



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

**“Μελέτη δεικτών επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια κυκλικής
προπόνησης σε άτομα με υπερβαρότητα και άτομα φυσιολογικού
βάρους”**

Ζωή Πέππα (ΑΜ:12322)

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

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπων Καθηγητής: Αθανάσιος Χατζηνικολάου, Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α – ΔΠΘ
2 ο μέλος: Αλεξάνδρα Αυλωνίτη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τ.Ε.Φ.Α.Α – ΔΠΘ
3 ο μέλος: Ζάρρας Νικόλαος, Επίκουρος Καθηγητής, Τ.Ε.Φ.Α.Α – ΔΠΘ

Κομοτηνή 2026



DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE

SCHOOL OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE

DEPARTMENT OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE

POSTGRADUATE PROGRAM

"EXERCISE PHYSIOLOGY & SPORTS TRAINING SCIENCE"

MASTER DISSERTATION

“Investigation of Training Load Indicators During Circuit Training in Adults With Overweight and Normal Weight”

Zoi Peppa (R.N. 12322)

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

COMMITTEE OF EXAMINERS

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

2nd member: Alexandra Avloniti, Associate Professor D.P.E.S.S – DUTH

3rd member: Zarras Nikolaos, Assistant Professor D.P.E.S.S – DUTH

Komotini, February 2026

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ζωή Πέππα: Μελέτη δεικτών επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια κυκλικής προπόνησης σε άτομα με υπερβαρότητα και άτομα φυσιολογικού βάρους

(Με την επίβλεψη του Καθηγητή Αθανάσιου Χατζηνικολάου)

Η υβριδική κυκλική προπόνηση αποτελεί μία χρονικά αποδοτική μορφή άσκησης, η οποία συνδυάζει καρδιαγγειακές και νευρομυϊκές απαιτήσεις. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση δεικτών εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια μίας προπονητικής μονάδας υβριδικής κυκλικής προπόνησης σε ενήλικες άνδρες, καθώς και η εξέταση της σχέσης της σύστασης σώματος με την αντιλαμβανόμενη κόπωση και τη δυνατότητα εκτέλεσης έργου. Στη Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (ΜΔΕ) συμμετείχαν 12 υγιείς ενήλικες άνδρες ηλικίας 20–35 ετών. Οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε αξιολόγηση της σύστασης σώματος και στη συνέχεια εκτέλεσαν μία τυποποιημένη προπονητική μονάδα υβριδικής κυκλικής προπόνησης. Καταγράφηκαν η μέση καρδιακή συχνότητα, ο χρόνος παραμονής στις ζώνες καρδιακής συχνότητας, η υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης, η καρδιακή επιβάρυνση και ο συνολικός αριθμός επαναλήψεων. Για τη σύγκριση μεταξύ ατόμων φυσιολογικού βάρους και ατόμων με υπερβαρότητα εφαρμόστηκε η δοκιμασία t για ανεξάρτητα δείγματα, ενώ για τη διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης r Pearson. Η ομάδα με υπερβαρότητα παρουσίασε υψηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους και Δείκτη Μάζας Σώματος, χωρίς όμως να εμφανιστούν σημαντικές διαφορές στους κύριους δείκτες επιβάρυνσης και απόδοσης. Αντίθετα, το ποσοστό σωματικού λίπους, ο Δείκτης Μάζας Σώματος και η σωματική μάζα συσχετίστηκαν αρνητικά με τον συνολικό αριθμό επαναλήψεων, ενώ το ποσοστό σωματικού λίπους συσχετίστηκε θετικά με την αντιλαμβανόμενη κόπωση. Συμπερασματικά, η σύσταση σώματος φαίνεται να επηρεάζει περισσότερο την ατομική ανταπόκριση στην άσκηση.

Λέξεις κλειδιά: υβριδική κυκλική προπόνηση, εσωτερική επιβάρυνση, εξωτερική επιβάρυνση, σύσταση σώματος, ενήλικες άνδρες

ABSTRACT

Zoi Peppa: Investigation of Training Load Indicators During Circuit Training in Adult Men

(Under the supervision of Professor Athanasios Chatzinikolaou)

Hybrid circuit training is a time-efficient exercise modality that combines cardiovascular and neuromuscular demands. The purpose of the present study was to investigate indicators of internal and external load during a single session of hybrid circuit training in adult men and to examine the relationship of body composition with perceived exertion and the ability to perform external work. Twelve healthy adult men aged 20–35 years participated in the study. Participants underwent body composition assessment and subsequently completed a standardized hybrid circuit training session. Mean heart rate, time spent in heart rate zones, rating of perceived exertion, cardiac load, and total number of repetitions were recorded. Independent-samples t-tests were used to compare participants with normal body weight and participants with overweight, while Pearson correlation analysis was applied to examine the relationships among the study variables. The overweight group presented higher body fat percentage and body mass index, whereas no significant differences were observed between groups in the main indicators of load and performance. In contrast, body fat percentage, body mass index, and body mass were negatively correlated with the total number of repetitions, while body fat percentage was positively correlated with perceived exertion. In conclusion, body composition appears to influence individual responses to exercise during a single session of hybrid circuit training.

Keywords: hybrid circuit training, internal load, external load, body composition, perceived exertion, adult men

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	7
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 Σκοπός της έρευνας	14
1.2 Ερευνητικές υποθέσεις.....	14
1.3 Μηδενικές υποθέσεις	14
1.4 Οριοθετήσεις και Περιορισμοί	14
1.5 Ορισμοί και Συντομογραφίες.....	15
2.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	17
2.1 Δείγμα	17
2.2 Πειραματικός σχεδιασμός	17
2.3 Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης.....	18
2.3.1 Αξιολόγηση σωματομετρικών χαρακτηριστικών	18
2.3.2 Αξιολόγηση παραμέτρων καρδιακής συχνότητας	18
2.3.3 Αξιολόγηση υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης.....	19
2.3.4 Αξιολόγηση της συνολικής επιβάρυνσης της προπονητικής συνεδρίας με τη μέθοδο session-RPE	19
2.3.5 Αξιολόγηση παραμέτρων ευεξίας	19
2.4 Στατιστική ανάλυση	20
3.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	21
3.1. Ποσοστό σωματικού λίπους	21
3.2. Δείκτης Μάζας Σώματος	22
3.3. Άλιπη μάζα	23
3.4. Υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης.....	24
3.5. Συνολικός αριθμός επαναλήψεων.....	25

3.6. Μέση καρδιακή συχνότητα.....	26
3.7. Καρδιακή επιβάρυνση	27
3.8. Χρόνος στη Ζώνη 1.....	28
3.9. Χρόνος στη Ζώνη 2.....	29
3.10. Χρόνος στη Ζώνη 3.....	30
3.11. Χρόνος στη Ζώνη 4.....	31
3.12. Χρόνος στη Ζώνη 5.....	32
3.13. Υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης και συνολικός αριθμός επαναλήψεων.....	33
3.14. Ποσοστό σωματικού λίπους και υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης	34
3.15. Δείκτης Μάζας Σώματος και συνολικός αριθμός επαναλήψεων	35
3.16. Σωματική μάζα και συνολικός αριθμός επαναλήψεων.....	36
3.17. Μέση καρδιακή συχνότητα και καρδιακή επιβάρυνση.....	37
3.18. Ποσοστό σωματικού λίπους και συνολικός αριθμός επαναλήψεων	38
4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ	39
5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	42
6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	43

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

- Σχήμα 1.** Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς του ποσοστού λίπους μεταξύ των ομάδων **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 2.** Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς του Δείκτη Μάζας Σώματος μεταξύ των ομάδων..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 3.** Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς της άλιπης μάζας μεταξύ των ομάδων **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 4.** Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς της υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης μεταξύ των ομάδων **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 5.** Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς του συνολικού αριθμού επαναλήψεων μεταξύ των ομάδων **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 6.** Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς της μέσης καρδιακής συχνότητας μεταξύ των ομάδων..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 7.** Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς της καρδιακής επιβάρυνσης μεταξύ των ομάδων..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 8 .** Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς του χρόνου παραμονής στη Ζώνη 1 μεταξύ των ομάδων..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 9.** Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς του χρόνου παραμονής στη Ζώνη 2 μεταξύ των ομάδων..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 10.** Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς του χρόνου παραμονής στη Ζώνη 3 μεταξύ των ομάδων..... 30
- Σχήμα 11.** Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς του χρόνου παραμονής στη Ζώνη 4 μεταξύ των ομάδων..... 31
- Σχήμα 12.** Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς του χρόνου παραμονής στη Ζώνη 5 μεταξύ των ομάδων..... 32
- Σχήμα 13.** Σχηματική απεικόνιση της συσχέτισης της υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης με τον συνολικό αριθμό επαναλήψεων..... 33
- Σχήμα 14.** Σχηματική απεικόνιση της συσχέτισης του ποσοστού σωματικού λίπους με την υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης..... 34
- Σχήμα 15.** Σχηματική απεικόνιση της συσχέτισης του Δείκτη Μάζας Σώματος με τον συνολικό αριθμό επαναλήψεων 35

Σχήμα 16. Σχηματική απεικόνιση της συσχέτισης της σωματικής μάζας με τον συνολικό αριθμό επαναλήψεων.....	36
Σχήμα 17. Σχηματική απεικόνιση της συσχέτισης της μέσης καρδιακής συχνότητας με την καρδιακή επιβάρυνση.....	37
Σχήμα 18. Σχηματική απεικόνιση της συσχέτισης του ποσοστού σωματικού λίπους με τον συνολικό αριθμό επαναλήψεων.	38

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σημασία της συστηματικής άσκησης για την υγεία του σύγχρονου ανθρώπου έχει αναδειχθεί τα τελευταία χρόνια σε κεντρικό αντικείμενο της επιστημονικής έρευνας, καθώς η επαρκής φυσική δραστηριότητα συνδέεται με ουσιαστικά οφέλη για τη σωματική και μεταβολική υγεία (Bull et al., 2020; Warburton & Bredin, 2017). Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, οι ενήλικες ηλικίας 18–64 ετών συνιστάται να εκτελούν τουλάχιστον 150–300 λεπτά φυσικής δραστηριότητας μέτριας έντασης εβδομαδιαίως ή 75–150 λεπτά δραστηριότητας υψηλής έντασης, ή έναν ισοδύναμο των δύο, ενώ παράλληλα προτείνεται η συμμετοχή σε ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης που ενεργοποιούν τις κύριες μυϊκές ομάδες τουλάχιστον δύο φορές την εβδομάδα, λόγω των πρόσθετων οφελών τους για την υγεία (World Health Organization, 2020). Επιπλέον, έχει επισημανθεί ότι οποιοδήποτε επίπεδο φυσικής δραστηριότητας είναι προτιμότερο από την πλήρη αδράνεια, καθώς ακόμη και μικρές ποσότητες κίνησης μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση της υγείας και στη μείωση του κινδύνου εμφάνισης χρόνιων νοσημάτων, όπως τα καρδιαγγειακά νοσήματα, ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2 και η παχυσαρκία (Bull et al., 2020; Warburton & Bredin, 2017). Στο ίδιο πλαίσιο, η μείωση του καθιστικού χρόνου και η αντικατάστασή του με ελαφριά ή μέτριας έντασης φυσική δραστηριότητα αναγνωρίζονται ως σημαντικοί παράγοντες για τη διατήρηση της υγείας και τη μείωση του κινδύνου πρόωρης θνησιμότητας, δεδομένου ότι ο παρατεταμένος καθιστικός τρόπος ζωής έχει συνδεθεί με δυσμενείς καρδιομεταβολικές μεταβολές, όπως αυξημένη αρτηριακή πίεση, διαταραχές του λιπιδαιμικού προφίλ και μειωμένη ευαισθησία στην ινσουλίνη (Jerome et al., 2023; Tremblay et al., 2017; World Health Organization, 2020). Αντίθετα, η συστηματική συμμετοχή σε φυσική δραστηριότητα συμβάλλει στη βελτίωση κρίσιμων δεικτών καρδιομεταβολικής υγείας, καθώς μπορεί να μειώσει την αρτηριακή πίεση, να βελτιώσει το λιπιδαιμικό προφίλ μέσω αύξησης της HDL χοληστερόλης και μείωσης της LDL χοληστερόλης και των τριγλυκεριδίων, καθώς και να ενισχύσει την ευαισθησία στην ινσουλίνη και τον γλυκαιμικό έλεγχο, περιορίζοντας έτσι τον κίνδυνο εμφάνισης σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 και καρδιαγγειακών νοσημάτων (Barone Gibbs et al., 2021; American Diabetes Association, 2020; Jerome et al., 2023). Η καρδιοαναπνευστική φυσική κατάσταση, η οποία βελτιώνεται μέσω της συστηματικής άσκησης, αναγνωρίζεται επίσης ως ένας από τους ισχυρότερους προστατευτικούς

μηχανισμούς υγείας, καθώς συνδέεται με χαμηλότερη νοσηρότητα και θνησιμότητα στον γενικό πληθυσμό (Ozemek et al., 2025). Συνολικά, τα διαθέσιμα ερευνητικά δεδομένα υποστηρίζουν ότι ακόμη και η μέτριας έντασης φυσική δραστηριότητα μπορεί να επιφέρει ουσιαστικές βελτιώσεις σε κρίσιμους δείκτες υγείας σε μη αθλητικούς πληθυσμούς, καθιστώντας την άσκηση βασικό πυλώνα πρόληψης και προαγωγής της δημόσιας υγείας (World Health Organization, 2020; Ozemek et al., 2025).

Παρότι η συστηματική άσκηση είναι συνολικά ωφέλιμη, τα αποτελέσματά της δεν προκύπτουν με τον ίδιο τρόπο από όλες τις μορφές προπονητικής παρέμβασης, καθώς κάθε μορφή άσκησης ενεργοποιεί διαφορετικούς φυσιολογικούς και μεταβολικούς μηχανισμούς. Η αερόβια άσκηση, όπως το γρήγορο περπάτημα, το τρέξιμο ή η ποδηλασία, αποτελεί θεμελιώδη μορφή φυσικής δραστηριότητας, καθώς ενισχύει την καρδιοαναπνευστική λειτουργία, βελτιώνει την οξείδωση των λιπών και συμβάλλει στη μείωση του κινδύνου καρδιαγγειακών νοσημάτων (Ozemek et al., 2025; World Health Organization, 2020). Αντίστοιχα, η προπόνηση με αντιστάσεις, η οποία περιλαμβάνει ασκήσεις με βάρη, ελαστικές αντιστάσεις ή το σωματικό βάρος, συμβάλλει στη βελτίωση της μυϊκής μάζας, της μυϊκής δύναμης, της οστικής πυκνότητας και του μεταβολισμού, ενώ έχει επίσης συσχετιστεί με βελτιωμένη ευαισθησία στην ινσουλίνη και ευνοϊκότερες μεταβολές του λιπιδαιμικού προφίλ (Westcott, 2012; Ozemek et al., 2025). Τα τελευταία χρόνια, ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον έχει συγκεντρώσει η διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης (HIIT), λόγω της δυνατότητάς της να προκαλεί σημαντικές προσαρμογές σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα. Η μορφή αυτή χαρακτηρίζεται από επαναλαμβανόμενες σύντομες περιόδους υψηλής έντασης, οι οποίες εναλλάσσονται με διαστήματα ενεργητικής ή παθητικής αποκατάστασης, και έχει συσχετιστεί με βελτίωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, μείωση του σπλαχνικού λιπώδους ιστού και ευνοϊκές μεταβολές στο μεταβολικό προφίλ, συχνά με μεγαλύτερη χρονική αποδοτικότητα σε σχέση με την παραδοσιακή αερόβια προπόνηση (Gibala & McGee, 2008; Boutcher, 2011). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η συνδυαστική ή υβριδική προπόνηση, δηλαδή ο συνδυασμός αερόβιας άσκησης και προπόνησης με αντιστάσεις στην ίδια προπονητική περίοδο, καθώς η προσέγγιση αυτή μπορεί να ενισχύσει τόσο την καρδιοαναπνευστική ικανότητα όσο και τη μυϊκή δύναμη, βελτιώνοντας συνολικά τη σύσταση σώματος και επιμέρους δείκτες υγείας σε ενήλικους μη αθλητικούς πληθυσμούς (Fyfe et al., 2014).

Εφόσον οι διαφορετικές μορφές άσκησης προκαλούν διαφορετικό βαθμό φυσιολογικής καταπόνησης και οδηγούν σε διαφορετικά πρότυπα προσαρμογών, η παρακολούθηση και η ποσοτικοποίηση της προπονητικής επιβάρυνσης αποτελούν βασικά στοιχεία για τον σχεδιασμό, τη ρύθμιση και την αξιολόγηση των προγραμμάτων άσκησης (Halsen, 2014; Haddad et al., 2017). Οι δείκτες επιβάρυνσης διακρίνονται συνήθως σε αντικειμενικούς και υποκειμενικούς, παρέχοντας συμπληρωματικές πληροφορίες για την ένταση και τη συνολική επιβάρυνση της άσκησης (Halsen, 2014; Haddad et al., 2017). Μεταξύ των αντικειμενικών δεικτών, η καρδιακή συχνότητα και ειδικότερα η μέση καρδιακή συχνότητα χρησιμοποιείται ευρέως για την εκτίμηση της καρδιαγγειακής επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια της άσκησης, καθώς αντανakλά τη συνολική φυσιολογική καταπόνηση μιας προπονητικής μονάδας και παρουσιάζει ισχυρή συσχέτιση με την ένταση της άσκησης και την κατανάλωση οξυγόνου, ιδιαίτερα σε αερόβια και διαλειμματικά πρωτόκολλα (Achten & Jeukendrup, 2003). Από την άλλη πλευρά, ο κυριότερος υποκειμενικός δείκτης επιβάρυνσης είναι η κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης (RPE), η οποία αποτυπώνει τον τρόπο με τον οποίο ο ασκούμενος αντιλαμβάνεται την επιβάρυνση και την κόπωση που συνοδεύουν την άσκηση, ενσωματώνοντας τόσο φυσιολογικούς όσο και ψυχολογικούς παράγοντες (Borg, 1982; Foster et al., 2001). Η χρήση της κλίμακας αυτής παρέχει τη δυνατότητα πρακτικής και αποτελεσματικής ρύθμισης της προπονητικής επιβάρυνσης σε διαφορετικά προπονητικά περιβάλλοντα, ιδίως όταν επιδιώκεται ακριβέστερη προσαρμογή της επιβάρυνσης στις αποκρίσεις του ασκούμενου (Foster et al., 2001). Η πρακτική αξία των παραπάνω δεικτών καθίσταται ιδιαίτερα εμφανής στα υβριδικά προγράμματα υψηλής έντασης, στα οποία η παρακολούθηση τόσο της φυσιολογικής όσο και της αντιλαμβανόμενης επιβάρυνσης είναι αναγκαία για την ακριβή ρύθμισή της.

Στο πλαίσιο αυτό, η υβριδική προπόνηση έχει αρχίσει να προσελκύει αυξανόμενο ερευνητικό ενδιαφέρον, τόσο ως προς τις μακροχρόνιες προσαρμογές που μπορεί να προκαλέσει όσο και ως προς τις άμεσες φυσιολογικές αποκρίσεις που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά την εφαρμογή της. Ειδικότερα, η μελέτη των Chatzinikolaou et al. (2008) έδειξε ότι μία προπονητική μονάδα κυκλικής άσκησης με αντιστάσεις ενεργοποίησε τη λιπόλυση του λιπώδους ιστού και την ενεργειακή δαπάνη τόσο σε άνδρες φυσιολογικού σωματικού βάρους όσο και σε άνδρες με παχυσαρκία, στοιχείο που υποδηλώνει ότι η συγκεκριμένη μορφή άσκησης μπορεί να ενεργοποιεί άμεσα

μηχανισμούς ευνοϊκούς για τη μεταβολική υγεία (Chatzinikolaou et al., 2008). Σε μακροχρόνιο επίπεδο, ένα πρόγραμμα υβριδικής νευρομυϊκής προπόνησης υψηλής έντασης διάρκειας πέντε μηνών οδήγησε σε ευνοϊκές μεταβολές του καρδιομεταβολικού προφίλ σε αδρανείς γυναίκες με υπερβαρότητα ή παχυσαρκία, με συνοδή μείωση του καρδιακού ρυθμού ανάπαυσης, της περιφέρειας μέσης και της ινσουλινοαντίστασης, καθώς και αύξηση της HDL χοληστερόλης (Batrakoulis et al., 2021). Στην ίδια ερευνητική κατεύθυνση, η μελέτη DoIT έδειξε ότι η μακροχρόνια εφαρμογή υβριδικού διαλειμματικού προγράμματος μπορεί να βελτιώσει τη μυοσκελετική φυσική κατάσταση με δοσοεξαρτώμενο τρόπο, αναδεικνύοντας τη σημασία της συχνότητας συμμετοχής για το μέγεθος των προσαρμογών (Batrakoulis et al., 2023). Επιπλέον, σε συστηματική ανασκόπηση και δικτυωτή μετα-ανάλυση, η συνδυαστική προπόνηση αναδείχθηκε ως η αποτελεσματικότερη μορφή άσκησης για τη βελτίωση της καρδιομεταβολικής υγείας σε άτομα με υπερβαρότητα ή παχυσαρκία, ενώ η προπόνηση υβριδικού τύπου κατατάχθηκε αμέσως μετά, γεγονός που ενισχύει τη θέση των πολυσυστατικών παρεμβάσεων έναντι των μονοσυστατικών μοντέλων άσκησης (Batrakoulis et al., 2022). Συμπληρωματικά, σε άνδρες μέσης ηλικίας με υπερβαρότητα ή παχυσαρκία, πρόγραμμα διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης πολυσυστατικού τύπου διάρκειας δώδεκα εβδομάδων οδήγησε σε μείωση της λιπώδους μάζας και του λίπους της ανδροειδούς περιοχής, ενώ συνοδεύτηκε και από αύξηση της συγκέντρωσης της 25-υδροξυβιταμίνης D, υποδηλώνοντας ότι παρεμβάσεις αυτού του τύπου μπορούν να επιφέρουν ευνοϊκές προσαρμογές και στον ανδρικό πληθυσμό (Protopapa et al., 2025).

Τα παραπάνω ευρήματα ενισχύονται και από πρόσθετα δεδομένα της διεθνούς βιβλιογραφίας, τα οποία υποστηρίζουν ότι η υβριδική προπόνηση μπορεί να επιφέρει ουσιαστικά οφέλη τόσο σε δείκτες υγείας όσο και στη φυσική κατάσταση. Ειδικότερα, σε ενήλικες και ηλικιωμένα άτομα με μεταβολικό σύνδρομο, παρέμβαση διάρκειας δώδεκα εβδομάδων έδειξε ότι ο συνδυασμός προπόνησης με αντιστάσεις και διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης βελτίωσε τη γλυκόζη νηστείας, τα επίπεδα ινσουλίνης, τον δείκτη HOMA-IR και την LDL χοληστερόλη, ενώ ο συνδυασμός προπόνησης με αντιστάσεις και αερόβιας άσκησης σταθερής έντασης παρουσίασε τάση μείωσης των τριγλυκεριδίων. Επιπλέον, και οι δύο μορφές παρέμβασης βελτίωσαν την περίμετρο μέσης (da Silva et al., 2020). Αντίστοιχα, ως προς τη φυσική κατάσταση, συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση σε υγιείς μεσήλικες και ηλικιωμένους έδειξε ότι η συνδυαστική άσκηση αποτελεί

αποτελεσματική μέθοδο βελτίωσης της καρδιοαναπνευστικής αντοχής και της μυϊκής δύναμης, χωρίς να τεκμηριώνεται σαφής έκπτωση της φυσικής απόδοσης σε σύγκριση με μονοσυστατικά προπονητικά μοντέλα (Markov et al., 2023). Επιπλέον, πρόσφατη μετα-ανάλυση που συνέκρινε διαφορετικές διαμορφώσεις συνδυαστικής προπόνησης έδειξε ότι ορισμένοι συνδυασμοί αερόβιας προπόνησης και προπόνησης με αντιστάσεις ενδέχεται να είναι αποτελεσματικότεροι ως προς την αύξηση της δύναμης των κάτω άκρων και την πρόκληση μυϊκής υπερτροφίας, γεγονός που υποδηλώνει ότι η αποτελεσματικότητα της υβριδικής προπόνησης δεν εξαρτάται μόνο από την παρουσία των δύο βασικών συστατικών της, αλλά και από τον τρόπο με τον οποίο αυτά οργανώνονται προπονητικά (Chen et al., 2024). Συνολικά, τα διαθέσιμα δεδομένα υποστηρίζουν ότι η υβριδική προπόνηση μπορεί να αποτελέσει αποτελεσματική στρατηγική για τη βελτίωση επιμέρους δεικτών υγείας σε ενήλικους μη αθλητικούς πληθυσμούς, συμπεριλαμβανομένων ατόμων με υπερβαρότητα ή παχυσαρκία, παρέχοντας σαφές ερευνητικό υπόβαθρο για την παρούσα μελέτη και αναδεικνύοντας την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης της κατάλληλης προπονητικής δοσολογίας της ως προς τη συχνότητα, την ένταση και τη διάρκεια της άσκησης (Batrakoulis et al., 2021; Batrakoulis et al., 2022; Batrakoulis et al., 2023; da Silva et al., 2020; Protopapa et al., 2025).

Παρά την επαρκή τεκμηρίωση των μακροχρόνιων προσαρμογών της υβριδικής προπόνησης στη σύσταση σώματος, στην καρδιομεταβολική υγεία και στη φυσική κατάσταση, η σχετική βιβλιογραφία εξακολουθεί να εστιάζει κυρίως στις μεταβολές που προκύπτουν ύστερα από επαναλαμβανόμενη εφαρμογή της παρέμβασης και λιγότερο στις άμεσες φυσιολογικές αποκρίσεις που εκδηλώνονται κατά τη διάρκεια μιας προπονητικής μονάδας. Ειδικότερα, παραμένουν περιορισμένα τα δεδομένα σχετικά με τις άμεσες αποκρίσεις που συνδέονται με την επιβάρυνση μιας υβριδικής προπονητικής μονάδας, όπως οι μεταβολές της καρδιακής συχνότητας, η υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης, οι απαιτήσεις αποκατάστασης και το πρότυπο της ενεργειακής δαπάνης. Επομένως, παρότι τα μακροπρόθεσμα οφέλη της υβριδικής άσκησης έχουν τεκμηριωθεί επαρκώς, εξακολουθεί να υπάρχει ουσιαστικό κενό γνώσης ως προς τις άμεσες φυσιολογικές αποκρίσεις που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια της προπονητικής μονάδας και ως προς τον πιθανό ρόλο τους στη διαμόρφωση των μεταγενέστερων προσαρμογών. Το κενό αυτό καθιστά αναγκαία τη διερεύνηση των άμεσων επιδράσεων της υβριδικής προπόνησης, ώστε να αποσαφηνιστεί πληρέστερα ο μηχανισμός μέσω του

οποίου προκύπτουν τα μακροπρόθεσμα οφέλη που έχουν καταγραφεί στη διεθνή βιβλιογραφία.

1.1. Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας (ΜΔΕ) ήταν η διερεύνηση των δεικτών εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια μίας προπονητικής μονάδας υβριδικής κυκλικής προπόνησης σε ενήλικες άνδρες, καθώς και η εξέταση της σχέσης της σύστασης σώματος με την αντιλαμβανόμενη κόπωση και τη δυνατότητα εκτέλεσης εξωτερικού έργου.

1.2. Ερευνητικές υποθέσεις

Ερευνητική υπόθεση 1 (H1): Οι δείκτες εσωτερικής επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια της οξείας συνεδρίας υβριδικής κυκλικής προπόνησης θα συσχετίζονται στατιστικά σημαντικά με δείκτες εξωτερικής επιβάρυνσης.

Ερευνητική υπόθεση 2 (H2): Δείκτες σύστασης σώματος, και ειδικότερα το ποσοστό σωματικού λίπους, ο Δείκτης Μάζας Σώματος και η σωματική μάζα, θα συσχετίζονται στατιστικά σημαντικά με την αντιλαμβανόμενη κόπωση και με τον συνολικό αριθμό επαναλήψεων κατά τη διάρκεια της συνεδρίας.

1.3. Μηδενικές υποθέσεις

Μηδενική υπόθεση 1 (H0₁): Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των δεικτών εσωτερικής επιβάρυνσης και των δεικτών εξωτερικής επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια της οξείας συνεδρίας υβριδικής κυκλικής προπόνησης.

Μηδενική υπόθεση 2 (H0₂): Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των δεικτών σύστασης σώματος και της αντιλαμβανόμενης κόπωσης ή του συνολικού αριθμού επαναλήψεων κατά τη διάρκεια της συνεδρίας.

1.4. Οριοθετήσεις και περιορισμοί

Η ΜΔΕ πραγματοποιήθηκε σε ενήλικες άνδρες ηλικίας 20–35 ετών, χωρίς ιστορικό χρόνιων νοσημάτων ή μυοσκελετικών τραυματισμών. Επιπρόσθετα, αντικείμενο της μελέτης αποτέλεσε αποκλειστικά ένα πρωτόκολλο υβριδικής κυκλικής προπόνησης με προκαθορισμένα χαρακτηριστικά, συγκεκριμένα ως προς τον αριθμό των κύκλων, τη

διάρκεια των επιμέρους ασκήσεων και τα προβλεπόμενα διαλείμματα. Επομένως, τα ευρήματα δεν μπορούν να επεκταθούν αυτομάτως σε άλλες μορφές άσκησης, όπως η συνεχής αερόβια προπόνηση ή η μεμονωμένη προπόνηση με αντιστάσεις. Τέλος, όλες οι μετρήσεις διενεργήθηκαν σε ελεγχόμενο εργαστηριακό/γυμναστηριακό περιβάλλον, υπό σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας και φωτισμού, ενώ καθ' όλη τη διάρκεια του πρωτοκόλλου υπήρχε παρουσία εξειδικευμένου ιατρικού προσωπικού για λόγους ασφάλειας και επιστημονικής εποπτείας.

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.
- Σύσταση σώματος: Η αναλογία των διαφορετικών ιστών που συγκροτούν το ανθρώπινο σώμα, κυρίως το λίπος σώματος, τη μυϊκή μάζα, τα οστά και το νερό.
- Δείκτες επιβάρυνσης: Μετρήσιμες παράμετροι που χρησιμοποιούνται για να ποσοτικοποιήσουν το συνολικό στρες που δέχεται ο οργανισμός κατά τη διάρκεια της άσκησης ή ενός προγράμματος προπόνησης.
- Υβριδική προπόνηση (hybrid training): Ένα προπονητικό μοντέλο που συνδυάζει δύο ή περισσότερα είδη φυσικής άσκησης μέσα στο ίδιο πρόγραμμα ή ακόμη και στην ίδια συνεδρία, με σκοπό τη βελτίωση πολλαπλών φυσικών ικανοτήτων ταυτόχρονα
- Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}): Είναι η μέγιστη ποσότητα οξυγόνου που μπορεί να προσλάβει, να μεταφέρει και να χρησιμοποιήσει ο οργανισμός ανά λεπτό κατά τη διάρκεια μέγιστης έντασης άσκησης. Συνήθως εκφράζεται ως: ml O_2 / kg σωματικού βάρους / λεπτό και μας δείχνει την καρδιοαναπνευστική ικανότητα, το επίπεδο αντοχής και την ικανότητα για παρατεταμένη άσκηση υψηλής έντασης.

- Μοντέλο Αξιολόγησης Ομοιόστασης της Αντίστασης στην Ινσουλίνη (HOMA-IR): Είναι δείκτης που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της αντίστασης στην ινσουλίνη.
- Διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης (HIIT): Μορφή άσκησης που χαρακτηρίζεται από σύντομα διαστήματα πολύ υψηλής έντασης άσκησης, εναλλασσόμενα με διαστήματα ενεργητικής ή παθητικής αποκατάστασης.
- Μέση καρδιακή συχνότητα (ΜΚΣ): Αποτελεί τον μέσο όρο των καρδιακών παλμών ανά λεπτό κατά τη διάρκεια μιας περιόδου άσκησης και χρησιμοποιείται ως αντικειμενικός δείκτης της έντασης της προπόνησης. Εκφράζεται σε παλμούς/λεπτό (bpm) και αντανακλά τη συνολική καρδιαγγειακή επιβάρυνση μιας συνεδρίας.
- RPE (Rate of Perceived Exertion): Είναι υποκειμενικός δείκτης έντασης που εκφράζει το επίπεδο κόπωσης όπως αυτό γίνεται αντιληπτό από το άτομο κατά τη διάρκεια της άσκησης. Συνήθως αξιολογείται με την κλίμακα Borg (6–20 ή 0–10) και συσχετίζεται με φυσιολογικούς δείκτες όπως η καρδιακή συχνότητα και το VO_2 .

II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Δείγμα

Στη μελέτη συμμετείχαν συνολικά 12 υγιείς ενήλικες άνδρες, ηλικίας 20 έως 35 ετών. Ως κριτήρια ένταξης ορίστηκαν η απουσία γνωστής καρδιομεταβολικής, νευρομυϊκής ή μυοσκελετικής πάθησης, η απουσία πρόσφατου τραυματισμού που θα μπορούσε να επηρεάσει την ασφαλή συμμετοχή στο πρωτόκολλο, καθώς και η δυνατότητα ολοκλήρωσης των δοκιμασιών χωρίς λειτουργικούς περιορισμούς.

2.2. Πειραματικός σχεδιασμός

Για τη διεξαγωγή της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν οι χώροι και ο εξοπλισμός του Τμήματος Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (Τ.Ε.Φ.Α.Α.) του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης. Κατά την πρώτη συνάντηση πραγματοποιήθηκε ενημέρωση των εθελοντών, τόσο προφορικά όσο και γραπτά, σχετικά με τον σκοπό της μελέτης, την πειραματική διαδικασία, τα πιθανά οφέλη από τη συμμετοχή τους, τις υποχρεώσεις τους, καθώς και τους ενδεχόμενους κινδύνους που θα μπορούσαν να προκύψουν από την εφαρμογή του πρωτοκόλλου. Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες υπέγραψαν το έντυπο ενημερωμένης συγκατάθεσης, δηλώνοντας ότι κατανοούν και αποδέχονται τους όρους συμμετοχής. Ακολούθως, πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση των σωματομετρικών και βασικών φυσιολογικών χαρακτηριστικών τους.

Κατά τη δεύτερη συνάντηση εφαρμόστηκε το πρωτόκολλο άσκησης. Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε κατά τις πρωινές ώρες και οι συμμετέχοντες προσήλθαν στο Εργαστήριο Φυσικής Απόδοσης μετά από ολονύκτια νηστεία και αποχή από κάθε μορφή έντονης σωματικής δραστηριότητας για τουλάχιστον 24 ώρες. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε ανάλυση της σύστασης σώματος με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής εμπέδησης, ενώ καταγράφηκαν ο Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) και το ποσοστό σωματικού λίπους (ΠΣΛ). Πριν από την έναρξη του πρωτοκόλλου άσκησης, οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν δεκάλεπτη προθέρμανση, η οποία περιλάμβανε χαλαρό τρέξιμο και δυναμικές διατάσεις.

Στη συνέχεια, μετά την τοποθέτηση του συστήματος καταγραφής καρδιακής συχνότητας Polar Team Pro, εκτέλεσαν μία προπονητική μονάδα κυκλικής προπόνησης με χαμηλές εξωτερικές αντιστάσεις και ασκήσεις με το βάρος του σώματος. Το πρωτόκολλο

περιλάμβανε τρεις κύκλους των οκτώ ασκήσεων, με λόγο άσκησης προς διάλειμμα 30 s προς 30 s. Οι ασκήσεις που εκτελέστηκαν, με τη σειρά, ήταν οι εξής: κυματισμοί με σχοινιά μάχης, ημικάθισμα με πίεση άνω άκρων, σανίδα, αναπηδήσεις με ταυτόχρονη απαγωγή και προσαγωγή των άνω και κάτω άκρων, τροποποιημένη άρση θανάτου, πλάγια βήματα, ανυψώσεις λεκάνης και τρέξιμο σε σκάλα ευκινησίας.

Κατά τη διάρκεια της προπονητικής μονάδας καταγράφηκαν ο αριθμός των επαναλήψεων ανά άσκηση, η μέση καρδιακή συχνότητα (ΜΚΣ), ο χρόνος παραμονής στις επιμέρους ζώνες καρδιακής συχνότητας και η συνολική εσωτερική επιβάρυνση. Επιπλέον, μετά την ολοκλήρωση της προπονητικής μονάδας καταγράφηκε η υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης.

2.3. Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης

2.3.1. Αξιολόγηση σωματομετρικών χαρακτηριστικών

Κατά τη διεξαγωγή της μελέτης πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών και της σύστασης σώματος των συμμετεχόντων. Ειδικότερα, καταγράφηκαν η σωματική μάζα, το σωματικό ύψος, το ποσοστό σωματικού λίπους, η άλιπη σωματική μάζα και η σκελετική μυϊκή μάζα. Το σωματικό ύψος μετρήθηκε σε όρθια θέση με αναστημόμετρο (Seca 700, Vogel & Halke, Hamburg, Germany), με τους συμμετέχοντες να είναι ξυπόλυτοι και σε όρθια ανατομική θέση. Η σωματική μάζα, το ποσοστό σωματικού λίπους, η άλιπη σωματική μάζα και η σκελετική μυϊκή μάζα αξιολογήθηκαν με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής εμπέδησης, με χρήση της συσκευής MA801 (Charder Medical, Taiwan). Η μέθοδος της βιοηλεκτρικής εμπέδησης χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της σύστασης σώματος μέσω της καταγραφής της αντίστασης του σώματος στη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος χαμηλής έντασης. Από τις μετρήσεις του σωματικού ύψους και της σωματικής μάζας υπολογίστηκε επίσης ο Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ). Για την τυποποίηση των μετρήσεων, οι συμμετέχοντες προσέρχονταν στη μέτρηση έπειτα από ολονύκτια νηστεία και αποχή από έντονη σωματική δραστηριότητα κατά τις προηγούμενες 48 ώρες.

2.3.2. Αξιολόγηση παραμέτρων καρδιακής συχνότητας

Για τις ανάγκες της μελέτης αξιολογήθηκαν παράμετροι της καρδιακής συχνότητας, όπως η μέση καρδιακή συχνότητα και ο χρόνος παραμονής σε επιμέρους ζώνες καρδιακής

συχνότητας. Για την καταγραφή της καρδιακής συχνότητας των συμμετεχόντων χρησιμοποιήθηκε το ομαδικό σύστημα παρακολούθησης καρδιακής συχνότητας Polar Team Pro. Οι συμμετέχοντες τοποθετούσαν τον πομπό πριν από την έναρξη του πρωτοκόλλου άσκησης και τον διατηρούσαν καθ' όλη τη διάρκεια της προπονητικής μονάδας, καθώς και για πέντε λεπτά μετά την ολοκλήρωσή της. Για την εκτίμηση της μέγιστης καρδιακής συχνότητας χρησιμοποιήθηκε ο τύπος 220 - ηλικία. Στη συνέχεια, οι ζώνες καρδιακής συχνότητας καθορίστηκαν με βάση το ποσοστό της εκτιμώμενης μέγιστης καρδιακής συχνότητας ως εξής: 50–59% για την 1η ζώνη, 60–69% για τη 2η ζώνη, 70–79% για την 3η ζώνη, 80–89% για την 4η ζώνη και 90–100% για την 5η ζώνη. Τα δεδομένα αναλύθηκαν περαιτέρω με το λογισμικό του συστήματος Polar Team Pro, μέσω του οποίου υπολογίστηκαν η μέση καρδιακή συχνότητα και ο χρόνος παραμονής σε κάθε ζώνη καρδιακής συχνότητας.

2.3.3. Αξιολόγηση υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης

Για την εκτίμηση της υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης χρησιμοποιήθηκε δεκαβάθμια κλίμακα. Στην κλίμακα αυτή, οι τιμές 1 έως 3 αντιστοιχούσαν σε ήπια επιβάρυνση, οι τιμές 4 έως 6 σε μέτρια επιβάρυνση και οι τιμές 7 έως 10 σε υψηλή έως μέγιστη επιβάρυνση (Foster et al., 2015). Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν τον βαθμό της αντιλαμβανόμενης κόπωσης 20 λεπτά μετά την ολοκλήρωση της προπονητικής μονάδας.

2.3.4 Αξιολόγηση της συνολικής επιβάρυνσης μιας ολόκληρης προπονητικής συνεδρίας (sessionRPE).

Για την υποκειμενική εκτίμηση της εσωτερικής επιβάρυνσης χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος session-RPE, σύμφωνα με την οποία η προπονητική επιβάρυνση υπολογίστηκε ως το γινόμενο της τιμής της κλίμακας υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης μετά τη συνεδρία επί τη διάρκειά της σε λεπτά.

2.3.5. Αξιολόγηση παραμέτρων ευεξίας.

Για την αξιολόγηση των παραμέτρων ευεξίας χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο αυτοαναφοράς, μέσω του οποίου καταγράφηκαν η διάθεση, η ποιότητα του ύπνου, τα επίπεδα ενέργειας, ο μυϊκός πόνος, η διατροφή και το επίπεδο άγχους. Η αξιολόγηση

πραγματοποιήθηκε με τη χρήση δεκαβάθμιας κλίμακας από 0 έως 10. Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε από μία ημέρα πριν από τη δοκιμασία, κατά την ημέρα της δοκιμασίας και κατά τις τρεις επόμενες ημέρες.

2.4. Στατιστική ανάλυση.

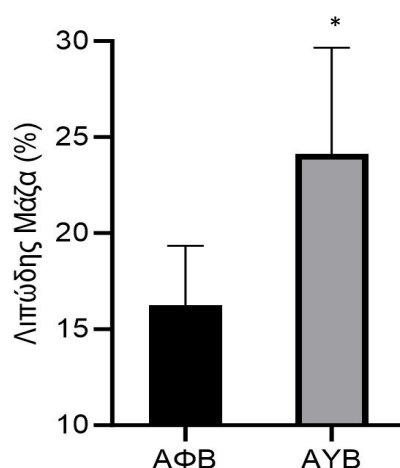
Σκοπός της ΜΔΕ είναι να συγκρίνει την ατόμων με υπερβαρότητα και ατόμων φυσιολογικού βάρους μελετώντας δείκτες εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης. Για την πραγματοποίηση των συγκρίσεων πραγματοποιήθηκε η στατιστική ανάλυση t test για ανεξάρτητα δείγματα. Επιπλέον στη ΜΔΕ διερευνήθηκε η σχέση των παραμέτρων σύστασης σώματος με τις παραμέτρους εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης. Για τον υπολογισμό της γραμμικής σχέσης των μεταβλητών υπολογίστηκε ο δείκτης r Pearson. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο 0,05 και για τις δύο στατιστικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν.

III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σκοπός της μελέτης είναι να εξετάσει την απόκριση Ατόμων Φυσιολογικού Βάρους (ΑΦΒ) και Ατόμων με Υπερβαρότητα (ΑΥΒ) σε μία προπονητική μονάδα υβριδικής προπόνησης. Για τον λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε η σύγκριση ανεξάρτητων δειγμάτων με τη δοκιμασία t-test. Ακόμη πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις γραμμικών συσχετίσεων. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τη ΜΔΕ. Αρχικά παρουσιάζονται οι παράμετροι που αφορούν στη σύσταση σώματος, στη συνέχεια οι παράμετροι εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης και τέλος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των συσχετίσεων.

3.1. Ποσοστό σωματικού λίπους (%)

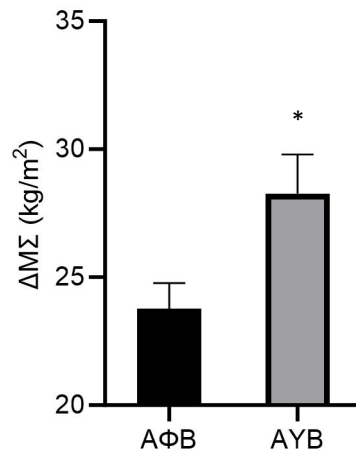
Από τον έλεγχο t ανεξάρτητων δειγμάτων μεταξύ δύο ομάδων (Ομάδα 1, άτομα φυσιολογικού βάρους: $16,24 \pm 3,10$, Ομάδα 2, άτομα με υπερβαρότητα: $24,12 \pm 5,53$), προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς το ποσοστό σωματικού λίπους [$t(7,590) = -3,097$, $p = 0,016$]. Η Ομάδα 2 παρουσίασε υψηλότερη τιμή κατά 7,88% ($\approx 48,52\%$) σε σχέση με την Ομάδα 1. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 1.



Σχήμα 1. Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς του ποσοστού λίπους μεταξύ των ομάδων. ΑΦΒ: Άτομα Φυσιολογικού Βάρους, ΑΥΒ: Άτομα με Υπερβαρότητα, *Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων.

3.2. Δείκτης Μάζας Σώματος (kg/m^2)

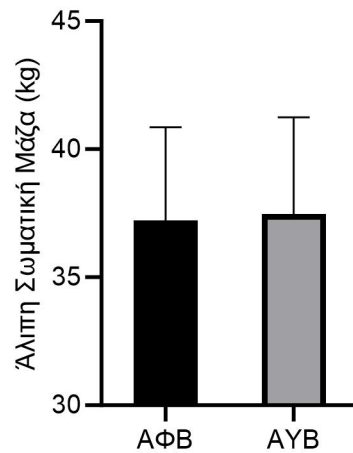
Από τον έλεγχο t ανεξάρτητων δειγμάτων μεταξύ δύο ομάδων (Ομάδα 1, άτομα φυσιολογικού βάρους: $23,77 \pm 1,00$, Ομάδα 2, άτομα με υπερβαρότητα: $28,27 \pm 1,52$), προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον Δείκτη Μάζας Σώματος [$t(11) = -6,383$, $p < 0,001$]. Η Ομάδα 2 παρουσίασε υψηλότερη τιμή κατά $4,50 \text{ kg}/\text{m}^2$ ($\approx 18,93\%$) σε σχέση με την Ομάδα 1. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 2.



Σχήμα 2. Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς του Δείκτη Μάζας Σώματος μεταξύ των ομάδων. ΑΦΒ: Άτομα Φυσιολογικού Βάρους, ΑΥΒ: Άτομα με Υπερβαρότητα, ΔΜΣ: Δείκτης Μάζας Σώματος, *Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων.

3.3. Άλιπη μάζα (kg)

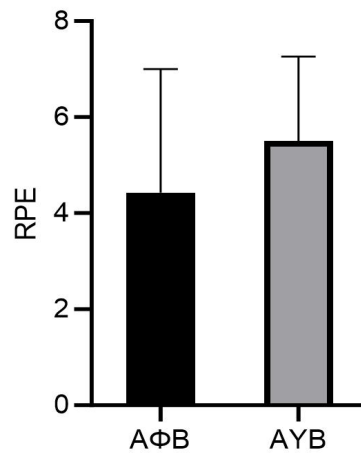
Από τον έλεγχο t ανεξάρτητων δειγμάτων μεταξύ δύο ομάδων (Ομάδα 1, άτομα φυσιολογικού βάρους: $37,21 \pm 3,64$, Ομάδα 2, άτομα με υπερβαρότητα: $37,45 \pm 3,79$), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την άλιπη μάζα [$t(11) = -0,114$, $p = 0,911$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 3.



Σχήμα 3. Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς της άλιπης μάζας μεταξύ των ομάδων. ΑΦΒ: Άτομα Φυσιολογικού Βάρους, ΑΥΒ: Άτομα με Υπερβαρότητα.

3.4. Δείκτης υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης

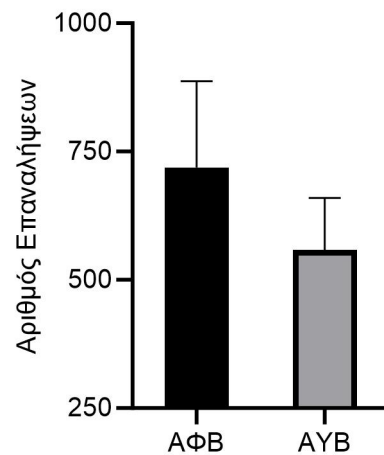
Από τον έλεγχο t ανεξάρτητων δειγμάτων μεταξύ δύο ομάδων (Ομάδα 1, άτομα φυσιολογικού βάρους: $4,43 \pm 2,57$, Ομάδα 2, άτομα με υπερβαρότητα: $5,50 \pm 1,76$), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης [$t(11) = -0,860$, $p = 0,408$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 4.



Σχήμα 4. Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς του RPE μεταξύ των ομάδων. ΑΦΒ: Άτομα Φυσιολογικού Βάρους, ΑΥΒ: Άτομα με Υπερβαρότητα.

3.5. Αριθμός επαναλήψεων

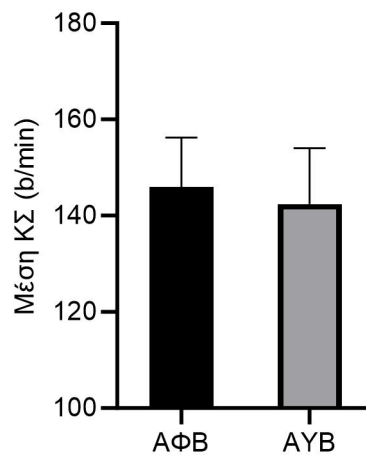
Από τον έλεγχο t ανεξάρτητων δειγμάτων μεταξύ δύο ομάδων (Ομάδα 1, άτομα φυσιολογικού βάρους: $719,14 \pm 167,81$, Ομάδα 2, άτομα με υπερβαρότητα: $558,33 \pm 101,54$), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον συνολικό αριθμό επαναλήψεων [$t(11) = 2,041$, $p = 0,066$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 5.



Σχήμα 5. Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς του αριθμού επαναλήψεων μεταξύ των ομάδων. ΑΦΒ: Άτομα Φυσιολογικού Βάρους, ΑΥΒ: Άτομα με Υπερβαρότητα.

3.6. Μέση καρδιακή συχνότητα (bpm)

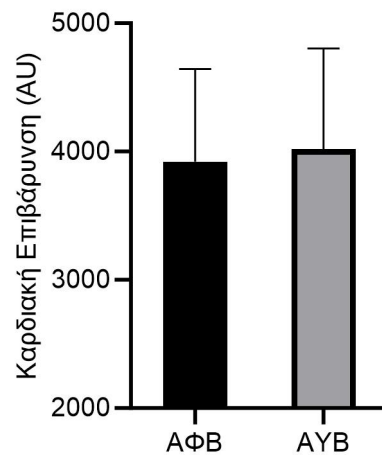
Από τον έλεγχο t ανεξάρτητων δειγμάτων μεταξύ δύο ομάδων (Ομάδα 1, άτομα φυσιολογικού βάρους: $145,95 \pm 10,26$, Ομάδα 2, άτομα με υπερβαρότητα: $142,46 \pm 11,54$), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τη μέση καρδιακή συχνότητα [$t(11) = 0,577$, $p = 0,576$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 6.



Σχήμα 6. Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς της μέσης καρδιακής συχνότητας μεταξύ των ομάδων. ΑΦΒ: Άτομα Φυσιολογικού Βάρους, ΑΥΒ: Άτομα με Υπερβαρότητα.

3.7. Καρδιακή επιβάρυνση (TRIMP)

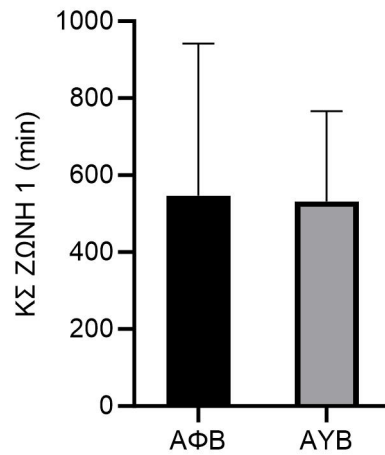
Από τον έλεγχο t ανεξάρτητων δειγμάτων μεταξύ δύο ομάδων (Ομάδα 1, άτομα φυσιολογικού βάρους: $3920,14 \pm 724,38$, Ομάδα 2, άτομα με υπερβαρότητα: $4018,17 \pm 784,73$), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς το TRIMP [$t(11) = -0,234$, $p = 0,819$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 7.



Σχήμα 7. Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς της καρδιακής επιβάρυνσης μεταξύ των ομάδων. ΑΦΒ: Άτομα Φυσιολογικού Βάρους, ΑΥΒ: Άτομα με Υπερβαρότητα.

3.8. Χρόνος στη Ζώνη 1

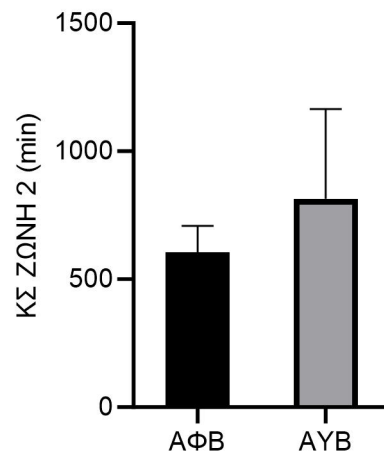
Από τον έλεγχο t ανεξάρτητων δειγμάτων μεταξύ δύο ομάδων (Ομάδα 1, άτομα φυσιολογικού βάρους: $547,29 \pm 394,53$, Ομάδα 2, άτομα με υπερβαρότητα: $532,17 \pm 234,41$), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο στη Ζώνη 1 [$t(11) = 0,082$, $p = 0,936$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 8.



Σχήμα 8. Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς του χρόνου παραμονής στη ζώνη 1 μεταξύ των ομάδων. ΑΦΒ: Άτομα Φυσιολογικού Βάρους, ΑΥΒ: Άτομα με Υπερβαρότητα.

3.9. Χρόνος στη Ζώνη 2

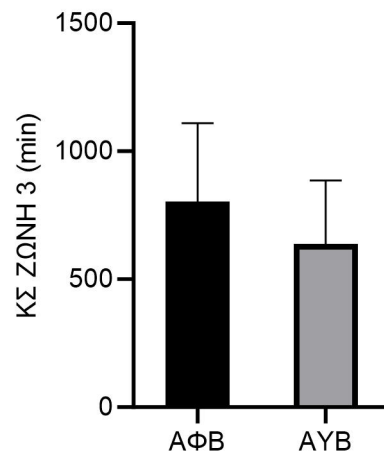
Από τον έλεγχο t ανεξάρτητων δειγμάτων μεταξύ δύο ομάδων (Ομάδα 1, άτομα φυσιολογικού βάρους: $605,00 \pm 102,67$, Ομάδα 2, άτομα με υπερβαρότητα: $813,83 \pm 350,30$), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο στη Ζώνη 2 [$t(11) = -1,513$, $p = 0,158$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 9.



Σχήμα 9. Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς του χρόνου παραμονής στη ζώνη 2 μεταξύ των ομάδων. ΑΦΒ: Άτομα Φυσιολογικού Βάρους, ΑΥΒ: Άτομα με Υπερβαρότητα.

3.10. Χρόνος στη Ζώνη 3

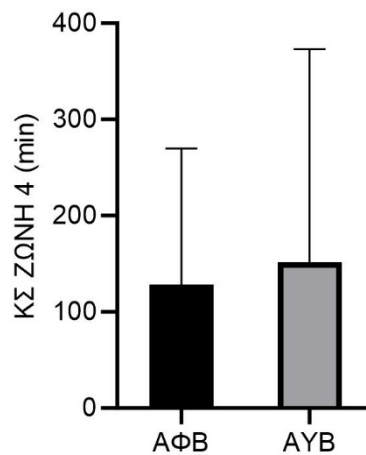
Από τον έλεγχο t ανεξάρτητων δειγμάτων μεταξύ δύο ομάδων (Ομάδα 1, άτομα φυσιολογικού βάρους: $803,00 \pm 306,14$, Ομάδα 2, άτομα με υπερβαρότητα: $636,83 \pm 249,32$), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο στη Ζώνη 3 [$t(11) = 1,060$, $p = 0,312$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 10.



Σχήμα 10. Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς του χρόνου παραμονής στη ζώνη 3 μεταξύ των ομάδων. ΑΦΒ: Άτομα Φυσιολογικού Βάρους, ΑΥΒ: Άτομα με Υπερβαρότητα.

3.11. Χρόνος στη Ζώνη 4

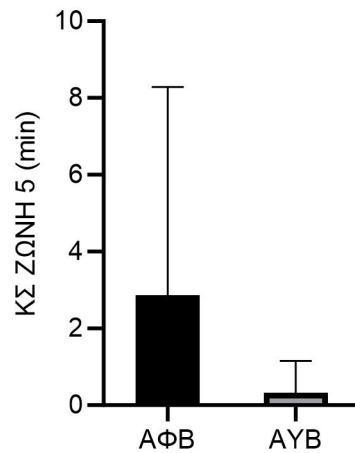
Από τον έλεγχο t ανεξάρτητων δειγμάτων μεταξύ δύο ομάδων (Ομάδα 1, άτομα φυσιολογικού βάρους: $128,43 \pm 141,44$, Ομάδα 2, άτομα με υπερβαρότητα: $151,83 \pm 221,31$), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο στη Ζώνη 4 [$t(11) = -0,231$, $p = 0,822$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 11.



Σχήμα 11. Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς του χρόνου παραμονής στη ζώνη 4 μεταξύ των ομάδων. ΑΦΒ: Άτομα Φυσιολογικού Βάρους, ΑΥΒ: Άτομα με Υπερβαρότητα.

3.12. Χρόνος στη Ζώνη 5

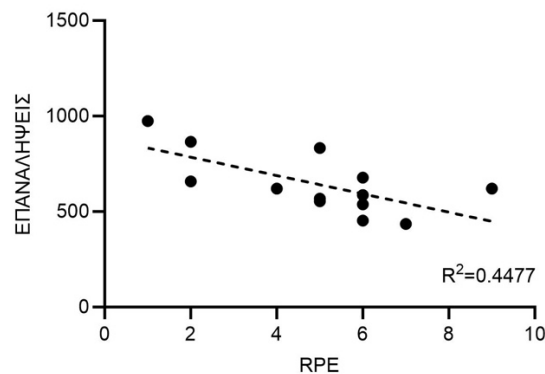
Από τον έλεγχο t ανεξάρτητων δειγμάτων μεταξύ δύο ομάδων (Ομάδα 1, άτομα φυσιολογικού βάρους: $2,86 \pm 5,43$, Ομάδα 2, άτομα με υπερβαρότητα: $0,33 \pm 0,82$), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο στη Ζώνη 5 [$t(11) = 1,121$, $p = 0,286$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 12.



Σχήμα 12. Σχηματική απεικόνιση της διαφοράς του χρόνου παραμονής στη ζώνη 5 μεταξύ των ομάδων. ΑΦΒ: Άτομα Φυσιολογικού Βάρους, ΑΥΒ: Άτομα με Υπερβαρότητα.

3.13. RPE και συνολικός αριθμός επαναλήψεων

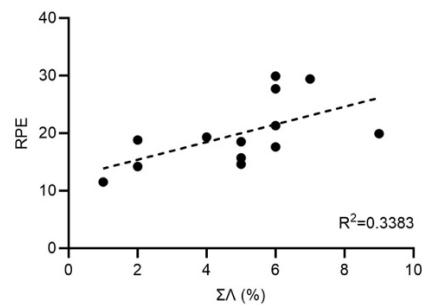
Από την ανάλυση συσχέτισης Pearson διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική μεγάλη αρνητική συσχέτιση μεταξύ του RPE και του συνολικού αριθμού επαναλήψεων ($r = -0,669$, $p = 0,012$). Από την ανάλυση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε ότι το RPE μπορεί να προβλέψει τον συνολικό αριθμό επαναλήψεων σύμφωνα με την εξίσωση $y = -48,064x + 881,546$. Η εξίσωση αυτή εξηγεί το 44,77% της συνολικής διακύμανσης ($R^2 = 0,4477$, $p = 0,012$). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 13.



Σχήμα 13. Σχηματική απεικόνιση της συσχέτισης του RPE και του συνολικού αριθμού επαναλήψεων.

3.14. Ποσοστό σωματικού λίπους και RPE

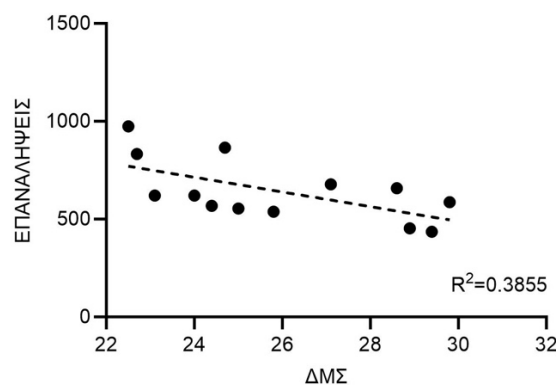
Από την ανάλυση συσχέτισης Pearson διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική μεγάλη θετική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού σωματικού λίπους (ΣΛ, %) και του RPE ($r = 0,582$, $p = 0,037$). Από την ανάλυση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε ότι το ποσοστό σωματικού λίπους μπορεί να προβλέψει το RPE σύμφωνα με την εξίσωση $y = 0,220x + 0,544$. Η εξίσωση αυτή εξηγεί το 33,83% της συνολικής διακύμανσης ($R^2 = 0,3383$, $p = 0,037$). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 14.



Σχήμα 14. Σχηματική απεικόνιση της συσχέτισης του ποσοστού σωματικού λίπους (ΣΛ%) και του Rate of Perceived Exertion (RPE).

3.15. Δείκτης Μάζας Σώματος και συνολικός αριθμός επαναλήψεων

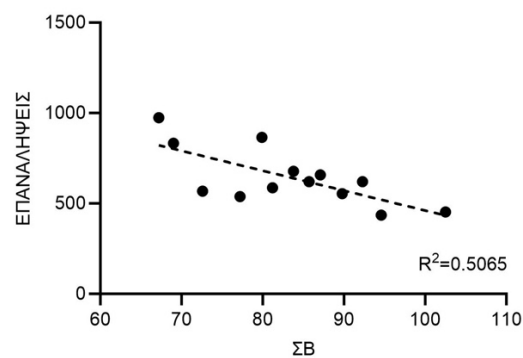
Από την ανάλυση συσχέτισης Pearson διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική μεγάλη αρνητική συσχέτιση μεταξύ του δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ) και του συνολικού αριθμού επαναλήψεων ($r = -0,621$, $p = 0,024$). Από την ανάλυση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε ότι ο ΔΜΣ μπορεί να προβλέψει τον συνολικό αριθμό επαναλήψεων σύμφωνα με την εξίσωση $y = -37,602x + 1616,786$. Η εξίσωση αυτή εξηγεί το 38,55% της συνολικής διακύμανσης ($R^2 = 0,3855$, $p = 0,024$). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 15.



Σχήμα 15. Σχηματική απεικόνιση της συσχέτισης του Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) και του συνολικού αριθμού επαναλήψεων.

3.16. Σωματική μάζα και συνολικός αριθμός επαναλήψεων

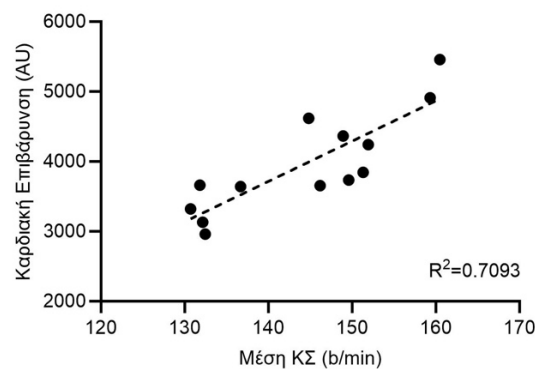
Από την ανάλυση συσχέτισης Pearson διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική μεγάλη αρνητική συσχέτιση μεταξύ της σωματικής μάζας και του συνολικού αριθμού επαναλήψεων ($r = -0,712$, $p = 0,006$). Από την ανάλυση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε ότι η σωματική μάζα μπορεί να προβλέψει τον συνολικό αριθμό επαναλήψεων σύμφωνα με την εξίσωση $y = -11,006x + 1561,760$. Η εξίσωση αυτή εξηγεί το 50,65% της συνολικής διακύμανσης ($R^2 = 0,5065$, $p = 0,006$). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 16.



Σχήμα 16. Σχηματική απεικόνιση της συσχέτισης του σωματικού βάρους (ΣΒ) και του συνολικού αριθμού επαναλήψεων.

3.17. Μέση καρδιακή συχνότητα και καρδιακή επιβάρυνση

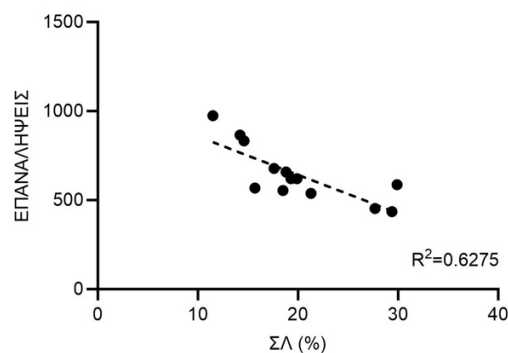
Από την ανάλυση συσχέτισης Pearson διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική μεγάλη θετική συσχέτιση μεταξύ της μέσης καρδιακής συχνότητας και της καρδιακής επιβάρυνσης ($r = 0,842$, $p < 0,001$). Από την ανάλυση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε ότι η μέση καρδιακή συχνότητα μπορεί να προβλέψει την καρδιακή επιβάρυνση σύμφωνα με την εξίσωση $y = 57,638x - 4354,041$. Η εξίσωση αυτή εξηγεί το 70,93% της συνολικής διακύμανσης ($R^2 = 0,7093$, $p < 0,001$). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 17.



Σχήμα 17. Σχηματική απεικόνιση της συσχέτισης της μέσης καρδιακής συχνότητας (ΚΣ) και της καρδιακής επιβάρυνσης.

3.18. Ποσοστό σωματικού λίπους και συνολικός αριθμός επαναλήψεων

Από την ανάλυση συσχέτισης Pearson διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική μεγάλη αρνητική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού σωματικού λίπους και του συνολικού αριθμού επαναλήψεων ($r = -0,792$, $p = 0,001$). Από την ανάλυση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε ότι το ποσοστό σωματικού λίπους μπορεί να προβλέψει τον συνολικό αριθμό επαναλήψεων σύμφωνα με την εξίσωση $y = -21,555x + 1073,366$. Η εξίσωση αυτή εξηγεί το 62,75% της συνολικής διακύμανσης ($R^2 = 0,6275$, $p = 0,001$). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 18.



Σχήμα 18. Σχηματική απεικόνιση της συσχέτισης της ποσοστού σωματικού λίπους (ΣΛ%) και του συνολικού αριθμού επαναλήψεων.

IV. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ΜΔΕ διερεύνησε δείκτες εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια μίας προπονητικής μονάδας υβριδικής κυκλικής προπόνησης σε ενήλικες άνδρες, καθώς και τη σχέση της σύστασης σώματος με την υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης και τη δυνατότητα εκτέλεσης εξωτερικού έργου. Τα βασικά ευρήματα έδειξαν ότι, παρά τις αναμενόμενες διαφορές μεταξύ των ΑΦΒ και ΑΜΥ ως προς τον Δείκτη Μάζας Σώματος και το ποσοστό σωματικού λίπους, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων στους κύριους δείκτες επιβάρυνσης και απόδοσης, όπως η υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης, ο συνολικός αριθμός επαναλήψεων, η μέση καρδιακή συχνότητα, η καρδιακή επιβάρυνση και ο χρόνος παραμονής στις επιμέρους ζώνες καρδιακής συχνότητας. Ωστόσο, προέκυψαν σημαντικές συσχετίσεις που δείχνουν ότι η σύσταση σώματος επηρέασε ουσιαστικά την ατομική ανταπόκριση στην άσκηση. Ειδικότερα, το ποσοστό σωματικού λίπους συσχετίστηκε θετικά με την υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης και αρνητικά με τον συνολικό αριθμό επαναλήψεων, ενώ ο Δείκτης Μάζας Σώματος και η σωματική μάζα συσχετίστηκαν επίσης αρνητικά με τον συνολικό αριθμό επαναλήψεων. Παράλληλα, η μέση καρδιακή συχνότητα παρουσίασε ισχυρή θετική συσχέτιση με την καρδιακή επιβάρυνση. Συνεπώς, τα παρόντα ευρήματα υποδηλώνουν ότι η σύσταση σώματος δεν διαφοροποίησε σαφώς την απόκριση σε επίπεδο ομαδικών συγκρίσεων στους κύριους δείκτες επιβάρυνσης, αλλά φαίνεται ότι επηρέασε την ατομική ικανότητα εκτέλεσης έργου και την αντιλαμβανόμενη καταπόνηση κατά τη διάρκεια της συνεδρίας.

Η φυσιολογική ανταπόκριση των συμμετεχόντων ήταν αξιοσημείωτη, παρά τον σχετικά περιορισμένο ενεργό χρόνο άσκησης. Παρότι η συνολική διάρκεια της προπονητικής μονάδας ήταν περίπου 30 λεπτά, ο καθαρός χρόνος άσκησης αντιστοιχούσε σε περίπου 12 λεπτά, γεγονός που δείχνει ότι ένα υβριδικό κυκλικό πρωτόκολλο με εναλλαγή έργου και διαλείμματος μπορεί να προκαλέσει ουσιαστική εσωτερική επιβάρυνση ακόμη και σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η παρατήρηση αυτή είναι σύμφωνη με τη βιβλιογραφία που υποστηρίζει ότι οι διαλειμματικές μορφές άσκησης υψηλής έντασης μπορούν να προσφέρουν σημαντικό φυσιολογικό ερέθισμα με υψηλή χρονική αποδοτικότητα, ενώ η συνδυαστική προπόνηση ενσωματώνει αερόβια και νευρομυϊκά στοιχεία στην ίδια συνεδρία, οδηγώντας σε μικτή επιβάρυνση που διαφέρει τόσο από τη

συνεχόμενη αερόβια άσκηση όσο και από την κλασική προπόνηση με αντιστάσεις (Gibala & McGee, 2008; Fyfe et al., 2014). Επομένως, η προπονητική μονάδα που χρησιμοποιήθηκε στη ΜΔΕ φαίνεται να λειτουργήσει ως συμπυκνωμένο προπονητικό ερέθισμα που προκάλεσε αξιοσημείωτη εσωτερική επιβάρυνση, αποτέλεσμα το οποίο ενδέχεται να έχει πρακτικό ενδιαφέρον για προπονητικά περιβάλλοντα στα οποία η χρονική οικονομία αποτελεί κρίσιμο παράγοντα.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η σύγκριση των παρόντων ευρημάτων με εκείνα της μελέτης των Chatzinikolaou et al. (2008), στην οποία συγκρίθηκαν άνδρες φυσιολογικού σωματικού βάρους και άνδρες με παχυσαρκία κατά τη διάρκεια μίας προπονητικής μονάδας κυκλικής άσκησης με αντιστάσεις, με έμφαση κυρίως σε μεταβολικούς δείκτες. Η μελέτη εκείνη έδειξε ότι προπονητική μονάδα κυκλικής προπόνησης με αντιστάσεις ήταν ικανή να ενεργοποιήσει τη λιπόλυση στον λιπώδη ιστό και να αυξήσει την ενεργειακή δαπάνη τόσο σε άτομα φυσιολογικού βάρους όσο και σε άτομα με παχυσαρκία, υποστηρίζοντας την άποψη ότι αυτού του τύπου τα πρωτόκολλα μπορούν να προκαλέσουν ουσιαστικές άμεσες φυσιολογικές αποκρίσεις (Chatzinikolaou et al., 2008). Η ΜΔΕ συγκλίνει με αυτή τη γενική εικόνα, καθώς τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ουσιαστική φυσιολογική επιβάρυνση κατά τη διάρκεια της προπονητικής μονάδας. Ωστόσο, στην αξιολόγηση των δεδομένων δεν αναδείχθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους κύριους δείκτες επιβάρυνσης μεταξύ των ΑΦΒ και των ΑΜΥ, αν και υπήρξε η τάση τα ΑΜΥ να παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές καρδιακής συχνότητας και χαμηλότερο αριθμό επαναλήψεων. Μία εύλογη ερμηνεία είναι ότι οι διαφορές στη σύσταση σώματος μεταξύ φυσιολογικού σωματικού βάρους και υπερβαρότητας είναι πιθανώς μικρότερες από εκείνες μεταξύ φυσιολογικού σωματικού βάρους και παχυσαρκίας, γεγονός που ενδέχεται να μετριάξει τις διαφορές στις άμεσες αποκρίσεις. Επιπλέον, η μελέτη των Chatzinikolaou et al. (2008) επικεντρώθηκε κυρίως σε μεταβολικούς δείκτες, ενώ η παρούσα έρευνα έδωσε έμφαση σε δείκτες φυσιολογικής επιβάρυνσης και απόδοσης, όπως η καρδιακή συχνότητα, η υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης και ο συνολικός αριθμός επαναλήψεων. Επομένως, η διαφοροποίηση των ευρημάτων δεν αναιρεί τη γενική συνάφεια των δύο μελετών, αλλά δείχνει ότι η επίδραση της σύστασης σώματος μπορεί να εκφράζεται με διαφορετικό τρόπο, ανάλογα με τον πληθυσμό και τα καταληκτικά σημεία που εξετάζονται.

Η ΜΔΕ παρέχει μια εικόνα των άμεσων φυσιολογικών και υποκειμενικών αποκρίσεων σε μία μόνο συνεδρία υβριδικής κυκλικής προπόνησης, δεν μπορεί όμως να απαντήσει στο πώς οι αποκρίσεις αυτές μεταβάλλονται με την προπονησιμότητα και την επαναλαμβανόμενη εφαρμογή του ίδιου ερεθίσματος. Είναι πιθανό ότι, καθώς το άτομο προσαρμόζεται προπονητικά, η ίδια απόλυτη επιβάρυνση θα προκαλεί χαμηλότερη καρδιαγγειακή απόκριση, μικρότερη υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης και μεγαλύτερη ικανότητα εκτέλεσης εξωτερικού έργου. Αυτό σημαίνει ότι οι δείκτες επιβάρυνσης δεν πρέπει να αντιμετωπίζονται ως σταθερές τιμές, αλλά ως δυναμικές μεταβλητές που χρειάζονται επαναξιολόγηση και αναπροσαρμογή, ώστε να διατηρείται το επιθυμητό προπονητικό ερέθισμα. Η λογική αυτή είναι συμβατή τόσο με τη βιβλιογραφία για την παρακολούθηση της προπονητικής επιβάρυνσης όσο και με τις μακροχρόνιες παρεμβάσεις υβριδικής προπόνησης, στις οποίες το μέγεθος των προσαρμογών εξαρτάται και από τη δοσολογία της επιβάρυνσης (Halsen, 2014; Haddad et al., 2017; Batrakoulis et al., 2023). Κατά συνέπεια, μελλοντικές παρεμβατικές μελέτες μεγαλύτερης διάρκειας είναι αναγκαίες, ώστε να διερευνηθεί κατά πόσο οι άμεσες φυσιολογικές αποκρίσεις της υβριδικής κυκλικής προπόνησης μεταβάλλονται με τον χρόνο και πώς αυτές οι μεταβολές συνδέονται με τις μακροχρόνιες προσαρμογές στη σύσταση σώματος, στη φυσική κατάσταση και στην ανοχή στην προπονητική επιβάρυνση.

V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, η ΜΔΕ έδειξε ότι μία προπονητική μονάδα υβριδικής κυκλικής προπόνησης μπορεί να προκαλέσει ουσιαστική εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση σε ενήλικες άνδρες, ακόμη και όταν ο ενεργός χρόνος άσκησης είναι σχετικά περιορισμένος. Παρότι δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ατόμων φυσιολογικού σωματικού βάρους και των ατόμων με υπερβαρότητα στους κύριους δείκτες επιβάρυνσης, προέκυψαν σημαντικές συσχετίσεις που υποδηλώνουν ότι η σύσταση σώματος συνδέεται με την υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης και με τη δυνατότητα εκτέλεσης εξωτερικού έργου. Ειδικότερα, υψηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους, μεγαλύτερος δείκτης μάζας σώματος και μεγαλύτερη σωματική μάζα σχετίστηκαν με μικρότερο συνολικό αριθμό επαναλήψεων, ενώ το ποσοστό σωματικού λίπους συσχετίστηκε θετικά με την υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης. Τα ευρήματα αυτά ενισχύουν τη χρησιμότητα της παρακολούθησης τόσο των φυσιολογικών όσο και των υποκειμενικών δεικτών επιβάρυνσης κατά την εφαρμογή υβριδικών πρωτοκόλλων άσκησης και αναδεικνύουν την ανάγκη μελλοντικών μακροχρόνιων μελετών, ώστε να διερευνηθεί πώς οι άμεσες αποκρίσεις μεταβάλλονται με την προπονησιμότητα και πώς συνδέονται με τις μακροχρόνιες προσαρμογές στη φυσική κατάσταση και στη σύσταση σώματος.

V. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart rate monitoring: Applications and limitations. *Sports Medicine*, 33(7), 517–538.
2. American Diabetes Association. (2020). Standards of medical care in diabetes—2020. *Diabetes Care*, 43(Suppl. 1), S1–S212.
3. Barone Gibbs, B., Hivert, M. F., Jerome, G. J., Kraus, W. E., Rosenkranz, S. K., Schorr, E. N., ... & American Heart Association Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, and Council on Clinical Cardiology. (2021). Physical activity as a critical component of first-line treatment for elevated blood pressure or cholesterol: Who, what, and how? *Hypertension*, 78(2), e26–e37.
4. Batrakoulis, A., Jamurtas, A. Z., Metsios, G. S., Perivoliotis, K., Poullos, A., Tsimeas, P., ... & Fatouros, I. G. (2022). Comparative efficacy of 5 exercise types on cardiometabolic health in overweight and obese adults: A systematic review and network meta-analysis of 81 randomized controlled trials. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 15(6), e008243.
5. Batrakoulis, A., Metaxas, T., et al. (2021). Neuromuscular high-intensity concurrent training improves metabolic and cardiovascular health in women with overweight or obesity: A randomized controlled trial. *Journal of Sports Science & Medicine*, 20(4), 567–579.
6. Batrakoulis, A., Jamurtas, A. Z., Tsimeas, P., Poullos, A., Perivoliotis, K., Syrou, N., Papanikolaou, K., Draganidis, D., Deli, C. K., Metsios, G. S., Angelopoulos, T. J., Yuri, F., & Fatouros, I. G. (2023). Hybrid-type, multicomponent interval training upregulates musculoskeletal fitness of adults with overweight and obesity in a volume-dependent manner: A 1-year dose-response randomised controlled trial. *European Journal of Sport Science*, 23(3), 432–443.
7. Borg, G. A. V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(5), 377–381.
8. Boutcher, S. H. (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of Obesity*, 2011, 868305.
9. Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., ... & Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462.
10. Chen, Y., Feng, X., Huang, L., Wang, K., & Mi, J. (2024). Comparative efficacy of concurrent training types on lower limb strength and muscular hypertrophy: A systematic review and network meta-analysis. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 22(1), 86–96.

11. Chatzinikolaou, A., Fatouros, I. G., Petridou, A., Jamurtas, A. Z., 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.
12. da Silva, M. A. R., Baptista, L. C., Neves, R. S., de França, E., Loureiro, H., Lira, F. S., ... & Martins, R. A. (2020). The effects of concurrent training combining both resistance exercise and high-intensity interval training or moderate-intensity continuous training on metabolic syndrome. *Frontiers in Physiology*, 11, 572.
13. 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. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109–115.
14. Fyfe, J. J., Bishop, D. J., & Stepto, N. K. (2014). Interference between concurrent resistance and endurance exercise. *Sports Medicine*, 44(6), 743–762.
15. Gibala, M. J., & McGee, S. L. (2008). Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(2), 58–63.
16. Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., & Chamari, K. (2017). Session-RPE method for training load monitoring: Validity, ecological usefulness, and influencing factors. *Frontiers in Neuroscience*, 11, 612.
17. Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(Suppl. 2), S139–S147.
18. Jerome, G. J., Boyer, W. R., Bustamante, E. E., Kariuki, J., Lopez-Jimenez, F., Paluch, A. E., ... & American Heart Association Physical Activity Committee of the Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health. (2023). Increasing equity of physical activity promotion for optimal cardiovascular health in adults: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 147(25), 1951–1962.
19. Markov, A., Hauser, L., & Chaabene, H. (2023). Effects of concurrent strength and endurance training on measures of physical fitness in healthy middle-aged and older adults: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 53, 437–455.
20. Ozemek, C., Bonikowske, A., Christle, J., & Gallo, P. (2025). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Lippincott Williams & Wilkins.
21. Protopapa, M., Draganidis, D., Avloniti, A., et al. (2025). Multicomponent-type high-intensity interval training improves vitamin D status in adults with overweight/obesity. *Obesities*, 5(3), 51.
22. Tremblay, M. S., Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., ... & Chinapaw, M. J. M. (2017). Sedentary behavior research network (SBRN)—

Terminology consensus project process and outcome. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 75.

23. Warburton, D. E. R., & Bredin, S. S. D. (2017). Health benefits of physical activity: A systematic review of current systematic reviews. *Current Opinion in Cardiology*, 32(5), 541–556.
24. Westcott, W. L. (2012). Resistance training is medicine: Effects of strength training on health. *Current Sports Medicine Reports*, 11(4), 209–216.
25. World Health Organization. (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*.