



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**«ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ»**



**«Σχέση Μυϊκής Ισχύος και Αρχιτεκτονικής Δομής των Μυών με τη  
Ριπτική Επίδοση σε Αθλητές Ρίψεων»**

**Ζάρας Νικόλαος**

**Μεταπτυχιακή Διατριβή**  
**«Άσκηση και Υγεία»**

**Δεκέμβριος 2016**

## Υπεύθυνη Δήλωση

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Ζάρας Νικόλαος, μεταπτυχιακός φοιτητής του τμήματος επιστήμης φυσικής αγωγής και αθλητισμού του προγράμματος μεταπτυχιακού προγράμματος «Άσκηση και Υγεία»

δηλώνω υπεύθυνα ότι αποδέχομαι τους παρακάτω όρους που αφορούν

(α) στα πνευματικά δικαιώματα της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας (ΜΔΕ)/ μου με τίτλο: «Σχέση μυϊκής ισχύος και αρχιτεκτονικής δομής των μυών με τη ριπτική επίδοση σε αθλητές ρίψεων»

(β) στη διαχείριση των ερευνητικών δεδομένων που θα συλλέξω στην πορεία εκπόνησής της:

1. Τα πνευματικά δικαιώματα του τόμου της μεταπτυχιακής ή διδακτορικής διατριβής που θα προκύψει θα ανήκουν σε μένα. Θα ακολουθήσω τις οδηγίες συγγραφής, εκτύπωσης και κατάθεσης αντιτύπων της διατριβής στα ανάλογα αποθετήρια (σε έντυπη ή/και σε ηλεκτρονική μορφή).

2. Η διαχείριση των δεδομένων της διατριβής ανήκει από κοινού σε εμένα και στον κύριο επιβλέποντα καθηγητή.

3. Οποιαδήποτε επιστημονική δημοσίευση ή ανακοίνωση (αναρτημένη ή προφορική), ή αναφορά που προέρχεται από το υλικό/δεδομένα της εργασίας αυτής θα γίνεται με συγγραφείς εμένα τον ίδιο, τον κύριο επιβλέποντα ή/και άλλους ερευνητές (πχ μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, συνεργάτες κλπ), ανάλογα με τη συμβολή τους στην έρευνα και στη συγγραφή των ερευνητικών εργασιών.

4. Η σειρά των ονομάτων στις επιστημονικές δημοσιεύσεις ή επιστημονικές ανακοινώσεις θα αποφασίζεται από κοινού από εμένα και τον κύριο επιβλέποντα της εργασίας, πριν αρχίσει η εκπόνησή της. Η απόφαση αυτή θα πιστοποιηθεί εγγράφως μεταξύ εμού και του κύριου επιβλέποντος.

**Τέλος, δηλώνω ότι γνωρίζω τους κανόνες περί δεοντολογίας και περί λογοκλοπής και πνευματικής ιδιοκτησίας και ότι θα τους τηρώ απαρέγκλιτα καθ' όλη τη διάρκεια της φοίτησης και κάλυψης των εκπαιδευτικών υποχρεώσεων μου που προκύπτουν από το ΠΜΣ/τμήμα και καθ' όλη τη διάρκεια των διαδικασιών δημοσίευσης που θα προκύψουν μετά την ολοκλήρωση των σπουδών μου.**

15 / 03 / 2016

Ο δηλών



Ζάρας Νικόλαος, Μεταπτυχιακός Φοιτητής, ΠΜΣ «Άσκηση και Υγεία»

**Μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής**

**Φατούρος Ιωάννης (Επιβλέπων)  
Επίκουρος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

**Τερζής Γεράσιμος  
Αναπληρωτής Καθηγητής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών**

**Τζιαμούρτας Αθανάσιος  
Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**



Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας

Τρίκαλα: 6/4/2016  
Αριθμ. Πρωτ:1101

**Βεβαίωση έγκρισης της πρότασης για διεξαγωγή Έρευνας με τίτλο:**  
Σχέση μυϊκής ισχύος και αρχιτεκτονικής δομής των μυών με τη ριπτική επίδοση σε αθλητές ρίψεων.

**Επιστημονικώς υπεύθυνος – επιβλέπων:** Φατούρος Ιωάννης  
**Ιδιότητα:** Αναπληρωτής Καθηγητής  
**Ίδρυμα:** Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας  
**Τμήμα:** ΤΕΦΑΑ

**Επιστημονικώς υπεύθυνος – επιβλέπων:** Τερζής Γεράσιμος  
**Ιδιότητα:** Αναπληρωτής Καθηγητής  
**Ίδρυμα:** Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
**Τμήμα:** ΤΕΦΑΑ

**Κύριος φοιτητής-τρια:** Ζάρας Νικόλαος  
**Πρόγραμμα Σπουδών:** ΠΜΣ «Άσκηση και Υγεία».  
**Ίδρυμα:** Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας  
**Τμήμα:** ΤΕΦΑΑ

Η προτεινόμενη έρευνα θα είναι: Μεταπτυχιακή Διατριβή  
Τηλ. επικοινωνίας: 6945630581  
Email επικοινωνίας: [nikzar@phed.uoa.gr](mailto:nikzar@phed.uoa.gr)

Η Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας του Τ.Ε.Φ.Α.Α., Πανεπιστημίου Θεσσαλίας μετά την υπ. Αριθμ. 2-3/6-4-2016 συνεδρίασή της εγκρίνει τη διεξαγωγή της προτεινόμενης έρευνας.

Ο Πρόεδρος της  
Εσωτερικής Επιτροπής  
Δεοντολογίας – ΤΕΦΑΑ

Τσιόκανος Αθανάσιος  
Αναπληρωτής Καθηγητής



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ



Καρούς  
42 100, Τρίκαλα  
Τηλ: 24310 47019  
Φαξ: 24310 47057  
E-mail: msc@pe.uth.gr  
www: www.pe.uth.gr/msc

**ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ  
ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ  
ΤΟΥ ΖΑΡΑ ΝΙΚΟΛΑΟΥ**

Τρίκαλα, 16/12/2016

Η τριμελής εξεταστική επιτροπή του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών Άσκηση και Υγεία του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, που ορίστηκε για τη κρίση της μεταπτυχιακής διατριβής του Ζάρα Νικολάου, συνήλθε σήμερα Παρασκευή 16/12/2016 και ώρα 14.30 σε αίθουσα διαλέξεων του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και παρακολούθησε την υποστήριξη της διατριβής με τίτλο:

«Σχόση μυϊκής ισχύος και αρχιτεκτονικής δομής των μυών με τη ρυθμική επίδοση σε αθλητές ρίψεων»

Μετά την ανάπτυξη της μεταπτυχιακής διατριβής τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής υπέβαλαν ερωτήσεις στον υποψήφιο, τόσο γενικού περιεχομένου, όσο και σχετικές με το θέμα της διατριβής. Κατόπιν υποβλήθηκαν ερωτήσεις από το κοινό.

Στην συνέχεια αποχώρησε ο υποψήφιος και ακολούθησε συζήτηση της επιτροπής. Όλα τα μέλη της επιτροπής δήλωσαν ότι έμειναν απόλυτα ικανοποιημένα τόσο από την ανάπτυξη όσο και από τις απαντήσεις του υποψήφιου.

Η επιτροπή μετά από ψηφοφορία, έκρινε ομόφωνα ότι η μεταπτυχιακή διατριβή του Ζάρα Νικολάου είναι πρωτότυπη και αποτελεί ουσιαστική συμβολή στην επιστήμη και αποφάσισε να του απονείμει το βαθμό Λ.Σ.

Τα μέλη της τριμελούς επιτροπής:

1. ΦΑΓΟΥΡΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ  
(Επιβλέπων Καθηγητής)
2. ΤΕΡΖΗΣ ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ  
(Μέλος)
3. ΤΖΙΑΜΟΥΡΤΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ  
(Μέλος)

  
(Υπογραφή)

  
(Υπογραφή)

  
(Υπογραφή)

## Ευχαριστίες

Η ολοκλήρωση των Μεταπτυχιακών μου σπουδών σε ένα πρόγραμμα τόσο απαιτητικό όσο αυτό της Άσκησης και Υγείας δεν θα μπορούσε να επιτευχθεί χωρίς την αμέριστη στήριξη και συμπαράσταση ορισμένων ανθρώπων. Για αυτό θεωρώ ανάγκη τουλάχιστον μέσα από αυτές τις γραμμές να εκφράσω τις ευχαριστίες μου.

Ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Φατούρο που με στήριξε σε όλη την επίπονη διαδικασία αλλά κυρίως για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου.

Ευχαριστώ τον κ. Τερζή που έχει σταθεί στο πλευρό μου αμέτρητες φορές, που πιστεύει σε εμένα, και συζητά μαζί μου για ώρες όλες τις τρελές ιδέες που θέλουμε να πραγματοποιήσουμε.

Ευχαριστώ τον διευθυντή του προγράμματος Άσκηση και Υγεία κ. Τζαμούρτα για την υποστήριξη και την βοήθεια στο να ολοκληρώσω τις επίπονες σπουδές μου.

Σημαντικό ρόλο στην έκβαση αυτής της διατριβής έχουν και οι συνάδελφοί μου στην Αθήνα που τους ευχαριστώ για όλα: Γιώργος Καραμπάτσος, Σπύρος Μεθενίτης, Αγγελική Στασινάκη αλλά και τον μεγάλο δάσκαλο τον κ. Γεωργιάδη.

Ευχαριστώ όλους τους αθλητές που συμμετείχαν στην μελέτη και έδωσαν τον καλύτερο εαυτό τους αλλά και τον πολύτιμο χρόνο τους στην διεκπεραίωση της πειραματικής διαδικασίας. Σας ευχαριστώ παιδιά μου.

Την διατριβή μου την αφιερώνω στην οικογένειά μου, στους γονείς μου Πρωτοπρεσβύτερο Δημήτριο και Πρεσβυτέρα Μαρία, στα αδέρφια μου Γιώργο, Κωνσταντίνο και Φωτεινή και στα ανιψιά μου Δημήτρη και Μαρία-Ειρήνη.

Ιδιαίτερα όμως την αφιερώνω στην μέλλουσα σύζυγό μου Αγγελική Κάββουρα, που τις χρωστάω κάτι περισσότερο από την ευτυχία μου. Σε ευχαριστώ ζωή μου.

Τέλος, ευχαριστώ τον Θεό που μου έδωσε δύναμη να νικήσω το 2007 και να συνεχίσω δυναμικά στην κατάκτηση της αλήθειας, της γνώσης και της επιστήμης.

## Περίληψη

Τα αγωνίσματα των αθλητικών ρίψεων του κλασικού αθλητισμού είναι η σφαιροβολία, η δισκοβολία, η σφυροβολία και ο ακοντισμός. Η επίδοση σε αυτά τα αγωνίσματα στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στην παραγωγή μυϊκής ισχύος. Μολονότι η μυϊκή ισχύς αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στις αθλητικές ρίψεις, ελάχιστα ερευνητικά δεδομένα υπάρχουν αναφορικά με τη σχέση της μυϊκής ισχύος και της αγωνιστικής ριπτικής επίδοσης, ενώ αδιευκρίνιστο παραμένει το ερώτημα εάν οι αλλαγές που προκαλεί η μακροχρόνια προπόνηση στην αγωνιστική ριπτική επίδοση συσχετίζονται με αλλαγές στη μυϊκή ισχύ και στην μορφολογία των μυών. Σκοπός της μελέτης ήταν να διερευνηθεί αν οι αλλαγές που προκαλεί η μακροχρόνια προπόνηση στην αγωνιστική ριπτική επίδοση συσχετίζονται με τις αλλαγές στην αλτική ικανότητα, στο δρόμο ταχύτητας και στην αρχιτεκτονική δομή των μυών σε νέους αθλητές ρίψεων του κλασικού αθλητισμού. Στη μελέτη συμμετείχαν 11 νέοι αθλητές ρίψεων (ανάστημα:  $1,73 \pm 0,1m$ , μάζα:  $84,2 \pm 19,8kg$ , προπονητική εμπειρία  $5 \pm 1$  έτη). Οι αθλητές ακολούθησαν 10 εβδομάδες προπόνησης των 2 μεσόκυκλων από 5 εβδομαδιαίους μικρόκυκλους, με στόχο την ανάπτυξη της δύναμης και της δύναμης – ισχύος. Πριν και μετά την προπονητική περίοδο αξιολογήθηκαν: η αγωνιστική ρίψη, η ριπτική ικανότητα με ρίψεις σφαίρας, το οριζόντιο άλμα χωρίς φόρα, η δρομική ταχύτητα στα 40m, τα κατακόρυφα άλματα από ημικάθισμα και με αιώρηση κορμού και τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του έξω πλατύ μηριαίου μυός. Η αγωνιστική ρίψη αυξήθηκε κατά  $5,8 \pm 2,8\%$  ( $p=0,000$ ,  $\eta^2=0,724$ ), όπως και η ρίψη σφαίρας από τελική διπλή στήριξη κατά  $2,8 \pm 3,9\%$  ( $p=0,04$ ,  $\eta^2=0,356$ ). Η επίδοση στο οριζόντιο άλμα αυξήθηκε σημαντικά κατά  $1,7 \pm 1,5\%$  ( $p=0,03$ ,  $\eta^2=0,393$ ) ενώ η επίδοση στα 40m μειώθηκε σημαντικά κατά  $-1,9 \pm 0,9\%$  ( $p=0,005$ ,  $\eta^2=0,603$ ). Καμία σημαντική αλλαγή δεν βρέθηκε στα κατακόρυφα άλματα ( $p > 0,05$ ). Το πάχος του έξω πλατύ μηριαίου μυός και το μήκος των μυϊκών δεματίων αυξήθηκαν κατά  $6,2 \pm 7,4\%$  ( $p=0,016$ ,  $\eta^2=0,453$ ) και  $10,5 \pm 13,1\%$  ( $p=0,030$ ,  $\eta^2=0,390$ ), αντίστοιχα. Σημαντική συσχέτιση βρέθηκε ανάμεσα στις ποσοστιαίες μεταβολές της ρίψης σφαίρας με το οριζόντιο άλμα ( $r=0,81$ ,  $p=0,003$ ) και με τον δρόμο ταχύτητας ( $r=0,63$ ,  $p=0,038$ ) αλλά όχι με την αγωνιστική ρίψη. Σημαντική συσχέτιση βρέθηκε ανάμεσα στις ποσοστιαίες αυξήσεις στο πάχος του έξω πλατύ μηριαίου μυός με τον δρόμο ταχύτητας ( $r=0,62$ ,  $p=0,045$ ). Ο γραμμικός συνδυασμός της αύξησης στο πάχος του

μυός και του ποσοστού αλλαγής στη ρίψη σφαίρα πίσω εξηγούσε το 56% της ποσοστιαίας αύξησης στην αγωνιστική ριπτική επίδοση. Τα αποτελέσματα της μελέτης προτείνουν ότι απλές δοκιμασίες πεδίου σε συνδυασμό με την αρχιτεκτονική δομή των μυών μπορούν να προβλέψουν τις αλλαγές στην αγωνιστική ριπτική επίδοση. Οι δοκιμασίες πεδίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους προπονητές ώστε να αξιολογήσουν τις αλλαγές στη μυϊκή ισχύ των αθλητών αλλά και να προβλέψουν τις αλλαγές στη ριπτική ικανότητα. Προτείνεται η χρήση αυτών των εύκολων δοκιμασιών ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχει εύκολη πρόσβαση σε εργομετρικό εργαστήριο.

**Λέξεις Κλειδιά:** Ριπτική Ικανότητα, Σφαιροβολία, Κλασικός Αθλητισμός, Περιοδισμός



## ABSTRACT

Track and field throwing events are the shot put, the discus, the hammer and the javelin throw. Performance in these events depends largely on muscle power production. Although muscle power is a key-factor for an elevated track and field throwing performance, scarce data exists regarding the relationship between muscle power and track and field throwing performance while it remains uncertain whether training-induced changes in track and field throwing performance are linked with changes in muscle power production or muscle architecture characteristics. The purpose of the study was to investigate whether training-induced changes in track and field throwing performance are linked with changes in jumping, sprinting and muscle architecture in young track and field throwers. Eleven well trained track and field throwers (body height:  $1.73\pm 0.1\text{m}$ , body mass:  $84.2\pm 19.8\text{kg}$ , training experience  $5\pm 1$  έτη) participated in the study. Athletes followed a 10 weeks periodized training program which was further supported in 2 mesocycles of 5 weeks each. Before and after the training intervention was measured: track and field throwing performance, throwing performance with shot put tests, standing long jump, 40m sprint, vertical jumps on a force platform and vastus lateralis muscle architecture characteristics. Track and field throwing performance was significantly increased by  $5.8\pm 2.8\%$  ( $p=0.000$ ,  $\eta^2=0.724$ ), whilst only shot put throw from the power position was increased by  $2.8\pm 3.9\%$  ( $p=0.04$ ,  $\eta^2=0.356$ ). Work production in standing long jump increased by  $1.7\pm 1.5\%$  ( $p=0.03$ ,  $\eta^2=0.393$ ) while performance in 40m sprint was significantly decreased by  $-1.09\pm 0.9\%$  ( $p=0.005$ ,  $\eta^2=0.603$ ). No significant changes were observed for the vertical jumps ( $p>0.005$ ). Vastus lateralis muscle thickness and fascicle lengths were significantly increased by  $6.2\pm 7.4\%$  ( $p=0.016$ ,  $\eta^2=0.453$ ) and  $10.5\pm 13.1\%$  ( $p=0.030$ ,  $\eta^2=0.390$ ), respectively. Significant correlation was found between the percentage increases in shot put throw from power position with the percentage increase in standing long jump ( $r=0.81$ ,  $p=0.003$ ) and with the percentage decrease in 40m sprint ( $r=0.63$ ,  $p=0.038$ ). However, no significant correlation was found between track and field throwing performance with any variable. In addition, significant correlation was found between the percentage increase in vastus lateralis muscle thickness and 40m sprint ( $r=0.62$ ,  $p=0.045$ ). The linear combination of the

percentage increase in vastus lateralis muscle thickness with the percentage change in backward shot put throw could significantly predict the 56% of the percentage increase in track and field throwing performance. The results of the study suggests that changes in easy to use field power tests combined with changes in muscle architecture can predict the percentage increase in track and field throwing performance. Field power tests can be used effectively by coaches in order to evaluate changes in muscle power and predict increases in throwing performance. From a practical perspective these results suggest that field power tests can be used safely when laboratory equipment is absent

**Key Words:** Throwing performance, Shot put, Track and field, Periodization

<b>Περιεχόμενα</b>	<b>Σελίδες</b>
Δήλωση Πνευματικών Δικαιωμάτων	ii
Μέλη Τριμελούς Επιτροπής	iii
Βεβαίωση Επιτροπής Δεοντολογίας	iv
Πρακτικό Αξιολόγησης Τριμελούς Επιτροπής	v
Ευχαριστίες	vi
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	vii
Abstract	ix
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1, ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>1</b>
1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος	2
1.2 Σημασία της έρευνας	3
1.3 Ερευνητικά ερωτήματα	3
1.4 Ερευνητικές υποθέσεις	3
1.5 Περιορισμοί	3
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2, ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ</b>	<b>4</b>
2.1 Οι αθλητικές ρίψεις	4
2.2 Σχέση μυϊκής ισχύος και επίδοσης στα αγωνίσματα ρίψεων	7
2.2.1 Ο ρόλος της προπόνησης δύναμης - ισχύος στη ριπτική επίδοση	7
2.2.2 Σχέση μυϊκής ισχύος και ριπτικής επίδοσης	9
2.3 Αρχιτεκτονική δομή των μυών και ριπτική επίδοση	10
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3, ΜΕΘΟΔΟΣ</b>	<b>13</b>
3.1 Ερευνητικός σχεδιασμός	13
3.2 Δείγμα	13
3.3 Προπόνηση	14
3.4 Περιγραφή των οργάνων μέτρησης	15
3.5 Περιγραφή των δοκιμασιών	17
3.5.1 Αγωνιστική ριπτική επίδοση	17
3.5.2 Ρίψεις σφαίρας	17
3.5.3 Οριζόντιο άλμα άνευ φόρας	19
3.5.4 Δρόμος ταχύτητας 40m	19
3.5.5 Κατακόρυφα άλματα	20
3.5.6 Μυϊκή Υπερηχογραφία	21

3.6 Στατιστική ανάλυση	22
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4, ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	24
4.1 Σωματομετρικά Χαρακτηριστικά	24
4.2 Αγωνιστική Ριπτική Επίδοση	24
4.3 Ριπτικές Δοκιμασίες με Σφαίρες	25
4.4 Οριζόντιο Άλμα Άνευ Φόρας και Δρόμος Ταχύτητας 40m	26
4.5 Κατακόρυφα Άλματα	26
4.6 Αρχιτεκτονική Δομή των Μυών	27
4.7 Συσχετίσεις ανάμεσα στις μεταβλητές στις δύο πειραματικές μετρήσεις	28
4.8 Συσχετίσεις ανάμεσα στις ποσοστιαίες μεταβολές των μεταβλητών	31
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5, ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	34
5.1 Σχέση μυϊκής ισχύος αρχιτεκτονικής δομής των μυών και αγωνιστικής ριπτικής επίδοσης	34
5.2 Η επίδραση της προπόνησης στη ριπτική επίδοση στη μυϊκή ισχύ και στην αρχιτεκτονική δομή των μυών	36
5.3 Συμπεράσματα	38
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	39
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>	44



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επίδοση στα ριπτικά αγωνίσματα του κλασικού αθλητισμού βασίζεται σε μεγάλο βαθμό, στη παραγωγή μυϊκής ισχύος (Zatsiorsky et al., 1981). Η παραγωγή μυϊκής ισχύος μπορεί να αυξηθεί είτε με την αύξηση της ταχύτητας της κίνησης είτε με την αύξηση της ικανότητας υπερνίκησης μιας εξωτερικής αντίστασης. Κι αυτό γιατί ισχύει ότι  $P = W * t$  (όπου  $P$ = ισχύς,  $W$ = έργο και  $t$ = χρόνος). Επειδή το έργο ( $W$ ) ορίζεται ως το γινόμενο της δύναμης ( $F$ ) επί το διάστημα ( $S$ ), έχουμε ότι  $P = F * U$ . Συνεπώς, η ισχύς είναι παράγωγο της δύναμης και της ταχύτητας με την οποία αυτή εφαρμόστηκε (Caserotti et al., 2008). Από τη σύντομη αυτή ανάλυση είναι φανερό ότι οι αθλητές που συμμετέχουν στα ριπτικά αγωνίσματα του κλασικού αθλητισμού πρέπει να βελτιστοποιήσουν την ικανότητα που έχουν να παράγουν μυϊκή δύναμη, αλλά και την ταχύτητα εφαρμογής της δύναμής τους ώστε να μεγιστοποιήσουν την ικανότητά τους να παράγουν μυϊκή ισχύ.

Μολονότι η μυϊκή ισχύς αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τη μεγιστοποίηση της αγωνιστικής ριπτικής επίδοσης, δεν υπάρχουν επαρκή ερευνητικά δεδομένα που να συνδέουν την μυϊκή ισχύ με την αγωνιστική ριπτική επίδοση. Πιο συγκεκριμένα, μελέτη των Kyriazis et al., (2009), έδειξε ότι η παραγωγή μυϊκής ισχύος στο κατακόρυφο άλμα με αιώρηση συνδέεται σημαντικά με τη ρίψη σφαίρας ( $r = 0,70$ ) ενώ μελέτες των Morrow et al., (1982), και Terzis et al., (2010), έδειξαν σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα στην αγωνιστική ριπτική επίδοση και σε απλές δοκιμασίες πεδίου όπως το οριζόντιο άλμα ( $r = 0,69$ ), ο δρόμος ταχύτητας ( $r = -0,64$ ) και η ρίψη σφαίρας πίσω ( $r = 0,90$ ). Ωστόσο, αυτές οι συσχετίσεις βρέθηκαν σε μεμονωμένες προπονητικές περιόδους χωρίς να έχει διερευνηθεί η επίδραση της προπόνησης σε αυτές τις συνδέσεις. Επιπροσθέτως, η πρόσβαση σε εργομετρικά εργαστήρια δεν είναι πάντα εύκολη για όλους τους αθλητές. Μάλιστα, υπάρχει η εμπειρική αντίληψη ότι οι δοκιμασίες πεδίου όπως το οριζόντιο άλμα και οι δρόμοι ταχύτητας συνδέονται με την αγωνιστική ριπτική επίδοση χωρίς όμως να υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα που να υποστηρίζουν κάτι τέτοιο. Έτσι, αναπάντητο παραμένει το ερώτημα κατά πόσο οι αλλαγές που προκαλεί η συστηματική προπόνηση στην αγωνιστική ριπτική επίδοση συνδέονται με τις αλλαγές στη μυϊκή ισχύ σε απλές δοκιμασίες πεδίου.

Η αρχιτεκτονική δομή των μυών αναφέρεται στο πάχος του μυός, στη γωνία που σχηματίζουν τα μυϊκά δεμάτια με την κάτω απονεύρωση του μυός και στο μήκος των μυϊκών δεματίων. Μελέτες δείχνουν ότι τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά των μυών παρουσιάζουν ιδιαίτερη προσαρμοστικότητα μετά από προπόνηση δύναμης και ισχύος (Aagaard et al., 2001, Blazevich et al., 2003, Cormie et al., 2010, Zaras et al., 2013, Stasinaki et al., 2015). Το πάχος του μυός δείχνει κυρίως αλλαγές που προκύπτουν από την προπόνηση υπερτροφίας. Αντίστοιχα, όσο το πάχος αυξάνεται, αυξάνεται και η γωνία πρόσφυσης των μυϊκών δεματίων. Μάλιστα, μελέτες δείχνουν ότι η αλλαγή στη γωνία των μυϊκών δεματίων μπορεί να ενισχύσει την απόδοση σε μία μέγιστη μυϊκή προσπάθεια όπως η ρίψη, άμεσα μετά από μια έντονη παρέμβαση (μεταδιεγερτική διευκόλυνση, Sale, 2002). Τέλος, το μήκος των μυϊκών δεματίων συσχετίζεται με την παραγωγή ισχύος. Συγκεκριμένα, έχει βρεθεί ότι το μήκος των μυϊκών δεματίων συσχετίζεται τόσο με τις δοκιμασίες ταχύτητας (Abe et al., 2001, Kumagai et al., 2000, Nimphius et al., 2012) όσο και με τα κατακόρυφα άλματα (Earp et al., 2010, 2011, Stasinaki et al., 2015). Σε πρόσφατη ερευνητική εργασία βρέθηκε σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην αρχιτεκτονική δομή του έξω πλατύ μηριαίου μυός με την επίδοση σε ριπτικές δοκιμασίες σε νέους αθλητές ρίψεων (Zaras et al., 2016). Μολονότι η συσχέτιση ανάμεσα στη ριπτική επίδοση και στα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά των μυών έχει διερευνηθεί δεν υπάρχουν άλλα ερευνητικά δεδομένα αναφορικά με τη σύνδεση της αρχιτεκτονικής δομής των μυών και της αγωνιστικής ριπτικής ικανότητας. Μάλιστα, άγνωστη παραμένει η σχέση των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών των μυών τόσο με το άλμα άνευ φόρας όσο και με τον δρόμο ταχύτητας σε αθλητές ρίψεων.

Σκοπός της μελέτης είναι να διερευνηθεί αν οι αλλαγές που προκαλεί η μακροχρόνια προπόνηση στην αγωνιστική ριπτική επίδοση συσχετίζονται με τις αλλαγές στην αλτική ικανότητα, στο δρόμο ταχύτητας και στην αρχιτεκτονική δομή των μυών, σε νέους αθλητές ρίψεων του κλασικού αθλητισμού. Διατυπώθηκε η υπόθεση ότι οι αλλαγές στην αγωνιστική ριπτική επίδοση θα συσχετίζονται με τις αλλαγές στις δοκιμασίες άλματος, ταχύτητα και με τις αλλαγές στην αρχιτεκτονική δομή των μυών.

### **1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος**

Οι αλλαγές που προκαλεί η μακροχρόνια συστηματική προπόνηση στην αγωνιστική ριπτική επίδοση και η σύνδεση με τις αλλαγές στο οριζόντιο άλμα, στο

δρόμο ταχύτητας και στην αρχιτεκτονική δομή των μυών σε νέους αθλητές ρίψεων παραμένουν αδιευκρίνιστες.

## 1.2 Σημασία της έρευνας

Η σημαντικότητα της έρευνας έγκειται στην διερεύνηση της επίδρασης της μακροχρόνιας προπόνησης δύναμης – ισχύος στη σχέση ανάμεσα στην αγωνιστική ριπτική επίδοση και σε απλές δοκιμασίες ισχύος. Ταυτόχρονα, στην αξιολόγηση και σύνδεση των αλλαγών στην αρχιτεκτονική δομή των μυών με τις αλλαγές στην επίδοση σε δοκιμασίες ισχύος. Τα ευρήματα της μελέτης θα προτείνουν τον σχεδιασμό προπονητικών προγραμμάτων ενώ θα δείξουν κατά πόσο υπάρχει σύνδεση της αγωνιστικής ριπτικής επίδοσης με δοκιμασίες ισχύος πεδίου, όπως το οριζόντιο άλμα και ο δρόμος ταχύτητας, αλλά και με την αρχιτεκτονική δομή των μυών σε νέους αθλητές ρίψεων του κλασικού αθλητισμού.

## 1.3 Ερευνητικά ερωτήματα

Σύμφωνα με την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας διατυπώνονται τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

1. Υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στις αλλαγές της αγωνιστικής ριπτικής επίδοσης και στις αλλαγές στη μυϊκή ισχύ και στην αρχιτεκτονική δομή των μυών μετά από μακροχρόνια προπόνηση, σε αθλητές ρίψεων;
2. Υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στις αλλαγές σε απλές δοκιμασίες ισχύος και στην αρχιτεκτονική δομή των μυών μετά από μακροχρόνια προπόνηση σε αθλητές ρίψεων;

## 1.4 Ερευνητικές υποθέσεις

Με βάση την επιστημονική βιβλιογραφία διατυπώνονται οι εξής υποθέσεις:

1. Οι αλλαγές σε απλές δοκιμασίες ισχύος αλλά και στην αρχιτεκτονική δομή των μυών θα συσχετίζονται με τις αλλαγές στην αγωνιστική ριπτική επίδοση.
2. Οι αλλαγές στις δοκιμασίες ισχύος θα συσχετίζονται με τις αλλαγές στην αρχιτεκτονική δομή των μυών.

## 1.5 Περιορισμοί

1. Οι αθλητές που έλαβαν μέρος στη μελέτη προέρχονται από τα τέσσερα διαφορετικά ριπτικά αγωνίσματα.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

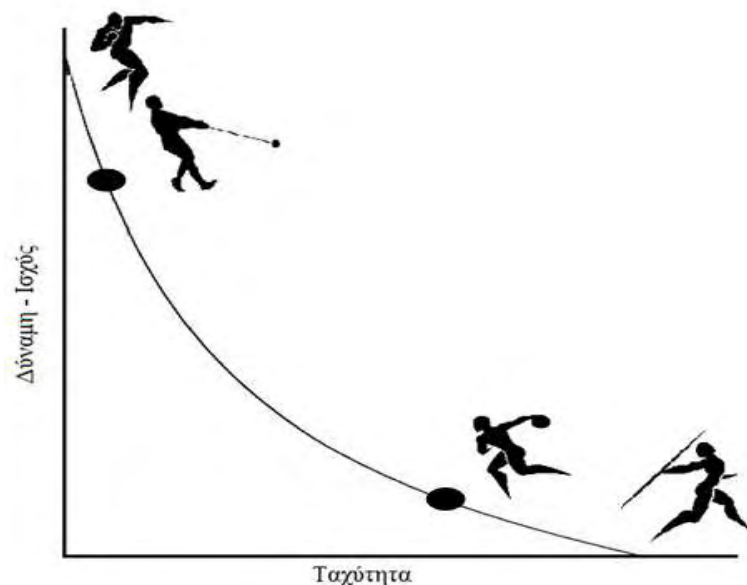
#### 2.1 Οι αθλητικές ρίψεις

Τα ριπτικά αγωνίσματα του κλασικού αθλητισμού είναι η σφαιροβολία, η σφυροβολία, η δισκοβολία και ο ακοντισμός. Η επίδοση στις αθλητικές ρίψεις στηρίζεται στην υψηλή παραγωγή ισχύος (Zatsiorsky et al., 1981, Kyriazis et al., 2009). Η μυϊκή ισχύς εξαρτάται από πολλούς νευρομυϊκούς παράγοντες, όπως το μέγεθος της μυϊκής μάζας, η κατανομή των μυϊκών ινών τύπου II, το επίπεδο νευρικής ενεργοποίησης των πρωταγωνιστών μυών αλλά και από την αρχιτεκτονική δομή των μυών (Moritany, 2002, Cormie et al., 2010). Πράγματι, παρατηρώντας τους αθλητές των ρίψεων είναι ξεκάθαρο ότι διακρίνονται για τα σωματικά τους προσόντα αλλά και για την ικανότητα να εκτελούν με πολύ υψηλή ταχύτητα και με ακρίβεια την τεχνική του παλμού σε κάθε ριπτικό αγώνισμα. Στις ρίψεις ο ιδανικός συνδυασμός βιομηχανικών και βιολογικών παραγόντων μπορούν να δώσουν πληροφορίες τόσο για την σωστή εκτέλεση του παλμού, αλλά και για τις αντίστοιχες προσαρμογές του αθλητή (πχ. μυϊκές, νευρικές) από το εκάστοτε προπονητικό ερέθισμα.

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας φαίνεται ότι οι βιομηχανικοί παράγοντες που επηρεάζουν περισσότερο την απόσταση βολής σε όλα τα ριπτικά αγωνίσματα είναι η ταχύτητα, η γωνία και το ύψος απελευθέρωσης (Hubbard et al., 2001, Bature, 2010, Shaa, 2010). Μάλιστα, η ταχύτητα απελευθέρωσης είναι ο σπουδαιότερος παράγοντας καθώς μικρές αυξήσεις στην ταχύτητα μπορούν να οδηγήσουν σε πολύ μεγαλύτερη ριπτική επίδοση (Lichtenberg and Wills, 1997, Gutiérrez et al., 2002). Αντίστοιχα, η γωνία απελευθέρωσης μπορεί να βελτιωθεί μέσω εξειδικευμένης προπόνησης ενώ το ύψος απελευθέρωσης εξαρτάται περισσότερο από το σωματικό ανάστημα του αθλητή (Schaa, 2010). Οι ριπτικοί παλμοί με τη σειρά τους επηρεάζονται από θεμελιώδεις νόμους της φυσικής όπως η φυγόκεντρος και η κεντρομόλος δύναμη (πχ. οι δυνάμεις που ασκούνται στο όργανο της σφύρας κατά την περιστροφή), τα τρία αξιώματα του Newton (αδράνεια, επιτάχυνση, δράση αντίδραση), αλλά και από την έλξη της βαρύτητας ( $g = 9,81\text{m/sec}^2$ ). Φαίνεται λοιπόν ότι η επίδοση στα ριπτικά αγωνίσματα εξαρτάται από

πληθώρα παραγόντων που καθιστούν τις αθλητικές ρίψεις στα δυσκολότερα αγωνίσματα.

Οι ριπτικοί παλμοί χωρίζονται σε περιστροφικούς και ευθύγραμμους. Συγκεκριμένα τα αγωνίσματα της δισκοβολίας, της σφυροβολίας, αλλά και της σφαιροβολίας πραγματοποιούνται με περιστροφή ενώ τα αγωνίσματα του ακοντισμού και της σφαιροβολίας (ευθύγραμμος παλμός) πραγματοποιούνται με ευθύγραμμους παλμούς. Οι ρίψεις γίνονται εντός της κονίστρας του στίβου ενώ τα ριπτικά όργανα έχουν για άντρες και γυναίκες τα εξής βάρη: σφαίρα-σφύρα 7,26kg και 4kg, δίσκος 2kg και 1kg, ακόντιο 800gr και 600gr, αντίστοιχα. Μάλιστα, εάν κατατάξουμε κάθε αγώνισμα στην ταχοδυναμική σχέση σύμφωνα με το βάρος του οργάνου φαίνεται ότι οι απαιτήσεις για δύναμη είναι υψηλότερες στα αγωνίσματα της σφαίρας – σφύρας και μικρότερες στα αγωνίσματα δίσκου – ακοντίου (Zatsiorsky and Kraemer, 2005, σχήμα 2.1.1). Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι οι αθλητές που χρειάζονται περισσότερη δύναμη ώστε να πετύχουν μεγαλύτερη ριπτική επίδοση πρέπει να αφιερώνουν περισσότερο χρόνο στην ανάπτυξη της μυϊκής μάζας αλλά και στη βελτίωση της μυϊκής δύναμης. Αυτό βέβαια δεν αναιρεί το ρόλο της μυϊκής δύναμης στους δισκοβόλους και στους ακοντιστές αλλά ενισχύει το διαχωρισμό της προπόνησης με αντιστάσεις και τα φορτία προπόνησης σε κάθε ρίπη.



**Σχήμα 2.1.1.** Κατάταξη των ριπτικών αγωνισμάτων με βάση το βάρος οργάνου στην ταχοδυναμική σχέση.

Πέρα από τις διαφορές στους ριπτικούς παλμούς και την εξειδίκευση της προπόνησης κάθε ριπτικού αγωνίσματος, υπάρχουν και οι βιολογικοί παράγοντες που καθορίζουν την επίδοση. Συγκεκριμένα, μελέτες έχουν δείξει ότι τρία βασικά μορφολογικά χαρακτηριστικά καθορίζουν σε σημαντικό βαθμό τη ριπτική επίδοση: η νευρική ενεργοποίηση των μυών, η κατανομή των μυϊκών ινών αλλά και η αρχιτεκτονική δομή των μυών. Αποτελέσματα από έρευνα σε αθλητές σφαιροβολίας με τον ευθύγραμμο παλμό δείχνουν ότι το επίπεδο ενεργοποίησης του μείζον θωρακικού, και του έξω πλατύ μηριαίου μυός, σχετίζονται σημαντικά με την επίδοση ( $r = 0,74, 0,94$ , αντίστοιχα,  $p < 0,05$ , Terzis et al., 2007). Σε αθλητές της σφαιροβολίας με τον περιστροφικό παλμό φαίνεται ότι υπάρχει σύνδεση ανάμεσα στην ενεργοποίηση του έξω πλατύ μηριαίου και στη ρίψη σφαίρας τόσο στην περίοδο της προετοιμασίας όσο και στην αγωνιστική περίοδο ( $r = 0,81$ ,  $p < 0,05$ , Kyriazis et al., 2009). Αντίστοιχα αποτελέσματα έχουν βρεθεί και σε αθλητές της δισκοβολίας ανάμεσα στην ενεργοποίηση του έξω πλατύ μηριαίου και της ρίψης δίσκου στην τελική προσπάθεια ( $r = 0,80$ ,  $p < 0,05$ , Karampatsos et al., 2011). Όσο αφορά τη κατανομή των μυϊκών ινών οι αθλητές των ρίψεων φαίνεται να μπορούν να διατηρούν το ποσοστό των μυϊκών τύπου ΙΙx ακόμη και μετά τη χειμερινή προετοιμασία τους λόγω του συνδυαστικού τύπου προπόνησης που ακολουθούν (ταυτόχρονη προπόνηση δύναμης – ισχύος, Terzis et al., 2010, Stasinaki et al., 2015). Τέλος, λίγα γνωρίζουμε για την αρχιτεκτονική δομή των μυών όπου θα γίνει και εκτενέστερη αναφορά στο υποκεφάλαιο 2.3.

Από τη σύντομη ανάλυση φαίνεται ότι η προπόνηση των αθλητών των ρίψεων στοχεύει τόσο στη βελτίωση των βιομηχανικών παραγόντων όσο και των βιολογικών παραγόντων για την αύξηση της ριπτικής επίδοσης. Ιδιαίτερα για τους βιολογικούς παράγοντες σπουδαίο ρόλο έχει η προπόνηση με αντιστάσεις με στόχο τόσο τη βελτίωση της μυϊκής δύναμης όσο και την ανάπτυξη της μυϊκής ισχύος που φαίνεται να συνδέονται με την αγωνιστική ριπτική επίδοση.

## 2.2 Σχέση μυϊκής ισχύος και επίδοσης στα αγωνίσματα ρίψεων

### 2.2.1 Ο ρόλος της προπόνησης δύναμης - ισχύος στη ριπτική επίδοση

Οι αθλητικές ρίψεις είναι αγωνίσματα που απαιτούν από τον αθλητή υψηλή μυϊκή δύναμη και μυϊκή ισχύ (Zatsiorsky, 1981). Παρόλο που οι αθλητές των ρίψεων αφιερώνουν μεγάλο μέρος της προπονητικής τους διαδικασίας στη προπόνηση δύναμης, λίγες μελέτες έχουν ερευνήσει την ακριβή επίδραση της προπόνησης δύναμης στη ριπτική ικανότητα.

Πιο αναλυτικά στην έρευνα των Stone et al., (2003), μελετήθηκε η επίδραση της προπόνησης με αντιστάσεις στην επίδοση στη σφαιροβολία. Οι δοκιμαζόμενοι ήταν αθλητές ρίψεων κολεγιακού επιπέδου και είχαν προπονητική εμπειρία από 1 - 6 χρόνια στη σφαιροβολία και 0,5 - 4 χρόνια στην προπόνηση με αντιστάσεις. Η πειραματική διαδικασία χωρίστηκε σε 2 περιόδους διάρκειας 4 εβδομάδων. Το πρόγραμμα προπόνησης των αθλητών περιλάμβανε ασκήσεις δύναμης με αντιστάσεις, ενώ παράλληλα οι αθλητές εκτελούσαν προπόνηση στη ρίψης σφαίρας, εκρηκτικές ασκήσεις (πλειομετρικές) και ασκήσεις άρσης βαρών. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η μέση επίδοση στη ρίψη σφαίρας αυξήθηκε στην περίοδο T<sub>1</sub>-T<sub>2</sub> από 11,99±1,9m σε 12,25±1,8m. Από την αρχική T<sub>1</sub> στην τελική T<sub>3</sub> μέτρηση, η μέση επίδοση αυξήθηκε κατά 5,5% σε 12,63±1,7m. Αντίστοιχα, η μυϊκή ισχύς από την άσκηση έλξεις μπάρα από τους μηρούς αυξήθηκε κατά 17,9% όπως και ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης κατά 19,6%.

Αντίστοιχα σε μελέτη των Kyriazis et al., (2009), μελετήθηκε η επίδραση 12 εβδομάδων περιοδικής προπόνησης στην αγωνιστική ριπτική επίδοση της σφαιροβολίας με τον περιστροφικό παλμό. Στη μελέτη συμμετείχαν 11 κορυφαίοι Έλληνες σφαιροβόλοι. Η μελέτη διήρκεσε 12 εβδομάδες από την αρχή της χειμερινής προετοιμασίας έως την αγωνιστική περίοδο του κλειστού στίβου. Η προπόνηση περιλάμβανε προπόνηση με αντιστάσεις αλλά και προπόνηση με βολές και πλειομετρικές ασκήσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική αύξηση της ριπτικής επίδοσης κατά 4,7% με ταυτόχρονη αύξηση της μυϊκής ισχύος στο κατακόρυφο άλμα κατά 9%.

Σε πιο πρόσφατη μελέτη διερευνήθηκε η επίδραση 10 εβδομάδων περιοδικής προπόνησης στην αγωνιστική ριπτική επίδοση σε νέους αθλητές ρίψεων. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε τη θερινή περίοδο προετοιμασίας λίγο πριν τους διασυλλογικούς αγώνες και συμμετείχαν 12 νέοι αθλητές ρίψεων με 5±1 έτη εμπειρίας. Τα

αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η αγωνιστική ριπτική επίδοση αυξήθηκε σημαντικά κατά 6,8% ενώ σημαντικές αυξήσεις βρέθηκαν και στις ριπτικές δοκιμασίες με σφαίρες αλλά και στον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης (Zaras et al., 2016). Από την παραπάνω ανάλυση σε μελέτες με αθλητές ρίψεων φαίνεται ότι η προπόνηση με στόχο την ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης και της ισχύος οδηγούν σε βελτίωση της αγωνιστικής ριπτικής επίδοσης αλλά και σε αύξηση της μυϊκής ισχύος.

Ωστόσο, μελέτες με πιο παρεμβατικές μετρήσεις, όπως η μυϊκή βιοψία, έχουν γίνει σε χαμηλότερου επιπέδου ασκούμενους ώστε να διερευνηθεί ο μηχανισμός που οδηγεί στην ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης και ισχύος και κατά συνέπεια στην αύξηση της ριπτικής επίδοσης. Σε μελέτη των Terzis et al., (2008), μελετήθηκε η επίδραση της προπόνησης δύναμης διάρκειας 14 εβδομάδων και της αποπροπόνησης διάρκειας 4 εβδομάδων στη ριπτική ικανότητα 17 νέων φοιτητών φυσικής αγωγής. Μετά τις 14 εβδομάδες προπόνησης μέγιστης δύναμης βρέθηκε ότι η ριπτική ικανότητα αυξήθηκε σημαντικά κατά 6-12% ενώ η μυϊκή δύναμη βελτιώθηκε κατά 28%, 34% και 22% στις ασκήσεις ημικάθισμα με μπάρα, ωθήσεις κάτω άκρων και πιέσεις θώρακα σε οριζόντιο πάγκο. Μάλιστα, μετά τις 4 εβδομάδες αποπροπόνησης βρέθηκε σημαντική αύξηση του ποσοστού των μυϊκών ινών τύπου ΙΙx γεγονός που συνδέεται με τη συντήρηση της ριπτικής ικανότητας σε υψηλά επίπεδα ακόμη και μετά την μακροχρόνια περίοδο αποχής από προπόνηση.

Σε πιο πρόσφατη μελέτη διερευνήθηκε η επίδραση της προπόνησης δύναμης και της προπόνησης ισχύος στη ριπτική επίδοση. Δοκιμαζόμενοι ήταν και πάλι 17 φοιτητές φυσικής αγωγής που χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: ομάδα δύναμης N = 9, ομάδα ισχύος N = 8. Η μελέτη διήρκεσε 6 εβδομάδες ενώ η ομάδα δύναμης ακολούθησε προπόνησης 4 σετ των 6 επαναλήψεων με το 85% της 1-MAE και η ομάδα ισχύος ακολούθησε βαλλιστική προπόνηση με το 30% της 1-MAE. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η ριπτική επίδοση αυξήθηκε σημαντικά μετά από τη προπόνηση δύναμης και ισχύος κατά 7-13% και 6-12%, αντίστοιχα. Ωστόσο, οι αλλαγές αυτές συνοδεύτηκαν από διαφορετικές μυϊκές προσαρμογές με την ομάδα ισχύος να διατηρεί σε υψηλά επίπεδα το ποσοστό των μυϊκών ινών τύπου ΙΙx αλλά και να αυξάνει περισσότερο την ταχύτητα μυϊκής συστολής. Σε αντίθεση, η ομάδα δύναμης αύξησε τη μυϊκή υπερτροφία και τη δύναμη περισσότερο από την ομάδα ισχύος (Zaras et al., 2013).

Από τις παραπάνω μελέτες φαίνεται ότι η προπόνηση με αντιστάσεις με στόχο την ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης και ισχύος έχουν θετική επίδραση στη ριπτική επίδοση ενώ επιδρούν διαφορετικά στις προσαρμογές του μυϊκού ιστού. Ωστόσο, η σύνδεση μεταξύ της μυϊκής ισχύος και της ριπτικής επίδοσης παραμένει αδιευκρίνιστη.

### 2.2.2 Σχέση μυϊκής ισχύος και ριπτικής επίδοσης

Όπως αναφέρθηκε και στο πρώτο κεφάλαιο της ανασκόπησης, η επίδοση στα αγωνίσματα των ρίψεων του κλασικού αθλητισμού στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στη μυϊκή ισχύ. Η θεωρία αυτή στηρίζεται στο γεγονός ότι οι αθλητές των ρίψεων πρέπει να υπερνικήσουν μια εξωτερική αντίσταση (μάζα ριπτικού οργάνου) με μέγιστη δυνατή ταχύτητα. Έτσι ορίζεται και ο παράγοντας της μυϊκής ισχύος. Μολονότι η μυϊκή ισχύς είναι σημαντική για τη ριπτική επίδοση, λίγες μελέτες έχουν διερευνήσει τη σύνδεση ανάμεσα στη μυϊκή ισχύ και τη ριπτική επίδοση.

Σε κλασική μελέτη των Morrow et al., (1982), διερευνήθηκε, ανάμεσα σε άλλους παράγοντες, και η σύνδεση ανάμεσα στη μυϊκή ισχύ και στη ριπτική επίδοση σε υψηλού επιπέδου αθλητές των ρίψεων. Οι μετρήσεις έγιναν σε μια συγκεκριμένη προπονητική περίοδο σε αρκετά μεγάλο δείγμα αθλητών. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι οι δοκιμασίες ισχύος στο άλμα με αιώρηση ( $r = 0,66$ ), στον δρόμο ταχύτητας ( $r = -0,64$ ) και στο άλμα άνευ φόρας ( $r = 0,69$ ), συνδέονται σημαντικά με τη ρίψη σφαίρας ( $N = 13$ ). Αντίστοιχα, η ρίψη δίσκου είχε σημαντική συσχέτιση με το κατακόρυφο άλμα με αιώρηση ( $r = 0,71$ ,  $N = 13$ ). Φαίνεται ότι απλές και εύκολες δοκιμασίες συνδέονται με την αγωνιστική ριπτική επίδοση σε μεμονωμένες χρονικές στιγμές στον προπονητικό κύκλο.

Σε μελέτη των Kyriazis et al., (2009), που παρουσιάστηκε παραπάνω, διερευνήθηκε η σχέση μυϊκής ισχύος και επίδοσης στο αγώνισμα της σφαιροβολίας. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι κατά την αγωνιστική περίοδο υπήρχε σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στη μυϊκή ισχύ στο κατακόρυφο άλμα με αιώρηση κορμού με το 30% της 1-MAE με την επίδοση στη ρίψη σφαίρας με τον περιστροφικό παλμό ( $r = 0,70$ ). Το κατακόρυφο άλμα αποτελεί πολύ καλό δείκτη της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων (Cormie et al., 2011), και φαίνεται να συνδέεται με την αγωνιστική επίδοση τόσο στη ρίψη σφαίρας όσο και στη ρίψη δίσκου. Αντίστοιχα,

οι αθλητές των ρίψεων χρησιμοποιούν ειδικές ριπτικές ασκήσεις / δοκιμασίες με σφαίρες, όχι μόνο για την εξάσκηση και ανάπτυξη της ριπτικής ικανότητας, αλλά και για την αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος ολόκληρου του σώματος. Μάλιστα, μελέτες έχουν δείξει την υψηλή συσχέτιση που έχουν αυτές οι ασκήσεις με την αγωνιστική ριπτική επίδοση σε αθλητές σφυροβολίας ( $r = 0,90$ , Terzis et al., 2010), αλλά και με παραμέτρους δύναμης και ισχύος (Whittington et al., 2009, Zaras et al., 2013, Stasinaki et al., 2015).

Οι παραπάνω συσχετίσεις ανάμεσα στη μυϊκή ισχύ και στην αγωνιστική ριπτική επίδοση έχουν βρεθεί σε απομονωμένες προπονητικές περιόδους του ετήσιου προπονητικού κύκλου χωρίς να έχει διερευνηθεί η επίδραση συγκεκριμένης προπονητικής παρέμβασης σε αυτές τις συνδέσεις. Αδιευκρίνιστο παραμένει το ερώτημα εάν οι αλλαγές που προκαλεί η μακροχρόνια προπόνηση στην αγωνιστική ριπτική επίδοση μπορούν να συνδέονται με τις αλλαγές στη μυϊκή ισχύ σε εργαστηριακές δοκιμασίες και σε δοκιμασίες πεδίου.

### **2.3 Αρχιτεκτονική δομή των μυών και ριπτική επίδοση**

Η αρχιτεκτονική δομή του μυός αναφέρεται στο πάχος του μυός, στη γωνία που σχηματίζουν τα μυϊκά δεμάτια με την κάτω απονεύρωση του μυός και στο μήκος των μυϊκών δεματίων. Μελέτες δείχνουν ότι τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του μυός παρουσιάζουν ιδιαίτερη προσαρμοστικότητα μετά από προπόνηση δύναμης και ισχύος (Aagaard et al., 2001, Blazeovich et al., 2003, Cormie et al., 2010, Zaras et al., 2013, Stasinaki et al., 2015). Το πάχος του μυός δείχνει κυρίως αλλαγές που προκύπτουν από την προπόνηση υπερτροφίας. Αντίστοιχα, όσο το πάχος αυξάνεται, αυξάνεται και η γωνία πρόσφυσης των μυϊκών δεματίων. Μάλιστα, μελέτες δείχνουν ότι η αλλαγή στη γωνία των μυϊκών δεματίων μπορεί να ενισχύσει την απόδοση σε μία μέγιστη μυϊκή προσπάθεια όπως η ρίψη, άμεσα μετά από μια έντονη παρέμβαση (μεταδιεγερτική διευκόλυνση, Sale, 2004). Τέλος, το μήκος των μυϊκών δεματίων σχετίζεται με την παραγωγή ισχύος. Συγκεκριμένα, ερευνητικά αποτελέσματα δείχνουν ότι το μήκος των μυϊκών δεματίων σχετίζεται τόσο με τις δοκιμασίες ταχύτητας (Abe et al., 2001, Kumagai et al., 2000, Nimphius et al., 2012) όσο και με τα κατακόρυφα άλματα (Earp et al., 2010, 2011, Stasinaki et al., 2015). Ωστόσο,

άγνωστη παραμένει η σχέση των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών των μυών τόσο με τη ριπτική επίδοση όσο και με την παραγωγή μυϊκής ισχύος.

Σε πρόσφατη μελέτη διερευνήθηκε η επίδραση 6 εβδομάδων συνδυαστικής και σύνθετης προπόνησης δύναμης και ισχύος στη ριπτική ικανότητα και στην αρχιτεκτονική δομή του έξω πλατύ μηριαίου μυός και της έσω κεφαλής του γαστροκνημίου μυός (Stasinaki et al., 2015). Στη μελέτη συμμετείχαν 18 μέτρια γυμνασμένοι ασκούμενοι. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ποσοστό αλλαγής στη ρίψη πίσω με δύο χέρια παρουσίασε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με το ποσοστό αλλαγής στο πάχος του έξω πλατύ μηριαίου μυός ( $r = 0,52$ ,  $p < 0,05$ ). Αυτά τα δεδομένα δείχνουν ότι υπάρχει σύνδεση μεταξύ των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών και της ριπτικής ικανότητας τουλάχιστον σε μέτρια γυμνασμένους δοκιμαζόμενους.

**Πίνακας 1.** Συντελεστές συσχέτισης ανάμεσα στα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του έξω πλατύ μηριαίου μυός και των ριπτικών δοκιμασιών σε 12 νέους αθλητές ρίψεων (Zaras et al., 2012).

		Πάχος Μυός	Γωνία Δεματίων	Μήκος Δεματίων
Ρίψη Πίσω με Σφαίρα	T1	.515	-.012	.546
	T2	.440	-.278	.635*
Ρίψη με Μέτωπο στο Πεδίο Ρίψης	T1	.811**	.264	.565
	T2	.753**	.082	.594*
Ρίψη από Τελική Διπλή Στήριξη	T1	.556	-.002	.616*
	T2	.626*	.109	.683*

\*P = 0,05, \*\*P = 0,01

Σε πρόσφατη μελέτη διερευνήθηκε η σύνδεση ανάμεσα στην αρχιτεκτονική δομή των μυών και στη ριπτική επίδοση σε νέους αθλητές ρίψεων (Zaras et al., 2016). Στη μελέτη συμμετείχαν 12 νέοι αθλητές ρίψεων οι οποίοι ακολούθησαν 10 εβδομάδες προπόνησης δύναμης – ισχύος με στόχο την αύξηση της ριπτικής επίδοσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το πάχος και το μήκος των μυϊκών δεματίων αυξήθηκαν σημαντικά (5,9% και 13,4%, αντίστοιχα) ενώ πριν και μετά την προπόνηση βρέθηκαν σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα στα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του έξω πλατύ μηριαίου μυός και των ριπτικών δοκιμασιών (πίνακας



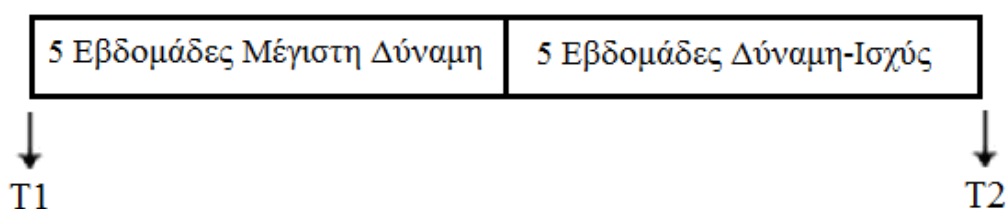
1). Δυστυχώς καμία άλλη μελέτη δεν έχει διερευνήσει το ρόλο της αρχιτεκτονικής δομής των μυών με την επίδοση σε αθλητές ρίψεων ενώ αδιευκρίνιστη παραμένει η σύνδεση με την αγωνιστική ριπτική επίδοση και τη μυϊκή ισχύ σε αθλητές ρίψεων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΜΕΘΟΔΟΣ

#### 3.1 Ερευνητικός σχεδιασμός

Η πειραματική διαδικασία διήρκησε περίπου 12 εβδομάδες. Η προπόνηση σχεδιάστηκε με βάση τις αρχές του περιοδισμού και στόχευε στην προετοιμασία των αθλητών/τριων για τη χειμερινή περίοδο αγώνων. Στο σχήμα 3.1.1 παρουσιάζεται ο πειραματικός σχεδιασμός. Η προπόνηση διαχωρίστηκε σε δύο μεσόκυκλους διάρκειας 5 εβδομαδιαίων μικρόκυκλων, που στόχευαν στην ανάπτυξη της δύναμης και της ισχύος αντίστοιχα.



**Σχήμα 3.1.1** Πειραματικός σχεδιασμός μελέτης. Οι αρχικές μετρήσεις έγιναν την περίοδο T1 και οι τελικές την περίοδο T2.

Η προπόνηση διήρκησε 10 εβδομάδες. Όλοι οι αθλητές/τριες είχαν ολοκληρώσει 5 εβδομάδες γενικής φυσικής προετοιμασίας με στόχο την επανένταξή τους στη προπόνηση από τη μακρά θερινή μεταβατική περίοδο. Πριν και μετά την προπονητική παρέμβαση μετρήθηκαν: η αγωνιστική ρίψη, η ριπτική ικανότητα, το οριζόντιο άλμα, ο δρόμος ταχύτητας 40m, τα κατακόρυφα άλματα από ημικάθισμα και με αιώρηση και η αρχιτεκτονική δομή του έξω πλατύ μηριαίου μυός.

#### 3.2 Δείγμα

Έξη άρρενες (ηλικία:  $21,30 \pm 7,5$  έτη, σωματικό ανάστημα:  $1,78 \pm 0,07$  m, σωματική μάζα:  $90,4 \pm 20,8$  kg) και 5 θύλεις (ηλικία:  $18,4 \pm 2,9$  έτη, σωματικό ανάστημα  $1,68 \pm 0,04$  cm, σωματική μάζα:  $77,7 \pm 18,9$  kg) με  $5 \pm 1$  έτη προπονητική εμπειρία σε αγώνες και προπόνηση με αντιστάσεις, έδωσαν την έγγραφη συγκατάθεσή τους να συμμετέχουν στη μελέτη. Όλοι οι αθλητές ήταν υγιείς και δεν χρησιμοποιούσαν κανένα φάρμακο ή συμπλήρωμα διατροφής. Όλες οι μετρήσεις και οι διαδικασίες

συμφωνούν με την διακήρυξη του Ελσίνκι και εγκρίθηκαν από την επιτροπή δεοντολογίας. Οι προϋποθέσεις για να συμμετέχουν οι αθλητές/τριες στη μελέτη ήταν:

- Να ήταν υγιείς, χωρίς προβλήματα τραυματισμών και με αθλητικό δελτίο πρόσφατα θεωρημένο από σωματειακό ιατρό.
- Να γυμνάζονταν συστηματικά τουλάχιστον τα τελευταία 3 χρόνια και να είχαν συμμετοχή σε αγώνες ρίψεων.
- Να γνώριζαν την τεχνική των ασκήσεων με αντιστάσεις (άρση βαρών) αλλά και την τεχνική πλειομετρικών ασκήσεων.

Οι αθλητές/τριες ενημερώθηκαν για το σκοπό της μελέτης και υπέγραψαν έντυπο συγκατάθεσης. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν ότι μπορούσαν να αποχωρήσουν από τη μελέτη όποτε αυτοί θελήσουν.

### 3.3 Προπόνηση

Οι αθλητές ολοκλήρωσαν 10 εβδομάδες προπόνηση με στόχο την αύξηση της αγωνιστικής ριπτικής επίδοσης. Η προπόνηση σχεδιάστηκε με βάση τις αρχές του περιοδισμού (Turner, 2011, Hartmann et al., 2015, De Weese et al., 2015 α, β) και χωρίστηκε επιπλέον σε δύο μεσόκυκλους διάρκειας 5 εβδομαδιαίων μικρόκυκλων με στόχο την ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης και της δύναμης – ισχύος, αντίστοιχα (Πίνακας 3.3.1). Περίπου το 6% των προπονήσεων δεν έγιναν για λόγους μικρών τραυματισμών. Κατά τη διάρκεια της προπόνησης με αντιστάσεις όλες οι προσπάθειες άρσης φορτίων έγιναν με μέγιστη δυνατή ταχύτητα ή μέγιστη δυνατή εκούσια συστολή. Η ατομική προπόνηση των αθλητών/τριων σχεδιάστηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις κάθε αγωνίσματος (π.χ. οι δισκοβόλοι εφάρμοζαν περισσότερο ασκήσεις ενδυνάμωσης των θωρακικών μυών, ενώ οι σφυροβόλοι εκτελούσαν περισσότερες ασκήσεις ενδυνάμωσης των ώμων με ελκτική μορφή, όπως ο επωμισμός). Η προπόνηση περιλάμβανε και πλειομετρικές ασκήσεις ανάπτυξης της μυϊκής ισχύος όπως οριζόντια άλματα, περάσματα εμποδίων, ταχύτητες και ασκήσεις ευκινησίας. Η επιλογή των ασκήσεων έγινε λόγω της ευρείας χρήσης τους από τους αθλητές των ρίψεων (Stone et al., 2003, Judje et al., 2007, Kyriazis et al., 2009)

**Πίνακας 3.3.1** Γενικά χαρακτηριστικά της προπόνησης 10 εβδομάδων

Προπονητικές εβδομάδες	Προπόνηση δύναμης (3-4 φορές/εβδ.)			Ρίψεις (2-3 φορές/εβδ.)		Πλειομετρική προπόνηση (2 φορές/εβδ.)
	Δομικές ασκήσεις	Άρση βαρών	Βοηθητικές ασκήσεις	Αγωνιστικές ρίψεις (δίσκος, σφύρα, σφαίρα, ακόντιο)	Ρίψεις σφαίρας	
Εβδ. 0	Pre-Test (T1)					
Εβδ. 1	4 x 6 MAE	4 x 5-6 (70% MAE)	4 x 10-12 MAE	40-50	20-30	
Εβδ. 2	4 x 6 MAE	4 x 5-6 (75% MAE)	4 x 10-12 MAE	40-50	20-30	(πχ. Άλματα άνευ στο σκάμμα, τριπλούν, περάσματα εμποδίων, ταχύτητες ασκήσεις ευκινησίας)
Εβδ. 3	4 x 5 MAE	4 x 4-5 (80% MAE)	4 x 10-12 MAE	50-60	30-40	
Εβδ. 4	4 x 5 MAE	4 x 4-5 (85% MAE)	4 x 10 MAE	50-60	30-40	
Εβδ. 5	4 x 4 MAE	3 x 3-4 (85% MAE)	3 x 8-10 MAE	50-60	30-40	
Εβδ. 6	Μεταβατική εβδομάδα (όμοια με εβδομάδα 2)					
Εβδ. 7	4 x 4 MAE	3 x 2-3 (90% MAE)	3 x 8-10 MAE	40-50	30-40	
Εβδ. 8	4 x 3-4 MAE	3 x 2-3 (90% MAE)	3 x 8-10 MAE	50-60	20-30	(πχ. Άλματα άνευ στο σκάμμα, τριπλούν, άλματα βάθους από 45cm, hurdles, ταχύτητες ασκήσεις ευκινησίας)
Εβδ. 9	3 x 2-3 MAE	2 x 2-3 (90% MAE)	3 x 6-8 MAE	30-40	20-30	
Εβδ. 10	3 x 2-3 MAE	2 x 2-3 (95% MAE)	3 x 6-8 MAE	20-30	15-25	
Εβδ. 11	3 x 2-3 MAE	2 x 1-2 (95% MAE)	2 x 6-8 MAE	15-20	15-20	
Εβδ. 12	Post-Test (T2)					

### 3.4 Περιγραφή των οργάνων μέτρησης

Για την αξιολόγηση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά τύπου Seca 700 Ergogenic Advanced Medical Technology. Η αξιοπιστία του

οργάνου πραγματοποιήθηκε με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις φορτίων. Πιο αναλυτικά χρησιμοποιήθηκαν Ολυμπιακοί δίσκοι διαφόρων κιλών και ζυγίστηκαν. Ο δείκτης αξιοπιστίας του οργάνου ήταν  $ICC = 1$  ( $N = 22$ ).

Για την αγωνιστική ρίψη χρησιμοποιήθηκαν ριπτικά όργανα Polanik, Berg και Nordic. Τα ριπτικά αυτά όργανα είχαν έγκριση από την παγκόσμια ομοσπονδία κλασικού αθλητισμού (IAAF). Ωστόσο, τα όργανα στην προπόνηση ζυγίστηκαν πριν τις αρχικές μετρήσεις για εξασφάλιση του χαμηλότερου ορίου βάρους του ριπτικού οργάνου. Για την αξιολόγηση της ριπτικής ικανότητας χρησιμοποιήθηκαν σφαίρες Berg. Η απόσταση βολής μετρήθηκε με μεταλλική μετροταινία τύπου Polanik τόσο για την αγωνιστική ρίψη όσο και για τις ασκήσεις της ριπτικής ικανότητας. Για την αξιολόγηση του οριζόντιου άλματος άνευ φόρας χρησιμοποιήθηκε επίσημο σκάμμα αγώνων αλμάτων και μεταλλική μετροταινία τύπου Polanik. Τέλος, ο δρόμος ταχύτητας 40 μέτρων αξιολογήθηκε πάνω σε τάπητα στίβου, με τη χρήση χρονομέτρου χειρός.

Η αλτική ικανότητα αξιολογήθηκε με δύο διαφορετικά άλματα: το άλμα από ημικάθισμα (SQJ), και το άλμα με προδιάταση (CMJ). Οι δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν επάνω σε δυναμοδάπεδο διαστάσεων 80cm x 80cm, τύπου WP800 Applied Measurements Ltd Co., Aldermaston, United Kingdom, και με συχνότητα καταγραφής 1 kHz. Τα δεδομένα που συλλέγονταν από τις καμπύλες αλμάτων αποθηκεύονταν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και αναλύονταν με το πρόγραμμα Kyowa sensor interface, PCD-320A. Το σήμα που καταγράφονταν η δοκιμασία περνούσε από φίλτρο (secondary low-pass Butterworth filter) σε συχνότητα 20Hz. Μάλιστα, αυτή φαίνεται να είναι ιδανική συχνότητα για αυτές τις δοκιμασίες (McMaster et al., 2014).

Για την ανάλυση των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών του έξω πλατύ μηριαίου μυός χρησιμοποιήθηκε υπέρηχος (Product model Z5, Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd, Shenzhen, China) με κεφαλή 38mm και συχνότητα δειγματοληψίας 10 MHz, ενώ η λήψη των εικόνων έγινε μέσω της πανοραμικής μεθόδου (Extended-Field-Of-View/EFOV mode). Χρησιμοποιήθηκε επίσης μία μεζούρα 1,5m ώστε να υπολογιστεί η απόσταση εφαρμογής του υπερήχου καθώς και ένα ιατρικό κρεβάτι. Οι εικόνες αποθηκεύονταν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και αναλύθηκαν με το λογισμικό Motic Images Plus, 2.0.

### 3.5 Περιγραφή των δοκιμασιών

Οι αγωνιστικές ρίψεις, οι δοκιμασίες ριπτικής ικανότητας, το οριζόντιο άλμα, ο δρόμος ταχύτητας και η προπόνηση των αθλητών/τριων των ρίψεων έγιναν στις αθλητικές εγκαταστάσεις του Εθνικού Γυμναστικού Συλλόγου. Οι σωματομετρήσεις και οι δοκιμασίες των αλμάτων, και του μυϊκού υπερήχου έγιναν στο Εργαστήριο Κλασικού Αθλητισμού της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Τέλος, η ανάλυση των δεδομένων, η συγγραφή της διατριβής και η παρουσίαση των δεδομένων έγινε στη Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

#### 3.5.1 Αγωνιστική ριπτική επίδοση

Η αγωνιστική ριπτική επίδοση αξιολογήθηκε σε αθλητικές εγκαταστάσεις ρίψεων του Εθνικού Γυμναστικού Συλλόγου. Οι αθλητές πραγματοποίησαν το σύνθητες ζέσταμα με τρέξιμο για περίπου 5 - 8 λεπτά, έντονες διατάσεις και προασκήσεις με τα όργανα των ρίψεων. Τα αγωνίσματα που αξιολογήθηκαν ήταν η δισκοβολία, ο ακοντισμός, η σφυροβολία και η σφαιροβολία (Dunn and McGill, 1991). Στη συνέχεια δόθηκαν 2 - 4 δοκιμαστικές ρίψεις σε κάθε αθλητή και έπειτα 6 προσπάθειες για επίτευξη μέγιστης επίδοσης. Η καλύτερη προσπάθεια από τις 6 χρησιμοποιήθηκε για την στατιστική ανάλυση. Σε όλες τις βολές ίσχυαν οι κανονισμοί διεξαγωγής των επίσημων αγώνων (IAAF) ενώ για παρακίνηση των αθλητών χρησιμοποιήθηκαν σημάδια στο χώρο ρίψεων.

#### 3.5.2 Ρίψεις σφαίρας

Η ριπτική ικανότητα αξιολογήθηκε στις αθλητικές εγκαταστάσεις του Εθνικού Γ.Σ. Αθηνών. Αναλυτικότερα, χρησιμοποιήθηκαν 4 βασικές ρίψεις σφαίρας: η ρίψη σφαίρας εμπρός με δύο χέρια, η ρίψη σφαίρας πίσω με δύο χέρια, η ρίψη σφαίρας με μέτωπο στο πεδίο ρίψης και η ρίψη σφαίρας από τελική διπλή στήριξη. Οι ασκήσεις αυτές ήταν οικίες για τους ρίπτες καθώς τις χρησιμοποιούν τακτικά στην προπόνηση.

Οι δοκιμασίες ριπτικής ικανότητας έγιναν την επόμενη ημέρα των αγωνιστικών ρίψεων. Μετά από 5 - 8 λεπτά τρέξιμο και έντονες διατάσεις, δίνονταν 2 δοκιμαστικές προσπάθειες σε κάθε δοκιμασία και αμέσως μετά πραγματοποιήθηκαν 4

μέγιστες ρίψεις. Η μεγαλύτερη ρίψη χρησιμοποιήθηκε για την στατιστική ανάλυση. Όπως στην αγωνιστική ρίψη έτσι και εδώ χρησιμοποιήθηκαν σημάδια στο χώρο ρίψης για παρακίνηση των αθλητών. Το διάλειμμα ήταν 2 λεπτά ανάμεσα στις ρίψεις και 5 λεπτά ανάμεσα στις ασκήσεις ριπτικής ικανότητας. Η ρίψη με δύο χέρια εμπρός ήταν η πρώτη δοκιμασία. Ο αθλητής στέκονταν επάνω στον μεταλλικό αναστολέα της βαλβίδας της σφαιροβολίας με μέτωπο προς το πεδίο ρίψης και τη σφαίρα να κρατιέται στα δύο χέρια πάνω από το κεφάλι. Τα πόδια ήταν λίγο πιο ανοιχτά από το άνοιγμα των ώμων. Οι μύτες των ποδιών ήταν λίγο πιο έξω από τον αναστολέα ώστε να μπορεί ο ρίπτης να εφαρμόσει δύναμη χωρίς να υπάρχει κίνδυνος να γλυστρίσει κατά τη ρίψη. Από τη θέση αυτή, ο αθλητής χαμήλωνε τη σφαίρα ανάμεσα στα πόδια με τα γόνατα να λυγίζουν και τον κορμό να γέρνει λίγο εμπρός. Από αυτή τη θέση και με έντεχνη απώλεια της ισορροπίας, ο αθλητής τραβούσε τη σφαίρα προς τα εμπρός και με απότομη έκταση των ποδιών και των μυών του κορμού, έριχνε τη σφαίρα όσο πιο μακριά μπορούσε στο πεδίο ρίψης. Ο δείκτης αξιοπιστίας της ρίψης εμπρός με δύο χέρια ήταν  $ICC = 0,95$ ,  $N = 13$ .

Αμέσως μετά τη ρίψη εμπρός ακολουθούσε η ρίψη πίσω με δύο χέρια. Ο αθλητής στέκονταν με πλάτη προς το πεδίο ρίψης επάνω στον αναστολέα πατώντας μόνο με τις μύτες των ποδιών ώστε να μπορεί να εφαρμόσει μεγαλύτερη ώθηση κατά τη ρίψη. Κρατούσε τη σφαίρα με τα δυο χέρια ψηλά και επάνω από το κεφάλι του. Από τη θέση αυτή, ο αθλητής χαμήλωνε τη σφαίρα ανάμεσα στα πόδια με τα γόνατα να λυγίζουν και τον κορμό να γέρνει λίγο εμπρός. Από αυτή τη θέση και με έντεχνη απώλεια της ισορροπίας προς τα πίσω τραβούσε τη σφαίρα επάνω και πίσω ώστε να τη ρίξει όσο πιο μακριά μπορεί. Ο δείκτης αξιοπιστίας της ρίψης πίσω ήταν  $ICC = 0,98$ ,  $N = 13$ .

Η επόμενη δοκιμασία ριπτικής ικανότητας ήταν η ρίψη με μέτωπο. Στη ρίψη με μέτωπο ο αθλητής στέκονταν με μέτωπο και πόδια παράλληλα προς το πεδίο ρίψης. Η σφαίρα βρίσκονταν με λαβή ρίψης πάνω από τον ώμο του ενώ το αριστερό του χέρι βρίσκονταν απλωμένο εμπρός. Από τη θέση αυτή ο αθλητής λυγίζε τα πόδια του, ενώ εκτελούσε και μια μικρή στροφή του κορμού προς τα δεξιά. Από τη θέση αυτή και με εκρηκτική δράση των ποδιών και του ώμου ο αθλητής ωθούσε τη σφαίρα πάνω από το ύψος των ώμων του προς το πεδίο ρίψης. Ο δείκτης αξιοπιστίας για την ρίψη με μέτωπο ήταν  $ICC = 0,93$ ,  $N = 13$ .

Η τελευταία ριπτική δοκιμασία ήταν η ρίψη σφαίρας από τελική διπλή στήριξη. Συγκεκριμένα, ο αθλητής βρισκόμενος μέσα στην βαλβίδα τοποθετούσε το

αριστερό πόδι μπροστά κολλητά στον αναστολέα ενώ το δεξί πόδι βρίσκονταν περίπου 1 μέτρο πίσω από το αριστερό. Η φτέρνα του δεξιού ποδιού ήταν στην ίδια ευθεία με τη μύτη του αριστερού ποδιού. Η σφαίρα στηρίζονταν με τη λαβή στο χέρι κολλητά στο λαιμό. Ο αθλητής έριχνε το βάρος του στο δεξί πόδι ώστε η προβολή της σφαίρας στο έδαφος να περνάει πάνω από το δεξί γόνατο και πέλμα. Το αριστερό χέρι έδειχνε προς την πίσω πλευρά της βαλβίδας όπως και ο θώρακας. Από αυτή τη θέση και με έντονη δράση κυρίως του δεξιού ποδιού ο αθλητής ωθούσε τη σφαίρα προς τα επάνω ενώ το δεξί πόδι ταυτόχρονα έστριβε προς το πεδίο ρίψης. Το χέρι με τη σφαίρα ωθούσε την ύστατη στιγμή με την ολοκλήρωση του ανοίγματος του θώρακα στο πεδίο ρίψης. Η ρίψη από τελική διπλή στήριξη είχε δείκτη αξιοπιστίας  $ICC = 0,94$ ,  $N = 13$ .

### 3.5.3 Οριζόντιο άλμα άνευ φόρας

Αμέσως μετά την ολοκλήρωση των ρίψεων σφαίρας ακολούθησε η δοκιμασία αλμάτων στο σκάμμα. Συγκεκριμένα, οι αθλητές είχαν αναπτύξει καλή τεχνική εκτέλεσης της άσκησης λόγω της συχνής της εφαρμογής στα προπονητικά προγράμματα. Όλα τα άλματα έγιναν σε σκάμμα του μήκους. Οι αθλητές τοποθετούσαν τα πόδια τους στην άκρη του διαδρόμου φόρας με το σκάμμα. Από τη θέση αυτή και με δυναμική αιώρηση χεριών, εκτελούσαν μέγιστο οριζόντιο άλμα (Ashby and Heegaard, 2002). Χρησιμοποιήθηκαν πλαστικά σημάδια μέσα στο σκάμμα ώστε να παρακινήσουν τους αθλητές να πηδήξουν μακρύτερα. Δόθηκαν 2 δοκιμαστικά άλματα και 3 μέγιστα από τα οποία το καλύτερο χρησιμοποιήθηκε στη στατιστική ανάλυση. Η ανάλυση περιλάμβανε και τον υπολογισμό του παραγόμενου έργου (Baker, 1995) από το οριζόντιο άλμα του αθλητή με την εξίσωση:  $W = F \cdot S \cdot g$  ( $W =$  έργο σε joules,  $F =$  δύναμη που ισούται με τη μάζα του αθλητή σε Newton,  $S =$  η απόσταση του άλματος,  $g =$  η επιτάχυνση της βαρύτητας  $9,81\text{m}\cdot\text{sec}^{-1}$ ). Το άλμα άνευ φόρας είχε δείκτη αξιοπιστίας  $ICC = 0,96$ ,  $N = 13$ .

### 3.5.4 Δρόμος ταχύτητας 40m

Δεκαπέντε λεπτά μετά τα οριζόντια άλματα οι αθλητές πραγματοποίησαν τον δρόμο ταχύτητας 40m. Συγκεκριμένα, μετά από 2 – 3 υπομέγιστες δρομικές επιταχύνσεις οι αθλητές πραγματοποίησαν μία μέγιστη προσπάθεια στο δρόμο 40m.



Οι αθλητές είχαν την οδηγία να επιταχύνουν όσο το δυνατόν πιο γρήγορα και να περάσουν τη γραμμή του τερματισμού με την υψηλότερη δρομική τους ταχύτητα. Για τη καταγραφή του χρόνου επίδοσης χρησιμοποιήθηκε χρονόμετρο χειρός (Moore et al., 2007, Almuzaini and Fleck, 2008). Ο χρόνος ξεκινούσε με την κίνηση του πίσω ποδιού στην αφετηρία και σταματούσε με το πέρασμα του αθλητή από τον τερματισμό. Ο δρόμος 40m είχε δείκτη αξιοπιστίας ICC = 0,94, N = 13.

### 3.5.5 Κατακόρυφα άλματα

Την επόμενη ημέρα οι αθλητές προσήλθαν στο εργαστήριο ώστε να αξιολογηθεί το κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα. Πριν την έναρξη των προσπαθειών οι αθλητές πραγματοποίησαν προθέρμανση 5 - 8 λεπτών σε στατικό ποδήλατο και έντονες διατάσεις. Στη δοκιμασία άλμα από ημικάθισμα ο αθλητής ανέβαινε επάνω στο δυναμοδάπεδο με τα χέρια στη μεσολαβή και τα πόδια ανοιχτά στο άνοιγμα των ώμων. Από αυτή τη θέση εκτελούσε ημικάθισμα έως τα γόνατα να φτάσουν στις 90° και παρέμενε στη θέση αυτή μέχρι το παράγγελα του ερευνητή. Η θέση του αθλητή καθορίζονταν από τα δοκιμαστικά άλματα με τη χρήση γωνιόμετρου. Μόλις ο ερευνητής έλεγε στον αθλητή «πάμε» εκείνος εκτελούσε μέγιστο άλμα χωρίς καμία προσπάθεια βύθισης του κορμού περισσότερο από ότι έχει οριστεί. Δόθηκαν 3 δοκιμαστικά άλματα με υπομέγιστη ένταση και 3 μέγιστα άλματα. Το διάλειμμα ανάμεσα στις προσπάθειες ήταν 2 λεπτά. Η καλύτερη προσπάθεια ως προς το ύψος άλματος χρησιμοποιήθηκε για την στατιστική ανάλυση. Ο δείκτης αξιοπιστίας για τη δοκιμασία SQJ ήταν ICC = 0,90, N = 13.

Η ανάλυση της καμπύλης του άλματος από ημικάθισμα έγινε απευθείας από το πρόγραμμα Kyowa sensor interface PCD-320 A. Συγκεκριμένα, υπολογίστηκε πρώτα η σωματική μάζα του δοκιμαζόμενου. Έπειτα, υπολογίστηκε ο χρόνος πτήσης από το σημείο απώλειας του δοκιμαζόμενου από το δυναμοδάπεδο, έως το πρώτο σημείο επαφής ( $T_{\text{πτήσης}} = T_{\text{προσγείωσης}} - T_{\text{απογείωσης}}$ ). Για την ανάλυση του κατακόρυφου άλματος χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση:  $\text{Ύψος άλματος} = (0,5 \cdot T_{\text{πτήσης}} \cdot 9,81)^2 / 2 \cdot 9,81$ . Στη συνέχεια υπολογίστηκε η μέγιστη δύναμη που φαίνονταν ως το κορυφαίο σημείο της καμπύλης κατά τη φάση της ώθησης ( $F_{\text{max}}$ ). Κατόπιν, υπολογίστηκε η μέγιστη παραγωγή ισχύος από τον τύπο Sayers:  $[\text{Ισχύς} = 61,7 \cdot \text{ύψος άλματος (cm)} + 45,3 \cdot \text{σωματική μάζα (kg)} - 2055]$  (Sayers et al., 1999). Τέλος υπολογίστηκε η ισχύς ανά κιλό σωματικής μάζας των αθλητών/τριων:  $\text{Ισχύς/kg} = \text{Ισχύς} / \text{σωματική μάζα}$ .

Μετά το τέλος των αλμάτων από ημικάθισμα ακολούθησε η αξιολόγηση των αλμάτων με αιώρηση κορμού. Συγκεκριμένα, μετά από 5 λεπτά διάλειμμα δόθηκαν 3 μέγιστες προσπάθειες στα άλματα με αιώρηση κορμού. Και εδώ ο αθλητής στέκονταν με τα χέρια σε μεσολαβή και τα πόδια στο άνοιγμα των ώμων. Από αυτή τη θέση και με το παράγγελμα του ερευνητή «πάμε» εκτελούσε ημικάθισμα και αμέσως μέγιστο κατακόρυφο άλμα. Σε όλες τις περιπτώσεις η τεχνική του αθλητή αξιολογούνταν ενώ σύντομη ανάλυση των καμπύλων των αλμάτων έδειχνε την εγκυρότητα του άλματος. Δόθηκαν 3 μέγιστες προσπάθειες στη δοκιμασία. Η καλύτερη προσπάθεια ως προς το ύψος άλματος χρησιμοποιήθηκε για την στατιστική ανάλυση. Ο δείκτης αξιοπιστίας για τη δοκιμασία αλμάτων με αιώρηση κορμού ήταν  $ICC = 0,91$ ,  $N = 13$ .

Η ανάλυση της καμπύλης του άλματος με αιώρηση κορμού γίνονταν απευθείας από το πρόγραμμα Kyowa sensor interface PCD-320 A. Συγκεκριμένα, υπολογίστηκε πρώτα η σωματική μάζα του δοκιμαζόμενου. Έπειτα, υπολογίστηκε ο χρόνος πτήσης από το σημείο απώλειας του δοκιμαζόμενου από το δυναμοδάπεδο, έως το πρώτο σημείο επαφής ( $T_{\text{πτήσης}} = T_{\text{προσγείωσης}} - T_{\text{απογείωσης}}$ ). Για την ανάλυση του κατακόρυφου άλματος χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση:  $\text{Ύψος άλματος} = (0,5 \cdot T_{\text{πτήσης}} \cdot 9,81)^2 / 2 \cdot 9,81$ . Στη συνέχεια υπολογίστηκε η μέγιστη δύναμη που φαίνονταν ως το κορυφαίο σημείο της καμπύλης κατά τη φάση της ώθησης ( $F_{\text{max}}$ ). Η μέγιστη παραγωγή ισχύος κατά το άλμα με προδιάταση υπολογίστηκε από τον δεύτερο τύπου των Sayers et al., (1999):  $[\text{Ισχύς} = 51,9 \cdot \text{ύψος άλματος (cm)} + 48,9 \cdot \text{σωματική μάζα (kg)} - 2007]$ . Τέλος υπολογίστηκε η ισχύς ανά κιλό σωματικής μάζας των αθλητών/τριων:  $\text{Ισχύς/kg} = \text{Ισχύς} / \text{σωματική μάζα}$ .

### 3.5.6 Μυϊκή Υπερηχογραφία

Οι μετρήσεις υπερηχογραφίας τόσο στη T1 όσο και στη T2 χρονική στιγμή έγιναν πρωινές ώρες και μετά από 24 ώρες αποχή από την προπόνηση. Χρησιμοποιήθηκε υπέρηχος (Product model Z5, Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd, Shenzhen, China) με κεφαλή 38mm και συχνότητα δειγματοληψίας 10 MHz, ενώ η λήψη των εικόνων έγινε μέσω της πανοραμικής μεθόδου (Extended-Field-Of-View/EFOV mode). Για την αξιολόγηση της αρχιτεκτονικής δομής του έξω πλατύ μηριαίου μυός έγινε λήψη εικόνων στο 50% της απόστασης του έξω κονδύλου του μηριαίου οστού και του μείζων τροχαντήρα (Blazevich, 2006, Tsitkanou et al., 2016), χρησιμοποιώντας την πανοραμική μέθοδο

(EFOV mode). Υδατοδιαλυτό τζελ επιστρώθηκε πάνω στη κεφαλή προκειμένου να διευκολυνθεί η διάδοση των υπερήχων και να αποφευχθεί η εφαρμογή πίεσης από τη κεφαλή προς τον εξεταζόμενο μυ. Η κεφαλή του υπερήχου τοποθετήθηκε κατά μήκος του μηριαίου οστού, με κατεύθυνση παράλληλη με αυτή των μυϊκών δεματίων και κάθετη ως προς το δέρμα. Με βάση τη κατεύθυνση αυτή χαραχτηκε μια διακεκομμένη γραμμή (περίπου 10 εκατοστά) μπροστά και πίσω από το 50% της απόστασης του έξω κονδύλου του μηριαίου οστού και του μείζων τροχαντήρα, έτσι ώστε να γινόταν λήψη πανοραμικής εικόνας, τέτοιας που θα έδινε τη δυνατότητα ακριβούς αξιολόγησης και όχι απλής προσέγγισης του μήκους των μυϊκών δεματίων. Προκειμένου να εξασφαλιστεί η σωστή λήψη της εικόνας, η κεφαλή κινούταν πάνω ακριβώς στη διακεκομμένη γραμμή που είχε χαραχτεί. Επίσης, η γωνία με την οποία επαπτόταν η κεφαλή με το δέρμα άλλαζε κατά τη διάρκεια της μέτρησης, έτσι ώστε να διασφαλιζόταν συνεχώς η καθετότητά της σε όλο το μήκος της εξεταζόμενης περιοχής (Noorkoiv et al., 2010). Οι εικόνες που ελήφθησαν χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση του πάχους του έξω πλατύ μηριαίου μυός, της γωνίας πρόσφυσης των μυϊκών δεματίων και του μήκους των μυϊκών δεματίων, ενώ για την ανάλυσή τους χρησιμοποιήθηκε κατάλληλο λογισμικό (Motic Images Plus, 2.0, Hong Kong). Το πάχος του έξω πλατύ μηριαίου μυός ορίστηκε ως η απόσταση μεταξύ της άνω και κάτω απονεύρωσής του, η γωνία πρόσφυσης ως η γωνία με την οποία προσφύονται τα μυϊκά δεμάτια στην κάτω απονεύρωση του έξω πλατύ και το μήκος των μυϊκών δεματίων ως η διαγώνια απόσταση που διανύουν τα μυϊκά δεμάτια από την άνω έως την κάτω απονεύρωση του έξω πλατύ μηριαίου μυός. Ο δείκτης αξιοπιστίας για την αξιολόγηση των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών μέσω της μυϊκής υπερηχογραφίας είναι για το πάχος ICC = 0,98, για τη γωνία IC = 0,86 και για το μήκος των μυϊκών δεματίων ICC = 0,83, αντίστοιχα (N = 36).

### 3.6 Στατιστική ανάλυση

Όλες οι μεταβλητές παρουσιάζονται με μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις (Mean ± SD). Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διασποράς επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για να βρεθούν οι διαφορές στις μεταβλητές ανάμεσα στις περιόδους T1 και T2. Όπου υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά αυτή υπολογίζονταν μέσω του ελέγχου Bonferroni. Υπολογίστηκε το μέγεθος της επίδρασης της παρέμβασης μέσω του συντελεστή  $\eta^2$ . Για τις συσχετίσεις ανάμεσα στις μεταβλητές χρησιμοποιήθηκε ο

συντελεστής συσχέτισης r-Pearson. Η πολυμεταβλητή ανάλυση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης της αγωνιστικής ριπτικής επίδοση. Λόγω του μικρού δείγματος ( $N = 11$ ), χρησιμοποιήθηκε το Adjusted  $R^2$  για την εξήγηση των αποτελεσμάτων (Tabachnick και Fidell, 2007, σελ: 117-159). Για την αξιοπιστία των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης ICC. Σε όλες τις αναλύσεις χρησιμοποιήθηκε το υπολογιστικό σύστημα SPSS 17 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας καθορίστηκε σε  $p \leq 0,05$ . Στον πίνακα 3.6.1 παρουσιάζονται οι συντελεστές αξιοπιστίας για όλες τις μετρήσεις της μελέτης.

**Πίνακας 3.6.1** Συγκεντρωτικός Πίνακας Αξιοπιστίας Μετρήσεων

Δοκιμασία	Μετρήσεις	ICC	Δείγμα
	Σωματομετρήσεις	1	N = 22
Ριπτική	Ρίψη Σφαίρας Εμπρός	0,95	N = 13
Ικανότητα	Ρίψη Σφαίρας Πίσω	0,98	
	Ρίψη Σφαίρας με Μέτωπο	0,93	
	Ρίψη από Τελική Διπλή στήριξη	0,94	
Οριζόντιο Άλμα	Άλμα Άνευ Φόρας	0,96	N = 13
Ταχύτητα	40m	0,94	N = 13
Κατακόρυφα Άλματα	Άλμα από Ημικάθισμα (SQJ)	0,90	N = 13
	Άλμα με Αιώρηση Κορμού (CMJ)	0,91	
Υπερηχογραφία	Πάχος Μυός	0,97	N = 36
	Γωνία Μυϊκών Δεματίων	0,86	
	Μήκος Μυϊκών Δεματίων	0,83	

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 4.1 Σωματομετρικά Χαρακτηριστικά

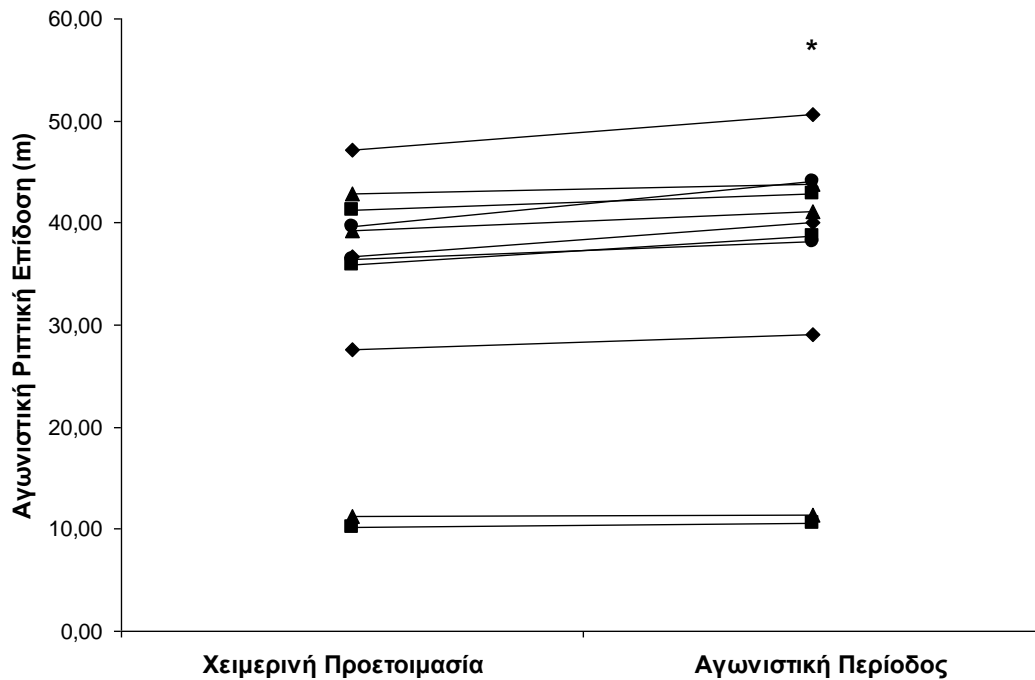
Τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά των αθλητών και αθλητριών που συμμετείχαν στη μελέτη δεν άλλαξαν μετά τις 10 εβδομάδες προπόνησης (Πίνακας 4.1). Πιο αναλυτικά, δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική αλλαγή στη σωματική μάζα ( $p = 0,147$ ,  $\eta^2 = 0,199$ ) ενώ όμοια αποτελέσματα παρουσιάστηκαν και για τον δείκτη μάζας σώματος ( $p = 0,509$   $\eta^2 = 0,045$ ). Το σωματικό ανάστημα παρέμεινε αμετάβλητο.

**Πίνακας 4.1.1** Αλλαγές στα σωματομετρικά χαρακτηριστικά των αθλητών και αθλητριών μετά τις 10 εβδομάδες προπόνησης.

	Μάζα (kg)	Ανάστημα (m)	Δείκτης Μάζας Σώματος ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )
Πριν	84,2±19,8	1,74±0,08	27,7±4,9
Μετά	85,0±20,7	1,74±0,08	27,8±5,1

#### 4.2 Αγωνιστική Ριπτική Επίδοση

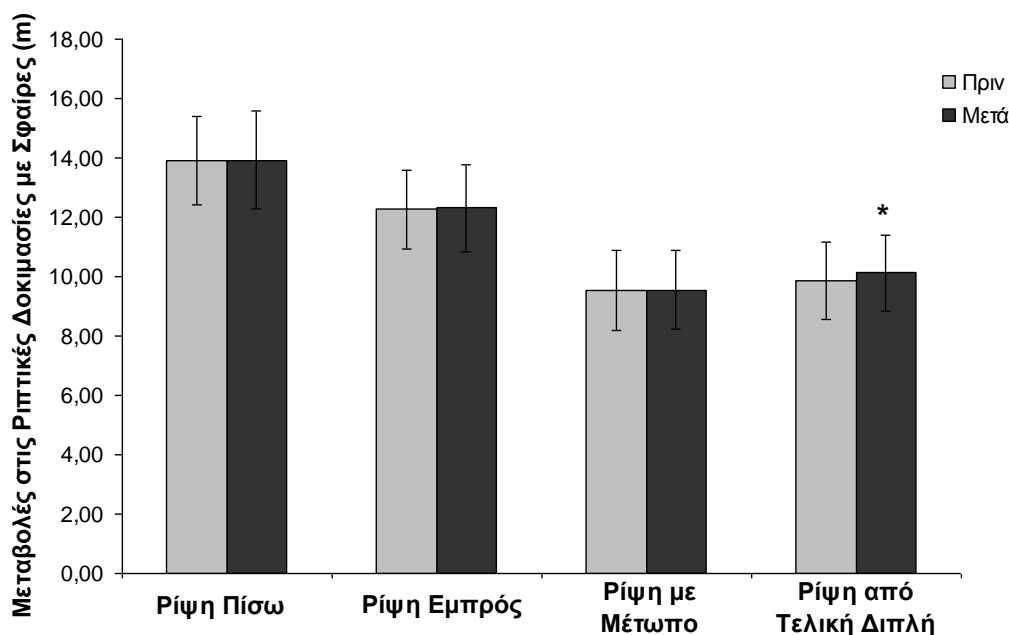
Η αγωνιστική ριπτική επίδοση αυξήθηκε στατιστικά σημαντικά μετά την προπόνηση κατά 5,8±2,8% ( $p = 0,000$ ,  $\eta^2 = 0,724$ ). Στο σχήμα 4.2.1 παρουσιάζονται οι ατομικές μεταβολές στην αγωνιστική ριπτική επίδοση όλων των αθλητών και αθλητριών από την αρχή της προετοιμασίας έως την αγωνιστική περίοδο. Αξίζει να σημειωθεί ότι όλοι οι αθλητές και αθλήτριες που συμμετείχαν στη μελέτη αύξησαν την αγωνιστική ριπτική επίδοση σημαντικά.



**Σχήμα 4.2.1** Ατομικές αλλαγές στην αγωνιστική ριπτική επίδοση σε όλους τους αθλητές ρίψεων μετά από 10 εβδομάδες προπόνησης (\* $p < 0,05$ ).

#### 4.3 Ριπτικές Δοκιμασίες με Σφαίρες

Τα αποτελέσματα στις ριπτικές δοκιμασίες με σφαίρες δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές αλλαγές στη ρίψη πίσω (πριν  $13,9 \pm 1,5\text{m}$ , μετά  $13,9 \pm 1,6\text{m}$ ,  $p = 0,984$ ,  $\eta^2 = 0,000$ ) στη ρίψη εμπρός (πριν  $12,3 \pm 1,3\text{m}$ , μετά  $12,3 \pm 1,5\text{m}$ ,  $p = 0,848$ ,  $\eta^2 = 0,004$ ) και στη ρίψη με μέτωπο στο πεδίο ρίψης (πριν  $9,5 \pm 1,5\text{m}$ , μετά  $9,5 \pm 1,3\text{m}$ ,  $p = 0,894$ ,  $\eta^2 = 0,002$ ). Ωστόσο, η ρίψη από τελική διπλή στήριξη αυξήθηκε στατιστικά σημαντικά κατά  $2,8 \pm 3,9\%$  (πριν  $9,9 \pm 1,3\text{m}$ , μετά  $10,1 \pm 1,3\text{m}$ ,  $p = 0,040$ ,  $\eta^2 = 0,356$ ). Στο σχήμα 4.3.1 παρουσιάζονται οι μεταβολές στις ριπτικές δοκιμασίες με σφαίρες.



**Σχήμα 4.3.1** Μεταβολές στις δοκιμασίες με σφαίρες. Σημαντική αλλαγή στη ρίψη από τελική διπλή στήριξη (\* $p < 0.05$ ).

#### 4.4 Οριζόντιο Άλμα Άνευ Φόρας και Δρόμος Ταχύτητας 40m

Μετά από τις 10 εβδομάδες προπόνησης δύναμης – ισχύος η αλτική ικανότητα στο οριζόντιο άλμα άνευ φόρας δεν βελτιώθηκε στατιστικά σημαντικά (πριν  $2,3 \pm 0,3m$ , μετά  $2,4 \pm 0,3m$ ,  $p = 0,324$ ,  $\eta^2 = 0,097$ ). Ωστόσο, όταν το οριζόντιο άλμα εκφράστηκε ως έργο (J), τότε βρέθηκε σημαντική αύξηση κατά  $1,7 \pm 2,5\%$  (πριν  $19398,1 \pm 5269,2J$ , μετά  $19690,1 \pm 5194,5J$ ,  $p = 0,029$ ,  $\eta^2 = 0,393$ ). Αντίστοιχα, η επίδοση στο δρόμο ταχύτητας 40m μειώθηκε στατιστικά σημαντικά μετά τις 10 εβδομάδες κατά  $-1,19 \pm 0,9\%$  (πριν  $6,1 \pm 0,4sec$ , μετά  $6,0 \pm 0,4sec$ ,  $p = 0,002$ ,  $\eta^2 = 0,624$ ).

#### 4.5 Κατακόρυφα Άλματα

Οι μεταβλητές στο κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα και στο κατακόρυφο άλμα με αιώρηση κορμού δεν μεταβλήθηκαν στατιστικά σημαντικά. Όλα τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα 4.5.1.

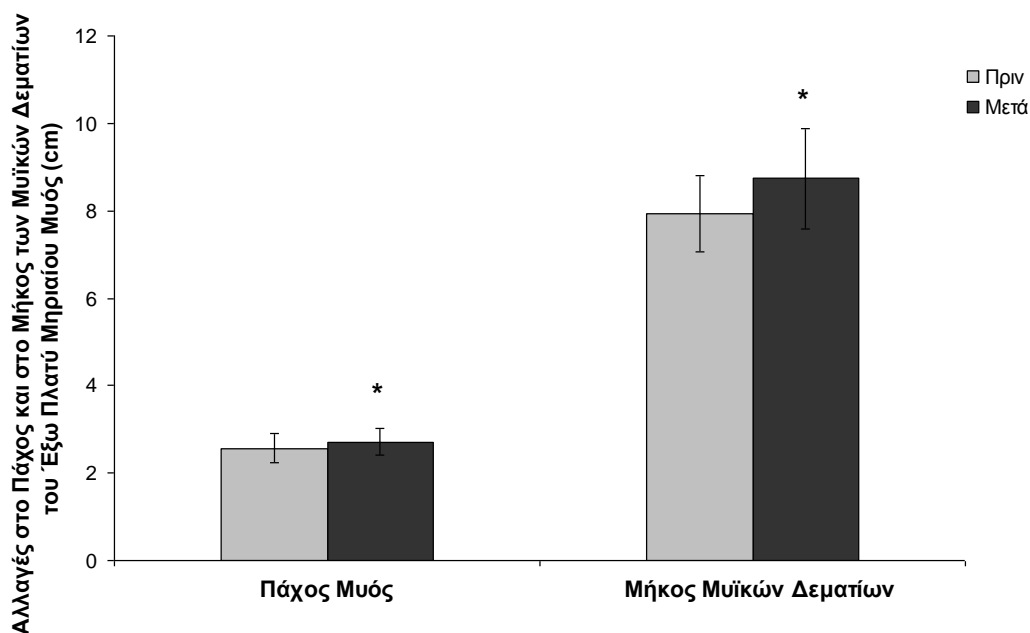
**Πίνακας 4.5.1** Μεταβολές στις μεταβλητές των κατακόρυφων αλμάτων από ημικάθισμα και με αιώρηση κορμού μετά τις 10 εβδομάδες προπόνησης.

Μεταβλητές	T1	T2	% T1-T2	p	$\eta^2$
SQJ Ύψος Άλματος (m)	0,29±0,4	0,29±0,5	-0,7±5,8	1,000	0,000
SQJ Ισχύς (W)	3556,9±868,7	3586,3±928,2	0,5±3,8	0,522	0,042
SQJ Ισχύς Ανά Κιλό	42,2±3,0	42,2±3,9	-0,3±3,4	0,861	0,003
Σωματικής Μάζας (W/kg)					
SQJ Ταχύτητα (m/sec)	2,46±0,3	2,45±0,4	-0,7±3,9	0,819	0,006
CMJ Ύψος Άλματος (m)	0,32±0,4	0,32±0,6	1,0±6,7	0,617	0,026
CMJ Ισχύς (W)	3763,7±949,1	3825,5±973,1	1,6±2,7	0,077	0,280
CMJ Ισχύς Ανά Κιλό	44,6±2,5	45,0±3,4	0,8±2,9	0,357	0,085
Σωματικής Μάζας (W/kg)					
CMJ Ταχύτητα (m/sec)	2,6±0,3	2,7±0,5	1,0±6,7	0,508	0,045

#### 4.6 Αρχιτεκτονική Δομή των Μυών

Σημαντικές αλλαγές βρέθηκαν στα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του έξω πλατύ μηριαίου μυός. Πιο αναλυτικά το πάχος του μυός αυξήθηκε σημαντικά κατά 6,2±7,4% ( $p = 0,016$ ,  $\eta^2 = 0,453$ ) ενώ το μήκος των μυϊκών δεματίων αυξήθηκε κατά 10,5±13,2% ( $p = 0,03$ ,  $\eta^2 = 0,390$ ). Οι αλλαγές παρουσιάζονται στο σχήμα 4.6.1. Αντίθετα, καμία αλλαγή δεν βρέθηκε στη γωνία έλξης των μυϊκών δεματίων μετά τις 10 εβδομάδες προπόνησης (πριν 18,7±2,7°, μετά 18,7±1,8°,  $p = 0,943$ ,  $\eta^2 = \mu 0,001$ ).





**Σχήμα 4.6.1** Αλλαγές στο πάχος και στο μήκος των μυϊκών δεματίων του έξω πλατύ μηριαίου μυός μετά από 10 εβδομάδες προπόνησης. Στατιστικά σημαντικές αυξήσεις στις δύο παραμέτρους (\* $p < 0,05$ ).

#### 4.7 Συσχετίσεις ανάμεσα στις μεταβλητές στις δύο πειραματικές μετρήσεις

Σημαντικές συσχετίσεις βρέθηκαν ανάμεσα στις δύο διαφορετικές πειραματικές περιόδους (T1 και T2) ανάμεσα στις περισσότερες μεταβλητές. Όλες οι συσχετίσεις παρουσιάζονται στους πίνακες 4.7.1 (T1) και 4.7.2 (T2).

**Πίνακας 4.7.1.** Συσχετίσεις ανάμεσα σε όλες τις μεταβλητές κατά τη περίοδο των αρχικών μετρήσεων (T1) της πειραματικής διαδικασίας.

	Ρίψη Πίσω	Ρίψη Εμπρός	Ρίψη με Μέτωπο	Ρίψη από Τελική Διπλή	Οριζόντιο Άλμα	Οριζόντιο Άλμα (J)	40m	SQJ (h)	SQJ (P)	SQJ (P/kg)	SQJ (V)	CMJ (h)	CMJ (P)	CMJ (P/kg)	CMJ (V)	Πάχος	Γωνία
Ρίψη Εμπρός	,718*	1															
Ρίψη με Μέτωπο	,718*	1,000**	1														
Ρίψη από Τελική Διπλή	,769**	,871**	,871**	1													
Οριζόντιο Άλμα	,519	,570	,570	,319	1												
Οριζόντιο Άλμα (J)	,662*	,717*	,717*	,785**	,493	1											
40m	-,401	-,413	-,413	-,169	-,894**	-,178	1										
SQJ (h)	,181	,167	,167	-,072	,778**	,103	-,904**	1									
SQJ (P)	,620*	,638*	,638*	,768**	,334	,970**	-,060	,050	1								
SQJ (P/kg)	,385	,360	,360	,166	,826**	,342	-,892**	,961**	,303	1							
SQJ (V)	,201	,181	,181	-,058	,790**	,093	-,925**	,998**	,033	,958**	1						
CMJ (h)	,147	,100	,100	-,116	,753**	,136	-,835**	,979**	,088	,935**	,968**	1					
CMJ (P)	,589	,600	,600	,751**	,264	,959**	,027	-,029	,995**	,224	-,048	,022	1				
CMJ (P/kg)	,402	,359	,359	,205	,784**	,466	-,774**	,898**	,447	,966**	,885**	,914**	,383	1			
CMJ (V)	,168	,108	,108	-,111	,754**	,127	-,842**	,981**	,079	,939**	,972**	,997**	,012	,919**	1		
Πάχος	,600	,880**	,880**	,678*	,499	,575	-,335	,180	,508	,324	,174	,150	,483	,350	,149	1	
Γωνία	,210	,472	,472	,269	,081	,249	,049	,020	,288	,123	-,008	,015	,292	,214	,029	,707*	1
Μήκος	,467	,508	,508	,543	,534	,463	-,470	,162	,324	,231	,196	,108	,283	,136	,089	,264	-,470

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , J = Έργο, h = ύψος άλματος, P = Ισχύς, P/kg = Ισχύς ανά κιλό μάζας, V = Ταχύτητα απογείωσης

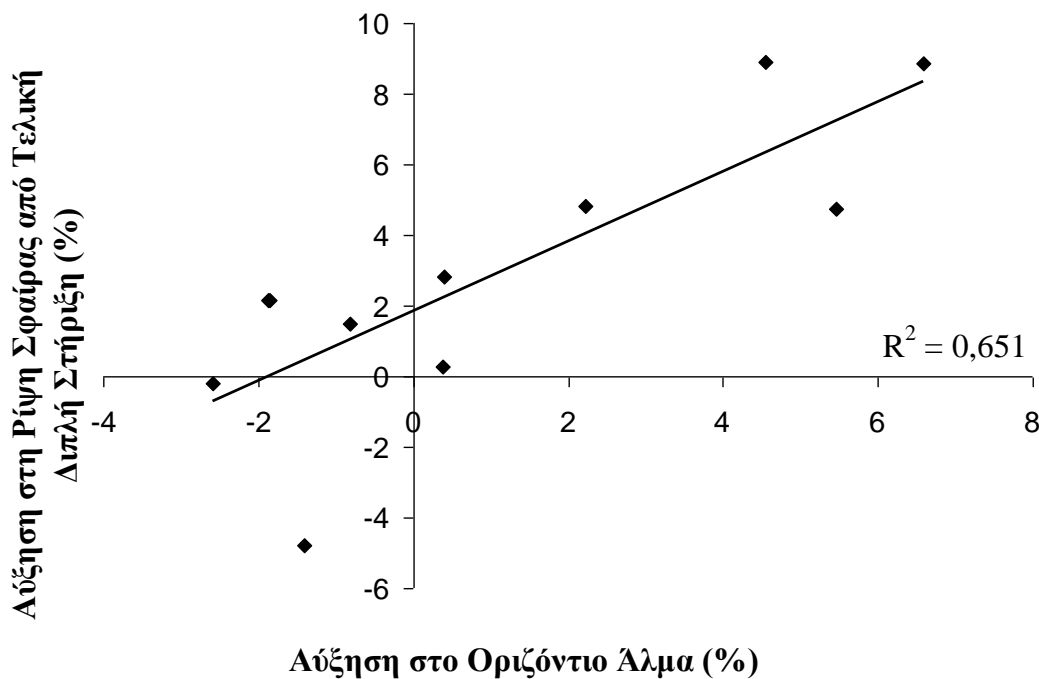
**Πίνακας 4.7.2.** Συσχετίσεις ανάμεσα σε όλες τις μεταβλητές κατά τη περίοδο των τελικών μετρήσεων (T2) της πειραματικής διαδικασίας.

	Ρίψη Πίσω	Ρίψη Εμπρός	Ρίψη με Μέτωπο	Ρίψη από Τελική Διπλή	Οριζόντιο Άλμα	Οριζόντιο Άλμα (J)	40m	SQJ (h)	SQJ (P)	SQJ (P/kg)	SQJ (V)	CMJ (h)	CMJ (P)	CMJ (P/kg)	CMJ (V)	Πάχος	Γωνία
Ρίψη Εμπρός	,917**	1															
Ρίψη με Μέτωπο	,753**	,785**	1														
Ρίψη από Τελική Διπλή	,707*	,710*	,938**	1													
Οριζόντιο Άλμα	,500	,649*	,463	,241	1												
Οριζόντιο Άλμα (J)	,656*	,646*	,789**	,784**	,365	1											
Ταχύτητα	-,515	-,703*	-,409	-,215	-,888**	-,134	1										
SQJ (h)	,329	,515	,243	,051	,698*	,143	-,802**	1									
SQJ (P)	,610*	,583	,713*	,746**	,168	,947**	-,018	,180	1								
SQJ (P/kg)	,462	,629*	,387	,223	,666*	,322	-,766**	,974**	,381	1							
SQJ (V)	,317	,506	,210	,018	,702*	,114	-,812**	,998**	,148	,967**	1						
CMJ (h)	,210	,402	,202	-,041	,747**	,081	-,805**	,962**	,076	,910**	,965**	1					
CMJ (P)	,580	,544	,721*	,751**	,149	,956**	,026	,117	,995**	,318	,085	,032	1				
CMJ (P/kg)	,413	,581	,432	,218	,729*	,347	-,776**	,950**	,367	,970**	,944**	,950**	,324	1			
CMJ (V)	,225	,420	,211	-,032	,754**	,073	-,822**	,965**	,065	,912**	,969**	,999**	,020	,948**	1		
Πάχος	,470	,509	,789**	,667*	,426	,616*	-,331	,099	,471	,193	,074	,160	,508	,317	,164	1	
Γωνία	-,563	-,463	-,094	-,082	-,433	-,238	,364	-,321	-,208	-,343	-,339	-,250	-,169	-,273	-,252	,296	1
Μήκος	,895**	,856**	,807**	,672*	,725*	,753**	-,611*	,436	,631*	,542	,422	,412	,623*	,584	,418	,674*	-,487

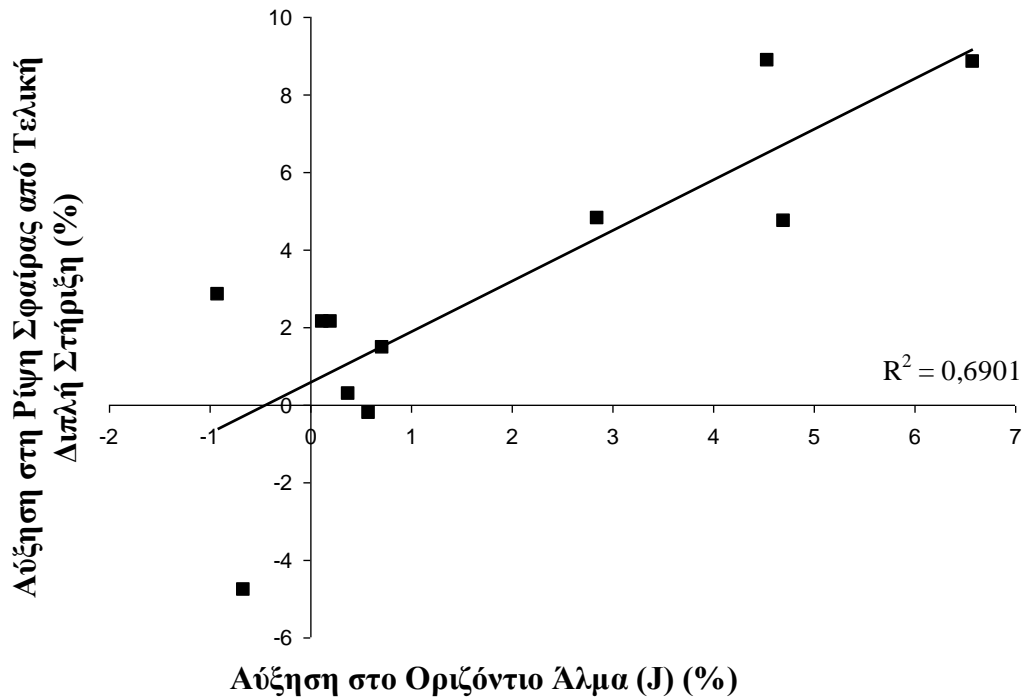
\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , J = Έργο, h = ύψος άλματος, P = Ισχύς, P/kg = Ισχύς ανά κιλό μάζας, V = Ταχύτητα απογείωσης

#### 4.8 Συσχετίσεις ανάμεσα στις ποσοστιαίες μεταβολές των μεταβλητών

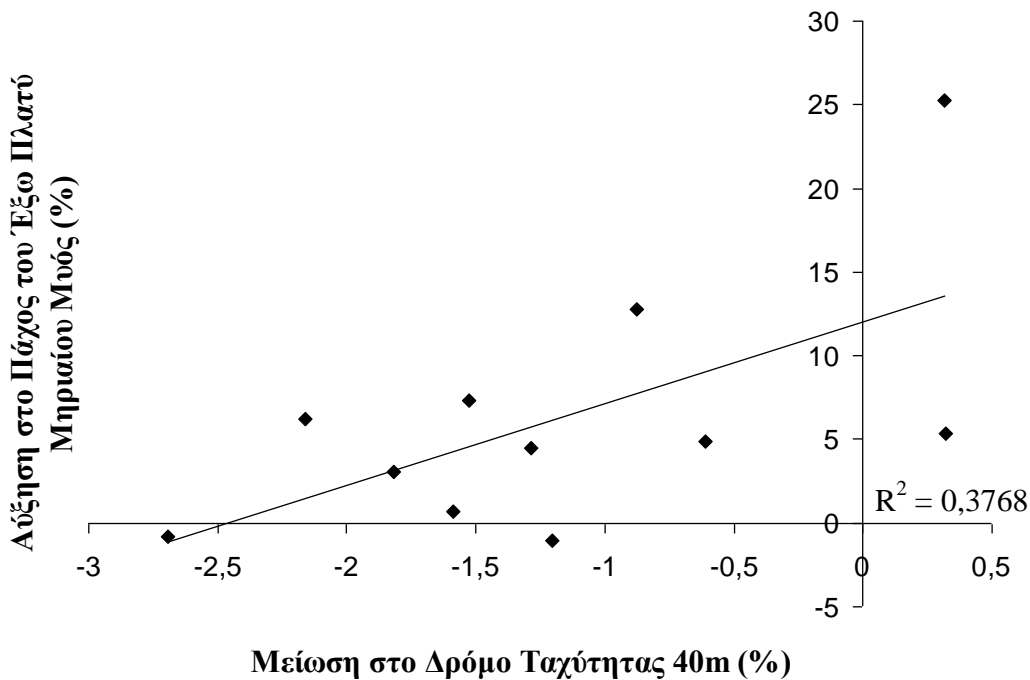
Σημαντικές συσχετίσεις βρέθηκαν ανάμεσα στις ποσοστιαίες μεταβολές των μεταβλητών. Πιο αναλυτικά βρέθηκε σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στο ποσοστό αύξησης της ρίψης από τελική διπλή στήριξη στη σφαιροβολία και στο ποσοστό μεταβολής στο οριζόντιο άλμα αλλά και με το παραγόμενο έργο στο οριζόντιο άλμα (σχήμα 4.8.1, και 4.8.2). Αντίστοιχα, το ποσοστό αύξησης του πάχους του έξω πλατύ μηριαίου μυός παρουσίασε σημαντική συσχέτιση με το ποσοστό μείωσης στο δρόμο ταχύτητας 40m (σχήμα 4.8.3). Τέλος, σημαντική συσχέτιση βρέθηκε και ανάμεσα στο ποσοστό αύξησης της ρίψης σφαίρας από τελική διπλή στήριξη και στο ποσοστό μείωσης στο δρόμο ταχύτητας (σχήμα 4.8.4). Καμία άλλη σύνδεση δεν βρέθηκε ανάμεσα στις ποσοστιαίες μεταβολές των μεταβλητών.



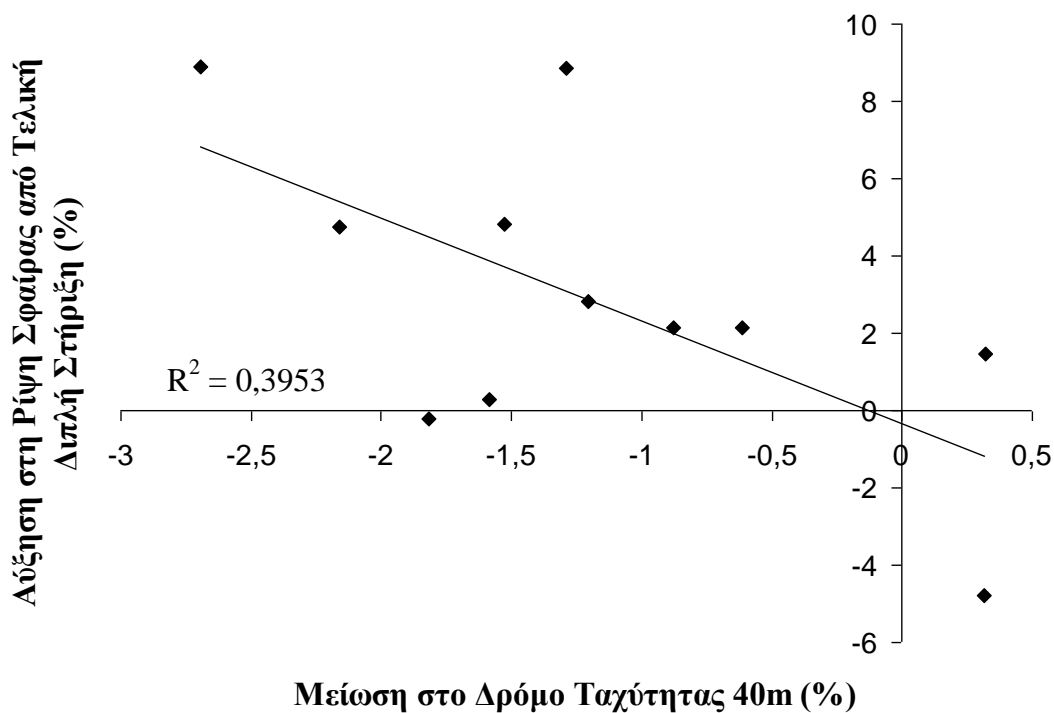
**Σχήμα 4.8.1** Συσχέτιση ανάμεσα στις ποσοστιαίες αλλαγές της ρίψης σφαίρας από τελική διπλή στήριξη και στο οριζόντιο άλμα ( $r = 0,81$ ,  $p < 0,01$ ).



Σχήμα 4.8.2 Συσχέτιση ανάμεσα στις ποσοστιαίες αυξήσεις της ρίψης σφαίρας από τελική διπλή στήριξη και στο παραγόμενο έργο στο οριζόντιο άλμα ( $r = 0,83$ ,  $p < 0,01$ ).



Σχήμα 4.8.3 Συσχέτιση ανάμεσα στις ποσοστιαίες αυξήσεις του πάχους του έξω πλατύ μηνιαίου μυός και του δρόμου 40m ( $r = 0,62$ ,  $p < 0,05$ ).



**Σχήμα 4.8.4** Συσχέτιση ανάμεσα στις ποσοστιαίες αυξήσεις στη ρίψη από τελική διπλή στήριξη και στο δρόμου 40m ( $r = 0,63$ ,  $p < 0,05$ ).

Η ανάλυση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης έδειξε δύο σημαντικά μοντέλα πρόβλεψης της ποσοστιαίας αύξησης της αγωνιστικής ριπτικής επίδοσης και της ρίψης από τελική διπλή στήριξη. Πιο αναλυτικά, ο γραμμικός συνδυασμός της ποσοστιαίας αύξησης του πάχους του έξω πλατύ μηριαίου μύος με το ποσοστό αλλαγής στη ρίψη πίσω, εξηγούν το 56% ( $p = 0,016$ ) της ποσοστιαία αύξησης της αγωνιστικής ριπτικής επίδοσης (Beta Ρίψη Πίσω = 0,644,  $p=0,018$ , Beta Πάχος Έξω Πλατύ = 0,681,  $p=0,016$ ). Αντίστοιχα, ο γραμμικός συνδυασμός της ποσοστιαίας αύξησης στο οριζόντιο άλμα (J) με το ποσοστό αύξησης στο πάχος του έξω πλατύ μηριαίου μύος εξηγούν σημαντικά το 80% ( $p = 0,001$ ) της ποσοστιαίας αύξησης στη ρίψη από τελική διπλή στήριξη (Beta Οριζόντιο Άλμα (J) = 0,726,  $p = 0,001$ , Beta Πάχος Έξω Πλατύ = -0,400,  $p = 0,026$ ) Η εξισώσεις πρόβλεψης από την ανάλυση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι:

$$\% \uparrow \text{Αγωνιστική Ρίψη} = 4,259 + [0,697 \cdot \% \uparrow \text{Ρίψη Πίσω}] + [0,258 \cdot \% \uparrow \text{Πάχος Έξω Πλατύ}]$$

$$\% \uparrow \text{Ρίψη Σφαίρας Από Τελική Διπλή Στήριξη} = 2,171 + [1,142 \cdot \% \uparrow \text{Οριζόντιο Άλμα J}] + [-0,213 \cdot \% \uparrow \text{Πάχος Έξω Πλατύ}]$$

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 5.1 Σχέση μυϊκής ισχύος αρχιτεκτονικής δομής των μυών και αγωνιστικής ριπτικής επίδοσης

Το κύριο εύρημα της μελέτης ήταν ότι οι αλλαγές σε απλές και εύκολες δοκιμασίες πεδίου σε συνδυασμό με τις αλλαγές στην αρχιτεκτονική δομή των μυών μπορούν να εξηγήσουν σε σημαντικό βαθμό την ποσοστιαία αύξηση της αγωνιστικής ριπτικής επίδοσης. Συσχετίσεις ανάμεσα στις αλλαγές στην αγωνιστική ριπτική επίδοση και στις αλλαγές σε απλές δοκιμασίες πεδίου και στην αρχιτεκτονική δομή των μυών, είναι δύσκολο να εντοπιστούν μετά από μακροχρόνια προπόνηση, ιδιαίτερα σε αθλητές που συμμετέχουν σε διαφορετικά ριπτικά αγωνίσματα. Ωστόσο, ευρήματα από προηγούμενες μελέτες δείχνουν ότι οι αλλαγές στην αρχιτεκτονική δομή των μυών συνδέονται με αλλαγές στην ριπτική ικανότητα (Stasinaki et al., 2015, Zaras et al., 2016, Terzis et al, 2010) αλλά όχι με την αγωνιστική ρίψη. Τα δεδομένα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι οι αλλαγές που προκαλεί η συστηματική προπόνηση στη δοκιμασία της ρίψης σφαίρας πίσω σε συνδυασμό με τις αλλαγές στο πάχος του έξω πλατύ μηριαίου μυός μπορούν να εξηγήσουν το 56% των αλλαγών στην αγωνιστική ριπτική επίδοση σε νέους αθλητές ρίψεων.

Μολονότι ο συνδυασμός της ρίψης πίσω και του πάχους του έξω πλατύ μηριαίου μυός εξήγησαν σημαντικά την αγωνιστική ριπτική επίδοση, δεν βρέθηκε άλλη σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις αλλαγές της αγωνιστικής ριπτικής επίδοσης με τις ποσοστιαίες αλλαγές κάποιας άλλης μεταβλητής. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στο γεγονός ότι στη μελέτη συμμετείχαν νέοι αθλητές ρίψεων από όλα τα ριπτικά αγωνίσματα. Αντίθετα, σημαντικές συσχέτισεις βρέθηκαν ανάμεσα στις ποσοστιαίες αυξήσεις της ρίψης σφαίρας από τελική διπλή στήριξη και στις ποσοστιαίες αυξήσεις στο οριζόντιο άλμα και στον δρόμο ταχύτητας. Όλοι οι αθλητές που συμμετείχαν στη μελέτη είχαν πολύ καλή εμπειρία στη ρίψη σφαίρας καθώς χρησιμοποιούσαν τακτικά αυτή τη δοκιμασία στην προπόνηση τόσο για ενδυνάμωση και ανάπτυξη της ριπτικής ικανότητας όσο και για συμμετοχή σε αγώνες. Αντίστοιχα, το οριζόντιο άλμα στο σκάμμα αλλά και οι δρόμοι ταχύτητας μικρών αποστάσεων αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του προπονητικού σχεδιασμού των αθλητών των

ρίψεων. Μάλιστα, υπάρχει η εμπειρική άποψη από τους προπονητές ότι αυτές οι αλτικές και δρομικές δοκιμασίες πρέπει να πραγματοποιούνται από του αθλητές των ρίψεων ώστε να ενισχύεται η αγωνιστική ριπτική επίδοση. Μολονότι δεν βρέθηκε σημαντική σύνδεση ανάμεσα στην αγωνιστική ριπτική επίδοση και στις δοκιμασίες άλματος και ταχύτητας, οι σημαντικές συσχετίσεις με την ρίψη σφαίρας από τελική διπλή στήριξη δείχνουν ότι υπάρχει κάποια σύνδεση με τις αλτικές και δρομικές δοκιμασίες πεδίου, που ωστόσο χρειάζεται περισσότερη διερεύνηση.

Σε κλασική μελέτη των Morrow et al., (1982), διερευνήθηκε η συσχέτιση ανάμεσα στη μυϊκή ισχύ από εύκολες δοκιμασίες πεδίου και της ρίψης σφαίρας σε υψηλού επιπέδου αθλητές ρίψεων. Η μελέτη έδειξε ότι υπάρχει σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στη ρίψη σφαίρας με το οριζόντιο άλμα ( $r = 0,69$ ) και με το δρόμο ταχύτητας ( $r = -0,64$ ). Όμοια, αποτελέσματα από μελέτη σε πολύ υψηλού επιπέδου αθλητές σφυροβολίας, έδειξε ότι η ρίψη σφαίρας πίσω συνδέεται σημαντικά με την αγωνιστική ρίψη σφύρας ( $r = 0,95$ , Terzis et al., 2010). Ωστόσο, καμία άλλη μελέτη δεν έχει διερευνήσει τη σύνδεση ανάμεσα σε εύκολες δοκιμασίες πεδίου με την αγωνιστική ριπτική επίδοση. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι παραπάνω συσχετίσεις βρέθηκαν σε μια συγκεκριμένη προπονητική περίοδο του ετήσιου προπονητικού κύκλου και δεν εξετάστηκε η προπονητική επίδραση πάνω σε αυτές τις συνδέσεις. Μελέτες με μεγαλύτερη διάρκεια προπόνησης και σε υψηλότερου επιπέδου αθλητές, χρειάζονται για να διερευνηθεί καλύτερα η σχέση μεταξύ απλών δοκιμασιών πεδίου και αγωνιστικής ριπτικής επίδοσης.

Ο μυϊκός ιστός παρουσιάζει ιδιαίτερη πλαστικότητα και προσαρμοστικότητα μετά από διάφορα προπονητικά προγράμματα. Μελέτη των Blazeovich et al., (2003), έδειξε ότι η προπόνηση δύναμης αλλάζει τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά των μυών ακόμη και μετά από 5 εβδομάδες προπόνησης. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι το πάχος του έξω πλατύ μηριαίου μυός και το μήκος των μυϊκών δεματίων αυξήθηκαν ως αποτέλεσμα του προπονητικού προγράμματος μετά από 10 εβδομάδες προπόνησης δύναμης και δύναμης – ισχύος. Αντίστοιχα, σημαντική συσχέτιση βρέθηκε ανάμεσα στο ποσοστό αύξησης του πάχους του έξω πλατύ μηριαίου μυός και στο ποσοστό μείωσης του δρόμου ταχύτητας ( $r = 0,62$ ). Αυξήσεις στο πάχος του μυός συνδέονται κυρίως με αυξήσεις στη μυϊκή υπερτροφία και στη δύναμη του μυός. Σε παρόμοια αποτελέσματα καταλήγουν και παλαιότερα ερευνητικά δεδομένα που δείχνουν σημαντικές συνδέσεις ανάμεσα στο πάχος του έξω



πλατύ μηριαίου μυός και στο δρόμο ταχύτητας (Kumagai et al., 2000, Nimphius et al., 2012). Ωστόσο, καμία άλλη συσχέτιση δεν βρέθηκε ανάμεσα στις ποσοστιαίες μεταβολές της αρχιτεκτονικής δομής των μυών και των υπόλοιπων μεταβλητών.

Παρατηρώντας τον πίνακα 4.7.1 και ιδιαίτερα τον πίνακα 4.7.2 που δείχνουν τις συσχετίσεις στις δύο περιόδους μέτρησης T1 και επαναμέτρησης T2, μπορούμε να δούμε σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα στην αρχιτεκτονική δομή των μυών τόσο με τις δοκιμασίες ισχύος πεδίου όσο και με τη παραγωγή μυϊκής ισχύος στα εργαστηριακά κατακόρυφα άλματα. Μάλιστα, οι συντελεστές συσχέτισης φαίνεται να βελτιώνονται και να γίνονται στατιστικά σημαντικοί κυρίως στην επαναμέτρηση και λίγο πριν την αγωνιστική περίοδο των αθλητών. Αποτελέσματα από προηγούμενες μελέτες δείχνουν σημαντικές συνδέσεις ανάμεσα στα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά των μυών με το δρόμο ταχύτητας (Kumagai et al., 2000, Nimphius et al., 2012) τα κατακόρυφα άλματα (Earp et al., 2010, 2011) αλλά και τη ριπτική ικανότητα (Stasinaki et al., 2015, Zaras et al., 2016). Τα παραπάνω ευρήματα επαληθεύονται από την παρούσα μελέτη ενώ φαίνεται, για πρώτη φορά, ότι το μήκος των μυϊκών δεματίων συνδέεται με την επίδοση στο οριζόντιο άλμα χωρίς φόρα ( $r = 0,73$ , και  $0,75$ ). Αυτό δείχνει ότι οι αλλαγές στην αρχιτεκτονική δομή των μυών συνδέονται σε σημαντικό βαθμό με τη παραγωγή μυϊκής ισχύος όχι μόνο σε σύνθετες εργαστηριακές συνθήκες αλλά και σε απλές δοκιμασίες πεδίου όπως οι ριπτικές δοκιμασίες, το οριζόντιο άλμα και ο δρόμος ταχύτητας.

Καμία σημαντική συσχέτιση δεν βρέθηκε ανάμεσα στις ποσοστιαίες αλλαγές στη μυϊκή ισχύ από τα κατακόρυφα άλματα και στις ποσοστιαίες αλλαγές στην αγωνιστική ριπτική επίδοση. Ωστόσο, σημαντικές συσχετίσεις βρέθηκαν με τις ριπτικές δοκιμασίες σφαίρας τόσο κατά τη περίοδο των αρχικών μετρήσεων (T1) όσο και κατά τις τελικές μετρήσεις (T2, Πίνακες 4.7.1, 4.7.2). Τα κατακόρυφα άλματα ανέκαθεν αποτελούσαν ένα βασικό δείκτη αξιολόγησης της μυϊκής ισχύος. Μάλιστα, στη μελέτη των Morrow et al., (1982), είχε βρεθεί σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στη ρίψη δίσκου και στο κατακόρυφο άλμα με αιώρηση κορμού ( $r = 0,71$ ). Αντίστοιχα, σε πιο πρόσφατη μελέτη, σε κορυφαίους σφαιροβόλους, βρέθηκε σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στη παραγωγή ισχύος στο κατακόρυφο άλμα με το 30% της 1-MAE και στην αγωνιστική ριπτική επίδοση κατά την αγωνιστική περίοδο του κλειστού στίβου ( $r = 0,70$ , Kyriazis et al., 2009). Και σε αυτές τις περιπτώσεις όμως οι συσχετίσεις

αυτές βρέθηκαν σε απομονωμένες χρονικές στιγμές του περιοδικού κύκλου προπόνησης και όχι σαν αποτέλεσμα της επίδρασης της προπόνησης.

Συμπερασματικά, αλλαγές σε απλές δοκιμασίες πεδίου σε συνδυασμό με αλλαγές στην αρχιτεκτονική δομή των μυών μπορούν να προβλέψουν τις αυξήσεις στην αγωνιστική ριπτική επίδοση αλλά και στη μυϊκή ισχύ. Ωστόσο, η σχέση ανάμεσα στην αρχιτεκτονική δομή των μυών, στη μυϊκή ισχύ και στη ριπτική επίδοση χρειάζεται περισσότερη διερεύνηση ίσως σε ομοιογενές δείγμα αθλητών (ίδιο ριπτικό αγώνισμα) και με μεγαλύτερη προπονητική διάρκεια. Απλές δοκιμασίες πεδίου συνδέονται με ριπτικές δοκιμασίες, οπότε προτείνεται η χρήση τους για την πρόβλεψη της ριπτικής ικανότητας αλλά και για την τακτική αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος των αθλητών των ρίψεων.

## **5.2 Η επίδραση της προπόνησης στη ριπτική επίδοση στη μυϊκή ισχύ και στην αρχιτεκτονική δομή των μυών**

Ο σχεδιασμός της προπόνησης στηρίχθηκε στις βασικές αρχές του περιοδισμού με διαχωρισμό των 10 εβδομάδων σε δύο μεσόκυκλους των 5 εβδομαδιαίων μικρόκυκλων (De Weese et al., 2015 α και β, Hartmann et al., 2015). Μετά από τις 10 εβδομάδες προπόνησης η αγωνιστική ριπτική επίδοση αυξήθηκε σημαντικά κατά 5,8%. Μάλιστα, όλοι οι αθλητές που συμμετείχαν στη μελέτη βελτίωσαν την αγωνιστική ρίψη τους από την έναρξη της παρεμβατικής προπονητικής περιόδου μέχρι το τέλος της. Αντίστοιχα, η μυϊκή ισχύς σε απλές δοκιμασίες πεδίου όπως το οριζόντιο άλμα και ο δρόμος ταχύτητας αυξήθηκαν εξίσου σημαντικά (1,7% και -1,2%, αντίστοιχα). Αυτές οι μικρές αλλαγές στις δοκιμασίες πεδίου έχουν βρεθεί στο παρελθόν από τους Marcovic et al., (2007), όπου μετά από 10 εβδομάδες πλειομετρικής προπόνησης έδειξαν αυξήσεις στο οριζόντιο άλμα κατά 2,8% και στο δρόμο ταχύτητας κατά -3,2%, σε μέτρια γυμνασμένους συμμετέχοντες. Οι αλλαγές στις δοκιμασίες πεδίου και στη ριπτική επίδοση της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι το προπονητικό πρόγραμμα που στόχευε στην ανάπτυξη της δύναμης και της δύναμης-ισχύος ήταν αποτελεσματικό για τους συγκεκριμένους αθλητές.

Σε μελέτη των Stone et al., (2003), βρέθηκε ότι 8 εβδομάδες προπόνησης δύναμης και δύναμης – ισχύος αύξησαν την αγωνιστική ριπτική επίδοση στη σφαίρα

κατά 5,5% με ταυτόχρονη αύξηση στη μυϊκή ισχύ στις δυναμικές έλξεις μπάρας από τους μηρούς κατά 17,9%. Ωστόσο, τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης δεν έδειξαν καμία σύνδεση ανάμεσα στη μυϊκή ισχύ και στην αγωνιστική ρίψη. Ομοίως, αποτελέσματα από τη μελέτη των Kyriazis et al., (2009), έδειξαν ότι 12 εβδομάδες περιοδικής προπόνησης με στόχο την αύξηση της αγωνιστικής ριπτικής επίδοσης σε κορυφαίους σφαιροβόλους αύξησε την ρίψη σφαίρας κατά 4,7% με ταυτόχρονη αύξηση της μυϊκής ισχύος στο κατακόρυφο άλμα κατά 9,0%. Μάλιστα, παρά το γεγονός ότι η μυϊκή ισχύς στο κατακόρυφο άλμα με το 30% της 1-MAE δεν αυξήθηκε σημαντικά βρέθηκε σημαντική συσχέτιση με την ρίψη σφαίρας στην αγωνιστική περίοδο ( $r = 0.70$ ). Η αύξηση της ριπτικής επίδοσης στην παρούσα μελέτη βρίσκεται σε συμφωνία με αυξήσεις στη ριπτική επίδοση από μελέτες σε αθλητές ρίψεων.

Σε πιο πρόσφατη μελέτη διερευνήθηκε η σχέση ανάμεσα στον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης, στην αρχιτεκτονική δομή των μυών και στην αγωνιστική ριπτική επίδοση σε νέους αθλητές ρίψεων. Τα ευρήματα της συγκεκριμένης μελέτης έδειξαν ότι η αγωνιστική ριπτική επίδοση αυξήθηκε σημαντικά κατά 6,8% ενώ η μυϊκή ισχύς στην κίνηση του αρασέ κατά 4,7% (Zaras et al., 2016). Αξίζει να σημειωθεί ότι στην συγκεκριμένη μελέτη συμμετείχαν αθλητές από όλα τα ριπτικά αγωνίσματα ενώ δεν βρέθηκαν σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα στις ποσοστιαίες αλλαγές των μεταβλητών. Στις πρακτικές εφαρμογές τονίζεται ότι τακτική αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης μπορεί να εξηγήσει σε σημαντικό βαθμό τις αλλαγές στην αγωνιστική ριπτική επίδοση. Ωστόσο, δεν είναι εύκολη η πρόσβαση για όλους τους αθλητές σε εργομετρικό εργαστήριο για την εργαστηριακή πρόβλεψη της αθλητικής απόδοσης ή την εκτίμηση των προσαρμογών του αθλητή από την προπόνηση.

Με γνώμονα αυτό τον περιορισμό, η παρούσα μελέτη δείχνει ότι απλές και εύκολες δοκιμασίες με ταυτόχρονα χαμηλό κόστος, μπορούν με ασφάλεια να χρησιμοποιηθούν από τους προπονητές τόσο για την πρόβλεψη της αγωνιστικής ριπτικής επίδοσης όσο και για την εκτίμηση των προσαρμογών των αθλητών στη μυϊκή ισχύ από το εκάστοτε προπονητικό πρόγραμμα. Έχει ιδιαίτερη πρακτική αξία να μπορεί ο προπονητής να χρησιμοποιεί αυτές τις εύκολες δοκιμασίες ισχύος στο γήπεδο ώστε να αξιολογεί τις προσαρμογές των αθλητών του και να μεταβάλλει

αντίστοιχα τα προπονητικά προγράμματα είτε προς όφελος της ανάπτυξης της δύναμης είτε προς όφελος της ανάπτυξης της ταχύτητας.

### 5.3 Συμπεράσματα

Συμπερασματικά τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης προτείνουν:

- Ο συνδυασμός απλών δοκιμασιών πεδίου με τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά των μυών μπορούν να εξηγήσουν σε μεγάλο βαθμό τις αλλαγές στην αγωνιστική ριπτική επίδοση.
- Οι δοκιμασίες πεδίου όπως οι ρίψεις σφαίρας, το οριζόντιο άλμα αλλά και ο δρόμος ταχύτητας, αποτελούν εύκολες, απλές και ταυτόχρονα χαμηλού κόστους δοκιμασίες. Μάλιστα, φαίνεται να συνδέονται με την αγωνιστική ριπτική επίδοση ενώ δείχνουν και τις αλλαγές στη μυϊκή ισχύ των αθλητών. Προτείνεται η χρήση τους για την αξιολόγηση των μυϊκών προσαρμογών των αθλητών και την αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχει εύκολη πρόσβαση σε εργομετρικό εργαστήριο.
- Τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του έξω πλατύ μηριαίου μυός αποτελούν καλό δείκτη της προσαρμογής του αθλητή στο προπονητικό πρόγραμμα αλλά και πρόβλεψης της μυϊκής ισχύος. Προτείνεται ο τακτικός έλεγχος των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών μέσω της μυϊκής υπερηχογραφίας ως μια μη παρεμβατική και εύκολη μέθοδος αξιολόγησης των μορφολογικών χαρακτηριστικών των αθλητών.
- Το προπονητικό πρόγραμμα που σχεδιάστηκε στη παρούσα μελέτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους προπονητές καθώς αύξησε την αγωνιστική ριπτική επίδοση και τη μυϊκή ισχύ των αθλητών μετά από 10 εβδομάδες προπόνησης.

**Βιβλιογραφία**

1. Aagaard P., Andersen L.J., Dyhre-Poulsen P., Leffers M.A., Wagner A., Magnusson P.S., Kristensen H.J., Simonsen B.E. (2001). A mechanism for increase contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. *Journal of Physiology*, 534: 613-623.
2. Abe T., Fukashiro S., Harada Y., Kawamoto K. (2001). Relationship between sprint performance and muscle fascicle length in female sprinters. *Journal of Physiology and Anthropology*, 20: 141-147.
3. Ashby B.M., and Heegaard J.H. (2002). Role of arm motion in the long jump. *J Biomechanics*, 35: 1631-1637.
4. Almuzaini S.K., and Fleck S.J. (2008). Modification of the standing long jump test enhances ability to predict anaerobic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22: 1265-1272.
5. Badura M. (2010). Biomechanical analysis of the discus at the 2009 IAAF World Championship in Athletics. *New studies in athletics*, 25: 23-35.
6. Baker D. (1995). Selecting the appropriate exercises and loads for speed-strength development. *Strength and Conditioning Coach*, 3(2): 8-16.
7. Blazeovich J.A., Gill N.D., Bronks R., Newton R.U. (2003). Training specific muscle architecture adaptation after 5-wk training in athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 35: 2013–2022.
8. Blazeovich A.J. (2006). Effects of physical training and detraining, immobilisation, growth and aging on human fascicle geometry. *Sports Medicine*, 36: 1003-1017.
9. Caserotti P., Aagaard P., Larsen J.B., Pugaard L. (2008). Explosive heavy resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, 18: 773-782.
10. Cormie P., McGuigan M.R., Newton R.U. (2010). Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Medicine and science in sports and exercise*, 42(8): 1582-1598.
11. Cormie P., McGuigan M.R., Newton R.U. (2011). Developing maximal neuromuscular power. *Sports medicine*, 41: 125–146.

12. De Weese H.B., Hornsby G., Stone M., Stone H.M. (2015α). The training process: Planning for strength–power training in track and field. Part 1: Theoretical aspects. *Journal of Sport and Health Science*, doi: 10.1016/j.jshs.2015.07.003.
13. De Weese B., Hornsby G., Stone M., Stone H.M. (2015β) The training process: Planning for strength–power training in track and field. Part 2: Practical and applied aspects. *Journal of Sport and Health Science*, doi: 10.1016/j.jshs.2015.07.002.
14. Dunn G., McGill K. (1991). *The Throws Manual*. California, CA: Tafnews Press.
15. Gutiérrez M., Soto M.V., Rojas J.F. (2002). A biomechanical analysis of the individual techniques of hammer throw finalists in the Seville Athletics World Championship 1999. *New studies in athletics*, 17: 15-26.
16. Earp J.E., Kraemer W.J., Newton R.U., Comstock B.A., Fragala M.S., Dunn-Lewis C., Solomon-Hill G., Penwell Z.R., Powell M.D., Volek J.S., Denegar C.R., Häkkinen K., Maresh C.M. (2010). Lower-body muscle structure and its role in jump performance during squat, countermovement, and depth drop jumps. *Journal of strength and conditioning research*, 24: 722-729.
17. Earp J.E., Newton R.U., Cormie P., Kraemer W.J. (2011). The influence of muscle-tendon unit structure on the rate of force development, during the squat, countermovement, and the depth squat jumps. *Journal of strength and conditioning research*, 25: 340-347.
18. Hartmann H., Wirth K., Keiner M., Mickel C., Sander A., Szilvas E. (2015). Short-term Periodization Models: Effects on Strength and Speed-strength Performance. *Sports Medicine*, DOI 10.1007/s40279-015-0355-2
19. Hubbard M., Mestre N.J., Scott J. (2001). Dependence of variables in the shot put. *Journal of biomechanics*, 34: 449-456.
20. Judge LW. (2007). Developing speed and strength: In-season training program for the collegiate thrower. *National strength and conditional association*, 29(5): 42-54.
21. Karampatsos G., Terzis G., Georgiadis G. (2011). Muscular strength, neuromuscular activation and performance in discus throwers, *Journal of physical education and sport*, 11(4): 369-375.

22. Kumagai K., Abe T., Brechue W., Ryushi T., Takano S., Mizuno M. (2000). Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters. *Journal of applied physiology*, 88: 811-816.
23. Kyriazis T.A., Terzis G., Boudolos K., Georgiadis G. (2009). Muscular power, neuromuscular activation, and performance in shot put athletes at preseason and at competition period. *Journal of strength and condition research*, 0(0): 1-7.
24. Lichtenberg D.B., Wills J.G. (1997). Maximizing the range of the shot put. *American journal of physics*, 46: 546-549.
25. McMaster D.T., Gill N., Cronin J., McGuigan M. (2014). A brief review of strength and ballistic assessments methodologies in sport. *Sports Medicine*, DOI 10.1007/s40279-014-0145-2
26. Moore A.N., Decker A.J., Baarts J.N., Dupont A.M., Epema J.S., Reuther M.C., Houser J.J., and Mayhew J.L. (2007). Effect of competitiveness on forty yard dash performance in college men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21: 385–388.
27. Moritani T. (2002). Motor unit and motoneurone excitability during explosive movement. In: *Strength and Power in Sport*. 2nd edition. Oxford, Blackwell Scientific Publications.
28. Morrow J.R., Disch J.G., Ward P.E., Donovan T.J., Katch F.I., Katch V.L., Weltman A.L., and Tellez T. (1982). Anthropometric, strength, and performance characteristics of American world class throwers. *J Sports Med* 22: 73–79.
29. Marcovic G., Jukic I., Milanovic D., and Metikos D. (2007). Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21: 543-549.
30. Nimphius S., McGuigan R.M., Newton U.R. (2012). Changes in muscle architecture and performance during a competitive season in female softball players. *Journal of strength and condition research*, 26(10): 2655–2666.
31. Noorkoiv M., Nosaka K., Blazevich J.A. (2010). Assessment of quadriceps muscle cross-sectional area by ultrasound extended-field-of-view imaging. *European Journal of Applied Physiology*, 109:631–639.

32. Sale, G.D. (2002). Postactivation Potentiation. Role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30: 138-143.
33. Sayers S.P., Harackiewicz D.V., Harman E.A., Frykman P.N., Rosenstein M.T. (1999). Cross-validation of three jump power equations. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31:572–577.
34. Schaa W. (2010). Biomechanical analysis of the shot put at the 2009 IAAF World Championship in Athletics. *New studies in athletics*, 25: 9-21.
35. Stasinaki A., Gloumis G., Spengos K., Blazevich A., Zaras N., Georgiadis G., Karampatsos G., Terzis G. (2015). Muscle strength, power and morphological adaptations after 6 weeks of compound vs. complex training in healthy men. *Journal of strength and conditioning research*, 29(9): 2559 - 2569.
36. Stone H.M., Sanborn K., O’Bryant H.S., Hartman M., Stone M.E., Proulx C., Ward B., Hruba J. (2003). Maximum strength power performance relationships in collegiate throwers. *Journal of strength and condition research*, 17(4): 739- 745.
37. Tabachnick B.G., and Fidell L.S. (2007). *Multivariate regression*. In: Using multivariate statistics (5<sup>th</sup> Edition) Boston: Pearson Education, pp: 117-159.
38. Terzis G., Karampatsos G., Georgiadis G. (2007). Neuromuscular control and performance in shot put athletes. *Journal of medicine in physical fitness*, 47(3): 284-290.
39. Terzis G., Stratakos G., Manta P., Georgiadis G. (2008). Throwing performance after resistance training and detraining. *Journal of strength and conditioning research*, 22, 1-7.
40. Terzis G., Spengos K., Kavouras S., Manta P., Georgiadis G (2010). Muscle fiber type composition in hammer throwers. *Journal of sports science and medicine*, 9: 104-109.
41. Terzis G., Karampatsos G., Kyriazis T., Kavouras A.S., and Georgiadis G. (2012). Acute effects of countermovement jumping and sprinting on shot put performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26: 684-690.
42. Tsitkanou S., Spengos K., Stasinaki A-N., Zaras N., Bogdanis G., Papadimas G., Terzi G. (2016). Effects of high-intensity interval cycling performed after resistance



- training on muscle strength and hypertrophy. *Scand J Med Sci Sports*, doi: 10.1111/sms.12751
43. Turner A. (2011). The science and practise of periodization: A brief review. *National Strength and Condition Association* 33: 34-46.
44. Whittington J., Schoen E., Hamdy R., Ramsey M.W., Stone M.E., Sands W.A., Haff G.G., and Stone M.H. (2009). Bone mineral density and content of collegiate throwers: influence of maximum strength. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 49: 464-473.
45. Zaras N., Spengos K., Methenitis S., Papadopoulos C., Karampatsos G., Georgiadis G., Stasinaki A., Manta P., Terzis G. (2013). Effects of strength vs. ballistic power training on throwing performance. *Journal of sport science and medicine*, 12: 130-137.
46. Zaras N.D., Stasinaki A-N.E., Methenitis S.K., Krase A.A., Karampatsos G.P., Georgiadis G.V., Spengos K.M., Terzis G.D. (2016). Rate of force development, muscle architecture and performance in young competitive track and field throwers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1): 81-92.
47. Zatsiorsky V., Lanka G., Shalmanov A. (1981). Biomechanical analysis of shot putting technique. *Exercise in sports science review*, 9: 353-389.
48. Zatsiorsky V.M., Kraemer W.J. (2005). Science and practice of strength training. Second edition, Human Kinetics.

## Παράρτημα

Στο παράρτημα περιλαμβάνονται:

- Το έντυπο συγκατάθεσης των αθλητών,
- Τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιήθηκαν για την καταγραφή των αρχικών και τελικών μετρήσεων στις σωματομετρήσεις, στην αγωνιστική ρίψη, στις ρίψεις σφαίρας, στο οριζόντιο άλμα, στον δρόμο ταχύτητας 40m, και στο άλμα από ημικάθισμα και με αιώρηση κορμού.

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ - ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ  
ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ** *Επιβλέπων καθηγητής: Ιωάννης Φατούρος,  
Αναπληρωτής Καθηγητής*

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ - ΤΜΗΜΑ  
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**  
*Επιστημονικός υπεύθυνος της έρευνας: Γεράσιμος Τερζής, Αναπληρωτής Καθηγητής*

## ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ

### Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια η αθλητική επιστήμη έχει προχωρήσει με γοργά βήματα. Ωστόσο, θεμελιώδη ερωτήματα παραμένουν ακόμη αναπάντητα. Ένα από αυτά τα ερωτήματα αναφέρεται στη σχέση ανάμεσα στη μορφολογία των μυών με τη μυϊκή ισχύ αλλά και με τη ριπτική επίδοση σε νέους αθλητές ρίψεων. Σκοπός της μελέτης είναι να διερευνηθεί αν οι αλλαγές που προκαλεί η μακροχρόνια προπόνηση στη ριπτική επίδοση συσχετίζονται με τις αλλαγές που προκαλούνται στην αλτική ικανότητα, στο δρόμο ταχύτητας και στην αρχιτεκτονική δομή των μυών.

### Μεθοδολογία

Νεαροί ρίπτες θα υποβληθούν σε ένα προπονητικό πρόγραμμα ειδικά σχεδιασμένο για αθλητές ρίψεων διάρκειας 10 εβδομάδων. Σε όλη τη διάρκεια της προπονητικής περιόδου θα πραγματοποιηθεί συγκεκριμένο προπονητικό πρόγραμμα με στόχο την αύξηση της ριπτικής ικανότητας. Πριν και μετά τις 10 εβδομάδες προπόνησης θα πραγματοποιηθούν μετρήσεις ρίψεων, αλτικής ικανότητας και ισχύος καθώς και αξιολόγηση των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών του έξω πλατύ μηριαίου μυός με τη μέθοδο της μυϊκής υπερηχογραφίας.

### Κίνδυνοι και ενοχλήσεις

Οι μετρήσεις ρίψεων και ισχύος είναι γνωστές σε όλους τους ρίπτες από την συμμετοχή τους στις προπονήσεις των τελευταίων ετών. Είναι απλές δοκιμασίες οι οποίες δεν παρουσιάζουν σοβαρή επικινδυνότητα. Η τεχνική αξιολόγηση των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών των μυών μέσω της μυϊκής υπερηχογραφίας δεν ενέχει κανένα κίνδυνο στην υγεία των αθλητών.

### Ζήτηση Πληροφοριών

Μη διστάσετε να κάνετε ερωτήσεις γύρω από κάθε διαδικασία. Αν έχετε κάποιες αμφιβολίες ή ερωτήσεις ζητήστε μας να σας δώσουμε πρόσθετες εξηγήσεις (Ζάρας Νίκος, κιν: 6945 630581). Τα αποτελέσματα των μετρήσεων θα είναι στη διάθεσή σας μετά το τέλος των αναλύσεων. Δημοσιοποίηση των αποτελεσμάτων (π.χ. σε

επιστημονικές μελέτες) μπορεί να γίνει μόνο ανώνυμα. Να θυμάστε ότι **είστε ελεύθεροι να αποσυρθείτε από τη μελέτη όποτε εσείς θέλετε.**

### **ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ ΣΥΝΑΙΝΕΣΗΣ**

Δηλώνω υπεύθυνα ότι έλαβα σαφείς γραπτές και προφορικές πληροφορίες για τη μελέτη και τις δοκιμασίες στις οποίες θα υποβληθώ και συγκατατίθεμαι να συμμετάσχω αβίαστα. Διατηρώ το δικαίωμα να σταματήσω ή να αποσύρω τη συμμετοχή μου όποτε εγώ κρίνω.

Ημερομηνία : \_\_\_/\_\_\_/2016

Όνοματεπώνυμο

Συμμετέχοντα:.....

(Υπογραφή)\_\_\_\_\_

Όνοματεπώνυμο

Μάρτυρα:.....

(Υπογραφή)\_\_\_\_\_

Ο υπεύθυνος Ερευνητής,

Ζάρας Νικόλαος, Μεταπτυχιακός Φοιτητής

**ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ ΡΙΨΕΩΝ**

**Ημερομηνία:**  
**Χώρος διεξαγωγής:**  
**Ώρα αξιολόγησης:**

Όνοματεπώνυμο	Αγωνιστικές Ριπτικές Προσπάθειες					
	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>	4 <sup>η</sup>	5 <sup>η</sup>	6 <sup>η</sup>

**Παρατηρήσεις:**

## ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΡΙΨΕΩΝ ΣΦΑΙΡΑΣ

Ημερομηνία:

Χώρος διεξαγωγής:

Ωρα αξιολόγησης:

Όνοματεπώνυμο	Ρίψη εμπρός (m)				Ρίψη πίσω(m)				Ρίψη με μέτωπο (m)				Ρίψη από τελική διπλή (m)			
	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>	*4 <sup>η</sup>	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>	*4 <sup>η</sup>	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>	*4 <sup>η</sup>	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>	*4 <sup>η</sup>

Παρατηρήσεις:

### ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΛΜΑΤΟΣ & ΔΡΟΜΟΥ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Ημερομηνία:  
 Χώρος διεξαγωγής:  
 Ώρα αξιολόγησης:

Όνοματεπώνυμο	Οριζόντιο Άλμα (m)				Δρόμος 40m (sec)
	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>	*4 <sup>η</sup>	1 <sup>η</sup>

Παρατηρήσεις:

## ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΘΕΤΩΝ ΑΛΜΑΤΩΝ

Ημερομηνία:  
Χώρος διεξαγωγής:  
Ώρα αξιολόγησης:

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΚΑΘΕΤΟ ΆΛΜΑ ΑΠΟ ΗΜΙΚΑΘΙΣΜΑ			ΚΑΘΕΤΟ ΆΛΜΑ ΜΕ ΑΙΩΡΗΣΗ		
	Προσπάθειες			Προσπάθειες		
	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>

Παρατηρήσεις: