



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΣΥΝΕΧΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΛΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ:
ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΑΙ ΟΜΟΙΟΤΗΤΕΣ ΣΤΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΧΡΟΝΙΕΣ ΠΑΘΗΣΕΙΣ»**

Λιάτος Δημήτριος

Επιβλέπων καθηγητής: Γελαδάς Νικόλαος

ΙΟΥΝΙΟΣ 2023

© copyright

Λιάτος Δημήτριος

Σημείωμα Συγγραφέα

Το δοκίμιο αυτό αποτελεί πτυχιακή εργασία που συντάχθηκε για το Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών του ΤΕΦΑΑ στη Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του ΕΚΠΑ και υποβλήθηκε τον Ιούνιο του 2023.

Ο συγγραφέας βεβαιώνει ότι το περιεχόμενο του παρόντος έργου είναι αποτέλεσμα προσωπικής εργασίας και ότι έχει γίνει η κατάλληλη αναφορά στην εργασία τρίτων - όπου κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο-, σύμφωνα με τους κανόνες της ακαδημαϊκής δεοντολογίας.

ΣΥΝΕΧΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΛΛΕΙΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ: ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΑΙ ΟΜΟΙΟΤΗΤΕΣ ΣΤΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΧΡΟΝΙΕΣ ΠΑΘΗΣΕΙΣ.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η άσκηση επιδρά ευεργετικά σε όλα τα συστήματα, όργανα και λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού και χρησιμεύει ως προστατευτικός παράγοντας της υγείας του ατόμου. Ακόμα η άσκηση μπορεί να χρησιμεύει και ως διέξοδος στις πιέσεις της σύγχρονης ζωής και να συμβάλλει στην ανακούφιση συμπτωμάτων κατάθλιψης και άγχους, καθώς και στη βελτίωση της ψυχικής διάθεσης, της ευεξίας και της ποιότητας ζωής. Σκοπός της έρευνας ήταν η σύγκριση της διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης (HIIT) και της συνεχούς προπόνησης μέτριας έντασης (MICT) σε άτομα που πάσχουν από συγκεκριμένες χρόνιες παθήσεις όπως είναι ο διαβήτης τύπου 2 (T2Δ), η παχυσαρκία, η καρδιακή ανεπάρκεια και η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ). Στην ανάλυση συμπεριλήφθηκαν 26 μελέτες με χρονικό εύρος δημοσίευσης 1999-2019. Όλες αυτές οι έρευνες εντοπίστηκαν από την πλατφόρμα του PubMed και του Google Scholar. Η διαλειμματική προπόνηση HIIT φάνηκε να υπερέχει της συνεχούς MICT σε διάφορους παράγοντες όπως είναι η ρύθμιση των επιπέδων της ινσουλίνης και γλυκόζης, η σύσταση σώματος, το κλάσμα εξώθησης αίματος αριστερής κοιλίας, η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}) και γενικότερα η ενδοθηλιακή λειτουργία και η ποιότητα ζωής. Όλα τα παραπάνω όπως γνωρίζουμε είναι σημαντικοί δείκτες ευρωστίας, υγείας και ποιότητας ζωής. Πολλές έρευνες υπήρξαν οι οποίες υποστήριζαν ότι οι απαιτήσεις του HIIT ήταν περισσότερες σε υγιή άτομα και πόσο μάλλον σε άτομα με χρόνιες παθήσεις. Όμως, με το πέρασμα των χρόνων το HIIT αποδείχθηκε ότι αποτελεί αξιοσημείωτης σημασίας μέθοδο λιγότερου χρόνου και μεγαλύτερης προσκόλλησης στην άσκηση από τους ασκούμενους. Έτσι λοιπόν, με τη σωστή καθοδήγηση η διαλειμματική προπόνηση HIIT μπορεί να πρωταγωνιστήσει στα άτομα με χρόνιες παθήσεις, βελτιώνοντας βιολογικές προσαρμογές και έχοντας θετικές επιδράσεις στην υγεία.

Λέξεις- Φράσεις κλειδιά: διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης, HIIT, συνεχής προπόνηση μέτριας έντασης, MICT, χρόνιες παθήσεις, υγεία.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη.....	Σελ.iii
Πίνακας περιεχομένων.....	Σελ.iv
Κατάλογος πινάκων.....	Σελ.vi
Κατάλογος Συμβόλων και Συντομογραφιών.....	Σελ.vii
1) ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	Σελ.1
2) ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	
2.1. Διαβήτης τύπου 2: Ορισμός και επιδημιολογία.....	Σελ.3
2.1.1. Σύγκριση διαλειμματικής και συνεχούς προπόνησης σε άτομα με διαβήτη τύπου 2.....	Σελ.3
2.2. Παχυσαρκία: Ορισμός και επιδημιολογία.....	Σελ.10
2.2.1. Σύγκριση διαλειμματικής και συνεχούς προπόνησης σε άτομα με παχυσαρκία.....	Σελ.10
2.3. Καρδιακή Ανεπάρκεια: Ορισμός και επιδημιολογία.....	Σελ.17
2.3.1. Σύγκριση διαλειμματικής και συνεχούς προπόνησης σε άτομα με καρδιακή ανεπάρκεια.....	Σελ.17
2.4. Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια: Ορισμός και επιδημιολογία.....	Σελ.24
2.4.1. Σύγκριση διαλειμματικής και συνεχούς προπόνησης σε άτομα με χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια.....	Σελ.24
3) ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	Σελ.31

4)	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	Σελ.35
----	--------------------------	--------

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1. Χαρακτηριστικά και αποτελέσματα μελετών για άτομα με Διαβήτη τύπου 2.....	Σελ.8
Πίνακας 2.2. Χαρακτηριστικά και αποτελέσματα μελετών για άτομα με παχυσαρκία.....	Σελ.14
Πίνακας 2.3. Χαρακτηριστικά και αποτελέσματα μελετών για άτομα με καρδιακή ανεπάρκεια.....	Σελ.21
Πίνακας 2.4. Χαρακτηριστικά και αποτελέσματα μελετών για άτομα με χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια.....	Σελ.28

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

BODE	(Body mass index, airflow Obstruction, Dyspnea, Exercise capacity index)
CON	(Continuous Training) Συνεχόμενη προπόνηση
HbA1c	(Glycosylated Haemoglobin) Γλυκοζηλιωμένη αιμοσφαιρίνη
HDL	(High density lipoprotein) Υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη
HIIT	(High Intensity Interval Training) Διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης
HOMA-IR	(Homeostasis Model Assessment- Insulin Resistance Index) Ομοιοστατικό μοντέλο αξιολόγησης ινσουλινοαντίστασης
HRmax	(Heart Rate maximum) Μέγιστη καρδιακή συχνότητα
HRQoL	(Health Related Quality of life)
IAAT	(Intra Abdominal Adipose Tissue) Ενδοκοιλιακός λιπώδης ιστός
IFG	(Impaired Fasting Glycaemia) Επίπεδα γλυκόζης νηστείας
IT	(Interval Training) Διαλειμματική προπόνηση
LDL	(Low density lipoprotein) Χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη
MAX-AP	(Maximum-Aerobic Power) Μέγιστη αερόβια ισχύ

MICT	(Moderate Intensity Continuous Training) Συνεχής προπόνηση μέτριας έντασης
Min	(Minute) Λεπτό
MLHFQ	(Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire)
PEER	(Peak Energy Expenditure Rate) Μέγιστο ποσοστό δαπάνης ενέργειας
PWR	(Peak Work Rate) Μέγιστη Παραγόμενο Έργο
Sec	(Second) Δευτερόλεπτο
VCO₂max	(Maximum carbon dioxide production) Μέγιστη παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα
VE	(Ventilation) Πνευμονικός αερισμός
VO₂max	(Peak Oxygen uptake) Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου
W	(Watt)
W_{peak}	(Watt peak) Μέγιστο έργο
ΔΜΣ	Δείκτης Μάζας Σώματος
ΜΦΕ	Μέγιστος φόρτος εργασίας
ΣΒ	Σωματικό Βάρος
T2Δ	Τύπου 2 Διαβήτης
ΧΑΠ	Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η άσκηση έχει πολλαπλές φυσιολογικές επιδράσεις στο καρδιαγγειακό σύστημα. αυξημένη αγγειοδιαστολή, αυξημένη αγγειογένεση μέσω ενδοθηλιακών προγονικών κυττάρων και πολλαπλές αλλαγές στο μυοκάρδιο με αποτέλεσμα βελτιωμένη ανοχή για ισχαιμία (Laughlin et al., 2012). Η διαχείριση του τρόπου ζωής παίζει σημαντικό ρόλο στον κόσμο της καρδιαγγειακής, μεταβολικής και αναπνευστικής φροντίδας και για τις περισσότερες καρδιαγγειακές (Καρδιακή ανεπάρκεια κλπ.), μεταβολικές (Διαβήτης, παχυσαρκία κλπ.) και αναπνευστικές παθήσεις, η άσκηση αναφέρεται ως βασικό συστατικό των συμβουλών για τον τρόπο ζωής.

Η άσκηση αποτελεί σημαντική στρατηγική διαχείρισης που προτείνεται σε ασθενείς με διαβήτη τύπου 2. Μαζί με τη διατροφή και την τροποποίηση της συμπεριφοράς, η άσκηση αποτελεί ουσιαστικό συστατικό όλων των προγραμμάτων για πρόληψη και αντιμετώπιση του διαβήτη τύπου 2 και της παχυσαρκίας και για αλλαγή του τρόπου ζωής. Η αερόβια προπόνηση άσκησης βελτιώνει τη ρύθμιση της γλυκόζης στα άτομα με διαβήτη τύπου 2 και μειώνει τη σωματική σύσταση στα άτομα με παχυσαρκία (Kirwan et al., 2017).

Αυτό που είναι σημαντικό, όμως, να γνωρίζουμε είναι πώς οι διαφορετικές εντάσεις προπόνησης επηρεάζουν τις προσαρμογές στις φυσιολογικές παραμέτρους κατά την επιλογή ενός βέλτιστου σχήματος προπόνησης για τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης στη γενική κοινότητα καθώς και στα άτομα που χαρακτηρίζονται με χρόνιες παθήσεις (διαβήτης, καρδιακή ανεπάρκεια, παχυσαρκία, χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια κλπ.). Η καρδιοαναπνευστική αντοχή έχει αναγνωριστεί από καιρό ως ένα από τα θεμελιώδη συστατικά της φυσικής κατάστασης.

Ένα είδος προπόνησης το οποίο μπορεί να δημιουργήσει προσαρμογές στη φυσική κατάσταση του ατόμου είναι η διαλειμματική προπόνηση. Αποτελεί σημαντικό μέρος της προπόνησης για πάνω από έναν αιώνα και βρίσκεται αρκετά στην επιστημονική έρευνα λόγω της ικανότητας της να προκαλεί αξιοσημείωτες φυσιολογικές προσαρμογές και οφέλη για την υγεία που θα μπορούσαν να μοιάζουν με MICT αλλά με λιγότερη δέσμευση χρόνου (Gray et al., 2016). Χαρακτηρίζεται από σύντομες χρονικές περιόδους μέγιστης προσπάθειας $\geq 90\%VO_{2max}$ (Buchheit & Laursen, 2013) ή $>75\%$ της μέγιστης ισχύος (Bishop et. al., 2019) ή υπερμέγιστη προσπάθεια

(Buchheit & Laursen, 2013) ή $\geq 80\%$ της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (MacInnis & Gibala, 2016), με περιόδους ανάπαυσης ή άσκησης χαμηλής έντασης για αποκατάσταση. Αντίθετα, η συνεχή προπόνηση μέτριας έντασης (MICT) χρησιμοποιείται για συγκριτικούς σκοπούς για να περιγράψει την άσκηση που γίνεται με συνεχόμενο τρόπο με χρήση χαμηλότερων εντάσεων και συνήθως χρειάζεται περισσότερος χρόνος διεξαγωγής της προπόνησης από το HIIT (MacInnis & Gibala, 2017).

Η διαλειμματική προπόνηση φάνηκε να είναι καλύτερη από τη συνεχή μέσα από μια έρευνα σε υγιείς συμμετέχοντες, χωρίς κάποια χρόνια νόσο (Thomakos et al., 2020) η οποία έδειξε βελτιώσεις στην καρδιακή συχνότητα HR, στον πνευμονικό αερισμό VE, στην νευρομυϊκή ενεργοποίηση των αναπνευστικών μυών, η οποία μετρήθηκε μέσω της πίεσης σύγκλεισης των αεροφόρων οδών. Επιπλέον, οι Midgley με τους συνεργάτες (2017) ανέφεραν ότι τα συστατικά υψηλής έντασης του HIIT είχαν ως αποτέλεσμα μεγαλύτερες βελτιώσεις στην προπόνηση στη μέγιστη αερόβια ικανότητα σε σύγκριση με τις βελτιώσεις που προκλήθηκαν από το MICT. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για να συμβαίνει αυτό. Ένας σημαντικός είναι ότι το HIIT αυξάνει την αερόβια ικανότητα και έτσι καθυστερεί την έναρξη της εξάντλησης. Ακόμα, η διαλειμματική προπόνηση (30 sec στο 100% της VO₂max εναλλασσόμενο με διαστήματα 30 sec στο 50% της VO₂max) σε σύγκριση με συνεχές τρέξιμο έδειξε να έχει μεγαλύτερα ερεθίσματα τα οποία είναι απολύτως υπεύθυνα με βελτιώσεις που σχετίζονται με την κατανάλωση οξυγόνου και την VO₂max (Billat et al., 2000).

Όσον αφορά τη διαλειμματική και τη συνεχή προπόνηση κλινικά αξίζει να αναφερθεί ότι άρχισαν να χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια και γι' αυτό το λόγο υπάρχουν συγκρίσεις μεταξύ τους στα άτομα με χρόνιες παθήσεις.

Το επίκεντρο της συγκεκριμένης ερευνητικής εργασίας είναι να συνοψίσει την τρέχουσα βιβλιογραφία σχετικά με τη χρήση της διαλειμματικής και συνεχούς προπόνησης συγκρίνοντας τις βιολογικές προσαρμογές σε κάθε περίπτωση στα άτομα με διαβήτη τύπου 2 (ΣΔ2), παχυσαρκία, καρδιακή ανεπάρκεια και χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ).

2.ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. Διαβήτης τύπου 2: Ορισμός και επιδημιολογία.

Ο Σακχαρώδης διαβήτης είναι μία χρόνια μεταβολική νόσος που χαρακτηρίζεται από υψηλά επίπεδα γλυκόζης στο αίμα και παρουσία γλυκόζης στα ούρα. Ο διαβήτης τύπου 2 οφείλεται σε αδυναμία εκμετάλλευσης της ινσουλίνης που παράγεται από το πάγκρεας, σε αντίθεση με τον διαβήτη τύπου 1 στον οποίο υπάρχει μερική ή ολική ανεπάρκεια παραγωγής ινσουλίνης. Περισσότεροι από 30 εκατομμύρια ενήλικες έχουν διαβήτη στις Ηνωμένες Πολιτείες (CDC, 2017). Το ποσοστό των ενηλίκων με διαβήτη αυξάνεται στη μέση ηλικία και συνεχίζει να αυξάνεται φτάνοντας το 25% μεταξύ των ατόμων ηλικίας 65 ετών και άνω (CDC, 2017). Τα άτομα με διαβήτη τύπου 2 έχουν υψηλότερο κίνδυνο θνησιμότητας από κάθε αιτία και καρδιαγγειακή νόσο (CVD) σε σύγκριση με εκείνα χωρίς διαβήτη (Gregg et al., 2012). Επιπλέον, οι ασθενείς με διαβήτη τύπου 2, ο οποίος εμφανίζεται περισσότερο σε ενήλικες, με χαμηλή αερόβια ικανότητα διατρέχουν 7 φορές υψηλότερο κίνδυνο θνησιμότητας από όλες τις αιτίες και 3 φορές υψηλότερο κίνδυνο θνησιμότητας από καρδιαγγειακά νοσήματα, ακόμη και αν έχουν φυσιολογικό βάρος (Church et al., 2004 ; Church et al., 2005).

2.1.1. Σύγκριση διαλειμματικής και συνεχούς άσκησης σε άτομα με Διαβήτη τύπου 2.

Το επίπεδο φυσικής κατάστασης και η σωματική αδράνεια είναι ισχυρός προγνωστικό παράγοντας της θνησιμότητας στα άτομα με T2Δ (Wei et al., 2000). Επομένως για να βελτιωθούν οι παραπάνω παράγοντες θα παίξουν πολύ σημαντικό ρόλο τα προγράμματα γυμναστικής.

Όμως ποιο είδος προπόνησης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε άτομα με σακχαρώδη διαβήτη για να αποκτήσουν τις απαραίτητες βιολογικές προσαρμογές:

Σε μια έρευνα (Mitrani et al., 2013) έγινε η προσπάθεια να διερευνηθεί η επίδραση της διαλειμματικής και συνεχούς προπόνησης στον γλυκαιμικό έλεγχο, τη φυσική κατάσταση που σχετίζεται με την υγεία και τη μικρο και μακρο-αγγειακή αντιδραστικότητα σε ασθενείς με διαβήτη τύπου 2. Η αξιολόγηση έγινε σε δαπεδοεργόμετρο για 12 εβδομάδες. Συνολικά 43 συμμετέχοντες ηλικίας 50-70 ετών συμπεριλήφθηκαν στην έρευνα και διαχωρίστηκαν τυχαία σε μία ομάδα INT για

διαλειμματική προπόνηση, σε μία ομάδα CON για συνεχή προπόνηση και σε μία ομάδα ελέγχου SED η οποία είχε καθιστική ζωή. Τα προγράμματα προπόνησης χωρίστηκαν σε 3 φάσεις. 1^η φάση: εβδομάδα 1-2, 2^η φάση: εβδομάδα 3-6 και 3^η φάση: εβδομάδα 7-12. Κάθε φάση είχε 5 λεπτά προθέρμανση μέχρι να επιτευχθεί η ζητούμενη ένταση και 5 λεπτά αποθεραπεία στο τέλος.

Στη 1^η φάση η ομάδα IT πραγματοποίησε 5 min προθέρμανση μέχρι να φτάσει στο 50% της VO₂max και συνέχισε με 20 min στην ίδια ένταση. Σύνολο 30 min. Στη 2^η φάση, κάνοντας ίδια προθέρμανση, πραγματοποίησε 1 min στο 80% VO₂max και 4 min στο 50% VO₂max για 4 συνεχόμενες φορές. Σύνολο 30 min. Τέλος, στη 3^η φάση έγινε προθέρμανση 5 min στο 60% της VO₂max. Έπειτα 1 min στο 85% VO₂max και 4 min στο 60% της VO₂max για 6 συνεχόμενες φορές. Σύνολο 40 min.

Όσον αφορά την ομάδα CON στη 1^η φάση οι ασκούμενοι εκτέλεσαν το ίδιο πρωτόκολλο προπόνησης με την ομάδα IT. Στη 2^η φάση έγινε πρώτα προθέρμανση 5 min στο 60% της VO₂max και μετά 20 min τρέξιμο στο 60% της VO₂max. Μαζί με τα 5 min αποκατάστασης η 2^η φάση ήταν συνολικά 30 min. Τέλος, στην 3^η φάση υπήρξαν 5 min προθέρμανση στο 65 % της VO₂max, 30 min στο 65% της VO₂max και 5 min αποκατάσταση. Σύνολο 40 min.

Σημαντικοί παράγοντες οι οποίοι βελτιώθηκαν περισσότερο στην ομάδα IT ήταν η συστολική αρτηριακή πίεση και η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου VO₂max. Η ΣΑΠ στην ομάδα IT πριν την έναρξη των 12 εβδομάδων ήταν 133±5 (mmHg) και μετά 121±5 (mmHg). Η VO₂max στην ομάδα IT πριν ήταν 24,2±1,6 (ml/kg/min) και μετά 30,3±1,2. Στην ομάδα CON σαφώς υπήρχαν βελτιώσεις στην και στους δύο παραπάνω παράγοντες αλλά σε μικρότερο βαθμό. Επιπλέον, αξιόλογες βελτιώσεις παρατηρήθηκαν στη συγκέντρωση γλυκόζης αίματος (mmol/L) και στην αντίσταση στην ινσουλίνη HOMA-IR και στις δύο ομάδες. Αλλά μόνο η ομάδα IT είχε σημαντική μείωση στα επίπεδα HbA1c (γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη). Τα λιπιδικά προφίλ βελτιώθηκαν στην ομάδα IT και CON. Δεν ελήφθησαν πολύ σημαντικές αλλαγές στα δεδομένα της χημείας του αίματος στην ομάδα ελέγχου με καθιστική ζωή, όπως και στις καρδιαγγειακές μεταβολές.

Σημαντική έρευνα την ίδια χρονιά (Terada et al., 2013) έγινε για τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των δύο ειδών προπόνησης. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες HIIT, MICT και υποβλήθηκαν σε διαλειμματικές και συνεχείς

παρεμβάσεις προπονήσεων διάρκειας 12 εβδομάδων με συχνότητα 5 φορές/εβδομάδα σε χρήση δαπεδοεργόμετρου και κυκλοεργόμετρου εναλλάξ για ποικιλία των ασκήσεων. Ήταν 15 άτομα ηλικίας 55-75 ετών και των δύο φύλων. Η ομάδα ΗΙΠT εκτελούσε 1 min στο 100% της VO₂max και 3 min στο 20% της VO₂max. την εβδομάδα 1-4 έκανε 30 min, την εβδομάδα 5-8 έκανε 45 min και την εβδομάδα 9-12 έκανε 60 min. Στις εβδομάδες 1-8 τα λεπτά που περίσσεψαν πραγματοποιήθηκε συνεχή προπόνηση στο 40% της VO₂max για να υπάρχει ίδιο χρόνος προπόνησης. Αντιθέτως, η ομάδα ΜΙCΤ εκτελούσε συνεχόμενο τρέξιμο στο 40% της VO₂max ακολουθώντας τους ίδιους χρόνους ανά εβδομάδα όπως η ομάδα ΗΙΠT. Κατά τη διάρκεια των 12 εβδομάδων οι δύο ομάδες είχαν παρόμοια προσαρμογή-προσκόλληση στις παρεμβάσεις. Έτσι είχαμε σημαντική βελτίωση στις τιμές της HbA_{1c} και μείωση στο ενδοκοιλιακό υποδόριο λίπος ΙΑΑΤ στην ομάδα ΗΙΠT σε σχέση με την ομάδα ΜΙCΤ. Επίσης δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές στη γλυκόζη, στην HDL(mmol/L), στην LDL(mmol/L), στη χοληστερόλη(mmol/L) και στα τριγλυκερίδια(mmol/L). Τέλος και εδώ υπήρξαν σημαντικές αλλαγές στην μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου έχοντας το πάνω χέρι ο ομάδα της διαλειμματικής παρέμβασης.

Άλλη μελέτη πραγματοποιήθηκε η οποία στόχευε στη σύγκριση των επιδράσεων της διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης (ΗΙΠT) έναντι της συνεχούς προπόνησης μέτριας έντασης (ΜΙCΤ) στον γλυκαιμικό έλεγχο σε μεσήλικες με διαβήτη τύπου 2 (Mendes et al., 2019). Η προπόνηση ΗΙΠT περιλάμβανε προθέρμανση 5 min στο 25% HRmax και μετά 5x3 min στο 70% της HRmax έχοντας ενδιάμεσα 5x3 min στο 30% της HRmax. Η προπόνηση ΜΙCΤ αποτελούνταν από την ίδια προθέρμανση και στη συνέχεια 30 min συνεχόμενα στο 50% της HRmax. Αυτά τα προγράμματα έγιναν 3 φορές την εβδομάδα για 3 εβδομάδες σε δαπεδοεργόμετρο. Το συμπέρασμα είναι ότι ακόμα και σε μικρό διάστημα τριών εβδομάδων η προπόνηση ΗΙΠT μείωσε περισσότερο την γλυκόζη αίματος (mmol/L) σε σχέση με την προπόνηση ΜΙCΤ σε μεσήλικα και ηλικιωμένα άτομα που πάσχουν από διαβήτη τύπου 2.

Οι Karstoft και οι συνεργάτες αξιολόγησαν μια δοκιμή 4 μηνών του προγράμματος άσκησης με διαλειμματικό τρόπο σε Τ2Δ. Αυτή η μελέτη (Karstoft et al.,2013) συνέκρινε έναν έλεγχο χωρίς άσκηση, τη συνεχή βόδιση και τη διαλειμματική βόδιση άτομα με Τ2Δ. Το μέγιστο ποσοστό δαπάνης ενέργειας (PEER) λήφθηκε από τη μέτρηση VO₂max των δοκιμαζόμενων. Η προπόνηση γινόταν 5 ημέρες την εβδομάδα

για 60 λεπτά. Η ομάδα MICT(συνεχή προπόνηση) περπάτησε με 55% PEER ενώ η ομάδα HIIT (διαλειμματική προπόνηση) εναλλάσσει 3 λεπτά γρήγορο περπάτημα πάνω από 70% PEER με 3 λεπτά αργό περπάτημα κάτω από το ποσοστό στόχο 70%. Η ένταση παρακολούθηθηκε τόσο με τριαξονική επιταχυνσιομετρία όσο και με οθόνες HR. Συνολικά, η ομάδα HIIT έδειξε μεγαλύτερες αλλαγές στη VO₂max, στη μάζα σώματος, στη παχυσαρκία και στον γλυκαιμικό έλεγχο σε σύγκριση με την ομάδα MCT. Επιπρόσθετα, η ομάδα ελέγχου χωρίς άσκηση επιδείνωσε τον γλυκαιμικό έλεγχο όσον αφορά τη μέση γλυκαιμία και τα επίπεδα ινσουλίνης νηστείας. Αυτή η μελέτη έδειξε ότι το συνεχές περπάτημα ήταν καλύτερα ικανό να μετριάσει την επιδείνωση της γλυκαιμίας όπως φαίνεται από την ομάδα ελέγχου, και το διαλειμματικό περπάτημα εμφάνισε ανώτερα αποτελέσματα για τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης, της σύστασης του σώματος και του γλυκαιμικού ελέγχου σε ασθενείς με T2Δ.

Οι winding και οι συνάδελφοι (2017) πραγματοποίησαν μελέτη 11 εβδομάδων κυκλοεργόμετρο σε ασθενείς με T2Δ ηλικίας 48-66 ετών και των δύο φύλων με 3 προπονήσεις ανά εβδομάδα. Τα άτομα χωρίστηκαν σε 3 ομάδες. Ήταν η ομάδα CON (συνεχή προπόνηση), η ομάδα HIIT (διαλειμματική προπόνηση) και η ομάδα ελέγχου CON για την οποία δεν προγραμματίστηκε κάποιο προπονητικό πρωτόκολλο. Η προθέρμανση περιείχε 5 min ποδηλασία στο 40% της W_{peak} και για τις δύο ομάδες. Στη συνέχεια, η ομάδα CON έκανε 40 min στο 50% της W_{peak} ενώ η ομάδα HIIT εκτέλεσε συνολικά 20 min με 1 min στο 95% της W_{peak} ακολουθούμενου από 1 min στο 20% της W_{peak}. Αποδείχθηκε, λοιπόν, ότι υπήρξε και στις δύο ομάδες αύξηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου. Στην ομάδα HIIT βέβαια ήταν μεγαλύτερη η αύξηση (20%±20%) και στην CON (8%±9%). Επιπρόσθετα υπήρξε αύξηση της W_{peak} και σημαντική μείωση στην HbA_{1c} στην ομάδα HIIT.

Η διαλειμματική προπόνηση σε κυκλοεργόμετρο και δαπεδοεργόμετρο έχει αποδειχθεί ότι είναι πιο αποτελεσματική σε σχέση με τη συνεχή προπόνηση όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Όμως υπάρχει και η δυνατότητα πραγματοποίησης παρόμοιων προγραμμάτων άσκησης με τη χρήση ενός air-braked ergometer ή αλλιώς ποδήλατο αερόφρενου το οποίο είναι κυκλοεργόμετρο με την μόνη διαφορά ότι στην παραγωγή ενέργειας χρησιμοποιούνται και τα 4 άκρα του ατόμου.

Σε έρευνα, λοιπόν, του Hwang και των συνεργατών του το 2019 χρησιμοποιήθηκε το air-braked ergometer για τη διεξαγωγή προγραμμάτων διαλειμματικής και συνεχούς άσκησης. Στην έρευνα του 2019 συμμετείχαν 34 άτομα και των δύο φύλων σε προγράμματα HIIT και MICT διάρκειας 8 εβδομάδων. Το πρωτόκολλο HIIT περιείχε προθέρμανση 10 min. στο 70 % της HRmax και 5 min αποθεραπεία. Έπειτα πραγματοποιήθηκαν 4x4 min άσκησης τεσσάρων άκρων στο 90% της HRmax ακολουθούμενα από διαστήματα μικρότερης έντασης 3x3 min στο 70% της HRmax. Συνολικός χρόνος προπόνησης HIIT ήταν τα 40 min. Αντιθέτως η προπόνηση MICT περιείχε την ίδια προθέρμανση και ξεκούραση. Ήταν 32 min στο 70% της HRmax στο ποδήλατο αερόφρενου. Συνολικός χρόνος προπόνησης MICT ήταν τα 47 min . Τα δύο είδη προπόνησης διεξήχθησαν 4 φορές την εβδομάδα και συγκεκριμένα τις ημέρες Δευτέρα, Τρίτη, Πέμπτη, Παρασκευή για να μην υπάρξουν 3 προπονήσεις σε αλληλουχία μέσα στην εβδομάδα. Ο Hwang έδειξε ότι τα άτομα που συμμετείχαν στα πρωτόκολλα HIIT είχαν βελτιώσεις στη VO2max κατά 10% σε αντίθεση με την ομάδα MICT με 8% καθώς και στα επίπεδα ινσουλίνης (Πίνακας 2.1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1. Χαρακτηριστικά και αποτελέσματα μελετών για άτομα με Διαβήτη τύπου 2.

Μελέτη (έτος)	Αριθμός Ασθενών	Ηλικία Φύλο	Διάρκεια και Συχνότητα Παρέμβασης	Τύπος εργομέτρου	Πρωτόκολλο διαλειμματικής προπόνησης (HIIT) (INT)	Πρωτόκολλο συνεχούς προπόνησης (MICT) (CON)	Αποτελέσματα σύγκρισης πρωτοκόλλων διαλειμματικής και συνεχούς προπόνησης
Mitranum et al., 2013	43	50-70 ετών Άνδρες Γυναίκες	12 εβδομάδες	Δάπεδο	1 ^η φάση: 5min προθ 50% VO ₂ max και 20min στην ίδια ένταση. 2 ^η φάση: Ίδια προθ και 4x (1min 80% VO ₂ max κ' 4min 50% VO ₂ max) 3 ^η φάση: 5min προθ 60% VO ₂ max κ' 6x (1min 85% VO ₂ max κ' 4min 60% VO ₂ max) 5min αποθεραπεία σε όλες τις φάσεις	1 ^η φάση: Ίδια με ομάδα INT 2 ^η φάση: 25min 60% VO ₂ max 3 ^η φάση: 35min 65% VO ₂ max	Ομάδα INT: Βελτίωση ΣΑΠ και VO ₂ max από 24,2±1,6 (ml/kg/min) σε 30,3±1,2 (ml/kg/min). ↓HbA1c Αξιολογες βελτιώσεις στα επίπεδα γλυκόζης (mmol/L) και στις δύο ομάδες.
Terada et al., 2013	15	55-75 ετών Άνδρες Γυναίκες	12 εβδομάδες 5φορ/εβδ	Δάπεδο και κύκλος	1min 100% VO ₂ max 3min 20% VO ₂ max Εβδ 1-4: Σύνολο 30min Εβδ 5-8: Σύνολο 45min Εβδ 9-12: Σύνολο 60min	Εβδ 1-4: 30min 40% VO ₂ max Εβδ 5-8: 45min 40% VO ₂ max Εβδ 9-12: 60min 40% VO ₂ max	↓HbA1c κ' ↑ VO ₂ max στην ομάδα INT Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές στη γλυκόζη, στη HDL, στη LDL.

Mendes et al., 2019	15	55-75 ετών Άνδρες Γυναίκες	3 εβδομάδες 3φορ/εβδ	Δάπεδο	Προθέρμανση: 5min 25% HRmax 3min 70% HRmax κ' 3min 30% HRmax 5 επαναλαμβανόμενες φορές Αποθεραπεία: 5min 25% HRmax	Ίδια προθέρμανση 30min συνεχόμενης βάδισης 50% HRmax Ίδια αποθεραπεία	HIIT>MICT στη μείωση γλυκόζης αίματος
Karstoft et al., 2013	32	54-63 ετών Άνδρες Γυναίκες	16 εβδομάδες 5φορ/εβδ	Δάπεδο	3min >70% PEER εναλλασσόμενα με 3min <70% PEER (γρήγορο περπάτημα) Σύνολο: 60min	Συνεχόμενο περπάτημα 55% PEER Σύνολο: 60min	HIIT>MICT στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, στη μάζα σώματος και στη γλυκόζη αίματος
Winding et al., 2017	29	48-66 ετών Άνδρες Γυναίκες	11 εβδομάδες 3φορ/εβδ	Κύκλος	Προθέρμανση 5min 40% Wpeak 1min 95% Wpeak 1min 20% Wpeak Σύνολο: 20min	Προθέρμανση ίδια 40min 50% Wpeak	Μεγαλύτερη ↑VO2max στην ομάδα HIIT ↑Wpeak στην HIIT ↓ HbA1c στην HIIT
Hwang et al., 2019	34	46-78 ετών Άνδρες Γυναίκες	8 εβδομάδες 4φορ/εβδ	Air-braked ergometer	Προθέρμανση 10min 70% HRmax 4x4min 90% HRmax Ακολουθούμενα από 3x3min 70% HRmax Αποθεραπεία 5min 70% HRmax Σύνολο: 40min	Ίδια προθέρμανση 32min 70% HRmax Ίδια αποθεραπεία Σύνολο: 47min	↑VO2max 10% HIIT ↑VO2max 8% MICT Βελτίωση επιπέδων ινσουλίνης στην ομάδα διαλειμματικής προπόνησης

2.2. Παχυσαρκία: Ορισμός και επιδημιολογία.

Ο αυξανόμενος επιπολασμός της παχυσαρκίας αποτελεί παγκόσμια ανησυχία για την υγεία, επειδή η υπερβολική αύξηση βάρους προκαλεί αυξημένο κίνδυνο για διάφορες ασθένειες, κυρίως καρδιαγγειακές παθήσεις, διαβήτη και καρκίνους (Lunt et al., 2014). Η παχυσαρκία έχει γίνει μια σημαντική παγκόσμια πρόκληση για την υγεία. Ένας παράγοντας ο οποίος καθορίζει αν ένα άτομο είναι παχύσαρκο, χωρίς όμως να είναι αποκλειστικός, είναι ο ΔΜΣ. Εάν το σωματικό βάρος σε κιλά διαιρούμενο με το ύψος σε μέτρα στο τετράγωνο ισούται με τιμές άνω του 30 kg/m^2 τότε το άτομο θεωρείται παχύσαρκο (Engin 2017). Επιδημιολογικά δεδομένα δείχνουν ότι η πλειονότητα του ενήλικου πληθυσμού αποτυγχάνει να ικανοποιήσει τα συνιστώμενα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας. Αυτό συμβάλλει στην παγκόσμια επιδημία υπέρβαρου/παχυσαρκίας και των συναφών καρδιαγγειακών παθήσεων. Ένας λόγος που αναφέρεται συχνά για την αποτυχία συμμετοχής σε τακτική άσκηση είναι η αντιληπτή έλλειψη χρόνου (Keating et al., 2014).

2.2.1. Σύγκριση διαλειμματικής και συνεχούς προπόνησης σε άτομα με παχυσαρκία.

Όμως, η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης (HIIT) και η συνεχής προπόνηση μέτριας έντασης (MICT) θα μπορούσε ενδεχομένως να προσφέρει οφέλη για την υγεία, βοηθώντας στην αντιμετώπιση και πρόληψη της παχυσαρκίας.

Ποιο από τα δύο είδη προγράμματος θα ήταν πιο αποτελεσματικά στα άτομα με παχυσαρκία;

Το 2008 ο Tjonna και οι συνεργάτες του πραγματοποίησαν μία σημαντική έρευνα στην οποία είχαν σκοπό να συγκρίνουν την διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης HIIT με τη συνεχή προπόνησης μέτριας έντασης MICT σε παχύσαρκα άτομα (Tjonna et al., 2008). Συμπεριλήφθηκαν 19 άτομα και των δύο φύλων ηλικίας 42-68 ετών για 16 εβδομάδες με 3 φορές την εβδομάδα πρωτόκολλο. Το πρόγραμμα HIIT αποτελούνταν από 4 τετράλεπτα τρέξιμο στο 90% της HRmax και ενδιάμεσα 4 τρίλεπτα ενεργητικής ανάκτησης στο 70% της HRmax. Αντίθετα, το πρόγραμμα της ομάδας MICT αποτελούνταν από 47min συνεχόμενου τρεξίματος στο 70% της HRmax, ίσης ενεργειακής δαπάνης με την ομάδα HIIT. Τα συμπεράσματα ήταν ότι τα δύο προγράμματα είχαν βελτίωση στο ποσοστό λίπους και στο ΣΒ καθώς αυξήθηκε και οι μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου περισσότερο στην πρώτη ομάδα.

Αργότερα, μετά από 6 χρόνια ο Lunt με την ομάδα του πραγματοποίησαν μία έρευνα 12 εβδομάδων με 3 προπονήσεις ανά εβδομάδα η οποία έμοιαζε αρκετά με την προηγούμενη στο περιεχόμενο άσκησης και στα αποτελέσματα συγκρίνοντας και εδώ τις βιολογικές προσαρμογές της διαλειμματικής (HIIT) και της συνεχούς προπόνησης (MICT) σε 49 παχύσαρκα άτομα των δύο φύλων σε δαπεδοεργόμετρο (Lunt et al., 2014). Η ηλικία των συμμετεχόντων κυμαινόταν μεταξύ 35-59 ετών με μέσο όρο ΔΜΣ ίσο με 39,3 kg/m². Πριν ξεκινήσει το κάθε πρόγραμμα έγιναν 10 min προθέρμανση και στο τέλος 5 min αποθεραπεία. Το πρόγραμμα HIIT περιείχε 4 τετράλεπτα τρέξιμο στο 85-95% της HRmax και ενδιάμεσα 3 λεπτά με χαμηλότερη ένταση στο 65-75% της HRmax. Σύνολο προπονητικής μονάδας 40 min. Το πρόγραμμα MICT περιείχε συνεχόμενο τρέξιμο στο 65-75% της HRmax. Σύνολο προπονητικής μονάδας 48 min. Από τη σύγκριση προέκυψε ότι οι προσαρμογές ήταν καλύτερες στην ομάδα HIIT αφού βελτιώθηκε και η σύσταση του σώματος, αυξήθηκε περισσότερο η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO₂max) με αποτέλεσμα να υπάρχει καλύτερη πνευμονική λειτουργία.

Την ίδια χρονιά πραγματοποιήθηκε μελέτη ίδιας χρονικής διάρκειας και συχνότητας η οποία είχε ίδιο σκοπό (Keating et al., 2014). Τα 33 άτομα που συμμετείχαν ήταν ηλικίας 18-55 ετών με ΔΜΣ 25-29.9 kg/m² και εντάχθηκαν σε προπονήσεις HIIT και MICT σε κυκλοεργόμετρο καθώς και σε ομάδα ελέγχου PLA η οποία έκανε ασκήσεις με χρήση fitball και διατάσεις. Το πρόγραμμα HIIT μείωνε τον χρόνο αποκατάστασης και αύξανε τον χρόνο ενεργής άσκησης σταδιακά. Την εβδομάδα 1 είχε 30 sec στο 120% της VO₂max εναλλασσόμενα με 180 sec στα 30W. Σύνολο 14 min. Την εβδομάδα 2 είχε 30 sec στο 120% της VO₂max εναλλασσόμενα με 120 sec. Σύνολο 10 min. Την εβδομάδα 3 και 4 είχε 45 sec στο 120% της VO₂max εναλλασσόμενο με 120 sec στα 30W. Σύνολο 11 min. Την εβδομάδα 5 μέχρι την εβδομάδα 12 είχε 60 sec στο 120% της VO₂max εναλλασσόμενο με 120 sec στα 30W. Σύνολο 12 min. Το πρόγραμμα MICT αύξανε τον χρόνο και την ένταση στις εβδομάδες σταδιακά μέχρι που σταθεροποιήθηκε. Την εβδομάδα 1 είχε ένταση στο 50% της VO₂max και σύνολο 30 min. Την εβδομάδα 2 είχε ένταση στο 60% της VO₂max και σύνολο 40 min. Από την εβδομάδα 3 μέχρι την εβδομάδα 12 είχε ποδηλατούσαν με ένταση στο 65% της VO₂max και σύνολο 45 min. Οι ομάδες HIIT και MICT εμφάνισαν μεγάλες βελτιώσεις σε προσαρμογές σε σχέση με την ομάδα ελέγχου PLA. Όμως οι συγκρίσεις ανάμεσα στις ομάδες HIIT και MICT έδειξαν να υπερισχύει η πρώτη. Η

άλιπη σωματική μάζα έμεινε περίπου ίδια και στις δύο ομάδες αλλά το ποσοστό σωματικού λίπους μειώθηκε στη ομάδα ΗΠΤ.

Μία μελέτη έγινε μόνο σε γυναίκες ηλικίας 18-30 ετών σε κυκλοεργόμετρο για 5 εβδομάδες με 4 παρεμβάσεις κάθε εβδομάδα (Kong et al., 2016). Διεξήχθησαν πρωτόκολλα ΗΠΤ 20 min που περιλάμβαναν 60 επαναλήψεις με 8 sec άσκηση στο 90% της VO₂max και ενδιάμεση ανάκαμψη 12 sec ξεκούραση και πρωτόκολλα MICT έχοντας 40 min συνεχή άσκηση στο 65% της VO₂max. Τα επίπεδα γλυκόζης νηστείας IFG, που είναι υψηλότερα σε παχύσαρκα άτομα σε σχέση με τα υγιή, μειώθηκαν και στις δύο παρεμβάσεις. Αλλά μεγαλύτερη μείωση υπήρχε στην ομάδα ΗΠΤ. Κάτι παρόμοιο απέδειξαν την προηγούμενη χρονιά ο Fisher και οι συνεργάτες του σε άνδρες ίδιας περίπου ηλικίας (18-22 ετών). Οι 28 άνδρες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες (ΗΠΤ και MICT) και προπονήθηκαν για 6 εβδομάδες. Στην ομάδα ΗΠΤ πραγματοποιήθηκαν 4 τετράλεπτα στο 15% της μέγιστης αναερόβιας ισχύος ακολουθούμενα από 30 sec στο 85% της μέγιστης αερόβιας ισχύος (MAX-AP) για 3 φορές την εβδομάδα. Συνολικός χρόνος: 20 min αφού υπήρξαν στο τέλος και 2 min ποδηλάτηση στο 15% της MAX-AP. Στην ομάδα MICT οι ασκούμενοι πραγματοποίησαν 45-60 min στο 55-65% της VO₂max. Όσο περνούσαν οι συνεδρίες αυξανόταν ο χρόνος και η ένταση. Και εδώ η διαλειμματική προπόνηση μείωσε περισσότερο τα επίπεδα γλυκόζης νηστείας. Πέρα από αυτό, δεν υπήρξε σημαντική μείωση στα τριγλυκερίδια, στην LDL.

Με διαφορετικό τρόπο από τα συνηθισμένα πραγματοποιήθηκε μία άλλη μελέτη. Σε αυτή η διαλειμματική προπόνηση επετεύχθη μέσω του αθλήματος της πυγμαχίας ενώ η συνεχής με περπάτημα υψηλού ρυθμού (Cheema et.al., 2015). Με την ομάδα ΗΠΤ να εκτελεί 45 min ασκήσεις πυγμαχίας (2 min στο 86-89% της HRmax και 1 min ανάπαυση για 3 φορές. Όλο αυτό μετά για 5 κύκλους) και την ομάδα MICT να κάνει για 45 min περπάτημα υψηλής έντασης (στο 64-77% της HRmax) αποδείχθηκε ότι η πρώτη είναι ανώτερη σε ορισμένες παραμέτρους. Η περιφέρεια μέσης, ο ΔΜΣ, το ΣΒ και το ποσοστό σωματικού λίπους μειώθηκαν κατά 5.3%, 4%, 4.1% και 13.2% με την πυγμαχία ενώ με το περπάτημα μειώθηκαν κατά 0.6%, 0.3%, 0.3% και 5.4% αντίστοιχα. Έτσι βλέπουμε ότι με ίδια χρονική διάρκεια προπόνησης και με 4 συνεδρίες την εβδομάδα η διαλειμματική μέθοδος έπαιξε σημαντικότερο ρόλο σε άτομα με έντονη κοιλιακή παχυσαρκία σε σχέση με την συνεχή.

Τα πρωτόκολλα άσκησης ΗΠΤ συνήθως είναι επίπονα σε σχέση με αυτά του ΜICT και πολλές φορές μπορεί να δημιουργήσουν αρνητικά συναισθήματα στον ασκούμενο σε σχέση με την προσκόλληση στην άσκηση (Hardcastle et al., 2014).

Αυτό έγινε και στη μελέτη του Sawyer και των συνεργατών του όπως βλέπουμε στον πίνακα 2.2. Συγκρίνοντας, λοιπόν, τα δύο είδη άσκησης στις προσαρμογές κάποια άτομα από την ομάδα ΗΠΤ εγκατέλειψαν διότι δεν μπόρεσαν να ανταπεξέλθουν (Sawyer et al., 2016). Βέβαια, η ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης μετά από προθέρμανση 5 min και πραγματοποιώντας ποδηλάτηση 1 min στο 90-95% της HRmax και 1 min στο 50-60% της HRmax για 10 φορές κατάφερε να έχει μεγαλύτερη μείωση στο ποσοστό σωματικού λίπους χωρίς όμως να διαφέρει αρκετά από την ομάδα ΜICT που περιλάμβανε συνεχή άσκηση για 30 min στο 70-75% της HRmax. Επιπλέον, βελτιώθηκε η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου VO2max. Αρχική μέτρηση για την ομάδα ΗΠΤ ήταν $20,3 \pm 4,9$ ml/kg/min και μετά από 8 εβδομάδες ήταν $24,4 \pm 5,9$ ml/kg/min. Απεναντίας αρχική μέτρηση για την ομάδα ΜICT ήταν $22,4 \pm 4,9$ ml/kg/min και μετά από 8 εβδομάδες ήταν $25,5 \pm 4,5$ ml/kg/min.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2. Χαρακτηριστικά και αποτελέσματα μελετών για άτομα με παχυσαρκία.

Μελέτη (έτος)	Αριθμός Ασθενών	Ηλικία Φύλο	Διάρκεια και Συχνότητα Παρέμβασης	Τύπος εργομέτρου	Πρωτόκολλο διαλειμματικής προπόνησης (HIIT)	Πρωτόκολλο συνεχούς προπόνησης (MICT)	Αποτελέσματα σύγκρισης πρωτοκόλλων διαλειμματικής και συνεχούς προπόνησης
Tjonna et al., 2008	19	42-68 ετών Άνδρες Γυναίκες	16 εβδομάδες 3φορ/εβδ	Δάπεδο	4x4 min 90% HRmax 3 min 70% HRmax Σύνολο 28 min	47min 70% HRmax	Βελτίωση της VO2max στην ομάδα HIIT. Παρόμοιες επιδράσεις στο ποσοστό σωματικού λίπους.
Lunt et al., 2014	49	35-59 ετών Άνδρες Γυναίκες	12 εβδομάδες 3φορ/εβδ	Δάπεδο	10 min Προθέρμανση 4x4 min 85-95% HRmax Και ενδιάμεσα 3 min 65-75% HRmax 5 min αποθεραπεία Σύνολο 40 min	Ίδια προθέρμανση 33 min 65-75% HRmax 5 min αποκατάσταση Σύνολο 48 min	HIIT>MICT στη βελτίωση σύστασης σώματος, στη VO2max, στην καρδιοπνευμονική λειτουργία
Keating et al., 2014	33	18-55 ετών Άνδρες Γυναίκες	12 εβδομάδες 3φορ/εβδ	Κύκλος	Εβδομάδα 1: 30 sec 120% VO2max κ' 180 sec 30W (14min) Εβδομάδα 2: 30 sec 120% VO2max κ' 120 sec 30W (10min) Εβδομάδα 3,4: 45 sec 120% VO2max κ' 120 sec 30W (11min) Εβδομάδα 5-12:	Εβδομάδα 1: 30 min 50% VO2max Εβδομάδα 2: 40 min 60% VO2max Εβδομάδα 3-12: 45 min 65% VO2max	Όχι σημαντικές αλλαγές στην ΑΣΜ και στις 2 ομάδες. ↓ συνολικού ποσοστού σωματικού λίπους στην ομάδα HIIT

					60 sec 120% VO2max κ' 120 sec 30W (12min)		
Kong et al., 2016	18	18-30 ετών Γυναίκες	5 εβδομάδες 4φορ/εβδ	Κύκλος	60x8 sec 90% VO2max έχοντας πλήρης ανάκαμψη 12 sec Σύνολο 20 min	40 min συνεχόμενης ποδηλάτησης 65% VO2max	Μεγαλύτερη ↓ γλυκόζης νηστείας IFG στην ομάδα ΗΠΤ
Fisher et al., 2015	28	18-22 ετών Άνδρες	6 εβδομάδες ΗΠΤ: 3φορ/εβδ MICT: 5φορ/εβδ	Κύκλος	4 min 15% max-ap και 30 sec 85% max-ap 4 κύκλοι Στο τέλος 2 min 15% max-ap Σύνολο 20 min	45-60 min 55-65% VO2mx Σταδιακή επιβάρυνση στο πέρασμα των εβδομάδων	↓ γλυκόζης νηστείας IFG στην ομάδα ΗΠΤ Όχι σημαντική μείωση στην ολική χοληστερόλη, LDL
Cheema et al., 2015	12	19-72 ετών Άνδρες Γυναίκες	12 εβδομάδες	Δάπεδο	3 x (2 min πυγμαχία στο 86-89% HRmax κ' 1 min ανάπαυση) 5 συνεχόμενες φορές Σύνολο: 45min	45 min γρήγορο περπάτημα στο 64-77% HRmax	ΗΠΤ: Περιφέρεια μέσης ↓5,3% ΔΜΣ ↓4% ΣΒ ↓4,1% Ποσοστό σωμ. Λίπους ↓13,2% VO2max ↑ MICT: Περιφέρεια μέσης ↓ 0,6% ΔΜΣ ↓ 0,3% ΣΒ ↓0,3% Ποσοστό σωμ. Λίπους

							↓5,4%
Sawyer et al., 2016	18	27-44 ετών Άνδρες Γυναίκες	8 εβδομάδες 3φορ/εβδ	Κύκλος	Προθέρμανση 5min 50-60% HRmax 10 x 1min 90-95% HRmax εναλλάξ με 10 x 1min 25-50W Αποθεραπεία 5min 50-60% HRmax Σύνολο 30min	Ίδια προθέρμανση 30min 70-75% HRmax Ίδια αποθεραπεία Σύνολο 40min	VO2max πριν HIIT: 20,3±4,9 ml/kg/min MICT: 22,4±4,6 ml/kg/min VO2max μετά HIIT: 24,4±5,9 ml/kg/min MICT: 25,5±4,5 ml/kg/min

2.3. Καρδιακή ανεπάρκεια: Ορισμός και επιδημιολογία.

Η καρδιακή ανεπάρκεια είναι ένα καρδιαγγειακό νόσημα έχοντας διάφορα συμπτώματα (δύσπνοια, κόπωση, αδυναμία κλπ.) και επιπτώσεις (ταχυκαρδία, συριγμός κλπ.) δημιουργώντας δυσλειτουργίες στην καρδιά (Mosterd & Hoes, 2007). Είναι ένα μείζων ζήτημα δημόσιας υγείας με επίπτωση πάνω από 5,8 εκατομμύρια στις ΗΠΑ και πάνω από 23 εκατομμύρια παγκοσμίως (Bui et al., 2011). Η διάγνωση της καρδιακής ανεπάρκειας έχει πολύ σημαντικό κίνδυνο νοσηρότητας και θνησιμότητας παρά τις προόδους που μπορεί να γίνονται για την καλή διαχείριση της ασθένειας.

2.3.1. Σύγκριση διαλειμματικής και συνεχούς προπόνησης σε άτομα με καρδιακή ανεπάρκεια.

Οι τρέχουσες κατευθυντήριες οδηγίες συνιστούν την προπόνηση άσκησης ως συμπληρωματική θεραπεία σε ασθενείς με χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια (Ponikowski et al., 2016). Δεν υπάρχει καθολική οδηγία συγκεκριμένων πρωτοκόλλων άσκησης και γι' αυτό το λόγο χρειάζεται να υπάρχει εξατομικευμένη προσέγγιση. Προς το παρόν, η συνεχής προπόνηση μέτριας έντασης είναι ένα σύνηθες, καθιερωμένο και ασφαλές πρόγραμμα προπόνησης ενώ, η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης διάρκειας 1-4 λεπτά, η οποία έχει δοκιμαστεί σε άτομα με μειωμένο κλάσμα εξώθησης αίματος, έδειξε ότι μπορεί να είναι ανώτερο σε σχέση με το πρώτο (Wisloff et al., 2007)

Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε μελέτη το 2007 σε 27 άτομα και των δύο φύλων με μέσο όρο ηλικίας τα 75,5 έτη έχοντας ως στόχο να αποδειχτεί ότι η αερόβια διαλειμματική προπόνηση έχει ανώτερη καρδιαγγειακή επίδραση σε σχέση με την συνεχή σε ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια (Wisloff et al., 2007). Το πρόγραμμα ΗΙΤ περιείχε 4 τετράλεπτα στο 90-95% της HRmax και ενδιάμεσα 3 min στο 50-70% της HRmax. Πριν από αυτό υπήρξε προθέρμανση 10min στο 60-70% της HRmax ή στο 50-60% της VO2max και έτσι διήρκησε συνολικά 38 min. Το πρόγραμμα ΜΙΤ περιείχε 47 min συνεχόμενης διάρκειας σε δαπεδοεργόμετρο στο 70-75% της HRmax. Φτάνοντας στη σύγκριση των δύο ομάδων παρατηρήθηκε ότι υπήρξε ποσοστιαία βελτίωση στη VO2max στις ομάδες ΗΙΤ και ΜΙΤ με 46% και 14% αντίστοιχα. Επίσης, το κλάσμα εξώθησης αίματος της αριστερής κοιλίας αυξήθηκε κατά 6% μόνο στην ομάδα ΗΙΤ. Παρόμοιες βελτιώσεις εμφανίστηκαν και

σε μία άλλη έρευνα του Lellamo και των συνεργατών του (2013). Υπήρξε μικρότερη ένταση στην ομάδα ΗΙΠΤ κατά 10-15% και σταδιακή επιβάρυνση κατά τη διάρκεια των 12 εβδομάδων. Στην ομάδα ΜΙCΤ είχε μικρότερη χρονική διάρκεια κατά 3-18 min και σταδιακή επιβάρυνση. Κάτι άλλο που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι βελτιώθηκε η καρδιακή παροχή. Βέβαια παρόμοιο πρόγραμμα σαν του Wisloff διεξήχθη το 2017 σε άτομα και των δύο φύλων σε κυκλοεργόμετρο και δεν εμφανίστηκαν μεγάλες διαφορές στις δύο ομάδες (Ellingsen et al., 2017).

Η άσκηση είναι μία καθιερωμένη επικουρική θεραπεία στην καρδιακή ανεπάρκεια (Angadi et al., 2015). Γι' αυτό το λόγο χρειάζεται να γίνει η σύγκριση ανάμεσα στα δύο είδη προπόνησης. Πιλοτικά, λοιπόν, συγκρίθηκαν η διαλειμματική και συνεχής προπόνηση σε παράγοντες που αφορούν την καρδιαγγειακή λειτουργία (Angadi et al., 2015). Δεκαπέντε συμμετέχοντες, άνδρες και γυναίκες, ηλικίας 70 ± 8 έτη ελέγχθηκαν σε πρωτόκολλα τεσσάρων εβδομάδων με 3 φορές την εβδομάδα άσκηση. Η ομάδα ΗΙΠΤ μετά από δεκάλεπτη προθέρμανση έπραξε 2 min στο 80-85% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (HRmax) και 2 min στο 50% της HRmax μέχρι να μαζευτούν συνολικά 16min υψηλής έντασης. Η ομάδα ΜΙCΤ, μετά από 15 min στο 60% της HRmax, έπραξε 30 min περπάτημα στο 70 % της HRmax. Και στις δύο περιπτώσεις υπήρξε αποθεραπεία 5 min. Τα τυποποιημένα μεγέθη επιδράσεων στη VO2max και στον βαθμό διαστολικής λειτουργίας ήταν καλύτερα στην ομάδα με τα εναλλασσόμενα διαστήματα άσκησης. Η VO2max βελτιώθηκε κατά 9% (από $19,2 \pm 5,2$ ml/kg/min σε $21,0 \pm 5,2$ ml/kg/min) χωρίς να αλλάξει, όμως, στην ομάδα ΜΙCΤ. Επίσης, μειώθηκε η διαστολική δυσλειτουργία στην ομάδα ΗΙΠΤ και αυξήθηκε το κλάσμα εξώθησης αίματος της αριστερής κοιλίας χωρίς και εδώ να παρατηρηθούν αλλαγές στην ΜΙCΤ. Έτσι, βελτιώσεις στους προηγούμενους παράγοντες μπορούν να επιφέρουν θετικά αποτελέσματα στην υγεία αυτού του πληθυσμού ανθρώπων βοηθώντας ανταποδοτικά στην καρδιακή λειτουργία (Kitzman DW, 2011).

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που χρειάζεται να βελτιωθεί στα άτομα με καρδιακή ανεπάρκεια ώστε να έχουν καλύτερη αερόβια αντοχή είναι το αερόβιο κατώφλι. Στη τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή που πραγματοποίησε ο Freyssin και οι υπόλοιποι (2012) αξιολογήθηκαν οι προσαρμογές σε ασθενείς με την καρδιακή αυτή ασθένεια συγκρίνοντας τα δύο είδη προπονήσεων. Το ΗΙΠΤ αποτελούνταν από 12 επαναλήψεις ποδηλασίας των 30 sec εναλλάξ με 60 sec πλήρους αποκατάστασης.

Αυτή η σειρά επαναλήφθηκε άλλες δύο φορές ανά προπόνηση. Για τις πρώτες 4 εβδομάδες οι συμμετέχοντες των δύο φύλων δέχθηκαν εντάσεις στο 50% της μέγιστης ισχύος των υποκειμένων. Τις επόμενες 4 εβδομάδες αυξήθηκε στο 80%. Η ομάδα MICT εκτέλεσε 45 λεπτά σε δαπεδοεργόμετρο ή σε κυκλοεργόμετρο σε HR που αντιστοιχεί κοντά στο πρώτο αερόβιο κατώφλι αερισμού. Τα αποτελέσματα ήταν ότι στην ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης αυξήθηκε περισσότερο η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου και βελτιώθηκε το αερόβιο κατώφλι αερισμού σε αντίθεση με την ομάδα της συνεχόμενης μέτριας έντασης προπόνησης (Πίνακας 2.3).

Η διαλειμματική προπόνηση μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας σε άτομα με καρδιακή ανεπάρκεια (Fu et al., 2013). Ο ίδιος δοκίμασε τα δύο είδη προπόνησης σε κυκλοεργόμετρο σε 45 άτομα και των δύο φύλων. Η ομάδα IT, μετά από προθέρμανση 3 min στο 30% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ή στο 30% της καρδιακής συχνότητας εφεδρείας, πραγματοποίησε 3 min στο 80% της VO₂max εναλλασσόμενα με 3 min στο 40% της VO₂max για 5 ολόκληρες φορές και συνολικά 30min. Το διάστημα εργασίας και ενεργητικής ανάληψης ήταν ίδιο χρονικά. Από την άλλη, η ομάδα MICT πραγματοποίησε 30 min στο 60% της VO₂max συνεχόμενη ποδηλάτηση. Τα αποτελέσματα μετά από 12 εβδομάδες με συνεδρία 3 φορές την εβδομάδα ήταν ότι η ομάδα IT βελτίωσε τον ρυθμό παραγωγής έργου σε Watt, τον πνευμονικό αερισμό VE, την VO₂max. Κατόπιν, αυξήθηκε ο όγκος παλμού και μειώθηκε η συνολική αντίσταση στην περιφέρεια κατά τη διάρκεια της άσκησης έχοντας ως απόρροια να αυξηθεί το κλάσμα εξώθησης αίματος της αριστερής κοιλίας της καρδιάς. Το σχήμα IT έδειξε να αναδεικνύει την βελτίωση της αναπνευστικής αποτελεσματικότητας ενώ, το σχήμα MICT έδειξε ότι θα μπορούσε να λειτουργήσει προ παρεμβατικά για να μπορέσουν να διατηρηθούν και να ξεκινήσουν οι φυσιολογικές αποκρίσεις μέσω της άσκησης.

Η άσκηση υψηλής έντασης προπόνηση με διαλείμματα ενεργητικής ή πλήρους αποκατάστασης και η συνεχόμενης μέτρια έντασης προπόνηση μπορεί να ανακουφίσει τη δυσανεξία στην άσκηση, βελτιώνοντας τη ψυχοκοινωνική κατάσταση στους ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια και αντιμετωπίζοντας τις απαιτήσεις της καθημερινότητας (Fu et al., 2013). Έτσι, λοιπόν, η παρουσία μίας καλύτερης ποιότητας ζωής που σχετίζεται με την υγεία θα μπορούσε να μειώσει τον κίνδυνο θανάτου σε αυτούς τους ασθενείς. Άνδρες συμμετέχοντες, έχοντας την ασθένεια, συμπεριλήφθηκαν σε μελέτη που σχετίζεται με την ποιότητας ζωής (Ulbrich et al.,

2016). Η ομάδα HIIT και η ομάδα MICT εκτέλεσαν πρωτόκολλα προπόνησης σε δαπεδοεργόμετρο. Η πρώτη, μετά από προθέρμανση 10 min στο 70% της HRmax, προπονήθηκαν κάνοντας 3 min στο 95% της HRmax ακολουθούμενα από 3min στο 70% της HRmax. Κατά τη διάρκεια των 12 εβδομάδων υπήρξε αύξηση στον αριθμό των επαναλήψεων από 4 στις 5 και αργότερα στις 6. Η δεύτερη, με την ίδια προθέρμανση, προπονήθηκε για 30 min στο 75% της HRmax. Και οι δύο ομάδες έκανα αποθεραπεία 5 min στο 50% της VO2max. Τα αποτελέσματα αυτής της τυχαιοποιημένης δοκιμής δείχνουν ότι 12 εβδομάδες προπόνησης υψηλής άσκησης τρεις φορές την εβδομάδα ήταν εξίσου αποτελεσματικές με τη μέτριας έντασης συνεχή προπόνηση για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής σε σταθερούς ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια. Αυτό συμβαίνει και σε άλλη έρευνα ένα χρόνο πριν αλλά σε κυκλοεργόμετρο (Benda et al., 2015). Οι δύο ομάδες HIIT και CT πραγματοποίησαν προθέρμανση 10 min στο 40% του Μέγιστου Φόρτου Εργασίας (ΜΦΕ) σε W και αποθεραπεία 5 min στο 30% του ΜΦΕ. Οι συμμετέχοντες στην ομάδα HIIT έκαναν 1 min στο 90% του ΜΦΕ και ενεργητική αποκατάσταση 2.5 min στο 30% του ΜΦΕ. Διεξήχθη για 10 φορές και η υποκειμενική κλίμακα κόπωσης Borg έπρεπε να κυμαίνεται σε τιμές 15-17. Η ομάδα CT εκτέλεσε 30 min συνεχόμενης διάρκειας στο 60-75% του ΜΦΕ. Οι τιμές της κλίμακας Borg ήταν 12-14. Αυτή η μελέτη συνέκρινε διεξοδικά τη φυσική κατάσταση, την καρδιαγγειακή λειτουργία, την ποιότητα ζωής (MLHFQ) ανθρώπων με καρδιακή ανεπάρκεια. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές στους προηγούμενους παράγοντες. Αυτό που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι και εδώ αποδεικνύεται ότι η ενασχόληση με προγράμματα άσκησης βελτιώνει την ποιότητα ζωής επιβεβαιώνοντας τα ευεργετικά αποτελέσματα της προπόνησης άσκησης στη διαχείριση της καρδιακής ανεπάρκειας και δείχνει ότι και τα δύο προγράμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής σε αυτόν τον πληθυσμό ασθενών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3. Χαρακτηριστικά και αποτελέσματα μελετών για άτομα με καρδιακή ανεπάρκεια.

Μελέτη (έτος)	Αριθμός Ασθενών	Ηλικία Φύλο	Διάρκεια και Συχνότητα Παρέμβασης	Τύπος εργομέτρου	Πρωτόκολλο διαλειμματικής προπόνησης (HIIT)	Πρωτόκολλο συνεχούς προπόνησης (MICT)	Αποτελέσματα σύγκρισης πρωτοκόλλων διαλειμματικής και συνεχούς προπόνησης
Wisloff et al., 2007	27	ΜΟ 75,5 ετών Άνδρες Γυναίκες	12 εβδομάδες 3φορ/εβδ	Δάπεδο	10min προθέρμανση 50-60% VO ₂ max ή 60-70% της HRmax. 4x4min 90-95% HRmax Εναλλάξ με 3min 50-70% HRmax Σύνολο 38min	47min 70-75% HRmax	Βελτίωση VO ₂ max HIIT: 46% MICT: 14% ↑ κλάσμα εξώθησης αίματος αριστερής κοιλίας από 29% σε 35% με HIIT
Lellamo et al., 2013	20	Άνδρες	12 εβδομάδες Εβδ 1-3: 2φορ Εβδ 4-6: 3φορ Εβδ 7-9: 4φορ Εβδ 10-12: 5φορ	Δάπεδο	4x4min 75-80% ΚΣεφ Εναλλάξ με 3min 45-50% ΚΣεφ	30-45min 45-60% ΚΣεφ	Καλύτερη βελτίωση καρδιακής παροχής με HIIT.
Ellingsen et al., 2017	207	ΜΟ 60 ετών Άνδρες Γυναίκες	12 εβδομάδες 3φορ/εβδ	Δάπεδο ή Κύκλος	Ίδιο με Wisloff.	Ίδιο με Wisloff.	Μικρές διαφορές και στις δύο ομάδες.

Agnadi et al., 2014	15	70 ±8 έτη Άνδρες Γυναίκες	4 εβδομάδες 3φορ/εβδ	Δάπεδο	10min προθέρμανση 2min 80-85% HRmax κ' 2min 50% HRmax 8 επαναλήψεις του παραπάνω προγράμματος 5min αποθεραπεία Σύνολο: 47min	15min 60% HRmax και 30min 70% HRmax 5min αποθεραπεία Σύνολο: 50min	Βελτίωση VO2max κατά 9% στην ομάδα ΗΙΠΤ Όχι αλλαγές στη VO2max στην ΜΙCΤ. ↑ στο κλάσμα εξώθησης αριστερής κοιλίας με ΗΙΠΤ.
Freyssin et al., 2012	26	55±12 έτη Άνδρες Γυναίκες	8 εβδομάδες 3 φορ/εβδ	Δάπεδο Κύκλος	10min προθέρμανση 5W Εβδομάδα 1-4: 3x 12x (30sec 50% Wmax με 60 sec ξεκούραση) Εβδομάδα 5-8: 12x (30sec 80% Wmax με 60sec ξεκούραση) 5min αποθεραπεία	10min προθέρμανση 45min σε HR κοντά στο πρώτο κατώφλι (περίπου 70%) Δάπεδο ή κύκλος 5min αποθεραπεία	↑ VO2max με ΙΤ Βελτίωση ουδού αερισμού στο κατώφλι Καμία βελτίωση σε CΤ
Fu et al., 2013	45	65-70 ετών Άνδρες Γυναίκες	12 εβδομάδες 3φορ/εβδ	Κύκλος	3min προθέρμανση 30% VO2max ή 30%ΚΣεφεδ 5x3min 80% VO2max κ' ενδιάμεσα 3min 40% VO2max αποθεραπεία =προθέρμανση Σύνολο: 30 min	30min 60% VO2max	Βελτίωση με ΑΙΤ στα ΔW, VE, VO2max ↑ όγκου παλμού σε ΑΙΤ ↓ συνολικής περιφερικής αντίστασης με ΑΙΤ και επομένως ↑ στο κλάσμα εξώθησης αριστερής κοιλίας.

Ulbrich et al., 2016	22	Άνδρες	12 Εβδομάδες 3φορ/εβδ	Δάπεδο	10min προθέρμανση 70% HRmax (4-6) x 3min 95% HRmax κ' ενδιάμεσα 3min 70% HRmax Αποθεραπεία 5 min 50% VO2max Σύνολο: 60min	Ίδια προθέρμανση 30min 75% HRmax Ίδια αποθεραπεία Σύνολο: 60min	Σημαντική βελτίωση στην ποιότητα ζωής και για τις 2 ομάδες (MLHFQ)
---------------------------------	----	--------	--------------------------	--------	--	---	---

2.4. Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια: Ορισμός και επιδημιολογία.

Η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ) είναι μία χρόνια αναπνευστική διαταραχή που εξελίσσεται αργά και χαρακτηρίζεται από ένα αποφρακτικό αναπνευστικό πρότυπο, το οποίο σπάνια είναι αναστρέψιμο (Raheison & Girodect, 2009). Αποτελείται από σταδιακά επίπονο περιορισμό της ροής αέρα και είναι η τέταρτη σοβαρότερη αιτία θανάτου παγκοσμίως (Eliason et al., 2008). Η ασθένεια χωρίζεται σε 3 είδη: α) Χρόνια βρογχίτιδα, με μόνιμη απόφραξη των αεραγωγών β) Χρόνια αναπνευστική ανεπάρκεια, με ύπαρξη χρόνιας αποφρακτικής βρογχίτιδας με υποξαιμία και γ) Εμφύσημα, με καταστροφή των τοιχωμάτων των κυψελιδικών σάκων/αγωγών. Συμπτώματα ΧΑΠ είναι η δύσπνοια, ο επίμονος βήχας, ο συριγμός (Eliason et al., 2008).

2.4.1. Σύγκριση διαλειμματικής και συνεχούς προπόνησης σε άτομα με χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια.

Η άσκηση είναι απαραίτητη στη ζωή των ατόμων που πάσχουν από τη νόσο καθώς αποτελεί ένα βασικό συστατικό αποκατάστασης βελτιώνοντας τη φυσική καθώς και τη ψυχολογική τους κατάσταση (Eliason et al., 2008). Η άσκηση είναι ευεργετική για ασθενείς με ΧΑΠ ανεξάρτητα από την ηλικία, το φύλο, το επίπεδο δύσπνοιας ή τη σοβαρότητα της νόσου. Όλοι οι ασθενείς με ΧΑΠ με μειωμένη φυσική ικανότητα ή επίπεδο σωματικής δραστηριότητας θα πρέπει να τους προσφέρεται προπόνηση άσκησης (Raheison & Girodect, 2009).

Σε ασθενείς ΧΑΠ διαπιστώθηκε ότι διαλειμματική προπόνηση τους επέτρεψε να διατηρησουν μία ένταση ίση και μεγαλύτερη με το 70% του Wpeak (Sabapathy et al., 2004) . Αυτό βασίστηκε σε ένα πρόγραμμα το οποίο είχε 60 sec άσκηση και 60 sec ανάπαυλα για 30 λεπτά. Η συνεχής άσκηση από την άλλη μπόρεσε να διατηρηθεί περίπου 11 λεπτά. Όμως με τη διαλειμματική προπόνηση υπήρχε χαμηλότερο επίπεδο δύσπνοιας και χαμηλότερος εκπνευστικός όγκος πνευμόνων. Τα άτομα με ΧΑΠ αδυνατούν να διατηρούν παρατεταμένες περιόδους άσκησης σε εντάσεις τέτοιες που να βοηθήσουν σε καρδιαγγειακές και περιφερικές προσαρμογές. Το γαλακτικό εμφανίστηκε γρηγορότερα στη συνεχή προπόνηση με αποτέλεσμα να επηρεάζει την απόδοση των ασθενών και να μην υπάρχει διάρκεια. Επομένως, αναδεικνύεται η υπεροχή της διαλειμματικής προπόνησης.

Υπεροχή της διαλειμματικής προπόνησης, πάλι σε κυκλοεργόμετρο, υπήρξε και πιο πριν σε έρευνα 8 εβδομάδων μόνο σε άνδρες ηλικίας 65-67 ετών (Coppoolse et al., 1999). Στην συγκεκριμένη τυχαίοποιημένη κλινική μελέτη είχαμε την ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης να εκτελεί 3 min άσκησης εκ των οποίων 1 min ήταν στον 90% του W_{peak} και 2 min στο 45% του W_{peak} . Τα τρίλεπτα αυτά επαναλήφθηκαν το ένα μετά το άλλο για συνολικά 9 φορές, με συχνότητα την εβδομάδα στις 3 φορές. Απεναντίας η ομάδα της συνεχούς προπόνησης εκτέλεσε 30 min συνεχόμενης ποδηλάτησης στο 60% του PWR, το οποίο προσδιορίστηκε από τη VO_{2max} και τα Watt, με συχνότητα 5 φορές την εβδομάδα. Αυτό που παρατηρήθηκε και στις 2 ομάδες είναι ότι δεν υπήρξαν σημαντικές αλλαγές στην μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ενώ υπήρξε πόνος στα πόδια με έντονη συσσώρευση γαλακτικού. Βέβαια με την επαναληψιμότητα των πρωτοκόλλων στο πέρας των εβδομάδων, ο ρυθμός παραγωγής γαλακτικού άρχισε να «πέφτει» και ο πόνος στα πόδια να περιορίζεται στην ομάδα IT. Επιπρόσθετα το PWR αυξήθηκε στην ομάδα IT κατά 17% σε αντίθεση με την ομάδα CT.

Στην έρευνα του Βογιατζή και των συνεργατών του (2002), συγκρίνοντας τα δύο είδη προπόνησης, βγήκαν κάποια θετικά αποτελέσματα τονίζοντας τη σημαντικότητα της διαλειμματικής προπόνησης. Τριανταέξι ασθενείς ΧΑΠ και των δύο φύλων ηλικίας 65-71 ετών δοκιμάστηκαν σε δύο διαφορετικά πρωτόκολλα διαλειμματικής IT και συνεχόμενης προπόνησης CT για 12 εβδομάδες. Η ομάδα IT τις πρώτες 4 εβδομάδες ολοκλήρωσε 40 min με 30 sec στο 100% του Peak Work Rate (PWR) και 30 sec ανάπαυλα, την εβδομάδα 5-8 ολοκλήρωσε 40 min με 30 sec στο 120% του PWR και 30 sec ανάπαυλας και τις τελευταίες 4 εβδομάδες η έντονη άσκηση αυξήθηκε στο 140% του PWR. Η ομάδα CT τις πρώτες 4 εβδομάδες ολοκλήρωσε 40 min στο 50% του PWR, την εβδομάδα 5-8 40 min στο 60% του PWR και τις τελευταίες 4 εβδομάδες ίδια χρονική διάρκεια στο 70% της PWR. Οι βελτιώσεις ήταν κοντά και στις δύο ομάδες έχοντας όμως την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου VO_{2max} και τον πνευμονικό αερισμό VE να αυξάνεται περισσότερο στην ομάδα IT.

Εξίσου κοντά ήταν οι αλλαγές και σε μία άλλη έρευνα 4 χρόνια μετά (Arnardottir et al., 2006). Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να συγκρίνει τις επιπτώσεις της διαλειμματικής προπόνησης (διαστήματα 3 λεπτών) με τη συνεχή στη μέγιστη ικανότητα άσκησης (W_{peak}), τη φυσιολογική απόκριση, την λειτουργική ικανότητα, τη δύσπνοια, την ψυχική υγεία και την ποιότητα ζωής που σχετίζεται με τη υγεία

(HRQoL) σε άτομα των δύο φύλων, ηλικίας 43-80 ετών, διαγνωσμένα με ΧΑΠ. Έτσι, λοιπόν, η ομάδα IT, αφού έκανε προθέρμανση 6 min στο 30-40% τους Wpeak, πραγματοποίησε 3 min σε μεγαλύτερο ποσοστό του 80% του Wpeak και 3 min στο 30-40% όπως στην προθέρμανση. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε για 5 φορές, τελειώνοντας όμως με 3 min \geq 80% του Wpeak. Η ομάδα CT, αφού έκανε ίδια προθέρμανση, πραγματοποίησε 27 min σε ένταση μεγαλύτερη ή ίση του 65% του Wpeak. Και οι δύο ομάδες έκαναν αποθεραπεία 6 min στο 30-40% της Wpeak. Αυτά που παρατηρήθηκαν είναι ότι όσο περνούσαν οι συνεδρίες στην ομάδα IT αυξανόταν η παραγωγή έργου W στο ποδήλατο. Αντίθετα, παρόμοιες βελτιώσεις υπήρξαν και στις δύο ομάδες στη VO₂max, στο VCO₂max, στον VE που σχετίζονται με την λειτουργική ικανότητα. Αξιοσημείωτο είναι ότι ναι μεν βελτιώθηκαν οι παράγοντες λειτουργικής ικανότητας όπως αναφέρθηκε, αλλά ο ρυθμός βελτίωσης και αύξησης των εννοιών VO₂max, VCO₂max και VE στην ομάδα διαλειμματικής προπόνησης ήταν μεγαλύτερος συγκριτικά. Η δύσπνοια, το άγχος, η κατάθλιψη, που υπολογίστηκαν με ερωτηματολόγια HRQoL, έδειξαν να είναι θετικά τα αποτελέσματα μετά τις 16 εβδομάδες προπονήσεων στις δύο ομάδες, IT και CT. Βέβαια, ίδια αποτελέσματα, με ίδιο ερωτηματολόγιο, έβγαλε και ο Mador με τους συνεργάτες του τρία χρόνια μετά (Mador et al., 2009). Το πρόγραμμα έμοιαζε με το προηγούμενο, αλλά στην προκειμένη περίπτωση η άσκηση διεξήχθη σε κυκλοεργόμετρο και σε δαπεδοεργόμετρο. Η ομάδα της διαλειμματικής προπόνησης ολοκλήρωσε 3min σε ποδήλατο (1min στο 150% του Wpeak και 2min στο 75% του Wpeak) και εναλλάξ σε κάθε προπόνηση έκανε με 3min σε διάδρομο (1min στο 150% της μέγιστης αερόβιας ταχύτητας και 2min στο 75% της μέγιστης ταχύτητας). Τα τρίλεπτα ήταν το ένα μετά το άλλο μέχρι να συμπληρωθούν 21 λεπτά. Η ομάδα της συνεχούς προπόνησης εκτελούσε 20min στο 50% της Wpeak στο ποδήλατο ή 80% της μέγιστης ταχύτητας στον διάδρομο. Οι 41 ασθενείς ολοκλήρωσαν τα προγράμματα κάνοντας προθέρμανση και αποθεραπεία. Βελτιώθηκε και εδώ η ποιότητα ζωής, η δύσπνοια και ο υποκειμενικός δείκτης κόπωσης της κλίμακας Borg. Επιπλέον και οι δύο ομάδες είχαν 100% συμμόρφωση στα προγράμματα και οι εντάσεις ήταν καλά ανεκτές για κάθε άτομο ξεχωριστά και στον κυκλοεργόμετρο και στο δαπεδοεργόμετρο.

Τα επίπεδα καθημερινής δραστηριότητας αποτελούν σημαντικό παράγοντα στη ζωή όλων των ανθρώπων και πόσο μάλλον στα άτομα με χρόνια πνευμονική πάθηση σαν

την χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια. Τα άτομα με ΧΑΠ αντιμετωπίζουν μεγαλύτερους αναπνευστικούς, κεντρικούς αιμοδυναμικούς και περιφερικούς μυικούς περιορισμούς οξυγόνωσης κατά τη διάρκεια των καθημερινών δραστηριοτήτων σε σύγκριση με τους πιο σωματικά δραστήριους ομόλογούς τους (Λούβαρης et al., 2013). Σημαντική έρευνα διεξήχθη για να βρεθεί αν η διαλλειματική προπόνηση μπορεί να συνεισφέρει και να βελτιώσει τα επίπεδα καθημερινής δραστηριότητας στα άτομα με την χρόνια αυτή ασθένεια (Λούβαρης et al., 2016). Μεγάλος αριθμός συμμετεχόντων πραγματοποίησαν 30 sec στο 130% του PWR εναλλασσόμενα με 30 sec πλήρους αποκατάστασης σε κυκλοεργόμετρο. Η διάρκεια του συγκεκριμένου προγράμματος ήταν 12 εβδομάδες με 3 φορές ανά εβδομάδα προπόνηση. Τα αποτελέσματα είναι ότι αυξήθηκε ο καθημερινός αριθμός βημάτων, αυξήθηκαν αποστάσεις που διανύονται, αυξήθηκε ο χρόνος συμμετοχής σε πιο έντονες δραστηριότητες, μειώθηκε ο χρόνος της καθιστικής ζωής. Όλα αυτά αποτελούν παράγοντες που καθορίζουν τα επίπεδα καθημερινής δραστηριότητας.

Καταληκτικά, υπάρχει ένας δείκτης ο οποίος χρησιμοποιείται συχνά για την αξιολόγηση της λειτουργικής ικανότητας και την πρόγνωση της θνησιμότητας σε ασθενείς με χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια και ονομάζεται BODE (Celli et al., 2004). Ο δείκτης αυτός είναι ένα δείκτης βαθμολόγησης που ενσωματώνει τη μέτρηση του Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ), του εκπνευστικού όγκου αέρα σε 1 δευτερόλεπτο (FEV1), την κλίμακα δύσπνοιας του Modified Medical Research Council (MMRC) και το τεστ βάρδισης 6 λεπτών (6-MWT) (Nasis et al., 2009). Έτσι, λοιπόν, σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε κυκλοεργόμετρο σε 42 συμμετέχοντες για 10 εβδομάδες αξιολογήθηκε ο δείκτης BODE (Nasis et al., 2009). Η ομάδα IT πραγματοποίησε συνολικά 40 min με 30 sec στο 100% του Wpeak και 30 sec ανάπαυση εναλλάξ. Η ομάδα CT πραγματοποίησε 30 min συνεχόμενης άσκησης στο 60% του Wpeak. Τα αποτελέσματα για το δείκτη BODE ήταν καλύτερα σε διπλάσιο βαθμό στην ομάδα IT σε σχέση με την ομάδα CT (Πίνακας 2.4).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4. Χαρακτηριστικά και αποτελέσματα μελετών για άτομα με Χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια.

Μελέτη (έτος)	Αριθμός ασθενών	Ηλικία Φύλο	Διάρκεια και συχνότητα παρέμβασης	Τύπος εργομέτρου	Πρωτόκολλο διαλειμματικής άσκησης (HIIT) (IT).	Πρωτόκολλο συνεχούς άσκησης (MICT) (CT).	Αποτελέσματα σύγκρισης πρωτοκόλλων διαλειμματικής και συνεχούς άσκησης.
Coppoolse et al. 1999	21	65-67 ετών Άνδρες	8 εβδομάδες IT: 3φορ/εβδ CT: 5φορ/εβδ	Κύκλος	9 x 3 min εκ των οποίων 1 min στο 90% PWR και 2 min στο 45% PWR	30 min στο 60% PWR	PWR ↑ 17% στην IT Έντονη συσσώρευση γαλακτικού που περιορίστηκε στην ομάδα IT με την προπόνηση. Μικρές αλλαγές VO ₂ max σε IT.
Vogiatzis et al. 2002	36	65-71 ετών Άνδρες Γυναίκες	12 εβδομάδες 3 φορ/εβδ	Κύκλος	Εβδομάδα 1-4: 40min 30 sec στο 100% PWR 30 sec ανάπαυλα Εβδομάδα 5-8: 40min 30 sec στο 120% PWR 30 sec ανάπαυλα Εβδομάδα 9-12: 40min 30 sec 140% PWR 30 sec ανάπαυλα	Εβδομάδα 1-4: 40min 50% PWR Εβδομάδα 5-8: 40min 60% PWR Εβδομάδα 9-12: 40min 70% PWR	Κοντά οι βελτιώσεις και στις δύο ομάδες. IT: VO ₂ max ↑ 12% VE ↑ 13% CT: VO ₂ max ↑ 11% VE ↑ 11%

Arnardottir et al. 2006	60	43-80 ετών Άνδρες Γυναίκες	16 εβδομάδες 2φορ/εβδ	Κύκλος	6min προθέρμανση 30-40% Wpeak. 3min \geq 80% Wpeak 3min 30-40% Wpeak 27min συνολικά. 6min αποθεραπεία 30-40% Wpeak	Ίδια προθέρμανση με IT. 27min \geq 65% συνεχής ποδηλάτηση. Ίδια αποθεραπεία με IT.	Παρόμοιες βελτιώσεις VO ₂ max, VCO ₂ max, VE. Θετική επίδραση σε δύσπνοια, άγχος, κατάθλιψη σε HRQoL IT: Βελτίωση Wpeak και καλύτερος ρυθμός άυξης VO ₂ max, VE.
Mador et al. 2009	41		8 εβδομάδες 3φορ/εβδ	Δάπεδο και κύκλος	Δάπεδο: 3min με 1min 150% Μεγ ταχ και 2min 75% μεγ. ταχ. ή Κύκλος: 3min με 1min 150% Wpeak και 2min 75% Wpeak Σύνολο: 21min	20min στο 80% μεγ ταχ. ή στο 50% Wpeak.	Θετικά αποτελέσματα στην ποιότητα ζωής, δύσπνοια, κόπωση. Παρόμοιες βελτιώσεις στους αριθμούς κλίμακας BORG κεντρικά και στην περιφέρεια.
Louvaris et al. 2016	85		12 εβδομάδες 3φορ/εβδ	Κύκλος	30 sec 130% PWR 30 sec ανάπαυλα Σύνολο 45 min	-	Βελτίωση ποιότητας ζωής μόνο με IT. Βελτίωση στα επίπεδα καθημερινής δραστηριότητας μόνο με IT.

Nasis et al., 2009	42	<75 ετών Άνδρες Γυναίκες	10 εβδομάδες 3φορ/εβδ	Κύκλος	30 sec 100% Wpeak 30 sec ανάπαυλα Σύνολο 40min	30 min συνεχόμενης άσκησης 60% Wpeak	Βελτιώθηκε ο δείκτης BODE (Αξιολόγηση λειτουργικής ικανότητας) σε διπλάσιο βαθμό στην ομάδα IT σε σχέση με την ομάδα CT.
-------------------------------	----	--------------------------------	--------------------------	--------	--	---	---

3.ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της συγκεκριμένης ερευνητικής εργασίας, με ανασκόπηση βιβλιογραφίας, ήταν η σύγκριση της διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης ΗΠΤ με τη συνεχή προπόνηση μέτριας έντασης ΜΙΤ στις βιολογικές προσαρμογές των ατόμων με χρόνιες παθήσεις. Σε υγιή άτομα, χωρίς να έχουν κάποια χρόνια πάθηση φαίνεται η διαλειμματική προπόνηση να υπερέχει της συνεχούς (Thomakos et al., 2020). Πιο αναλυτικά όμως στην ερευνητική αυτή εργασία, συμπεριλήφθηκαν μελέτες οι οποίες αφορούσαν μεταβολικές παθήσεις όπως ο διαβήτης τύπου 2 (Τ2Δ) και η παχυσαρκία, καρδιακές παθήσεις όπως η καρδιακή ανεπάρκεια και αναπνευστικές παθήσεις όπως η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ). Σε όλες τις ασθένειες, με το ΗΠΤ υπήρξαν μεγαλύτερες βελτιώσεις στη VO_{2max} συγκριτικά με το ΜΙΤ. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι η VO_{2max} βελτιώνεται αρκετά όταν η «εργασία» κατά τη διάρκεια της προπόνησης είναι υπομέγιστη και όταν οι ασκούμενοι, είτε υγίης είτε όχι φτάνουν στα πρωτόκολλα στην VO_{2max} που ήδη έχουν. Άλλωστε η VO_{2max} είναι παραδοσιακά δείκτης ύψιστης σημασίας για την καρδιαναπνευστική αντοχή η οποία είναι ένα κρίσιμο συστατικό της αξιολόγησης της φυσικής κατάστασης λόγω της συσχέτισής της με κινδύνους που μπορούν να προσλάβουν την υγεία.

Στις μελέτες που ασχολήθηκαν με τις μεταβολικές παθήσεις, παρατηρήθηκε ότι η προπόνηση ΗΠΤ αποτέλεσε αρωγό στην βελτίωση ορισμένων βιοδεικτών. Σε μία πρόσφατη μελέτη τα πρωτόκολλα άσκησης πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια ενός ποδηλάτου τεσσάρων άκρων (air-braked ergometer) (Hwang et al., 2019). Αν και ασυνήθιστη η χρήση του air-braked ergometer σε προγράμματα άσκησης σε άτομα με χρόνιες παθήσεις, εντοπίστηκαν μεγαλύτερες βελτιώσεις στα άτομα με ΗΠΤ. Αξιόλογες βελτιώσεις υπήρξαν στα επίπεδα της ινσουλίνης και της γλυκόζης στον Τ2Δ σε όλες τις έρευνες που αναλύθηκαν εκτός από μία μελέτη στην οποία δεν υπήρξαν σημαντικές αλλαγές στην γλυκόζη, στην HDL και στην LDL (Terada et al., 2013). Η γλυκοζηλιωμένη αιμοσφαιρίνη (HbA1c) έδειξε να μειώνεται περισσότερο στα άτομα που συμμετείχαν στα πρωτόκολλα ΗΠΤ (Mitranum et al., 2013; Terada et al., 2013; Winding et al., 2017). Η συγκέντρωση HbA1c χρησιμοποιείται ευρέως για την παρακολούθηση της μακροχρόνια γλυκαιμικής κατάστασης σε άτομα με διαβήτη τύπου 1 και 2. Είναι ένας δείκτης μέσης γλυκαιμίας και τεκμηριώνει τον βαθμό του γλυκαιμικού ελέγχου, την ανταπόκριση στην θεραπεία και τον κίνδυνο ανάπτυξης και επιπλοκών του διαβήτη (Weycamp, 2013). Επίσης, σε μία μελέτη παρατηρήθηκε

μεγάλη μείωση στο σωματικό βάρος (Kastoft et al., 2013) και σε μία άλλη υπήρξε μεγάλη αύξηση στον μέγιστο έργο παραγωγής σε Watt στο κυκλοεργόμετρο (Winding et al., 2017).

Όσον αφορά τώρα την παχυσαρκία, υπήρχαν μεγαλύτερες ή παρόμοιες βελτιώσεις με ΗΙΠΤ συγκριτικά με ΜΙCΤ. Παρόμοιες επιδράσεις στο ποσοστό σωματικού λίπους υπήρξαν σε μία έρευνα (Tjonna et al., 2008) και σε μία άλλη δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές στην ΑΣΜ (Keating et al., 2014). Απεναντίας οι περισσότερες μελέτες έδειξαν βελτιώσεις στη σωματική σύσταση και πιο συγκεκριμένα στο ποσοστό λίπους των ασκούμενων με διαλειμματική άσκηση (Lunt et al., 2014; Keating et al., 2014; Fisher et al., 2015; Cheema et al., 2015). Αξιοσημείωτο ήταν ότι μειώθηκε έτσι και ο ΔΜΣ ο οποίος είναι δείκτης για τον υπολογισμό της παχυσαρκίας ενός ατόμου. Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου αυξήθηκε περισσότερο με την ομάδα ΗΙΠΤ στα άτομα με Τ2Δ (Terada et al., 2013; Karstoft et al., 2013; Winding et al., 2017; Hwang et al., 2019) και στα άτομα με παχυσαρκία (Tjonna et al., 2018; Lunt et al., 2014; Cheema et al., 2015; Saywer et al., 2016).

Τώρα, στις μελέτες που ασχολήθηκαν με την καρδιακή ανεπάρκεια παρατηρήθηκε ότι το ΗΙΠΤ υπερτερούσε σε σχέση με τα προπονητικά πρωτόκολλα του ΜΙCΤ. Σε αρκετές έρευνες για την καρδιακή ανεπάρκεια υπήρξε σημαντική αύξηση σε έναν από τους σημαντικότερους και ισχυρότερους βιολογικούς παράγοντες που δεν είναι άλλος από την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου με 12, 8 ακόμα και 4 εβδομάδες προπόνησης (Wisloff et al., 2007; Ellingsen et al., 2017; Agnadi et al., 2014; Freyssin et al., 2012; Fu et al., 2013). Έμφαση έχει δοθεί στην έρευνα του Wisloff και των συνεργατών του στην οποία με ΗΙΠΤ αυξήθηκε η VO₂max 46% ενώ με την μέτριας έντασης συνεχόμενη άσκηση αυξήθηκε 16%. Κατόπιν, το κλάσμα εξώθησης αίματος αριστερής κοιλίας, το οποίο χαρακτηρίζει ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια, αυξήθηκε αισθητά με το ΗΙΠΤ κατά 6% (Wisloff et al., 2007) και όχι μόνο (Agnadi et al., 2014). Μειώνοντας τη συνολική περιφερική αντίσταση με ΙΤ αυξάνεται και το κλάσμα εξώθησης της αριστερής κοιλίας (Fu et al., 2013). Επιπρόσθετα η καρδιακή παροχή, ο όγκος δηλαδή αίματος που ωθεί η καρδιά σε ένα λεπτό αυξήθηκε σε μία έρευνα μόνο με άνδρες ασκούμενους (Lellamo et al., 2013) με 12 εβδομάδες προπόνησης και με προοδευτική αύξηση της έντασης και του χρόνου προπόνησης. Τέλος, βελτιώθηκε η ποιότητα ζωής και η ανθεκτικότητα των ατόμων με καρδιακή

ανεπάρκεια περισσότερο στη ομάδα διαλειμματικής προπόνησης σε σχέση με την ομάδα της συνεχούς.

Σε σχέση, τώρα, με τα άτομα με ΧΑΠ η $VO_2\max$ βελτιώθηκε με τη διαλειμματική προπόνηση (Vogiatzis et al., 2002; Arnardottir et al., 2006; Corroolse et al., 1999). Στην συγκεκριμένη περίπτωση όλες η μελέτες έκαναν χρήση κυκλοεργόμετρου για τις μετρήσεις τους, εκτός από μία που συνδύαζε και δαπεδοεργόμετρο (Mador et al., 2009), διότι τα άτομα με ΧΑΠ έχουν έντονα συμπτώματα της δύσπνοιας, του συριγμού κλπ. Με τη διαλειμματική προπόνηση ΙΤ βελτιώθηκε η μέγιστη παραγωγή έργου (PWR) στο ποδήλατο σε 8 εβδομάδες (Corroolse et al., 1999), μειώθηκε ο πνευμονικός αερισμός (VE) κατά 13% σε σχέση με την συνεχή που ήταν κατά 11% σε 12 εβδομάδες (Vogiatzis et al., 2002) και αυξήθηκε ο ρυθμός παραγωγής W σε 16 εβδομάδες (Arnardottir et al., 2006). Σε μία άλλη έρευνα, που υπήρξε μόνο προπόνηση ΙΤ, βελτιώθηκαν τα επίπεδα καθημερινής δραστηριότητας και η ποιότητα ζωής (Louvaris et al., 2016). Η ανθεκτικότητα και η ποιότητα ζωής βελτιώθηκαν και σε μία έρευνα σε ΙΤ και CON (Mador et al., 2009), καθώς και σε μία άλλη έρευνα περιορίστηκε το άγχος και η κατάθλιψη που μετρήθηκαν με ερωτηματολόγια HRQoL (Arnardottir et al., 2006). Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι ο δείκτης BODE, που αξιολογεί τη λειτουργική ικανότητα ενός ατόμου, βελτιώθηκε στις δύο ομάδες αλλά σε διπλάσιο βαθμό στην ομάδα ΙΤ (Nasis et al., 2009).

Γενικότερα το ΗΠΤ «κατάφερε» να αποδείξει την αξία του σε σύγκριση με το ΜΙΤ. Τα άτομα που συμπεριλήφθηκαν στα πρωτόκολλα είτε συνεχούς είτε διαλειμματικής προπόνησης έδειξαν να έχουν μεγάλη προσκόλληση και ανεκτικότητα στην άσκηση. Αυτό είναι αρκετά καλό σημάδι περισσότερο για το ΗΠΤ, αφού στα πρωτόκολλα αυτά πραγματοποιούνται μεγαλύτερες εντάσεις για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (πχ 4x4λεπτά στο 85-90% HRmax). Στις περισσότερες μελέτες που αναλύθηκαν βγήκε το συμπέρασμα ότι στους ασκούμενους της ομάδας ΗΠΤ υπήρξαν καλύτερες βελτιώσεις σε σχέση με την ομάδα ΜΙΤ σε διάφορους παράγοντες που σχετίζονται με τον διαβήτη (γλυκόζη, ινσουλίνη, HbA1c), με την παχυσαρκία (Ποσοστό σωματικού λίπους, ΑΣΜ, ΔΜΣ), με την καρδιακή ανεπάρκεια ($VO_2\max$, κλάσμα εξώθησης αίματος αριστερής κοιλίας, ποιότητα ζωής) και με την χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια ($VO_2\max$, VE, παραγωγή έργου, ποιότητα ζωής).

Συνοψίζοντας, το ΗΠΤ υπερτερούσε του ΜICT σε γενικότερα πλαίσια. Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου βελτιώθηκε περισσότερο στα άτομα που πραγματοποίησαν διαλειμματικά πρωτόκολλα άσκησης είτε στα μεταβολικά (Τ2Δ, παχυσαρκία) είτε στα καρδιακά (καρδιακή ανεπάρκεια) είτε στα αναπνευστικά (ΧΑΠ) νοσήματα, καθώς υπήρχε και μεγάλη ποικιλία. Όμως, στα άτομα με ΧΑΠ και καρδιακή ανεπάρκεια η υψηλή ένταση είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί διότι υπάρχουν έντονα συμπτώματα τα οποία δημιουργούν πρόωμη κόπωση και στα άτομα με διαβήτη ή παχυσαρκία χρειάζεται σημαντικός έλεγχος της έντασης. Επομένως, χρειάζεται περαιτέρω ανάλυση και έρευνα για να βρεθεί ένα ιδανικό πρόγραμμα διαλειμματικής προπόνησης για άτομα με μεταβολικές, καρδιακές και αναπνευστικές παθήσεις.

4.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Angadi S, Mookadam F, Lee CD, Tucker WJ, Haykowsky MJ, Gaesser GA. (2015). High-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous exercise training in heart failure with preserved ejection fraction: a pilot study. *Journal of applied physiology*, 119(6), 753-758.
- Arnardottir R.H, Boman G, Larsson K, Hedenstrom H, Emtner M. (2006). Interval training compared with continuous training in patients with COPD. *Respiratory Medicine*, 101(6), 1196-1204.
- Benda N, Seeger j, Stevens G, Hijmans-Kersten B, van Dijk A, Bellersen L et al. (2015). Effects of High-Intensity Interval Training versus Continuous Training on Physical Fitness, Cardiovascular Function and Quality of Life in Heart Failure Patients. *Plos one*, 30:10(10):e0141256.
- Billat V.L., Slawinski J., Bocquet V., Demarle A., Lafitte L., Chassaing P. (2000). Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen up-take enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. *European Journal of applied physiology*, 81, 188–196
- Bishop DJ, Botella J, Genders AJ, Lee MJ, Saner NJ, Kuang J. (2019). High-Intensity Exercise and Mitochondrial Biogenesis: Current Controversies and Future Research Directions. *Physiology*, 34, 56-70.
- Buchheit M., Laursen PB. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. *Sports medicine*, 43, 313-338.
- Bui A.L, Horwich T.B, Fonarow G.C. (2011). Epidemiology and risk profile of heart failure. *Nature reviews cardiology*, 8(1), 30-41.
- CDC. (2017). National Diabetes Statistics Report. Centers for Disease Control and Prevention, US Department of Health and Human Services, Atlanta, GA.
- Celli BR, Cote CG, Marin JM, Casanova C, Montew de oca M et al. (2004). The Body-Mass Index, Airflow Obstruction, Dyspnea, and Exercise Capacity Index in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *The new England journal of medicine*, 350, 1005-1012.
- Cheema B.S, Davies T.B, Stewart M, Papalia S, Atlantis E. (2015). The feasibility and effectiveness of high-intensity boxing training versus moderate-intensity brisk walking in adults with abdominal obesity: a pilot study. *BMC, Sports Science, Medicine and Reahabilitation*, 16, 7-3.

Church TS, Cheng YJ, Earnest CP, Barlow CE, Gibbons LW, Priest EL et al. (2004). Exercise capacity and body composition as predictors of mortality among men with diabetes. *Diabetes Care*, 27(1), 83–88.

Church TS, LaMonte MJ, Barlow CE, Blair SN. (2005). Cardiorespiratory fitness and body mass index as predictors of cardiovascular disease mortality among men with diabetes. *Archives of Internal Medicine*, 165(18), 2114–2120.

Coppoolse R, Schols A.M.W.J, Baarends E.M, Mostert R, Akkermans M.A, Janssen P.P. (1999). Interval versus continuous training in patients with severe COPD: a randomized clinical trial. *European Respiratory Journal*, 14, 258-263.

Eliason G, Abdel-Halim S, Arvidsson B, Kadi F, Piehl-Aulin K. (2008). Physical performance and muscular characteristics in different stages of COPD. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, 19(6), 865-870.

Ellingsen O, Halle M, Conraads V, Støylen A, Dalen H, Delagardelle C et al. (2017). High-Intensity Interval Training in Patients With Heart Failure With Reduced Ejection Fraction. *Circulation*, 135(9), 839-849.

Engin A. (2017). The Definition and Prevalence of Obesity and Metabolic Syndrome. *Advances in experimental medicine and biology*, 960, 1-17.

Fisher G, Brown A.W, Brown M.M.B, Alcorn A, Noles C, Winwood L. (2015). High Intensity Interval- vs Moderate Intensity- Training for Improving Cardiometabolic Health in Overweight or Obese Males: A Randomized Controlled Trial. *Plos one*, 10(10), e0138853.

Freyssin C, Verkindt C, Prieur F, Benaich P, Maunier S, Blanc P. (2012). Cardiac Rehabilitation in Chronic Heart Failure: Effect of an 8-Week, High-Intensity Interval Training Versus Continuous Training. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(8), 1359-1364.

Fu T.C, Wang C.H, Lin P.S, Hsu C.C, Cherng W.J, Huang S.C et al. (2013). Aerobic interval training improves oxygen uptake efficiency by enhancing cerebral and muscular hemodynamics in patients with heart failure. *Intrnational journal of cardiology*, 167(1), 41-50.

Gray SR, Ferguson C., Birch K., Forrest LJ, Gill JM. (2016). High-intensity interval training: Key data needed to bridge the gap from laboratory to public health policy. *British journal of sports medicine*, 50(20), 1231-1232.

Gregg E.W, Cheng Y.J, Saydah S, Cowie C, Garfield S, Geiss L et al. (2012). Trends in Death Rates Among U.S. Adults With and Without Diabetes Between 1997 and 2006. *Diabetes care*, 35(6), 1252–1257.

- Hardcastle SJ, Ray H, Beale L, Hagger MS. (2014). Why sprint interval training is inappropriate for a largely sedentary population. *Frontiers in psychology*, 5:1505.
- Hwang C, Lim J, Yoo J, Kim H, Hwang M, Handberg E.M, Petersen J.W, Holmer B.J, Casella J, Cusi K, Christou D.D. (2019). Effect of all-extremity high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on aerobic fitness in middle-aged and older adults with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *Experimental Gerontology*, 116, 46-53
- Karstoft K, Winding K.M, Knudsen S.H, Nielsen J.S, Thomsen C, Pedersen B.K. et al. (2013). The Effects of Free-Living Interval-Walking Training on Glycemic Control, Body Composition, and Physical Fitness in Type 2 Diabetic Patients. A randomized, controlled trial. *Diabetes care*, 36(2), 228–236.
- Keating S.E, Machan E.A, O'Connor H.T, Gerofi J.A, Sainsbury A, Caterson I.D et al. (2014). Continuous Exercise but Not High Intensity Interval Training Improves Fat Distribution in Overweight Adults. *Journal of obesity*, 834865.
- Kirwan JP, Sacks J, Nieuwoudt S. (2017). The essential role of exercise in the management of type 2 diabetes. *Cleveland clinic journal of medicine*, 84(7), 15-21.
- Kitzman DW. (2011). Exercise Training in Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: Beyond Proof-of-Concept. *Journal of the American College of Cardiology* 58. 1792-1794.
- Kong Z, Sun S, Liu M, Shi C. (2016). Short-Term High-Intensity Interval Training on body composition and blood glucose in overweight and obese young women. *Journal of diabetes research*, 1-9, doi: 10.1155/2016/4073618
- Laughlin MH, Bowles DK, Duncker DJ. (2012). The coronary circulation in exercise training. *American journal of physiology*, 302 (1), 10-23.
- Lellamo F, Mancini V, Caminiti G, Vitale C, Castagna C, Massaro M et al. (2013). Matched dose interval and continuous exercise training induce similar cardiorespiratory and metabolic adaptations in patients with heart failure. *International journal of cardiology*, 167(6), 2561-2565.
- Louvaris Z, Kortianou EA, Spetsioti S et al. (2013). Intensity of daily physical activity is associated with central hemodynamic and leg muscle oxygen availability in COPD, *Journal of Applied physiology*, 115, 794–802.
- Lunt H, Draper N, Marshall H.C, Logan F.J, Hamlin M.J, Shearman J.P et al. (2014). High Intensity Interval Training in a Real World Setting: A Randomized Controlled

Feasibility Study in Overweight Inactive Adults, Measuring Change in Maximal Oxygen Uptake. *Plos one*, 9(3), 83256.

MacInnis MJ, Gibala MJ. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *The journal of Physiology*, 595(9), 2915-2930.

Mador, Jeffery M, Krawza, Matthew, Alhajhusian, Ahmad, Khan et al. (2009). Interval Training Versus Continuous Training in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, 29(2), 126-132.

Mendes R, Sousa N, Themudo-Barata J.L, Reis V.M. (2019). High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training in Middle-Aged and Older Patients with Type 2 Diabetes: A Randomized Controlled Crossover Trial of the Acute Effects of Treadmill Walking on Glycemic Control. *International journal of environmental research and public health*, 16(21), 4163

Mitranun W, Deerochanawong C, Tanaka H, Suksom D. (2013). Continuous vs interval training on glycemic control and macro- and microvascular reactivity in type 2 diabetic patients. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, 24(2), 69-76

Morris N.R, Walsh J, Adams L, Alision J. (2016). Exercise training in COPD: What is it about intensity. *Respirology*, 21(7), 1185-1192.

Mosterd A, Hoes A.W. (2007). Clinical epidemiology of heart failure. *Heart*, 93(9), 1137-1146.

Nasis I.G, Vogiatzis I, Stratakos G, Athanasopoulos D, Koutsoukou A, Daskalakis A et al. (2009). Effects of interval-load versus constant-load training on the BODE index in COPD patients. *Respiratory medicine*, 103(9), 1392-1398.

Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JG, Coats AJ et al. (2016). SC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *European heart journal*, 37, 2129-2200

Puhan M.A, Busching G, Schunemann H.J, Vanoort E, Zaugg C, Frey M. (2006). Interval versus Continuous High-Intensity Exercise in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Annals of internal medicine*, 145(11), 816-825.

Raherison C, Girodet PO. (2008). Epidemiology of COPD. *European respiratory review*, 18, 213-221.

- Sabapathy S, Kingsley R, Schneider D, Adams L, Morris N. (2004). Continuous and intermittent exercise responses in individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*, 59(12), 1026-1031.
- Sawyer B.J, Tucker W.J, Bhammar D.M, Ryder J.R, Sweazea K.L, Gaesser G.A. (2016). Effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on endothelial function and cardiometabolic risk markers in obese adults. *Journal of applied physiology*, 121(1), 279-288.
- Terada T, Friesen A, Chahal C.S, J.Bell G, J.McCargar L, G.Bouléa N. (2013). Feasibility and preliminary efficacy of high intensity interval training in type 2 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 99(2), 120-129
- Thomakos P, Geladas N, Paschalis V, Giannopoulou I, Varouhakis G, Behrakis P. (2020). Interval exercise induces milder respiratory responses compared to continuous exercise. *Journal of sports sciences*, 38(5), 576-581.
- Ulbrich A.Z, Angartena V.G, Netto A.S, Sties S.W, Bündchen D.C, deMaraa L.S et al. (2016). Comparative effects of high intensity interval training versus moderate intensity continuous training on quality of life in patients with heart failure: Study protocol for a randomized controlled trial. *Clinical Trials and Regulatory Science in Cardiology*, 13, 21-28.
- Vogiatzis I, Nanas S, Roussos C. (2002). Interval training as an alternative modality to continuous exercise in patients with COPD. *European Respiratory Journal*, 20, 12-19.
- Wang Y.C, McPherson P.F, Marsh T, Gortmaker S.L, Brown M. (2011). Health and economic burden of the projected obesity trends in the USA and the UK. *The lancet*, 378(9793), 815-825.
- Wei M, Gibbons LW, Kampert JB, Nichaman MZ, Blair SN. (2000). Low cardiorespiratory fitness and physical inactivity as predictors of mortality in men with type 2 diabetes. *Ann Intern Med*, 132, 605-611
- Weycamp C. (2013). HbA1c: A Review of Analytical and Clinical Aspects. *Annals of laboratory medicine*, 33(6), 393-400.
- Winding K.M, Munch G.W, Iepsen U.W, Hall G.V, Pedersen B.K, Mortensen S.P. (2017). The effect on glycaemic control of low-volume high-intensity interval training versus endurance training in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes, Obesity and Metabolism: A journal of pharmacology and therapeutics*, 20(5), 1131-1139

Wisløff U, Støylen A, Loennechen J.P, Bruvold M, Rognmo O, Haram P.M et al. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation*, 115, 3086-3094.

Zeng Y, Jiang F, Chen Y, Chen P, Cai S. (2018). Exercise assessments and trainings of pulmonary rehabilitation in COPD: a literature review. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, 13, 2013-2023.