



**ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
“ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ & ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ”**

## **ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Πρόβλεψη της ισχύος από την επίδοση στο κάθισμα σε άλλες  
δομικές ασκήσεις των κάτω άκρων**

**Μητκάκης Ιωάννης [Α.Ε.Μ. 13068]**

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία-υποβλήθηκε στο Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος στη «Φυσιολογία της Άσκησης & Προπονητική» στην Ειδίκευση “Προπονητική”

### **ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

Επιβλέπων Καθηγητής: Αθανάσιος Χατζηνικολάου, Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α – Δ.Π.Θ.

2<sup>ο</sup> Μέλος: Ηλίας Σμήλιος, Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α.- Δ.Π.Θ.

3<sup>ο</sup> Μέλος: Αυλωνίτη Αλεξάνδρα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

Κομοτηνή, 2023



**DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE**

**SCHOOL OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE**

**DEPARTMENT OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE**

**POSTGRADUATE PROGRAM**

**"EXERCISE PHYSIOLOGY & SPORTS TRAINING SCIENCE"**

## **MASTER DISSERTATION**

**Prediction of power from squat exercise performance in  
other lower extremity structural exercises**

**Mitkakis Ioannis [R.N. 13068]**

A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the Master's Degree in  
"Exercise Physiology and Sports Training Science" of the Department of Physical  
Education and Sport Science, Democritus University of Thrace, specialized in Sports  
Training

## **COMMITTEE OF EXAMINERS**

Supervisor: Athanasios Chatzinikolaou, Professor D.P.E.S.S. – D.U.T.H.

Member 2: Ilias Smilios, Professor D.P.E.S.S. – D.U.T.H.

Member 3: Alexandra Avloniti, Assistant Professor D.P.E.S.S. – D.U.T.H.

Komotini, 2023

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Μητκάκης Ιωάννης:** Πρόβλεψη της ισχύος από την επίδοση στο κάθισμα σε άλλες δομικές ασκήσεις των κάτω άκρων

(Με την επίβλεψη του Καθηγητή Χατζηνικολάου Αθανάσιου)

Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν η δημιουργία εξισώσεων πρόβλεψης του ιδανικού φορτίου για την πραγματοποίηση προπόνησης ισχύος των κάτω άκρων από τις επιδόσεις στη 1 Μέγιστη Επανάληψη (1ΜΕ) και στο Ιδανικό Φορτίο (ΙΦ) στην άσκηση κάθισμα. Η άσκηση οπισθολαίμιο κάθισμα χρησιμοποιήθηκε ως κύρια άσκηση και οι άλλες ασκήσεις αποτελούνταν από άρσεις θανάτου, άρσεις λεκάνης σε ύπτια θέση, τροποποιημένες άρσεις θανάτου και δυναμικές έλξεις με μπάρα σε όρθια θέση. Στη μελέτη συμμετείχαν 17 άνδρες και 5 γυναίκες αθλητές ποδοσφαίρου και στίβου. Οι αθλητές αξιολογήθηκαν ως προς τη σύσταση σώματος και στη συνέχεια ως προς τη 1ΜΕ στις προαναφερθείσες ασκήσεις. Στη συνέχεια, στις επόμενες τρεις συνεδρίες αξιολογήθηκε η ισχύς των αθλητών, χρησιμοποιώντας φορτία 20%, 35%, 50%, 65% και 80% της μέγιστης 1ΜΕ σε όλες τις ασκήσεις, με σκοπό τον προσδιορισμό του ΙΦ. Τα δεδομένα αναλύθηκαν με τη γραμμική παλινδρόμηση και εκτιμήθηκαν ο δείκτης R Pearson και το ποσοστό της διακύμανσης που οφειλόταν στις επιδόσεις στην άσκηση κάθισμα  $R^2$ . Στα ποσοστά συσχέτισης διαπιστώθηκε πολύ υψηλή συσχέτιση της επίδοσης 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα με τις επιδόσεις του ΙΦ με τις ασκήσεις άρσεις θανάτου ( $r= 0,82$ ), άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση ( $r= 0,72$ ), τροποποιημένες άρσεις θανάτου ( $r= 0,83$ ) και δυναμικές άρσεις μπάρας ( $r= 0,73$ ). Αντίστοιχα, ο βαθμός συσχέτισης του ΙΦ στην άσκηση κάθισμα με το ΙΦ στις ασκήσεις άρσεις θανάτου ( $r= 0,8$ ), άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση ( $r= 0,74$ ), τροποποιημένες άρσεις θανάτου ( $r= 0,85$ ) και δυναμικές άρσεις μπάρας ( $r= 0,72$ ). Τα αποτελέσματα της μελέτης παρουσιάζουν παρόμοια και υψηλότερα ποσοστά συσχέτισης και πρόβλεψης με προηγούμενες μελέτες στις οποίες επιχειρήθηκε η εκτίμηση της 1ΜΕ από την άσκηση κάθισμα σε ασκήσεις των κάτω άκρων όπως άρσεις θανάτου, κάθισμα στο ένα πόδι, κάμψεις γονάτων κ.α. Τα αποτελέσματα της έρευνας μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους προπονητές στο σχεδιασμό προγραμμάτων δύναμης.

**Λέξεις κλειδιά:** μυϊκή ισχύς, βέλτιστο φορτίο, προπόνηση δύναμης

## ABSTRACT

**Mitkakis Ioannis:** Prediction of power from squat exercise performance in other lower extremity structural exercises

(Under the supervision of Professor Chatzinikolaou Athanasios)

The purpose of this thesis was to generate equations to predict the optimal load for lower limb strength training based on performance at 1 Maximum Repetition (1RM) and Optimal Load (OL) in the squat exercise. The back squat exercise was used as the main exercise, and the other exercises consisted of deadlifts, hip thrusts, Romanian deadlifts, and dynamic barbell high pulls in the standing position. Seventeen male and five female football and track and field athletes participated in the study. The athletes were first assessed for body composition and then evaluated for 1RM for the aforementioned exercises. Then, in the next three sessions, the athletes' power was evaluated using loads of 20%, 35%, 50%, 65%, and 80% of the individual maximum 1RM in all exercises to determine the OL. Data were analyzed using linear regression and Pearson's R index, and the percentage of variance attributed to performance on the squat exercise ( $R^2$ ) was estimated. The correlation percentages found a very high correlation of 1RM performance in the squat exercise with OL performance in deadlifts ( $r= 0.82$ ), hip thrusts ( $r= 0.72$ ), Romanian deadlifts ( $r= 0.83$ ), and dynamic barbell high pulls ( $r= 0.73$ ). The results of the study show similar or higher correlation and prediction rates compared to previous studies that attempted to estimate 1RM from the squat exercise to 1RM in lower limb exercises such as deadlifts, one-legged squats, knee flexions, etc. The results of the study can be used by coaches in designing strength programs.

**Key words:** muscle power, optimal load, strength training

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT.....	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	7
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>10</b>
1.1. Σκοπός της έρευνας.....	16
1.2. Ερευνητικές υποθέσεις.....	16
1.3. Οριοθετήσεις και περιορισμοί.....	16
1.4. Ορισμοί και συντομογραφίες.....	17
<b>2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....</b>	<b>18</b>
2.1. Δείγμα.....	18
2.2. Πειραματικός σχεδιασμός.....	18
2.3. Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης.....	19
2.3.1. Αξιολόγηση σωματομετρικών χαρακτηριστικών.....	19
2.3.2. Αξιολόγηση της 1 μέγιστης επανάληψης.....	20
2.3.3. Αξιολόγηση μυϊκής ισχύος.....	21
2.4. Στατιστική ανάλυση.....	22
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>23</b>
3.1. Συσχέτιση της επίδοσης μίας μέγιστης επανάληψης άσκηση κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην ίδια άσκηση.....	24
3.2. Συσχέτιση της επίδοσης μίας μέγιστης επανάληψης άσκηση κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση άρσεις θανάτου.....	25
3.3. Συσχέτιση της επίδοσης του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση άρσεις θανάτου.....	26
3.4. Συσχέτιση της επίδοσης μίας μέγιστης επανάληψης άσκηση άρσεις θανάτου με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην ίδια άσκηση.....	27
3.5. Συσχέτιση της επίδοσης μίας μέγιστης επανάληψης άσκηση κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση...	28

3.6. Συσχέτιση της επίδοσης του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση.....	29
3.7. Συσχέτιση της επίδοσης της μίας μέγιστης επανάληψης στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην ίδια άσκηση.....	30
3.8. Συσχέτιση της επίδοσης της μίας μέγιστης επανάληψης στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου.....	31
3.9. Συσχέτιση της επίδοσης του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου.....	32
3.10.Συσχέτιση της επίδοσης μίας μέγιστης επανάληψης στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην ίδια άσκηση.....	33
3.11. Συσχέτιση της επίδοσης της μίας μέγιστης επανάληψης στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση.....	34
3.12. Συσχέτιση της επίδοσης του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση.....	35
3.13. Συσχέτιση της επίδοσης του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην ίδια άσκηση.....	36
<b>4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b> .....	<b>37</b>
<b>5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>39</b>
<b>6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>40</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b> .....	<b>43</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<b>Σχήμα 1.</b>	Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης $P_{max}$ στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση 1ΜΕ στην ίδια άσκηση.....	24
<b>Σχήμα 2.</b>	Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης της 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του $P_{max}$ στην ίδια άσκηση.....	24
<b>Σχήμα 3.</b>	Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης $P_{max}$ στην άσκηση άρσεις θανάτου με την επίδοση 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα.....	25
<b>Σχήμα 4.</b>	Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης της 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του $P_{max}$ στην άσκηση άρσεις θανάτου	25
<b>Σχήμα 5.</b>	Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης $P_{max}$ στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση $P_{max}$ στην άσκηση άρσεις θανάτου.....	26
<b>Σχήμα 6.</b>	Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης του $P_{max}$ στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του $P_{max}$ στην άσκηση άρσεις θανάτου	26
<b>Σχήμα 7.</b>	Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης $P_{max}$ στην άσκηση άρσεις θανάτου με την επίδοση 1ΜΕ στην ίδια άσκηση.....	27
<b>Σχήμα 8.</b>	Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης του $P_{max}$ στην άσκηση άρσεις θανάτου με την επίδοση της 1ΜΕ στην ίδια άσκηση.....	27
<b>Σχήμα 9.</b>	Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης $P_{max}$ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με την επίδοση 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα.....	28
<b>Σχήμα 10.</b>	Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης της 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του $P_{max}$ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση. ....	28
<b>Σχήμα 11.</b>	Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης $P_{max}$ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με την επίδοση $P_{max}$ στην άσκηση κάθισμα.....	29
<b>Σχήμα 12.</b>	Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης του $P_{max}$ στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του $P_{max}$ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση.....	29
<b>Σχήμα 13.</b>	Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης $P_{max}$ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με την επίδοση 1ΜΕ στην ίδια άσκηση.....	30

<b>Σχήμα 14.</b>	Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης της 1ΜΕ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με την επίδοση του Pmax στην ίδια άσκηση.....	30
<b>Σχήμα 15.</b>	Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης Pmax στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με την επίδοση 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα.....	31
<b>Σχήμα 16.</b>	Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης της 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του Pmax στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου. ....	31
<b>Σχήμα 17.</b>	Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης Pmax στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με την επίδοση Pmax στην άσκηση κάθισμα.....	32
<b>Σχήμα 18.</b>	Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης του Pmax στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του Pmax στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου. ....	32
<b>Σχήμα 19.</b>	Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης Pmax στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με την επίδοση 1ΜΕ στην ίδια άσκηση.....	33
<b>Σχήμα 20.</b>	Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης της 1ΜΕ στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με την επίδοση του Pmax στην ίδια άσκηση.....	33
<b>Σχήμα 21.</b>	Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης Pmax στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση με την επίδοση 1 ΜΕ στην άσκηση κάθισμα.....	34
<b>Σχήμα 22.</b>	Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης της 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του Pmax στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση.....	34
<b>Σχήμα 23.</b>	Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης Pmax στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση με την επίδοση Pmax στην άσκηση κάθισμα.....	35
<b>Σχήμα 24.</b>	Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης του Pmax στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του Pmax στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση.....	35



<b>Σχήμα 25.</b>	Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης $P_{max}$ στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση με την επίδοση 1ME στην ίδια άσκηση.....	36
<b>Σχήμα 26.</b>	Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης της 1ME στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση με την επίδοση του $P_{max}$ στην ίδια άσκηση.....	36

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ισχύς μπορεί να οριστεί ως η δύναμη που εφαρμόζεται πολλαπλασιαζόμενη με την ταχύτητα της κίνησης. Είναι ο ρυθμός εκτέλεσης του έργου ή εναλλακτικά το γινόμενο της δύναμης και της ταχύτητας. Η μυϊκή ισχύς περιγράφει την παραγόμενη ισχύ (έργο/χρόνος) που επιτυγχάνεται στις μυϊκές συσπάσεις και υπολογίζεται ως το γινόμενο της μέσης δύναμης που ασκεί το άτομο στο αντικείμενο και της μέσης ταχύτητας του αντικειμένου κατά την μετατόπιση από την αρχική στην τελική του θέση (ταχύτητα = απόσταση/χρόνος). Η μέγιστη ισχύς κατά την ανύψωση θα εμφανιζόταν τη στιγμή που το γινόμενο της ανοδικής δύναμης και ταχύτητας ήταν το μεγαλύτερο (Knuttgen et al., 1987). Η ικανότητα έκφρασης υψηλής ισχύος θεωρείται ένα από τα θεμελιώδη βασικά χαρακτηριστικά για την επιτυχημένη απόδοση σε πολλές αθλητικές δραστηριότητες, όπως είναι τα άλματα, οι ρίψεις, οι αλλαγές κατεύθυνσης, η επιτάχυνση κα. Η συσχέτιση μεταξύ των αθλητικών κινήσεων και της ικανότητας παραγωγής υψηλής ισχύος είναι τεκμηριωμένη επαρκώς στην επιστημονική βιβλιογραφία (Baker, 2001; Bevan et al., 2010; Nimphius et al., 2010). Υπάρχει μια θεμελιώδης σχέση μεταξύ της δύναμης και της ισχύος, η οποία υπαγορεύει ότι ένα άτομο δεν μπορεί να έχει υψηλά επίπεδα μυϊκής ισχύος χωρίς να είναι σχετικά δυνατός. Έτσι, η βελτιστοποίηση και η διατήρηση της δύναμης σε υψηλά επίπεδα θεωρείται απαραίτητη όταν εξετάζεται η μακροπρόθεσμη ανάπτυξη της ισχύος (Cormie et al., 2011a). Σύγχρονες συσχετίσεις έχουν καταλήξει ότι τα άτομα με υψηλότερα επίπεδα δύναμης έχουν αξιοσημείωτα ανώτερες δυνατότητες παραγωγής ισχύος από τα άτομα με χαμηλότερα επίπεδα δύναμης (Stone et al., 2003). Γίνεται έτσι κατανοητό ότι η ανάπτυξη της δύναμης είναι η βασική προϋπόθεση για την ικανότητα ανάπτυξης υψηλής ισχύος, καθώς οι πιο δυνατοί αθλητές παράγουν μεγαλύτερη ισχύ. Παρόλο που η δύναμη είναι μια βασική ιδιότητα που επηρεάζει τη μέγιστη παραγωγή ισχύος, ο βαθμός αυτής της επιρροής μειώνεται όταν ο αθλητής διατηρεί πολύ υψηλό επίπεδο δύναμης (Kraemer & Newton, 2000). Καθώς αυξάνεται η μέγιστη δύναμη, μειώνεται το παράθυρο προσαρμογής για περαιτέρω ανάπτυξη της ισχύος. Κατά συνέπεια, οι αυξήσεις στη μέγιστη παραγόμενη ισχύ μετά από προπόνηση δύναμης αναμένεται να είναι μικρότερη σε ασκούμενους με υψηλά επίπεδα δύναμης και πιο ειδική ως προς την ταχύτητα όπως θα αποτυπωθούν οι προσαρμογές σε μια ταχυδυναμική καμπύλη (Häkkinen, 1989; Kraemer & Newton, 2000; Wilson et al., 1996). Περαιτέρω βελτίωση της μέγιστης μυϊκής

ισχύς και της απόδοσης σε καλά προπονημένους αθλητές, απαιτεί μια πολύπλευρη προσέγγιση που ενσωματώνει μια ποικιλία στρατηγικών μεθόδων προπόνησης που στοχεύουν συγκεκριμένες περιοχές της σχέσης δύναμης-ταχύτητας (Kraemer & Newton, 2000). Έπειτα είναι σημαντική η ανάπτυξη της ικανότητας παραγωγής υψηλής δύναμης σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, η οποία ονομάζεται ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης. Στο τελικό στάδιο, πρέπει να αναπτυχθεί η ικανότητα ανάπτυξης υψηλής δύναμης, όσο η ταχύτητα της σύσπασης αυξάνεται. Μόλις οι αθλητές αποκτήσουν επαρκή επίπεδα δύναμης, μπορούν τότε να ενσωματώσουν προγράμματα προπόνησης με στόχο την μεγιστοποίηση της μυϊκής ισχύος, μέσω ασκήσεων που δίνουν έμφαση στην ταχύτητα της κίνησης. Στο τελικό στάδιο, η προπόνηση της μυϊκής ισχύος εξειδικεύεται σε ασκήσεις ανάλογα με το άθλημα του αθλητή, οι οποίες προσομοιάζουν τις δεξιότητες που χρησιμοποιεί στο άθλημα του (Baker, 2001; Haff & Nimphius, 2012).

Τα στοιχεία προπονητικού φορτίου (επιβάρυνσης) αναφέρονται στους διάφορους παράγοντες που συνθέτουν τη συνολική επιβάρυνση που δέχεται το σώμα ενός αθλητή κατά τη διάρκεια της προπόνησης και του αγώνα. Η κατανόηση και η διαχείριση των στοιχείων επιβάρυνσης είναι υψηλής σημασίας για τους αθλητές, τους προπονητές και τους επιστήμονες του αθλητισμού για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης, την πρόληψη τραυματισμών και τη διασφάλιση αποτελεσματικών προγραμμάτων προπόνησης. Αν και υπάρχει κάποια μεταφορά των αποτελεσμάτων της προπόνησης σε άλλα γενικά χαρακτηριστικά φυσικής κατάστασης και απόδοσης, τα πιο αποτελεσματικά προγράμματα με αντιστάσεις είναι αυτά που έχουν σχεδιαστεί για να στοχεύουν συγκεκριμένους στόχους προπόνησης (Kraemer & Ratamess, 2004), εφαρμόζοντας την προπονητική αρχή του εξειδικευμένου προπονητικού ερεθίσματος για την υλοποίηση εξειδικευμένων προπονητικών προσαρμογών. Για την ανάπτυξη όλων των παραμέτρων της απόδοσης κατά τη διάρκεια ενός κύκλου προπόνησης χρησιμοποιούνται προγράμματα με βάση τον περιοδισμό. Ουσιαστικά στον περιοδισμό εφαρμόζεται συστηματική διαδικασία αλλαγής μιας ή περισσότερων μεταβλητών του προγράμματος με την πάροδο του χρόνου, ώστε το προπονητικό ερέθισμα να παραμείνει αποτελεσματικό. Επειδή το ανθρώπινο σώμα προσαρμόζεται γρήγορα σε ένα πρόγραμμα με αντιστάσεις, απαιτούνται τουλάχιστον κάποιες αλλαγές για να υπάρχει συνεχής βελτίωση και εξέλιξη (Ratamess et al., 2009).

Τα στοιχεία επιβάρυνσης που εφαρμόζονται στην προπόνηση δύναμης και ισχύος είναι η ένταση, η ποσότητα, η πυκνότητα, το είδος και η σειρά των ασκήσεων, ενώ περιγράφεται και η συχνότητα προπόνησης.

Ένταση: Η ένταση προσδιορίζει τη δυσκολία της εργασίας. Η ένταση είναι η ποσότητα βάρους ή αντίστασης που χρησιμοποιείται σε μια συγκεκριμένη άσκηση η (Jamnick et al., 2020).

Ποσότητα προπόνησης: είναι ένα άθροισμα του συνολικού αριθμού των επαναλήψεων που εκτελούνται κατά τη διάρκεια μιας προπόνησης πολλαπλασιαζόμενο με την αντίσταση που χρησιμοποιείται (kg) και αντικατοπτρίζει τη διάρκεια της οποίας οι μύες επιβαρύνονται (Tran et al., 2006).

Επιλογή ασκήσεων: τόσο οι μονοαρθρικές όσο και οι πολυαρθρικές ασκήσεις έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές για την αύξηση της μυϊκής δύναμης στις στοχευμένες μυϊκές ομάδες χρησιμοποιώντας πολλαπλούς τρόπους, για παράδειγμα, ελεύθερα βάρη, μηχανές, τροχαλίες κ.λπ. (Cronin et al., 2003).

Σειρά των ασκήσεων: η αλληλουχία των ασκήσεων επηρεάζει σημαντικά την οξεία έκφραση της μυϊκής δύναμης (Sforzo & Touey, 1996). Αυτό ισχύει επίσης όταν οι ασκήσεις ταξινομούνται με βάση τις σχέσεις των μυϊκών ομάδων αγωνιστών/ανταγωνιστών.

Πυκνότητα: η ποσότητα ανάπαυσης μεταξύ σειρών και ασκήσεων επηρεάζει σημαντικά τις μεταβολικές, τις ορμονικές και τις καρδιαγγειακές αποκρίσεις σε μια οξεία περίοδο κατά τη διάρκεια της άσκησης με αντίσταση, καθώς και την απόδοση των επόμενων σετ και τις προσαρμογές προπόνησης (Ratamess et al., 2009).

Συχνότητα: η βέλτιστη συχνότητα (ο αριθμός των προπονήσεων ανά εβδομάδα) εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η ποσότητα, η ένταση, η επιλογή άσκησης, το επίπεδο προετοιμασίας, η ικανότητα αποκατάστασης και ο αριθμός των μυϊκών ομάδων που προπονούνται ανά προπόνηση (Ratamess et al., 2009).

Έχουν συσταθεί πολλές προπονητικές παρεμβάσεις για την ενίσχυση της ικανότητας του αθλητή να εκφράσει υψηλή ισχύς και κατά επέκταση βελτίωση της συνολική ικανότητας όσον αφορά την αθλητική απόδοση του (Haff & Nimphius, 2012). Όσον αφορά στη βελτιστοποίηση της μέγιστης απόδοσης ισχύος υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι προπόνησης που χρησιμοποιούνται, συμπεριλαμβανομένων των παραδοσιακών ασκήσεων προπόνησης με αντίσταση, των βαλλιστικών ασκήσεων, της πλειομετρικής προπόνησης και των ασκήσεων άρσης βαρών (Cormie et al., 2011b). Οι παραδοσιακές

ασκήσεις προπόνησης με αντίσταση έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για τη βελτίωση της μέγιστης απόδοσης ισχύος σε δυναμικές, ειδικές για αθλήματα κινήσεις (Berger, 2013; Newton & Kraemer, 1994; Wilson et al., 1996). Καθώς η απόδοση σε τέτοιες ασκήσεις ήταν κυρίως αποτέλεσμα των φυσιολογικών προσαρμογών που είναι υπεύθυνες για την αύξηση της μέγιστης δύναμης, εμφανίζονται περισσότερο σε σχετικά απροπόνητα άτομα με χαμηλά έως μέτρια επίπεδα δύναμης και μειώνονται όσο αυξάνεται το επίπεδο δύναμης (Häkkinen, 1989; Wilson et al., 1996). Επομένως, οι αυξήσεις στη μέγιστη απόδοση ισχύος μετά από προπόνηση με αυτές τις ασκήσεις είναι εμφανείς στις πρώτες φάσεις της προπόνησης ή σε αθλητές που διατηρούν σχετικά χαμηλό επίπεδο δύναμης, όπως οι αθλητές αντοχής (Häkkinen, 1989; Wilson et al., 1996). Ενώ η χρήση παραδοσιακών ασκήσεων προπόνησης με αντίσταση είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη της δύναμης και της ισχύος, η περαιτέρω προπόνηση για τη βελτίωση της μέγιστης ισχύος απαιτεί τη συμμετοχή άλλων, πιο εξειδικευμένων κινήσεων (Cormie et al., 2011b). Οι βαλλιστικές ασκήσεις, όπως το κάθισμα με άλμα, παρακάμπτουν οποιαδήποτε φάση επιβράδυνσης απαιτώντας από τους αθλητές να επιταχύνουν σε όλο το εύρος κίνησης μέχρι το σημείο απογείωσης ή απελευθέρωσης (Newton et al. 1996). Ως αποτέλεσμα της συνεχιζόμενης επιτάχυνσης σε όλο το εύρος της κίνησης, η ομόκεντρη ταχύτητα, η δύναμη, η ισχύ και η ενεργοποίηση των μυών είναι υψηλότερες κατά τη διάρκεια μιας βαλλιστικής κίνησης σε σύγκριση με μια παρόμοια παραδοσιακή άσκηση με αντίσταση (Cormie et al., 2007; Newton et al. 1996). Ως αποτέλεσμα, πολλοί ερευνητές και προπονητές συνιστούν την ένταξη των βαλλιστικών ασκήσεων στα προγράμματα προπόνησης με στόχο τη βελτίωση της ισχύος των αθλητών και ως εκ τούτου μπορεί να προκαλέσει προσαρμογές που επιτρέπουν μεγαλύτερη μεταφορά στην απόδοση (Cormie et al., 2011c; Kraemer & Newton, 2000; Wilson et al., 1993). Αυτές οι μυϊκές δράσεις βασίζονται στο γεγονός ότι καταδεικνύουν σημαντικές βελτιώσεις στη μέγιστη απόδοση ισχύος κατά τη διάρκεια κινήσεων που αφορούν συγκεκριμένα αθλήματα μετά από προπόνηση με βαλλιστικές ασκήσεις (Baker, 2001; McBride et al., 2002; Wilson et al., 1996). Η πλειομετρική προπόνηση είναι ασκήσεις που χαρακτηρίζονται από ταχεία μυϊκή δράση του κύκλου διάτασης-βράχυνσης (SSC) (Wathen, 1993). Πολλές ασκήσεις ταξινομούνται ως πλειομετρικές, συμπεριλαμβανομένων των ρίψεων με ιατρική μπάλα, τα κατακόρυφα άλματα και παραλλαγές αυτών. Συνήθως, οι πλειομετρικές ασκήσεις εκτελούνται με ελάχιστη έως καθόλου εξωτερική αντίσταση, όπως μόνο με μάζα σώματος

ή ελαφριά ιατρική μπάλα, και η υπερφόρτωση εφαρμόζεται αυξάνοντας τον ρυθμό διάτασης ελαχιστοποιώντας τη διάρκεια του SSC και/ή του φορτίου διάτασης, για παράδειγμα, αύξηση του ύψους της πτώσης κατά τα άλματα πτώσης (Sáez de Villarreal et al., 2009). Ως αποτέλεσμα της ικανότητας να στοχεύουν τόσο βραδεία όσο και τη ταχεία SSC, οι πλειομετρικές ασκήσεις είναι πολύ συγκεκριμένες για μια ποικιλία κινήσεων που συνήθως απαντώνται στα αθλήματα. Ως εκ τούτου, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι η χρήση της πλειομετρίας σε προγράμματα προπόνησης ισχύος έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει σημαντικά τη μέγιστη απόδοση ισχύος κατά τη διάρκεια κινήσεων που αφορούν συγκεκριμένα αθλήματα (Lyttle et al., 1996; Tricoli et al., 2005; Wilson et al., 1993). Ωστόσο, αυτές οι βελτιώσεις περιορίζονται σε κινήσεις SSC χαμηλού φορτίου/υψηλής ταχύτητας (Tricoli et al., 2005; Wilson et al., 1993). Οι ασκήσεις άρσης βαρών, όπως το αρασέ ή το επολέ ζετέ και οι παραλλαγές τους, όπως π.χ. το στρίψιμο και το δυναμικό τράβηγμα μπάρας, ενσωματώνονται συνήθως σε προγράμματα προπόνησης ισχύος σε αθλητές που αγωνίζονται σε διάφορα αθλήματα (Ebben et al., 2004; Simenz et al., 2005). Οι ασκήσεις άρσης βαρών απαιτούν από τους αθλητές να επιταχύνουν σε όλη τη φάση ώθησης ή στο δεύτερο τράβηγμα, προκαλώντας την προβολή της μπάρας και συχνά του ίδιου του σώματος στον αέρα. Επιπλέον, τα μηχανικά πρότυπα που χρησιμοποιούνται στις ασκήσεις άρσης βαρών γενικά θεωρείται ότι είναι πολύ παρόμοια με αθλητικές κινήσεις σε πολλά αθλήματα όπως το άλμα και το σπριντ (Hori et al., 2005). Σημαντικές σχέσεις έχουν επίσης παρατηρηθεί μεταξύ των ασκήσεων άρσης βαρών και της απόδοσης ισχύος κατά το άλμα καθώς και της απόδοσης του σπριντ (Carlock et al., 2004; Hori et al., 2008). Επομένως, η φύση των ασκήσεων άρσης βαρών σε συνδυασμό με την εξειδίκευση των μηχανικών προτύπων τους σε πολλές αθλητικές κινήσεις, δημιουργεί τη δυνατότητα οι ασκήσεις άρσης βαρών να είναι πολύ αποτελεσματικές έχοντας ως στόχο τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος. Παρόλα αυτά, όλα τα παραπάνω είδη ασκήσεων χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη της μυϊκής ισχύος, καθώς βελτιώνουν διαφορετικά σημεία της ταχυδυναμικής καμπύλης (Soriano et al., 2015).

Ο σχεδιασμός των προγραμμάτων προπόνησης με αντίσταση περιλαμβάνει τη συνταγογράφηση του φορτίου της άσκησης (Kraemer & Ratamess, 2004). Οι προπονητές δύναμης συνήθως χρησιμοποιούν τη μέγιστη επανάληψη (RM) για να συνταγογραφήσουν φορτία για τους αθλητές τους (Ebben et al., 2004, 2008; Ebben & Blackard, 2001; Simenz et al., 2005). Αν και τα φορτία προπόνησης βασίζονται συχνά σε δεδομένα από δοκιμασίες

δεν είναι πρακτικό και είναι ασυνήθιστο για τους ασκούμενους να εξετάζονται σε πολλές συμπληρωματικές ασκήσεις (Ebben et al., 2004; Ebben & Blackard, 2001; Ebben, 2002; Simenz et al., 2005). Επομένως, η ανάλυση παλινδρόμησης και οι εξισώσεις πρόβλεψης προσφέρουν μια έμμεση μέθοδο συνταγογράφησης φορτίων χωρίς να απαιτείται η εφαρμογή πρωτοκόλλων μέγιστης επανάληψης σε πολλαπλές ασκήσεις και βοηθούν ιδιαίτερα στην εξοικονόμηση χρόνου. Προηγούμενες μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει ανάλυση παλινδρόμησης για να αξιολογήσουν την ακρίβεια των εξισώσεων πρόβλεψης 1RM με βάση την αξιολόγηση στην άσκηση πιέσεις σε επίπεδο πάγκο (Whisenant et al., 2003). Οι μελέτες έχουν επίσης χρησιμοποιήσει ανάλυση παλινδρόμησης για τη συνταγογράφηση φορτίων προπόνησης με αντίσταση. Για παράδειγμα, ανάλυση παλινδρόμησης έχει χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη φορτίων στο ελεύθερο κάθισμα με βάση τα φορτία που χρησιμοποιούνται στην άσκηση πιέσεις ποδιών (Simpson et al., 1997) και έχει χρησιμοποιηθεί το κάθισμα για την πρόβλεψη των φορτίων στο κάθισμα σε μηχανή Smith (Cotterman et al., 2005). Στη μελέτη του Simpson και συν. (1997) συγκρίνοντας τις πιέσεις ποδιών σε μηχάνημα με το ελεύθερο κάθισμα, βρέθηκαν υψηλές συσχετίσεις με δείκτη  $R=0,66$  στις γυναίκες και  $R=0,67$  για τους άντρες αντίστοιχα. Με την πολλαπλή ανάλυση παλινδρόμησης τα ποσοστά κυμάνθηκαν  $R^2=0,79$  στις πιέσεις ποδιών και  $R^2=0,70$  για το ελεύθερο κάθισμα στις γυναίκες καθώς και  $R^2=0,72$  &  $R^2=0,66$  για τους άντρες αντίστοιχα. Στη έρευνα του Cotterman και συν. (2005) συγκρίνοντας το κάθισμα με το κάθισμα σε μηχάνημα Smith η ανάλυση παλινδρόμησης έδειξε το δείκτη R να βρίσκεται στο 0,90 όσον αφορά την ομάδα των γυναικών, καθώς για τους άντρες δεν πραγματοποιήθηκε ανάλυση διότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ασκήσεων. Οι προηγούμενες έρευνες μας δείχνουν ότι οι βασικές ασκήσεις με αντιστάσεις, όπως το κάθισμα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη μιας ποικιλίας ασκήσεων στο κάτω μέρος του σώματος. Ως αποτέλεσμα, δημιουργήθηκαν εξισώσεις πρόβλεψης για τον προσδιορισμό των φορτίων για τις βοηθητικές ασκήσεις των κάτω άκρων για την προπόνηση μέγιστης δύναμης με βάση το φορτίο στο κάθισμα. Μέχρι αυτό το σημείο, καμία έρευνα δεν έχει καθορίσει εάν το ιδανικό φορτίο (optimal load) σε βασικές ασκήσεις προπόνησης με αντίσταση θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη του βέλτιστου φορτίου άλλων ασκήσεων που αφορούν τη προπόνηση με αντιστάσεις που αποσκοπεί στη μυϊκή ισχύ.

Η σημασία της της μελέτης έγκειται στο να δημιουργήσει εξισώσεις πρόβλεψης για τον προσδιορισμό των ιδανικών φορτίων σε ασκήσεις κάτω άκρων όπως οι άρσεις θανάτου, οι τροποποιημένες άρσεις θανάτου, οι άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση και το δυναμικό τράβηγμα μπάρα από όρθια θέση, με βάση τη 1 Μέγιστη Επανάληψη (ΜΕ) ή το ιδανικό φορτίο στην άσκηση κάθισμα με μπάρα πίσω από τον αυχένα. Με τα αποτελέσματα της ΜΔΕ ενδέχεται να βελτιστοποιηθεί η διαδικασία προσδιορισμού του φορτίου στις ασκήσεις που χρησιμοποιούνται για την προπόνηση ισχύος.

### **1.1. Σκοπός της έρευνας**

Σκοπός της έρευνας είναι να εξετάσει την ταχυδύναμη αθλητών και ασκούμενων σε δομικές ασκήσεις των κάτω άκρων ώστε να βοηθήσει τους προπονητές και γυμναστές να προσδιορίσουν την ένταση με έμμεσο τρόπο σε προπονητικές μονάδες με στόχο τη μυϊκή ισχύ.

### **1.2. Ερευνητικές υποθέσεις**

Από τις αναλύσεις συσχέτισης και παλινδρόμησης θα προκύψουν υψηλοί βαθμοί συσχέτισης ( $> 0,5$ ) και θα εξηγηθεί μεγάλο ποσοστό της διακύμανσης από την επίδοση στη δοκιμασία μέγιστης επανάληψης ή το ιδανικό φορτίο ισχύος στην άσκηση κάθισμα στην πρόβλεψη του ιδανικού φορτίου ισχύος στις άλλες ασκήσεις.

### **1.3. Οριοθετήσεις και Περιορισμοί**

Ο σκοπός της μελέτης αφορά στην προπόνηση μυϊκής ισχύος, συνεπώς για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων τηρήθηκαν οι παρακάτω περιορισμοί και οριοθετήσεις:

- Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν μόνον αθλητές και αθλήτριες ταχυδυναμικών αθλημάτων.
- Όλοι τους είχαν τουλάχιστον 2 χρόνια εμπειρία στην προπόνηση με βάρη.
- Παρουσίαζαν υψηλή τεχνική επάρκεια και στις 5 ασκήσεις.
- Η 1 ΜΕ στην άσκηση κάθισμα ήταν  $>1,5$  της σωματικής τους μάζας.
- Δεν είχαν υποστεί κάποιο τραυματισμό τον τελευταίο χρόνο.
- Δεν είχαν κάποια γνωστή πάθηση που θα επηρέαζε τα αποτελέσματα.



#### 1.4. Ορισμοί και Συντομογραφίες

**Δύναμη:** η ικανότητα του νευρομυϊκού συστήματος να υπερνικά ή να αντιστέκεται σε εξωτερικές δυνάμεις.

**Μία μέγιστη επανάληψη (1ΜΕ):** το μέγιστο βάρος που μπορεί να σηκώσει κάποιος μία μόνο φορά, με σωστή τεχνική σε μία συγκεκριμένη άσκηση.

**Ταχύτητα κίνησης:** η μετατόπιση της μπάρας στη μονάδα του χρόνου κατά τη σύγκεντρη συστολή των μυών στην εκτέλεση της κίνησης.

Δ: Δύναμη

I: Ισχύς

T: Ταχύτητα

**Ισχύς:** ο ρυθμός παραγωγής έργου που παράγεται από έναν μυ ή μία ομάδα μυών στην μονάδα του χρόνου.

**Μέγιστη ισχύς:** είναι το υψηλότερο επίπεδο ισχύος που επιτυγχάνεται σε μυϊκές συσπάσεις.

**Βέλτιστο ή ιδανικό φορτίο:** το φορτίο στο οποίο μεγιστοποιείται η παραγωγή μυϊκής ισχύος.

**Σωματικό βάρος:** είναι το σύνολο της μάζας των διαφορετικών τμημάτων του σώματος, δηλαδή της λιπώδους μάζας και της άλιπης μάζας.

**Άλιπη σωματική μάζα:** αντιπροσωπεύει το βάρος των μυών, των οστών, των συνδέσμων, των τενόντων και των εσωτερικών οργάνων των ανθρώπων.

**Ποσοστό σωματικού λίπους:** είναι το σύνολο των λιπιδίων στους ιστούς του ανθρώπινου σώματος.

## 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 2.1. Δείγμα

Στη μελέτη συμμετείχαν 22 αθλητές (15 άνδρες και 7 γυναίκες), ηλικίας 18-28 χρονών. Τα κριτήρια ένταξης στη μελέτη ήταν: α) οι εξεταζόμενοι ήταν αθλητές αθλημάτων με κύριο χαρακτηριστικό τη μυϊκή ισχύ, β) είχαν τουλάχιστον δύο χρόνια ενασχόλησης με τη προπόνηση αντιστάσεων, γ) παρουσίαζαν υψηλή τεχνική επάρκεια, δ) δεν είχαν υποστεί κάποιο τραυματισμό τον τελευταίο χρόνο και ε) δεν είχαν κάποια γνωστή πάθηση που θα επηρέαζε τα αποτελέσματα.

### 2.2. Πειραματικός σχεδιασμός

Πριν τη διεξαγωγή της μελέτης οι αθλητές που αποτέλεσαν το δείγμα ενημερώθηκαν προφορικά και γραπτά για το σκοπό της μελέτης, τις διαδικασίες των μετρήσεων, τα οφέλη από τη συμμετοχή τους και για τους πιθανούς κινδύνους από τη διεξαγωγή δοκιμασιών υψηλής έντασης. Στην ενημέρωση συμπεριλαμβάνονταν η οδηγία πως οποιαδήποτε στιγμή αποφάσιζε ο συμμετέχων τη διακοπή της συμμετοχής του από το πείραμα, αυτό θα συνέβαινε αυτόματα χωρίς οποιαδήποτε αρνητική συνέπεια. Στη συνέχεια δήλωσαν ενυπόγραφα τη συμμετοχή τους στη μελέτη. Σε πρώτη φάση οι συμμετέχοντες παρευρέθηκαν σε κλειστό εσωτερικό χώρο και πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση του σωματικού ύψους και βάρους με αναστημόμετρο (Seca 700, Vogel & Halke Hamburg, Germany). Εξετάστηκαν επιπλέον και σε παραμέτρους σύστασης σώματος και της σωματικής μάζας με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής εμπέδησης (BIA) μέσω του αναλυτή MA801 (Charder Medical, Taiwan). Ακόμη, πραγματοποιήθηκε δομημένη συνέντευξη που αφορούσε την ανάλυση του προπονητικού πρωτοκόλλου που ακολουθούσαν τα τελευταία χρόνια. Οι ερωτήσεις είχαν σκοπό να παρέχουν πληροφορίες στην ερευνητική ομάδα όσον αφορά τις ασκήσεις, την ένταση, τη συχνότητα, και την προοδευτική εξέλιξη του προπονητικού προγράμματος κατά τον ετήσιο κύκλο προπόνησης. Σε δεύτερη φάση οι εθελοντές προσήλθαν στο γυμναστήριο και πραγματοποίησαν πρωτόκολλο για την αξιολόγηση της 1-μέγιστης επανάληψης. Οι ασκήσεις που εξετάστηκαν ήταν το κάθισμα με τη μπάρα πίσω από το αυχένα, οι άρσεις θανάτου, οι τροποποιημένες άρσεις θανάτου, οι άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση και η δυναμική άρση μπάρας από όρθια θέση. Έπειτα μετά από τουλάχιστον μία εβδομάδα και

σε μη διαδοχικές ημέρες (τρεις ημέρες με διάστημα τουλάχιστον 48 ώρες μεταξύ των ημερών) πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος σε υπομέγιστα φορτία της 1ΜΕ (20%, 35%, 50%, 65% και 80%) σε κάθε άσκηση. Τέλος σχεδιάστηκαν τα διαγράμματα ισχύος – φορτίου για την εύρεση του βέλτιστου φορτίου. Για την καταγραφή της ισχύος χρησιμοποιήθηκε γραμμικός κωδικοποιητής (Chronojump, Boscosystem). Όλες οι μετρήσεις με τις αντιστάσεις έλαβαν χώρα στο γυμναστήριο της ΣΕΦΑΑ του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης και χρησιμοποιήθηκε σε όλους ο ίδιος εξοπλισμός.

## **2.3. Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης**

### **2.3.1. Αξιολόγηση σωματομετρικών χαρακτηριστικών**

Κατά τη διεξαγωγή της μελέτης πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών. Η αξιολόγηση που έγινε αφορούσε τη μέτρηση του σωματικού βάρους, του ύψους, του σωματικού λίπους, της άλιπης σωματικής μάζας, και της σκελετικής μυϊκής μάζας. Το σωματικό ύψος αξιολογήθηκε από όρθια θέση με αναστημόμετρο (Seca 700, Vogel & Halke Hamburg, Germany). Κατά τη καταγραφή του ύψους οι αθλητές δεν φορούσαν υποδήματα και στέκονταν όρθιοι στο αναστημόμετρο. Το σωματικό βάρος, το ποσοστό σωματικού λίπους, η άλιπη σωματική μάζα, και η σκελετική μυϊκή μάζα αξιολογήθηκαν με τη μέθοδο βιοηλεκτρικής εμπέδησης (MA801, Charder Medical, Taiwan). Η βιοηλεκτρική εμπέδηση είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της σύστασης του σώματος, ιδιαίτερα του ποσοστού σωματικού λίπους, με τη μέτρηση της αντίστασης σε ένα μικρής έντασης ηλεκτρικό εναλλασσόμενο ρεύμα.

Οι προϋποθέσεις της μέτρησης ήταν ο εξεταζόμενος: α) να μην είχε φάει ή πει καφέ το προηγούμενο 3ωρο από τη μέτρηση, β) να μην είχε κάνει έντονη προπόνηση την προηγούμενη μέρα, και γ) σε περίπτωση που ήταν γυναίκα, να μην ήταν στην περίοδο της εμμήνου ρύσεως.

Η διαδικασία μέτρησης του αναλυτή ΒΙΑ περιλάμβανε τα ακόλουθα βήματα:

- Αρχικά ο χρήστης εισήγαγε τα προσωπικά του στοιχεία όπως ηλικία, ύψος, βάρος και φύλο στο μηχάνημα.
- Έπειτα στεκόταν ξυπόλητος στην πλατφόρμα του μηχανήματος, με τα δύο πόδια ομοιόμορφα τοποθετημένα στις δύο πλάκες ηλεκτροδίων.

- Τότε, έλαβε οδηγίες να κρατά τις χειρολαβές σταθερά, με τα χέρια σε θέση απαγωγής και να βρίσκεται ακίνητος σε ισορροπία σε όλη τη διάρκεια της μέτρησης.
- Στη συνέχεια, το μηχάνημα έστειλε ένα ηλεκτρικό ρεύμα χαμηλής έντασης, πέντε συχνοτήτων στο σώμα και μέτρησε την αντίσταση του σώματος στη ροή του ρεύματος. Η μέτρηση έγινε σε μία φάση και ολοκληρώθηκε σε λίγα δευτερόλεπτα.
- Έπειτα, το μηχάνημα υπολόγισε τα δεδομένα σύστασης σώματος με βάση τις μετρήσεις εμπέδησης, συμπεριλαμβανομένου του ποσοστού σωματικού λίπους, της άλιπης μάζας σώματος και του συνολικού νερού του σώματος.
- Τέλος τα αποτελέσματα εμφανίστηκαν στην οθόνη του μηχανήματος και υπήρχε η δυνατότητα να εκτυπωθούν ή να αποθηκευτούν στη μνήμη του μηχανήματος για μελλοντική αναφορά.

### **2.3.2. Αξιολόγηση της 1 μέγιστης επανάληψης**

Η αξιολόγηση της 1 μέγιστης επανάληψης πραγματοποιήθηκε με την άμεση μέθοδο στις ασκήσεις κάθισμα, άρσεις θανάτου, τροποποιημένες άρσεις θανάτου, άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση και δυναμικές άρσεις μπάρας. Οι δοκιμαζόμενοι αρχικά πραγματοποιούσαν μια επιβλεπόμενη 10λεπτη προθέρμανση, πριν από την αξιολόγηση της 1ΜΕ για κάθε ημέρα μέτρησης. Πριν την έναρξη της δοκιμασίας αξιολόγησης οι συμμετέχοντες απαντούσαν σε ερώτηση σχετικά με τη μία μέγιστη επανάληψη που χρησιμοποιούσαν στην προπόνησή τους στην εκάστοτε άσκηση. Στη συνέχεια πραγματοποιούσαν σετ προθέρμανσης με αντίσταση που αντιστοιχούσε στο 50% της εκτιμώμενης από αυτούς 1ΜΕ. Στα σετ αξιολόγησης στην μπάρα τοποθετούνταν φορτίο στο 80% της εκτιμώμενης μέγιστης επανάληψης στο οποίο πραγματοποιούσαν 5-6 επαναλήψεις. Στη συνέχεια το φορτίο αυξανόταν κατά 5-10% περίπου και πραγματοποιούνταν διαδοχικά σετ έως την εύρεση της 1ΜΕ. Όλοι οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν τη διαδικασία της αξιολόγησης σε 3-4 σετ ανάμεσα στα οποία το διάλειμμα ήταν 3-4 λεπτά μεταξύ των προσπαθειών (Jones et al., 2016). Για τις ανάγκες της αξιολόγησης χρησιμοποιήθηκε εξοπλισμός όπως ζώνη, γάντια και δέστρες, μπάρες ολυμπιακού τύπου και δίσκοι βαρών με δυνατότητα αύξησης του βάρους έως και 0,5 κιλό. Κατά την ειδική προθέρμανση καθορίστηκε και η σωστή τεχνική της άσκησης. Στην άσκηση κάθισμα με μπάρα το εύρος κίνησης ορίστηκε στις 90 μοίρες κάμψης των γονάτων των

αθλητών. Στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας, στη σύγκεντρη φάση της κίνησης, η μπάρα έφτανε έως το ύψος του στήθους των εξεταζόμενων, στις ασκήσεις άρσεις θανάτου και τροποποιημένες άρσεις θανάτους η μπάρα ήταν στο έδαφος και πραγματοποιούνταν έκταση των αρθρώσεων του γόνατος και του ισχίου έως την όρθια θέση. Τρεις απόφοιτοι Τ.Ε.Φ.Α.Α., μεταπτυχιακοί φοιτητές, επέβλεπαν τη διαδικασία και τη σωστή τεχνική εκτέλεσης των ασκήσεων και θεωρούσαν μια προσπάθεια έγκυρη ή άκυρη με βάση τις οδηγίες.

### **2.3.3. Αξιολόγηση μυϊκής ισχύος**

Η αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος πραγματοποιήθηκε με έμμεσο τρόπο μέσω κωδικοποιητή γραμμικής μετακίνησης (Linear Encoder, Chronojump, Boscosystem, Spain) ο οποίος τοποθετούνταν πάνω στην μπάρα. Ο κωδικοποιητής γραμμικής μετακίνησης είναι μια συσκευή που μετρά τη γραμμική μετατόπιση ή κίνηση της μπάρας. Αποτελείται από έναν αισθητήρα που ανιχνεύει τη θέση ενός αντικειμένου, το οποίο είναι προσαρτημένο στο κινούμενο μέρος της συσκευής. Ο αισθητήρας παράγει ένα ηλεκτρικό σήμα που είναι ανάλογο με την απόσταση ή την ταχύτητα του κινούμενου μέρους. Το λογισμικό Chronojump χρησιμοποιεί τη μέτρηση της κάθετης μετατόπισης από τον κωδικοποιητή γραμμικής μετακίνησης για να καθορίσει διάφορες παραμέτρους απόδοσης, όπως η δύναμη, η ταχύτητα και η ισχύς. Επίσης επεξεργάζεται τα σήματα από τον γραμμικό κωδικοποιητή και παρουσιάζει τα αποτελέσματα σε μια φιλική προς το χρήστη μορφή.

Η συσκευή και η καταγραφή της μυϊκής ισχύος στο λογισμικό Chronojump ελέγχθηκαν ως προς την ορθή λειτουργία τους πριν από τις μετρήσεις. Πριν από την αξιολόγηση της ισχύος, οι αθλητές πραγματοποίησαν μια επιβλεπόμενη προθέρμανση (γενική και ειδική), για κάθε μέρα μέτρησης. Έπειτα μετρήθηκε η παραγωγή της μηχανικής ισχύος, στη σύγκεντρη φάση της κίνησης, για κάθε σετ των ασκήσεων. Οι εξεταζόμενοι, μετά από 1 εβδομάδα τουλάχιστον διαφορά από την μέτρηση της 1 μέγιστης επανάληψης σε κάθε άσκηση, τους ζητήθηκε να εκτελέσουν 5 σειρές των 6 επαναλήψεων σε υπομέγιστα φορτία της 1ΜΕ (20%, 35%, 50%, 65% και 80%) σε κάθε άσκηση, με 3 λεπτά παθητικό διάλειμμα ανάμεσα στις σειρές. Στην μπάρα με την οποία εκτελέστηκαν οι ασκήσεις, προσαρμόστηκε ο κωδικοποιητής γραμμικής μετακίνησης στην άκρη της μπάρας και ήταν συνδεδεμένος με υπολογιστή με ειδικό λογισμικό (Chronojump). Στο

λογισμικό αναγράφονταν το φορτίο με το οποίο εκτελούνταν οι επαναλήψεις και υπολογίζονταν η παραγόμενη δύναμη, η ταχύτητα κίνησης της μπάρας και η παραγόμενη ισχύς σε κάθε επανάληψη. Για την ανάλυση των δεδομένων υπολογίστηκε η μέση τιμή ισχύος από τις έξι επαναλήψεις που εκτελέστηκαν στο κάθε φορτίο, στην κάθε άσκηση. Στους εξεταζόμενους ζητήθηκε να εκτελέσουν τις ασκήσεις στη σύγκεντρη φάση τους, όσο το δυνατόν πιο γρήγορα. Σε ότι αφορά το ρυθμό στην έκκεντρη φάση δόθηκε η οδηγία να είναι ελεγχόμενος και ανάλογα με την άσκηση να διαρκεί από δύο έως τρία δευτερόλεπτα. Προφορική ενθάρρυνση δόθηκε σε όλους τους ασκούμενους. Σε κάθε συνεδρία για την αξιολόγηση της ισχύος, οι αθλητές αξιολογήθηκαν σε μία έως δύο ασκήσεις και η κάθε συνεδρία απείχε από την άλλη τουλάχιστον 48 ώρες. Επίσης οι ασκήσεις αξιολογήθηκαν με τυχαία σειρά. Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των ασκήσεων καταγράφηκαν η μετατόπιση της μπάρας, η μέση ταχύτητα (m/s) και η μέση ισχύς (watts). Οι επαναλήψεις που απείχαν 10% από τη μέση μετατόπιση της μπάρας αφαιρέθηκαν από την ανάλυση. Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν οι μέσοι όροι των σετ.

Από τους 30 αθλητές που μετρήθηκαν αποκλείστηκαν 2 στην άσκηση κάθισμα και στις τροποποιημένες άρσεις θανάτου, 2 στην άσκηση άρσεις θανάτου και στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση, και 4 στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας καθώς δεν πληρούσαν τα κριτήρια τεχνικής εκτέλεσης των ασκήσεων.

#### **2.4. Στατιστική ανάλυση**

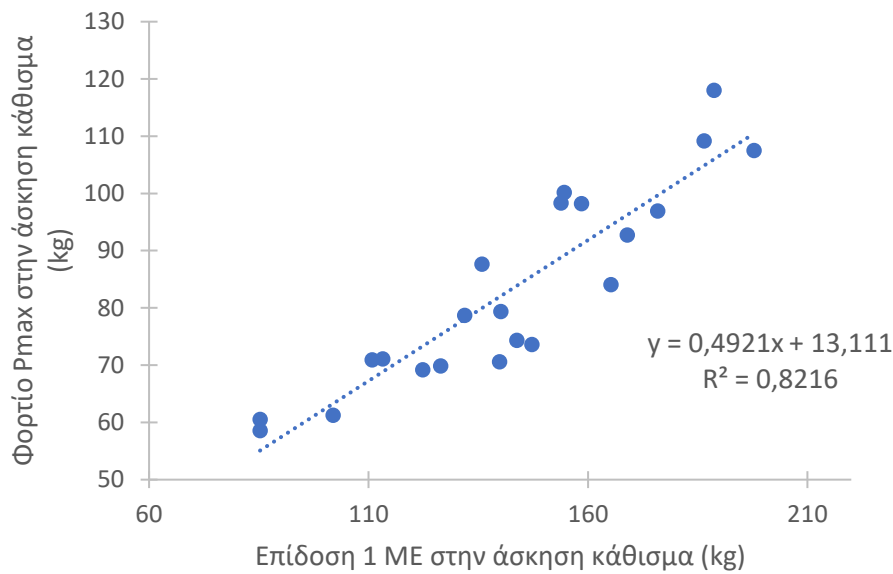
Για την ανάλυση των δεδομένων οι τιμές απεικονίστηκαν σε καρτεσιανό σύστημα αξόνων. Με το λογισμικό Microsoft Excel, εξήχθησαν η γραμμή τάσης και η δευτεροβάθμια εξίσωση ( $F(x)=ax^2+bx+c$ ) που εξηγεί το μεγαλύτερο ποσοστό διακύμανσης. Στη συνέχεια υπολογίστηκε η μέγιστη τιμή της καμπύλης που αντιπροσωπεύει το  $P_{max}$  και στις εξισώσεις δευτέρου βαθμού λύνεται με το μαθηματικό τύπο  $P_{max} = -b/2a$  (όπου  $b$  και  $a$  είναι οι συντελεστές της προηγούμενης εξίσωσης), η οποία υποδεικνύει το φορτίο που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ. Ακόμη πραγματοποιήθηκε ανάλυση γραμμικής συσχέτισης (υπολογίστηκε ο συντελεστής συσχέτισης  $R$  Pearson), μεταξύ του ποσοστού της 1 ΜΕ στην οποία διαπιστώθηκε η μέγιστη μυϊκή ισχύς και των τιμών μέγιστης δύναμης και μέγιστης σχετικής δύναμης.

### **3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

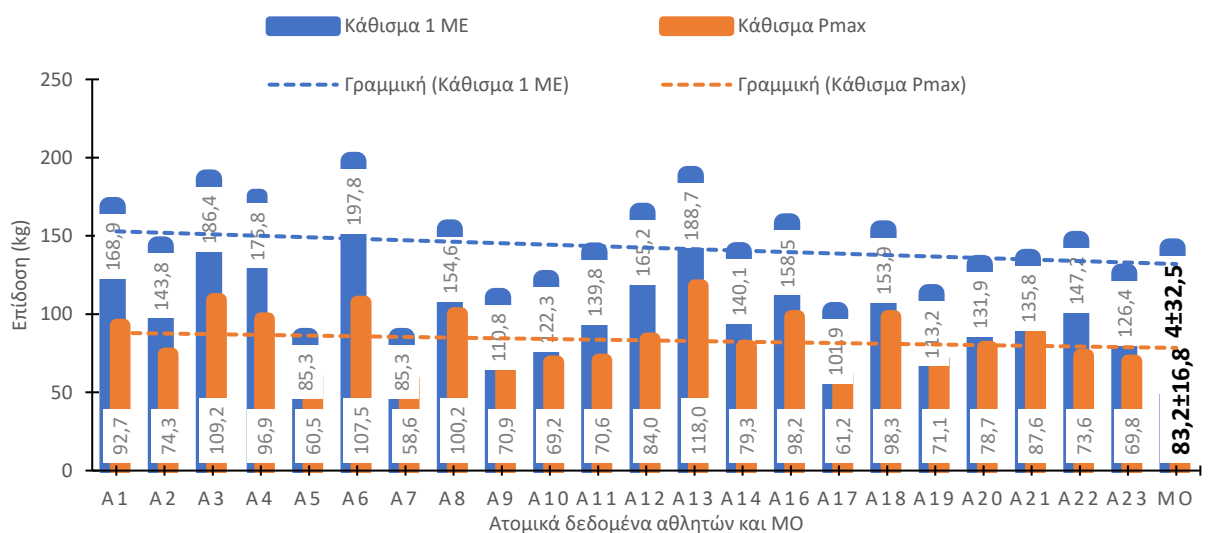
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικά παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την άσκηση κάθισμα, στη συνέχεια οι άρσεις θανάτου, οι άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση, οι τροποποιημένες άρσεις θανάτου και οι δυναμικές άρσεις μπάρας.

### 3.1. Συσχέτιση της επίδοσης μίας μέγιστης επανάληψης άσκησης κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην ίδια άσκηση.

Από την ανάλυση συσχετίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά πολύ υψηλή γραμμική συσχέτιση ( $r = 0,91$ ;  $p < 0,05$ ). Από την ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε πως η επίδοση 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα εξηγούσε το 82,1% της συνολικής διακύμανσης. Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στο Σχήμα 1 και τα ατομικά δεδομένα στο Σχήμα 2.



**Σχήμα 1.** Γραμμική συσχέτιση του φορτίου Pmax στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση 1ΜΕ στην ίδια άσκηση.

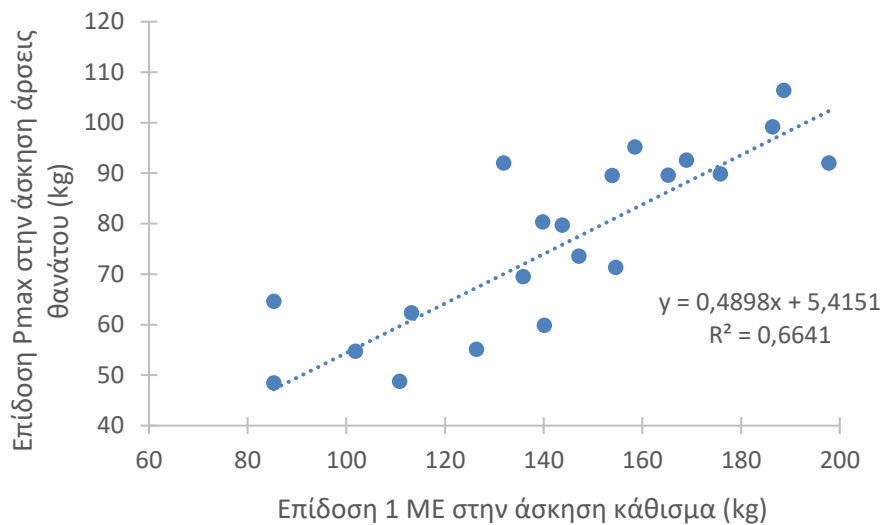


**Σχήμα 2.** Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης της 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του Pmax στην ίδια άσκηση.

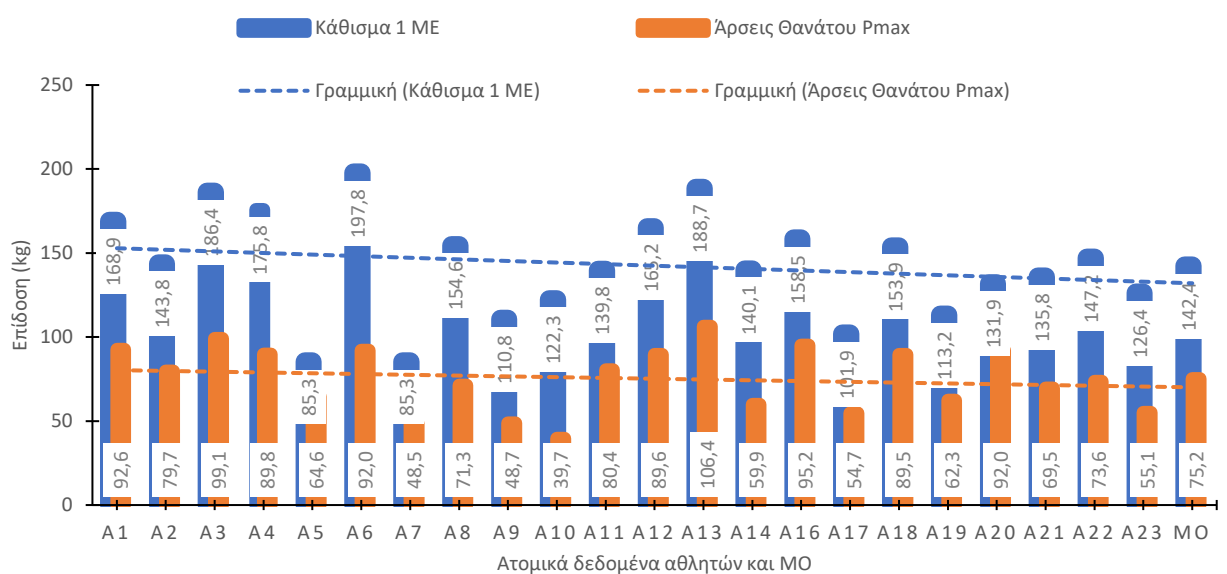


### 3.2. Συσχέτιση της επίδοσης μίας μέγιστης επανάληψης άσκησης κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση άρσεις θανάτου.

Από την ανάλυση συσχετίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά υψηλή γραμμική συσχέτιση ( $r = 0,82$ ;  $p < 0,05$ ). Από την ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε πως η επίδοση στην 1ΜΕ άσκησης κάθισμα εξηγούσε το 66,4% της συνολικής διακύμανσης. Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στο Σχήμα 3 και τα ατομικά δεδομένα στο Σχήμα 4.



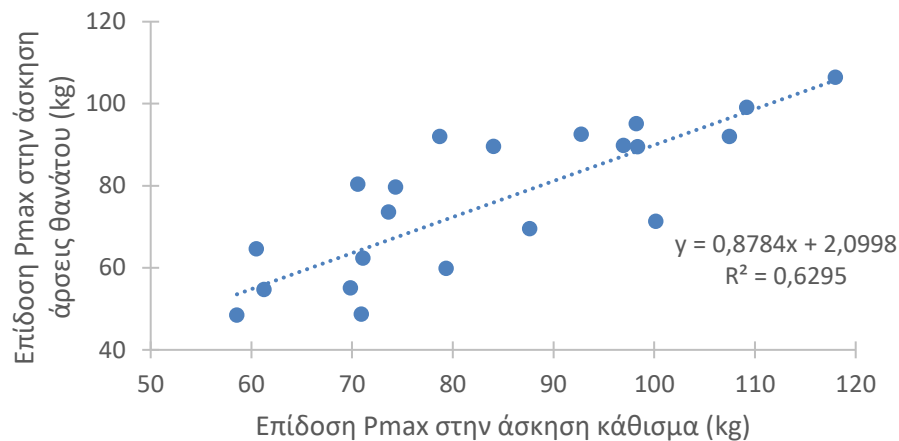
**Σχήμα 3.** Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης Pmax στην άσκηση άρσεις θανάτου με την επίδοση 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα.



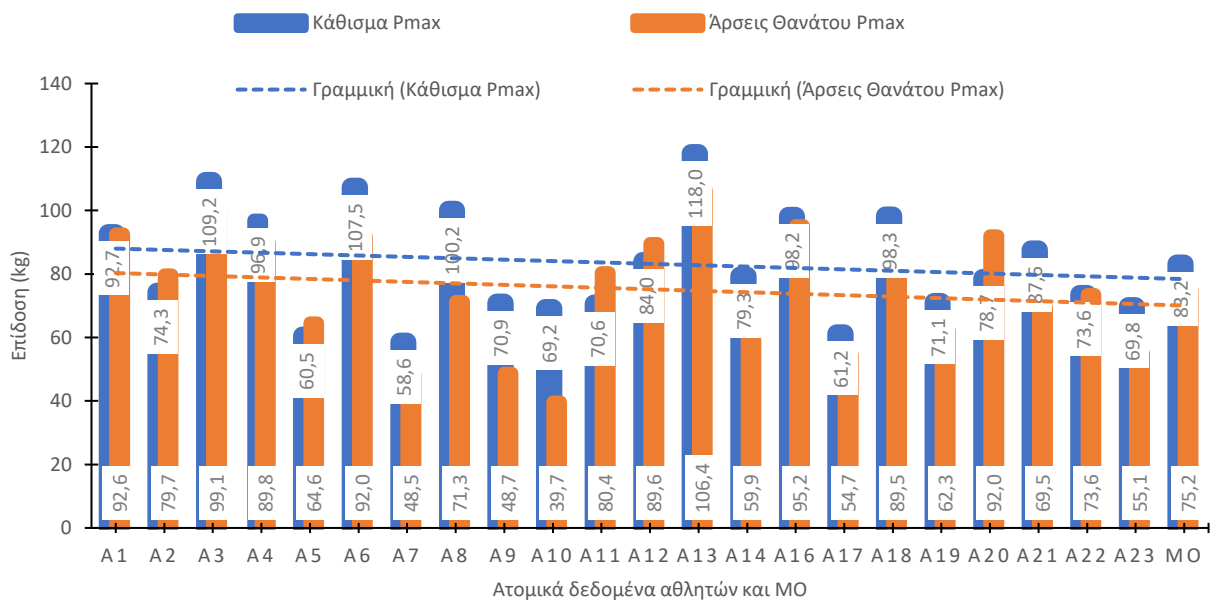
**Σχήμα 4.** Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης της 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του Pmax στην άσκηση άρσεις θανάτου.

### 3.3. Συσχέτιση της επίδοσης του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση άρσεις θανάτου.

Από την ανάλυση συσχετίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά υψηλή γραμμική συσχέτιση ( $r = 0,80$ ;  $p < 0,05$ ). Από την ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε πως η πωσ η επίδοση  $P_{max}$  στην άσκηση κάθισμα εξηγούσε το 62,9% της συνολική διακύμανσης. Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στο Σχήμα 5 και τα ατομικά δεδομένα στο Σχήμα 6.



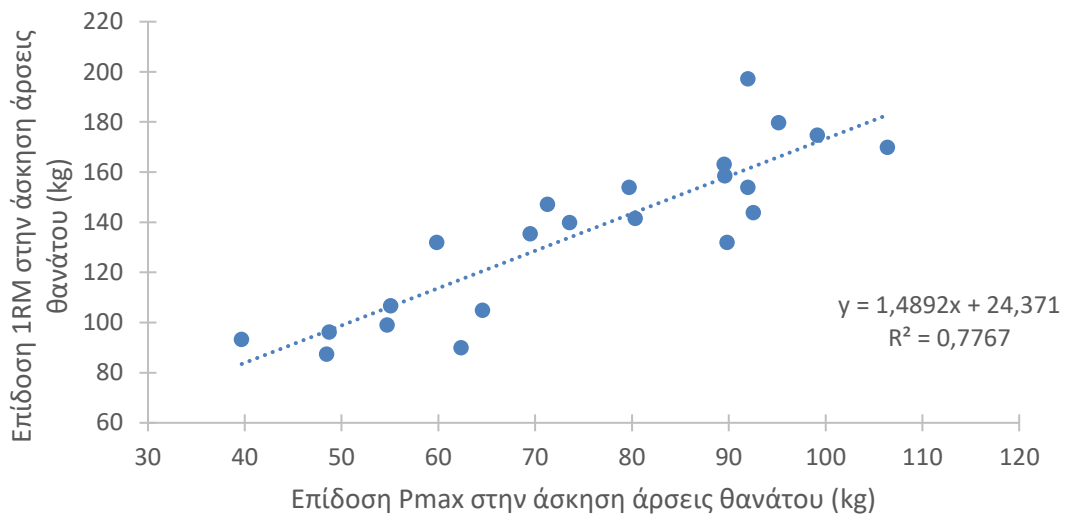
**Σχήμα 5.** Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης  $P_{max}$  στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση  $P_{max}$  στην άσκηση άρσεις θανάτου.



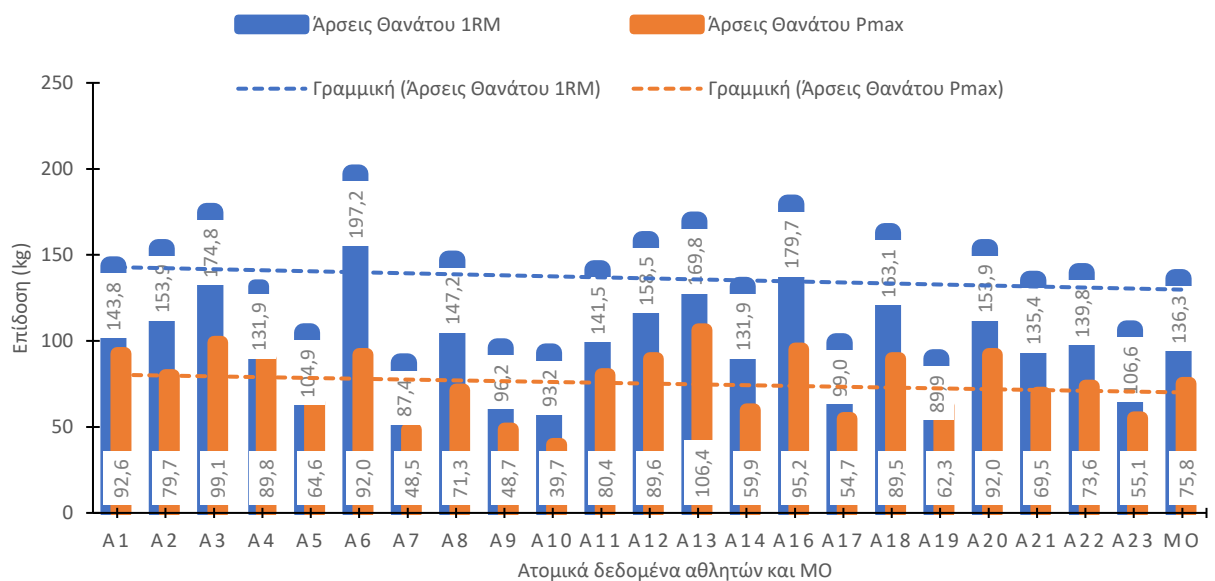
**Σχήμα 6.** Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης του  $P_{max}$  στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του  $P_{max}$  στην άσκηση άρσεις θανάτου.

### 3.4. Συσχέτιση της επίδοσης μίας μέγιστης επανάληψης άσκηση άρσεις θανάτου με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην ίδια άσκηση.

Από την ανάλυση συσχετίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά πολύ υψηλή γραμμική συσχέτιση ( $r = 0,88$ ;  $p < 0,05$ ). Από την ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε πως η επίδοση 1ΜΕ στην άσκηση άρσεις θανάτου εξηγούσε το 77,6% της συνολική διακύμανσης. Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στο Σχήμα 7 και τα ατομικά δεδομένα στο Σχήμα 8.



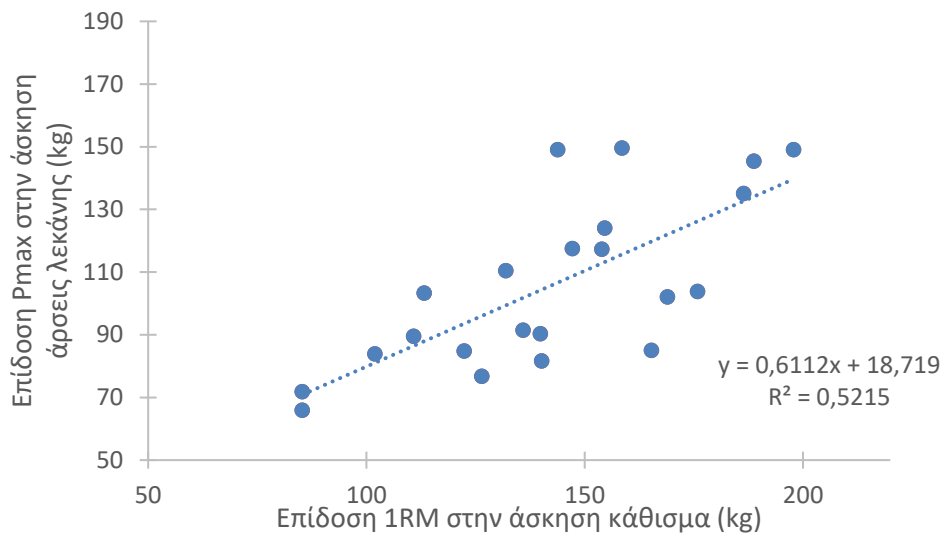
**Σχήμα 7.** Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης Pmax στην άσκηση άρσεις θανάτου με την επίδοση 1ΜΕ στην ίδια άσκηση.



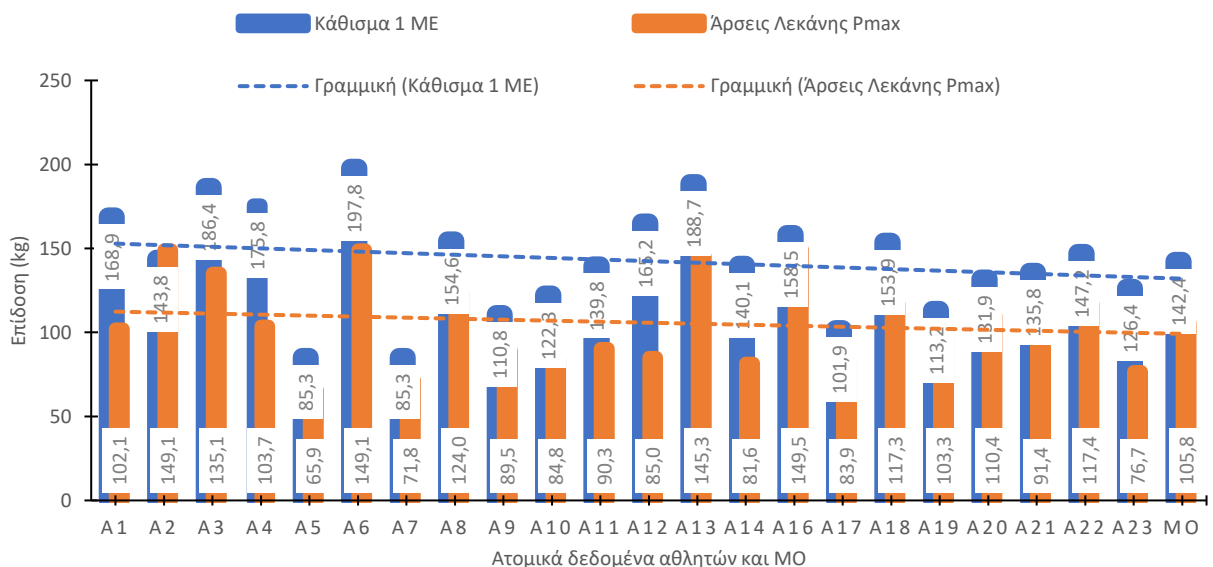
**Σχήμα 8.** Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης του Pmax στην άσκηση άρσεις θανάτου με την επίδοση της 1ΜΕ στην ίδια άσκηση.

### 3.5. Συσχέτιση της επίδοσης μίας μέγιστης επανάληψης άσκησης κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση.

Από την ανάλυση συσχετίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά υψηλή γραμμική συσχέτιση ( $r = 0,72$ ;  $p < 0,05$ ). Από την ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε πως η επίδοση στην 1ΜΕ άσκησης κάθισμα εξηγούσε το 52,1% της συνολικής διακύμανσης. Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στο Σχήμα 9 και τα ατομικά δεδομένα στο Σχήμα 10.



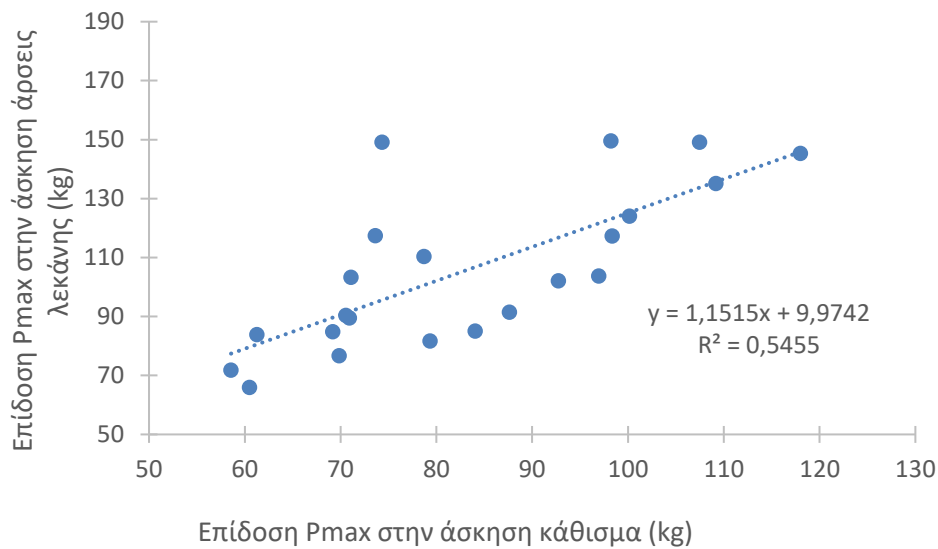
**Σχήμα 9.** Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης Pmax στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με την επίδοση 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα.



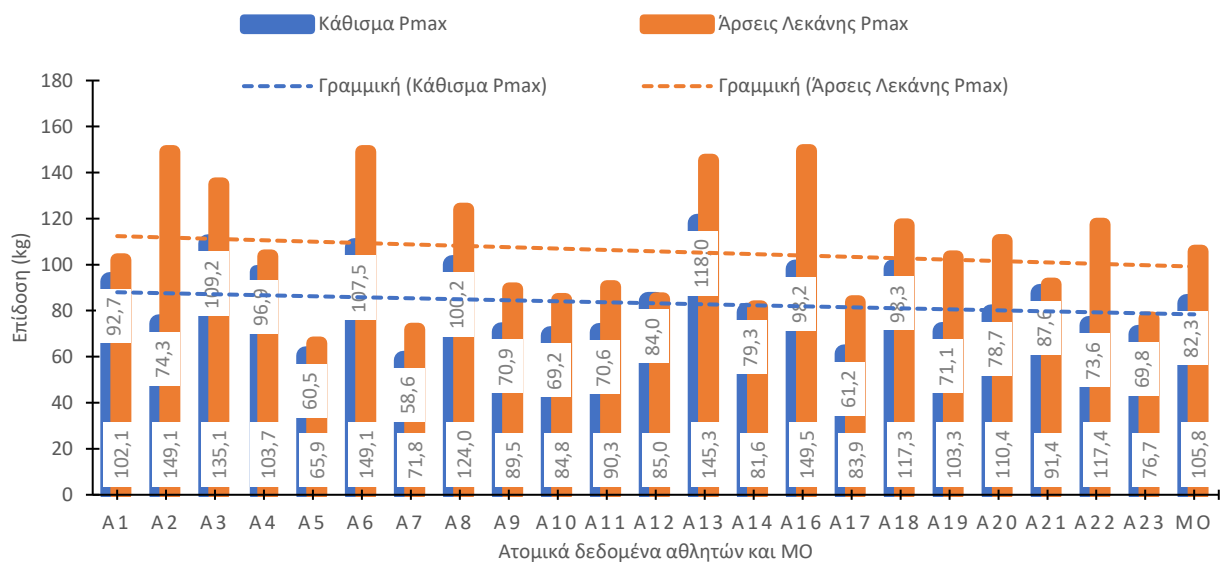
**Σχήμα 10.** Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης της 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του Pmax στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση.

### 3.6. Συσχέτιση της επίδοσης του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση.

Από την ανάλυση συσχετίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά υψηλή γραμμική συσχέτιση ( $r = 0,74$ ;  $p < 0,05$ ). Από την ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε πως η επίδοση στην Pmax άσκηση κάθισμα εξηγούσε το 54,5% της συνολική διακύμανσης. Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στο Σχήμα 11 και τα ατομικά δεδομένα στο Σχήμα 12.



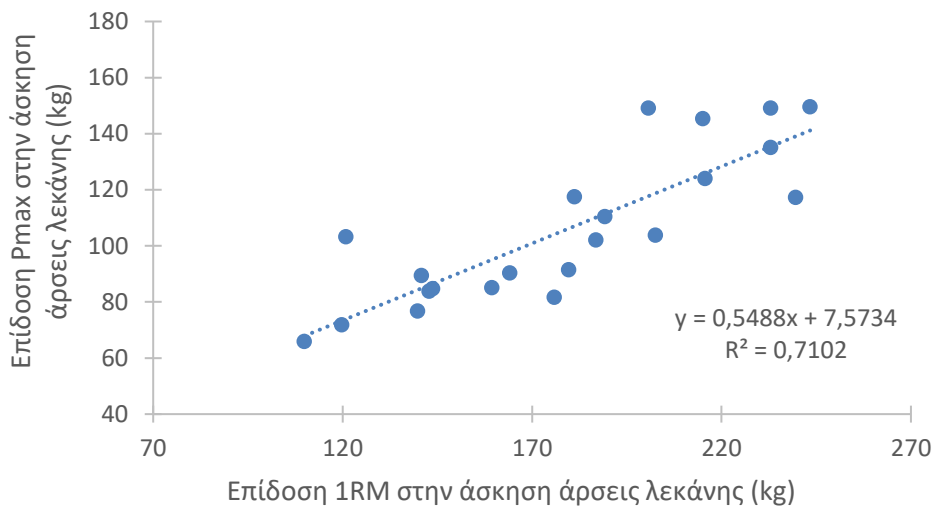
**Σχήμα 11.** Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης Pmax στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με την επίδοση Pmax στην άσκηση κάθισμα.



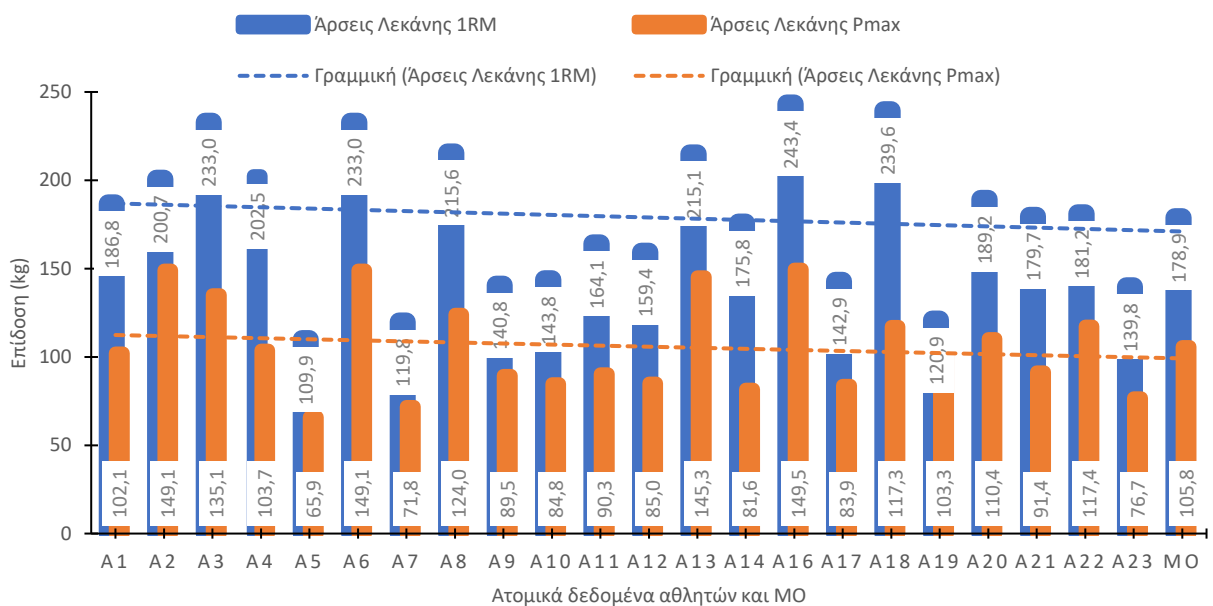
**Σχήμα 12.** Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης του Pmax στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του Pmax στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση.

### 3.7. Συσχέτιση της επίδοσης της μίας μέγιστης επανάληψης στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην ίδια άσκηση.

Από την ανάλυση συσχετίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά πολύ υψηλή γραμμική συσχέτιση ( $r = 0,84$ ;  $p < 0,05$ ). Από την ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε πως η επίδοση 1ΜΕ στην άσκηση άρσεις λεκάνη από ύπτια θέση εξηγούσε το 71% της συνολική διακύμανσης. Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στο Σχήμα 13 και τα ατομικά δεδομένα στο Σχήμα 14.



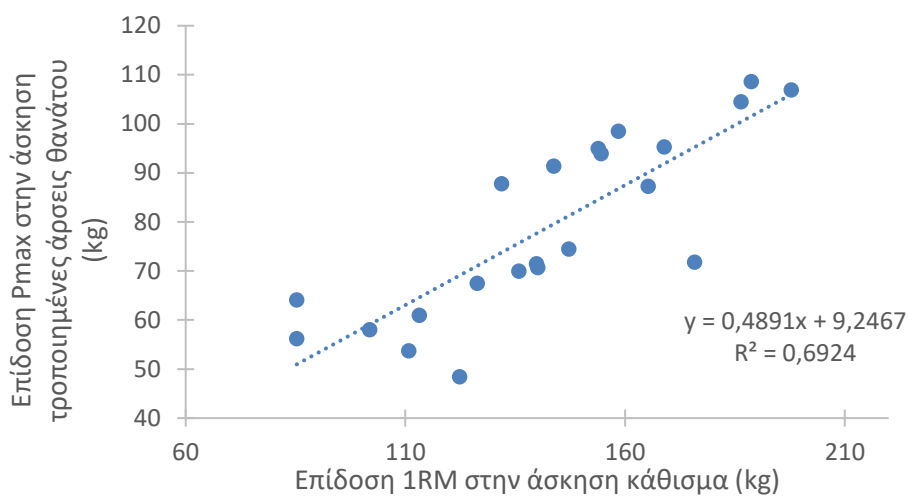
**Σχήμα 13.** Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης Pmax στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με την επίδοση 1ΜΕ στην ίδια άσκηση.



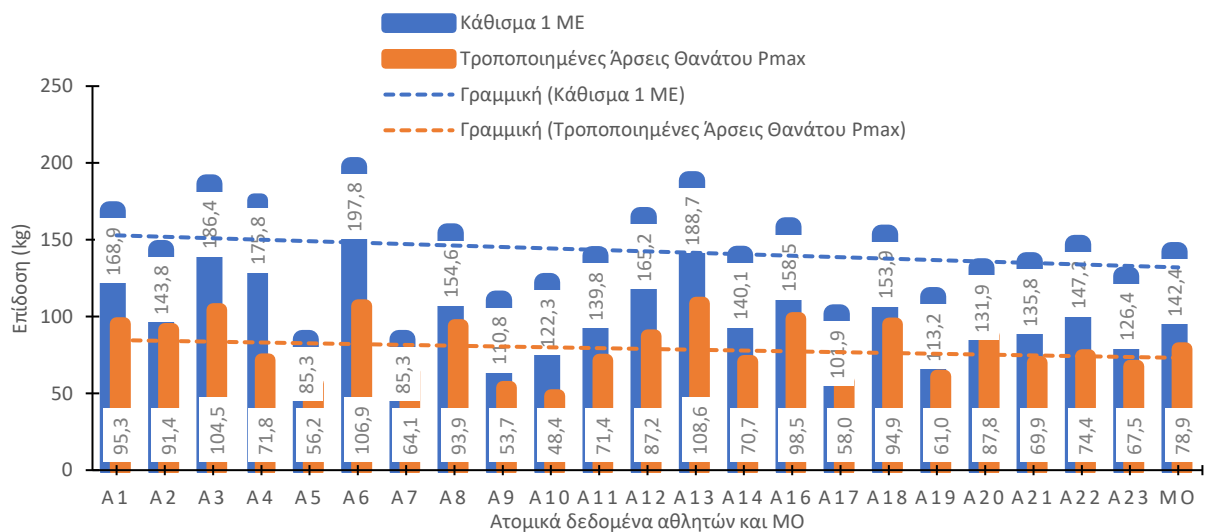
**Σχήμα 14.** Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης της 1ΜΕ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με την επίδοση του Pmax στην ίδια άσκηση.

### 3.8. Συσχέτιση της επίδοσης της μίας μέγιστης επανάληψης στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου.

Από την ανάλυση συσχετίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά υψηλή γραμμική συσχέτιση ( $r = 0,83$ ;  $p < 0,05$ ). Από την ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε η επίδοση 1ME στην άσκηση κάθισμα εξηγούσε το 69,2% της συνολική διακύμανσης. Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στο Σχήμα 15 και τα ατομικά δεδομένα στο Σχήμα 16.



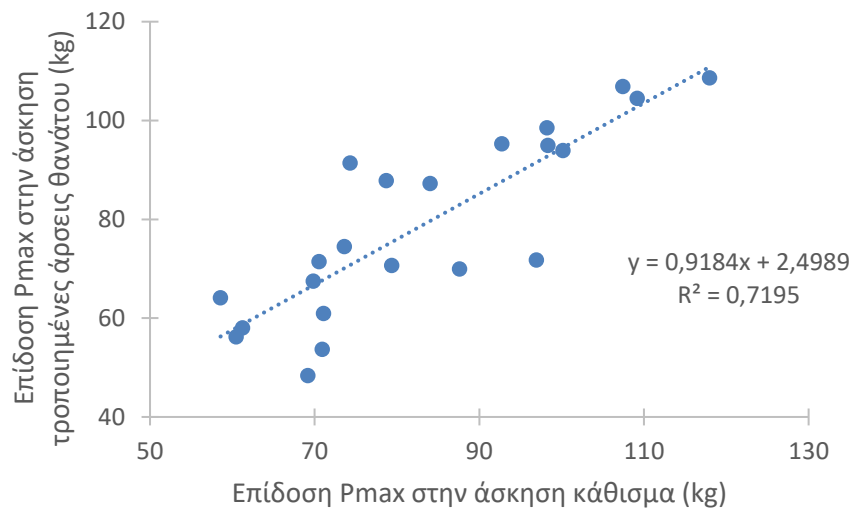
**Σχήμα 15.** Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης Pmax στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με την επίδοση 1ME στην άσκηση κάθισμα.



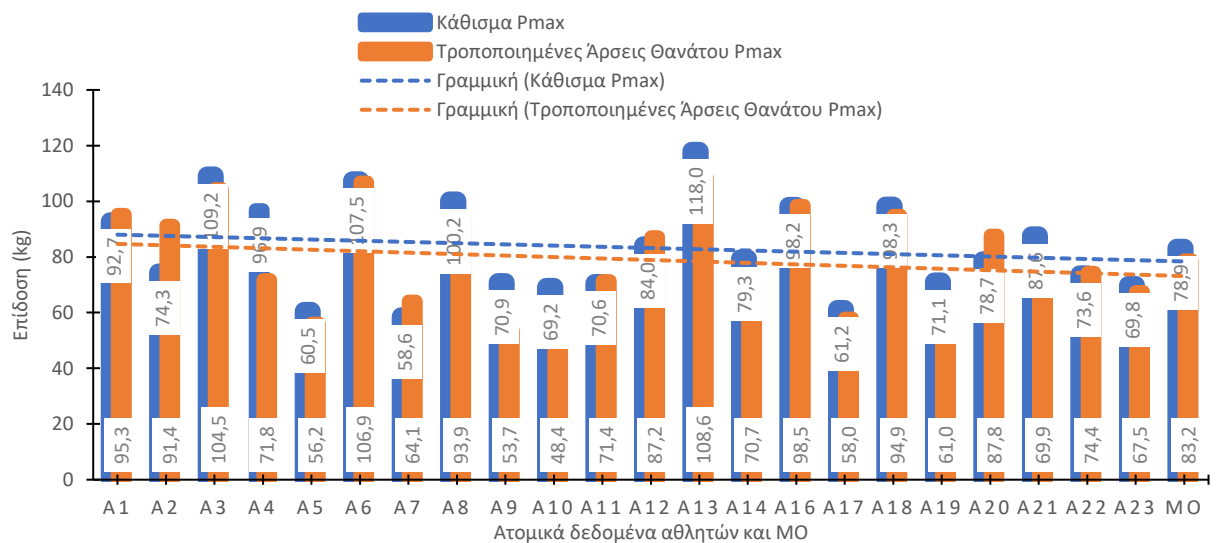
**Σχήμα 16.** Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης της 1ME στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του Pmax στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου.

### 3.9. Συσχέτιση της επίδοσης του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου.

Από την ανάλυση συσχετίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά πολύ υψηλή γραμμική συσχέτιση ( $r = 0,85$ ;  $p < 0,05$ ). Από την ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε πως η επίδοση Pmax στην άσκηση κάθισμα εξηγούσε το 71,9% της συνολική διακύμανσης. Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στο Σχήμα 17 και τα ατομικά δεδομένα στο Σχήμα 18.



**Σχήμα 17.** Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης Pmax στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με την επίδοση Pmax στην άσκηση κάθισμα.

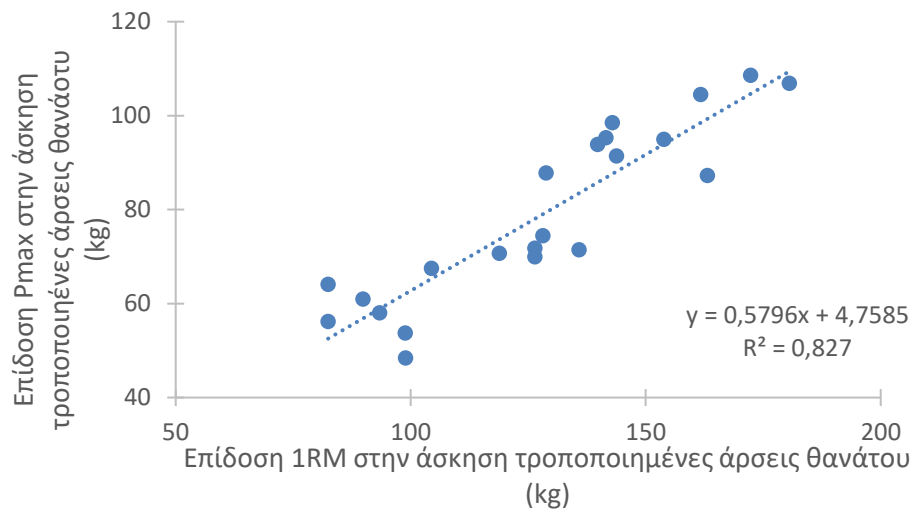


**Σχήμα 18.** Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης του Pmax στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του Pmax στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου.

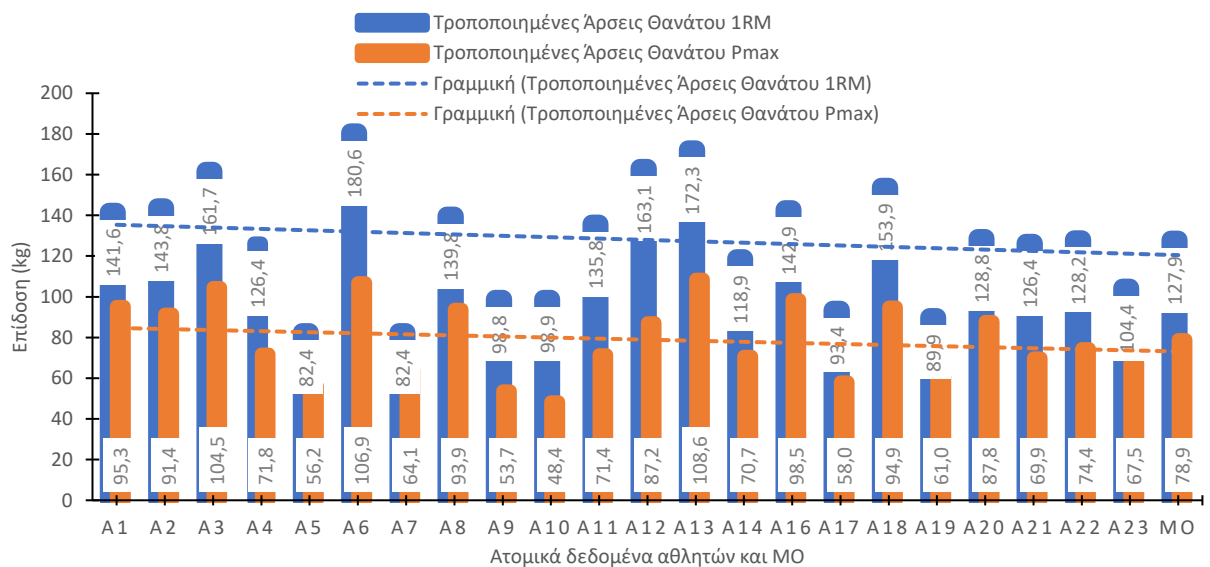


### 3.10. Συσχέτιση της επίδοσης μίας μέγιστης επανάληψης στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην ίδια άσκηση.

Από την ανάλυση συσχετίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά πολύ υψηλή γραμμική συσχέτιση ( $r = 0,91$ ;  $p < 0,05$ ). Από την ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε πως η επίδοση 1ME στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου εξηγούσε το 82,7% της συνολική διακύμανσης. Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στο Σχήμα 19 και τα ατομικά δεδομένα στο Σχήμα 20.



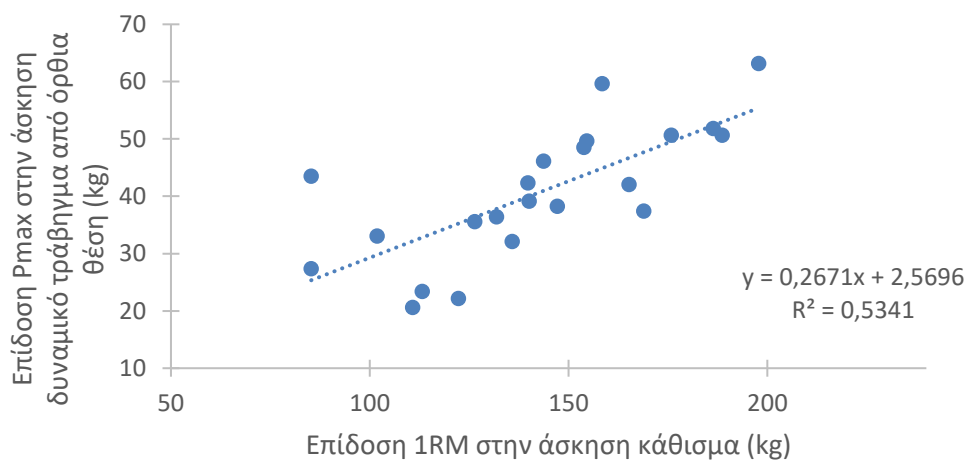
**Σχήμα 19.** Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης Pmax στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με την επίδοση 1ME στην ίδια άσκηση.



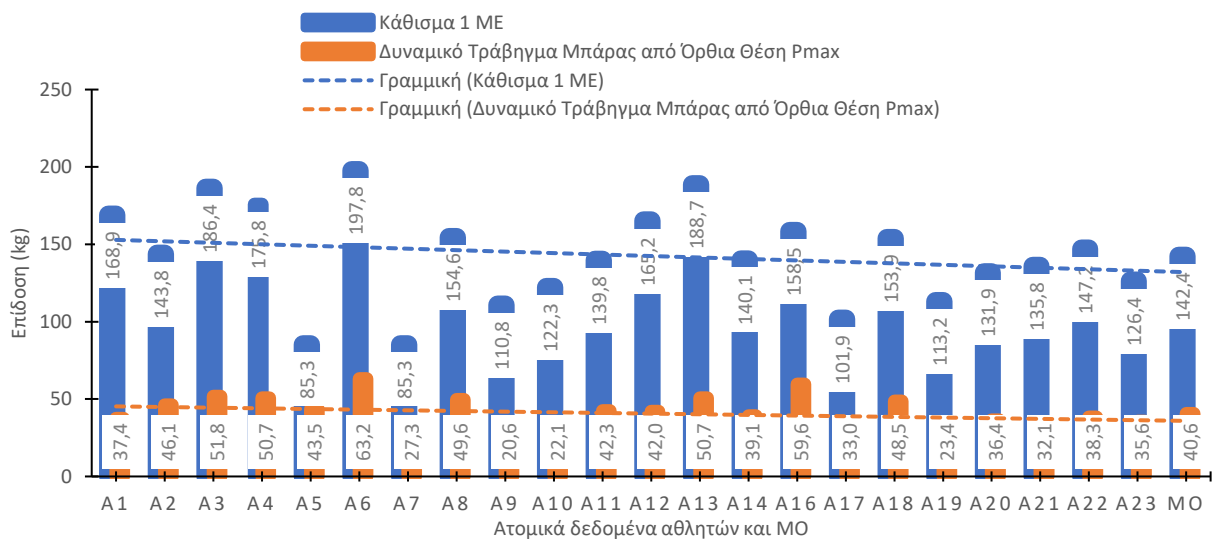
**Σχήμα 20.** Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης της 1ME στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με την επίδοση του Pmax στην ίδια άσκηση.

### 3.11. Συσχέτιση της επίδοσης της μίας μέγιστης επανάληψης στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση.

Από την ανάλυση συσχετίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά υψηλή γραμμική συσχέτιση ( $r = 0,73$ ;  $p < 0,05$ ). Από την ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε πως η επίδοση 1ME στην άσκηση κάθισμα εξηγούσε το 53,4% της συνολική διακύμανσης. Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στο Σχήμα 21 και τα ατομικά δεδομένα στο Σχήμα 22.



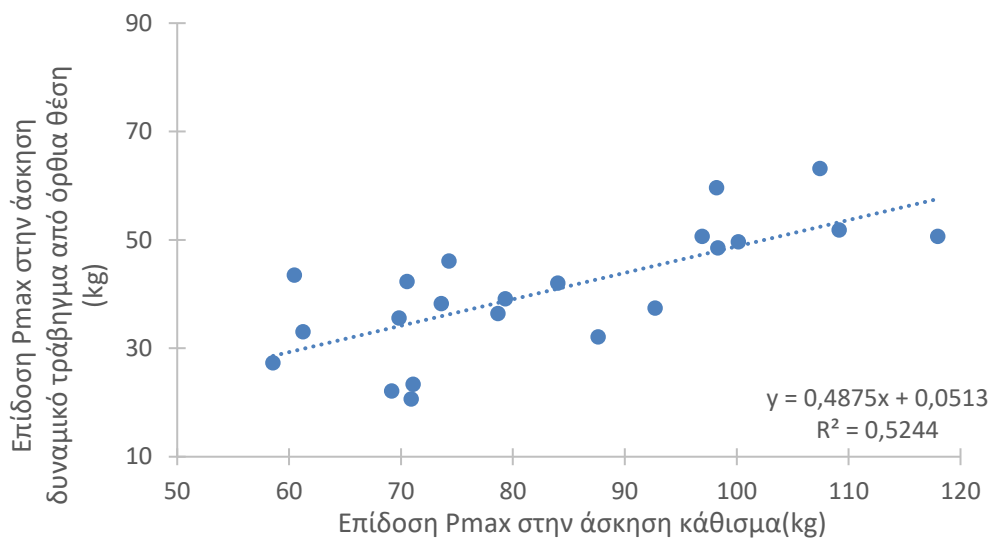
**Σχήμα 21.** Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης Pmax στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση με την επίδοση 1 ME στην άσκηση κάθισμα.



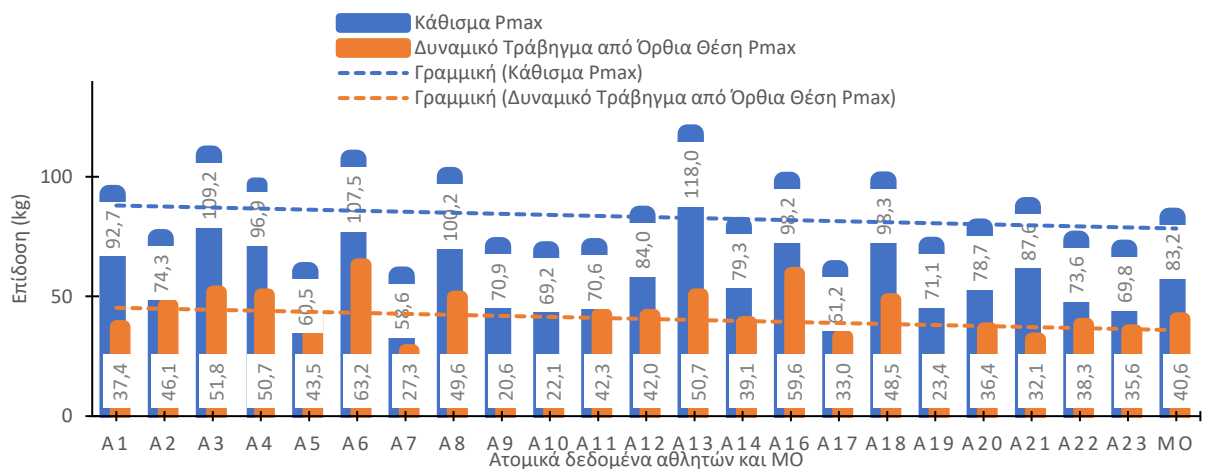
**Σχήμα 22.** Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης της 1ME στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του Pmax στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση.

### 3.12. Συσχέτιση της επίδοσης του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση.

Από την ανάλυση συσχετίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά υψηλή γραμμική συσχέτιση ( $r = 0,72$ ;  $p < 0,05$ ). Από την ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε πως η επίδοση Pmax στην άσκηση κάθισμα εξηγούσε το 52,4% της συνολική διακύμανσης. Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στο Σχήμα 23 και τα ατομικά δεδομένα στο Σχήμα 24.



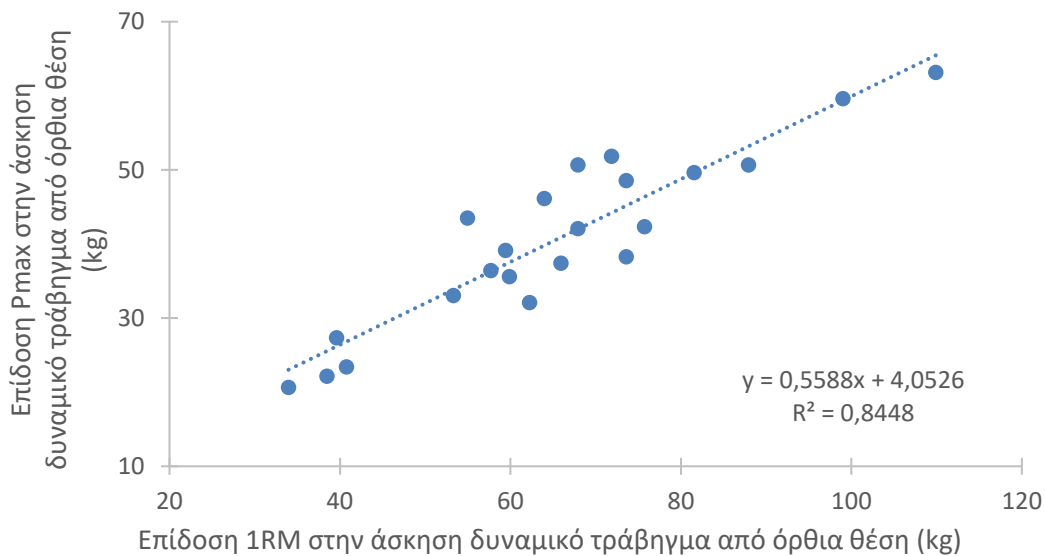
**Σχήμα 23.** Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης Pmax στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση με την επίδοση Pmax στην άσκηση κάθισμα.



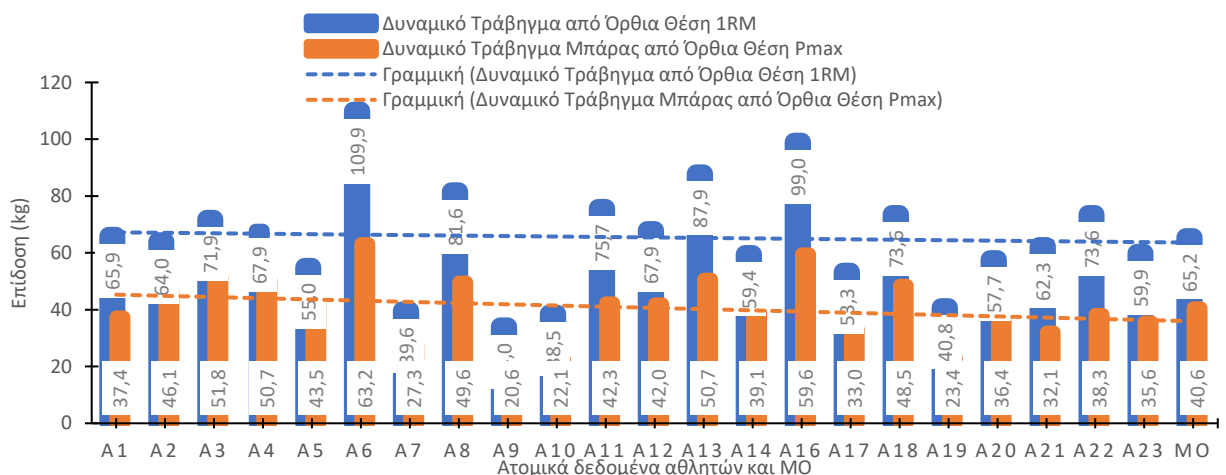
**Σχήμα 24.** Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης του Pmax στην άσκηση κάθισμα με την επίδοση του Pmax στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση

### 3.13. Συσχέτιση της επίδοσης του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση με την επίδοση του βέλτιστου φορτίου στην ίδια άσκηση.

Από την ανάλυση συσχετίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά πολύ υψηλή γραμμική συσχέτιση ( $r = 0,92$ ;  $p < 0,05$ ). Από την ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε πως η επίδοση 1ME στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση εξηγούσε το 84,4% της συνολική διακύμανσης. Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στο Σχήμα 25 και τα ατομικά δεδομένα στο Σχήμα 26.



**Σχήμα 25.** Γραμμική συσχέτιση της επίδοσης Pmax στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση με την επίδοση 1ME στην ίδια άσκηση.



**Σχήμα 26.** Ατομικά δεδομένα αθλητών & μέσοι όροι της επίδοσης της 1ME στην άσκηση δυναμικό τράβηγμα μπάρας από όρθια θέση με την επίδοση του Pmax στην ίδια άσκηση.

#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η προπόνηση μυϊκής ισχύος κερδίζει ολοένα και περισσότερο σε δημοφιλία σε προγράμματα δύναμης εξαιτίας των πολλών πλεονεκτημάτων που προσφέρουν στην απόδοση των αθλητών καθώς και στην εξατομίκευση της ποσότητας προπόνησης σε καθημερινή βάση. Για το σχεδιασμό της προπόνησής δύναμης οι προπονητές χρησιμοποιούν τη μία μέγιστη επανάληψη (Ebben et al., 2004, 2008; Ebben & Blackard, 2001; Simenz et al., 2005). Τα φορτία της προπόνηση βασίζονται συχνά σε δεδομένα από μετρήσεις, παρόλα αυτά είναι αρκετά χρονοβόρο για τους ασκούμενους να εξετάζονται σε πολλές ασκήσεις (Ebben et al., 2004; Ebben & Blackard, 2001; Ebben, 2002; Simenz et al., 2005). Επομένως, η ανάλυση παλινδρόμησης και οι εξισώσεις πρόβλεψης προσφέρουν μια έμμεση μέθοδο προσδιορισμού φορτίων χωρίς να χρειάζεται η εφαρμογή πρωτοκόλλων μέγιστης επανάληψης σε πολλαπλές ασκήσεις και βοηθούν ιδιαίτερα στην εξοικονόμηση χρόνου. Σκοπός της έρευνας ήταν να εξετάσει την ταχυδύναμη αθλητών και ασκούμενων σε δομικές ασκήσεις των κάτω άκρων ώστε να βοηθήσει τους προπονητές και γυμναστές να προσδιορίσουν την ένταση με έμμεσο τρόπο σε προπονητικές μονάδες με στόχο τη μυϊκή ισχύ. Σε προηγούμενες μελέτες, όσον αφορά την δημιουργία εξισώσεων και τη μεταφορά δεδομένων από τη μία άσκηση σε μία άλλη, ο Ebben και συνεργάτες (2008) εξέτασαν το κάθισμα, τις άρσεις θανάτου, τις προβολές, τις εκτάσεις τετρακέφαλων από καθιστή θέση και τις άρσεις σε κουτί με το ένα πόδι. Το δείγμα αποτελέσαν 21 αθλητές & ασκούμενοι καθώς και τα ποσοστά συσχετίσεων κυμάνθηκαν από 0,62 έως 0,81. Σε μια παρόμοια μελέτη του Wong και συνεργατών (2010) εξέτασαν το κάθισμα, τις άρσεις θανάτου, τις προβολές, τις πιέσεις ποδιών σε μηχανήμα καθώς και το ανέβασμα σε κουτί με το ένα πόδι. Το δείγμα αποτελέσαν 14 αθλητές του taekwondo και τα ποσοστά συσχετίσεων κυμάνθηκαν από 0,57 έως 0,85. Μέχρι τώρα στη βιβλιογραφία δεν υπάρχουν δεδομένα που να αφορούν στη δημιουργία εξισώσεων για τον προσδιορισμό του βέλτιστου φορτίου για το σχεδιασμό της προπόνησης. Η παρούσα μελέτη εξέτασε ασκήσεις για τα κάτω άκρα, με δείγμα 22 αθλητές όπου η μυϊκή ισχύς καταλαμβάνει πολύ σημαντικό ρόλο στο άθλημα τους όπως είναι ο στίβος και το ποδόσφαιρο. Πιο συγκεκριμένα, παίρνοντας δεδομένα από τη μέγιστη δύναμη στο κάθισμα και στο βέλτιστο φορτίο στις άρσεις θανάτου ο δείκτης  $R^2$  ήταν 0,66 με υψηλή συσχέτιση, 0,52 για το βέλτιστο φορτίο στις άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με υψηλή, 0,69 για το βέλτιστο

φορτίο στις τροποποιημένες άρσεις θανάτου με υψηλή συσχέτιση, 0,53 για το βέλτιστο φορτίο στις δυναμικές άρσεις μπάρας από όρθια θέση με υψηλή συσχέτιση. Όσον αφορά το βέλτιστο φορτίο στο κάθισμα και το βέλτιστο φορτίο στις άρσεις θανάτου ο δείκτης  $R^2$  είναι 0,62 με υψηλή συσχέτιση, για το βέλτιστο φορτίο στις άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση είναι 0,54 με υψηλή συσχέτιση, για το βέλτιστο φορτίο στις τροποποιημένες άρσεις θανάτου είναι 0,71 με πολύ υψηλή και 0,52 στις δυναμικές άρσεις μπάρας από όρθια θέση με υψηλή συσχέτιση. Τα ποσοστά συσχέτισεων κυμάνθηκαν στα ίδια ποσοστά με παρόμοιες μελέτες που ερεύνησαν ασκήσεις για τα κάτω άκρα με παρόμοιο δείγμα (Ebben et al., 2008; Wong et al., 2010), με βασική διαφορά ότι αυτοί οι ερευνητές μελέτησαν μόνο τη μέγιστη δύναμη. Αυτά τα αποτελέσματα μπορούμε να πούμε ότι προέκυψαν λόγω ότι οι ασκήσεις είχαν παρόμοια κινητικά χαρακτηριστικά και αφορούσαν τις ίδιες μυϊκές ομάδες. Οι υψηλές τιμές  $R^2$  υποδηλώνουν ότι το κάθισμα είναι ένας καλός προγνωστικός δείκτης των φορτίων για δομικές ασκήσεις κάτω άκρων. Το δείγμα επίσης ήταν αρκετά ομοιογενές και ήταν το ίδιο και στις 5 ασκήσεις που εξετάστηκαν. Ήταν η πρώτη προσπάθεια που πραγματοποιήθηκε αναφορικά με τη δημιουργία εξισώσεων πρόβλεψης για το βέλτιστο φορτίο στη προπόνηση μυϊκής ισχύς με βάρη. Στο μέλλον οι ερευνητικές υποθέσεις θα μπορούσαν να αφορούν και βοηθητικές ασκήσεις όχι μόνο για τα κάτω άκρα αλλά και για το άνω μέρος του σώματος με μεγαλύτερο δείγμα.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα συμπεραίνεται ότι οι προπονητές φυσικής κατάστασης μπορούν να χρησιμοποιούν με ασφάλεια αυτές τις εξισώσεις για το σχεδιασμό προγραμμάτων με στόχο τη μυϊκή ισχύ αθλητών. Αυτά τα αποτελέσματα θα συνεισφέρουν στην εξοικονόμηση του χρόνου των αθλητών στις διαδικασίες εύρεσης της 1 ΜΕ και στη συνέχεια του υπολογισμού του βέλτιστου φορτίου για την προπόνηση μυϊκής ισχύος. Οι εξισώσεις πρόβλεψης αποτελούν μια πιο πρακτική, λιγότερο χρονοβόρο καθώς και αποτελεσματική μέθοδο που μπορούν να χρησιμοποιούν οι προπονητές.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Baker, D. (2001). A Series of Studies on the Training of High-Intensity Muscle Power in Rugby League Football Players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 15, 198–209. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2001\)015<0198:ASOSOT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2001)015<0198:ASOSOT>2.0.CO;2)
2. Berger, R. (2013). Effects of Dynamic and Static Training on Vertical Jumping Ability. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 34, 419–424. <https://doi.org/10.1080/10671188.1963.10613253>
3. Bevan, H. R., Bunce, P. J., Owen, N. J., Bennett, M. A., Cook, C. J., Cunningham, D. J., Newton, R. U., & Kilduff, L. P. (2010). Optimal Loading for the Development of Peak Power Output in Professional Rugby Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1). [https://journals.lww.com/nsca-iscr/fulltext/2010/01000/optimal\\_loading\\_for\\_the\\_development\\_of\\_peak\\_power.7.aspx](https://journals.lww.com/nsca-iscr/fulltext/2010/01000/optimal_loading_for_the_development_of_peak_power.7.aspx)
4. Carlock, J., Smith, S., Hartman, M., Morris, R., Ciroslan, D., Pierce, K., Newton, R., Harman, E., Sands, W., & Stone, M. (2004). The Relationship Between Vertical Jump Power Estimates and Weightlifting Ability: A Field-Test Approach. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 18, 534–539. <https://doi.org/10.1519/R-13213.1>
5. Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011a). Developing Maximal Neuromuscular Power. *Sports Medicine*, 41(2), 125–146. <https://doi.org/10.2165/11538500-000000000-00000>
6. Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011b). Developing Maximal Neuromuscular Power. *Sports Medicine*, 41(2), 125–146. <https://doi.org/10.2165/11538500-000000000-00000>
7. Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011c). Developing Maximal Neuromuscular Power. *Sports Medicine*, 41(2), 125–146. <https://doi.org/10.2165/11538500-000000000-00000>
8. Cotterman, M., Darby, L., & Skelly, W. (2005). Comparison of Muscle Force Production Using the Smith Machine and Free Weights for Bench Press and Squat Exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 19, 169–176. <https://doi.org/10.1519/14433.1>
9. Cronin, J., McNair, P., & Marshall, R. (2003). The effects of bungy weight training on muscle function and functional performance. *Journal of Sports Sciences*, 21(1), 59–71. <https://doi.org/10.1080/0264041031000071001>
10. Ebben, W., & Blackard, D. (2001). Strength and Conditioning Practices of National Football League Strength and Conditioning Coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 15, 48–58. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2001\)015<0048:SACPON>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2001)015<0048:SACPON>2.0.CO;2)



11. Ebben, W., Carroll, R., & Simenz, C. (2004). Strength and Conditioning Practices of National Hockey League Strength and Conditioning Coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 889–897. <https://doi.org/10.1519/14133.1>
12. Ebben, W., Feldmann, C., Dayne, A., Mitsche, D., Chmielewski, L., Alexander, P., & Knetzger, K. (2008). Using Squat Testing to Predict Training Loads for the Deadlift, Lunge, Step-Up, and Leg Extension Exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1947–1949. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818747c9>
13. Ebben, W. P. (2002). Complex training: a brief review. *Journal of Sports Science & Medicine*, 1(2), 42–46.
14. Haff, G., & Nimphius, S. (2012). Training Principles for Power. *Strength & Conditioning Journal*, 34, 2–12. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31826db467>
15. Häkkinen, K. (1989). Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. A review. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 29 1, 9–26. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:38456544>
16. Hori, N., Newton, R., Andrews, W., Kawamori, N., McGuigan, M., & Nosaka, K. (2008). Does Performance of Hang Power Clean Differentiate Performance of Jumping, Sprinting, and Changing of Direction? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 412–418. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318166052b>
17. Hori, N., Newton, R., & Stone, M. (2005). Weightlifting Exercises Enhance Athletic Performance That Requires High-Load Speed Strength. *ECU Publications*, 27. <https://doi.org/10.1519/00126548-200508000-00008>
18. Jamnick, N. A., Pettitt, R. W., Granata, C., Pyne, D. B., & Bishop, D. J. (2020). An Examination and Critique of Current Methods to Determine Exercise Intensity. *Sports Medicine*, 50(10), 1729–1756. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01322-8>
19. Kraemer, W. J., & Newton, R. U. (2000). Training for Muscular Power. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 11(2), 341–368. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1047-9651\(18\)30133-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1047-9651(18)30133-5)
20. Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(4), 674–688. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000121945.36635.61>
21. Lyttle, A., Wilson, G., & Ostrowski, K. (1996). Enhancing Performance: Maximal Power Versus Combined Weights and Plyometrics Training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 10. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(1996\)010<0173:EPMPVC>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(1996)010<0173:EPMPVC>2.3.CO;2)
22. McBride, J., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. (2002). The Effect of Heavy- Vs. Light-Load Jump Squats on the Development of Strength, Power, and Speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16, 75–82. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2002\)016<0075:TEOHVL>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2002)016<0075:TEOHVL>2.0.CO;2)

23. Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing Explosive Muscular Power: Implications for a Mixed Methods Training Strategy. *Strength and Conditioning Journal*, 16, 20–31. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:72793172>
24. Nimphius, S., Mcguigan, M. R., & Newton, R. U. (2010). Relationship Between Strength, Power, Speed, and Change of Direction Performance of Female Softball Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4). [https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2010/04000/relationship\\_between\\_strength\\_power\\_speed\\_and.1.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2010/04000/relationship_between_strength_power_speed_and.1.aspx)
25. Ratamess, N., Alvar, B., Evetoch, T. K., Housh, T. J., Kibler, W. B., & Kraemer, W. (2009). Progression models in resistance training for healthy adults [ACSM position stand]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41, 687–708.
26. Sáez de Villarreal, E., Kellis, E., Kraemer, W., & Izquierdo, M. (2009). Determining Variables of Plyometric Training for Improving Vertical Jump Height Performance: A Meta-Analysis. *Journal of Strength and Conditioning*, 23, 495–506. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318196b7c6>
27. Sforzo, G. A., & Touey, P. R. (1996). Manipulating Exercise Order Affects Muscular Performance During a Resistance Exercise Training Session. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10, 20–24. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:144999775>
28. Simenz, C., Dugan, C., & Ebben, W. (2005). Strength and Conditioning Practices of National Basketball Association Strength and Conditioning Coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 19, 495–504. <https://doi.org/10.1519/15264.1>
29. Soriano, M., Jimenez-Reyes, P., Rhea, M., & Marín, P. (2015). The Optimal Load for Maximal Power Production During Lower-Body Resistance Exercises: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0341-8>
30. Stone, M., O'Bryant, H., McCoy, L., Coglianese, R., Lehmkuhl, M., & Schilling, B. (2003). Power and Maximum Strength Relationships During Performance of Dynamic and Static Weighted Jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 140–147. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0140:PAMSRD>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0140:PAMSRD>2.0.CO;2)
31. Tran, Q. T., Docherty, D., & Behm, D. (2006). The effects of varying time under tension and volume load on acute neuromuscular responses. *European Journal of Applied Physiology*, 98(4), 402–410. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0297-3>
32. Tricoli, V., Lamas, L., Carnevale, R., & Ugrinowitsch, C. (2005). Short-term effects on lower-body functional power development: Weightlifting versus vertical jump training programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 433–437. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:26059688>
33. Whisenant, M., Panton, L., East, W., & Broeder, C. (2003). Validation of Submaximal Prediction Equations for the 1 Repetition Maximum Bench Press Test on a Group of Collegiate Football Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 221–227. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0221:VOSPEF>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0221:VOSPEF>2.0.CO;2)

34. Wilson, G. J., Murphy, A. J., & Giorgi, A. (1996). Weight and plyometric training: effects on eccentric and concentric force production. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 21 4, 301–315. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:23093208>
35. Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., & Humphries, B. J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(11), 1279–1286. <http://europepmc.org/abstract/MED/8289617>
36. Wong, D. P., Tan, E., Chaouachi, A., Carling, C., Castagna, C., Bloomfield, J., & Behm, D. (2010). Using Squat Testing to Predict Training Loads for Lower-Body Exercises in Elite Karate Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 3075–3080. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d65071>