

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

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

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία
με τίτλο:

**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΥΒΡΙΔΙΚΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ
ΑΠΟ ΠΑΧΥΣΑΡΚΟΥΣ ΑΝΔΡΕΣ**

ΤΟΥ
Παύλου Κοθωνίδη (13031)

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

Επιβλέπων Καθηγητής :	Χατζηνικολάου Αθανάσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τ.Ε.Φ.Α.Α.- Σ.Ε.Φ.Α.Α.-Δ.Π.Θ.
2 ^ο Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:	Αυλωνίτη Αλεξάνδρα, Επίκουρη Καθηγήτρια, Τ.Ε.Φ.Α.Α.- Σ.Ε.Φ.Α.Α.-Δ.Π.Θ.
3 ^ο Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:	Καμπάς Αντώνιος, Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α.- Σ.Ε.Φ.Α.Α.-Δ.Π.Θ.

Κομοτηνή, 2021

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στους καθηγητές μου, Χατζηνικολάου Αθανάσιο, Αυλωνίτη Αλεξάνδρα και Καμπά Αντώνη, για τη συνεχή βοήθεια και το ενδιαφέρον τους τόσο στον προπτυχιακό και όσο και στον μεταπτυχιακό κύκλο σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κοθωνίδης Παύλος: Στοιχεία επιβάρυνσης κατά την εκτέλεση υβριδικής προπόνησης από παχύσαρκους άνδρες

(Με την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή Χατζηνικολάου Αθανάσιου)

Η παχυσαρκία χαρακτηρίζεται από σωματικό βάρος ανώτερο του φυσιολογικού και υπερβολική συσσώρευση λίπους και συνδέεται με πολυάριθμες μεταβολικές παθήσεις. Μορφές άσκησης που χρησιμοποιούνται είναι η αερόβια άσκηση, η άσκηση με αντιστάσεις, η διαλειμματική προπόνηση, η υβριδική προπόνηση. Ωστόσο, η υβριδική προπόνηση δεν έχει ερευνηθεί ως προς τα στοιχεία εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης, σε παχύσαρκους άνδρες. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την προπονητική επιβάρυνση κατά τη διάρκεια ενός πρωτοκόλλου υβριδικής προπόνησης 12 εβδομάδων. Στη μελέτη συμμετείχαν 15 παχύσαρκοι άνδρες (1^ο και 2^ο στάδιο) και ηλικίας 35,7-50 ετών. Οι παχύσαρκοι άνδρες συμμετείχαν σε προπόνηση με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα. Κατά τη διάρκεια της προπόνησης υπήρχε συνεχής καταγραφή της Καρδιακής Συχνότητας με φορητό καρδιοσυχνόμετρο POLAR 2. Είκοσι λεπτά μετά από κάθε συνεδρία άσκησης οι συμμετέχοντες ερωτούνταν για την αίσθηση της κόπωσης σε κλίμακα 1-10 και κατά την προσέλευση τους εξετάζονταν ως προς την αίσθηση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου που προκλήθηκε από κάθε προηγούμενη προπόνηση για τους οπίσθιους μηριαίους και τον τετρακέφαλο σε κλίμακα 1-10. Για την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν επαναλαμβανόμενο παράγοντα. Στα αποτελέσματα διαπιστώθηκε πως η μέση καρδιακή συχνότητα ήταν σχετικά σταθερή και μειώθηκε την 7^η εβδομάδα προπόνησης, όπως μειώθηκε και ο χρόνος άσκησης στη ζώνη 4. Η αίσθηση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου κυμάνθηκε σε επίπεδα που χαρακτηρίζονται ως μέτρια. Η υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης παρέμεινε σταθερή σε όλη τη διάρκεια της προπονητικής παρέμβασης. Ο προοδευτικά αυξανόμενος ρυθμός εκτέλεσης των επαναλήψεων αλλά και ο εξελισσόμενος αριθμός τους, οδηγεί στο συμπέρασμα πως οι ασκούμενοι πραγματοποιούσαν περισσότερο έργο με την ίδια ή μεγαλύτερη ένταση.

Λέξεις κλειδιά: υβριδική προπόνηση, στοιχεία επιβάρυνσης, παχύσαρκοι άνδρες

ABSTRACT

Kothonidis Pavlos: External and internal load during hybrid training in obese men

(Under the supervision of Associate Professor Athanasios Chatzinikolaou)

Obesity is characterized by higher-than-normal body weight and excessive accumulation of fat and is associated with numerous metabolic diseases. Aerobic exercise, resistance training, interval training and hybrid training, are used for increasing the calorie expenditure. However, hybrid training has not been researched in terms of internal and external load in obese men. The aim of this study was to examine the training load during a 12-week hybrid training protocol. The study involved 15 obese men (n = 15), aged 30.0-39.8 years (1st and 2nd grade). Obese men participated in training 3 times a week. The intensity corresponded to 75% -90% of the Maximum Heart Rate. During the training there was a continuous recording of the Heart Rate with a portable heart rate monitor POLAR 2. Twenty minutes after each exercise session the participants were asked about the feeling of fatigue on a scale of 1-10 and at every next session, they were asked for the feeling of delayed muscle pain caused by each previous workout for the hamstrings and quadriceps on a scale of 1-10. For the statistical analysis of the results, analysis one-way repeated measures analysis of variance was used. The results showed that the mean heart rate was relatively stable and decreased during the 7th week of training, as did the exercise time in zone 4. The sensation of delayed muscle pain ranged to moderate levels and the perception of fatigue remained constant throughout the training intervention. The progressively increasing rate of execution of the repetitions, as well as their evolving number, leads to the conclusion that the trainees performed more work with the same or greater intensity.

Key words: hybrid training, internal and external load, obesity

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT.....	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	8
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1. Σκοπός της έρευνας.....	13
1.2. Ερευνητικές υποθέσεις.....	13
1.3. Μηδενικές υποθέσεις.....	13
1.4. Οριοθετήσεις και περιορισμοί.....	1
1.5. Ορισμοί και συντομογραφίες.....	14
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	16
2.1. Δείγμα.....	16
2.2. Πειραματικός σχεδιασμός.....	16
2.3. Περιγραφή μετρήσεων και οργάνων μέτρησης.....	17
2.3.1. Αξιολόγηση σύσταση σώματος με τη μέθοδο απορροφησιμετρίας ακτινών Χ διπλής ενέργειας (DXA).....	17
2.3.2. Αξιολόγηση ύψους και βάρους.....	18
2.3.3. Αξιολόγηση παραμέτρων καρδιακής συχνότητας.....	18
2.3.4. Αξιολόγηση υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης.....	18
2.3.5. Αξιολόγηση υποκειμενικής αίσθησης καθυστερημένου μυϊκού πόνου.....	19
2.3.6. Καταμέτρηση επαναλήψεων.....	19
2.4. Στατιστική ανάλυση.....	19
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	20
3.1. Διακύμανση της μέσης καρδιακής συχνότητας.....	21

3.2. Χρονικό διάστημα στη ζώνη προπόνησης 1 με βάση την καρδιακή συχνότητα.....	22
3.3. Χρονικό διάστημα στη ζώνη προπόνησης 2 με βάση την καρδιακή συχνότητα.....	23
3.4. Χρονικό διάστημα στη ζώνη προπόνησης 3 με βάση την καρδιακή συχνότητα.....	24
3.5. Χρονικό διάστημα στη ζώνη προπόνησης 4 με βάση την καρδιακή συχνότητα.....	25
3.6. Χρονικό διάστημα στη ζώνη προπόνησης 5 με βάση την καρδιακή συχνότητα.....	26
3.7. Δείκτης επιβάρυνσης με βάση την καρδιακή συχνότητα.....	27
3.8. Υποκειμενική Αντίληψη της κόπωσης.....	28
3.9. Αίσθηση Καθυστερημένου μυϊκού πόνου.....	29
3.10. Ρυθμός εκτέλεσης επαναλήψεων στην άσκηση σχοινί μάχης.....	30
3.11. Ρυθμός εκτέλεσης επαναλήψεων στην άσκηση κάθισμα με πίεση ώμων.....	31
3.12. Αριθμός επαναλήψεων στην άσκηση σχοινί μάχης.....	32
3.13. Αριθμός επαναλήψεων στην άσκηση πίεση ώμων.....	33
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	34
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	37
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	38

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.	Διακύμανση της Μέσης Καρδιακής Συχνότητας κατά τη διάρκεια των 12 εβδομάδων της προπόνησης.....	21
Σχήμα 2.	Χρόνος άσκησης κατά τον οποίο η ένταση της προπόνησης με βάση την καρδιακή συχνότητα αντιστοιχούσε στη ζώνη 1.....	22
Σχήμα 3.	Χρόνος άσκησης κατά τον οποίο η ένταση της προπόνησης με βάση την καρδιακή συχνότητα αντιστοιχούσε στη ζώνη 2.....	23
Σχήμα 4.	Χρόνος άσκησης κατά τον οποίο η ένταση της προπόνησης με βάση την καρδιακή συχνότητα αντιστοιχούσε στη ζώνη 3.....	24
Σχήμα 5.	Χρόνος άσκησης κατά τον οποίο η ένταση της προπόνησης με βάση την καρδιακή συχνότητα αντιστοιχούσε στη ζώνη 4.....	25
Σχήμα 6.	Χρόνος άσκησης κατά τον οποίο η ένταση της προπόνησης με βάση την καρδιακή συχνότητα αντιστοιχούσε στη ζώνη 5.....	26
Σχήμα 7.	Δείκτης προπονητικής επιβάρυνσης με βάση την καρδιακή συχνότητα.....	27
Σχήμα 8.	Υποκειμενική αίσθηση κόπωσης 10 λεπτά μετά το πέρας της προπόνησης.....	28
Σχήμα 9.	Υποκειμενική αίσθηση καθυστερημένου μυϊκού πόνου.....	29
Σχήμα 10.	Ρυθμός εκτέλεσης επαναλήψεων στην άσκηση σχοινί μάχης.....	30
Σχήμα 11.	Ρυθμός εκτέλεσης επαναλήψεων στην άσκηση κάθισμα με ταυτόχρονη πίεση ώμων με ιατρική μπάλα.....	31
Σχήμα 12.	Αριθμός επαναλήψεων στην άσκηση σχοινί μάχης.....	32
Σχήμα 13.	Αριθμός επαναλήψεων στην άσκηση κάθισμα με πίεση ώμων με ιατρική μπάλα.....	33

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.	Σωματομετρικά χαρακτηριστικά ανδρών.....	16
-------------------	--	----

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ως παχυσαρκία, σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, ορίζεται η μη φυσιολογική ή η υπερβολική συσσώρευση λίπους η οποία εγκυμονεί κινδύνους για την υγεία. Δείκτες οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της παχυσαρκίας είναι ο δείκτης μάζας σώματος (Body Mass Index, BMI) και το ποσοστό σωματικού λίπους. Ο BMI εκφράζεται αριθμητικά από το πηλίκο του σωματικού βάρους σε κιλά προς το ύψος από όρθια θέση σε μέτρα υψωμένο στο τετράγωνο. Με γνώμονα το BMI ένα άτομο χαρακτηρίζεται λιποβαρές εάν έχει τιμές κάτω από 18,5, φυσιολογικό εάν έχει από 18,5 έως 24,9, υπέρβαρο όταν παρουσιάζει τιμές από 25 έως 29,9 και παχύσαρκο όταν παρουσιάζει τιμές πάνω από 30 (ACSM, 2007). Αν και με το BMI δεν πραγματοποιείται διαχωρισμός μεταξύ του σωματικού λίπους και της άλιπης σωματικής μάζας έχει διαπιστωθεί υψηλή συσχέτιση μεταξύ αυτού και του κινδύνου ανάπτυξης υπέρτασης, αθηρωματικής πλάκας, στεφανιαίων νοσημάτων και θνησιμότητας όταν τιμή του είναι πάνω από 30 kg/m² (National Institutes of Health, 1998). Η παρουσία και άλλων συνοσηροτήτων (π.χ. δυσλιπιδαιμίας, υπέρτασης, υπερινσουλιναϊμίας) είναι δυνατό να αυξάνει την κατηγοριοποίηση κινδύνου για τα υπέρβαρα και παχύσαρκα άτομα με αποτέλεσμα να απαιτείται περαιτέρω ιατρική αξιολόγηση πριν την έναρξη άσκησης ή εργοδοκιμασίας. Επιπλέον πρέπει να εξετάζεται ο συγχρονισμός λήψης φαρμακευτικής αγωγής σε σχέση με την άσκηση καθώς και η τυχόν παρουσία μυοσκελετικών και/ή ορθοπεδικών παθήσεων (World Health Organization, 2002).

Η παχυσαρκία αποτελεί επίσης ολοένα και πιο ανησυχητικό πρόβλημα στα νεαρά άτομα καθώς περίπου το 14-18% των παιδιών και εφήβων ταξινομούνται ως υπέρβαροι, με το περιττό βάρος να ορίζεται ως $\geq 95^{\circ}$ εκατοστημόριο του BMI για την ηλικία και το φύλο. Το περιττό βάρος και η παχυσαρκία συνδέονται με πολυάριθμες χρόνιες παθήσεις, όπως τα καρδιαγγειακά νοσήματα, ο σακχαρώδης διαβήτης, πολλές μορφές καρκίνου και αρκετά μυοσκελετικά προβλήματα. Υπολογίζεται ότι στις σχετιζόμενες με την παχυσαρκία παθήσεις αντιστοιχεί περίπου το 7% από τα συνολικά ασφαλιστικά κόστη της υγείας των ΗΠΑ, ενώ τα έμμεσα κόστη της παχυσαρκίας υπερβαίνουν τα 114 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως.

Η παχυσαρκία είναι μια πολύπλοκη κατάσταση, με σοβαρές κοινωνικές και ψυχολογικές επιπτώσεις που έχουν αντίκτυπο σε κάθε ηλικία και κοινωνικοοικονομική

κατάσταση. Τα στατιστικά δεδομένα του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας δείχνουν τα εξής:

1. Η παχυσαρκία έχει διπλασιαστεί από το 1980 σε παγκόσμιο επίπεδο
2. Το 2008, 1,5 δισεκατομμύριο ενήλικες, άνω των 20 ετών, ήταν υπέρβαροι και από αυτούς 200 εκατομμύρια άντρες και 300 εκατομμύρια γυναίκες ήταν παχύσαρκοι.
3. Το 65% του πληθυσμού κατοικεί σε χώρες όπου η παχυσαρκία αποτελεί κύρια αιτία θανάτου.
4. Το 2015 υπολογίσθηκε ότι περίπου 2,3 δισεκατομμύρια ενήλικες ήταν υπέρβαροι και οι παχύσαρκοι ξεπέρασαν τα 700 εκατομμύρια

Λόγω της άμεσης σύνδεσης της παχυσαρκίας με διάφορα νοσήματα έχουν αναπτυχθεί αρκετές τεχνικές αντιμετώπισης. Στην πρώτη γραμμή παραμένει η μείωση της ενεργειακής πρόσληψης και η αύξηση της ενεργειακής δαπάνης. Για τους περισσότερους ανθρώπους μια απλή μείωση του ενεργειακού ισοζυγίου κατά 250 - 500 θερμίδες μπορεί να αποδειχθεί αρκετή για την επίτευξη των στόχων. Άλλες τεχνικές αφορούν την ιατρική παρέμβαση. Κάποιες, αφορούν τη χορήγηση φαρμάκων και ορμονών που στοχεύουν στη μείωση της όρεξης και την αύξηση του μεταβολισμού ηρεμίας. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις όπου οι παραπάνω τεχνικές αποτύχουν, χρησιμοποιείται η χειρουργική επέμβαση. Η επιλογή του τρόπου αντιμετώπισης εξαρτάται από το βαθμό παχυσαρκίας και από τα συνοδά νοσήματα (Wilmore & Costil, 2004).

Οι επιδράσεις μιας μεμονωμένης συνεδρίας άσκησης στις τριακυλογλυκερόλες του πλάσματος φαίνεται να είναι αξιοσημείωτες όταν η άσκηση είναι παρατεταμένη, δηλαδή από 1 ώρα και πάνω ή και λιγότερο εάν η ένταση της άσκησης είναι αυξημένη. Η μείωση των τριακυλογλυκερολών οφείλεται μάλλον σε αύξηση της λιποπρωτεϊνικής λιπάσης στα τριχοειδή αγγεία των μυών. Η επινεφρίνη προκαλεί αυτή την αύξηση, η οποία διαρκεί αρκετές ώρες μετά την άσκηση. Η συγκέντρωσή τους φαίνεται να επανέρχεται στη βασική τιμή σε μία περίοδο μίας έως τριών ημερών, ενώ αν η άσκηση εκτελεστεί και πάλι στο ενδιάμεσο, η συγκέντρωση των τριακυλογλυκερολών πέφτει ακόμη περισσότερο. Η άσκηση λοιπόν επάγει το μεταβολικό μονοπάτι της λιπόλυσης και διαθέτει τα λιπαρά οξέα προς καύση λόγω της διέγερσης των κατεχολαμινών (Petridou et al., 2017). Ακόμη ο ρυθμός πρόσληψης των ΕΛΟ τριπλασιάσθηκε μετά από 40 λεπτά

ποδηλάτησης σε ένταση ίση με το 60% της VO₂max και ο ρυθμός εμφάνισης της γλυκερόλης και των ελεύθερων λιπαρών οξέων στο αίμα πεντα- ή –εξαπλασιάσθηκε μετά από 4 ώρες άσκησης στον διάδρομο (Ranallo & Rhodes, 1998). Μια κυκλική προπόνηση αντιστάσεων επίσης, ρύθμισε τη λιπόλυση και αύξησε την ενεργειακή δαπάνη μέσω των λιπιδίων τόσο σε παχύσαρκους όσο και σε φυσιολογικού βάρους άνδρες (Chatzinikolaou et al., 2008). Η μείωση του σωματικού βάρους με τη βοήθεια της άσκησης σχετίζεται 1) με την ενεργειακή δαπάνη κατά την άσκηση και 2) με την επίδραση στο μεταβολισμό ηρεμίας όπου παρατηρείται αυξημένη ενεργειακή δαπάνη που μπορεί να διαρκέσει έως 24 ή και περισσότερες ώρες μετά το πέρας μιας προπόνησης μέτριας έως υψηλής έντασης (Bahr et al., 1985).

Από τη διαθέσιμη βιβλιογραφία, προκύπτει πως η ένταξη της αερόβιας άσκησης στην ζωή των παχύσαρκων ατόμων, με μία ποσότητα της τάξεως των 150 με 300 λεπτών ανά εβδομάδα, μπορεί να ωφελήσει σημαντικά τον έλεγχο του βάρους και την άμυνα του καρδιαγγειακού συστήματος. Επιπρόσθετα, η προσθήκη άσκησης με αντιστάσεις μπορεί να αυξήσει τη μυϊκή δύναμη και τη φυσική λειτουργικότητα των παχύσαρκων ατόμων παράλληλα με τη βελτίωση παραγόντων που αφορούν τον σακχαρώδη διαβήτη και άλλες χρόνιες ασθένειες (ACSM, 2017). Με την προπόνηση αντιστάσεων αναπτύσσεται η μυϊκή δύναμη, η άλιπη σωματική μάζα (Ryan et al., 2001), η οστική πυκνότητα (Nelson et al., 1994) και η ευαισθησία στην ινσουλίνη (Eriksson et al., 1998). Ο συνδυασμός αερόβιας άσκησης με στοιχεία προπόνησης με αντιστάσεις που χρησιμοποιήθηκε πρόσφατα ως ένα υβριδικό μοντέλο κυκλικής μορφής για όλο το σώμα με μικρά διαλείμματα, φάνηκε να έχει θετική συσχέτιση με την απώλεια σωματικού βάρους και λίπους, την αύξηση του βασικού μεταβολισμού ηρεμίας (RMR) και της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας (CRF) σε διάστημα 10 μηνών σε παχύσαρκες γυναίκες (Batrakoulis et al., 2018). Μάλιστα, αυτού του είδους το υβριδικό μοντέλο άσκησης φαίνεται να προτιμάται από την πλειοψηφία των παχύσαρκων ατόμων, αφού διαρκεί λίγο χρόνο, είναι διασκεδαστικό – περιλαμβάνει διάφορες και έντονες κινήσεις – και βελτιώνει ταυτόχρονα αρκετές ικανότητες του σώματος. Ακόμα, σε άλλη μελέτη, γυναίκες εκτέλεσαν υβριδική προπόνηση σε κυκλική μορφή με προοδευτική αύξηση της επιβάρυνσης με εφαρμογή 3 φορές ανά εβδομάδα σε μη συνεχόμενες ημέρες για 40 εβδομάδες η μία ομάδα και για 20 εβδομάδες προπόνησης και άλλες 20 αποπροπόνησης η άλλη ομάδα. Γινόταν χρήση ολόσωμων ασκήσεων με φορητό εξοπλισμό λειτουργικής

προπόνησης και εκτέλεση όσων επαναλήψεων ήταν δυνατό στον προγραμματισμένο χρόνο με ένταση >75% της ΜΚΣ. Σε κάθε συνεδρία οι συμμετέχοντες παρακολουθούνταν με φορητή καρδιοσυχνομετρία. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική μείωση στις περιφέρειες όλου του σώματος των συμμετεχόντων, βελτίωση σύστασης σώματος και μέσο όρο μείωσης του σωματικού βάρους 6% (Batrakoulis et al., 2019). Ωστόσο, παρά το γεγονός ότι έχει μελετηθεί η υβριδική προπόνηση ως προς την επίδρασή της στο σωματικό βάρος σε παχύσαρκες γυναίκες, δεν έχει ερευνηθεί ως προς τα στοιχεία εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης, σε παχύσαρκους άνδρες, στους οποίους τα προβλήματα για τη συμμετοχή τους σε προγράμματα άσκησης σχετίζονται συχνά με την ένταση και τα στοιχεία επιβάρυνσης .

Η προπονητική επιβάρυνση ορίζεται ως το σύνολο των ερεθισμάτων επιβάρυνσης που επιδρούν στον οργανισμό (Grosser et al. 2000). Διακρίνεται σε εσωτερική και εξωτερική. Τα στοιχεία εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης είναι προσδιοριστικά μεγέθη που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό (δοσολογία) της προπονητικής επιβάρυνσης. Τα μεγέθη αυτά αλληλοεπηρεάζονται (π.χ. η σχέση έντασης και ποσότητας είναι αντιστρόφως ανάλογη). Η ένταση, η ποσότητα, η διάρκεια, η πυκνότητα (διάλειμμα) και η συχνότητα προπόνησης ανήκουν στα εξωτερικά στοιχεία επιβάρυνσης. Κάθε εξωτερική επιβάρυνση προκαλεί μια αντίδραση ψυχική και λειτουργική (Καρδιακή συχνότητα, καθυστερημένος μυϊκός πόνος, Υποκειμενική αντίληψη κόπωσης κ.ο.κ), (Halson et al., 2014). Αυτή η αντίδραση, που εκδηλώνεται ανάλογα με τον χαρακτήρα και το βαθμό της εξωτερικής επιβάρυνσης, είναι η εσωτερική επιβάρυνση. Το RPE ή Rating of Perceived Exertion δεν είναι τίποτα παραπάνω από μία κλίμακα υποκειμενικής κόπωσης. Εφευρέθηκε και αναπτύχθηκε από τον Σουηδό ερευνητή Gunnar Borg με πρωτεύοντα σκοπό την καταγραφή έντασης της αερόβιας άσκησης. Η αρχική μορφή της κλίμακας περιείχε βαθμολόγηση από το 6-20, αν και στη συνέχεια για λόγους ευκολίας αλλά και εφαρμογής του RPE και σε άλλες μορφές προπόνησης (π.χ. ενδυνάμωσης ή υβριδική) η κλίμακα βαθμολογήθηκε από το 1-10 (Borg, 1998). Στοιχεία προηγούμενων μελετών έδειξαν ότι ο δείκτης RPE σχετίζεται με τη καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια σταθερής άσκησης, υψηλής έντασης και διαλειμματικής άσκησης. Αντίθετα, δεν υπάρχει συσχέτιση σε άσκηση μικρής διάρκειας και υψηλής έντασης σε προπόνηση ποδοσφαίρου. Οι Wallace et al. (2008), εξέτασαν και σύγκριναν το δείκτη RPE σε σχέση με τη καρδιακή συχνότητα. Τα αποτελέσματα της

έρευνας τους, συμφωνούν με παλαιότερες έρευνες και δείχνουν πως υπάρχει σημαντικός συσχετισμός ανάμεσα στο δείκτη RPE και τη καρδιακή συχνότητα για τον υπολογισμό της έντασης και του εσωτερικού φορτίου προπόνησης. Ο δείκτης RPE αλλά και η καρδιακή συχνότητα τείνουν να επηρεάζονται από τη βιολογική και προπονητική ηλικία των αθλητών (Barroso et al., 2014) αλλά και από τον όγκο (διάρκεια) και την επανάληψη της απόστασης στην προπόνηση (Barroso, et al., 2015). Ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος (Delayed Onset Muscle Soreness, DOMS) αναφέρεται στον μυϊκό πόνο που παρουσιάζεται συνήθως 6 ώρες μετά από την άσκηση και διαρκεί μέχρι 5 μέρες, με μια κορύφωση στις 48-72 ώρες. Η πιθανότητα εμφάνισης DOMS σε αρχάριους ασκούμενους αυξάνεται καθώς εκθέτουν το σώμα τους, σε πρωτόγνωρο γι' αυτούς 'στρες' και κινήσεις, χωρίς αυτό να εξαιρεί τους πιο έμπειρους, οι οποίοι το βιώνουν συνήθως όταν αλλάζουν κάποια παράμετρο της προπόνησης τους (αντίσταση, διάλειμμα, σετ κ.ο.κ.), (Nosaka & Ken, 2008).

1.1. Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της έρευνας είναι να εξετάσει την εξέλιξη των στοιχείων επιβάρυνσης κατά τη συμμετοχή σε υβριδικό πρόγραμμα προπόνησης σε παχύσαρκους άνδρες μέσης ηλικίας.

1.2. Ερευνητικές υποθέσεις

Οι συμμετέχοντες στην προπόνηση θα προσαρμόζονται και θα είναι σε θέση να πραγματοποιούν προπόνηση με υψηλότερη ένταση (περισσότερες επαναλήψεις σε δεδομένο χρόνο), παρουσιάζοντας χαμηλότερη υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης.

1.3. Μηδενικές υποθέσεις

Δεν θα υπάρχει εξέλιξη των στοιχείων επιβάρυνσης, οπότε οι συμμετέχοντες στο πρόγραμμα υβριδικής προπόνησης θα εκτελούν με τον ίδιο τρόπο, ενώ και η υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης θα παραμένει σταθερή.

1.4. Οριοθετήσεις και Περιορισμοί

- Τα αποτελέσματα δεν μπορούν να γενικευθούν σε όλες τις ηλικιακές ομάδες και στα δυο φύλα.

- Επιλέχθηκαν άτομα που δεν είχαν κάποια ιδιαίτερη σχέση με την άσκηση στην καθημερινή τους ζωή, τουλάχιστον κατά τον τελευταίο χρόνο.
- Τα άτομα που επιλέχθηκαν δεν έπρεπε να συμμετέχουν σε κάποια άλλη πολύ έντονη δραστηριότητα πριν τη διαδικασία της προπόνησης.
- Όλα οι συμμετέχοντες δεν λάμβαναν κάποια φαρμακευτική αγωγή ούτε παρουσίασαν συμπτώματα τραυματισμού κατά τη διάρκεια του τελευταίου μήνα πριν την έναρξη των προπονήσεων.

1.5. Ορισμοί και Συντομογραφίες

Ένταση: Ο ρυθμός εκτέλεσης μιας κίνησης ή άσκησης. Στην προπόνηση δύναμης εκφράζεται ως ποσοστό % επί της 1 μέγιστης επανάληψης ενώ στην αερόβια προπόνηση ως ποσοστό % της καρδιακής συχνότητας ή της VO_{2max} .

Πυκνότητα (διάλειμμα): Ο χρόνος ανάπαυσης μεταξύ των ασκήσεων ή των σετ μιας άσκησης.

Προπονητικός Όγκος: Μέτρο του συνολικού έργου το οποίο εκτελείται σε μια προπονητική μονάδα, σε μια εβδομάδα, ή μια άλλη χρονική περίοδο.

Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου: Ο μεγαλύτερος όγκος οξυγόνου που μπορούν να προσλάβουν τα μυϊκά κύτταρα στη μονάδα του χρόνου για την παραγωγή ενέργειας

Σύσταση σώματος: η ποσοτική συμμετοχή της κυτταρικής μάζας, της μυϊκής μάζας, του σωματικού λίπους, του νερού, των ανόργανων στοιχείων των οστών και η κατανομή τους σε όλο το σώμα

Ημερήσια Ενεργειακή Δαπάνη: το ποσό της ενέργειας που απαιτείται 1) για να διατηρηθούν οι σωματικές λειτουργίες σε εγρήγορση (βασικός μεταβολισμός), 2) για την πέψη, απορρόφηση, αφομοίωση των θρεπτικών ουσιών και 3) για τη συμμετοχή σε φυσική δραστηριότητα ή άσκηση.

Δείκτης υποκειμενικής αντίληψης κόπωσης: πρόκειται για την κλίμακα της υποκειμενικά αντιλαμβανόμενης κόπωσης που δημιούργησε ο σουηδός ψυχολόγος (Gunnar Borg).

Προπονητική επιβάρυνση: το συνολικό μέγεθος της προκαλούμενης από εξωτερικά και εσωτερικά ερεθίσματα προπονητικής επίδρασης.

Καρδιακή συχνότητα ηρεμίας: Η καρδιακή συχνότητα σε ηρεμία που υπολογίζεται κατά μέσο όρο σε 60 με 80 κτύπους/min.

Καρδιακή συχνότητα προπόνησης: Επίπεδο καρδιακής συχνότητας που ορίζεται με τη χρησιμοποίηση της αντίστοιχης καρδιακής συχνότητας για ένα επιθυμητό ποσοστό της VO_{2max} .

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Δείγμα

Στη μελέτη συμμετείχαν 15 παχύσαρκοι άνδρες (n=15), ηλικίας 35,7-50 ετών και με Δείκτη Μάζας Σώματος $32,68 \pm 2,7$ οι οποίοι πραγματοποίησαν διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης, υβριδικού τύπου (8 ασκήσεις), σε κυκλική μορφή (2 έως 3 κύκλοι) και με αναλογία έργου διαλείμματος 20 δευτερόλεπτα άσκηση και 40 δευτερόλεπτα διάλειμμα. Αυτή η αναλογία έργου διαλείμματος άλλαξε σε 30:30 την 8^η εβδομάδα μέχρι και την 12^η, δηλαδή το πέρας των προπονήσεων. Πριν την έντασή τους στο πρόγραμμα οι ασκούμενοι κλήθηκαν να περάσουν από ιατρικές εξετάσεις α) καρδιολογικές, β) βιοχημικές και γ) απεικονιστικές. Ακόμη, συμπλήρωσαν το PAR-Q and You ερωτηματολόγιο. Κριτήρια αποκλεισμού αποτέλεσε οποιαδήποτε ιατρική ένδειξη που δεν είναι φυσιολογική ή οποιαδήποτε θετική απάντηση στο ερωτηματολόγιο PAR-Q and You.

Πίνακας 1. Σωματομετρικά Χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στη μελέτη

Χαρακτηριστικά δείγματος	Μέσος Όρος \pm Τυπική Απόκλιση
Ηλικία (έτη)	$42,64 \pm 1,7$
Ύψος (m)	$1,80 \pm 0,06$
Βάρος (kg)	$105,62 \pm 10,5$
$\Delta\text{ΜΣ}$ (kg/cm ²)	$32,68 \pm 2,7$
Ποσοστό Λίπους (%)	$36,42 \pm 4,2$

2.2. Πειραματικός σχεδιασμός

Οι παχύσαρκοι άνδρες συμμετείχαν σε προπόνηση με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα σε μη συνεχόμενες μέρες, για 12 εβδομάδες και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε ήταν φορητός, λειτουργικής προπόνησης. Οι ασκήσεις ήταν σχοινί μάχης, κάθισμα με πίεση ώμων με ιατρική μπάλα, πηδηματάκια σε σκάλα συναρμογής, άρσεις θανάτου με άρση καρπών στο σαγόνι με kettlebell, γέφυρα γλουτών, μικρά άλματα με άνοιγμα και κλείσιμο χεριών-ποδιών, Σανίδα και αλματάκια στο πλάι με το βάρος του σώματος. Οι επαναλήψεις που εκτελούσαν οι ασκούμενοι, ήταν όσες το δυνατό περισσότερες που μπορούσαν να εκτελέσουν σε δεδομένο χρόνο, και η ένταση

αντιστοιχούσε σε 75%-90% της Μέγιστης Καρδιακής Συχνότητας. Κατά τη διάρκεια της προπόνηση υπήρχε συνεχής καταγραφή της Καρδιακής Συχνότητας και στην περίπτωση που ανέβαινε σε ποσοστό πάνω από το 90% της Μέγιστης πραγματοποιούταν διάλειμμα στους ασκούμενους. Δύο ανεξάρτητοι παρατηρητές καταμετρούσαν τον αριθμό των επαναλήψεων ανά άσκηση σε κάθε κύκλο προπόνησης. Μετά από κάθε συνεδρία άσκησης οι συμμετέχοντες ερωτούνταν για την αίσθηση της κόπωσης σε κλίμακα 1-10 όπου 1-3 εύκολη, 4-6 σχετικά κουραστική, 7-8 πολύ κουραστική, 9-10 μέγιστη και τους ζητούνταν ανατροφοδότηση και για την αίσθηση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου που προκλήθηκε από κάθε προηγούμενη προπόνηση για τους οπίσθιους μηριαίους και τον τετρακέφαλο επίσης σε κλίμακα 1-10, όπου 1 ίσο με ελάχιστη έως καθόλου αίσθηση και 10 πολύ έντονη και ενοχλητική αίσθηση. Οι συνεδρίες άσκησης πραγματοποιήθηκαν στο γυμναστήριο του ΤΕΦΑΑ ΔΠΘ.

2.3. Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης

2.3.1. Αξιολόγηση σύστασης σώματος με τη μέθοδο απορροφησιομετρίας ακτινών Χ διπλής ενέργειας (DXA).

Η αξιολόγηση της σύστασης σώματος πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της απορροφησιομετρίας ακτινών Χ διπλής ενέργειας (DXA). Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε το μηχάνημα Lunar DPX-NT (GE Healthcare, Diegem, Belgium) και η ακτινοβολία που δέχθηκαν οι άνδρες ήταν 1-10 μSv , η οποία είναι χαμηλότερη από τη μέση ημερήσια ακτινοβολία που εκτίθεται ο καθένας (Damilakis et al., 2013; Njeh et al., 1999). Απαραίτητες προϋποθέσεις για την αξιολόγηση της σύστασης σώματος ήταν η ολονύκτια νηστεία. Οι συμμετέχοντες στη μελέτη προσέρχονταν με ελαφρύ ρουχισμό (σορτσάκι και κοντομάνικη μπλούζα) και χωρίς να φέρουν μεταλλικά αντικείμενα. Στην συνέχεια τοποθετούνταν σε ύπτια θέση στο μηχάνημα χωρίς υποδήματα, ώστε να εφάπτονται οι γλουτοί στη έδρα του μηχανήματος και τα πόδια ενώνονταν ώστε να εφάπτονται οι αστράγαλοι. Στην πορεία τοποθετούνταν ζώνες περίδεσης γύρω από τα γόνατα και τους αστραγάλους για τη σταθεροποίηση των κάτω άκρων και τοποθετούσε τα χέρια τεντωμένα δίπλα στον κορμό. Αφού βρίσκονταν σε ύπτια οριζόντια θέση, όπως προτείνει ο κατασκευαστής, ξεκινούσε η σάρωση στο σύνολο του σώματος.

2.3.2. Αξιολόγηση ύψους και βάρους

Για τον προσδιορισμό ύψους και βάρους χρησιμοποιήθηκε μηχανικός ζυγός με αναστημόμετρο Seca 700 και σύμφωνα με τις οδηγίες της Αμερικάνικης Αθλητιατρικής Εταιρείας (ACSM, 2002). Για το ύψος οι ασκούμενοι στάθηκαν στο κέντρο του ζυγού με τις φτέρνες ενωμένες σχηματίζοντας γωνία 60 μοιρών, χωρίς υποδήματα. Οι γλουτοί και η πλάτη ακουμπούσαν το αναστημόμετρο και τα μάτια βρίσκονταν σε ευθεία με το λοβό των αυτιών, ώστε να εξασφαλισθεί η σωστή θέση μέτρησης. Στη συνέχεια εισέπνεαν βαθιά και κρατούσαν την αναπνοή τους έως ότου ο εξεταστής να κατεβάσει τον οδηγό όσο μπορούσε, συμπιέζοντας τα μαλλιά. Στην τελική θέση καταγραφόταν και η τιμή του ύψους. Για το βάρος οι συμμετέχοντες ήταν με τα εσώρουχα, χωρίς υποδήματα και τους δόθηκε οδηγία να σταθούν στο κέντρο του ζυγού με ισόποση κατανομή του βάρους στα δύο πόδια. Ο ΔΜΣ προέκυψε από το κλάσμα Βάρος (kg)/Υψος(m)².

2.3.3. Αξιολόγηση παραμέτρων καρδιακής συχνότητας

Για τις ανάγκες της μελέτης αξιολογήθηκαν δείκτες όπως η μέση καρδιακή συχνότητα και ο χρόνος άσκησης σε ζώνες καρδιακής συχνότητας. Για την καταγραφή της καρδιακής συχνότητας των ασκούμενων χρησιμοποιήθηκε το ομαδικό σύστημα καταγραφής της καρδιακής συχνότητας TeamPolar 2. Οι ασκούμενοι φορούσαν τον πομπό πριν την έναρξη του προγράμματος και τον διατηρούσαν σε όλη τη διάρκεια μέχρι και 5 λεπτά μετά τη λήξη του. Για τον υπολογισμό της μέγιστης καρδιακής συχνότητας χρησιμοποιήθηκε ο τύπος 220-ηλικία. Ο καθορισμός στις ζώνες προπόνησης πραγματοποιήθηκε με βάση το ποσοστό Καρδιακής συχνότητας που κατέγραφε το Polar, όπου 50-59% 1^η ζώνη, 60-69% 2^η ζώνη, 70-79% 3^η ζώνη, 80-89% η 4^η ζώνη και 90-100% η 5^η ζώνη προπόνησης. Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν περαιτέρω με το λογισμικό της εταιρείας Team Polar και μέσω αυτού υπολογίστηκε η προπονητική επιβάρυνση, πολλαπλασιάζοντας το χρόνο άσκησης σε δευτερόλεπτα επί την μέση καρδιακή συχνότητα εντός της προπόνησης.

2.3.4. Αξιολόγηση υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης

Για τον προσδιορισμό της υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης χρησιμοποιήθηκε κλίμακα 1-10. Στην κλίμακα αυτή η ήπια άσκηση αντιστοιχεί από 1 έως 3, η άσκηση μέτριας επιβάρυνσης από 4 έως 6 και η άσκηση υψηλής έως μέγιστης

έντασης από 7 έως 10 (Foster et al., 2015). Οι ασκούμενοι ερωτώταν για το βαθμό κόπωσης 10 λεπτά μετά τη λήξη της προπόνησης.

2.3.5. Αξιολόγηση υποκειμενικής αίσθησης του καθυστερημένου μυϊκού πόνου.

Πριν την έναρξη της προπόνησης σε κάθε συνεδρία πραγματοποιούνταν η αξιολόγηση της αίσθησης του καθυστερημένου μυϊκού πόνου που προκλήθηκε από την προηγούμενη προπόνηση για τις μυϊκές ομάδες των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος και καταγράφονταν ο μέσος όρος. Οι ασκούμενοι εκτελούσαν τρία καθίσματα με το βάρος του σώματος και στη συνέχεια ψηλάφιζαν τους αντίστοιχους μύες. Για την αξιολόγηση χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα 1-10 (Diamond et al., 2009), στην οποία οι τιμές από 1 έως 3 χαρακτηρίζουν τον ήπιο πόνο, από 4 έως 6 τον μέτριο, από 7 έως 8 τον έντονο και από 9 έως 10 τον πολύ έντονο πόνο (Chatzinikolaou et al., 2013; Chatzinikolaou et al., 2014).

2.3.6. Καταμέτρηση επαναλήψεων

Για τις ανάγκες της μελέτης που αφορούν τον αριθμό και το ρυθμό των επαναλήψεων στις ασκήσεις α) σχοινί μάχης και β) καθίσματα με ιατρική μπάλα με ταυτόχρονη πίεση ώμων. Για την καταμέτρησης χρησιμοποιήθηκαν δύο ανεξάρτητοι παρατηρητές που καταμετρούσαν τον αριθμό των επαναλήψεων ανά άσκηση σε κάθε κύκλο προπόνησης. Η καταμέτρηση πραγματοποιήθηκε την 1^η την 7^η και την 12^η εβδομάδα προπόνησης.

2.4. Στατιστική Ανάλυση

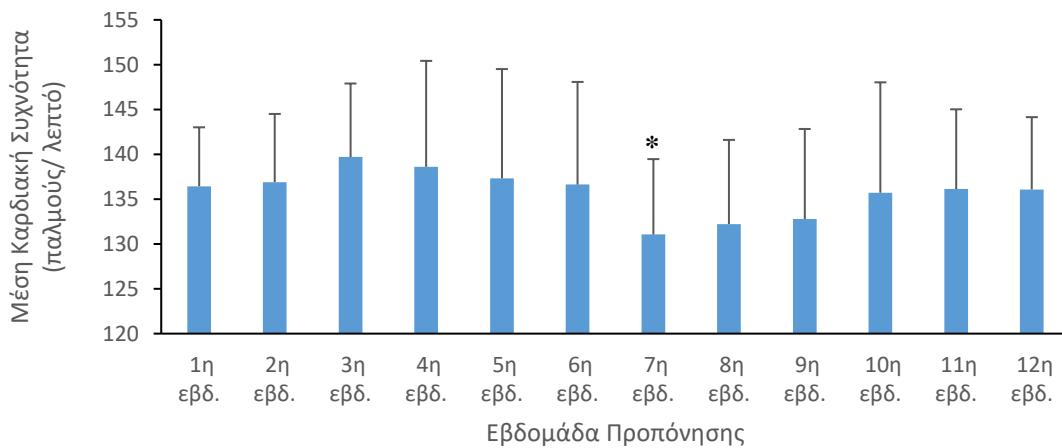
Για την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν επαναλαμβανόμενο παράγοντα τη χρονική στιγμή μέτρησης. Για την εύρεση των επιμέρους διαφορών χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων Least Significant Differences (LSD). Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο 0,05.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει τη διακύμανση παραμέτρων που υποδεικνύουν την επιβάρυνση των παχύσαρκων κατά τη διάρκεια προγράμματος υβριδικής προπόνησης. Στη μελέτη αξιολογήθηκαν δείκτες όπως η μέση καρδιακή συχνότητα και ο χρόνος στην κάθε ζώνη προπόνησης με βάση την καρδιακή συχνότητα, ο δείκτης επιβάρυνσης που στηρίζεται στην καρδιακή συχνότητα όπως αυτός υπολογίζεται από το λογισμικό του συστήματος Team Pollar II, ο δείκτης υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης και ο υποκειμενικός δείκτης αίσθηση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου. Ακόμη, περιοδικά εξετάστηκε ο αριθμός των επαναλήψεων που πραγματοποιούσαν οι ασκούμενοι σε δύο από τις ασκήσεις του προπονητικού προγράμματος. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με τη σειρά που αναφέρθηκαν παραπάνω.

3.1. Διακύμανση της μέσης καρδιακή συχνότητα

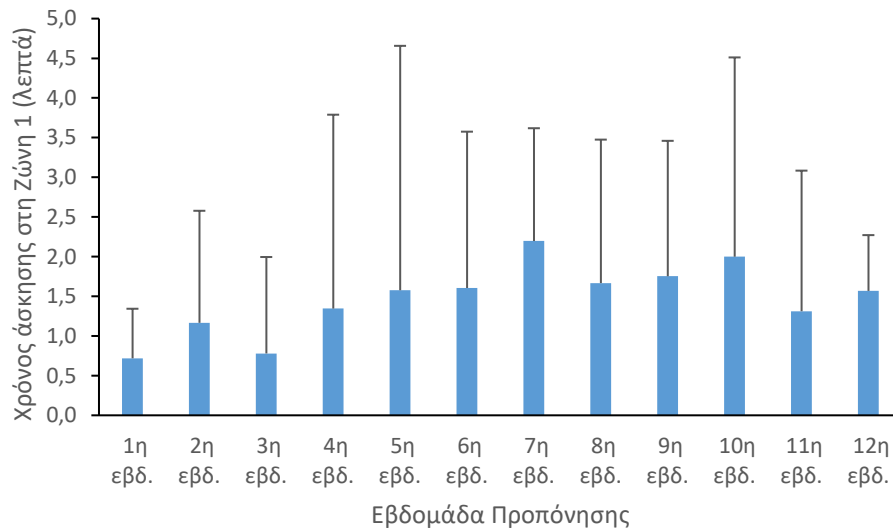
Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα μέτρηση [$F(11,99)= 2,77; p< 0,05$]. Από τον έλεγχο των ζευγαρωτών συγκρίσεων διαπιστώθηκε πως διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους η μέση καρδιακή συχνότητα της 3^η εβδομάδας με την καρδιακή συχνότητα της 7^{ης} εβδομάδας, την Τρίτη εβδομάδα διαπιστώθηκε η μεγαλύτερη τιμή μέσης καρδιακής συχνότητας και την 7^η η μικρότερη (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Διακύμανση της Μέσης Καρδιακής Συχνότητας κατά τη διάρκεια των 12 εβδομάδων της προπόνησης. * Στατιστικά σημαντική διαφορά με την 3^η εβδομάδα.

3.2. Χρονικό διάστημα στη ζώνη προπόνησης 1 με βάση την καρδιακή συχνότητα

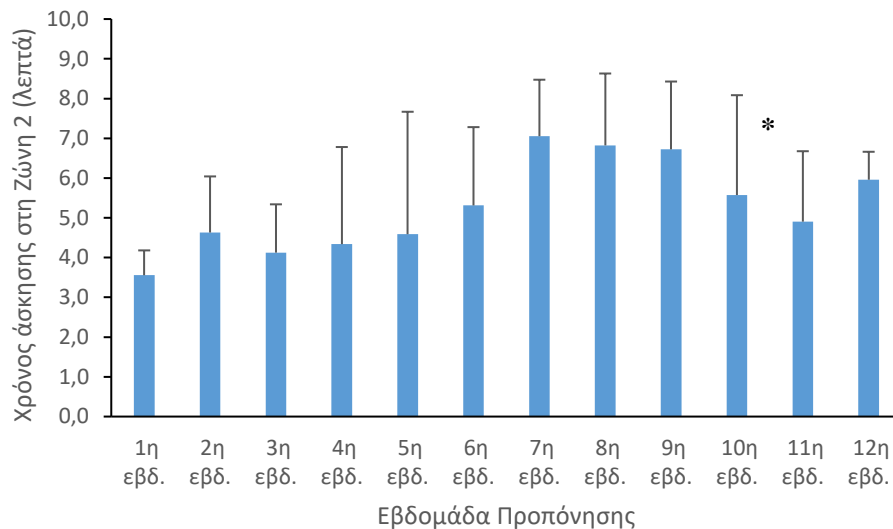
Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα δεν διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα μέτρηση [F(11,99)= 1,09; p= 0,37]. Οπότε, δεν μεταβλήθηκε σημαντικά ο χρόνος άσκησης που αντιστοιχούσε στη ζώνη 1 (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Χρόνος άσκησης κατά τον οποίο η ένταση της προπόνησης με βάση την καρδιακή συχνότητα αντιστοιχούσε στη ζώνη 1.

3.3. Χρονικό διάστημα στη ζώνη προπόνησης 2 με βάση την καρδιακή συχνότητα

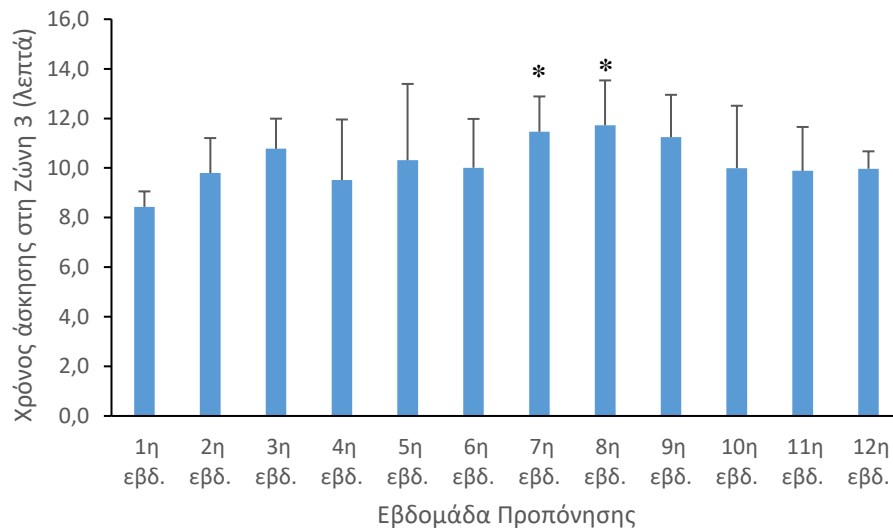
Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα μέτρηση [$F(11,99)= 4,29; p< 0,05$]. Από τον έλεγχο των ζευγαρωτών συγκρίσεων διαπιστώθηκε πως διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους ο χρόνος που πραγματοποιήθηκε άσκηση που αντιστοιχούσε στη ζώνη 2 την 8^η με την 11^η εβδομάδα προπόνησης (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Χρόνος άσκησης κατά τον οποίο η ένταση της προπόνησης με βάση την καρδιακή συχνότητα αντιστοιχούσε στη ζώνη 2. *, στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 8^{ης} και 11^{ης} εβδομάδας.

3.4. Χρονικό διάστημα στη ζώνη προπόνησης 3 με βάση την καρδιακή συχνότητα

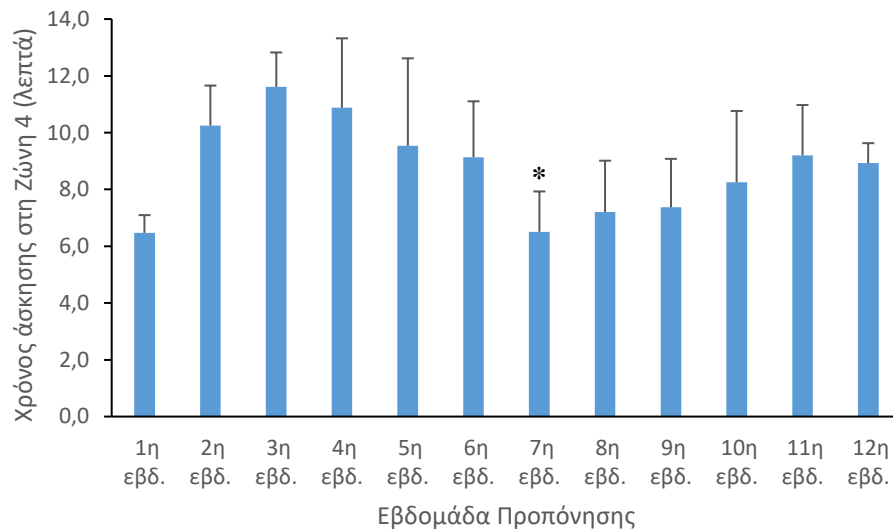
Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα μέτρηση [$F(11,99)= 1,904$; $p < 0,05$]. Από τον έλεγχο των ζευγαρωτών συγκρίσεων διαπιστώθηκε πως διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους ο χρόνος που πραγματοποιήθηκε άσκηση που αντιστοιχούσε στη ζώνη 3 την 1^η με την 7^η και 8^η εβδομάδα προπόνησης (Σχήμα 4).



Σχήμα 4. Χρόνος άσκησης κατά τον οποίο η ένταση της προπόνησης με βάση την καρδιακή συχνότητα αντιστοιχούσε στη ζώνη 3. *, στατιστικά σημαντική με την 1^η εβδομάδα.

3.5. Χρονικό διάστημα στη ζώνη προπόνησης 4 με βάση την καρδιακή συχνότητα.

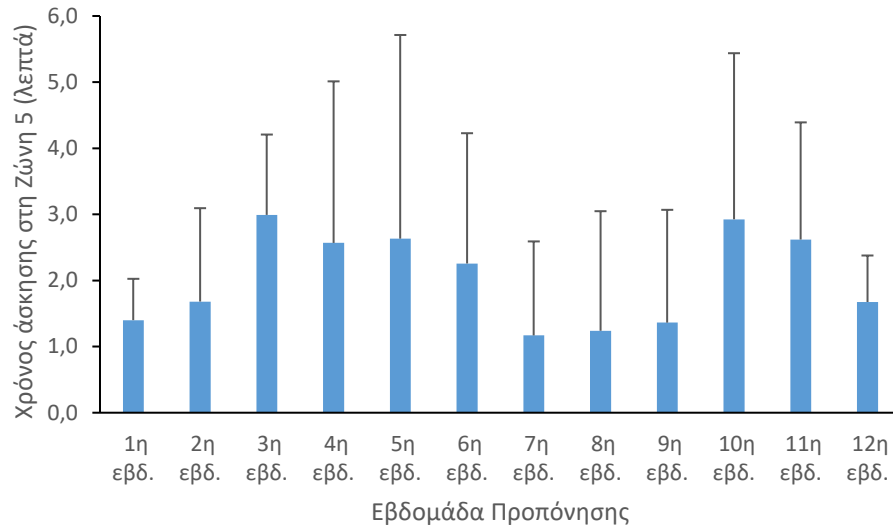
Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα μέτρηση [$F(11,99)= 4,42; p < 0,05$]. Από τον έλεγχο των ζευγαρωτών συγκρίσεων διαπιστώθηκε πως διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους ο χρόνος που πραγματοποιήθηκε άσκηση που αντιστοιχούσε στη ζώνη 4 μεταξύ της 3^{ης} και της 7^{ης} εβδομάδας προπόνησης (Σχήμα 5).



Σχήμα 5. Χρόνος άσκησης κατά τον οποίο η ένταση της προπόνησης με βάση την καρδιακή συχνότητα αντιστοιχούσε στη ζώνη 4. *, στατιστικά σημαντική με την 3^η εβδομάδα προπόνησης.

3.6. Χρονικό διάστημα στη ζώνη προπόνησης 5 με βάση την καρδιακή συχνότητα

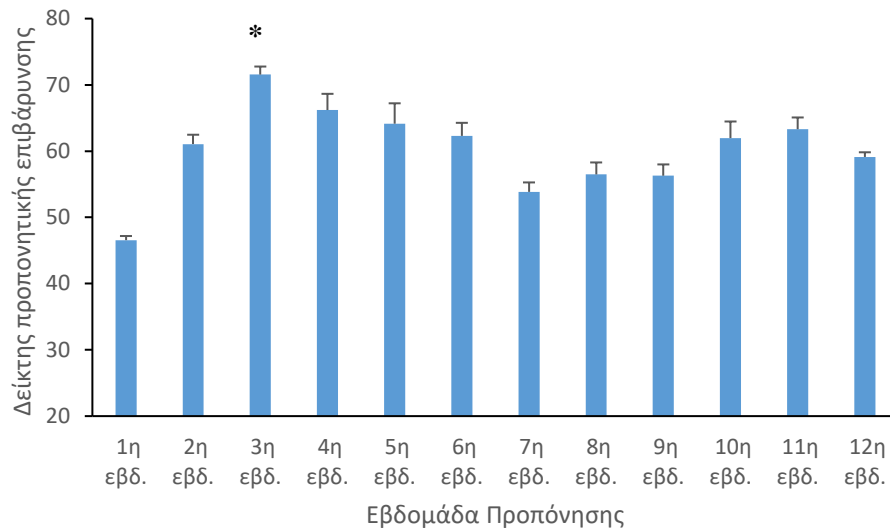
Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα δεν διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα μέτρηση [$F(11,99)= 1,02$; $p= 0,39$] (Σχήμα 6).



Σχήμα 6. Χρόνος άσκησης κατά τον οποίο η ένταση της προπόνησης με βάση την καρδιακή συχνότητα αντιστοιχούσε στη ζώνη 5.

3.7. Δείκτης επιβάρυνσης με βάση την καρδιακή συχνότητα.

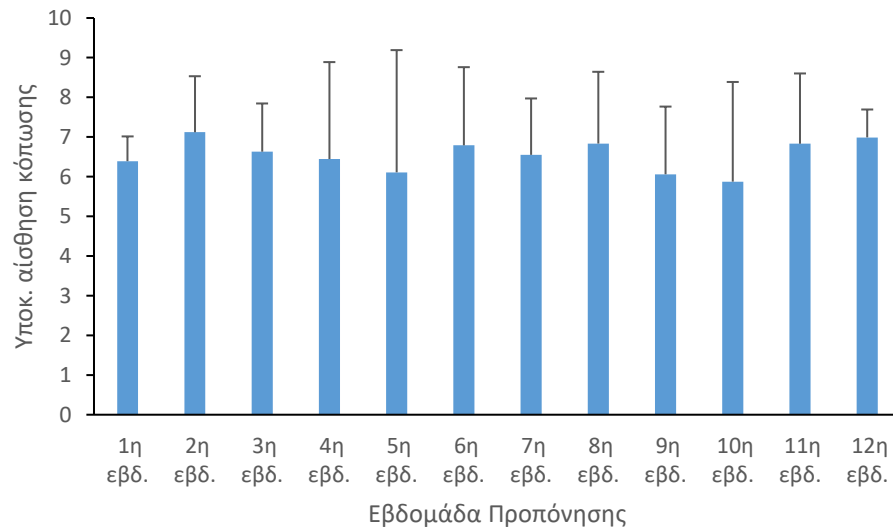
Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα μέτρηση [$F(11,99)= 6,85; p < 0,05$]. Από τον έλεγχο των ζευγαρωτών συγκρίσεων διαπιστώθηκε πως διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους ο δείκτης επιβάρυνσης της 3^{ης} με την 1^η εβδομάδα προπόνησης (Σχήμα 7).



Σχήμα 7. Δείκτης προπονητικής επιβάρυνσης με βάση την καρδιακή συχνότητα. *, σημαντική διαφορά με την 1^η εβδομάδα προπόνησης.

3.8. Υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης.

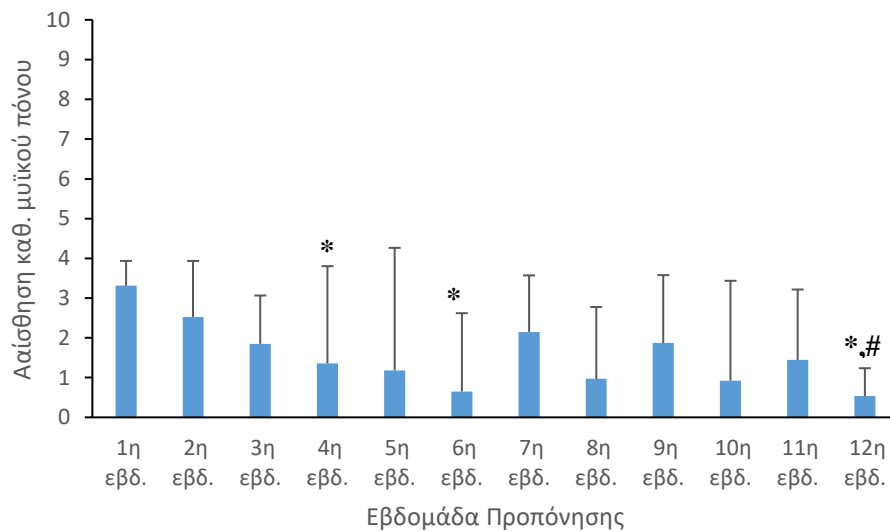
Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα δεν διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα μέτρηση [$F(11,99)= 0,753$; $p= 0,69$] (Σχήμα 8).



Σχήμα 8. Υποκειμενική αίσθηση κόπωσης 10 λεπτά μετά το πέρας της προπόνησης.

3.9. Αίσθηση καθυστερημένου μυϊκού πόνου.

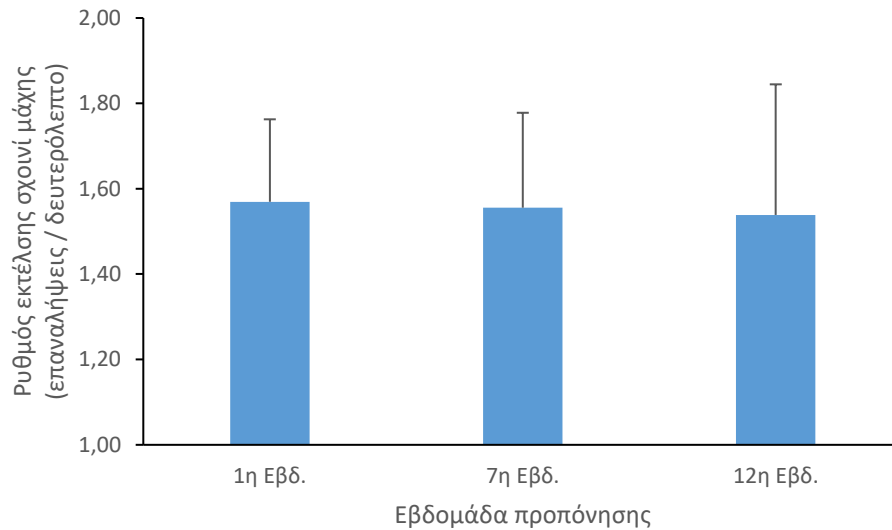
Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα μέτρηση [$F(11,99)= 6,38; p < 0,05$]. Από τον έλεγχο των ζευγαρωτών συγκρίσεων διαπιστώθηκε πως διέφεραν σημαντικά με την 1^η εβδομάδα η 4^η, η 6^η και η 12^η εβδομάδα προπόνηση, τη στιγμή που εντοπίστηκε σημαντική διαφορά, ως προς την αίσθηση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου, μεταξύ 3^η και 12^{ης} εβδομάδας προπόνησης (Σχήμα 9).



Σχήμα 9. Υποκειμενική αίσθηση καθυστερημένου μυϊκού πόνου. *, σημαντική διαφορά με την 1^η εβδομάδα προπόνησης. #, σημαντική διαφορά με την 3^η εβδομάδα προπόνησης.

3.10. Ρυθμός εκτέλεσης επαναλήψεων στην άσκηση σχοινί μάχης.

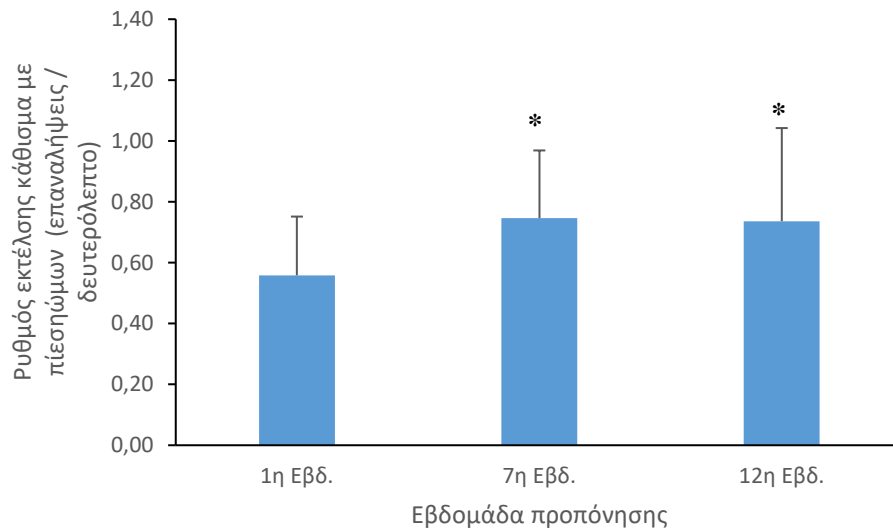
Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα δεν διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα μέτρηση [$F(2,16)= 0,036$; $p= 0,96$] (Σχήμα 10).



Σχήμα 10. Ρυθμός εκτέλεσης επαναλήψεων στην άσκηση σχοινί μάχης.

3.11. Ρυθμός εκτέλεσης επαναλήψεων στην άσκηση κάθισμα με πίεση ώμων.

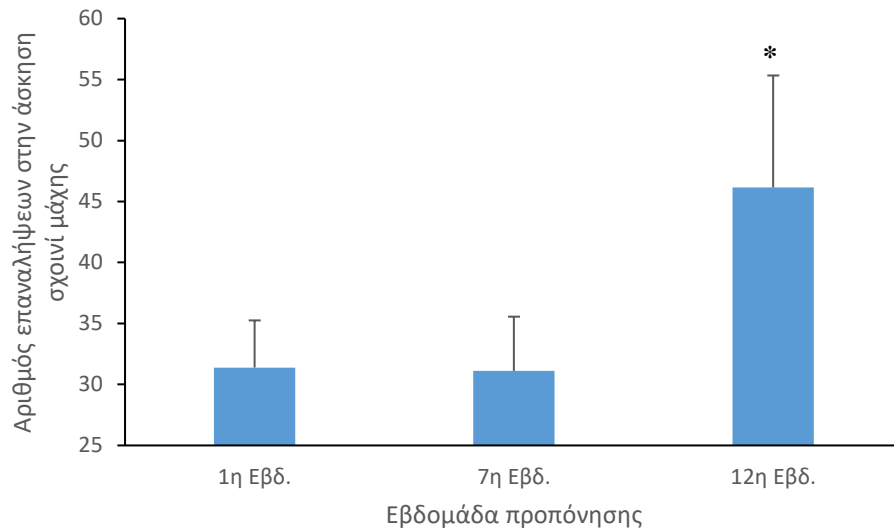
Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα μέτρηση [$F(2,16)= 8,86$; $p < 0,05$]. Από τον έλεγχο των ζευγαρωτών συγκρίσεων διαπιστώθηκε πως οι ασκούμενοι εκτελούσαν με μεγαλύτερη ταχύτητα κατά την 7^η και 12^η εβδομάδα σε σύγκριση με την πρώτη εβδομάδα προπόνησης (Σχήμα 11).



Σχήμα 11. Ρυθμός εκτέλεσης επαναλήψεων στην άσκηση κάθισμα με ταυτόχρονη πίεση ώμων με ιατρική μπάλα. *, σημαντική διαφορά με την επίδοση την 1^η εβδομάδα προπόνησης.

3.12. Αριθμός επαναλήψεων στην άσκηση σχοινί μάχης.

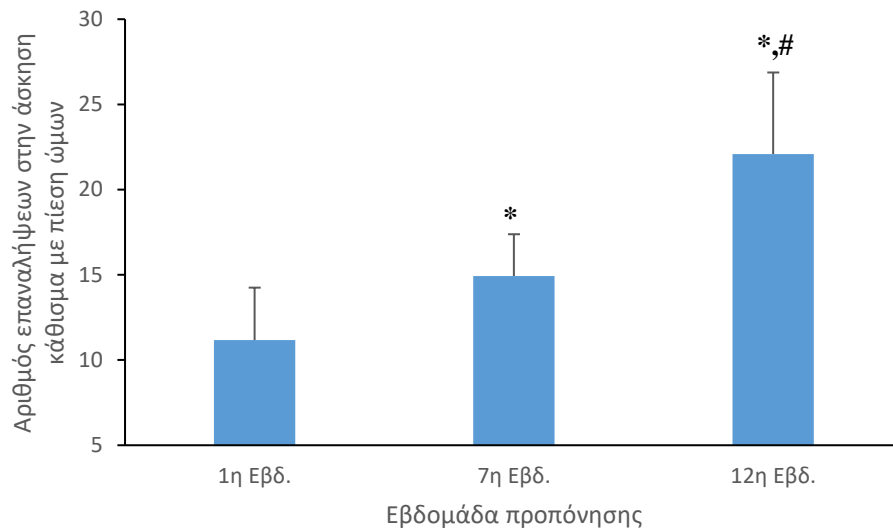
Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα μέτρηση [$F(2,16)=17,34$; $p < 0,05$]. Από την εφαρμογή των πολλαπλών συγκρίσεων διαπιστώθηκε πως οι ασκούμενοι εκτελούσαν περισσότερες επαναλήψεις κατά τη 12^η εβδομάδα προπόνησης (Σχήμα 12).



Σχήμα 12. Αριθμός επαναλήψεων στην άσκηση σχοινί μάχης. *, σημαντική διαφορά με την επίδοση την 12^η εβδομάδα προπόνησης.

3.13. Αριθμός επαναλήψεων στην άσκηση κάθισμα με πίεση ώμων.

Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα μέτρηση [$F(2,16)= 38,4; p < 0,05$]. Από τον έλεγχο των ζευγαρωτών συγκρίσεων διαπιστώθηκε πως οι ασκούμενοι εκτελούσαν περισσότερες την 7^η εβδομάδα σε σύγκριση με την 1^η και την 12^η εβδομάδα σε σύγκριση με 1^η και την 7^η εβδομάδα (Σχήμα 13).



Σχήμα 13. Αριθμός επαναλήψεων στην άσκηση κάθισμα με πίεση ώμων με ιατρική μπάλα.
*, σημαντική διαφορά με την επίδοση την 1^η εβδομάδα προπόνησης. #, σημαντική διαφορά με την επίδοση την 7^η εβδομάδα προπόνησης.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η εξέταση της εξέλιξης των στοιχείων επιβάρυνσης κατά τη συμμετοχή σε υβριδικό πρόγραμμα προπόνησης σε παχύσαρκους άνδρες μέσης ηλικίας. Για την παρακολούθηση της επιβάρυνσης αξιολογήθηκαν δείκτες που στηρίζονταν στην καρδιακή συχνότητα, στην υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης, την αίσθηση του μυϊκού πόνου και τον αριθμό και ρυθμό εκτέλεσης των επαναλήψεων σε συγκεκριμένες ασκήσεις. Συνοπτικά στα αποτελέσματα διαπιστώθηκε πως η μέση καρδιακή συχνότητα ήταν σχετικά σταθερή και μειώθηκε την 7^η εβδομάδα προπόνησης, όπως μειώθηκε και ο χρόνος άσκησης στη ζώνη 4. Η υψηλότερη προπονητική επιβάρυνση διαπιστώθηκε την 3^η εβδομάδα. Η αίσθηση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου κυμάνθηκε σε επίπεδα που χαρακτηρίζονται ως μέτρια και οι χαμηλότερες τιμές παρουσιάστηκαν την 4^η, 6^η και 12^η εβδομάδα και οι υψηλότερες την πρώτη και την 7^η εβδομάδα. Η υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης παρέμεινε σταθερή σε όλη τη διάρκεια της προπονητικής παρέμβασης. Αναφορικά με τον αριθμό των επαναλήψεων παρουσιάστηκε αυξημένος την 12 εβδομάδα για την άσκηση σχοινί μάχης. Προοδευτικά αυξημένος ήταν ο αριθμός των επαναλήψεων στην άσκηση κάθισμα με ταυτόχρονη πίεση ώμων με ιατρική μπάλα. Στην άσκηση αυτή παρουσιάστηκε αύξηση στο ρυθμό εκτέλεσης την 7^η εβδομάδα που παρέμεινε σταθερός μέχρι την 12^η εβδομάδα προπόνησης.

Η μέση καρδιακή συχνότητα αυξήθηκε με την άσκηση τη στιγμή που ο περισσότερος χρόνος προπόνησης παρατηρήθηκε στις ζώνες 3 και 4. Η ένταση αυτή υποδεικνύει την αυξημένη συγκέντρωση κατεχολαμινών, ορμόνες οι οποίες ενεργοποιούν το μεταβολισμό των λιπών και των υδατανθράκων (Chatzinikolaou et al., 2008) υποστηρίζονταν ενδεχομένως και τον αυξημένο ρυθμό λιπόλυσης σε αυτή τη μορφή άσκησης (Chatzinikolaou et al., 2008). Ακόμη, οι ζώνες προπόνησης 3 και 4 είναι αυτές στις οποίες παρατηρείται αυξημένος μεταβολισμός και μέτριος ρυθμός καύσης των λιπιδίων σε άλλες μορφές άσκησης όπως η άσκηση αντοχής και η διαλειμματική μορφή άσκησης (Stavrinou et al., 2019). Ο χρόνος άσκησης στις ζώνες προπόνησης ήταν παρόμοιος με αυτόν που παρατηρήθηκε σε παχύσαρκες γυναίκες που ακολούθησαν το ίδιο πρόγραμμα άσκησης (Batrakoulis et al., 2018).

Από το λογισμικό του συστήματος Team Polar II αναλύθηκε και καταγράφηκε ο δείκτης προπονητικής επιβάρυνσης, οποίος παρουσιάστηκε αυξημένος την 3^η εβδομάδα

προπόνησης, τη στιγμή που η χαμηλότερή του τιμή εντοπίστηκε την 7^η εβδομάδα προπόνησης. Τα αποτελέσματα αυτά υποδεικνύουν πως οι ασκούμενοι εισήχθησαν σταδιακά στο πρόγραμμα και κατέβαλαν μεγαλύτερη προσπάθεια κατά την τρίτη εβδομάδα οπότε και είναι πιθανή η μεγαλύτερη εξοικείωσή τους με το προπονητικό πρόγραμμα. Την 7^η εβδομάδα, ενδεχομένως, οι ασκούμενοι είχαν προσαρμοστεί πλήρως στην προπονητική επιβάρυνση και μπορούσαν να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις αυτής. Τις εβδομάδες 8-12 αν και διαφοροποιήθηκε η αναλογία έργου διαλείμματος από 20/40 σε 30/30 δεν διαφοροποιήθηκε ο δείκτης προπονητικής επιβάρυνσης με βάση την καρδιακή συχνότητα. Σε ότι αφορά την υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης αυτή παρέμεινε σταθερή σε όλη τη διάρκεια του πειράματος. Σε συνδυασμό με το ότι τα στοιχεία εξωτερικής επιβάρυνσης σταδιακά αυξήθηκαν υποδηλώνει την προσαρμοστικότητα των ασκούμενων σε αυτή τη μορφή άσκησης. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάστηκαν και σε μελέτη στην οποία συμμετείχαν παχύσαρκες γυναίκες παρόμοιας ηλικίας (Batrakoulis et al., 2018).

Ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος είναι μία παράμετρος η οποία σχετίζεται με τον ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό και την ασκησιογενή φλεγμονή. Το φαινόμενο αυτό συνδέεται με την ασυνήθιστη άσκηση, την άσκηση που περιέχει αρκετές έκκεντρες συσπάσεις ή τον κύκλο διάτασης βράχυνσης και την αύξηση της επιβάρυνσης σε ότι αφορά στον αθλητισμό (Nosaka et al., 2018). Την πρώτη εβδομάδα προπόνησης παρουσιάστηκε ο υψηλότερος δείκτης καθυστερημένου μυϊκού πόνου, ο οποίος ήταν μέτριος, και πιθανά αυτό εξηγείται αφενός από το ότι οι παχύσαρκοι διήγαγαν καθιστικό τρόπο ζωής και πήραν μέρος σε πρόγραμμα άσκησης, το οποίο ήταν ασυνήθιστό γι' αυτούς (Clarkson & Dedrick 1988) και αφετέρου από το ότι στο προπονητικό πρόγραμμα περιλαμβάνονται ασκήσεις στις οποίες υπάρχει η ενεργοποίηση του κύκλου διάτασης βράχυνσης (Chatzinikolaou et al., 2014). Την 6^η εβδομάδα παρουσιάστηκε η χαμηλότερη τιμή στον καθυστερημένο μυϊκό πόνο που δείχνει ότι οι ασκούμενοι αντιλαμβάνονταν ως οικείο το προπονητικό πρόγραμμα. Από εκεί και έπειτα αν και τα στοιχεία εξωτερικής επιβάρυνσης άλλαξαν δεν διαπιστώθηκε σημαντική μεταβολή στην αίσθηση του μυϊκού πόνου γεγονός που αναδεικνύει τις προπονητικές προσαρμογές και την επίδραση του επαναλαμβανόμενου ερεθίσματος με παρόμοια χαρακτηριστικά επιβάρυνσης στον ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό (Diamond et al., 2009; Nosaka, 2008).

Στη μελέτη αξιολογήθηκαν, επίσης, ο αριθμός των επαναλήψεων και ο ρυθμός εκτέλεσης των ασκήσεων στις ασκήσεις σχοινί μάχης και κάθισμα με ταυτόχρονη πίεση ώμων

με ιατρική μπάλα. Στα αποτελέσματα διαπιστώθηκε πως στην άσκηση κάθισμα βελτιώθηκε τόσο ο ρυθμός εκτέλεσης όσο και ο αριθμός των επαναλήψεων την 12^η εβδομάδα, τη στιγμή που στην άσκηση σχοινί μάχης διαπιστώθηκε αύξηση στον αριθμό των επαναλήψεων και σταθερός ρυθμός εκτέλεσης. Ο συνδυασμός των παραπάνω οδηγεί στο συμπέρασμα πως οι ασκούμενοι πραγματοποιούσαν περισσότερο έργο με την ίδια η μεγαλύτερη ένταση.

Συνοπτικά η εικόνα ήταν πως οι ασκούμενοι προσαρμόστηκαν στο προπονητικό πρόγραμμα μέχρι την 6^η- 7^η εβδομάδα προπόνησης, οπότε και παρουσίασαν τις χαμηλότερες τιμές επιβάρυνσης. Από την 7^η έως της 12^η εβδομάδα οι ασκούμενοι παρουσίασαν αυξημένη ικανότητα παραγωγής έργου σε υψηλότερες εντάσεις. Η συνολική εικόνα υποδεικνύει πως οι μεσήλικες παχύσαρκοι άνδρες χρειάζονται αυξημένο χρονικό διάστημα προσαρμογής και προσεκτική διαχείριση των προπονητικών επιβαρύνσεων.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά η υβριδικού τύπου προπόνηση ήταν ανεκτή από τους παχύσαρκους άνδρες και προκαλούσε έντονη εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση. Τα αποτελέσματα αυτά είναι άμεσα συγκρίσιμα με αυτά γυναικών που υποβλήθηκαν σε αντίστοιχη προπόνηση (Batrakoulis et al. 2018) αλλά και διαλλειματική προπόνηση υψηλής έντασης (Stavrinou et al. 2019). Οι ασκούμενοι αντιλαμβάνονταν την προπόνηση ως «δύσκολη» (Shepherd et al., 2015) και δεν προκαλούσε το φαινόμενο του καθυστερημένου μυϊκού πόνου (Diamond et al., 2009). Διαπιστώνεται πως η υβριδική μορφή προπόνησης μπορεί να αποτελέσει μέσο μείωσης τους λιπώδους ιστού με στοιχεία επιβάρυνσης ανεκτά από τους παχύσαρκους μεσήλικες άνδρες, εφόσον η διαχείρισή τους είναι προσεκτική και προοδευτική. Ωστόσο, είναι απαραίτητη η παρακολούθηση των στοιχείων επιβάρυνσης, κατά τη διεξαγωγή της προπόνησης, τόσο για λόγους ασφάλειας όσο και για την αύξηση της αποτελεσματικότητας της προπονητικής παρέμβασης.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Achten, J., & Jeukendrup, A. (2003). Maximal fat oxidation during exercise in trained men. *International Journal of Sports Medicine*, 24(8), 603–608.
2. American College of Sports Medicine. (2017). ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription *In: American College of Sports Medicine 10th ed Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.*
3. Bahr, R., Ingnes, I., Vaage, O., Sejersted, O.M., & Newsholme, E.A. (1985). Effect of duration of exercise on excess postexercise O₂ consumption. *Journal of Applied Physiology*, 62(2), 485-490
4. Barroso, R., Kobal, R., Carmo, E.C., & Tricoli, V. (2014). Perceived exertion in coaches and young swimmers with different training experience. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 212-216.
5. Batrakoulis, A., Fatouros, I., Chatzinikolaou, A., Draganidis, D., Georgakouli, K., Papanikolaou, K., Deli, C.K., Tsimeas, P., Avloniti, A., Syrou, A., & Jamurtas, A.J. (2019). Dose-response effects of high-intensity interval neuromuscular exercise training on weight loss, performance, health and quality of life in active obese adults: Study rationale, design and methods of the DoIT trial. *Contemporary Clinical Trials communications (Elsevier)*. 23;15:100386.
6. Batrakoulis A., Jamurtas A.Z., Georgakouli K., Draganidis D., Deli C.K., Papanikolaou K., Avloniti, A., Chatzinikolaou, A., Leontsini, D., Tsimeas, P., Comoutos, N., Bouglas, V., Michalopoulou, M., & Fatouros IG. (2018). High intensity, circuit-type integrated neuromuscular training alters energy balance and reduces body mass and fat in obese women: a 10-month training-detraining randomized controlled trial. *PLoS One*, 13(8).
7. Brahm, H., Mallmin, H., Michaelsson, K., Strom, H., & Ljunghall, S. (1998). Relationship between bone mass measurements and lifetime physical activity in a Swedish population. *Calcified Tissue International*, 62(5), 400-412.
8. Buckwalter, J.A., Glimcher, M.J., Cooper, R.R., & Recker, R. (1995). Bone biology. *The journal of bone & joint surgery*, 1256-1275.
9. Carey, D.G. (2009). Quantifying differences in the "fat burning" zone and the aerobic zone: implications for training. *Journal of Strength & Conditioning*, 23(7), 2090-2095.
10. Chatzinikolaou, A., Christoforidis, C., Avloniti, A., Draganidis, D., Jamurtas, A.Z., Stampoulis, T., Ermidis, G., Sovatzidis, A., Papassotiriou, I., Kambas, A., & Fatouros, I. (2013). A microcycle of inflammation following a team handball game. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(7). 1981-1994.
11. Chatzinikolaou, A., Draganidis, D., Avloniti, A., Karipidis, A., Jamurtas, A.Z., Skevaki, C.L., Tsoukas, D., Sovatzidis, A., Theodorou, A., Kambas, A., Papassotiriou, I., Taxildaris,

- K., & Fatouros, I. (2014). The microcycle of inflammation and performance changes after a basketball match. *Journal of Sport Sciences*, 32(9). 870-882.
12. Chatzinikolaou, A., Fatouros, I., Petridou, A., Jamurtas, A., Avloniti, A., Douroudos, I., Mastorakos, G., Lazaropoulou, C., Papassotiriou, I., Tournis, S., Mitrakou, A., & Mougios, V. (2008). Adipose tissue lipolysis is upregulated in lean and obese men during acute resistance exercise. *Diabetes Care*, 31(7): 1397–1399.
 13. Clarkson, M.P., & Dedrick, M.E. (1988). Exercise-induced muscle damage, repair, and adaptation in old and young subjects. *Journal of Gerontology*, 43(4), 91-6.
 14. Diamond, N.B., Lee, E., Coburn, J.W., Judelson, D.A., Eurich, A.D., Khamoui, A.V., & Uribe, B.P. (2009). Effect of delayed-onset muscle soreness on elbow flexion strength and rate of velocity development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1286-1292.
 15. Foster, C., Farland, C. V., Guidotti, F., Harbin, M., Roberts, B., Schuette, J., & Porcari, J. P. (2015). The effects of high intensity interval training vs steady state training on aerobic and anaerobic capacity. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(4), 747–755.
 16. Halson, S. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(2).
 17. Hickson, R.C., B.A. Dvorak, E.M. Gorostiaga, T.T. Kurowski, & Foster, C. (1988). Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. *Journal of Applied Physiology*, 65(5), 2285-2290.
 18. Holloszy, J.O., & Booth.F.W. (1976). Biochemical adaptations to endurance exercise in muscle. *Annual Review of Physiology*, 38:273-291.
 19. Jensen M, Suadicani P, Hein H, & Gyntelberg F. (2013). Elevated resting heart rate, physical fitness and all-cause mortality: a 16-year follow-up in the Copenhagen male study. *Heart (British Cardiac Society)*, 99(12):882-7.
 20. Kraemer, W.J., & Ratamess, N.A. (2004). fundamentals of resistance training: progression of exercise prescription, American College of Sports Medicine. 36(4), 674-688.
 21. Nosaka, K. (2008). Muscle soreness and damage and the repeated-bout effect. In: *Skeletal Muscle Damage and Repair*, Champaign, IL, USA: Human Kinetics.
 22. Ranallo, R.F., & Rhodes, E.C. (1998). Lipid metabolism during exercise. *Sports Medicine*, 26(1), 29-42.
 23. Shepherd, S. O., Wilson, O. J., Taylor, A. S., ThøgersenNtoumani, C., Adlan, A. M., Wagenmakers, A. J. M., & Shaw, C. S. (2015). Low-volume high-intensity interval training in a gym setting improves cardio-metabolic and psychological health. *PLoS ONE*, 10(9).

24. Stavrinou, P. S., Bogdanis, G. C., Giannaki, C. D., Terzis, G., & Hadjicharalambous, M. (2019). Effects of high-intensity interval training frequency on perceptual responses and future physical activity participation. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 44(9), 952–957.
25. Tran, Z.V., & Weltman, A. (1988) Predicting body composition of men from girth measurements. *Human Biology*, 60(1), 167-175.
26. Wallace, L., Slattery, K., & Coutts, A.J. (2008). Using session-rpe to monitor training load in swimmers. *Strength and Conditioning journal*, 30(6), 72-76.
27. Wilmore, J., & Costil, D. (2004). Physiology of sport & exercise. Hong Kong. *Human Kinetics*.
28. World Health Organization (2002). The world health report 2002: *Geneva: World Health Organization*.