

**ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
«Φυσιολογία της Άσκησης & Προπονητική»**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία  
με τίτλο:

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΧΕΣΗΣ ΙΣΧΥΟΣ – ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΕ ΔΟΜΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ  
ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ**

ΤΟΥ

**Παππού Αντώνιου – Παναγιώτη (ΑΕΜ 13029)**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:**

- |   |   |
|---|---|
| Επιβλέπων Καθηγητής :                                 | Χατζηνικολάου Αθανάσιος,<br>Αναπληρωτής Καθηγητής,<br>Τ.Ε.Φ.Α.Α.- Σ.Ε.Φ.Α.Α.-Δ.Π.Θ. |
| 2 <sup>ο</sup> Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής: | Σμήλιος Ηλίας,<br>Αναπληρωτής Καθηγητής,<br>Τ.Ε.Φ.Α.Α.- Σ.Ε.Φ.Α.Α.-Δ.Π.Θ.           |
| 3 <sup>ο</sup> Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής: | Αυλωνίτη Αλεξάνδρα,<br>Αναπληρώτρια Καθηγήτρια,<br>Τ.Ε.Φ.Α.Α.- Σ.Ε.Φ.Α.Α.-Δ.Π.Θ.    |

**Κομοτηνή, 2023**

Στη νεοσύστατη ακαδημία της Δόξας Ν. Σιδηροχωρίου

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Χατζηνικολάου Αθανάσιο για την πολύτιμη καθοδήγησή του σε όλα τα στάδια της μεταπτυχιακής μου διατριβής. Επίσης τους διδακτορικούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές του εργαστηρίου προπονητικής για την άψογη συνεργασία κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω τους αθλητές που συμμετείχαν στην έρευνα ως δείγμα, καθώς επίσης και τους συλλόγους της Δόξας Ν. Σιδηροχωρίου και του Π.Α.Σ. Ρήσσοσ για την άψογη συνεργασία και τη διάθεση του δείγματος.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Παππούς Αντώνιος - Παναγιώτης:** Διερεύνηση της σχέσης ισχύος – φορτίου σε δομικές ασκήσεις των κάτω άκρων

(Με την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή Χατζηνικολάου Αθανάσιου)

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να προσδιορίσει το βέλτιστο φορτίο για την παραγωγή της μέγιστης ισχύος στις ασκήσεις κάθισμα, άρσεις θανάτου, άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση, τροποποιημένες άρσεις θανάτου και δυναμικές άρσεις μπάρας. 19 άνδρες και 8 γυναίκες αθλητές ποδοσφαίρου και στίβου, συμμετείχαν στην έρευνα. Στη πρώτη συνεδρία αξιολογήθηκαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των αθλητών. Στις επόμενες 3 πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση της 1 μέγιστης επανάληψης (ΜΕ) στις παραπάνω ασκήσεις. Έπειτα, στις επόμενες 3 συνεδρίες, οι αθλητές πραγματοποίησαν μετρήσεις ισχύος στο 20, 35, 50, 65 και 80 % της ατομικής τους 1 μέγιστης επανάληψης (ΜΕ) στις παραπάνω ασκήσεις, με τυχαία σειρά. Το βέλτιστο φορτίο στην άσκηση κάθισμα ήταν στο  $57,47 \pm 5,44\%$  της 1ΜΕ, στην άσκηση άρσεις θανάτου στο  $54,12 \pm 6,87\%$  της 1ΜΕ, στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση στο  $57,21 \pm 7,44\%$  της 1ΜΕ, στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου στο  $60,78 \pm 6,5\%$  της 1ΜΕ και στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας στο  $59,16 \pm 7,62\%$  της 1ΜΕ. Η σχετική μηχανική ισχύς ως προς το σωματικό βάρος και την άλιπη σωματική μάζα των αθλητών αξιολογήθηκε χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές. Προπονητές φυσικής κατάστασης μπορούν να χρησιμοποιούν τα αποτελέσματα της έρευνας για την αποτελεσματικότερη σχεδίαση προγραμμάτων μυϊκής ισχύος σε αθλητές ταχυδυναμικών αθλημάτων.

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

## **ABSTRACT**

**Pappous Antonios - Panagiotis:** Investigation of the relationship between power and load in structural exercises of the lower extremities

(Under the supervision of Associate Professor Chatzinikolaou Athanasios)

The purpose of the present research was to determine the optimal load which produces maximum power in exercises squat, deadlift, hip thrust, Romanian deadlift and high pull. 19 male and 8 female football and track and field athletes participated in the survey. In the first session, the anthropometric characteristics of the athletes were assessed. In the next 3 sessions, the evaluation of the 1 repetition maximum (RM) in the previous exercises was carried out. Then, in the next 3 sessions, the athletes performed power measurements at 20, 35, 50, 65 and 80% of their individual 1 repetition maximum (RM) in the previous exercises, in random order. The optimal load in the squat exercise was at  $57.47 \pm 5.44\%$  of the 1RM, in the exercise of deadlift at  $54.12 \pm 6.87\%$  of the 1RM, in the hip thrust exercise at  $57.21 \pm 7.44\%$  of the 1RM, in the exercise of Romanian deadlift at  $60.78 \pm 6.5\%$  of the 1RM and in the high pull exercise at  $59.16 \pm 7.62\%$  of the 1RM. The relative mechanical power in terms of body weight and lean body mass of the athletes was evaluated without any significant differences. Fitness coaches can use research results to design muscle power programs more efficiently in athletes in velocity - force based sports.

**Keywords:** muscle power, optimal load, strength training

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΑΦΙΕΡΩΣΗ.....	2
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ABSTRACT.....	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	11
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>13</b>
1.1. Σκοπός της έρευνας.....	19
1.2. Ερευνητικές υποθέσεις.....	19
1.3. Οριοθετήσεις και περιορισμοί.....	19
1.4. Ορισμοί και συντομογραφίες.....	20
<b>2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....</b>	<b>21</b>
2.1. Δείγμα.....	21
2.2. Πειραματικός σχεδιασμός.....	21
2.3. Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης.....	22
2.3.1. Αξιολόγηση σωματομετρικών χαρακτηριστικών.....	22
2.3.2. Αξιολόγηση της 1 μέγιστης επανάληψης.....	23
2.3.3. Αξιολόγηση μυϊκής ισχύος.....	24
2.4. Στατιστική ανάλυση.....	25
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>26</b>
3.1. Κάθισμα με μπάρα.....	26
3.2. Κάθισμα με μπάρα σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές.....	27
3.3. Κάθισμα με μπάρα σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές.....	28
3.4. Συσχέτιση της μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση κάθισμα με μπάρα.....	29
3.5. Συσχέτιση της σχετικής μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση κάθισμα με μπάρα.....	30

3.6. Άρσεις θανάτου με μπάρα.....	31
3.7. Άρσεις θανάτου με μπάρα σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές.....	32
3.8. Άρσεις θανάτου με μπάρα σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές	33
3.9. Συσχέτιση της μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση άρσεις θανάτου με μπάρα.....	34
3.10. Συσχέτιση της σχετικής μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση άρσεις θανάτου με μπάρα.....	35
3.11. Άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα.....	36
3.12. Άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές .....	37
3.13. Άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές .....	38
3.14. Συσχέτιση της μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα.....	39
3.15.Συσχέτιση της σχετικής μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα.....	40
3.16. Τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα .....	41
3.17. Τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές.....	42
3.18. Τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές.....	43
3.19. Συσχέτιση της μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα.....	44
3.20. Συσχέτιση της σχετικής μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα.....	45
3.21. Δυναμικές άρσεις μπάρας.....	46
3.22. Δυναμικές άρσεις μπάρας σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές .....	47
3.23. Δυναμικές άρσεις μπάρας σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές .....	48
3.24. Συσχέτιση της μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας.....	49

3.25. Συσχέτιση της σχετικής μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας.....	50
<b>4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....</b>	<b>51</b>
4.1. Κάθισμα με μπάρα.....	52
4.2. Άρσεις θανάτου με μπάρα.....	53
4.3. Άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα .....	54
4.4. Τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα .....	54
4.5. Δυναμικές άρσεις μπάρας.....	55
4.6. Σύγκριση ασκήσεων.....	55
<b>5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>57</b>
<b>6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>58</b>



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<b>Πίνακας 1.</b>	Φορτίο και ισχύς που αντιστοιχούσε στο 20,35,50,65,80% της 1 ΜΕ στην άσκηση κάθισμα.....	26
<b>Πίνακας 2.</b>	Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20,35,50,65,80% της 1 ΜΕ στην άσκηση κάθισμα.	27
<b>Πίνακας 3.</b>	Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20,35,50,65,80% της 1 ΜΕ στην άσκηση κάθισμα.....	28
<b>Πίνακας 4.</b>	Φορτίο και ισχύς που αντιστοιχούσε στο 20,35,50,65,80% της 1 ΜΕ στην άσκηση άρσεις θανάτου.....	31
<b>Πίνακας 5.</b>	Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20,35,50,65,80% της 1ΜΕ στην άσκηση άρσεις θανάτου.....	32
<b>Πίνακας 6.</b>	Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20,35,50,65,80% της 1 ΜΕ στην άσκηση άρσεις θανάτου.....	33
<b>Πίνακας 7.</b>	Φορτίο και ισχύς που αντιστοιχούσε στο 20,35,50,65,80% της 1 ΜΕ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση.....	36
<b>Πίνακας 8.</b>	Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20,35,50,65,80% της 1 ΜΕ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση.....	37
<b>Πίνακας 9.</b>	Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20,35,50,65,80% της 1 ΜΕ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση.....	38
<b>Πίνακας 10.</b>	Φορτίο και ισχύς που αντιστοιχούσε στο 20,35,50,65,80% της 1 ΜΕ στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου.....	41
<b>Πίνακας 11.</b>	Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20,35,50,65,80% της 1 ΜΕ στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου.....	42
<b>Πίνακας 12.</b>	Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20,35,50,65,80% της 1 ΜΕ στην	

	άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου.....	43
<b>Πίνακας 13.</b>	Φορτίο και ισχύς που αντιστοιχούσε στο 20,35,50,65,80% της 1 ΜΕ στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας.....	46
<b>Πίνακας 14.</b>	Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20,35,50,65,80% της 1 ΜΕ στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας.....	47
<b>Πίνακας 15.</b>	Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20,35,50,65,80% της 1 ΜΕ στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας.....	48

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<b>Σχήμα 1.</b>	Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση κάθισμα.....	26
<b>Σχήμα 2.</b>	Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση κάθισμα σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές .....	27
<b>Σχήμα 3.</b>	Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση κάθισμα σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές .....	28
<b>Σχήμα 4.</b>	Σχέση μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση κάθισμα με μπάρα.....	29
<b>Σχήμα 5.</b>	Σχέση σχετικής μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση κάθισμα με μπάρα.....	30
<b>Σχήμα 6.</b>	Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση άρσεις θανάτου.....	31
<b>Σχήμα 7.</b>	Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση άρσεις θανάτου σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές.....	32
<b>Σχήμα 8.</b>	Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση άρσεις θανάτου σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές.....	33
<b>Σχήμα 9.</b>	Σχέση μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση άρσεις θανάτου με μπάρα.....	34
<b>Σχήμα 10.</b>	Σχέση σχετικής μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση άρσεις θανάτου με μπάρα.....	35
<b>Σχήμα 11.</b>	Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση.....	36
<b>Σχήμα 12.</b>	Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές.....	37
<b>Σχήμα 13.</b>	Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές.....	38
<b>Σχήμα 14.</b>	Σχέση μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα.....	39
<b>Σχήμα 15.</b>	Σχέση σχετικής μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα.....	40
<b>Σχήμα 16.</b>	Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου.	41

<b>Σχήμα 17.</b>	Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές.....	42
<b>Σχήμα 18.</b>	Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές.....	43
<b>Σχήμα 19.</b>	Σχέση μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα.....	44
<b>Σχήμα 20.</b>	Σχέση σχετικής μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα.....	45
<b>Σχήμα 21.</b>	Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας .....	46
<b>Σχήμα 22.</b>	Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές.....	47
<b>Σχήμα 23.</b>	Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές.....	48
<b>Σχήμα 24.</b>	Σχέση μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας.....	49
<b>Σχήμα 25.</b>	Σχέση σχετικής μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας.....	50

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μηχανική ισχύς μπορεί να οριστεί ως ο ρυθμός παραγωγής έργου στη μονάδα του χρόνου ή η δύναμη πολλαπλασιαζόμενη από τη ταχύτητα της κίνησης (Haff & Nimphius, 2012; Kawamori & Haff, 2004). Όπως εφαρμόζεται στην πράξη, είναι η παραγόμενη από τους μύες εκρηκτικότητα κατά τη διάρκεια εκτέλεσης αθλητικών δραστηριοτήτων (Siegel et al., 2002). Από τη μαθηματική εξίσωση  $I = \Delta x T$ , διαπιστώνεται ότι η δύναμη και η ταχύτητα είναι τα δύο συστατικά που επηρεάζουν την ικανότητα του αθλητή να παράξει υψηλή μυϊκή ισχύ, εφαρμόζοντας υψηλές τιμές δύναμης γρήγορα, με ταυτόχρονη υψηλή ταχύτητα σύσπασης των μυών (Haff & Nimphius, 2012). Η δύναμη και η ταχύτητα έχουν μία αντίστροφη σχέση και δρουν ταυτόχρονα σε όλες τις μυϊκές ενέργειες. Καθώς αυξάνεται η ταχύτητα της κίνησης, αυξάνεται και η ταχύτητα σύσπασης των μυών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της δύναμης που μπορεί να παραχθεί κατά τη διάρκεια της κίνησης. Ομοίως, όσο η αντίσταση της κίνησης αυξάνεται, βελτιώνεται η ικανότητα παραγωγής δύναμης κατά τη διάρκεια της σύγκεντρης σύσπασης, με μια ταυτόχρονη μείωση της ταχύτητας βράχυνσης των μυών. Εξαιτίας αυτής της σχέσης δύναμης - ταχύτητας, η παραγόμενη ισχύς ποικίλει ανάλογα με το φορτίο που εφαρμόζεται στην κίνηση (Cormie et al., 2007b). Έτσι, η καμπύλη δύναμης ταχύτητας δηλώνει ότι κατά την σύγκεντρη σύσπαση των μυών κατά την εκτέλεση μυϊκών δραστηριοτήτων, καθώς η ταχύτητα της κίνησης αυξάνεται, μειώνεται ο χρόνος για παραγωγή δύναμης από τους μύες. Επομένως, η μέγιστη ισχύς επιτυγχάνεται σε ένα ενδιάμεσο επίπεδο της μέγιστης δύναμης και της μέγιστης ταχύτητας (Siegel et al., 2002).

Κατά τον προγραμματισμό της προπόνησης μυϊκής ισχύος, είναι σημαντικό να μεγιστοποιηθεί η συνολική μυϊκή δύναμη του αθλητή, διότι συσχετίζεται άμεσα με την ικανότητα υψηλής ανάπτυξης της δύναμης και της ισχύος (Baker, 2001). 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. Γίνεται έτσι κατανοητό ότι η ανάπτυξη της δύναμης είναι το βασικό εργαλείο για την ικανότητα ανάπτυξης υψηλής ισχύος, καθώς πιο δυνατοί αθλητές παράγουν μεγαλύτερη ισχύ. Επομένως απλά αυξάνοντας τη μυϊκή δύναμη των

αθλητών θα αυξηθεί η παραγόμενη ισχύς τους (Haff & Nimphius, 2012). Αυτή τη θεωρία, έρχεται να ενισχύσει η έρευνα του Cormie et al. (2010), η οποία καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η προπόνηση δύναμης είναι πιο αποτελεσματική μέθοδος προπόνησης για την αύξηση της μυϊκής ισχύος και της συνολικής αθλητικής απόδοσης, σε σχετικά απροπόνητα άτομα. Ωστόσο η υπερβολική υπερτροφία των μυών θα πρέπει να αποφεύγεται, γιατί μπορεί να είναι μειονέκτημα για την παραγωγή μυϊκής ισχύος, καθώς μπορεί να σχετίζεται με μείωση του εύρους κίνησης και διαφοροποιήσεις στη γωνία πτέρωσης των μυϊκών ινών (Kawamoto & Haff, 2004). 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. Επομένως, οι προπονημένοι αθλητές με επαρκή ανεπτυγμένη δύναμη, επωφελούνται από την προπόνηση με βαλλιστικές ασκήσεις ή ασκήσεις που εκτελούνται εκρηκτικά, οι οποίες αυξάνουν το ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης. Ωστόσο, δεν πρέπει ούτε αυτοί να παραμελούν την προπόνηση δύναμης γιατί θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής μυϊκής ισχύος. 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).

Ανάλογα με τον επιθυμητό στόχο, χρησιμοποιούνται διάφοροι μέθοδοι προπόνησης: μέθοδοι όπου οι αθλητές ασκούνται με το βάρος του σώματος ή με μικρό πρόσθετο βάρος (πλειομετρικές ασκήσεις, όπως άλματα), προπόνηση με αντιστάσεις, όπου οι αθλητές εκτελούν αθλητικές ενέργειες με προστιθέμενη αντίσταση (έλκηθρα, αλεξιπτώτα), προπόνηση με βάρη, όπου οι ασκούμενοι προπονούνται με αντιστάσεις σε ποσοστά της 1ME (Alcarazetal., 2011) και αντιθετική μέθοδο προπόνησης, όπου μετά από σετ με υψηλής έντασης αντιστάσεων εκτελούνται ασκήσεις με μικρό βάρος (Baker & Newton, 2005). Για τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος χρησιμοποιούνται κυρίως δομικές ασκήσεις καθώς ενεργοποιούνται περισσότερες μυϊκές ομάδες και παράγεται μεγαλύτερη μυϊκή ισχύς σε σχέση με τις μονοαρθρικές ασκήσεις. Επιπλέον, εκτός από τις παραδοσιακές πολυαρθρικές ασκήσεις (κάθισμα, πιέσεις στήθους, άρσεις θανάτου), χρησιμοποιούνται στα προγράμματα μυϊκής ισχύος, βαλλιστικές ασκήσεις (άλμα από κάθισμα, πιέσεις στήθους με απελευθέρωση μπάρας) και ολυμπιακές άρσεις με τις παραλλαγές τους (αρασέ, επολέ, δυναμικές άρσεις μπάρας). Από τις παραπάνω, οι

ολυμπιακές άρσεις θεωρούνται ως οι καλύτερες ασκήσεις για τη μεγιστοποίηση της αθλητικής απόδοσης, καθώς παράγουν τα υψηλότερα επίπεδα μυϊκής ισχύος και η ταχύτητα κίνησης αυτών των ασκήσεων, προσομοιάζει πολλές αθλητικές ενέργειες (Kawamori & Haff, 2004). Παρόλα αυτά, όλα τα παραπάνω είδη ασκήσεων χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη της μυϊκής ισχύος, καθώς βελτιώνουν διαφορετικά σημεία της ταχοδυναμικής καμπύλης (Soriano et al., 2015).

Παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν το ποσοστό έντασης που επιτυγχάνεται η μέγιστη ισχύς είναι η μηχανική της κίνησης, η ηλικία, το φύλο, ο τύπος μυϊκών ινών, η μυοτενόντια μορφολογία, η κόπωση, το επίπεδο δύναμης και η προπονητική εμπειρία των αθλητών (Castillo et al., 2012). Το φορτίο στο οποίο μεγιστοποιείται η μηχανική ισχύς ονομάζεται βέλτιστο φορτίο και έχει αναφερθεί ότι είναι το καλύτερο ερέθισμα για τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος (Freitas et al., 2019). Οι Loturco et al. (2016), πρότειναν τη προπόνηση στο βέλτιστο φορτίο σε σχέση με το κλασικό περιοδικό για την προπόνηση της μυϊκής ισχύος σε επαγγελματίες ποδοσφαιριστές, ως την καλύτερη μέθοδο προπόνησης, καθώς παρουσίασε καλύτερα αποτελέσματα στο άλμα από κάθισμα, 10m και 20m ταχύτητα και μεγαλύτερη βελτίωση της απόδοσης γενικότερα. Έχει αναφερθεί επίσης ότι η προπόνηση σε εντάσεις που αντιστοιχούν στο βέλτιστο φορτίο βελτιώνει την επίδοση στα άλματα σε νέους ποδοσφαιριστές (Bendic et al., 2021). Η προπόνηση σε εντάσεις κάτω και πάνω από το βέλτιστο φορτίο βελτιώνει το αρχικό και το τελικό μέρος αντίστοιχα, της καμπύλης δύναμης – ταχύτητας, με την προϋπόθεση να εκτελείται όσο πιο γρήγορα γίνεται η άσκηση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την εξειδίκευση της προπόνησης ισχύος, ανάλογα με τις απαιτήσεις που αντιμετωπίζουν οι αθλητές στα αθλήματά τους. Για παράδειγμα, αθλητές που πρέπει να παράξουν ισχύ κάτω από συνθήκες αντίστασης, όπως οι αθλητές Αμερικανικού ποδοσφαίρου, επωφελούνται από φορτία πάνω από το βέλτιστο φορτίο. Αντίστοιχα, αθλητές που παράγουν ισχύ χωρίς την αντίσταση κάποιου φορτίου, όπως οι αθλητές ταχυτήτων, επωφελούνται από φορτία κάτω του βέλτιστου φορτίου (Kawamori & Haff, 2004). Το βέλτιστο φορτίο διαφέρει ανάλογα τη φύση της άσκησης (Soriano et al., 2015) και το επίπεδο δύναμης των αθλητών (Kawamori & Haff, 2004).

Τα περισσότερα προπονητικά πρωτόκολλα μυϊκής ισχύος, περιλαμβάνουν 3-5 σετ με διάλειμμα 2-3 λεπτά ανάμεσα στα σετ (Natera et al., 2020). Όσον αφορά τις επαναλήψεις, υπάρχει απόκλιση στην βιβλιογραφία σχετικά με το πόσες επαναλήψεις

θα χρησιμοποιηθούν εντός των σετ. Όταν το φορτίο που θα χρησιμοποιηθεί για την προπόνηση μυϊκής ισχύος είναι υψηλό (~60-65% 1ME), οι επαναλήψεις φτάνουν έως τις 9 μέσα στο σετ. Εάν το φορτίο είναι μικρότερο, οι επαναλήψεις μπορεί να φτάσουν έως και 20 (Natera et al., 2020). Έρευνες έχουν δείξει ότι η ισχύς διατηρείται μέχρι την εκτέλεση 5 επαναλήψεων, ενώ μειώνεται όταν εκτελούνται 10 επαναλήψεις (Suchomei et al., 2018). Ωστόσο, ανεπίσημα στοιχεία από την προπόνηση πολλών αθλητών, δείχνουν ότι η ισχύς μειώνεται μετά τις 3 επαναλήψεις στην άσκηση πιέσεις στήθους με απελευθέρωση μπάρας, όταν χρησιμοποιείται φορτίο που μεγιστοποιεί την παραγωγή μυϊκής ισχύος. Επομένως για βαλλιστικές ασκήσεις ισχύος, συνίσταται μόνο 2-3 επαναλήψεις, για προπόνηση στη ζώνη παραγωγής μέγιστης ισχύος, 3-5 επαναλήψεις σε φορτία λίγο κάτω από το μέγιστο ισχύ και 8-10 επαναλήψεις σε αρκετά πιο χαμηλά φορτία (Baker & Newton, 2005). Γενικά στη βιβλιογραφία, οι περισσότερες έρευνες που περιλαμβάνουν προγράμματα μυϊκής ισχύος, χρησιμοποιούν 3-8 επαναλήψεις εντός των σετ (Haff & Nimphius, 2012; Lesinski et al., 2021; Loturco et al., 2016; McBride et al., 2009; Natera et al., 2020; Siegel et al., 2002). Για την αποφυγή της κόπωσης μέσα στο σετ χρησιμοποιούνται τα διαλείποντα σετ. Είναι μικρά διαλείμματα των 5-20 δευτερολέπτων ανάμεσα στις επαναλήψεις, τα οποία χρησιμοποιούνται για να αποφευχθεί η μείωση της παραγωγής μυϊκής ισχύος μέσα στο σετ (Baker&Newton, 2005). Ωστόσο περισσότερη έρευνα χρειάζεται για την αποτελεσματικότητα αυτής της μεθόδου.

Αρκετές μελέτες έχουν γίνει για την εύρεση του βέλτιστου φορτίου σε κάποιες από τις ασκήσεις που χρησιμοποιούνται σε προγράμματα μυϊκής ισχύος. Συγκεκριμένα σε παραδοσιακές πολυαρθρικές ασκήσεις του κάτω σώματος, έχουν διεξαχθεί αρκετές έρευνες. Στην άσκηση κάθισμα, έχει βρεθεί ότι το βέλτιστο φορτίο κυμαίνεται μεταξύ 50% – 70% της 1ME σε φοιτητές φυσικής αγωγής (Jandacka & Vaverka, 2008; Siegel et al., 2002) και σε άτομα που προπονούνται με βάρη (Gantois et al., 2022). Οι Alcaraz et al. (2011), βρήκαν ότι αθλητές ταχυτήτων μεγιστοποιούν την παραγωγή ισχύος σε φορτίο κοντά στο 60% της 1ME. Ομοίως, οι Cormie et al., (2007c), σε έρευνα που έκαναν για την εύρεση του βέλτιστου φορτίου στην άσκηση κάθισμα, διαπίστωσαν ότι το φορτίο κοντά στο 56% της 1ME των αθλητών ποδοσφαίρου, ταχυτήτων και άλμα εις μήκος, μεγιστοποιεί τη μηχανική ισχύ τους. Διαφορές ωστόσο στο φορτίο που παράγεται η μέγιστη ισχύς, εμφανίζονται ανάλογα με τη δραστηριότητα που ασχολείται ο αθλητής. Σε άτομα που ασχολούνται με τη προπόνηση με βάρη και σε αρχάριους ποδηλάτες, το



βέλτιστο φορτίο βρέθηκε στο 45% της 1ME στο κάθισμα, ενώ σε αθλητές της χειροσφαίρισης, δρομέων μεσαίων αποστάσεων και σε δείγμα ελέγχου το βέλτιστο φορτίο παρουσιάστηκε στο 60% της 1ME. Επιπλέον αθλητές με εμπειρία 2 χρόνια στην άσκηση του καθίσματος είχαν βέλτιστο φορτίο στο 50% της 1ME (McBride et al., 2011). Τα δεδομένα αυτά μπορεί να εξηγούνται εν μέρει από τις διαφορές των αθλητών στην εγκάρσια διατομή των μυών τους, στην κατανομή των μυϊκών ινών, στην προηγούμενη προπονητική εμπειρία των αθλητών καθώς και στη μηχανική των κινήσεων στα επιμέρους αθλήματα (Izquierdo et al., 2002). Όσον αφορά την άσκηση άρσεις θανάτου, η μηχανική ισχύς μεγιστοποιήθηκε σε φορτίο που αντιστοιχεί στο 50% της 1ME, σε δείγμα ενηλίκων με 2 τουλάχιστον χρόνια εμπειρία στη προπόνηση με βάρη (Blatnik et al., 2014) και σε έμπειρους αθλητές άρσης βαρών (Swinton et al., 2011), ενώ σε αθλητές ανεξαρτήτου φύλου στο 60% (Jones et al., 2016). Ομοίως σε γυμνασμένους άντρες, το 60% της 1ME βρέθηκε ως το βέλτιστο φορτίο για την παραγωγή μέγιστης ισχύος στην άσκηση άρσεις θανάτου (Gantois et al., 2022; Morán - Navarro et al., 2021). Σε μελέτη που διεξήχθη σε νέους ποδοσφαιριστές, ηλικίας 16-18, η παραγωγή ισχύος μεγιστοποιήθηκε στο εύρος 45-65% της 1ME (Bendic et al., 2021). Για την άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση, οι Montalvo - Pérez et al., (2021), ανέφεραν ότι το βέλτιστο φορτίο κυμαίνεται κοντά στο 57% της 1ME, σε καλά προπονημένες αθλήτριες ποδηλασίας.

Όσον αφορά το πάνω μέρος του σώματος έρευνες έχουν δείξει ότι το βέλτιστο φορτίο παρουσιάζεται στο 40 – 60% (Castillo et al., 2012) ή στο 50-70% (Jandacka & Vaverka, 2008) της 1ME στην άσκηση πιέσεις στήθους. Αντιθέτως, οι Izquierdo et al., (2002), διαπίστωσαν ότι η μέγιστη ισχύς παράγεται στο 30% σε αθλητές της χειροσφαίρισης και σε αθλητές άρσης βαρών. Τέλος, έρευνες αναφέρουν ότι οι πιο δυνατοί αθλητές φτάνουν τη μέγιστη ισχύ τους σε χαμηλότερα ποσοστά της 1ME σε σχέση με τους πιο αδύναμους αθλητές (Baker et al. 2001a; Miller et al., 2019).

Σε βαλλιστικές ασκήσεις του πάνω σώματος, όπως η άσκηση πιέσεις στήθους με απελευθέρωση μπάρας, έχει βρεθεί ότι το βέλτιστο φορτίο βρίσκεται κοντά στο 30% της 1ME, σε προπονημένους αθλητές Αμερικανικού ποδοσφαίρου (Argus et al., 2014; Bevan et al., 2010). Ωστόσο, οι Baker et al., (2001a), ανέφεραν ότι η μέγιστη ισχύς στην άσκηση πιέσεις στήθους με απελευθέρωση μπάρας εμφανίστηκε στο 55% της 1ME, σε επαγγελματίες παίκτες Αμερικανικού ποδοσφαίρου. Όσον αφορά το κάτω σώμα, το

βέλτιστο φορτίο βρέθηκε στο 55-59% της 1ΜΕ στο άλμα από κάθισμα, σε αθλητές Αμερικανικού ποδοσφαίρου, με εμπειρία στη προπόνηση δύναμης και ισχύος (Baker et al., 2001b). Επίσης σε αθλητές ταχυτήτων, οι Liang et al. (2022), διαπίστωσαν ότι το βέλτιστο φορτίο παράγεται στο 70% της 1ΜΕ στο άλμα από κάθισμα. Αυτή η έρευνα έρχεται σε αντίθεση με πολλές έρευνες, στις οποίες το βέλτιστο φορτίο στο άλμα από κάθισμα παρουσιάστηκε στο 0% της 1ΜΕ σε προπονημένους αθλητές (Bevan et al., 2010; Cormie et al., 2007a; Cormie et al., 2007b; Cormie et al., 2007c; Fàbrica et al., 2020).

Οι ολυμπιακές άρσεις και οι παραλλαγές τους, ως οι ασκήσεις με τη μεγαλύτερη παραγωγή ισχύος κατά την εκτέλεσή τους, έχουν βρεθεί στο επίκεντρο πολλών ερευνών ως προς την εξεύρεση του βέλτιστου φορτίου. Συγκεκριμένα, στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας έχει βρεθεί ότι η ισχύς μεγιστοποιείται στο 60% της 1ΜΕ, και στο εύρος 40-70% της 1ΜΕ να παραμένει εξίσου υψηλά, για αθλητές άρσης βαρών (Takei et al., 2021). Σε αθλητές με 2 χρόνια εμπειρία στην άσκηση στρίψιμο, το βέλτιστο φορτίο στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας βρέθηκε στο 45% της 1ΜΕ της άσκησης στρίψιμο (Suchomel et al., 2015; Suchomel et al., 2014). Οι Barnes et al., (2021), ανέφεραν ότι το βέλτιστο φορτίο παρουσιάστηκε στο 70% της 1ΜΕ, και πρότειναν το εύρος 60-80% για την βέλτιστη προπόνηση της ισχύος στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας. Σε έρευνα που έγινε από τον Lopes dos Santos, (2019), βρέθηκε ότι η ισχύς μεγιστοποιήθηκε στο 80% της 1ΜΕ της σωματικής μάζας ανδρών, με εμπειρία στη προπόνηση με βάρη. Στην άσκηση στρίψιμο έχει βρεθεί ότι η μέγιστη ισχύς παράγεται στο 70% της 1ΜΕ (Comfort et al., 2012; Kawamori et al., 2005; Winchester et al., 2005) ή στο 80% της 1ΜΕ (Cormie et al., 2007c; Haff et al., 1997; Kilduff et al., 2007). Επιπλέον έχει αναφερθεί ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο εύρος 60-80% ως προς την παραγωγή μυϊκής ισχύος (Comfort et al., 2012). Στις ασκήσεις αρασέ και επολέ το βέλτιστο φορτίο παρατηρήθηκε στο 90% της 1ΜΕ σε διεθνής αριβαρίστες και στο 70% στο αρασέ και 90% στο επολέ, σε εθνικού επιπέδου αριβαρίστες (Flores et al., 2017a). Σε έρευνα που έγινε επίσης με δείγμα κορυφαίους αριβαρίστες βρέθηκε ότι η ισχύς μεγιστοποιήθηκε στο 90% της 1ΜΕ, στην άσκηση επολέ (Ammar et al., 2018). Τέλος, στις ασκήσεις ζετέ και οπίσθιο ζετέ το βέλτιστο φορτίο βρέθηκε στο 90% της 1ΜΕ σε έμπειρους αριβαρίστες, και προτάθηκε το εύρος 80-90% για την προπόνηση της μυϊκής ισχύος για αυτές τις ασκήσεις (Flores et al., 2017b).

Παρόλα αυτά, σε κάποιες ασκήσεις είτε υπάρχει μεγάλη διακύμανση μεταξύ των

ευρημάτων, είτε δεν έχουν διεξαχθεί αρκετές μελέτες για να ισχυροποιηθούν τα έως σήμερα ευρήματα. Επιπρόσθετα, σε πολλές ασκήσεις με διαφορετικά χαρακτηριστικά, όπως είναι το εύρος και το πρότυπο κίνησης, οι οποίες χρησιμοποιούνται στα προγράμματα προπόνησης μυϊκής ισχύος, όπως οι τροποποιημένες άρσεις θανάτου, δεν έχει εξεταστεί η σχέση δύναμης ταχύτητας κάτι το οποίο θα βελτιστοποιήσει την προπονητική διαδικασία. Ερευνητικά τεκμηριωμένες απαντήσεις σε αυτά τα θέματα θα ενδυναμώσουν το θεωρητικό υπόβαθρο των προπονητών ώστε να σχεδιάζουν αποτελεσματικότερα προγράμματα μυϊκής ισχύος.

### **1.1.Σκοπός της έρευνας**

Σκοπός της έρευνας είναι να διερευνήσει τη σχέση ισχύος - φορτίου σε δομικές ασκήσεις των κάτω άκρων, ώστε να προσδιοριστεί το βέλτιστο φορτίο, στο οποίο παράγεται η μέγιστη ισχύς σε αθλητές αθλημάτων με κύριο χαρακτηριστικό τη μυϊκή ισχύ.

### **1.2.Ερευνητικές υποθέσεις**

Το βέλτιστο φορτίο θα εμφανίζεται περίπου στη ζώνη 50 έως 65 % της 1 μέγιστης επανάληψης σε κάθε άσκηση.

### **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 (στίβου και ποδοσφαίρου).
- Όλοι τους είχαν τουλάχιστον 2 χρόνια εμπειρία στην προπόνηση με βάρη.
- Ήξεραν να εκτελούν με καλή τεχνική και τις 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

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

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

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

Ισχύς: το έργο 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.

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

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

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

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

## 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 2.1. Δείγμα

Στη μελέτη συμμετείχαν 27 αθλητές (19 άνδρες και 8 γυναίκες), ηλικίας 18-32 χρονών. Τα κριτήρια ένταξης στη μελέτη ήταν: α) οι εξεταζόμενοι ήταν αθλητές αθλημάτων με κύριο χαρακτηριστικό τη μυϊκή ισχύ (ποδόσφαιρο, στίβος), β) είχαν τουλάχιστον δύο χρόνια ενασχόλησης με τη προπόνηση αντιστάσεων, γ) ήξεραν να εκτελούν τις ασκήσεις με πολύ καλή τεχνική, 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

Το κύριο πειραματικό μέρος της μελέτης έλαβε χώρα στις εγκαταστάσεις του Τ.Ε.Φ.Α.Α. Κομοτηνής. Πριν τη διεξαγωγή της μελέτης οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν προφορικά και γραπτά για το σκοπό της μελέτης, τις διαδικασίες των μετρήσεων, τα οφέλη και για τους πιθανούς κινδύνους από τη συμμετοχή τους. Στη συνέχεια δήλωσαν ενυπόγραφα τη συμμετοχή τους στη μελέτη. Πραγματοποιήθηκε δομημένη συνέντευξη που αφορούσε στην ανάλυση του προπονητικού πρωτοκόλλου που ακολουθούσαν τα προηγούμενα χρόνια. Στις πειραματικές διαδικασίες αξιολογήθηκαν παράμετροι σύστασης σώματος, όλου του σώματος, με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής εμπέδησης (BIA). Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για την εύρεση της 1 μέγιστης επανάληψης στις ασκήσεις κάθισμα, άρσεις θανάτου, τροποποιημένες άρσεις θανάτου, άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση και δυναμικές άρσεις μπάρας. Έπειτα μετά από τουλάχιστον μία εβδομάδα και σε 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.

## 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, 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 (BIA), αναλυτής MA801 (Charder Medical, Taiwan). Η βιοηλεκτρική εμπέδηση (BIA) 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 πριν 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 BIA περιελάμβανε 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 ερωτούνταν 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 εκτιμωμένης από αυτούς 1ΜΕ. Στα σετ αξιολόγησης στην μπάρα τοποθετούνταν φορτίο στο 80% της εκτιμωμένης 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 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 straps, μπάρες ολυμπιακού τύπου και δίσκοι βαρών με δυνατότητα αύξησης του βάρους έως και 1 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 θανάτου 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 της συσκευής linear encoder (chronojump, Barcelona, Spain) η οποία τοποθετούνταν πάνω στην μπάρα. Ο γραμμικός κωδικοποιητής (linear encoder) 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 γραμμικό κωδικοποιητή 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 15λεπτη 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 σετ των 6 επαναλήψεων σε υπομέγιστα φορτία της 1ME (20%, 35%, 50%, 65% και 80%) σε κάθε άσκηση, με 3 λεπτά παθητικό διάλειμμα ανάμεσα στα σετ. Στην μπάρα με την οποία εκτελέστηκαν οι ασκήσεις, προσαρμόστηκε κωδικοποιητής γραμμικής μετακίνησης (linear encoder) 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 27 αθλητές που μετρήθηκαν αποκλείστηκαν 3 στην άσκηση κάθισμα και στις τροποποιημένες άρσεις θανάτου, 4 στην άσκηση άρσεις θανάτου και στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση, και 7 στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας καθώς δεν πληρούσαν τα κριτήρια τεχνικής εκτέλεσης των ασκήσεων.

#### **2.4. Στατιστική ανάλυση**

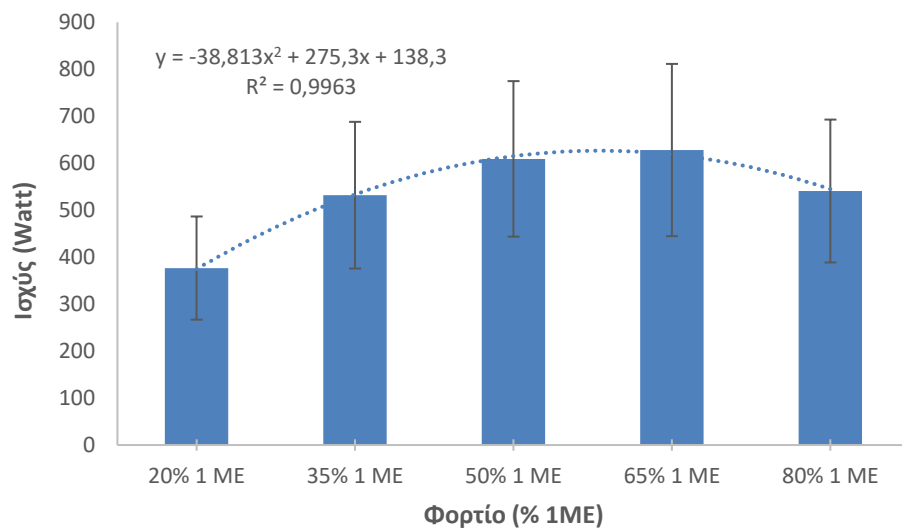
Για την ανάλυση των δεδομένων οι τιμές απεικονίστηκαν σε καρτεσιανό σύστημα αξόνων. Με το λογισμικό Microsoft Excel, εξήχθησαν η γραμμή τάσης και η δευτεροβάθμια εξίσωση ( $F(x)=ax^2+bx+c$ ) που εξηγεί το μεγαλύτερο ποσοστό διακύμανσης. Στη συνέχεια υπολογίστηκε η μέγιστη τιμή της καμπύλης που αντιπροσωπεύει 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 ME 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. Κάθισμα με μπάρα

Στην άσκηση κάθισμα με μπάρα διαπιστώθηκε πως η πρόβλεψη της καμπύλης ισχύος φορτίου εξηγούσε το 99,63% της συνολικής διακύμανσης. Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε πως το φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ ήταν στο  $57,47 \pm 5,44$  % της 1 ΜΕ.



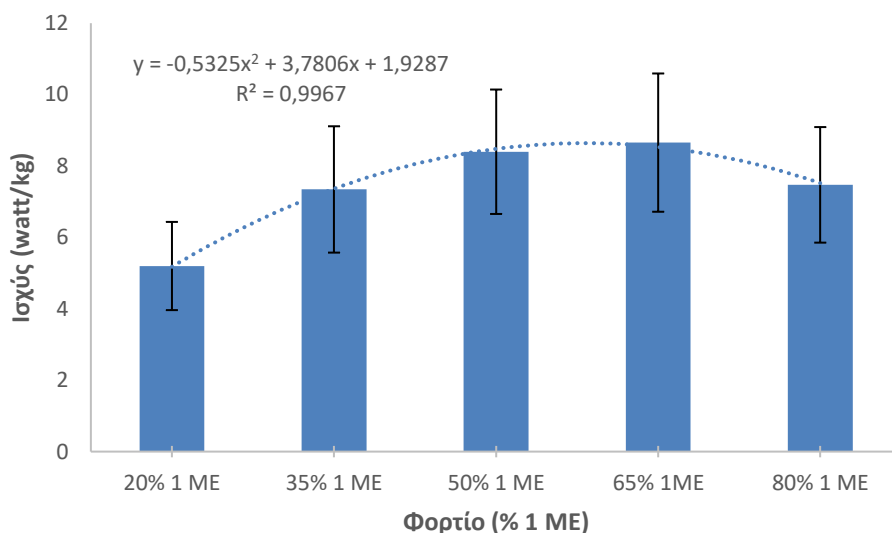
**Σχήμα 1.** Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση κάθισμα.

**Πίνακας 1.** Φορτίο και ισχύς που αντιστοιχούσε στο 20, 35, 50, 65, 80% της 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα.

% 1 ΜΕ	20% 1 ΜΕ	35% 1 ΜΕ	50% 1 ΜΕ	65% 1ΜΕ	80% 1 ΜΕ
Απ. φορτίο	27,9	49,17	71,56	91,67	114,27
Ισχύς	376,65	531,83	609,11	628,01	540,68

### 3.2. Κάθισμα με μπάρα σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές

Στην άσκηση κάθισμα με μπάρα όταν η ισχύς διαιρέθηκε με το σωματικό βάρος των αθλητών, διαπιστώθηκε πως η πρόβλεψη της καμπύλης ισχύος φορτίου εξηγούσε το 99,67% της συνολικής διακύμανσης. Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε πως το φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ ήταν στο  $59,63 \pm 5,44$  % της 1 ΜΕ.



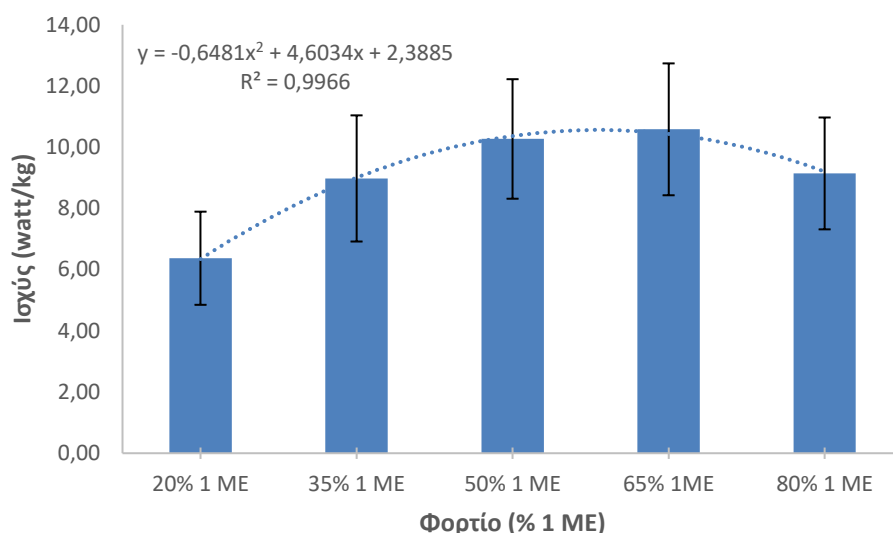
**Σχήμα 2.** Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση κάθισμα σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές.

**Πίνακας 2.** Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20, 35, 50, 65, 80% της 1ME στην άσκηση κάθισμα.

% 1 ME	20% 1 ME	35% 1 ME	50% 1 ME	65% 1 ME	80% 1 ME
Απ. φορτίο	27,9	49,17	71,56	91,67	114,27
Ισχύς	5,2	7,34	8,4	8,65	7,47

### 3.3. Κάθισμα με μπάρα σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές

Στην άσκηση κάθισμα με μπάρα όταν η ισχύς διαιρέθηκε με την άλιπη σωματική μάζα των αθλητών, διαπιστώθηκε πως η πρόβλεψη της καμπύλης ισχύος φορτίου εξηγούσε το 99,66% της συνολικής διακύμανσης. Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε πως το φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ ήταν στο  $57,04 \pm 5,44$  % της 1 ΜΕ.



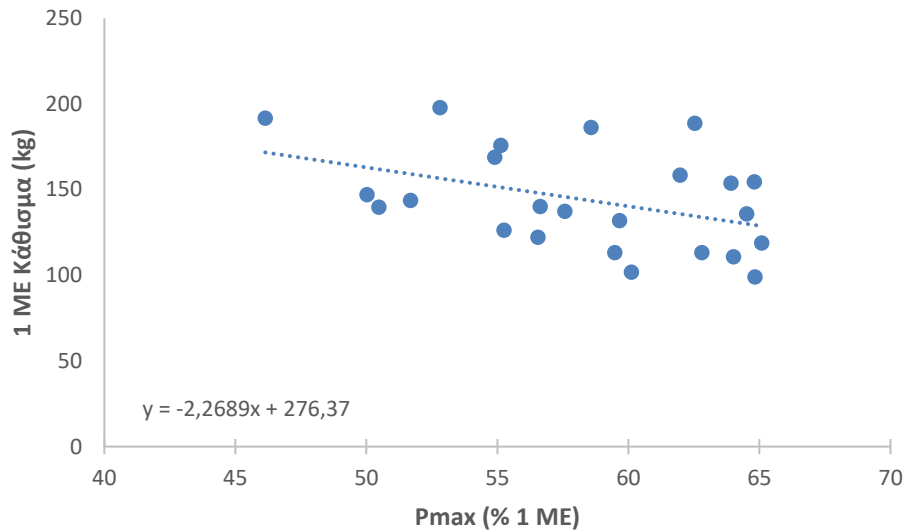
**Σχήμα 3.** Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση κάθισμασε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές.

**Πίνακας 3.** Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20, 35, 50, 65, 80% της 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα.

% 1 ΜΕ	20% 1 ΜΕ	35% 1 ΜΕ	50% 1 ΜΕ	65% 1 ΜΕ	80% 1 ΜΕ
Απ. φορτίο	27,9	49,17	71,56	91,67	114,27
Ισχύς	6,37	8,98	10,27	10,58	9,14

### 3.4. Συσχέτιση της μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση κάθισμα με μπάρα

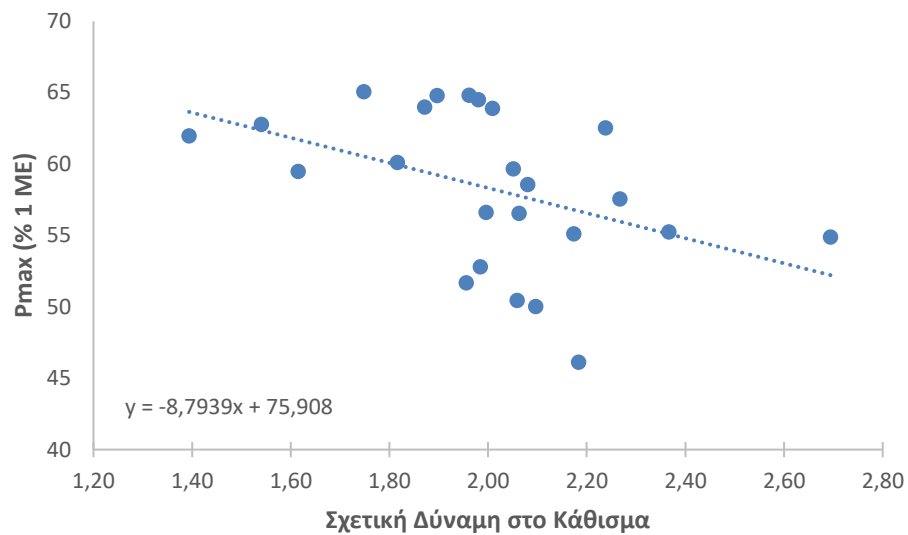
Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των τιμών της μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση κάθισμα διαπιστώθηκε μέτρια συσχέτιση ( $r = 0,42$ ).



**Σχήμα 4.** Σχέση μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση κάθισμα με μπάρα.

### 3.5. Συσχέτιση της σχετικής μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση κάθισμα με μπάρα

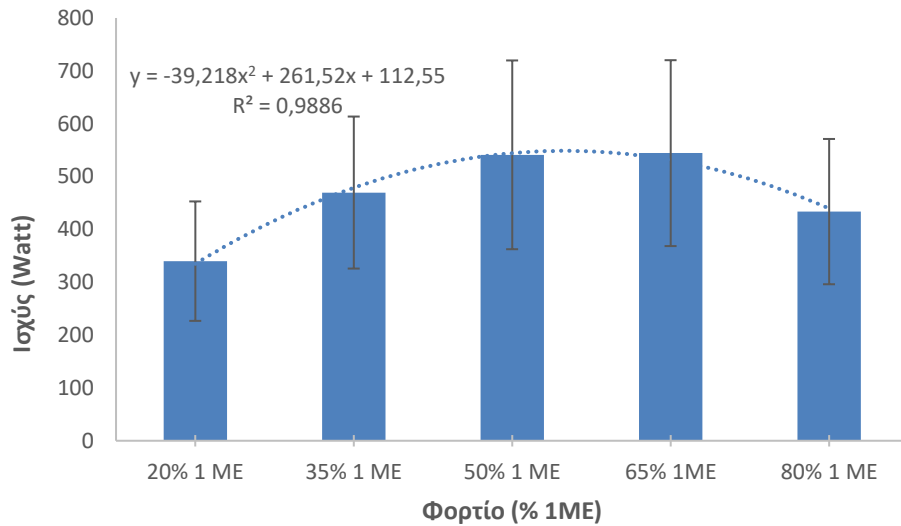
Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των τιμών της σχετικής μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση κάθισμα διαπιστώθηκε μέτρια συσχέτιση ( $r = 0,44$ ).



**Σχήμα 5.** Σχέση σχετικής μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση κάθισμα με μπάρα.

### 3.6. Άρσεις θανάτου με μπάρα

Στην άσκηση άρσεις θανάτου με μπάρα διαπιστώθηκε πως η πρόβλεψη της καμπύλης ισχύος φορτίου εξηγούσε το 98,86% της συνολικής διακύμανσης. Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε πως το φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ ήταν στο  $54,12 \pm 6,87\%$  της 1 ΜΕ.



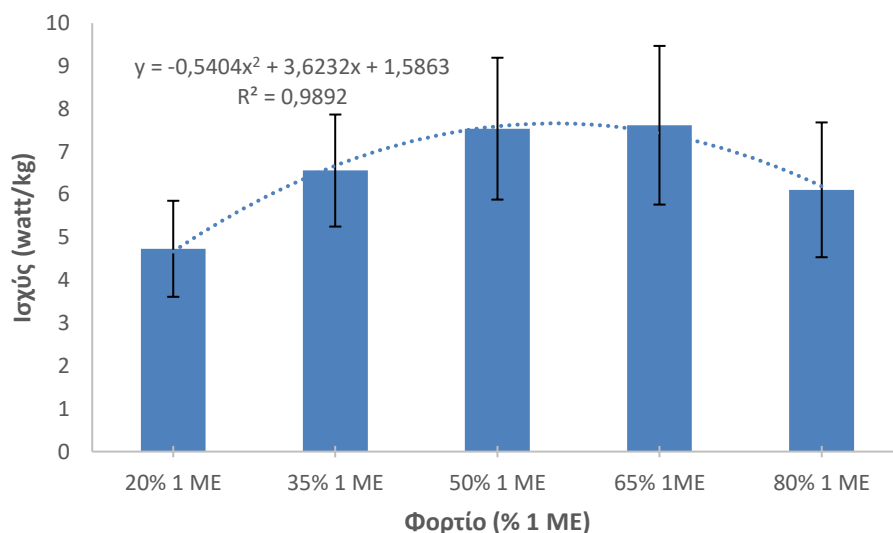
**Σχήμα 6.** Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση άρσεις θανάτου.

**Πίνακας 4.** Φορτίο και ισχύς που αντιστοιχούσε στο 20, 35, 50, 65, 80% της 1ME στην άσκηση άρσεις θανάτου.

% 1 ME	20% 1 ME	35% 1 ME	50% 1 ME	65% 1 ME	80% 1 ME
Απ. φορτίο	26,2	46,41	66,74	87,5	108,04
Ισχύς	339,88	469,69	541,05	544,31	433,64

### 3.7. Άρσεις θανάτου με μπάρα σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές

Στην άσκηση άρσεις θανάτου με μπάρα όταν η ισχύς διαιρέθηκε με το σωματικό βάρος των αθλητών, διαπιστώθηκε πως η πρόβλεψη της καμπύλης ισχύος φορτίου εξηγούσε το 98,92% της συνολικής διακύμανσης. Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε πως το φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ ήταν στο  $54,24 \pm 6,87\%$  της 1 ΜΕ.



**Σχήμα 7.** Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση άρσεις θανάτου σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές.

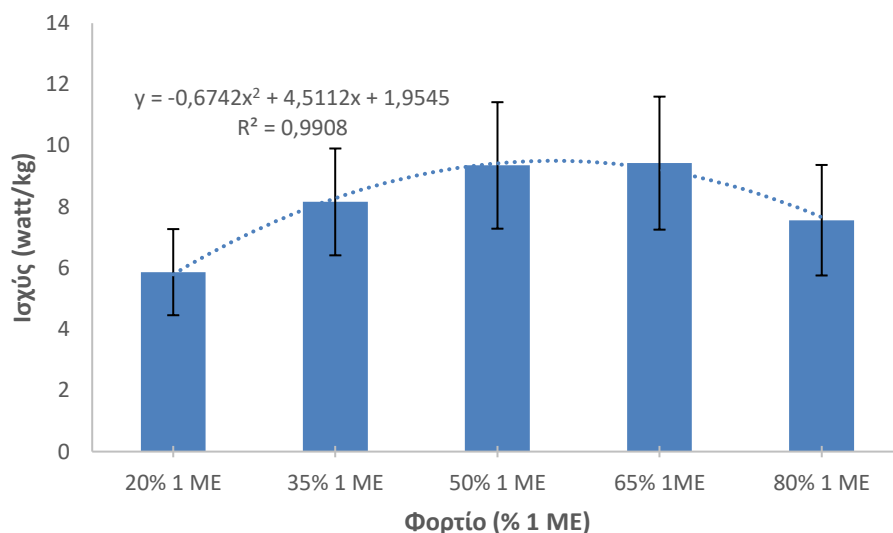
**Πίνακας 5.** Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20, 35, 50, 65, 80% της 1ΜΕ στην άσκηση άρσεις θανάτου.

% 1 ME	20% 1 ME	35% 1 ME	50% 1 ME	65% 1 ME	80% 1 ME
Απ. φορτίο	26,2	46,41	66,74	87,5	108,04
Ισχύς	4,73	6,56	7,54	7,62	6,11



### 3.8. Άρσεις θανάτου με μπάρα σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές

Στην άσκηση κάθισμα με μπάρα όταν η ισχύς διαιρέθηκε με την άλιπη σωματική μάζα των αθλητών, διαπιστώθηκε πως η πρόβλεψη της καμπύλης ισχύος φορτίου εξηγούσε το 99,08% της συνολικής διακύμανσης. Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε πως το φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ ήταν στο  $54,88 \pm 6,87\%$  της 1 ΜΕ.



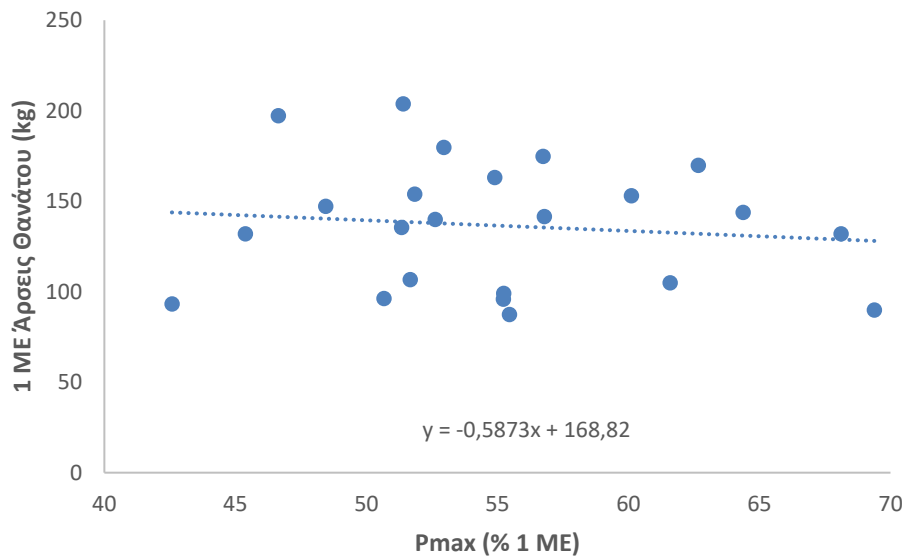
**Σχήμα 8.** Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση άρσεις θανάτου σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές.

**Πίνακας 6.** Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20, 35, 50, 65, 80% της 1ΜΕ στην άσκηση άρσεις θανάτου.

% 1 ME	20% 1 ME	35% 1 ME	50% 1 ME	65% 1 ME	80% 1 ME
Απ. φορτίο	26,2	46,41	66,74	87,5	108,04
Ισχύς	5,86	8,16	9,35	9,43	7,56

### 3.9. Συσχέτιση της μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση άρσεις θανάτου με μπάρα

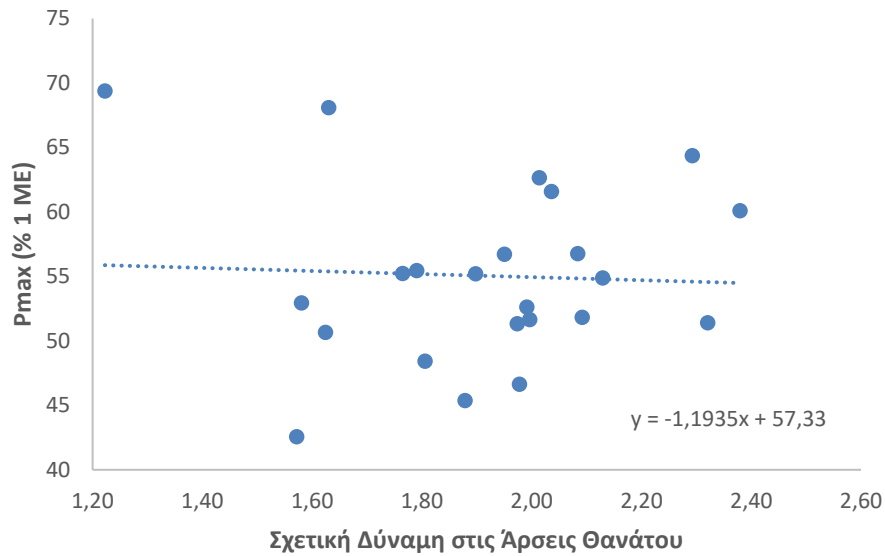
Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των τιμών της μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση άρσεις θανάτου διαπιστώθηκε χαμηλή συσχέτιση ( $r = 0,11$ ).



**Σχήμα 9.** Σχέση μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση άρσεις θανάτου με μπάρα.

### 3.10. Συσχέτιση της σχετικής μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση άρσεις θανάτου με μπάρα

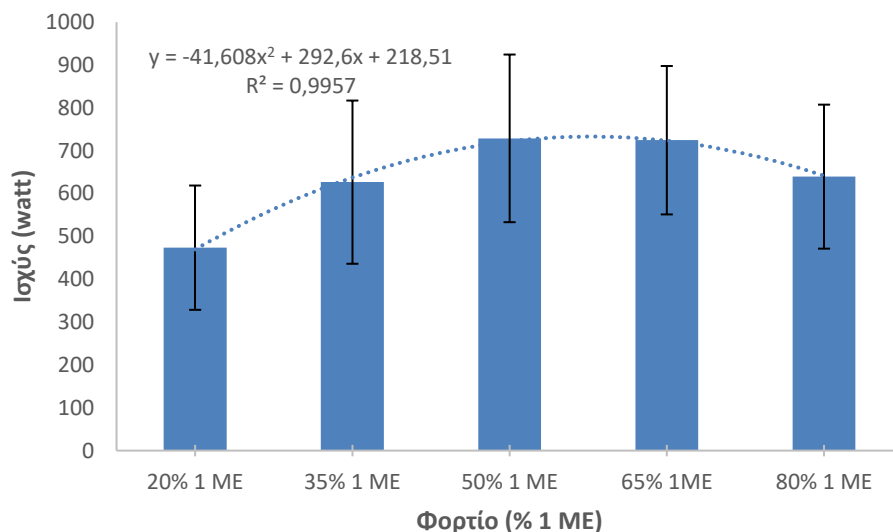
Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των τιμών της σχετικής μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση άρσεις θανάτου διαπιστώθηκε χαμηλή συσχέτιση ( $r = 0,05$ ).



**Σχήμα 10.** Σχέση σχετικής μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση άρσεις θανάτου με μπάρα.

### 3.11. Άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα

Στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα διαπιστώθηκε πως η πρόβλεψη της καμπύλης ισχύος φορτίου εξηγούσε το 99,57% της συνολικής διακύμανσης. Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε πως το φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ ήταν στο  $57,21 \pm 7,44\%$  της 1 ΜΕ.



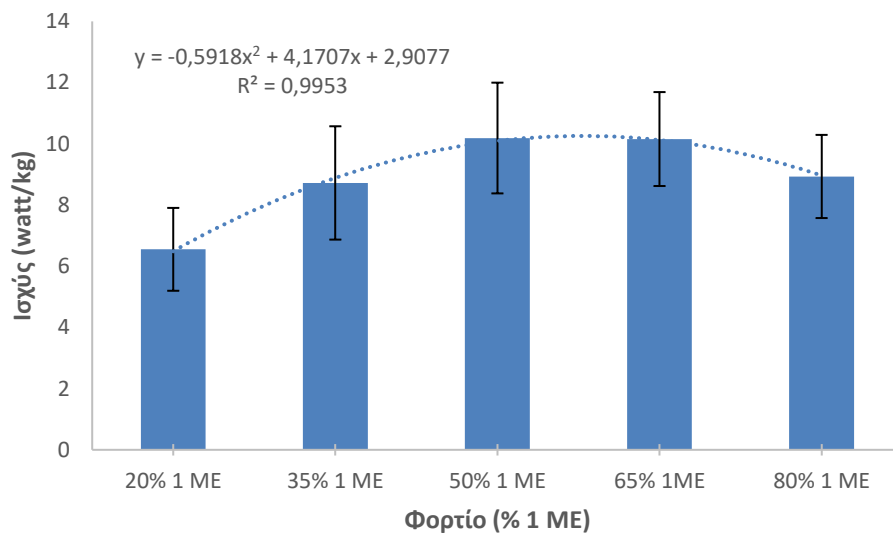
**Σχήμα 11.** Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση.

**Πίνακας 7.** Φορτίο και ισχύς που αντιστοιχούσε στο 20, 35, 50, 65, 80% της 1ΜΕ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση.

% 1 ΜΕ	20% 1 ΜΕ	35% 1 ΜΕ	50% 1 ΜΕ	65% 1 ΜΕ	80% 1 ΜΕ
Απ. φορτίο	36,09	63,80	91,30	119,35	147,07
Ισχύς	473,67	626,6	728,84	724,5	639,46

### 3.12. Άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές

Στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα όταν η ισχύς διαιρέθηκε με το σωματικό βάρος των αθλητών, διαπιστώθηκε πως η πρόβλεψη της καμπύλης ισχύος φορτίου εξηγούσε το 99,53% της συνολικής διακύμανσης. Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε πως το φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ ήταν στο  $55,14 \pm 7,44\%$  της 1 ΜΕ.



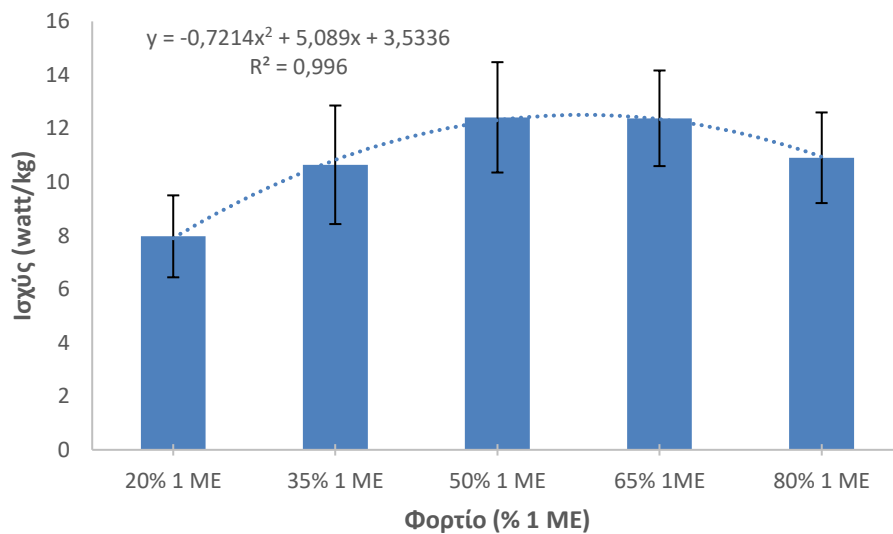
**Σχήμα 12.** Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές.

**Πίνακας 8.** Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20, 35, 50, 65, 80% της 1ΜΕ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση.

% 1 ΜΕ	20% 1 ΜΕ	35% 1 ΜΕ	50% 1 ΜΕ	65% 1 ΜΕ	80% 1 ΜΕ
Απ. φορτίο	36,09	63,8	91,3	119,35	147,07
Ισχύς	6,55	8,72	10,19	10,16	8,93

### 3.13. Άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές

Στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα όταν η ισχύς διαιρέθηκε με την άλιπη σωματική μάζα των αθλητών, διαπιστώθηκε πως η πρόβλεψη της καμπύλης ισχύος φορτίου εξηγούσε το 99,6% της συνολικής διακύμανσης. Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε πως το φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ ήταν στο  $59,81 \pm 7,44\%$  της 1 ΜΕ.



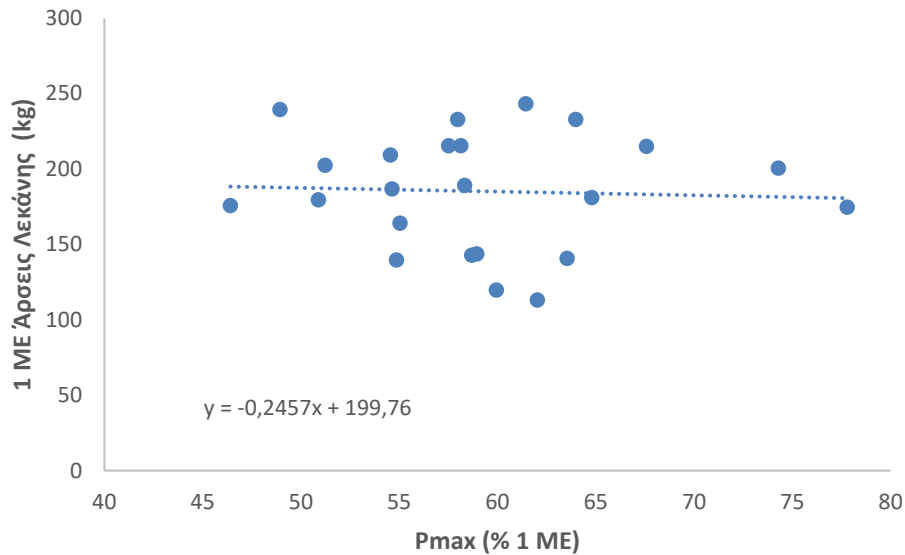
**Σχήμα 13.** Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές.

**Πίνακας 9.** Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20, 35, 50, 65, 80% της 1ΜΕ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση.

% 1 ΜΕ	20% 1 ΜΕ	35% 1 ΜΕ	50% 1 ΜΕ	65% 1ΜΕ	80% 1 ΜΕ
Απ. φορτίο	36,09	63,80	91,30	119,35	147,07
Ισχύς	7,97	10,65	12,42	12,38	10,91

### 3.14. Συσχέτιση της μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα

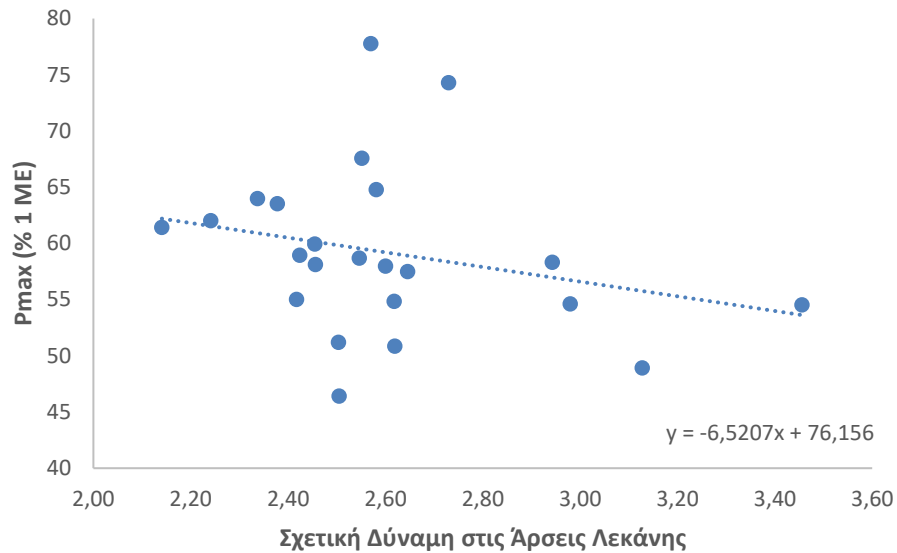
Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των τιμών της μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση διαπιστώθηκε χαμηλή συσχέτιση ( $r = 0,05$ ).



**Σχήμα 14.** Σχέση μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα.

### 3.15. Συσχέτιση της σχετικής μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα

Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των τιμών της σχετικής μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση διαπιστώθηκε χαμηλή συσχέτιση ( $r = 0,26$ ).

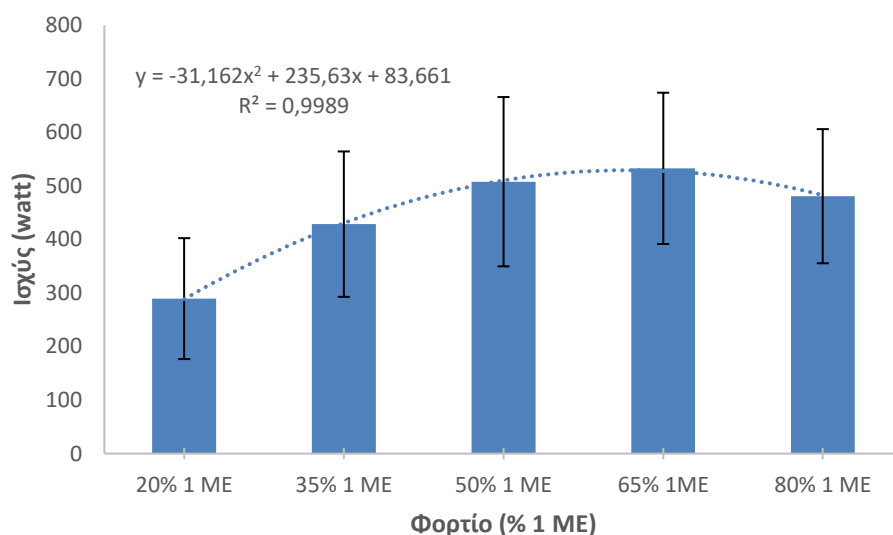


**Σχήμα 15.** Σχέση σχετικής μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα.



### 3.16. Τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα

Στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα διαπιστώθηκε πως η πρόβλεψη της καμπύλης ισχύος φορτίου εξηγούσε το 99,89% της συνολικής διακύμανσης. Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε πως το φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ ήταν στο  $60,78 \pm 6,5\%$  της 1 ΜΕ.



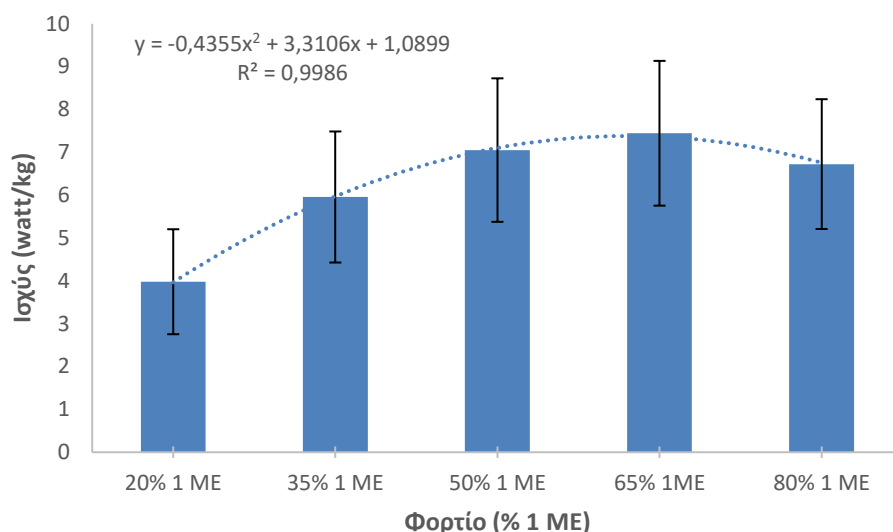
**Σχήμα 16.** Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου.

**Πίνακας 10.** Φορτίο και ισχύς που αντιστοιχούσε στο 20, 35, 50, 65, 80% της 1ΜΕ στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου.

% 1 ME	20% 1 ME	35% 1 ME	50% 1 ME	65% 1 ME	80% 1 ME
Απ. φορτίο	24,67	43,75	63,02	82,19	101,46
Ισχύς	289,45	428,45	507,71	532,64	480,67

### 3.17. Τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές

Στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα όταν η ισχύς διαιρέθηκε με το σωματικό βάρος των αθλητών, διαπιστώθηκε πως η πρόβλεψη της καμπύλης ισχύος φορτίου εξηγούσε το 99,86% της συνολικής διακύμανσης. Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε πως το φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ ήταν στο  $60,25 \pm 6,5\%$  της 1 ΜΕ.



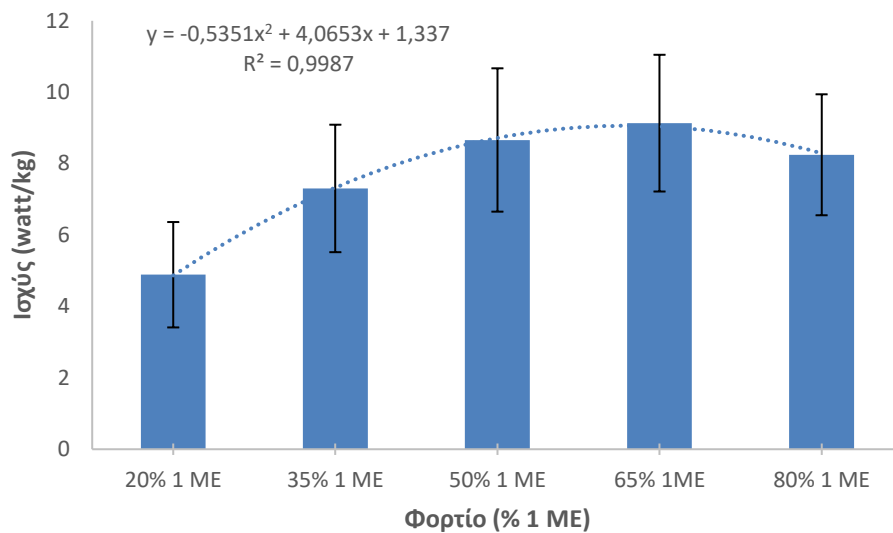
**Σχήμα 17.** Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές.

**Πίνακας 11.** Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20, 35, 50, 65, 80% της 1ΜΕ στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου.

% 1 ΜΕ	20% 1 ΜΕ	35% 1 ΜΕ	50% 1 ΜΕ	65% 1 ΜΕ	80% 1 ΜΕ
Απ. φορτίο	24,67	43,75	63,02	82,19	101,46
Ισχύς	3,98	5,96	7,05	7,44	6,73

### 3.18. Τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές

Στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα όταν η ισχύς διαιρέθηκε με την άλιπη σωματική μάζα των αθλητών, διαπιστώθηκε πως η πρόβλεψη της καμπύλης ισχύος φορτίου εξηγούσε το 99,87% της συνολικής διακύμανσης. Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε πως το φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ ήταν στο  $59,19 \pm 6,5\%$  της 1 ΜΕ.



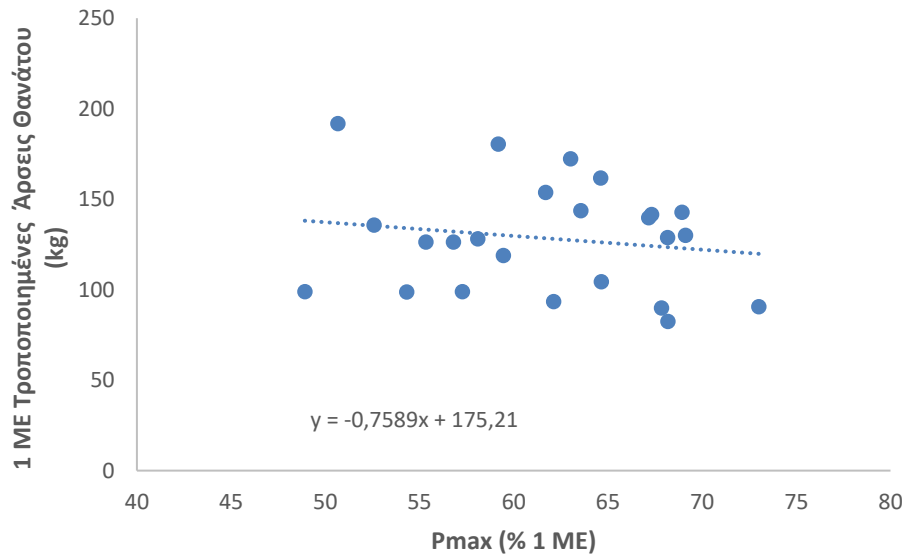
**Σχήμα 18.** Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές.

**Πίνακας 12.** Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20, 35, 50, 65, 80% της 1ΜΕ στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου.

% 1 ΜΕ	20% 1 ΜΕ	35% 1 ΜΕ	50% 1 ΜΕ	65% 1ΜΕ	80% 1 ΜΕ
Απ. φορτίο	24,67	43,75	63,02	82,19	101,46
Ισχύς	4,89	7,30	8,66	9,13	8,25

### 3.19. Συσχέτιση της μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα

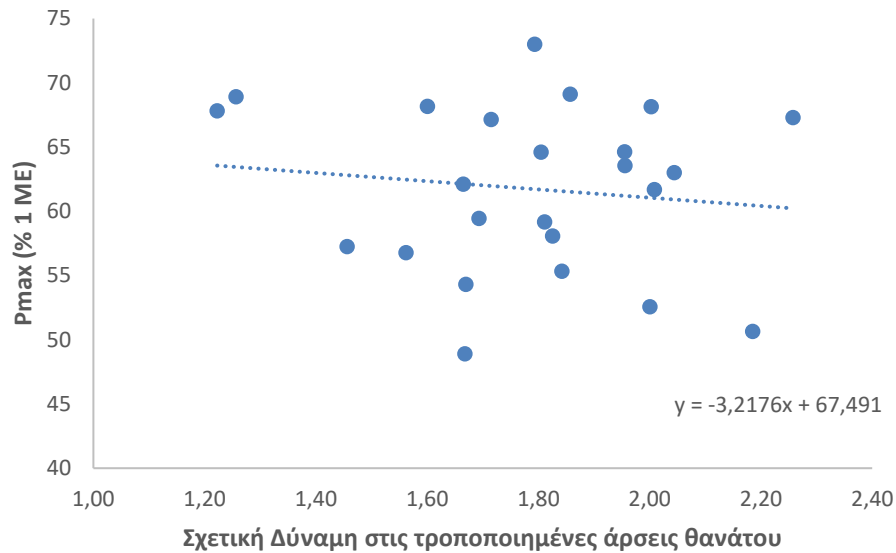
Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των τιμών της μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου διαπιστώθηκε χαμηλή συσχέτιση ( $r = 0,16$ ).



**Σχήμα 19.** Σχέση μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα.

### 3.20. Συσχέτιση της σχετικής μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα

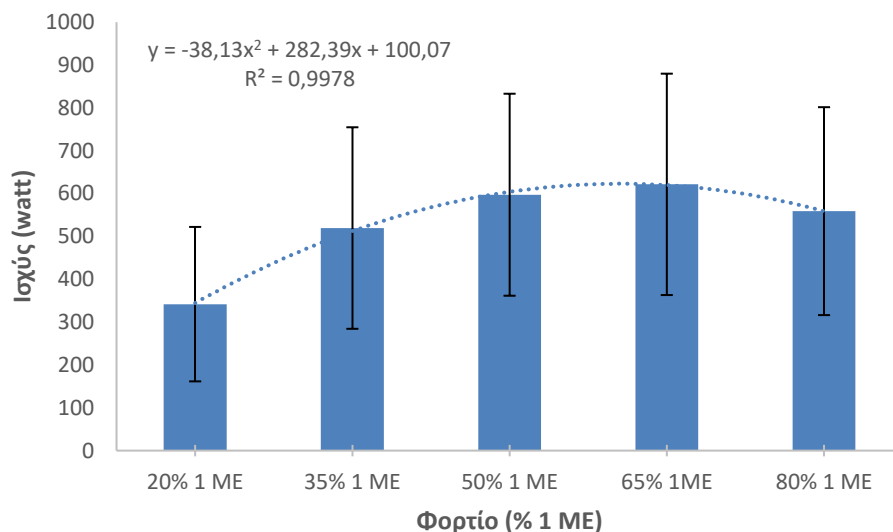
Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των τιμών της σχετικής μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου διαπιστώθηκε χαμηλή συσχέτιση ( $r = 0,13$ ).



**Σχήμα 20.** Σχέση σχετικής μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα.

### 3.21. Δυναμικές άρσεις μπάρας

Στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας διαπιστώθηκε πως η πρόβλεψη της καμπύλης ισχύος φορτίου εξηγούσε το 99,78% της συνολικής διακύμανσης. Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε πως το φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ ήταν στο  $59,16 \pm 7,62\%$  της 1 ΜΕ.



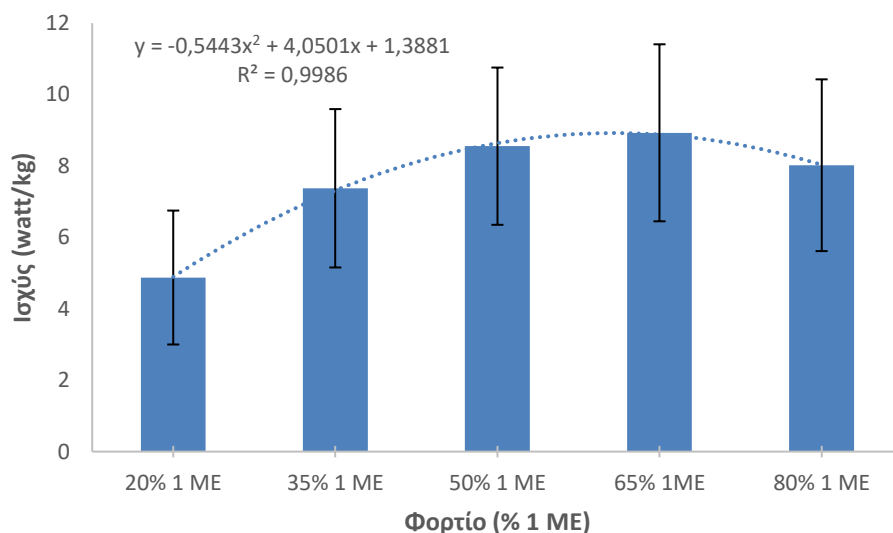
**Σχήμα 21.** Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας.

**Πίνακας 13.** Φορτίο και ισχύς που αντιστοιχούσε στο 20, 35, 50, 65, 80% της 1ΜΕ στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας.

% 1 ΜΕ	20% 1 ΜΕ	35% 1 ΜΕ	50% 1 ΜΕ	65% 1ΜΕ	80% 1 ΜΕ
Απ. φορτίο	12,2	21,03	30,85	40,23	49,85
Ισχύς	341,88	519,50	597,27	621,47	558,97

### 3.22. Δυναμικές άρσεις μπάρας σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές

Στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας όταν η ισχύς διαιρέθηκε με το σωματικό βάρος των αθλητών, διαπιστώθηκε πως η πρόβλεψη της καμπύλης ισχύος φορτίου εξηγούσε το 99,86% της συνολικής διακύμανσης. Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε πως το φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ ήταν στο  $59,83 \pm 7,62\%$  της 1 ΜΕ.



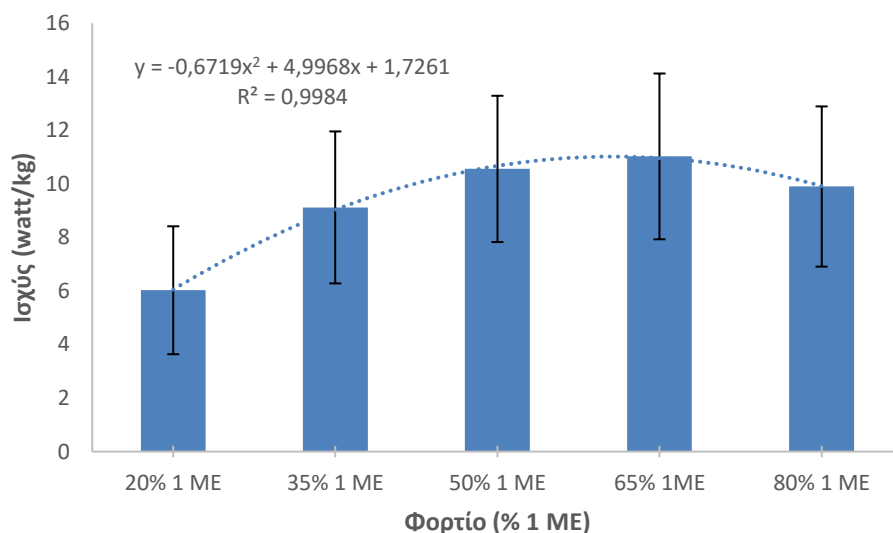
**Σχήμα 22.** Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές.

**Πίνακας 14.** Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς το σωματικό βάρος τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20, 35, 50, 65, 80% της 1ΜΕ στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας.

% 1 ΜΕ	20% 1 ΜΕ	35% 1 ΜΕ	50% 1 ΜΕ	65% 1ΜΕ	80% 1 ΜΕ
Απ. φορτίο	12,2	21,03	30,85	40,23	49,85
Ισχύς	4,88	7,38	8,55	8,93	8,02

### 3.23. Δυναμικές άρσεις μπάρας σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές

Στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας όταν η ισχύς διαιρέθηκε με την άλιπη σωματική μάζα των αθλητών, διαπιστώθηκε πως η πρόβλεψη της καμπύλης ισχύος φορτίου εξηγούσε το 99,84% της συνολικής διακύμανσης. Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε πως το φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ ήταν στο  $59,43 \pm 7,62\%$  της 1 ΜΕ.



**Σχήμα 23.** Σχέση ισχύος φορτίου στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές.

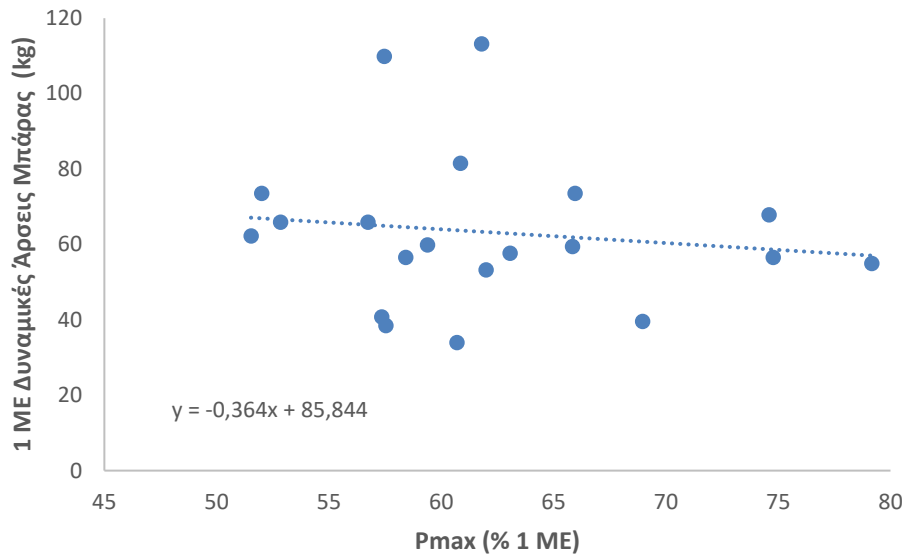
**Πίνακας 15.** Φορτίο και ισχύς σε σχετικές ως προς την άλιπη σωματική μάζα τιμές, που αντιστοιχούσε στο 20, 35, 50, 65, 80% της 1ΜΕ στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας.

% 1 ΜΕ	20% 1 ΜΕ	35% 1 ΜΕ	50% 1 ΜΕ	65% 1 ΜΕ	80% 1 ΜΕ
Απ. φορτίο	12,2	21,03	30,85	40,23	49,85
Ισχύς	6,03	9,12	10,56	11,02	9,90



### 3.24. Συσχέτιση της μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας

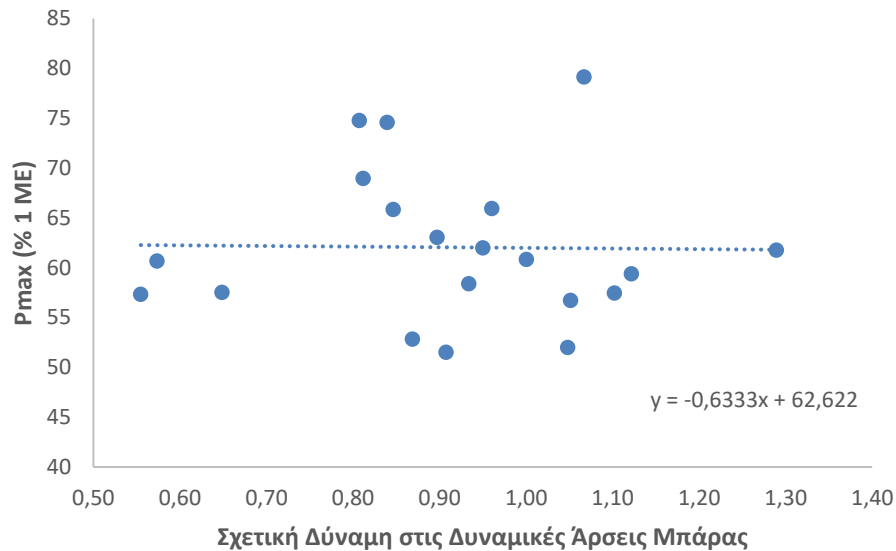
Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των τιμών της μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας διαπιστώθηκε χαμηλή συσχέτιση ( $r = 0,13$ ).



**Σχήμα 24.** Σχέση μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας.

### 3.25. Συσχέτιση της σχετικής μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας

Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των τιμών της σχετικής μέγιστης δύναμης και του φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας διαπιστώθηκε χαμηλή συσχέτιση ( $r = 0,14$ ).



**Σχήμα 25.** Σχέση σχετικής μέγιστης δύναμης και βέλτιστου φορτίου στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας.

#### 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 την ανάπτυξη της αθλητικής απόδοσης οι αθλητές πρέπει να προπονούνται στο φορτίο που μεγιστοποιεί την παραγωγή της μυϊκής ισχύος (Bendic et al., 2021; Freitas et al., 2019; Loturco et al., 2016). Αυτό σημαίνει ότι είναι πολύ σημαντικό να εξεταστεί η σχέση φορτίου ισχύος, ώστε να προσδιοριστεί η ένταση της προπόνησης ανάλογα με το στόχο που πρέπει να επιτευχθεί (Alcaraz et al., 2011). Σκοπός της έρευνας ήταν να προσδιορίσει το βέλτιστο φορτίο στο οποίο επιτυγχάνεται η παραγωγή μέγιστης ισχύος στις ασκήσεις κάθισμα, άρσεις θανάτου, άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση, τροποποιημένες άρσεις θανάτου και δυναμικές άρσεις μπάρας. Όπως είχε διατυπωθεί στις ερευνητικές υποθέσεις το βέλτιστο φορτίο για όλες τις ασκήσεις προσδιορίστηκε εντός του εύρους 54,12 – 60,78. Συγκεκριμένα βρέθηκε ότι η μέγιστη ισχύς επιτυγχάνεται στην άσκηση κάθισμα στο 57,47% της 1ΜΕ, στην άσκηση άρσεις θανάτου στο 54,12% της 1 ΜΕ, στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση στο 57,21% της 1 ΜΕ, στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου στο 60,78% της 1 ΜΕ και στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας στο 59,16% της 1 ΜΕ. Ακόμη από την ανάλυση γραμμικής συσχέτισης διαπιστώθηκε μέτρια συσχέτιση μεταξύ της μέγιστης δύναμης, σχετικής δύναμης με το φορτίο που αντιστοιχεί στην μέγιστη ισχύ στην άσκηση κάθισμα. Στις υπόλοιπες ασκήσεις η συσχέτιση στις αντίστοιχες μεταβλητές ήταν μικρή. Στην παρούσα μελέτη, 27 αθλητές (19 άντρες και 8 γυναίκες) αθλημάτων με κύριο χαρακτηριστικό τη μυϊκή ισχύ (ποδόσφαιρο και στίβος) και τουλάχιστον δύο χρόνια εμπειρία στη προπόνηση με βάρη, εκτέλεσαν μία αυξανόμενης έντασης μέτρηση για την εύρεση της 1ΜΕ στις παραπάνω ασκήσεις. Έπειτα σε διαφορετικές συνεδρίες υπολογίστηκε η μέγιστη ισχύς σε φορτία που αντιστοιχούσαν στο 20, 35, 50, 65 και 80% της 1 ΜΕ σε κάθε άσκηση. Από όσο είναι γνωστό, είναι η πρώτη φορά που διερευνάται το βέλτιστο φορτίο στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας. Επίσης ελάχιστες έχουν διεξαχθεί στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση.

#### 4.1. Κάθισμα με μπάρα

Στην άσκηση κάθισμα το βέλτιστο φορτίο βρέθηκε στο 57,47% της 1ΜΕ. Επίσης όταν το βέλτιστο φορτίο προσδιορίστηκε σε σχετικές τιμές ως προς το βάρος του σώματος και την άλιπη μάζα των αθλητών δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές, 59,63% και 57,04% της 1ΜΕ αντίστοιχα. Το παρών εύρημα, έρχεται σε συμφωνία με τη πλειοψηφία των άρθρων που υπάρχουν στη βιβλιογραφία. Συγκεκριμένα, οι Cormie et al. (2007c), βρήκαν ότι η παραγωγή ισχύος μεγιστοποιείται σε φορτίο που αντιστοιχεί στο 56% της 1 ΜΕ. Το στοιχείο που ενισχύει ακόμα παραπάνω τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας είναι ότι το δείγμα ήταν παρόμοιο ως προς το άθλημα (άντρες αθλητές ποδοσφαίρου και στίβου). Σε μία πρόσφατη έρευνα με δείγμα άντρες ποδοσφαιριστές, παρουσίασαν το βέλτιστο φορτίο στο 52% της 1ΜΕ (Lazarus et al., 2021). Επιπλέον, σε έρευνα που έγινε με δείγμα άντρες αθλητές αγωνισμάτων ταχύτητας, με τουλάχιστον δύο χρόνια εμπειρία στην προπόνηση αντιστάσεων, η ισχύς μεγιστοποιήθηκε σε φορτίο που αντιστοιχούσε στο 60% της 1 ΜΕ (Alcaraz et al., 2011). Στο 60% εντόπισαν το βέλτιστο φορτίο και οι González – García et al. (2021), σε δείγμα 10 άντρες και 1 γυναίκα, χωρίς όμως να δίνουν περισσότερες πληροφορίες για το άθλημα και την προπονητική εμπειρία του δείγματος. Ωστόσο, σε έρευνα που διεξήχθη σε άντρες και γυναίκες βρέθηκε ότι το βέλτιστο φορτίο κυμαινόταν κοντά στο 66% της 1ΜΕ (Jandacka & Vaverka, 2008). Η διαφορά αυτή μπορεί να οφείλεται στο διαφορετικό προπονητικό επίπεδο μεταξύ του δείγματος, καθώς σε αυτή την έρευνα μετρήθηκαν φοιτητές Φυσικής Αγωγής ενώ στην παρούσα αθλητές. Έχει παρατηρηθεί ότι έμπειροι αθλητές εμφανίζουν το βέλτιστο φορτίο σε χαμηλότερο ποσοστό της 1 ΜΕ, σε σχέση με τους αρχάριους (Miller et al., 2019). Ομοίως ίδια εξήγηση μπορεί να δοθεί και στην έρευνα των Gantois et al. (2022), όπου το βέλτιστο φορτίο παρουσιάστηκε κοντά στο 64,6% της 1ΜΕ, σε άτομα που ασχολούνταν με την προπόνηση με βάρη. Η διαφορά σε αυτή τη περίπτωση μπορεί να οφείλεται στο ότι οι αθλητές ταχυδυναμικών αθλημάτων έχουν περισσότερες μυϊκές ίνες ταχείας συστολής (τύπου 2), πράγμα που τους επιτρέπει να αναπτύξουν πολύ πιο γρήγορα δύναμη σε γρήγορες κινήσεις. Έχει βρεθεί ότι οι αθλητές με αυξημένο ποσοστό μυϊκών ινών τύπου 2, παρουσιάζουν το βέλτιστο φορτίο σε χαμηλότερο ποσοστό της 1 ΜΕ (Izquierdo et al., 2002). Τέλος, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δείχνουν ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των

φορτίων 40-70% της 1ΜΕ, πράγμα που συμφωνεί με πολλές έρευνες (Cormie et al., 2007c; Gantois et al., 2022; Izquierdo et al., 2002; Jandacka & Vaverka, 2008).

Αναφορικά με τη συσχέτιση στην παρούσα ΜΔΕ παρατηρήθηκε μέτρια συσχέτιση μεταξύ των παραμέτρων μέγιστης δύναμης, σχετικής δύναμης και φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ. Έως σήμερα έρευνες στη βιβλιογραφία έχουν αναφέρει ότι πιο δυνατοί αθλητές παρουσιάζουν το βέλτιστο φορτίο σε μικρότερο ποσοστό της 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα σε σχέση με τους πιο αδύναμους (Izquierdo et al., 2002; Miller et al., 2019) ενώ σε μία άλλη αναφέρεται ότι το επίπεδο δύναμης δεν παίζει σημαντικό ρόλο (Alcaraz et al., 2011). Στην παρούσα έρευνα παρατηρείται ότι οι πιο δυνατοί αθλητές παρουσιάζουν την τάση το βέλτιστο φορτίο να εντοπίζεται σε μικρότερο ποσοστό της 1ΜΕ στην άσκηση κάθισμα σε σχέση με τους πιο αδύναμους.

#### **4.2. Άρσεις θανάτου με μπάρα**

Στην άσκηση άρσεις θανάτου το βέλτιστο φορτίο βρέθηκε στο 54,12% της 1ΜΕ. Επίσης όταν το βέλτιστο φορτίο προσδιορίστηκε σε σχετικές τιμές ως προς το βάρος του σώματος και την άλιπη μάζα των αθλητών δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές, 54,24% και 54,88% της 1ΜΕ αντίστοιχα. Πράγματι έχει βρεθεί ότι το βέλτιστο φορτίο εμφανίζεται στο 60% της 1ΜΕ και δεν υπάρχει σημαντική διαφορά σε φορτία κοντά στο 50-70% της 1ΜΕ (Chery & Ruf, 2019; Gantois et al., 2022; Morán - Navarro et al., 2021). Επίσης σε νεαρούς ποδοσφαιριστές, ηλικίας 16-18, η παραγωγή ισχύος μεγιστοποιήθηκε στο εύρος 45-65% της 1ΜΕ (Bendic et al., 2021). Σε άλλες έρευνες, η ισχύς μεγιστοποιήθηκε στο 50% της 1ΜΕ σε δείγμα άνδρες, με 2 χρόνια εμπειρία στην προπόνηση αντιστάσεων (Blatnik et al., 2014) και σε έμπειρους αθλητές άρσης βαρών (Swinton et al., 2011). Σε συμφωνία με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης, έρχεται και η έρευνα του Jones et al. (2016), όπου η μηχανική ισχύς μεγιστοποιήθηκε στο 60% της 1ΜΕ σε αθλητές και των δύο φύλων. Οι διαφορές ανάμεσα στις έρευνες μπορεί να οφείλονται στο φύλο του δείγματος (άντρες – γυναίκες), στη διαφορά ηλικίας, στην προπονητική εμπειρία, στο άθλημα, στον εξοπλισμό καθώς και στο μηχανισμό που χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση της ισχύος.

Όσον αφορά τη συσχέτιση στην παρούσα ΜΔΕ παρατηρήθηκε χαμηλή συσχέτιση μεταξύ των παραμέτρων μέγιστης δύναμης, σχετικής δύναμης και φορτίου που

αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ. Μετά από ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δεν βρέθηκαν έρευνες με αντίστοιχα δεδομένα.

#### **4.3. Άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση με μπάρα**

Στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση το βέλτιστο φορτίο παρουσιάστηκε στο 57,21% της 1ΜΕ. Επίσης όταν το βέλτιστο φορτίο προσδιορίστηκε σε σχετικές τιμές ως προς το βάρος του σώματος και την άλιπη μάζα των αθλητών δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά αφού διαπιστώθηκαν τιμές 55,14% και 59,81% της 1ΜΕ αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα της έρευνας έρχονται σε συμφωνία με την έρευνα των Montalvo - Pérez et al. (2021), οι οποίοι ανέφεραν ότι το βέλτιστο φορτίο κυμαίνεται κοντά στο 57% της 1ΜΕ, σε καλά προπονημένες αθλήτριες ποδηλασίας. Ωστόσο περισσότερες έρευνες πρέπει να γίνουν στο μέλλον για την ισχυροποίηση αυτών των αποτελεσμάτων, καθώς δεν υπάρχουν άλλες έρευνες στη βιβλιογραφία.

Σχετικά με τη συσχέτιση στην παρούσα ΜΔΕ παρατηρήθηκε χαμηλή συσχέτιση μεταξύ των παραμέτρων μέγιστης δύναμης, σχετικής δύναμης και φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ, ενώ δεν βρέθηκαν αντίστοιχα δεδομένα στη βιβλιογραφία για σύγκριση.

#### **4.4. Τροποποιημένες άρσεις θανάτου με μπάρα**

Για την άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου δεν υπάρχει καμία έρευνα στη βιβλιογραφία που να δίνει στοιχεία για το βέλτιστο φορτίο. Στην παρούσα έρευνα το βέλτιστο φορτίο βρέθηκε στο 60,78% της 1ΜΕ. Επίσης όταν το βέλτιστο φορτίο προσδιορίστηκε σε σχετικές τιμές ως προς το βάρος του σώματος και την άλιπη μάζα των αθλητών δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές, 60,25% και 59,19% της 1 ΜΕ αντίστοιχα. Μελλοντικές έρευνες χρειάζεται να διενεργηθούν για την ισχυροποίηση των αποτελεσμάτων.

Στη συσχέτιση στην παρούσα ΜΔΕ παρατηρήθηκε χαμηλή συσχέτιση μεταξύ των παραμέτρων μέγιστης δύναμης, σχετικής δύναμης και φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ. Έως σήμερα δεν υπάρχουν αντίστοιχα δεδομένα στη βιβλιογραφία.

#### **4.5. Δυναμικές άρσεις μπάρας**

Τέλος στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας το βέλτιστο φορτίο παρουσιάστηκε στο 59,16% της 1ΜΕ. Επίσης όταν το βέλτιστο φορτίο προσδιορίστηκε σε σχετικές τιμές ως προς το βάρος του σώματος και την άλιπη μάζα των αθλητών δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές, 59,83% και 59,43% της 1 ΜΕ αντίστοιχα. Στην παρούσα έρευνα τα αποτελέσματα έρχονται σε συμφωνία με την έρευνα των Takei et al. (2021), όπου η ισχύς μεγιστοποιήθηκε στο 60% της 1ΜΕ, και στο εύρος 40-70% της 1ΜΕ παρέμεινε εξίσου υψηλά, σε αθλητές άρσης βαρών. Ωστόσο, σε αυτή την έρευνα δεν μετρήθηκε η 1ΜΕ στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας και τα υπομέγιστα φορτία υπολογίστηκαν σε ποσοστά της 1ΜΕ από την άσκηση στρίψιμο. Αντιθέτως, έχει βρεθεί ότι η ισχύς μεγιστοποιείται στο 45% της 1ΜΕ της άσκησης στρίψιμο σε κολεγιακούς αθλητές, με 2 χρόνια εμπειρία στην άσκηση στρίψιμο (Suchomel et al., 2015; Suchomel et al., 2014). Σε άλλη έρευνα, βρέθηκε η μέγιστη ισχύς στο 80% της σωματικής μάζας ανδρών, με εμπειρία στην προπόνηση με βάρη (Lopes dos Santos, 2019). Μόνο μία έρευνα διεξήχθη με υπομέγιστα φορτία από την 1ΜΕ της άσκησης δυναμικές άρσεις μπάρας. Οι Barnes et al., (2021), ανέφεραν ότι το βέλτιστο φορτίο παρουσιάστηκε στο 70% της 1ΜΕ, και πρότειναν το εύρος 60-80% για την βέλτιστη προπόνηση της μέγιστης ισχύος στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας. Επομένως, είναι πολύ πιθανό τα αποτελέσματα μεταξύ των ερευνών να διαφέρουν λόγω της διαφορετικής προσέγγισης στην αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος ως προς τα υπομέγιστα φορτία της άσκησης κριτήριο. Μελλοντικές έρευνες πρέπει να διεξαχθούν για την εύρεση του βέλτιστου φορτίου σε ποσοστά της 1ΜΕ στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας.

Τέλος, παρατηρήθηκε χαμηλή συσχέτιση μεταξύ των παραμέτρων μέγιστης δύναμης, σχετικής δύναμης και φορτίου που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ και δεν εντοπίστηκαν άλλες έρευνες για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων.

#### **4.6. Σύγκριση ασκήσεων**

Αυτή είναι η μοναδική έρευνα η οποία αξιολόγησε την ισχύ σε 5 ασκήσεις των κάτω άκρων, με το ίδιο δείγμα. Σε αντίθεση με άλλες έρευνες το βέλτιστο φορτίο βρέθηκε με μικρή απόκλιση μεταξύ των ασκήσεων (από 54,12 έως 60,78). Μία εξήγηση είναι ότι στη παρούσα έρευνα οι ασκήσεις που μετρήθηκαν είχαν παρόμοια κινητικά χαρακτηριστικά και ενεργοποιούσαν παρόμοιες μυϊκές ομάδες (4 δομικές ασκήσεις και 1

παραλλαγή ολυμπιακής άρσης, όλες των κάτω άκρων). Στις περισσότερες έρευνες γίνεται σύγκριση μεταξύ διαφορετικών ειδών ασκήσεων ως προς το μέρος του σώματος (ασκήσεις των άνω και κάτω άκρων) (Siegel et al., 2002), είτε ως προς των τρόπο εκτέλεσης (βαλλιστικές, δομικές, ολυμπιακές άρσεις) (Cormie et al., 2007c), οπότε είναι λογικό να παρατηρείται μεγάλη διακύμανση μεταξύ των βέλτιστων φορτίων στις ασκήσεις. Επιπρόσθετα, η ανάλυση των δεδομένων ως προς τις σχετικές τιμές (σωματικού βάρους και άλιπης σωματικής μάζας) δεν οδήγησε σε διαφορετικά αποτελέσματα.



## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην προπόνηση της μυϊκής ισχύος, υπάρχει μία γενική παραδοχή, ότι οι αθλητές πρέπει να προπονούνται χρησιμοποιώντας το φορτίο στο οποίο μεγιστοποιείται η παραγωγή μυϊκής ισχύος, ώστε να μεγιστοποιούνται τα οφέλη. Βρέθηκε ότι το βέλτιστο φορτίο στην άσκηση κάθισμα παρουσιάστηκε στο 57,47% της 1ΜΕ, στην άσκηση άρσεις θανάτου στο 54,12% της 1ΜΕ, στην άσκηση άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση στο 57,21% της 1ΜΕ, στην άσκηση τροποποιημένες άρσεις θανάτου στο 60,78% της 1ΜΕ και στην άσκηση δυναμικές άρσεις μπάρας στο 59,16% της 1ΜΕ. Επίσης δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά όταν η μυϊκή ισχύς προσδιορίστηκε σε σχετικές τιμές του σωματικού βάρους και τη άλιπης σωματικής μάζας των αθλητών. Ακόμη από την ανάλυση γραμμικής συσχέτισης διαπιστώθηκε μέτρια συσχέτιση μεταξύ της μέγιστης δύναμης, σχετικής δύναμης με το φορτίο που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ στην άσκηση κάθισμα, ενώ στις υπόλοιπες ασκήσεις η συσχέτιση στις αντίστοιχες μεταβλητές ήταν μικρή.

Από τα αποτελέσματα συμπεραίνεται, ότι οι προπονητές φυσικής κατάστασης μπορούν να χρησιμοποιούν τα βέλτιστα φορτία των παραπάνω ασκήσεων σε αθλητές ταχυδυναμικών αθλημάτων. Επιπρόσθετα, δεν χρειάζεται να αναλύουν τη μυϊκή ισχύ σε σχετικές τιμές του σωματικού βάρους και της άλιπης σωματικής μάζας των αθλητών. Όλα αυτά θα συνεισφέρουν στον αποτελεσματικότερο σχεδιασμό των προγραμμάτων μυϊκής ισχύος από τους προπονητές φυσικής κατάστασης. Περισσότερη έρευνα χρειάζεται για την εύρεση του βέλτιστου φορτίου και σε άλλες ασκήσεις που χρησιμοποιούνται συχνά σε προγράμματα μυϊκής ισχύος.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Alcaraz, P. E., Romero-Arenas, S., Vila, H., & Ferragut, C. (2011). Power-load curve in trained sprinters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(11), 3045-3050.
2. Ammar, A., Riemann, B. L., Masmoudi, L., Blaumann, M., Abdelkarim, O., & Hökelmann, A. (2018). Kinetic and kinematic patterns during high intensity clean movement: searching for optimal load. *Journal of Sports Sciences*, 36(12), 1319–1330.
3. Argus, C. K., Gill, N. D., Keogh, J. W., & Hopkins, W. G. (2014). Assessing the variation in the load that produces maximal upper-body power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 240-244.
4. Baker, D. (2001). Acute and Long-Term Power Responses to Power Training: Observations on the Training of an Elite Power Athlete. *Strength and Conditioning Journal*, 23(1), 47–56.
5. Baker, D., Nance, S., & Moore, M. (2001a). The Load That Maximizes the Average Mechanical Power Output during Explosive Bench Press Throws in Highly Trained Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 20–24.
6. Baker, D., Nance, S., & Moore, M. (2001b). The Load That Maximizes the Average Mechanical Power Output during Jump squats in Power-Trained Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 92–97.
7. Baker, D., & Newton, R. U. (2005). Methods to increase the effectiveness of maximal power training for the upper body. *Strength and Conditioning Journal*, 27(6), 24–32.
8. Barnes, M. J., Petterson, A., & Cochrane, D. J. (2021). Peak power output and onset of muscle activation during high pull exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(3), 675-679.
9. Bendic, V., Gilic, B., & Sekulic, D. (2021). Associations between vertical and horizontal jumps with power values during deadlift exercise among youth soccer (football) players. *Asian Exercise and Sport Science Journal*, 5(1), 55-60.
10. Bevan, H. R., Bunce, P. J., Owen, N. J., Bennett, M. A., Cook, C. J., Cunningham, D. J., ... & 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), 43-47.
11. Blatnik, J. A., Goodman, C. L., Capps, C. R., Awelewa, O. O., Triplett, T. N., Erickson, T. M., & McBride, J. M. (2014). Effect of load on peak power of the bar, body and

- system during the deadlift. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(3), 511–515.
12. Castillo, F., Valverde, T., Morales, A., Pérez-Guerra, A., De León, F., & García-Manso, J. M. (2012). Maximum power, optimal load and optimal power spectrum for power training in upper-body (bench press): A review. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 5(1), 18-27.
  13. Chéry, C., & Ruf, L. (2019). Reliability of the Load-Velocity Relationship and Validity of the PUSH to Measure Velocity in the Deadlift. *Journal of strength and conditioning research*, 33(9), 2370–2380.
  14. Comfort, P., Fletcher, C., & McMahon, J. J. (2012). Determination of Optimal Loading During the Power Clean, in Collegiate Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(11), 2970–2974.
  15. Cormie, P., McBride, J. M., & McCaulley, G. O. (2007a). Validation of power measurement techniques in dynamic lower body resistance exercises. *Journal of Applied Biomechanics*, 23(2), 103–118.
  16. Cormie, P., McCaulley, G. O., & McBride, J. M. (2007b). Power versus strength-power jump squat training: Influence on the load-power relationship. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(6), 996–1003.
  17. Cormie, P., McCaulley, G. O., Triplett, N. T., & McBride, J. M. (2007c). Optimal loading for maximal power output during lower-body resistance exercises. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2), 340–349.
  18. Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010). Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(8), 1582-1598.
  19. Fàbrica, C. G., Ferraro, D., Mercado-Palomino, E., Molina-Molina, A., & Chiroso-Rios, I. (2020). Differences in utilization of lower limb muscle power in squat jump with positive and negative load. *Frontiers in Physiology*, 11, 573.
  20. Flores, F. J., Sedano, S., & Redondo, J. C. (2017a). Optimal load and power spectrum during snatch and clean: differences between international and national weightlifters. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(4), 521-533.
  21. Flores, F. J., Sedano, S., & Redondo, J. C. (2017b). Optimal Load and Power Spectrum during Jerk and Back Jerk in Competitive Weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 809–816.
  22. Freitas, T. T., Calleja-González, J., Carlos-Vivas, J., Marín-Cascales, E., & Alcaraz, P. E. (2019). Short-term optimal load training vs a modified complex training in semi-

- professional basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 37(4), 434–442.
23. Gantois, P., de Souza Fonseca, F., Nakamura, F. Y., de Sousa Fortes, L., Fernandez-Fernandez, J., & Ricarte Batista, G. (2022). Analysis of velocity- and power-load relationships of the free-weight back-squat and hexagonal bar deadlift exercises. *Biology of Sport*, 40(1), 201–208.
  24. González-García, J., Giráldez-Costas, V., Ruiz-Moreno, C., Gutiérrez-Hellín, J., & Romero-Moraleda, B. (2021). Delayed potentiation effects on neuromuscular performance after optimal load and high load resistance priming sessions using velocity loss. *European journal of sport science*, 21(12), 1617-1627.
  25. Haff, G. G., & Nimphius, S. (2012). Training principles for power. *Strength and Conditioning Journal*, 34(6), 2–12.
  26. Izquierdo, M., Häkkinen, K., Gonzalez-Badillo, J. J., Ibáñez, J., & Gorostiaga, E. M. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *European Journal of Applied Physiology*, 87(3), 264–271.
  27. Jandacka, D., & Vaverka, F. (2008). A regression model to determine load for maximum power output. *Sports Biomechanics*, 7(3), 361–371.
  28. Jones, M. T., Jagim, A. R., Haff, G. G., Carr, P. J., Martin, J., & Oliver, J. M. (2016). Greater strength drives difference in power between sexes in the conventional deadlift exercise. *Sports*, 4(3), 43.
  29. Kawamori, N., Crum, A. J., Blumert, P. A., Kulik, J. R., Childers, J. T., Wood, J. A., Stone, M. H., & Haff G. Gregory. (2005). Influence of Different Relative Intensities on Power Output During the Hang Power Clean: Identification of the Optimal Load. *Journal of Strength and Conditioning Research: The Research Journal of the NSCA*, 19(3), 698–708.
  30. Kawamori, N., & Haff G, G. (2004). The Optimal Training Load for the Development of Muscular Power. *Strength And Conditioning Research*, 18(3), 675–684.
  31. Kilduff, L. P., Bevan, H., Owen, N., Kingsley, M. I. C., Bunce, P., Bennett, M., & Cunningham, D. (2007). Optimal loading for peak power output during the hang power clean in professional rugby players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(3), 260–269.
  32. Lazarus, A., Halperin, I., Vaknin, G. J., & Iacono, A. D. (2021). Perception of changes in bar velocity as a resistance training monitoring tool for athletes. *Physiology & Behavior*, 231, 113316.
  33. Lesinski, M., Prieske, O., Chaabene, H., & Granacher, U. (2021). Seasonal effects of strength endurance vs. power training in young female soccer athletes. *Journal of*

*Strength and Conditioning Research*, 35, S90–S96.

34. Lopes dos Santos, M. (2019). Body Mass As The Optimal Load Predictor For Power Clean Variations: A Practical Approach. *Illinois State University*.
35. Loturco, I., Nakamura, F. Y., Kobal, R., Gil, S., Pivetti, B., Pereira, L. A., & Roschel, H. (2016). *Traditional Periodization versus Optimum Training Load Applied to Soccer Players: Effects on Neuromuscular Abilities*. *International journal of sports medicine*, 37(13), 1051-1059.
36. McBride, J. M., McCaulley, G. O., Cormie, P., Nuzzo, J. L., Cavill, M. J., & Triplett, N. T. (2009). Comparison of methods to quantify volume during resistance exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 106-110.
37. Miller, R. M., Freitas, E. D., Heshman, A. D., Kaur, J., Koziol, K. J., Galletti, B. A., & Bemben, M. G. (2019). Maximal power production as a function of sex and training status. *Biology of Sport*, 36(1), 31–37.
38. Montalvo-Pérez, A., Alejo, L. B., Valenzuela, P. L., Gil-Cabrera, J., Talavera, E., Luia, A., & Barranco-Gil, D. (2021). Traditional Versus Velocity-Based Resistance Training in Competitive Female Cyclists: A Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Physiology*, 52.
39. Morán-Navarro, R., Martínez-Cava, A., Escribano-Peñas, P., & Courel-Ibáñez, J. (2021). Load-velocity relationship of the deadlift exercise. *European Journal of Sport Science*, 21(5), 678–684.
40. Natera, A. O., Cardinale, M., & Keogh, J. W. L. (2020). The Effect of High Volume Power Training on Repeated High-Intensity Performance and the Assessment of Repeat Power Ability: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 50(7), 1317–1339.
41. Siegel, J. A., Gilders, R. M., Staron, R. S., & Hagerman, F. C. (2002). Human Muscle Power Output During Upper- and Lower-Body Exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(2), 173–178.
42. Soriano, M. A., Jiménez-Reyes, P., Rhea, M. R., & Marín, P. J. (2015). The Optimal Load for Maximal Power Production During Lower-Body Resistance Exercises: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(8), 1191–1205.
43. Suchomel, T. J., Beckham, G. K., & Wright, G. A. (2015). Effect of various loads on the force-time characteristics of the hang high pull. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(5), 1295–1301.
44. Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Medicine*, 48(4), 765–785.
45. Suchomel, T. J., Wright, G. A., Kernozek, T. W., & Kline, D. E. (2014). Kinetic

comparison of the power development between power clean variations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 350–360.

46. Swinton, P. A., Stewart, A. D., Keogh, J. W., Agouris, I., & Lloyd, R. (2011). Kinematic and kinetic analysis of maximal velocity deadlifts performed with and without the inclusion of chain resistance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(11), 3163-3174.
47. Takei, S., Hirayama, K., & Okada, J. (2021). Comparison of the Power Output Between the Hang Power Clean and Hang High Pull Across a Wide Range of Loads in Weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(18), S84–S88.
48. Winchester, J. B., Erickson, T. M., Blak, J. B., & McBride, J. M. (2005). Changes in Bar-Path Kinematics and Kinetics After Power-Clean Training. *The Journal of Strength And Conditioning Research*, 19(1), 177–183.