



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

**Επίδραση του όγκου μιας προπονητικής μονάδας ασκήσεων
με αντιστάσεις για μυϊκή υπερτροφία των κάτω άκρων στη
μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας και στην απόδοση**

Γεώργιος Ντάβανος [Α. Ε. Μ. 13058]

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
“Φυσιολογία της Άσκησης”

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπων Καθηγητής: Ηλίας Σμήλιος, Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

2ο Μέλος: Αθανάσιος Χατζηνικολάου, Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

3ο Μέλος: Απόστολος Σπάσης, Ε.Ε.Π. Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

Κομοτηνή, 2025



DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE

**SCHOOL OF PHYSICAL EDUCATION, SPORTS SCIENCE AND
OCCUPATIONAL THERAPY**

DEPARTMENT OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE

POSTGRADUATE PROGRAM

“EXERCISE PHYSIOLOGY & SPORTS TRAINING SCIENCE”

MASTER DISSERTATION

**Effects of the volume of a resistance exercise session for
lower body muscular hypertrophy on heart rate
variability and performance**

Georgios Davanos [R.N. 13058]

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 Exercise Physiology

COMMITTEE OF EXAMINERS

Supervisor: Ilias Smilios, Professor D.P.E.S.S. - DUTH

Member 2: Athanasios Chatzinikolaou, Professor D.P.E.S.S. - DUTH

Member 3: Apostolos Spassis, Specialized Teaching Staff D.P.E.S.S. - DUTH

Komotini, 2025

“Στα παιδιά και την γυναίκα μου”

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα Καθηγητή κ. Ηλία Σμήλιο, Καθηγητή του ΤΕΦΑΑ ΔΠΘ, που με στήριξε, με εμπιστεύτηκε και με την πλήρη βοήθεια και καθοδήγηση του ολοκλήρωσα τη μεταπτυχιακή μου διατριβή.

Έπειτα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον διδακτορικό φοιτητή Στέλιο Ηλιόπουλο για την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε σχετικά με τις μετρήσεις και την όλη διαδικασία.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα μέλη του εργαστηριακού τομέα Κλινικής Εργοφυσιολογίας και Φυσιολογίας της Άσκησης για τη βοήθεια κατά τη διεκπεραίωση της μελέτης καθώς και τους ανθρώπους που αποτέλεσαν το δείγμα της μελέτης και βοήθησαν στην υλοποίηση αυτής.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην γυναίκα μου για την υπομονή και την στήριξη που έδωσε όλα αυτά τα χρόνια και στα παιδιά μου για τις ώρες παιχνιδιού που τους στερήσα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Γεώργιος Ντάβανος: Επίδραση του όγκου μιας προπονητικής μονάδας ασκήσεων με αντιστάσεις για μυϊκή υπερτροφία των κάτω ακρών στη μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας και στην απόδοση

(Με την επίβλεψη του Καθηγητή Ηλία Σμήλιου)

Η σωματική άσκηση επηρεάζει τη μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας (ΜΚΣ), ωστόσο η επίδραση της προπόνησης με αντιστάσεις σε δείκτες της ΜΚΣ υγιών ατόμων δεν έχει διερευνηθεί επαρκώς. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η ανάλυση της επίδρασης του όγκου μίας προπονητικής μονάδας ασκήσεων με αντιστάσεις για τα κάτω άκρα στη ΜΚΣ και στην απόδοση έως και 24 ώρες μετά την άσκηση, μεταβάλλοντας τον αριθμό των σετ. Το δείγμα αποτέλεσαν 12 άνδρες ($31,4 \pm 7,1$ ετών) με εμπειρία στην προπόνηση με βάρη, οι οποίοι συμμετείχαν σε τρεις πειραματικές συνθήκες: α) ελέγχου, β) 3 σετ ανά άσκηση και γ) 6 σετ ανά άσκηση. Οι ασκήσεις περιλάμβαναν κάθισμα, κάμψεις και εκτάσεις γόνατος και πιέσεις ποδιών, με 10 επαναλήψεις στο 70% της 1ΜΕ και 3 λεπτά διάλειμμα μεταξύ των σετ. Οι δείκτες ΜΚΣ (SDNN, RMSSD, SD1, SD2, SD2/SD1, DFA α1, α2, LF, HF, HF/LF) μετρήθηκαν πριν και 30 λεπτά, 1 ώρα, 6 ώρες, 12 και 24 ώρες, ενώ η απόδοση αξιολογήθηκε με το κατακόρυφο άλμα με ταλάντωση (ΚΑΤ) και το άλμα μετά από πτώση (ΑΠ), πριν και 3 λεπτά, 30 λεπτά, 1 και 24 ώρες μετά την άσκηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ΜΚΣ μειώθηκε σημαντικά μετά από άσκηση με αντιστάσεις, κυρίως στα 30 και 60 λεπτά σε σχέση με τη συνθήκη ελέγχου, χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των 3 και 6 σετ. Ωστόσο, η απόδοση μειώθηκε περισσότερο με τα 6 σετ, ιδίως στα πρώτα 60 λεπτά, τόσο στο ΚΑΤ όσο και στο ΑΠ. Συμπερασματικά, η προπόνηση με αντιστάσεις επηρεάζει τη ΜΚΣ ανεξάρτητα του όγκου, ενώ η απόδοση των κάτω άκρων είναι περισσότερο μειωμένη στο άμεσο χρονικό διάστημα (60 λεπτά) με τον υψηλότερο όγκο άσκησης.

Λέξεις κλειδιά: άσκηση ενδυνάμωσης, άσκηση με βάρη, κατακόρυφο άλμα

ABSTRACT

Georgios Ntavanos: Effects of the volume of a maximal strength resistance training session on heart rate variability and physical performance

(Under the supervision of Professor Ilias Smilios)

Physical exercise has been shown to affect heart rate variability (HRV), yet few studies have investigated the impact of resistance training on HRV in healthy individuals. The aim of this study was to examine the effect of training volume in a single lower-limb resistance training session by manipulating the number of sets on HRV indices and performance up to 24 hours post-exercise. Twelve resistance-trained men (31.4 ± 7.1 years) participated in three experimental conditions: a) control, b) resistance training with 3 sets per exercise, and c) resistance training with 6 sets per exercise. Exercises included squats, leg curls, leg presses, and leg extensions, performed for 3 or 6 sets of 10 repetitions at 70% of 1RM, with 3-minute rest intervals between sets. HRV indices (SDNN, RMSSD, SD1, SD2, SD2/SD1, DFA a1, DFA a2, LF, HF, HF/LF) were measured before and at 30 minutes, 1 hour, 6 hours, 12, and 24 hours post-exercise. Performance was assessed using countermovement jump (CMJ) height and mechanical power during drop jump (DJ) from 40 cm, measured before and at 3 minutes, 30 minutes, 60 minutes, and 24 hours post-exercise. HRV decreased significantly ($p < 0.05$) after resistance exercise at 30 and 60 minutes compared to the control condition, particularly for SDNN, RMSSD, SD1, and HF, with no significant differences between 3 and 6 sets. However, performance declined more with the higher volume (6 sets), especially within the first 60 minutes post-exercise, as indicated by reduced CMJ height and DJ power. In conclusion, resistance exercise affects HRV acutely regardless of training volume, while neuromuscular performance is more negatively impacted in the short term by a higher training volume.

Key words: *strength training, weight training, vertical jump*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΑΦΙΕΡΩΣΗ	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	10
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
1.1. Σκοπός	18
1.2. Ερευνητικές υποθέσεις	19
1.3. Οριοθετήσεις και Περιορισμοί	19
1.4. Ορισμοί και συντομογραφίες	20
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	22
2.1. Δείγμα	22
2.2. Πειραματικός σχεδιασμός	22
2.3. Μετρήσεις και όργανα μέτρησης	23
2.3.1. Ανθρωπομετρικές μετρήσεις	23
2.3.2. Αξιολόγηση της 1 μέγιστης επανάληψης (1ME)	23
2.3.3. Κατακόρυφα άλματα με ταλάντωση (Counter Movement Jump – CMJ)	24
2.3.4. Άλματα μετά από πτώση (Drop Jump – DJ)	25
2.3.5. Μεταβλητότητα καρδιακής συχνότητας (Heart Rate Variability – HRV)	25
2.3.6. Υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης μετά την άσκηση (RPE) και αντιληπτή κατάσταση ανάκτησης μετά την άσκηση (PRS)	26
2.4. Στατιστική ανάλυση	26
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	27
3.1. Ύψος κατακόρυφου άλματος με ταλάντευση	27
3.2. Άλματα μετά από πτώση	28
3.2.1. Ύψος άλματος	28
3.2.2. Χρόνος επαφής με το έδαφος	29

3.2.3. Ισχύς	30
3.3. Καρδιακή συχνότητα	31
3.3.1. Καρδιακή συχνότητα στην ύπτια θέση	31
3.3.2. Καρδιακή συχνότητα στην όρθια θέση	32
3.4. SDNN	34
3.4.1. SDNN στην ύπτια θέση	34
3.4.2. SDNN στην όρθια θέση	35
3.5. RMSSD	36
3.5.1. RMSSD στην ύπτια θέση	36
3.5.2. RMSSD στην όρθια θέση	37
3.6. SD1	38
3.6.1. SD1 στην ύπτια θέση	38
3.6.2. SD1 στην όρθια θέση	39
3.7. SD2	40
3.7.1. SD2 στην ύπτια θέση	40
3.7.1. SD2 στην όρθια θέση	41
3.8. SD2/SD1	42
3.8.1. SD2/SD1 στην ύπτια θέση	42
3.8.2. SD2/SD1 στην όρθια θέση	43
3.9. DFA a1	44
3.9.1. DFA a1 στην ύπτια θέση	44
3.9.2. DFA a1 στην όρθια θέση	45
3.10. DFA a2	46
3.10.1. DFA a2 στην ύπτια θέση	46
3.10.2. DFA a2 στην όρθια θέση	47
3.11. LF	48
3.11.1. LF στην ύπτια θέση	48
3.11.2. LF στην όρθια θέση	49
3.12. HF	50
3.12.1. HF στην ύπτια θέση	50
3.12.2. HF στην όρθια θέση	51
3.13. HF/LF	51

3.13.1. HF/LF στην ύπτια θέση	51
3.13.2. HF/LF στην όρθια θέση	52
3.14. RPE	53
3.15. PRS	54
 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	 55
 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	 59
 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	 60

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.	Ύψος κατακόρυφου άλματος με ταλάντωση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ για τα 3 σετ, *= $p < 0,05$ για τα 6 σετ, α= $p < 0,05$ για πριν την άσκηση, β= $p < 0,05$ για τα 3 min μετά την άσκηση, γ= $p < 0,05$ για τις 24h μετά την άσκηση)	27
Σχήμα 2.	Ύψος άλματος μετά από πτώση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών	29
Σχήμα 3.	Χρόνος επαφής με το έδαφος μετά από πτώση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών	29
Σχήμα 4.	Ισχύς μετά από πτώση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ για τα 3 σετ, *= $p < 0,05$ για τα 6 σετ, α= $p < 0,05$ για πριν την άσκηση, β= $p < 0,05$ για τα 3 min μετά την άσκηση, γ= $p < 0,05$ για τις 24h μετά την άσκηση)	30
Σχήμα 5.	Καρδιακή συχνότητα στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ για τα 3 σετ, *= $p < 0,05$ για τα 6 σετ, α= $p < 0,05$ για πριν την άσκηση, β= $p < 0,05$ για τα 60 min μετά την άσκηση, γ= $p < 0,05$ για τις 6h μετά την άσκηση, δ= $p < 0,05$ για τα 12h μετά την άσκηση, ε= $p < 0,05$ για τις 24h μετά την άσκηση)	32
Σχήμα 6.	Καρδιακή συχνότητα στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ για τα 3 σετ, *= $p < 0,05$ για τα 6 σετ, α= $p < 0,05$ για πριν την άσκηση, β= $p < 0,05$ για τα 30 min μετά την άσκηση, γ= $p < 0,05$ για τις 60 min μετά την άσκηση, δ= $p < 0,05$ για τα 6h μετά την άσκηση, ε= $p < 0,05$ για τις 12h μετά την άσκηση, στ= $p < 0,05$ για τις 24h μετά την άσκηση)	33
Σχήμα 7.	SDNN στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ για τα 3 σετ, *= $p < 0,05$ για τα 6 σετ, α= $p < 0,05$ για πριν την άσκηση, β= $p < 0,05$ για τα 60 min μετά την άσκηση, γ= $p < 0,05$ για τις 6h μετά την άσκηση, δ= $p < 0,05$ για τα 12h μετά την άσκηση, ε= $p < 0,05$ για τις 24h μετά την άσκηση)	35
Σχήμα 8.	SDNN στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ για τα 3 σετ, *= $p < 0,05$ για τα 6 σετ, α= $p < 0,05$ για πριν την άσκηση, β= $p < 0,05$ για τα 6h μετά την άσκηση, γ= $p < 0,05$ για τις 12h μετά την άσκηση)	36
Σχήμα 9.	RMSSD στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ για τα 3 σετ, *= $p < 0,05$ για τα 6 σετ, α= $p < 0,05$ για πριν την άσκηση, β= $p < 0,05$ για τα 60 min μετά την άσκηση, γ= $p < 0,05$ για τις 6h μετά την άσκηση, δ= $p < 0,05$ για τα 12h μετά την άσκηση, ε= $p < 0,05$ για τις 24h μετά την άσκηση)	37

Σχήμα 10.	RMSSD στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών ...	38
Σχήμα 11.	SD1 στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p<0,05$ για τα 3 σετ, *= $p<0,05$ για τα 6 σετ, α= $p<0,05$ για πριν την άσκηση, β= $p<0,05$ για τα 60 min μετά την άσκηση, γ= $p<0,05$ για τις 6h μετά την άσκηση, δ= $p<0,05$ για τα 12h μετά την άσκηση, ε= $p<0,05$ για τις 24h μετά την άσκηση)	39
Σχήμα 12.	SD1 στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών	40
Σχήμα 13.	SD2 στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών	41
Σχήμα 14.	SD2 στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p<0,05$ για τα 3 σετ, *= $p<0,05$ για τα 6 σετ, α= $p<0,05$ για τις 6h μετά την άσκηση, β= $p<0,05$ για τα 12h μετά την άσκηση)	42
Σχήμα 15.	SD2/SD1 στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών	43
Σχήμα 16.	SD2/SD1 στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών	44
Σχήμα 17.	DFA a1 στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p<0,05$ για τα 6 σετ, *= $p<0,05$ για πριν την άσκηση, α= $p<0,05$ για τις 6h μετά την άσκηση, β= $p<0,05$ για τα 12h μετά την άσκηση, γ= $p<0,05$ για τις 24h μετά την άσκηση)	45
Σχήμα 18.	DFA a1 στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών	46
Σχήμα 19.	DFA a2 στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών	47
Σχήμα 20.	DFA a2 στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών	48
Σχήμα 21.	LF στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών	49
Σχήμα 22.	LF στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών	49
Σχήμα 23.	HF στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p<0,05$ για τα 6 σετ, *= $p<0,05$ για πριν την άσκηση, α= $p<0,05$ για τις πριν την άσκηση, β= $p<0,05$ για τα 6h μετά την άσκηση, γ= $p<0,05$ για τις 24h μετά την άσκηση)	50
Σχήμα 24.	HF στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών	51
Σχήμα 25.	HF/LF στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών	52
Σχήμα 26.	HF/LF στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών	53

Σχήμα 27.	RPE μετά την εκτέλεση των συνθηκών 3 και 6 σετ (*= $p < 0,05$ για τα 3 σετ)	53
Σχήμα 28.	PRS μετά την εκτέλεση των συνθηκών 3 και 6 σετ (*= $p < 0,05$ για τα 3 σετ)	54

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αυτόνομο νευρικό σύστημα (ΑΝΣ) είναι υπεύθυνο για την ακούσια ρύθμιση βασικών λειτουργιών του οργανισμού, όπως η καρδιακή λειτουργία, η αρτηριακή πίεση, η αναπνοή, η πέψη και η θερμοκρασία του σώματος. Το ΑΝΣ διακρίνεται σε δύο κύρια υποσυστήματα: το συμπαθητικό νευρικό σύστημα (ΣΝΣ) και το παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα (ΠΝΣ). Το ΣΝΣ ενεργοποιείται σε καταστάσεις άγχους, φόβου ή ανάγκης για άμεση αντίδραση. Η ενεργοποίησή του αυξάνει την καρδιακή συχνότητα, την αρτηριακή πίεση, προκαλεί διαστολή των βρόγχων και ενισχύει την παραγωγή γλυκόζης από το ήπαρ. Επιπλέον, αναστέλλει τη λειτουργία του πεπτικού συστήματος και τη σιελόρροια, ενώ ενισχύει την έκκριση αδρεναλίνης από τα επινεφρίδια. Αντίθετα, το ΠΝΣ δραστηριοποιείται όταν το σώμα βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας και ανάπαυσης. Η ενεργοποίησή του μειώνει την καρδιακή συχνότητα και την αρτηριακή πίεση, ενισχύει τη λειτουργία του πεπτικού συστήματος και την απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών, ενώ συμβάλλει στην αποκατάσταση και την εξοικονόμηση ενέργειας. Η λειτουργία του ΑΝΣ βασίζεται στην ισορροπία μεταξύ ΣΝΣ και ΠΝΣ, ισορροπία που είναι κρίσιμη για τη φυσιολογική λειτουργία του οργανισμού (Bilman, 2013; Fox, 2013; Κυρλαγκίτσης, 2015; Sherwood, 2016; Waxenbaum et al., 2022).

Η μεταβλητότητα καρδιακής συχνότητας (ΜΚΣ) αναφέρεται στη διακύμανση των χρονικών διαστημάτων μεταξύ διαδοχικών καρδιακών παλμών. Αντικατοπτρίζει τη δυναμική αλληλεπίδραση και ισορροπία μεταξύ του ΣΝΣ και του ΠΝΣ και αποτελεί δείκτη της αυτόνομης ρύθμισης της καρδιακής λειτουργίας. Η ΜΚΣ υπολογίζεται μέσω ανάλυσης των διαστημάτων R-R στο ηλεκτροκαρδιογράφημα (ΗΚΓ) και αξιολογείται με δείκτες που κατατάσσονται σε χρονικούς, συχνοτικούς και μη γραμμικούς. Οι χρονικοί δείκτες περιλαμβάνουν τον SDNN, που αντικατοπτρίζει τη συνολική μεταβλητότητα, και τους RMSSD και pNN50 οι οποίοι σχετίζονται κυρίως με την παρασυμπαθητική δραστηριότητα. Οι δείκτες συχνοτικής ανάλυσης περιλαμβάνουν τις χαμηλές συχνότητες (low frequency, LF η οποία συνδέεται με το συμπαθητικό και παρασυμπαθητικό σύστημα, υψηλές συχνότητες (high frequency, HF) η οποία αντιπροσωπεύει την παρασυμπαθητική δραστηριότητα και τον λόγο LF/HF ο οποίος αντιπροσωπεύει την ισορροπία μεταξύ συμπαθητικής και παρασυμπαθητικής δραστηριότητας. Οι μη γραμμικοί δείκτες περιλαμβάνουν τους: SD1 και SD2 (από ανάλυση του διαγράμματος Poincaré), οι οποίοι

αποτυπώνουν την βραχυπρόθεσμη και την μακροπρόθεσμη μεταβλητότητα, αντίστοιχα, καθώς και δείκτες εντροπίας όπως οι ArEn και SampEn, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της πολυπλοκότητας και της δυναμικής της καρδιακής λειτουργίας.

Η ΜΚΣ συνδέεται στενά με την απόδοση και την υγεία. Ένα υψηλό επίπεδο ΜΚΣ υποδηλώνει καλή φυσική κατάσταση και αποτελεσματική ικανότητα αποκατάστασης, ενώ χαμηλή ΜΚΣ μπορεί να αποτελεί ένδειξη κόπωσης, υπερπροπόνησης ή δυσλειτουργίας του ΑΝΣ. Η καθημερινή παρακολούθηση της ΜΚΣ προσφέρει τη δυνατότητα εξατομικευμένης ρύθμισης των προπονητικών φορτίων, συμβάλλοντας στη βελτιστοποίηση της απόδοσης και τη μείωση του κινδύνου τραυματισμού. Παράλληλα, η χαμηλή ΜΚΣ έχει συσχετιστεί με αυξημένο καρδιαγγειακό κίνδυνο, ενώ παρατηρείται σε περιπτώσεις ψυχολογικού στρες, άγχους ή κατάθλιψης. Αντίθετα, υψηλά επίπεδα ΜΚΣ αντικατοπτρίζουν ένα ευέλικτο και υγιές ΑΝΣ, ικανό να ανταποκριθεί αποτελεσματικά σε στρεσογόνες καταστάσεις (Aubert & Beckers, 2003; Billman, 2011; Κυρλαγκίτης και συν., 2011; Malik, 1996; Shaffer & Ginsberg, 2017; Vanderlei et al., 2009).

Η προπόνηση δύναμης, και ειδικότερα η προπόνηση με βάρη, αποτελεί θεμελιώδες συστατικό για τη βελτίωση της αθλητικής απόδοσης και την προαγωγή της υγείας. Στον τομέα της απόδοσης, η προπόνηση με βάρη αυξάνει την μυϊκή μάζα, τη δύναμη και την ισχύ, στοιχεία κρίσιμα για αθλήματα που απαιτούν ταχύτητα, εκρηκτικότητα και άλματα (Suchomel et al., 2016). Επιπλέον, ενισχύει τον νευρομυϊκό συντονισμό και βελτιώνει την αποτελεσματικότητα της κίνησης (Rønnestad & Mujika, 2014). Από την πλευρά της υγείας, η προπόνηση με βάρη συμβάλλει στη διατήρηση της μυϊκής μάζας, στην πρόληψη της οστεοπόρωσης και στη μείωση του κινδύνου τραυματισμών (Kelley et al., 2001). Επίσης, ενισχύει την καρδιαγγειακή υγεία, ρυθμίζει την αρτηριακή πίεση και βελτιώνει τη ΜΚΣ (Strasser & Schoberberger, 2011). Παράλληλα, η προπόνηση δύναμης προσφέρει μεταβολικά οφέλη και συμβάλλει στην πρόληψη χρόνιων νόσων, συγκεκριμένα βελτιώνει την ευαισθησία στην ινσουλίνη, προάγει την υγιή σύνθεση του σώματος και μειώνει τον κίνδυνο για μεταβολικά σύνδρομα (Grontved et al., 2012). Τέλος, η προπόνηση δύναμης έχει και ψυχολογικά οφέλη για την υγεία διότι μειώνει το στρες, την κατάθλιψη και το άγχος, ενώ αυξάνει την αυτοεκτίμηση και τη διάθεση (Gordon et al., 2018).

Η προπόνηση με βάρη χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένους παράγοντες επιβάρυνσης, οι οποίοι περιλαμβάνουν την ένταση (φορτίο), τον όγκο (σετ και επαναλήψεις), τη διάρκεια διαλειμμάτων ανάμεσα στα σετ, τη συχνότητα προπόνησης και

τη σειρά εκτέλεσης των ασκήσεων. Αυτοί οι παράγοντες καθορίζουν τη φυσιολογική απόκριση του οργανισμού, τις προπονητικές προσαρμογές και τη συνολική αποτελεσματικότητα του προγράμματος (Haff & Triplett, 2015; Schoenfeld, 2010). Η ένταση, ως το ποσοστό της 1ΜΕ, είναι κρίσιμη για τη βελτίωση της δύναμης και της υπερτροφίας (Campos et al. 2002; Fry, 2004; Kraemer & Ratamess, 2000), ενώ ο όγκος (συνδυασμός σετ και επαναλήψεων) είναι εξίσου καθοριστικός (Campos et al. 2002; Kraemer & Ratamess, 2004; Krieger, 2010). Οι χρόνοι διαλείμματος επηρεάζουν την αποκατάσταση και την επακόλουθη απόδοση, ενώ η σειρά ασκήσεων καθορίζει τη σχετική κόπωση των μυϊκών ομάδων (Kraemer 1997; Kraemer & Ratamess, 2004). Τέλος, η συχνότητα προπονήσεων ρυθμίζει τον ρυθμό αποκατάστασης και προσαρμογής των μυών (Rhea et al., 2003).

Η προπόνηση με βάρη προκαλεί μεταβολές σε πολλά συστήματα του οργανισμού: καρδιαγγειακό, μυοσκελετικό, νευρικό, μεταβολικό και ορμονικό. Μεταξύ άλλων, παρατηρούνται αυξήσεις στη μυϊκή ενεργοποίηση, μεταβολές στη μυϊκή σύνθεση και λειτουργία, βελτιώσεις στη νευρομυϊκή συναρμογή, αυξήσεις σε τεστοστερόνη, αυξητική ορμόνη και κορτιζόλη, και τροποποιήσεις στην καρδιακή και αιμοδυναμική λειτουργία (Fleck & Kraemer, 2006; Κλεισούρας, 2011).

Ειδικότερα, η ΜΚΣ επηρεάζεται άμεσα από την προπόνηση με βάρη, αντανακλώντας τη μεταβολή στην ισορροπία ΣΝΣ–ΠΝΣ κατά την αποκατάσταση. Ωστόσο, η πλειονότητα των ερευνών έχει εστιάσει στην αερόβια ή συνδυασμένη άσκηση, ενώ περιορισμένος είναι ο αριθμός των μελετών που εξετάζουν αποκλειστικά την προπόνηση με αντιστάσεις και την επίδρασή της στη ΜΚΣ σε υγιή άτομα. Οι κυριότερες από αυτές παρουσιάζονται στη συνέχεια. Οι Heffernan et al. (2007) εξέτασαν την επίδραση της προπόνησης με αντιστάσεις για ολόκληρο το σώμα κατά την διάρκεια 6 εβδομάδων προπονήσεων (3 συνεδρίες/εβδομάδα) και 4 εβδομάδες μετά τις προπονήσεις στην αποκατάσταση του καρδιακού ρυθμού (HRR) και στη ΜΚΣ. Οι μετρήσεις ΜΚΣ πραγματοποιήθηκαν 15 λεπτά μετά την άσκηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση της SampEn, της LZEn και της HRR, χωρίς μεταβολές στα φασματικά μέτρα. Μετά την παύση της προπόνησης, οι μεταβολές αυτές εξαλείφθηκαν. Τα ευρήματα δείχνουν ότι η χρόνια προπόνηση με αντιστάσεις μπορεί να ενισχύσει την καρδιακή αυτόνομη ρύθμιση, ωστόσο οι προσαρμογές υποχωρούν μετά τη διακοπή της προπόνησης.

Στη μελέτη των Kingsley et al. (2014) διερευνήθηκε, σε προπονημένα και μη προπονημένα άτομα, η οξεία επίδραση συνεδριών άσκησης με αντιστάσεις για ολόκληρο το σώμα (από 3 σετ των 10 επαναλήψεων σε κάθε άσκηση) στη ΜΚΣ. Οι μετρήσεις ΜΚΣ πραγματοποιήθηκαν 25 λεπτά μετά την άσκηση. Παρατηρήθηκαν σημαντικές μειώσεις στους παρασυμπαθητικούς δείκτες (HF, RMSSD, SDNN, pNN50, SampEn) και αυξήσεις στα LFnu και LF/HF, υποδηλώνοντας ότι η προπόνηση με αντιστάσεις προκαλεί καταστολή της παρασυμπαθητικής δραστηριότητας ανεξαρτήτως εμπειρίας.

Οι Kingsley et al. (2016) συνέχισαν τη διερεύνηση των αυτόνομων αποκρίσεων εξετάζοντας την επίδραση μίας συνεδρίας άσκησης με ελεύθερα βάρη (3 σετ των 10 επαναλήψεων στο 75% της 1ME). Η ΜΚΣ αξιολογήθηκε 30 λεπτά μετά. Βρέθηκε σημαντική αύξηση της καρδιακής συχνότητας, της αρτηριακής σκληρότητας (cf-PWV), του LFnu και του λόγου LF/HF, καθώς και μείωση του HFnu, της SampEn, της LZEn και της ευαισθησίας των μηχανοϋποδοχών. Τα ευρήματα αυτά δείχνουν παρατεταμένη συμπαθητική υπεροχή και μείωση της καρδιακής πολυπλοκότητας έως και 30 λεπτά μετά την άσκηση.

Στη μελέτη των Isidoro et al. (2017) διερευνήθηκε η αποκατάσταση της ΜΚΣ μετά από ασκήσεις δύναμης για τα άνω και κάτω άκρα (3 σετ των 12 επαναλήψεων στο 70% της 1ME). Η ΜΚΣ μετρήθηκε πριν, αμέσως μετά, 10-20 λεπτά και 20-30 λεπτά μετά την άσκηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι δείκτες SDNN, pNN50, RMSSD, HF (n.u.), HF (ms²) και LF (ms²) μειώθηκαν σε όλες τις χρονικές στιγμές μέτρησης μετά την άσκηση σε σύγκριση με πριν για το πάνω και το κάτω μέρος με μεγαλύτερη μείωση στο πάνω μέρος. Επίσης, παρατήρησαν ότι ο LF (n.u.) και ο λόγος LF/HF αυξήθηκαν σε όλες τις χρονικές στιγμές μέτρησης μετά την άσκηση συγκριτικά με πριν για το πάνω και το κάτω μέρος του σώματος με μεγαλύτερη αύξηση στο πάνω μέρος. Τα δεδομένα έδειξαν ότι οι ασκήσεις για το κάτω μέρος προκάλεσαν πιο έντονες αλλαγές στην καρδιακή αυτόνομη λειτουργία σε σύγκριση με τις ασκήσεις για το πάνω μέρος.

Οι Dobbs et al. (2020) ανέλυσαν τη σχέση μεταξύ ΜΚΣ και νευρομυϊκής απόδοσης μέσω της μέσης ταχύτητας κίνησης της μπάρας μετά από προπόνηση καθισμάτων (8 σετ των 10 επαναλήψεων στο 70% της 1ME). Η ΜΚΣ και η ταχύτητα κίνησης της μπάρας καταγράφηκαν 30 λεπτά, 24, 48 και 72 ώρες μετά. Η αποκατάσταση της ΜΚΣ δεν συσχετίστηκε με την αποκατάσταση της ταχύτητας μετακίνησης της μπάρας, υποδεικνύοντας ότι οι δείκτες ΜΚΣ ενδέχεται να μην συμβαδίζουν με τη νευρομυϊκή λειτουργική αποκατάσταση.

Οι Lima et al. (2011) συνέκριναν τις επιδράσεις διαφορετικών εντάσεων (50% και 70% της 1ME) σε ασκήσεις για τον κορμό και τα άνω άκρα (3 σετ των 12, 9 και 6 επαναλήψεων) στη ΜΚΣ μετά την άσκηση. Η ΜΚΣ μετρήθηκε μεταξύ 20-30 και 50-60 λεπτών μετά την προπόνηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προπόνηση στο 70% οδήγησε σε σημαντική μείωση του R-R διαστήματος, του HF και αύξηση του LF και του λόγου LF/HF, υποδηλώνοντας ισχυρότερη συμπαθητική ενεργοποίηση συγκριτικά με την άσκηση στο 50%.

Οι Figueiredo et al. (2015) μελέτησαν την επίδραση διαφορετικών όγκων (1, 3 και 5 σετ) σε προπόνηση αντίστασης για τα άνω και κάτω άκρα (8-10 επαναλήψεις στο 70% της 1ME), στη ΜΚΣ και στην αρτηριακή πίεση. Η ΜΚΣ μετρήθηκε ανά 10 λεπτά μέχρι και 60' μετά την άσκηση. Η συνθήκη των 5 σετ προκάλεσε σημαντικές αυξήσεις στο LF (nu) και μειώσεις στο HF (nu) και RMSSD έως 30' μετά, υποδηλώνοντας ότι μεγαλύτερος όγκος οδηγεί σε ισχυρότερη καταστολή της παρασυμπαθητικής δραστηριότητας.

Οι Lemos et al. (2018) διερεύνησαν την επίδραση της σειράς εκτέλεσης ασκήσεων (από μεγάλες προς μικρές μυϊκές ομάδες και αντίστροφα) και διαφορετικών διαστημάτων ανάπαυσης (40 έναντι 90 δευτερολέπτων) στη ΜΚΣ. Η ΜΚΣ μετρήθηκε ανά 10 λεπτά μέχρι και 60' μετά την άσκηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές αυξήσεις στους δείκτες LF (ms^2), HF (ms^2) και το λόγο LF/HF για όλες τις χρονικές στιγμές μετρήσεις σε σύγκριση με τις τιμές πριν την άσκηση, προκαλώντας αυξημένο συμπαθητικό τόνο και μειωμένο παρασυμπαθητικό για 60' μετά την άσκηση, ανεξαρτήτως σειράς ή διαλειμμάτων.

Οι Gois et al. (2014) εξέτασαν τις επιδράσεις σύγκεντρης και έκκεντρης προπόνησης με αντιστάσεις στη ΜΚΣ και τη δύναμη, σε 4 ομάδες που εκτέλεσαν από 1 έως 10 προπονητικές μονάδες με προοδευτικά αυξανόμενη ένταση και μειούμενα διαλείμματα. Η έκκεντρη ομάδα προπόνησης (ECCT) παρουσίασε τις σημαντικότερες αυξήσεις στους δείκτες RMSSD, SD1 και HF κατά την αποκατάσταση, καταδεικνύοντας ευνοϊκή παρασυμπαθητική προσαρμογή.

Οι González-Badillo et al. (2016) μελέτησαν την αποκατάσταση της ΜΚΣ και της απόδοσης (κατακόρυφο άλμα με ταλάντευση) έως και 48 ώρες μετά από προπόνηση δύο διαφορετικών πρωτοκόλλων ασκήσεων με αντιστάσεις που διέφεραν ως προς τον όγκο προπόνησης (3 σετ των 8 επαναλήψεων ή 3 σετ των 4 επαναλήψεων στο 80% της 1ME). Τα ευρήματα έδειξαν ότι ο μεγαλύτερος όγκος προκάλεσε μεγαλύτερη νευρομυϊκή

κόπωση και πιο παρατεταμένη μείωση της ΜΚΣ (LnRMSSD, SampEn), υποδηλώνοντας ότι ο όγκος αυξάνει τον χρόνο αποκατάστασης και επηρεάζει την ομοιόσταση του ΑΝΣ.

Τέλος, οι Flatt et al. (2019) εξέτασαν τη χρονική εξέλιξη της ΜΚΣ, της νευρομυϊκής απόδοσης και της αντιλαμβανόμενης αποκατάστασης (RPE) μετά από προπόνηση υψηλής έντασης (6 σετ στο 90% 1ΜΕ). Οι δείκτες της ΜΚΣ επανήλθαν στις αρχικές τιμές εντός 24 ωρών, οι νευρομυϊκοί εντός 48 ωρών, ενώ οι υποκειμενικοί δείκτες παρέμειναν επηρεασμένοι ακόμη και μετά από 48 ώρες, αποκαλύπτοντας διαφορετικά χρονικά πλαίσια αποκατάστασης ανά σύστημα.

Παρά την αυξανόμενη ερευνητική δραστηριότητα γύρω από τη μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας (ΜΚΣ) και την προπόνηση με αντιστάσεις, εξακολουθούν να υπάρχουν σημαντικά κενά στη βιβλιογραφία. Ο αριθμός των μελετών που έχουν εξετάσει τη ΜΚΣ σε ύπτια θέση είναι περιορισμένος, ενώ καμία μέχρι σήμερα δεν έχει διερευνήσει ταυτόχρονα έντεκα δείκτες της (SDNN, RMSSD, SD1, SD2, SD2/SD1, DFA α1, DFA α2, LF, HF, HF/LF). Παράλληλα, δεν υπάρχουν δεδομένα για την πορεία αυτών των δεικτών σε έξι διαφορετικά χρονικά σημεία (πριν, 30 λεπτά, 60 λεπτά, 6 ώρες, 12 ώρες και 24 ώρες). Επιπλέον, καμία μελέτη δεν έχει χρησιμοποιήσει το άλμα από πτώση (DJ) ως τεστ απόδοσης ούτε έχει εξετάσει την απόδοση σε πέντε διακριτές χρονικές στιγμές (πριν, 3 λεπτά, 30 λεπτά, 60 λεπτά και 24 ώρες). Τα παραπάνω αναδεικνύουν ένα ουσιώδες ερευνητικό κενό, το οποίο επιχειρεί να καλύψει η παρούσα μελέτη, προσφέροντας μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για τις βραχυπρόθεσμες και μεσοπρόθεσμες αποκρίσεις του οργανισμού μετά από προπόνηση με αντιστάσεις.

1.1. Σκοπός της έρευνας

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσει την επίδραση του όγκου προπόνησης, μεταβάλλοντας τον αριθμό των σετ σε μία προπονητική μονάδα ασκήσεων με αντιστάσεις για μυϊκή υπερτροφία των κάτω άκρων, με στόχο την αξιολόγηση των επιδράσεων στους δείκτες μεταβλητότητας καρδιακής συχνότητας (ΜΚΣ), στην απόδοση των ασκούμενων μετά την άσκηση, και στην υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης και της αποκατάστασης.

1.2. Ερευνητικές υποθέσεις

Η ερευνητική υπόθεση της μελέτης ήταν ότι η αύξηση του όγκου μιας προπονητικής μονάδας με αντιστάσεις για υπερτροφία των κάτω άκρων θα επιφέρει μεγαλύτερη μείωση στους δείκτες της ΜΚΣ και στην απόδοση των ασκούμενων για τουλάχιστον 24 ώρες μετά την άσκηση.

1.3. Οριοθετήσεις και Περιορισμοί

- Ως προς τα χαρακτηριστικά του δείγματος:

- Το δείγμα αποτέλεσαν 12 άνδρες, ηλικίας 20 έως 40 ετών, φοιτητές της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης και εργαζόμενοι στην πόλη της Κομοτηνής.
- Οι συμμετέχοντες διέθεταν προπονητική εμπειρία σε ασκήσεις με αντιστάσεις τουλάχιστον 6 μηνών.
- Προϋπόθεση συμμετοχής ήταν η απουσία καρδιαγγειακής ή μεταβολικής νόσου και η μη λήψη φαρμακευτικής αγωγής.

- Ως προς τις οδηγίες συμμόρφωσης και περιορισμούς:

- Οι δοκιμαζόμενοι έλαβαν οδηγίες να αποφύγουν κάθε μορφή άσκησης τις προηγούμενες 72 ώρες, την κατανάλωση αλκοόλ τις τελευταίες 48 ώρες και την κατανάλωση καφεΐνης τις τελευταίες 12 ώρες.
- Επιπλέον, κλήθηκαν να διατηρήσουν σταθερές συνήθειες ύπνου, καθημερινών δραστηριοτήτων και διατροφής καθ' όλη τη διάρκεια των τριών συνεδριών.

- Ως προς την εκτέλεση των δοκιμών απόδοσης:

- Οι συμμετέχοντες έπρεπε να εκτελούν τα άλματα με μέγιστη προσπάθεια.
- Ο χρόνος επαφής με το έδαφος στα άλματα από πτώση (ΑΠ) κατά την προσγείωση έπρεπε να είναι μικρότερος των 250 ms.

- Ως προς τους περιορισμούς της μελέτης:

- Η παρακολούθηση των επιδράσεων του όγκου προπόνησης στη ΜΚΣ και στην απόδοση περιορίστηκε στις πρώτες 24 ώρες, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων σε μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα.

- Δεν υπήρξε απόλυτος έλεγχος της συμμόρφωσης των συμμετεχόντων στις οδηγίες μεταξύ των συνεδριών, γεγονός που αποτελεί πιθανό περιορισμό της εγκυρότητας των δεδομένων.

1.4. Ορισμοί και Συντομογραφίες

- Αυτόνομο νευρικό σύστημα (ΑΝΣ): Τμήμα του περιφερικού νευρικού συστήματος που δρα ακούσια και ρυθμίζει ζωτικές λειτουργίες του οργανισμού, διασφαλίζοντας την ομοιόσταση και την προσαρμογή σε εξωτερικά και εσωτερικά ερεθίσματα (Fox, 2013; Sherwood, 2016).
- Συμπαθητικό νευρικό σύστημα (ΣΝΣ): Το τμήμα του ΑΝΣ που ενεργοποιεί τον οργανισμό σε καταστάσεις άμεσης ανάγκης, προκαλώντας αυξημένη διέγερση και εγρήγορση μέσω της ενίσχυσης της λειτουργίας των οργάνων. Ενεργοποιεί σχεδόν όλα τα συστήματα του σώματος (Fox, 2013; Sherwood, 2016).
- Παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα (ΠΝΣ): Το τμήμα του ΑΝΣ που δρα επικουρικά στη διατήρηση και αποκατάσταση της ενεργειακής ισορροπίας. Ενεργοποιείται κατά την ανάπαυση, προάγοντας τη λειτουργία των σπλαγχνικών οργάνων και την αποκατάσταση του οργανισμού (Fox, 2013; Sherwood, 2016).
- Μεταβλητότητα καρδιακής συχνότητας (ΜΚΣ): Η διακύμανση του χρόνου μεταξύ διαδοχικών καρδιακών παλμών (διαστήματα R-R), εκφρασμένη σε sec ή msec. Αποτελεί δείκτη της λειτουργικής κατάστασης και της ισορροπίας του ΑΝΣ (Κυρλαγκίτσης και συν., 2011).
- Ηλεκτροκαρδιογράφημα (ΗΚΓ): Μη επεμβατική διαγνωστική μέθοδος καταγραφής των ηλεκτρικών σημάτων της καρδιάς, μέσω της οποίας μπορούν να αξιολογηθούν ο ρυθμός, η συχνότητα και η λειτουργία των καρδιακών θαλάμων.
- ME: Μέγιστη Επανάληψη
- ApEn: Approximate Entropy
- BRS: Baroreflex Sensitivity
- BVM: Bar Velocity Mean
- cf-PWV: Carotid-Femoral Pulse Wave Velocity
- CMJ: Countermovement Jump
- DJ: Drop Jump

- ECCT: Eccentric Training Group
- HF: High Frequency
- HF (n.u.): High Frequency normalized units
- HR: Heart Rate
- HRR: Heart Rate Recovery
- HRV: Heart Rate Variability
- LF: Low Frequency
- LF (n.u.): Low Frequency normalized units
- LnHF: Natural logarithm of High Frequency
- LZEn: Lempel-Ziv Entropy
- RMSSD: Root Mean Square of Successive Differences
- RPE: Rating of Perceived Exertion
- SampEn: Sample Entropy
- SD1: Standard Deviation 1
- SD2: Standard Deviation 2
- SDNN: Standard Deviation of NN intervals
- pNN50: proportion of successive normal-to-normal intervals greater than 50 ms

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Δείγμα

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 12 άνδρες (ηλικία: $31,4 \pm 7,1$ έτη, ύψος: $1,79 \pm 0,04$ m, σωματική μάζα: $81,6 \pm 11,8$ kg, δείκτης μάζας σώματος: $24,6 \pm 3,5$ kg/m²), οι οποίοι συμμετείχαν εθελοντικά στην έρευνα και διέθεταν προπονητική εμπειρία σε προπόνηση με αντιστάσεις τουλάχιστον ενός έτους. Όλοι οι συμμετέχοντες υπέγραψαν έντυπη δήλωση εθελοντικής συμμετοχής, έχοντας προηγουμένως λάβει πλήρη ενημέρωση, γραπτώς και προφορικώς, σχετικά με τις διαδικασίες της μελέτης.

2.2. Πειραματικός σχεδιασμός και διαδικασία

Κατά την πρώτη επίσκεψη, οι συμμετέχοντες εξοικειώθηκαν με το χώρο, τον εξοπλισμό, τις ασκήσεις που θα εκτελούνταν στο πλαίσιο της μελέτης, τη διαδικασία μέτρησης της ΜΚΣ και τις δοκιμασίες αξιολόγησης της απόδοσης. Οι ασκήσεις που εκτελέστηκαν ήταν: κάθισμα, κάμψεις κνήμης, πιέσεις ποδιών και εκτάσεις κνήμης. Τα τεστ απόδοσης περιλάμβαναν τέσσερα κατακόρυφα άλματα με ταλάντωση (ΚΑΤ) και τέσσερα άλματα μετά από πτώση (ΑΠ) από ύψος 40 cm.

Κατά την δεύτερη επίσκεψη αξιολογήθηκε το σωματικό βάρος και ύψος καθώς και η 1ΜΕ στις ασκήσεις κάθισμα και κάμψεις κνήμης. Δύο ημέρες μετά στην τρίτη επίσκεψη αξιολογήθηκε η 1ΜΕ στις ασκήσεις πιέσεις ποδιών και εκτάσεις κνήμης. Οι συμμετέχοντες συμμετείχαν σε τρεις πειραματικές συνεδρίες: α) ελέγχου, β) άσκηση με αντιστάσεις για μυϊκή υπερτροφία των κάτω άκρων εκτελώντας από 3 σετ των 10 επαναλήψεων στο 70% της 1ΜΕ σε κάθε άσκηση, και γ) άσκηση με αντιστάσεις για μυϊκή υπερτροφία των κάτω άκρων εκτελώντας από 6 σετ των 10 επαναλήψεων στο 70% της 1ΜΕ σε κάθε άσκηση. Μεταξύ των σετ και των ασκήσεων παρεμβαλλόταν 3 λεπτά διάλειμμα.

Η ΜΚΣ μετρήθηκε 10 λεπτά μετά την άφιξη στο εργαστήριο, σε ύπτια θέση (5 λεπτά) και σε όρθια θέση (7 λεπτά). Ακολούθησε προθέρμανση που περιλάμβανε: 4 λεπτά ποδήλατο χαμηλής έντασης, ενεργητικές διατάσεις για τα κάτω άκρα και 10 καθίσματα με το βάρος του σώματος, καθώς και 10 επαναλήψεις με το 40% της 1ΜΕ στο κάθισμα. Στη συνέχεια, εκτελούνταν τα τεστ απόδοσης και έπειτα η αντίστοιχη πειραματική συνθήκη.

Η ΜΚΣ μετρήθηκε στις χρονικές στιγμές: 30 λεπτά, 1 ώρα, 6 ώρες, 12 ώρες και 24 ώρες μετά από κάθε προπονητική μονάδα. Τα τεστ απόδοσης εκτελούνταν στις χρονικές

στιγμές: 3 λεπτά, 30 λεπτά, 1 ώρα και 24 ώρες μετά από κάθε προπονητική μονάδα. Στη συνθήκη ελέγχου πραγματοποιήθηκαν οι ίδιες μετρήσεις, χωρίς την εφαρμογή προγράμματος άσκησης.

Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μεταξύ 10:00 και 13:00. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να απέχουν από άσκηση 72 ώρες πριν από κάθε προπόνηση και να αποφύγουν την κατανάλωση καφεΐνης ή αλκοόλ τουλάχιστον 12 ώρες πριν. Κατά τη διάρκεια των ασκήσεων και των δοκιμασιών παρέχόταν λεκτική ενθάρρυνση για τη διασφάλιση της μέγιστης κινητοποίησης. Η σειρά εκτέλεσης των πειραματικών συνθηκών έγινε με τυχαία σειρά και με αντιστάθμιση.

2.3. Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης

2.3.1. Ανθρωπομετρικές αξιολογήσεις

Η σωματική μάζα μετρήθηκε με ψηφιακή ζυγαριά (Seca 769, Germany) με ακρίβεια 100 g. Οι συμμετέχοντες ήταν ξυπόλυτοι, χωρίς βαριά ρούχα ή αντικείμενα, και στέκονταν όρθιοι στο κέντρο της ζυγαριάς. Το σωματικό ύψος μετρήθηκε με αναστημόμετρο (Seca 206, Germany), με τον εξεταζόμενο σε όρθια θέση, φτέρνες ενωμένες και το κεφάλι σε ευθεία, με ακρίβεια 0,1 cm.

2.3.2. Αξιολόγηση της 1 μέγιστης επανάληψης (1ME)

Η αξιολόγηση της 1ME πραγματοποιήθηκε με την άμεση μέθοδο στις ασκήσεις κάθισμα, κάμψεις κνήμης, πιέσεις ποδιών και εκτάσεις κνήμης. Οι ασκούμενοι αρχικά πραγματοποιούσαν μια προθέρμανση που περιλάμβανε ποδήλατο χαμηλής έντασης για 4 λεπτά, ενεργητικές διατάσεις για τα κάτω άκρα και 10 καθίσματα με το βάρος του σώματος. Πριν την έναρξη της δοκιμασίας αξιολόγησης οι συμμετέχοντες ερωτούνταν σχετικά με τη μία μέγιστη επανάληψη που χρησιμοποιούσαν στην προπόνησή τους στην εκάστοτε άσκηση. Ακολούθως, την ημέρα που μετρήθηκε η 1ME στις ασκήσεις κάθισμα και κάμψεις κνήμης οι ασκούμενοι εκτελούσαν 10 επαναλήψεις με την μπάρα, χωρίς κιλά στην άσκηση κάθισμα ενώ, για την ημέρα που μετρήθηκε η 1ME στις ασκήσεις πιέσεις ποδιών και εκτάσεις κνήμης οι ασκούμενοι εκτελούσαν 10 επαναλήψεις με την πρέσα, χωρίς κιλά στην άσκηση πιέσεις ποδιών. Στη συνέχεια εκτελούσαν 8 επαναλήψεις με αντίσταση που αντιστοιχούσε στο 50% της εκτιμώμενης από αυτούς 1ME. Κατόπιν, τοποθετούνταν φορτίο στο 80% της εκτιμώμενης μέγιστης επανάληψης στο οποίο

πραγματοποιούσαν 2 επαναλήψεις. Στη συνέχεια το φορτίο αυξανόταν κατά 5-10% περίπου και πραγματοποιούνταν διαδοχικά σετ 1 επανάληψης έως την εύρεση της 1ΜΕ. Όλοι οι ασκούμενοι ολοκλήρωσαν τη διαδικασία της αξιολόγησης σε 5-6 σετ στα οποία το διάλειμμα ήταν 4-5 λεπτά μεταξύ των προσπαθειών και 10 λεπτά μεταξύ των ασκήσεων. Για τις ανάγκες της αξιολόγησης χρησιμοποιήθηκε εξοπλισμός όπως ζώνη, γάντια, μπάρα ολυμπιακού τύπου και δίσκοι βαρών με δυνατότητα αύξησης του βάρους έως και 1,25 κιλά. Για να ελαχιστοποιηθεί το σφάλμα κατά την δοκιμασία αξιολόγησης της 1ΜΕ οι ασκούμενοι έλαβαν τυποποιημένες οδηγίες σχετικά με την τεχνική άσκησης, τους παρασχέθηκε λεκτική ενθάρρυνση κατά τη διαδικασία της αξιολόγησης και 2 απόφοιτοι Τ.Ε.Φ.Α.Α. επέβλεπαν τη διαδικασία και τη σωστή τεχνική εκτέλεσης των ασκήσεων και θεωρούσαν μια προσπάθεια έγκυρη ή άκυρη με βάση τις οδηγίες.

2.3.3. Κατακόρυφο άλμα με ταλάντωση

Για την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος με ταλάντωση ο ασκούμενος είχε τα χέρια του στην μεσολαβή και τα πόδια του πατούσαν στο έδαφος με το άνοιγμα τους στο ύψος των ώμων. Από αυτή την θέση ο ασκούμενος χαμήλωνε σχηματίζοντας γωνία 90 μοιρών με τα γόνατα και ακολούθως σηκωνόταν όσο πιο ψηλά μπορούσε. Οι ασκούμενοι εκτελούσαν τέσσερα άλματα και για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των δύο καλύτερων αλμάτων. Η μέτρηση των αλμάτων έγινε με σύστημα συλλογής οπτικών δεδομένων (Optojump Next, Version 1.12.23.0, Microgate S.r.l., Italy). Το σύστημα αποτελείται από δυο μπάρες (μεγέθους 100 x 4 x 3 cm) μιας εκπομπής σήματος και μιας λήψης σήματος, με ενσωματωμένες σε κάθε μπάρα 96 διόδους οπτικού φωτός (LED) υπέρυθρου, που βρίσκονται σε επικοινωνία μεταξύ τους. Το σύστημα χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με ειδικό λογισμικό για ηλεκτρονικό υπολογιστή (Optojump Next v. 1.9.7.0) με το οποίο υπολογίζεται το ύψος του άλματος, με βάση το χρόνο πτήσης με τον τύπο:

$$YA = g * \chi\pi^2 / 8$$

όπου YA = ύψος άλματος (cm), g = η δύναμη της βαρύτητας (9,81) και ΧΠ = χρόνος πτήσης (sec).

2.3.4. Άλμα μετά από πτώση

Για την εκτέλεση του άλματος μετά από πτώση ο ασκούμενος βρισκόταν επάνω σε πλινθίο ύψους 40 εκατοστών με τα χέρια του στην μεσολαβή και το ένα πόδι σε μικρή προβολή. Από αυτή την θέση έπεφτε από το πλινθίο και εκτελούσε άλμα αμέσως μετά την επαφή του με το έδαφος. Η οδηγία που του δινόταν ήταν να εκτελεί το άλμα όσο το δυνατόν ψηλότερα και γρηγορότερα μπορεί συνδυάζοντας το μέγιστο δυνατό ύψος άλματος με το μικρότερο δυνατό χρόνο επαφής με το έδαφος. Έγκυρα άλματα θεωρούνταν μόνον σε όσα ο χρόνος επαφής με το έδαφος ήταν μικρότερος από 250 ms. Οι ασκούμενοι εκτελούσαν τέσσερα έγκυρα άλματα και για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε η μέση τιμή των δύο αλμάτων με την υψηλότερη ισχύ. Η μέτρηση του ύψους των αλμάτων, μέσου του χρόνου πτήσης, και του χρόνου επαφής με το έδαφος αλμάτων έγινε με σύστημα συλλογής οπτικών δεδομένων (Optojump Next, Version 1.12.23.0, Microgate S.r.l., Italy). Η μηχανική ισχύς του άλματος υπολογίστηκε με βάση τον τύπο:

$$\text{Ισχύς (watt/kg)} = 9,81^2 * \text{χρόνος πτήσης} * ((\text{χρόνος πτήσης} + \text{χρόνος επαφής με το έδαφος}) / 4 * \text{χρόνος επαφής με το έδαφος})$$

2.3.5 Μεταβλητότητα καρδιακής συχνότητας

Η ΜΚΣ μετρήθηκε μέσω αισθητήρα Polar H10 και της εφαρμογής Elite HRV, και τα δεδομένα αναλύθηκαν στο λογισμικό Kubios HRV (Version 4.1.2). Δέκα λεπτά μετά την έλευση τους στο εργαστήριο, οι δοκιμαζόμενοι παραλάμβαναν τον αισθητήρα καρδιακών παλμών με ελαστικό ιμάντα τον οποίο και τοποθετούσαν στο κάτω μέρος του στήθους. Ακολούθως, μεταφέρονταν σε ένα ήσυχο, χαμηλά φωτισμένο δωμάτιο με ελεγχόμενη θερμοκρασία στους 21-23° Κελσίου. Στο δωμάτιο υπήρχε κρεβάτι εξέτασης στο οποίο ξάπλωναν για 7 λεπτά. Στη συνέχεια σηκώνονταν όρθιοι και έμεναν ακίνητοι για 9 λεπτά. Τα πρώτα 2 λεπτά από κάθε θέση δεν συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση της ΜΚΣ. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβανόταν στα 30 λεπτά, 1 ώρα, 6 ώρες, 12 ώρες και 24 ώρες μετά από κάθε προπονητική μονάδα. Για τη μελέτη της ΜΚΣ χρησιμοποιήθηκαν οι παράμετροι: α) μέσος καρδιακός ρυθμός (Mean Heart Rate - MHR), β) τυπική απόκλιση των διαστημάτων RR (Standard Deviation of all normal to normal R-R (NN) intervals - SDNN), γ) μέση τετραγωνική ρίζα διαδοχικών διαφορών διαστήματος RR (Square root of the Mean of the Squares of Successive NN interval Differences - RMSSD), δ) τυπική

απόκλιση κάθετη στη γραμμή ταυτότητας (Standard Deviation - SD1), ε) τυπική απόκλιση κατά μήκος της γραμμής ταυτότητας (Standard Deviation - SD2), στ) αναλογία της τυπικής απόκλιση κατά μήκος της γραμμής ταυτότητας (SD2) / προς την τυπική απόκλιση κάθετη στη γραμμή ταυτότητας (SD1) (SD2/SD1), ζ) ανάλυση τάσης διακύμανσης, βραχυπρόθεσμη κλίση διακύμανσης (Detrended Fluctuation Analysis alpha 1 - DFA α1), η) ανάλυση τάσης διακύμανσης, μακροπρόθεσμη κλίση διακύμανσης (Detrended Fluctuation Analysis alpha 2 - DFA α2), θ) χαμηλές συχνότητες (0,04 and 0,15 Hz - LF), ι) υψηλές συχνότητες (0,15 and 0,4 Hz - HF) και κ) αναλογία υψηλών συχνοτήτων / προς χαμηλών συχνοτήτων (HF/LF).

2.3.6 Υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης μετά την άσκηση (RPE) και υποκειμενική αντίληψη αποκατάστασης (PRS)

Η υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης (RPE) αξιολογήθηκε με την 10βάθμια κλίμακα Borg (1= πολύ εύκολη, 10= πολύ δύσκολη) στο τέλος κάθε προπονητικής μονάδας. Η υποκειμενική αντίληψη αποκατάστασης (PRS) καταγράφηκε 24 ώρες μετά την κάθε προπονητική μονάδα με την 10βάθμια κλίμακα (1= πολύ κουρασμένος, 10= πλήρως αποκατεστημένος).

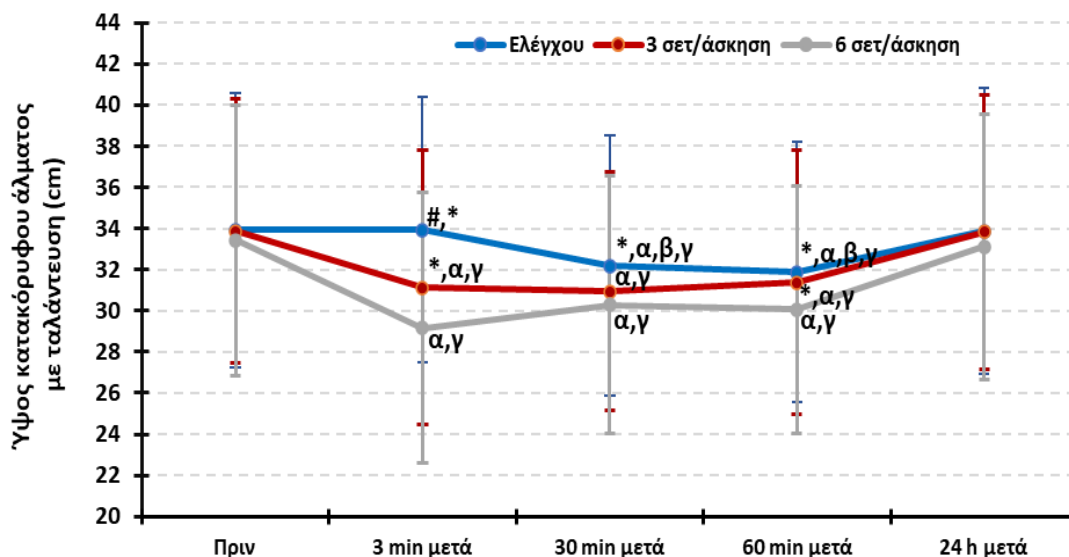
2.4. Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα παρουσιάζονται ως μέσες τιμές και τυπική απόκλιση. Για την ανάλυση της επίδρασης των πειραματικών συνθηκών (ελέγχου, 3 σετ και 6 σετ), της χρονικής στιγμής μέτρησης (πριν, 3 λεπτά, 30 λεπτά, 1 ώρα, 6 ώρες, 12 ώρες και 24 ώρες μετά την εκτέλεση των πειραματικών συνθηκών) και της αλληλεπίδρασής τους στους δείκτες της ΜΚΣ, του ύψους του ΚΑΤ και του ΑΠ εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και στους δύο παράγοντες. Επιμέρους συγκρίσεις μεταξύ των μέσων όρων πραγματοποιήθηκαν με το τεστ του Tukey. Οι διαφορές μεταξύ των δύο συνθηκών άσκησης με βάρη στην υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης και στην υποκειμενική αντίληψη της αποκατάστασης εξετάστηκαν με t-test για ζευγαρωτές παρατηρήσεις (ή εξαρτημένες παρατηρήσεις). Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Ύψος κατακόρυφου άλματος με ταλάντωση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(8, 88) = 5,441$; $p < 0,001$]. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση των παραγόντων πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 7,460$; $p = 0,003$] και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(4, 44) = 25,723$; $p < 0,001$] στο ύψος του κατακόρυφου άλματος. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα πειραματικές συνθήκες δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ($p > 0,05$) μεταξύ των πειραματικών συνθηκών πριν την έναρξη των προγραμμάτων άσκησης. Ωστόσο, στα 3 λεπτά μετά την άσκηση η τιμή του ύψους του άλματος ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) στη συνθήκη ελέγχου απ' ό,τι στις συνθήκες των 3 και 6 σετ. Επίσης, οι τιμές του ύψους στα 3 και 60 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερες ($p < 0,05$) στη συνθήκη των 3 σετ από τις αντίστοιχες τιμές στη συνθήκη των 6 σετ. Επιπλέον, οι τιμές του ύψους στα 30 και 60 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερες ($p < 0,05$) στη συνθήκη ελέγχου από τις αντίστοιχες στη συνθήκη των 6 σετ (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Ύψος κατακόρυφου άλματος με ταλάντωση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ από τα 3 σετ, *= $p < 0,05$ από τα 6 σετ, α= $p < 0,05$ από πριν την άσκηση, β= $p < 0,05$ από τα 3 min μετά την άσκηση, γ= $p < 0,05$ από τις 24h μετά την άσκηση).

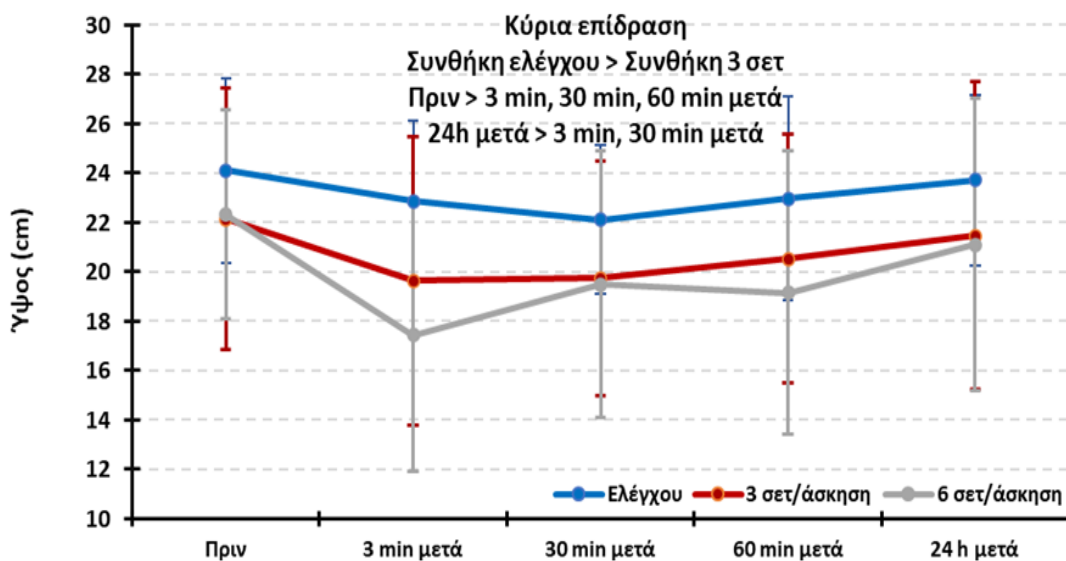
Όσον αφορά τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, όταν εκτελέστηκε η συνθήκη ελέγχου η τιμή του ύψους του άλματος πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 30 και 60 λεπτών μετά την άσκηση. Ακόμη, η τιμή του ύψους 3 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 30 και 60 λεπτών. Επιπρόσθετα, η τιμή του ύψους 24 ώρες μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 30 και 60 λεπτών. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 3 σετ, η τιμή του ύψους του άλματος πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 3, 30 και 60 λεπτών μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή του ύψους του άλματος 24 ώρες μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 3, 30 και 60 λεπτών μετά την άσκηση. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 6 σετ η τιμή του ύψους πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 3, 30 και 60 λεπτών μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή του ύψους του άλματος 24 ώρες μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 3, 30 και 60 λεπτών μετά την άσκηση (Σχήμα 1).

3.2. Άλμα μετά από πτώση

3.2.1. Ύψος άλματος

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(8, 88) = 1,773$; $p = 0,093$]. Διαπιστώθηκε ωστόσο, στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση των παραγόντων πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 5,173$; $p = 0,014$] και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(4, 44) = 8,930$; $p < 0,001$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα πειραματικές συνθήκες, η τιμή του ύψους στη συνθήκη ελέγχου ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) απ' ότι στη συνθήκη των 3 σετ (Σχήμα 2).

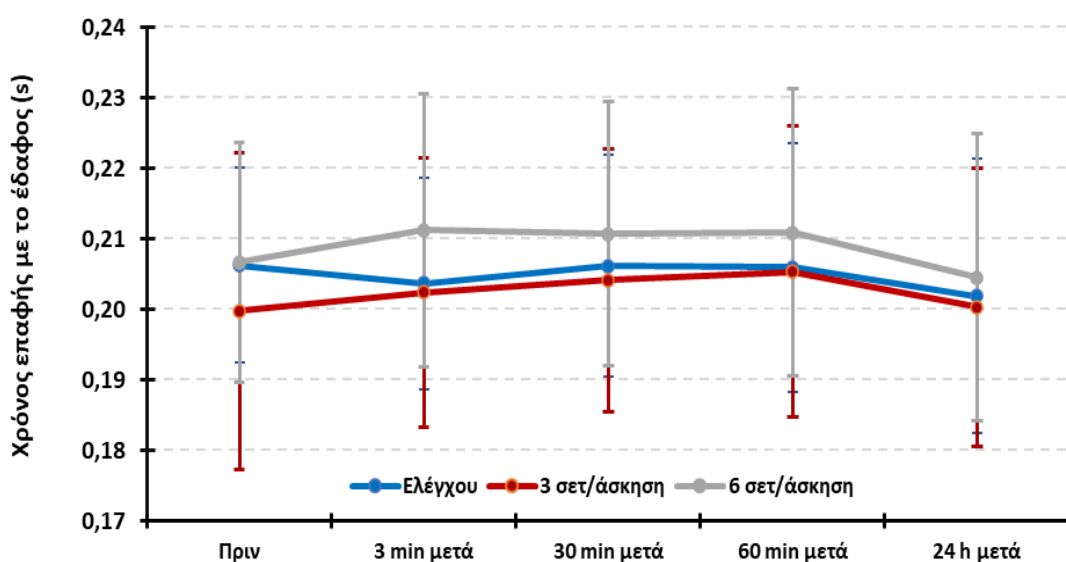
Όσον αφορά τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, η τιμή του ύψους πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) απ' ότι 3, 30 και 60 λεπτά μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή του ύψους 24 ώρες μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 3 και 30 λεπτών μετά την άσκηση (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Ύψος άλματος μετά από πτώση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών.

3.2.2. Χρόνος επαφής με το έδαφος

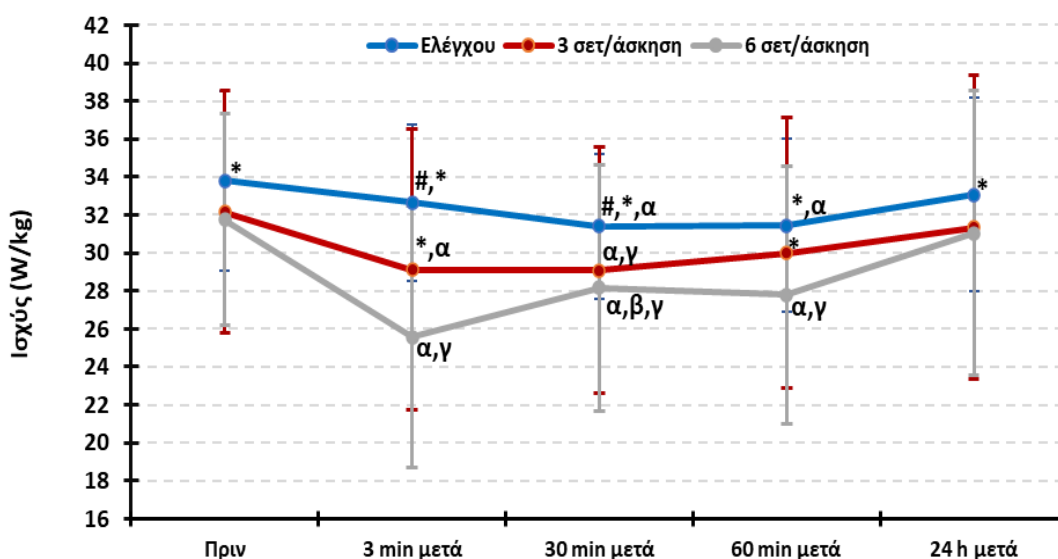
Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(8, 88) = 0,373$; $p = 0,932$]. Επίσης, δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές κύριες επιδράσεις των παραγόντων πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 2,989$; $p = 0,071$] και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(4, 44) = 0,948$; $p = 0,445$] (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Χρόνος επαφής με το έδαφος μετά από πτώση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών.

3.2.3. Ισχύς

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(8, 88) = 3,522$; $p = 0,001$]. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση των παραγόντων πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 6,651$; $p = 0,006$] και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(4, 44) = 12,062$; $p < 0,001$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα πειραματικές συνθήκες, η τιμή της ισχύος πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) στη συνθήκη ελέγχου απ' ό,τι στη συνθήκη των 6 σετ. Επίσης, 3 λεπτά μετά την άσκηση η τιμή της ισχύος ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) στη συνθήκη ελέγχου απ' ό,τι στις συνθήκες των 3 και 6 σετ. Επιπλέον, 3 λεπτά μετά την άσκηση η τιμή της ισχύος ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) στη συνθήκη των 3 σετ απ' ό,τι στη συνθήκη των 6 σετ. Ακόμη, 30 λεπτά μετά την άσκηση η τιμή της ισχύος ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) στη συνθήκη ελέγχου απ' ό,τι στις συνθήκες των 3 και 6 σετ. Επιπρόσθετα, 60 λεπτά μετά την άσκηση οι τιμές της ισχύος ήταν υψηλότερες ($p < 0,05$) στις συνθήκες ελέγχου και 3 σετ απ' ό,τι στη συνθήκη των 6 σετ. Συμπληρωματικά, 24 ώρες μετά την άσκηση η τιμή της ισχύος ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) στη συνθήκη ελέγχου απ' ό,τι στη συνθήκη των 6 σετ (Σχήμα 4).



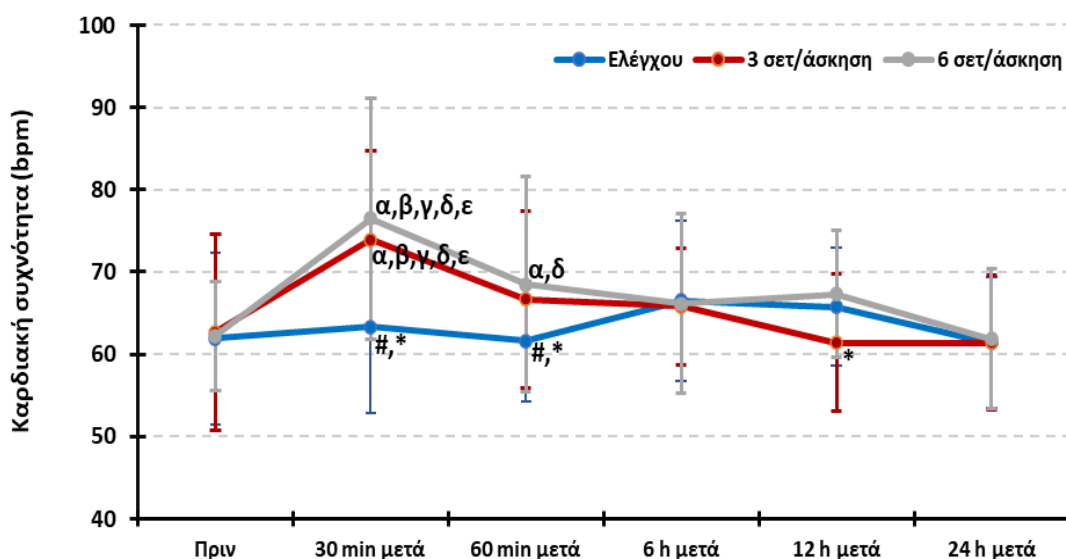
Σχήμα 4. Ισχύς άλματος μετά από πτώση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ από τα 3 σετ, *= $p < 0,05$ από τα 6 σετ, α= $p < 0,05$ από πριν την άσκηση, β= $p < 0,05$ από τα 3 min μετά την άσκηση, γ= $p < 0,05$ από τις 24h μετά την άσκηση).

Όσον αφορά τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, όταν εκτελέστηκε η συνθήκη ελέγχου η τιμή της ισχύος πριν ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 30 και 60 λεπτών μετά την άσκηση. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 3 σετ, η τιμή της ισχύος πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 3 και 30 λεπτών μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή της ισχύος 24 ώρες μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 30 λεπτών μετά την άσκηση. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 6 σετ, η τιμή της ισχύος πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 3, 30 και 60 λεπτά μετά την άσκηση. Επιπλέον, η τιμή της ισχύος 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 3 λεπτών μετά την άσκηση. Ακόμη, η τιμή της ισχύος 24 ώρες μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 3, 30 και 60 λεπτών μετά την άσκηση (Σχήμα 4).

3.3. Καρδιακή συχνότητα

3.3.1. Καρδιακή συχνότητα στην ύπτια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 5,419$; $p < 0,001$]. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση των παραγόντων πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 4,327$; $p = 0,026$] και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 8,727$; $p < 0,001$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα πειραματικές συνθήκες, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ($p > 0,05$) μεταξύ των πειραματικών συνθηκών στην καρδιακή συχνότητα πριν την έναρξη των προγραμμάτων άσκησης. Ωστόσο, στα 30 και 60 λεπτά μετά την άσκηση οι τιμές της καρδιακής συχνότητας ήταν υψηλότερες ($p < 0,05$) στις συνθήκες των 3 και 6 σετ απ' ότι στη συνθήκη ελέγχου. Επίσης, η τιμή της καρδιακής συχνότητας στις 12 ώρες μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) στη συνθήκη των 6 σετ απ' ότι στη συνθήκη των 3 σετ (Σχήμα 5).



Σχήμα 5. Καρδιακή συχνότητα στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ από τα 3 σετ, *= $p < 0,05$ από τα 6 σετ, α= $p < 0,05$ από πριν την άσκηση, β= $p < 0,05$ από τα 60 min μετά την άσκηση, γ= $p < 0,05$ από τις 6h μετά την άσκηση, δ= $p < 0,05$ από τα 12h μετά την άσκηση, ε= $p < 0,05$ από τις 24h μετά την άσκηση).

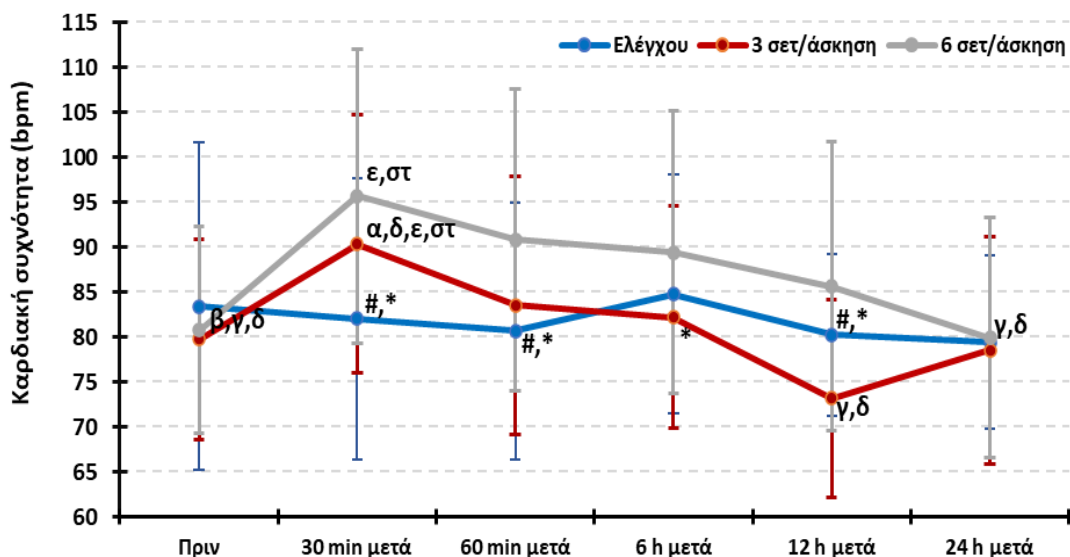
Όσον αφορά τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, όταν εκτελέστηκε η συνθήκη ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν ($p > 0,05$) διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 3 σετ, η τιμή της καρδιακής συχνότητας πριν την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 30 λεπτών μετά την άσκηση. Επιπλέον, η τιμή της καρδιακής συχνότητας 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 60 λεπτών, 6, 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 6 σετ η τιμή της καρδιακής συχνότητας πριν την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 30 και 60 λεπτών μετά την άσκηση. Ακόμη, η τιμή της καρδιακής συχνότητας 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 60 λεπτών, 6, 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση. Επιπρόσθετα, η τιμή της καρδιακής συχνότητας 60 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερες ($p < 0,05$) απ' ό,τι 24 ώρες μετά την άσκηση (Σχήμα 5).

3.3.2. Καρδιακή συχνότητα στην όρθια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 4,781$; $p < 0,001$]. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια

επίδραση των παραγόντων πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 6,083$; $p = 0,008$] και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 8,993$; $p < 0,001$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα πειραματικές συνθήκες, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ($p > 0,05$) μεταξύ των πειραματικών συνθηκών στην καρδιακή συχνότητα πριν την έναρξη των προγραμμάτων άσκησης. Ωστόσο, στα 30 λεπτά μετά την άσκηση η τιμή της καρδιακής συχνότητας ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) στη συνθήκη ελέγχου απ' ό,τι στις συνθήκες των 3 και 6 σετ. Επίσης, η τιμή της καρδιακής συχνότητας 60 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) στη συνθήκη των 6 σετ απ' ό,τι στις συνθήκες ελέγχου και 3 σετ. Ακόμη, η τιμή της καρδιακής συχνότητας 6 ώρες μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) στη συνθήκη των 6 σετ απ' ό,τι στη συνθήκη των 3 σετ. Επιπρόσθετα, στις 12 ώρες μετά την άσκηση η τιμή της καρδιακής συχνότητας ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) στη συνθήκη των 3 σετ απ' ό,τι στις συνθήκες ελέγχου 6 σετ (Σχήμα 6).

Όσον αφορά τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, όταν εκτελέστηκε η συνθήκη ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν ($p > 0,05$) διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 3 σετ, η τιμή της καρδιακής συχνότητας πριν την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 30 λεπτών μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή



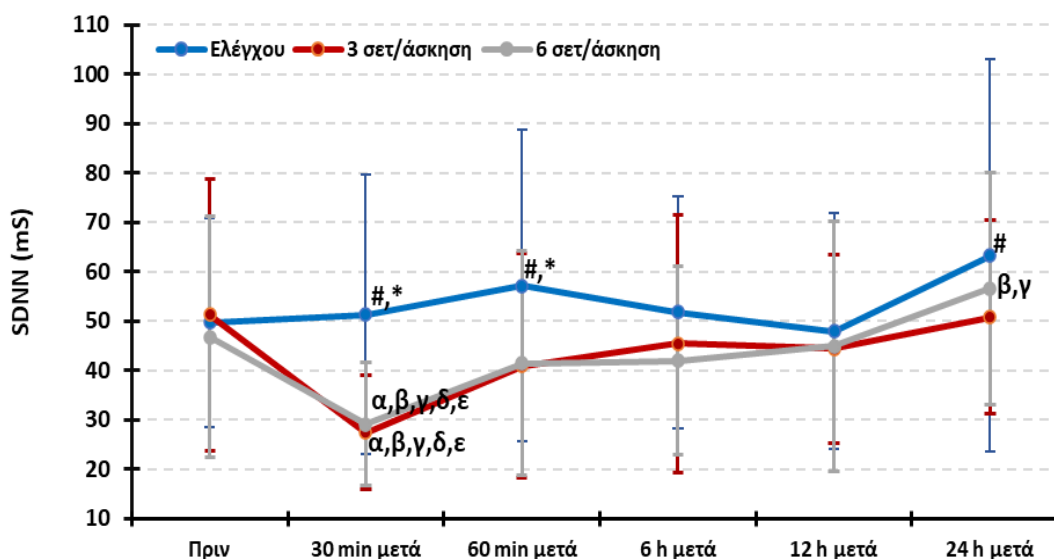
Σχήμα 6. Καρδιακή συχνότητα στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ από τα 3 σετ, *= $p < 0,05$ για τα 6 σετ, α= $p < 0,05$ από πριν την άσκηση, β= $p < 0,05$ από τα 30 min μετά την άσκηση, γ= $p < 0,05$ από τις 60 min μετά την άσκηση, δ= $p < 0,05$ από τα 6h μετά την άσκηση, ε= $p < 0,05$ από τις 12h μετά την άσκηση, στ= $p < 0,05$ από τις 24h μετά την άσκηση).

της καρδιακής συχνότητας 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 6, 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή της καρδιακής συχνότητας 12 ώρες μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 60 λεπτών και 6 ωρών μετά την άσκηση. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 6 σετ η τιμή της καρδιακής συχνότητας πριν την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 30, 60 λεπτών και 6 ωρών μετά την άσκηση. Επιπλέον, η τιμή της καρδιακής συχνότητας 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση. Επιπρόσθετα, οι τιμές της καρδιακής συχνότητας 60 λεπτά και 6 ώρες μετά την άσκηση ήταν υψηλότερες ($p < 0,05$) απ' ό,τι 24 ώρες μετά την άσκηση (Σχήμα 6).

3.4. SDNN

3.4.1. SDNN στην ύπτια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 2,369$; $p = 0,014$]. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση των παραγόντων πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 5,503$; $p = 0,012$] και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 7,453$; $p < 0,001$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα πειραματικές συνθήκες, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ($p > 0,05$) μεταξύ των πειραματικών συνθηκών στο SDNN πριν την έναρξη των προγραμματών άσκησης. Ωστόσο, στα 30 και 60 λεπτά μετά την άσκηση οι τιμές του SDNN ήταν υψηλότερες ($p < 0,05$) στη συνθήκη ελέγχου απ' ό,τι στις συνθήκες των 3 και 6 σετ. Επίσης, η τιμή του SDNN στις 24 ώρες μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) στη συνθήκη ελέγχου απ' ό,τι στη συνθήκη των 3 σετ (Σχήμα 7). Όσον αφορά τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, όταν εκτελέστηκε η συνθήκη ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν ($p > 0,05$) διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 3 σετ, η τιμή του SDNN πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 30 λεπτών μετά την άσκηση. Επιπλέον, η τιμή του SDNN 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 60 λεπτών, 6, 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 6 σετ, η τιμή του SDNN πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 30 λεπτών μετά την άσκηση. Ακόμη, η τιμή του SDNN 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 60 λεπτών, 6, 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση. Επιπρόσθετα, οι τιμές του SDNN στα 60 λεπτά και τις 6 ώρες μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερες ($p < 0,05$) απ' ό,τι 24 ώρες μετά την άσκηση (Σχήμα 7).

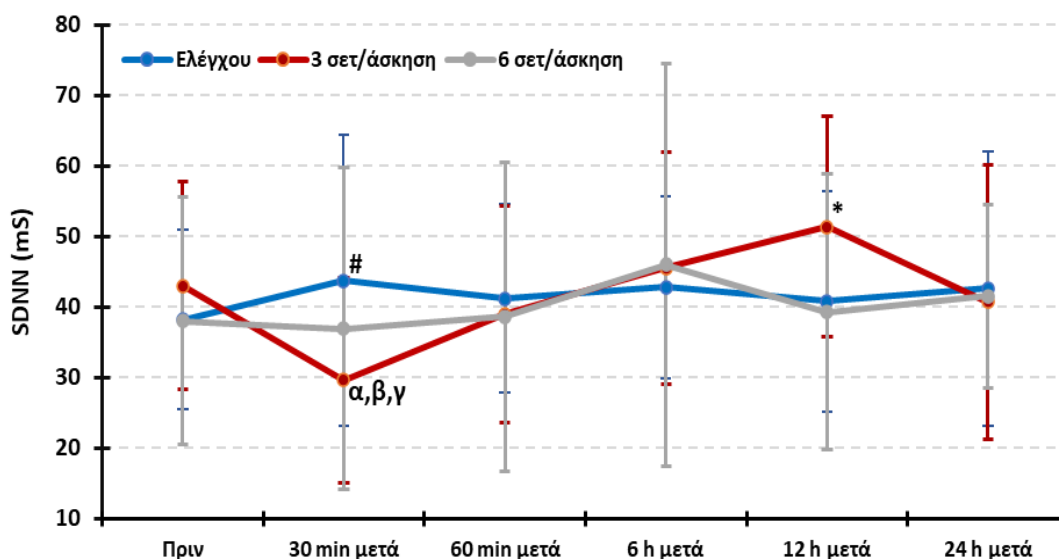


Σχήμα 7. SDNN στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ από τα 3 σετ, *= $p < 0,05$ από τα 6 σετ, α= $p < 0,05$ από πριν την άσκηση, β= $p < 0,05$ από τα 60 min μετά την άσκηση, γ= $p < 0,05$ από τις 6h μετά την άσκηση, δ= $p < 0,05$ από τα 12h μετά την άσκηση, ε= $p < 0,05$ από τις 24h μετά την άσκηση).

3.4.2. SDNN στην όρθια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 1,985$; $p = 0,042$]. Δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές κύριες επιδράσεις του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 0,144$; $p = 0,867$] και του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 1,995$; $p = 0,094$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα πειραματικές συνθήκες, δεν παρατηρήθηκαν ($p > 0,05$) διαφορές μεταξύ των πειραματικών συνθηκών στο SDNN πριν την έναρξη των προγραμμάτων άσκησης. 30 λεπτά μετά την άσκηση η τιμή του SDNN ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) στη συνθήκη ελέγχου απ' ότι στη συνθήκη των 3 σετ. Επίσης, η τιμή του SDNN 12 ώρες μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p > 0,05$) στη συνθήκη των 3 σετ απ' ότι στη συνθήκη των 6 σετ (Σχήμα 8).

Όσον αφορά τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, όταν εκτελέστηκαν οι συνθήκες ελέγχου και 6 σετ δεν παρατηρήθηκαν ($p > 0,05$) διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 3 σετ, η τιμή του SDNN πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 30 λεπτών μετά την άσκηση. Επιπλέον, η τιμή του SDNN 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 6 και 12 ωρών μετά την άσκηση (Σχήμα 8).



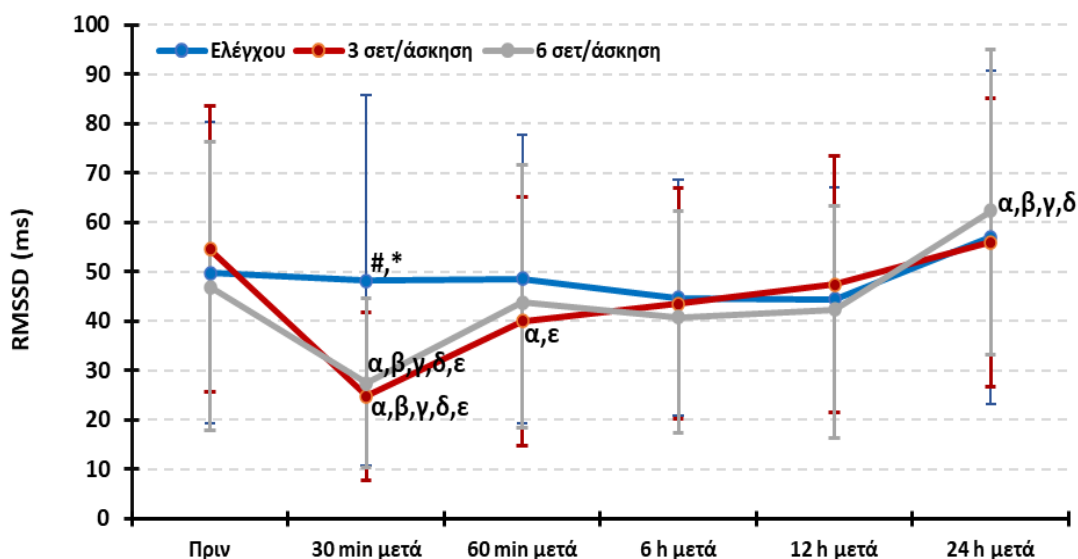
Σχήμα 8. SDNN στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ από τα 3 σετ, *= $p < 0,05$ από τα 6 σετ, α= $p < 0,05$ από πριν την άσκηση, β= $p < 0,05$ από τα 6h μετά την άσκηση, γ= $p < 0,05$ από τις 12h μετά την άσκηση).

3.5. RMSSD

3.5.1. RMSSD στην ύπτια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 3,426$; $p < 0,001$]. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 7,440$; $p < 0,001$]. Αντιθέτως, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 0,544$; $p = 0,588$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα πειραματικές συνθήκες, δεν παρατηρήθηκαν ($p > 0,05$) διαφορές μεταξύ των πειραματικών συνθηκών στο RMSSD πριν την έναρξη των προγραμμάτων άσκησης. 30 λεπτά μετά την άσκηση οι τιμές του RMSSD ήταν υψηλότερες ($p < 0,05$) στη συνθήκη ελέγχου απ' ό τι στις συνθήκες των 3 και 6 σετ (Σχήμα 9).

Όσον αφορά τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, όταν εκτελέστηκε η συνθήκη ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν ($p > 0,05$) διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 3 σετ, η τιμή του RMSSD πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 30 και 60 λεπτών μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή του RMSSD 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 60 λεπτών, 6, 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση. Επιπλέον, η τιμή του RMSSD 60 λεπτά μετά

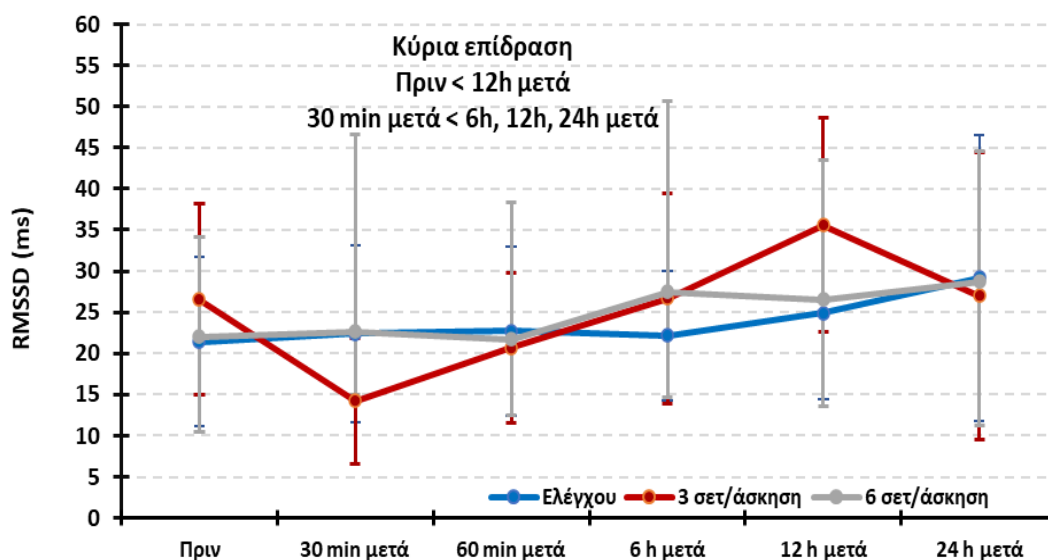


Σχήμα 9. RMSSD στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ από τα 3 σετ, *= $p < 0,05$ από τα 6 σετ, α= $p < 0,05$ από πριν την άσκηση, β= $p < 0,05$ από τα 60 min μετά την άσκηση, γ= $p < 0,05$ από τις 6h μετά την άσκηση, δ= $p < 0,05$ από τα 12h μετά την άσκηση, ε= $p < 0,05$ από τις 24h μετά την άσκηση).

Όσον αφορά τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, όταν εκτελέστηκε η συνθήκη ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν ($p > 0,05$) διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 3 σετ, η τιμή του RMSSD πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 30 και 60 λεπτών μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή του RMSSD 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 60 λεπτών, 6, 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση. Επιπλέον, η τιμή του RMSSD 60 λεπτά μετά

3.5.2. RMSSD στην όρθια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 1,604$; $p = 0,115$]. Διαπιστώθηκε ωστόσο, στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 4,054$; $p = 0,003$] ενώ δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 0,079$; $p = 0,924$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, η τιμή του RMSSD πριν την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή 12 ώρες μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή του RMSSD 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 6, 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση (Σχήμα 10).

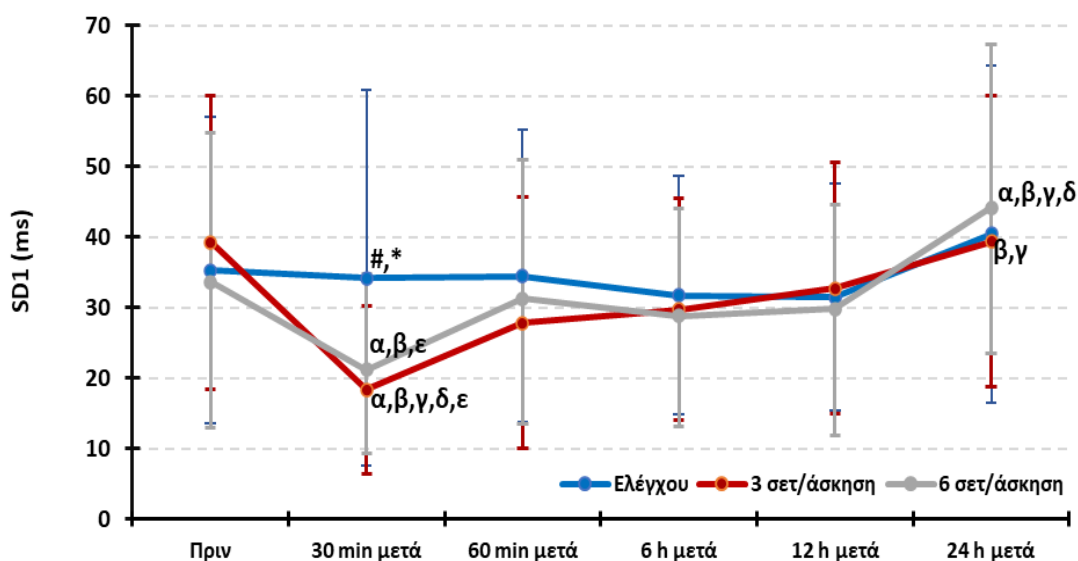


Σχήμα 10. RMSSD στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών.

3.6. SD1

3.6.1. SD1 στην ύπτια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 3,036$; $p = 0,002$]. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 6,987$; $p < 0,001$]. Αντιθέτως, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 0,528$; $p = 0,597$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα πειραματικές συνθήκες, δεν παρατηρήθηκαν ($p > 0,05$) διαφορές μεταξύ των πειραματικών συνθηκών στο SD1 πριν την έναρξη των προγραμμάτων άσκησης. 30 λεπτά μετά την άσκηση οι τιμές του SD1 ήταν υψηλότερες ($p < 0,05$) στη συνθήκη ελέγχου απ' ότι στις συνθήκες των 3 και 6 σετ (Σχήμα 11).

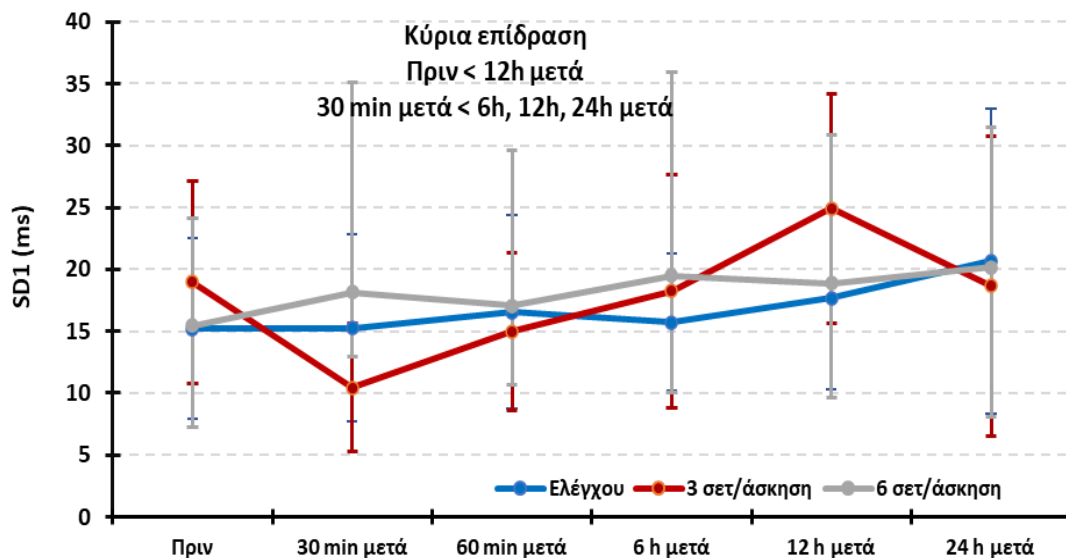


Σχήμα 11. SD1 στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ από τα 3 σετ, *= $p < 0,05$ από τα 6 σετ, α= $p < 0,05$ από πριν την άσκηση, β= $p < 0,05$ από τα 60 min μετά την άσκηση, γ= $p < 0,05$ από τις 6h μετά την άσκηση, δ= $p < 0,05$ από τα 12h μετά την άσκηση, ε= $p < 0,05$ από τις 24h μετά την άσκηση).

Όσον αφορά τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, για τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, όταν εκτελέστηκε η συνθήκη ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν ($p > 0,05$) διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 3 σετ, η τιμή του SD1 πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 30, 60 λεπτών και 6 ωρών μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή του SD1 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 60 λεπτών, 6, 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση. Επιπλέον, οι τιμές του SD1 60 λεπτά και 6 ώρες μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερες ($p < 0,05$) από την τιμή των 24 ωρών μετά την άσκηση. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 6 σετ η τιμή του SD1 πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 30 λεπτών μετά την άσκηση, ωστόσο, η τιμή του SD1 πριν την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 24 ωρών μετά την άσκηση. Ακόμη, η τιμή του SD1 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 60 λεπτών και 24 ωρών μετά την άσκηση. Επιπρόσθετα, οι τιμές του SD1 60 λεπτά, 6 και 12 ώρες μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερες ($p < 0,05$) απ' ό,τι 24 ώρες μετά την άσκηση (Σχήμα 11).

3.6.2. SD1 στην όρθια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές



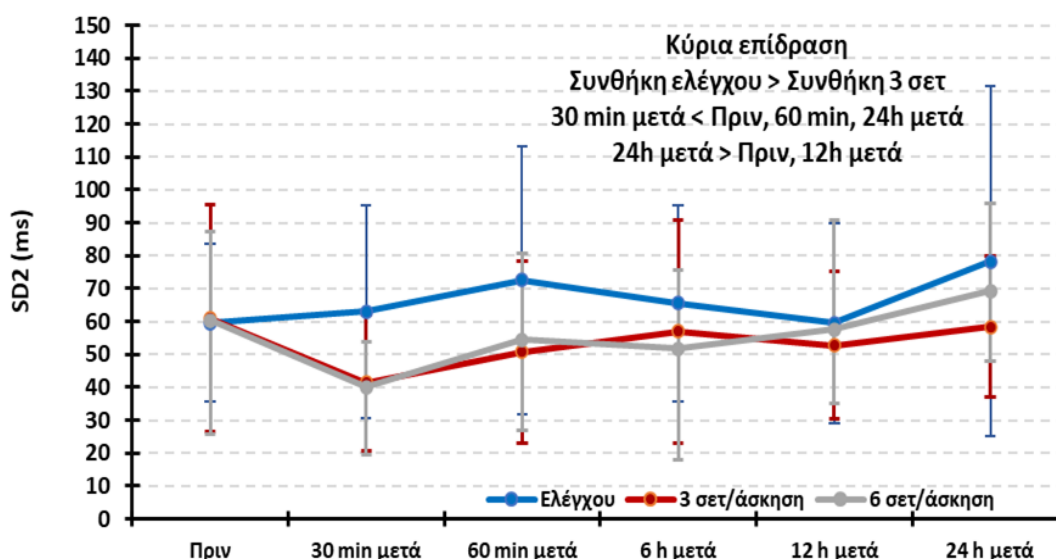
Σχήμα 12. SD1 στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών.

στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 1,719$; $p = 0,085$]. Διαπιστώθηκε ωστόσο, στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 2,893$; $p = 0,022$] ενώ δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 0,149$; $p = 0,862$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, η τιμή του SD1 πριν την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή 12 ώρες μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή του SD1 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 6, 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση (Σχήμα 12).

3.7. SD2

3.7.1. SD2 στην ύπτια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 1,557$; $p = 0,129$]. Διαπιστώθηκε ωστόσο, στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση των παραγόντων πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 4,930$; $p = 0,017$] και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 4,440$; $p = 0,002$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα πειραματικές συνθήκες, η τιμή του SD2 στη συνθήκη ελέγχου ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) απ' ό τι στη συνθήκη των 3 σετ (Σχήμα 13).

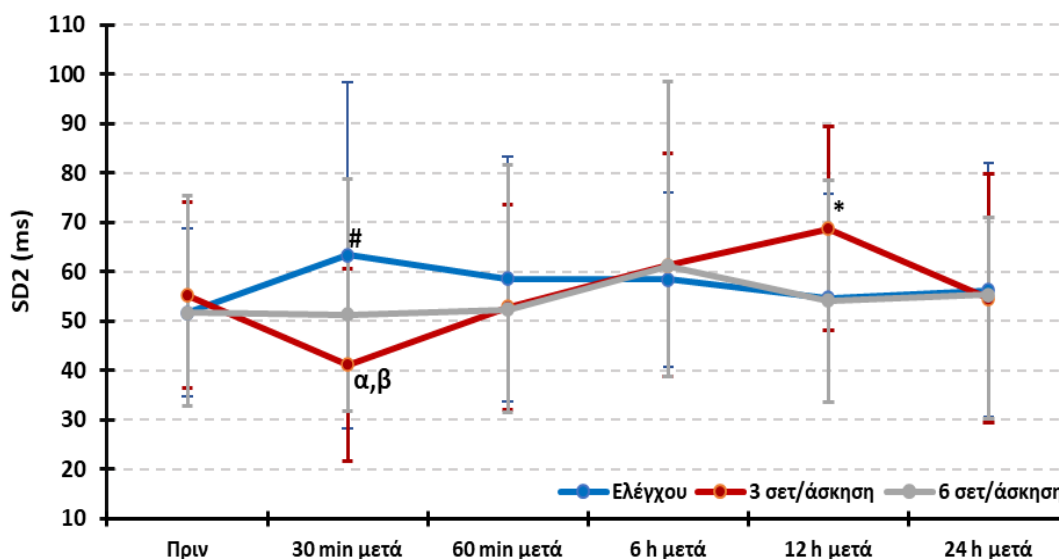


Σχήμα 13. SD2 στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών.

Όσον αφορά τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, η τιμή του SD2 πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) απ' ό,τι 30 λεπτά μετά την άσκηση, ωστόσο, η τιμή του SD2 πριν την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 24 ωρών μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή του SD2 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 60 λεπτών και 24 ωρών μετά την άσκηση. Επιπλέον, η τιμή του SD2 12 ώρες μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) απ' ό,τι 24 ώρες μετά την άσκηση (Σχήμα 13).

3.7.2. SD2 στην όρθια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 2,207$; $p = 0,022$]. Δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές κύριες επιδράσεις του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 0,228$; $p = 0,798$] και του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 1,498$; $p = 0,206$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα πειραματικές συνθήκες, 30 λεπτά μετά την άσκηση η τιμή του SD2 ήταν υψηλότερη ($p > 0,05$) στη συνθήκη ελέγχου απ' ό,τι στη συνθήκη των 3 σετ. Επίσης, η τιμή του SD2 12 ώρες μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p > 0,05$) στη συνθήκη των 3 σετ απ' ό,τι στη συνθήκη των 6 σετ (Σχήμα 14).



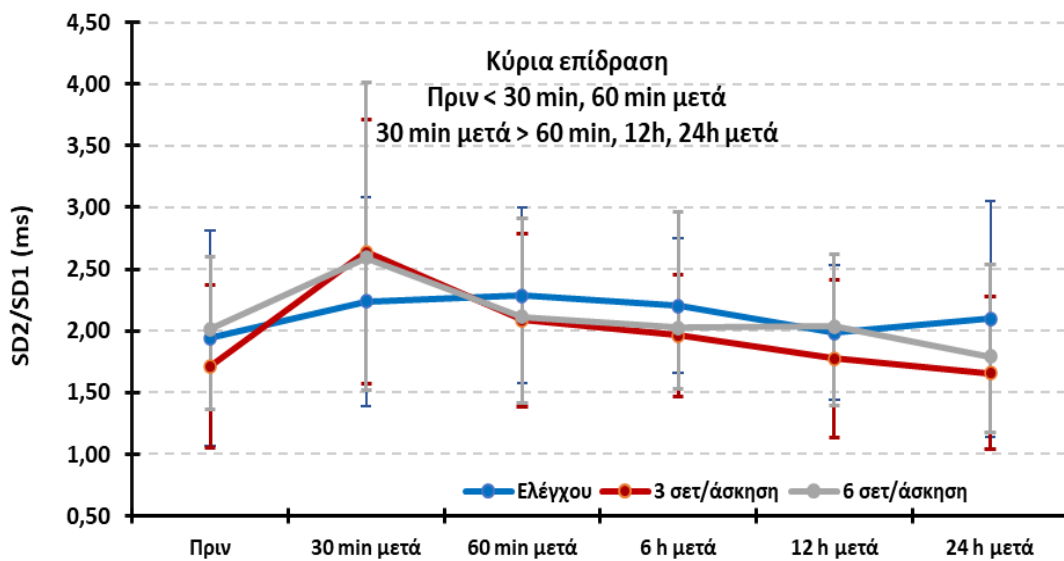
Σχήμα 14. SD2 στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ από τα 3 σετ, *= $p < 0,05$ από τα 6 σετ, α= $p < 0,05$ από τις 6h μετά την άσκηση, β= $p < 0,05$ από τις 12h μετά την άσκηση).

Όσον αφορά τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, όταν εκτελέστηκαν οι συνθήκες ελέγχου και 6 σετ δεν παρατηρήθηκαν ($p > 0,05$) διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 3 σετ, η τιμή του SD2 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p > 0,05$) από τις τιμές των 6 και 12 ωρών μετά την άσκηση (Σχήμα 14).

3.8. SD2/SD1

3.8.1. SD2/SD1 στην ύπτια θέση

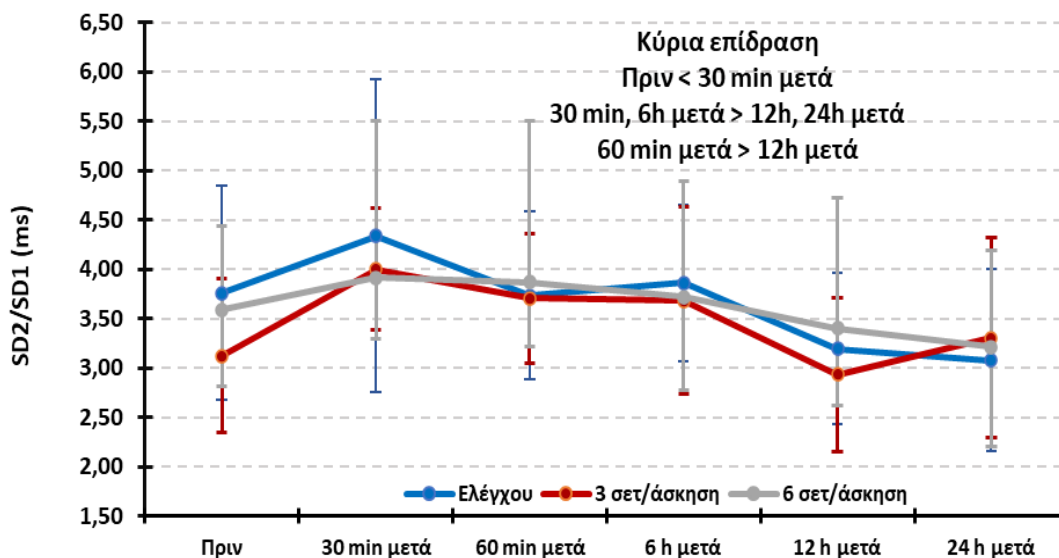
Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 1,471$; $p = 0,160$]. Διαπιστώθηκε ωστόσο, στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 4,787$; $p = 0,001$] ενώ δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 0,601$; $p = 0,557$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, η τιμή του SD2/SD1 πριν την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) απ' ό,τι 30 και 60 λεπτά μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή του SD2/SD1 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 60 λεπτών, 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση (Σχήμα 15).



Σχήμα 15. SD2/SD1 στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών.

3.8.2. SD2/SD1 στην όρθια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 0,611$; $p = 0,801$]. Διαπιστώθηκε ωστόσο, στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 4,971$; $p < 0,001$] ενώ δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 0,349$; $p = 0,709$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, η τιμή του SD2/SD1 πριν την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) απ' ό τι 30 λεπτά μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή του SD2/SD1 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση. Ακόμη, η τιμή του SD2/SD1 60 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 12 ωρών μετά την άσκηση. Επιπρόσθετα, η τιμή του SD2/SD1 6 ώρες μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση (Σχήμα 16).

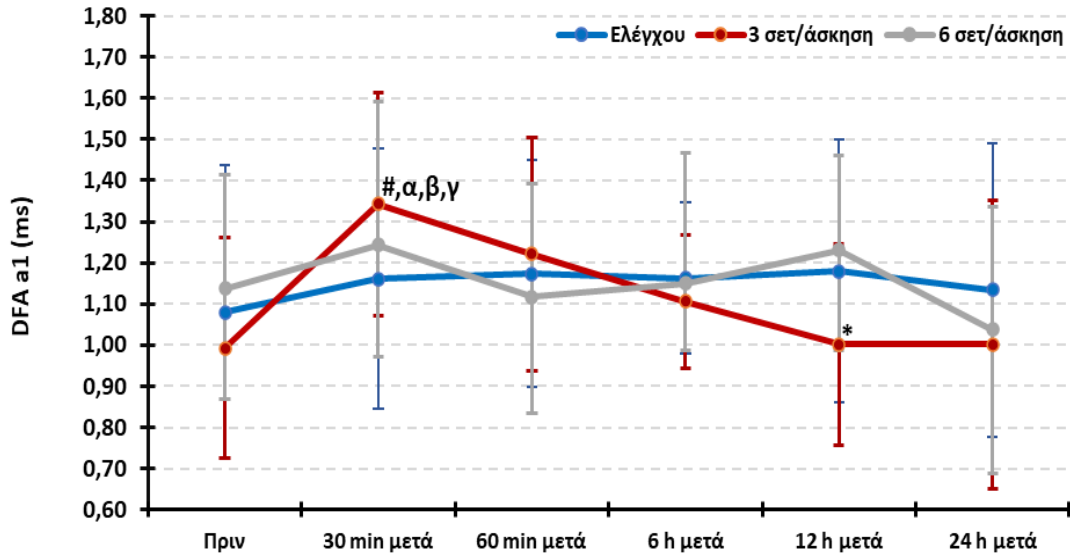


Σχήμα 16. SD2/SD1 στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών.

3.9. DFA a1

3.9.1. DFA a1 στην ύπτια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 1,931$; $p = 0,048$]. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 3,095$; $p = 0,016$]. Αντιθέτως, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 0,786$; $p = 0,468$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα πειραματικές συνθήκες μέτρησης, η τιμή του DFA a1 12 ώρες μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p > 0,05$) στη συνθήκη των 3 σετ απ' ότι στη συνθήκη των 6 σετ (Σχήμα 17).

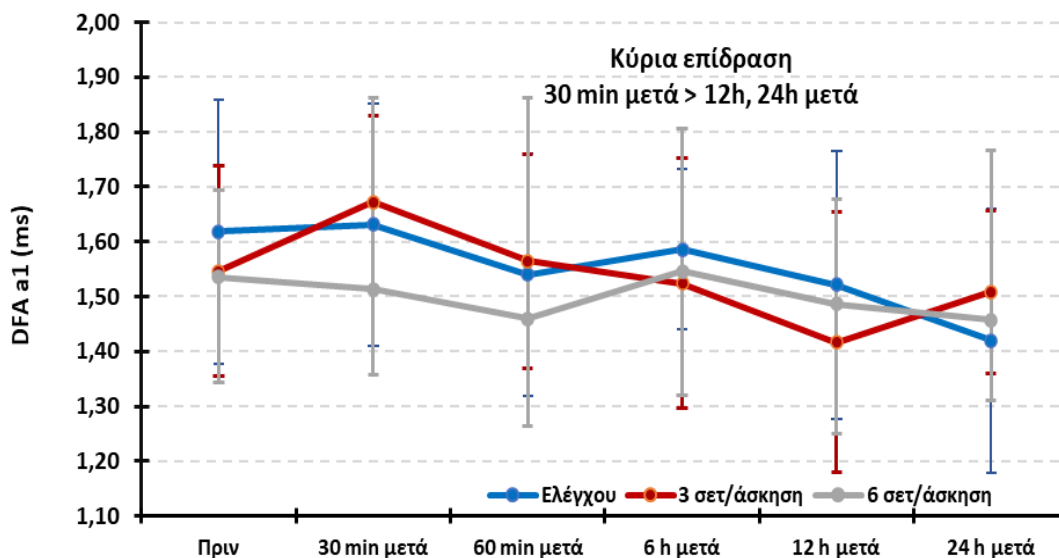


Σχήμα 17. DFA a1 στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ από τα 6 σετ, *= $p < 0,05$ από πριν την άσκηση, α= $p < 0,05$ από τις 6h μετά την άσκηση, β= $p < 0,05$ από τα 12h μετά την άσκηση, γ= $p < 0,05$ από τις 24h μετά την άσκηση).

Όσον αφορά τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, όταν εκτελέστηκε η συνθήκη ελέγχου και 6 σετ δεν παρατηρήθηκαν ($p > 0,05$) διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 3 σετ, η τιμή του DFA a1 πριν την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 30 λεπτών μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή του DFA a1 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 6, 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση (Σχήμα 17).

3.9.2. DFA a1 στην όρθια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 0,813$; $p = 0,617$]. Διαπιστώθηκε ωστόσο, στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 2,812$; $p = 0,025$] ενώ δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 0,397$; $p = 0,677$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, η τιμή του DFA a1 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση (Σχήμα 18).

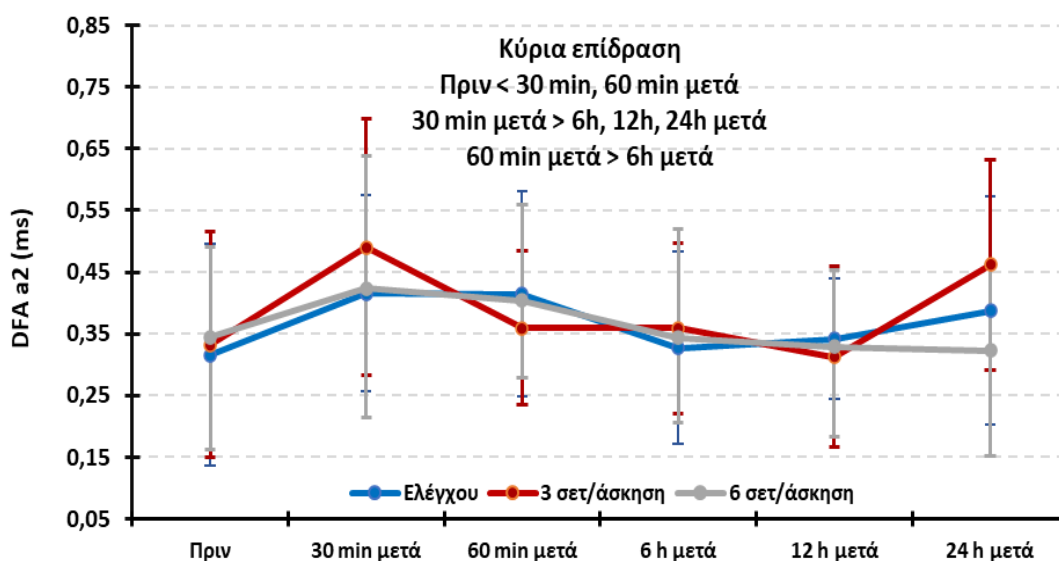


Σχήμα 18. DFA a1 στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών.

3.10. DFA a2

3.10.1. DFA a2 στην ύπτια θέση

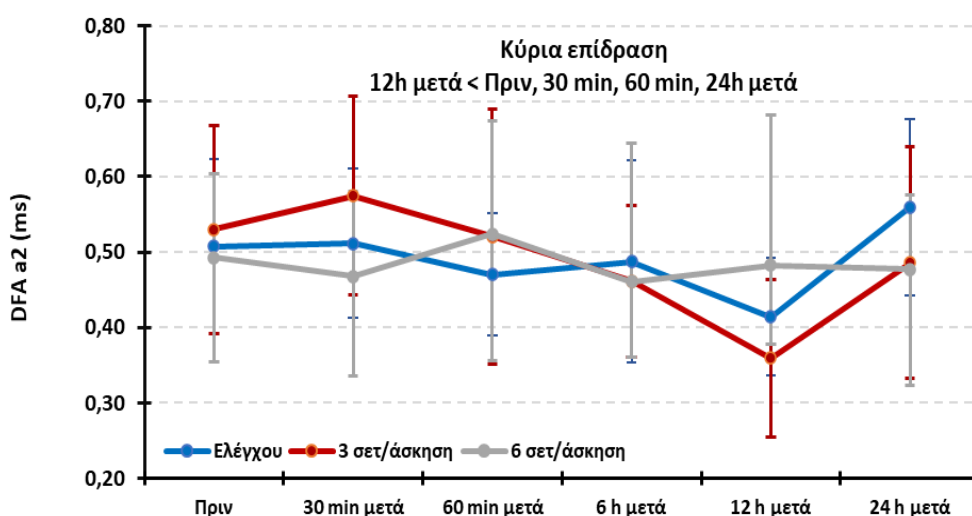
Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 1,169$; $p = 0,320$]. Διαπιστώθηκε ωστόσο, στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 3,636$; $p = 0,007$] ενώ δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 0,585$; $p = 0,565$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, η τιμή του DFA a2 πριν την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) απ' ό,τι 30 και 60 λεπτά μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή του DFA a2 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 6, 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση. Επιπλέον, η τιμή του DFA a2 60 λεπτά μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 6 ωρών μετά την άσκηση (Σχήμα 19).



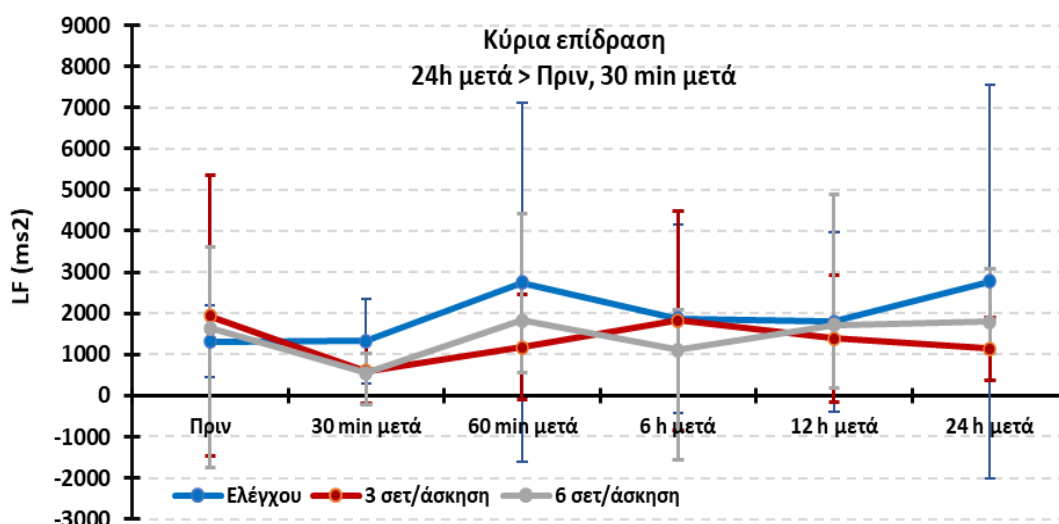
Σχήμα 19. DFA a2 στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών.

3.10.2. DFA a2 στην όρθια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 1,693$; $p = 0,091$]. Διαπιστώθηκε ωστόσο, στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 3,786$; $p = 0,005$] ενώ δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 0,086$; $p = 0,918$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, η τιμή του DFA a2 12 ώρες μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές πριν, 30, 60 λεπτά και 24 ώρες μετά την άσκηση (Σχήμα 20).



Σχήμα 20. DFA a2 στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών.



Σχήμα 21. LF στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών.

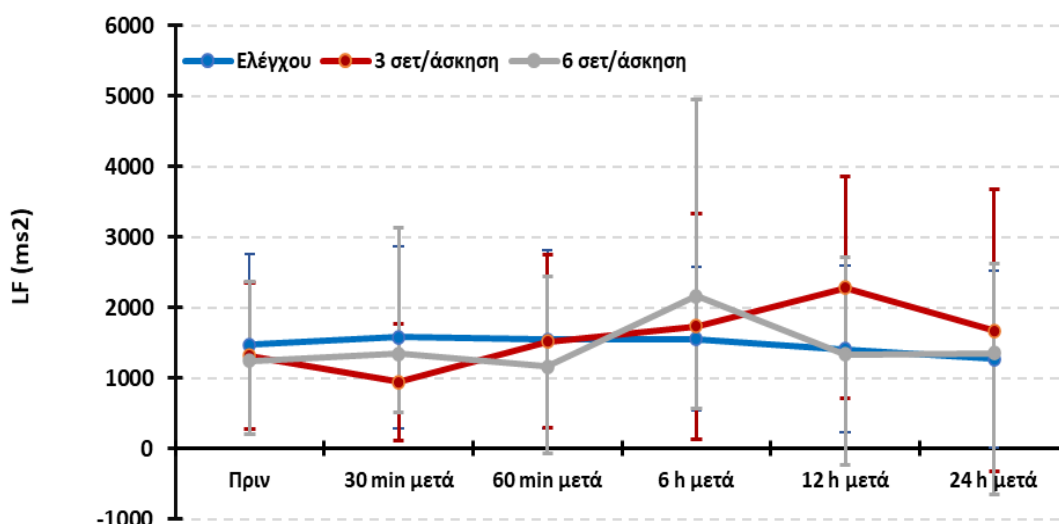
3.11. LF

3.11.1. LF στην ύπτια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 0,806$; $p = 0,623$]. Διαπιστώθηκε ωστόσο, στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 2,663$; $p = 0,032$] ενώ δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 2,456$; $p = 0,109$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, η τιμή του LF 24 ώρες μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές πριν και 30 λεπτά μετά την άσκηση (Σχήμα 21).

3.11.2. LF στην όρθια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 1,405$; $p = 0,187$]. Επίσης, δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές κύριες επιδράσεις του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 0,249$; $p = 0,782$] και του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 1,245$; $p = 0,301$] (Σχήμα 22).

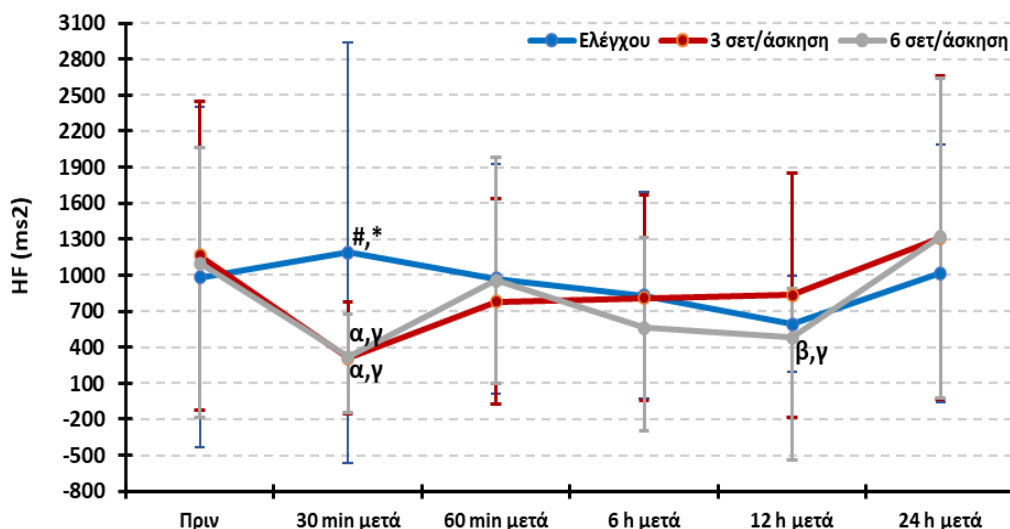


Σχήμα 22. LF στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών

3.12. HF

3.12.1. HF στην ύπτια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 2,202$; $p = 0,023$]. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 3,737$; $p = 0,006$]. Αντιθέτως, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 0,286$; $p = 0,754$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα πειραματικές συνθήκες, η τιμή του HF 30 λεπτά μετά την άσκηση στη συνθήκη ελέγχου ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) απ' ό τι στις συνθήκες των 3 και 6 σετ (Σχήμα 23).

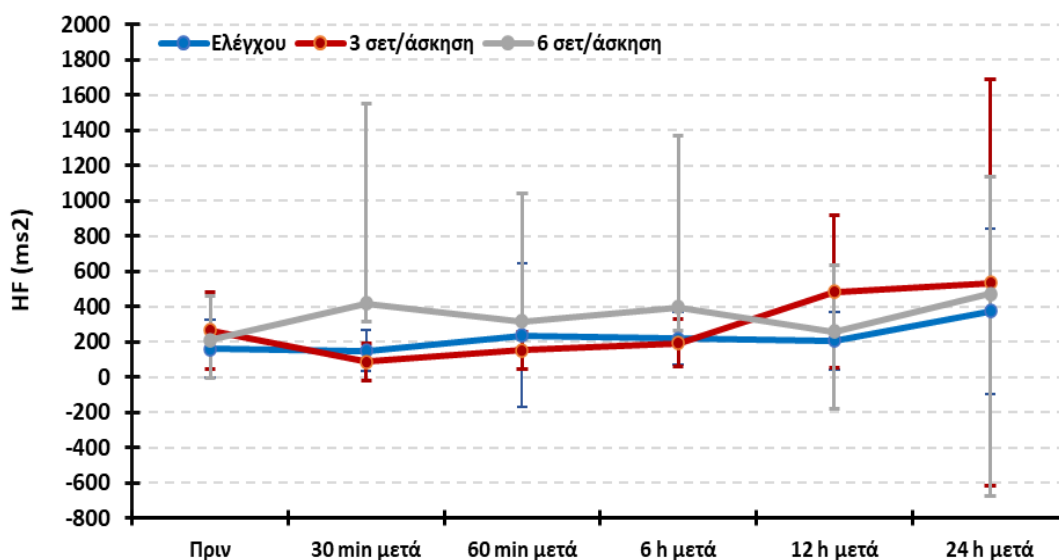


Σχήμα 23. HF στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών (#= $p < 0,05$ από τα 6 σετ, *= $p < 0,05$ από πριν την άσκηση, α= $p < 0,05$ από πριν την άσκηση, β= $p < 0,05$ από τις 6h μετά την άσκηση, γ= $p < 0,05$ από τις 24h μετά την άσκηση).

Όσον αφορά τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, όταν εκτελέστηκε η συνθήκη ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν ($p > 0,05$) διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 3 σετ, η τιμή του HF πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 30 λεπτών μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή του HF 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 24 ωρών μετά την άσκηση. Όταν εκτελέστηκε η συνθήκη των 6 σετ η τιμή του HF πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 30 λεπτών μετά την άσκηση. Επιπλέον, η τιμή του HF 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 24 ωρών μετά την άσκηση. Ακόμη, η τιμή του HF 6 ώρες μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) απ' ό,τι 12 ώρες μετά την άσκηση. Επιπρόσθετα, η τιμή του HF 12 ώρες μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από την τιμή των 24 ωρών μετά την άσκηση (Σχήμα 23).

3.12.2. HF στην όρθια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 0,741$; $p = 0,684$]. Επίσης, δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές κύριες επιδράσεις του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 0,318$; $p = 0,731$] και του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 1,550$; $p = 0,190$] (Σχήμα 24).

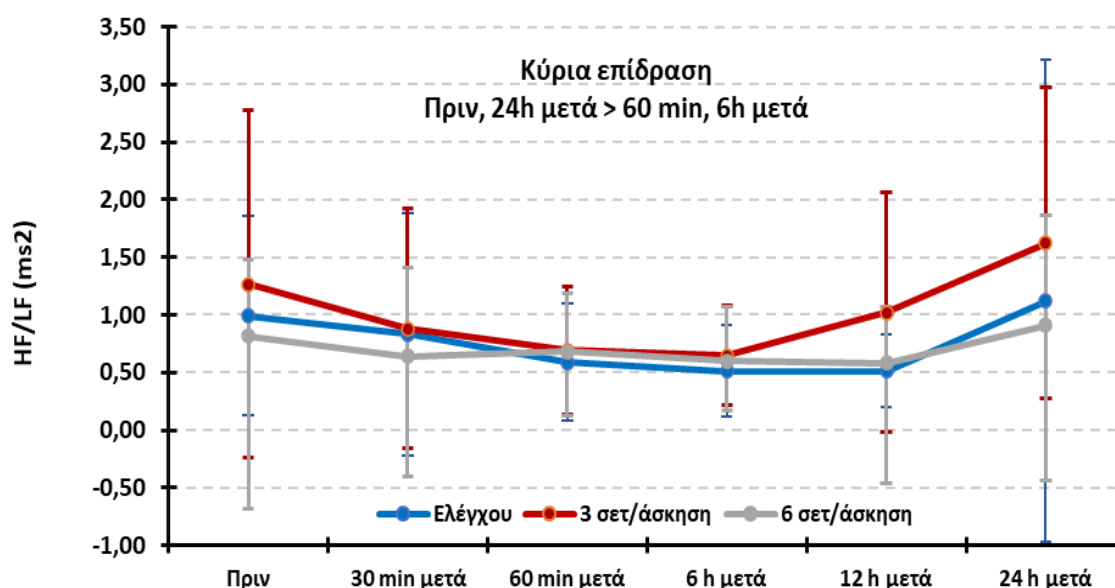


Σχήμα 24. HF στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών.

3.13. HF/LF

3.13.1. HF/LF στην ύπτια θέση

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 0,400$; $p = 0,944$]. Διαπιστώθηκε ωστόσο, στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 3,021$; $p = 0,018$] ενώ δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 3,026$; $p = 0,069$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, η τιμή του HF/LF πριν την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$)

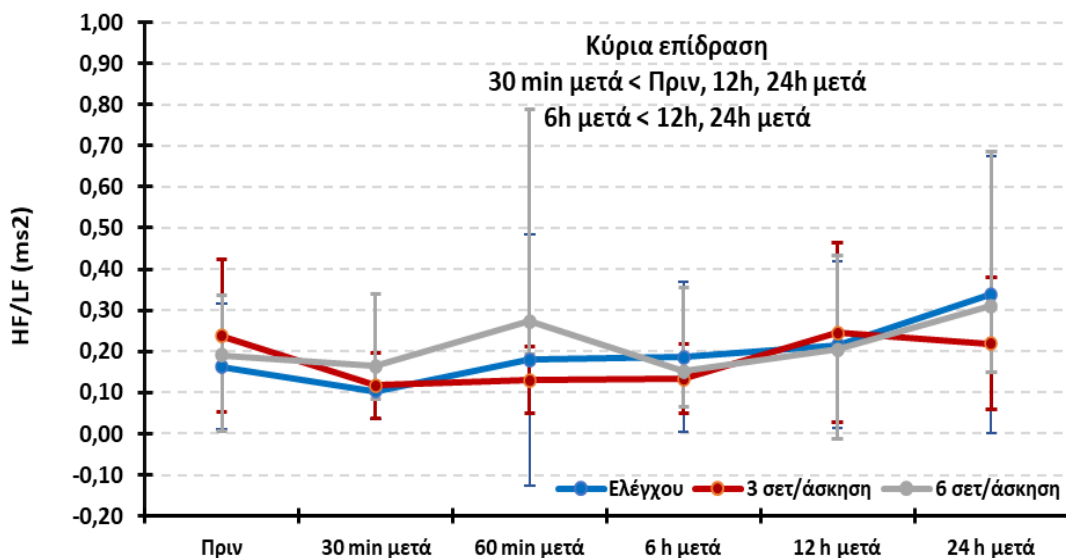


Σχήμα 25. HF/LF στην ύπτια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών.

απ' ότι 60 λεπτά και 6 ώρες μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή του HF/LF 24 ώρες μετά την άσκηση ήταν υψηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 60 λεπτών και 6 ωρών μετά την άσκηση (Σχήμα 25).

3.13.2. HF/LF στην όρθια θέση

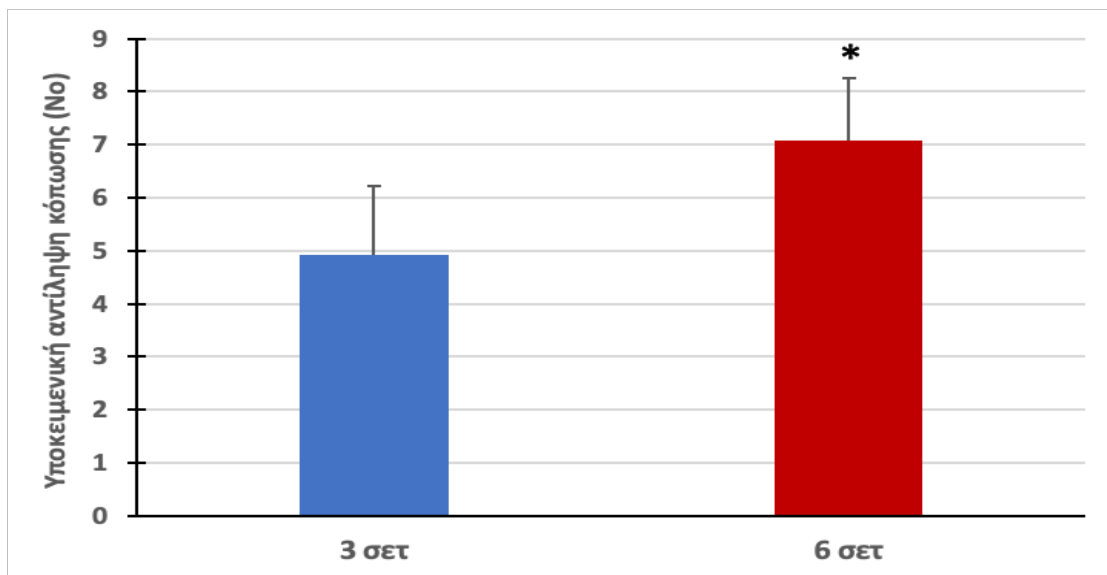
Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματικές συνθήκες και χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(10, 110) = 0,816$; $p = 0,614$]. Διαπιστώθηκε ωστόσο, στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης [$F(5, 55) = 3,029$; $p = 0,017$] ενώ δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πειραματικές συνθήκες [$F(2, 22) = 0,148$; $p = 0,864$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρονικές στιγμές μέτρησης, η τιμή του HF/LF 30 λεπτά μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) απ' ότι πριν την άσκηση, 12 και 24 ώρες μετά την άσκηση. Επίσης, η τιμή του HF/LF 6 ώρες μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη ($p < 0,05$) από τις τιμές των 12 και 24 ωρών μετά την άσκηση (Σχήμα 26).



Σχήμα 26. HF/LF στην όρθια θέση κατά την εκτέλεση των τριών συνθηκών.

3.14. Υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης

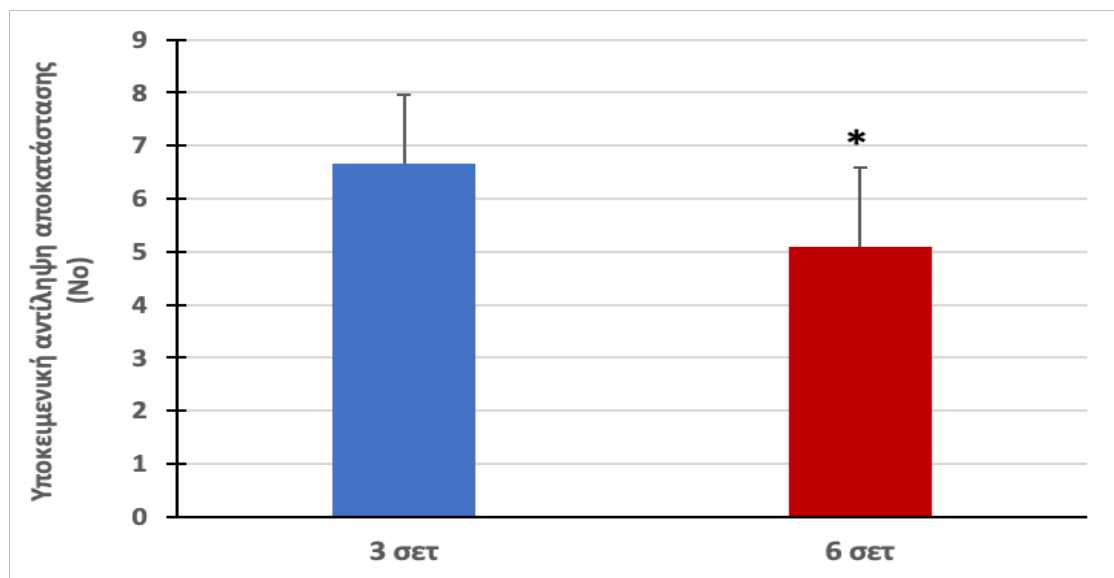
Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πειραματικών συνθηκών εκτέλεσης 3 και 6 σετ σε κάθε άσκηση [$t(11) = 5,35$; $p < 0,001$], με τιμές αντίληψης της κόπωσης να είναι υψηλότερες με την εκτέλεση 6 σετ σε κάθε άσκηση (Σχήμα 27).



Σχήμα 27. Υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης μετά από την εκτέλεση των συνθηκών 3 και 6 σετ σε κάθε άσκηση (* $p < 0,05$ από τα 3 σετ).

3.15. Υποκειμενική αντίληψη αποκατάστασης

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών συνθηκών εκτέλεσης 3 και 6 σετ σε κάθε άσκηση [$t(11)= 5,35$; $p < 0,001$], με τιμές αντίληψης της αποκατάστασης να είναι μικρότερης 24 μετά την εκτέλεση 6 σετ σε κάθε άσκηση (Σχήμα 28).



Σχήμα 28. Υποκειμενική αντίληψη αποκατάστασης 24 ώρες μετά από την εκτέλεση των συνθηκών 3 και 6 σετ σε κάθε άσκηση (* $p < 0,05$ από τα 3 σετ).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της μελέτης ήταν η διερεύνηση της επίδρασης του όγκου μιας προπονητικής μονάδας ασκήσεων με αντιστάσεις (εκτέλεση από 3 ή 6 σετ σε τέσσερις ασκήσεις για τα κάτω άκρα) για μυϊκή υπερτροφία των κάτω άκρων στη μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας (ΜΚΣ) και στην απόδοση, σε άνδρες με εμπειρία στην προπόνηση με βάρη. Επιπλέον, εξετάστηκε η χρονική εξέλιξη των μεταβολών σε πολλαπλές χρονικές στιγμές έως και 24 ώρες μετά την άσκηση με τις μετρήσεις της ΜΚΣ να διεξάγονται σε δύο θέσεις σώματος, την ύπτια και την όρθια. Η χρονική πορεία της ΜΚΣ εμφάνισε σημαντικές μειώσεις εντός των πρώτων 30 λεπτών μετά την άσκηση και σταδιακή αποκατάσταση έως τις 24 ώρες. Οι παρασυμπαθητικοί δείκτες παρουσίασαν τη μεγαλύτερη απόκλιση αμέσως μετά την άσκηση, επιβεβαιώνοντας την ενεργοποίηση του συμπαθητικού και την καταστολή του παρασυμπαθητικού. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η ΜΚΣ επηρεάζεται από την άσκηση με αντιστάσεις, προκαλώντας διαταραχές στη λειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος (ΑΝΣ), όπως αυτές αποτυπώνονται από τη μείωση ορισμένων δεικτών ΜΚΣ αλλά μόνον στο άμεσο χρονικό διάστημα μετά το τέλος των προγραμματίων άσκησης (30 λεπτά – 1 ώρα) και κυρίως με τη μέτρηση να διεξάγεται στην ύπτια θέση. Ωστόσο, η αύξηση του όγκου δεν προκάλεσε περαιτέρω μεταβολές στους δείκτες ΜΚΣ. Αντιθέτως, η απόδοση των κάτω άκρων παρουσίασε μεγαλύτερη μείωση στο άμεσο χρονικό διάστημα (60 λεπτά) και για τις δύο συνθήκες όγκου άσκησης, με τη μείωση να είναι εντονότερη στη συνθήκη των 6 σετ.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παρασυμπαθητική δραστηριότητα μειώθηκε σημαντικά αμέσως μετά την άσκηση (30 λεπτά και 60 λεπτά) και στις δύο πειραματικές συνθήκες (3 και 6 σετ), ενώ αποκαταστάθηκε στις 24 ώρες. Αυτό αποτυπώθηκε σε δείκτες όπως οι SDNN, RMSSD, SD1, DFA α1 και HF, οι οποίοι μειώθηκαν μετά την άσκηση, αντανakλώντας μείωση του παρασυμπαθητικού τόνου. Η μείωση αυτή είναι σύμφωνη με προηγούμενα ευρήματα (Buchheit & Gindre, 2007; Flatt et al., 2019; Figueiredo et al., 2015; Gois et al., 2014; González-Badillo et al., 2016; Heffernan et al., 2007; Isidoro et al., 2017; Kingsley et al., 2016; Kingsley et al., 2014; Lemos et al., 2018; Lima et al., 2011), τα οποία έχουν δείξει πως η ΜΚΣ μειώνεται μετά από άσκηση αντίστασης πιθανά λόγω της αυξημένης συμπαθητικής δραστηριότητας και της μείωσης της παρασυμπαθητικής δραστηριότητας.

Ο δείκτης SDNN μειώθηκε σημαντικά αμέσως μετά την άσκηση και στις δύο συνθήκες, επιβεβαιώνοντας προηγούμενες μελέτες που δείχνουν μείωση της συνολικής ΜΚΣ έπειτα από έντονη άσκηση με αντιστάσεις, κυρίως λόγω της αυξημένης συμπαθητικής δραστηριότητας και της μειωμένης παρασυμπαθητικής επιρροής (Dobbs et al., 2020; Gois et al., 2014; Heffernan et al., 2007; Isidoro et al., 2017; Kingsley et al., 2014). Παρομοίως, ο RMSSD μειώθηκε μετά την άσκηση, γεγονός που αντανακλά καταστολή της παρασυμπαθητικής δραστηριότητας λόγω του προπονητικού φορτίου (Chen et al., 2011; Dobbs et al., 2020; Flatt et al., 2019; Figueiredo et al., 2015; Kingsley et al., 2014; González-Badillo et al., 2016; Gois et al., 2014; Stanley et al., 2013). Η μείωση του δείκτη SD1 αμέσως μετά την άσκηση υποδηλώνει καταστολή της παρασυμπαθητικής δραστηριότητας, με σταδιακή αποκατάσταση σε 12-24 ώρες (Buchheit, 2014; Dobbs et al., 2020; Gratze et al., 2019; Gronwald et al., 2019; Gois et al., 2014; Heffernan et al., 2007) επιβεβαιώνοντας τη χρησιμότητά του ως ταχύ και ευαίσθητο δείκτη καρδιαγγειακής αποκατάστασης (Buchheit, 2014; Flatt et al., 2019).

Ο δείκτης DFA α1 αυξήθηκε μετά την άσκηση, αντανακλώντας σημαντική επίδραση της άσκησης στην πολυπλοκότητα της καρδιακής ρύθμισης. Το γεγονός ότι παρέμεινε αυξημένος έως και 6 ώρες μετά την προπόνηση με 3 σετ, ενώ στη συνθήκη των 6 σετ, αυξήθηκε στα 30 λεπτά, μειώθηκε στα 60 λεπτά και αυξήθηκε πάλι έως τις 12 ώρες, υποδεικνύει την ευαισθησία του DFA α1 στην παρακολούθηση της πορείας αποκατάστασης, ακόμη και όταν άλλοι δείκτες ΜΚΣ έχουν ήδη επανέλθει (Gronwald, 2019; Rogers et al., 2021). Στη βιβλιογραφία δεν υπάρχουν έρευνες που να εξετάζουν τον DFA α1 σε άσκηση με αντιστάσεις, γεγονός που καθιστά το εύρημα αυτό ιδιαίτερα σημαντικό για μελλοντική έρευνα.

Οι μετρήσεις της ΜΚΣ πραγματοποιήθηκαν σε ύπτια και όρθια θέση. Η ύπτια θέση φάνηκε να αποτελεί πιο ευαίσθητο δείκτη για την αποτύπωση των άμεσων μεταβολών, εύρημα που επιβεβαιώνεται και από τους Gois et al. (2014), οι οποίοι διερεύνησαν την επίδραση προπόνησης με αντιστάσεις στο κάτω μέρος του σώματος μέσω μηχανήματος, εστιάζοντας σε μειομετρικές και πλειομετρικές συστολές. Παρόμοια, οι Heffernan et al. (2007) και Kingsley et al. (2014) μελέτησαν την επίδραση προπόνησης με αντιστάσεις σε ολόκληρο το σώμα, χρησιμοποιώντας τόσο ελεύθερα βάρη όσο και μηχανήματα.

Οι δείκτες RMSSD, SD1, DFA α1 και HF παρουσίασαν αλληλεπίδραση όγκου και χρόνου μόνο στην ύπτια θέση, ενώ ο SD2 εμφάνισε αλληλεπίδραση μόνο στην όρθια. Η

αξιολόγηση σε ύπτια θέση φαίνεται να παρέχει πιο ευαίσθητη εκτίμηση της άμεσης καρδιακής καταπόνησης (Kingsley et al., 2014). Η συνδυαστική αξιολόγηση της ΜΚΣ σε ύπτια και όρθια θέση κρίνεται ιδιαίτερα χρήσιμη για την παρακολούθηση της φυσιολογικής κατάστασης και την εξατομίκευση της προπονητικής επιβάρυνσης (Plews et al., 2013; Stanley et al., 2013).

Στην παρούσα μελέτη η πορεία των μεταβολών στην απόδοση, όπως αποτυπώθηκε μέσω των κατακόρυφων αλμάτων ανέδειξε τη δυναμική φύση της νευρομυϊκής κόπωσης και της διαδικασίας αποκατάστασης σε συνάρτηση με το χρόνο. Συγκεκριμένα, και στα δύο τεστ παρατηρήθηκε άμεση μείωση της απόδοσης αμέσως μετά την άσκηση (στα 3 λεπτά και 30 λεπτά), με την πλήρη αποκατάσταση να επιτυγχάνεται εντός 24 ωρών. Καταγράφηκε σημαντική μείωση του ύψους του κατακόρυφου άλματος με ταλάντευση (ΚΑΤ) και της ισχύος στο άλμα μετά από πτώση από ύψος 40 cm αμέσως μετά την εκτέλεση των πρωτοκόλλων προπόνησης, και για τα δύο πειραματικά πρωτόκολλα, με μεγαλύτερη διάρκεια μείωσης και βραδύτερη αποκατάσταση στη συνθήκη των 6 σετ συγκριτικά με εκείνη των 3 σετ. Όσον αφορά το ΚΑΤ, η μείωση του ύψους υποδηλώνει την ύπαρξη προσωρινής νευρομυϊκής κόπωσης που προκαλείται από την προπόνηση υπερτροφίας (González-Badillo et al., 2016; Pareja-Blanco et al., 2017). Αναφορικά με το άλμα μετά από πτώση, η μείωση της ισχύος ενδέχεται να αποδίδεται σε διαταραχές τόσο σε νευρομυϊκό επίπεδο, λόγω μείωσης της ενεργοποίησης κινητικών μονάδων, όσο και σε μηχανικό επίπεδο, λόγω μειωμένης ακαμψίας των τενόντων (Byrne & Eston, 2002). Αξίζει να σημειωθεί ότι στη σχετική βιβλιογραφία υπάρχουν ελάχιστες μελέτες που να περιλαμβάνουν μετρήσεις άλμα μετά από πτώση, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων.

Η σύγκριση μεταξύ των συνθηκών των 3 και 6 σετ ανέδειξε ότι ο αυξημένος προπονητικός όγκος επηρεάζει την απόδοση των κάτω άκρων στο άμεσο χρονικό διάστημα μετά την άσκηση και επιμηκύνει τον χρόνο αποκατάστασης, υποδηλώνοντας ότι ο χρόνος επαναφοράς σχετίζεται με το συνολικό προπονητικό φορτίο. Ωστόσο, και στις δύο συνθήκες παρατηρήθηκε πλήρης αποκατάσταση στις 24 ώρες. Αντίστοιχα ευρήματα έχουν αναφερθεί και από τους Flatt et al. (2019) και Pareja-Blanco et al. (2017), οι οποίοι έδειξαν ότι η προπονητική επιβάρυνση επηρεάζει σημαντικά τη χρονική πορεία της αποκατάστασης μετά από άσκηση με αντιστάσεις. Τα ανωτέρω ευρήματα συμφωνούν με προηγούμενες μελέτες που έχουν καταδείξει ότι η άσκηση με αντιστάσεις μπορεί να

επηρεάσει αρνητικά την ικανότητα παραγωγής ισχύος, εξαιτίας της μυϊκής κόπωσης και της νευρομυϊκής δυσλειτουργίας, ανεξαρτήτως του όγκου της άσκησης (Flatt et al., 2019; González-Badillo et al., 2016). Η άμεση μείωση της απόδοσης (ύψος ΚΑΤ και ισχύς ΑΠ) σχετίζεται με μηχανισμούς όπως η μειωμένη ενεργοποίηση κινητικών μονάδων, η νευρομυϊκή κόπωση και η προσωρινή μείωση της ικανότητας παραγωγής ισχύος (Gathercole et al., 2015). Παράλληλα, έχει τεκμηριωθεί ότι ακόμη και απουσία άμεσης μυϊκής βλάβης, η απόδοση μπορεί να παραμείνει μειωμένη για αρκετές ώρες, ιδιαίτερα μετά από προπόνηση υψηλού όγκου (Howatson & van Someren, 2008).

Οι υποκειμενικές μετρήσεις της κόπωσης (RPE) και της ανάληψης (PRS) επηρεάστηκαν περισσότερο στη συνθήκη των 6 σετ, επιβεβαιώνοντας ότι ο υψηλότερος όγκος συνεπάγεται αυξημένο φυσιολογικό και αντιληπτό στρες (Foster et al., 2001; Laurent et al., 2011; Saw et al., 2016). Η διαφοροποίηση αυτή δεν παρατηρήθηκε τόσο έντονα σε όλους τους δείκτες. Η χρήση τόσο φυσιολογικών όσο και υποκειμενικών μετρήσεων ενισχύει την αξιοπιστία της αξιολόγησης της κόπωσης και της αποκατάστασης.

Η παρούσα μελέτη ανέδειξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των πειραματικών συνθηκών και των χρονικών στιγμών μέτρησης σε αρκετές παραμέτρους της ΜΚΣ (SDNN, RMSSD, SD1, DFA a1 και HF) καθώς και στην απόδοση (ύψος ΚΑΤ και ισχύς ΑΠ). Οι δύο συνθήκες άσκησης (3 και 6 σετ), σε σύγκριση με την συνθήκη ελέγχου, παρουσίασαν σημαντικές μειώσεις στις παραμέτρους της ΜΚΣ στα 30 λεπτά μετά την άσκηση και σταδιακή αποκατάσταση από τις 12 ώρες, με τις τιμές να επανέρχονται στα προ της άσκησης επίπεδα στις 24 ώρες. Οι χρονικές στιγμές μέτρησης αποδεικνύονται κρίσιμες, καθώς αναδεικνύουν διαφοροποιημένη εικόνα της κόπωσης ανάλογα με το επίπεδο επιβάρυνσης.

Συνοπτικά, η σχέση ανάμεσα στον όγκο και τη χρονική πορεία της κόπωσης δείχνει ότι η κόπωση εξαρτάται από την επιβάρυνση και δεν ακολουθεί κοινή πορεία για όλους τους δείκτες, φυσιολογικούς και φυσικής απόδοσης. Το εύρημα αυτό είναι σύμφωνο με τις μελέτες των Dobbs et al. (2020) και Flatt et al. (2019), οι οποίες έδειξαν ότι η αποκατάσταση του αυτόνομου νευρικού συστήματος δεν συμβαδίζει απαραίτητα με τη νευρομυϊκή αποκατάσταση.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα μελέτη ανέδειξε ότι η οξεία προπόνηση με αντιστάσεις για μυϊκή υπερτροφία των κάτω άκρων μειώνει τη δραστηριότητα του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος όπως αυτή τεκμαίρεται από τη μέτρηση της μεταβλητότητας της καρδιακής συχνότητας. Η μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας επηρεάζεται από την εκτέλεση άσκησης με αντιστάσεις, ανεξάρτητα από τον όγκο της. Ωστόσο, η απόδοση των κάτω άκρων επηρεάζεται από τον όγκο της προπόνησης, καθώς καταγράφεται μεγαλύτερη μείωση στις άμεσες χρονικές στιγμές μετά την άσκηση με υψηλότερο όγκο. Επιπλέον, οι υποκειμενικές μετρήσεις κόπωσης και ανάληψης επηρεάζονται περισσότερο από τον υψηλότερο όγκο, παρουσιάζοντας υψηλότερα επίπεδα αντιλαμβανόμενης κόπωσης και χαμηλότερα επίπεδα ανάληψης.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Aubert A.E., Seps B. & Beckers F. (2003). Heart rate variability in athletes. *Sports Medicine*, 33(12), 889-919.
2. Billman G.E. (2013). The LF/HF ratio does not accurately measure cardiac sympatho-vagal balance. *Frontiers in Physiology*, 4(26), 1-5.
3. Billman, G.E. (2011). Heart rate variability – A historical perspective. *Frontiers in Physiology*, 2(86), 1-13.
4. Buchheit M. (2014). Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5(73), 1-19.
5. Buchheit M., Papelier Y., Laursen P.B. & Ahmaidi S. (2007). Heart rate variability and post-exercise recovery: Insights from sports science. *International Journal of Sports Medicine*, 28(8), 701-707.
6. Buchheit M. & Gindre C. (2006). Cardiac parasympathetic regulation: Respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*, 291(1), H451-H458.
7. Byrne C. & Eston R. (2002). The effect of exercise-induced muscle damage on isometric and dynamic knee extensor strength and vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 20(5), 417-425.
8. Campos G.E.R., Luecke T.J., Wendeln H.K., Toma K., Hagerman F.C., Murray T.F., Ragg K.E., Ratamess N.A., Kraemer W.J. & Staron R.S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: Specificity of repetition maximum training zones. *European Journal of Applied Physiology*, 88(1–2), 50-60.
9. Chen C.Y., Bonham A.C. & Lin H.F. (2011). Effects of acute resistance exercise on heart rate variability after myocardial infarction. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(1), 73-79.
10. Dobbs W.C., Fedewa M.V., Macdonald H.V., Toluoso D.V. & Esco M.R. (2020). Profiles of heart rate variability and bar velocity after resistance exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(8), 1825-1833.
11. Figueiredo T., Rhea M.R., Peterson M., Miranda H., Bentes C.M., dos Reis V.M. & Simão R. (2015). Influence of number of sets on blood pressure and heart rate variability after a strength training session. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1556-1563.

12. Figueiredo T., Menezes P., Kattenbraker M.S., Polito M.D., Reis V.M. & Simão R. (2013). Influence of exercise order on blood pressure and heart rate variability after a strength training session. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53(Suppl. 1-3), 12-17.
13. Flatt A.A., Globensky L., Bass E., Sapp B.L. & Riemann B.L. (2019). Heart rate variability, neuromuscular and perceptual recovery following resistance training. *Sports*, 7(10), 225-234.
14. Fleck S.J. & Kraemer W.J. (2006). *Σχεδιασμός προγραμμάτων άσκησης με αντίσταση* (3η έκδοση). Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.
15. Foster C., Florhaug J.A., Franklin J., Gottschall L., Hrovatin L.A., Parker S., Doleshal P. & Dodge C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
16. Fox S. I. (2013). *Φυσιολογία του Ανθρώπου* (9η έκδοση). Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου.
17. Fry A.C. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Medicine*, 34(10), 663-679.
18. Gathercole R., Sporer B., Stellingwerff T. & Sleivert G. (2015). Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(1), 84-92.
19. Gois M.O., Campoy F.A.S., Alves T., Ávila R.P., Vanderlei L.C.M. & Pastre C.M. (2014). The influence of resistance exercise with emphasis on specific contractions (concentric vs. eccentric) on muscle strength and post-exercise autonomic modulation: A randomized clinical trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 18(1), 30-37.
20. González-Badillo J.J., Rodríguez-Rosell D., Sánchez-Medina L., Ribas J., López-López C., Mora-Custodio R., Yañez-García J.M. & Pareja-Blanco F. (2016). Short-term recovery following resistance exercise leading or not to failure: How does manipulating the 'level of effort' impact post-exercise recovery? *International Journal of Sports Medicine*, 37(4), 295-304.
21. Gordon B.R., McDowell C.P., Hallgren M., Meyer J.D., Lyons M. & Herring M.P. (2018). Association of efficacy of resistance exercise training with depressive symptoms: Meta-analysis and meta-regression analysis of randomized clinical trials. *JAMA Psychiatry*, 75(6), 566-576.
22. Gratze G., Skrabal F., Raffalt P.C. & Daanen H.A.M. (2019). Heart rate variability changes following resistance training: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 49(8), 1305-1323.

23. Gronwald T., Hoos O. & Hottenrott K. (2019). Effects of acute resistance exercise on nonlinear dynamics of heart rate variability: Complexity and fractal scaling characteristics. *European Journal of Applied Physiology*, 119(6), 1391-1401.
24. Haff G.G. & Triplett N.T. (Eds.). (2015). *Essentials of strength training and conditioning* (4th edition). Human Kinetics.
25. Heffernan K.S., Fahs C.A., Shinsako K.K., Jae S.Y. & Fernhall B. (2007). Heart rate recovery and heart rate complexity following resistance exercise training and detraining in young men. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*, 293(6), H3180-H3186.
26. Howatson G. & van Someren K.A. (2008). The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine*, 38(6), 483-503.
27. Isidoro N.J.X., Santana M.D.R., Valenti V.E., Garner D.M. & de Abreu L.C. (2017). Cardiac autonomic recovery after strength exercise in lower and upper limbs. *Acta Cardiologica*, 72(4), 467-473.
28. Kelley G.A., Kelley K.S. & Kohrt W.M. (2001). Exercise and bone mineral density in premenopausal and postmenopausal women: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Women's Health & Gender-Based Medicine*, 10(1), 25-32.
29. Kingsley J.D., Mayo X., Tai Y.L. & Fennell C. (2016). Arterial stiffness and autonomic modulation after free-weight resistance exercises in resistance-trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(12), 3373-3380.
30. Kingsley J.D., Hochgesang S., Brewer A., Buxton E., Martinson M. & Heidner G. (2014). Autonomic modulation in resistance-trained individuals after acute resistance exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 35, 851-856.
31. Κλεισούρας Β. (2011). *Εργοφυσιολογία* (11η έκδοση). Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.
32. Kraemer W.J. (1997). A series of studies – The physiological basis for strength training in American football: Fact over philosophy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11, 131-142.
33. Kraemer W.J. & Ratamess N.A. (2004). Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(4), 674-688.
34. Kraemer W.J. & Ratamess N.A. (2000). Physiology of resistance training: Current issues. In *Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America: Exercise Techniques*, 9(4), 467-513.

35. Krieger J.W. (2010). Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: A meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 1150-1159.
36. Κυρλαγκίτσης Σ. (2015). *Μελέτη της μεταβλητότητας της καρδιακής συχνότητας μέσω μη-γραμμικών μαθηματικών αναλύσεων και της σχέσης της με τις αιμοδυναμικές ιδιότητες του κυκλοφορικού συστήματος*, Διδακτορική διατριβή, Α' Καρδιολογική Κλινική, Ιατρική Σχολή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα, Ελλάδα.
37. Κυρλαγκίτσης Σ., Παπαϊωάννου Θ., Γκατζούλης Κ., Γιαλάφος Η. & Στεφανάδης Χ. (2011). Θεωρία του Χάους και Μεταβλητότητα της Καρδιακής Συχνότητας: Βασικές Αρχές και Κλινικές Εφαρμογές. *Ελληνική Καρδιολογική Επιθεώρηση*, 52, 329-343.
38. Laurent C.M., Green J.M., Bishop P.A., Sjökvist J., Schumacker R.E., Richardson M.T. & Curtner-Smith M. (2011). A practical approach to monitoring recovery: Development of a perceived recovery status scale. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 620-628.
39. Lauersen J.B., Bertelsen D.M. & Andersen L.B. (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*, 48(11), 871-877.
40. Lemos S., Figueiredo T., Marques S., Leite T., Cardozo D., Willardson J.M. & Simão R. (2018). Effects of strength training sessions performed with different exercise orders and intervals on blood pressure and heart rate variability. *International Journal of Exercise Science*, 11(2), 55-67.
41. Lima A.H., Forjaz C.L., Silva G.Q., Menêses A.L., Silva A.J. & Ritti-Dias R.M. (2011). Acute effect of resistance exercise intensity in cardiac autonomic modulation after exercise. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 96(6), 498-503.
42. Malik M. (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*, 93(5), 1043-1065.
43. Pareja-Blanco F., Rodríguez-Rosell D., Sánchez-Medina L., Sanchis-Moysi J., Dorado C., Mora-Custodio R. & González-Badillo J.J. (2017). Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(7), 724-735.
44. Plews D.J., Laursen P.B., Stanley J., Kilding A.E. & Buchheit M. (2013). Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: Opening the door to effective monitoring. *Sports Medicine*, 43(9), 773-781.

45. Rhea M.R., Alvar B.A., Burkett L.N. & Ball S.D. (2003). A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(3), 456-464.
46. Rogers B., Gronwald T. & Hoos O. (2021). Fractal correlation properties of heart rate dynamics during resistance exercise: A new window into training monitoring. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(2), 391-399.
47. Rønnestad B.R. & Mujika I. (2014). Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(4), 603-612.
48. Saw A.E., Main L. C. & Gustin P.B. (2016). Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 281-291.
49. Schoenfeld B.J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2857-2872.
50. Shaffer F. & Ginsberg J.P. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. *Frontiers in Public Health*, 5(258), 1-17.
51. Sherwood, L. (2016). *Εισαγωγή στη φυσιολογία του ανθρώπου: Από τα κύτταρα στα συστήματα*. Ακαδημαϊκές Εκδόσεις Ι. Μπάσδρα και ΣΙΑ Ο.Ε.
52. Stanley J., Peake J. M. & Buchheit M. (2013). Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: Implications for training prescription. *Sports Medicine*, 43(12), 1259-1277.
53. Suchomel T.J., Nimphius S. & Stone M.H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1419-1449.
54. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*, 93(5), 1043-1065.
55. Vanderlei L.C.M., Pastre C.M., Hoshi R.A., Carvalho T.D. & de Godoy M.F. (2009). Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*, 24(2), 205-217.
56. Waxenbaum J.A., Reddy V. & Varacallo M. (2022). Anatomy, autonomic nervous system. NCBI Bookshelf. *NBK 539845*.