



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**<<ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ>>**

**ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ ΑΣΚΗΣΗΣ
ΣΤΟ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ

ΑΝΝΑΣ-ΜΑΡΙΑΣ ΚΟΥΤΡΟΥΜΠΗ

**Επιβλέπων καθηγητής: Σεραφείμ Νανάς,
Καθηγητής, Παθολογίας–Εντατικής Θεραπείας, ΕΚΠΑ**

ΑΘΗΝΑ, 2020



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**<<ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ>>**

**ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ ΑΣΚΗΣΗΣ
ΣΤΟ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ

ΑΝΝΑΣ-ΜΑΡΙΑΣ ΚΟΥΤΡΟΥΜΠΗ

Μέλη Συμβουλευτικής επιτροπής:

Σερ. Νανάς, Καθηγητής Παθολογίας–Εντατικής Θεραπείας, ΕΚΠΑ

Αν. Φιλίππου, Αναπληρωτής Καθηγητής Πειραματικής Φυσιολογίας, ΕΚΠΑ

Ι.Βασιλειάδης, Επίκουρος Καθηγητής Παθολογίας–Εντατικής Θεραπείας,ΕΚΠΑ

ΑΘΗΝΑ, 2020

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο «ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ ΑΣΚΗΣΗ, ΠΡΟΗΓΜΕΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ», της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ.

Τα οφέλη από την παρακολούθηση του συγκεκριμένου Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών ήταν αρκετά και με μεγάλη σπουδαιότητα.

Πριν την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της παρούσας διπλωματικής εργασίας, αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα «μέντορα» της διπλωματικής εργασίας, κ. Σταύρο Δημόπουλο για την πολύτιμη καθοδήγηση του, την εμπιστοσύνη και εκτίμηση που μου έδειξε. Η εκπόνηση αυτής της μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας δεν θα ήταν εφικτή χωρίς την αμέριστη υποστήριξη του, καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής της εργασίας, ο οποίος με καθοδήγησε με τις καλύτερες υποδείξεις.

Περιεχόμενα

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	vi
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	vii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
1.ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ-ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	3
1.1Ορισμός, Ταξινόμηση Παθοφυσιολογικές Επιπλοκές.....	3
1.2 Σακχαρώδης Διαβήτης, Ποιότητα Ζωής και Ικανότητα για Άσκηση	4
1.3 Οφέλη της Άσκησης στον Σακχαρώδη Διαβήτη	5
1.4 Γενικές Οδηγίες	7
1.5 Υπόθεση	8
2.ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ-ΜΕΘΟΔΟΣ	9
2.1. Σκοποί και Στόχοι	9
2.2 Στρατηγική Αναζήτησης	9
2.3 Κριτήρια εισαγωγής μελετών	10
2.4 Κριτήρια Αποδοχής και Αποκλεισμού.....	10
2.5 Τελικά σημεία αξιολόγησης.....	11
2.6 Αξιολόγηση της ποιότητας των μελετών	12
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	14
3.1 Κριτική Εκτίμηση Μεθοδολογικής Ποιότητας Ερευνών	16

3.2 Μέτρα Έκβασης.....	18
3.3 Δείγμα συμμετεχόντων	18
3.4 Παρέμβαση	19
3.5 Αποτελέσματα Σύγκρισης μεταξύ των Ασκήσεων.....	33
3.5.2 Μελέτες σύγκρισης διαλλειματικής άσκησης και ομάδας ελέγχου	35
3.5.3 Μελέτες σύγκρισης τριών διαφορετικών ομάδων.....	36
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	46
4.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ–ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΕΛΙΚΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	47
5. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	53
6. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ.....	53
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	54
ABSTRACT	55
ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ.....	56
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	65

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Α. Κριτήρια της κλίμακας PEDro

Πίνακας 1Β. Επεξήγηση των κριτηρίων της κλίμακας PEDro

Πίνακας 2. Ανάλυση της μεθοδολογικής ποιότητας των μελετών βάση της κλίμακας PEDro.

Πίνακας 3. Γενικά χαρακτηριστικά επιλεγμένων μελετών

Πίνακας 4. Σύνοψη των πρωτοκόλλων παρέμβασης των επιλεγμένων κλινικών μελετών

Πίνακας 5. Κύρια ευρήματα και γενική εκτίμηση των μελετών της ανασκόπησης

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Διάγραμμα ροής των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στην συστηματική ανασκόπηση.

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

T2D: Σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2

HIIT : Υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση

MICT: Μέτριας έντασης συνεχής άσκηση

CON: Ομάδα ελέγχου

VO2peak: Πρόσληψη οξυγόνου στη μέγιστη κόπωση

VT: Αναπνευστικός Αναερόβιος Ουδός

AT: Αναερόβιος Ουδός

OGTT glucose: Ανοχή στη γλυκόζη

HOMA-IR: ινσουλινοαντίσταση

SBP: Συστολική Αρτηριακή Πίεση

DBP: Διαστολική Αρτηριακή Πίεση

ΑΠ: Αρτηριακή Πίεση

HbA1c: Γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη

BMI: Δείκτης Μάζας Σώματος

FMD: «flow mediated dilation»-αγγειοδιαστολή μέσω ροής της βραχιονίους αρτηρίας

FM: Λιπώδης Μάζα

HRmax: μέγιστη καρδιακή συχνότητα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός: Η άσκηση διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο και αποτελεί απαραίτητη συνιστώσα των προγραμμάτων πρόληψης και θεραπευτικής αντιμετώπισης ασθενών με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 (T2D). Σκοπός της συστηματικής αυτής ανασκόπησης ήταν να διερευνηθεί η εφαρμογή και η αποτελεσματικότητα προγραμμάτων υψηλής έντασης διαλειμματικής άσκησης (high intensity interval training-HIIT) σε σύγκριση με μέτριας έντασης συνεχούς άσκησης (moderate intensity continuous training-MICT) ή με την ομάδα ελέγχου σε ασθενείς με T2D.

Υλικό: Τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες συμπεριλήφθηκαν μέσω αναζήτησης των άρθρων που έγινε στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων Pubmed και Cochrane Library. Αναζητήθηκαν όλα τα άρθρα που είχαν δημοσιευτεί ως τον Δεκέμβριο του 2018. Η μεθοδολογική τους ποιότητα αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας την κλίμακα αξιολόγησης PEDro. Προκαθορίστηκαν τα κριτήρια εισαγωγής και αποκλεισμού.

Αποτελέσματα: Η αναζήτηση κατέληξε σε 16 έρευνες που πληρούσαν τα συγκεκριμένα κριτήρια. Η ανασκόπηση ανέδειξε ως ασφαλή και εφαρμόσιμη τη HIIT σε ασθενείς με T2D. Κατά τη HIIT παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και του μέγιστου έργου συγκριτικά με τη μέτριας έντασης άσκηση στο μεγαλύτερο αριθμό των μελετών που αξιολογήθηκαν. Από τις 12 μελέτες που μελέτησαν την ικανότητα για άσκηση οι 7 έδειξαν βελτίωση στη HIIT έναντι της MICT. Συνολικά 7 μελέτες έδειξαν πως η HIIT οδήγησε σε σημαντική βελτίωση του γλυκαιμικού προφίλ. Ενώ από τις 4 μελέτες που μελέτησαν τη λειτουργία του ενδοθηλίου (σύμφωνα με την τεχνική «flow mediated dilation-FMD») σε ασθενείς με T2D, 3 έδειξαν επιδράσεις βελτίωσης στη HIIT συγκριτικά με τη μέτριας έντασης άσκηση. Δύο μελέτες βελτίωσαν την αρτηριακή πίεση ύστερα και από τα δύο είδη παρεμβάσεων (HIIT, MICT) ενώ μια μελέτη τη βελτίωσε ύστερα μόνο από HIIT. Δεν υπάρχει σημαντική βελτίωση στο λιπιδαιμικό προφίλ στη HIIT συγκριτικά με τη MICT. Από τις 3 μελέτες που μελέτησαν το οξειδωτικό στρες φαίνεται ότι η HIIT έχει κάποια θετική επίδραση στο οξειδωτικό στρες, παρολαυτά περισσότερες μελέτες χρειάζονται για να αναδείξουν τεκμηριωμένα την επίδραση των προγραμμάτων άσκησης.

Συμπεράσματα: Η HIIT είναι ένας αποτελεσματικός τύπος άσκησης σε ασθενείς με T2D. Επιπλέον φαίνεται να βελτιώνει περισσότερο την ικανότητα για άσκηση και την ενδοθηλιακή λειτουργία συγκριτικά με τη μέτριας έντασης άσκηση με τάση υπεροχής και ως προς το γλυκαιμικό προφίλ των ασθενών.

Λέξεις κλειδιά: diabetes mellitus , high intensity interval training, moderate intensity continuous training, exercise.

1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ-ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

1.1 Ορισμός, Ταξινόμηση Παθοφυσιολογικές Επιπλοκές

Ο Σακχαρώδης Διαβήτης είναι ένα σύνδρομο με ετερογενές και πολυπαραγοντικό υπόστρωμα, το οποίο χαρακτηρίζεται από διαταραχή του μεταβολισμού των υδατανθράκων, των λιπών και των πρωτεϊνών, η οποία οφείλεται σε έλλειψη ινσουλίνης, πλήρη ή μερική ή σχετική(1). Ως σχετική έλλειψη νοείται η έλλειψη ινσουλίνης όταν, παρά τα αυξημένα επίπεδά της στο αίμα, δεν επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών του μεταβολισμού, λόγω παρεμπόδισης της δράσης της στους περιφερικούς ιστούς, κατάσταση που είναι γνωστή ως αντίσταση στην ινσουλίνη. Κύρια έκφραση της διαταραχής του μεταβολισμού στον σακχαρώδη διαβήτη είναι η αύξηση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα (2).

Ο Σακχαρώδης Διαβήτης κατατάσσεται σε τέσσερις κατηγορίες: Τύπου 1, Τύπου 2, Διαβήτης της Κύησης και Ειδικές κατηγορίες (Διαβήτης MODY, Διαβήτης LADA, Νεογνικός Διαβήτης, κ.λπ.). Ο Σακχαρώδης Διαβήτης τύπου 1 οφείλεται σε καταστροφή των β-κυττάρων και οδηγεί συνήθως σε απόλυτη έλλειψη ινσουλίνης. Αφορά κατά προσέγγιση το 5-10% των ασθενών με διαβήτη (3). Αντιθέτως, ο Σακχαρώδης Διαβήτης τύπου 2 οφείλεται σε προοδευτική μείωση της επαρκούς έκκρισης ινσουλίνης από τα β-κύτταρα του παγκρέατος που απαιτείται για την αντιμετώπιση των μεταβολικών αναγκών και αφορά >90% των ασθενών με διαβήτη (3).

Κριτήρια για τη διάγνωση του σακχαρώδους διαβήτη είναι τιμές γλυκόζης πλάσματος νηστείας μεγαλύτερες ή ίσες με 126 mg/dl, γλυκόζης πλάσματος δύο ώρες μετά τη χορήγηση γλυκόζης 75gr μεγαλύτερες ή ίσες με 200 mg/dl ή τυχαία μέτρηση γλυκόζης πλάσματος μεγαλύτερη ή ίση των 200 mg/dl σε ασθενή με τυπικά συμπτώματα σακχαρώδους διαβήτη (πολυουρία, πολυδιψία, πολυφαγία και απώλεια βάρους) (3). Τέλος, υπάρχει και μια κατάσταση γνωστή ως «προδιαβήτης», η οποία υποδεικνύει έναν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης των κλινικών εκδηλώσεων του σακχαρώδους διαβήτη στο μέλλον, όπως και αύξηση του κινδύνου για καρδιαγγειακά συμβάματα (2).

Η μακροαγγειοπάθεια του Σακχαρώδους Διαβήτη θεωρείται επιπλοκή της νόσου και χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση αθηροσκληρυντικών αλλοιώσεων στις αρτηρίες μεγάλου μεγέθους. Προσβάλλει τις στεφανιαίες αρτηρίες, τις καρωτίδες, τις εγκεφαλικές αρτηρίες και τις αρτηρίες των κάτω άκρων, ενώ μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση στεφανιαίας νόσου,

αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου και περιφερικής απροφρακτικής αρτηριακής νόσου. Οι αθηροσκληρυντικές αλλοιώσεις και τα κλινικά τους επακόλουθα περιλαμβάνονται γενικά στον όρο καρδιοαγγειακή νόσος.

1.2 Σακχαρώδης Διαβήτης, Ποιότητα Ζωής και Ικανότητα για Άσκηση

Ο σακχαρώδης διαβήτης είναι μια χρόνια εξελισσόμενη μεταβολική νόσος με μακροχρόνιες επιπλοκές σε μακροαγγειακό και μικροαγγειακό επίπεδο, που οδηγεί σε αυξημένα ποσοστά νοσηρότητας και θνητότητας στους πάσχοντες. Επίσης, η ανάγκη για σχεδόν ισόβια θεραπευτική παρέμβαση, που πολλές φορές δεν επιτυγχάνει στον απόλυτο βαθμό τους επιθυμητούς θεραπευτικούς στόχους και δεν στερείται ανεπιθύμητων ενεργειών (π.χ. υπογλυκαιμίες, αύξηση σωματικού βάρους, κ.λπ.), επιβαρύνει ακόμη περισσότερο τους πάσχοντες με σημαντικό αντίκτυπο στην ποιότητα της ζωής τους. Είναι γνωστό ότι τα άτομα με σακχαρώδη διαβήτη συνδέονται συχνά με φτωχή ποιότητα ζωής και υψηλότερα ποσοστά κατάθλιψης, συγκριτικά με τον γενικό πληθυσμό (4).

Με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των σακχαροδιαβητικών ασθενών και την πρόληψη των μακροχρόνιων επιπλοκών της νόσου η άσκηση διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο και αποτελεί απαραίτητη συνιστώσα των προγραμμάτων πρόληψης και θεραπευτικής αντιμετώπισης. Η άσκηση περιλαμβάνει όλες τις κινήσεις που αυξάνουν τη χρήση ενέργειας, ως προγραμματισμένη, δομημένη φυσική δραστηριότητα. Οι τύποι άσκησης και φυσικής δραστηριότητας περιλαμβάνουν επαναλαμβανόμενη και συνεχή κίνηση ομάδων μεγάλων μυών, δραστηριότητες όπως πεζοπορία, ποδηλασία, τζόκινγκ και κολύμβηση, ασκήσεις αντοχής με ελεύθερα βάρη, μηχανήματα βάρους. Άλλοι τύποι είναι οι ασκήσεις ευελιξίας που βελτιώνουν το εύρος κίνησης γύρω από τους αρθρώσεις, οι ασκήσεις ισορροπίας. Τέλος, δραστηριότητες όπως το tai chi και η γιόγκα που συνδυάζουν ευελιξία, ισορροπία και αντοχή (5).

Σύμφωνα με τις συστάσεις της Ελληνικής Διαβητολογικής Εταιρείας (2018) συνίσταται μέτριας ή έντονης έντασης αερόβια άσκηση διάρκειας τουλάχιστον 30 λεπτών την ημέρα (συνεχόμενη ή διαλειμματική σε δεκάλεπτες ή δεκαπεντάλεπτες περιόδους) το λιγότερο 5 φορές την εβδομάδα. Η αναερόβια άσκηση μπορεί να συμπληρώνει την αερόβια, προσφέροντας επιπλέον οφέλη, ενώ οι ασθενείς πρέπει να ενθαρρύνονται, εφόσον δεν

υπάρχουν αντενδείξεις να εκτελούν ασκήσεις για την εκγύμναση διαφόρων μυϊκών ομάδων 2-3 φορές την εβδομάδα. Κατά την ημέρα της άσκησης επιλέγονται 8-10 ομάδες μυών, με σύσταση για 8-10 συσπάσεις ανά μυϊκή ομάδα και διάλειμμα ενός λεπτού από ομάδα σε ομάδα. Η όλη διαδικασία πρέπει να επαναλαμβάνεται 2-3 φορές, με ενδιάμεσα διαλείμματα 3-5 λεπτών. Θα πρέπει να χρησιμοποιείται τέτοιο βάρος ή αντίσταση για τις ασκήσεις αυτές, ώστε να είναι δύσκολο να επαναληφθούν περισσότερες από 10-15 φορές.

Η άσκηση στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 συμβάλλει αποτελεσματικά στη ρύθμιση του σακχάρου, στη μείωση του καρδιαγγειακού κινδύνου και στον έλεγχο του σωματικού βάρους, βελτιώνοντας ταυτόχρονα και την ποιότητα της ζωής του ασθενούς (6,7). Η τακτική άσκηση μπορεί να αποτρέψει ή να καθυστερήσει την εξέλιξη του σακχαρώδους διαβήτη τύπου 2. Η άσκηση μέτριας έντασης συνιστάται να έχει συνολική διάρκεια τουλάχιστον 150 λεπτών εβδομαδιαίως, ενώ η έντονη άσκηση πρέπει να διαρκεί 75-90 λεπτά την εβδομάδα. Σε κάθε περίπτωση, η άσκηση πρέπει να γίνεται τουλάχιστον 3 φορές την εβδομάδα με μεσοδιαστήματα, όχι πέραν των 2 ημερών χωρίς άσκηση.

Αντιθέτως, στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1 η άσκηση δεν είναι μέσο για τη ρύθμιση των επιπέδων γλυκόζης αίματος, έχει όμως και για αυτή την κατηγορία ασθενών όλα τα πλεονεκτήματα που έχει για τον γενικό πληθυσμό, όπως μείωση καρδιαγγειακού κινδύνου, βελτίωση μυϊκής ισχύος, αύξηση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη, κ.λπ. Η άσκηση, ωστόσο, θα πρέπει να αποφεύγεται όταν η γλυκόζη αίματος είναι υψηλή (>250 mg/dl) και ιδιαίτερα όταν συνυπάρχει κετονουρία ή κετοναιμία, καθώς και όταν η γλυκόζη αίματος είναι πολύ χαμηλή (<100 mg/dl). Όταν η άσκηση είναι προγραμματισμένη για έναν σακχαροδιαβητικό τύπου 1 θα πρέπει να γίνεται μείωση της ινσουλίνης που προηγείται της άσκησης, ενώ όταν η άσκηση είναι παρατεταμένη συστήνεται λήψη υδατανθράκων κατά τη διάρκεια αυτής.

1.3 Οφέλη της Άσκησης στον Σακχαρώδη Διαβήτη

Η αεροβική προπόνηση αυξάνει την ευαισθησία στην ινσουλίνη, τα ένζυμα οξειδωσης και τη μιτοχονδριακή πυκνότητα ενώ βελτιώνει τη λειτουργία του αγγειακού ενδοθηλίου, των πνευμόνων, του ανοσοποιητικού συστήματος και την καρδιακή παροχή (8). Η μέτρια έως έντονη αεροβική άσκηση σχετίζεται με σημαντικά χαμηλότερο καρδιαγγειακό κίνδυνο και μικρότερη συνολική θνησιμότητα, τόσο στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1 όσο και στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2. Η αερόβια άσκηση στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 έχει

συσχετιστεί, μεταξύ άλλων, με μείωση της αντίστασης στην ινσουλίνη, βασικό παθοφυσιολογικό χαρακτηριστικό της νόσου, βελτίωση των τιμών αρτηριακής πίεσης, τριγλυκεριδίων και γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης αίματος, καθώς και με τη λειτουργία του αγγειακού ενδοθηλίου. Εναλλακτικά, η υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση προάγει την ταχεία ανάπτυξη της οξειδωτικής ικανότητας των σκελετικών μυών, την ευαισθησία στην ινσουλίνη και τον γλυκαιμικό έλεγχο σε ενήλικες με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, ενώ δεν επιβαρύνει τον γλυκαιμικό έλεγχο σε σακχαροδιαβητικούς τύπου 1.

Ο διαβήτης αποτελεί σημαντικό παράγοντα κινδύνου στην απώλεια μυϊκής ισχύος και λειτουργικότητας των μυών. Τα οφέλη της άσκησης αντιστάσεων για όλους τους ενήλικες, πάσχοντες και μη, αφορούν την αύξηση της μυϊκής μάζας, της αναδιαμόρφωσης της μυϊκής δομής του σώματος, της δύναμης, της φυσικής λειτουργίας, της μυϊκής υγείας και της οστικής πυκνότητας, όπως επίσης και της ευαισθησίας στην ινσουλίνη, της αρτηριακής πίεσης, του λιπιδαιμικού προφίλ και της καρδιαγγειακής υγείας. Η επίδραση της άσκησης αντιστάσεων στον γλυκαιμικό έλεγχο όσον αφορά τον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1 δεν έχει τεκμηριωθεί. Ωστόσο, η άσκηση αντιστάσεων μπορεί να συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση του κινδύνου υπογλυκαιμιών που προκαλείται από την άσκηση στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1. Όταν σε μια συνεδρία εκτελούνται τόσο αερόβιες ασκήσεις, όσο και ασκήσεις αντιστάσεων, όταν προηγούνται οι ασκήσεις αντιστάσεων σημειώνονται λιγότερες υπογλυκαιμίες, σε σχέση με όταν εκτελούνται πρώτα οι αερόβιες ασκήσεις (8). Τα οφέλη της άσκησης αντιστάσεων στους πάσχοντες από σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 περιλαμβάνουν βελτίωση του γλυκαιμικού ελέγχου, μείωση της αντίστασης στην ινσουλίνη, της ποσότητας λίπους στο σώμα, της αρτηριακής πίεσης, της δύναμης και του δείκτη μάζας σώματος.

Σε ομάδες ασθενών μεγαλύτερης ηλικίας χρήσιμες είναι και ασκήσεις ευλυγισίας και ισορροπίας. Η περιορισμένη κινητικότητα των αρθρώσεων είναι συχνό φαινόμενο, το οποίο οδηγεί σε αυξημένη παραγωγή γλυκοζυλιωμένων προϊόντων, τα οποία συσσωρεύονται με την πάροδο των ετών, με επιταχυνόμενους μάλιστα ρυθμούς σε καταστάσεις υπεργλυκαιμίας. Οι εκτατικές ασκήσεις αυξάνουν το εύρος της κίνησης των αρθρώσεων και την ευελιξία αυτών, αλλά δεν επηρεάζουν τον γλυκαιμικό έλεγχο. Οι ασκήσεις ισορροπίας μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο πτώσεων, βελτιώνοντας την βάδιση και τη στάση, ακόμη και όταν έχει εγκατασταθεί περιφερική νευροπάθεια. Εναλλακτικές μορφές άσκησης, όπως η yoga και το tai chi, μπορούν να βελτιώσουν τον γλυκαιμικό έλεγχο, τα επίπεδα των λιπιδίων

και τη μυϊκή μάζα σε σακχαροδιαβητικούς τύπου 2. Επιπλέον, οι ασκήσεις tai chi μπορούν να βελτιώσουν τον γλυκαιμικό έλεγχο, την ισορροπία, τα νευροπαθητικά συμπτώματα και την ποιότητα της ζωής σε ενήλικους με διαβήτη και νευροπάθεια, αν και δεν υπάρχουν προς το παρόν μελέτες ευρείας κλίμακας που να τεκμηριώνουν τα εν λόγω αποτελέσματα.

1.4 Γενικές Οδηγίες

Οι ασθενείς με διαβήτη ή προδιαβήτη θα πρέπει να ενθαρρύνονται να συμμετέχουν σε προγράμματα άσκησης διάρκειας τουλάχιστον μίας ώρας ημερησίως που θα περιλαμβάνει αυξημένης έντασης αεροβική δραστηριότητα και ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης. Σε κάθε περίπτωση, οποιοδήποτε πρόγραμμα μυϊκής άσκησης πρέπει να αρχίζει σταδιακά, τόσο ως προς την ένταση, όσο και ως προς τη διάρκεια. Πάντα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι η θεραπεία με ινσουλίνη ή ινσουλινοεκκριτικά φάρμακα σε συνδυασμό με άσκηση μπορεί να οδηγήσει σε υπογλυκαιμικά επεισόδια, κατά τη διάρκεια της άσκησης ή αρκετό χρόνο μετά από αυτή, ακόμη και κατά τη διάρκεια της νύκτας. Για τον λόγο αυτό, πριν από την άσκηση πρέπει να γίνεται μέτρηση γλυκόζης αίματος και αν είναι $<100\text{mg/dl}$ συνιστάται η λήψη υδατανθράκων (9).

Άτομα που πρόκειται να ενταχθούν σε κάποιο πρόγραμμα έντονης άσκησης πρέπει να εκτιμώνται κατάλληλα πριν από την έναρξη του προγράμματος, αναφορικά με κινδύνους που αφορούν το καρδιαγγειακό σύστημα, την περιφερική αγγειοπάθεια, την αμφιβληστροειδοπάθεια, τη νευροπάθεια και τη νεφροπάθεια με κατάλληλες προσαρμογές του προγράμματος. Πριν από την ένταξη σε πρόγραμμα έντονης άσκησης, πρέπει να γίνεται κλασική δοκιμασία κόπωσης στους διαβητικούς άνω των 40 ετών με γνωστή καρδιαγγειακή νόσο, αθηρωματική νόσο των εγκεφαλικών αρτηριών, περιφερική αγγειοπάθεια, νευροπάθεια του αυτόνομου νευρικού συστήματος ή νεφρική ανεπάρκεια και σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1 με διάρκεια νόσου >15 ετών ή σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 με διάρκεια νόσου >10 ετών ή παρουσία παραγόντων κινδύνου για στεφανιαία νόσο ή παρουσία παραγωγικής αμφιβληστροειδοπάθειας ή νεφροπάθειας με μικρολευκωματινουργία. Εάν η δοκιμασία αποβεί θετική, πρέπει να γίνει κατάλληλη αναπροσαρμογή στο προτεινόμενο πρόγραμμα. Αντιθέτως, σε άτομα που πρόκειται να συμμετέχουν σε προγράμματα άσκησης μέτριας έντασης, πρέπει να συστήνεται δοκιμασία κόπωσης μόνο εάν υπάρχουν ενδείξεις ύπαρξης στεφανιαίας νόσου, καρδιακής ανεπάρκειας ή αρρυθμιών.

1.5 Υπόθεση

Ο βασικός στόχος της συστηματικής αυτής ανασκόπησης είναι να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων αερόβιας άσκησης σε ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2.

Η βασική ερευνητική υπόθεση της έρευνας είναι :

Η εφαρμογή προγραμμάτων υψηλής έντασης διαλειμματικής άσκησης είναι εξίσου ή περισσότερο αποτελεσματική της μέτριας έντασης συνεχούς άσκησης σε ασθενείς με διαβήτη τύπου 2.

2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ- ΜΕΘΟΔΟΣ

2.1. Σκοποί και Στόχοι

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα των διαφόρων τύπων άσκησης σε ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2. Πιο συγκεκριμένα εξετάσαμε την εφαρμογή ασκήσεων ή προγραμμάτων υψηλής έντασης διαλειμματικής άσκησης σε σύγκριση με μέτριας έντασης συνεχής άσκηση ή ομάδα ελέγχου σε ασθενείς με διαβήτη τύπου 2.

2.2 Στρατηγική Αναζήτησης

Για τη συστηματική ανασκόπηση, πραγματοποιήθηκε μια αναζήτηση των ακόλουθων ηλεκτρονικών βάσεων δεδομένων: PubMed και Cochrane Library. Συμπεριλήφθηκαν μόνο μελέτες που ήταν δημοσιευμένες στην αγγλική γλώσσα. Επιπλέον, εξετάστηκαν όλες οι λίστες αναφορών από τις επιλέξιμες μελέτες για τον εντοπισμό οποιονδήποτε ελλειπόντων μελετών. Δεν εξετάστηκαν μη ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων ή περιοδικά φυσικοθεραπείας μη αποδελτιωμένα σε ηλεκτρονική βάση δεδομένων.

Η διαδικασία της βιβλιογραφικής αναζήτησης ολοκληρώθηκε τον Δεκέμβριο του 2018. Επειδή λοιπόν έχει αποκτηθεί ενδιαφέρον από τους ερευνητές τα τελευταία χρόνια και προκειμένου να αυξηθεί ο αριθμός των μελετών που θα χρησιμοποιηθούν, οι μελέτες που αναζητήθηκαν ήταν δημοσιευμένες έως και τον Δεκέμβριο του 2018.

Στην στρατηγική αναζήτησης που διεκπεραιώθηκε για να βρεθούν κλινικές μελέτες για τη διερεύνηση του θέματος μας, η αναζήτηση μελετών στις παραπάνω βάσεις δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τις παρακάτω λέξεις κλειδιά: «Diabetes AND high intensity interval training OR high-intensity interval training OR high intensity interval exercise OR high-intensity interval exercise OR high intensity intermittent training OR high-intensity intermittent training OR high intensity intermittent exercise OR high-intensity intermittent exercise OR sprint interval training OR sprint interval exercise OR HIT OR HIIE AND moderate

intensity continuous training OR moderate-intensity continuous training OR moderate intensity continuous exercise OR moderate-intensity continuous exercise OR MICT».

2.3 Κριτήρια εισαγωγής μελετών

Κάθε τίτλος που προκύπτει από την αναζήτηση και φαίνεται σχετικός με το αντικείμενο της έρευνας επιλέχθηκε. Αρχικά, η σχέση βασίστηκε στον τίτλο και την περίληψη κάθε μελέτης που βρέθηκε. Η μελέτη υπό αναζήτηση γινόταν δεκτή εάν υπήρχε υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση σε σύγκριση με ένα άλλο είδος άσκησης σε ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1 και 2.

Στην συνέχεια, πραγματοποιούνταν ανάγνωση όλης της μελέτης και η επιλογή της γινόταν βάση των κριτηρίων αποδοχής και αποκλεισμού που θα αναφερθούν παρακάτω:

2.4 Κριτήρια Αποδοχής και Αποκλεισμού

Μια μελέτη περιλαμβανόταν στην συστηματική ανασκόπηση μόνο εάν πληρούσε όλα τα παρακάτω κριτήρια:

1. Ήταν τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη (randomized controlled trial ή RCT) ή τυχαιοποιημένη συγκριτική κλινική μελέτη.
2. Εμπλέκονται ενήλικες ασθενείς >18 ετών, και των δύο φύλων που πάσχουν από σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2.
3. Οι μελέτες δημοσιευμένες στην αγγλική γλώσσα.
4. Συμπεριλήφθηκαν όλες οι δημοσιευμένες μελέτες έως και τον Δεκέμβριο του 2018.
5. Οι μελέτες σύγκριναν τη διαλειμματική άσκηση με άλλο είδος αερόβιας άσκησης ή με ομάδα ελέγχου .
6. Όσες μελέτες αφορούσαν προγράμματα αποκατάστασης.

Αποκλείονταν:

1. Όσες μελέτες περιελάμβαναν οξεία φάση
2. Μελέτες όπου εμπλέκονταν συμμετέχοντες χωρίς διαβήτη.
3. Μελέτες με μη σχετικό αποτέλεσμα
4. Μελέτες με μη σχετικό είδος παρέμβασης
5. Μελέτες όπου εμπλέκονταν συμμετέχοντες κάτω των 18 ετών
6. Μη τυχαιοποιημένες μελέτες
7. Μελέτες που δεν έχουν ολοκληρωθεί
8. Μελέτες που δεν έχουν δημοσιευθεί.

2.5 Τελικά σημεία αξιολόγησης

1) Πρωτεύοντα: Ικανότητα για άσκηση μέσω της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO₂peak), του αναερόβιου ουδού (AT), του μέγιστου έργου άσκησης, 6MWT, άλλων μέσων αξιολόγησης ικανότητας για άσκηση

2) Δευτερεύοντα: Σύσταση σώματος, BMI, γλυκαιμικού προφίλ (γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης (HbA_{1c}), ινσουλινο-αντίσταση, γλυκόζη νηστείας, συνεχής καταγραφή γλυκόζης κτλ), λιπιδαιμικού προφίλ (ολική χοληστερίνη, HDL, LDL, τριγλυκερίδια), Αρτηριακή Πίεση, Ενδοθηλιακή λειτουργία, οξειδωτικό στρες

2.6 Αξιολόγηση της ποιότητας των μελετών

Η ποιοτική αξιολόγηση των μελετών πραγματοποιήθηκε με την κλίμακα PEDro (10). Η κλίμακα PEDro είναι μια 11-βάθμια κλίμακα διαμορφωμένη για την εκτίμηση της μεθοδολογικής ποιότητας των μελετών και των αναφερόμενων RCTs και είναι αξιόπιστη για την αξιολόγηση των μελετών με μη φαρμακολογικές παρεμβάσεις. Κάθε στοιχείο το οποίο αποδεικνύεται ότι πραγματοποιήθηκε κατά την διεξαγωγή της έρευνας συνεισφέρει στην συνολική βαθμολογία. Τα αποτελέσματα της κλίμακας φτάνουν από το μηδέν (0) έως το δέκα (10) διότι το πρώτο κριτήριο που αφορά στην εξωτερική εγκυρότητα δεν εκτιμάται στην συνολική βαθμολογία (πίνακας 1A). Βαθμοί χορηγούνται μόνο όταν όλα τα κριτήρια είναι σαφώς ικανοποιητικά και αναφέρονται. Αν σε μια κατά γράμμα ανάγνωση της μελέτης είναι πιθανόν ένα κριτήριο να μην πληρείται ή να μην αναφέρεται, ο πόντος δεν δίνεται για το εν λόγω κριτήριο. Η κλίμακα PEDro απαρτίζεται από 11 στοιχεία (Πίνακας 1A) τα οποία είναι: 1) κριτήρια επιλεξιμότητας, 2) τυχαία κατανομή, 3) κρυφή κατανομή, 4) ομοιογένεια δείγματος, 5) τυφλοί συμμετέχοντες, 6) τυφλοί θεραπευτές, 7) τυφλοί αξιολογητές, 8) μέτρηση τουλάχιστον μιας βασικής μεταβλητής σε >85% των ασθενών, 9) πρόθεση για θεραπεία, 10) σύγκριση μεταξύ των ομάδων τουλάχιστον μιας βασικής μεταβλητής, 11) μετρήσεις σημείου και μεταβλητότητας για τουλάχιστον μια βασική μεταβλητή (<https://www.pedro.org.au/english/downloads/pedro-scale/>) (11).

Όλα τα στοιχεία εκτός από το πρώτο (κριτήρια επιλεξιμότητας) χρησιμοποιούνται για να υπολογιστεί το σύνολο της βαθμολογίας, το οποίο είναι 10, προσθέτοντας ένα βαθμό κάθε φορά που κάθε κριτήριο απαντάται στο κείμενο. Αν και η ίδια η κλίμακα PEDro δεν παρέχει συγκεκριμένες πληροφορίες για την εκτίμηση των μελετών σύμφωνα με τη συνολική βαθμολογία που τελικά λαμβάνουν, τα κριτήρια εδραιώθηκαν με τη λογική ότι οι μελέτες όπου η βαθμολογία τους είναι πάνω από 5 θεωρούνται υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας ενώ οι μελέτες με βαθμολογίες 5 και 4 θεωρούνται μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας και χαμηλής όταν οι βαθμολογία είναι 3 ή χαμηλότερη αυτού (10) (<https://www.strokengine.ca/en/glossary/pedroscore/>) (12).

Στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση, κατά την αξιολόγηση κάθε μελέτης με την κλίμακα PEDro, η βαθμολογία δινόταν μόνο εάν στο κείμενο γινόταν ακριβής περιγραφή των διαδικασιών από τους συγγραφείς της. Η αξιολόγηση των μελετών πραγματοποιήθηκε από δυο ερευνητές, ανεξάρτητα, οι οποίοι ελέγχθηκαν για το αν ήρθαν σε συμφωνία. Σε περίπτωση που οι δυο ερευνητές δεν συμφωνήσουν στη βαθμολογία, ένας τρίτος ερευνητής αναλαμβάνει την ανάθεση της βαθμολογίας.

Πίνακας 1Α. Κριτήρια της κλίμακας PEDro	
1	Κριτήρια επιλογής των ασθενών (χωρίς βαθμολογία)
2	Τυχαιοποιημένη κατανομή ασθενών σε ομάδες
3	Κρυμμένη κατανομή
4	Ομοιογενή δημογραφικά χαρακτηριστικά των ομάδων κατά την είσοδο στην μελέτη
5	Δεν γνωρίζουν οι ασθενείς εάν ανήκουν στην ομάδα παρέμβασης ή ελέγχου καθώς και το είδος της παρέμβασης <<τυφλοί ασθενείς>>
6	Δεν γνωρίζουν οι θεραπευτές την ομάδα παρέμβασης <<τυφλοί θεραπευτές>>
7	Δεν γνωρίζουν οι αξιολογητές την κατανομή των ασθενών <<τυφλοί αξιολογητές>>
8	Τα αποτελέσματα των μετρήσεων –έστω και μιας παραμέτρου- έχουν ληφθεί σε ποσοστό άνω του 85% των ασθενών από την αρχική κατανομή
9	Όλοι οι ασθενείς έλαβαν την παρέμβαση στην οποία κατανεμήθηκαν ή όταν αυτό δεν ήταν εφικτό, τα αποτελέσματα- έστω και για μια παρέμβαση- έχουν αναλυθεί ως ‘πρόθεση για θεραπεία’ (intention to treat)
10	Η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των ομάδων αναλύεται τουλάχιστον για μια κύρια μέτρηση
11	Η μελέτη παρέχει μετρήσεις και σταθερές αποκλίσεις για τουλάχιστον μία κύρια μεταβλητή

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

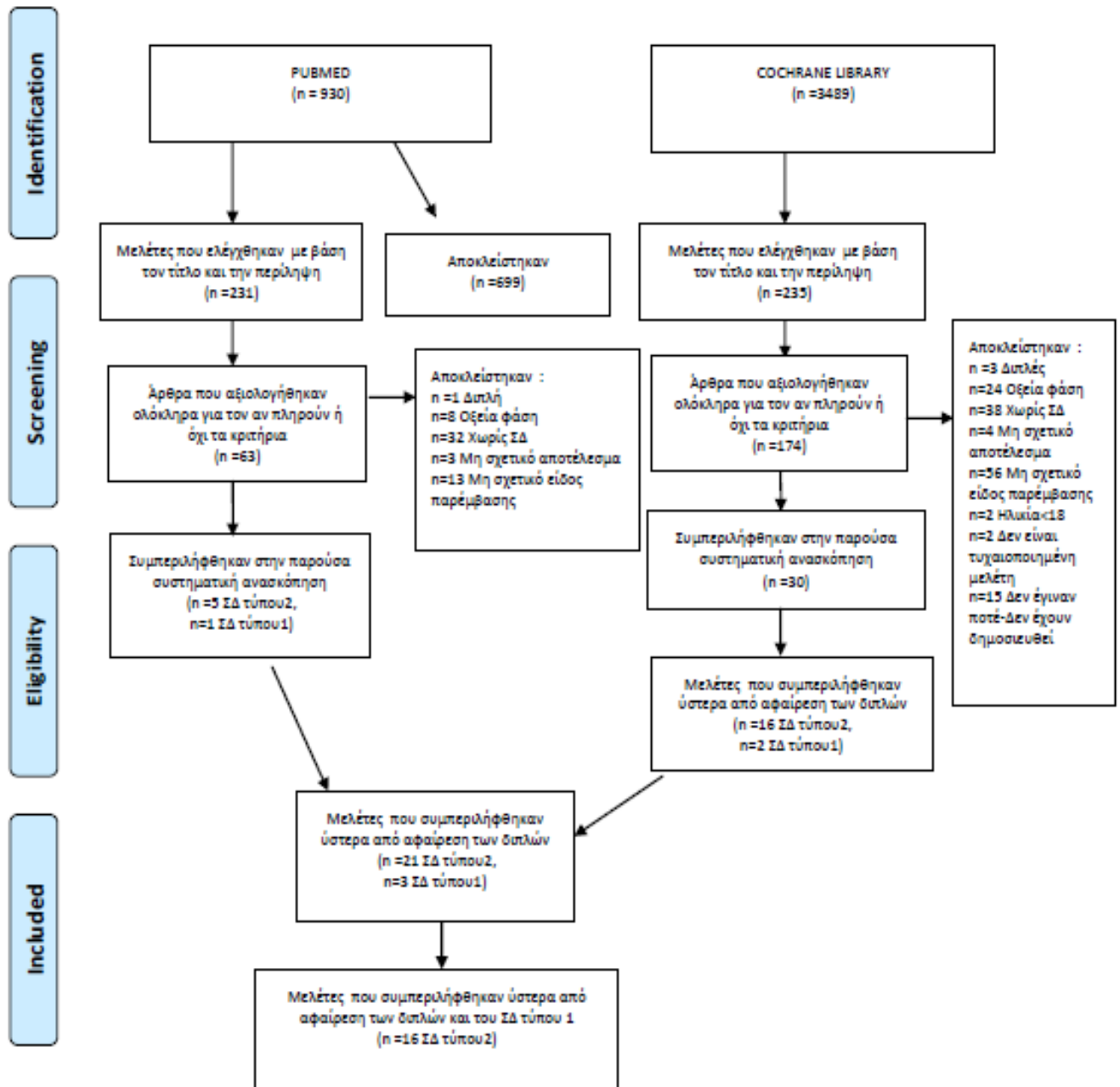
Ένα σύνολο 4,419 άρθρων βρέθηκε κατά την αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων και πιο συγκεκριμένα 930 από το PUBMED και 3,489 από το COCHRANE LIBRARY. Από αυτά 231 άρθρα από το PUBMED και 235 άρθρα από το COCHRANE LIBRARY ήταν κλινικές μελέτες και συλλέχθηκαν ως πιθανές μελέτες ενδιαφέροντος. Μετά από ανάγνωση της περίληψης τους μόνο 63 άρθρα από το PUBMED και 174 από το COCHRANE LIBRARY κρίθηκε ότι πληρούσαν όλες τις προϋποθέσεις και ήταν σχετικά με το θέμα προκειμένου να μελετηθούν ολόκληρα. Από τα 63 άρθρα του PUBMED αποκλείστηκαν 57 και από τα 174 του COCHRANE LIBRARY αποκλείστηκαν 144 για τους εξής λόγους : 1)Βρέθηκαν διπλές μελέτες, 2)αφορούσαν οξεία φάση και όχι πρόγραμμα αποκατάστασης, 3)οι εμπλεκόμενοι δεν έπασχαν από διαβήτη, 4)μη σχετικό αποτέλεσμα, 5)μη σχετικό είδος παρέμβασης, 6)οι εμπλεκόμενοι είχαν ηλικία κάτω των 18 ετών, 7)βρέθηκαν μη τυχαιοποιημένες μελέτες, 8)βρέθηκαν μελέτες που δεν ολοκληρώθηκαν ποτέ, δεν έχουν δημοσιευθεί είτε δεν βρέθηκε ολόκληρο το άρθρο.

Έτσι λοιπόν, από τα 6 άρθρα που προέκυψαν από το PUBMED 5 αφορούσαν τον διαβήτη τύπου 2 και 1 μελέτη τον διαβήτη τύπου 1. Ενώ από τα 30 άρθρα που προέκυψαν από το COCHRANE LIBRARY και ύστερα από εκ νέου αποκλεισμό διπλών μελετών καταλήξαμε σε 18 μελέτες εκ των οποίων 16 αφορούσαν τον διαβήτη τύπου 2 και 2 τον διαβήτη τύπου 1. Ύστερα από συγχώνευση των τελικών άρθρων και από τις δύο μεγάλες βάσεις δεδομένων και των διπλών μελετών αναμεταξύ τους καταλήξαμε σε 16 άρθρα που αφορούν διαβήτη τύπου 2 και 2 που αφορούν διαβήτη τύπου 1.

Αρχικός στόχος ήταν η διερεύνηση και μελέτη άρθρων που αφορούν και τα δύο αυτά είδη σακχαρώδη διαβήτη (τύπου 1 και 2). Εν τέλει ο αριθμός των άρθρων που προέκυψαν για τον διαβήτη τύπου 1 είναι μόνο δύο, ένας αριθμός αρκετά μικρός για να μπορέσουμε να συγκρίνουμε και να μελετήσουμε επαρκώς τους τύπους άσκησης. Οπότε μόνο οι 16 μελέτες που αφορούν και συγκρίνουν προγράμματα διαλειμματικής άσκησης σε συμμετέχοντες με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση.



PRISMA 2009 Flow Diagram



Εικόνα 1. Διάγραμμα ροής των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στην συστηματική ανασκόπηση.

3.1 Κριτική Εκτίμηση Μεθοδολογικής Ποιότητας Ερευνών

Όσον αφορά τη μεθοδολογική ποιότητα των μελετών, πέντε από αυτές είναι υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας ((17), (20), (26), (27),(28)) και οι υπόλοιπες 11 ((13), (14), (15), (16), (18), (19), (21), (22) ,(23), (24), (25)) θεωρούνται μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας με βάση την κλίμακα PEDro, με τη λογική ότι μελέτες που βαθμολογήθηκαν από 6 έως 10 θεωρούνται υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας και μελέτες με βαθμολογία 4 και 5 θεωρούνται μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας. Καμία από τις μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση δεν ήταν χαμηλής μεθοδολογικής ποιότητας (≤ 3 βαθμού). Στον πίνακα 2 εξηγείται αναλυτικά η μεθοδολογική εκτίμηση κάθε μελέτης και η τελική της βαθμολογία.

Όλες οι μελέτες είχαν ξεκάθαρο ερευνητικό ερώτημα όσον αφορά τη σύγκριση και εν τέλει τις επιδράσεις της υψηλής έντασης διαλειμματικής άσκησης σε άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 .

Όσον αφορά την περιγραφή της δειγματοληψίας, αυτή ήταν ξεκάθαρη. Σε όλες τις μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση, υπάρχει αποδεκτή μέθοδος στρατολόγησης των συμμετεχόντων, αναφορά των χαρακτηριστικών των ασθενών, όπως η ηλικία και ο δείκτης μάζας σώματος και τέλος σε όλες αναφέρονται οι απώλειες και τα ποσοστά απόσυρσης των ατόμων «drop-outs» από τη μελέτη.

Πίνακας 2. Ανάλυση της μεθοδολογικής ποιότητας των μελετών βάση της κλίμακας PEDro.

Μελέτη	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Τελική Βαθμολογία
(13)Mallard et al, 2017	✓	✓		✓	✓					✓	✓	5/10
(14)Ruffino et al, 2016	✓	✓		✓						✓	✓	4/10
(15)Maillard et al, 2016	✓	✓		✓				✓		✓	✓	5/10
(16)Terada et al, 2013 (1)	✓	✓		✓						✓	✓	4/10
(17)Terada et al, 2013 (2)	✓	✓		✓	✓			✓		✓	✓	6/10
(18) Karstoft et al 2013	✓	✓		✓				✓		✓	✓	5/10
(19) Alireza Ghardashi Afousi et al,2018	✓	✓		✓				✓		✓	✓	5/10
(20)Alvarez et al,2016	✓	✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓	7/10
(21) Bellia Alfonso et al,2017	✓	✓		✓				✓		✓	✓	5/10
(22) Winding et al,2018	✓	✓		✓					✓	✓	✓	5/10
(23) Suryanegara et al, 2019	✓	✓		✓				✓		✓	✓	5/10
(24) Mitranun et al,2013	✓	✓		✓					✓	✓	✓	5/10
(25) Hollekim-Strand et al ,2014	✓	✓		✓				✓		✓	✓	5/10
(26) Hwang, C.-L.et al,2019	✓	✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓	7/10
(27) Stefan P. Mortensen et al , 2018	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	7/10
(28) Cassidy et al,2018	✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓	6/10

3.2 Μέτρα Έκβασης

Οι μελέτες που συμπεριλήφθηκαν τελικώς μετά την εκτενή αναζήτηση της βιβλιογραφίας χρησιμοποίησαν διάφορα τελικά σημεία έκβασης για να αξιολογήσουν την επίδραση της διαλειμματικής άσκησης συγκριτικά με τη μέτριας έντασης άσκηση ή την ομάδα ελέγχου. Όλες οι μελέτες περιελάμβαναν κάποιο από τα προεπιλεγμένα τελικά σημεία αξιολόγησης της συστηματικής ανασκόπησης.

3.3 Δείγμα συμμετεχόντων

Ο συνολικός αριθμός των συμμετεχόντων όλων των μελετών ανέρχεται στους 494. Από αυτούς, 204 ασθενείς τυχαιοποιήθηκαν προκειμένου να ολοκληρώσουν παρέμβαση διαλειμματικής άσκησης, ενώ οι υπόλοιποι συμμετέχοντες τυχαιοποιήθηκαν για να πραγματοποιήσουν κάποιο άλλο είδος άσκησης ή άνηκαν στην ομάδα ελέγχου. Στις μελέτες (13),(15)και (20)συμμετείχαν αποκλειστικά μόνο γυναίκες ενώ στη μελέτη (14) συμμετείχαν μόνο άντρες.

Σε όλες τις μελέτες της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης, οι συμμετέχοντες είχαν κατανεμηθεί τυχαία στις ομάδες και συμπεριέλαβαν ασθενείς με μέσο όρο (ΜΟ) ηλικίας από 45-75 έτη. Σχεδόν σε όλες τις μελέτες υπήρξε επίβλεψη καθ' όλη τη διάρκεια των παρεμβάσεων. Υπήρξαν πληροφορίες για το δείκτη μάζας σώματος (ΒΜΙ) εκτός από το άρθρο (27) και ο μέσος όρος του δείκτη μάζας σώματος (ΒΜΙ) ήταν 28-33 kg/m² .

3.4 Παρέμβαση

Τα προγράμματα άσκησης που χρησιμοποιήθηκαν από τους διάφορους ερευνητές και συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση ήταν:

1. Διαλειμματική άσκηση
2. Μέτριας Έντασης συνεχής άσκηση

Στους πίνακες 3 και 4 περιγράφονται τα σημαντικότερα στοιχεία των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στη συστηματική ανασκόπηση.

Από τις 16 μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στη συστηματική ανασκόπηση, 7 διαφορετικές μελέτες σύγκριναν πρόγραμμα διαλειμματικής άσκησης και μέτριας έντασης άσκησης, 4 μελέτες σύγκριναν τη διαλειμματική άσκηση με ομάδα ελέγχου. Ενώ στις μελέτες (18), (19), (22), (24), (26) οι ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 τυχαιοποιήθηκαν σε τρεις ομάδες (δύο ομάδες παρέμβασης και μια ομάδα ελέγχου).

Πιο αναλυτικά:

Στις μελέτες (13) και (25), οι ασθενείς τυχαιοποιήθηκαν σε 2 ομάδες παρέμβασης, όπου σε κάθε μια από τις ομάδες αυτές ακολούθησαν διαφορετικό τύπο άσκησης. Η μια ομάδα πραγματοποίησε πρόγραμμα διαλειμματικής άσκησης με επίβλεψη ενώ η άλλη μέτριας έντασης άσκηση που έγινε στο σπίτι και χωρίς επιτήρηση. Η μελέτη (13) είναι μια πρωτοποριακή μελέτη όπου οι δυο ομάδες παρέμβασης σύγκριναν τους βιοδείκτες φλεγμονής, το οξειδωτικό στρες και τους αντιοξειδωτικούς βιοδείκτες. Η μελέτη (25) είχε ως σκοπό να συγκρίνει τις επιδράσεις των δύο τύπων άσκησης στη διαστολική δυσλειτουργία σε άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2.

Στη μελέτη (14) οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε 2 ομάδες ομοίως με την προηγούμενη μελέτη. Η μία ομάδα πραγματοποίησε υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση με ποδήλατο ενώ η άλλη μέτριας έντασης περπάτημα με σκοπό να συγκριθούν μεταξύ των δύο ομάδων η αερόβια ικανότητα και η ευαισθησία της ινσουλίνης.

Στις μελέτες (15) και (27), οι δύο ομάδες παρέμβασης πραγματοποίησαν άσκηση με ποδήλατο αλλά διαφορετικό τύπο άσκησης (HIIT και MICT αντίστοιχα). Σκοπός της μελέτης (15) ήταν η σύγκριση της μάζας λίπους σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, ενώ στη μελέτη (27) διερεύνησαν τη μικροκυκλοφοριακή δυσλειτουργία και τη λειτουργία των τριχοειδών αγγείων.

Στις μελέτες (16) και (17) έγινε παρόμοιος διαχωρισμός ομάδων όπως στις προηγούμενες μελέτες με τη μόνη διαφορά ότι εδώ είχαμε εναλλαγή στατικής ποδηλασίας και περπατήματος. Σκοπός της μελέτης (16) ήταν η σύγκριση των δύο ομάδων για τη διερεύνηση παραγόντων που σχετίζονται με την άσκηση συμπεριλαμβανομένης της τριχοειδικής γλυκόζης αίματος. Ενώ στη μελέτη (17) ασχολήθηκαν με το κατά πόσο είναι εφικτοί οι δύο τύποι ασκήσεων σε άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 αλλά και με τη βελτίωση της HbA1c.

Οι μελέτες (20) ,(21) ,(23), (28) σύγκριναν πρόγραμμα διαλειμματικής άσκησης με ομάδα ελέγχου. Στις μελέτες (20) και (21) οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν άσκηση με περπάτημα. Ενώ στις μελέτες (23) οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε υπομέγιστη και (28) καρδιοαναπνευστική δοκιμασία με εργομετρικό ποδήλατο.

Από τις 7 μελέτες όπου οι ασθενείς τυχαιοποιήθηκαν σε τρεις ομάδες, όπως προαναφέρθηκε, στις τρεις μελέτες (18,24,26), οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν το πρόγραμμα άσκησης μόνο με περπάτημα. Οι δύο πρώτες μελέτες (18,24) σύγκριναν τις ομάδες παρέμβασης για να καταλήξουν στο κατά πόσο είναι εφικτό να συμβάλλουν στη βελτίωση της φυσικής κατάστασης, του γλυκαιμικού ελέγχου αλλά και της σωματικής σύστασης. Η τρίτη μελέτη (26) αφορούσε κυρίως μέσης ηλικίας άτομα με καθιστική ζωή και διερεύνησε κατά πόσο είναι εφικτή και ασφαλής η υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση αλλά και η μέτριας έντασης άσκηση αλλά και κατά πόσο μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής.

Στις μελέτες (19,22) οι ομάδες παρέμβασης χρησιμοποίησαν ποδηλασία για να γίνει το πρόγραμμα άσκησης ενώ η μελέτη (19) εκτός από ποδήλατο περιελάμβανε περπάτημα

τρέξιμο και διατάσεις. Σκοπός των δύο μελετών ήταν να διερευνηθούν οι όποιες προσαρμογές ύστερα από το πρόγραμμα παρέμβασης.

Πίνακας 3. Γενικά χαρακτηριστικά επιλεγμένων μελετών

Μελέτη	Έτος	Τοποθεσία	Τύπος μελέτης	Διάστημα παρέμβασης
(13)Mallard et al	2017	Trondheim, Norway	RCT	πρόγραμμα άσκησης για 12 εβδομάδες, ακολουθούμενες από 40 εβδομάδες εκπαίδευση στο σπίτι
(14)Ruffino et al	2016	South West, England	RCT	8 εβδομάδες HIIT και 8 εβδομάδες MICT με 2 μήνες ενδιάμεσα σε κατάσταση ηρεμίας
(15)Maillard et al	2016	Clermont-Ferrand, France	RCT	16 εβδομάδες, 2 days/εβδομάδα
(16)Terada et al (1)	2013	Canada	RCT	2 εβδομάδες προετοιμασίας 12 εβδομάδες άσκησης 5 days/εβδομάδα
(17)Terada et al (2)	2013	Alberta ,Canada	RCT	12 εβδομάδες 5 days/εβδομάδα
(18)) Karstoft et al	2013	Denmark	RCT	5 συνεδρίες/εβδομάδα 60min/συνεδρία για 4 μήνες
(19) Alireza Ghardashi Afousi et al	2018	Tehran, IR Iran	RCT	3 συνεδρίες/εβδομάδα για 12 εβδομάδες
(20) Alvarez et al	2016	Los Lagos, Chile	RCT	16 εβδομάδες HIIT
(21) Bellia Alfonso et al	2017	Rome, Italy	RCT	12 εβδομάδες άσκησης
(22) Winding et al	2018	Copenhagen, Denmark	RCT	11 εβδομάδες ποδήλατο 3 days/εβδομάδα
(23) Suryanegara et al	2019	UK	RCT	12 εβδομάδες 3 συνεδρίες/εβδομάδα
(24) Mitranun et al	2013	Bangkok, Thailand	RCT	12 εβδομάδες Διάδρομος 3 days/εβδομάδα
(25) Hollekim-Strand et al	2014	Trondheim ,Norway	RCT	12 εβδομάδες HIIT και MICT

Οι επιδράσεις των διαφορετικών τύπων άσκησης στο Σακχαρώδη Διαβήτη

(26) Hwang, C.-L. et al	2019	Gainesville, FL, United States of America	RCT	8 εβδομάδες 4 συνεδρίες /εβδομάδα
(27) Stefan P. Mortensen et al	2018	Denmark	RCT	11 εβδομάδες άσκηση με ποδήλατο 40min/συνεδρία MICT ή 20min/συνεδρία HIIT για 3 days/εβδομάδα
(28) Cassidy et al	2018	Newcastle upon Tyne, UK	RCT	12 εβδομάδες 3 συνεδρίες/εβδομάδα

Πίνακας 4. Σύνοψη των πρωτοκόλλων παρέμβασης των επιλεγμένων κλινικών μελετών

Συγγραφέας	Χαρακτηριστικά Δείγματος	Παρέμβαση (Ομάδα παρέμβαση -Ομάδα ελέγχου-ένταση-συχνότητα-διάρκεια)	Επίβλεψη
(13)Mallard et al, 2017	36 γυναίκες συνολικά 16 έκαναν MICT με ηλικία 54.9 ± 5.3 έτη και BMI 29.6 ± 3.6 (kg/m ²) 20 έκαναν HIIT με ηλικία 58.6 ± 5.0 έτη και BMI 30.2 ± 2.7 (kg/m ²).	Ομάδα Παρέμβασης: HIIT ή MICT πρόγραμμα άσκησης I. Προθέρμανση: 10min, 3-6 km/h-κλίση 0-5%, Μέτρηση VO ₂ (σταθερή ταχύτητα και αύξηση της κλίσης κατά 2% κάθε 2 min),Δοκιμή 8-10min HIIT ή MICT. II. HIIT:προθέρμανση 10min στο 70% της HRmax- 4x4min σε 90-95% της HRmax- με διαλείμματα 3min στο 70%HRmax-τελειώνει με μια περίοδο 5min αποθεραπείας (δίνοντας συνολικά 40min)- 3 φορές την εβδομάδα. III. MICT: 210 min την εβδομάδα στο 70% HRmax- για περιόδους που ήταν τουλάχιστον 10min. Ομάδα Ελέγχου: οι συμμετέχοντες πριν την έναρξη της έρευνας πραγματοποίησαν 12ωρη νηστεία και αποφυγή της έντονης άσκησης 24 ώρες πριν την δοκιμή.	HIIT με επίβλεψη MICT χωρίς επίβλεψη
(14)Ruffino et al, 2016	16 άντρες, ηλικίας 55 ± 5 έτη (43-60) , BMI 30.6 ± 2.8 kg·m ⁻² (25.1-34.5) Και μέγιστη αερόβια ικανότητα (27 ± 4 mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹).	Ομάδα Παρέμβασης: I. HIIT:τρεις συνεδρίες 10min/ εβδομάδα: ποδηλασία στα 25 W, με ένα (πρώτη συνεδρία) ή δύο (όλες οι υπόλοιπες συνεδρίες) Wingate τύπου κύκλου-σπρίντ σε σταθερή ροπή 0,65. Τα σπρίντ διήρκεσαν 10s στις συνεδρίες 1-4, 15s στις συνεδρίες 5-12 και 20s στις υπόλοιπες 12 συνεδρίες. II. MICT:πέντε περιόδους περπατήματος 30min/εβδομάδα με ένταση που αντιστοιχεί στο 40%, 50% και 55% του HRR τις εβδομάδες 1 και 2, τις εβδομάδες 3 και 4 και τις εβδομάδες 5-8 αντίστοιχα.	Επίβλεψη
(15)Maillard et al, 2016	Δεκαεπτά γυναίκες (69 ± 1 έτη, BMI: 31 ± 1 kg·m ⁻²).	Ομάδα Παρέμβασης: I. 5min προθέρμανσης και 5min δροσερά καθίσματα στο ποδήλατο με φόρτο εργασίας που επέλεξε ο συμμετέχων.	Επίβλεψη

		<p>II. HIIT [60×(8s at 77–85% HRmax, 12s ενεργής ανάκαμψης) ή</p> <p>III. MICT (40min στο 55-60% του επιμέρους HRR) πρόγραμμα ποδηλασίας για 16 εβδομάδες, 2 days / εβδομάδα.</p> <p>Ομάδα Ελέγχου: προηγούμενα αποτελέσματα για απώλεια FM μετά την εκπαίδευση HIIT στις νεαρές γυναίκες.</p>	
(16)Terada et al, 2013(1)	<p>15 συμμετέχοντες με διαβήτη τύπου 2 και ηλικία 55–75 έτη</p> <p>MICT έκαναν 4 άντρες και 4 γυναίκες με BMI $33.1 \pm 4.5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$</p> <p>HIIT έκαναν 4 άντρες και 3 γυναίκες με BMI $28.4 \pm 4.1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$.</p>	<p>Ομάδα Παρέμβασης:</p> <p>I. Άσκηση (12 εβδομάδες, 6 συνεδρίες-3/εβδομάδα)-Περίοδος προετοιμασίας (2 εβδομάδες):Εναλλαγή στατικής ποδηλασίας και περπατήματος για 30min με ένταση που αντιστοιχεί στο 40% του ατομικού VO2R.-Παρεμβάσεις κατάρτισης:HIIT και MICT.</p> <p>II. HIIT: επαναλαμβάνεται επανειλημμένα από 1min σε 100% VO2R ακολουθούμενη από 3min από 20% VO2R.</p> <p>III. MICT: συνεχείς ασκήσεις 40% VO2R.</p> <p>IV. Διάρκεια άσκησης: 30min, 45min και 60min, για εβδομάδες 1-4, εβδομάδες 5-8 και εβδομάδες 9-12, αντίστοιχα.</p> <p>Ομάδα Ελέγχου: με βάση την ανθρωπομετρική ανάλυση των βασικών ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και της μέγιστης κατανάλωσης οξυγόνου (VO2peak) (περιγράφεται σε άλλη μελέτη).</p>	Επίβλεψη
(17)Terada et al, 2013(2)	<p>15 συμμετέχοντες με διαβήτη τύπου 2 και ηλικία 55–75 έτη</p> <p>HIIT έκαναν 4 άντρες και 4 γυναίκες με BMI $28.4 (4.1) \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$</p> <p>MICT έκαναν 4 άντρες και 3 γυναίκες με BMI</p>	<p>Ομάδα Παρέμβασης: άτομα με T2D τυχαία ανατέθηκε η άσκηση HIIT ή MICE Ένταση: 40% του αποθέματος κατανάλωσης οξυγόνου (VO2R).</p> <p>Ομάδα ελέγχου: κατάσταση ηρεμίας.</p>	Επίβλεψη

	33.1 (4.5) kg·m ⁻² .		
(18) Karstoft et al, 2013	<p>32 συμμετέχοντες τυχαιοποιήθηκαν σε τρεις ομάδες. Στην ομάδα ελέγχουν είχαμε 5 άντρες και τρεις γυναίκες με ηλικία 57,1±3,0 έτη και BMI 29,7±1,9 kg/m². Στην ομάδα MICT είχαμε 8 άντρες και 4 γυναίκες με ηλικία 60,8±2,2 έτη και BMI 29,9±1,6 kg/m². Στην ομάδα HIIT είχαμε 7 άντρες και 5 γυναίκες με ηλικία 57,5±2,4 έτη και BMI 29,0±1,3 kg/m².</p>	<p>Ομάδα ελέγχου(n=8) Ομάδα συνεχόμενης βάρδισης(n=12) Ομάδα διαλειμματικής Βάρδισης(n=12)</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Η ομάδα συνεχόμενης βάρδισης πραγματοποίησε όλη την άσκηση σε μέτρια ένταση ενώ στο γκρουπ που έκανε διαλειμματική άσκηση υπήρξε εναλλαγή 3min επαναλήψεις μεταξύ χαμηλής και υψηλής έντασης. II. MICT στόχος 55% peak energy –expenditure rate/πάνω από το στόχο. III. HIIT στόχος 70% αποτελούμενο από κύκλους των 3min γρήγορου περπατήματος (πάνω από το στόχο) ,3min αργού. IV. MICT + HIIT προπονήθηκαν για 59±2min/day σε 4,5±0,1 days/εβδομάδα με ένταση 89±4%. 	Χωρίς επίβλεψη
(19) Alireza Ghardashi Afousi et al,2018	<p>75 συμμετέχοντες τυχαιοποιήθηκαν ηλικίας 45-60 έτη. Από αυτούς 52 συμμετέχοντες συμπεριλήφθηκαν τελικά στο πρόγραμμα</p>	<p>Ομάδα παρέμβασης</p> <ol style="list-style-type: none"> I. 10min προθέρμανσης με περπάτημα, τρέξιμο ασκήσεις τεντώματος στα 40% HRmax/συνεδρία. <ol style="list-style-type: none"> a. HIIT συνεδρία/ 12 intervals(επαναλήψεις HIIT) (1,5min) στα 85%-90%HRmax χωριστά από 2min με ένταση 55%-60% HRmax. II. MICT : 42min ποδήλατο με ένταση 70% HRmax. III. Τέλος συνεδρίας:περίοδο χαλάρωσης των 10min με 40%HRmax. 	Επίβλεψη από φυσιολόγο

	<p>παρέμβασης. Στην ομάδα ελέγχου 9 άντρες και 8 γυναίκες με ηλικία 54.24 ± 5.61 έτη και BMI 29.29 ± 1.30 kg/m². Στην HIIT 9 άντρες και 9 γυναίκες με ηλικία 54.78 ± 6.19 έτη και BMI 29.38 ± 0.93 kg/m² συμμετέχοντες. Στην MICT ομάδα 7 άντρες και 10 γυναίκες με ηλικία 53.12 ± 4.84 έτη και BMI 28.93 ± 1.023 kg/m².</p>	<p>IV. Ταχύτητα εργομετρικού ποδηλάτου: συνεχώς προσαρμοζόταν έτσι ώστε κάθε συνεδρία να διεξαχθεί με την επιθυμητή HRmax κατά τη διάρκεια των 12 εβδομάδων άσκησης. V. Έλεγχος σωστής έντασης: οι συμμετέχοντες φόραγαν ένα μόνιτορ για τον καρδιακό ρυθμό κατά τη διάρκεια της άσκησης. Ομάδα ελέγχου I. Ενθαρρύνονταν να διατηρήσουν τις καθημερινές τους δραστηριότητες χωρίς άσκηση κατά τη διάρκεια των 12 εβδομάδων. II. Ενημερώθηκαν τις συνηθισμένες διατροφικές τους συνήθειες κατά τη διάρκεια παρέμβασης.</p>	
<p>(20) Alvarez et al, 2016</p>	<p>Τυχαιοποιήθηκαν 14 υπέρβαρες /παχύσαρκες γυναίκες στη HIIT με ηλικία 46.0 ± 3.0 έτη και BMI 30.8 ± 1.0 kg/m² και 14 στην ομάδα ελέγχου με ηλικία 43.0 ± 2.4 έτη και BMI 30.6 ± 1.0 kg/m².</p>	<p>I. Μέγιστης έντασης διαλειμματική άσκηση (τρέξιμο) με χαμηλής έντασης ενεργούς ανάκαμψης (περπάτημα) σταθερός ρυθμός στο τρέξιμο και περπάτημα 15- 17 στο τρέξιμο και <9 στο περπάτημα (15-point rating of perceived exertion scale). II. Στόχος : το 90%-100% στο τέλος της κάθε άσκησης και λιγότερο από το 70% του προβλεπόμενου καρδιακού ρυθμού σε σχέση με την ηλικία τους. III. Εβδομάδα 1-2: 8 intervals με τρέξιμο των 30s με ενδιάμεσα 120s χαμηλής έντασης περπάτημα. IV. Αύξηση κατά 7%-10% στη διάρκεια της HIIT και 4% μείωση στη διάρκεια της</p>	<p>Επίβλεψη</p>

		<p>ανάκαμψης κάθε 2 εβδομάδες.</p> <p>V. Αύξηση κατά 2 διαλειμματικές ασκήσεις κάθε 4 εβδομάδες.</p> <p>VI. Με την πρόοδο της έντασης η συνολική διάρκεια έφτασε από τα 4min στα 13,5min(εβδομάδα 1-16)και η συνολική διάρκεια ανάκαμψης από τα 18min στα 24min(εβδομάδα1-16) και ο αριθμός των διαλειμματικών ασκήσεων από το 8 στο 14(εβδομάδα 1-16).</p> <p>Έτσι η διάρκεια μίας άσκησης έφτασε από 22min στο 37,5min(εβδομάδα1-16),συνολικά ήταν 66min/εβδ (εβδομάδα1)και έφτασε 112,6min/εβδ(εβδομάδα 16) άσκησης.</p>	
(21) Bellia Alfonso et al, 2017	<p>22 υπέρβαροι συμμετέχοντες και διαβήτη τύπου 2 τυχαιοποιήθηκαν σε δύο ομάδες .</p> <p>Στην HIIT είχαμε 11 συμμετέχοντες 9 άντρες και 2 γυναίκες με ηλικία 58.8±7.9 έτη και BMI 27.7±2.8kg/m².</p> <p>Στην MICT είχαμε 11 συμμετέχοντες 7 άντρες και 4 γυναίκες με ηλικία 56,3 ±6,4 έτη και BMI 29.9±3.4kg/m².</p>	<p>I. Προθέρμανση-10min και ένταση 40%-60% της HRmax.</p> <p>II. Προπόνηση-4min περπάτημα με ένταση 75%-80% της HRmax με επαναλήψεις 2-4 φορές σε κάθε συνεδρία και ενδιάμεσα 3min ενεργούς ανάκαμψης με ένταση 45%-50% της HRmax.</p> <p>Εβδομαδιαία επιτήρηση-(i)2φορες/εβδ για την πρώτη και δεύτερη εβδομάδα, για 2 επαναλήψεις.(ii)3φορές/εβδ για την τρίτη και τέταρτη εβδομάδα*2 επαναλήψεις.(iii)3 φορές/εβδ για την Πέμπτη και έκτη εβδομάδα *3 επαναλήψεις .(iv)3 φορές/εβδ για την έβδομη εβδομάδα*4 επαναλήψεις.</p> <p>III. Οι ασθενείς στην ομάδα MICT εφοδιάστηκαν με ένα πεδόμετρο και τους ζητήθηκε να πραγματοποιήσουν τουλάχιστον 10.000 βήματα την μέρα ή 70.000 βήματα την εβδομάδα ή μη επιτηρούμενο γρήγορο βάδισμα.</p>	Επίβλεψη

(22) Winding et al,2018	<p>29 συμμετέχοντες. 5 άντρες και 2 γυναίκες στην ομάδα ελέγχου με ηλικία 57±7 έτη και BMI 28,0±3,5kg/m². Στη MICT 7 άντρες και 5 γυναίκες με ηλικία 58±8 έτη και BMI 27,4±3,1 kg/m². Στην HIIT 7 άντρες και 6 γυναίκες με ηλικία 54±6 έτη και BMI 28,1±3,5 kg/m².</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CON(n=7),MICT(n=12),HIIT(n=13) 11 εβδομάδες ποδήλατο αποτελούμενη από40min/συνεδρία (MICT) με ένταση 50% peak ή 20min/συνεδρία (HIIT) ,3 days/εβδομάδα. ΣΥΝΕΔΡΙΑ I. 5min warm-up(40% W peak) και στη συνέχεια το II. MICT group :40min ποδήλατο στα 50%W peak III. HIIT group :20min ποδήλατο αποτελούμενο από κύκλους του 1min στα 95%W peak και 1min ενεργούς ανάκαμψης(20% W peak) IV. Όταν περιλαμβανόταν το warm-up η συνολική διάρκεια του πρωτοκόλλου ήταν 75min/εβδομάδα στο HIIT group και 135min/εβδομάδα στο MICT group. 	-----
(23)Suryanegara et al,2019	<p>26 συμμετέχοντες. Στην ομάδα ελέγχου 3 άντρες και 10 γυναίκες με ηλικία 59,8±8,6έτη ,BMI 31,9±5,3kg/m². Στην ομάδα HIIT 3 άντρες και 10 γυναίκες με ηλικία 61,1±8,6έτη ,BMI 31,3±5,4kg/m².</p>	<ul style="list-style-type: none"> I. 26 ασθενείς με T2D <ul style="list-style-type: none"> a. 13 HIIT ,13 CON b. ΌΛΟΙ οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε παρατεταμένη 60min υπομέγιστη καρδιοαναπνευστική δοκιμασία στο 50% της μέγιστης κατανάλωσης οξυγόνου πριν και μετά την παρέμβαση II. HIIT :άσκηση 3 φορές/εβδομάδα με 36-cycle ergometry στο γυμναστήριο. III. Η κλίμακα Borg χρησιμοποιήθηκε για να προσδιορίσει την ένταση της άσκησης (εύρος κλίμακας από 6-20). IV. Κάθε άσκηση παρέμβασης ξεκινούσε από 5min warm-up με σκοπό να αυξηθεί η ένταση από 9 (πολύ χαμηλά) στο 13 (κάπως υψηλά) .Ανέβηκε στο 16-17 (πολύ υψηλά) με pedal rate >80 rev/min για 5 intervals . V. 1^η εβδομάδα διάρκεια κάθε διαλλείματος 2min και αυξανόταν 10s για κάθε εβδομάδα μέχρι που έφτασε τα 30min κ 50s interval μετά από 12 εβδομάδες προπόνησης. 	<p>Η πρώτη περίοδος της προπόνησης ήταν υπό επιτήρηση ενώ για τις υπόλοιπες περιόδους χρησιμοποιήθηκε καθοδήγηση με ένα i-Pod (Apple,CA,USA) μέσω ηχογραφημένων οδηγιών.</p>

(24) Mitranun et al, 2013

43 συμμετέχοντες, 15 άντρες και 28 γυναίκες. Στην ομάδα ελέγχου ήταν 5 άντρες και 10 γυναίκες με ηλικία $60,9 \pm 2,4$ και BMI $29,7 \pm 0,4$ kg/m². Στην ομάδα αερόβιας άσκησης αντοχής 5 άντρες και 9 γυναίκες με ηλικία $61,7 \pm 2,7$ έτη και BMI $29,4 \pm 0,7$ kg/m². Στην ομάδα HIIT είχαμε 5 άντρες και 9 γυναίκες με ηλικία $61,2 \pm 2,8$ έτη και BMI $29,6 \pm 0,5$ kg/m².

I. (CON), (HIIT), (MICT)

12 εβδομάδες πρόγραμμα άσκησης - διάδρομο 3 days την εβδομάδα
Το (HIIT) και (MICT) group χωρίστηκαν:
τρεις φάσεις –φάση 1 (εβδομάδες 1-2)-φάση 2(εβδομάδες 3-6)-φάση 3(εβδομάδες 7-12).

Η ένταση αυξανόταν ανάλογα με το πότε οι συμμετέχοντες έφταναν σε καλή φόρμα.

II. Το (HIIT) πρόγραμμα:

- a. Φάση 1-προθέρμανση σταδιακά μέχρι να επιτύχουν το 50% VO₂peak μέσα σε 5min διατηρώντας την ένταση για 20min και 5min στην ηρεμία. Συνολικός χρόνος συνεδρίας 30min.
- b. Φάση 2-Ακολουθώντας την ίδια προθέρμανση για να επιτύχουμε το 50% VO₂ peak μέσα σε 5min.
- c. 4*(1min HIIT με ένταση 80% VO₂peak με 4min χαμηλής έντασης άσκηση στα 50% VO₂peak)και 5min σε ηρεμία. Συνολικός χρόνος συνεδρίας 30min.
- d. Φάση3-Προθέρμανση για να επιτύχουν το 60% VO₂peak σε 5min στη συνέχεια άσκηση 6*(1min HIIT στα 85%VO₂peak με 4min χαμηλής έντασης άσκηση στα 60% και 5min σε ηρεμία. Συνολικός χρόνος συνεδρίας 40min.

III. Το (MICT) πρόγραμμα :

- a. Φάση 1: Το ίδιο πρόγραμμα με το (HIIT) γκρουπ.
- b. Φάση 2: Προθέρμανση για να επιτύχει το 60%VO₂peak μέσα σε 5min, διατήρηση της έντασης για 20min και 5min σε ηρεμία. Συνολικός χρόνος συνεδρίας 30min.
- c. Φάση 3: Προθέρμανση για να φτάσουν στο 65% VO₂peak μέσα σε 5min, διατήρηση της έντασης για 30min και 5min σε ηρεμία. Συνολικός χρόνος

Όλες οι περίοδοι ήταν υπό επιτήρηση.

συνεδρίας 40min.			
(25) Hollekim-Strand et al ,2014	47 συμμετέχοντες με ηλικία 59,9±6,0έτη ,το 36% ήταν γυναίκες.	<ol style="list-style-type: none"> I. Σύγκριση HIIT και MICT άσκησης σε ασθενείς με T2D και διαστολική δυσλειτουργία. II. (4*4min) HIIT με 90%-95% μέγιστο καρδιακό ρυθμό , 40min/συνεδρία, 3 συνεδρίες/εβδομάδα. III. > 10min/συνεδρία μέτριας έντασης άσκηση ,210min/εβδομάδα. 	HIIE με επίβλεψη MIE έγινε στο σπίτι
(26) Hwang, C.-L.et al,2019	50 συμμετέχοντες ,27 άντρες και 23 γυναίκες με ηλικία 63±1 έτη, BMI 32.4 ± 0.8 kg/m2.	<ol style="list-style-type: none"> I. Ομάδες παρέμβασης – HIIT(υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση) και MICT (μέτριας έντασης άσκηση) Οι συνεδρίες προγραμματίστηκαν Δευτέρα, Τρίτη ,Πέμπτη και Παρασκευή(για να μην έχουν πάνω από δύο συνεχόμενες μέρες άσκησης) Τα πρωτόκολλα και των δύο ομάδων σχεδιάστηκαν για να παρέχουν ίση ένταση προπόνησης στο διάδρομο. Και οι δυο ομάδες παρέμβασης περιελάμβαναν 10min ζέσταμα και 5min στην ηρεμία στο 70% του μέγιστου καρδιακού ρυθμού. II. HIIT (4*4min) διαλειμματική άσκηση με ένταση 90% HR(peak) με (3*3min) ενεργής ανάκαμψης με 70% HR(peak) για συνολικά 25min. III. MICT άσκηση 32min με ένταση 70% της HR(peak). IV. Η συνολική διάρκεια για τη HIIT ήτανε 40min και για τη MICT 47min. V. Οι συμμετέχοντες είχαν καθοδηγηθεί να αυξάνουν τον ρυθμό για να αυξηθεί ο καρδιακός ρυθμός και να μειώνουν τον ρυθμό για να μειωθεί ο καρδιακός ρυθμός. VI. Αρχικά προσδιορίστηκε στα 10min άσκησης με ένταση 65% με 75% HR(peak) η διάρκεια αυξανόταν κατά τη διάρκεια των συνεδριών μέχρι τα 40min με 70% HR(peak). 	HIIT ,MICT με επίβλεψη
(27) Stefan P. Mortensen et al , 2018	21 συμμετέχοντες. Η ομάδα MICT περιελάμβανε 10	<ol style="list-style-type: none"> I. 11 εβδομάδες άσκηση με ποδήλατο. Είτε 40min/εβδομάδα MICT είτε 20min/εβδομάδα διαλειμματική άσκηση,3 days/εβδομάδα. 	Επιβλεπόμενο

	<p>συμμετέχοντες 7 άντρες και 3 γυναίκες με ηλικία 57±9έτη. Ενώ στην ομάδα HIIT είχαμε 11 συμμετέχοντες 6 άντρες και 5 γυναίκες με ηλικία 53±7έτη.</p>	<p>II. Σύντομο 5min ζέσταμα (40%Wpeak). Η ομάδα MICTσυνέχιζε με 40min ποδήλατο στα 50%Wpeak ενώ η ομάδα HIIT με 20 min ποδήλατο που περιελάμβανε 10 φορές 1min στα 95% Wpeak 1min ενεργούς ανάκαμψης στα 20% Wpeak.</p> <p>III. Όταν συμπεριλαμβανόταν το ζέσταμα η συνολική διάρκεια στην ομάδα HIIT ήταν 75min/εβδομάδα. Ενώ στην ομάδα MICT ήταν 135min/ εβδομάδα.</p>	
<p>(28) Cassidy et al,2018</p>	<p>22 συμμετέχοντες 8 άντρες και 3 γυναίκες στην ομάδα ελέγχου με ηλικία 59 ±3 έτη και BMI 32,0±1,65 kg/m2. Στην ομάδα HIIT είχαμε 9 άντρες και 2 γυναίκες με ηλικία 60±3 έτη και BMI 31,2±1,70 kg/m2 .</p>	<p>I. HIIT Ομάδα ελέγχου 36 συνεδρίες άσκησης με ποδήλατο για 12 εβδομάδες (3 συνεδρίες/εβδομάδα). *Επρεπε να πραγματοποιήσουν τουλάχιστον 32 συνεδρίες για να περιληφθούν στην ανάλυση.</p> <p>II. Η ένταση υπολογιζόταν με την κλίμακα Borg. Το φορτίο αυξανόταν κατά 10W/min.</p> <p>III. 5min προθέρμανσης –(RPA 9-13).</p> <p>IV. 5 intervals-pedal 80 revolutions/min-(RPE 16-17).</p> <p>V. Σε κάθε interval μεσολαβούσε μια ανάκαμψη 3min(90s παθητική ανάκαμψη-60s band-resisted upper body exercise-30s προετοιμασία για επόμενο interval) 3min ανάκαμψης ακολουθούσε το τελευταίο interval.</p> <p>VI. Την πρώτη εβδομάδα HIIT-2min αύξηση 10s κάθε εβδομάδα άρα τη 12 εβδομάδα η διάρκεια της άσκησης έφτασε τα 3min κ 50s.</p>	<p>Η πρώτη περίοδος υπό επίβλεψη ενώ για τις άλλες χρησιμοποιήθηκε ένα iPod με ηχογραφημένες οδηγίες για να καθοδηγεί τις συνεδρίες .</p>

Οι συνεχείς μεταβλητές παρουσιάζονται σαν μέση τιμή ± σταθερά απόκλιση ή ως διάμεσος τιμή (εύρος) ανάλογα με την κανονικότητα κατανομής .

3.5 Αποτελέσματα Σύγκρισης μεταξύ των Ασκήσεων

Τα προγράμματα άσκησης που χρησιμοποιήθηκαν για να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητά τους στο σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 ήταν όπως προαναφέρθηκε, η υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση και η μέτριας έντασης άσκηση. Χωρίσαμε τις παραπάνω μελέτες σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο και τις ομάδες που τυχαιοποιήθηκαν οι συμμετέχοντες.

Παρακάτω θα πραγματοποιηθεί σύγκριση των αποτελεσμάτων των μελετών για κάθε μίας από αυτές τις κατηγορίες.

3.5.1 Μελέτες σύγκρισης υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση και μέτριας έντασης πρόγραμμα άσκησης

Από τις 16 μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση επτά πραγματοποίησαν σύγκριση μεταξύ ομάδας συμμετεχόντων που εκτέλεσε υψηλής έντασης διαλειμματική άσκησης και ομάδας που εκτέλεσε μέτριας έντασης άσκησης.

Πιο συγκεκριμένα, στη μελέτη (15) ύστερα από σύγκριση των δύο ομάδων παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη απώλεια ολικής κοιλιακής και σπλαγχνικής μάζας μόνο με τη HIIT. Κατά συνέπεια η HIIT είναι πιο αποτελεσματική για τη μείωση της κεντρικής παχυσαρκίας από τη MICT και θα μπορούσε να προταθεί ως εναλλακτικό πρόγραμμα άσκησης σε γυναίκες με διαβήτη τύπου δύο μετά την εμμηνόπαυση.

Στη μελέτη (25) και οι δύο ομάδες παρέμβασης αύξησαν τη VO₂peak, αλλά η HIIT περισσότερο. Η βελτίωση της VO₂peak διήρκησε πάνω από 1 χρόνο στη HIIT αλλά όχι στη MICT παρά το γεγονός ότι παρατηρήθηκε μια σημαντική μείωση από τις 12 εβδομάδες στον 1 χρόνο. Το BMI μειώθηκε μόνο στην ομάδα διαλειμματικής άσκησης. Το ποσοστό σωματικού λίπους δε βελτιώθηκε μετά τις 12 εβδομάδες αλλά μειώθηκε στη HIIT ομάδα μετά τον ένα χρόνο. 12 εβδομάδες HIIT βελτίωσαν, με την τεχνική flow-mediated dilation, τη γλυκοζυωμένη αιμοσφαιρίνη (HbA_{1c}), (αλλά δεν διατηρήθηκε η βελτίωση μετά τον ένα χρόνο).

Κατά τη μελέτη (16) η μέση τιμή τριχοειδικής γλυκόζης αίματος (CarBG) μειώθηκε με την άσκηση παρά το ότι το πρόγραμμα άσκησης μείωσε συνολικά την τιμή της γλυκόζης. Υψηλότερη CarBG πριν την άσκηση, φαρμακευτική αγωγή μέσα σε 6 ώρες άσκησης, η πρόσληψη τροφίμων μέσα σε 2 ώρες άσκησης, μεγαλύτερη διάρκεια άσκησης και υψηλότερη ένταση άσκησης, σχετίζονται με μεγαλύτερη μείωση της CarBG. Η μεγαλύτερη μείωση στο CarBG που παρατηρείται σε άτομα με υψηλότερη CarBG πριν από την άσκηση μπορεί να υποδηλώνει τη σημασία άσκησης στον πληθυσμό με αυξημένη γλυκαιμία. Καταλήγοντας η μείωση της γλυκόζης στο αίμα μπορεί να επιτευχθεί με άσκηση μέτριας έντασης, αλλά η παράταση της διάρκειας άσκησης ή / και η συμμετοχή σύντομων διαστημάτων άσκησης υψηλής έντασης εντείνουν τη μείωση, η οποία μπορεί να μεγιστοποιηθεί με την άσκηση μετά από τα γεύματα και την αντιυπεργλυκαιμική φαρμακευτική αγωγή.

Τρεις μελέτες (13,14,17) έδειξαν πώς τα δύο αυτά είδη άσκησης (HIIT και MICT) που πραγματοποιήσαν οι συμμετέχοντες είχαν ίδιου βαθμού επίδραση στο σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2.

Έτσι στη μελέτη (13) το οξειδωτικό στρες και οι βιοδείκτες της φλεγμονής δεν παρουσίασαν σημαντικές μεταβολές ενώ η MICT μείωσε τη συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα από την έναρξη έως το 1 έτος. Τέλος όταν οι ομάδες διαχωρίστηκαν με βάση το φύλο υπήρξε σημαντική διαφορά, με τις γυναίκες στην ομάδα MICT να έχουν ποσοστό 22,1% ($p < 0,05$) μείωσης των πρωτεϊνικών καρβονυλίων (έναρξη έως 1 έτος). Έτσι τα δύο είδη παρεμβάσεων δεν επηρεάζουν ούτε θετικά ούτε αρνητικά την ύπαρξη της φλεγμονής στο διαβήτη τύπου 2.

Στη μελέτη (14) τόσο η μέτριας έντασης άσκηση (περπάτημα), όσο και η HIIT δεν ήταν αποτελεσματικές για τη βελτίωση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη ή του γλυκαιμικού ελέγχου σε ασθενείς με T2D. Στη HIIT υπήρξε σημαντικά μεγαλύτερη αύξηση στη VO_{2max} σε σύγκριση με το περπάτημα. Και οι δύο παρεμβάσεις μείωσαν την αρτηριακή πίεση ηρεμίας και τη φρουκτοζαμίνη πλάσματος ενώ καμία από τις δύο δε βελτίωσε την αντοχή στη γλυκόζη.

Τέλος στη μελέτη (17) το ποσοστό λίπους κορμού και το σωματικό λίπος μειώθηκαν και στις δύο ομάδες, ενώ η HbA1c δεν άλλαξε από την αρχική τιμή. Καταλήγοντας, η μελέτη (27) έδειξε πως η HIIT βελτιώνει το γλυκαιμικό προφίλ, και τη μάζα σώματος σε σχέση με τη MICT, ενώ και οι 2 ομάδες βελτιώνουν εξίσου τη VO₂peak. Η MICT επάγει αγγειογένεση, βελτιώνει το πάχος του ενδοθηλίου και μειώνει το πάχος της βασικής μεμβράνης. Η HIIT φαίνεται να είναι μια λιγότερο αποδοτική μέθοδος στην αντιμετώπιση των μειωμένων τριχοειδών του σκελετικού μυ στο σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2.

3.5.2 Μελέτες σύγκρισης διαλειμματικής άσκησης και ομάδας ελέγχου

Τέσσερις μελέτες πραγματοποίησαν σύγκριση διαλειμματικής άσκησης με ομάδα ελέγχου. Και οι τέσσερις έδειξαν ότι η διαλειμματική άσκηση είχε θετικές επιδράσεις και προστατευτικό ρόλο.

Πιο συγκεκριμένα μια από αυτές τις μελέτες, η μελέτη (20) χρησιμοποίησε στην ομάδα παρέμβασης πρόγραμμα άσκησης low-volume HIIT. Έτσι λοιπόν η ομάδα παρέμβασης μείωσε τη μάζα σώματος, το BMI, την περίμετρο της μέσης και το πάχος των πτυχών του δέρματος «skinfold». Βελτίωσε την αντοχή όπως φαίνεται από το μειωμένο χρόνο που ολοκλήρωσε το 2KWT και τα επίπεδα της γλυκόζης, της HbA1c, της HDL χοληστερίνης και τα τριγλυκερίδια.

Η μελέτη (21) έδειξε πως και οι δύο παρεμβάσεις βελτίωσαν σημαντικά την απόσταση που περπάτησαν κατά τη διάρκεια του «6MWT», το βάρος του σώματος, την HbA1c αλλά και την πίεση του αίματος. Επίσης είδαμε βελτίωση στην αρτηριακή σκληρία («pulse wave velocity:PWV») στη HIIT ενώ δεν άλλαξε στην ομάδα ελέγχου φυσικής δραστηριότητας. Ένα δομημένο, εξατομικευμένο, βραχυπρόθεσμο πρόγραμμα αερόβιας άσκησης μπορεί να βελτιώσει την αρτηριακή λειτουργία σε ασθενείς με διαβήτη τύπου 2 στα αρχικά στάδια.

Στη μελέτη (23) παρατηρήθηκε βελτίωση της καρδιακής λειτουργίας και της καρδιακής παροχής στην ομάδα παρέμβασης. Ενώ είχαμε αύξηση της γλυκόζης νηστείας στην ομάδα ελέγχου.

Τέλος στην έρευνα των (28) Cassidy et al, 2018 είχαμε βελτίωση του γλυκαιμικού ελέγχου και μείωση της HbA1c στην ομάδα παρέμβασης.

3.5.3 Μελέτες σύγκρισης τριών διαφορετικών ομάδων.

Στις μελέτες (18,19,22,24,26) οι ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 τυχαιοποιήθηκαν σε 2 ομάδες παρέμβασης (HIIT και MICT) και μια ομάδα ελέγχου.

Στις μελέτες των (19,22,24) η διαλειμματική άσκηση ξεπέρασε τη μέτριας έντασης συνεχή άσκηση όσον αφορά την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια σε άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2. Έτσι έδειξε ότι η HIIT είχε καλύτερα αποτελέσματα συγκριτικά με τη μέτριας έντασης άσκηση στην ενδοθηλιακή λειτουργία (19), επέφερε παρόμοιες ή καλύτερες προσαρμογές σε σχέση με τη μέτριας έντασης άσκηση αντοχής στο γλυκαιμικό έλεγχο, τη σύσταση του σώματος και τη φυσική κατάσταση (22) και παρέχει μεγαλύτερες βελτιώσεις από τη συνεχή άσκηση όσον αφορά την ενεργειακή δαπάνη σε κάθε συνεδρία άσκησης (24).

Στις μελέτες (19,22,24,26), η VO₂peak αυξήθηκε και στις δύο ομάδες παρέμβασης, όμως η VO₂peak ήταν υψηλότερη στην ομάδα διαλειμματικής άσκησης. Ενώ στη μελέτη (18) η ομάδα διαλειμματικής άσκησης βελτίωσε τη σχετική και απόλυτη VO₂peak ενώ δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στην ομάδα συνεχούς άσκησης και στην ομάδα ελέγχου. Στις μελέτες (22,24) είχαμε μείωση της HbA1c ύστερα από παρέμβαση διαλειμματικής άσκησης, ενώ στη μελέτη (18) είχαμε μείωση στην ομάδα ελέγχου. Στις μελέτες (22,24) η διαλειμματική άσκηση μείωσε την IR-HOMA και τη γλυκόζη σε αντίθεση με τη μελέτη (19).

Οι μελέτες (18,26) έδειξαν πως και τα δύο αυτά είδη παρεμβάσεων μπορεί να είναι εφικτά και με θετικά αποτελέσματα. Έτσι στη μελέτη (26) η μέγιστη διάρκεια άσκησης και η αερόβια ικανότητα αυξήθηκαν στη HIIT και στη MICT ενώ δεν υπήρξε αλλαγή στην ομάδα ελέγχου. Ο γλυκαιμικός έλεγχος και τα λιπίδια δεν μεταβλήθηκαν.

Πίνακας 5. Κύρια ευρήματα και γενική εκτίμηση των μελετών της ανασκόπησης			
Μελέτη	Τελικά σημεία αξιολόγησης	Πρωτεύοντα-Δευτερεύοντα Ευρήματα (Ομάδα παρέμβασης VS Ομάδα ελέγχου)	Γενική εκτίμηση
(13)Mallard et al, 2017	<ul style="list-style-type: none"> Φλεγμονή πλάσματος, Οξειδωτικό στρες Αντιοξειδωτικοί βιοδείκτες (ολικά F2-ισοπροστάνια, καρβονύλια πρωτεϊνών, ολική αντιοξειδωτική ικανότητα, δραστηριότητα υπεροξειδάσης γλουταθειόνης, ιντερλευκίνη-10, ιντερλευκίνη-6, ιντερλευκίνη-8 και TNF-α) 	<p>Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές σε δείκτες οξειδωτικού στρες και βιοδείκτες φλεγμονής στις 12 εβδομάδες και στο 1 έτος</p> <p>Η MICT παρουσιάζει τάση ↓ της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας πέραν του 1 έτους κατά 0,05mmol/L (P=0.05)</p> <p>Φύλο: σημαντική διαφορά (p <0,05) με τα θηλυκά στην ομάδα MICT να έχουν ποσοστό 22,1% (p <0,05) μείωση των πρωτεϊνικών καρβονυλίων (έναρξη έως 1 έτος). Σε υποανάλυση οι γυναίκες στην ομάδα MICT ↓ κατά 22,1 % τα πρωτεϊνικά καρβονύλια στο έτος (p<0.05).</p>	<p>Η έντονη άσκηση και η χαμηλότερης έντασης άσκησης δεν έχουν επίδραση στο οξειδωτικό στρες και στη φλεγμονή στον T2D.</p> <p>Η HIIT διατηρεί τη συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα πέραν των 12 μηνών παρακολούθησης.</p> <p>Οι γυναίκες που έκαναν MICT είχαν μεγαλύτερη μείωση της πρωτεϊνικής οξείδωσης.</p>
(14)Ruffino et al, 2016	<ul style="list-style-type: none"> VO2peak Αρτηριακή πίεση ηρεμίας Φρουκτοζαμίνη πλάσματος Προφίλ λιπιδίων Επίπεδα γλυκόζης Ευαισθησία στην ινσουλίνη Γλυκαιμικός έλεγχος 	<p>Η HIIT ↑ V O2max συγκριτικά με τη MICT (p <0,05).</p> <p>↓αρτηριακή πίεση ηρεμίας→HIIT,περπάτημα (p<0,05)</p> <p>καμία από τις παρεμβάσεις δεν βελτίωσε σημαντικά το OGTT (αντοχή στη γλυκόζη)</p> <p>HIIT και MICT ↓φρουκτοζαμίνη πλάσματος (p <0,05).</p>	<p>Η HIIT υπερέχει στη βελτίωση της VO2 peak από τη MICT.</p> <p>Βραχυπρόθεσμα καμία παρέμβαση δε βελτίωσε το γλυκαιμικό ή το λιπιδαιμικό προφίλ.</p>
(15)Maillard et al, 2016	<ul style="list-style-type: none"> Μετρήσεις λιπώδους ιστού Ολική χοληστερόλη πλάσματοςHDL 	<p>↓συνολική λιπώδης μάζα (FM)</p> <p>↑ η συνολική άλιπος μάζα (P:) με την πάροδο του χρόνου (κατά 2-3% περίπου).</p>	<p>Η έντονη άσκηση μειώνει την κοιλιακή και σπλαχνική λιπώδη μάζα σε γυναίκες με διαβήτη τύπου 2 μετά την</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • LDL • Τριγλυκερίδια • Γλυκόζη • HbA1c • Φυσική δραστηριότητα 	<p>↓ FM δεν ήταν σημαντικά διαφορετική μεταξύ των ομάδων. Αξιοσημείωτη απώλεια ολικής κοιλιακής μάζας (-8,3 ± 2,2% και σπλαχνικής μάζας (-24,2 ± 7,7%) μόνο με ΗΙΠ. Καμία αλλαγή σε: επίπεδο σωματικής δραστηριότητας συνολική μάζα σώματος</p>	<p>εμμηνόπαυση.</p>
(16)Terada et al, 2013 (1)	<ul style="list-style-type: none"> • Μεταβολή γλυκόζης αίματος μετά από συνεδρία άσκησης 	<p>↓Μέση τιμή CapBG → άσκηση κατά 1,9mmol / L ($P < 0,001$) παρά το ότι η άσκηση μείωσε συνολικά της γλυκόζης ετερογένεια που κυμάνθηκε από -8,9 έως + 2,7mmol / L. ↑ CapBG πριν την άσκηση ($P < 0,001$) μεγαλύτερη διάρκεια άσκησης ($P < 0,001$) έντασης άσκησης (1%, $P = 0.007$) όλα σχετίζονται με ↑μεγαλύτερη μείωση της CapBG 59% of the total variability $p < 0,001$.</p>	<p>Η ΗΙΠ μειώνει τη γλυκόζη αίματος σε μεγαλύτερο βαθμό από τη ΜΙCΤ.</p>
(17)Terada et al, 2013 (2)	<ul style="list-style-type: none"> • Σωματικό λίπος • VO2peak • VT 	<p>ΗΙΠ και ΜΙCΤ ↓Ποσοστό λίπους κορμού Και το ↓Σωματικό λίπος (σημαντικά) HbA1c → δεν άλλαξε από την αρχική τιμή.</p>	<p>Και οι δυο παρεμβάσεις είναι εξίσου αποτελεσματικές στη μείωση του συνολικού σωματικού λίπους και στη βελτίωση της ικανότητας για άσκηση αλλά έχουν μικρή επίδραση στην HbA1c σε σχετικά καλά ελεγχόμενους</p>

			<p>συμμετέχοντες με T2D. Ενώ δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές στο λιπιδαιμικό προφίλ και στο δείκτη μάζας σώματος. Η VO₂peak δεν άλλαξε σε καμία από τις παρεμβάσεις .Η κατανάλωση οξυγόνου VT αυξήθηκε σημαντικά (p=0,025).</p>
<p>(18) Karstoft et al 2013</p>	<ul style="list-style-type: none"> • VO₂max • Σύσταση σώματος • Γλυκαιμικού προφίλ: γλυκόζη νηστείας, HbA_{1c}, δοκιμασία ανοχής στη γλυκόζη (OGTT), συνεχής καταγραφή γλυκόζης (CGM), Ινσουλίνη νηστείας • Λιπιδαιμικό προφίλ • Αρτηριακή Πίεση (ΑΠ) 	<p>Η ΗΙIT ΒΕΛΤΙΩΣΕ τη σχετική VO₂max 4.4 ± 1.2 mL/kg/min (16.1 ± 3.7%, P < 0.001) ΣΤΙΣ ΟΜΑΔΕΣ CON ΚΑΙ MICT ΔΕΝ ΥΠΗΡΞΑΝ ΑΛΛΑΓΕΣ Η ομάδα ΗΙIT ↓ 4.3 ± 1.2 kg σωματικού βάρους (P < 0.001), κοιλιακό σπλαχνικό λίπος (0.54 ± 0.15 L, P < 0.001) , ↓ Λίπος μάζας σώματος κατά 3.1 ± 0.7 kg (P < 0.001) και ↓ CGM επίπεδα γλυκόζης , ↓ LDL χοληστερόλη (P < 0.05), ↓ γλυκόζη νηστείας.</p> <p>Η ομάδα CON ↑ HbA_{1c}, γλυκόζη νηστείας, 2-h OGTT γλυκόζη, maximum OGTT γλυκόζη, δυσανεξία στη γλυκόζη (<< area under the OGTT glucose curve>>), mean (P < 0.05) and minimum (P < 0.05) CGM επίπεδα γλυκόζης και τη Συνολική χοληστερόλη (P < 0.05) .</p> <p>ΟΧΙ ΑΛΛΑΓΕΣ HDL , τριγλυκερίδια, ΑΠ</p>	<p>Η συνεχόμενη άσκηση εξισορροπεί την επιδείνωση της γλυκαιμίας που παρατηρείται στην ομάδα ελέγχου. Η διαλειμματική άσκηση υπερέχει της ενεργειακής κατανάλωσης.</p>

<p>(19) Alireza Ghardashi Afousi et al,2018</p>	<ul style="list-style-type: none"> • VO2peak • SBP-DBP • Γλυκόζη • Ινσουλίνη • HOMA-IR • FMD της βραχιονίου αρτηρίας • «Retrograde shear» • «Anterograde shear» • «Oscillatory shear» • NOx 	<p>Η ΗΙIT ↑ VO2peak συγκριτικά με τη MICT (P<0.005). Και οι δύο παρεμβάσεις ↑ διάρκειας άσκησης και ↑HRmax μετά την παρέμβαση ΗΙIT και MICT → (P<0.05).</p> <p>ΟΧΙ ΑΛΛΑΓΕΣ → SBP , DBP μεταξύ των ομάδων παρέμβασης.</p> <p>Η ομάδα ΗΙIT βελτίωσε τη Γλυκόζη , ινσουλίνη και HOMA-IR (P<0.05), ↑ FMD της βραχιονίου αρτηρίας (σημαντικά) (3.83±1.13 baseline, 7.39±3.6% follow-up), ↓ «Retrograde shear» (P<0.05) , ↑ «Anterograde shear» (P<0.05) .</p>	<p>Τα ευρήματα έδειξαν ότι η διαλειμματική άσκηση είχε καλύτερα αποτελέσματα συγκριτικά με τη μέτριας έντασης άσκηση στην ενδοθηλιακή λειτουργία, τη VO2peak και το γλυκαιμικό προφίλ. Ενώ στην ΑΠ δεν υπήρξαν αλλαγές.</p>
<p>(20) Alvarez et al,2016</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Αντοχή άσκησης • Μάζα σώματος • BMI • Επίπεδα γλυκόζης • HbA1c • HDL χοληστερίνη • Τριγλυκερίδια • Περίμετρος της μέσης • Πάχος skinfold 	<p>Η ομάδα παρέμβασης</p> <p>↓ τη μάζα σώματος(1.6±0.2kg, P<0.05), το BMI(2.1±0.3%, P<0.05), την περίμετρο της μέσης(4.1±0.6cm, P<0.01) και το πάχος του skinfold(18.6±1.4%, P<0.001).</p> <p>ΒΕΛΤΙΩΣΕ την αντοχή (μειωμένος χρόνος (9.8±1.0%, P<0.001) που ολοκλήρωσε το 2KWT).</p> <p>ΒΕΛΤΙΩΣΕ τα επίπεδα της γλυκόζης(P<0.001), της HbA1c(P<0.001), της HDL χοληστερίνης(P<0.001), τα τριγλυκερίδια(P=0.001), , την περίμετρο της μέσης και</p>	<p>Η παρούσα μελέτη ερευνά τα αποτελέσματα της ΗΙIT στις γυναίκες με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2. Το πρόγραμμα ήταν αποτελεσματικό για τη μείωση των επιπέδων γλυκόζης και της HbA1c, τη βελτίωση του λιπιδικού προφίλ, των επιπέδων της πίεσης του αίματος, της αντοχής καθώς και της σύστασης του σώματος σε γυναίκες με διαβήτη τύπου 2.</p>

<p>Μετρήσεις: Αξιολόγηση της αντοχής με το 2ΚWT.</p>	<p>το πάχος του skinfold VS ομάδα ελέγχου. Η ομάδα ελέγχου δεν άλλαξε καμία μεταβλητή κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης.</p>	<p>Η ΗΙIT μπορεί να είναι αποτελεσματικό πρόγραμμα παρέμβασης στη θεραπεία γυναικών με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2.</p>
<p>(21) Bellia Alfonso et al,2017</p> <ul style="list-style-type: none"> • ΣΑΠ • ΔΑΠ • BMI • 6MWT, ΑΙxHR75 • ΡWV • Γλυκόζη • Ινσουλίνη • HbA1c • Λιπίδια 	<p>Και οι δύο παρεμβάσεις βελτίωσαν σημαντικά την απόσταση που περπάτησαν κατά τη διάρκεια του 6MWT(ΗΙIT 52±21 m; ΜICT 39±24 m, $p<0,001$ και για τα δύο), το βάρος του σώματος, τη HbA1c και τη πίεση του αίματος. ΗΙIT βελτίωσε σημαντικά το ΡWV με την ($p<0.001$) ενώ δεν άλλαξε στην ομάδα ΜICT ($p=0,47$). Αλλαγές → ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ ΗΙIT VS ΜICT. Και στις δύο ομάδες → ΡWV (-15.8±2.1 vs +1.50±3.4%, $p<0.001$) και ΑΙxHR75 (-28.9±3.2% vs +12.7±2.4%, $p<0.001$).</p>	<p>Η αερόβια διαλειμματική άσκηση μπορεί να βελτιώσει την αρτηριακή λειτουργία σε ασθενείς με διαβήτη τύπου 2. ενώ έχει συγκρίσιμα αποτελέσματα στην ικανότητα για άσκηση, τον γλυκαιμικό έλεγχο, την ΑΠ και το βάρος του σώματος σε σχέση με την ομάδα ελέγχου.</p>
<p>(22) Winding et al,2018,Denmark</p> <ul style="list-style-type: none"> • VO2peak • W peak • Σύσταση του σώματος • Γλυκαιμικός έλεγχος • Ινσουλινο-αντίσταση 	<p>Η ομάδα ΗΙIT ↑VO2peak ($p<0,05$) Η ομάδα ΗΙIT και ΜICT ↑VO2peak και W peak ($0<0,05$). Η VO2peak ήταν υψηλότερη → ΗΙIT (20+~20%) VS ΜICT (8+~9%: $p<0,05$). Η ομάδα ΗΙIT ↓συνολική μάζα σώματος ($p<0,05$), ↓σπλαχνική λιπώδης μάζα ($p<0,05$), ↓HOMA-IR ($p<0,05$), ↓σπλαχνική μάζα σώματος, γλυκόζη νηστείας, HbA1c. Η ομάδα ΜICT ↑μέση συγκέντρωση CGM γλυκόζης</p>	<p>Η υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση σε άτομα με διαβήτη τύπου 2, επέφερε παρόμοιες ή καλύτερες προσαρμογές σε σχέση με τη μέτριας έντασης άσκηση αντοχής στον γλυκαιμικό έλεγχο, τη σύσταση του σώματος και την αερόβια κατάσταση. Η μεταγευματική πλάσμα γλυκόζη κατά τη διάρκεια «mixed meal test») ήταν χαμηλότερη στη διαλειμματική άσκηση</p>

	<p>και <<time spent with hyperglycemia>> ($p < 0,05$) , \downarrow C-πεπτίδιο ($p < 0,05$) και κατά την διάρκεια των γευμάτων στην ομάδα HIIT ($p < 0,05$). ΟΧΙ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΕ OGTT ΚΑΙ γλυκερόλης στη HIIT ,CON ,MICT .</p>	<p>μετά την περίοδο της προπόνησης παρά τη μείωση στη συγκέντρωση του C-πεπτιδίου.</p>
<p>(23) Suryanegara et al, 2019</p> <ul style="list-style-type: none"> • VO2 peak • Fasting glucose • HbA1c • Σωματικό βάρος • ΑΠ • Καρδιακή παροχή 	<p>Δεν παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή στο VO2peak \downarrow HIIT καρδιακής παροχής κατά την υπομέγιστη άσκηση κατά 21% ($16.2 \pm 2.7 - 12.8 \pm 3.6$ L/min, $p = 0.03$), όγκου παλμού κατά 13% ($p = 0,03$), καρδιακού ρυθμού κατά 9% ($p = 0.04$) με \uparrow της αρτηριο-φλεβικής διαφοράς οξυγόνου κατά 21% ($p = 0.03$) έναντι ομάδας ελέγχου ($p = 0.05$, $p = 0.04$, $p = 0.05$, $p = 0.04$, αντίστοιχα).</p> <p>ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ \uparrow γλυκόζη νηστείας κατά 1.8 mmol/L ($p = 0.03$) ενώ στην ομάδα παρέμβασης παρέμεινε αμετάβλητη ($p = 0.15$). Κατά τη μέγιστη άσκηση η ομάδα ελέγχου είχε υψηλότερη συστολική πίεση σε σχέση με την ομάδα παρέμβασης ($p = 0.05$). Δεν υπήρχαν σημαντικές αλλαγές στην HbA1c και στο βάρος του σώματος και στην ΑΠ. ΟΧΙ ΑΛΛΑΓΕΣ ανταλλαγή αερίων, στον καρδιακό ρυθμό, κατανάλωση οξυγόνου και στην αρτηριακή πίεση.</p>	<p>Η HIIT βελτιώνει τις καρδιακές προσαρμογές κατά την άσκηση, παρά τη μη βελτίωση της μέγιστης ικανότητας για άσκηση. Η ικανότητα των ασθενών να διατηρήσουν παρατεταμένα αυξημένη τη μεταβολική ζήτηση αλλά με μειωμένη την καρδιακή παροχή οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση σε ασθενείς με διαβήτη τύπου 2 έχει προστατευτικό ρόλο όσον αφορά τη καρδιακή λειτουργία.</p>

(24) Mitranun et al,2013	<ul style="list-style-type: none"> • VO2 peak • BMI • Σύσταση του σώματος • Πίεση αίματος • HOMA-IR, HbA1C • Λιπιδαιμικό προφίλ • γλυκόζης στο αίμα • FMD • MDA, GPX, NO 	<p>Και οι 2 ομάδες άσκησης HIIT και MICT ↓ μυϊκή μάζα, BMI, το ποσοστό σωματικού λίπους, την αναλογία μέσης-ισχίου ,τη γλυκόζης νηστείας και την αντοχή της ινσουλίνης.</p> <p>Η ↑ VO2peak, FMD ήταν μεγαλύτερη στη HIIT παρά στη MICT, (p<0.05)</p> <p>ΒΕΛΤΙΩΣΗ λιπιδικού και γλυκαιμικού προφίλ και στις 2 ομάδες.</p> <p>Η HIIT ↓Πίεση έναντι MICT (p<0.05)</p> <p>Η HIIT ↓HbA1c, ↑GPX,NO και vW .</p>	<p>Και οι 2 τύποι άσκησης ήταν αποτελεσματικοί στη βελτίωση του γλυκαιμικού έλεγχου, του λιπιδαιμικού προφίλ, της αερόβιας φυσικής κατάστασης και της μικρο και μακροκυκλοφορίας σε ασθενείς με διαβήτη τύπου 2.</p> <p>Η HIIT παρέχει μεγαλύτερες βελτιώσεις από τη συνεχή άσκηση όσον αφορά την ικανότητα για άσκηση, την ενεργειακή δαπάνη σε κάθε συνεδρία άσκησης, την ενδοθηλιακή και αγγειακή λειτουργία και το οξειδωτικό στρες.</p>
(25)HollekimStrand et al ,2014	<ul style="list-style-type: none"> • VO2peak • Περίμετρος μέσης • BMI • VO2peak • Περίμετρος μέσης • Ποσοστό σωματικού λίπους • FMD • HbA1c 	<p>12 εβδομάδες HIIT βελτίωσαν FMD, την HbA1c (αλλά δεν διατηρήθηκε η βελτίωση μετά τον ένα χρόνο)</p> <p>↑VO2peak αλλά η HIIT περισσότερο.</p> <p>Η βελτίωση της VO2peak διήρκησε πάνω από 1 χρόνο στη HIIT VS MICT σημαντική μείωση από τις 12 εβδομάδες στον 1 χρόνο (1.68 vs. 0.19 ml/kg/min, αντίστοιχα).</p> <p>Η MICT ↑περίμετρος της μέσης συγκριτικά με τη HIIT από τις 12 εβδομάδες έως τον 1 χρόνο (2.01 vs.0.12 cm)και υπήρξε τάση αύξησης στο BMI (0.58 α. 0.12 kg/m2).</p> <p>Η HIIT ↓BMI και ποσοστού σωματικού λίπους (mean</p>	<p>Η HIIT ήταν πιο αποτελεσματική σε σχέση με τη MICT βελτιώνοντας τη μέγιστη αερόβια ικανότητα και την ενδοθηλιακή λειτουργία.</p>

<p>(26) Hwang, C.-L.et al,2019</p>	<ul style="list-style-type: none"> • VO₂peak, VT • Σύσταση σώματος • Λίπος • Λίπος χωρίς μάζα • Ποσοστό σωματικού λίπους • Hba1c • Γλυκόζη αίματος • Ινσουλίνη • Λιπίδια 	<p>change 1.31%).</p> <p>↑VO₂peak κατά 10% στη HIIT και κατά 8% στη MICT (P< 0.02 έναντι ομάδας ελέγχου) και (P > 0.99 for HIIT έναντι MICT).</p> <p>↑VT στη HIIT κατά 11% και στη MICT κατά 14% (P ≤ 0.004 vs. baseline; P > 0.99 for HIIT vs. MICT) ενώ δεν υπήρξε αλλαγή στην ομάδα ελέγχου (p=0,08), αερόβια ικανότητα αυξήθηκε κατά 2,3 ml/kg/min στη HIIT και 1,7ml/kg/min στη MICT μετά τις 8 εβδομάδες.</p> <p>↓επί τοις εκατό του σωματικού λίπους κατά 1% στη MICT (p=0,02) και αυξήθηκε κατά 0,9% στην ομάδα ελέγχου (p=0,046).</p> <p>ΔΕΝ ΑΛΛΑΞΑΝ BMI, γλυκαιμικός έλεγχος και τα λιπίδια (P ≥ 0.1).</p>	<p>Τόσο η HIIT όσο και η MICT βελτιώνουν την αερόβια ικανότητα και τη μέγιστη αντοχή στην άσκηση.</p>
<p>(27) Stefan P. Mortensen et al , 2018</p>	<ul style="list-style-type: none"> • VO₂peak • HbA1c • Μάζα σώματος • Επιφάνεια-Πυκνότητα-ποσοστό των τριχοειδών αγγείων • Κυκλοφορία αίματος στα κάτω άκρα σε ηρεμία και κατά την άσκηση • Μέση αριθμητική πυκνότητα των ενδοθηλιακών κυττάρων 	<p>ΒΕΛΤΙΩΣΗ VO₂peak (HIIT;p<0.05, MICT;p<0.01)</p> <p>↓ HbA1c , μάζα σώματος μέσω HIIT (p<0,05).</p> <p>ΔΕΝ ΑΛΛΑΞΑΝ επιφάνεια και πυκνότητα των τριχοειδών αγγείων, κυκλοφορία αίματος στα κάτω άκρα σε ηρεμία και κατά την άσκηση (HIIT, MICT).</p> <p>↑Ποσοστού των τριχοειδών αγγείων/μυϊκής ίνας μέσω MICT (p<0.05), μέση αριθμητική πυκνότητα των ενδοθηλιακών κυττάρων κατά 30-27% (p<0.05) ενώ η πυκνότητα της βασικής μεμβράνης μειώθηκε κατά 21-7% (p<0.05).</p> <p>Η HIIT ↑eNOS πρωτεΐνη (P<0.05)</p> <p>ΔΕΝ ΑΛΛΑΞΑΝ VEGF, SOD-2, NADPH oxidase (HIIT, MICT).</p>	<p>Η HIIT βελτιώνει το γλυκαιμικό προφίλ, και τη μάζα σώματος σε σχέση με τη MICT, ενώ και οι 2 ομάδες βελτιώνουν εξίσου τη VO₂peak.</p> <p>Η MICT επάγει αγγειογένεση, βελτιώνει το πάχος του ενδοθηλίου και μειώνει το πάχος της βασικής μεμβράνης</p> <p>Η HIIT φαίνεται να είναι μια λιγότερο αποδοτική μέθοδος στην αντιμετώπιση των μειωμένων τριχοειδών του σκελετικού μυ στο σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2.</p>

- Πυκνότητα βασικής μεμβράνης VEGF
- SOD-2, NADPH
- eNOS

(28) Cassidy et al, 2018

- HbA1c
- Αρτηριακή Πίεση
- Σωματικό βάρος
- BMI

ΒΕΛΤΙΩΣΗ γλυκαιμικού ελέγχου μετά την παρέμβαση Η ΗΙIT βελτιώνει το γλυκαιμικό έλεγχο. \downarrow της HbA1c (2,8 mmol/mol(-0,26%)) στην ομάδα παρέμβασης vs αύξηση της HbA1c (2mmol/mol(0,18%)) στην ομάδα ελέγχου($p=0,03$).
ΟΧΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ αιμοδυναμικές παραμέτρους (καρδιακή παροχή, καρδιακός ρυθμός).
ΟΧΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ στην ΑΠ, σωματικό βάρος, BMI μεταξύ των ομάδων.

4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τη παρούσα συστηματική ανασκόπηση φάνηκε ότι:

1)το πρόγραμμα υψηλής έντασης αερόβιας διαλειμματικής άσκησης συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας των ασθενών με Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου II και σε βαθμό μεγαλύτερο από αυτό του προγράμματος μέτριας έντασης αερόβιας άσκησης.

2)το πρόγραμμα υψηλής έντασης αερόβιας διαλειμματικής άσκησης έχει θετικές επιδράσεις στο γλυκαιμικό και μεταβολικό προφίλ των ασθενών αυτών με τάση υπεροχής ως προς το πρόγραμμα μέτριας έντασης αερόβιας άσκησης.

3) το πρόγραμμα υψηλής έντασης αερόβιας διαλειμματικής άσκησης φαίνεται να επάγει σημαντική βελτίωση της ενδοθηλιακής λειτουργίας σε σχέση με τη μέτρια έντασης άσκηση

4)Και τα 2 προγράμματα άσκησης δεν διαφέρουν κι έχουν μικρή συμβολή στη ρύθμιση της ΑΠ και του λιπιδαιμικού προφίλ

5)Δεν φαίνεται να υπάρχει ουσιαστική βελτίωση του οξειδωτικού στρες από αυτά τα προγράμματα άσκησης με αμφιλεγόμενα όμως αποτελέσματα λόγω μικρού αριθμού μελετών

Η παρούσα συστηματική ανασκόπηση αποτελεί τη πιο πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση που συγκρίνει τα 2 προγράμματα άσκησης σε ασθενείς με Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου II με τεκμηριωμένα δεδομένα ως προς την ικανότητα για άσκηση αλλά και για παραμέτρους όπως το γλυκαιμικό, λιπιδαιμικό και μεταβολικό προφίλ, και την ενδοθηλιακή λειτουργία.

4.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ–ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΕΛΙΚΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

A) Πρωτεύον τελικό σημείο

Ικανότητα για άσκηση

Οι μελέτες (14,18,19,21,22,24,25) αύξησαν τη VO₂peak κατά τη HIIT παρέμβαση συγκριτικά με τη MICT άσκηση. Στη μελέτη (20), η HIIT παρέμβαση μείωσε το χρόνο που χρειάστηκε για να ολοκληρωθεί το 2KWT ενώ δεν υπήρξαν αλλαγές στην ομάδα ελέγχου. Στις μελέτες (26,27) η VO₂peak αυξήθηκε εξίσου και στις δύο ομάδες παρέμβασης (HIIT, MICT) ενώ στη μελέτη (26) είχαμε βελτίωση της αερόβιας ικανότητας και της μέγιστης αντοχής στην άσκηση και στις δύο ομάδες παρέμβασης (HIIT, MICT). Στις μελέτες (17, 23) δεν υπήρξαν σημαντικές μεταβολές στη VO₂peak ενώ στη μελέτη (17) υπήρξε βελτίωση της ικανότητας για άσκηση και αύξησης της κατανάλωση οξυγόνου και στις δύο ομάδες παρέμβασης (HIIT, MICT). Στη μελέτη (23) η HIIT δε βελτίωσε την ικανότητα για άσκηση ενώ δεν υπήρξαν αλλαγές στην κατανάλωση οξυγόνου στην ομάδα ελέγχου. Καταλήγοντας, ως προς τη VO₂peak, επτά μελέτες έδειξαν πως η HIIT τη βελτιώνει, δύο μελέτες έδειξαν ότι και τα δύο είδη άσκησης (HIIT, MICT) τη βελτίωσαν εξίσου και δύο μελέτες δεν έδειξαν σημαντικές μεταβολές. Ενώ τρεις μελέτες βελτίωσαν την ικανότητα για άσκηση. Η HIIT υπερτερεί της MICT κατά πολύ όσον αφορά τη βελτίωση της VO₂peak.

Η VO₂peak είναι η μεθοδολογία «gold standard» για τη μέτρηση της αερόβιας ικανότητας (29) και αποτελεί έναν ισχυρό ανεξάρτητο προγνωστικό δείκτη του καρδιαγγειακού (30,31) και της συνολικής θνησιμότητας (32,33) στους ενήλικες. Η αερόβια άσκηση αντιπροσωπεύει ένα αποτελεσματικό μέσο βελτίωσης της VO₂peak. Ειδικότερα στους ασθενείς με T2D η μέγιστη αερόβια ικανότητα σχετίζεται με τη ρύθμιση του γλυκαιμικού προφίλ και φαίνεται να αποτελεί ένα πρώιμο προγνωστικό δείκτη ινσουλινο-αντίστασης και εμφάνισης T2D στο γενικό πληθυσμό (34, 35).

Για τους παραπάνω λόγους φαίνεται ότι η υπεροχή της HIIT ως προς τη μέγιστη ικανότητα για άσκηση αναδεικνύει το ρόλο της εφαρμογής μεγαλύτερης έντασης ερέθισμα με διαλείμματα στη μεγιστοποίηση των προγραμμάτων αποκατάστασης πιθανότατα μέσω κυρίως περιφερικών μυοσκελετικών προσαρμογών.

B) Δευτερεύοντα τελικά σημεία

1) Γλυκαιμικό-μεταβολικό προφίλ

Οι μελέτες (16,19,25,27,28,20,22) βελτίωσαν το γλυκαιμικό προφίλ ύστερα από ΗΙΠ παρέμβαση. Από τις παραπάνω μελέτες, δύο μελέτες (16,22) βελτίωσαν τη HOMA-IR κατά τη ΗΙΠ παρέμβαση. Οι μελέτες (16,19,20) βελτίωσαν τα επίπεδα της γλυκόζης κατά τη ΗΙΠ. Οι μελέτες (21,24) έδειξαν βελτίωση γλυκαιμικού προφίλ μείωσαν τη γλυκόζη νηστείας και την HbA1c και στα δύο είδη παρεμβάσεων (ΗΙΠ, ΜΙCΤ). Τέσσερις μελέτες (14,23,17,26) δεν έδειξαν σημαντικές μεταβολές στο γλυκαιμικό προφίλ. Οι μελέτες (25,28,20,22) έδειξαν βελτίωση της HbA1c ύστερα από ΗΙΠ παρέμβαση ενώ η μελέτη (21) έδειξε βελτίωση και στα δύο είδη παρεμβάσεων (ΗΙΠ, ΜΙCΤ). Η μελέτη (18) μείωσε τη γλυκόζη στη ΗΙΠ ενώ αυξήθηκε στην ομάδα ελέγχου. Καταλήγοντας, υπήρξε μια τάση βελτίωσης του γλυκαιμικού προφίλ κυρίως ύστερα από ΗΙΠ παρέμβαση.

Ακόμη τρεις μελέτες (18,20,24) βελτίωσαν το λιπιδαιμικό προφίλ. Οι μελέτες (18,20) βελτίωσαν το λιπιδαιμικό προφίλ ύστερα μόνο από ΗΙΠ παρέμβαση. Η μελέτη (24) βελτίωσε ύστερα και από τα δύο είδη παρεμβάσεων (ΗΙΠ, ΜΙCΤ). Επομένως, δεν υπάρχει σημαντική βελτίωση στο λιπιδαιμικό προφίλ ύστερα από ΗΙΠ συγκριτικά με τη ΜΙCΤ.

Όσον αφορά τις φυσιολογικές προσαρμογές, υπάρχουν διαφορές στις μακροχρόνιες προσαρμογές στη χαμηλής-μέτριας έντασης άσκηση και στην υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση. Η υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση και η μέτριας έντασης συνεχής άσκηση γίνονται με διαφορετικό τρόπο και έχουν διαφορετικές επιδράσεις (36,18,37), αλλά και οι δύο βελτιώνουν το γλυκαιμικό έλεγχο, την ευαισθησία της ινσουλίνης, τη σύσταση του σώματος, την πίεση του αίματος, τη μυϊκή δύναμη και την αερόβια ικανότητα (38,39). Πρόσφατα στοιχεία προτείνουν ότι η υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση μπορεί να είναι μια χρονικά-αποδοτική μέθοδος για να μειώσει τη λιπώδη μάζα σώματος στα υπέρβαρα/παχύσαρκα άτομα που έχουν καθιστική ζωή (40). Επίσης, σε προηγούμενες μελέτες (41) και άλλες (42,43) έχει αποδειχτεί ότι χαμηλής έντασης γρήγορη άσκηση είναι επαρκής για να βελτιώσει σημαντικά τις μετρήσεις της ευαισθησίας της ινσουλίνης κατά μέσο όρο σε άτομα που κάνουν καθιστική ζωή (44).

Στη μελέτη (23) δεν υπήρξαν σημαντικές μεταβολές στην HbA1c και στο βάρος του σώματος στις 12 εβδομάδες παρέμβασης. Προλαυτά προηγούμενη μελέτη προτείνει ότι η βελτίωση της HbA1c ύστερα από άσκηση σχετίζεται με μείωση του σωματικού βάρους (7). Στη μελέτη

(23) δεν υπήρξε μεταβολή του σωματικού βάρους επομένως ήταν αναμενόμενο να μην αλλάξει και η HbA_{1c}.

Στη μελέτη (22) η υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση επέφερε παρόμοιες ή και καλύτερες προσαρμογές συγκριτικά με τη μέτριας έντασης άσκηση αντοχής στο γλυκαιμικό έλεγχο, στη σύσταση του σώματος και στη φυσική κατάσταση. Παρατηρήθηκε μια μείωση στην HbA_{1c} και στη γλυκόζη νηστείας στην ομάδα των συμμετεχόντων που έκαναν υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση υποδηλώνοντας πως η ενδογενής παραγωγή γλυκόζης επηρεάζεται περισσότερο στην ομάδα διαλειμματικής άσκησης. Η χαμηλή ενδογενής παραγωγή γλυκόζης μετά την άσκηση σε ασθενείς με T2D έχει προηγουμένως παρατηρηθεί από τους Kirwan et al.(45), που βρήκαν ότι 7 ημέρες έντονης άσκησης βελτιώνουν την καταστολή της παραγωγής της ηπατικής γλυκόζης έτσι ώστε να βελτιωθεί η ηπατική ευαισθησία της ινσουλίνης. Αυτό το εύρημα συμφωνεί με τη βελτίωση της HOMA-IR στην υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση στη μελέτη (22).

Ο μηχανισμός βελτίωσης του γλυκαιμικού ελέγχου δεν είναι απολύτως γνωστός. Όμως είναι πιθανό να σχετίζεται με τη βελτίωση του σήματος ινσουλίνης («signaling») και της ικανότητας διέγερσης της μεταφοράς γλυκόζης μέσω ινσουλίνης (46), και/ ή της πρωτεΐνης - μεταφορέα γλυκόζης (GLUT-4) (47). Μελέτες έχουν δείξει ότι η χαμηλή καρδιοαναπνευστική φυσική κατάσταση σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο προβλήματος του γλυκαιμικού ελέγχου (48). Η HbA_{1c} είναι ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος δείκτης ρύθμισης γλυκόζης καθώς επίσης είναι ένας σημαντικός παράγοντας κινδύνου για καρδιαγγειακές παθήσεις σε ασθενείς με T2D (49,50). Μία αύξηση της τάξεως των 100 min της φυσικής δραστηριότητας ανά εβδομάδα συνδέεται με μια μέση αλλαγή της τάξεως του -0,16% της HbA_{1c} σε ασθενείς με T2D και προδιαβητικούς (51). Στη μελέτη των Grace et al.(52) τονίζονται οι θετικές επιδράσεις της αερόβιας άσκησης μειώνοντας τα επίπεδα της HbA_{1c}. Η άσκηση έχει αναρίθμητες θετικές επιδράσεις σε ασθενείς με T2D, συμπεριλαμβανομένης της βελτίωσης του γλυκαιμικού ελέγχου και του προφίλ του καρδιαγγειακού κινδύνου (53). Ο μηχανισμός από τον οποίο η άσκηση ωφελεί το γλυκαιμικό έλεγχο περιλαμβάνει βελτιωμένη ευαισθησία γλυκόζης και αυξημένη έκφραση των μορίων μεταφορέων γλυκόζης «GLUT4» στους σκελετικούς μύες (53). Ακόμη η προπόνηση μπορεί να βελτιώσει ή ακόμη και να επαναφέρει την ενδοθηλιακή λειτουργία σε ασθενείς με T2D (54), και αυτό μπορεί να διευκολύνει την πρόσληψη της γλυκόζης δια μέσου της αυξημένης σκελετικής μυϊκής άρδευσης, και συνεπώς τη μεταφορά

της γλυκόζης στην περιφέρεια (55). Η σκελετική μυϊκή ροή του αίματος είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της συνολικής διάθεσης γλυκόζης στο σώμα (56) .

2)Αρτηριακή Πίεση-Αρτηριακή σκληρία

Στις μελέτες (14,21) υπήρξε βελτίωση της ΑΠ ύστερα και από τις δύο παρεμβάσεις (HIIT,MICT), ενώ στη μελέτη (24) η ΑΠ μειώθηκε ύστερα μόνο από HIIT. Τέσσερις μελέτες (18,19,23,28) δεν έδειξαν μεταβολή στην ΑΠ.

Η αρτηριακή σκληρία είναι ένας ανεξάρτητος προγνωστικός δείκτης του καρδιαγγειακού κινδύνου και της θνησιμότητας ατόμων με υπέρταση και T2D (57,58). Βελτιώσεις της αρτηριακής σκληρίας ύστερα από επιτηρούμενη HIIT παρέμβαση συμβαίνει χωρίς αυτό να συνεπάγεται σημαντικές αλλαγές στη λειτουργική ικανότητα μεταξύ των ομάδων HIIT και MICT παρέμβασης. Αυτό υποδεικνύει ότι τα εξατομικευμένα προγράμματα μπορούν να αντιστρέψουν την αρτηριακή σκληρία σε απλές περιπτώσεις ασθενών με T2D, πριν συμβούν φανερές αγγειακές επιπλοκές (59). Καταλήγοντας θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι προστατευτικές επιδράσεις της άσκησης στην αγγειακή κατασκευή είναι πιο πιθανό να συμβούν όταν η παρέμβαση ξεκινήσει στα πρώιμα στάδια του T2D.

Η συχνότητα της αρτηριακής υπέρτασης (>140/90 mmHg) σε ασθενείς με T2D κυμαίνεται μεταξύ 40%-60%.(60) Μια μείωση της ΑΠ της τάξεως του 2.1/0.9 mmHg μπορεί να μειώσει την ύπαρξη καρδιαγγειακών ασθενειών πάνω από το 10% (61).

3)Ενδοθηλιακή λειτουργία

Από τις 16 μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση 4 αναφέρονται στην επίδραση των προγραμμάτων άσκησης στην ενδοθηλιακή λειτουργία σε ασθενείς με T2D. Τρεις μελέτες (19,24,25) έδειξαν αύξηση του «FMD» στη HIIT άσκηση συγκριτικά με τη MICT παρέμβαση και επομένως βελτίωση της ενδοθηλιακής λειτουργίας. Αντιθέτως η μελέτη (27) έδειξε ότι η παρέμβαση MICT έχει θετικές επιπτώσεις στην πυκνότητα των τριχοειδών αγγείων συγκριτικά με την παρέμβαση HIIT.

Η μελέτη (27) σύγκρινε την υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση με τη μέτριας έντασης συνεχή άσκηση. Η μελέτη αυτή έδειξε ότι η άσκηση αντοχής αυξάνει τη σχέση τριχοειδών και μυϊκής ίνας του τετρακέφαλου μυός. Αυτό συμφωνεί με προηγούμενες μελέτες που δείχνουν ότι η άσκηση αντοχής προκαλεί την ανάπτυξη των τριχοειδών αγγείων στους σκελετικούς μύες των υγιών ατόμων (62), των υπερτασικών αλλά και των πασχόντων από διαβήτη τύπου 2 (63). Η HIIT φαίνεται να συμβάλλει στην ενδοθηλιακή λειτουργία σε ασθενείς με διαβήτη

τύπου 2 (22,64), αλλά σε σύγκριση με την άσκηση αντοχής, η HIIT φαίνεται να είναι λιγότερο αποτελεσματική για να βελτιώσει την πυκνότητα των τριχοειδών και την πάχυνση της βασικής μεμβράνης που παρατηρούνται σε πάσχοντες από διαβήτη τύπου 2.

Η ενδοθηλιακή κυτταρική δυσλειτουργία (ECD) είναι ένας όρος που υπονοεί την κακή ρύθμιση της κυτταρικής ενδοθηλιακής λειτουργίας (65). Αρκετοί είναι οι παράγοντες που συμβάλλουν στην ενδοθηλιακή δυσλειτουργία. Κάποιοι εξ αυτών είναι ο σακχαρώδης διαβήτης, η υψηλή πίεση και τα υψηλά επίπεδα χοληστερόλης (65,66). Ο διαβήτης είναι μια χρόνια μεταβολική διαταραχή που χαρακτηρίζεται ως μη κανονική υπεργλυκαιμία εξαιτίας της έλλειψης ή της αντίστασης της ινσουλίνης, το οποίο συμβάλει στην ενδοθηλιακή κυτταρική δυσλειτουργία. Ο T2D προκαλεί ινσουλινοαντίσταση κάτι που ευθύνεται για την ενδοθηλιακή δυσλειτουργία (67).

Οι μηχανισμοί της ενδοθηλιακής δυσλειτουργίας δεν είναι απολύτως γνωστοί σε ασθενείς με T2D αλλά φαίνεται ότι εντοπίζονται διαταραχές στη λειτουργία των ενδοθηλιακών κυττάρων με κύρια δυσλειτουργία στη διαθεσιμότητα του μονοξειδίου του αζώτου (NO) και στο οξειδωτικό στρες (68). Η ορθή αγγειακή λειτουργία εξαρτάται από κατάλληλη, θεμελιώδη παραγωγή νιτρικού οξέος (NO) έτσι αυτό λειτουργεί σαν ένας ενδοθηλιακός αγγειοδιασταλτικός και αντιφλεγμονώδης παράγοντας σε άτομα με T2D (69).

Μη επεμβατικοί δείκτες της ενδοθηλιακής λειτουργίας όπως το «FMD» (70) αναδεικνύουν σοβαρές βλάβες σε ασθενείς με T2D συγκριτικά με υγιή άτομα. Η πρόληψη και η θεραπεία της ενδοθηλιακής δυσλειτουργίας θα μπορούσε πιθανόν να οδηγήσει στη μείωση των επιπλοκών του διαβήτη και του καρδιαγγειακού κινδύνου (71).

Οι παρεμβάσεις της άσκησης συμπεριλαμβανομένου της αερόβιας άσκησης και της άσκησης με αντίσταση μπορούν να βελτιώσουν την ενδοθηλιακή λειτουργία (72), διαμέσου μίας οξείας αύξησης της αιματικής ροής και «laminar shear stress» κατά τη διάρκεια μεμονωμένων περιόδων άσκησης. Είναι γνωστό ότι διαφορετικοί τρόποι άσκησης και εντάσεις τροποποιούν το «shear stress» ερέθισμα και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επηρεάζουν την ενδοθηλιακή λειτουργία (73).

4)Οξειδωτικό στρες

Η μελέτη (13) έδειξε πως καμία από τις δύο παρεμβάσεις (HIIT, MICT) δεν έχουν επίδραση στο οξειδωτικό στρες. Η HIIT φάνηκε παραταύτα ότι διατηρεί τη συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα 12 μήνες μετά το πρόγραμμα άσκησης σε σχέση με τη MICT. Σε μία άλλη μελέτη

(24) αντίθετα, η HIIT άσκηση βελτίωσε σημαντικά το οξειδωτικό στρες συγκριτικά με τη MICT άσκηση, ενώ φαίνεται να βελτιώνει το οξειδωτικό στρες μέσω αύξησης eNOS (27). Παρότι φαίνεται ότι η HIIT έχει κάποια θετική επίδραση στο οξειδωτικό στρες περισσότερες μελέτες χρειάζονται για να αναδείξουν τεκμηριωμένα την επίδραση των προγραμμάτων άσκησης.

Φαίνεται πως ούτε η υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση αλλά ούτε και η μέτριας έντασης άσκηση μπορούν να βελτιώσουν το οξειδωτικό στρες και τους δείκτες της φλεγμονής, το οποίο είναι σε αντίθεση με προηγούμενες μελέτες που ερεύνησαν τις αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες της άσκησης και της έντασής της (74,75). Σε πληθυσμό με διαβήτη τύπου 2 η άσκηση έχει ανακαλυφθεί ότι λειτουργεί σαν ένας αντιοξειδωτικός και αντιφλεγμονώδης προωθητής (76). Μελέτες έδειξαν τα ποικίλα πλεονεκτήματα της άσκησης όσον αφορά τους δείκτες φλεγμονής σε ασθενείς με διαβήτη τύπου 2, πιο συγκεκριμένα η άσκηση σχετίζεται με χαμηλούς φλεγμονώδεις παράγοντες (C-reactive protein, IL-6, TNF- α) και υψηλότερους αντιφλεγμονώδεις παράγοντες (adiponectin, IL-10) (75). Στη μελέτη (13) δεν παρατηρήθηκε καμία αλλαγή σε IL-6, TNF- α or IL-10.

Το οξειδωτικό στρες εμπλέκεται στην παθογένεια πολλών ασθενειών εξαιτίας μιας σημαντικής αύξησης των αντιδραστικών ειδών (77). Μια επιπλέον κυτταρική καταστροφή πρωτεϊνών, λιπιδίων και DNA διαταράσσουν την ομαλή κυτταρική λειτουργία (77). Η αυξημένη παραγωγή των αντιδραστικών βιοδεικτών σχετίζεται με τον T2D (78) και ακολούθως ο T2D σχετίζεται με το οξειδωτικό στρες και τη φλεγμονή (79). Η χρόνια προπόνηση έχει δείξει μείωση του οξειδωτικού στρες σε πολλούς πληθυσμούς (76) συμπεριλαμβανομένων των ατόμων που πάσχουν από T2D (80). Η φλεγμονή παίζει τεράστιο ρόλο στην παθογένεση του T2D και έχει κλινική συσχέτιση με το οξειδωτικό στρες (81). Άρα η πιθανή βελτίωση του οξειδωτικού στρες μέσω της άσκησης και πιθανότατα της διαλειμματικής άσκησης θα είχε σημαντική προγνωστική αξία για τους ασθενείς.

5. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Όσον αφορά τους περιορισμούς, δεν παρατηρήθηκε ομοιογένεια στο δείγμα των συμμετεχόντων καθώς υπήρξαν μελέτες που χρησιμοποίησαν μόνο γυναίκες ή μόνο άντρες. Αποκλείστηκαν οι μελέτες που δεν πληρούσαν τα κριτήρια ενός προγράμματος αποκατάστασης. Σε κάποιες από τις μελέτες υπήρξαν συμμετέχοντες που δεν ολοκλήρωσαν την παρέμβαση ως το τέλος, παρότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ασθενών συμμορφώθηκαν με τα προγράμματα άσκησης. Θα ήταν ιδανικό να έχουμε μεγαλύτερο δείγμα συμμετεχόντων για καλύτερη σύγκριση των αποτελεσμάτων στα δευτερεύοντα τελικά σημεία αλλά και μεγαλύτερο εύρος ηλικίας. Τέλος, μεταξύ των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση, υπήρξε ετερογένεια ως προς το είδος της (HIIT), (MICT) παρέμβασης και της ομάδας ελέγχου, καθώς και ως προς την ένταση των ασκήσεων.

6. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Προτείνεται περαιτέρω διερεύνηση των μορφών άσκησης που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση με μεγαλύτερο δείγμα, παρόμοια πρωτόκολλα άσκησης και χρήση κοινών μέτρων έκβασης, προκειμένου να μπορούν να διεξαχθούν συστηματικές ανασκοπήσεις και μεταanalύσεις για να έχουμε ένα συγκεντρωτικό αποτέλεσμα με μεγαλύτερη ακρίβεια, εγκυρότητα και ισχυρά αποδεικτικά στοιχεία. Οι μελλοντικές κλινικές μελέτες είναι απαραίτητο να δώσουν έμφαση στη διερεύνηση των θετικών επιδράσεων της υψηλής έντασης διαλειμματικής άσκησης στους σακχαροδιαβητικούς μέσω της σύγκρισης της και με άλλα είδη άσκησης πέραν της μέτριας έντασης συνεχούς άσκησης και της ομάδας ελέγχου. Είναι επίσης σημαντικό να διερευνηθεί πως τα ίδια πρωτόκολλα επιδρούν σε σακχαροδιαβητικούς και υγιή πληθυσμό και να τονιστούν οι διαφορές. Τέλος είναι πολύ σημαντική η περαιτέρω μελέτη του διαβήτη τύπου 1 καθώς ο πολύ μικρός αριθμός μελετών που βρέθηκαν κατά την αναζήτηση στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση ήταν και ο κύριος λόγος που δεν συμπεριλήφθηκαν.

7.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη συστηματική αυτή ανασκόπηση συμπεραίνεται ότι η υψηλής έντασης αερόβια διαλλειματική άσκηση αποτελεί μία σημαντική χρήσιμη θεραπευτική μέθοδος αντιμετώπισης των ασθενών με Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου II με σημαντικά στοιχεία υπεροχής από τη μέτριας έντασης αερόβια άσκηση.

Συγκεκριμένα:

1)το πρόγραμμα υψηλής έντασης αερόβιας διαλλειματικής άσκησης συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας των ασθενών με Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου II και σε βαθμό μεγαλύτερο από αυτό του προγράμματος μέτριας έντασης αερόβιας άσκησης.

2)το πρόγραμμα υψηλής έντασης αερόβιας διαλλειματικής άσκησης έχει θετικές επιδράσεις στο γλυκαιμικό και μεταβολικό προφίλ των ασθενών αυτών με τάση υπεροχής ως προς το πρόγραμμα μέτριας έντασης αερόβιας άσκησης.

3) το πρόγραμμα υψηλής έντασης αερόβιας διαλλειματικής άσκησης φαίνεται να επάγει σημαντική βελτίωση της ενδοθηλιακής λειτουργίας σε σχέση με τη μέτρια έντασης άσκηση

4)Και τα 2 προγράμματα άσκησης δεν διαφέρουν κι έχουν μικρή συμβολή στη ρύθμιση της ΑΠ και του λιπιδαιμικού προφίλ

5)Και τα 2 προγράμματα άσκησης δεν φαίνεται να έχουν ιδιαίτερη βελτίωση στο οξειδωτικό στρες (HIIT μικρή βελτίωση), χωρίς να έχουν σημαντικές διαφορές ως προς την επίδραση στο οξειδωτικό στρες με μικρό όμως αριθμό μελετών.

ABSTRACT

Aims: Exercise training plays a major role in prevention and treatment programs in patients with type 2 diabetes mellitus (T2D). The aim of this systematic review was to investigate the effectiveness of high intensity interval training (HIIT) compared with moderate intensity continuous training (MICT) or no training in patients T2D.

Methods: All randomized controlled clinical (RCT) trials that fulfilled prespecified criteria were obtained through a computerized search from several databases, such as PubMed and Cochrane Library. The search included all the articles published until December 2018. Methodological quality was assessed using the PEDro scale. The primary endpoint of the study was the exercise capacity and the secondary points were the glycemic and lipidemic profile, the endothelial function, the blood pressure and the oxidative stress.

Results: Sixteen RCTs met the inclusion and exclusion criteria set for the systematic review. HIIT was found to have greater increase in peak oxygen intake compared to MICT in the majority of the articles assessed. From the 12 trials, which assessed the exercise capacity, 7 trials have shown an improvement in exercise capacity. Seven trials improved significantly the glycemic profile after HIIT exercise. From the 4 trials which assessed the endothelium function, 3 trials improved the endothelium function after HIIT compared with MICT. Two trials improved the blood pressure after both interventions (HIIT, MICT), whereas 1 trial improved it after HIIT. No significant improvement was noted in blood lipid profile in HIIT compared to MICT. From the 3 trials which assessed the oxidative stress, it was resulted that HIIT intervention has some positive outcome in oxidative stress, whereas more research needs to discover further information about the effect of exercise programs.

Conclusions: We conclude that HIIT is an effective type of exercise in patients with T2D. HIIT improves more exercise capacity, with a trend to a greater improvement in endothelium function and glycemic profile compared with MICT.

Key Words: diabetes mellitus, high intensity interval training, moderate intensity continuous training, exercise.

ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ι. Ιωαννίδης, Κ. Μακρυλάκης, Η. Μυγδάλης, Ν. Παπάνας, Α. Σωτηρόπουλος. Κατευθυντήριες Οδηγίες για τη Διαχείριση του Διαβητικού Ασθενούς: Ελληνική Διαβητολογική Εταιρεία, 2018. σ.1.
2. Μυγδάλης Η. Στρατηγικές στον Σακχαρώδη Διαβήτη, Εκδόσεις Σελίδα, 2018. σ.19.
3. Harrison Εσωτερική Παθολογία: Συνοδό Εγχειρίδιο. 18η Έκδοση: Εκδόσεις Παρισιάνου, 2015. σ.972-973.
4. Παπαζαφειροπούλου Α.Κ, Παππάς Σ.Ι. Σακχαρώδης Διαβήτης και ποιότητα ζωής, Ελληνικά Διαβητολογικά Χρονικά, 2014. σ.77-78.
5. Sheri R. Colberg, Ronald J. Sigal, Jane. Dunstan et al. Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. Diabetes Care 2016; 39(11): 2065-2079.
6. Cano-Montoya J, Álvarez C, Martínez C, Salas A, Sade F, Ramírez-Campillo R. Cardiovascular recovery during intermittent exercise in highly-adherent participants with hypertension and type 2 diabetes mellitus, Revista Médica de Chile.2016; 144(9):1150–1158.
7. Cassidy S. , Thoma C. , Hallsworth K et al. High intensity intermittent exercise improves cardiac structure and function and reduces liver fat in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial, Diabetologia. 2016; 59(1):56–66
8. Yang Z, Scott CA, Mao C, Tang J, Farmer AJ. Resistance exercise versus aerobic exercise for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. Sports Med. 2014;44(4):487-499. doi:10.1007/s40279-013-0128-8
9. Ciara O’Hagan, Giuseppe De VitoColin A. G. Boreham, Exercise Prescription in the Treatment of Type 2 Diabetes Mellitus. Sports Medicine.2013;43(1):39-4.
10. Maher, C.G., Sherrington, C., Herbert, R.D., Moseley, A.M. & Elkins, M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. Phys Ther.2003;83(8):713-21.
11. PEDro, Physiotherapy Evidence Database. PEDro Scale. Available at: <https://www.pedro.org.au/english/downloads/pedro-scale/>.
12. Heart and Stroke foundation. Canadian Partnership for Stroke Recovery. PEDro Score. Available at: <https://www.stroking.ca/en/glossary/pedro-score/>.

13. Mallard, A. R., Hollekim-Strand, S. M., Coombes, J. S., & Ingul, C. B. Exercise intensity, redox homeostasis and inflammation in type 2 diabetes mellitus. *Journal of Science and Medicine in Sport*.2017;20(10):893–898.
14. Ruffino, J. S., Songsorn, P., Haggett, M. et al. A comparison of the health benefits of reduced-exertion high-intensity interval training (REHIT) and moderate-intensity walking in type 2 diabetes patients. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*.2017;42(2):202–208.
15. Maillard, F., Rousset, S., Pereira, B., Traore, A., de Pradel Del Amaze, P., Boirie, Y., Boisseau, N. High-intensity interval training reduces abdominal fat mass in postmenopausal women with type 2 diabetes. *Diabetes & Metabolism*.2016; 42(6):433–441.
16. Terada, T., Friesen, A., Chahal, B. S., Bell, G. J., McCargar, L. J., & Boulé, N. G. . Exploring the Variability in Acute Glycemic Responses to Exercise in Type 2 Diabetes. *Journal of Diabetes Research*. 2013:1–6.
17. Terada, T., Friesen, A., Chahal, B. S., Bell, G. J., McCargar, L. J., & Boulé, N. G. Feasibility and preliminary efficacy of high intensity interval training in type 2 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*.2013;99(2):120–129.
18. Karstoft, K., Winding, K., Knudsen, S. H., Nielsen, J. S., Thomsen, C., Pedersen, B. K., & Solomon, T. P. J. 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*.2013; 36(2): 228–236.
19. Ghardashi Afousi, A., Izadi, M. R., Rakhshan, K., Mafi, F., Biglari, S., & Gandomkar Bagheri, H. Improved brachial artery shear patterns and increased flow-mediated dilatation after low-volume high-intensity interval training in type 2 diabetes. *Experimental Physiology*.2018; 103(9):1264-1276.
20. Alvarez, C., Ramirez-Campillo, R., Martinez-Salazar, C., Mancilla, R., Flores-Opazo, M., Cano-Montoya, J., & Ciolac, E. Low-Volume High-Intensity Interval Training as a Therapy for Type 2 Diabetes. *International Journal of Sports Medicine*.2016; 37(09):723–729.
21. Bellia, A., Iellamo, F., De Carli, E., Andreadi, A., Padua, E., Lombardo, M., ... Lauro, D. Exercise individualized by TRIMPi method reduces arterial stiffness in early onset

- type 2 diabetic patients: A randomized controlled trial with aerobic interval training. *International Journal of Cardiology*.2017;248:314–319.
22. Winding, K. M., Munch, G. W., Iepsen, U. W., Van Hall, G., Pedersen, B. K., & Mortensen, S. P. 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*.2018;20(5):1131–1139.
23. Suryanegara, J., Cassidy, S., Ninkovic, V., Popovic, D., Grbovic, M., Okwose, N., Jakovljevic, D. G. High intensity interval training protects the heart during increased metabolic demand in patients with type 2 diabetes: a randomised controlled trial. *Acta Diabetologica*.2019; 56(3):321-329.
24. Mitranun, W., Deerochanawong, C., Tanaka, H., & Suksom, D. Continuous vs interval training on glycemic control and macro- and microvascular reactivity in type 2 diabetic patients. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*.2013;24(2):e69–e76.
25. Hollekim-Strand, S. M., Bjørgaas, M. R., Albrektsen, G., Tjønnhaug, A. E., Wisløff, U., & Ingul, C. B. High-Intensity Interval Exercise Effectively Improves Cardiac Function in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus and Diastolic Dysfunction. *Journal of the American College of Cardiology*.2014;64(16):1758–1760.
26. Hwang, C.-L., Lim, J., Yoo, J.-K., Kim, H.-K., Hwang, M.-H., Handberg, E. M., ... Christou, D. D. 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*.2019;116:46–53.
27. Mortensen, S. P., Winding, K. M., Iepsen, U. W., Munch, G. W., Marcussen, N., Hellsten, Y., Baum, O. The effect of two exercise modalities on skeletal muscle capillary ultrastructure in individuals with type 2 diabetes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*.2018;29(3):360-368.
28. Cassidy, S., Vaidya, V., Houghton, D., Zalewski, P., Seferovic, J. P., Hallsworth, K., Jakovljevic, D. G. Unsupervised high-intensity interval training improves glycaemic control but not cardiovascular autonomic function in type 2 diabetes patients: A randomised controlled trial. *Diabetes and Vascular Disease Research*.2018;16(1):69-76
29. Ross R, Blair SN, Arena R, Church TS, Despres JP, Franklin BA, et al. Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical

- Vital Sign :A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* .2016;134(24):e653-e99.
30. Sui X, La Monte MJ, Blair SN. Cardiorespiratory fitness as a predictor of nonfatal cardiovascular events in asymptomatic women and men. *Am J Epidemiol*.2007;165(12):1413-23.
 31. Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in health men and women : a meta-analysis .*JAMA*.2009;301(19):2024-35.
 32. Blair SN, Kohl HW 3rd, Paffenbarger RS Jr., Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. Physical fitness and all-cause mortality .A prospective study of healthy men and women. *JAMA* 1989;262(17):2395-401.
 33. Lee DC, Artero EG, Sui X, Blair SN. Mortality trends in the general population : the importance of cardiorespiratory fitness. *J Psychopharmacol*. 2010;24(4 Suppl):27-35.
 34. Stratton IM, Adler AI, Neil HA et al. Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): prospective observational study. *BMJ*.2000; 321:405–412.
 35. Leite S.A, Monk A.M, Upham P.A and Bergenstal R.M. Diabetology & Metabolic Syndrome: Low cardiorespiratory fitness in people at risk for type 2 diabetes: early marker for insulin resistance.2009;1(1):8
 36. Maurie J, Brun J-F, Jean E, Romain A-J, Mercier J. Comparison of SquareWave Endurance Exercise Test (SWEET) training and endurance training targeted at the level of maximal lipid oxidation in type 2 diabetics. *Sci Sports*. 2011;26:92–6
 37. Lanzi S, Codecasa F, Cornacchia M, Maestrini S, Capodaglio P, Brunani A, et al. Short-term HIIT and Fatmax training increase aerobic and metabolic fitness in men with class II and III obesity. *Obes*.2015;23:1987–94.
 38. Praet SF, van Loon LJ. Exercise therapy in type 2 diabetes. *Acta Diabetol*.2009;46:263–78.
 39. Bird SR, Hawley JA. Exercise and type 2 diabetes: new prescription for an old problem. *Maturitas*. 2012;72:311–6.
 40. Boutcher SH. High-intensity intermittent exercise and fat loss. *J Obes*. 2011;2011:868305.

41. Metcalfe, R. S., Babraj, J. A., Fawcner, S. G., & Volvaard, N. B. Towards the minimal amount of exercise for improving metabolic health: beneficial effects of reduced-exertion high-intensity interval training. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2012;112(7): 2767-2775.
42. Gillen, J. B., Martin, B. J., MacInnis, M. J., Skelly, L. E., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. Twelve Weeks of Sprint Interval Training Improves Indices of Cardiometabolic Health Similar to Traditional Endurance Training despite a Five-Fold Lower Exercise Volume and Time Commitment. *PLoS One.* 2016; 11(4), e0154075.
43. Gillen, J. B., Percival, M. E., Skelly, L. E., Martin, B. J., Tan, R. B., Tarnopolsky, M. A., et al. Three minutes of all-out intermittent exercise per week increases skeletal muscle oxidative capacity and improves cardiometabolic health. *PLoS One.* 2014;9(11):e111489.
44. Metcalfe, R. S., Tardif, N., Thompson, D., & Volvaard, N. B. J.. Changes in aerobic capacity and glycaemic control in response to reduced-exertion high-intensity interval training (REHIT) are not different between sedentary men and women. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 2017 ;41 (11): 1117-1123.
45. Kirwan JP, Solomon TP, Wojta DM, Staten MA, Holloszy JO. Effects of 7 days of exercise training on insulin sensitivity and responsiveness in type 2 diabetes mellitus. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2009;297(1):E151-6.
46. Frøsig C, Rose AJ, Treebak JT, Kiens B, Richter EA, Wojtaszewski JF. Effects of endurance exercise training on insulin signalling in human skeletal muscle Interactions at the level of PI3-K, Akt and AS160. *Diabetes.* 2007;56:2093–2102.
47. Christ-Roberts CY, Pratipanawatr T, Pratipanawatr W, Berria R, Belfort R, Kashyap S, Mandarino LJ. Exercise training increases glycogen synthase activity and GLUT4 expression but not insulin signaling in overweight non diabetic and type 2 diabetic subjects. *Metabolism.* 2004;53: 1233–1242.
48. Nojima H, Yoneda M, Watanabe H et al .Association between aerobic capacity and the improvement in glycemic control after the exercise training in type 2 diabetes. *Diabetol Metab Syndr.* 2017; 9:63.
49. Stratton IM, Adler AI, Neil HA et al (2000) Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): prospective observational study. *BMJ.* 2000; 321:405–412.

50. Woerle HJ, Neumann C, Zschau S et al .Impact of fasting and postprandial glycemia on overall glycemic control in type 2 diabetes Importance of postprandial glycemia to achieve target HbA1c levels. *Diabetes Res Clin Pract* .2007;77:280–285.
51. Boniol M, Dragomir M. Physical activity and change in fasting glucose and HbA1c: a quantitative meta-analysis. *Acta Diabetol*.2017;54(11):983-991
52. Grace A, Chan E, Giallauria F et al. Clinical outcomes and glycaemic responses to different aerobic exercise training intensities in type II diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc Diabetol*.2017; 16:37.
53. Colberg SR, Albright AL, Blissmer BJ, et al. Exercise and type 2 diabetes: American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Exercise and type 2 diabetes*. *Med Sci Sports Exerc*. 2010; 42: 2282–2303.
54. Montero D, Walther G, Benamo E, et al. Effects of exercise training on arterial function in type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2013; 43: 1191–1199.
55. Zheng C and Liu Z. Vascular function, insulin action, and exercise: an intricate interplay. *Trends Endocrinol Metab*. 2015; 26: 297–304.
56. Richter EA and Hargreaves M. Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiol Rev*. 2013; 93: 993– 1017.
57. Safar ME, Thomas F, Blacher J, et al. Metabolic syndrome and age-related progression of aortic stiffness. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47:72–75
58. Riggio S, Mandraffino G, Sardo MA, et al. Pulse wave velocity and augmentation index, but not intima-media thickness, are early indicators of vascular damage in hypercholesterolemic children. *Eur J Clin Invest*.2010; 40:250–257.
59. Madden KM, Lockhart C, Cuff D et al. Short-term aerobic exercise reduces arterial stiffness in older adults with Type 2 diabetes, hypertension, and hypercholesterolemia. *Diabetes Care*. 2009; 32:1531–1535.
60. Tagle R., Acevedo M. Hypertension Therapeutic Objectives: Blood Pressure goals in special subgroups of hypertensive patients. *Rev. Méd. Clín. Las Condes*. 2018;29:21–32.

61. Alvarez.C.,Ramirez-Campillo.R.,Martinez-Salazar.C.,Castillo.A.,Gallardo.F.,Gomez Ciolac.E.High-Intensity Interval Training as a Tool for Counteracting Dyslipidemia in Women. *Int J Sports Med.* 2018 May; 39(5):397-406.
62. Klausen K, Andersen LB, Pelle I. Adaptive changes in work capacity, skeletal muscle capillarization and enzyme levels during training and detraining. *Acta Physiologica Scandinavica.*1981;113(1):9 -16.
63. Gliemann L, Buess R, Nyberg M, et al. Capillary growth, ultrastructure remodelling and exercise training in skeletal muscle of essential hypertensive patients. *Acta Physiologica.* 2015;214(2):210 -220
64. Little JP, Gillen JB, Percival ME, et al. Low -volume high -intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *Journal of Applied Physiology.* 2011;111(6):1554-1560.
65. Goligorsky MS. Endothelial cell dysfunction: can't live with it, how to live without it. *American Journal of Physiology.* 2005;288(5):F871–F880.
66. Deanfield J, Donald A, Ferri C, et al. Endothelial function and dysfunction. Part I: methodological issues for assessment in the different vascular beds: a statement by the working group on endothelin and endothelial factors of the European society of hypertension. *Journal of Hypertension.* 2005;23(1):7–17.
67. Li H, Isomaa B, Taskinen MR, Groop L, Tuomi T. Consequences of a family history of type 1 and type 2 diabetes on the phenotype of patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2000;23(5):589–594.
68. Rojas, M.; Lemtalsi, T.; Toque, H.A.; Xu, Z.; Fulton, D.; Caldwell, R.W.; Caldwell, R.B. NOX2-Induced Activation of Arginase and Diabetes-Induced Retinal Endothelial Cell Senescence. *Antioxidants* 2017; 6: 43.
69. Shi Y., Vanhoutte P.M. Macro- and microvascular endothelial dysfunction in diabetes. *J. Diabetes.* 2017;9:434–449.
70. Hartley CJ, Tanaka H. Assessment of macro- and micro-vascular function and reactivity. In: Naghavi M, ed. *Asymptomatic atherosclerosis: pathophysiology, detection, and treatment.* New York: Humana Press, 2010: 265–275.
71. Endermann DH, Schiffrin EL. Endothelial dysfunction. *J Am Soc Nephrol* 2004; 15: 1983–1992.

72. Schjerve IE, Tyldum GA, Tjønnna AE, Stølen T, Loennechen JP, Hansen HE, Haram PM, Heinrich G, Bye A, Najjar SM. Both aerobic endurance and strength training programmes improve cardiovascular health in obese adults. *Clin Sci.*2008;115: 283–293.
73. Tinken TM, Thijssen DH, Hopkins N, Dawson EA, Cable NT, Green DJ. Shear stress mediates endothelial adaptations to exercise training in humans. *Hypertension.*2010; 55: 312–318.
74. Bogdanis, G.C., P. Stavrinou, I.G. Fatouros, et al., Short-term high-intensity interval exercise training attenuates oxidative stress responses and improves antioxidant status in healthy humans. *Food Chem Toxicol.*2013;61:171-7.
75. de Lemos, E.T., J. Oliveira, J.P. Pinheiro, et al., Regular physical exercise as a strategy to improve antioxidant and anti-inflammatory status: benefits in type 2 diabetes mellitus. *Oxid Med Cell Longev.* 2012;2012:741545.
76. Teixeira de Lemos, E., R. Pinto, J. Oliveira, et al., Differential effects of acute (extenuating) and chronic (training) exercise on inflammation and oxidative stress status in an animal model of type 2 diabetes mellitus. *Mediators Inflamm.*2011;2011:253061.
77. Valko, M., D. Leibfritz, J. Moncol, et al., Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol.*2007; 39(1): 44-84.
78. Evans, J.L., I.D. Goldfine, B.A. Maddux, et al., Oxidative stress and stress-activated signaling pathways: a unifying hypothesis of type 2 diabetes. *Endocrine reviews.* 2002; 23(5): 599- 622.
79. Wright, E., J.L. Scism-Bacon, and L.C. Glass, Oxidative stress in type 2 diabetes: the role of fasting and postprandial glycaemia. *Int J Clin Prac.* 2006;60(3): 308-314.

80. Krause, M., J. Rodrigues-Krause, C. O'Hagan, et al., The effects of aerobic exercise training at two different intensities in obesity and type 2 diabetes: implications for oxidative stress, lowgrade inflammation and nitric oxide production. *Eur J Appl Physiol.* 2014; 114(2): 251-60
81. Tucker, P.S., A.T. Scanlan, and V.J. Dalbo, Chronic kidney disease influences multiple systems: Describing the relationship between oxidative stress, inflammation, kidney damage, and concomitant disease. *Oxid Med Cell Longev.* 2015; (88-93) : 806358.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1B. Επεξήγηση των κριτηρίων της κλίμακας PEDro		
ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΟΡΙΣΜΟΣ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
Κριτήριο1	Κριτήρια επιλεξιμότητας	Τα κριτήρια επιλεξιμότητας πληρούνται εάν στη μελέτη αναφέρεται από που επιλέχθηκαν οι συμμετέχοντες που έλαβαν μέρος στη μελέτη και ένας κατάλογος κριτηρίων που χρησιμοποιούνται για να προσδιοριστεί ποιος ήταν κατάλληλος να συμμετάσχει στη μελέτη.
Κριτήριο2	Τυχαιοποιημένη κατανομή	Μια μελέτη θεωρείται ότι έχει χρησιμοποιήσει τυχαιοποιημένη κατανομή εάν στη μελέτη καταγράφεται από τους συγγραφείς ότι η κατανομή ήταν τυχαία. Η ακριβής μέθοδος της τυχαιοποίησης δε χρειάζεται να προσδιοριστεί. Διαδικασίες όπως η ρίψη νομίσματος και η κύλιση ζαριών πρέπει να θεωρούνται τυχαίες. Διαδικασίες ψευδο-τυχαιοποιημένης κατανομής όπως κατανομή από τον αριθμό εγγραφής σε νοσοκομείο ή ημερομηνία γέννησης ή εναλλαγή, δεν ικανοποιούν αυτό το κριτήριο.
Κριτήριο3	Κρυφή κατανομή	Κρυφή κατανομή σημαίνει ότι ο ερευνητής που καθόρισε εάν ένα άτομο ήταν επιλέξιμο για ένταξη στη μελέτη, αγνοούσε όταν λήφθηκε η απόφαση σχετικά με το από ποια ομάδα θα κατανεμηθεί το άτομο. Ένας βαθμός απονέμεται για αυτό το κριτήριο, ακόμα και εάν δεν δηλώνεται ότι η κατανομή ήταν κρυφή, όταν η αναφορά δηλώνει ότι η κατανομή έγινε με σφραγισμένους αδιαφανείς φακέλους ή ότι η κατανομή έφερε σε επαφή τον κάτοχο του προγράμματος κατανομής, ο οποίος βρισκόταν εκτός.
Κριτήριο4	Ομοιογένεια δείγματος	Ομοιογένεια δείγματος σημαίνει ότι οι ομάδες ήταν παρόμοιες κατά την έναρξη σε σχέση με τους σημαντικότερους προγνωστικούς δείκτες. Στις μελέτες θεραπευτικών παρεμβάσεων θα πρέπει να περιγράφεται τουλάχιστον ένα μέτρο της σοβαρότητας της πάθησης που αντιμετωπίζεται και τουλάχιστον ένα (διαφορετικό) βασικό μέτρο έκβασης κατά την έναρξη. Ο βαθμολογητής θα πρέπει να είναι σίγουρος ότι τα αποτελέσματα των ομάδων δεν αναμένεται να διαφέρουν με βάση τις βασικές διαφορές, μόνο στις προγνωστικές μεταβλητές, από ένα κλινικά σημαντικό ποσό.
Κριτήριο5-	Κρυφοί	Αυτό σημαίνει ότι τα άτομα (συμμετέχοντες ,θεραπευτές, αξιολογητές) δε γνώριζαν σε ποια ομάδα έχει

7	συμμετέχοντες ,θεραπευτές και αξιολογητές	ανατεθεί κάθε συμμετέχοντα. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες και οι θεραπευτές θεωρούνται τυφλοί μόνο όταν αναμένεται ότι δε θα ήταν σε θέση να κάνουν διάκριση μεταξύ των θεραπειών που εφαρμόστηκαν στις διάφορες ομάδες. Στις μελέτες στις οποίες τα κύρια αποτελέσματα αυτό-αναφέρονται (πχ ημερολόγιο πόνου, οπτική αναλογική κλίμακα), ο αξιολογητής θεωρείται τυφλός εάν το άτομο ήταν τυφλό.
Κριτήριο5	Κρυφοί συμμετέχοντες	Με το κριτήριο «κρυφοί συμμετέχοντες» δηλώνεται ότι τα άτομα δε μπορούσαν να διακρίνουν εάν είχαν ή δεν είχαν λάβει θεραπεία. Όταν οι συμμετέχοντες είναι κρυφοί, ο αναγνώστης μπορεί να είναι πεπεισμένος ότι η εμφανής επίδραση της θεραπείας δεν οφείλεται στο φαινόμενο placebo.
Κριτήριο6	Κρυφοί θεραπευτές	Αυτό το κριτήριο δηλώνει ότι ο θεραπευτής δε γνώριζε σε ποια ομάδα είχε ανατεθεί ο συμμετέχοντα. Οι συμμετέχοντες και οι θεραπευτές θεωρούνται κρυφοί, μόνο εάν αναμένεται ότι δε θα ήταν σε θέση να κάνουν διάκριση μεταξύ των θεραπειών που εφαρμόστηκαν σε διαφορετικές ομάδες. Όταν οι θεραπευτές είναι κρυφοί, ο αναγνώστης μπορεί να είναι σίγουρος ότι η εμφανής επίδραση της θεραπείας δεν οφείλεται στον ενθουσιασμό των θεραπευτών ή στην έλλειψη ενθουσιασμού για τις συνθήκες θεραπείας ή ελέγχου.
Κριτήριο7	Κρυφοί αξιολογητές	Αυτό σημαίνει ότι ο αναγνώστης είναι σίγουρος ότι η επίδραση της θεραπείας δεν οφείλεται στις μεροληψίες των αξιολογητών που επηρεάζουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων.
Κριτήριο8	Επαναξιολόγηση	Το κριτήριο αυτό ικανοποιείται μόνο εάν στο κείμενο αναφέρονται ρητά ο αριθμός των ατόμων που αρχικά κατανεμήθηκαν σε ομάδες και ο αριθμός των ατόμων από τα οποία λήφθηκε το κύριο αποτέλεσμα των μετρήσεων. Σε δοκιμές στις οποίες τα αποτελέσματα μετριοούνται σε διάφορα χρονικά σημεία, ένα βασικό αποτέλεσμα πρέπει να έχει μετρηθεί σε περισσότερο από το 85% των ατόμων σε ένα από αυτά τα χρονικά σημεία.
Κριτήριο9	Πρόθεση για θεραπεία	Μια ανάλυση «intention to treat» σημαίνει ότι εάν οι συμμετέχοντες δεν λάμβαναν θεραπεία όπως κατανεμήθηκαν και εάν οι μετρήσεις των αποτελεσμάτων ήταν διαθέσιμες, η ανάλυση εκτελέστηκε όπως εάν οι συμμετέχοντες λάμβαναν θεραπεία στην οποία ήταν κατανεμημένοι. Το κριτήριο αυτό ικανοποιείται ακόμα και όταν δεν υπάρχει αναφορά στην ανάλυση με πρόθεση να αντιμετωπιστεί εάν στην έκθεση αναφέρεται ρητά ότι όλα τα άτομα έχουν λάβει θεραπευτικές ή ελεγχόμενες συνθήκες που τους έχουν διατεθεί.

Κριτήριο10	Σύγκριση μεταξύ των ομάδων	Μια στατιστική σύγκριση μεταξύ των ομάδων περιλαμβάνει στατιστική σύγκριση της μιας ομάδας με την άλλη. Ανάλογα με τον σχεδιασμό της μελέτης, αυτό μπορεί να συνεπάγεται σύγκριση δυο ή περισσότερων θεραπειών ή σύγκριση της θεραπείας με μια κατάσταση ελέγχου. Η ανάλυση μπορεί να είναι μια απλή σύγκριση του αποτελέσματος που μετρήθηκε μετά τη χορήγηση της θεραπείας ή μια σύγκριση της αλλαγής μιας ομάδας σε σχέση με την άλλη. Η σύγκριση μπορεί να είναι υπό τη μορφή δοκιμής υπόθεσης ή υπό τη μορφή της εκτίμησης και του διαστήματος εμπιστοσύνης.
Κριτήριο11	Μετρήσεις σημείου μεταβλητότητας	Ένα σημείο μέτρησης είναι ένα μέτρο του μεγέθους του αποτελέσματος της θεραπείας. Το αποτέλεσμα της θεραπείας μπορεί να περιγραφεί ως μια διαφορά στα αποτελέσματα της ομάδας ή ως το αποτέλεσμα σε όλες τις ομάδες. Οι μετρήσεις μεταβλητότητας περιλαμβάνουν τις τυπικές αποκλίσεις, τα τυπικά σφάλματα, τα διαστήματα εμπιστοσύνης, τα διατεταρτημοριακά εύρη (ή άλλα ποσοτικά εύρη) και τις κλίμακες. Τα σημεία μέτρησης και/ή οι μετρήσεις μεταβλητότητας μπορούν να παρέχονται γραφικά εφ' όσον είναι σαφές τι είναι το γράφημα. Όπου τα αποτελέσματα είναι κατηγορηματικά, το κριτήριο αυτό θεωρείται ότι πληρείται εάν ο αριθμός των ατόμων σε κάθε κατηγορία δίνεται για κάθε ομάδα.