



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΣΤΗΝ
ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΑΣΚΗΣΗ ΣΕ ΕΝΗΛΙΚΕΣ ΜΕ ΚΥΣΤΙΚΗ
ΙΝΩΣΗ»**

Νικόλαος Αναστασόπουλος

Μεταπτυχιακή Διατριβή

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ»

ΛΑΦΝΗ 2017

Copyright

Αναστασόπουλος Νικόλαος

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντίστασης 41, Δάφνη 17237

ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ
& ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

ΤΟΜΕΑΣ
ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ & ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Εθνικής Αντιστάσεως 41, Δάφνη 17237, Αθήνα Ελλάδα
Τηλ: 210 727 6039, Fax: 210 727 6028
e-mail: gradbio@phed.uoa.gr

ΠΡΑΚΤΙΚΟ

ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Του Νικολάου Αναστασόπουλου

Η τριμελής εξεταστική επιτροπή, που ορίστηκε από τη Γ.Σ.Ε.Σ. της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών στη συνεδρία της 10/11/2016 για την κρίση και αξιολόγηση της μεταπτυχιακής διατριβής του κ. **Νικολάου Αναστασόπουλου** με τίτλο: «*Επίδραση διαφορετικών τύπων προπόνησης στην ικανότητα για άσκηση σε ενήλικες με Κυστική Ίνωση*» αποτελούμενη από τους κ.κ. **Ι. Βογιατζή** Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών (επιβλέπων), **Ν. Κουλούρη** Καθηγητή της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών, **Ε. Σκορδίλη** Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, εκλήθησαν σήμερα 10/3/2017 ημέρα Παρασκευή και ώρα 13:00 ύστερα από επίσημη έγγραφη πρόσκληση στο Αμφιθέατρο Ε.Παυλίνη του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, προκειμένου να κρίνουν και αξιολογήσουν την παραπάνω διατριβή.

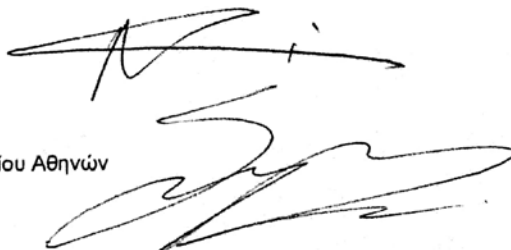
Μετά από διεξοδική συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των μελών της εξεταστικής επιτροπής κατέληξαν ότι η κρίνόμενη διατριβή πληροί όλους τους όρους εκπόνησής της, είναι πρωτότυπη και προάγει την επιστημονική γνώση και ως εκ τούτου κρίνεται αποδεκτή και εγκρίνεται.

Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής:

Ι. Βογιατζής, Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών

Ν. Κουλούρης, Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών

Ε. Σκορδίλης, Αναπληρωτής Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη συντονιστική επιτροπή του ΠΜΣ «Βιολογία της Άσκησης» της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού Αθηνών, τον διευθυντή του προγράμματος, τους καθηγητές μου και την συντονιστική επιτροπή που μου παρείχαν την δυνατότητα να πραγματοποιήσω τις μεταπτυχιακές μου σπουδές. Για την διεκπεραίωση της παρούσας διατριβής με βοήθησαν και με κατεύθυναν σημαντικοί επιστήμονες της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού και της Ιατρικής Σχολής Αθηνών.

Εν συνεχεία, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της παρούσης διατριβής Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Ιωάννη Βογιατζή για την στήριξη του και την πολύτιμη βοήθεια του στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας, καθώς επίσης και για τη στήριξη του όλα αυτά τα χρόνια που πέρασαν από την ημέρα που αποφάσισα να συνεργαστώ μαζί του.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Νικόλαο Γ. Κουλούρη, διευθυντή στην Α΄ Πανεπιστημιακή Πνευμονολογική Κλινική στο νοσοκομείο Σωτηρία για τις πολύτιμες συμβουλές του και την καθοδήγηση του στην πορεία των μετρήσεων μου. Επίσης, γιατί μου έδωσε την δυνατότητα να πραγματοποιήσω τις ερευνητικές και πειραματικές διεργασίες στην Α΄ Πανεπιστημιακή Πνευμονολογική Κλινική στο νοσοκομείο Σωτηρία.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στους συνεργάτες και συμφοιτητές μου Σταυρούλα Σπετσιώτη, Ζαφείρη Λούβαρη, Μαρούλα Βασιλοπούλου, Νικόλαο Χυνκιάμη και Ιωάννη Ορφανό από το εργαστήριο, για την πολύτιμη βοήθεια τους στην πραγματοποίηση των μετρήσεων της παρούσας εργασίας. Όπως επίσης και το ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό της Α΄ Πανεπιστημιακής Πνευμονολογικής Κλινικής του νοσοκομείου Σωτηρία.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω μέσα από την καρδιά μου τους γονείς μου Χρήστο και Κυριακή για την στήριξη που μου δίνουν σε κάθε μου απόφαση, καθώς και συμφοιτητές από το πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών της ΣΕΦΑΑ, φίλους και γνωστούς.

*“Σὰ βγεῖς στὸν πηγαιμὸ γιὰ τὴν Ἰθάκη,
νὰ εὕχῃσαι ν᾿αἶναι μακρὺς ὁ δρόμος,
γεμάτος περιπέτειες, γεμάτος γνώσεις.”*

-Κωνσταντῖνος Καβάφης-

Νικόλαος Αναστασόπουλος, Αθήνα 2017

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κυστική ίνωση είναι μία γενετική ασθένεια που επηρεάζει κυρίως το αναπνευστικό και το γαστρεντερικό σύστημα. Το πρόγραμμα αναπνευστικής αποκατάστασης έχει πολλαπλά οφέλη για τους ασθενείς με κυστική ίνωση αναφορικά με την ικανότητα για άσκηση, με αναπνευστικές και μυϊκές προσαρμογές, με την ποιότητας ζωής και με την καθημερινή σωματική δραστηριότητα. Μέχρι σήμερα ελάχιστες εργασίες έχουν διερευνήσει την επίδραση της διαλειμματικής προπόνησης στην ικανότητα για άσκηση σε ασθενείς με κυστική ίνωση και καμία που να συγκρίνει διαφορετικούς τύπους προπόνησης (υψηλής εντάσεως διαλειμματική πρόπονηση και προπόνηση υπομέγιστης έντασης σταθερού φορτίου). Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε με σκοπό να διερευνήσει εάν η υψηλής έντασης διαλειμματική προπόνηση βελτιώνει εξίσου την ικανότητα για άσκηση συγκριτικά με την προπόνηση υπομέγιστης έντασης σταθερού φορτίου στους ενήλικες με κυστική ίνωση. Συνολικά συμμετείχαν 24 ενήλικες με κυστική ίνωση που κατανεμήθηκαν σε 2 ομάδες: ομάδα Α (διαλειμματικής προπόνησης, $n=12$) και ομάδα Β (συνεχόμενης προπόνησης, $n=12$). Στη διαλειμματική προπόνηση η περίοδος άσκησης αντιστοιχούσε στο 100% της μέγιστης ικανότητας έργου για 30" και ακολουθούσε περίοδος ενεργητικής αποκατάστασης στο 40% της μέγιστης ικανότητας έργου για 30" συνολικής διάρκειας 30 λεπτών, 3 φορές/εβδομάδα. Η συνεχόμενη προπόνηση αντιστοιχούσε σε ένταση 70% της μέγιστης ικανότητας έργου συνολικά για 30 λεπτά, 3 φορές/εβδομάδα. Επιπλέον και οι δύο ομάδες πραγματοποίησαν κοινή προπόνηση αντιστάσεων 60-70% 1 RM, 3-5 σειρές 10-12 επαναλήψεις για άνω και κάτω άκρα, 3 φορές/εβδομάδα. Η διάρκεια του προγράμματος αναπνευστικής αποκατάστασης διήρκεσε 12 εβδομάδες και για τις δύο ομάδες άσκησης. Όλοι οι ασθενείς

υποβλήθηκαν σε εργοσπιρομετρικό έλεγχο, πλήρη αναπνευστικό έλεγχο, αξιολόγηση μυϊκής δύναμης, εξάλεπτη δοκιμασία βάδισης, αξιολόγηση σωματικής σύστασης, αξιολόγηση καθημερινής σωματικής δραστηριότητας και αξιολόγηση της ποιότητας ζωής με ερωτηματολόγια. Οι δύο ομάδες προπόνησης βελτίωσαν εξίσου σημαντικά το κορυφαίο παραγόμενο έργο στο κυκλοεργόμετρο (πριν: 89 ± 18 watt, μετά: 108 ± 19 watt) για την ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης και (πριν: 93 ± 15 watt, μετά: 109 ± 18 watt) για την ομάδα της συνεχόμενης προπόνησης. Επιπλέον αυξήθηκε εξίσου σημαντικά η κορυφαία πρόσληψη οξυγόνου (πριν: 24.1 ± 3.8 ml/kg/min, μετά: 26.9 ± 3.9 ml/kg/min) για την ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης και (πριν: 23.3 ± 2.6 ml/kg/min, μετά: 25.7 ± 2.9 ml/kg/min) για την ομάδα της συνεχούς προπόνησης. Αναφορικά με την καρδιαγγειακή απόκριση, οι δύο ομάδες άσκησης αύξησαν εξίσου σημαντικά την κορυφαία καρδιακή παροχή. Συγκεκριμένα η καρδιακή παροχή αυξήθηκε (πριν: 9.8 ± 0.8 λίτρα, μετά: 10.4 ± 0.6 λίτρα) για την ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης και (πριν: 11.2 ± 0.6 λίτρα, μετά: 12.4 ± 1.1 λίτρα) για την ομάδα της συνεχόμενης προπόνησης. Επίσης παρατηρήθηκε πως η ομάδα της διαλειμματικής άσκησης ακούνταν με λιγότερη δύσπνοια και μικρότερο αποκορεσμό της αιμοσφαιρίνης καθ' όλη την διάρκεια του προγράμματος αποκατάστασης. Συμπερασματικά, η ικανότητα για άσκηση βελτιώθηκε εξίσου σημαντικά και για τις δύο ομάδες άσκησης (διαλειμματική-συνεχόμενη). Τέλος η διαλειμματική άσκηση είναι μία εναλλακτική μορφή άσκησης εξίσου αποτελεσματική με την συνεχόμενη άσκηση, αλλά περισσότερο ανεκτή καθώς δεν επιτρέπει μεγάλη αύξηση στην ένταση της δύσπνοιας και περισσότερο ασφαλής καθώς διατηρεί σε υψηλότερα επίπεδα τον κορεσμό της αιμοσφαιρίνης συγκριτικά με την συνεχόμενη άσκηση σε ενήλικες με κυστική ίνωση.

ABSTRACT

Cystic fibrosis is a genetic disease that primarily affects the respiratory and gastrointestinal system. The respiratory rehabilitation program has multiple benefits for patients with cystic fibrosis in terms of exercise capacity, with respiratory and muscle adjustments, with quality of life and daily physical activity. To date, little work has explored the effect of interval training on exercise capacity in patients with cystic fibrosis and none comparing different types of training (high intensity interval training and sub-maximal steady load training). This work was conducted to investigate whether high-intensity interval training equally improves exercise capacity compared to sub-maximal steady load training in adults with cystic fibrosis. A total of 24 cystic fibrosis adults were divided into 2 groups: group A (interval training, n = 12) and group B (continuous training, n = 12). In the interval training the exercise period was 100% of the maximum exercise capacity for 30 " and was followed by an active rest period of 40% of the maximum exercise capacity for 30", in total for 30 minutes, 3 times per week. Continuous training corresponded to a 70% intensity of the maximum exercise capacity in total for 30 minutes, 3 times / week. In addition, both groups performed 60-70% of 1 repetition maximum, 3-5 rows of 10-12 repeats for upper and lower limbs, 3 times / week. The duration of the respiratory rehabilitation program lasted 12 weeks for both training groups. All patients underwent cardio-pulmonary exercise test, full respiratory functional test, muscle strength assessment, six-minute walking test, body composition assessment, daily physical activity assessment, and questionnaire quality of life assessment. The two training groups also significantly improved the peak work rate in the cyclometer (pre: 89 ± 18 watts, post: 108 ± 19 watts) for the interval training group and (pre: 93 ± 15 watts, post: 109 ± 18

watts) team of continuous training. In addition, peak oxygen uptake (pre: 24.1 ± 3.8 ml / kg / min, post: 26.9 ± 3.9 ml / kg / min) was also significantly increased for the interval training group and (pre: 23.3 ± 2.6 ml / kg / min, post: 25.7 ± 2.9 ml / kg / min) for the continuous training group. With regard to the cardiovascular response, the two exercise groups have equally increased the peak cardiac output. Specifically, cardiac output increased (pre: 9.8 ± 0.8 liters, post: 10.4 ± 0.6 liters) for the interval training group and (pre: 11.2 ± 0.6 liters, post: 12.4 ± 1.1 liters) for the continuous training group. It was also observed that the group of interval training exercised with less dyspnoea and less desaturation of hemoglobin throughout the rehabilitation program. In conclusion, exercise capacity was equally improved for both exercise groups (interval-continuous). Finally, interval training is an alternative form of exercise that is effective with continuous training but more tolerable as it does not allow for a large increase in dyspnoea and more secure as it keeps saturating hemoglobin at higher levels compared to continuous training in adults with cystic fibrosis.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΚΦΡΑΣΗ ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΩΝ.....	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iv
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	xii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	xiv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	xv
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	xvi
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ 1
1.1. Εισαγωγή	σελ 1
1.2. Σημασία της έρευνας	σελ 2
1.3. Ορισμός και διατύπωση του ερευνητικού προβλήματος	σελ 3
1.4. Διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων	σελ 3
1.4.1. Ερευνητικά ερωτήματα	σελ 3
1.4.2. Μεταβλητές	σελ 3
1.4.2.1. Ανεξάρτητες μεταβλητές	σελ 3
1.4.2.2. Εξαρτημένες μεταβλητές	σελ 3
1.4.3. Ερευνητικές και στατιστικές υποθέσεις	σελ 3
1.5. Οριοθετήσεις και περιορισμοί	σελ 4
1.5.1. Οριοθετήσεις	σελ 4
1.5.2. Περιορισμοί	σελ 4
1.6. Σκοπός της μελέτης	σελ 4
1.7. Διευκρίνιση όρων	σελ 4
1.8. Συντομογραφίες	σελ 5
2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	σελ 7
2.1. Περιοριστικοί μηχανισμοί στην ικανότητα για άσκηση	σελ 7
2.1.1 Δυναμική Πνευμονική Υπερδιάταση	σελ 7
2.1.2 Μυϊκή δυσλειτουργία	σελ 7
2.2. Οφέλη της άσκησης	σελ 8
2.2.1. Καρδιοαναπνευστικά, μυϊκά και μεταβολικά οφέλη	σελ 8
2.2.2. Διαλειμματική προπόνηση	σελ 10

3. ΜΕΘΟΔΟΣ	σελ 13
3.1. Επίδραση διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης και προπόνησης υπομέγιστης έντασης σταθερού φορτίου στην ικανότητα για άσκηση σε ενήλικες με κυστική ίνωση	σελ 13
3.1.1. Δοκιμαζόμενοι	σελ 13
3.1.2. Όργανα μετρήσεων	σελ 13
3.1.2.1. Έλεγχος της αναπνευστικής λειτουργίας	σελ 13
3.1.2.2. Αξιολόγηση δύναμης άνω και κάτω άκρων, σωματικής σύστασης και ποιότητα ζωής	σελ 13
3.1.2.3. Αναπνευστικές και μεταβολικές μετρήσεις	σελ 13
3.1.2.4 Αξιολόγηση του βαθμού της δυναμικής πνευμονικής υπερδιάτασης κατά τη διάρκεια της ηρεμίας και της άσκησης	σελ 15
3.2.1.5. Καταγραφή καθημερινής σωματικής δραστηριότητας	σελ 15
3.1.3. Καταγραφή της καρδιαγγειακής απόκρισης	σελ 18
3.1.3.1. Καταγραφή της καρδιακής παροχής με τη μέθοδο της ηλεκτρικής βιο-αγωγιμότητας	σελ 18
3.2. Πειραματικές διαδικασίες	σελ 20
3.2.1. Προετοιμασία ασθενών με κυστική ίνωση	σελ 20
3.2.2. Μέγιστη καρδιοαναπνευστική δοκιμασία προοδευτικά αυξανόμενου έργου μέχρι εξάντλησης (CPET)	σελ 21
3.2.3. Εξάλεπτη δοκιμασία βάδισης (6MWT)	σελ 22
3.3. Πρόγραμμα άσκησης	σελ 23
3.4. Στατιστική ανάλυση	σελ 24
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	σελ 27
4.1. Η επίδραση του προγράμματος αναπνευστικής αποκατάστασης στην ικανότητα για άσκηση σε ενήλικες με κυστική ίνωση	σελ 27
4.1.1. Ανθρωπομετρικά και αναπνευστικά χαρακτηριστικά	σελ 27
4.1.2. Αερόβια και λειτουργική ικανότητα των ενηλίκων με κυστική ίνωση	σελ 27

4.1.3. Αναπνευστική λειτουργία στους ενήλικες με κυστική ίνωση	σελ 30
4.1.4. Καρδιαγγειακή απόκριση στην μέγιστη καρδιοαναπνευστική δοκιμασία άσκησης στους ενήλικες με κυστική ίνωση	σελ 31
4.1.5. Δύναμη και αντοχή άνω και κάτω άκρων των ενηλίκων με κυστική ίνωση	σελ 32
4.1.6. Δείκτης μάζας σώματος, σωματικό βάρος και άλιπη σωματική μάζα στους ενήλικες με κυστική ίνωση	σελ 35
4.1.7. Ποιότητα ζωής στους ενήλικες με κυστική ίνωση	σελ 36
4.1.8. Καθημερινή σωματική δραστηριότητα στους ενήλικες με κυστική ίνωση	σελ 37
4.1.9. Αποκορεσμός της αιμοσφαιρίνης, δύσπνοια και μυϊκή κόπωση μεταξύ των δύο προπονητικών προγραμμάτων	σελ 38

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ σελ 41

5.1. Η επίδραση της αναπνευστικής αποκατάστασης στην ικανότητα για άσκηση σε ενήλικες με κυστική ίνωση	σελ 41
5.1.1. Το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης	σελ 41
5.1.2. Επίδραση του προγράμματος της αναπνευστικής αποκατάστασης στην αερόβια και λειτουργική ικανότητα των ενηλίκων με κυστική ίνωση	σελ 41
5.1.3. Επίδραση του προγράμματος της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιαγγειακή λειτουργία των ενηλίκων με κυστική ίνωση	σελ 43
5.1.4. Επίδραση του προγράμματος αναπνευστικής αποκατάστασης στην αναπνευστική λειτουργία σε ενήλικες με κυστική ίνωση	σελ 43
5.1.5. Επίδραση του προγράμματος στην μυϊκή δύναμη των άνω και κάτω άκρων σε ενήλικες με κυστική ίνωση	σελ 44

5.1.6. Επίδραση του προγράμματος αναπνευστικής αποκατάστασης στην σωματική δομή των ενήλικων με κυστική ίνωση	σελ 44
5.1.7. Επίδραση του προγράμματος αναπνευστικής αποκατάστασης στην ποιότητα ζωής των ενήλικων με κυστική ίνωση	σελ 45
5.1.8. Επίδραση του προγράμματος αναπνευστικής αποκατάστασης στην καθημερινή σωματική δραστηριότητα των ενήλικων με κυστική ίνωση	σελ 46
5.1.9. Δύσπνοια, κόπωση και κορεσμός της αιμοσφαιρίνης μεταξύ διαλειμματικής και συνεχόμενης προπόνησης κατά την διάρκεια του προγράμματος	σελ 46
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	σελ 49
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ 51

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

- Σχήμα 3.2.1.1.** Πρωτόκολλο διαλειμματικής προπόνησης (30 λεπτά). σελ 24
- Σχήμα 3.2.1.2.** Πρωτόκολλο συνεχούς προπόνησης (30 λεπτά). σελ 24
- Σχήμα 4.1.2.1.** Το κορυφαίο παραγόμενο έργο πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης. σελ 29
- Σχήμα 4.1.2.2.** Η κορυφαία πρόσληψη οξυγόνου πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης. σελ 29
- Σχήμα 4.1.2.3.** Η εξάλεπτη δοκιμασία βάδισης πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης. σελ 30
- Σχήμα 4.1.4.1.** Η κορυφαία καρδιακή παροχή πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης. σελ 32
- Σχήμα 4.1.4.2.** Ο κορυφαίος όγκος παλμού πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης. σελ 32
- Σχήμα 4.1.5.1.** Η δύναμη τετρακέφαλου μυός πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης. σελ 33
- Σχήμα 4.1.5.2.** Η αντοχή του τετρακέφαλου μυός πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε

ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης. σελ 34

Σχήμα 4.1.5.3. Η δύναμη του δεξιού βραχίονα πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης. σελ 34

Σχήμα 4.1.6.1. Ο δείκτης μάζας σώματος πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης. σελ 35

Σχήμα 4.1.6.2. Η σωματική δομή πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης. σελ 36

Σχήμα 4.1.9.1. Ο κορεσμός της αιμοσφαιρίνης των δύο προπονητικών ομάδων για κάθε εβδομάδα του προγράμματος αποκατάστασης μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης. σελ 39

Σχήμα 4.1.9.2. Η δύσπνοια στην προσαρμοσμένη κλίμακα Borg για κάθε εβδομάδα του προγράμματος αποκατάστασης μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης. σελ 39

Σχήμα 4.1.9.3. Η κόπωση στην προσαρμοσμένη κλίμακα Borg για κάθε εβδομάδα του προγράμματος αποκατάστασης μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης. σελ 40

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1.1.1. Οι τιμές των σωματομετρικών και αναπνευστικών χαρακτηριστικών κατά την έναρξη του προγράμματος αποκατάστασης, των ενηλίκων με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης. σελ 28

Πίνακας 4.1.3.1. Η αναπνευστική λειτουργία των ενηλίκων με κυστική ίνωση πριν και μετά το πρόγραμμα αποκατάστασης μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης. σελ 31

Πίνακας 4.1.7.1. Τα αποτελέσματα της ποιότητας ζωής με βάση τα ερωτηματολόγια για την κυστική ίνωση (CFQ-R +14) μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης πριν και μετά το πρόγραμμα αποκατάστασης. σελ 37

Πίνακας 4.1.8.1. Τα αποτελέσματα της καθημερινής σωματικής δραστηριότητας των ενηλίκων με κυστική ίνωση, μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης πριν και μετά το πρόγραμμα αποκατάστασης. σελ 38

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.1.2.3.1. Καρδιοαναπνευστική δοκιμασία άσκησης σε ενήλικα με κυστική ίνωση. σελ 14

Εικόνα 3.2.1.5.1. Χαρακτηριστικά Δραστηριογράφου (Armband Sensewear). σελ 17

Εικόνα 3.1.3.1.1. Η ενδεδειγμένη τοποθέτηση των 6 ηλεκτροδίων της συσκευής της βιο-ηλεκτρικής αγωγιμότητας Physio Flow, (enduro, PF-07). σελ 20

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

AT: Αναερόβιο κατώφλι

ANOVA: Ανάλυση διακύμανσης

BIA: Μέθοδος ηλεκτρικής βιο-αγωγιμότητας

COPD/ΧΑΠ: Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια

ΔΑΠ: Διαστολική αρτηριακή πίεση (mmHg)

ΔΜΣ: Δείκτης μάζας σώματος

ΔΠΥ: Δυναμική πνευμονική υπερδιάταση

Δύσπνοια (Borg): υποκειμενική αντίληψη της δύσπνοιας με την τροποποιημένη κλίμακα Borg (1-10)

CFQ-R: Ερωτηματολόγια ποιότητας ζωής για ασθενείς με κυστική ίνωση

CPET: Καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης

DL_{CO}: Διαχυτική ικανότητα

ECG: Ηλεκτροκαρδιογράφημα

EELV: τελοεκπνευστικός πνευμονικός όγκος (λίτρα)

f: αναπνευστική συχνότητα (αναπνοές / λεπτό)

FEV₁: Βιαίως εκπνεόμενος όγκος αέρα στο 1ο δευτερόλεπτο

FEV₁%pred: Βιαίως εκπνεόμενος όγκος αέρα στο 1^ο δευτερόλεπτο (% της προβλεπόμενης τιμής)

FVC: Βίαιη ζωτική χωρητικότητα (λίτρα)

FVC%pred: Βίαη ζωτική χωρητικότητα (% της προβλεπόμενης τιμής)

FEV1/FVC%: Ποσοστιαία αναλογία βίαιου εκπνεόμενου όγκου αέρα στο 1^ο δευτερόλεπτο προς τη βίαη ζωτική χωρητικότητα

FRC: Λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα (λίτρα)

IC: Εισπνευστική χωρητικότητα (λίτρα)

ΚΣ: Καρδιακή συχνότητα (παλμοί / λεπτό)

Κόπωση (Borg): υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης των ποδιών με την τροποποιημένη κλίμακα Borg (1-10)

ΜΑΠ: Μέση αρτηριακή πίεση (mmHg)

ΜΚΣ: Μέγιστη καρδιακή συχνότητα

MIP (cmH₂O): Μέγιστη εισπνευστική πίεση

MEP (cmH₂O) : Μέγιστη εκπνευστική πίεση

O₂: Οξυγόνο

O₂pulse: Ο λόγος της κατανάλωσης οξυγόνου προς την καρδιακή συχνότητα

RR: Αναπνευστικό πηλίκo

RV: Υπολειπόμενος όγκος αέρα (λίτρα)

SV: Όγκος παλμού

SaO₂%: Κορεσμός του αρτηριακού αίματος σε οξυγόνο (%)

ΣΑΠ: Συστολική αρτηριακή πίεση (mmHg)

SpO₂%: Κορεσμός του αρτηριακού αίματος σε οξυγόνο

TLC: Ολική πνευμονική χωρητικότητα

WRpeak: Μέγιστο παραγόμενο έργο (Watts)

VCO₂: Διοξείδιο του άνθρακα

VE: Πνευμονικός αερισμός

VO₂: Πρόσληψη οξυγόνου (λίτρα/ λεπτό ή ml / kg / λεπτό)

VE/VO₂: Αναπνευστικό ισοδύναμο του προσλαμβανόμενου οξυγόνου

VE/VCO₂: Αναπνευστικό ισοδύναμο του αποβαλλόμενου διοξειδίου του άνθρακα

VT: Αναπνεόμενος όγκος

6MWT: Εξάλεπτη δοκιμασία βάδισης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Εισαγωγή

Η κυστική ίνωση είναι μια γενετική ασθένεια, που προκαλείται από μία μετάλλαξη ενός γονιδίου του χρωμοσώματος επτά. Το γονίδιο αυτό κωδικοποιεί μια πρωτεΐνη ρυθμιστή της διαμεμβρανικής αγωγιμότητας (CFTR), το οποίο λειτουργεί ως δίκτυο μεταφοράς χλωρίου. Μεταλλάξεις στο CFTR προκαλούν μη φυσιολογική συγκέντρωση ιόντων χλωρίου σε όλη την εξωτερική μεμβράνη των επιθηλιακών κυττάρων, κυρίως στους αεραγωγούς του πνεύμονα και στο πάγκρεας (O'Sullivan *et al.*, 2009). Κατά συνέπεια, ασθενείς με κυστική ίνωση παρουσιάζουν προοδευτική μείωση στην πνευμονική τους λειτουργία καθώς και στη λειτουργία του πεπτικού τους συστήματος (Saiman, 2004). Το μεταλλαγμένο γονίδιο που ευθύνεται για τη κυστική ίνωση ταυτοποιήθηκε το 1989 (Riordan *et al.*, 1989), ωστόσο μέχρι σήμερα δεν έχει βρεθεί θεραπεία για την ασθένεια. Στην Ελλάδα ο αριθμός των ασθενών με κυστική ίνωση υπολογίζεται περίπου στους 700. Κάθε εβδομάδα γεννιέται ένα μωρό με τη συγκεκριμένη ασθένεια, ενώ περίπου 500.000 είναι φορείς αυτού του γονιδίου στην Ελλάδα. Το μέσο προσδόκιμο ζωής για έναν ασθενή με κυστική ίνωση στην Ελλάδα είναι τα 30-40 έτη.

Ασθενείς με κυστική ίνωση παράγουν βλέννα στους πνεύμονες, η οποία προκαλεί απόφραξη των μικρών αεραγωγών. Η βλέννα που παράγεται προκαλεί βακτηριακές λοιμώξεις, με αποτέλεσμα τις χρόνιες φλεγμονώδεις αλλοιώσεις των βρογχιολίων. Ένα χαρακτηριστικό των ασθενών με

κυστική ίνωση είναι η μειωμένη ικανότητα για άσκηση, η οποία σχετίζεται με τη βαρύτητα της νόσου. Συγκριτικά με υγιή πληθυσμό, οι ασθενείς με κυστική ίνωση παρουσιάζουν μειωμένη μυϊκή μάζα, δύναμη, αερόβια και αναερόβια ικανότητα (Troosters *et al.*, 2009).

Οι πρώτες μελέτες για τις επιδράσεις της άσκησης σε ασθενείς με κυστική ίνωση ξεκίνησαν στις αρχές της δεκαετίας του 1970 από τον Godfrey και τους συνεργάτες του, οι οποίοι μελέτησαν τις φυσιολογικές αποκρίσεις και απέδειξαν πως ο φυσιολογικός νεκρός χώρος αυξάνεται όσο αυξάνεται η βαρύτητα της νόσου. Επομένως, η ζωτική χωρητικότητα (VC) είναι μειωμένη, περιορίζοντας τον αναπνεόμενο όγκο (VT), γεγονός που οδηγεί σε υψηλότερο αερισμό (VE) για ένα δεδομένο έργο (Cotes *et al.*, 1979). Οι Keens και συνεργάτες (1977) και οι Zach και συνεργάτες (1981) έδειξαν πως η άσκηση βελτιώνει τον αερισμό και βοηθά στην απόχρεμψη της βλέννας αντίστοιχα, σε ασθενείς με κυστική ίνωση.

Νεότερες μελέτες έχουν δείξει τη σημαντικότητα της άσκησης τόσο στην ποιότητα ζωής (Moorcroft *et al.*, 2004), όσο και στο βαθμό θνησιμότητας σε ασθενείς με κυστική ίνωση. Οι Nixon και συνεργάτες (1995) και οι Pianosi και συνεργάτες (2005) απέδειξαν ότι η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO₂peak) καθώς και ο βαθμός μείωσης της, είναι ισχυροί δείκτες επιβίωσης σε ασθενείς με κυστική ίνωση. Επιπλέον, έρευνες έχουν δείξει πως μετά από ένα πρόγραμμα αναπνευστικής αποκατάστασης υπάρχουν σημαντικά οφέλη σε αναπνευστικές παραμέτρους, όπως είναι ο βίαια εκπνεόμενος όγκος αέρα το πρώτο δευτερόλεπτο (FEV₁) και η βίαιη ζωτική χωρητικότητα (FVC), οι

οποίοι είναι οι σημαντικότεροι δείκτες αναπνευστικής λειτουργίας (Cerny *et al.*, 1989;Schneiderman-Walker *et al.*, 2000;Selvadurai *et al.*, 2002 Kriemler *et al.*, 2013). Επίσης, υπάρχουν ευρήματα που καταδεικνύουν μικρότερο ρυθμό μείωσης της πνευμονικής λειτουργίας σε ασθενείς με κυστική ίνωση μετά την ολοκλήρωση ενός προγράμματος αναπνευστικής αποκατάστασης (Bradley & Moran, 2008; Hebestreit *et al.*, 2010). Αναφορικά με τη μυϊκή δύναμη, το δείκτη μάζας σώματος και τη μυϊκή μάζα, μελέτες έχουν δείξει πως με την άσκηση οι ασθενείς με κυστική ίνωση έχουν σημαντική βελτίωση σε αυτές τις παραμέτρους (Selvadurai *et al.*, 2002; Klijn *et al.*, 2004).

Είναι φανερό λοιπόν πως η άσκηση προσφέρει σημαντικά οφέλη στην υγεία των ασθενών με κυστική ίνωση. Ωστόσο λόγω της πνευμονικής δυσλειτουργίας, οι συγκεκριμένοι ασθενείς αντιμετωπίζουν δυσκολίες κατά την άσκηση. Ο χαμηλός κορεσμός της αιμοσφαιρίνης δεν επιτρέπει στους ασθενείς με κυστική ίνωση να ασκηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα σε υψηλή ένταση με συνεχόμενο ρυθμό. (Hulzebos *et al.*, 2011; Gruber *et al.* 2014).

Σε άλλες κατηγορίες πνευμονοπαθών (π.χ ΧΑΠ) η διαλειμματική άσκηση επιφέρει μικρότερο βαθμό υποξυγοναιμίας και αισθήματος δύσπνοιας (Vogiatzis *et al.* 2002,2004). Επομένως ο τύπος της διαλειμματικής προπόνησης που επιτρέπει πολύ υψηλά ερεθίσματα στους περιφερικούς μύες με χαμηλό αίσθημα δύσπνοιας και μέτριο αποκορεσμό της αιμοσφαιρίνης, πιθανόν να είναι ο καταλληλότερος και για τους ασθενείς με κυστική ίνωση.

Οι Gruber και συνεργάτες (2014), πρότειναν ως εναλλακτική μορφή άσκησης, τη διαλειμματική προπόνηση που πιθανόν να επιτρέπει σε ασθενείς με κυστική ίνωση να ασκηθούν εντατικά χωρίς σημαντικό αποκορεσμό (μειωμένη διαχυτική ικανότητα DL_{CO}) και έντονο αίσθημα δύσπνοιας (Gruber *et al.*, 2014). Οι εναλλακτικές μέχρι σήμερα μελέτες που διερεύνησαν την αποτελεσματικότητα της διαλειμματικής άσκησης σε ασθενείς με κυστική ίνωση (Hulzebos *et al.*, 2011) δε συγκρίνουν τα οφέλη της διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης και της άσκησης με σταθερό φορτίο.

1.2. Σημασία της έρευνας

Δεν έχει μελετηθεί αν η υψηλής έντασης διαλειμματική προπόνηση είναι αποτελεσματικότερη αναφορικά με τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας συγκριτικά με την προπόνηση υπομέγιστης έντασης σταθερού φορτίου σε ενήλικες με κυστική ίνωση.

Έτσι η σημασία της παρούσας μελέτης έγκειται στη διερεύνηση της επίδρασης που επιφέρει ένα πρόγραμμα αναπνευστικής αποκατάστασης που περιλαμβάνει υψηλής έντασης διαλειμματική προπόνηση συγκριτικά με ένα πρόγραμμα που περιλαμβάνει άσκηση υπομέγιστης έντασης σταθερού φορτίου, αναφορικά με την ικανότητα για άσκηση σε ενήλικες με κυστική ίνωση.

Αν αποδειχτεί πως η υψηλής έντασης διαλειμματική προπόνηση είναι αποτελεσματικότερη όσον αφορά τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας σε ασθενείς με κυστική ίνωση, τότε θα ήταν ωφέλιμο το συγκεκριμένο είδος προπόνησης να εφαρμόζεται σε αυτούς

τους ασθενείς προκειμένου να επιτυγχάνονται τα μέγιστα δυνατά οφέλη.

1.3. Ορισμός και διατύπωση του ερευνητικού προβλήματος

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει την επίδραση που έχει η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης συγκριτικά με την προπόνηση σταθερού φορτίου υπομέγιστης έντασης, στην αερόβια ικανότητα και την ικανότητα για άσκηση σε ενήλικες με κυστική ίνωση.

1. Διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων

1.4.1. Ερευνητικά ερωτήματα

Το ερευνητικό ερώτημα που τίθεται στο πλαίσιο αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής είναι εάν η διαλειμματική προπόνηση είναι όσο αποτελεσματική όσο και η συνεχόμενη προπόνηση αναφορικά με την βελτίωση της αερόβιας ικανότητας σε ενήλικες ασθενείς με κυστική ίνωση.

1.4.2. Μεταβλητές

1.4.2.1. Ανεξάρτητες μεταβλητές

Ως ανεξάρτητες μεταβλητές της παρούσας έρευνας ορίστηκαν:

- 1) Η υψηλής έντασης διαλειμματική προπόνηση
- 2) Η υπομέγιστης έντασης σταθερού φορτίου προπόνηση

1.4.2.2. Εξαρτημένες μεταβλητές

Ως εξαρτημένες μεταβλητές της παρούσας έρευνας ορίστηκαν:

- 1) Το κορυφαίο παραγόμενο έργο στο κυκλοεργόμετρο.
- 2) Η συνολική διανυόμενη απόσταση κατά την εξάλεπτη δοκιμασία βάρδιας

- 3) Η παράμετρος ανταλλαγής των αναπνευστικών αερίων όπως η πρόσληψη οξυγόνου ($\dot{V}O_2$).
- 4) Ο βαθμός της υποκειμενικής αντίληψης της δύσπνοιας και της κόπωσης των ενηλίκων με κυστική ίνωση τόσο κατά τη μέγιστη όσο και κατά την υπομέγιστη δοκιμασία άσκησης.
- 5) Το ποσοστό του κορεσμού του αρτηριακού αίματος ($SpO_2\%$) στην υπομέγιστη άσκηση.
- 6) Οι παράμετροι της αναπνευστικής λειτουργίας (FEV_1 , FVC, DL_{CO} , RV, TLC)
- 7) Το ποσοστό του κορεσμού του αρτηριακού αίματος ($SpO_2\%$) στη μέγιστη και υπομέγιστη.
- 8) Η δύναμη και αντοχή άνω και κάτω άκρων.
- 9) Οι αιμοδυναμικές παράμετροι, όπως η καρδιακή παροχή (CO) και ο όγκος παλμού (SV).
- 10) Οι παράμετροι των ερωτηματολογίων της ποιότητας ζωής των ενηλίκων με κυστική ίνωση.
- 11) Οι παράμετροι της καθημερινής σωματικής δραστηριότητας (βήματα, ένταση, χρόνος δραστηριότητας).

1.4.3. Ερευνητικές και στατιστικές υποθέσεις

Με βάση τον ορισμό του ερευνητικού προβλήματος, ο πειραματικός σχεδιασμός της έρευνας θα απορρίψει ή θα επιβεβαιώσει την παρακάτω ερευνητική υπόθεση:

1) Καθώς η διαλειμματική άσκηση επιτρέπει την εφαρμογή ερεθισμάτων υψηλής έντασης στους περιφερικούς μύες με χαμηλό αίσθημα δύσπνοιας και χαμηλό αποκορεσμό του αρτηριακού οξυγόνου, αναμένεται ότι η διαλειμματική προπόνηση θα είναι

εξίσου αποδοτική στη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας συγκριτικά με την συνεχόμενη προπόνηση όταν το συνολικό προπονητικό φορτίο των δύο τύπων προπόνησης είναι ισοδύναμο.

1.5. Οριοθετήσεις και περιορισμοί

1.5.1.Οριοθετήσεις

Για να διεξαχθεί η έρευνα και τα ευρήματα της να είναι έγκυρα και αξιόπιστα τέθηκαν οι ακόλουθες οριοθετήσεις:

- 1) Οι δοκιμαζόμενοι ήταν ενήλικες με κυστική ίνωση και οι δύο ομάδες προπόνησης (συνεχή-διαλειμματική) δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο βίαια εκπνεόμενο όγκο αέρα το πρώτο δευτερόλεπτο (FEV₁) και στο μέγιστο παραγόμενο έργο (WRpeak) πριν την εισαγωγή τους στο πρόγραμμα αποκατάστασης.
- 2) Οι δοκιμαζόμενοι έπρεπε να κατανοήσουν και να ακολουθήσουν τις οδηγίες που τους δόθηκαν, τόσο πριν τη διεξαγωγή των μετρήσεων, όσο και κατά τη διάρκεια αυτών.
- 3) Επίσης υπέγραψαν το έγγραφο συγκατάθεσης πριν τη συμμετοχή τους στο πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης.
- 4) Οι ασθενείς ήταν κλινικά σταθεροποιημένοι αναφορικά με τη νόσο της κυστικής ίνωσης (να μην βρίσκονται δηλαδή σε παρόξυνση), βρίσκονταν σε βέλτιστη φαρμακευτική αγωγή, δεν είχαν νευρολογικά, καρδιολογικά ή ορθοπεδικά προβλήματα, σοβαρές καρδιακές αρρυθμίες και τέλος παθολογικά ευρήματα που πιθανόν να τους εμποδίζουν να

συμμετέχουν στις ερευνητικές δοκιμασίες.

- 5) Η εγκυρότητα και αξιοπιστία των οργάνων μέτρησης ήταν υψηλή και το πιθανό σφάλμα μέτρησης περιορίστηκε στο επιθυμητό σημείο. Η εγκυρότητα και η αξιοπιστία των οργάνων μέτρησης εξασφαλίστηκε μέσω των κατάλληλων βαθμονομήσεων σύμφωνα με τον εκάστοτε κατασκευαστή και ελέγχθηκε στο εργαστήριο προσδιορίζοντας παράλληλα το πιθανό σφάλμα μέτρησης.

1.5.2. Περιορισμοί της έρευνας

Ως περιορισμοί της παρούσας έρευνας αναφέρονται:

- α) Ο σχετικά περιορισμένος αριθμός ασθενών ανά ομάδα, καθώς οι ασθενείς αυτοί εμποδίζονται λόγω των συμπτωμάτων τους να παρακολουθούν ανελλιπώς το πρόγραμμα αποκατάστασης.

1.6. Σκοποί μελέτης

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι:

- 1) Να διερευνηθεί εάν κάποιο από τα δύο διαφορετικά προγράμματα προπόνησης (διαλειμματική ή σταθερού φορτίου) θα βελτιώσει περισσότερο την ικανότητα για άσκηση των ενηλίκων ασθενών με κυστική ίνωση.

1.7. Διευκρίνηση όρων

Εξάλεπτη δοκιμασία βάρδιας (6MWT):

Η εξάλεπτη δοκιμασία βάρδιας είναι μια χρήσιμη δοκιμασία για την αξιολόγηση της λειτουργικής ικανότητας, μέσα από την καλυπτόμενη απόσταση που βαδίζει ο δοκιμαζόμενος για 6 λεπτά και

απευθύνεται τόσο σε ασθενείς διαφόρων παθήσεων, όσο και σε υγιείς.

Κυστική ίνωση

Είναι μια γονιδιακή πολυοργανική ασθένεια με χαρακτηριστικό την παραγωγή παχύρρευστης κολλώδους βλέννης η οποία αποφράσσει τους πόρους των αδένων με συνέπεια την προοδευτική καταστροφή του ιστού των οργάνων (πνεύμονες και πάγκρεας) και την τελική ανεπάρκειά τους.

1.8. Συντομογραφίες

Η ερμηνεία και τα σύμβολα των παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν και μελετήθηκαν παρατίθενται στη συνέχεια:

ΑΤ: Αναερόβιο κατώφλι

ANOVA: Ανάλυση διακύμανσης

BIA: Μέθοδος ηλεκτρικής βιο-αγωγιμότητας

COPD/ΧΑΠ: Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια

ΔΑΠ: Διαστολική αρτηριακή πίεση (mmHg)

ΔΜΣ: Δείκτης μάζας σώματος

ΔΠΥ: Δυναμική πνευμονική υπερδιάταση

Δύσπνοια (Borg): υποκειμενική αντίληψη της δύσπνοιας με την τροποποιημένη κλίμακα Borg (1-10)

CFQ-R: Ερωτηματολόγιο ποιότητας ζωής για ασθενείς με κυστική ίνωση

CPET: Καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης

DLco: Διαχυτική ικανότητα

ECG: Ηλεκτροκαρδιογράφημα

EELV: τελοεκπνευστικός πνευμονικός όγκος (λίτρα)

f: αναπνευστική συχνότητα (αναπνοές / λεπτό)

FEV₁: Βιαίως εκπνεόμενος όγκος αέρα στο 1ο δευτερόλεπτο

FEV₁%pred: Βιαίως εκπνεόμενος όγκος αέρα στο 1^ο

δευτερόλεπτο (% της προβλεπόμενης τιμής)

FVC: Βίαιη ζωτική χωρητικότητα (λίτρα)

FVC%pred: Βίαιη ζωτική χωρητικότητα (% της προβλεπόμενης τιμής)

FEV₁/FVC%: Ποσοστιαία αναλογία βίαιου εκπνεόμενου όγκου αέρα στο 1^ο δευτερόλεπτο προς τη βίαιη ζωτική χωρητικότητα

FRC: Λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα (λίτρα)

IC: Εισπνευστική χωρητικότητα (λίτρα)

ΚΣ: Καρδιακή συχνότητα (παλμοί / λεπτό)

Κόπωση (Borg): υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης των ποδιών με την τροποποιημένη κλίμακα Borg (1-10)

ΜΑΠ: Μέση αρτηριακή πίεση (mmHg)

ΜΚΣ: Μέγιστη καρδιακή συχνότητα

MIP (cmH₂O): Μέγιστη εισπνευστική πίεση

MEP (cmH₂O) : Μέγιστη εκπνευστική πίεση

O₂: Οξυγόνο

O₂pulse: Ο λόγος της κατανάλωσης οξυγόνου προς την καρδιακή συχνότητα

RR: Αναπνευστικό ρηλίκιο

RV: Υπολειπόμενος όγκος αέρα (λίτρα)

SV: Όγκος παλμού

SaO₂%: Κορεσμός του αρτηριακού αίματος σε οξυγόνο (%)

ΣΑΠ: Συστολική αρτηριακή πίεση (mmHg)

SpO₂%: Κορεσμός του αρτηριακού αίματος σε οξυγόνο

TLC: Ολική πνευμονική χωρητικότητα

WRpeak: Μέγιστο παραγόμενο έργο (Watts)

VCO₂: Διοξείδιο του άνθρακα

VE: Πνευμονικός αερισμός

VO₂: Πρόσληψη οξυγόνου
(λίτρα/ λεπτό ή ml / kg / λεπτό)

VE/VO₂: Αναπνευστικό
ισοδύναμο του προσλαμβανόμενου
οξυγόνου

VE/VCO₂: Αναπνευστικό
ισοδύναμο του αποβαλλόμενου
διοξειδίου του άνθρακα

VT: Αναπνεόμενος όγκος

6MWT: Εξάλεπτη δοκιμασία
βάδισης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. Περιοριστικοί μηχανισμοί στην ικανότητα για άσκηση

2.1.1. Δυναμική πνευμονική υπερδιάταση

Ασθενείς με κυστική ίνωση εμφανίζουν μειωμένη ικανότητα μεταφοράς οξυγόνου και ανταλλαγής αερίων στους ιστούς (Moser *et al.*, 2000). Ένας από τους σημαντικότερους μηχανισμούς που περιορίζουν την ικανότητα για άσκηση σε ασθενείς με χρόνιες πνευμονοπάθειες, είναι ο περιορισμός της εκπνευστικής ροής. Αυτός ο περιορισμός οφείλεται κυρίως στη μόνιμη καταστροφή των αεραγωγών με αποτέλεσμα την αύξηση της αντίστασης του αέρα και εξαρτάται από τον βαθμό απόφραξης (O'Donnell *et al.*, 2001a).

Η αυξημένη δύσπνοια σε ασθενείς με χρόνιες πνευμονοπάθειες εξαρτάται από τη δυσλειτουργία νευρομυϊκών παραγόντων του αναπνευστικού συστήματος. Γενικότερα σε ασθενείς με χρόνιες πνευμονοπάθειες, η δυναμική πνευμονική υπερδιάταση θεωρείται επίσης ένας από τους σημαντικότερους περιορισμούς στην ικανότητα για άσκηση (O'Donnell *et al.*, 2008) και έχει αναφερθεί ότι προκαλεί σημαντική δύσπνοια (O'Donnell *et al.*, 2006). Σχετικά με τη δυναμική πνευμονική υπερδιάταση σε ασθενείς με κυστική ίνωση, οι Stevens, και συνεργάτες (2013) αναφέρουν πως σχετίζεται με τη σοβαρότητα της πνευμονικής τους λειτουργίας και με την ικανότητα για άσκηση.

Ωστόσο οι μελέτες με δυναμική πνευμονική υπερδιάταση σε ασθενείς

με κυστική ίνωση είναι ελάχιστες, λόγω του μικρού αριθμού ασθενών. Κατά την άσκηση ασθενείς που εμφανίζουν περιορισμό της εκπνευστικής ροής, παγιδεύουν αέρα στους πνεύμονες με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο τελοεκπνευστικός όγκος αέρα και να μειώνεται η ικανότητα για έργο.

Κατά την άσκηση, κυρίως σε ασθενείς με σοβαρό βαθμό απόφραξης αυξάνεται η ΔΠΥ, που έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη παραγωγή έργου στους αναπνευστικούς μύες και την εμφάνιση σοβαρής δύσπνοιας. Η αύξηση του τελο-εκπνεόμενου όγκου σε ασθενείς με χρόνιες πνευμονοπάθειες οδηγεί στην αύξηση του ρυθμού αναπνοής, ώστε να καλυφθούν οι απαιτήσεις της άσκησης, με αποτέλεσμα τον περιορισμό της αύξησης του αερισμού και μείωση της $\dot{V}O_{2max}$. Ασθενείς με κυστική ίνωση και γενικά ασθενείς με χρόνιες πνευμονοπάθειες μετρίου ή μικρού βαθμού σοβαρότητας της νόσου εμφανίζουν περιορισμένη ικανότητα για άσκηση εξαιτίας της έντονης κόπωσης των περιφερικών μυών.

2.1.2. Μυϊκή δυσλειτουργία

Όπως αναφέρθηκε μεγάλο ποσοστό ασθενών εμφανίζει περιορισμένη ικανότητα για άσκηση λόγω αυξημένης κόπωσης των περιφερικών μυών. Σύμφωνα με τους Dodd, και συνεργάτες (2006), σε ασθενείς με κυστική ίνωση με μέτριου βαθμού αναπνευστική λειτουργία, οι περιοριστικοί παράγοντες για τη μέγιστη ικανότητα για άσκηση δεν είναι μόνο αναπνευστικής αιτιολογίας, αλλά και μυϊκής κόπωσης των περιφερικών μυών.

Σε ασθενείς με χρόνιες πνευμονοπάθειες έχει αποδειχθεί πως το ποσοστό των μυϊκών ινών τύπου I, οι οποίες είναι οξειδωτικές και

ανθεκτικές στην κόπωση, μειώνεται (Booth *et al.*, 1983). Έτσι με τη μείωση των οξειδωτικών μυϊκών ινών η ικανότητα χρήσης οξυγόνου από τους μύες μειώνεται και οι ασθενείς οδηγούνται σε πρόωρη μυϊκή κόπωση κυρίως σε ασκήσεις με αυξημένη ένταση.

Σε μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε παιδιά με κυστική ίνωση έχει βρεθεί πως η μυϊκή δυσλειτουργία συμβάλει στη μείωση της ικανότητας για άσκηση (DeMeer *et al.*, 1999; Moser *et al.*, 2000). Η συστηματική φλεγμονή, το οξειδωτικό στρες (Wood *et al.*, 2001), η διατροφική ανισορροπία και οι διαταραχές ηλεκτρολυτών (Gupta *et al.*, 2007) συμβάλλουν στην αδυναμία των σκελετικών μυών να παράγουν έργο. Επίσης ένας ακόμη παράγοντας που συμβάλει στη μυϊκή αδυναμία και στη μειωμένη ικανότητα για άσκηση είναι η έλλειψη φυσικής δραστηριότητας (Troosters *et al.*, 2009). Μελέτες σε ασθενείς με κυστική ίνωση έδειξαν ότι η αυξημένη καθημερινή σωματική δραστηριότητα σχετίζεται με χαμηλότερα ποσοστά νοσηρότητας (Booth *et al.*, 2000), χαμηλότερα επίπεδα οστεοπόρωσης (Boyle *et al.*, 2006) και μικρότερη αντίσταση στην ινσουλίνη.

2.2. Οφέλη της άσκησης

2.2.1. Καρδιοαναπνευστικά, μυϊκά και μεταβολικά οφέλη

Αρκετές μελέτες έχουν αποδείξει τα οφέλη της αναπνευστικής αποκατάστασης σε ασθενείς με χρόνιες πνευμονοπάθειες. Ωστόσο οι μελέτες που έχουν ασχοληθεί με την άσκηση σε ασθενείς με κυστική ίνωση είναι περιορισμένες. Ένα σημαντικό εύρημα από τους (Nixon *et al.*, 1992) ήταν η υψηλή συσχέτιση της αερόβιας ικανότητας (VO_{2max}) με το βαθμό θνησιμότητας σε ασθενείς με κυστική

ίνωση. Αναλυτικότερα η συγκεκριμένη μελέτη διήρκεσε 8 χρόνια και συμμετείχαν 109 άτομα ηλικίας από 7-35 χρόνων. Τα ευρήματα από αυτή την έρευνα έδειξαν πως από τους ασθενείς με $VO_{2max} > 81\%$ της προβλεπόμενης τιμής, επιβίωσε το 85% μετά από 8 χρόνια. Μικρότερο βαθμό επιβίωσης, της τάξης του 55% είχαν ασθενείς με VO_{2max} : 59-81% της προβλεπόμενης τιμής, ενώ μόνο το 30% των ασθενών επιβίωσε με $VO_{2max} < 59\%$. Αυτό πρακτικά μας δείχνει τη σημαντικότητα της αερόβιας προπόνησης σε ασθενείς με κυστική ίνωση.

Μία μελέτη των Cerny, και συνεργατών (1989) έδειξε τη σημαντικότητα της ένταξης της άσκησης σε πρόγραμμα αναπνευστικής αποκατάστασης σε ασθενείς με κυστική ίνωση. Η συγκεκριμένη μελέτη διεξήχθη ενδονοσοκομειακά κατά την ενδοφλέβια αντιβιοτική θεραπεία των ασθενών όπου διήρκεσε δύο εβδομάδες και έλαβαν μέρος 17 έφηβοι με κυστική ίνωση. Στη μελέτη οι ασθενείς χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, στη μία ομάδα πραγματοποίησαν αναπνευστική φυσικοθεραπεία τρεις φορές τη μέρα και στην άλλη ομάδα πραγματοποίησαν μία φορά την ημέρα φυσικοθεραπεία και δύο άσκηση. Τα αποτελέσματα στις αναπνευστικές παραμέτρους ήταν εξίσου θετικά και στις δύο ομάδες καθώς αυξήθηκε σημαντικά το FEV_1 , το FRC και το FEF. Επί προσθέτως οι ασθενείς αύξησαν τη μέγιστη καρδιακή συχνότητα καθώς και το μέγιστο παραγόμενο έργο στη μέγιστη δοκιμασία κόπωσης.

Οι Schneiderman-Walker, και συνεργάτες (2000) ήθελαν να δείξουν τα οφέλη ενός τριετούς προγράμματος άσκησης από το σπίτι στην πνευμονική λειτουργία και στην ικανότητα για

άσκηση σε ασθενείς με κυστική ίνωση. Στη μελέτη συμμετείχαν 72 ασθενείς με κυστική ίνωση ηλικίας από 7-19 χρόνων, οι οποίοι χωρίστηκαν σε δύο ισάριθμες ομάδες, την ομάδα άσκησης και την ομάδα ελέγχου. Η ομάδα άσκησης έκανε μία αερόβια δραστηριότητα, ανάλογα με την προτίμηση του κάθε ασθενή, τρεις φορές την εβδομάδα σε ένταση 70-80% της ΜΚΣ για 20-30 λεπτά, ενώ η ομάδα ελέγχου ακολουθούσε το καθημερινό της πρόγραμμα. Τα αποτελέσματα της μελέτης ήταν εξαιρετικά καθώς ο ρυθμός μείωσης της πνευμονικής λειτουργίας (FEV₁&FVC) μειώθηκε σημαντικά σε σχέση με την ομάδα ελέγχου και επίσης η άσκηση στο σπίτι έδειξε ότι προσαρμόζεται στις απαιτήσεις των ασθενών καθώς είχαν πολύ καλή συμμόρφωση με το πρόγραμμα.

Μία σημαντική μελέτη για τις επιδράσεις της αερόβιας άσκησης και της προπόνησης αντιστάσεων στην αναπνευστική, μυϊκή και μεταβολική λειτουργία ασθενών με κυστική ίνωση έγινε από τους Selvadurai, και συνεργάτες (2002). Στη συγκεκριμένη μελέτη έλαβαν μέρος 49 παιδιά με κυστική ίνωση ηλικίας από 8-16 κατά την εισαγωγή τους στο νοσοκομείο λόγω λοίμωξης. Τα παιδιά στη μελέτη χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες, την ομάδα αερόβιας άσκησης, την ομάδα προπόνησης αντιστάσεων και την ομάδα ελέγχου όπου οι συμμετέχοντες πραγματοποιούσαν μόνο αναπνευστική φυσιοθεραπεία. Η ομάδα της αερόβιας προπόνησης ασκούσαν πέντε φορές την εβδομάδα για 30 λεπτά σε ένταση 70% της ΜΚΣ. Η ομάδα της προπόνησης των αντιστάσεων ασκούσαν πέντε φορές την εβδομάδα στο 70% της μίας μέγιστης επανάληψης (1RM), με το πρόγραμμα να περιλαμβάνει 5 σειρές και 10

επανάληψεις για κάθε άσκηση. Τα αποτελέσματα της μελέτης ήταν εξαιρετικά καθώς και οι δύο ομάδες προπόνησης βελτίωσαν σημαντικά την FEV₁&FVC καθώς επίσης και τη VO₂max, το δείκτη μάζας σώματος, την καθημερινή σωματική δραστηριότητα και τη δύναμη άνω και κάτω άκρων σε σχέση με την ομάδα ελέγχου.

Σύμφωνα με τον ερευνητή η βελτίωση της πνευμονικής λειτουργίας από την αερόβια προπόνηση επήλθε λόγω των δονήσεων του σώματος, οι οποίες μαζί με τον αυξημένο αερισμό διευκόλυναν τον καθαρισμό των αεραγωγών, με ταυτόχρονη αναστολή του επιθηλιακού διαύλου νατρίου του αναπνευστικού συστήματος που οδηγεί σε αύξηση του νερού στον πνεύμονα κατά τη διάρκεια της άσκησης, διευκολύνοντας με τον τρόπο αυτό την απόχρεμψη βλέννας. Επιπλέον αναφέρει πως η προπόνηση αντιστάσεων βελτίωσε την πνευμονική λειτουργία λόγω της εκγύμνασης των αναπνευστικών μυών και της ανόρθωσης του θώρακα που οδηγεί σε άνοιγμα του λειτουργικού αναπνευστικού χώρου.

Αναφορικά με την προπόνηση αντιστάσεων οι Klijn, και συνεργάτες (2004) βρήκαν σπουδαία ευρήματα παρόμοια με την παραπάνω μελέτη. Αναλυτικότερα στη συγκεκριμένη έρευνα έλαβαν μέρος 20 παιδιά με κυστική ίνωση ηλικίας 13-15 χρόνων. Στη μελέτη οι ασθενείς χωρίστηκαν οι έντεκα στην ομάδα άσκησης και οι υπόλοιποι στην ομάδα ελέγχου. Η προπόνηση διαρκούσε 30'- 45', με συχνότητα δύο φορές την εβδομάδα, για 12 εβδομάδες. Τα ευρήματα ήταν σπουδαία καθώς απέδειξαν πως με την προπόνηση αντιστάσεων οι ασθενείς βελτίωσαν και την αερόβια τους επίδοση και συγκεκριμένα τη μέγιστη

και μέση ισχύ τους, την VO_{2max} , καθώς και τα επίπεδα γαλακτικού οξέος στο αίμα και την ποιότητα ζωής σε σχέση με την ομάδα ελέγχου.

2.2.2. Διαλειμματική προπόνηση

Μία από τις σημαντικότερες μελέτες όσον αφορά τη σημασία της διαλειμματικής προπόνησης σε ασθενείς με χρόνιες πνευμονοπάθειες πραγματοποιήθηκε από τον Vogiatzis, και συνεργάτες (2004) συγκρίνοντας τις επιδράσεις της υψηλής έντασης διαλειμματικής προπόνησης και της υπομέγιστης έντασης σταθερού φορτίου προπόνησης σε ασθενείς με ΧΑΠ. Η διαλειμματική προπόνηση γινόταν στο 100% του μέγιστου παραγόμενου έργου, με 30'' άσκηση και 30'' αποκατάσταση μέχρι εξάντλησης και η συνεχής άσκηση σταθερού φορτίου γίνονταν στο 80% του μέγιστου παραγόμενου έργου μέχρι εξάντλησης σε κυκλοεργόμετρο. Στη συγκεκριμένη μελέτη συμμετείχαν 27 ασθενείς με ΧΑΠ σταδίου III κατά GOLD οι οποίοι ακολούθησαν και τα δύο προγράμματα άσκησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως ο χρόνος άσκησης με τη διαλειμματική προπόνηση ήταν σημαντικά αυξημένος σε σχέση με την προπόνηση σταθερού φορτίου. Επί προσθέτως η δύσπνοια, η μυϊκή κόπωση των κάτω άκρων, ο αερισμός καθώς και η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος ήταν μειωμένα σημαντικά. Συμπερασματικά η συγκεκριμένη μελέτη έδειξε ότι η διαλειμματική προπόνηση υψηλής εντάσεως προσφέρει μια καλή εναλλακτική λύση σε προγράμματα αποκατάστασης, ώστε η θεραπεία των ασθενών να είναι αποδοτική και να πραγματοποιείται με ασφάλεια.

Όσων αφορά τις επιδράσεις της διαλειμματικής προπόνησης σε ασθενείς με κυστική ίνωση είναι ελάχιστες. Οι Gruber, και συνεργάτες

(2014) μελέτησαν τις επιδράσεις της διαλειμματικής προπόνησης στην πνευμονική λειτουργία και στην ικανότητα για άσκηση σε ασθενείς με κυστική ίνωση. Στη μελέτη συμμετείχαν 43 ασθενείς με κυστική ίνωση σοβαρού βαθμού μειωμένης αναπνευστικής λειτουργίας 15-35 ετών. Οι ασθενείς χωρίστηκαν σε δυο ομάδες, στην ομάδα διαλειμματικής προπόνησης και στην ομάδα συνεχούς προπόνησης σταθερού φορτίου, με συχνότητα 5 φορές την εβδομάδα για 20 και 45 λεπτά αντίστοιχα. Η ένταση και στους δύο τύπους προπόνησης ήταν υπομέγιστη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και στις δύο ομάδες αυξήθηκε σημαντικά το VO_{2peak} και το αναερόβιο κατώφλι. Επίσης έδειξαν ότι αυξήθηκε σημαντικά το μέγιστο παραγόμενο έργο μόνο στην ομάδα της συνεχούς άσκησης, ενώ στην ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης αυξήθηκε σημαντικά η αναερόβια ουδός ως προς τη VO_2 . Στη συγκεκριμένη μελέτη όσοι δοκιμαζόμενοι κατά την καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης έριξαν τον κορεσμό του αρτηριακού αίματος σε O_2 χαμηλότερα από 90% συμμετείχαν στην ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης, ώστε να έχουν καλύτερη απόδοση και μεγαλύτερη ασφάλεια.

Αναφορικά με την υψηλής εντάσεως διαλειμματική προπόνηση οι Hulzebos, και συνεργάτες (2011) βρήκαν σημαντικά θετικά αποτελέσματα σε αναπνευστικές παραμέτρους όπως η VO_{2peak} , ο μέγιστος αερισμός καθώς επίσης και η μέγιστη παραγωγή έργου. Συμπερασματικά φαίνεται πως η υψηλής εντάσεως διαλειμματική προπόνηση είναι ένας εναλλακτικός ασφαλής και αποδοτικός τρόπος

άσκησης σε ασθενείς με κυστική ίνωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

3.1. Επίδραση διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης και προπόνησης υπομέγιστης έντασης σταθερού φορτίου στην ικανότητα για άσκηση σε ενήλικες με κυστική ίνωση

3.1.1. Δοκιμαζόμενοι

Στη μελέτη συμμετείχαν 24 ασθενείς με κυστική ίνωση (32 ± 9 έτη). Η μελέτη έχει εγκριθεί από την επιτροπή βιοηθικής του νοσοκομείου *Σωτηρία* και διεξήχθη σύμφωνα με τις Συνθήκες του Ελσίνκι. Όλοι οι δοκιμαζόμενοι ενημερώθηκαν γραπτώς και προφορικώς με κάθε λεπτομέρεια για τις πειραματικές διαδικασίες στις οποίες υποβλήθηκαν αλλά και για τους πιθανούς κινδύνους που ενέχει η συμμετοχή τους στη συγκεκριμένη μελέτη. Η διάγνωση ότι πάσχουν από κυστική ίνωση έγινε από τους θεράποντες ιατρούς τους, ενώ η κλινική τους κατάσταση διατηρήθηκε σταθερή μέσω της βέλτιστης φαρμακευτικής αγωγής που τους είχε δοθεί από τον θεράποντα ιατρό τους. Από τη μελέτη αποκλείστηκαν ασθενείς που δεν συμμορφώθηκαν με το ερευνητικό πρωτόκολλο ή είχαν ιατρικό ιστορικό με αιμοπτύσεις και πνευμοθώρακα. Τέλος, η συμμετοχή τους στη μελέτη ολοκληρώθηκε μετά την ενυπόγραφη συναίνεση τους.

3.1.2. Όργανα μετρήσεων

3.1.2.1. Έλεγχος της αναπνευστικής λειτουργίας

Όλοι οι δοκιμαζόμενοι υποβλήθηκαν σε πλήρη έλεγχο της αναπνευστικής τους λειτουργίας πριν την έναρξη της μελέτης. Ο αναπνευστικός έλεγχος περιελάμβανε την αξιολόγηση της βαρύτητας της νόσου των ασθενών με κυστική ίνωση

με σπιρομέτρηση, μέσω της εκτίμησης των βίαια εκπνεόμενων όγκων (FEV_1 , FVC). Πραγματοποιήθηκε και αξιολόγηση των στατικών και πνευμονικών όγκων για τον καθορισμό της εισπνευστικής χωρητικότητας (IC), της ολικής πνευμονικής χωρητικότητας (TLC), της λειτουργικής υπολειπόμενης χωρητικότητας (FRC) και του υπολειπόμενου όγκου (RV) με τη χρήση εργοσπιρόμετρου (Vmax, SensorMedics, Anaheim, CA, USA). Ο αναπνευστικός λειτουργικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε πριν την μέγιστη δοκιμασία καρδιο-αναπνευστικής κόπωσης. Πριν από κάθε αναπνευστικό έλεγχο πραγματοποιήθηκε βαθμονόμηση όλων των συστημάτων μέτρησης με βάση της οδηγίες του κατασκευαστή.

3.1.2.2. Αξιολόγηση δύναμης άνω και κάτω άκρων, σωματικής σύστασης και ποιότητα ζωής

Οι ασθενείς πριν από την έναρξη αλλά και με τη λήξη του προγράμματος της αναπνευστικής αποκατάστασης των 12 εβδομάδων πραγματοποίησαν μέτρηση δύναμης τετρακέφαλου μυός με δυναμόμετρο στατικού ιμάντα (Myometer, MIE, England). Επίσης οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε μέτρηση της σύστασης του σώματος με την μέθοδο της βιο-ηλεκτρικής διέγερσης (MaltronBF-907). Επιπλέον οι ασθενείς συμπληρώσαν ερωτηματολόγια για την καταγραφή της ποιότητας ζωής τους (CFQ-R).

3.1.2.3. Αναπνευστικές και μεταβολικές μετρήσεις

Για την πραγματοποίηση της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν άσκηση προοδευτικά αυξανόμενης έντασης μέχρι εξάντλησης σε ηλεκτρομαγνητικό κυκλοεργόμετρο

(Ergometrics 150P, Sensormedics, Anaheim, CA) για τον καθορισμό του κορυφαίου έργου.

Οι μετρήσεις των αναπνευστικών και μεταβολικών παραμέτρων καταγράφηκαν από εργοσπιρόμετρο (Vmax encore Viasys, Sensormedics, Anaheim, USA), αναπνοή προς αναπνοή. Για τη βαθμονόμηση των αναπνεόμενων όγκων χρησιμοποιήθηκε αντλία αέρος 3 λίτρων (Sensormedics, USA). Η βαθμονόμηση των αναλυτών των αναπνεόμενων αερίων του O₂ και του CO₂ ολοκληρώθηκε με τρία σημεία αναφοράς της συγκέντρωσης των αερίων αυτών:

- i) 26% O₂ και 0% CO₂
- ii) 16% O₂ και 4% CO₂ και
- iii) 21% O₂ και 3% CO₂.

Καθ' όλη την διάρκεια της δοκιμασίας οι ασθενείς ήταν συνδεδεμένοι με επιστόμιο για την ανάλυση και την καταγραφή των εξής παραμέτρων: VO₂, VCO₂, VE, VT, PETO₂, PETCO₂, RR, VE/VO₂ και VE/VCO₂. Η καρδιακή λειτουργία καταγραφόταν συνεχώς μέσω ηλεκτροκαρδιογράφου 12 απαγωγών (MarquetteMax, HelligeGmbH, Germany), ενώ η καταγραφή του SaO₂% πραγματοποιήθηκε με παλμικό οξύμετρο (Nonin, PalmSAT 2500, USA). Η αξιολόγηση της υποκειμενικής αντίληψης της δύσπνοιας και της κόπωσης των κάτω άκρων σε όλες τις δοκιμασίες που υποβλήθηκαν οι ασθενείς με κυστική ίνωση πραγματοποιήθηκε με την τροποποιημένη κλίμακα Borg (0-10).



Εικόνα 3.1.2.3.1. Καρδιοαναπνευστική δοκιμασία άσκησης σε ενήλικα με κυστική ίνωση.

3.1.2.4. Αξιολόγηση του βαθμού της δυναμικής πνευμονικής υπερδιάτασης κατά τη διάρκεια της ηρεμίας και της άσκησης

Η μέτρηση και η αξιολόγηση της δυναμικής πνευμονικής υπερδιάτασης πραγματοποιήθηκε μέσω της εκτίμησης της εισπνευστικής χωρητικότητας (IC). Η μέτρηση της IC πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του ελέγχου της αναπνευστικής λειτουργίας των ασθενών, ενώ ο χειρισμός αυτός επαναλήφθηκε τόσο στην ηρεμία, όσο και σε κάθε επίπεδο άσκησης κατά την εκτέλεση της άσκησης προοδευτικά αυξανόμενης έντασης μέχρι εξάντλησης, στο ηλεκτρομαγνητικό κυκλοεργόμετρο.

Η διαδικασία καταγραφής της εισπνευστικής χωρητικότητας κατά την διάρκεια της άσκησης προοδευτικά αυξανόμενης έντασης μέχρι εξάντλησης διενεργήθηκε ως ακολούθως: ο ασθενής βρισκόταν σε καθιστή θέση στο ποδήλατο αναπνέοντας φυσιολογικά με βάση των μεταβολικών του αναγκών μέσω του πιστομίου του εργοσπιρόμετρου και λάμβανε οδηγία μετά από μια αναπνευστική εκπνευστική φάση να πραγματοποιήσει μια μέγιστη εισπνευστική προσπάθεια μέχρι του σημείου της ολικής πνευμονικής του χωρητικότητας (TLC) και αμέσως μετά να αναπνεύσει κανονικά.

Ο χειρισμός της καταγραφής της εισπνευστικής χωρητικότητας πραγματοποιήθηκε δυο φορές και επιλέχθηκε η καλύτερη προσπάθεια με την προϋπόθεση να μην υπήρχε διαφορά από προσπάθεια σε προσπάθεια πάνω από 5% ή 60 ml. Οι ασθενείς που εμφάνισαν το φαινόμενο της δυναμικής πνευμονικής υπερδιάτασης στην άσκηση έπρεπε σύμφωνα με τη μελέτη των O'Donnell, Revil και Webb (2001), να

παρουσιάσουν μείωση της εισπνευστικής τους χωρητικότητας (IC) από τις τιμές ηρεμίας κατά ποσοστό $> 4.5\%$ του προβλεπόμενου (μείωση της μέγιστης τιμής της εισπνευστικής χωρητικότητας σε σχέση με τη τιμή ηρεμίας εκφραζόμενη ως ποσοστό της φυσιολογικής τιμής της IC στην ηρεμία) ή διαφορά από τις τιμές ηρεμίας > 150 ml. Ασθενείς που δεν πληρούσαν τα παραπάνω κριτήρια, θεωρήθηκε ότι δεν εμφανίζουν το φαινόμενο της δυναμικής πνευμονικής υπερδιάτασης στην άσκηση.

3.2.1.5. Καταγραφή καθημερινής σωματικής δραστηριότητας

Η καταγραφή της σωματικής δραστηριότητας των ασθενών πραγματοποιήθηκε με ειδικούς δραστηριογράφους (Armband Sensewear Bodymedia). Οι ασθενείς φορούσαν το δραστηριογράφο για μία εβδομάδα κατά την έναρξη του προγράμματος αποκατάστασης καθώς και την τελευταία εβδομάδα του προγράμματος αποκατάστασης, για τουλάχιστον οκτώ ώρες την μέρα έτσι ώστε η καταγραφή να θεωρείται έγκυρη (Demeyer *et. al*, 2014).

Η συσκευή τοποθετήθηκε στο βραχίονα και περιελάμβανε ένα επιταχυνσιόμετρο τριών αξόνων, αισθητήρα ροής θερμότητας, αισθητήρα γαλβανικής δερματικής απόκρισης, αισθητήρα θερμοκρασίας του δέρματος, και έναν αισθητήρα θερμοκρασίας περιβάλλοντος (Liden *et al.*, 2002) (εικόνα 3.2.1.5.1).

Ο δραστηριογράφος είναι ένα επιταχυνσιόμετρο 3 αξόνων και χρησιμοποιεί μια συσκευή μικρο-ηλεκτρο-μηχανικών αισθητήρων, για τη μέτρηση της κίνησης. Ένα ελατήριο πολυπυριτίου υποστηρίζει μια μικρή μάζα, η οποία κινείται όταν υποβάλλεται σε επιτάχυνση που

προκύπτει από τη μυϊκή δραστηριότητα, τη βαρύτητα και άλλες εξωτερικές δυνάμεις. Αυτές οι επιταχύνσεις μπορεί να αντιστοιχίζονται με δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα, οι οποίες μπορούν, με τη σειρά τους, να χαρτογραφήσουν την ενέργεια που δαπανάται από τους μύες του σώματος ώστε να παραχθούν αυτές οι δυνάμεις. Ο δραστηριογράφος έχει λογισμικό που χρησιμοποιεί την ενέργεια ως μέρος των υπολογισμών για τον προσδιορισμό των ενεργειακών δαπανών. Λαμβάνοντας υπόψη την κατεύθυνση της δύναμης ή της βαρύτητας που ασκείται στον αισθητήρα (μια μορφή της επιτάχυνσης) το λογισμικό προβλέπει το πλαίσιο στο οποίο το περιβραχιόνιο λειτουργεί συμπεριλαμβανομένων των τυπικών δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής, όπως το περπάτημα, το τρέξιμο και η ποδηλασία. Η παραγόμενη ενέργεια υπολογίζεται μέσω διαφόρων αλγορίθμων.

Ο αισθητήρας θερμότητας μετρά την ποσότητα της θερμότητας που εκπέμπεται από το σώμα. Το σώμα εκπέμπει τη θερμότητα προς το περιβάλλον με πολλούς τρόπους όπως: μεταγωγή θερμότητας μέσω του δέρματος που είναι σε επαφή με τον αέρα, αγωγής θερμότητας μέσα από τα ρούχα, εξάτμιση του ιδρώτα στο δέρμα, εξάτμιση της εκπνεόμενης υγρασίας και θερμική ακτινοβολία. Ο αισθητήρας ροής θερμότητας μετρά τμήματα μεταφοράς θερμότητας της συνολικής θερμικής ενέργειας που διαχέεται στο περιβάλλον.

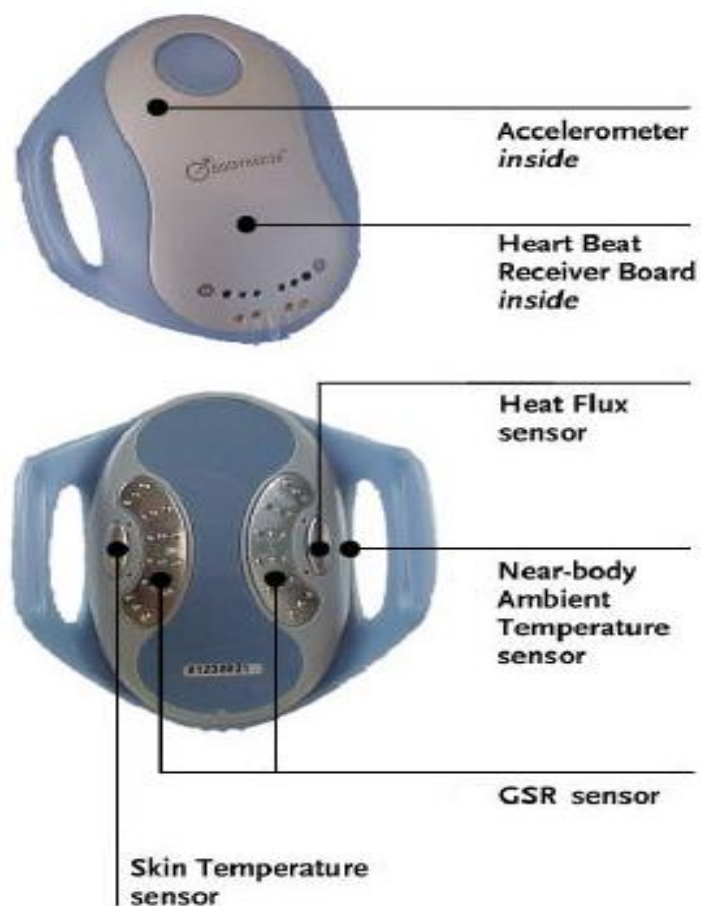
Ο δραστηριογράφος περιλαμβάνει δύο υποαλλεργικά ανοξειδωτά ηλεκτρόδια χάλυβα στο

κάτω τμήμα της κάτω πλευράς της μονάδας συνδεδεμένο με ένα κύκλωμα που λειτουργεί ως γαλβανική αντίδραση του δέρματος του αισθητήρα. Η γαλβανική αντίδραση του δέρματος του αισθητήρα είναι μια μέτρηση της αγωγιμότητας του δέρματος μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων. Μια ηλεκτρική τάση χαμηλού επιπέδου εφαρμόζεται στο δέρμα και μετρά την αγωγιμότητα του ρεύματος στο δέρμα.

Η θερμοκρασία του δέρματος μετριέται με έναν αισθητήρα που βρίσκεται στο πίσω μέρος του δραστηριογράφου. Ο αισθητήρας σχηματίζει μία αντίσταση που μετατρέπει την αλλαγή την ηλεκτρικής αντίστασης σε μια αντίστοιχη τάση. Οι αλλαγές της θερμοκρασίας του δέρματος, μεταβάλλει την ηλεκτρική αντίσταση του αισθητήρα που με τη σειρά του προκαλεί μία αλλαγή στην τάση του αισθητήρα του μικροεπεξεργαστή.

Ο αισθητήρας θερμοκρασίας περιβάλλοντος είναι συνδεδεμένος με τον αισθητήρα ροής θερμότητας. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος ορίζεται ως η θερμοκρασία στην εξωτερική άκρη του αισθητήρα της ροής θερμότητας. Ο ρυθμός μεταβολής της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του τύπου της φυσικής δραστηριότητας.

Ο δραστηριογράφος ανιχνεύει κάθε κτύπο της καρδιάς. Ο καρδιακός ρυθμός προσδιορίζεται με βάση τον χρόνο μεταξύ των διαστημάτων των παλμών. Μια ροή δεδομένων υψηλής ποιότητας που συλλαμβάνει ο δραστηριογράφος σε κάθε παλμό μπορεί να αναλυθεί για να παρέχει την μεταβλητότητα παλμό προς παλμό.



Εικόνα 3.2.1.5.1. Χαρακτηριστικά δραστηριογράφου (Armband Sensewear).

3.1.3. Καταγραφή της καρδιαγγειακής απόκρισης

3.1.3.1.Καταγραφή της καρδιακής παροχής με τη μέθοδο της ηλεκτρικής βιο-αγωγιμότητας

Η μέθοδος της ηλεκτρικής βιο-αγωγιμότητας κατά τη διάρκεια του καρδιακού κύκλου έχει χρησιμοποιηθεί για την καταγραφή της μεταβολής ανά παλμό της καρδιακής παροχής εδώ και 41 χρόνια (Kubicek, Karnegis & Patterson, 1966). Οι εξισώσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του όγκου παλμού τροποποιήθηκαν από τη μελέτη του Berstein (1986). Την τελευταία δεκαετία η μέθοδος της ηλεκτρικής βιοαγωγιμότητας (PsysioFlow) χρησιμοποιείται για τη συνεχή καταγραφή της καρδιακής παροχής στην ηρεμία και την άσκηση και βασίζεται για την εκτίμηση των καρδιακών τιμών στην αντίσταση που συναντά το εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα στη διέλευση του μέσω του θώρακα. Κατόπιν, με ειδικό αλγόριθμο αναλύονται οι μεταβολές αυτές και απεικονίζονται σε υπολογιστή οι συνεχόμενες μη επεμβατικές μετρήσεις των αιμοδυναμικών παραμέτρων (Linton & Gilon, 2002).

Η συγκεκριμένη συσκευή (PhysioFlow, PF-07, Enduro) εκπέμπει εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα υψηλής συχνότητας (75 kHz) και χαμηλής έντασης (3.8 mA από κορυφή σε κορυφή) μέσω έξι ηλεκτροδίων που τοποθετούνται στον θώρακα των δοκιμαζόμενων για την απαγωγή και λήψη των ηλεκτρικών σημάτων (Charloux *et al.*, 2000) (Σχήμα 3.1.3.1.1).

Με τη μέθοδο της ηλεκτρικής βιο-αγωγιμότητας καταγράφεται με μη επεμβατικό τρόπο η καρδιακή παροχή, η καρδιακή συχνότητα και ο όγκος παλμού. Η καρδιακή παροχή η οποία

καταγράφεται με τη συσκευή (PhysioFlow, PF-07, Enduro Manatec, Macheren, France) βασίζεται στην ακόλουθη εξίσωση 1:

$$\text{Εξίσωση 1. } \text{COPF} = \text{HRPF} \times \text{SVI} \times \text{BSA}$$

Σύμφωνα με την εξίσωση (COPF λίτρα/λεπτό) η ζητούμενη καρδιακή παροχή, HRPF (Παλμοί/λεπτό), είναι η καρδιακή συχνότητα υπολογιζόμενη από το χρονικό διάστημα των επαρμάτων RR που καθορίζεται από τη λήψη του ηλεκτροκαρδιογραφικού σήματος, SVI (ml/m²) είναι ο δείκτης του όγκου παλμού ανά τετραγωνική μονάδα επιφανείας σώματος και τέλος, ο δείκτης BSA (m²), είναι η επιφάνεια του σώματος εκφρασμένη σε (m²), η οποία υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση του Haycock:

$$\text{Εξίσωση 2. } \text{BSA} = 0.024265 \times \text{BM}^{0.5378} \times \text{H}^{0.3964}$$

Σύμφωνα με την εξίσωση, BM (κιλά) είναι η μάζα του σώματος και H (εκατοστά) είναι το ύψος. Με βάση την εξίσωση 1 για τον υπολογισμό του SVI πρέπει να υπολογιστεί πρωτίστως ο όγκος παλμού (SV) του ασθενούς, ο οποίος μετράται με τη μέθοδο της ρεογραφίας και βασίζεται στις αλλαγές της διαθωρακικής αντίστασης του ρεύματος (Z) κατά τη διάρκεια της καρδιακής εξώθησης του αίματος από τις κοιλίες. Η διαδικασία για τη χρήση της συσκευής αυτής περιλάμβανε αρχικά την εισαγωγή των δημογραφικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων, την αξιολόγηση του δείκτη του όγκου παλμού (SVi), καθώς και την εισαγωγή των τιμών της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης, οι οποίες καταγράφονταν κατά την περίοδο της ηρεμίας.

Ο υπολογισμός του SVi πραγματοποιήθηκε αρχικά στη φάση της βαθμονόμησης (cal) του

συστήματος βασιζόμενη στην καταγραφή 30 συνεχόμενων καρδιακών χτύπων με το δοκιμαζόμενο να βρίσκεται σε καθιστή θέση και να είναι απόλυτα ήρεμος χωρίς να μιλάει. Ο υπολογισμός βασίστηκε στη παρακάτω εξίσωση 3:

$$\text{Εξίσωση 3. } SV_{i\text{cal}} = kx$$

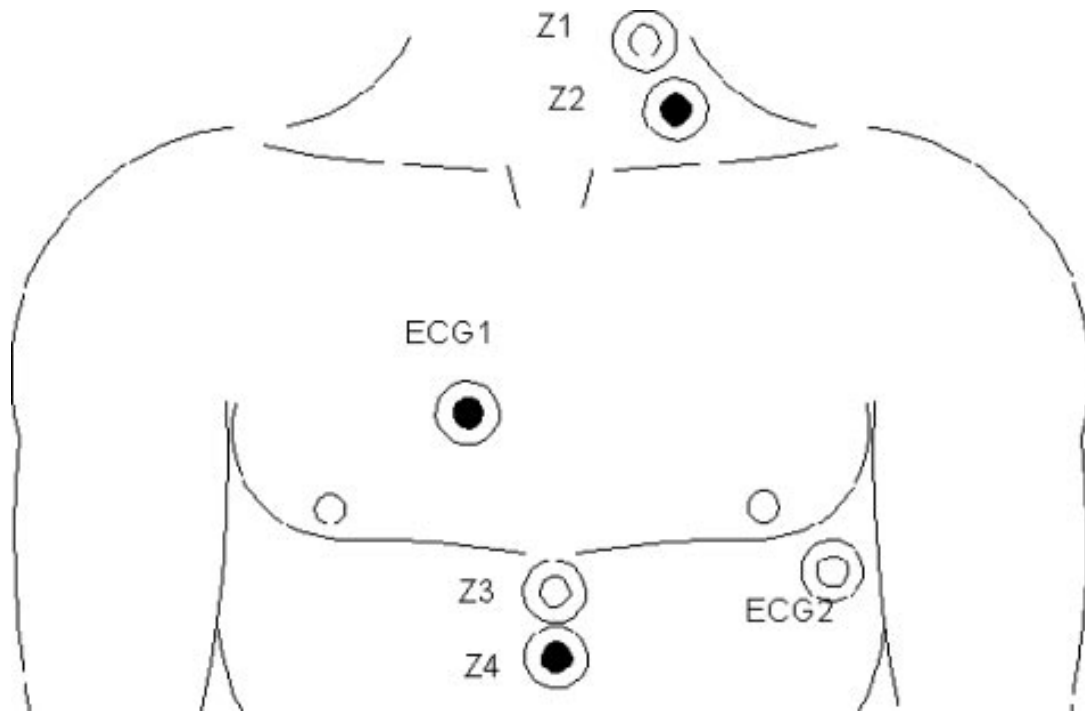
$$[(dZ/dt_{\text{max}}) / (Z_{\text{max}} - Z_{\text{min}})] \times W \text{ (TFIT}_{\text{cal}})$$

Σύμφωνα με την εξίσωση K: σταθερά, DZ/dt_{max} : δείκτης συσταλτικότητας, $Z_{\text{max}} - Z_{\text{min}}$ = μεταβολή ηλεκτρικής αγωγιμότητας κατά τη διάρκεια της συστολής της καρδιάς, W = αλγόριθμος που λαμβάνει υπόψη την πίεση παλμού (δηλαδή συστολική-διαστολική αρτηριακή πίεση) όπως καταγράφεται με το σφυγμομανόμετρο. Τέλος ο δείκτης TFIT_{cal} είναι ο χρόνος αντιστροφής της θωρακικής ροής μετρούμενος στο πρώτο μαθηματικό παράγωγο του σήματος της αγωγιμότητας. Συγκεκριμένα, ο χρόνος αυτός είναι η χρονική περίοδος ανάμεσα στην πρώτη μηδενική τιμή κατά την έναρξη του καρδιακού κύκλου (έναρξη του επάρματος QRS στο ηλεκτροκαρδιογράφημα) και στο πρώτο κατώτατο σημείο αμέσως μετά την κορυφή της ταχύτητας εξώθησης (dZ/dt_{max}) (Σχήμα 3.1. 3.1.1).

Τα πλεονεκτήματα για την εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου είναι η αποφυγή τραυματισμού των ασθενών, όπως μπορεί να συμβεί με τη μέθοδο του καρδιακού καθετηριασμού (Connors *et al.*, 1996), το οικονομικό της σχετικά κόστος, η γρήγορη εκμάθηση της μεθόδου από το

προσωπικό, η συνεχόμενη καταγραφή της καρδιακής παροχής στην ηρεμία και την άσκηση και τέλος η δυνατότητα που παρέχει για νέες προοπτικές και δυνατότητες σε ερευνητικό και κλινικό επίπεδο (Kemps *et al.*, 2008).

Ο έλεγχος της αξιοπιστίας της μεθόδου PhysioFlow έχει πραγματοποιηθεί στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια της άσκησης σε κυκλοεργόμετρο σε υγιείς (Richard *et al.*, 2001; Tordi *et al.*, 2004), αλλά και σε ασθενείς που έπασχαν από αναπνευστικά ή καρδιολογικά προβλήματα (Dupuis *et al.*, 2000; Bougault *et al.*, 2005) με αποτελέσματα που συνήθως υπερεκτιμούσαν λίγο τις τιμές της καρδιακής παροχής τόσο στην άσκηση, όσο και στην ηρεμία (Bougault *et al.*, 2005; Kemps *et al.*, 2008). Η ακριβής μέτρηση της καρδιακής παροχής ανά παλμό με τη μέθοδο της ηλεκτρικής βιο-αγωγιμότητας μπορεί να μεταβληθεί από την αναπνευστική προσπάθεια, το υποδόριο λίπος και την κακή επαφή των ηλεκτροδίων (Jensen, Yakimets & Teo 1995). Η άσκηση επιπλέον, προκαλεί μεγάλες και γρήγορες αλλαγές στους παραπάνω παράγοντες κάνοντας δυσκολότερο τον υπολογισμό της καρδιακής παροχής σύμφωνα με τη μελέτη των Warburton, και συνεργατών (1999). Αντιθέτως, στη συγκεκριμένη συσκευή έχει αναπτυχθεί καινούργιο λογισμικό για τη βελτιστοποίηση της ποιότητας του σήματος.



Εικόνα 3.1.3.1.1. Η ενδεδειγμένη τοποθέτηση των 6 ηλεκτροδίων της συσκευής της βιο-ηλεκτρικής αγωγιμότητας PhysioFlow, (enduro, PF-07).

3.2. Πειραματικές διαδικασίες

Οι πειραματικές διαδικασίες στις οποίες υποβλήθηκαν οι ασθενείς με κυστική ίνωση πραγματοποιήθηκαν σε τρεις επισκέψεις τους στο εργαστήριο. Στην πρώτη τους επίσκεψη στο εργαστήριο, ολοκληρώθηκε η μέτρηση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών των δοκιμαζόμενων και εν συνεχεία υποβλήθηκαν σε μια μέγιστη καρδιοαναπνευστική δοκιμασία προοδευτικά αυξανόμενου έργου μέχρι εξάντλησης όπου προσδιορίστηκε το κορυφαίο παραγόμενο έργο (WRpeak) και η κορυφαία πρόσληψη οξυγόνου (VO₂peak). Πριν και μετά τη δοκιμασία πραγματοποιήθηκε ο πλήρης αναπνευστικός έλεγχος των ασθενών. Στη δεύτερη επίσκεψή τους πραγματοποιήθηκε η λιπομέτρηση και η δύναμη των κάτω άκρων, καθώς και

η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων ποιότητας ζωής. Στην τρίτη επίσκεψη οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν την εξάλεπτη δοκιμασία βάδισης. Οι δοκιμασίες αυτές πραγματοποιήθηκαν πριν και μετά τη συμμετοχή των ασθενών στο πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης διάρκειας 12 εβδομάδων τόσο για την ομάδα που πραγματοποίησε διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης, όσο και για την ομάδα που πραγματοποίησε συνεχή άσκηση υπομέγιστης έντασης.

3.2.1. Προετοιμασία ασθενών με κυστική ίνωση

Η πειραματική διαδικασία περιελάμβανε τρεις δοκιμασίες σε τρεις διαφορετικές μέρες. Την 1^η μέρα

έπειτα από την καταγραφή των ανθρωπομετρικών τους χαρακτηριστικών και τον πλήρη αναπνευστικό έλεγχο, οι ασθενείς παραγόμενου έργου (WRpeak). Στην αρχή, αφού προσδιορίσει ο ασθενής τη θέση του πάνω στο κυκλοεργόμετρο, τοποθετήθηκαν στον θώρακα του οι 12 απαγωγές του ηλεκτροκαρδιογράφου και 6 απαγωγές για την μέτρηση καρδιακής παροχής με τη μέθοδο της βιο-ηλεκτρικής αγωγιμότητας Physioflow. Έπειτα, ξεκινούσε η δοκιμασία με τον ασθενή να αναπνέει διαμέσου ενός επιστομίου που ήταν συνδεδεμένο με το εργοσπιρόμετρο καθ' όλη τη διάρκεια της μέτρησης.

Τη 2^η μέρα οι ασθενείς προσήλθαν στο εργαστήριο και πραγματοποιήθηκε η μέτρηση της σύστασης του σώματος και η δύναμη των κάτω άκρων. Για τη μέτρηση της σύστασης του σώματος ο ασθενής παρέμενε ξαπλωμένος σε ύπτια θέση. Στη συνέχεια τοποθετούνταν τα ειδικά ηλεκτρόδια και ολοκληρώθηκε η αξιολόγηση της σύστασης του σώματος.

3.2.2. Μέγιστη καρδιοαναπνευστική δοκιμασία προοδευτικά αυξανόμενου έργου μέχρι εξάντλησης (CPET)

Ο σκοπός της δοκιμασίας ήταν να προσδιοριστεί η κορυφαία ικανότητα παραγωγής έργου των ασθενών με κυστική ίνωση. Η καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης πραγματοποιήθηκε σε ηλεκτρονικό κυκλοεργόμετρο (Ergometrics 800, Sensormedics, Anaheim, CA, USA). Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν μια άσκηση προοδευτικά αυξανόμενης επιβάρυνσης (ramp protocol) στο κυκλοεργόμετρο μέχρι εξάντλησης. Το πρωτόκολλο της δοκιμασίας περιελάμβανε:

εκτελούσαν σε ηλεκτρομαγνητικό ποδήλατο τη μέγιστη καρδιοαναπνευστική δοκιμασία για τον προσδιορισμό του κορυφαίου

α) Περίοδο ηρεμίας διάρκειας 3 λεπτών.

β) Περίοδο προθέρμανσης, διάρκειας 3 λεπτών, στην οποία οι δοκιμαζόμενοι ποδηλατούσαν χωρίς επιβάρυνση με 60 περιστροφές / λεπτό.

γ) Περίοδο άσκησης, όπου οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν άσκηση στο ποδήλατο με μηδενική αρχική επιβάρυνση, η οποία αυξανόταν προοδευτικά κατά 5-15 Watt/λεπτό μέχρι την εξάντλησή τους. Η συχνότητα ποδηλάτησης ήταν 60 περιστροφές/λεπτό, ενώ ο συνολικός χρόνος της άσκησης διαρκούσε από 8 μέχρι 12 λεπτά (Wassermanetal., 1999).

Σε όλη τη διάρκεια της δοκιμασίας, οι δοκιμαζόμενοι ανέπνεαν από επιστόμιο, το οποίο ήταν συνδεδεμένο με εργοσπιρόμετρο (Vmax 229, Sensormedics, Anaheim, CA, USA) για την ανάλυση και καταγραφή των αναπνευστικών φυσιολογικών παραμέτρων. Η βαθμονόμηση του συστήματος για τους αναπνευστικούς όγκους γινόταν με τη χρήση αντλίας αέρος 3 λίτρων (Sensormedics, USA). Η βαθμονόμηση των αναλυτών O₂ και CO₂ του εργομέτρου γινόταν με σημείο συγκέντρωσης των αερίων στο 16% και 4% για το οξυγόνο (O₂) και το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), αντίστοιχα.

Η καρδιακή λειτουργία ελεγχόταν με ηλεκτροκαρδιογράφο 12 απαγωγών (Marquette Max, Marquette Hellige GmbH, Germany), ενώ πραγματοποιήθηκε ταυτόχρονη καταγραφή του ποσοστού του κορεσμού του αρτηριακού αίματος

(SaO₂%) με παλμικό οξύμετρο (Nonin, PalmSAT 2500, USA) συνδεδεμένο στο μεσαίο δάκτυλο του αριστερού χεριού. Ως κορυφαία πρόσληψη οξυγόνου VO₂peak ορίστηκε η μέγιστη μέση τιμή των τελευταίων 30 δευτερολέπτων κάθε δοκιμασίας, εφόσον επιτεύχθηκαν από τον ασθενή τρία τουλάχιστον από τα παρακάτω κριτήρια:

- i) Σταθεροποίηση ή αύξηση μικρότερη από 150 ml ανά λεπτό στην πρόσληψη του οξυγόνου (VO₂) σε σχέση με την αντίστοιχη αύξηση της επιβάρυνσης.
- ii) Ανικανότητα να διατηρηθούν οι επιθυμητές περιστροφές στη δοκιμασία για 30 δευτερόλεπτα.
- iii) RER μεγαλύτερο από 1.10
- iv) Η υποκειμενική αντίληψη της δύσπνοιας ή της κόπωσης των ποδιών των ασθενών να ήταν ίση ή μεγαλύτερη του 8, όπως ορίζεται από την τροποποιημένη κλίμακα κόπωσης του Borg (Wasserman et al., 1999).

3.2.3. Εξάλεπτη δοκιμασία βάδισης (6MWT)

Η εξάλεπτη δοκιμασία βάδισης είναι μια υπομέγιστη δοκιμασία, η οποία αποτελεί δείκτη αξιολόγησης της λειτουργικής ικανότητας των ασθενών με Χρόνιες Πνευμονοπάθειες. Στη δοκιμασία αυτή ο δοκιμαζόμενος καλείται να βαδίσει για 6 λεπτά όσο πιο γρήγορα μπορεί σε οριοθετημένο από δυο κώνους διάδρομο απόστασης >18 μέτρων (ATS/ ERS., 2002). Η εξάλεπτη δοκιμασία βάδισης αξιολογεί καλύτερα τη λειτουργική ικανότητα σε σχέση με την αναπνευστική δοκιμασία της βίαιης εκπνευστικής ροής στο 1^ο δευτερόλεπτο (FEV₁) σε ασθενείς με χρόνιες πνευμονοπάθειες (Martinez et

al., 2006; Pinto-Plata, Cote, Cabral, Taylor, & Celli, 2004). Η δοκιμασία χρησιμοποιείται ευρέως για την εκτίμηση της λειτουργικής ικανότητας των ασθενών με ΧΑΠ, χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια, κυστική ίνωση, περιφερική αγγειακή νόσο, πνευμονική υπέρταση ("ATS statement: guidelines for the six-minute walk test," 2002; Chetta, Pisi, Aiello, Tzani, & Olivieri, 2009) (ATS, 2002), ενώ χρησιμοποιείται επίσης για την αξιολόγηση θεραπευτικών παρεμβάσεων όπως (πνευμονική εκτομή / μεταμόσχευση, προγράμματα αναπνευστικής αποκατάστασης, φαρμακευτική αγωγή) (ATS, 2002; Clini & Crisafulli, 2009). Επίσης είναι η μόνη δοκιμασία που αντανάκλα τις καθημερινές δραστηριότητες των ασθενών καλύτερα από κάθε άλλο τεστ βάδισης. (Skumlien, Hagelund, Bjørtuft, & Ryg, 2006; Solway, Brooks, Lacasse, & Thomas, 2001). Η ευρεία αποδοχή της εξάλεπτης δοκιμασίας βάδισης έγκειται στην απλότητά της, στη χρήση μη πολύπλοκου ή ακριβού εξοπλισμού και στο γεγονός ότι μπορεί να χρησιμοποιείται χωρίς παρενέργειες ακόμα και σε σοβαρές ασθένειες (Pinto-Plata, Cote, Cabral, Taylor, & Celli, 2004).

Η διαδικασία διεξαγωγής της εξάλεπτης δοκιμασίας βάδισης είχε ως εξής: Ο ασθενής περπατούσε με τον δικό του ρυθμό υπό την επιτήρηση εξειδικευμένου προσωπικού σε χώρο με άμεση ιατρική πρόσβαση όπου καταγραφόταν η απόσταση που διένυε σε 6 λεπτά. Ο απαραίτητος εξοπλισμός που χρειαζόταν για τη διεξαγωγή της δοκιμασίας ήταν:

- 1) Χρονόμετρο για την καταγραφή των 6 λεπτών βάδισης.
- 2) Δύο κώνοι για την οριοθέτηση του διαδρόμου βάδισης.

3) Παροχή οξυγόνου και προέκταση καλωδίου για την παροχή οξυγόνου κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας όπου απαιτείται.

4) Καρέκλα για ανάπαυση.

5) Ψηφιακό οξύμετρο.

6) Έντυπο της κλίμακας Borg για την καταγραφή της υποκειμενικής αντίληψης της δύσπνοιας και της κόπωσης των κάτω άκρων των ασθενών με χρόνιες πνευμονοπάθειες.

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες της Αμερικάνικης Θωρακικής Εταιρείας (ATS/ ERS., 2002) κατά τη διάρκεια της εξάλεπτης δοκιμασίας βάδισης, ο ασθενής ενημερώνονταν κάθε λεπτό για τον υπόλοιπο χρόνο που έχει να βαδίσει, ενώ δεν δίνονταν οποιαδήποτε μορφής ενθάρρυνσης στον ασθενή.

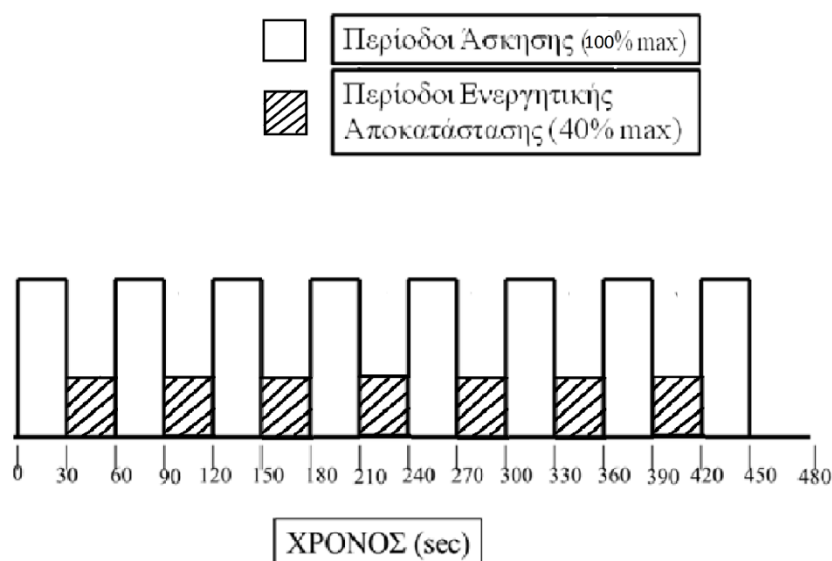
Κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας καταγραφόταν με οξύμετρο το ποσοστό του κορεσμού του αρτηριακού αίματος με οξυγόνο (SpO_2). Η δοκιμασία γινόταν δύο φορές και επιλεγόταν η καλύτερη προσπάθεια.

Η καλυπτόμενη απόσταση στην εξάλεπτη δοκιμασία βάδισης σχετίζεται με τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($r=0.73$) σε ασθενείς τελευταίου σταδίου αναπνευστικών και καρδιακών παθήσεων (Cahalin, Pappagianopoulos, Prevost, Wain, & Ginns, 1995; Guyatt et al., 1985). Η κλινική σημαντικότητα μεταξύ δύο μετρήσεων 6MWT στους ασθενείς με ΧΑΠ είναι τα 47 μέτρα σύμφωνα με τη μελέτη των Redelmeier, Bayoumi, Goldstein και Guyatt, (1997), ή τα 54 μέτρα σύμφωνα με τη μετά-ανάλυση των Lacasse και συνεργατών (1996).

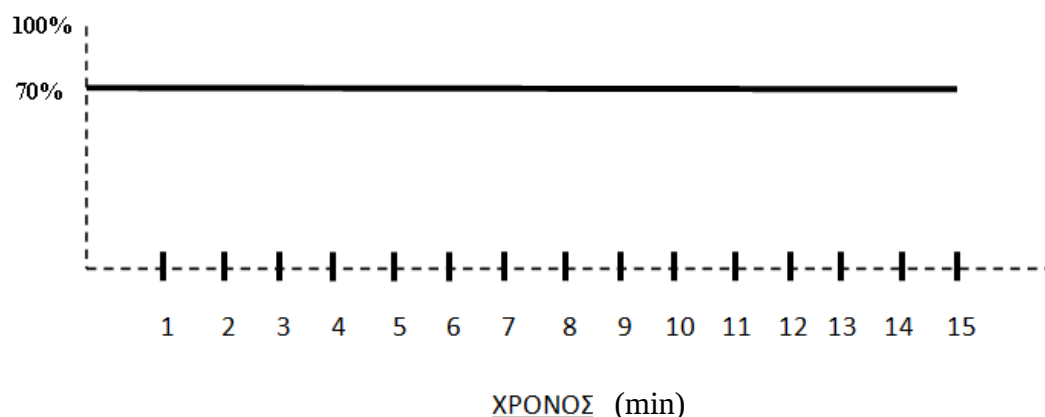
3.3. Πρόγραμμα άσκησης

Στο πρόγραμμα αναπνευστικής αποκατάστασης συμμετείχαν 24

ενήλικες με κυστική ίνωση στην Α' Πανεπιστημιακή Πνευμονολογική Κλινική του νοσοκομείου Σωτηρία. Το πρόγραμμα αναπνευστικής αποκατάστασης είχε συνολική διάρκεια 12 εβδομάδες, με συχνότητα συνεδριών 3 φορές την εβδομάδα. Οι ασθενείς τυχαιοποιήθηκαν με βάση την FEV₁ και το μέγιστο παραγόμενο έργο σε ομάδα διαλειμματικής προπόνησης και σε ομάδα προπόνησης σταθερού φορτίου. Για την ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης ο συνολικός χρόνος ποδηλάτησης διαρκούσε 30 λεπτά σε κάθε συνεδρία. Οι ασθενείς της διαλειμματικής προπόνησης ποδηλατούσαν για 30 δευτερόλεπτα με το 100% του αρχικού μέγιστου έργου τους στις 50-60 περιστροφές και ακολουθούσαν 30 δευτερόλεπτα ενεργητικής αποκατάστασης στο 40% του αρχικού μέγιστου έργου (Σχήμα 3.2.1.1). Η ομάδα της προπόνησης σταθερού φορτίου ποδηλάτησε συνεχόμενα στο 70% του αρχικού μέγιστου έργου στις 50-60 περιστροφές για 30 λεπτά (Σχήμα 3.2.1.2). Κάθε 4-5 συνεδρίες η επιβάρυνση αυξανόταν κατά 5% με κριτήριο την τροποποιημένη κλίμακα του Borg (1-10) για την αξιολόγηση της αντικειμενικής αντίληψης της δύσπνοιας και της κόπωσης των ασθενών με κυστική ίνωση. Τιμές στην κλίμακα 2-3 (ελαφρά ή μέτρια δύσπνοια ή κόπωση) είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση της επιβάρυνσης για τον ασθενή. Επιπλέον το πρόγραμμα αναπνευστικής αποκατάστασης περιελάμβανε προπόνηση αντιστάσεων και για τις δύο ομάδες με ένταση 60% στη 1RM, 3 σειρών και 10 επαναλήψεων για άνω και κάτω κορμό.



Σχήμα 3.2.1.1. Πρωτόκολλο διαλειμματικής προπόνησης (30 λεπτά)



Σχήμα 3.2.1.2. Πρωτόκολλο συνεχόμενης προπόνησης (30 λεπτά)

3.4. Στατιστική Ανάλυση

Οι ασθενείς με κυστική ίνωση τυχαιοποιήθηκαν σε δύο ομάδες (συνεχόμενης ή διαλειμματικής προπόνησης) κατά επίπεδα σύμφωνα με την FEV₁ και με το κορυφαίο παραγόμενο έργο στο κυκλοεργόμετρο (WRpeak).

Όλες οι τιμές εκφράστηκαν ως μέσοι όροι $\pm$ τυπικό σφάλμα μέτρησης (mean $\pm$ S.E.M.). Οι τιμές επιλέχθηκαν να παρουσιαστούν σαν

τυπικό σφάλμα μέτρησης με σκοπό να εκφράσουν τη μεταβλητότητα των μέσων όρων των μετρούμενων τιμών και όχι τη μεταβλητότητα των τιμών μεταξύ των δοκιμαζόμενων. Η ανάλυση των δεδομένων για την εύρεση των μεταβολών πριν και μετά το πρόγραμμα αποκατάστασης ολοκληρώθηκε με παραγοντική ανάλυση διακύμανσης ANOVA σε δύο επίπεδα (two – way ANOVA) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις με

σκοπό να διαπιστωθεί η μεταβολή όλων των μετρούμενων μεταβλητών από την ηρεμία. Για την εύρεση διαφορών μεταξύ των ομάδων στα δημογραφικά χαρακτηριστικά κατά την εισαγωγή τους στη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν Paired t-tests. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0.05$. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS – Windows 22.0 (SPSSInc, Chicago, IL, USA).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μελετήθηκαν δύο ομάδες ενηλίκων με κυστική ίνωση, η ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης και η ομάδα της συνεχόμενης προπόνησης. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα ευρήματα της μελέτης πριν και μετά το πρόγραμμα αναπνευστικής αποκατάστασης όσον αφορά την ικανότητα για άσκηση σε ενήλικες με κυστική ίνωση. Παρουσιάζονται επίσης τα αποτελέσματα από τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά, την αναπνευστική λειτουργία, τα δεδομένα της καρδιοαναπνευστικής δοκιμασίας κοπώσεως, των αιμοδυναμικών αποκρίσεων, της ποιότητας ζωής καθώς και τα δεδομένα της καθημερινής σωματικής δραστηριότητας των ασθενών αυτών.

4.1. Η επίδραση του προγράμματος αναπνευστικής αποκατάστασης στην ικανότητα για άσκηση σε ενήλικες με κυστική ίνωση

4.1.1. Ανθρωπομετρικά και αναπνευστικά χαρακτηριστικά

Στον Πίνακα 4.1.1.1. παρουσιάζονται τα ανθρωπομετρικά και τα χαρακτηριστικά της αναπνευστικής λειτουργίας των 24 ενηλίκων με κυστική ίνωση που συμμετείχαν στη μελέτη. Στο σχεδιασμό της μελέτης επιλέχθηκαν όλοι οι ενήλικες με κυστική ίνωση που συμμετείχαν στο πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην Α' Πανεπιστημιακή Πνευμονολογική Κλινική του Νοσοκομείου Σωτηρία σε συνεργασία με την πνευμονολογική κλινική (μονάδα κυστικής ίνωσης) του νοσοκομείου Σισμανόγλειο.

4.1.2. Αερόβια και λειτουργική ικανότητα των ενηλίκων με κυστική ίνωση

Στην παρακάτω ενότητα παρουσιάζεται το κορυφαίο παραγόμενο έργο και η κορυφαία πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2peak}) τα οποία καταγράφηκαν κατά την μέγιστη καρδιοαναπνευστική δοκιμασία άσκησης πριν και μετά το πέρας των 12 εβδομάδων του προγράμματος της αναπνευστικής αποκατάστασης. Οι δύο ομάδες προπόνησης των ενηλίκων με κυστική ίνωση (διαλειμματική, συνεχόμενη) που ολοκλήρωσαν το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης αύξησαν εξίσου σημαντικά το κορυφαίο παραγόμενο έργο: α) κατά 12% η ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης και β) κατά 8% η ομάδα της συνεχούς προπόνησης (πριν: 89 ± 18 watt, μετά: 108 ± 19 watt και πριν: 93 ± 15 watt και 109 ± 18 watt, αντίστοιχα) όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1.2.1. Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στο μέγεθος της βελτίωσης ανάμεσα στις δυο ομάδες προπόνησης.

Επιπλέον αυξήθηκε εξίσου σημαντικά η κορυφαία πρόσληψη οξυγόνου κατά 12% για την ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης και κατά 10% για την ομάδα της συνεχούς προπόνησης (πριν: 24.1 ± 3.8 ml/kg/min, μετά: 26.9 ± 3.9 ml/kg/min και πριν: 23.3 ± 2.6 ml/kg/min, μετά 25.7 ± 2.9 ml/kg/min, αντίστοιχα) όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1.2.2. Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στο μέγεθος της βελτίωσης ανάμεσα στις δυο ομάδες προπόνησης.

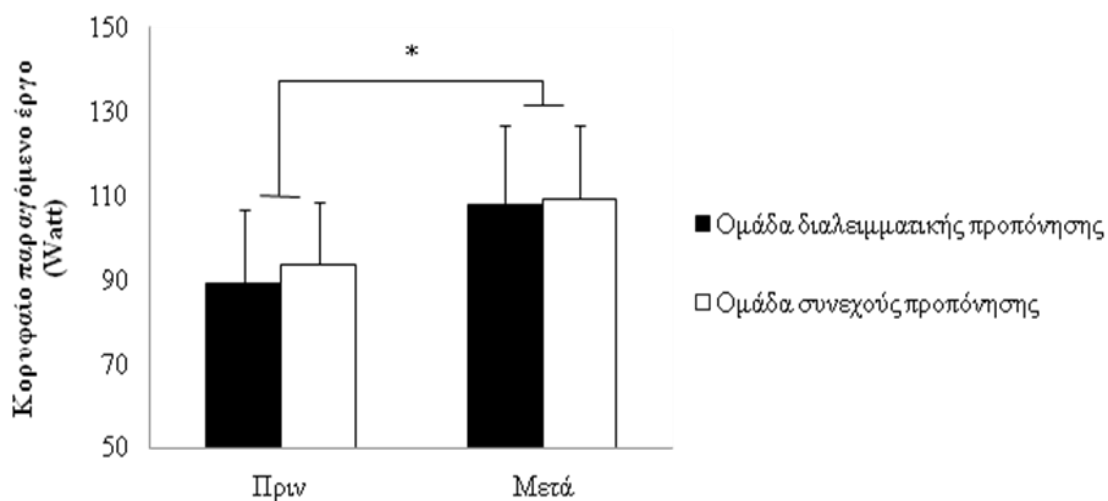
Επιπλέον αναφορικά με την εξάλεπτη δοκιμασία βάδισης (6MWT) παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση και για τις δύο ομάδες προπόνησης. Συγκεκριμένα η ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης αύξησε κατά 45 μέτρα την απόσταση στην εξάλεπτη δοκιμασία (πριν:

538±22 μέτρα, μετά: 583±26μέτρα) και η ομάδα της συνεχόμενης προπόνησης αύξησε την απόσταση κατά 47 μέτρα (πριν: 516±17 μέτρα, μετά:

564±17μέτρα) όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1.2.3. Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στο μέγεθος της βελτίωσης αναμεσα στις δύο ομάδες προπόνησης.

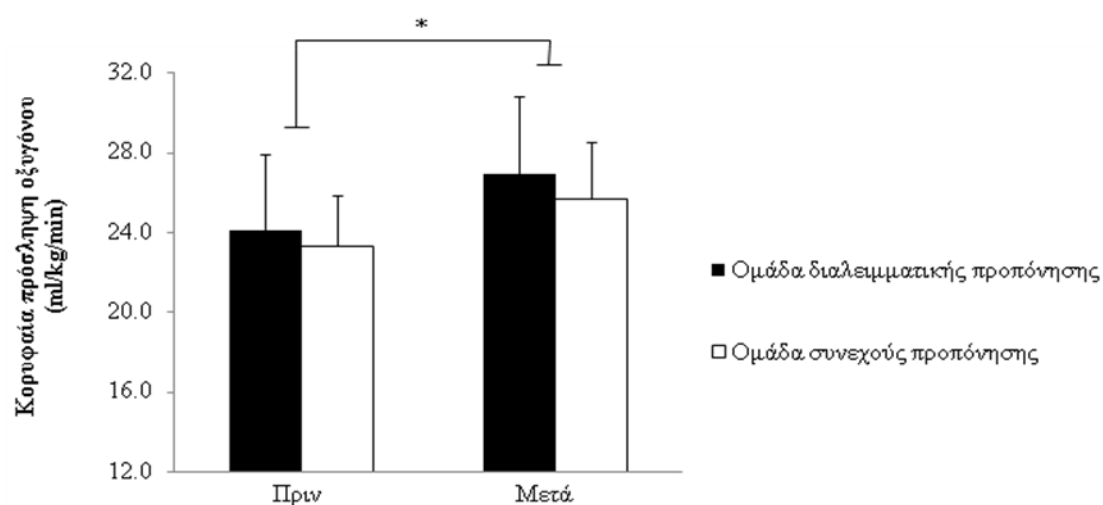
Πίνακας 4.1.1.1. Οι τιμές των σωματομετρικών και αναπνευστικών χαρακτηριστικών κατά την έναρξη του προγράμματος αποκατάστασης, των ενηλίκων με κυστική ίνωση.

Μεταβλητές	Ομάδα διαλειμματικής προπόνησης	Ομάδα συνεχούς προπόνησης
Δοκιμαζόμενοι	12	12
Φύλο (Α/Γ)	6/6	7/5
Ηλικία	32.3	32.4
Βάρος (κιλά)	57	58.8
ΔΜΣ (BMI)	21	20.2
Δείκτης άλιπης σωματικής μάζας	16.73	16.48
FEV₁ (λίτρα)	1.5	1.72
FEV₁ (% predicted)	44.6	46.1
FVC (λίτρα)	2.53	3.28
FVC (% predicted)	64	75
RV/TLC (%)	30	32
DLCO/VA (% predicted)	113	120
MIP (cmH2O)	121	100
MEP (cmH2O)	-71	-66



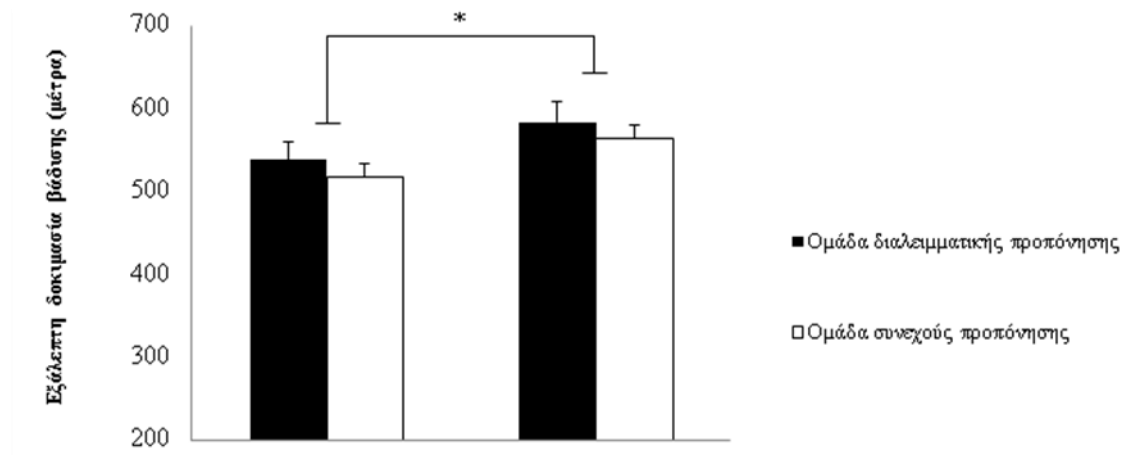
Σχήμα 4.1.2.1. Το κορυφαίο παραγόμενο έργο πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης.

* υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά $p < 0.05$.



Σχήμα 4.1.2.2. Η κορυφαία πρόσληψη οξυγόνου πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης.

* υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά $p < 0.05$.



Σχήμα 4.1.2.3. Η εξάλεπτη δοκιμασία βάρδισης πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης.

* υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά $p < 0.05$.

4.1.3. Αναπνευστική λειτουργία στους ενήλικες με κυστική ίνωση.

Πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης οι ενήλικες με κυστική ίνωση ολοκλήρωσαν πλήρη αναπνευστικό έλεγχο. Στον πίνακα 4.1.3.1 φαίνονται οι παράμετροι της αναπνευστικής λειτουργίας. Συγκεκριμένα παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο στη δύναμη των εισπνευστικών και εκπνευστικών μυών, ενώ δεν βρέθηκε σημαντικότητα σε άλλες παραμέτρους της αναπνευστικής λειτουργίας. Η δύναμη των εισπνευστικών μυών για την ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης αυξήθηκε κατά 19% (πριν -70.7 ± 10.1 cmH₂O, μετά -84.3 ± 0.6 cmH₂O) και

κατά 11% για την ομάδα της συνεχόμενης προπόνησης (πριν -65.8 ± 13.3 cmH₂O, μετά -73.3 ± 12.8 cmH₂O). Επιπλέον η δύναμη των εκπνευστικών μυών για την ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης αυξήθηκε κατά 25% (πριν 121.4 ± 8.6 cmH₂O, μετά 151.4 ± 11.4 cmH₂O) και για την ομάδα της συνεχόμενης προπόνησης αυξήθηκε κατά 12% (πριν 100 ± 23.6 cmH₂O, μετά 111.7 ± 23.5 cmH₂O). Οι δύο ομάδες δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σε κανένα από τους παράγοντες της αναπνευστικής λειτουργίας. Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στο μέγεθος της βελτίωσης ανάμεσα στις δυο ομάδες προπόνησης.

Πίνακας 4.1.3.1. Η αναπνευστική λειτουργία των ενηλίκων με κυστική ίνωση πριν και μετά το πρόγραμμα αποκατάστασης μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης.

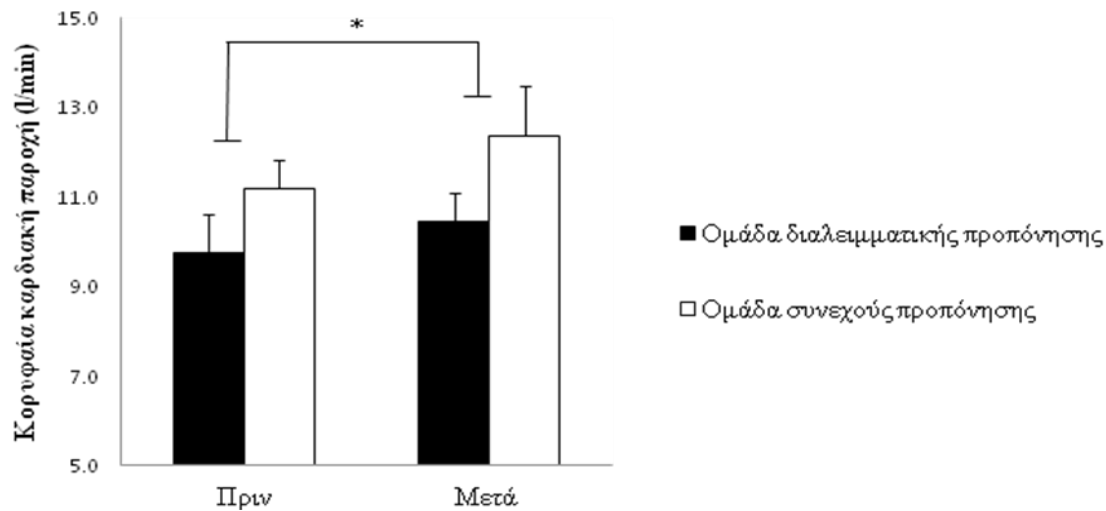
	Ομάδα διαλειμματικής προπόνησης		Ομάδα συνεχούς προπόνησης		τιμή-p
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	
FEV ₁ (λίτρα)	1.5	1.54	1.72	1.7	p=0.521
FVC (λίτρα)	2.53	2.52	3.28	3.17	p=0.335
RV/TLC (%)	30	33	32	37	p=0.249
DLCO/VA (%)	113	112	120	121	p=0.994
MIP (cmH ₂ O)	-71	-84	-66	-73	p=0.001
MEP (cmH ₂ O)	121	151	100	112	p=0.012

4.1.4. Καρδιαγγειακή απόκριση στην μέγιστη καρδιοαναπνευστική δοκιμασία άσκησης στους ενήλικες με κυστική ίνωση

Κατά την μέγιστη καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης μετρήθηκε έμμεσα η καρδιακή παροχή των ενηλίκων με κυστική ίνωση. Όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1.4.1 αυξήθηκε στατιστικώς σημαντικά η κορυφαία καρδιακή παροχή κατά 6% στην ομάδα διαλειμματικής προπόνησης (πριν: 9.8 ± 0.8 λίτρα, μετά: 10.4 ± 0.6 λίτρα) και κατά 11% στην ομάδα της συνεχούς προπόνησης (πριν: 11.2 ± 0.6 λίτρα, μετά: 12.4 ± 1.1 λίτρα).

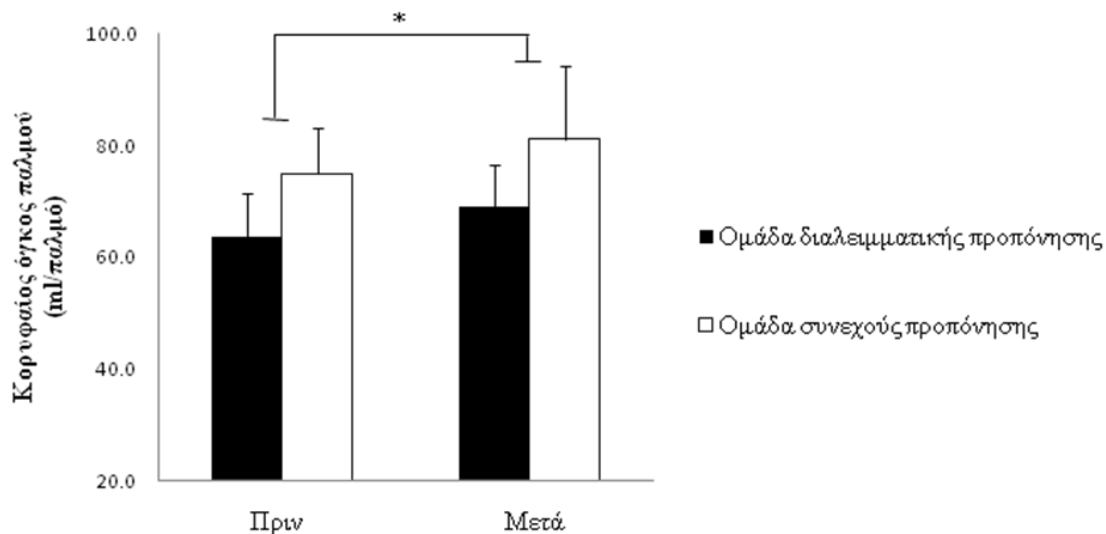
Η αύξηση της καρδιακής παροχής οφείλεται κυρίως σε μεταβολή του όγκου παλμού κατά 11% για την ομάδα της

διαλειμματικής προπόνησης (πριν: 63 ± 8 ml, μετά: 69 ± 8 ml) και κατά 8% για την ομάδα της συνεχούς προπόνησης (πριν: 75 ± 7 ml, μετά: 81 ± 13 ml) όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1.4.2 και όχι τόσο σε μεταβολή της καρδιακής συχνότητας (πριν: 154 ± 11 παλμούς, μετά: 157 ± 9 παλμούς) για την ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης και (πριν: 151 ± 11 παλμούς, μετά: 153 ± 9 παλμούς) και για την ομάδα της συνεχούς προπόνησης. Έτσι η αύξηση της καρδιακής παροχής επήλθε κυρίως από την αύξηση του όγκου παλμού παρά από την αύξηση της καρδιακής συχνότητας. Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στο μέγεθος της βελτίωσης ανάμεσα στις δυο ομάδες προπόνησης.



Σχήμα 4.1.4.1. Η κορυφαία καρδιακή παροχή πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης.

* υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά $p < 0.05$.



Σχήμα 4.1.4.2. Ο κορυφαίος όγκος παλμού πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης.

* υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά $p < 0.05$.

4.1.5. Δύναμη και αντοχή άνω και κάτω άκρων των ενηλίκων με κυστική ίνωση

Στο σχήμα 4.1.5.1 και 4.1.5.2 παρουσιάζεται η μέγιστη δύναμη και η

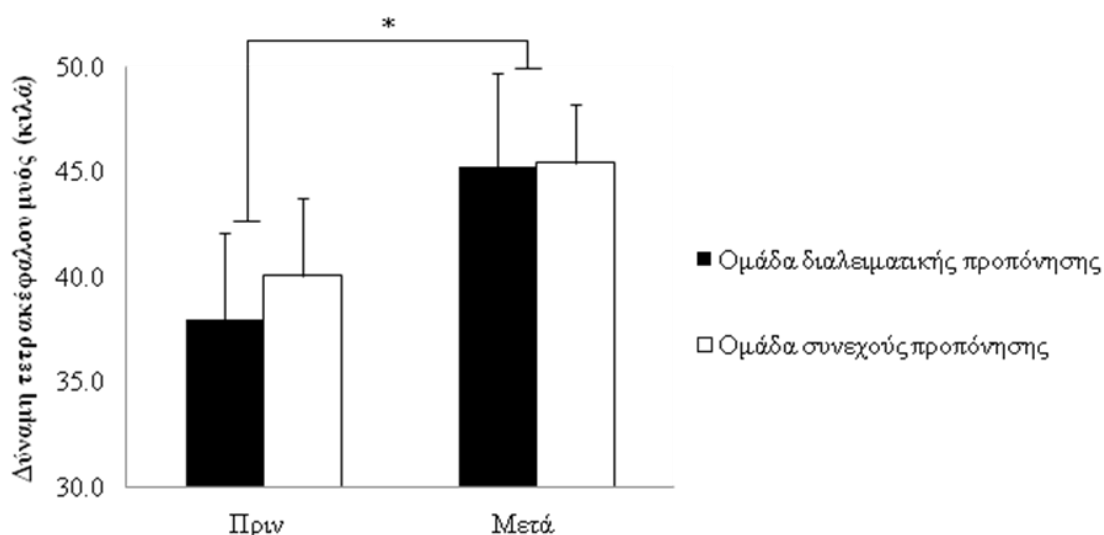
μέγιστη αντοχή των κάτω άκρων των ενηλίκων με κυστική ίνωση αντίστοιχα, η οποία ολοκληρώθηκε σε ισομετρικό δυναμόμετρο. Η δύναμη του τετρακέφαλου μυός αυξήθηκε εξίσου σημαντικά και για τις δύο ομάδες άσκησης, κατά 19% για την

ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης (πριν: 37.9 ± 4.1 κιλά , μετά: 45.2 ± 4.5 κιλά) και κατά 14% για την ομάδα της συνεχούς άσκησης (πριν: 40 ± 3.7 κιλά , μετά: 45.4 ± 2.9 κιλά). Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στο μέγεθος της βελτίωσης ανάμεσα στις δυο ομάδες προπόνησης.

Επίσης αυξήθηκε σημαντικά και η αντοχή του τετρακέφαλου μυός και για τις δύο ομάδες, κατά 23% για την ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης (πριν: 44.9 ± 7.9 sec, μετά: 55.29 ± 6 sec) και κατά 40% για την ομάδα της συνεχόμενης προπόνησης (πριν: 40.83 ± 4.3 sec, μετά: 57.11 ± 5.6

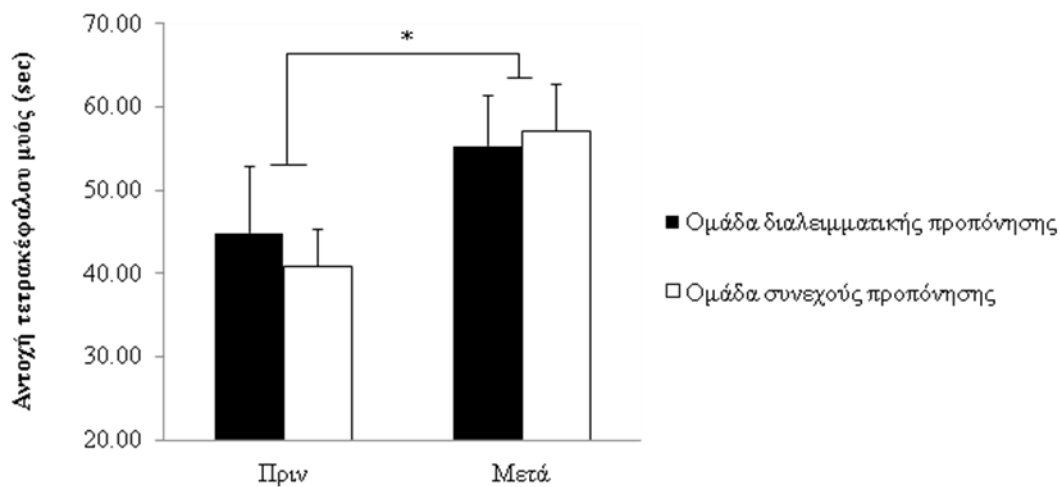
sec) χωρίς να υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων άσκησης.

Παρατηρήθηκε επίσης, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1.5.3, σημαντική αύξηση της δύναμης του βραχίονα πριν και μετά το πρόγραμμα αποκατάστασης, κατά 45% (πριν: 7.8 ± 1.9 κιλά , μετά: 11.3 ± 2.3 κιλά) για την ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης και κατά 49% (πριν: 10.7 ± 1.9 κιλά, μετά: 15.9 ± 2.9 κιλά) για την ομάδα της συνεχούς προπόνησης χωρίς να υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων.



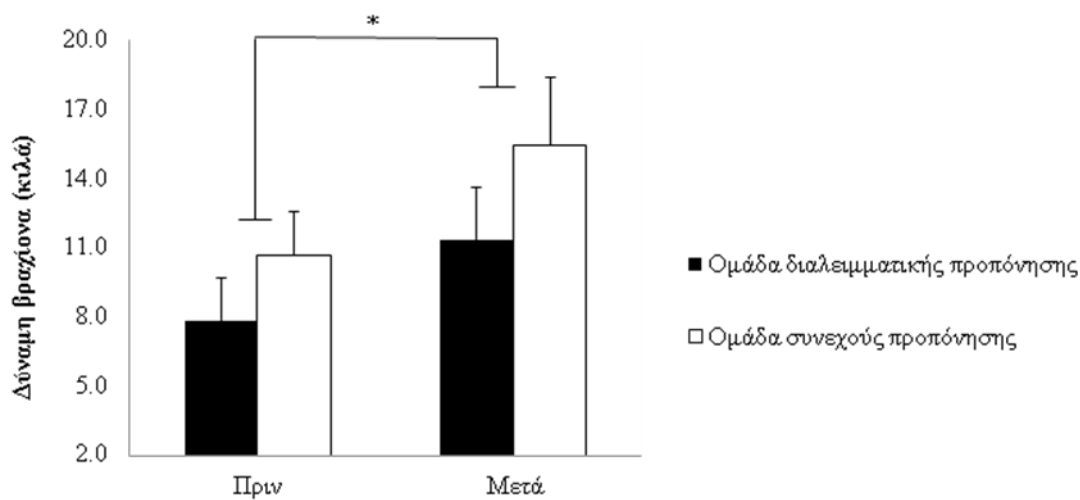
Σχήμα 4.1.5.1. Η δύναμη τετρακέφαλου μυός πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης.

* υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά $p < 0.05$.



Σχήμα 4.1.5.2. Η αντοχή του τετρακέφαλου μυός πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης.

* υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά $p < 0.05$.



Σχήμα 4.1.5.3. Η δύναμη του δεξιού βραχίονα πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης.

* υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά $p < 0.05$.

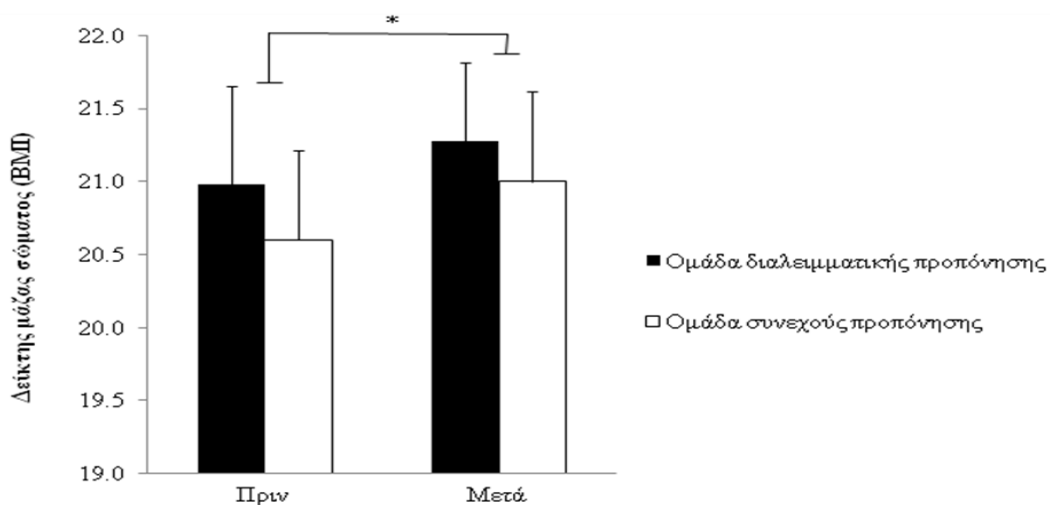
4.1.6. Δείκτης μάζας σώματος, σωματικό βάρος και άλιπη σωματική μάζα στους ενήλικες με κυστική ίνωση

Στο σχήμα 4.1.6.1 παρουσιάζεται ο δείκτης μάζας σώματος (BMI) των ενηλίκων με κυστική ίνωση πριν και μετά το πρόγραμμα αποκατάστασης. Παρατηρείται πως αυξάνεται στατιστικώς σημαντικά ο δείκτης μάζας σώματος τόσο στην ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης κατά 3% (πριν: 20.8 ± 0.7 , μετά: 21.3 ± 0.5) όσο και στην ομάδα της συνεχούς προπόνησης κατά 2% (πριν: 20.6 ± 0.6 , μετά: 21 ± 0.6) χωρίς να διαφέρουν σημαντικά οι δύο ομάδες μεταξύ τους.

Επιπλέον στο σχήμα 4.1.6.2 φαίνεται η σωματική δομή (κιλά) των

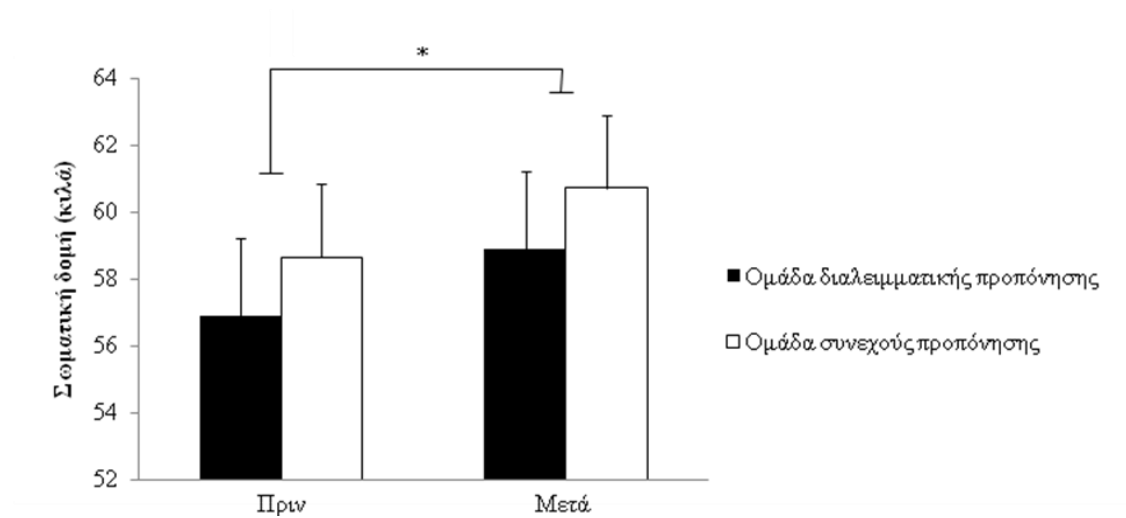
ενηλίκων με κυστική ίνωση. Η σωματική δομή αυξήθηκε σημαντικά στην ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης κατά 4% (πριν: 56.9 ± 2.4 κιλά, μετά: 58.9 ± 2.3 κιλά) καθώς επίσης και στην ομάδα της συνεχούς προπόνησης κατά 4% (πριν: 58.6 ± 2.3 κιλά, μετά: 60.7 ± 2.2 κιλά).

Αντίθετα δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική αύξηση στον δείκτη άλιπης σωματικής μάζας ($p > 0.05$). Παρατηρήθηκε όμως στατιστικώς σημαντική αύξηση της λιπώδους μάζας ($p < 0.05$). Συγκεκριμένα στη διαλειμματική προπόνηση το ποσοστό λιπώδους μάζας αυξήθηκε κατά 1.5% και στην ομάδα της συνεχόμενης προπόνησης κατά 0.9%.



Σχήμα 4.1.6.1. Ο δείκτης μάζας σώματος πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης.

* υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά $p < 0.05$.



Σχήμα 4.1.6.2. Η σωματική δομή πριν και μετά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως σε ενήλικες με κυστική ίνωση μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης.

* υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά $p < 0.05$

4.1.7. Ποιότητα ζωής στους ενήλικες με κυστική ίνωση

Στον πίνακα 4.1.7.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων της κυστικής ίνωσης (CFR-Q) για όλες τις μεταβλητές. Τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου ερωτηματολογίου, δείχνουν την σωματική, την ψυχολογική και κοινωνική τους κατάσταση και το λειτουργικότητας και της σωματικής εμφάνισης και για τις δύο ομάδες προπόνησης. Μεταξύ των δύο ομάδων δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική

επίπεδο των αναπνευστικών και πεπτικών τους προβλημάτων. Τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων αποτελούν την υποκειμενική κρίση των ασθενών. Παρατηρούμε πως υπήρχε στατιστικώς σημαντική διαφορά πριν και μετά το πρόγραμμα αποκατάστασης στις μεταβλητές της σωματικής

διαφορά σε καμία μεταβλητή της ποιότητας ζωής των ενηλίκων με κυστική ίνωση.

Πίνακας 4.1.7.1. Τα αποτελέσματα της ποιότητας ζωής με βάση τα ερωτηματολόγια για την κυστική ίνωση (CFQ-R +14) μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης πριν και μετά το πρόγραμμα αποκατάστασης.

	Ομάδα διαλειμματικής προπόνησης		Ομάδα συνεχούς προπόνησης		τιμή-p
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	
Σωματική λειτουργικότητα	52.8±14.5	64.6±11.9	60.4±11.2	67.4±13.1	p=0.034
Ζωτικότητα	61.1±10	68±9.2	72.2±8.8	68.1±9.7	p=0.740
Συναισθηματική λειτουργικότητα	78.9±4	82.2±2.2	68.9±6.8	62.2±6.6	p=0.581
Διατροφικές διαταραχές	74.1±11.7	72.2±11	70.4±8	70.4±8	p=0.687
Επibάρυνση θεραπείας	66.7±8.7	66.7±10	59.3±4.9	59.3±6.9	p=0.998
Αντίληψη υγείας	55.6±7.6	57±8.5	70.4±8.4	65.3±9.4	p=0.458
Κοινωνική λειτουργικότητα	80.6±3.1	80.6±2.4	66.7±9.1	64.8±6.7	p=0.831
Σωματική εμφάνιση	81.5±8.5	88.1±7.3	74.1±10.7	80.7±9.7	p=0.046
Περιορισμός ρόλου	68.1±10.9	77.8±9.6	88.9±5.1	87.5±6.4	p=0.355
Προβλήματα βάρους	72.2±13.4	72.2±13.4	72.2±16	83.3±11.4	p=0.341
Αναπνευστικά συμπτώματα	60.2±12.2	53.7±11	62±9.3	63±10.3	p=0.395
Πεπτικά συμπτώματα	83.4±19.6	81.5±18.1	100±0	96.3±9.1	p=0.209

4.1.8. Καθημερινή σωματική δραστηριότητα στους ενήλικες με κυστική ίνωση

Στον πίνακα 4.1.8.1 φαίνεται την καθημερινή σωματική δραστηριότητα των ενηλίκων με κυστική ίνωση. Οι μεταβλητές που αναλύθηκαν ήταν ο χρόνος δραστηριότητας, η ενεργειακή δαπάνη και τα βήματα που πραγματοποιήσαν οι ασθενείς. Παρατηρούμε πως δεν υπήρχαν

στατιστικώς σημαντικές διαφορές πριν και μετά το πρόγραμμα αναπνευστικής αποκατάστασης σε καμία από τις δύο ομάδες για καμία μεταβλητή στην καθημερινή σωματική δραστηριότητα. Σημαντικό όμως είναι πως και για τις δύο ομάδες αυξήθηκε ο χρόνος δραστηριότητας και η ενεργειακή τους δαπάνη σε μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με τον αριθμό των βημάτων που πραγματοποιήσαν.

Πίνακας 4.1.8.1. Τα αποτελέσματα της καθημερινής σωματικής δραστηριότητας των ενηλίκων με κυστική ίνωση, μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης πριν και μετά το πρόγραμμα αποκατάστασης.

	Ομάδα διαλειμματικής προπόνησης		Ομάδα συνεχούς προπόνησης		τιμή-p
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	
Χρόνος δραστηριότητας (λεπτά)	63±14.5	92±26.5	51±15	55±14.6	p=0.110
Ενεργειακή δαπάνη (χίλιοι θερμίδες/λεπτό)	12.08±2.9	17.37±1.1	14.88±3.4	16.22±2.2	p=0.119
Βήματα	5159±1157	4813±1491	4755±1119	5274±474	p=0.847

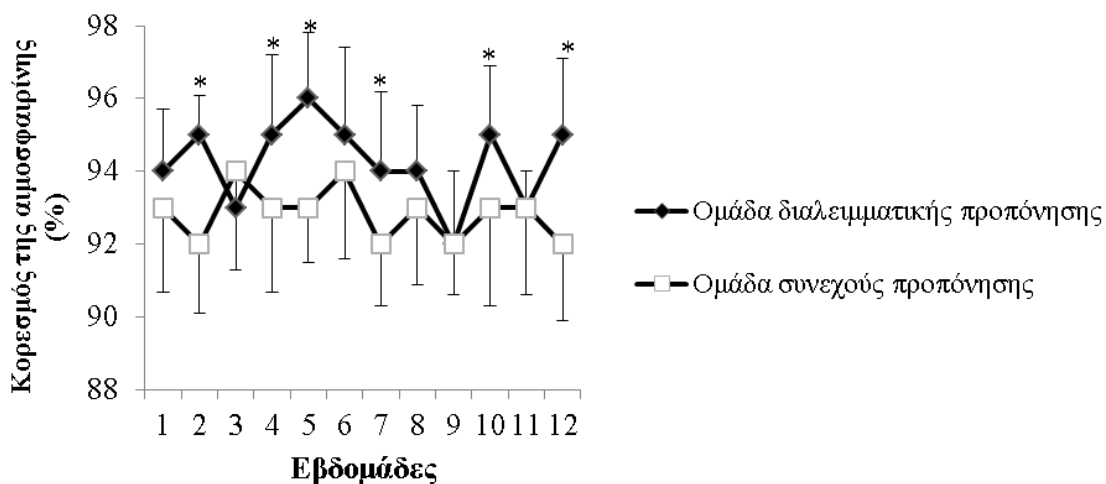
4.1.9. Αποκορεσμός της αιμοσφαιρίνης, δύσπνοια και μυϊκή κόπωση μεταξύ των δύο προπονητικών προγραμμάτων

Στο σχήμα 4.1.9.1 φαίνεται ο κορεσμός της αιμοσφαιρίνης στο αρτηριακό αίμα για κάθε εβδομάδα αποκατάστασης και για τις δύο ομάδες. Διαφαίνεται πως υπάρχει στατιστικώς σημαντική πτώση του κορεσμού του οξυγόνου στο αρτηριακό αίμα στην ομάδα της συνεχόμενης προπόνησης σε σχέση με την ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης σχεδόν για όλες τις εβδομάδες του προγράμματος αποκατάστασης. Η μέτρηση του κορεσμού της αιμοσφαιρίνης γινόταν ένα λεπτό πριν το τέλος της άσκησης και για τις δύο ομάδες.

Επιπλέον στο σχήμα 4.1.9.2 παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά στο αίσθημα της δύσπνοια σύμφωνα με την προσαρμοσμένη κλίμακα Borg μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης. Φαίνεται πως η ομάδα

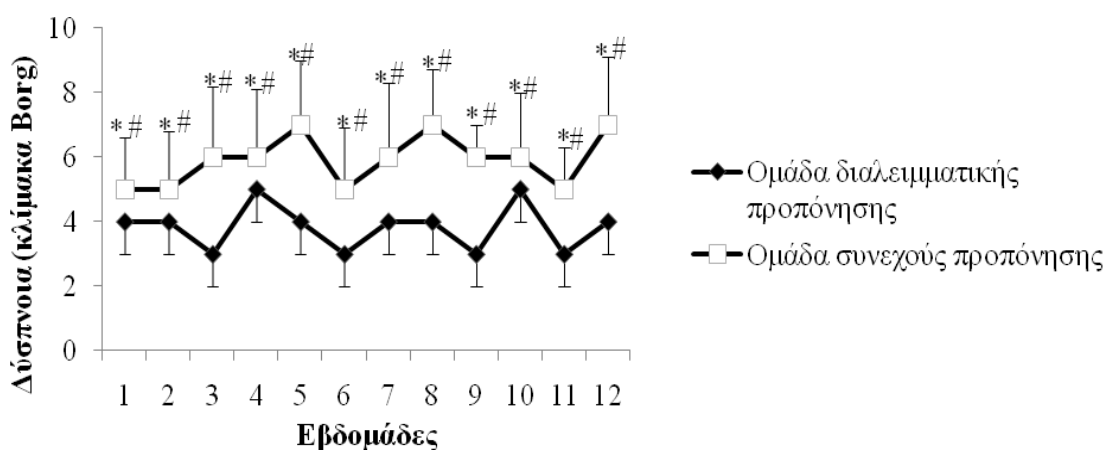
της συνεχόμενης προπόνησης ασκείται με μεγαλύτερη δύσπνοια σε σχέση με την ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης. Επίσης η διαφορά του βαθμού της δύσπνοιας των δύο ομάδων είναι στατιστικά και κλινικά σημαντική.

Στο σχήμα 4.1.9.3 φαίνεται η μυϊκή κόπωση των κάτω άκρων σύμφωνα με την δεκαβάθμια προσαρμοσμένη κλίμακα Borg. Παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης στην κόπωση των κάτω άκρων, καθώς η ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης έχει μεγαλύτερη μυϊκή κόπωση σε περισσότερες από τις εβδομάδες του προγράμματος αποκατάστασης σε σχέση με την ομάδα της συνεχόμενης προπόνησης.



Σχήμα 4.1.9.1. Ο κορεσμός της αιμοσφαιρίνης των δύο προπονητικών ομάδων για κάθε εβδομάδα του προγράμματος αποκατάστασης μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης.

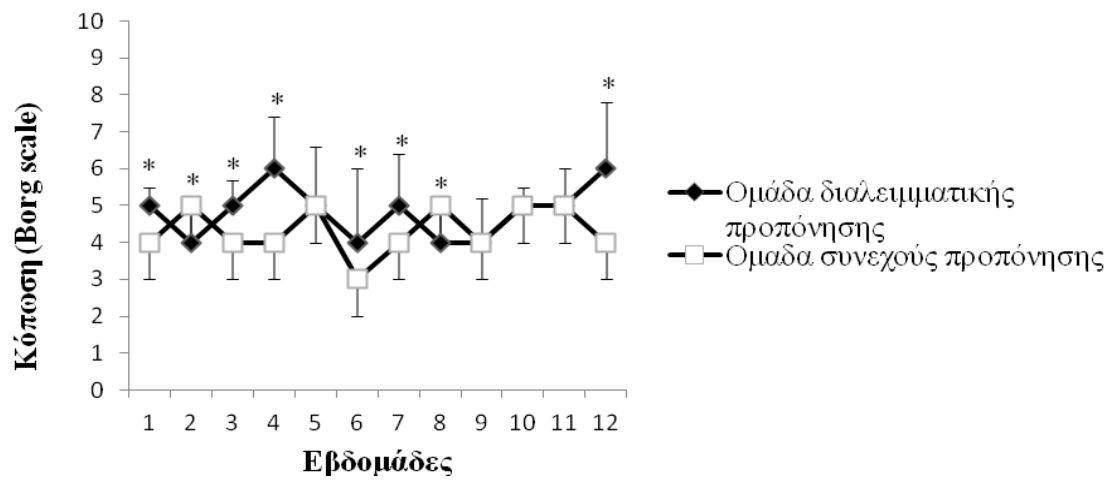
* υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά $p < 0.05$.



Σχήμα 4.1.9.2. Η δύσπνοια στην προσαρμοσμένη κλίμακα Borg για κάθε εβδομάδα του προγράμματος αποκατάστασης μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης.

* υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά $p < 0.05$

υποδηλώνει κλινική σημαντικότητα.



Σχήμα 4.1.9.3. Η κόπωση στην προσαρμοσμένη κλίμακα Borg για κάθε εβδομάδα του προγράμματος αποκατάστασης μεταξύ των δύο ομάδων προπόνησης.

* υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά $p < 0.05$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1. Η επίδραση της αναπνευστικής αποκατάστασης στην ικανότητα για άσκηση σε ενήλικες με κυστική ίνωση

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε με σκοπό να απαντήσει στο ερώτημα αν η διαλειμματική άσκηση είναι εξίσου αποδοτική συγκριτικά με την συνεχόμενη άσκηση ως προς την βελτίωση της αερόβιας ικανότητας σε ενήλικες με κυστική ίνωση. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα τόσο η διαλειμματική όσο και η συνεχόμενη άσκηση βελτίωσαν την αερόβια ικανότητα και την ικανότητα για άσκηση στο κυκλοεργόμετρο σε παρόμοιο βαθμό. Το πλεονέκτημα με τη διαλειμματική άσκηση ήταν ότι προκάλεσε μικρότερο αίσθημα δύσπνοιας και αποκορεσμό του αρτηριακού οξυγόνου συγκριτικά με τη συνεχόμενη άσκηση. Ως εκτούτου σε ενήλικες με κυστική ίνωση προτείνεται η εφαρμογή της διαλειμματικής προπόνησης καθώς προκαλεί πιο ήπια συμπτώματα δύσπνοιας και επιτελείται με μικρότερη πιθανότητα επιπλοκών ως συνέπεια της υποξυγοναιμίας.

Η συγκεκριμένη μελέτη καταδεικνύει ότι η συμμετοχή ενηλίκων με κυστική ίνωση σε ένα πρόγραμμα αναπνευστικής αποκατάστασης που περιλαμβάνει είτε διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης ή συνεχόμενη άσκηση υπομέγιστης έντασης βελτιώνει εξίσου σημαντικά την ικανότητα για άσκηση. Επιπλέον το πρόγραμμα αποκατάστασης αύξησε τα επίπεδα της καθημερινής σωματικής δραστηριότητας, κυρίως με την αύξηση της έντασης που

πραγματοποιήθηκε η δραστηριότητα αυτή. Αυτό το εύρημα είναι καινοτόμο καθώς δεν υπάρχουν αντίστοιχα δεδομένα στη βιβλιογραφία για ασθενείς με κυστική ίνωση.

Η παρούσα μελέτη είναι η πρώτη που καταδεικνύει την επίδραση της υψηλής εντάσεως διαλειμματικής άσκησης έναντι της συνεχόμενης άσκησης υπομέγιστου έργου σε ενήλικες με κυστική ίνωση.

5.1.1. Το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης

Το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης διήρκεσε 12 εβδομάδες με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα. Η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης πραγματοποιήθηκε σε κυκλοεργόμετρο με 30 δευτερόλεπτα άσκηση στο 100% του αρχικού κορυφαίου έργου (WRpeak) και 30 δευτερόλεπτα ενεργητική αποκατάσταση στο 40% του αρχικού κορυφαίου έργου (WRpeak). Η συνεχόμενη προπόνηση πραγματοποιήθηκε σε κυκλοεργόμετρο και είχε διάρκεια 30 λεπτά στο 70% του αρχικού κορυφαίου παραγόμενου έργου (WRpeak). Ο χρόνος και η ένταση της προπόνησης των δύο ομάδων σταθμίστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να μη διαφέρει ο συνολικός όγκος προπόνησης μεταξύ τους. Επίσης και οι δύο ομάδες εκτελούσαν προπόνηση με αντιστάσεις (8-10 επαναλήψεις, 3 σειρές, για άνω και κάτω άκρα).

5.1.2. Επίδραση του προγράμματος της αναπνευστικής αποκατάστασης στην αερόβια και λειτουργική ικανότητα των ενηλίκων με κυστική ίνωση

Στα σχήματα 4.1.2.1 και 4.1.2.2 παρουσιάστηκαν η κορυφαία πρόσληψη οξυγόνου και το κορυφαίο παραγόμενο έργο πριν και μετά το πέρας των 12 εβδομάδων του προγράμματος αποκατάστασης για τις

δύο ομάδες προπόνησης. Παρατηρείται πως και οι δύο ομάδες αύξησαν εξίσου στατιστικώς σημαντικά και τις δύο αυτές μεταβλητές χωρίς να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

Μια μελέτη των Gruber και των συνεργατών του (2014) σύγκρινε δύο διαφορετικούς τύπους προπόνησης (υπομέγιστης έντασης διαλειμματική προπόνηση και υπομέγιστης έντασης προπόνηση σταθερού φορτίου) αναφορικά με την ικανότητα για άσκηση σε ενήλικες με κυστική ίνωση. Στη μελέτη αυτή η ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης ασκούσαν σε δαπεδοεργόμετρο με ένταση 50% της μέγιστης τους προσπάθειας, εκτελώντας 30 δευτερόλεπτα άσκηση και 60 δευτερόλεπτα παθητική αποκατάσταση συνολικής διάρκειας 20 λεπτών με συχνότητα 5 φορές την εβδομάδα. Η ομάδα της συνεχόμενης άσκησης εκτελούσε διάφορες δραστηριότητες-αθλήματα για 45 λεπτά την μέρα, εντάσεως 60-75% της κορυφαίας πρόσληψης οξυγόνου, με συχνότητα 5 φορές την εβδομάδα. Η συνολική διάρκεια άσκησης και των δύο ομάδων διήρκεσε 6 εβδομάδες. Η διαφορά της μελέτης των Gruber, και των συνεργατών του (2014) με την παρούσα μελέτη ήταν ότι η ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης ήταν υψηλής έντασης και όχι υπομέγιστης. Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης επιβεβαιώνονται από τα ευρήματα της μελέτης των Gruber, και των συνεργατών του (2014) καθώς βρέθηκαν στατιστικώς σημαντική βελτίωση στην αερόβια ικανότητα και για τις δύο ομάδες προπόνησης χωρίς να παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορές. Σύμφωνα με τον ερευνητή (Gruber *et al.*, 2014) η βελτίωση της αερόβιας ικανότητας επήλθε αφενός

από την αύξηση του όγκου παλμού, το οποίο είναι ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα της βελτιωμένης καρδιοαναπνευστικής κατάστασης και αφετέρου από τη μεγαλύτερη κατανάλωση οξυγόνου από τους περιφερικούς μύες.

Επιπλέον μία μελέτη των Selvadurai, και συνεργατών (2002) σύγκρινε την αερόβια προπόνηση και την προπόνηση αντιστάσεων αναφορικά με την ικανότητα για άσκηση σε ασθενείς με κυστική ίνωση. Στη συγκεκριμένη μελέτη η προπόνηση έγινε ενδονοσοκομειακά κατά την ενδοφλέβια θεραπεία των ασθενών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μόνο η ομάδα της αερόβιας προπόνησης βελτίωσε σημαντικά την αερόβια ικανότητα και όχι η προπόνηση αντιστάσεων. Έτσι συμπεραίνουμε ότι και στην παρούσα μελέτη η βελτίωση της αερόβιας ικανότητας των ενηλίκων με κυστική ίνωση επήλθε από την αερόβια προπόνηση.

Στο σχήμα 4.2.1.3 παρουσιάστηκε η εξάλεπτη δοκιμασία βάδισης πριν και μετά το πέρας των 12 εβδομάδων της αναπνευστικής αποκατάστασης στους ενήλικες με κυστική ίνωση. Η εξάλεπτη δοκιμασία βάδισης είναι δείκτης για τη λειτουργική ικανότητα ασθενών με χρόνιες αναπνευστικές και καρδιαγγειακές παθήσεις καθώς επίσης είναι και προγνωστικός παράγοντας νοσηρότητας και θνησιμότητας σε πνευμονοπαθείς και καρδιοπαθείς (ATS/ERS, 2002).

Σύμφωνα με τους Chetta και συνεργάτες (2001) η απόσταση που διένυσαν κατά την εξάλεπτη δοκιμασία βάδισης ασθενείς με κυστική ίνωση ήπιου έως μέτριου βαθμού νοσηρότητας δεν διέφερε στατιστικώς

σημαντικά σε σχέση με υγιή πληθυσμό. Σχετικά με τους Gulmans και συνεργάτες (1996), η απόσταση που διανύεται κατά την εξάλεπτη δοκιμασία βάδισης σε ασθενείς με κυστική ίνωση σχετίζεται σημαντικά με το κορυφαίο παραγόμενο έργο και την κορυφαία πρόσληψη οξυγόνου. Συμπερασματικά στην παρούσα μελέτη η αύξηση της απόστασης που διήνυσαν οι ενήλικες με κυστική ίνωση κατά την εξάλεπτη δοκιμασία βάδισης επήλθε λόγω της βελτίωσης της αερόβιας ικανότητας.

5.1.3. Επίδραση του προγράμματος της αναπνευστικής αποκατάστασης στην καρδιαγγειακή λειτουργία των ενηλίκων με κυστική ίνωση

Το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης βελτίωσε την καρδιαγγειακή λειτουργία των ενηλίκων με κυστική ίνωση και για τις δύο ομάδες προπόνησης. Ειδικότερα παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική αύξηση της κορυφαίας καρδιακής παροχής και για τις δύο ομάδες προπόνησης μετά το πέρας του προγράμματος της αναπνευστικής αποκατάστασης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η αύξηση της κορυφαίας καρδιακής παροχής επήλθε κατά κύριο λόγο από την αύξηση του όγκου παλμού, παρά από την αύξηση της μέγιστης καρδιακής συχνότητας.

Μία μελέτη των Gruber και συνεργατών (2010) απέδωσε την αύξηση του όγκου παλμού στην αύξηση του οξυγονικού παλμού, καθώς δεν βρέθηκε σημαντική αύξηση στην καρδιακή συχνότητα των ασθενών με κυστική ίνωση μετά από ένα πρόγραμμα αποκατάστασης. Όμως η παρούσα μελέτη είναι η μόνη μέχρι σήμερα που αποδεικνύει με έμμεσο τρόπο (αναίμακτα), με τη μέθοδο της

ηλεκτρικής βιο-αγωγιμότητας την αύξηση της καρδιακής παροχής μετά από πρόγραμμα αναπνευστικής αποκατάστασης σε ενήλικες με κυστική ίνωση.

Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει μελέτη που να καταδεικνύει την αύξηση της κορυφαίας καρδιακής παροχής μέσω της αύξησης του όγκου παλμού μετά από ένα πρόγραμμα αναπνευστικής αποκατάστασης σε ενήλικες με κυστική ίνωση. Άλλες μελέτες σε ασθενείς με ΧΑΠ μετά από πρόγραμμα αναπνευστικής αποκατάστασης, επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης τόσο στη συνεχόμενη όσο και στη διαλειμματική προπόνηση (Casaburi *et al.*, 1997; Maltais *et al.*, 1996; Vogiatzis *et al.*, 2002; Vogiatzis *et al.*, 2005).

5.1.4. Επίδραση του προγράμματος αναπνευστικής αποκατάστασης στην αναπνευστική λειτουργία σε ενήλικες με κυστική ίνωση.

Σύμφωνα με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης δεν υπήρχε στατιστικώς σημαντική βελτίωση στην πνευμονική λειτουργία μετά το πρόγραμμα αναπνευστικής αποκατάστασης στους ενήλικες με κυστική ίνωση. Μία μελέτη των Schneiderman-Walker και συνεργατών (2000) βρήκε στατιστικώς σημαντική βελτίωση στην βίαιη ζωτική χωρητικότητα (FVC) και οριακά μη σημαντικής τον βίαιο εκπνεόμενο όγκο αέρα το πρώτο δευτερόλεπτο (FEV₁) μεταξύ ομάδας αερόβιας προπόνησης και ομάδας ελέγχου σε ασθενείς με κυστική ίνωση. Η συγκεκριμένη μελέτη είχε συνολική διάρκεια 3 χρόνια και το βασικό της εύρημα ήταν ότι ο βαθμός μείωσης της αναπνευστικής λειτουργίας στην ομάδα της άσκησης ήταν ο μισός συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. Ωστόσο μία

μελέτη των Hebestreit και συνεργατών (2010) δεν βρήκε σημαντικές βελτιώσεις στην αναπνευστική λειτουργία των ασθενών με κυστική ίνωση μετά από πρόγραμμα αναπνευστικής αποκατάστασης 6 μηνών. Έτσι ο περιορισμός της παρούσας μελέτης στη μη σημαντική βελτίωση της αναπνευστικής λειτουργίας των ενηλίκων με κυστική ίνωση πιθανόν να οφείλεται στο μικρό χρονικό διάστημα του προγράμματος της αναπνευστικής αποκατάστασης (12 εβδομάδες).

Ωστόσο, μπορεί η αναπνευστική λειτουργία να μην βελτιώθηκε σημαντικά, σύμφωνα όμως με τον πίνακα 4.1.3.1 φαίνεται πως η δύναμη των εισπνευστικών και εκπνευστικών μυών βελτιώθηκε στατιστικώς σημαντικά και για τις 2 ομάδες προπόνησης. Μία μελέτη των Dassios και συνεργατών (2013), στην οποία συμμετείχαν ασθενείς με κυστική ίνωση και εκτελούσαν διάφορες δραστηριότητες για 3 μήνες, βρήκε σημαντική αύξηση στη δύναμη των εισπνευστικών και εκπνευστικών μυών. Σύμφωνα με τους ερευνητές οι αναπνευστικοί μύες ανήκουν στους σκελετικούς μύες και με την προπόνηση δυναμώνουν και αυξάνουν τον όγκο τους.

5.1.5. Επίδραση του προγράμματος στην μυϊκή δύναμη των άνω και κάτω άκρων σε ενήλικες με κυστική ίνωση.

Οι δύο ομάδες προπόνησης αύξησαν εξίσου στατιστικώς σημαντικά τη δύναμη και την αντοχή των άνω και κάτω άκρων. Σε μία μελέτη των Selvadurai, και των συνεργατών του (2002), παρατηρήθηκε αύξηση της μυϊκής δύναμης ασθενών με κυστική ίνωση. Στη μελέτη αυτή οι ασθενείς χωρίστηκαν σε ομάδα

αερόβιας προπόνησης και ομάδα προπόνησης αντιστάσεων. Τα χαρακτηριστικά της προπόνησης των αντιστάσεων ήταν παρόμοια με τα χαρακτηριστικά της προπόνησης των αντιστάσεων της παρούσας μελέτης. Το πρόγραμμα αποκατάστασης διήρκεσε 6 εβδομάδες και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μόνο στην ομάδα της προπόνησης των αντιστάσεων υπήρξε στατιστικώς σημαντική αύξηση της μυϊκής δύναμης. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν σε μία μελέτη των Strauss, και των συνεργατών του (1987) στην οποία συμμετείχαν ασθενείς με κυστική ίνωση σε ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης διάρκειας τριών μηνών.

Συμπερασματικά, στην παρούσα μελέτη η αύξηση της μυϊκής δύναμης επήλθε από την προπόνηση των αντιστάσεων. Η αύξηση της μυϊκής δύναμης είναι ένα σημαντικό εύρημα για την υγεία των ασθενών με κυστική ίνωση γιατί όπως γνωρίζουμε η συγκεκριμένη ομάδα ασθενών χαρακτηρίζεται από μειωμένη ικανότητα για άσκηση, το οποίο οφείλεται τόσο σε αναπνευστικούς παράγοντες όσο και σε αδυναμία των περιφερικών μυών (Troosters *et al.*, 2009).

5.1.6. Επίδραση του προγράμματος αναπνευστικής αποκατάστασης στην σωματική δομή των ενηλίκων με κυστική ίνωση.

Μετά το πρόγραμμα αποκατάστασης παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική αύξηση στον δείκτη μάζας σώματος και στο σωματικό βάρος των ενηλίκων με κυστική ίνωση και για τις δύο προπονητικές ομάδες. Μία μελέτη των Selvadurai και συνεργατών (2002) έδειξε σημαντική αύξηση στην σωματική δομή (κιλά) σε ασθενείς με

κυστική ίνωση. Στη συγκεκριμένη μελέτη συμμετείχαν ασθενείς με κυστική ίνωση σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης διάρκειας 6 εβδομάδων και οι ασθενείς χωρίστηκαν σε ομάδα αερόβιας προπόνησης και ομάδα προπόνησης αντιστάσεων. Η σωματική δομή αυξήθηκε σημαντικά και στις δύο προπονητικές ομάδες, όμως μεγαλύτερη αύξηση έδειξαν οι ασθενείς στην ομάδα της προπόνησης με αντιστάσεις. Επιπλέον σε μία μελέτη των Strauss και συνεργατών (1987) σε ένα πρόγραμμα προπόνησης αντιστάσεων διάρκειας 3 μηνών που συμμετείχαν ασθενείς με κυστική ίνωση, βρέθηκε σημαντική αύξηση της μυϊκής μάζας των ασθενών. Η αύξηση της μυϊκής μάζας σε ασθενείς με κυστική ίνωση είναι ζωτικής σημασίας, καθώς πάσχουν από μυϊκή ατροφία (Moser *et al.*, 2000).

5.1.7. Επίδραση του προγράμματος αναπνευστικής αποκατάστασης στην ποιότητα ζωής των ενήλικων με κυστική ίνωση.

Η ποιότητα ζωής αξιολογήθηκε με τα ερωτηματολόγια της κυστικής ίνωσης (CFQ-R 14+). Παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική βελτίωση στα πεδία της σωματικής λειτουργικότητας και της σωματικής εμφάνισης. Μία μελέτη των Schmidt και συνεργατών (2009) έδειξε βελτίωση στα πεδία της συναισθηματικής λειτουργικότητας και στην επιβάρυνση της θεραπείας. Η συγκεκριμένη μελέτη διήρκεσε 12 εβδομάδες και οι ασθενείς ασκούσαν χωρίς επίβλεψη σε ένταση 70% της μέγιστης τους καρδιακής συχνότητας για τουλάχιστον 25 λεπτά κάθε φορά.

Σύμφωνα με τον ερευνητή (Schmidt, 2009) υπήρχαν αρκετοί λόγοι για τους οποίους δε βρέθηκε βελτίωση στην ποιότητα ζωής των ασθενών. Αρχικά οι 12 εβδομάδες δεν

επαρκούν για να υπάρξει σημαντική βελτίωση στην ποιότητα ζωής ασθενών με χρόνια πάθηση όπως η κυστική ίνωση. Επιπλέον, σύμφωνα με τον ερευνητή (Schmidt, 2009) αρκετοί ασθενείς δεν ασκήθηκαν στις εντάσεις και με συχνότητα που τους είχε ζητηθεί και ίσως να επηρέασε την μέτρηση της ποιότητας ζωής. Τέλος αναφέρει (Schmidt, 2009) ότι το δείγμα ήταν μικρό καθώς είχαν τελικά μετρηθεί 14 ασθενείς από τους 24, οπότε ήταν και αυτός ένας περιορισμός της μελέτης. Η παρούσα μελέτη είχε παρόμοιους περιορισμούς με τη μελέτη των Schmidt και συνεργατών (2009), καθώς η διάρκεια του προγράμματος αποκατάστασης ήταν 12 εβδομάδες και ο αριθμός των ασθενών σχετικά μικρός (24).

Παρόμοια αποτελέσματα με την παρούσα μελέτη στην βελτίωση της σωματικής λειτουργικότητας είχαν βρεθεί σε μία μελέτη των Klijn, και συνεργατών (2004). Στη συγκεκριμένη μελέτη συμμετείχαν έφηβοι με κυστική ίνωση. Η προπονητική περίοδος διήρκεσε 12 εβδομάδες κάνοντας μικρής διάρκειας αναερόβιες δραστηριότητες. Στη μελέτη αυτή μόνο η σωματική λειτουργικότητα βελτιώθηκε στατιστικώς σημαντικά. Σε μία μελέτη των Hebestreit και συνεργατών (2010) διάρκειας 6 μηνών βρέθηκε σημαντικότητα μόνο στην αντίληψη της υγείας των ασθενών. Στη μελέτη αυτή οι ασθενείς έλαβαν μέρος σε διάφορα αθλήματα για τουλάχιστον 3 ώρες την εβδομάδα.

Τέλος, η σημαντικότητα που βρέθηκε στην παρούσα μελέτη στη σωματική εμφάνιση των ασθενών, πιθανά οφείλεται στην προπόνηση αντιστάσεων. Σε αντίθεση με τις υπόλοιπες μελέτες οι οποίες δεν

περιλάμβαναν προπόνηση αντιστάσεων παρά μόνο αερόβια προπόνηση.

5.1.8. Επίδραση του προγράμματος αναπνευστικής αποκατάστασης στην καθημερινή σωματική δραστηριότητα των ενήλικων με κυστική ίνωση.

Στην παρούσα μελέτη το πρόγραμμα αναπνευστικής αποκατάστασης δε βελτίωσε στατιστικώς σημαντικά την καθημερινή σωματική δραστηριότητα σε καμία ομάδα προπόνησης των ενήλικων με κυστική ίνωση. Συγκεκριμένα παρατηρείται και στις δύο ομάδες αύξηση στην ενεργειακή τους δαπάνη και στον χρόνο δραστηριότητας μετά το πρόγραμμα αναπνευστικής αποκατάστασης. Αντιθέτως μειώθηκαν σε μικρό βαθμό τα ημερήσια βήματα των ασθενών στην ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης σε αντίθεση με την ομάδα της συνεχόμενης προπόνησης όπου αυξήθηκαν, αλλά μη σημαντικά. Ωστόσο η αύξηση της ενεργειακής δαπάνης που παρατηρήθηκε υποδηλώνει πως η καθημερινή σωματική δραστηριότητα των ασθενών (κυρίως για την ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης, στην οποία είχαν μειώσει σε μικρό βαθμό τα καθημερινά τους βήματα) εκτελούνταν με μεγαλύτερη ένταση (πίνακας 4.1.8.1.).

Σε μία μελέτη των Selvadurai και συνεργατών (2002) παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της ενεργειακής δαπάνης των ασθενών με κυστική ίνωση. Στη συγκεκριμένη μελέτη οι ασθενείς μετρήθηκαν πριν την εισαγωγή τους στο νοσοκομείο (πριν την λοίμωξη) για την ενδοφλέβια θεραπεία καθώς και ένα μήνα μετά από την εξαγωγή τους από το νοσοκομείο. Οι ασθενείς χωρίστηκαν σε ομάδα αερόβιας προπόνησης, προπόνησης

αντιστάσεων και ομάδα ελέγχου. Μεγαλύτερη αύξηση στην καθημερινή ενεργειακή δαπάνη παρατηρήθηκε στην ομάδα της αερόβιας προπόνησης και μετά στην ομάδα της προπόνησης με αντιστάσεις, ενώ δεν αυξήθηκε σημαντικά στην ομάδα ελέγχου.

5.1.9. Δύσπνοια, κόπωση και κορεσμός της αιμοσφαιρίνης μεταξύ διαλειμματικής και συνεχόμενης προπόνησης κατά την διάρκεια του προγράμματος.

Στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της διαλειμματικής προπόνησης και της συνεχόμενης προπόνησης αναφορικά με την ένταση της δύσπνοιας, της μυϊκής κόπωσης και του αποκορεσμού της αιμοσφαιρίνης κατά την διάρκεια του προγράμματος της αναπνευστικής αποκατάστασης. Συγκεκριμένα η δύσπνοια που μετρήθηκε με την προσαρμοσμένη δεκαβάθμια κλίμακα Borg είχε τόσο στατιστική όσο και κλινική σημαντικότητα μεταξύ των δύο διαφορετικών προπονητικών προγραμμάτων. Η ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης ασκούσαν με μικρότερο αίσθημα δύσπνοιας, μεγαλύτερη ενεργοποίηση των περιφερικών μυών καθώς είχε μεγαλύτερη κόπωση και μικρότερο αποκορεσμό της αιμοσφαιρίνης. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης επιβεβαιώνονται από τα ευρήματα των Vogiatzis, και των συνεργατών του (2002). Η συγκεκριμένη μελέτη σύγκρινε τη διαλειμματική και τη συνεχόμενη προπόνηση αναφορικά με την προσαρμοστικότητα της σε ασθενείς με ΧΑΠ. Τα ευρήματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι οι ασθενείς με ΧΑΠ είχαν μικρότερη δύσπνοια σε σχέση με τη συνεχόμενη άσκηση. Σύμφωνα με τους ερευνητές η

αυξημένη δύσπνοια οφείλεται στον αυξημένο πνευμονικό αερισμό, καθώς εμφανίζεται σε μεγαλύτερο βαθμό το φαινόμενο της δυναμικής πνευμονικής υπερδιάτασης με αποτέλεσμα ο ασθενής να αναπνέει σε υψηλότερους πνευμονικούς όγκους και να κοπώνεται περισσότερο. Επιπλέον μία ακόμη μελέτη σε ασθενείς με ΧΑΠ (Nassiset al., 2009) έδειξε πως η διαλειμματική προπόνηση είναι περισσότερο ανεκτή από την συνεχόμενη άσκηση σε ασθενείς με περιορισμό στην ροή του αέρα καθώς είχαν μικρότερη δύσπνοια και μυϊκή κόπωση κατά τη διάρκεια του προγράμματος της αναπνευστικής αποκατάστασης.

Συμπερασματικά παρατηρήθηκε πως η διαλειμματική προπόνηση είναι περισσότερο ανεκτή από την συνεχόμενη προπόνηση σε ασθενείς με χρόνιες πνευμονοπάθειες καθώς είχαν μικρότερη δύσπνοια και μυϊκή κόπωση κατά την άσκηση. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες μελέτες, στην παρούσα μελέτη βρέθηκε πως η μυϊκή κόπωση ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο προπονητικών προγραμμάτων και λίγο πιο αυξημένη στην ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης. Πιθανόν αυτό να οφείλεται στη διαλειμματική προπόνηση που εκτελούνταν με ενεργητική (40% WRpeak) και όχι με παθητική αποκατάσταση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά το πρόγραμμα της αναπνευστικής αποκατάστασης επέφερε εξίσου σημαντική βελτίωση στην αερόβια και λειτουργική ικανότητα για άσκηση και στις δύο ομάδες προπόνησης σε ενήλικες με κυστική ίνωση.

Η ερευνητική υπόθεση της παρούσας μελέτης επιβεβαιώθηκε καθώς βρέθηκε πως η διαλειμματική προπόνηση βελτιώνει εξίσου σημαντικά την ικανότητα για άσκηση σε ενήλικες με κυστική ίνωση συγκριτικά με την συνεχόμενη προπόνηση.

Επιπλέον παρατηρήθηκε πως η διαλειμματική προπόνηση ήταν περισσότερο ανεκτή συγκριτικά με την συνεχόμενη προπόνηση καθώς η ένταση της δύσπνοιας ήταν σε χαμηλότερα επίπεδα. Επίσης ο κορεσμός της αιμοσφαιρίνης στο αρτηριακό αίμα διατηρούνταν σε υψηλότερα επίπεδα στην διαλειμματική προπόνηση απ' ότι στη συνεχόμενη προπόνηση.

Σύμφωνα με τα παραπάνω ευρήματα η διαλειμματική προπόνηση είναι μία εναλλακτική μορφή προπόνησης εξίσου αποτελεσματική με τη συνεχόμενη προπόνηση και περισσότερο ανεκτή και ασφαλής σε ενήλικες με κυστική ίνωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VII ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories (2002). *ATS statement: guidelines for the six-minute walk test*. Am J Respir Crit Care Med. 2002 Jul 1;166(1):111-7.
- Bernstein, D.P. (1986). *A new stroke volume equation for thoracic electrical bioimpedance: theory and rationale*. American Journal of Critical Care Medicine, 14, 904-909
- Borg GA (1982). *Psychophysical bases of perceived exertion*. Med Sci Sports Exerc. 1982;14(5):377-81.
- Bougault, V., Lonsdorfer-Wolf E., Charloux A., Richard R., Geny B., Oswald-Mammosser, M. (2005). *Does thoracic bioimpedance accurately determine cardiac output in COPD patients during maximal or intermittent exercise?* Chest, 127: 1122-31.
- Bradley J., Moran F. (2008). *Physical training for cystic fibrosis*. Cochrane Database Syst Rev. 2008 Jan 23;1:CD002768. doi:10.1002/14651858.CD002768.pub2.
- Cahalín L., Pappagianopoulos P., Prevost S., Wain J., Ginns L. (1995). *The relationship of the 6-min walk test to maximal oxygen consumption in transplant candidates with end-stage lung disease*. Chest. 1995 Aug;108(2):452-9.
- Charloux, A., Lonsdorfer-Wolf, E., Lampert E., Oswald-Mammosser, M., Mettauer, B., Geny, B., Lonsdorfer J. (2000). *Exercise by a new impedance cardiography device: comparison with the "direct" Fick method*. European Journal of Applied Physiology, 182, 313-320
- Chetta A, Aiello M, Foresi A, Marangio E, D'Ippolito R, Castagnaro A, Olivieri D. (2001). *Relationship between outcome measures of six-minute walk test and baseline lung function in patients with interstitial lung disease. Sarcoidosis Vasc Diffuse Lung Dis.* 2001 Jun;18(2):170-5.
- Chetta, A., Pisi, G., Aiello, M., Tzani, P., & Olivieri, D. (2009). *The walking capacity assessment in the respiratory patient*. [Review]. Respiration, 77(4), 361-367. doi: 10.1159/000212781
- Casaburi, R., Porszasz, J., Burns, M. R., Carithers, E. R., Chang, R. S., & Cooper, C. B. (1997). *Physiologic benefits of exercise training in rehabilitation of patients with severe chronic obstructive pulmonary disease*. Am J Respir Crit Care Med, 155(5), 1541-1551.
- Connors, A. F. Jr., Speroff, T., Dawson, N. V., Thomas, C., Harrell, F. E. Jr., Wagner, D. P., Desbiens N., Goldman L., Wu A.W., Califf R.M., Fulkerson W.J. Jr, Vidaillet H., Broste

- S., Bellamy P., Lynn J., Knaus W.A. (1996). *The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients*. Journal of the American Medical Association, 276, 889-897
- Cotes, J.E., Dabbs, J.M., Hall, A.M., Heywood H.C., Laurence K.M . (1979). *Sitting height, fat-free mass and body fat as reference variables for lung function in healthy British children: comparison with stature*. Ann Hum Biol 6: 307–314
- de Meer K., Gulmans V.A., van Der Laag J. (1999) *Peripheral muscle weakness and exercise capacity in children with cystic fibrosis*. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 159, 748-754
- Demeyer.H. ,C. Burtin , H.V. Remoortel , M. Hornikx , D. Langer M. Decramer , R. Gosselink , W. Janssens , T. Troosters (2014). *Standardizing the Analysis of Physical Activity in Patients With COPD Following a Pulmonary Rehabilitation Program*. CHEST 2014; 146(2):318- 327
- Dodd JD, Barry SC, Gallagher CG (2006). *Respiratory factors do not limit maximal symptom-limited exercise in patients with mild cystic fibrosis lung disease*. Respir Physiol Neurobiol. 2006;152:176–185. doi: 10.1016/j.resp.2005.08.003
- Dupuis, J. M., Bour, J., Abraham, P. & Kalife, K. C. H. U. (2000). *Detection of Coronary Artery Disease (CAD) during Bicycle Exercise, using New Generation Impedance Cardiography*. Angers France Heart Journal, 83, supplement II.
- Frank J Cerny (1989). *Relative Effects of Bronchial Drainage and Exercise for In-Hospital Care of Patients with Cystic Fibrosis*. PHYS THER. 1989; 69:633-639
- Godfrey, S. and Mearns, M. (1971) *.Pulmonary function and response to exercise in cystic fibrosis*. Archives of Disease in Childhood 46, 144-151
- Gruber W., D. M. Orenstein, K. M. Braumann, R. Beneke (2014). *Journal of Cystic Fibrosis* 13 (2014) 86–91. *ATS statement: guidelines for the six-minute walk test*. (2002). [Guideline Practice Guideline]. Am J Respir Crit Care Med, 166(1), 111-117. doi:10.1164/ajrccm.166.1.at1102
- Gulmans, V.A.M., N. vanVeldhoven, K. deMeer, and P.J.M. Helders.(1996). *The six-minute walking test in children with cystic fibrosis: Reliability and validity*. Pediatric Pulmonology. 22:85-89
- Guyat G. H., Sullivan M. J. , Thompson P. J. , Fallen E. L. , Pugsley S. O. , Taylor D. W. , Berman L. B. (1985). *The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure*. Can Med Assoc J. 1985 Apr 15; 132(8): 919–923.
- Hebestreit H., S. Kieser, S. Junge, M. Ballmann, A. Hebestreit, C. Schindler, T. Schenk, H-G.

- Posselt and S. Kriemler (2010).*Long-term effects of a partially supervised conditioning programme in cystic fibrosis*. Eur Respir J 2010; 35: 578–583DOI: 10.1183/09031936.00062409
- Jensen, L., Yakimets, J., Teo, K. K. (1995). *Issues in cardiovascular care.A review of impedance cardiography*. Heart lung, 24, 183-193.
- Keens, T.G., Krastins, I.R., Wannamaker, E.M., Levison, H., Crozier, D.N. and Bryan, A.C. (1977) *Ventilatory muscle endurance training in normal subjects and patients with cystic fibrosis*. American Review of Respiratory Disease 116, 853-860
- Kemps, H. M., Thijssen, E. J., Schep, G., Sleutjes, B. T., De Vries, W. R., Hoogeveen, A. R. et al. (2008). *Evaluation of two methods for continuous cardiac output assessment during exercise in chronic heart failure patients*.Journal of Applied Physiology, 105: 1822-1829.
- Klijn P. H. C., Oudshoorn A., van der Ent C. K., Van Der Net J., Kimpen J. L., Helders P. J. M. (2004). *Effects of Anaerobic Training in Children With Cystic Fibrosis. A Randomized Controlled Study*. CHEST 2004; 125:1299–1305
- Kriemler S. , Kieser S., Junge S., Ballmann M., Hebestreit A., Schindler C., Stüssi C., Hebestreit H. (2013).*Effect of supervised training on FEV1 in cystic fibrosis: a randomised controlled trial*. Journal of Cystic Fibrosis 12 (2013) 714–720
- Kubicek, W. G., Karnegis, J. N., Patterson, R. P. (1966). *Development and evaluation of an impedance cardiac output system*.Aerospace Medicine, 37, 1208-1212
- Liden, C. B., Wolowicz M., Stivoric, J., Teller A., Vishnubhatla S., Pelletier R., Farrington J., (2002). *Accuracy and Reliability of the SenseWear[®] Armband as an Energy Expenditure Assessment Device*.Copyright © 2002 BodyMedia, Inc
- Linton, D. M. & Gilon, D. (2002). *Advances in Non-invasive Cardiac Output Monitoring Anaesthesia*, 5, 141-148.
- Maltais, F., LeBlanc, P., Simard, C., Jobin, J., Berube, C., Bruneau, J., et al. (1996).*Skeletal muscle adaptation to endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease*. Am J Respir Crit Care Med, 154(2 Pt 1), 442-447.
- Moorcroft J., Dodd M. E., Morris J., Webb A. K. (2004). *Individualised unsupervised exercise training in adults with cystic fibrosis: a 1 year randomised controlled trial*. Thorax 2004;59:1074–1080. doi: 10.1136
- Moser C, Tirakitsoontorn P, Nussbaum E, Newcomb R, Cooper DM. (2000). *Muscle size and cardiorespiratory response to exercise in cystic fibrosis*. Am J Respir Crit Care Med. 2000;162:1823–1827. doi: 10.1164/ajrccm.162.5.2003057

- Nasis I.G., Vogiatzis I., Stratakos G., Athanasopoulos D., Koutsoukou A., Daskalakis A., Spetsioti S., Evangelodimou A., Roussos C., Zakynthinos S.(2009). *Effects of interval-load versus constant-load training on the BODE index in COPD patients*. Respir Med. 2009;103:1392–1398.
- Nixon P. A., Orenstein D. M., Kelsey S. F., Doershuk C. F. (1992). *The prognostic value of exercise testing in patients with cystic fibrosis*. N Engl JMed 1992; 327:1785-1788December 17, 1992DOI:10.1056/NEJM199212173272504
- O’ Donnell, D.E., Revil, S. &Webb, K.A.(2001a). *Dynamic hyperinflation and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary*. Am J Crit Care Med, 164: 770-777
- O’ Donnell, DE.(2001b). *Ventilatory limitations in chronic obstructive pulmonary disease*. Med Sci Sports Exerc, 33: S647-655
- O'Donnell DE (2006). *Hyperinflation, dyspnea, and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease*.Proc Am Thorac Soc. 2006 Apr;3(2):180-4.
- O'Donnell DE,Webb KA. (1993). *Exertional breathlessness in patients with chronic airflow limitation.The role of lung hyperinflation*.Am Rev Respir Dis. 1993 Nov;148(5):1351-7
- O'Sullivan, BP; Freedman, SD (30 May 2009). "Cystic fibrosis.". Lancet373 (9678): 1891–904. doi:10.1016/s0140-6736(09)60327-5. PMID 19403164.
- Pianosi P. , J. LeBlanc, A. Almudevar (2005). *Pediatric Pulmonology* 40:324–329
- Pinto-Plata V.M.,Cote C.,Cabral H.,Taylor J., Celli B.R. (2004). *The 6-min walk distance: change over time and value as a predictor of survival in severe COPD*. Eur Respir J. 2004 Jan;23(1):28-33
- Richard, R., Lonsdorfer-Wolf, E., Charloux, A., Doutreleau, S., Buchheit, M., Oswald-Mammoser, M. Lampert E, Mettauer B, Geny B, Lonsdorfer J. (2001). *Noninvasive cardiac output evaluation during a maximal progressive exercise test, using a new impedance cardiograph device*. European Journal of Applied Physiology, 85, 202–207
- Redelmeier D.A, Bayoumi A.M, Goldstein R.S, Guyatt G.H. (1997). *Interpreting small differences in functional status: the Six Minute Walk test in chronic lung disease patients*.Am J Respir Crit Care Med. 1997 Apr;155(4):1278-82.
- Riordan JR, JM Rommens, B Kerem, N Alon,R Rozmahel, Z Grzelczak, J Zielenski, S Lok, N Plavsic, JL Chou (1989). *Identification of the cystic fibrosis gene: cloning and characterization of complementary DNA*.Department of Biochemistry, Hospital for Sick Children, Toronto,

- Ontario, Canada. Science 08 Sep 1989: Vol. 245, Issue 4922, pp. 1066-1073 DOI: 10.1126/science.2475911
- Saiman L (2004). "Microbiology of early CF lung disease". Paediatric Respiratory Reviews 5 (SupplA):S367–69. doi:10.1016/S1526-0542(04)90065-6.PMID 14980298
- Schmidt A., Wenninger K., Niemann N., Wahn U., Staab D. (2009).Health-related quality of life in children with cystic fibrosis: validation of the German CFQ-R. Health Qual Life Outcomes 2009;7:97. 10.1186/1477-7525-7-97
- Schneiderman-Walker J., PollockS. L., CoreyM., WilkesD. D., G., CannyJ., PedderL., ReismanJ. J. (2000).A randomized controlled trial of a 3-year home exercise program in cystic fibrosis. J Pediatr 2000;136:304-10
- Skumlien S., Hagelund T. , Bjørtuft O. , Ryg MS. (2006). A field test of functional status as performance of activities of daily living in COPD patients. Respir Med. 2006 Feb;100(2):316-23. Epub 2005 Jun 6.
- Solway S., Brooks D., Lacasse Y., Thomas S.(2001). A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain.Chest. 2001 Jan;119(1):256-70.
- Stevens D., Stephenson A., FaughnanM.E., LeekE., Tull is E. (2013). Prognostic relevance of dynamic hyperinflation during cardiopulmonary exercise testing in adult patients with cystic fibrosis.Journal of Cystic Fibrosisvolume 12, Issue 6, December 2013, Pages 655–661. doi:10.1016/j.jcf.2013.04.010
- Tordi, N., Mourot, L., Matusheski, B. and Hughson, R. L. (2004) . Measurements of cardiac output during constant exercises: Comparison of two non-invasive techniques. International Journal of Sports Medicine 25, 145-149.
- Troosters T., LangerD., VrijssenB., SegersJ., WoutersK., JanssensW., GosselinkR., DecramerM., DupontL. (2009). Skeletal muscle weakness, exercise tolerance and physical activity in adults with cystic fibrosis .Eur Respir J 2009; 33: 99–106 DOI: 10.1183/09031936.00091607
- Vogiatzis I, Nanas S, Kastanakis E,GeorgiadouO ,PapazahouO. , RoussosCh. (2004). Dynamic hyper-inflation and tolerance to interval exercise in patients with advanced COPD. Eur Respir J. 2004;24:385–390
- Vogiatzis I., Terzis G., Nanas S., Stratakis G., Simoes D.C., Georgiadou O., Zakynthinos S., Roussos C.(2005). Skeletal muscle adaptations to interval training in patients with advanced COPD. Chest. 2005;128:3838–3845.
- Vogiatzis I., Nanas S., Roussos C. (2009). Interval training as an alternative modality to continuous exercise in patients

- with COPD. Eur Respir J. 2002;20:12–19.
- Warburton, D. E. R., Haykowsky, M. J. F., Quinney, H. A., Humen, D. P., and Teo, K. K. (1999). *Reliability and validity of measures of cardiac output during incremental to maximal aerobic exercise part ii: Novel techniques and new advances,"* Sports medicine, 27, 241-260.
- Wasserman, K., Hansen, J.E., Sue, D., Whipp, B.J. and Casaburi, R. (1999) *Principles of exercise testing and interpretation*. 4th edition. Williams and Wilkins, Philadelphia
- Wood LG, Fitzgerald DA, Gibson PG, Cooper D. M., Collins C. E., Garg M. L. (2001) *Oxidative stress in Cystic Fibrosis: Dietary and metabolic factors*. J Am Coll Nutr 2001; 20: 157-165
- Zach, M.S., Purrer, B. and Oberwaldner, B. (1981). *Effect of swimming on forced expiration and sputum clearance in cystic fibrosis*. Lancet 2, 1201-1203

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΝΤΥΠΟ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΥΠΟΨΗΦΙΟΥ ΓΙΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΕ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Σας έχει προταθεί να συμμετάσχετε σε ένα ερευνητικό πρόγραμμα το οποίο λαμβάνει χώρα στην Α' Πανεπιστημιακή Πνευμονολογική Κλινική του Νοσοκομείου «Σωτηρία». Ο τίτλος της εργασίας είναι: “ Επίδραση διαφορετικών τύπων προπόνησης στην ικανότητα για άσκηση σε ενήλικες με κυστική ίνωση ”.

Σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης είναι να διερευνήσει αν η ολοκλήρωση ενός προγράμματος αναπνευστικής αποκατάστασης που περιλαμβάνει διαλειμματική άσκηση, βελτιώνει την ικανότητα για άσκηση καθώς και την ποιότητα ζωής και την καθημερινή σωματική δραστηριότητα.

Η ερευνητική λοιπόν μελέτη απαιτεί τη συμμετοχή σας σε τρεις (3) δοκιμασίες. Μια καρδιοαναπνευστική δοκιμασία άσκησης όπου θα ασκηθείτε στο κυκλοεργόμετρο μέχρι το μέγιστο των ικανοτήτων σας. Η ένταση της άσκησης θα αυξάνεται προοδευτικά ανάλογα με το επίπεδο της φυσικής σας κατάστασης μέχρι του σημείου που θα αδυνατείτε να συνεχίσετε. Οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας μπορείτε να απαιτήσετε τη διακοπή της δοκιμασίας αν νιώσετε κούραση, αυξημένη δύσπνοια ή κάποια άλλη ενόχληση. Επιπλέον, η μελέτη απαιτεί τον πλήρη έλεγχο της αναπνευστικής σας λειτουργίας (σπιρομέτρηση και πνευμονικοί όγκοι), την εκτίμηση της σύστασης του σώματός σας, τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων για την αξιολόγηση της ποιότητας ζωής σας, καθώς και μια καταγραφή της καθημερινής σωματικής δραστηριότητας με δραστηριογράφο.

Όλες οι πληροφορίες και τα δεδομένα που θα συλλεχθούν από εσάς θα παραμείνουν απαραβίαστα και εμπιστευτικά. Κάποια από αυτά τα δεδομένα θα χρησιμοποιηθούν για στατιστικές αναλύσεις, επιστημονικές δημοσιεύσεις και συνεδριακές ανακοινώσεις χωρίς όμως ποτέ να κοινοποιηθεί ή να δημοσιευθεί η ταυτότητά σας. Η συμμετοχή σας σε αυτή τη μελέτη θα βοηθήσει τόσο εσάς, αφού θα νιώσετε καλύτερα, όσο και χιλιάδες άλλους ανθρώπους στην Ελλάδα και στο εξωτερικό που θα βοηθηθούν από τη νέα γνώση και τις πρακτικές που θα προκύψουν από αυτή τη μελέτη.

ΔΗΛΩΣΗ

Δηλώνω ότι έχω λάβει γνώση των παραπάνω πληροφοριών του παρόντος εγγράφου. Οι συνθήκες, οι απαιτήσεις και οι ωφέλειες του προγράμματος μου έχουν γίνει κατανοητές. Ως εκ τούτου αναλαμβάνω με προσωπική μου ευθύνη να συμμετάσχω στη μελέτη, γνωρίζοντας ότι οποιαδήποτε στιγμή το θελήσω θα μπορέσω να διακόψω τη μελέτη χωρίς καμία συνέπεια. Επιπλέον, γνωρίζω ότι οι μετρήσεις είναι δωρεάν και δεν επιφέρουν σε εμένα καμία οικονομική επιβάρυνση. Γνωρίζοντας όλα τα παραπάνω και αφού είχα την ευκαιρία να κάνω ερωτήσεις και να ζητήσω διευκρινήσεις, από τις οποίες έχω μείνει ικανοποιημένος/η συμφωνώ να συμμετάσχω στην ερευνητική μελέτη στην Πανεπιστημιακή Πνευμονολογική Κλινική.

Υπογραφή Υποψηφίου_____

Ημερομηνία / /

Υπογραφή Ιατρού ή Ερευνητή_____

ΕΝΤΥΠΟ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ

“Επίδραση διαφορετικών τύπων προπόνησης στην ικανότητα για άσκηση σε ενήλικες με κυστική ίνωση”.

Σημειώστε με σταυρό

1.Επιβεβαιώνω ότι έχω διαβάσει αυτό το έντυπο, έχω κατανοήσει τις πληροφορίες σχετικά με τη μελέτη και είχα την ευκαιρία να υποβάλλω ερωτήσεις στον υπεύθυνο ερευνητή.

☐

2.Κατανοώ ότι η συμμετοχή μου στη μελέτη είναι εθελοντική και ότι είμαι ελεύθερος/η ανά πάσα στιγμή να αποχωρίσω από τη μελέτη χωρίς αυτό να έχει επίπτωση στην ιατροφαρμακευτική μου περίθαλψη.

☐

3. Συμφωνώ να συμμετάσχω στην ανωτέρα μελέτη.

☐

- Συμφωνώ να συμμετάσχω στην ανωτέρα μελέτη.

☐

- Συμφωνώ να δημοσιευτούν τα δεδομένα που θα εξαχθούν κατά τη διάρκεια της μελέτης συμπεριλαμβανομένου και των προσωπικών μου πληροφοριών σε επιστημονικά περιοδικά όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Ονοματεπώνυμο συμμετέχοντα

Ημερομηνία

Υπογραφή

Ονοματεπώνυμο ερευνητή

Ημερομηνία

Υπογραφή

Παρακαλώ φυλάξτε αυτό το αντίγραφο.