



**ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΡΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

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

## **ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**“ Η επίδραση των συνεχομένων και διαλειπόντων σετ στην  
παραγωγή ισχύος σε ασκήσεις κάτω άκρων σε αθλητές στίβου”**

**Διονύσης Αργυρόπουλος (ΑΜ:13064)**

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 – ΔΠΘ  
2ο μέλος: Ηλίας Σμήλιος, Καθηγητής, Τ.Ε.Φ.Α.Α – ΔΠΘ  
3ο μέλος: Αυλωνίτη Αλεξάνδρα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τ.Ε.Φ.Α.Α – ΔΠΘ

Κομοτηνή 2026



**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**

**“The effect of continuous and cluster set configurations on power  
putput in lower body exercises in track and field athletes”**

**Argyropoulos Dionisis (R.N. 13087)**

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 Science”

## **COMMITTEE OF EXAMINERS**

Supervising professor: Athanasios Chatzinikolaou, Professor D.P.E.S.S – DUTH

2nd member: Ilias Smilios, Professor D.P.E.S.S – DUTH

3rd member: Alexandra Avloniti, Associate Professor D.P.E.S.S – DUTH

Komotini, 2026

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Διονύσης Αργυρόπουλος:** Η επίδραση των συνεχόμενων και διαλειπόντων σετ στην παραγωγή ισχύος σε ασκήσεις κάτω άκρων σε αθλητές στίβου

(Με την επίβλεψη του Καθηγητή Αθανάσιου Χατζηνικολάου)

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να συγκρίνει την οξεία επίδραση των συνεχόμενων και των διαλειπόντων σετ στην παραγωγή μηχανικής ισχύος κατά την εκτέλεση βασικών πολυαρθρικών ασκήσεων των κάτω άκρων σε αθλητές στίβου. Στη μελέτη συμμετείχαν 14 αθλητές στίβου, 8 άνδρες και 6 γυναίκες, ηλικίας 18 έως 32 ετών, προερχόμενοι από αγωνίσματα ταχύτητας, αλμάτων και ρίψεων. Αρχικά αξιολογήθηκαν τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά και η 1 μέγιστη επανάληψη στις ασκήσεις καθίσματος, άρσεων θανάτου και άρσεων λεκάνης από ύπτια θέση. Στη συνέχεια, για κάθε άσκηση προσδιορίστηκε το φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη μηχανική ισχύ και κατόπιν συγκρίθηκαν δύο πρωτόκολλα εκτέλεσης, δηλαδή συνεχόμενα και διαλείποντα σετ, στο αντίστοιχο φορτίο μέγιστης ισχύος. Η αξιολόγηση της μηχανικής ισχύος πραγματοποιήθηκε με γραμμικό κωδικοποιητή μετατόπισης, ενώ για τη στατιστική επεξεργασία εφαρμόστηκαν αναλύσεις διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στην άσκηση του καθίσματος τα διαλείποντα σετ οδήγησαν σε υψηλότερη συνολική παραγόμενη ισχύ σε σύγκριση με τα συνεχόμενα σετ (2970,98 W έναντι 2854,20 W), ενώ ταυτόχρονα συνδυάστηκαν με χαμηλότερο συνολικό παραγόμενο έργο (0,43 kJ έναντι 0,45 kJ). Αντίθετα, στις άρσεις θανάτου και στις ανυψώσεις λεκάνης δεν παρατηρήθηκαν ουσιαστικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων ούτε ως προς την παραγόμενη ισχύ ούτε ως προς το παραγόμενο έργο. Επιπλέον, στις επιμέρους αναλύσεις των σετ η διαφοροποίηση μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων ήταν εμφανής μόνο στο κάθισμα. Συμπερασματικά, η επίδραση της διάρθρωσης του σετ στην παραγωγή μηχανικής ισχύος δεν είναι κοινή για όλες τις ασκήσεις κάτω άκρων. Τα διαλείποντα σετ φαίνεται να ευνοούν τη διατήρηση υψηλότερης ισχύος στο κάθισμα, χωρίς όμως αντίστοιχο πλεονέκτημα στις άρσεις θανάτου και στις ανυψώσεις λεκάνης. Επομένως, η επιλογή μεταξύ συνεχόμενων και διαλειπόντων σετ θα πρέπει να βασίζεται στα μηχανικά χαρακτηριστικά της άσκησης και στον ειδικό προπονητικό στόχο.

**Λέξεις κλειδιά:** μηχανική ισχύς, διαλείποντα σετ, αθλητές στίβου

## **ABSTRACT**

**Dionisis Argyropoulos:** The effect of continuous and cluster set configurations on power output in lower body exercises in track and field athletes

(Under the supervision of Professor Athanasios Chatzinikolaou)

The purpose of the present study was to compare the acute effects of continuous and cluster-set configurations on mechanical power output during basic lower-body multi-joint exercises in track-and-field athletes. Fourteen track and field athletes participated in the study, including 8 men and 6 women, aged 18 to 32 years, competing in sprint, jumping, and throwing events. Initially, anthropometric characteristics and one-repetition maximum were assessed in the squat, deadlift, and hip thrust exercises. Subsequently, the load corresponding to maximal mechanical power was determined for each exercise, and two execution protocols, namely continuous and cluster sets, were compared at the respective maximal power load. Mechanical power output was assessed using a linear position transducer, and repeated-measures analyses of variance were used to analyze the data. The results showed that in the squat exercise, cluster sets led to higher total power output than continuous sets (2970.98 W vs. 2854.20 W), while being associated with lower total mechanical work (0.43 kJ vs. 0.45 kJ). In contrast, no meaningful differences were observed between the two protocols in the deadlift and hip thrust, either in power output or in mechanical work. In addition, the set-by-set analyses indicated that the two protocols differed only in the squat exercise. In conclusion, the effect of set configuration on mechanical power output is not uniform across lower-body exercises. Cluster sets appear to favor the maintenance of higher power output in the squat, but no comparable advantage was observed in the deadlift or hip thrust. Therefore, the choice between continuous and cluster sets should be based on the exercise's mechanical characteristics and the specific training objective.

**Keywords:** mechanical power, cluster sets, track and field athletes

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....</b>                                                                     | <b>3</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                                     | <b>4</b>  |
| <b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....</b>                                                                  | <b>5</b>  |
| <b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ .....</b>                                                           | <b>7</b>  |
| <b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....</b>                                                            | <b>9</b>  |
| <b>1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>                                                                   | <b>10</b> |
| 1.1 Σκοπός της μελέτης .....                                                              | 13        |
| 1.2 Περιορισμοί της μελέτης .....                                                         | 13        |
| 1.3 Λειτουργικοί ορισμοί .....                                                            | 14        |
| <b>2.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....</b>                                                                | <b>16</b> |
| 2.1 Δείγμα .....                                                                          | 16        |
| 2.2 Πειραματικός σχεδιασμός.....                                                          | 16        |
| 2.3 Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης .....                                         | 17        |
| 2.3.1 Αξιολόγηση σωματομετρικών χαρακτηριστικών.....                                      | 17        |
| 2.3.2 Αξιολόγηση της 1 μέγιστης επανάληψης (1ΜΕ) .....                                    | 18        |
| 2.3.3 Προσδιορισμός του φορτίου μέγιστης μηχανικής ισχύος .....                           | 18        |
| 2.3.4 Σύγκριση συνεχόμενων και διαλειπόντων σετ στο φορτίο μέγιστης μηχανικής ισχύος..... | 18        |
| 2.4 Στατιστική ανάλυση .....                                                              | 20        |
| <b>3.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>                                                               | <b>21</b> |
| 3.1. Περιγραφικά χαρακτηριστικά δείγματος .....                                           | 22        |
| 3.2. Σύγκριση πρωτοκόλλων στη συνολική παραγόμενη ισχύ.....                               | 23        |
| 3.2.1. Κάθισμα.....                                                                       | 23        |
| 3.2.2. Άρσεις θανάτου .....                                                               | 24        |
| 3.2.3. Ανύψωση λεκάνης.....                                                               | 25        |
| 3.3 Σύγκριση πρωτοκόλλων στο συνολικό παραγόμενο έργο .....                               | 26        |
| 3.3.1 Κάθισμα .....                                                                       | 26        |
| 3.3.2 Άρσεις θανάτου.....                                                                 | 27        |
| 3.3.3 Ανύψωση λεκάνης .....                                                               | 28        |
| 3.4 Κάθισμα .....                                                                         | 29        |
| 3.4.1. Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης.....               | 29        |
| 3.4.2. Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την παραγόμενη ισχύ .....                 | 30        |
| 3.4.3. Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εφαρμογής της δύναμης.....   | 31        |
| 3.4.4 Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς το παραγόμενο έργο .....                   | 32        |
| 3.5 Άρσεις θανάτου.....                                                                   | 33        |
| 3.5.1 Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης.....                | 33        |

|                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.5.2 Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την παραγόμενη ισχύ .....                | 34        |
| 3.5.3 Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εφαρμογής της δύναμης.....  | 35        |
| 3.5.4 Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς το παραγόμενο έργο .....                 | 36        |
| 3.6. Ανύψωση λεκάνης .....                                                              | 37        |
| 3.6.1 Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης.....              | 37        |
| 3.6.2 Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την παραγόμενη ισχύ .....                | 38        |
| 3.6.3 Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εφαρμογής της δύναμης ..... | 39        |
| 3.6.4 Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς το παραγόμενο έργο.....                  | 40        |
| <b>4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....</b>                                                                 | <b>41</b> |
| <b>5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>                                                              | <b>45</b> |
| <b>6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>                                                             | <b>46</b> |

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

- Σχήμα 1.** Σύγκριση πρωτοκόλλων στην άσκηση κάθισμα ως προς το σύνολο της παραγόμενης ισχύος. .... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 2.** Σύγκριση πρωτοκόλλων στην άσκηση άρσεις θανάτου ως προς το σύνολο της παραγόμενης ισχύος. .... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 3.** Σύγκριση πρωτοκόλλων στην άσκηση ανύψωση λεκάνης ως προς το σύνολο της παραγόμενης ισχύος. .... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 4.** Σύγκριση πρωτοκόλλων στην άσκηση κάθισμα ως προς το σύνολο του παραγόμενου έργου. .... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 5.** Σύγκριση πρωτοκόλλων στην άσκηση άρσεις θανάτου ως προς το σύνολο του παραγόμενου έργου. .... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 6.** Σύγκριση πρωτοκόλλων στην άσκηση ανύψωση λεκάνης ως προς το σύνολο του παραγόμενου έργου. .... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 7.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων στην άσκηση κάθισμα ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης. .... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 8 .** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων στην άσκηση κάθισμα ως προς την παραγόμενη ισχύ. .... 30
- Σχήμα 9.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων στην άσκηση κάθισμα ως προς την ταχύτητα εφαρμογής της δύναμης. .... 31
- Σχήμα 10.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων στην άσκηση κάθισμα ως προς το παραγόμενο έργο. .... 32
- Σχήμα 11.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων στην άσκηση άρσεις θανάτου ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης. .... 33
- Σχήμα 12.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων στην άσκηση άρσεις θανάτου ως προς την παραγόμενη ισχύ. .... 34
- Σχήμα 13.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων στην άσκηση άρσεις θανάτου ως προς την ταχύτητα εφαρμογής της δύναμης. .... 35
- Σχήμα 14.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων στην άσκηση άρσεις θανάτου ως προς το παραγόμενο έργο. .... 36
- Σχήμα 15.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων στην άσκηση ανύψωση λεκάνης ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης. .... 37

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Σχήμα 16 .</b> Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων στην άσκηση ανύψωση λεκάνης ως προς την παραγόμενη ισχύ. ....               | 38 |
| <b>Σχήμα 17.</b> Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων στην άσκηση ανύψωση λεκάνης ως προς την ταχύτητα εφαρμογής της δύναμης. .... | 39 |
| <b>Σχήμα 18.</b> Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων στην άσκηση ανύψωση λεκάνης ως προς το παραγόμενο έργο. ....                 | 40 |



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

**Πίνακας 1** Περιγραφικά Χαρακτηριστικά Δείγματος **Σφάλμα!** **Δεν** **έχει** **οριστεί**  
**σελιδοδείκτης.**

## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ικανότητα παραγωγής υψηλής μηχανικής ισχύος σε περιορισμένο χρονικό διάστημα αποτελεί βασική προϋπόθεση της αθλητικής απόδοσης σε αγωνίσματα όπου κυριαρχούν η επιτάχυνση, τα άλματα, οι ρίψεις και γενικότερα οι εκρηκτικές κινήσεις (Haff & Nimphius, 2012; Suchomel et al., 2016). Η μηχανική ισχύς ορίζεται ως ο ρυθμός παραγωγής έργου στη μονάδα του χρόνου ή, ισοδύναμα, ως το γινόμενο της δύναμης και της ταχύτητας κίνησης, γεγονός που υποδηλώνει ότι η εκδήλωσή της εξαρτάται από την αποτελεσματική σύζευξη της ικανότητας παραγωγής δύναμης με την ικανότητα ταχείας εφαρμογής της (Haff & Nimphius, 2012; Kawamori & Haff, 2004). Το θεωρητικό υπόβαθρο της ισχύος εδράζεται στη σχέση δύναμης και ταχύτητας, σύμφωνα με την οποία η παραγόμενη δύναμη μειώνεται όσο αυξάνεται η ταχύτητα βράχυνσης του μυός, ενώ οι υψηλότερες τιμές δύναμης εμφανίζονται σε συνθήκες χαμηλότερης ταχύτητας κίνησης (Hill, 1938; Kawamori & Haff, 2004). Ως αποτέλεσμα αυτής της αντιστρόφως ανάλογης σχέσης, η μέγιστη ισχύς δεν επιτυγχάνεται ούτε στα πολύ χαμηλά ούτε στα πολύ υψηλά φορτία, αλλά σε ένα ενδιάμεσο σημείο όπου συνδυάζονται επαρκώς υψηλές τιμές δύναμης και ταχύτητας (Cormie et al., 2007b; Siegel et al., 2002). Επομένως, η βελτίωση της ισχύος προϋποθέτει αύξηση της μέγιστης δύναμης και βελτιστοποίηση του τρόπου με τον οποίο αυτή εκφράζεται υπό συνθήκες ταχείας εκτέλεσης (Haff & Nimphius, 2012; Kawamori & Haff, 2004). Παρότι η ανάπτυξη της μέγιστης δύναμης αποτελεί ουσιώδη βάση για την προπόνηση ισχύος, ιδίως σε αθλητές με χαμηλά ή μέτρια επίπεδα δύναμης, στους καλά προπονημένους αθλητές η περαιτέρω βελτίωση της ισχύος απαιτεί πιο εξειδικευμένες παρεμβάσεις που στοχεύουν όχι τόσο στην παραγωγή υψηλών τιμών δύναμης, όσο και στην ταχύτερη εφαρμογή τους, στον ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης και στη μηχανική συνάφεια της άσκησης με τις απαιτήσεις του αγωνίσματος (Baker, 2001; Cormie et al., 2010; Suchomel et al., 2016).

Στο πλαίσιο αυτό, η προπόνηση ισχύος μπορεί να εφαρμοστεί μέσω πλειομετρικών ασκήσεων, βαλλιστικών κινήσεων, ασκήσεων με αντιστάσεις και ολυμπιακών άρσεων ή των παραλλαγών τους, καθώς κάθε μία από αυτές τις μεθόδους επιβαρύνει διαφορετικά σημεία της καμπύλης δύναμης και ταχύτητας (Kawamori & Haff, 2004; Soriano et al., 2015). Μεταξύ αυτών, οι πολυαρθρικές ασκήσεις με ελεύθερα βάρη κατέχουν ιδιαίτερα σημαντική θέση στην προπονητική πράξη, επειδή επιτρέπουν την εφαρμογή υψηλών

εξωτερικών αντιστάσεων, τη συντονισμένη ενεργοποίηση μεγάλων μυϊκών ομάδων και τη συστηματική προοδευτική επιβάρυνση του νευρομυϊκού συστήματος (Haff & Nimphius, 2012; Kawamori & Haff, 2004). Ειδικότερα για τα κάτω άκρα, το κάθισμα, οι άρσεις θανάτου και οι άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση αποτελούν τρεις από τις συχνότερα χρησιμοποιούμενες ασκήσεις για την ανάπτυξη δύναμης και ισχύος, καθώς παρουσιάζουν υψηλή λειτουργική συνάφεια με τις απαιτήσεις της επιτάχυνσης, της αλτικής ικανότητας και της παραγωγής οριζόντιας και κατακόρυφης δύναμης (Swinton et al., 2011; Contreras et al., 2017). Παρότι οι ασκήσεις αυτές στοχεύουν σε μεγάλο βαθμό σε επικαλυπτόμενες μυϊκές ομάδες, δεν είναι μηχανικά ταυτόσημες, αφού διαφοροποιούνται ως προς την κινηματική τους, την κατανομή της ροπής στα κάτω άκρα και τη σχετική έμφαση στους εκτείνοντες του γόνατος και του ισχίου (Swinton et al., 2011; Contreras et al., 2015). Οι διαφορές αυτές έχουν ουσιαστική προπονητική σημασία, επειδή επηρεάζουν τόσο το φορτίο στο οποίο μπορεί να επιτευχθεί η μέγιστη ισχύς όσο και τον τρόπο με τον οποίο η κόπωση ενδέχεται να μεταβάλει την ποιότητα της εκτέλεσης μέσα στο σετ (Contreras et al., 2015; Montalvo-Pérez et al., 2021; Swinton et al., 2011). Η μέγιστη μηχανική ισχύς στις πολυαρθρικές ασκήσεις με βάρη, είναι αποδεδειγμένο πως επιτυγχάνεται συνήθως σε υπομέγιστα φορτία, αν και το ακριβές ποσοστό της 1 μέγιστης επανάληψης μεταβάλλεται ανάλογα με τη φύση της άσκησης, το προπονητικό επίπεδο και τα χαρακτηριστικά του δείγματος (Castillo et al., 2012; Freitas et al., 2019). Στο κάθισμα, το βέλτιστο φορτίο κυμαίνεται στο εύρος 50% έως 70% της 1 μέγιστης επανάληψης, ενώ στις άρσεις θανάτου και στις άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση έχουν επίσης αναφερθεί τιμές στην περιοχή των μέτριων υπομέγιστων φορτίων, με αξιοσημείωτη όμως διακύμανση μεταξύ των μελετών (Cormie et al., 2007c; Gantois et al., 2023; Montalvo-Pérez et al., 2021; Swinton et al., 2011). Τα δεδομένα αυτά επιβεβαιώνουν ότι το εξωτερικό φορτίο αποτελεί κρίσιμη μεταβλητή της προπόνησης ισχύος, χωρίς όμως να επαρκεί από μόνο του για να ερμηνεύσει την πραγματική παραγωγή ισχύος κατά τη διάρκεια ολόκληρου του σετ, όπου παρεμβάλλεται αναπόφευκτα η οξεία κόπωση (Freitas et al., 2019; Natera et al., 2020).

Ακριβώς γι' αυτόν τον λόγο, η διάρθρωση των σετ αναδεικνύεται σε βασική παράμετρο της προπόνησης ισχύος, καθώς η μηχανική ποιότητα κάθε επανάληψης έχει μεγαλύτερη σημασία από την απλή ολοκλήρωση ενός προκαθορισμένου όγκου εργασίας (Haff & Nimphius, 2012; Natera et al., 2020). Όταν οι επαναλήψεις εκτελούνται συνεχόμενα, ιδιαίτερα σε φορτία που απαιτούν υψηλή προσπάθεια ή σε ασκήσεις με

σημαντική νευρομυϊκή επιβάρυνση, η κόπωση συσσωρεύεται προοδευτικά, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ταχύτητα εκτέλεσης και κατ' επέκταση η παραγόμενη ισχύς στις τελευταίες επαναλήψεις του ίδιου σετ (Suchomel et al., 2018; Tufano et al., 2016). Συνεπώς, η επιλογή του αριθμού επαναλήψεων, του χρόνου ανάπαυσης και της εσωτερικής οργάνωσης του σετ επηρεάζει άμεσα το πραγματικό προπονητικό ερέθισμα που δέχεται ο αθλητής (Haff & Nimphius, 2012; Natera et al., 2020). Μία από τις προτεινόμενες στρατηγικές περιορισμού αυτής της πτώσης είναι η χρήση διαλειπόντων ή αλλιώς cluster σετ, στα οποία παρεμβάλλονται σύντομα εντός των σετ διαλείμματα μεταξύ μεμονωμένων επαναλήψεων ή μικρών συστάδων επαναλήψεων, με στόχο τη μερική αποκατάσταση του νευρομυϊκού συστήματος και τη διατήρηση υψηλότερης ταχύτητας εκτέλεσης (Baker & Newton, 2005; Tufano et al., 2016). Η λογική της μεθόδου αυτής είναι ότι ακόμη και πολύ σύντομα διαλείμματα μπορούν να μετριάσουν τη συσσώρευση κόπωσης μέσα στο σετ και να επιτρέψουν την εκτέλεση κάθε επανάληψης υπό ευνοϊκότερες μηχανικές συνθήκες σε σχέση με ένα παραδοσιακό συνεχόμενο σετ ίδια ποσότητας (Baker & Newton, 2005; Tufano et al., 2016). Μελέτες που εξέτασαν την οξεία επίδραση έχουν πράγματι δείξει ότι τα cluster sets τείνουν να διατηρούν σε μεγαλύτερο βαθμό την ταχύτητα της μπάρας και την παραγόμενη ισχύ σε σύγκριση με τα παραδοσιακά σετ, ιδίως όταν ο συνολικός αριθμός επαναλήψεων ή το σχετικό φορτίο είναι αρκετά υψηλά ώστε να επιφέρουν την εμφάνιση κόπωσης (Tufano et al., 2016; Davies et al., 2021). Παρά ταύτα, οι διαθέσιμες συστηματικές ανασκοπήσεις και μεταανалύσεις δείχνουν ότι, όταν ο συνολικός όγκος και η ένταση εξισώνονται, οι χρόνιες προσαρμογές στη μέγιστη δύναμη και σε άλλους δείκτες απόδοσης δεν διαφοροποιούνται πάντοτε ουσιαστικά μεταξύ cluster και παραδοσιακών σετ (Davies et al., 2021). Κατά συνέπεια, το κύριο ενδιαφέρον των διαλειπόντων σετ εντοπίζεται πρωτίστως στη δυνατότητά τους να διαχειρίζονται αποτελεσματικότερα την οξεία κόπωση και να διατηρούν υψηλότερη ποιότητα επανάληψης όταν ο βασικός στόχος της προπόνησης είναι η παραγωγή δύναμης - ισχύος (Davies et al., 2021; Tufano et al., 2016).

Οι γνώσεις γύρω από το θέμα της οργάνωσης της προπόνησης και των σετ συγκεκριμένα αποκτά ιδιαίτερη σημασία στην προπονητική διαδικασία του στίβου, όπου η μεταφορά της προπόνησης με αντιστάσεις στην αγωνιστική επίδοση εξαρτάται όχι μόνο από τη γενική αύξηση της δύναμης, αλλά και από τη διατήρηση της εκρηκτικότητας, της ταχείας εφαρμογής δύναμης και της μηχανικής ποιότητας της κίνησης (Suchomel et al.,

2016). Παράλληλα, οι αθλητές στίβου συνιστούν έναν ιδιαίτερα απαιτητικό πληθυσμό, καθώς τα αγωνίσματα ταχύτητας, αλμάτων και ρίψεων διαφοροποιούνται ως προς τη σχετική έμφαση στη δύναμη, στην ταχύτητα ή στον συνδυασμό τους, χωρίς όμως να αναιρείται η κοινή σημασία της ισχύος ως βασικού παράγοντα απόδοσης (Alcaraz et al., 2011; Suchomel et al., 2016). Ωστόσο, παρά την ευρεία χρήση των πολυαρθρικών ασκήσεων κάτω άκρων στην προπονητική πράξη, παραμένουν περιορισμένα τα δεδομένα που εξετάζουν αν η διάρθρωση του σετ επηρεάζει με παρόμοιο ή διαφορετικό τρόπο την παραγόμενη ισχύ σε ασκήσεις με διαφορετικό μηχανικό προφίλ, όπως το κάθισμα, οι άρσεις θανάτου και οι άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση, σε αθλητές στίβου (Swinton et al., 2011; Contreras et al., 2015; Tufano et al., 2016). Ενώ, επομένως, η βιβλιογραφία έχει αποσαφηνίσει σε σημαντικό βαθμό τόσο τη σχέση δύναμης και ταχύτητας όσο και τη σημασία του βέλτιστου φορτίου για την παραγωγή μέγιστης ισχύος, εξακολουθεί να υπάρχει ερευνητικό κενό ως προς το πώς η εσωτερική οργάνωση του σετ επηρεάζει τη διατήρηση της ισχύος σε βασικές πολυαρθρικές ασκήσεις κάτω άκρων σε εξειδικευμένους αθλητικούς πληθυσμούς (Davies et al., 2021; Tufano et al., 2016). Η διερεύνηση αυτού του ζητήματος είναι σημαντική, επειδή μπορεί να προσφέρει ακριβέστερες κατευθύνσεις για τον σχεδιασμό της προπόνησης ισχύος ως προς το πώς θα οργανωθεί η εκτέλεσή των σετ (Freitas et al., 2019; Natera et al., 2020).

### **1.1. Σκοπός της μελέτης**

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να συγκρίνει την οξεία επίδραση των διαλειπόντων και των συνεχόμενων σετ με αντιστάσεις στην παραγόμενη μηχανική ισχύ κατά την εκτέλεση βασικών πολυαρθρικών ασκήσεων των κάτω άκρων, και συγκεκριμένα του καθίσματος, των άρσεων θανάτου και των άρσεων λεκάνης από ύπτια θέση, σε αθλητές στίβου αγωνισμάτων ταχύτητας, αλμάτων και ρίψεων. Ειδικότερα, η μελέτη επιδίωξε να διερευνήσει αν η διαφοροποίηση της εσωτερικής οργάνωσης του σετ μπορεί να επηρεάσει τη διατήρηση υψηλών τιμών ισχύος κατά την εκτέλεση των παραπάνω ασκήσεων υπό συνθήκες προπόνησης με αντιστάσεις.

### **1.2. Περιορισμοί της μελέτης**

Κατά την ερμηνεία των ευρημάτων της παρούσας μελέτης θα πρέπει να ληφθούν υπόψη ορισμένοι περιορισμοί. Πρώτον, το δείγμα περιλάμβανε προπονημένους αθλητές

στίβου, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων σε λιγότερο προπονημένους ασκούμενους, σε αρχάριους ή σε άλλους αθλητικούς πληθυσμούς με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Δεύτερον, η μελέτη επικεντρώθηκε αποκλειστικά σε τρεις βασικές πολυαρθρικές ασκήσεις των κάτω άκρων, δηλαδή στο κάθισμα, στις άρσεις θανάτου και στις άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση. Επομένως, τα αποτελέσματα δεν μπορούν να μεταφερθούν αυτόματα σε άλλες ασκήσεις προπόνησης ισχύος, όπως οι βαλλιστικές ασκήσεις και οι ολυμπιακές άρσεις. Τρίτον, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (ΜΔΕ) αξιολόγησε οξείες επιδράσεις στην παραγωγή ισχύος και όχι μακροχρόνιες προσαρμογές. Κατά συνέπεια, τα ευρήματα δεν επιτρέπουν συμπεράσματα σχετικά με τη χρόνια επίδραση των διαφορετικών διαμορφώσεων σερ στη δύναμη, στην ισχύ ή στην αγωνιστική απόδοση. Τέταρτον, η αποτίμηση της μηχανικής απόδοσης βασίστηκε σε αξιολόγηση της κίνησης της μπάρας κατά την εκτέλεση συγκεκριμένων ασκήσεων με αντιστάσεις. Επομένως, παρότι τα δεδομένα αυτά παρέχουν ουσιαστικές πληροφορίες για τη μηχανική ποιότητα της εκτέλεσης, δεν αποτυπώνουν άμεσα τη μεταφορά των ευρημάτων σε αγωνιστικές δεξιότητες, όπως η επιτάχυνση, το άλμα ή η ρίψη. Τέλος, οι διαφορές μεταξύ αγωνισμάτων στίβου ενδέχεται να επηρεάζουν τη νευρομυϊκή απόκριση στα εξεταζόμενα πρωτόκολλα, στοιχείο που δεν επιτρέπει την πλήρη εξειδίκευση των συμπερασμάτων για κάθε επιμέρους αγωνιστική κατηγορία.

### 1.3. Λειτουργικοί ορισμοί

- **Μηχανική ισχύς:** Ως μηχανική ισχύς ορίζεται ο ρυθμός παραγωγής έργου στη μονάδα του χρόνου ή, ισοδύναμα, το γινόμενο της δύναμης και της ταχύτητας κίνησης κατά την εκτέλεση μιας άσκησης με αντιστάσεις.
- **Ταχύτητα εκτέλεσης:** Ως ταχύτητα εκτέλεσης ορίζεται ο ρυθμός μετατόπισης της μπάρας κατά τη διάρκεια της κίνησης, και ειδικότερα κατά τη σύγκεντρη φάση της άσκησης.
- **Συνολική παραγόμενη ισχύς:** Ως συνολική παραγόμενη ισχύς ορίζεται το άθροισμα ή η συνολική απόδοση ισχύος που καταγράφεται κατά την εκτέλεση του εξεταζόμενου πρωτοκόλλου σε μία άσκηση.
- **Συνολικό παραγόμενο έργο:** Ως συνολικό παραγόμενο έργο ορίζεται το συνολικό μηχανικό έργο που παράγεται κατά την εκτέλεση του εξεταζόμενου πρωτοκόλλου σε μία άσκηση.

- **Μία μέγιστη επανάληψη (1ΜΕ):** Ως μία μέγιστη επανάληψη ορίζεται το μέγιστο φορτίο που μπορεί να ανυψώσει ο αθλητής μία μόνο φορά με σωστή τεχνική σε συγκεκριμένη άσκηση.
- **Συνεχόμενα ή παραδοσιακά σετ:** Ως συνεχόμενα ή παραδοσιακά σετ ορίζεται η μορφή οργάνωσης της άσκησης κατά την οποία όλες οι επαναλήψεις ενός σετ εκτελούνται διαδοχικά, χωρίς ενδιάμεση ανάπαυση μεταξύ τους, ενώ η ανάπαυση παρεμβάλλεται μόνο μεταξύ των σετ.
- **Διαλείποντα ή ομαδοποιημένα σετ (cluster sets):** Ως διαλείποντα ή ομαδοποιημένα σετ ορίζεται η μορφή οργάνωσης της άσκησης κατά την οποία παρεμβάλλονται σύντομα διαλείμματα μεταξύ μεμονωμένων επαναλήψεων ή μικρών ομάδων επαναλήψεων, με στόχο τον περιορισμό της κόπωσης και τη διατήρηση υψηλότερης ταχύτητας και ισχύος εκτέλεσης.
- **Πολυαρθρικές ασκήσεις κάτω άκρων:** Ως πολυαρθρικές ασκήσεις κάτω άκρων ορίζονται οι ασκήσεις που περιλαμβάνουν ταυτόχρονη κίνηση σε περισσότερες από μία αρθρώσεις των κάτω άκρων και της πυελικής ζώνης, όπως το κάθισμα, οι άρσεις θανάτου και οι άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση.

## II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 2.1. Δείγμα

Στη μελέτη συμμετείχαν 14 αθλητές στίβου, εκ των οποίων 8 άνδρες και 6 γυναίκες, ηλικίας 18 έως 32 ετών. Όλοι οι συμμετέχοντες προέρχονταν από αγωνίσματα στα οποία η μυϊκή ισχύς αποτελεί βασικό στοιχείο της απόδοσης, όπως τα αγωνίσματα ταχύτητας, αλμάτων και ρίψεων. Τα κριτήρια ένταξης στη μελέτη ήταν τα εξής: α) να είναι ενεργοί αθλητές στίβου, β) να έχουν τουλάχιστον δύο έτη συστηματικής εμπειρίας σε προπόνηση με αντιστάσεις, γ) να μπορούν να εκτελούν με ορθή τεχνική τις ασκήσεις που αξιολογήθηκαν, δ) να μπορούν να ανυψώσουν στην άσκηση κάθισμα φορτίο μεγαλύτερο από 1,5 φορές τη σωματική τους μάζα, ε) να μην έχουν υποστεί τραυματισμό κατά το τελευταίο έτος και στ) να μην πάσχουν από κάποια γνωστή πάθηση που θα μπορούσε να επηρεάσει τη νευρομυϊκή απόδοση ή την ασφαλή συμμετοχή στις δοκιμασίες.

Πριν από την έναρξη της έρευνας, όλοι οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν προφορικά και γραπτά για τον σκοπό της μελέτης, τις πειραματικές διαδικασίες, τα πιθανά οφέλη και τους πιθανούς κινδύνους της συμμετοχής τους, και υπέγραψαν έντυπο ενημερωμένης συγκατάθεσης. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε δομημένη συνέντευξη σχετικά με το προπονητικό τους ιστορικό και την εμπειρία τους στην προπόνηση με αντιστάσεις.

### 2.2. Πειραματικός σχεδιασμός

Η παρούσα μελέτη σχεδιάστηκε ώστε να συγκρίνει δύο διαφορετικές διαμορφώσεις σετ, δηλαδή τα συνεχόμενα και τα διαλείποντα σετ, ως προς την παραγωγή μηχανικής ισχύος κατά την εκτέλεση τριών βασικών πολυαρθρικών ασκήσεων των κάτω άκρων: του καθίσματος, των άρσεων θανάτου και των άρσεων λεκάνης από ύπτια θέση. Όλοι οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν και στις τρεις ασκήσεις, καθώς και στα δύο πρωτόκολλα εκτέλεσης.

Το κύριο πειραματικό μέρος της μελέτης διεξήχθη στις εγκαταστάσεις του Τ.Ε.Φ.Α.Α. Κομοτηνής. Κατά την πρώτη συνεδρία πραγματοποιήθηκαν η λήψη του προπονητικού ιστορικού και η αξιολόγηση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών. Στις επόμενες τρεις συνεδρίες αξιολογήθηκε η 1 μέγιστη επανάληψη στις ασκήσεις καθίσματος, άρσεων θανάτου και άρσεων λεκάνης από ύπτια θέση, με μία άσκηση ανά συνεδρία. Ακολούθως,



σε τρεις επιπλέον συνεδρίες προσδιορίστηκε το φορτίο στο οποίο επιτυγχανόταν η μέγιστη μηχανική ισχύς για καθεμία από τις τρεις ασκήσεις. Μετά τον προσδιορισμό του φορτίου μέγιστης ισχύος, οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν σε έξι πρόσθετες συνεδρίες, ώστε κάθε άσκηση να εξεταστεί δύο φορές, μία με συνεχόμενα σετ και μία με διαλείποντα σετ, στο αντίστοιχο φορτίο μέγιστης ισχύος. Μεταξύ των συνεδριών μεσολαβούσαν τουλάχιστον 48 ώρες, ώστε να περιοριστεί η επίδραση της υπολειμματικής κόπωσης. Η σειρά των ασκήσεων και των δύο πρωτοκόλλων καθορίστηκε με τυχαίο τρόπο.

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

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

Κατά την πρώτη συνάντηση πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων, με σκοπό την περιγραφή του δείγματος και την καταγραφή βασικών παραμέτρων σύστασης σώματος. Ειδικότερα, μετρήθηκαν το σωματικό ύψος, το σωματικό βάρος, το ποσοστό σωματικού λίπους, η άλιπη σωματική μάζα και η σκελετική μυϊκή μάζα. Το σωματικό ύψος μετρήθηκε με αναστημόμετρο (Seca 700, Vogel & Halke, Hamburg, Germany), με τους συμμετέχοντες σε όρθια θέση, χωρίς υποδήματα και με το σώμα σε ανατομική στάση. Η εκτίμηση της σύστασης σώματος πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής εμπέδησης, με χρήση αναλυτή MA801 (Charder Medical, Taiwan). Για τη διασφάλιση της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας των μετρήσεων, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να μην έχουν καταναλώσει τροφή ή καφέ κατά το τελευταίο τρίωρο πριν από την αξιολόγηση και να μην έχουν εκτελέσει έντονη άσκηση κατά τις τελευταίες 48 ώρες. Επιπλέον, στις γυναίκες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν εκτός φάσης εμμήνου ρύσεως, ώστε να περιοριστεί η πιθανή επίδραση παροδικών μεταβολών της ενυδάτωσης στην εκτίμηση της σύστασης σώματος. Κατά τη διαδικασία της αξιολόγησης της σύστασης σώματος με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής εμπέδησης, οι συμμετέχοντες / ουσες στέκονταν με τα πόδια τοποθετημένα στις ηλεκτροφόρες πλάκες και τα άνω άκρα σε ήπια απαγωγή, κρατώντας σταθερά τις χειρολαβές έως την ολοκλήρωση της μέτρησης. Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις οδηγίες χρήσης του οργάνου και υπό σταθερές συνθήκες μέτρησης για όλους τους / τις συμμετέχοντες / ουσες.

### **2.3.2. Αξιολόγηση της 1 μέγιστης επανάληψης (1ΜΕ)**

Η αξιολόγηση της 1 μέγιστης επανάληψης πραγματοποιήθηκε με την άμεση μέθοδο στις ασκήσεις κάθισμα, άρσεις θανάτου και άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση. Πριν από κάθε δοκιμασία, οι συμμετέχοντες / ουσες εκτελούσαν επιβλεπόμενη προθέρμανση διάρκειας 10 λεπτών, προκειμένου να προετοιμαστούν για την αξιολόγηση. Κατά την ειδική προθέρμανση καθορίστηκε και ελέγχθηκε η ορθή τεχνική εκτέλεσης κάθε άσκησης. Στην άσκηση καθίσματος, το εύρος κίνησης ορίστηκε στις 90° κάμψης των γονάτων. Στις άρσεις θανάτου, η μπάρα ξεκινούσε από το έδαφος και η επανάληψη ολοκληρωνόταν με πλήρη έκταση των γονάτων και των ισχίων στην όρθια θέση. Στις άρσεις λεκάνης από ύπτια θέση, ως έγκυρη θεωρήθηκε η επανάληψη κατά την οποία επιτυγχανόταν πλήρης έκταση των ισχίων στην τελική θέση της κίνησης. Η εγκυρότητα κάθε προσπάθειας ελεγχόταν από τους επιβλέποντες ερευνητές με βάση προκαθορισμένα τεχνικά κριτήρια.

Στη συνέχεια, ζητήθηκε από κάθε συμμετέχοντα / ουσά να δηλώσει το φορτίο που θεωρούσε ότι προσεγγίζει τη μέγιστη επανάληψή του στην εκάστοτε άσκηση. Ακολούθησε ένα προπαρασκευαστικό σετ με αντίσταση ίση με το 50% της εκτιμώμενης 1 μέγιστης επανάληψης. Κατά τη φάση της αξιολόγησης, το αρχικό φορτίο των προσπαθειών ορίστηκε περίπου στο 80% της εκτιμώμενης 1 μέγιστης επανάληψης, στο οποίο οι συμμετέχοντες / ουσες εκτελούσαν 5 έως 6 επαναλήψεις. Στη συνέχεια, το φορτίο αυξανόταν προοδευτικά κατά περίπου 5% έως 10% σε κάθε επόμενο σετ, μέχρι τον προσδιορισμό του μέγιστου φορτίου που μπορούσε να ανυψωθεί μία μόνο φορά με ορθή τεχνική. Η διαδικασία ολοκληρωνόταν σε 3 έως 4 σετ, με παθητικό διάλειμμα 3 έως 5 λεπτών μεταξύ των σετ (Jones et al., 2016). Κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών χρησιμοποιήθηκαν μπάρες ολυμπιακού τύπου, μεταβαλλόμενοι δίσκοι βαρών με δυνατότητα αύξησης του φορτίου ανά 0,5 kg, καθώς και βοηθητικός εξοπλισμός, όπως ζώνη και ιμάντες συγκράτησης, όπου αυτό κρίθηκε απαραίτητο.

### **2.3.3. Προσδιορισμός του φορτίου μέγιστης μηχανικής ισχύος**

Ο προσδιορισμός του φορτίου μέγιστης μηχανικής ισχύος πραγματοποιήθηκε με έμμεση μέθοδο, με χρήση γραμμικού κωδικοποιητή μετατόπισης (linear encoder) Chronojump (Barcelona, Spain), ο οποίος τοποθετήθηκε στο άκρο της μπάρας. Ο γραμμικός κωδικοποιητής κατέγραφε τη μετατόπιση και την ταχύτητα της μπάρας και μέσω του λογισμικού Chronojump υπολογίζονταν οι αντίστοιχες μηχανικές παράμετροι

κάθε επανάληψης, όπως η δύναμη, η ταχύτητα και η ισχύς. Πριν από την έναρξη των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε έλεγχος της ορθής λειτουργίας τόσο της συσκευής όσο και του λογισμικού, ώστε να διασφαλιστεί η εγκυρότητα και η αξιοπιστία των καταγραφών.

Πριν από κάθε συνεδρία αξιολόγησης, οι συμμετέχοντες εκτελούσαν επιβλεπόμενη γενική και ειδική προθέρμανση διάρκειας 15 λεπτών. Στη συνέχεια, εκτελούσαν 5 σετ των 6 επαναλήψεων σε υπομέγιστα φορτία της 1ΜΕ (20%, 35%, 50%, 65% και 80%) για κάθε άσκηση, με παθητικό διάλειμμα 3 λεπτών μεταξύ των σετ. Κατά την εκτέλεση των ασκήσεων, οι συμμετέχοντες καθοδηγήθηκαν να εκτελούν τη σύγκεντρη φάση με μέγιστη δυνατή ταχύτητα, ενώ η έκκεντρη φάση έπρεπε να είναι ελεγχόμενη και να διαρκεί περίπου 2 δευτερόλεπτα. Καθ' όλη τη διάρκεια των δοκιμασιών παρεχόταν προφορική ενθάρρυνση.

Ο γραμμικός κωδικοποιητής ήταν συνδεδεμένος με υπολογιστή που έφερε το λογισμικό Chronojump, στο οποίο καταχωρούνταν το φορτίο κάθε προσπάθειας. Το λογισμικό υπολόγιζε αυτόματα τη μέση ταχύτητα κίνησης της μπάρας, την παραγόμενη δύναμη και τη μηχανική ισχύ για κάθε επανάληψη. Για κάθε φορτίο υπολογίστηκε η μέση τιμή ισχύος από τις έξι επαναλήψεις. Στη συνέχεια, οι τιμές ισχύος απεικονίστηκαν σε καρτεσιανό σύστημα αξόνων και με τη χρήση του λογισμικού Microsoft Excel εξήχθη η δευτεροβάθμια εξίσωση που περιέγραφε τη σχέση ισχύος–φορτίου. Το φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ υπολογίστηκε από τη μέγιστη τιμή της καμπύλης, με βάση τον τύπο  $P_{max} = -b/2a$ .

#### **2.3.4. Σύγκριση συνεχόμενων και διαλειπόντων σετ στο φορτίο μέγιστης μηχανικής ισχύος**

Η σύγκριση των δύο πρωτοκόλλων πραγματοποιήθηκε τουλάχιστον μία εβδομάδα μετά την ολοκλήρωση της μέτρησης της 1 μέγιστης επανάληψης και του προσδιορισμού του φορτίου μέγιστης μηχανικής ισχύος για κάθε άσκηση. Για καθεμία από τις τρεις ασκήσεις εφαρμόστηκαν δύο διαφορετικά πρωτόκολλα εκτέλεσης, ένα πρωτόκολλο συνεχόμενων σετ και ένα πρωτόκολλο διαλειπόντων σετ. Και στα δύο πρωτόκολλα η εκτέλεση πραγματοποιήθηκε στο φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ για τη συγκεκριμένη άσκηση.

Στο πρωτόκολλο συνεχόμενων σετ, οι συμμετέχοντες εκτελούσαν 4 σετ των 6 επαναλήψεων στο φορτίο μέγιστης ισχύος, με παθητικό διάλειμμα 3 λεπτών μεταξύ των

σετ. Στο πρωτόκολλο διαλειπόντων σετ, οι συμμετέχοντες εκτελούσαν επίσης 4 σετ των 6 επαναλήψεων στο ίδιο φορτίο, με τη διαφορά ότι οι επαναλήψεις κατανέμονταν σε τρεις υποομάδες των δύο επαναλήψεων (2+2+2), με διάλειμμα 20 δευτερολέπτων μεταξύ των υποομάδων και παθητικό διάλειμμα 3 λεπτών μεταξύ των σετ. Στις άρσεις θανάτου, κατά τη σύγκριση των δύο πρωτοκόλλων, οι επαναλήψεις εκτελέστηκαν με touch-and-go τρόπο.

Κάθε συνεδρία περιελάμβανε την αξιολόγηση μίας έως δύο ασκήσεων, ενώ μεταξύ των συνεδριών μεσολαβούσαν τουλάχιστον 48 ώρες. Η σειρά αξιολόγησης των ασκήσεων πραγματοποιήθηκε με τυχαίο τρόπο. Κατά την εκτέλεση των δοκιμασιών, ο γραμμικός κωδικοποιητής ήταν συνδεδεμένος με υπολογιστή που έφερε το λογισμικό Chronojump. Το λογισμικό υπολόγιζε αυτόματα τη μέση ταχύτητα κίνησης της μπάρας, την παραγόμενη δύναμη και τη μηχανική ισχύ για κάθε επανάληψη. Επαναλήψεις που παρουσίαζαν απόκλιση μεγαλύτερη του 10% από τη μέση μετατόπιση της μπάρας αποκλείονταν από την ανάλυση. Για τη στατιστική επεξεργασία χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες τιμές των επαναλήψεων ανά σετ, καθώς και οι συνολικές τιμές ισχύος και έργου για κάθε πρωτόκολλο και κάθε άσκηση.

#### **2.4. Στατιστική ανάλυση**

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων. Για τη σύγκριση των δύο πρωτοκόλλων εκτέλεσης, δηλαδή των συνεχόμενων και των διαλειπόντων σετ, ως προς τη συνολική παραγόμενη ισχύ και το συνολικό παραγόμενο έργο σε κάθε άσκηση, εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ως προς έναν παράγοντα. Για τη σύγκριση των τεσσάρων σετ των δύο πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης, την παραγόμενη ισχύ, την ταχύτητα εφαρμογής της δύναμης και το παραγόμενο έργο, εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ως προς δύο παράγοντες, με παράγοντες το πρωτόκολλο εκτέλεσης και το σετ. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο  $p < 0,05$ .

### III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής, όπως αυτά προέκυψαν από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Στην αρχή παρουσιάζονται τα περιγραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος και στην πορεία οι συγκρίσεις μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων εκτέλεσης των σετ (παραδοσιακά έναντι διαλειπόντων σετ) για τις ασκήσεις κάθισμα, άρσεις θανάτου και ανυψώσεις λεκάνης στο σύνολο της παραγόμενης ισχύος και του συνολικού φορτίου. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι συγκρίσεις μεταξύ των σετ ανά άσκηση ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης, την παραγόμενη ισχύ, την ταχύτητα εφαρμογής δύναμης και του παραγόμενου φορτίου.

### 3.1. Περιγραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος

Στη μελέτη συμμετείχαν συνολικά 14 αθλητές στίβου, εκ των οποίων 8 ήταν άνδρες και 6 γυναίκες, ηλικίας 18 έως 32 ετών. Οι συμμετέχοντες προέρχονταν από αγωνίσματα ταχύτητας, αλμάτων και ρίψεων, δηλαδή από αγωνιστικές κατηγορίες στις οποίες η παραγωγή υψηλής μυϊκής ισχύος αποτελεί βασικό στοιχείο της αθλητικής απόδοσης. Στο πλαίσιο της αρχικής αξιολόγησης καταγράφηκαν τα βασικά σωματομετρικά χαρακτηριστικά και οι δείκτες σύστασης σώματος των συμμετεχόντων, όπως το σωματικό ύψος, η σωματική μάζα, το ποσοστό σωματικού λίπους, η άλιπη σωματική μάζα και η σκελετική μυϊκή μάζα. Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων.

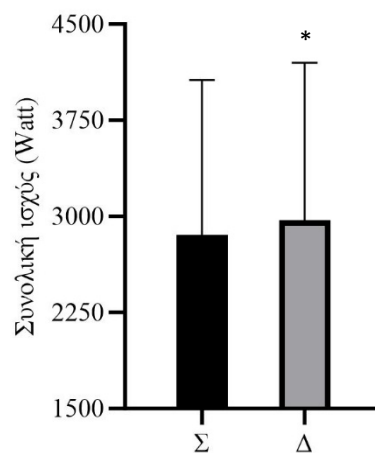
**Πίνακας 1.** Περιγραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος

| Μεταβλητή                    | Σύνολο δείγματος<br>(n = 14) | Άνδρες<br>(n = 8) | Γυναίκες<br>(n = 6) |
|------------------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|
| Ηλικία (έτη)                 | 23,4 ± 4,1                   | 24,1 ± 4,3        | 22,5 ± 3,8          |
| Σωματικό ύψος (cm)           | 173,3 ± 7,9                  | 178,2 ± 5,8       | 166,8 ± 4,9         |
| Σωματική μάζα (kg)           | 67,4 ± 8,6                   | 72,4 ± 7,2        | 60,8 ± 5,6          |
| Ποσοστό σωματικού λίπους (%) | 17,3 ± 5,4                   | 13,8 ± 3,7        | 22,0 ± 4,2          |
| Άλιπη σωματική μάζα (kg)     | 56,0 ± 8,1                   | 62,4 ± 5,9        | 47,4 ± 4,1          |
| Σκελετική μυϊκή μάζα (kg)    | 30,6 ± 5,4                   | 33,9 ± 4,1        | 26,2 ± 3,0          |

### 3.2. Σύγκριση πρωτοκόλλων στη συνολική παραγόμενη ισχύ

#### 3.2.1. Κάθισμα

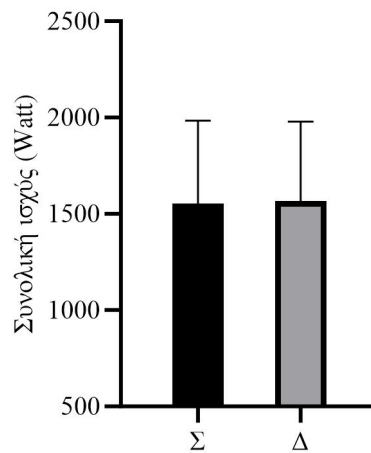
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την παραγόμενη ισχύ στην άσκηση του καθίσματος, με το πρωτόκολλο των διαλειπόντων σετ να εμφανίζει υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με την παραδοσιακή εκτέλεση των σετ (2970,98 W έναντι 2854,2 W) [ $F(1,13)= 5,52$ ;  $p < 0,05$ ], όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.



**Σχήμα 1.** Σύγκριση πρωτοκόλλων στην άσκηση κάθισμα ως προς το σύνολο της παραγόμενης ισχύος. Σ: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; Δ: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ; \*Σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων,  $p < 0.05$ .

### 3.2.2 Άρσεις θανάτου

Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την παραγόμενη ισχύ στην άσκηση των άρσεων θανάτου μεταξύ του πρωτοκόλλου με διαλείποντα σετ και της παραδοσιακής εκτέλεσης των σετ [ $F(1,13)= 0,113$ ;  $p= 0,742$ ], όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.

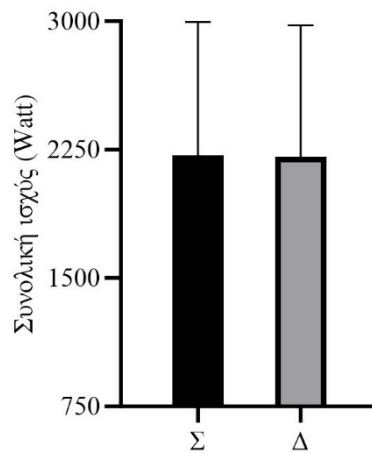


**Σχήμα 2.** Σύγκριση πρωτοκόλλων στην άσκηση Άρσεις Θανάτου ως προς το σύνολο της παραγόμενης ισχύος. Σ: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; Δ: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ.



### 3.2.3 Ανύψωση λεκάνης

Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την παραγόμενη ισχύ στην άσκηση των ανυψώσεων λεκάνης μεταξύ του πρωτοκόλλου με διαλείποντα σετ και της παραδοσιακής εκτέλεσης των σετ [ $F(1,13)=0,005$ ;  $p=0,945$ ], όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.

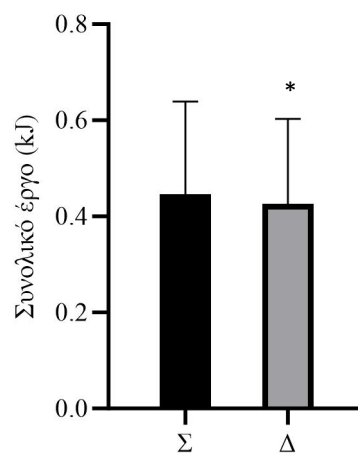


**Σχήμα 3.** Σύγκριση πρωτοκόλλων στην Άσκηση Ανύψωση Λεκάνης ως προς το σύνολο της παραγόμενης ισχύος. Σ: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; Δ: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ.

### 3.3 Σύγκριση πρωτοκόλλων στο συνολικό παραγόμενο έργο

#### 3.3.1. Κάθισμα

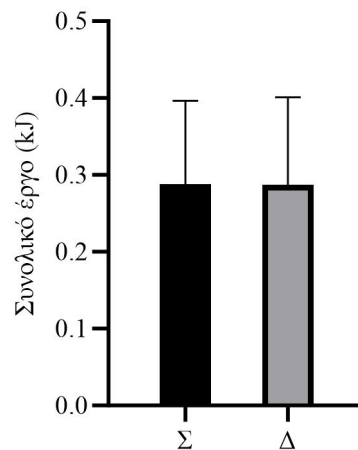
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς το παραγόμενο έργο στην άσκηση του καθίσματος, με το πρωτόκολλο με διαλείποντα σετ να εμφανίζει χαμηλότερες τιμές σε σύγκριση με την παραδοσιακή εκτέλεση των σετ (0,43 kJ έναντι 0,45 kJ) [ $F(1,13)= 6,492$ ;  $p < 0,05$ ], όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.



**Σχήμα 4.** Σύγκριση πρωτοκόλλων στην άσκηση Κάθισμα ως προς το σύνολο του παραγόμενου έργου. Total work: Συνολικό παραγόμενο έργο; S: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; D: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ; \*Σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων,  $p < 0.05$ .

### 3.3.2. Άρσεις θανάτου

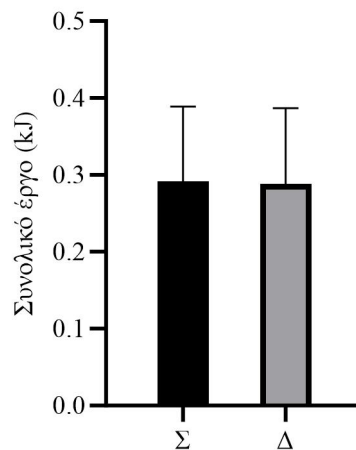
Η ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα ανέδειξε ότι η εφαρμογή του πρωτοκόλλου με τα διαλείποντα σετ δεν οδήγησε σε κάποια διαφορά στο συνολικό παραγόμενο έργο στην άσκηση των άρσεων θανάτου σε σύγκριση με την παραδοσιακή εκτέλεση των σετ ( $F(1,13)= 0,006$ ,  $p= 0,94$ ), όπως φαίνεται στο σχήμα 5.



**Σχήμα 5.** Σύγκριση πρωτοκόλλων στην άσκηση Άρσεις Θανάτου ως προς το σύνολο του παραγόμενου έργου. Σ: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; Δ: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ.

### 3.3.3. Ανύψωση λεκάνης

Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την παραγόμενη ισχύ στην άσκηση των ανυψώσεων λεκάνης μεταξύ του πρωτοκόλλου με διαλείποντα σετ και της παραδοσιακής εκτέλεσης των σετ [ $F(1,13)= 0,328$ ;  $p= 0,576$ ], όπως φαίνεται στο Σχήμα 6.

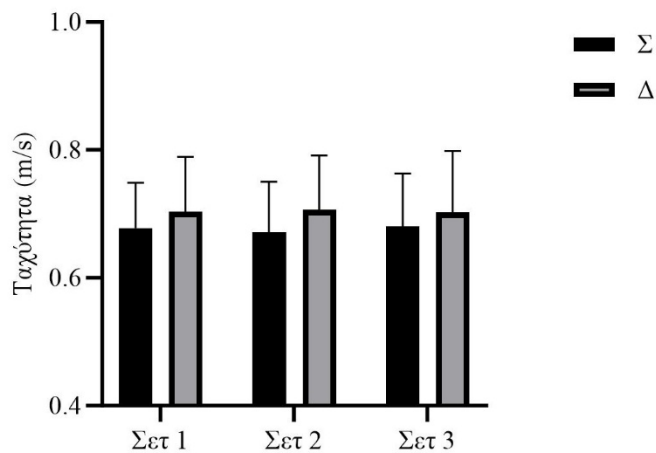


**Σχήμα 6.** Σύγκριση πρωτοκόλλων στην άσκηση Ανύψωση Λεκάνης ως προς το σύνολο του παραγόμενου έργου. Σ: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; Δ: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ.

### 3.4. Κάθισμα

#### 3.4.1. Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης

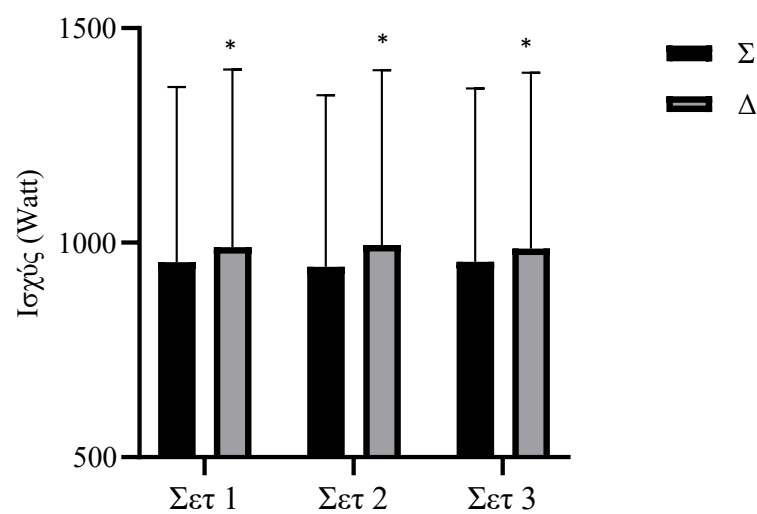
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «πρωτόκολλο άσκησης» και «σετ» ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης [ $F(2,26)= 1,071$ ;  $p= 0,357$ ]. Επιπλέον, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση κανενός από τους δύο παράγοντες, όπως φαίνεται στο Σχήμα 7.



**Σχήμα 7.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης. Σ: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; Δ: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ.

### 3.4.2. Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την παραγόμενη ισχύ.

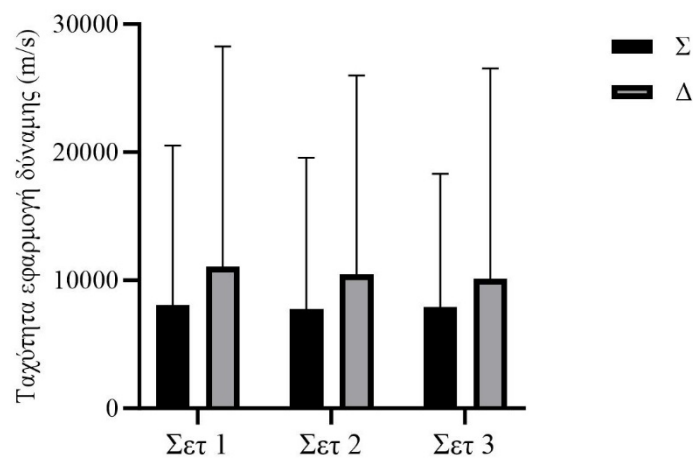
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «πρωτόκολλο άσκησης» και «σετ» ως προς την παραγόμενη ισχύ [ $F(2,26)=0,671$ ;  $p=0,520$ ]. Ωστόσο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «πρωτόκολλο άσκησης», με το πρωτόκολλο των διαλειπόντων σετ να εμφανίζει υψηλότερες τιμές παραγόμενης ισχύος σε σύγκριση με το παραδοσιακό πρωτόκολλο (990,3 W έναντι 951,4 W;  $p < 0,05$ ), όπως φαίνεται στο Σχήμα 8.



**Σχήμα 8.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την παραγόμενη ισχύ. Σ: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; Δ: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ. \*Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πρωτοκόλλων,  $p < 0,05$ .

### 3.4.3. Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εφαρμογής της δύναμης

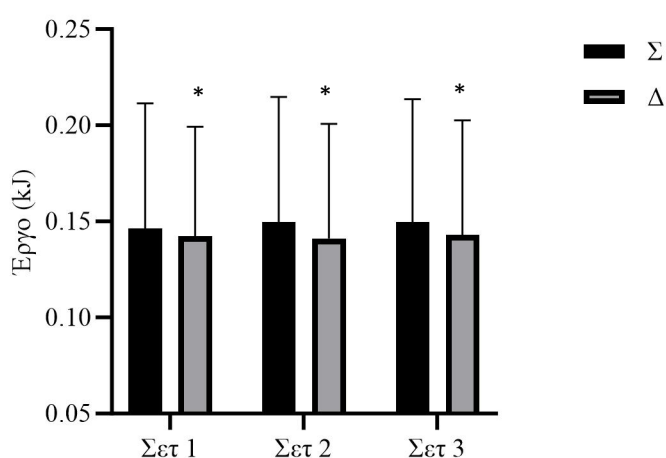
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «πρωτόκολλο άσκησης» και «σετ» ως προς την ταχύτητα εφαρμογής της δύναμης [ $F(2,26)= 0,245$ ;  $p= 0,785$ ]. Επιπλέον, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση κανενός από τους δύο παράγοντες, όπως φαίνεται στο Σχήμα 9.



**Σχήμα 9.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εφαρμογής της δύναμης. Σ: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; Δ: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ.

### 3.4.4. Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς το παραγόμενο έργο

Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «πρωτόκολλο άσκησης» και «σετ» ως προς το παραγόμενο έργο [ $F(2,26) = 1,507$ ;  $p = 0,24$ ]. Ωστόσο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «πρωτόκολλο άσκησης», με το πρωτόκολλο των παραδοσιακών σετ να εμφανίζει υψηλότερες τιμές παραγόμενου έργου σε σύγκριση με το πρωτόκολλο των διαλειπόντων σετ ( $0,15 \text{ kJ}$  έναντι  $0,14 \text{ kJ}$ ;  $p < 0,05$ ), όπως φαίνεται στο Σχήμα 10.



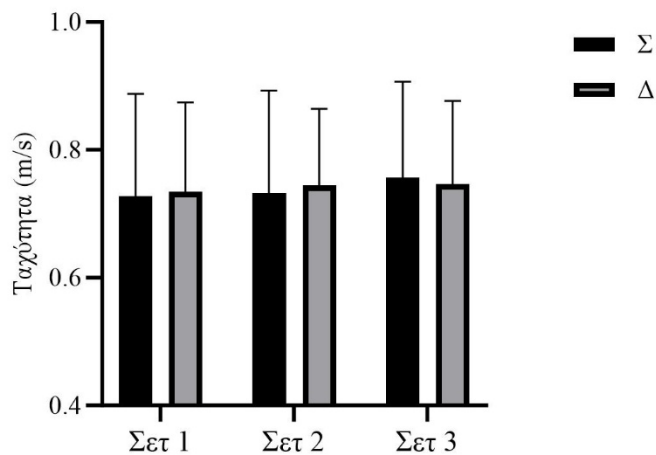
**Σχήμα 10.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς το παραγόμενο έργο. Σ: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; Δ: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ. \*Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πρωτοκόλλων,  $p < 0.05$ .



### 3.5. Άρσεις Θανάτου

#### 3.5.1. Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης

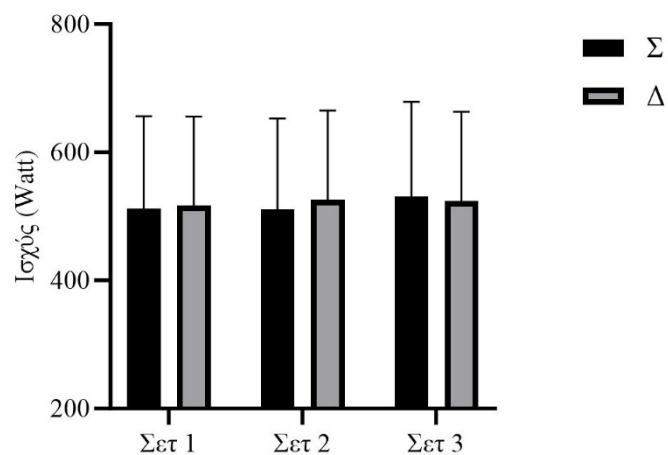
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «πρωτόκολλο άσκησης» και «σετ» ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης [ $F(2,26)= 1,319$ ;  $p= 0,285$ ]. Επιπλέον, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση κανενός από τους δύο παράγοντες, όπως φαίνεται στο Σχήμα 11.



**Σχήμα 11.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης. Σ: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; Δ: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ.

### 3.5.2. Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την παραγόμενη ισχύ

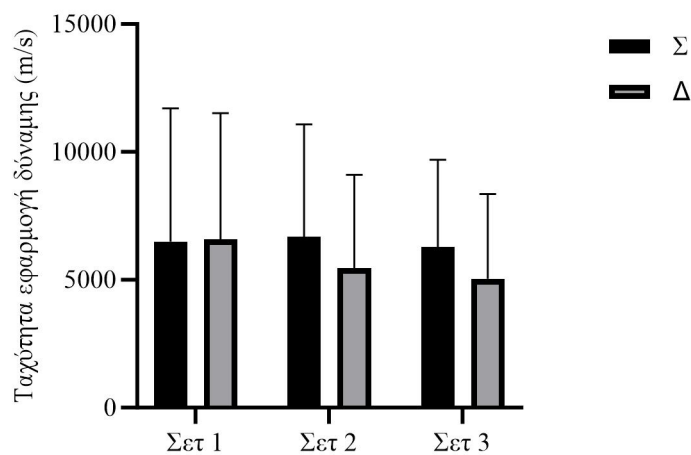
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «πρωτόκολλο άσκησης» και «σετ» ως προς την παραγόμενη ισχύ [ $F(2,26)= 2,264$ ;  $p= 0,124$ ]. Επιπλέον, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση κανενός από τους δύο παράγοντες, όπως φαίνεται στο Σχήμα 12.



**Σχήμα 12.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την παραγόμενη ισχύ. Σ: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; Δ: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ.

### 3.5.3. Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εφαρμογής της δύναμης

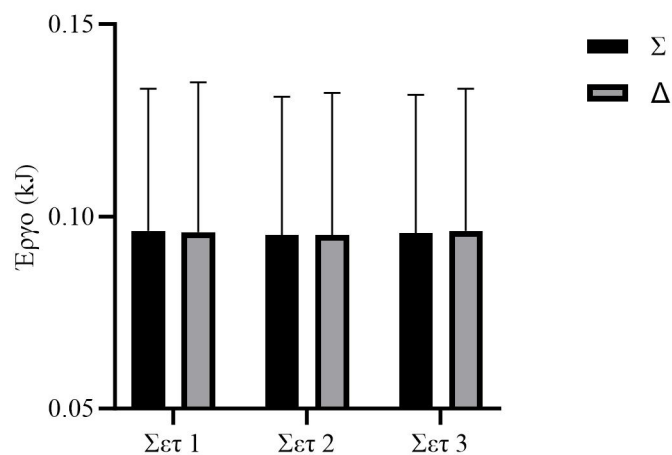
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «πρωτόκολλο άσκησης» και «σετ» ως προς την ταχύτητα εφαρμογής της δύναμης [ $F(2,26)= 0,550$ ;  $p= 0,583$ ]. Επιπλέον, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση κανενός από τους δύο παράγοντες, όπως φαίνεται στο Σχήμα 13.



**Σχήμα 13.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εφαρμογής της δύναμης. Σ: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; Δ: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ.

#### 3.5.4. Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς το παραγόμενο έργο

Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «πρωτόκολλο άσκησης» και «σετ» ως προς το παραγόμενο έργο [ $F(2,26)= 0,285$ ;  $p= 0,755$ ]. Επιπλέον, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση κανενός από τους δύο παράγοντες, όπως φαίνεται στο Σχήμα 14.

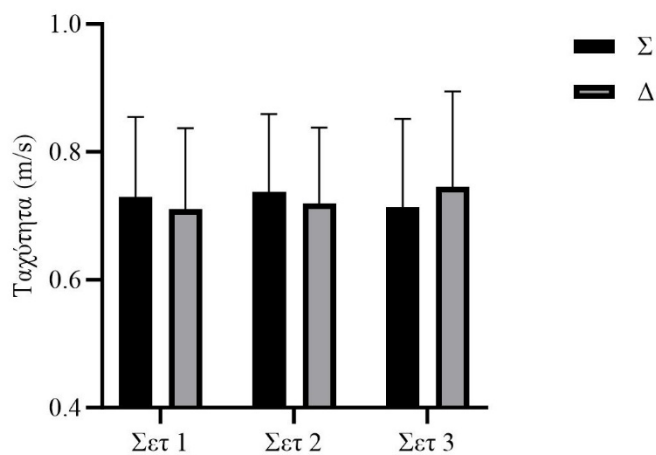


**Σχήμα 14.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς το παραγόμενο έργο. Σ: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; Δ: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ.

### 3.6. Ανύψωση λεκάνης

#### 3.6.1. Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης

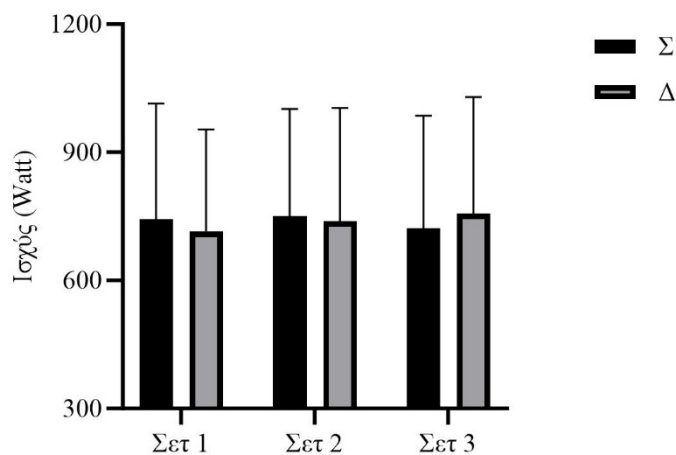
Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων ως προς δύο παράγοντες δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων πρωτόκολλο άσκησης και σετ όσον αφορά την ταχύτητα εκτέλεσης ( $F(2,26)= 2,974$ ,  $p= 0,069$ ). Επιπλέον δεν βρέθηκε και κάποια κύρια επίδραση των δύο παραγόντων, όπως αυτό φαίνεται κι από το Σχήμα 15.



**Σχήμα 15.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης. Σ: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; Δ: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ.

### 3.6.2. Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την παραγόμενη ισχύ

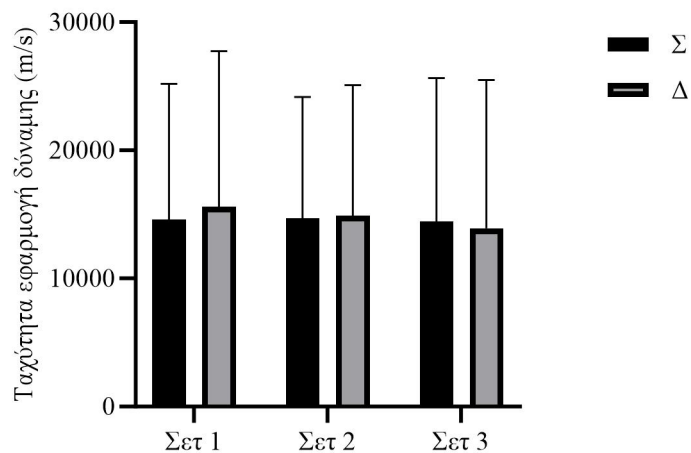
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «πρωτόκολλο άσκησης» και «σετ» ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης [ $F(2,26)= 2,974$ ;  $p= 0,069$ ]. Επιπλέον, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση κανενός από τους δύο παράγοντες, όπως φαίνεται στο Σχήμα 16.



**Σχήμα 16.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την παραγόμενη ισχύ. Σ: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; Δ: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ.

### 3.6.3. Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εφαρμογής της δύναμης

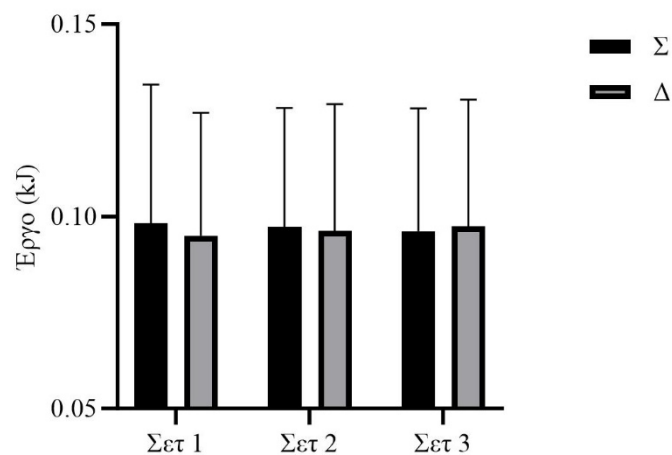
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «πρωτόκολλο άσκησης» και «σετ» ως προς την ταχύτητα εφαρμογής της δύναμης [ $F(2,26)= 0,274$ ;  $p= 0,763$ ]. Επιπλέον, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση κανενός από τους δύο παράγοντες, όπως φαίνεται στο Σχήμα 17.



**Σχήμα 17.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς την ταχύτητα εφαρμογής της δύναμης. Σ: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; Δ: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ.

#### 3.6.4. Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς το παραγόμενο έργο

Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «πρωτόκολλο άσκησης» και «σετ» ως προς το παραγόμενο έργο [ $F(2,26)= 1,763$ ;  $p= 0,191$ ]. Επιπλέον, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση κανενός από τους δύο παράγοντες, όπως φαίνεται στο Σχήμα 18.



**Σχήμα 18.** Σύγκριση των σετ των πρωτοκόλλων ως προς το παραγόμενο έργο. Σ: Πρωτόκολλο παραδοσιακής εκτέλεσης σετ; Δ: Πρωτόκολλο εκτέλεσης διαλειπόντων σετ.



#### IV. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η σύγκριση της οξείας επίδρασης των συνεχόμενων και των διαλειπόντων σετ στην παραγωγή μηχανικής ισχύος κατά την εκτέλεση τριών βασικών πολυαρθρικών ασκήσεων των κάτω άκρων σε αθλητές στίβου, με τη σύγκριση να πραγματοποιείται στο φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ κάθε άσκησης. Το βασικό εύρημα ήταν ότι τα διαλείποντα σετ οδήγησαν σε υψηλότερη συνολική παραγόμενη ισχύ μόνο στο κάθισμα, χωρίς αντίστοιχη υπεροχή στις άρσεις θανάτου και στις ανυψώσεις λεκάνης. Παράλληλα, στο κάθισμα το πρωτόκολλο των διαλειπόντων σετ συνδυάστηκε με χαμηλότερο συνολικό παραγόμενο έργο σε σχέση με το παραδοσιακό πρωτόκολλο. Συνεπώς, τα αποτελέσματα δεν υποστηρίζουν την άποψη ότι τα διαλείποντα σετ αποτελούν καθολικά ανώτερη επιλογή για όλες τις ασκήσεις κάτω άκρων, αλλά δείχνουν ότι η επίδρασή τους διαφοροποιείται ανάλογα με τη μηχανική οργάνωση της κάθε κίνησης και με το είδος του προπονητικού ερεθίσματος που τελικά παράγεται.

Η ερμηνεία αυτή είναι συμβατή με τη διαθέσιμη βιβλιογραφία, η οποία δείχνει ότι τα διαλείποντα σετ μπορούν να συμβάλουν στη διατήρηση υψηλότερης ταχύτητας μπάρας και παραγόμενης ισχύος σε σύγκριση με τα παραδοσιακά σετ, κυρίως όταν η κίνηση περιλαμβάνει επαναλαμβανόμενες προσπάθειες υψηλής νευρομυϊκής απαίτησης και όταν τα σύντομα διαλείμματα επαρκούν για να περιορίσουν τη συσσώρευση οξείας κόπωσης (Tufano et al., 2016). Ωστόσο, οι ανασκοπήσεις και οι μετααναλύσεις δείχνουν επίσης ότι τα πλεονεκτήματα αυτά δεν μεταφράζονται αναγκαστικά σε συστηματικά ανώτερες χρόνιες προσαρμογές όταν η συνολική ποσότητα και η ένταση εξισώνονται (Davies et al., 2021). Επομένως, το κύριο ενδιαφέρον των διαλειπόντων σετ δεν βρίσκεται σε μια *a priori* υπεροχή τους έναντι κάθε άλλης μορφής οργάνωσης της προπόνησης, αλλά στη δυνατότητά τους να τροποποιούν το οξύ μηχανικό και νευρομυϊκό προφίλ της εκτέλεσης.

Υπό αυτό το πρίσμα, η διαφοροποίηση ανάμεσα στο κάθισμα, στις άρσεις θανάτου και στις ανυψώσεις λεκάνης είναι κρίσιμη και δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται περιγραφικά, αλλά συγκριτικά. Στο κάθισμα, η επαναληπτική δομή της κίνησης επιτρέπει τη διατήρηση μιας σχετικά σταθερής αλληλουχίας έκκεντρης και σύγκεντρης φάσης από επανάληψη σε επανάληψη. Κατά συνέπεια, τα σύντομα διαλείμματα μέσα στο σετ είναι πιθανό να

περιορίζουν τη συσσώρευση κόπωσης χωρίς να διαταράσσουν σε μεγάλο βαθμό τη μηχανική συνέχεια της εκτέλεσης. Η διαθέσιμη γνώση για τον κύκλο διάτασης και βράχυνσης δείχνει ότι η προηγούμενη διάταση και η άμεση μετάβαση στη βράχυνση μπορούν να ενισχύσουν τη συγκεντρική απόδοση, γεγονός που καθιστά εύλογη την υπόθεση ότι στο κάθισμα η διατήρηση αυτής της αλληλουχίας συνέβαλε στο πλεονέκτημα των διαλειπόντων σετ ως προς την ισχύ (Komi, 2000). Ωστόσο, η ερμηνεία αυτή πρέπει να διατυπωθεί με προσοχή, διότι στα δεδομένα της ΜΔΕ δεν τεκμηριώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην ταχύτητα εκτέλεσης στο κάθισμα. Επομένως, το πιθανό πλεονέκτημα των διαλειπόντων σετ δεν μπορεί να αποδοθεί άμεσα σε αποδεδειγμένη διατήρηση της ταχύτητας, αλλά πρέπει να θεωρηθεί ως μηχανιστικά εύλογη ερμηνεία του αποτελέσματος στην παραγόμενη ισχύ.

Αντίθετα, στις άρσεις θανάτου και στις ανυψώσεις λεκάνης η ίδια λογική δεν φαίνεται να λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο. Στην περίπτωση του touch-and-go deadlift, η επανάληψη μετά την πρώτη μπορεί να επωφελείται από μεγαλύτερη κινητική συνέχεια της μπάρας και από μικρότερη ανάγκη πλήρους επανεκκίνησης της κίνησης. Στα διαλείποντα σετ, όμως, η παρεμβολή σύντομων διαλειμμάτων αυξάνει τον αριθμό των επαναλήψεων στις οποίες ο ασκούμενος καλείται να υπερνικήσει εκ νέου την αδράνεια της μπάρας, γεγονός που είναι πιθανό να περιορίζει ή και να εξουδετερώνει το όφελος της μερικής αποκατάστασης. Στο hip thrust, η μηχανική εικόνα είναι διαφορετική, αλλά το ερμηνευτικό συμπέρασμα κινείται στην ίδια κατεύθυνση: η συχνότερη διακοπή της αλληλουχίας μεταξύ επαναλήψεων ενδέχεται να μειώνει περισσότερο το πλεονέκτημα που θα μπορούσε να προκύψει από τη μείωση της κόπωσης. Επομένως, η απουσία διαφορών στις δύο αυτές ασκήσεις δεν θα πρέπει να ερμηνευθεί ως απλή «αποτυχία» των διαλειπόντων σετ, αλλά ως αποτέλεσμα ισορροπίας μεταξύ δύο αντίρροπων επιδράσεων: της μερικής αποκατάστασης που προσφέρουν τα διαλείμματα και της απώλειας της μηχανικής συνέχειας της κίνησης. Η εξήγηση αυτή είναι ιδιαίτερα ισχυρή για το hip thrust και μηχανιστικά εύλογη για το touch-and-go deadlift, χωρίς όμως να μπορεί να θεωρηθεί άμεσα αποδεδειγμένη από την παρούσα μελέτη, αφού δεν πραγματοποιήθηκε λεπτομερής κινηματική ανάλυση της εκτέλεσης.

Ιδιαίτερη σημασία έχει και το γεγονός ότι στο κάθισμα τα διαλείποντα σετ συνδυάστηκαν με υψηλότερη παραγόμενη ισχύ αλλά χαμηλότερο συνολικό έργο. Το αποτέλεσμα αυτό είναι θεωρητικά πολύ σημαντικό, γιατί δείχνει ότι η ποιότητα της

μηχανικής απόδοσης και η ποσότητα του συνολικού μηχανικού φορτίου δεν ταυτίζονται απαραίτητα. Με άλλα λόγια, τα διαλείποντα σετ στο κάθισμα φαίνεται να μετέβαλαν το ερεθίσμα προς την κατεύθυνση της υψηλότερης ισχύος ανά προσπάθεια, ενώ τα παραδοσιακά σετ ευνόησαν μεγαλύτερη συσσώρευση συνολικού έργου. Η διάκριση αυτή έχει ουσιαστικό προπονητικό ενδιαφέρον, διότι υποδηλώνει ότι η επιλογή της διάρθρωσης του σετ δεν επηρεάζει μόνο το συνολικό μέγεθος της επιβάρυνσης, αλλά και τη φύση του ερεθίσματος, δηλαδή αν αυτό προσανατολίζεται περισσότερο προς τη διατήρηση της ισχύος ή προς τη συσσώρευση μηχανικού έργου. Υπό αυτή την έννοια, τα διαλείποντα σετ στο κάθισμα δεν φαίνεται απλώς να «βελτιώνουν» την απόδοση, αλλά να μεταβάλλουν ποιοτικά το προπονητικό αποτέλεσμα.

Τα πρακτικά συμπεράσματα της παρούσας μελέτης πρέπει, επομένως, να διατυπωθούν με ακρίβεια. Τα διαλείποντα σετ δεν προκύπτουν ως εκ των προτέρων ανώτερη στρατηγική για όλες τις πολυαρθρικές ασκήσεις των κάτω άκρων. Στο κάθισμα, η εφαρμογή τους στο φορτίο μέγιστης ισχύος συνδέθηκε με υψηλότερη παραγόμενη ισχύ, αλλά χαμηλότερο συνολικό έργο, στοιχείο που υποδηλώνει ότι το συγκεκριμένο πρωτόκολλο ευνοεί περισσότερο τη διατήρηση της ποιοτικής απόδοσης παρά τη συσσώρευση μηχανικής επιβάρυνσης. Αντίθετα, στις άρσεις θανάτου και στις ανυψώσεις λεκάνης δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική υπεροχή των διαλειπόντων σετ ως προς την παραγόμενη ισχύ ή το παραγόμενο έργο. Η διαφοροποίηση αυτή δείχνει ότι η επίδραση της διάρθρωσης του σετ δεν είναι ανεξάρτητη από τα μηχανικά χαρακτηριστικά της άσκησης, αλλά εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο οργανώνεται η κάθε επανάληψη, από τη δυνατότητα διατήρησης της μηχανικής συνέχειας της κίνησης και από την αλληλεπίδραση αυτών των παραγόντων με την οξεία κόπωση. Κατά συνέπεια, η επιλογή μεταξύ συνεχόμενων και διαλειπόντων σετ θα πρέπει να καθορίζεται από τον ειδικό προπονητικό στόχο και από τις μηχανικές απαιτήσεις της άσκησης και όχι από την παραδοχή ότι μία ενιαία μορφή οργάνωσης είναι συστηματικά ανώτερη σε όλα τα κινητικά πρότυπα.

Παρά τη σημασία των ευρημάτων, η ερμηνεία τους πρέπει να γίνει με προσοχή. Το δείγμα ήταν σχετικά μικρό και περιλάμβανε αθλητές διαφορετικών αγωνισμάτων, γεγονός που αυξάνει την ετερογένεια των νευρομυϊκών χαρακτηριστικών. Επιπλέον, η μελέτη εξέτασε οξείες αποκρίσεις και όχι μακροχρόνιες προσαρμογές, επομένως δεν μπορεί να συναχθεί άμεσα ότι οι διαφορές που εμφανίστηκαν στο κάθισμα θα μεταφραστούν

αναγκαστικά σε ανώτερες χρόνιες προσαρμογές. Τέλος, η ακριβής μηχανική ερμηνεία των ευρημάτων, ιδίως για το touch-and-go deadlift και το hip thrust, θα απαιτούσε λεπτομερέστερη κινηματική και κινητική ανάλυση, καθώς και αυστηρότερο έλεγχο του βαθμού μηχανικής συνέχειας μεταξύ των επαναλήψεων. Συνεπώς, μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να διερευνήσουν όχι μόνο αν τα διαλείποντα σετ διατηρούν την ισχύ, αλλά και με ποιον ακριβώς μηχανισμό αυτό συμβαίνει ή αποτυγχάνει να συμβεί σε διαφορετικές ασκήσεις

## **V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Συμπερασματικά, τα ευρήματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι η επίδραση της διάρθρωσης του σετ στην παραγωγή μηχανικής ισχύος δεν είναι ενιαία για όλες τις πολυαρθρικές ασκήσεις των κάτω άκρων. Ειδικότερα, στο φορτίο που αντιστοιχούσε στη μέγιστη ισχύ κάθε άσκησης, τα διαλείποντα σετ ευνόησαν υψηλότερη παραγόμενη ισχύ στο κάθισμα, αν και συνοδεύτηκαν από χαμηλότερο συνολικό παραγόμενο έργο, γεγονός που υποδηλώνει ότι η συγκεκριμένη μορφή οργάνωσης του σετ ενισχύει περισσότερο τη διατήρηση της ποιοτικής απόδοσης παρά τη συσσώρευση μηχανικής επιβάρυνσης. Αντίθετα, στις άρσεις θανάτου και στις ανυψώσεις λεκάνης δεν διαπιστώθηκε αντίστοιχη υπεροχή των διαλειπόντων σετ, στοιχείο που ενισχύει την άποψη ότι η αποτελεσματικότητα της διάρθρωσης του σετ εξαρτάται από τα μηχανικά χαρακτηριστικά της κάθε άσκησης και από τον τρόπο οργάνωσης της κάθε επανάληψης. Επομένως, η επιλογή μεταξύ συνεχόμενων και διαλειπόντων σετ δεν θα πρέπει να θεωρείται καθολική, αλλά να προσαρμόζεται στον ειδικό προπονητικό στόχο και στη μηχανική φύση της άσκησης.

## VI. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Alcaraz, P. E., Romero-Arenas, S., Vila, H., Ferragut, C., & García-Ramos, A. (2011). Power-load curve in trained sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3045–3050.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Contreras, B., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., Beardsley, C., & Cronin, J. B. (2015). A comparison of gluteus maximus, biceps femoris, and vastus lateralis electromyographic activity in the back squat and barbell hip thrust exercises. *Journal of Applied Biomechanics*, 31(6), 452–458.
6. Contreras, B., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., Beardsley, C., McMaster, D. T., Reyneke, J. H. T., & Cronin, J. B. (2017). Effects of a six-week hip thrust vs. front squat resistance training program on performance in adolescent males: A randomized controlled trial. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 999–1008.
7. 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.
8. Cormie, P., McBride, J. M., & McCaulley, G. O. (2007b). The influence of body mass on calculation of power during lower-body resistance exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1042–1049.
9. Cormie, P., McCaulley, G. O., Triplett, N. T., & McBride, J. M. (2007c). Optimal loading for maximal power output during lower-body resistance exercises. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(2), 340–349.
10. 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.
11. Davies, T. B., Tran, D. L., Hogan, C. M., Haff, G. G., & Latella, C. (2021). Chronic effects of altering resistance training set configurations using cluster sets: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 51(4), 707–736.

12. 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.
13. Gantois, P., de Souza Fonseca, F., Nakamura, F. Y., de Sousa Fortes, L., Fernandez-Fernandez, J., & Ricarte Batista, G. (2023). 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.
14. Haff, G. G., & Nimphius, S. (2012). Training principles for power. *Strength and Conditioning Journal*, 34(6), 2–12.
15. Hill, A. V. (1938). The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 126(843), 136–195.
16. 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.
17. Kawamori, N., & Haff, G. G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 675–684.
18. 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*, 12, 769198.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
22. Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1419–1449.
23. 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.

24. Swinton, P. A., Stewart, A. D., Keogh, J. W. L., Agouris, I., & Lloyd, R. (2011). Kinematic and kinetic analysis of maximal velocity deadlifts performed with and without the inclusion of chain resistance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3163–3174.
25. Tufano, J. J., Conlon, J. A., Nimphius, S., Brown, L. E., Seitz, L. B., Williamson, B. D., & Haff, G. G. (2016). Maintenance of velocity and power with cluster sets during high-volume back squats. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(7), 885–892.