

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΡΓΟΣΠΡΟΜΕΤΡΙΑ, ΑΣΚΗΣΗ,  
ΠΡΟΗΓΜΕΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ  
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»

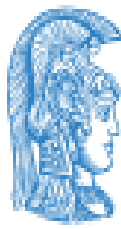
«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΑΕΡΟΒΙΑΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΚΑΙ  
ΜΥΪΚΗΣ ΕΝΔΥΝΑΜΩΣΗΣ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΧΡΟΝΙΑ ΚΑΡΔΙΑΚΗ  
ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΚΡΙΤΣΙΩΝΗ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ

A.M. 20190566

Επιβλέπων καθηγητής: Καρατζάνος Ελευθέριος PhD, Εργοφυσιολόγος – Κλινικός  
Εργοφυσιολόγος, Διδάσκων του ΠΜΣ

ΑΘΗΝΑ, 2020



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΡΓΟΣΠΡΟΜΕΤΡΙΑ, ΑΣΚΗΣΗ,  
ΠΡΟΗΓΜΕΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ  
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»

«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΑΕΡΟΒΙΑΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΚΑΙ  
ΜΥΪΚΗΣ ΕΝΔΥΝΑΜΩΣΗΣ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΧΡΟΝΙΑ ΚΑΡΔΙΑΚΗ  
ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΚΡΙΤΣΙΩΝΗ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ

A.M. 20190566

Μέλη Συμβουλευτικής επιτροπής:

1<sup>ο</sup>: Σεραφεΐμ Νανάς, Ομότιμος Καθηγητής Εντατικής Θεραπείας Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ

2<sup>ο</sup>: Ελευθέριος Καρατζάνος, Φυσιολόγος, Κλινικός Εργοφυσιολόγος, Επιστημονικός Συνεργάτης Εργαστηρίου Καρδιοαναπνευστικής Δοκιμασίας Κόπωσης & Αποκατάστασης, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ

3<sup>ο</sup>: Αναστάσιος Φιλίππου, Αναπληρωτής Καθηγητής Πειραματικής Φυσιολογίας, Φυσιολογίας της Άσκησης, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ

ΑΘΗΝΑ, 2022

## **Ευχαριστίες**

Ύστερα από τρία χρόνια εγκλεισμού και περιορισμών, τόσο στην προσωπική ζωή αλλά και στην διδακτική-ερευνητική διαδικασία λόγω κορονοϊού, αυτός ο κύκλος φτάνει στο τέλος του ευελπιστώντας ένας άλλος να ανοίξει με περισσότερες εμπειρίες, αλλά και συνεισφορές, όπου υπάρχει δυνατότητα. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Μαριδάκη, η οποία με ώθησε προς το συγκεκριμένο μεταπτυχιακό, από το οποίο έλαβα πολλές γνώσεις. Στην συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω και όλους τους διδάσκοντες, ο καθένας από τους οποίους μεταλαμπάδευσε επαρκώς τις γνώσεις του μέσω του τομέα του. Τέλος, και περισσότερο από όλους, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κύριο Καρατζάνο, ο οποίος ήταν και ο επιβλέπων καθηγητής μου στη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία. Ο πρώτος λόγος, για τον οποίο νιώθω ευγνωμοσύνη είναι το γεγονός, ότι παρά την πρακτική δυσκολία του κορονοϊού, όπου δεν υπήρχε δυνατότητα πραγματοποίησης νέας έρευνας, μου πρότεινε να ασχοληθώ με την συγκεκριμένη. Από αυτήν την εργασία αποκόμισα όσο το δυνατόν περισσότερες πρακτικές εμπειρίες γινόταν δεδομένης της κατάσταση. Ο δεύτερος λόγος, είναι ο τρόπος με τον οποίο με καθοδήγησε, ο οποίος ήταν ιδιαίτερα λειτουργικός. Τα σχόλιά του, τα οποία ήταν ιδιαίτερα στοχευμένα, και η διακριτική καθοδήγησή του συνέβαλαν στην περάτωση της εργασίας με τρόπο εποικοδομητικό. Θα ήταν πιο ευχάριστο να ήταν διαφορετικές οι συνθήκες, ώστε να είχαμε μία πιο άμεση επαφή. Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει, ότι δεν μπορούν να υπάρξουν άλλες ευκαιρίες.

## Περίληψη

Οι ασθενείς με χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια έχουν εκπτώσεις στην ποιότητα ζωής, στην δύναμη αλλά και σε άλλες παραμέτρους φυσικής κατάστασης. Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας ήταν να εξετάσει ποιο είδος άσκησης έχει τις καλύτερες για αυτούς προσαρμογές. Συμμετείχαν 27 ασθενείς, οι οποίοι χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Το πρωτόκολλο ξεκινούσε με ποδηλάτηση για 3 λεπτά στο 50% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου. Αμέσως μετά, η μία έκανε ένα πρόγραμμα διαλειμματικής αεροβικής άσκησης (ΑΕΡ), το οποίο διαρκούσε 28 λεπτά. Ήταν χωρισμένο σε 4 κύκλους, όπου σε κάθε έναν ποδηλατούσαν 4 λεπτά στο 85% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και 3 λεπτά στο 50%. Η δεύτερη (ΣΥΝ) έκανε 2 κύκλους 4:3 και μετά μία άσκηση ενδυνάμωσης για τον τετρακέφαλο και μία για τον δικέφαλο μηριαίο. Τα σετ ήταν 3 και στο κάθε ένα πραγματοποιούνταν 8-10 επαναλήψεις στο 60-75% της μίας μέγιστης επανάληψης. Οι παράμετροι που αξιολογήθηκαν πριν και μετά τα προγράμματα αποκατάστασης ήταν η ποιότητα ζωής, η δύναμη και κάποιες παράμετροι που προκύπτουν μέσα από την καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης, όπως η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, το μέγιστο έργο στο οποίο αυτή επιτεύχθει, το σημείο στο οποίο γίνεται η μετάβαση στον αναερόβιο ουδό, ο κατά λεπτό αερισμός, η αναπνευστική εφεδρεία και η κλίση VE/VCO<sub>2</sub>. Η δύναμη ως παράμετρος έδειξε να βελτιώνεται σημαντικά στο συνδυαστικό πρόγραμμα. Η ποιότητα ζωής γενικά φάνηκε να επηρεάζεται θετικά στους ασθενείς συνολικά χωρίς όμως να υπάρχει διαφορά στα προγράμματα ξεχωριστά αλλά και μεταξύ τους. Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και στην πρώτη υποκατηγορία της ποιότητας ζωής και όταν αναλύθηκε ξεχωριστά (φυσική κατάσταση). Στην δεύτερη (συναισθηματική κατάσταση) φάνηκε η άσκηση να την βελτιώνει συνολικά αλλά και μέσω της συνδυαστικής. Διαφορά δεν φάνηκε στην διαλειμματική αεροβική. Σε ότι αφορά τις παραμέτρους της καρδιοαναπνευστικής δοκιμασίας κόπωσης διαφορά δεν βρέθηκε καμία διαφορά μεταξύ των προγραμμάτων στην μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, την μέγιστη ισχύ, τον κατά λεπτό αερισμό, τον αναερόβιο ουδό, την αναπνευστική εφεδρεία και την κλίση VE/VCO<sub>2</sub>. Ωστόσο, φάνηκε διαφορά πριν και μετά τα προγράμματα αποκατάστασης στην μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, την μέγιστη ισχύ, τον κατά λεπτό αερισμό, τον αναερόβιο ουδό. Στην αναπνευστική εφεδρεία βρέθηκε

διαφορά μόνο μετά την συνδυαστική άσκηση. Επομένως, βλέπουμε πως οι προσαρμογές της διαλειμματικής δεν χάνονται, όταν προσθέσουμε και την μυϊκή ενδυνάμωση. Αντιθέτως, έχουμε επιπλέον οφέλη με την αύξηση της μυϊκής δύναμης.

Λέξεις κλειδιά: Χρόνια Καρδιακή Ανεπάρκεια, πρόγραμμα αποκατάστασης, συνδυασμένη άσκηση, διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης, μυϊκή ενδυνάμωση

## **Abstract**

Patients with chronic heart failure face reductions in their quality of life, in strength and in other parameters of cardiopulmonary exercise testing. Aim of this study was to examine which of two rehabilitation programs is best for them. In this study 27 CHF patients participated. They were separated in two rehabilitation programs. The protocol was starting with a “warm-up” phase for 3 minutes at 50% of their  $VO_{2peak}$ . Both programs trained for 28 minutes. The aerobic part of programs was consisted of interval training circles. Each circle was consisted of 4 minutes at 85% of  $VO_{2peak}$  3 minutes at 50%  $VO_{2peak}$ . The first rehabilitation program (AER) had 4 circles. The second (COMB) had 2 circles and 2 extra exercises for strength training. One exercise for quadriceps and one exercise for biceps femoris for 3 sets of 8-10 repetitions at 60-75% of one maximum repetition. Parameters for evaluation before and after the rehabilitation programs were strength, quality of life,  $VO_{2peak}$ , Watt, anaerobic threshold, VE, breathing reserve and VE/VCO<sub>2</sub> slope. Strength showed a significant difference in the combined program. Quality of life was significant changed among all patients. No difference was found among the programs. Separating quality of life in two groups similar results were found. In first category, that was about physical activity, significance was found among all patients, but no change was found when groups were compared. In second category, about emotional situation, changes were found in both groups and in combined group separately. No significance was found in aerobic group. As for the parameters of cardiopulmonary exercise testing no significant changes were found between groups in  $VO_{2peak}$ , watt, VE, AT, BR and VE/VCO<sub>2</sub> slope. Changes were found in  $VO_{2peak}$ , watt, VE, and AT in both groups, when compared separately. BR was found significant changed only in combined group. Summarizing, benefits from both groups were similar, but in the combined group we found a significant change in strength too, giving a small evidence about which program is better.

**Keywords:** Chronic Heart Failure, rehabilitation program, high intensity interval training, combined training, strength training

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	ii
Abstract .....	iv
Περιεχόμενα .....	v
Κατάλογος Εικόνων-Σχημάτων .....	vi
Κατάλογος Πινάκων .....	vi
Συνομογραφίες-Ακρωνύμια.....	vii
Γενικό Μέρος.....	1
1. Χρόνια Καρδιακή Ανεπάρκεια.....	1
2. Άσκηση και Χρόνια Καρδιακή Ανεπάρκεια .....	1
2.1 Συνεχής Αερόβια Άσκηση στην Χρόνια Καρδιακή Ανεπάρκεια .....	2
2.2 Διαλειμματική Αερόβια Άσκηση στην Χρόνια Καρδιακή Ανεπάρκεια	2
2.2.1 Σύγκριση Συνεχούς-Διαλειμματικής Άσκησης .....	3
2.3 Άσκηση με Αντιστάσεις στην Χρόνια Καρδιακή Ανεπάρκεια .....	4
3. Συνδυασμένη Άσκηση στην Χρόνια Καρδιακή Ανεπάρκεια.....	4
3.1 Συνδυασμός Συνεχούς Αεροβικής και Μυϊκής Ενδυνάμωσης.....	4
3.2 Συνδυασμός Διαλειμματικής και Μυϊκής ενδυνάμωσης .....	5
Ειδικό Μέρος.....	6
4. Υπόθεση-Σκοπός .....	6
5. Μεθοδολογία .....	7
6. Αποτελέσματα .....	10
7. Συζήτηση .....	20
8. Περιορισμοί Μελέτης .....	22
9. Προοπτική Μελέτης.....	23
10. Συμπέρασμα .....	24
Βιβλιογραφία .....	25

## Κατάλογος Εικόνων-Σχημάτων

Εικόνα 1. Διάγραμμα ροής πορείας δείγματος. ....	10
Σχήμα 1. Επίδραση αερόβιας και συνδυασμένης άσκησης στην δύναμη. ....	11
Σχήμα 2. Διαφορά στην ποιότητα ζωής πριν και μετά τα προγράμματα αποκατάστασης.....	13
Σχήμα 3. Διαφορά σε επιμέρους ερωτήσεις συναισθηματικής κατάστασης του ερωτηματολογίου της ποιότητα ζωής πριν και μετά τα προγράμματα αποκατάστασης. ...	14
Σχήμα 4. Διαφορά σε επιμέρους ερωτήσεις φυσικής κατάστασης του ερωτηματολογίου της ποιότητα ζωής πριν και μετά τα προγράμματα αποκατάστασης.....	14
Σχήμα 5. Επίδραση αερόβιας και συνδυασμένης άσκησης στην επιτευγμένη μέγιστη ισχύ σε ποδήλατο. ....	16
Σχήμα 6. Επίδραση αερόβιας και συνδυασμένης άσκησης στην μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου. ....	16
Σχήμα 7. Επίδραση αερόβιας και συνδυασμένης άσκησης στην μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου. ....	17
Σχήμα 8. Επίδραση αερόβιας και συνδυασμένης άσκησης στο σημείο επίτευξης αναερόβιου ουδού.....	17
Σχήμα 9. Επίδραση αερόβιας και συνδυασμένης άσκησης στον κατά λεπτό αερισμό.....	18
Σχήμα 10. Επίδραση αερόβιας και συνδυασμένης άσκησης στην αναπνευστική εφεδρεία. ....	18
Σχήμα 11. Επίδραση αερόβιας και συνδυασμένης άσκησης στον κατά λεπτό αερισμό. ....	19

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Βασικά χαρακτηριστικά ασθενών.....	11
Πίνακας 2. Τεταρτημόρια ποιότητας ζωής πριν τα προγράμματα αποκατάστασης.....	12
Πίνακας 2. Τεταρτημόρια ποιότητας ζωής μετά τα προγράμματα αποκατάστασης....	12



## **Συντομογραφίες και Ακρωνύμια**

ΧΚΑ - Χρόνια Καρδιακή Ανεπάρκεια

ΑΕΡ - Ομάδα αερόβιου προγράμματος

ΣΥΝ - Ομάδα αερόβιου προγράμματος και μυϊκής ενδυνάμωσης

MLHFQ – Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire

## Γενικό Μέρος

### 1. Χρόνια Καρδιακή Ανεπάρκεια

Η καρδιά, ύπο φυσιολογικές συνθήκες, στέλνει, μέσω της καρδιακής παροχής, οξυγονομένο αίμα σε όλο το σώμα, για τη σωστή λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού. Στην χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια διαταράσσεται αυτή η διαδικασία και η καρδιά δεν επιτυγχάνει την πλήρωση του οργανισμού με τις απαραίτητες ποσότητες αίματος, για τις μεταβολικές του λειτουργίες. Αυτή η διαταραχή συμβαίνει είτε λόγω μη επαρκούς πλήρωσης των κοιλιών, είτε λόγω μειωμένης εξώθησης όγκου αίματος. Υπάρχουν αρκετές αιτίες, που προκαλούν αυτές τις διαταραχές, με τις επικρατέστερες να είναι ο διαβήτης και η υπέρταση [1].

Κάποια από τα συμπτώματα της χρόνιας καρδιακής ανεπάρκειας είναι η δύσπνοια και η κόπωση με βάση την οποία γίνεται και η ταξινόμηση σοβαρότητας της ασθένειας σύμφωνα με το New York Heart Association. Αυτή περιλαμβάνει τέσσερα επίπεδα, όπου στο πρώτο δεν υπάρχει περιορισμός σε καθημερινές δραστηριότητες και στο τελευταίο, υπάρχουν περιορισμοί ακόμα και σε συνθήκες ηρεμίας [1].

Η χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια κατέχει υψηλή θέση στις αιτίες θανάτου αλλά και στους λόγους εισαγωγής σε νοσοκομείο. Αυτό καθιστά επιτακτική την ανάγκη για αύξηση του προσδόκιμου ζωής, βελτίωση της ποιότητας ζωής ατόμων με χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια και μείωση των εισαγωγών και ταυτόχρονα του κόστους νοσηλείων. Κάτι τέτοιο επιτυγχάνεται με την φαρμακευτική αγωγή, ωστόσο πλέον δίνεται έμφαση και στην άσκηση ως μέσο διάγνωσης, πρόγνωσης αλλά και αντιμετώπισης του συνδρόμου [2].

### 2. Άσκηση στην Χρόνια Καρδιακή Ανεπάρκεια

Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου εκτός από δείκτης φυσικής κατάστασης είναι ένα μέσο διάγνωσης αλλά και προγνωστικός δείκτης θνητότητας. Αξιολογείται μέσω της καρδιοαναπνευστικής δοκιμασίας κόπωσης κατά την οποία, όσοι πάσχουν από χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια εμφανίζουν χαμηλή μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου. Όσο πιο χαμηλή η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου τόσο χειρότερη πρόγνωση έχει ο ασθενής [3]. Επίσης, παρατηρείται υποβάθμιση της ποιότητας ζωής τους, η οποία υπολογίζεται μέσω ερωτηματολογίων, όπως το Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire [4]. Η άσκηση, η οποία

βρίσκεται στο υψηλότερο επίπεδο συστάσεων με πολλά δεδομένα για τις ευεργετικές της ιδιότητες σε άτομα με χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια (Class I / Level of Evidence 1), βελτιώνει και αυτές τις παραμέτρους. Πιο συγκεκριμένα μειώνει τα συμπτώματα και βελτιώνει την λειτουργική τους ικανότητα, ενώ μειώνει και τις πιθανότητες επανεισαγωγών στα νοσοκομεία [5]. Κάποια άλλα από τα οφέλη της άσκησης είναι, η ενίσχυση της μυϊκής λειτουργίας αλλά και η αύξηση της ικανότητας αντίστασης στην κόπωση [6]. Βέβαια, τα οφέλη διαφέρουν ανάλογα με το είδος της άσκησης, που χρησιμοποιείται κάθε φορά αλλά και τον στόχο των προγραμμάτων αποκατάστασης.

## **2.1 Συνεχής Αερόβια Άσκηση στη Χρόνια Καρδιακή Ανεπάρκεια**

Η συνεχής αερόβια είναι μία σταθερής έντασης άσκηση, η οποία χρησιμοποιείται για την αποκατάσταση των ασθενών με χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια. Ένα από τα πιο βασικά οφέλη αυτής είναι η βελτίωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου [7,8]. Ένα άλλο σημείο στο οποίο, φαίνεται να συνεισφέρει είναι το αυτόνομο νευρικό σύστημα, καθώς μειώνει τον χρόνο επαναφοράς των καρδιακών παλμών μετά την άσκηση [9]. Επίσης, δείχνει να βελτιώνει την λειτουργία του ενδοθελίου [10]. Υπάρχουν ενδείξεις ότι έχει θετική επίδραση στην «καταπολέμηση» του άγχους αλλά και της κατάθλιψης [11]. Επιπλέον, προκαλεί προσαρμογές και στους μυς, καθώς αναστέλλει την μυϊκή ατροφία, ως ένα βαθμό, η οποία συχνά παρατηρείται στην χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια και επηρεάζει τόσο την καθημερινότητα των ανθρώπων όσο και την ικανότητά τους για άσκηση [12]. Τέλος, φαίνεται να βελτιώνει γενικά την ποιότητα ζωής των ασθενών [8], που επηρεάζεται λόγω των επιπλοκών του συνδρόμου στα διάφορα συστήματα του οργανισμού.

## **2.2 Διαλειμματική Αερόβια Άσκηση στην Χρόνια Καρδιακή Ανεπάρκεια**

Ένα άλλο είδος άσκησης είναι η διαλειμματική, η οποία χαρακτηρίζεται από εναλλαγές υψηλής έντασης άσκηση με παθητικό διάλειμμα ή χαμηλότερης έντασης άσκηση. Υπάρχουν διάφορα πρωτόκολλα διαλειμματικής άσκησης, που περιλαμβάνουν είτε μικρή, είτε μεσαία είτε μεγάλη ένταση με αντιστρόφως ανάλογα διαλείμματα ή εναλλαγή με χαμηλότερης έντασης άσκηση. Ένα

παράδειγμα τέτοιου πρωτοκόλλου είναι το 4:3, που αντιστοιχεί σε τέσσερα λεπτά υψηλής έντασης άσκηση εναλλασσόμενα από τρία λεπτά χαμηλότερης έντασης άσκηση, το οποίο δείχνει να συμβάλει στην αναστροφή της αναδιαμόρφωσης της αριστερής κοιλίας [13]. Παρόμοιο πρωτόκολλο είναι το 3:3, το οποίο φαίνεται να ενισχύει την συσταλτικότητα και την διασταλτικότητα της αριστερής κοιλίας [14] αλλά και την μιτοχονδριακή λειτουργία των αιμοπεταλίων, που σχετίζεται με την αερόβια ικανότητα [15]. Ένα άλλο, κατά το οποίο οι ασθενείς έκαναν έντονη άσκηση για ένα λεπτό και ενεργητική ξεκούραση για δύομισή λεπτά με μικρότερη ένταση δεν έδειξε κάποια στατιστικώς σημαντική διαφορά στην ποιότητα ζωής και σε άλλες παραμέτρους, που αξιολογούσε [16]. Παρόμοια αποτελέσματα φαίνεται να προκύπτουν και από ένα άλλο πρωτόκολλο, το οποίο χρησιμοποιούσε 1 λεπτό μικρής έντασης άσκηση εναλλασσόμενο με 30 δευτερόλεπτα έντονης άσκησης [17]. Αυτά τα αποτελέσματα ίσως μας δείχνουν, ότι μεγαλύτερης διάρκειας έντονη άσκηση είναι πιο αποτελεσματική συγκριτικά με τις μικρές «δόσεις» έντονης άσκησης.

### **2.2.1 Σύγκριση Συνεχούς-Διαλειμματικής Άσκησης**

Με την εμφάνιση της διαλειμματικής άσκησης έχει ξεκινήσει και η σύγκρισή της με την συνεχή αερόβια άσκηση. Πολλά χρόνια γίνεται προσπάθεια να βρεθεί ποιά προκαλεί καλύτερες προσαρμογές. Υπάρχουν ενδείξεις, ότι η συνεχής αεροβική μειώνει τον απαιτούμενο χρόνο για την επαναφορά των καρδιακών παλμών μετά την άσκηση, συγκριτικά με την διαλειμματική [9]. Από την άλλη, η διαλειμματική φαίνεται να υπερτερεί στις προσαρμογές, που αφορούν την αερόβια ικανότητα, την ενδοθηλιακή λειτουργία αλλά και την αναστροφή της αναδιαμόρφωσης της αριστερής κοιλίας [13]. Επιπλέον, υπάρχουν ενδείξεις, ότι συνεισφέρει περισσότερο στους μηχανισμούς συστολής-διαστολής της αριστερής κοιλίας, αυξάνοντας την μάζα της και την εσωτερική της διάμετρο [14]. Αναφορές έχουν γίνει επίσης, και για επικράτηση της διαλειμματικής σε ότι αφορά το σημείο επίτευξης αναερόβιου κατωφλιού αλλά και αύξηση της πρόσληψης οξυγόνου στο συγκεκριμένο χρονικό σημείο, γεγονός που συμβάλει στην καλύτερη ανοχή στην κόπωση [18].

## **2.3 Άσκηση με Αντιστάσεις στην Χρόνια Καρδιακή Ανεπάρκεια**

Η άσκηση με αντιστάσεις είναι άλλη μία μορφή άσκησης, η οποία τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να στρέφει το ενδιαφέρον, καθώς θεωρείται πλέον ανεκτή και ασφαλής για να περιλαμβάνεται στα προγράμματα αποκατάστασης των ασθενών με χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια. Η καχεξία, ως απόρροια του συνδρόμου, είναι ένας προγνωστικός δείκτης χαμηλής επιβίωσης, την οποία ανατρέπει η μυϊκή ενδυνάμωση [19]. Πιο συγκεκριμένα, αυτό το είδος άσκησης φαίνεται να βελτιώνει κάποιους δείκτες, οι οποίοι συμμετέχουν στη οξειδωτική διαδικασία των μυών, να αυξάνει τον ρυθμό παραγωγής ATP στα μιτοχόνδρια αλλά και την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου [20]. Επίσης, υπάρχουν δεδομένα, που υποστηρίζουν, ότι τα προγράμματα με αντιστάσεις συμβάλουν στην καλύτερη ανταπόκριση των ασθενών στην άσκηση, αυξάνοντάς τους την μυϊκή δύναμη, η οποία είναι και ένας από τους βασικούς στόχους [21]. Άλλη μία πιθανή προσαρμογή είναι η αύξηση της διαμέτρου των αρτηριών (βραχιόνιος αρτηρία) και η μείωση του πάχους των τοιχωμάτων αυτών [22].

## **3. Συνδυασμένη Άσκηση στην Χρόνια Καρδιακή Ανεπάρκεια**

Πλέον, η αερόβια άσκηση και η μυϊκή ενδυνάμωση θεωρούνται ασφαλείς και αποτελεσματικοί τρόποι βελτίωσης της φυσικής κατάστασης των ασθενών και περιλαμβάνονται στα προγράμματα αποκατάστασης αυτών. Ως δύο διαφορετικές μορφές άσκησης, επιφέρουν βελτιώσεις και σε διαφορετικούς τομείς. Έτσι, παρατηρείται μια προσπάθεια συνδυασμού τους ώστε να μελετηθεί, αν συνδυάζονται και οι προσαρμογές, που επιφέρουν μεμονομένα η κάθε μία. Οι έρευνες, κυρίως, έχουν επικεντρωθεί στον συνδυασμό της συνεχούς αεροβικής με την μυϊκή ενδυνάμωση, αλλά τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να εξετάζεται και ο συνδυασμός της διαλλειματικής με την άσκηση με αντιστάσεις.

### **3.1 Συνδυασμός Συνεχούς Αεροβικής και Μυϊκής Ενδυνάμωσης**

Δεδομένα από έρευνες, δείχνουν να επιβεβαιώνουν επιπρόσθετα ευεργετικά οφέλη από τον συνδυασμό της συνεχούς αεροβικής και της άσκησης με αντιστάσεις. Υπάρχουν ενδείξεις, πως συγκρίνοντας την συνδυαστική άσκηση με ομάδες ελέγχου, παρατηρείται υπεροχή αυτής σε παραμέτρους της καρδιοαναπνευστικής δοκιμασίας κοπώσεως, της δύναμης αλλά και της

ποιότητας ζωής των ασθενών [23]. Επιπλέον, συγκρίνοντας την συνδυαστική άσκηση με την αερόβια φαίνεται επίσης να υπερτερεί, καθώς μόνο η συνδυασμένη βελτιώνει και την αερόβια ικανότητα αλλά και την μυϊκή δύναμη, σε αντίθεση με την συνεχή αεροβική, η οποία βελτιώνει μόνο την μέγιστη καρδιοαναπνευστική ικανότητα [24]. Επιπροσθέτως, υπάρχουν αναφορές για επικράτηση της συνδυασμένης άσκησης, συγκριτικά με την αερόβια από μόνη της, στην ποιότητα ζωής μέσω μεγαλύτερης αύξησης στην υπομέγιστη αεροβική ικανότητα και αύξησης της δύναμης [25].

### **3.2 Συνδυασμός Διαλειμματικής και Μυϊκής Ενδυνάμωσης**

Με δεδομένα να υποστηρίζουν την υπεροχή του συνδυασμού συνεχούς αερόβιας και μυϊκής ενδυνάμωσης συγκριτικά με την συνεχή από μόνη της, έχει στραφεί πλέον το ενδιαφέρον και στην σύγκριση συνδυασμού της διαλειμματικής άσκησης. Τα δεδομένα από έρευνες με ένα τέτοιο πρωτόκολλο δεν είναι πολλές. Σε κάποιες από αυτές γίνεται αναφορά σε περαιτέρω αύξηση της απόλυτης μυϊκής δύναμης [26,27], και μεγαλύτερη αύξηση στην πρόσληψη οξυγόνου [27] μέσω της συνδυασμένης άσκησης. Σε άλλη φάνηκε να αυξάνει την αγγειακή αντιδραστικότητα [28], ενώ δείχνει να βελτιώνει και την περιοδική αναπνοή [29] και την λειτουργικότητα του ενδοθηλίου [30]. Όμως δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία, από όσο γνωρίζουμε, ως προς την επίδραση της συνδυασμένης άσκησης στην ποιότητα της ζωής των ασθενών και έρευνες, οι οποίες αναδεικνύουν την βελτίωση σε παραμέτρους κόπωσης, είναι περιορισμένες.

## **Ειδικό Μέρος**

### **4. Υπόθεση-Σκοπός**

Η καρδιακή ανεπάρκεια έχει πάρει μεγάλες διαστάσεις, καθώς είναι υπαίτια για το 10% περίπου των θανάτων. Η άσκηση έχει φανεί να βελτιώνει την ποιότητα ζωής των ασθενών και να μειώνει τα συμπτώματα. Αρκετές μελέτες αναφέρουν βελτιώσεις, που προκαλεί συγκεκριμένα η συνεχής αεροβική άσκηση. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια υπάρχει ένα μεγάλο ενδιαφέρον για την διαλειμματική, εξαιτίας των πιο έντονων ερεθισμάτων, που προκαλεί και φαίνεται να βελτιώνουν περισσότερο παραμέτρους κόπωσης. Η μυϊκή ενδυνάμωση, βοηθάει τους ασθενείς με χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια, στην αύξηση της μυϊκής τους δύναμης, και στην βελτίωση της ποιότητας ζωής τους, κάνοντας τους πιο λειτουργικούς. Έτσι, υποθέσαμε, ότι συνδυάζοντας την διαλειμματική αερόβια άσκηση με την ενδυνάμωση θα υπάρχουν και περισσότερες βελτιώσεις.

Ενώ τα οφέλη της κάθε μορφής άσκησης είναι γνωστά, ωστόσο τα δεδομένα για τα οφέλη του συνδυασμού μορφών άσκησης είναι περιορισμένα. Η έλλειψη επαρκούς αριθμού ερευνών είναι εντονότερη στα οφέλη του συνδυασμού διαλειμματικής αερόβιας άσκησης και μυϊκής ενδυνάμωσης. Επομένως, στόχος της συγκεκριμένης έρευνας είναι να διερευνήσει, αν η συνδυασμένη άσκηση μπορεί να επιφέρει στον ίδιο χρόνο περισσότερες βελτιώσεις από την διαλειμματική αεροβική από μόνη της.

## 5. Μεθοδολογία

Στην έρευνα συμμετείχαν ασθενείς με σταθερή χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια (n=47), κάτω από βέλτιστη φαρμακευτική αγωγή. Το κλάσμα εξώθησης ήταν  $\leq 49\%$ , ενώ η αδυναμία πραγματοποίησης καρδιοαναπνευστικής δοκιμασίας κοπώσεως, η ύπαρξη αποφρακτικής πνευμονοπάθειας, σοβαρής βαλβιδοπάθειας ή αγγειοπάθειας και η αδυναμία παρακολούθησης του προγράμματος λόγω ορθοπεδικών προβλημάτων ήταν τα κριτήρια αποκλεισμού από την μελέτη. Αφού η επιτροπή βιοηθικής του τμήματός μας ενέκρινε την έρευνα, οι ασθενείς υπέγραψαν το έντυπο συναίνεσης και τυχαιοποιήθηκαν σε δύο ομάδες, αυτήν της αερόβιας διαλειμματικής και αυτήν της συνδυασμένης (διαλειμματική και ενδυνάμωση), και τυχαιοποιήθηκαν κατά επίπεδα με βάση την ηλικία ( $< 50$  ή  $\geq 50$ ) και την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ( $< 16 \text{ ml/min/kg}$  ή  $\geq 16 \text{ ml/min/kg}$ ), με σκοπό την εξασφάλιση της συγκρισιμότητας μεταξύ των ομάδων, πριν τα προγράμματα.

### Προγράμματα Άσκησης

Εκείνοι, που τοποθετήθηκαν στην πρώτη ομάδα έπρεπε να κάνουν μόνο αερόβια διαλειμματική άσκηση (ΑΕΡ) σε ποδήλατο για 28 λεπτά, ενώ οι υπόλοιποι έκαναν 14 λεπτά αερόβια διαλειμματικής άσκησης σε ποδήλατο και 14 λεπτά μυϊκής ενδυνάμωσης (ΣΥΝ). Σε σύνολο η διάρκεια άσκησης και στις δύο ομάδες ήταν ίδια (28 λεπτά), ενώ ο κάθε ασθενής έπρεπε να κάνει συνολικά 36 συνεδρίες (3 συνεδρίες/εβδομάδα για 12 εβδομάδες). Οποιαδήποτε χαμένη συνεδρία αναπληρωνόταν στο τέλος. Η αερόβια άσκηση είχε διαλειμματική μορφή με εναλλαγές έντασης. Υπήρχαν κύκλοι επαναλαμβανόμενοι από 4 λεπτά στο 80% του  $\text{VO}_{2\text{peak}}$ , εναλλασσόμενοι από 3 λεπτά στο 50% του  $\text{VO}_{2\text{peak}}$ . Η ΑΕΡ είχε 4 κύκλους 4:3 ενώ η ΣΥΝ είχε 2. Η ΣΥΝ είχε επιπλέον μία άσκηση για τον τετρακέφαλο και μία για τον οπίσθιο μηριαίο. Οι ασκήσεις αυτές αποτελούνταν από 3 σετ των 10-12 επαναλήψεων με ένταση στο 60-75% της μίας μέγιστης επανάληψης για το κάθε άκρο ξεχωριστά.



## Μετρήσεις

Πριν από τα προγράμματα αλλά και με το πέρας αυτών, διενεργήθηκαν η καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως για την αξιολόγηση της αερόβιας ικανότητας, η αξιολόγηση της μυϊκής δύναμης των κάτω άκρων αλλά και η συμπλήτωση ερωτηματολογίου ποιότητας ζωής (MLHFQ).

## Καρδιοαναπνευστική Δοκιμασία Κοπώσεως

Η καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως πραγματοποιήθηκε σε ένα ηλεκτρομαγνητικό στατικό ποδήλατο, πάνω στο οποίο οι ασθενείς ποδηλατούσαν μέχρι εξάντλησης. Η αύξηση του έργου γινόταν σύμφωνα με συγκεκριμένο πρωτόκολλο (31). Η αναπνοή των ασθενών γινόταν μέσω ενός στομίου και έχοντας κλειστή την μύτη, ώστε η ανταλλαγή των αερίων και οι αναπνευστικές μεταβλητές να μεταφέρονται από βαθμονομημένο αισθητήρα, που προκύπτει από αναλυτές αερίων και αισθητήρα ροής. Το οξυγόνο και το διοξείδιο του άνθρακα καταμετρούνταν αναπνοή προς αναπνοή, ενώ ως μέγιστο έργο θεωρήθηκαν τα μέγιστα Watt, τα οποία έφτασε ο κάθε ασθενής και τα διατήρησε για όχι λιγότερες από 50 πεταλίες τα 20 δευτερόλεπτα.  $VO_{2peak}$  θεωρήθηκε ο μέσος όρος των μεταβλητών κατά την διάρκεια των τελευταίων 20 δευτερολέπτων. Για να καθοριστεί το αναερόβιο κατώφλι χρησιμοποιήθηκε η τεχνική V-Slope, η οποία και επιβεβαιώθηκε από τα γραφήματα του αναπνευστικού ισοδύναμου για το οξυγόνο ( $V_E/V_{O_2}$ ) και το διοξείδιο του άνθρακα ( $V_E/V_{CO_2}$ ), και της πίεσης του τελεοεκπνεόμενου οξυγόνου ( $P_{et}O_2$ ) και διοξειδίου ( $P_{et}CO_2$ ). Το έργο το οποίο είχε επιτευχθεί κατά το αναερόβιο κατώφλι, υπολογίστηκε από πρόγραμμα αναλυτή αερίων. Δεδομένα συλλέγονταν ανά δύο λεπτά από το ηλεκτροκαρδιογράφημα και γινόταν καταγραφή της αρτηριακής πίεσης, του κορεσμού του οξυγόνου στο αίμα. Χρησιμοποιήθηκε και η κλίμακα Borg. Από την καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης συλλέχθηκαν οι τιμές της μέγιστης ισχύς (Watt) και της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (σε L και ml), που πετύχαιναν οι ασθενείς, εντοπιζόταν το σημείο του αναερόβιου ουδού, ο κατά λεπτό αερισμός, η αναπνευστική εφεδρεία και η κλίση  $VE/VCO_2$ . Όλοι οι ασθενείς είχαν εξοικειωθεί με το ποδήλατο πριν την καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως.

## **Μέγιστη Δύναμη**

Η αξιολόγηση της δύναμης των κάτω άκρων γινόταν με την μέθοδο της μίας μέγιστης επανάληψης. Σε αυτήν την διαδικασία οι ασθενείς, αφού εξοικειώθηκαν με την άσκηση της έκτασης των γονάτων προσπάθησαν να σηκώσουν όσο περισσότερο βάρος μπορούσαν με τον τετρακέφαλο. Η άσκηση εκτελούνταν μία φορά με το ένα πόδι και μία φορά με το άλλο. Η τελική παράμετρος, που χρησιμοποιήθηκε ήταν το άθροισμα των κιλών που σήκωσαν με κάθε πόδι. Για την άσκηση του δικέφαλου μηριαίου χρησιμοποιήθηκε ως επιβάρυνση το 75% των κιλών, τα οποία υπερνίκησαν στην έκταση γονάτου.

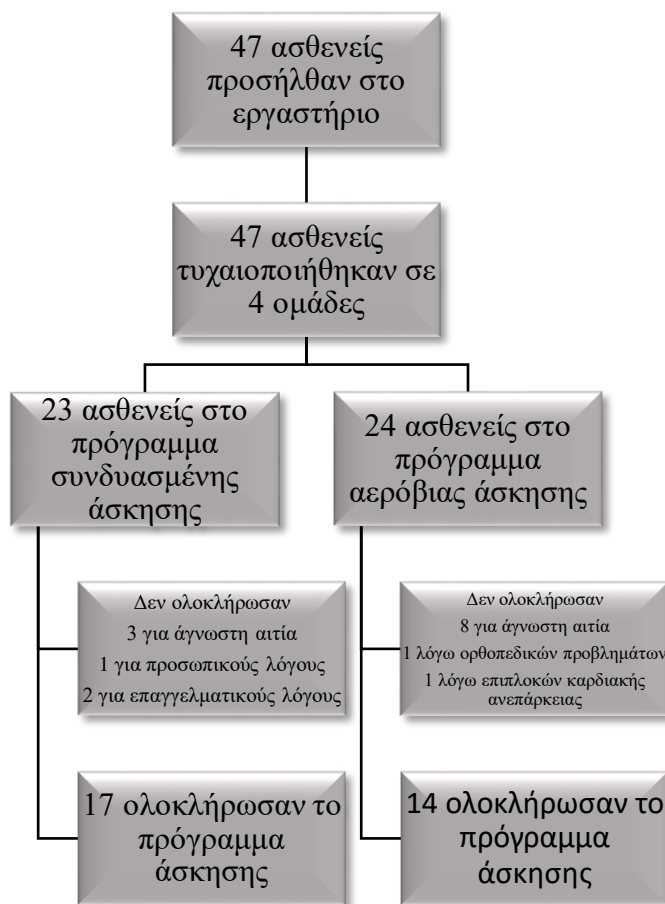
## **Ερωτηματολόγιο Ποιότητας Ζωής**

Η ποιότητα ζωής αξιολογήθηκε μέσα από το MLHFQ, το οποίο είναι ένα ερωτηματολόγιο με 21 ερωτήσεις, η κάθε μία από τις οποίες μπορεί να απαντηθεί με βαθμό από το 0-5. Το ερωτηματολόγιο εκτός από τις γενικές ερωτήσεις, που σχετίζονται με την καθημερινότητα των ασθενών έχει και δύο κατηγορίες, οι οποίες αφορούν την φυσική κατάσταση αλλά και την συναισθηματική κατάσταση αυτών.

## **Στατιστική Ανάλυση**

Η στατιστική ανάλυση έγινε στο πρόγραμμα SPSS v.26. Αρχικά, υπολογίσθηκε η διαφορά στις παραμέτρους, που εξετάζονται, πριν και μετά την παρέμβαση για τις δύο ομάδες. Έπειτα, χρησιμοποιήθηκε για την σύγκριση, των παραμέτρων της δύναμης, της ποιότητας ζωής αλλά και της καρδιοαναπνευστικής δοκιμασίας κόπωσης μεταξύ του συνόλου των ατόμων αλλά και των ομάδων μεταξύ τους η ανάλυση διασποράς δύο κατευθύνσεων. Ανάλογα με την ύπαρξη ή μη κανονικής κατανομής, χρησιμοποιήθηκε t-test για ανεξάρτητα δείγματα ή έλεγχος Man-Whitney U, όπως επίσης και έλεγχος t για «δείγματα» ανά ζεύγη ή η μέθοδος αθροίσματος των διατάξεων του Wilcoxon για την σύγκριση μέσα στις ομάδες. Για την κανονικότητα χρησιμοποιήθηκε το Shapiro-Wilk test. Σημαντικότητα ορίστηκε ως  $p \leq 0,05$ . Οι συνεχείς μεταβλητές παρουσιάζονται ως μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση, ενώ οι διατάξιμες μεταβλητές με μέσο όρο, διάμεσο και τεταρτημόρια.

## 6. Αποτελέσματα



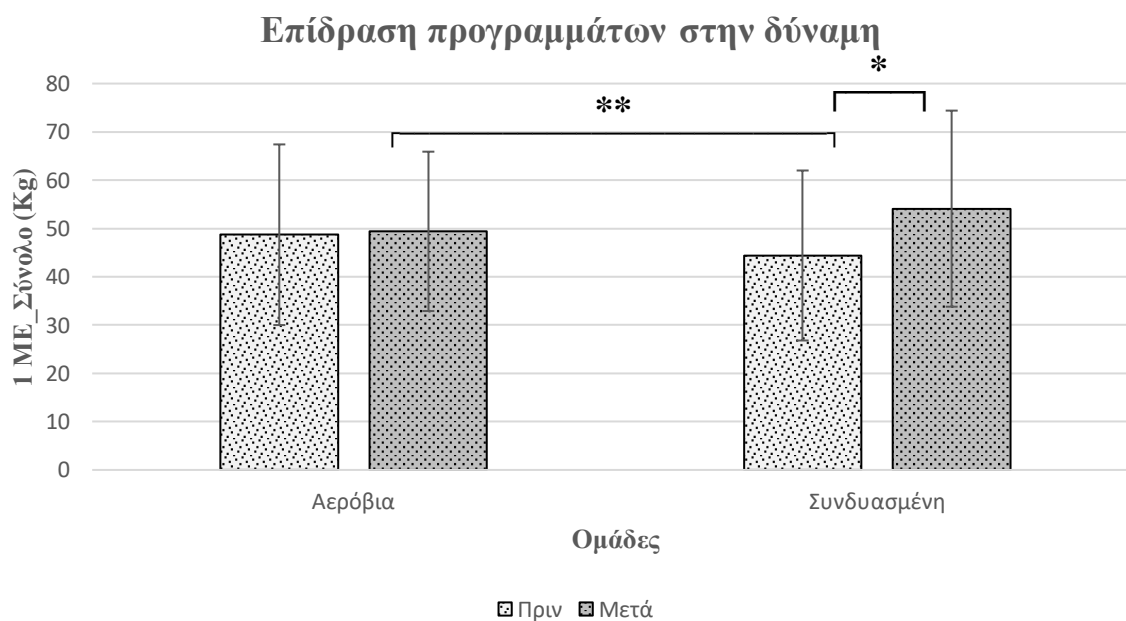
Εικόνα 1: Διάγραμμα ροής πορείας δείγματος.

Τα προγράμματα άσκησης ολοκλήρωσαν 31 ασθενείς, με 18 από αυτούς να συμμετέχουν στην συνδυασμένη άσκηση με μέσο όρο ηλικίας  $55,5 \pm 10,2$  και τους 14 στην αερόβια διαλειμματική με μέσο όρο ηλικίας  $53,67 \pm 14,3$  (Εικ.1). Τα βασικά τους χαρακτηριστικά αναφέρονται αναλυτικά στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Βασικά χαρακτηριστικά ασθενών.

	ΑΕΡ	ΣΥΝ	P
<b>Φύλλο Άνδρες/Γυναίκες</b>	<b>12/1</b>	<b>13/1</b>	<b>0,869</b>
<b>Βάρος (kg)</b>	<b>79,5±22,4</b>	<b>86±15,8</b>	<b>0,292</b>
<b>Ύψος (cm)</b>	<b>173±0,7</b>	<b>174±0,8</b>	<b>0,692</b>
<b>BMI</b>	<b>25,6±4,9</b>	<b>27,8±4,6</b>	<b>0,899</b>
<b>VO2 (ml/kg/min)</b>	<b>18,38±5,6</b>	<b>18,96±3,9</b>	<b>0,277</b>
<b>VO2 (προβλεπόμενο ποσοστό %)</b>	<b>62,7±17,4</b>	<b>67,6±11,4</b>	<b>0,123</b>
<b>ΝΥΧΑ</b>	<b>2,75±1,5</b>	<b>2,2±0,8</b>	<b>0,069</b>

Σε ο,τι αφορά την παράμετρο της δύναμης παρατηρήθηκε συνολικά στατιστικώς σημαντική διαφορά ( $p \leq 0,001$ ) {πριν:  $46,2 \pm 17,3 \text{ kg}$  / μετά:  $52,1 \pm 19 \text{ kg}$ }. Παρόμοια αποτελέσματα ( $p \leq 0,001$ ) βρέθηκαν για την συνδυασμένη άσκηση {πριν:  $44,4 \pm 16,5 \text{ kg}$  / μετά:  $54,1 \pm 20,3 \text{ kg}$ }, ενώ δεν βρέθηκε διαφορά στην αερόβια άσκηση ( $p = 0,541$ ) {πριν:  $48,7 \pm 18,7 \text{ kg}$  / μετά:  $49,4 \pm 17,6 \text{ kg}$ }. Σημαντική διαφορά φάνηκε να υπάρχει και ανάμεσα στα δύο προγράμματα αποκατάστασης ( $p = 0,002$ ).



Σχήμα 1: Επίδραση αερόβιας και συνδυασμένης άσκησης στην δύναμη. (\* Στατιστικά σημαντική διαφορά στην ομάδα/\*\* Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων)

Στην επίδραση των προγραμμάτων στην ποιότητα ζωής στο σύνολο της, προκύπτει μία τάση χωρίς να υπάρχει στατιστική σημαντικότητα πριν και μετά την συνδυασμένη άσκηση ( $p=0,059$ ) με μέσο όρο πριν:  $24,7\pm 19,9$  / μετά:  $18,4\pm 15,6$  και διάμεσο πριν: 18.5 / μετά: 11, ενώ για την αερόβια άσκηση δεν διακρίνεται κάποια διαφορά ( $p=0,35$ ) με μέσο όρο πριν:  $17,9\pm 12,9$  / μετά:  $14,3\pm 13,7$  και διάμεσο πριν: 19 / μετά: 9. Παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο, όταν αθροίζονται τα αποτελέσματα των ομάδων ( $p=0,038$ ) με μέσο όρο πριν:  $21,1\pm 16,9$  / μετά:  $16,6\pm 14,6$  και διάμεσο πριν: 19 / μετά: 11, το οποίο δεν ισχύει στην περίπτωση της σύγκρισης των προγραμμάτων ( $p=0,426$ ).

Πίνακας 2. Τεταρτημόρια ποιότητας ζωής πριν τα προγράμματα αποκατάστασης.

		ΑΕΡ		ΣΥΝ		Σύνολο	
		25	75	25	75	25	75
Πριν	Ποιότητα Ζωής	7	25	7.5	33	7	30
	Ποιότητα Ζωής (Φυσική Κατάσταση)	5	12	3.5	13.5	5	12
	Ποιότητα Ζωής (Συναισθηματική Κατάσταση)	1	8	1	11	1	8

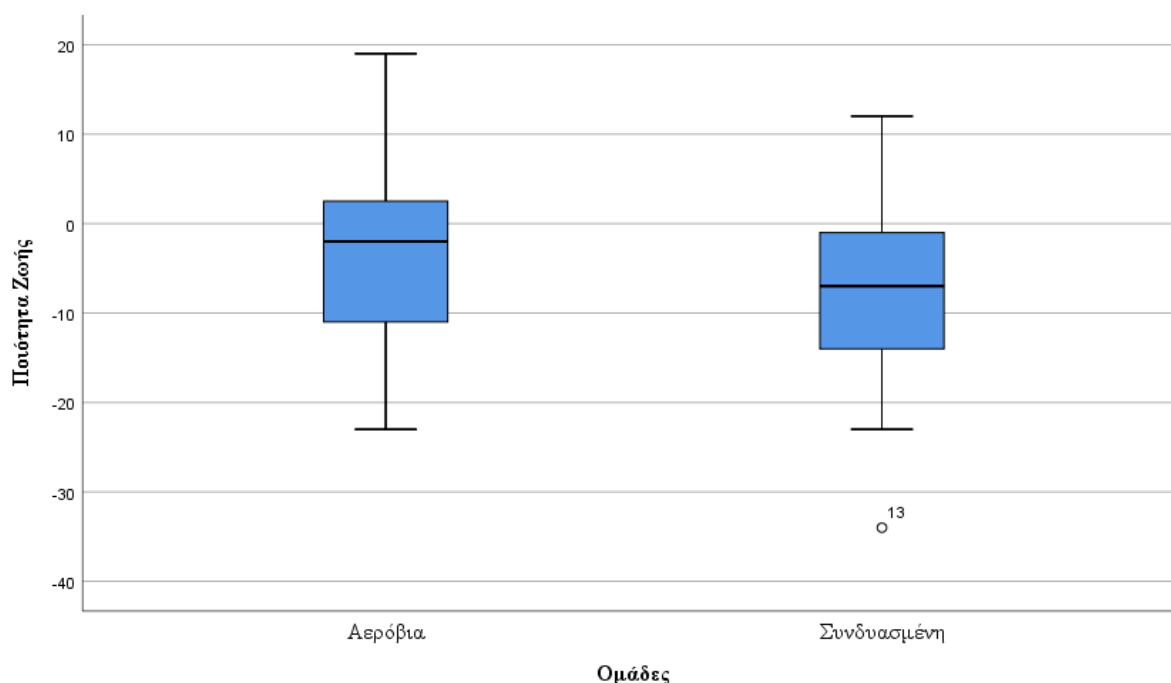
Πίνακας 3. Τεταρτημόρια ποιότητας ζωής μετά τα προγράμματα αποκατάστασης.

		ΑΕΡ		ΣΥΝ		Σύνολο	
		25	75	25	75	25	75
Μετά	Ποιότητα Ζωής	4	18	7	30.75	6.5	28.5
	Ποιότητα Ζωής (Φυσική Κατάσταση)	2	8	1.75	13	2	11.5
	Ποιότητα Ζωής (Συναισθηματική Κατάσταση)	1	4	0	7.5	1	6

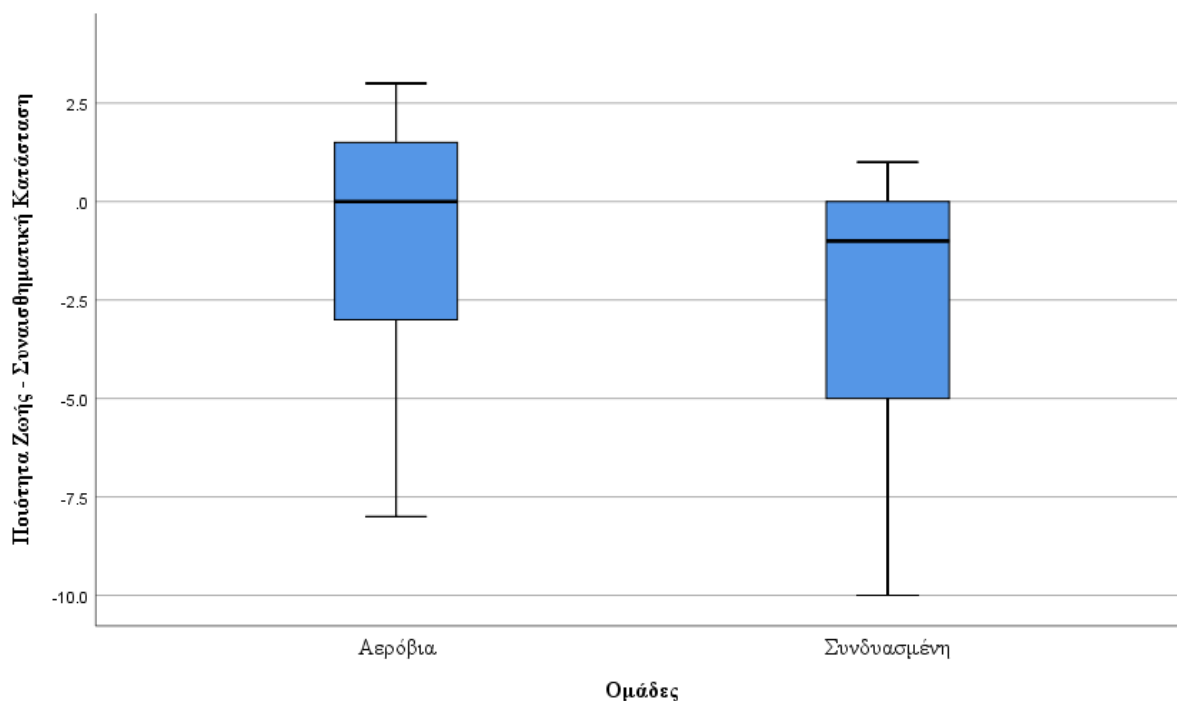
Αναλύοντας την πρώτη υποκατηγορία της ποιότητας ζωής (φυσική κατάσταση) φαίνεται ότι, δεν επηρεάζεται σημαντικά από τα πρόγραμμα άσκησης, καθώς δεν βρέθηκε διαφορά πριν και μετά την αερόβια άσκηση ( $p=0,123$ ) με μέσο όρο πριν:  $7,9\pm 5,2$  / μετά:  $5,7\pm 5,6$  και διάμεσο πριν: 7 / μετά: 4 και πριν και μετά την συνδυασμένη ( $p=0,182$ ) με μέσο όρο πριν:  $9,3\pm 8,1$  / μετά:  $7,6\pm 6,5$  και διάμεσο

πριν: 6.5 / μετά: 6. Ωστόσο, βλέπουμε στατιστικώς σημαντική διαφορά ( $p=0,049$ ) πριν και μετά την άσκηση γενικά με τιμές μέσου όρου  $8,6\pm 6,8$  και  $6,8\pm 6$  και διάμεσου 7 και 4 αντίστοιχα. Μία τάση για σημαντικότητα παρατηρείται στην σύγκριση των ομάδων, ως προς τον χρόνο, πριν και μετά το πρόγραμμα αποκατάστασης, ( $p=0,092$ ), αλλά δεν υπάρχει διαφορά σε ότι αφορά το πρωτόκολλο άσκησης ( $p=0,966$ ).

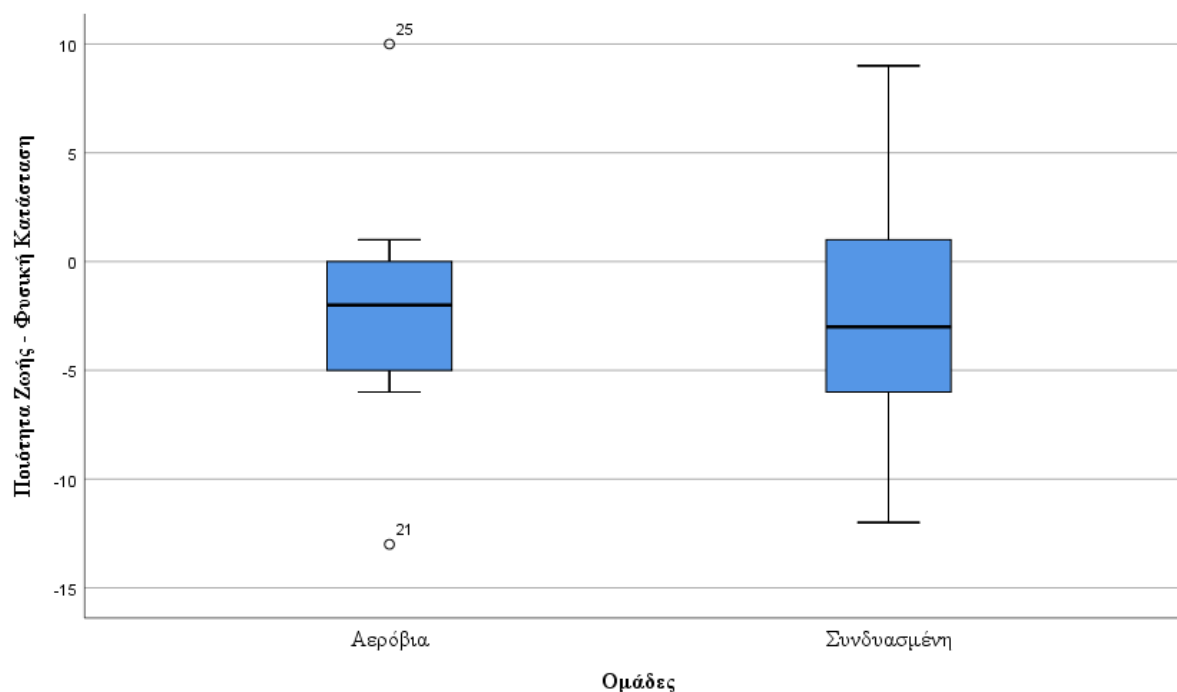
Η δεύτερη υποκατηγορία (συναισθηματική κατάσταση) φαίνεται να μην επηρεάζεται από την αερόβια άσκηση ( $p=0,405$ ) με μέσο όρο πριν:  $4,5\pm 4,4$  / μετά:  $3,2\pm 3,4$  και διάμεσο πριν: 3 / μετά: 3, όμως επηρεάζεται από την συνδυασμένη ( $p=0,021$ ) με μέσο όρο πριν:  $6,3\pm 6,7$  / μετά:  $4,7\pm 5,8$  και διάμεσο πριν: 3 / μετά: 2.5. Στο σύνολο της άσκησης φαίνεται να υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο ( $p=0,024$ ), δηλαδή πριν και μετά τα προγράμματα άσκησης με τιμές μέσου όρου  $5,4\pm 5,6$  και  $4\pm 4,8$  και διάμεσου 3 και 3 αντίστοιχα. Συγκρίνοντας τα προγράμματα φαίνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ( $p=0,016$ ) στον χρόνο, αλλά όχι στην αλληλεπίδραση του χρόνου και των προγραμμάτων ( $p=0,416$ ).



Σχήμα 2: Διαφορά στην ποιότητα ζωή πριν και μετά τα προγράμματα αποκατάστασης.



Σχήμα 3: Διαφορά σε επιμέρους ερωτήσεις συναισθηματικής κατάστασης του ερωτηματολογίου της ποιότητα ζωής πριν και μετά τα προγράμματα αποκατάστασης.



Σχήμα 4: Διαφορά σε επιμέρους ερωτήσεις φυσικής κατάστασης του ερωτηματολογίου της ποιότητα ζωής πριν και μετά τα προγράμματα αποκατάστασης.

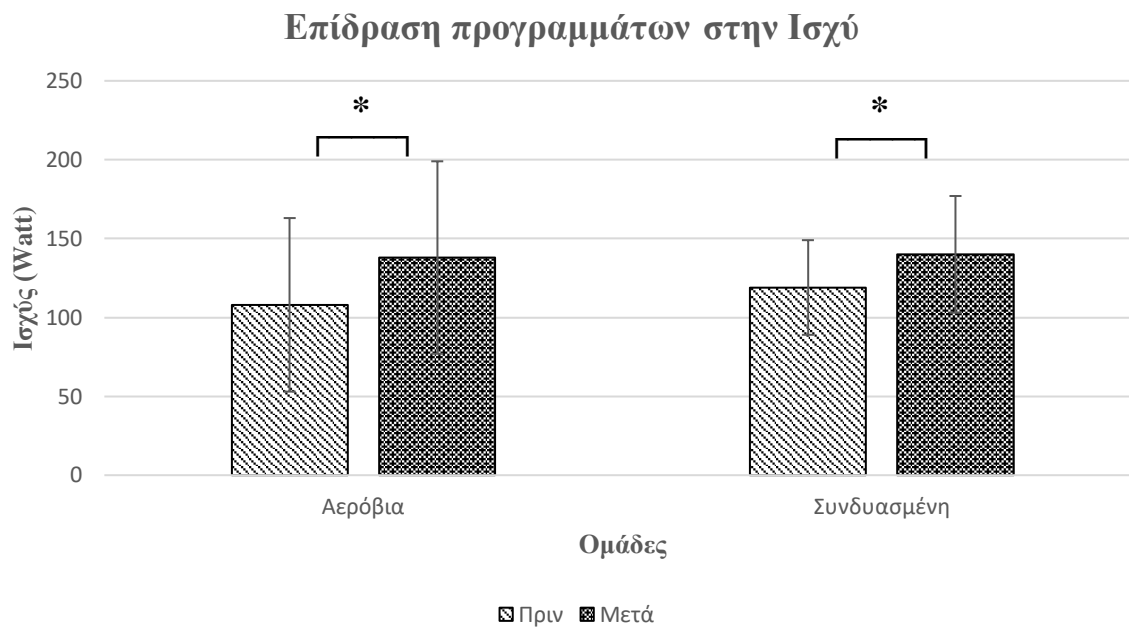
Στις παραμέτρους που ελέγχθηκαν από την καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης βρέθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά σε σχέση με τον χρόνο στα Watt ( $p \leq 0,001$ ) {πριν:  $114 \pm 42$  / μετά:  $139 \pm 48$ }, στην VO<sub>2</sub>\_L ( $p \leq 0,001$ ) {πριν:  $1,5 \pm 0,5$  / μετά:  $1,8 \pm 0,6$ }, στην VO<sub>2</sub>\_ml ( $p \leq 0,001$ ) {πριν:  $18,7 \pm 4,7$  / μετά:  $21,2 \pm 4,8$ }, στο AT ( $p \leq 0,001$ ) {πριν:  $12,3 \pm 2,7$  / μετά:  $14,1 \pm 3,2$ }, στον VE ( $p \leq 0,001$ ) {πριν:  $64 \pm 21$  / μετά:  $80 \pm 24$ }, και στην BR ( $p \leq 0,001$ ) {πριν:  $46 \pm 15$  / μετά:  $33 \pm 14$ }. Στην κλίση VE/VCO<sub>2</sub> βρέθηκε επίσης σημαντική διαφορά ( $p = 0,002$ ) {πριν:  $34 \pm 8,9$  / μετά:  $31 \pm 5,5$ }.

Σε ό,τι αφορά την αερόβια ομάδα και την σύγκριση πριν και μετά το πρόγραμμα αποκατάστασης υπήρξε σημαντική διαφορά στα Watt ( $p \leq 0,001$ ) {πριν:  $108 \pm 55$  / μετά:  $138 \pm 61$ }, στο VO<sub>2</sub>\_L και VO<sub>2</sub>\_ml ( $p = 0,003$ ) {πριν:  $1,4 \pm 0,6$  / μετά:  $1,7 \pm 0,7$ } {πριν:  $18,4 \pm 5,6$  / μετά:  $21,4 \pm 5,7$ } αντίστοιχα. Διαφορά παρατηρήθηκε και στο AT ( $p = 0,035$ ) {πριν:  $12,1 \pm 3,1$  / μετά:  $14,3 \pm 4$ } και στο VE ( $p \leq 0,001$ ) {πριν:  $62 \pm 25$  / μετά:  $76 \pm 27$ }. Σε ό,τι αφορά το BR και την κλίση VE/VCO<sub>2</sub> δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά μετά από το πρόγραμμα αποκατάστασης ( $p = 0,12$ / $p = 0,145$ ) {πριν:  $43 \pm 20$  / μετά:  $33 \pm 19$ } {πριν:  $34 \pm 10$  / μετά:  $31 \pm 6$ } αντίστοιχα.

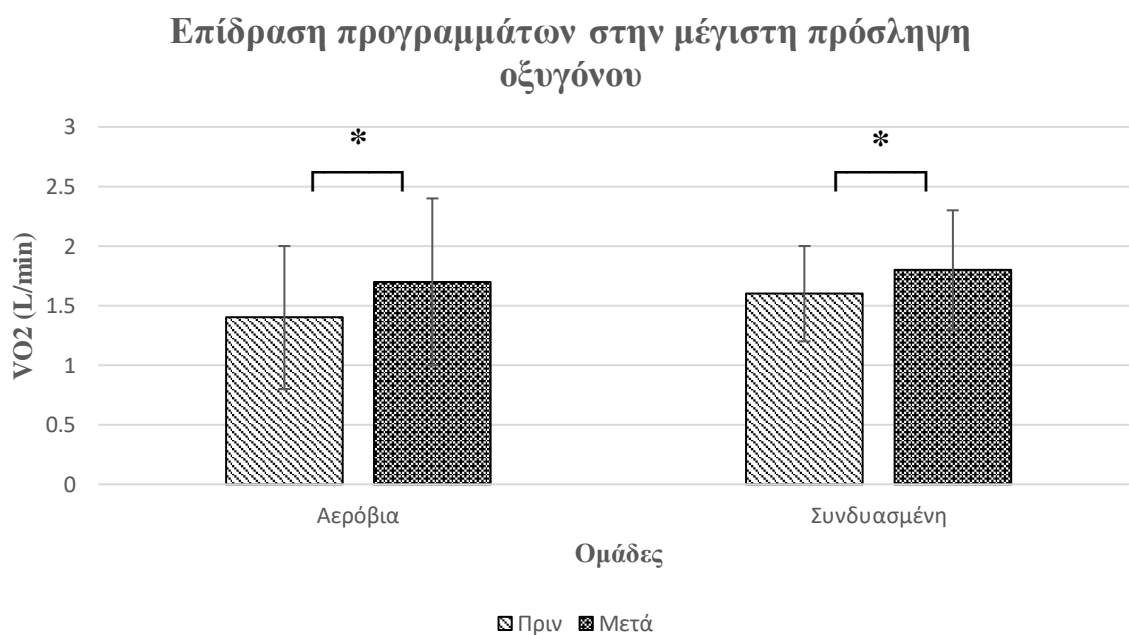
Στους ασθενείς της ομάδας που έκαναν συνδυασμένη άσκηση, βρέθηκε μετά την αποκατάσταση διαφορά στα Watt ( $p \leq 0,001$ ) {πριν:  $119 \pm 30$  / μετά:  $140 \pm 37$ }, στο VO<sub>2</sub>\_L ( $p = 0,005$ ) {πριν:  $1,6 \pm 0,4$  / μετά:  $1,8 \pm 0,5$ }, στο VO<sub>2</sub>\_ml ( $p = 0,029$ ) {πριν:  $18,9 \pm 3,9$  / μετά:  $21,1 \pm 4,1$ }, στο AT ( $p = 0,006$ ) {πριν:  $12,5 \pm 2,5$  / μετά:  $14,1 \pm 2,6$ }, στο VE ( $p = 0,006$ ) {πριν:  $66 \pm 18$  / μετά:  $83 \pm 22$ } και στο BR ( $p \leq 0,001$ ) {πριν:  $49 \pm 10$  / μετά:  $33 \pm 10$ }. Δεν βρέθηκε διαφορά στην κλίση VE/VCO<sub>2</sub> ( $p = 0,086$ ) {πριν:  $33 \pm 8$  / μετά:  $30 \pm 5$ }.

Δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά σε ό,τι αφορά το πρόγραμμα αποκατάστασης (σύγκριση αερόβιας – συνδυασμένης). Πιο συγκεκριμένα, δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στα Watt ( $p \leq 0,225$ ), στο VO<sub>2</sub>\_L ( $p = 0,837$ ), στο VO<sub>2</sub>\_ml ( $p = 0,496$ ), στο AT ( $p = 0,566$ ), στο VE ( $p = 0,726$ ), στο BR ( $p \leq 0,339$ ) και στην κλίση VE/VCO<sub>2</sub> ( $p = 0,990$ ).

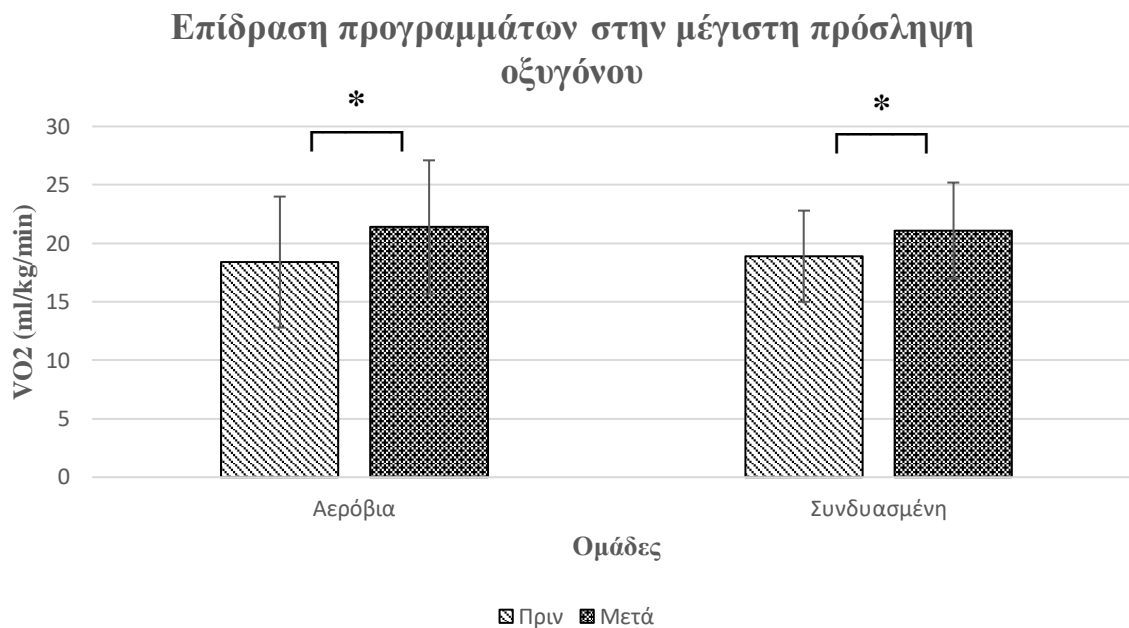




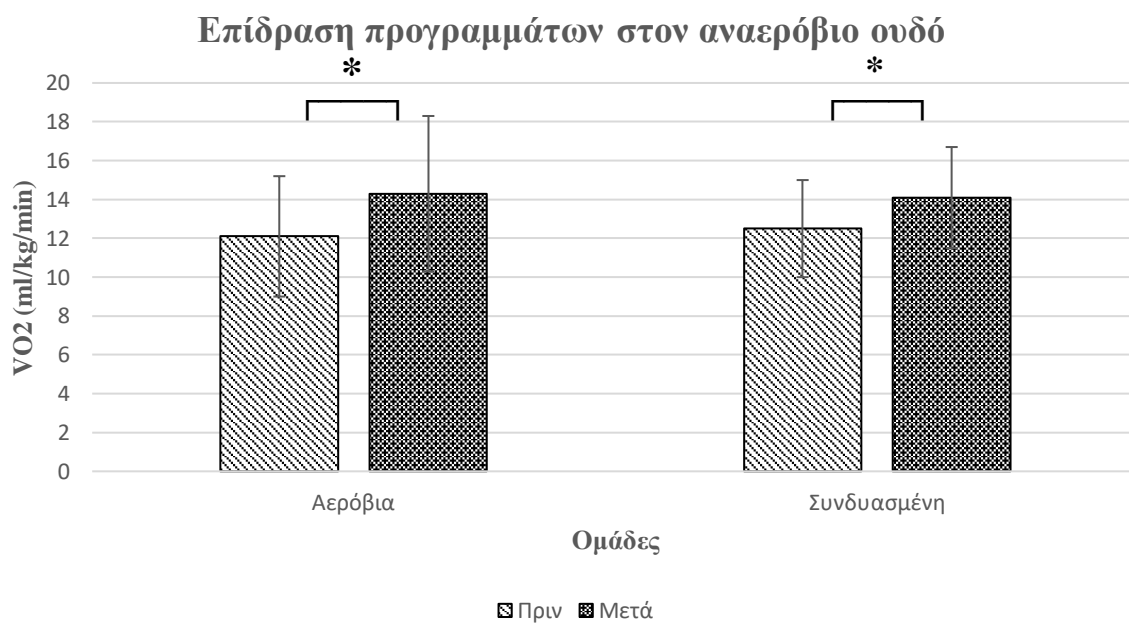
Σχήμα 5: Επίδραση της αερόβιας και της συνδυασμένης άσκησης στην επιτευγμένη μέγιστη ισχύ σε ποδήλατο. (\* Στατιστικά σημαντική διαφορά στις δύο ομάδες)



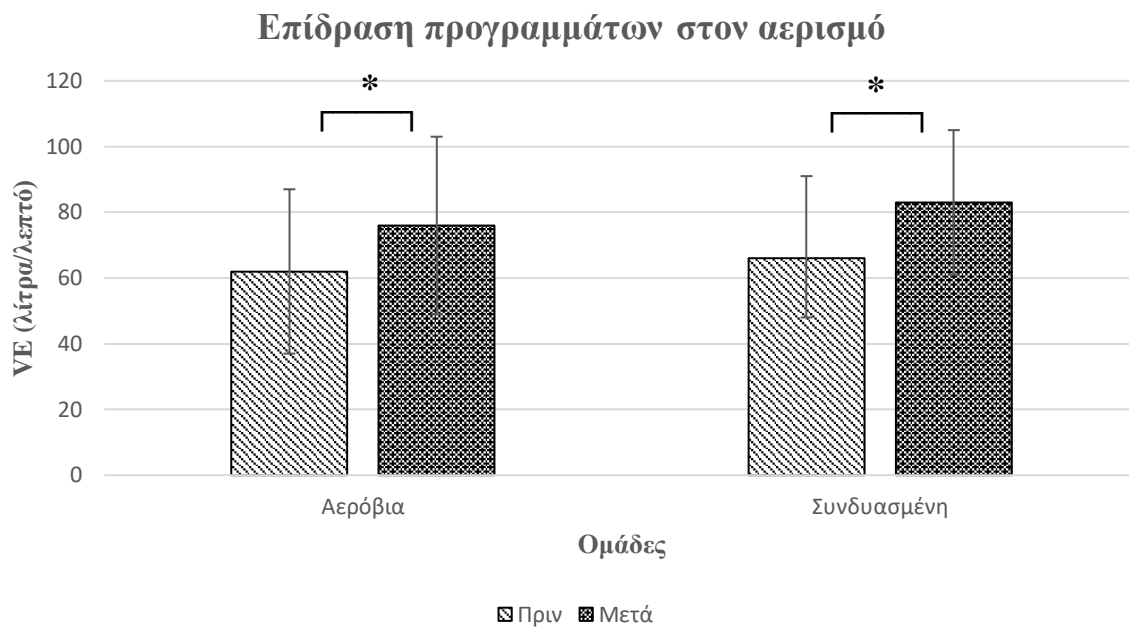
Σχήμα 6: Επίδραση της αερόβιας και της συνδυασμένης άσκησης στην μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (λ/λεπτό). (\* Στατιστικά σημαντική διαφορά στις δύο ομάδες)



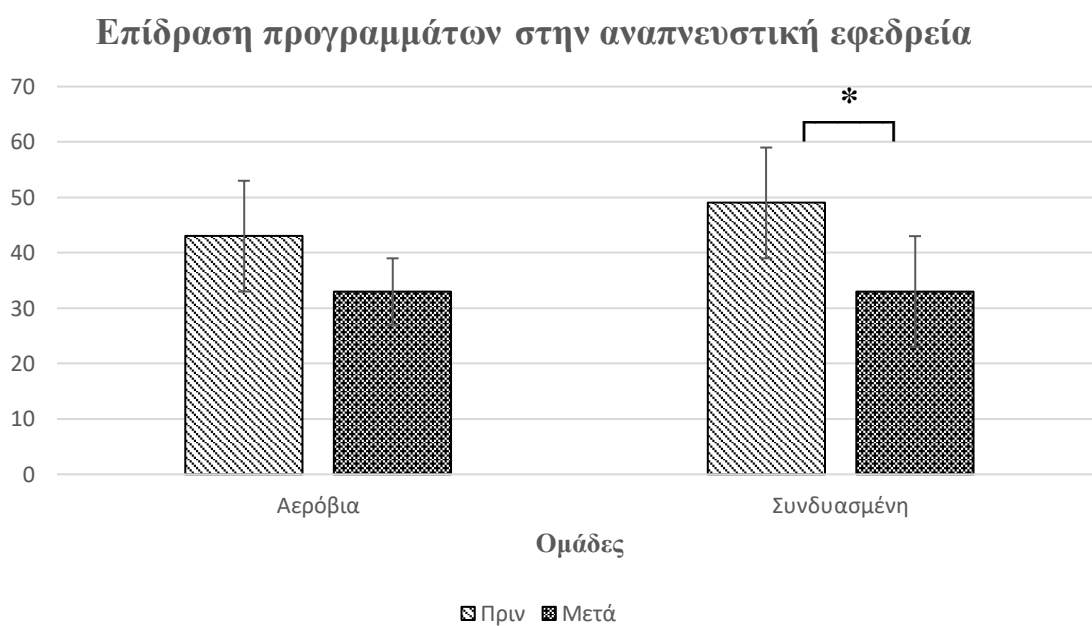
Σχήμα 7: Επίδραση της αερόβιας και της συνδυασμένης άσκησης στην μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (ml/κιλό/λεπτό). (\* Στατιστικά σημαντική διαφορά στην ομάδα)



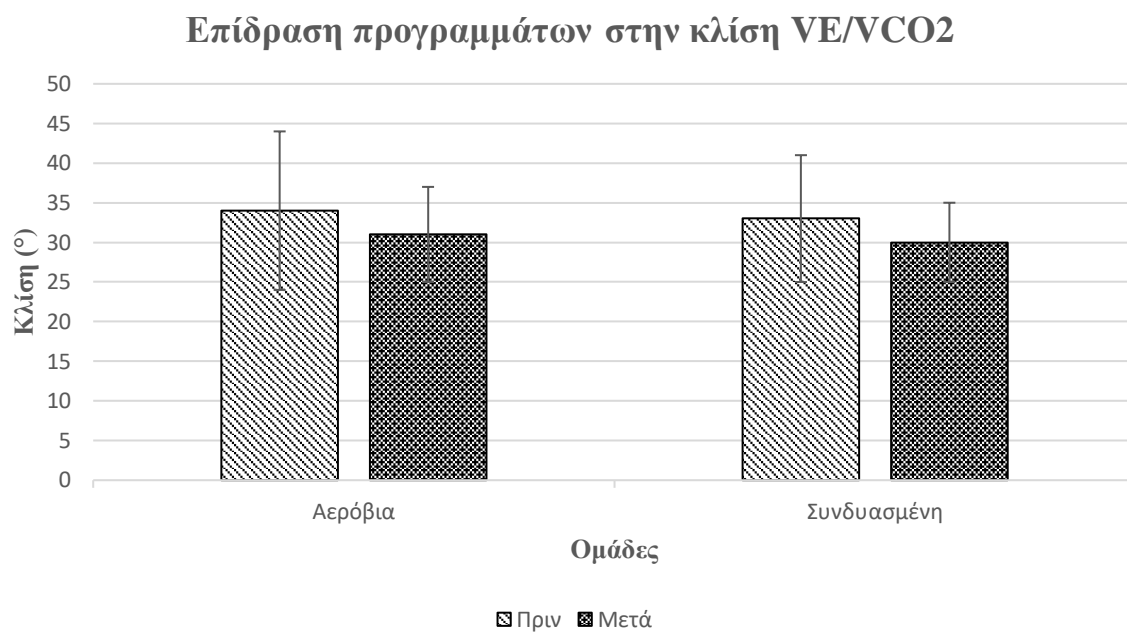
Σχήμα 8: Επίδραση της αερόβιας και της συνδυασμένης άσκησης στο σημείο επίτευξης αναερόβιου ουδού. (\* Στατιστικά σημαντική διαφορά στην ομάδα)



Σχήμα 9: Επίδραση της αερόβιας και της συνδυασμένης άσκησης στον κατά λεπτό αερισμό. (\* Στατιστικά σημαντική διαφορά στην ομάδα).



Σχήμα 10: Επίδραση της αερόβιας και της συνδυασμένης άσκησης στην αναπνευστική εφεδρεία. (\* Στατιστικά σημαντική διαφορά στην ομάδα).



Σχήμα 11: Επίδραση της αερόβιας και της συνδυασμένης άσκησης στην αναπνευστική εφεδρεία.

## 7. Συζήτηση

Η άσκηση επιδρά θετικά στον οργανισμό μέσω διάφορων μηχανισμών. Βελτιώνοντας την ενδοθηλιακή δυσλειτουργία μέσω της άσκησης βελτιώνεται και η αγγειοδιαστολή (32). Επιπλέον, σε ότι αφορά τις φλεγμονές, ενισχύει τα λευκά αιμοσφαίρια της κυκλοφορίας και την λειτουργία των ουδετερόφιλων και των μονοκύτταρων (33). Έτσι μπορούμε να πούμε ότι έχει αντιφλεγμονώδη δράση η οποία βοηθάει σε γρηγορότερη επαναιμάτωση και αγγειακή αντιδραστικότητα (30).

Η άσκηση στοχεύει και στην βελτίωση της ζωής των καρδιοπαθών, μέσω της μυϊκής ενδυνάμωσης, καθώς αντιμετωπίζει την καχεξία [19] αλλά και αυξάνει την δύναμη [21], συνιστώσες που ταλαιπωρούν τους ασθενείς. Όπως επίσης, έχει ερευνηθεί εκτενώς η βελτίωση που επιφέρει ένα πρόγραμμα αερόβιας διαλειμματικής άσκησης, με χαρακτηριστικά παραδείγματα την βελτίωση της διαστολικής δυσλειτουργίας για ασθενείς με διατηρημένο κλάσμα εξώθησης αλλά και την βελτίωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου συγκριτικά με την συνεχή αερόβια άσκηση [32]. Ωστόσο, πλέον γίνεται συζήτηση για συνδυασμό αερόβιας διαλειμματικής άσκησης και μυϊκής ενδυνάμωσης και κατά πόσο αυτός ο συνδυασμός θα συνεχίσει να επιφέρει τις ίδιες βελτιώσεις που επιφέρει κάθε είδος ξεχωριστά. Στην συγκεκριμένη μελέτη φάνηκε ότι μετά από συνδυασμό αερόβιας διαλειμματικής άσκησης με ασκήσεις ενδυνάμωσης υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ως προς την δύναμη των ασθενών. Αντίθετα η αερόβια διαλειμματική άσκηση από μόνη της έδειξε να μην επιφέρει βελτιώσεις στην δύναμη. Παρόμοια αποτελέσματα έδειξε και άλλη μελέτη με βελτίωση της δύναμης όχι όμως περαιτέρω αύξηση μυϊκής μάζας [26].

Από την άλλη στους ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια υπάρχει έκπτωση και στην ποιότητα ζωής στο σύνολο της. Γενικά, η άσκηση φάνηκε να βελτιώνει την ποιότητα ζωής σε όλες τις εκφάνσεις της, γεγονός που ενισχύει και άλλες έρευνες που αναφέρουν βελτίωση στην ποιότητα ζωής [8,23]. Ωστόσο, πιο συγκεκριμένα δεν φάνηκε διαφορά μεταξύ των δύο ειδών άσκησης, που εκτελούσαν οι ασθενείς, όμως υπήρχε μία τάση για σημαντικότητα στην συνδυαστική άσκηση.

Σε όλες τις παραμέτρους που εξετάστηκαν μέσα από την καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης της συγκεκριμένης μελέτης βρέθηκε διαφορά πριν και μετά την άσκηση γενικά. Πιο συγκεκριμένα, το μέγιστο έργο που επιτεύχθηκε

αυξήθηκε μετά από την άσκηση είτε συνολικά είτε ξεχωριστά, χωρίς όμως να υπάρχει διαφορά ανάμεσα στα δύο είδη άσκησης, επιβεβαιώνοντας την αύξηση μέσω διαλειμματικής άσκησης γενικά και σε αντίστοιχη έρευνα [34]. Διαφορές παρατηρήθηκαν και στην μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (ml/L), αύξηση που επιβεβαιώνεται και από πολυκεντρική έρευνα, που έδειξε αύξηση μέγιστης πρόσληψης είτε με διαλειμματική είτε με συνεχή άσκηση [35]. Το σημείο, όπου γίνεται η μετάβαση στον αναερόβιο ουδό, επίσης φάνηκε να βελτιώνεται και στα δύο είδη άσκησης, ενισχύοντας ήδη υπάρχοντα αποτελέσματα [13] χωρίς να υπάρχει διαφορά μεταξύ αυτών. Σε ό,τι αφορά τον αερισμό/λεπτό φάνηκε να βελτιώνεται και στα δύο προγράμματα, αποτέλεσμα που συμφωνεί με ήδη υπάρχουσες αναφορές [35] χωρίς να διαφέρουν όμως οι βελτιώσεις. Η αναπνευστική εφεδρεία βελτιώθηκε μόνο στην αερόβια ομάδα. Τέλος, η κλίση VE/VCO<sub>2</sub> μειώθηκε σημαντικά στο σύνολο των ασθενών μετά την παρέμβαση, χωρίς διαφορά στα προγράμματα. Παρόμοια αποτελέσματα για μείωση της κλίσης γενικά στην άσκηση έχουν αναφερθεί και από άλλους [36].

Έτσι, φαίνεται σημαντική η σημασία της άσκησης σχεδόν σε όλες τις παραμέτρους που αξιολογήθηκαν ανεξαρτήτως προγράμματος, γεγονός ουσιαστικό για τους ασθενείς με χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια. Συγκρίνοντας όμως πρόγραμμα διαλειμματικής άσκησης και συνδυαστικής άσκησης διαλειμματικής και ενδυνάμωσης βλέπουμε υπεροχή της συνδυαστικής στην δύναμη. Στην ποιότητα ζωής δεν φαίνεται διαφορά παρά μόνο μια τάση υπερ της συνδυαστικής. Τέλος, σε ό,τι αφορά τις υπόλοιπες παραμέτρους από την καρδιαναπνευστικής δοκιμασίας κόπωσης δεν φάνηκε διαφορά ανάμεσα στα προγράμματα.

Συνοψίζοντας αυτά τα αποτελέσματα φαίνεται η συνδυαστική να υπερτερεί στην αύξηση της δύναμης και φαίνεται να έχει τις ίδιες προσαρμογές σε άλλες παραμέτρους όπως και η διαλειμματική από μόνη της, δίνοντας την εντύπωση ότι μπορεί να προτιμηθεί για το βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα.

## **8. Περιορισμοί Μελέτης**

Σαφώς ένας μεγαλύτερος αριθμός ασθενών θα ήταν πιο ασφαλής για την εξαγωγή πιο αντιπροσωπευτικών αποτελεσμάτων. Με περισσότερους συμμετέχοντες κάποιες παράμετροι που είχαν τάση για σημαντικότητα μπορεί να εμφάνιζαν ένα στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα.

## **9. Προοπτικές Μελέτης**

Σκοπός της μελέτης ήταν να προσπαθήσει να δώσει επιπλέον πληροφορίες για την αποκατάσταση ασθενών με καρδιακή ανεπάρκεια. Πιο συγκεκριμένα να δείξει ποιο είδος άσκησης θα επιφέρει περισσότερες βελτιώσεις για αυτή την ομάδα ανθρώπων. Ωστόσο, υπάρχει ακόμα δρόμος για να βγουν σαφή συμπεράσματα και πολλές έρευνες που να συγκρίνουν την διαλειμματική και την συνδυαστική άσκηση για να έχουμε μία απάντηση, καθώς είναι ακόμα μικρός ο αριθμός των δεδομένων που έχουμε μέχρι στιγμής.



## **10. Συμπέρασμα**

Με βάση τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης φαίνεται η συνδυαστική να υπερτερεί στην βελτίωση της δύναμης και να έχει μία τάση βελτίωσης και της ποιότητας ζωής των ασθενών. Επίσης, συνεχίζει να βελτιώνει και κάποιες άλλες παραμέτρους όπως και η διαλειμματική από μόνη της. Τέτοιες παράμετροι είναι εξίσου σημαντικό να βελτιωθούν, γιατί είναι δείκτες καρδιοαναπνευστικής υγείας, όπως η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, ο αναερόβιος ουδός, ο αερισμός, η αναπνευστική εφεδρεία αλλά και η κλίση VE/VCO<sub>2</sub>. Με βάση αυτά δίνεται η εντύπωση ότι μπορεί να προτιμηθεί για το βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα σε σχέση με την διαλειμματική από μόνη της. Ωστόσο, περαιτέρω έρευνα πρέπει να διεξαχθεί για να μπορεί να βγει πιο ασφαλές συμπέρασμα για την υπεροχή ή όχι της συνδυαστικής έναντι της διαλειμματικής.

## Βιβλιογραφία

1. Kemp CD, Conte JV. The pathophysiology of heart failure. *Cardiovascular Pathology*. 2012;21(5), 365-371.
2. Cattadori G, Segurini C, Picozzi A, Padeletti L, Anzà C. Exercise and heart failure: an update. *ESC Heart Failure*. 2018;5(2), 222-232.
3. O'Connor CM, Whellan DJ, Wojdyla D, Leifer E, Clare RM, Ellis SJ, et al. Factors related to morbidity and mortality in patients with chronic heart failure with systolic dysfunction: the HF-ACTION predictive risk score model. *Circulation: Heart Failure*. 2012;5(1), 63-71.
4. Lambrinou E, Kalogirou F, Lamnisos D, Middleton N, Sourtzi P, Lemonidou C, et al. Evaluation of the psychometric properties of the Greek version of the Minnesota Living With Heart Failure questionnaire. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 2013;33(4), 229-233.
5. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JG, Coats AJ, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *European heart journal* 2016;37:2129–200.
6. Chrysohoou C, Angelis A, Tsitsinakis G, Spetsioti S, Nasis I, Tsiachris D, et al. Cardiovascular effects of high-intensity interval aerobic training combined with strength exercise in patients with chronic heart failure. A randomized phase III clinical trial. *International Journal of Cardiology*. 2015;179, 269-274.
7. Pandey A, Kitzman DW, Brubaker P, Haykowsky MJ, Morgan T, Becton JT, et al. Response to endurance exercise training in older adults with heart failure with preserved or reduced ejection fraction. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2017;65(8), 1698-1704.
8. Kitzman DW, Brubaker PH, Herrington DM, Morgan TM, Stewart KP, Hundley WG, et al. Effect of endurance exercise training on endothelial function and arterial stiffness in older patients with heart failure and preserved ejection fraction: a randomized, controlled, single-blind trial. *Journal of the American College of Cardiology*. 2013;62(7), 584-592.

9. Dimopoulos S, Anastasiou-Nana M, Sakellariou D, Drakos S, Kapsimalakou S, Maroulidis G, et al. Effects of exercise rehabilitation program on heart rate recovery in patients with chronic heart failure. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*. 2006;13(1), 67-73.
10. Sandri M, Viehmann M, Adams V, Rabald K, Mangner N, Höllriegel R, et al. Chronic heart failure and aging—effects of exercise training on endothelial function and mechanisms of endothelial regeneration: Results from the Leipzig Exercise Intervention in Chronic heart failure and Aging (LEICA) study. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2016;23(4), 349-358.
11. Kulcu DG, Kurtais Y, Tur BS, Gulec S, Seckin B. The effect of cardiac rehabilitation on quality of life, anxiety and depression in patients with congestive heart failure. A randomized controlled trial, short-term results. *Europa Medicophysica*. 2007;43(4), 489-497.
12. Höllriegel R, Beck EB, Linke A, Adams V, Möbius-Winkler S, Mangner N, et al. Anabolic effects of exercise training in patients with advanced chronic heart failure (NYHA IIIb): Impact on ubiquitin–protein ligases expression and skeletal muscle size. *International Journal of Cardiology*. 2013;167(3), 975-980.
13. Wisløff U, Støylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognmo Ø, Haram PM, et al. Superior Cardiovascular Effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation*. 2007;115(24), 3086-3094.
14. Huang YC, Tsai HH, Fu TC, Hsu CC, Wang JS. High-intensity interval training improves left ventricular contractile function. *Medicine Science Sports Exercise*. 2019;51(7), 1420-8.
15. Chou CH, Fu TC, Tsai HH, Hsu CC, Wang CH, Wang JS. High-intensity interval training enhances mitochondrial bioenergetics of platelets in patients with heart failure. *International Journal of Cardiology*. 2019;274, 214-220.
16. Benda NM, Seeger JP, Stevens GG, Hijmans-Kersten BT, van Dijk AP, Bellersen L, et al. Effects of high-intensity interval training versus continuous training on physical fitness, cardiovascular function and quality of life in heart failure patients. *PLoS One*. 2015;10(10), e0141256.

17. Koufaki P, Mercer TH, George KP, Nolan J. Low-volume high-intensity interval training vs continuous aerobic cycling in patients with chronic heart failure: a pragmatic randomised clinical trial of feasibility and effectiveness. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2014;46(4), 348-356.
18. Freyssin C, Verkindt C, Prieur F, Benaich P, Maunier S, Blanc P. Cardiac rehabilitation in chronic heart failure: effect of an 8-week, high-intensity interval training versus continuous training. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2012;93(8), 1359-1364.
19. Karatzanos E, Nanas S. Muscle Strength in Chronic Heart Failure. In: Ferraresi C, Parizotto NA, editors. *Muscle Strength: Development, Assessment and Role in Disease*. New York: Nova Science Publishing Inc; 2013, pp. 177-202.
20. Williams AD, Carey MF, Selig S, Hayes A, Krum H, Patterson J, et al. Circuit resistance training in chronic heart failure improves skeletal muscle mitochondrial ATP production rate—a randomized controlled trial. *Journal of Cardiac Failure*, 2007;13(2), 79-85.
21. Pu CT, Johnson MT, Forman DE, Hausdorff JM, Roubenoff R, Foldvari M, et al. Randomized trial of progressive resistance training to counteract the myopathy of chronic heart failure. *Journal of Applied Physiology*. 2001;90(6), 2341-2350.
22. Maiorana AJ, Naylor LH, Exterkate A, Swart A, Thijssen DH, Lam K, et al. The impact of exercise training on conduit artery wall thickness and remodeling in chronic heart failure patients. *Hypertension*. 2011;57(1), 56-62.
23. Servantes DM, Javaheri S, Kravchychyn ACP, Storti LJ, Almeida DR, de Mello MT, et al. Effects of exercise training and CPAP in patients with heart failure and OSA: a preliminary study. *Chest*. 2018;154(4), 808-817.
24. Degache F, Garet M, Calmels P, Costes F, Bathélémy JC, Roche F. Enhancement of isokinetic muscle strength with a combined training programme in chronic heart failure. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2007;27(4), 225-230.
25. Beckers PJ, Denollet J, Possemiers NM, Wuyts FL, Vrints CJ, Conraads VM. Combined endurance-resistance training vs. endurance training in

- patients with chronic heart failure: a prospective randomized study. *European Heart Journal*. 2008;29(15), 1858-1866.
26. Bouchla A, Karatzanos E, Dimopoulos S, Tasoulis A, Agapitou V, Diakos N, et al. The addition of strength training to aerobic interval training: Effects on muscle strength and body composition in CHF patients. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 2011;31(1), 47-51.
  27. Agapitou V, Tzanis G, Dimopoulos S, Karatzanos E, Karga H, Nanas S. Effect of combined endurance and resistance training on exercise capacity and serum anabolic steroid concentration in patients with chronic heart failure. *Hellenic Journal of Cardiology*. 2018;59(3), 179-181.
  28. Anagnostakou V, Chatzimichail K, Dimopoulos S, Karatzanos E, Papazachou O, Tasoulis A, et al. Effects of interval cycle training with or without strength training on vascular reactivity in heart failure patients. *Journal of Cardiac Failure*. 2011;17(7), 585-591.
  29. Panagopoulou N, Karatzanos E, Dimopoulos S, Tasoulis A, Tachliabouris I, Vakrou S, et al. Exercise training improves characteristics of exercise oscillatory ventilation in chronic heart failure. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2017;24(8), 825-832.
  30. Gerovasili V, Drakos S, Kravari M, Malliaras K, Karatzanos E, Dimopoulos S, et al. Physical exercise improves the peripheral microcirculation of patients with chronic heart failure. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 2009;29(6), 385-391.
  31. Hansen, J. E., Sue, D. Y., & Wasserman, K. (1984). Predicted values for clinical exercise testing. *American Review of Respiratory Disease*, 129(2P2), S49-S55.
  32. Angadi, S. S., Mookadam, F., Lee, C. D., Tucker, W. J., Haykowsky, M. J., & Gaesser, G. A. (2015). High-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous exercise training in heart failure with preserved ejection fraction: a pilot study. *Journal of Applied Physiology*, 119(6), 753-758.
  33. Pedralli, M. L., Marschner, R. A., Kollet, D. P., Neto, S. G., Eibel, B., Tanaka, H., & Lehnen, A. M. (2020). Different exercise training modalities produce similar endothelial function improvements in individuals with

- prehypertension or hypertension: A randomized clinical trial. *Scientific reports*, 10(1), 1-9.
34. Adamopoulos, S., Parissis, J., Kroupis, C., Georgiadis, M., Karatzas, D., Karavolias, G., ... & Kremastinos, D. T. (2001). Physical training reduces peripheral markers of inflammation in patients with chronic heart failure. *European heart journal*, 22(9), 791-797.
  35. Ellingsen, Ø., Halle, M., Conraads, V., Støylen, A., Dalen, H., Delagardelle, C., ... & Linke, A. (2017). High-intensity interval training in patients with heart failure with reduced ejection fraction. *Circulation*, 135(9), 839-849.
  36. Fu, T. C., Wang, C. H., Lin, P. S., Hsu, C. C., Cherng, W. J., Huang, S. C., ... & Wang, J. S. (2013). Aerobic interval training improves oxygen uptake efficiency by enhancing cerebral and muscular hemodynamics in patients with heart failure. *International journal of cardiology*, 167(1), 41-50.

## **Υπεύθηνη Δήλωση Συγγραφέα**

Δηλώνω υπεύθυνα ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν1599/1986, η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος «Κλινική Εργοσπιρομετρία, Άσκηση, Προηγμένη Τεχνολογία και Αποκατάσταση» της Ιατρικής Σχολής του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας και προσωπικά δεδομένα τρίτων με βάση την κείμενη νομοθεσία. Δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, αναπαραγωγής και αναδημοσίευσης. Τέλος, οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές πληρώντας όλους τους κανόνες της επιστημονικής συγγραφής, ηθικής και δεοντολογίας.

