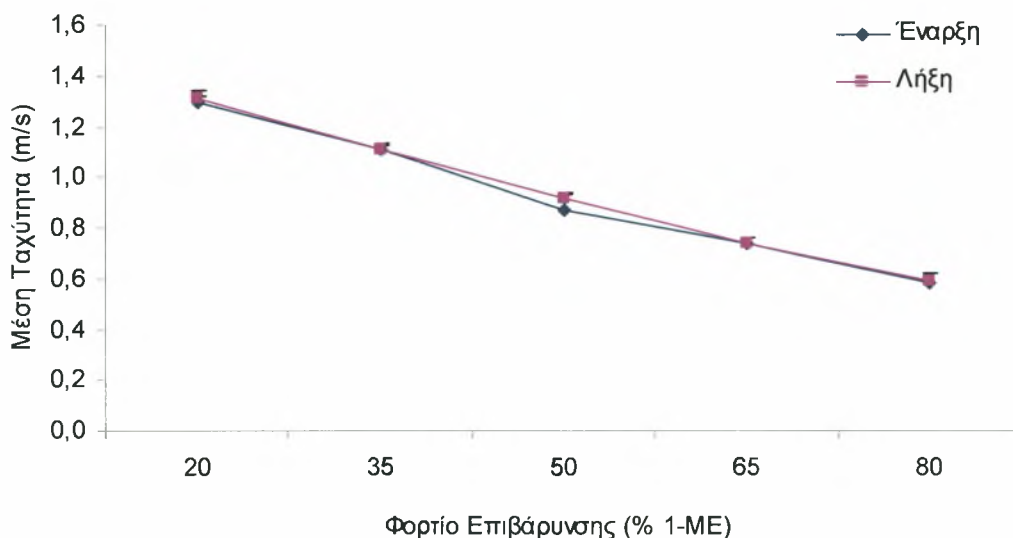
*Επιβάρυνση 80% 1-ME.* Στο φορτίο επιβάρυνσης 80% της 1-ME η ομάδα ΥΦ και MI παρουσίασαν υψηλότερες τιμές ( $t_{(13)}=3.195$ ,  $p<0.05$  και  $t_{(13)}=3.727$ ,  $p<0.05$ , αντίστοιχα) μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης ενώ η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε σημαντικές μεταβολές ( $t_{(10)}=0.347$ ,  $p>0.05$ ). Επίσης, μεταξύ των ομάδων στην τελική μέτρηση δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές ( $F_{(2,35)}=2.781$ ,  $p>0,05$ ).

**Πίνακας 9.** Μεταβολές ( $\chi \pm SE$ ) στην ταχύτητα μετακίνησης (m/sec) φορτίων 20, 35, 50, 65 και 80% της 1-ME στο άλμα από ημικάθισμα στις ομάδες υψηλού φορτίου, μέγιστης ισχύος και ελέγχου στην έναρξη και τη λήξη (Χρησιμοποιώντας ως παράγοντα συνδιακύμανσης την αρχική μέτρηση) του προγράμματος προπόνησης.

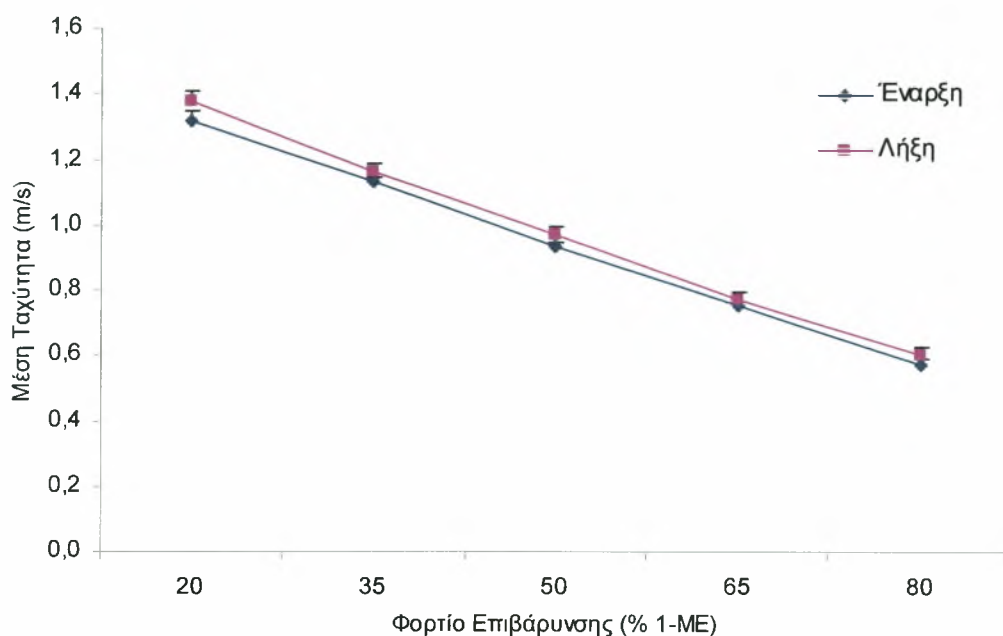
Ομάδα	Έναρξη					Λήξη					Προσαρμοσμένες Τιμές				
	20%	35%	50%	65%	80%	20%	35%	50%	65%	80%	20%	35%	50%	65%	80%
Φορτίο Επιβάρυνσης % 1-ME															
Υψηλού Φορτίου (n=15)	1,30 $\pm 0,02$	1,11 $\pm 0,01$	0,87 $\pm 0,06$	0,74 $\pm 0,02$	0,58 $\pm 0,04$	1,31 $\pm 0,03$	1,11 $\pm 0,03$	0,92 $\pm 0,02$	0,74 $\pm 0,02$	0,59 $\pm 0,03$	1,31 $\pm 0,01$	1,11 $\pm 0,02$	0,93 $\pm 0,02$	0,74 $\pm 0,02$	0,59 $\pm 0,02$
Μέγιστης Ισχύος (n=14)	1,32 $\pm 0,02$	1,13 $\pm 0,02$	0,93 $\pm 0,01$	0,75 $\pm 0,01$	0,57 $\pm 0,02$	1,38 $\pm 0,03$	1,16 $\pm 0,02$	0,97 $\pm 0,02$	0,77 $\pm 0,03$	0,60 $\pm 0,03$	1,37 $\pm 0,03$	1,15 $\pm 0,02$	0,96 $\pm 0,02$	0,77 $\pm 0,02$	0,62 $\pm 0,02$
Ελέγχου (n=11)	1,28 $\pm 0,02$	1,11 $\pm 0,02$	0,92 $\pm 0,01$	0,75 $\pm 0,01$	0,64 $\pm 0,02$	1,34 $\pm 0,03$	1,14 $\pm 0,03$	0,93 $\pm 0,02$	0,76 $\pm 0,03$	0,60 $\pm 0,03$	1,34 $\pm 0,03$	1,14 $\pm 0,03$	0,93 $\pm 0,02$	0,76 $\pm 0,03$	0,58 $\pm 0,03$
Αρχική τιμή	1,30 $\pm 0,01$	1,12 $\pm 0,01$	0,91 $\pm 0,02$	0,75 $\pm 0,01$	0,59 $\pm 0,01$										



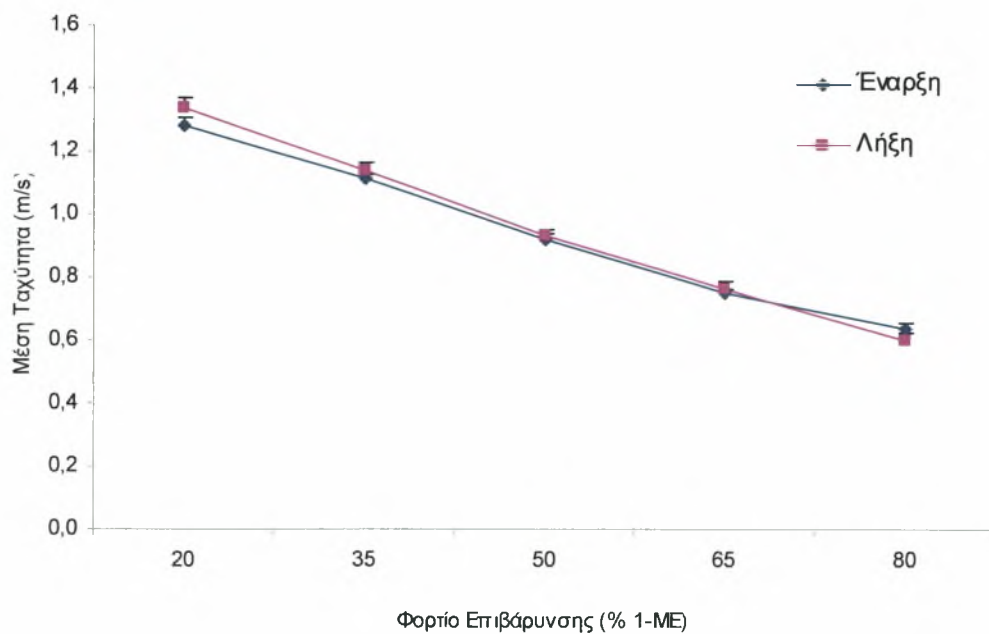
Σχήμα 50: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στη σχέση φορτίου-ταχύτητας ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).



Σχήμα 51: Επιδόσεις στη σχέση φορτίου-ταχύτητας ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για την ομάδα υψηλού φορτίου (90% 1-ME).



Σχήμα 52: Επιδόσεις στη σχέση φορτίου-ταχύτητας ( $\bar{x} \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για την ομάδα μέγιστης ισχύος (48%-58% 1-ME).



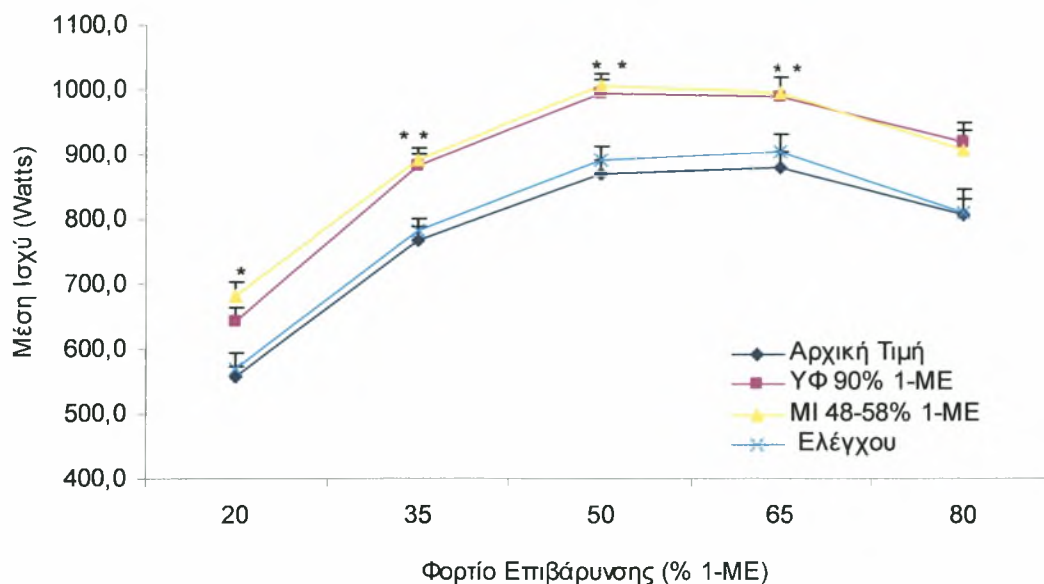
Σχήμα 53: Επιδόσεις στη σχέση φορτίου-ταχύτητας ( $\bar{x} \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για την ομάδα ελέγχου.



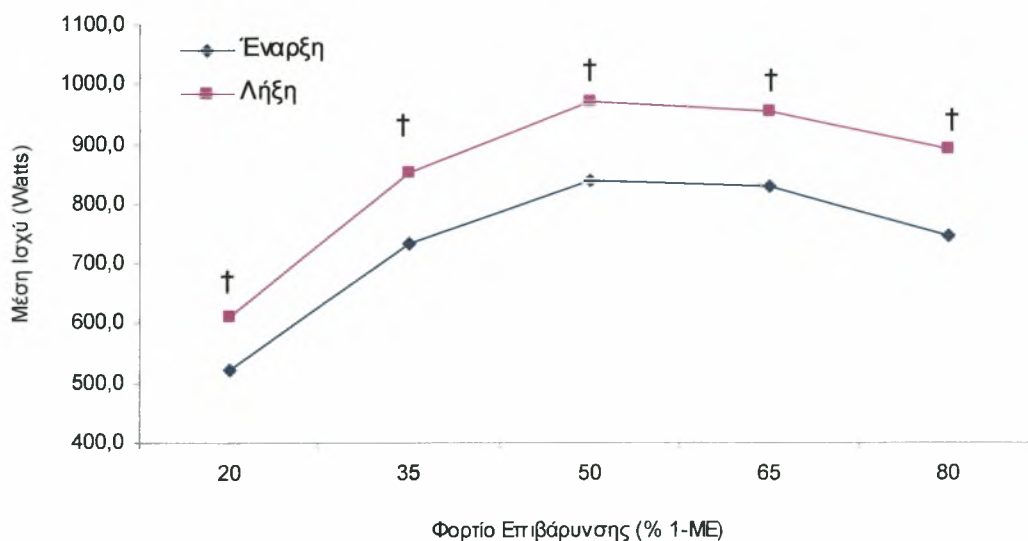
**Πίνακας 10.** Επίδοση ( $\chi \pm SE$ ) στην ισχύ (W) στις ομάδες υψηλού φορτίου, μέγιστης ισχύος και ελέγχου στην έναρξη και τη λήξη (χρησιμοποιώντας ως παράγοντα συνδιακύμανσης την αρχική μέτρηση) του προγράμματος προπόνησης

Ομάδα	Έναρξη					Λήξη					Προσαρμοσμένες Τιμές				
						Φορτίο Επιβάρυνσης % 1-ME									
	20%	35%	50%	65%	80%	20%	35%	50%	65%	80%	20%	35%	50%	65%	80%
Υψηλού Φορτίου (n=15)	521,7 ±26,3	734,1 ±34,7	837,7 ±40,3	829,0 ±41,8	747,9 ±40,4	611,0 ±30,9†	852,2 ±38,3†	969,9 ±38,8†	954,2 ±32,5†	890,7 ±33,3†	642,7 ±21,9	883,0 ±17,3*	995,0 ±19,6*	989,0 ±28,8*	916,9 ±31,7
Μέγιστης Ισχύος (n=14)	580,5 ±21,5	749,8 ±28,3	885,3 ±29,8	897,0 ±28,9	790,7 ±28,4	701,8 ±32,4†	916,9 ±29,2†	1017,0 ±28,8†	1007,2 ±25,6†	900,1 ±25,1†	682,3 ±21,6*	892,1 ±17,3*	1004,7 ±19,4*	994,3 ±24,4*	906,6 ±31,0
Ελέγχου (n=11)	573,3 ±35	776,1 ±44,3	890,9 ±49,1	918,4 ±57,4	894,6 ±67,6	585,2 ±32,4	789,0 ±43,4	908,2 ±45,9	931,8 ±59,2	850,2 ±56,7	570,2 ±24,2	781,3 ±19,3	891,6 ±22,0	903,9 ±27,7	808,7 ±36,5
Αρχική τιμή	557,9 ±15,9	767,7 ±20,2	869,8 ±22,4	878,6 ±24,5	804,6 ±27,0										

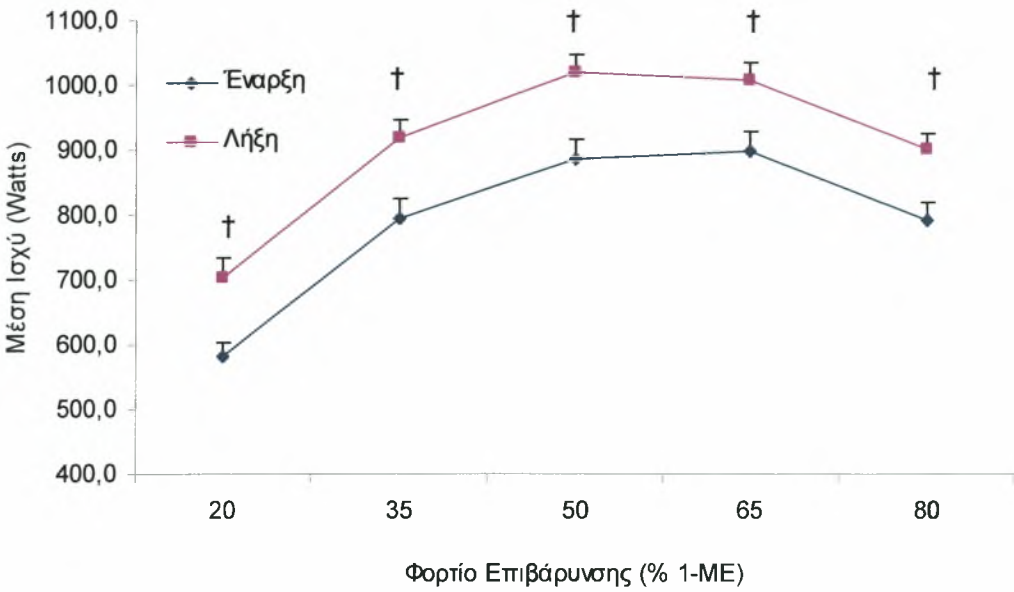
\*p<0,05 από την ομάδα ελέγχου  
† p<0,05 από την έναρξη του προγράμματος



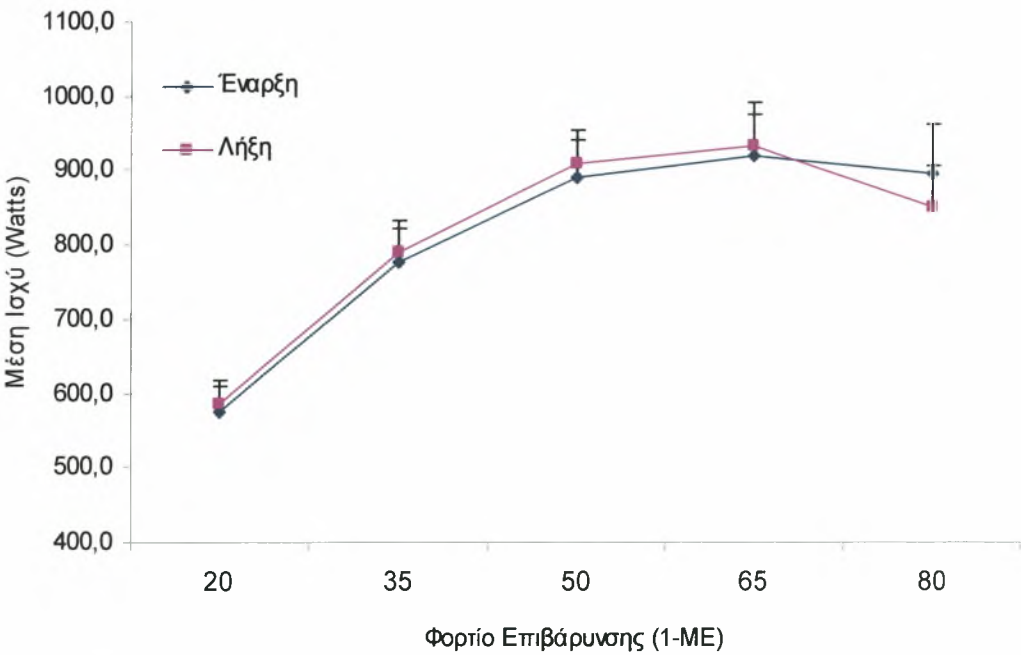
Σχήμα 54: Διαφορές μεταξύ των ομάδων υψηλού φορτίου (ΥΦ 90% 1-ME), μέγιστης ισχύος (MI 48%-58% 1-ME) και ελέγχου στη σχέση φορτίου-ισχύος ( $x \pm se$ ) στην τελική μέτρηση (προσαρμοσμένες τιμές μετά την ανάλυση συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση).  
\* $p < 0,05$  από την ομάδα ελέγχου



Σχήμα 55: Επιδόσεις στη σχέση φορτίου-ισχύος ( $x \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για την ομάδα υψηλού φορτίου (90% 1-ME).  
†  $p < 0,05$  από την έναρξη του προγράμματος



Σχήμα 56: Επιδόσεις στη σχέση φορτίου-ισχύος ( $\bar{x} \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για την ομάδα μέγιστης ισχύος (48%-58% 1-ME).  
†  $p < 0,05$  από την έναρξη του προγράμματος



Σχήμα 57: Επιδόσεις στη σχέση φορτίου-ισχύος ( $\bar{x} \pm se$ ) στην έναρξη και τη λήξη του προγράμματος προπόνησης για την ομάδα ελέγχου.

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να μελετήσει την επίδραση ενός βραχυχρόνιου προγράμματος αντιθετικής προπόνησης με υψηλό φορτίο και με το φορτίο με το οποίο παράγεται η μέγιστη ισχύς, στην αλτική ικανότητα, τη μέγιστη ισχύ, τη μέγιστη δύναμη, την αναερόβια ικανότητα, την ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα και τη σχέση φορτίου – ταχύτητας και φορτίου - ισχύος. Όπως φάνηκε από τα αποτελέσματα της έρευνας η εφαρμογή ενός βραχυχρόνιου προγράμματος αντιθετικής προπόνησης 6 εβδομάδων, κατά το οποίο εκτελούνται εναλλάξ άλματα με φορτίο και άλματα χωρίς φορτίο σε μια προπονητική μονάδα, βελτιώνει την αλτική ικανότητα, τη μέγιστη ισχύ, τη μέγιστη δύναμη και τη σχέση φορτίου-ισχύος. Η χρησιμοποίηση ενός υψηλού φορτίου επιβάρυνσης (90% της 1-ME) ή ενός μεσαίου φορτίου (48-58% της 1-ME) με το οποίο παράγεται η μέγιστη ισχύς, για την εκτέλεση των αλμάτων με φορτίο δεν προκαλεί διαφοροποιήσεις στις παραπάνω βελτιώσεις.

### ***Μέγιστη δύναμη***

Η μέγιστη δύναμη στην παρούσα έρευνα βελτιώθηκε στην ομάδα υψηλού φορτίου κατά 15,13% και στην ομάδα μέγιστης ισχύος κατά 9,3%, σε ένα σύντομο χρονικό διάστημα 6 εβδομάδων. Η βελτίωση αυτή φαίνεται ότι προήλθε τόσο από το υψηλό (90% της 1-ME) όσο και από το μεσαίο φορτίο (48-58% της 1-ME) επιβάρυνσης το οποίο εφαρμόστηκε στην άσκηση του ημικαθίσματος από τις δύο ομάδες προπόνησης. Πράγματι, προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι προγράμματα προπόνησης με βάρη με υψηλή επιβάρυνση (70-120% της 1-ME) επιφέρουν σημαντική βελτίωση της μέγιστης δύναμης (Fatouros et al., 2000; Hakkinen et al., 1985; Harris et al., 2000), ενώ επίσης, έρευνες έδειξαν ότι και προπόνηση με βάρη χαμηλής έως μεσαίας υψηλής (15-90% της 1-ME) αυξάνει σημαντικά τη μέγιστη δύναμη (Moss et al., 1997; Rahimi et al., 2005).

Η βελτίωση της μέγιστης δύναμης στην παρούσα μελέτη ενδεχομένως, εκτός από την ένταση του φορτίου, να οφείλεται και στο βαλλιστικό τρόπο εκτέλεσης της άσκησης με φορτίο. Συγκεκριμένα, η ομάδα με υψηλό φορτίο (90% της 1-ME) κατέβαλλε προσπάθεια στην άσκηση του ημικαθίσματος να φθάνει στη θέση της ακροστασίας ενώ η ομάδα μέγιστης ισχύος (48-58% της 1-ME) εκτελούσε άλματα. Ενδεχομένως, η βελτίωση της μέγιστης δύναμης στην ομάδα υψηλού φορτίου να προήλθε περισσότερο από την ένταση του φορτίου (90% της 1-ME) ενώ στην ομάδα της μέγιστης ισχύος (48-58% της 1-ME) από το βαλλιστικό τρόπο εκτέλεσης της άσκησης με φορτίο.

Η βελτίωση της μέγιστης δύναμης στην παρούσα μελέτη δεν παρουσίασε σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των ομάδων αν και η ομάδα με υψηλό φορτίο βελτιώθηκε περισσότερο (15,1%) συγκριτικά με την ομάδα μέγιστης ισχύος (9,3%) χωρίς, ωστόσο, η διαφορά αυτή να είναι στατιστικά σημαντική. Παρόμοια, οι McBride et al. (1993) δε διαπίστωσαν διαφοροποίηση στη βελτίωση της μέγιστης δύναμης όταν εφάρμοσαν βαλλιστική προπόνηση με φορτία 30% και 80% της 1-ME ενώ αντίστοιχα οι McGuigan et al. (2003) μετά από βαλλιστική προπόνηση με φορτία 30% και 80% της 1-ME διαπίστωσαν βελτίωση κατά 8,23% και 11,3% αντίστοιχα, χωρίς ωστόσο να παρατηρείται σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φορτίων. Φαίνεται από τα παραπάνω ότι ένα μεσαίο (48-58% της 1-ME) ή υψηλό φορτίο (90% της 1-ME) επιβάρυνσης αποτελεί επαρκές ερέθισμα ώστε να προκαλέσει παρόμοιες προσαρμογές στη βελτίωση της μέγιστης δύναμης.

Αντίθετα με τις προηγούμενες μελέτες, οι Newton et al. (1999) μετά από εφαρμογή βαλλιστικής προπόνησης με 30%-60%-90% της 1-ME δεν διαπίστωσαν σημαντική βελτίωση της μέγιστης δύναμης. Ενδεχομένως, η μη μεταβολή της μέγιστης δύναμης να οφείλεται στο ότι η αξιολόγηση της έγινε μόνο κατά τη σύγκεντρη φάση της δοκιμασίας καθώς και ότι οι δοκιμαζόμενοι ήταν αθλητές καλά προπονημένοι. Επιπροσθέτως, στην παρούσα μελέτη η εκτέλεση αλτικών ασκήσεων (επαναλαμβανόμενα άλματα από ημικάθισμα χωρίς επιπλέον φορτίο), εκτός από την εκτέλεση της άσκησης με φορτίο, πιθανόν να συνέβαλλε στη βελτίωση της μέγιστης δύναμης που παρατηρήθηκε. Όπως έχουν δείξει μελέτες, η προπόνηση με αλτικές ασκήσεις μπορεί να βελτιώσει, εκτός από την αλτική ικανότητα, και τη μέγιστη δύναμη κατά 6,8% έως 12,4% (Fatouros et al., 2000; Hakkinen et al., 1985; Rahimi et al., 2005). Επιπλέον, στην παρούσα έρευνα συνδυάστηκε η προπόνηση με βάρη (υψηλό φορτίο 90% της 1-ME και μεσαίο

φορτίο 48-58% της 1-ME) με αλτικές ασκήσεις στην ίδια προπονητική μονάδα. Ο συνδυασμός αυτός κατά πάσα πιθανότητα συνέβαλε στη αύξηση της μέγιστης δύναμης. Προηγούμενες έρευνες έχουν δείξει ότι η συνδυαστική μέθοδος προπόνησης μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τη μέγιστη δύναμη. Πιο συγκεκριμένα, ο συνδυασμός αλτικών ασκήσεων και αλμάτων βάθους με προπόνηση με βάρη (70-95%, 40-100 της 1-ME, 6-10 ME, 8ME ) επιφέρει βελτίωση της μέγιστης δύναμης μέχρι 14,8% (Blakey et al., 1987; Fatouros et al., 2000; Lyttle et al., 1996; Moore et al., 2005; Rahimi et al., 2005 ).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, παρατηρούμε ότι η βελτίωση της μέγιστης δύναμης στην παρούσα μελέτη πιθανά οφείλεται στην επίδραση της έντασης της άσκησης με φορτίο, στο βαλλιστικό τρόπο εκτέλεσης της, στην επίδραση των αλτικών ασκήσεων καθώς και στη συνδυαστική εκτέλεση των δύο ασκήσεων (ασκήσεις με και χωρίς φορτίο) στα πλαίσια της ίδιας προπονητικής μονάδας. Οι όποιες διαφοροποιήσεις των παραπάνω μελετών, συγκριτικά με τη δικιά μας έρευνα, ως προ το ποσοστό βελτίωσης της μέγιστης δύναμης πιθανότατα οφείλονται τόσο στο διαφορετικό προπονητικό επίπεδο των συμμετεχόντων όσο και στο διαφορετικό προπονητικό πρωτόκολλο που εφαρμόστηκε.

### ***Μέγιστη Ισχύς***

Η μέγιστη ισχύς στην παρούσα έρευνα βελτιώθηκε μετά το τέλος του προγράμματος προπόνησης στην ομάδα υψηλού φορτίου κατά 16,78% και την ομάδα μέγιστης ισχύος κατά 14,36%. Υπενθυμίζουμε, ότι για τον προσδιορισμό της μέγιστης ισχύος οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν διαδοχικά 2 έως 3 επαναλήψεις αλμάτων με ταλάντευση με φορτίο που αντιστοιχούσε στο 20, 35, 50, 65 και 80% της 1-ME στο ημικάθισμα. Πρέπει να τονισθεί ότι στις περισσότερες μελέτες της βιβλιογραφίας η μέτρηση της ισχύος γίνεται έμμεσα μέσω της αξιολόγησης της αλτικής ικανότητας η οποία είναι ένας δείκτης της μυϊκής ισχύος, οπότε τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας. Παρόλα αυτά, μελέτες που ερευνήσαν την άμεση επίδραση της αντιθετικής μεθόδου κατά την εφαρμογή μιας προπονητικής μονάδα με επιβάρυνση 65%1-ME δείχνουν βελτίωση της μυϊκής ισχύος (Baker 2003) ενώ η βελτίωση αυτή είναι μεγαλύτερη όταν οι δοκιμαζόμενοι χωρίζονται ανάλογα το προπονητικό τους επίπεδο (Chiu et al., 2003). Αντίθετα, άλλες μελέτες αντιθετικής προπόνησης εφαρμόζοντας διαφορετικές επιβαρύνσεις στην άσκηση



με φορτίο (50,75,100 της 1-ME ή 5-ME) δεν παρατήρησαν μεταβολή της μυϊκής ισχύος (Bradenburg 2005; Hrysomallis et al., 2001). Παρόμοια αποτελέσματα έδειξαν και μελέτες οι οποίες εφάρμοσαν ισομετρική ενεργοποίηση αντί για δυναμική. Συγκεκριμένα μετά από εφαρμογή στην άσκηση με υψηλό φορτίο ισομετρικής σύσπασης διάρκειας 7 ή 10sec η μυϊκή ισχύς παρέμεινε αμετάβλητη (Gossen et al., 2000; Robbins et al., 2005).

Όπως αναφέραμε, η διαφορετική μεθοδολογία για την αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος δεν μας επιτρέπει την άμεση σύγκριση των αποτελεσμάτων αναφορικά με τη βελτίωση της μέγιστης μυϊκής ισχύος. Παρόλα αυτά, στην παρούσα έρευνα η βελτίωση της μέγιστης μυϊκής ισχύος συνοδεύτηκε και από βελτίωση της αλτικής ικανότητας η οποία αποτελεί έκφραση της μυϊκής ισχύος γεγονός που μας δείχνει ότι η εφαρμογή 6 εβδομάδων αντιθετικής προπόνησης με διαφορετική επιβάρυνση μπορεί να προκαλέσει προσαρμογές ικανές να βελτιώσουν τη μυϊκή ισχύ.

### **Αλτική ικανότητα**

Όπως φάνηκε από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης η αλτική ικανότητα βελτιώθηκε μετά την εφαρμογή του προγράμματος προπόνησης. Συγκεκριμένα, η ομάδα ΥΦ και ΜΙ παρουσίασαν βελτίωση στο άλμα από ημικάθισμα κατά 13,15 % και 11,82%, αντίστοιχα, στο άλμα με ταλάντευση κατά 8,34% και 8,39%, αντίστοιχα, στο άλμα από πτώση ύψους 40cm κατά 6,83% και 9,05%, αντίστοιχα, και στο άλμα με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος 25,95% και 23,81%, αντίστοιχα, χωρίς οι ομάδες να διαφέρουν μεταξύ τους. Η βελτίωση της αλτικής ικανότητας φαίνεται ότι προήλθε κατά ένα μεγάλο ποσοστό τόσο από τη βελτίωση της μέγιστης δύναμης όσο και της ισχύος των κάτω άκρων που παρατηρήθηκε και στις δύο ομάδες. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας είναι σύμφωνα με τα αποτελέσματα και άλλων ερευνών που αναφέρουν βελτίωσης της αλτικής ικανότητας μετά από εφαρμογή προπόνησης δύναμης με βάρη υψηλού και μεσαίου φορτίου. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, προπόνηση με βάρη υψηλού φορτίου, 70%-120% της 1-ME, προκαλεί βελτίωση του άλματος από ημικάθισμα κατά 7,3% (Hakkinen et al., 1985) ενώ παρόμοια βελτίωση στο κάθετο άλμα παρατήρησαν και οι Adams et al. (1992) καθώς και οι Fatouros et al. (2000) εφαρμόζοντας προπόνηση με υψηλή επιβάρυνση (70% - 100% της 1-ME). Επιπλέον, μεγαλύτερο εύρος φορτίων από 40% έως 100% της 1-ME είναι δυνατόν

να προκαλέσει σημαντική αύξηση του κάθετου άλματος κατά 16,5% (Rahimi et al., 2005) ενώ προπόνηση με χαμηλό φορτίο επιβάρυνσης (30% της 1-ME) φαίνεται ότι αποτελεί επαρκές ερέθισμα ώστε να προκαλέσει βελτίωση του κάθετου άλματος και του άλματος άνευ φοράς (Harris et al., 2000).

Η βελτίωση της αλτικής ικανότητας στην παρούσα μελέτη μπορεί να προήλθε εν μέρει και από το βαλλιστικό τρόπο εκτέλεσης της άσκησης με φορτίο. Όπως έχουν δείξει μελέτες η βαλλιστική εκτέλεση αλμάτων με χαμηλό φορτίο (30% της 1-ME) βελτιώνει το άλμα από ημικάθισμα κατά 19,8% και το άλμα από ταλάντευση κατά 8% (Lyttle et al., 1996) ενώ μεγαλύτερο εύρος φορτίου (30%, 60%, 90% της 1-ME) βαλλιστικής εκτέλεσης προκαλεί βελτίωση του κάθετου άλματος κατά 6,1% (Newton et al., 1999). Σύγκριση μεταξύ χαμηλού (30% της 1-ME) και υψηλού φορτίου (80% της 1-ME) βαλλιστική προπόνησης δείχνει ότι το χαμηλό φορτίο υπερισχύει στην βελτίωση της αλτικής ικανότητας (Mcbride et al., 1993) ενώ σύγκριση μεταξύ προπόνησης με βάρη με υψηλό φορτίο (6-10 ME) και βαλλιστικής προπόνησης με χαμηλό φορτίο (30% της μέγιστης ισομετρικής) δείχνει ότι η υπερισχύει η βαλλιστική προπόνηση στη βελτίωση της αλτικής ικανότητας (Wilson et al., 1993). Αντίθετα με τις προηγούμενες μελέτες, στην παρούσα έρευνα η βελτίωση της αλτικής ικανότητας στις δύο ομάδες προπόνησης ήταν παρόμοια. Ενδεχομένως, η μη διαφοροποίηση των ομάδων προπόνησης ως προς τη βελτίωση της αλτικής ικανότητας να οφείλεται στο φορτίο εκτέλεσης το οποίο κυμάνθηκε από μεσαίο ως υψηλό. Συγκεκριμένα, η ομάδα υψηλού φορτίου εκτελούσε με επιβάρυνση 90% της 1-ME ενώ η ομάδα μέγιστης ισχύος με επιβάρυνση 48-58% της 1-ME. Φαίνεται, ότι η προσαρμογές που προκαλούνται μεταξύ μεσαίων (48-58% της 1-ME) και υψηλών φορτίων (90% της 1-ME) είναι παρόμοιες σε αντίθεση με τις προσαρμογές που προκαλούνται μεταξύ χαμηλών (30 της 1-ME ή 30% της μέγιστης ισομετρικής) και υψηλών φορτίων (80% της 1-ME ή 6-10 ME) όπου παρουσιάζεται μεγαλύτερη αύξηση της απόδοσης με τη χρήση χαμηλών φορτίων (Mcbride et al., 1993; Wilson et al., 1993).

Στην παρούσα έρευνα τόσο η ομάδα ΥΦ όσο και η ομάδα ΜΙ εκτελούσαν στα πλαίσια της οργανωτικής μορφής των ενοτήτων εκτελούσαν και 6 επαναλαμβανόμενα άλματα χωρίς φορτίο. Η βελτίωση της αλτικής ικανότητας και των δύο ομάδων η οποία παρατηρήθηκε μετά την εφαρμογή του προγράμματος προπόνησης πιθανά να οφείλεται και στην επίδραση των αλτικών ασκήσεων. Πράγματι, πλήθος μελετών έχουν δείξει ότι η εφαρμογή προγραμμάτων

προπόνησης με αλτικές ασκήσεις επιφέρουν βελτίωση της αλτικής ικανότητας από 5,4% έως 21,2% ανάλογα τον τύπο του άλματος (Adams et al., 1992 ; Fatouros et al., 2000; Gehri et al., 1998; Hakkinen et al., 1985; Potteiger et al., 1999; Rahimi et al., 2005)

Επιπρόσθετα, ο συνδυασμός της άσκησης με βάρη και της αλτικής άσκησης που εφαρμόσαμε στην παρούσα μελέτη σύμφωνα με τη βιβλιογραφία έχει θετική επίδραση στην αλτική ικανότητα και μπορεί κατά ένα μέρος να συνέβαλλε στη βελτίωση της αλτικής ικανότητας που παρατηρήθηκε. Μελέτες έδειξαν ότι ο συνδυασμός προπόνησης με βάρη μεσαίας έως υψηλής έντασης (40%-100%) και αλτικών ασκήσεων προκαλεί σημαντική βελτίωση στο ύψος του κάθετου άλματος (Adams et al., 1992; Fatouros et al., 2000, Myer et al., 2006; Rahimi et al., 2005). Επίσης, έρευνες έδειξαν ότι η συνδυαστική προπόνηση αποτελούμενη από βάρη υψηλής έντασης (6-10 ME) και αλτικές ασκήσεις προκαλεί σημαντική βελτίωση της αλτικής ικανότητας (Lyttle et al., 1996; Moore et al., 2005)

Συμπερασματικά, η βελτίωση της αλτικής ικανότητας στην παρούσα μελέτη από ότι φαίνεται οφείλεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό στην παρατηρούμενη βελτίωση της μέγιστης δύναμης και της μέγιστης ισχύος. Επίσης, φαίνεται ότι διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο η ένταση του φορτίου (48%-58% της 1-ME και 90% της 1-ME) με το οποίο ασκήθηκαν οι δοκιμαζόμενοι, ο βαλλιστικός τρόπος εκτέλεσης των ασκήσεων με φορτίο, η επίδραση των αλτικών ασκήσεων που εκτελούνταν μετά τις ασκήσεις με φορτίο, ο συνδυασμός των ασκήσεων με φορτίο με τις αλτικές ασκήσεις καθώς και η οργανωτική μορφή των ενοτήτων που εφαρμόστηκε στο πρόγραμμα προπόνησης.

### **Αναερόβια ικανότητα**

Ύψος – Ισχύς επαναλαμβανόμενων αλμάτων 15 sec. Για την αξιολόγηση της αναερόβιας ικανότητας εφαρμόστηκαν τα επαναλαμβανόμενα άλματα με ταλάντευση χρονικής διάρκειας 15sec. Παρατηρήθηκε στο ύψος των αλμάτων βελτίωση της ομάδας MI και ΥΦ μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης ενώ στην τελική μέτρηση μόνο η ομάδα ΥΦ παρουσίασε υψηλότερη απόδοση από την ομάδα ελέγχου. Επιπλέον, στη μέγιστη ισχύ των αλμάτων δεν παρουσιάστηκε σημαντική μεταβολή της επίδοσης μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης στην ομάδα ΥΦ, MI και ελέγχου ενώ δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των

ομάδων στην τελική μέτρηση. Η βελτίωση του ύψους των αλμάτων μπορεί να προήλθε τόσο από την αύξηση της μέγιστης δύναμης των κάτω άκρων όσο και από την αύξηση της αλτικής ικανότητας που παρατηρήθηκε και στις δύο ομάδες. Πρόσφατη μελέτη σε νεαρούς αθλητές έδειξε ότι εφαρμογή ενός προγράμματος με βάρη προκαλεί, εκτός από αύξηση της μέγιστης δύναμης και της αλτικής ικανότητας, βελτίωση του ύψους των επαναλαμβανόμενων αλμάτων διάρκειας (30sec) αλλά χωρίς ταυτόχρονη βελτίωση της ισχύος (Christou et al., 2006). Αντίθετα, εξειδικευμένη προπόνηση αλτικών ασκήσεων φαίνεται ότι βελτιώνει τόσο το ύψος των αλμάτων όσο και την ισχύ στη δοκιμασία των επαναλαμβανόμενων αλμάτων 15sec (Diallo, Dore, & Van Praagh, 2001).

Στην παρούσα μελέτη φαίνεται, πως τόσο το μεσαίο (48%-58% της 1-ME) όσο και το υψηλό φορτίο (90% της 1-ME) με το οποίο προπονούνταν η ομάδα MI και η ομάδα ΥΦ καθώς και ο βαλλιστικός τρόπος εκτέλεσης μπορούν να βελτιώσουν μετά από προπόνηση 6 εβδομάδων το ύψος των επαναλαμβανόμενων αλμάτων διάρκειας 15sec. Τα προπονητικά περιεχόμενα όμως της παρούσας έρευνας πιθανόν δεν επέτρεψαν την αύξηση της ισχύος κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας των επαναλαμβανόμενων αλμάτων διάρκειας 15sec, καθώς σύμφωνα με την αρχή της εξειδίκευσης για την επίτευξη οποιουδήποτε προπονητικού στόχου είναι απαραίτητη η επιλογή και εφαρμογή συγκεκριμένων και στοχευόμενων ασκήσεων.

### ***Ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα***

Η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα στην εκτέλεση των αλμάτων (άλμα από ημικάθισμα, άλμα με ταλάντευση, άλμα από πτώση ύψους 40cm, άλμα από ημικάθισμα με φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος) μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης στις ομάδες προπόνησης (υψηλού φορτίου, μέγιστης ισχύος, ομάδα ελέγχου) και μεταξύ των ομάδων στην τελική μέτρηση δεν παρουσίασε σημαντική μεταβολή παρά μόνο σε μεμονωμένες περιπτώσεις. Πιο συγκεκριμένα, σημαντική μεταβολή παρατηρήθηκε μόνο στον ορθό μηριαίο και στον έξω πλατύ στην εκτέλεση του άλματος με ταλάντευση για την ομάδα ΥΦ, στον ορθό μηριαίο και στον έξω πλατύ στην εκτέλεση του άλματος από ημικάθισμα και στο δικέφαλο μηριαίο στην εκτέλεση του άλματος από πτώση 40cm για την ομάδα MI και στον

έξω πλατύ στην εκτέλεση του άλματος με ταλάντευση με επιπλέον φορτίο ίσο με το σωματικό βάρος.

Στη βιβλιογραφία, τα αποτελέσματα για την επίδραση της προπόνησης με βάρη στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα είναι αντικρουόμενα, ανάλογα με τη μέθοδο προπόνησης που εφαρμόστηκε σε κάθε μελέτη. Πράγματι, στην αντιθετική μέθοδο προπόνησης στα πλαίσια μίας προπονητικής μονάδας μελέτες έχουν δείξει ότι δεν υπάρχει μεταβολή της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας. Πιο συγκεκριμένα, υψηλό φορτίο (85% της 1-ME) φαίνεται ότι δε μεταβάλλει την ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του ορθού μηριαίου και του έξω πλατύ στην εκτέλεση αλμάτων από ημικάθισμα και πλυνθίο (Jones et al., 2003) ενώ η εφαρμογή 3-5 ME πιέσεων πάγκου δεν προκαλεί ενεργοποίηση του μείζων θωρακικού και τρικέφαλου βραχιόνιου στην εκρηκτική ρίψη ιατρικής μπάλας. Παρόμοια, στην αντιθετική μέθοδο προπόνησης όταν στην άσκηση του υψηλού φορτίου εκτελούνται ισομετρικές ασκήσεις διάρκειας 3, 5, 10 sec φαίνεται ότι η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα παραμένει αμετάβλητη (Gossen et al., 2000; French et al., 2003).

Αντίθετα με την αντιθετική μέθοδο προπόνησης, η μέθοδος προπόνησης με βάρη μεσαίου έως υψηλού φορτίο φαίνεται ότι προκαλεί αύξηση της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας. Μελέτες έχουν δείξει ότι η προπόνηση με βάρη έντασης 70-120% της 1-ME προκαλεί αύξηση της ηλεκτρομυογραφικής ενεργοποίησης του έξω και του έσω πλατύ στο άλμα από ημικάθισμα (Hakkinen et al., 1985). Επίσης, η βαλλιστική προπόνηση με βάρη έως 60% της 1-ME φαίνεται ότι επιφέρει αύξηση της ηλεκτρομυογραφικής ενεργοποίησης του έξω και του έσω πλατύ στο άλμα από ημικάθισμα (Hakkinen et al., 1985).

Παρόλο που στην παρούσα μελέτη δεν παρατηρήθηκε ουσιώδη μεταβολή της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας στην εκτέλεση των αλμάτων πιθανόν άλλοι μηχανισμοί, οι οποίοι δε μελετήθηκαν, να συνέβαλαν στην αύξηση της απόδοσης που διαπιστώθηκε. Ενδεχομένως, η εφαρμογή του προγράμματος προπόνησης της παρούσας μελέτης προκάλεσε αύξηση του μεγέθους των αγωνιστών μυών και μείωση των αντανεκλαστικών μηχανισμών και της δραστηριότητας των ανταγωνιστών μυών (Potteiger et al., 1999; Sale 2002, Van Coutsen, Duchateau, & Hainaut, 1998). Περαιτέρω μελέτη των φυσιολογικών μηχανισμών που προκαλούν αύξηση της απόδοσης μέσω της αντιθετικής προπόνησης είναι αναγκαία ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα.



### **Σχέση φορτίου-ταχύτητας και φορτίου-ισχύος**

Η σχέση φορτίου – ταχύτητας για την ομάδα ΥΦ, την ομάδα ΜΙ και την ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης στην εκτέλεση αλμάτων με ταλάντευση με φορτία που αντιστοιχούσαν στο 20,35,50,65 και 80% της 1-ME στο ημικάθισμα ενώ μετά το πρόγραμμα παρέμβασης δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων προπόνησης. Η αμετάβλητη ταχύτητα μετακίνησης είναι απολύτως δικαιολογημένη καθώς το ποσοστό επιβάρυνσης ως προς τη μέγιστη δύναμη των προσπαθειών για την πραγματοποίηση της ταχοδυναμικής καμπύλης παρέμεινε σταθερό μεταξύ αρχική και τελικής μέτρησης. Παρόλο που η μέγιστη δύναμη βελτιώθηκε σημαντικά μετά την προπόνηση, η εκτέλεση των προσπαθειών πραγματοποιούνταν με συγκεκριμένα ποσοστά της μέγιστης δύναμης και συνεπώς όπως ήταν αναμενόμενο η ταχύτητα μετακίνησης των φορτίων δε μεταβλήθηκε. Φαίνεται λοιπόν ότι η ταχύτητα με την οποία μετακινείται ένα φορτίο που αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο ποσοστό της μέγιστης δύναμης δε μεταβάλλεται.

Επιπρόσθετα, η παραγωγή ισχύος για την ομάδα ΥΦ και την ομάδα ΜΙ βελτιώθηκε σε όλα τα φορτία επιβάρυνσης μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης ενώ η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική μεταβολή. Στην τελική μέτρηση η ομάδα ΜΙ και ΥΦ παρουσίασαν υψηλότερη επίδοση από την ομάδα ελέγχου στο φορτίο 35, 50 και 65% της 1-ME ενώ στο φορτίο επιβάρυνσης 20% της 1-ME μόνο η ομάδα ΜΙ παρουσίασε καλύτερη απόδοση από την ομάδα ελέγχου.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η χρησιμοποίηση ενός υψηλού φορτίου (90% της 1-ME) ή ενός μεσαίου φορτίου (48-58% της 1-ME) στα πλαίσια ενός προγράμματος αντιθετικής προπόνησης αποτελεί επαρκές προπονητικό ερέθισμα να επιφέρει παρόμοια βελτίωση της σχέσεως φορτίου – ισχύος. Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι η μεταβολή της σχέσεως φορτίου ισχύος είναι ανάλογη με την ένταση του προπονητικού ερεθίσματος. Πιο συγκεκριμένα, προπόνηση με βάρη με φορτίο 70%-120% της 1-ME για χρονικό διάστημα 12 εβδομάδων σε έμπειρους αθλητές έδειξε αύξηση της ισχύος η οποία προήλθε από βελτίωση της δύναμης ενώ όταν για το ίδιο χρονικό διάστημα εφαρμόστηκε προπόνηση με αλτικές και βαλλιστικές ασκήσεις (άλματα από ύψος 30-60cm, άλματα με φορτίο έως 60% της 1-ME) παρουσιάστηκε βελτίωση της ισχύος η οποία προήλθε από



αύξηση της ταχύτητα μετακίνησης (Hakkinen et al., 1985). Επίσης, προπόνηση με βάρη 9 εβδομάδων με φορτία 15, 35 και 90% της 1-ME και αξιολόγηση της ισχύος σε ένα εύρος φορτίων (15, 25, 35, 50, 70 και 90% της 1-ME) έδειξε βελτίωση της ισχύος στην ομάδα προπόνησης με φορτίο 35% και στην ομάδα προπόνηση με φορτίο 90% της 1-ME σε όλα τα φορτία επιβάρυνσης ενώ η ομάδα προπόνησης με φορτίο 15% της 1-ME βελτιώθηκε στα φορτία 15,25,50% της 1-ME. Μεταξύ των τριών ομάδων προπόνησης (15,35,90% της 1-ME) δεν παρουσιάστηκε διαφορά στα φορτία 15,25,35% της 1-ME (Moss et al., 1997). Παρατηρούμε, σύμφωνα με την προπονητική αρχή της εξειδίκευσης, ότι ανάλογα με το προπονητικό περιεχόμενο (ασκήσεις με βάρη, βαλλιστικές ασκήσεις, αλτικές ασκήσεις) και την ένταση της επιβάρυνσης (υψηλό, μεσαίο, χαμηλό φορτίο) επέρχεται αύξηση της ισχύος είτε βελτιώνοντας τη δύναμη είτε την ταχύτητα μετακίνησης είτε βελτιώνοντας και τη δύναμη και τη ταχύτητα.

Επισημαίνουμε, σε αντίθεση με την έρευνα των Hakkinen et al. (1985) και των Moss et al., (1997), ότι στην παρούσα μελέτη εφαρμόστηκε αντιθετική μέθοδος όπου η διάρκεια της προπόνησης ήταν 6 εβδομάδες, οι δοκιμαζόμενοι μέτρια προπονημένοι, η ένταση στην ομάδα υψηλού φορτίου ήταν 90% της 1-ME και στην ομάδα μέγιστης ισχύος 48-58% της 1-ME. Ενδεχομένως, μεγαλύτερο χρονικό διάστημα εφαρμογής της προπόνησης να έδειχνε διαφορά μεταξύ των ομάδων ενώ ενδιαφέρον παρουσιάζει η σύγκριση μεταξύ χαμηλών (30% της 1-ME), μεσαίων (48%-58% της 1-ME) και υψηλών φορτίων (90% της 1-ME) αντιθετικής προπόνησης.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα έρευνα εξετάστηκε η επίδραση ενός προγράμματος αντιθετικής προπόνησης σε νευρομυϊκούς παράγοντες. Επίσης, ερευνήθηκε κατά πόσο το μέγεθος του φορτίου επηρεάζει τη μεταβολή της απόδοσης, την ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα και τη σχέση φορτίου - ταχύτητας και φορτίου - ισχύος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής γενικά συμπεράσματα: α) η αντιθετική μέθοδος προπόνησης βελτιώνει τη μέγιστη δύναμη, τη μέγιστη ισχύ και την αλτική ικανότητα, β) βελτιώνει την αναερόβια ικανότητα μόνο όταν χρησιμοποιούνται μεσαία φορτία επιβάρυνσης (48-58% της 1-ME), γ) δεν επηρεάζει την ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών του μηρού και δ) επηρεάζει τη σχέση φορτίου-ισχύος.

Πιο αναλυτικά:

α) Η αντιθετική προπόνηση με μεσαίο φορτίο με το οποίο παράγεται η μέγιστη ισχύς (48-58% -1ME) και με υψηλό φορτίο (90% -1ME) επιφέρει σημαντική αύξηση στη μέγιστη δύναμη, στη μέγιστη ισχύ και στην αλτική ικανότητα

β) Μεταξύ του μεσαίου φορτίου (48%-58% της 1-ME) και του υψηλού φορτίου (90% της 1-ME) δεν παρατηρείται διαφοροποίηση ως προς το βαθμό βελτίωσης της μέγιστης δύναμης, της μέγιστης ισχύος και της αλτικής ικανότητας

γ) Η αναερόβια ικανότητα βελτιώνεται μόνο με προπόνηση με μεσαίο φορτίο (48-58% της 1-ME) όσο αφορά το ύψος των αλμάτων ενώ όσο αφορά την ισχύ των αλμάτων δεν παρουσιάζεται βελτίωση σε κανένα φορτίο προπόνησης.

δ) Η αντιθετική προπόνηση με μεσαίο φορτίο με το οποίο παράγεται η μέγιστη ισχύς (48-58% -1ME) και με υψηλό φορτίο (90% -1ME) δεν επιφέρει σημαντική αύξηση της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας του ορθού μηριαίου, του έσω πλατύ, έξω πλατύ και δικέφαλου μηριαίου παρά μόνο σε μεμονωμένες περιπτώσεις.

ε) Η σχέση φορτίου - ισχύος παρουσιάζει βελτίωση μετά την εφαρμογή ενός προγράμματος αντιθετικής προπόνησης διάρκειας 6 εβδομάδων.

στ) Η αντιθετική προπόνηση με μεσαίο φορτίο με το οποίο παράγεται η μέγιστη ισχύς (48-58% -1ME) και με υψηλό φορτίο (90% -1ME) επιφέρει σημαντική βελτίωση της σχέσεως φορτίου-ισχύος στα φορτία 35-50-65% της 1-ME.

ζ) Η προπόνηση με μεσαίο φορτίο (48-58% -1ME) παρουσιάζει υψηλότερη βελτίωση στο φορτίο 20% της 1-ME στη σχέση φορτίου-ισχύος.

### **Προτάσεις**

Κατά τη διάρκεια της παρούσας μελέτης εντοπίσθηκαν σημεία που δεν έχουν εξετασθεί στη βιβλιογραφία και η διερεύνηση των οποίων θα ήταν δυνατόν να δώσει απαντήσεις σε πλήθος ερευνητικών ερωτημάτων και να αποφέρει χρήσιμα συμπεράσματα για τον καταλληλότερο σχεδιασμό προπονητικών προγραμμάτων. Με τη διεξαγωγή μελλοντικών ερευνών θα μπορούσαν να εξετασθούν:

α) Η αποτελεσματικότητα προγραμμάτων αντιθετικής προπόνησης με χαμηλότερα φορτία (20-40% της 1-ME) και η σύγκριση τους με μεσαία (48-58% της 1-ME) και υψηλά (90% της 1-ME) φορτία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διατριβή ώστε να διαπιστωθεί ποιο φορτίο επιβάρυνσης προκαλεί μεγαλύτερη βελτίωση.

β) Σύγκριση της αντιθετικής προπόνησης με τη προπόνηση με βάρη υψηλού φορτίου, τη βαλλιστική προπόνηση, την πλειομετρική προπόνηση και τη συνδυαστική προπόνηση προκειμένου να εντοπισθεί η μέθοδος που προκαλεί τις μεγαλύτερες νευρομυϊκές προσαρμογές.

γ) Η επίδραση μεγαλύτερου χρονικού διαστήματος προπόνησης, πέραν των 6 εβδομάδων που εφαρμόστηκε στην παρούσα έρευνα, στη βελτίωση της απόδοσης.

δ) Η επίδραση υψηλότερου προπονητικού επιπέδου στην αποτελεσματικότητα της αντιθετικής μεθόδου προπόνησης και σύγκριση με το μέτριο προπονητικό επίπεδο το οποίο είχαν οι αθλούμενοι της παρούσας έρευνας.

ε) Η επίδραση της αντιθετικής προπόνησης στις γυναίκες και σύγκριση με τα αποτελέσματα των αντρών ώστε να εξακριβωθεί εάν υπάρχουν

διαφορές στις προσαρμογές που προκαλούνται από την αντιθετική προπόνηση μεταξύ των δύο φύλων.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adams, K., O'Shea, J., O'Shea, K. & Climstein, M. (1992). The effect of six week of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *Journal of Applied Sport Science Research*, 6(1), 36-41.
- American College of Sports Medicine. (2002). Position stand, Progression models in resistance training for health adults. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 34, 364-380.
- Baker, D. (1996). Improving vertical jump performance through General, Special, and pecific strength training, A brief review. *Strength and Conditioning Journal*, 10(2), 131-136.
- Baker, D. (2003). Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upper-body complex power training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(3), 493-497.
- Baker, D., Nance, S. & Moore M. (2001). The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power-trained athletes. *Strengt and Conditioning Journal*, 26(6), 52-57.
- Bird, S., Tarpenning, K., & Marino, F. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. *Sports Medicine*, 35(10), 841-851.
- Blakey, J. B. & Southard D. (1987). The combined effects of weight training and plyometrics on dynamic leg strength and leg power. *Journal of Applied Sport Science Research*, 1(1), 14-16.
- Brandenburg, J.P. (2005). The acute effects of prior dynamic resistance exercise using different loads on subsequent upper-body explosive performance in resistance-training men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 427-432.
- Chimera, N.J., Swanik, K.A., Swanik, B.C. & Straub, S.J. (2004). Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *Journal of Athletic Training*, 39(1), 24-31.
- Chiu, L.Z.F., Fry, A.C., Weiss, L.W., Schilling, B.K., Brown, L.E. & Smith, S.L.(2003). Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 671-677.

- Comyns, T.M., Harrison, A.J, Hennessy, K.L. & Jensen, R.L. (2006). The optimal complex training rest interval for athletes from anaerobic sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 471-476.
- Christou, M., Smilios, I., Sotiropoulos, K., Volaklis, K., Pilianidis, T. & Tokmakidis, S. (2006). Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 783-791.
- Diallo, O., Dore, E., Duche, P. & Van Praagh, E. (2001). Effects of plyometric training programme on physical performance in prepubescent soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(3), 342-348.
- Docherty, D., Robbins, D. & Hodcon, M. (2004). Complex training revisited, A review of its current status as a viable training approach. *Strength and Conditioning Journal*, 26(6), 52-57.
- Ebben, W. P., Jensen, R. L. & O Blackard, D.O. (2000). Electromyographic and kinetic analysis of complex training variables. *Strength and Conditioning Journal*, 14(4), 451-456.
- Fatouros, I., Jamurtas, A., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, N., Kostopoulos, N. & Buckenmeyer, P. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4), 470-476.
- Fry, A. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibreadaptation. *Sports Medicine*, 34(10), 663-679.
- French, D.N., Kraemer, W.J. & Cooke, C.B. (2003). Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle action. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 678-685.
- Gehri, D., Ricard, M., Kleiner, D. & Kirnendall, D. (1998). A comparison of plyometric training techniques for improving vertical jump ability and energy production. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12(2), 85-89.
- Gossen, R.E. & Sale, D.G. (2000). Effect of postactivation potentiation on dynamic knee extension performance. *European Journal of Applied Physiology*, 83, 524-530.
- Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Kasimatis, P., Mavromatis, G. & Garas, A. (2003). Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 342-344
- Hakkinen, K. & Komi P.V. (1985). Change in electrical and mechanical behaviour of leg extensor muscles during heavy resistance strength training. *Scandinavian Journal of Sports Science*, 7(2), 55-64.



- Hakkinen, K. & Komi P.V. (1985). Effect of explosive type strength training on electromyography and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercises. *Scandinavian Journal of Sports Science*, 7(2), 65-76.
- Hamada, T., Sale, D.G., MacDouglas, D.J. & Tarnopolsky, M.A. (2000). Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology*, 88, 2131-2137.
- Harris, G.R., M.H. Stone, H.S. O'Bryant, C.M. Proulx, & R.L. Johnson. (2000). Short-term performance effect of high power, high force, or combined weight- training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(1), 14-20.
- Hermens, H., Freriks, B., Merletti, R., Stegeman, D., Blok, J., Ran, G., Disselhorst – Klug, C. & Hagg, D. European recommendations for surface electromyography, *SENIAM*. 1999.
- Hodgson, M., Docherty, D., Robbins, D. & Tarnopolsky, M. (2005). Post – Activation Potentiation, Underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine*, 35(7), 585-595.
- Holcomb, W. R., Lander, J. E., Rutland, R. M. & Wilson D. G. (1996). The effectiveness of a modified plyometric program on power and the vertical jump. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(2), 89-92.
- Hrysomallis, C. & Kidgell, D. (2001). Effect of heavy dynamic resistive exercise on acute upper-body power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(4), 426-430.
- Jensen, R.L., & Ebben, W.P. (2003). Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 345-349.
- Jones, P. & Lees, A. (2003). A biomechanical analysis of the acute effects of complex training using lower limb exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 694-700.
- Kawamori, N., & Haff G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 675-684.
- Koch, A.J., O'Bryant, H.S, Stone, M.E., Sanborn, K., Proulx, C., Hruby, J., Shannonhouse, E., Boros, R. & Stone, M.H. (2003). Effect of warm-up on the standing broad jump in trained and untrained men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 710-714.

- Kraemer, W. & Ratamss, N. (2004). Fundamentals of resistance training, progression and exercise prescription. *Medicine Science in Sports & Exercises*. 36(4), 674-688.
- Lyttle, A.D., Wilson, G.J. & Ostrowski, K.J. (1996). Enhancing performance, Maximal power versus combined weights and plyometrics training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(1), 173-179.
- McBride, J., Triplett- McBride, T., Davie, A. & Newton, R. (2002). The effect of heavy -Vs light -load jump squats on the development of strength, power, and speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(1), 75-82.
- Myer, G.D., Ford, K.R., Brent, J.L. & Hewett, T.E. (2006). The effects of plyometric vs dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 345-353.
- Moore, W.E, Hickey, M.S. & Reiser, R.F. (2005). Comparison of two twelve week off-season combined training programs on entry level collegiate soccer players performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 791-798.
- Moss, B. M., Refsnes, P.E., Abildgaard, A., Nicolaysen, K. & Jensen, J. (1997). Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. *European Journal of Applied Physiology*, 75, 193-199.
- Newton, R. & Kraemer, W. (1994). Developing explosive muscular power, implications for a mixed methods training strategy. *Strength and Conditioning Journal*, 16(10), 20-31.
- Newton, R., Kraemer, W. & Hakkinen, K. (1999). Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(2), 323-330.
- Potteiger, J. A., Lockwood, R. H., Haub, M. D., Dolezal, B. D., Almuzaini, K. S., Schroeder, J. M. & Zebas, C. J. (1999). Muscle power and fiber characteristics following 8 weeks of plyometric training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(4), 275-279.
- Rahimi, R. & Behpur, N. (2005). The effects of plyometric, weight and plyometric-weight training on anaerobic power and muscular strength. *Physical Education and Sport*, 3(1), 81-91.
- Robbins, D. (2005). Postactivation potentiation and its practical applicability, a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 453-458.

- Robbins, D.W. & Docherty, D. (2005). Effect of loading on enhancement of power performance over three consecutive trials. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 898-902.
- Sale, D. (2002). Postactivation potentiation, role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Review*, 30(3), 138-143.
- Scott, S. & Docherty, D. (2004). Acute effect of heavy preloading on vertical and horizontal jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(2), 201-205.
- Siegel, J., Gilders, R., Staron, R. & Hagerman, F. (2002). Human muscle power output during upper- and lower-body exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(2), 173-178.
- Smilios, I., Piliandis, T., Sotiropoulos, K., Antonakis, M. & Tokmakidis, S. (2005). Short-term effects of selected exercise and load in contrast training on vertical jump perform. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 140-144.
- Stone, H., O'Bryant, H., McCoy L., Coglianese, R., Lehmkuhl M. & Schilling B. Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 140-147.
- Wagner, D & Kocak, S. (1997). A multivariate approach to assessing anaerobic power following a plyometric training program. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 251-255.
- Wilson, G., Newton, R., Murphy, A. & Humphries, B. (1993). The optimal training load for the development of athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(11), 1279-1286.
- Young, W., Jenner, A. & Griffiths, K. (1998). Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12(2), 82-84.
- Zink, A., Perry, A., Robertson, B., Roach, K. & Signorile, J. (2006). Peak power, ground reaction forces, and velocity during the squat exercise performed at different loads. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 658-664.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

Εργαστήριο Φυσικής Αγωγής & Άθλησης  
Κατεύθυνση Εργοφυσιολογίας  
Υπεύθυνος: Τοκμακίδης Σάββας, Καθηγητής

ΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥ

Όνοματεπώνυμο:	Σωματική Μάζα: kg
Ημερομηνία Γέννησης:	Σωματικό Ύψος: cm
Αθλητικές Δραστηριότητες:	Εβδομαδιαία Συχνότητα:
Προπονητική Εμπειρία Προπόνησης Δύναμης:	

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

1 <sup>η</sup> μέρα			
Ημερομηνία Μέτρησης:	Ωρα:	Θερμοκρασία:	Υγρασία:
1-ΜΕ Κάθισμα 90° : kg			
Σχέση φορτίου – ταχύτητας και φορτίου –ισχύος (φορτία kg):			
20%:	35%:	50%:	65%: 80%: 1-ΜΕ
2 <sup>η</sup> μέρα			
Ημερομηνία Μέτρησης:	Ωρα:	Θερμοκρασία:	Υγρασία:
Άλματα Bosco			
SJ: cm	cm	cm	
CMJ: cm	cm	cm	
DJ (40 cm): cm	Cont. time: ms	Power: w	
DJ (40 cm): cm	C. t: ms	P: w	
DJ (40 cm): cm	C. t: ms	P: w	
CMJ (bw): cm	cm	cm	
RJ (15 sec): n. j.	Height: cm	Power: w	

ΔΕΡΜΑΤΟΠΤΥΧΕΣ (mm)

Στήθους			
Κοιλιακή			
Μηριαία			