



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Τμήμα Διαιτολογίας και Διατροφολογίας



ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Επίδραση της μεταγευματικής άσκησης στις μεταβολικές
αποκρίσεις ατόμων με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2**

**Effects of postprandial exercise on metabolic responses in patients
with type 2 diabetes mellitus**

Επιμέλεια: Παπαθεμιστοκλέους Φίλιππος 3520002

Ντεμάι Κλαούντιο 3520109

Επιβλέπων Καθηγητής: Γεωργακούλη Καλλιόπη, Επίκουρη Καθηγήτρια

Τρίκαλα, 2025

Ευχαριστίες:

Με την ολοκλήρωση της παρούσας βιβλιογραφικής εργασίας, θα θέλαμε να εκφράσουμε τις πιο ειλικρινές μας ευχαριστίες σε όλους όσους μας στήριξαν και βοήθησαν κατά την διάρκεια αυτής της πολύ σημαντικής διαδρομής. Η παρούσα εργασία δεν θα ήταν δυνατόν να ολοκληρωθεί χωρίς τη βοήθεια και καθοδήγηση των ανθρώπων που ήταν γύρο μας. Αρχικά θέλουμε να εκφράσουμε της θερμότερες ευχαριστίες στην επιβλέπουσα καθηγήτρια μας, Γεωργακούλη Καλλιόπη, για την πολύτιμη καθοδήγηση, τη διαρκή υποστήριξη και τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις της καθ' όλη τη διάρκεια της παρούσας εργασίας. Ευχαριστούμε επίσης όλους τους καθηγητές του Τμήματος Διαιτολογίας και Διατροφολογίας, οι οποίοι μας μεταλαμπάδευσαν όχι μόνο επιστημονικές γνώσεις αλλά και τα εφόδια για να προχωρήσουμε με αυτοπεποίθηση στον τομέα μας. Η διαρκής ενθάρρυνση και η στήριξη τους αποτελούν τη βάση της εκπαιδευτικής μας πορείας και της επαγγελματικής μας εξέλιξης. Η συνεισφορά τους είναι ανεκτίμητη και τους ευχαριστούμε για όλα όσα μας πρόσφεραν κατά την διάρκεια των σπουδών μας. Θα θέλαμε ακόμα να εκφράσουμε την ευγνωμοσύνη μας στις οικογένειες μας, για την άμεση στήριξη, την κατανόηση και την υπομονή που επέδειξαν σε κάθε μας βήμα. Η παρουσία και η ενθάρρυνση τους υπήρξαν καθοριστικές για την ολοκλήρωση των σπουδών μας. Οι καθημερινές θυσίες των οικογενειών μας, μας έδωσαν δύναμη, κουράγιο, ακόμα και στις πιο δύσκολες στιγμές μας. Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους φίλους και τους συμφοιτητές μας για τη συντροφιά, οι ατελείωτες συζητήσεις, οι ιδέες που ανταλλάξαμε αλλά και την αλληλοβοήθεια που προσφέραμε ο ένας στον άλλον καθ' όλη τη διάρκεια των φοιτητικών μας χρόνων, υπήρξαν καθοριστικές για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Για όλους αυτούς λοιπόν, το μόνο που μπορούμε να πούμε είναι ένα μεγάλο ευχαριστώ.

Πίνακας περιεχομένων:

Ευχαριστίες:.....	3
Κατάλογος πινάκων:.....	5
Περίληψη:.....	6
Abstract:	6
Εισαγωγή:	7
Σκοπός:	8
Μεθοδολογία:	8
Κύριο μέρος:.....	9
Πίνακας 1.1: Άσκηση με αντιστάσεις (ST)	9
Πίνακας 2.1: Αερόβια άσκηση (AERO).....	10
Πίνακας 3.1: Συνδυαστική άσκηση	13
Αποτελέσματα:	15
Συζήτηση Αποτελεσμάτων:.....	16
Συμπέρασμα:	19
Προτάσεις:	20
Παράτημα Α:	21
Πίνακας 1.2: Άσκηση με αντιστάσεις (ST)	21
Πίνακας 2.2: Αερόβια άσκηση (AERO).....	22
Πίνακας 3.2: Συνδυαστική άσκηση	24
Βιβλιογραφία:	26

Κατάλογος πινάκων:

Πίνακας 1.1: Άσκηση με αντιστάσεις (ST).....	9
Πίνακας 2.1: Αερόβια άσκηση (AERO).....	10
Πίνακας 3.1: Συνδυαστική άσκηση.....	13
Πίνακας 1.2: Άσκηση με αντιστάσεις (ST).....	21
Πίνακας 2.2: Αερόβια άσκηση (AERO).....	22
Πίνακας 3.2: Συνδυαστική άσκηση.....	24

Περίληψη:

Η παρούσα πτυχιακή εργασία διερευνά την επίδραση της μεταγευματικής άσκησης στις μεταβολικές αποκρίσεις ατόμων με ΣΔΤ2, δίνοντας κυρίως έμφαση στη ρύθμιση της μεταγευματικής γλυκόζης, της ευαισθησίας στην ινσουλίνη και των λιπιδίων. Η άσκηση θεωρείται ως των πιο βασικό όπλο για αντιμετώπιση αλλά και πρόληψη ενάντια στο ΣΔΤ2, καθώς βοηθά σημαντικά στη μείωση της υπεργλυκαιμίας αλλά και των μεταβολικών επιπλοκών. Η μεθοδολογία της παρούσας πτυχιακής εργασίας βασίστηκε σε συστηματική ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας από το 2012 μέχρι το 2025 οι οποίες αναζητήθηκαν απο βάσης δεδομένων όπως το Pub Med και το Google Scholar, επιλέγοντας μελέτες μόνο με ασθενείς με ΣΔΤ2. Οι μελέτες που επιλέχθηκαν περιλάμβαναν τυποποιημένα γεύματα, άσκηση αμέσως μετά το γεύμα ή σε σύντομο χρονικό διάστημα μετά το γεύμα. Συνολικά εξετάστηκαν 24 μελέτες με διαφορετικού είδους άσκησης όπως αερόβια άσκηση, άσκηση με αντίσταση και συνδυαστική άσκηση. Τα αποτελέσματα παρουσιάζουν πως η άσκηση, όταν εκτελείται μετά από γεύμα βελτιώνει σημαντικά την γλυκαιμική απόκριση. Η ST άσκηση παρουσίασε θετική επίδραση άμεσα σχετική με την μείωση της μεταγευματικής γλυκόζης, ενώ η αερόβια άσκηση συγκεκριμένα το περπάτημα οδήγησε σε μείωση των επιπέδων σακχάρου μετά το γεύμα. Ο συνδυασμός αερόβιας άσκησης και άσκηση αντιστάσεων παρουσίασε καλύτερα αποτελέσματα, μειώνοντας τη γλυκαιμική διακύμανση και την HbA1c. Συμπερασματικά, η μεταγευματική άσκηση είναι το πιο ασφαλές εργαλείο για την ρύθμιση του μεταβολισμού σε άτομα με ΣΔΤ2 και θα μπορούσε να ενταχτεί ως μέρος της συνολικής αντιμετώπισης του ΣΔΤ2.

Abstract:

The present thesis investigates the effect of postprandial exercise on the metabolic responses of individuals with T2DM, mainly focusing on the regulation of postprandial glucose, insulin sensitivity, and lipids. Exercise is considered one of the most fundamental tools for combating and preventing T2DM, as it significantly helps reduce hyperglycemia as well as metabolic complications. The methodology of the present thesis was based on a systematic review of the international literature from 2012 to 2025, which was searched from database such as PubMed, Google Scholar, selecting studies only with patients with T2DM. The selected studies included standardized meals, exercises immediately after the meal or within a short time after the meal. In total, 24 studies were examined with different types of exercise such as aerobic, resistance exercise and combined exercise. The results show those exercise, when performed after meal, significantly improves the glycemic response. Resistance exercise showed a positive effect directly related to the reduction of postprandial glucose, while aerobic exercise, specifically walking, led to a reduction in glucose levels after the meal. The combination of aerobic exercise and resistance exercise showed better results, reducing glycemic variability and HbA1c. In conclusion, postprandial exercise is the safest tool for regulating metabolism in individuals with T2DM and could be integrated as part of the overall management of T2DM.

Εισαγωγή:

Στις μέρες ο Σακχαρώδης Διαβήτης (ΣΔ) αποτελεί μια χρόνια μεταβολική νόσος, η οποία έχει αυξηθεί ραγδαία στον γενικό πληθυσμό και αποτελεί πλέον σοβαρό πρόβλημα δημόσιας υγείας (IDF, 2021). Ο ΣΔ χαρακτηρίζεται από υπεργλυκαιμία λόγω αντίστασης στην ινσουλίνη και/ή ανεπαρκής έκκριση ινσουλίνης ή στην δράση της ή ακόμα και ο συνδυασμό των παραπάνω. Η χρόνια υπεργλυκαιμία στον ΣΔ μπορεί να προκαλέσει χρόνια προβλήματα, δυσλειτουργίες και ανεπάρκειες κάποιων οργάνων τα οποία συνήθως είναι οι οφθαλμοί, τα νεφρά, τα νεύρα, τα αγγεία, και η καρδιά (ADA, 2022). Ο κύριος παθογενετικός μηχανισμός που συμβάλλει στην ανάπτυξη του ΣΔ είναι η αυτοάνοση καταστροφή το Β-κυττάρων του παγκρέατος με αποτέλεσμα να εμφανιστεί ινσουλinoανεπάρκεια η οποία μέσω διαταραχών μπορεί να οδηγήσει σε ινσουλinoαντίσταση (ADA, 2022). Μέσω της ανεπαρκής δράσης ή την ελάχιστη έκκριση ινσουλίνης στους ιστούς στόχους εμφανίζονται διαταραχές στον μεταβολισμό των υδατανθράκων, των πρωτεϊνών και του λίπους.

Βραχυπρόθεσμες επιπλοκές στον ΣΔ αποτελούν η πολυδιψία, πολουρία, η πολυφαγία, η απώλεια βάρους και η θολή όραση. Βέβαια μπορεί να δημιουργηθούν αναπτυξιακές διαταραχές, ευαισθησία σε συγκεκριμένες λοιμώξεις μαζί με την ύπαρξη χρόνιας υπεργλυκαιμίας. Μακροχρόνιες επιπλοκές του ΣΔ αποτελεί η αμφιβληστροειδοπάθεια, η νεφροπάθεια και η περιφερική νευροπάθεια. Ο ΣΔ διαχωρίζεται σε τέσσερις τύπους η οποίοι είναι ο ΣΔ τύπου 1 όπου υπάρχει καταστροφή των Β κυττάρων και οδηγείται σε πλήρη ανεπάρκεια ινσουλίνης, ο ΣΔ τύπου 2 (ΣΔΤ2) ο οποίος χαρακτηρίζεται από ινσουλinoαντίσταση είτε από ανεπάρκεια ινσουλίνης είτε από διαταραχή έκκρισης της, από ειδικούς τύπους διαβήτη και τον σακχαρώδη διαβήτη κύησης (ADA, 2022).

Ο διαβήτης τύπου 2 αποτελεί περίπου το 90-95% όλων των περιπτώσεων ΣΔ (WHO, 2021). Σύμφωνα με το παγκόσμιο οργανισμό υγείας ο αριθμός των ενηλίκων με ΣΔΤ 2 εκτιμάτε άνω των 422 εκ. το 2021 όπου η επίπτωση του να ανέρχεται σε 9% στους άντρες και 7,9% στις γυναίκες στον παγκόσμιο πληθυσμό (WHO, 2021). Ο κίνδυνος εμφάνισης ΣΔΤ 2 μπορεί να αυξηθεί με την πρόοδο της ηλικίας, την παχυσαρκία και την έλλειψη φυσικής δραστηριότητας.

Η μεταγευματική γλυκαιμία είναι το επίπεδο σακχάρου στο αίμα το οποίο προκύπτει μετά τη κατανάλωση φαγητού. Η μεταγευματική γλυκαιμία έχει πολύ σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της ισορροπίας και της ενέργειας στον οργανισμό (Aurora et al., 2021). Όταν τα επίπεδα γλυκόζης ανεβαίνουν υπερβολικά ή για μεγάλο χρονικό διάστημα παραμένουν υψηλή τότε αυξάνεται η πιθανότητα να προκληθούν βλάβες στα αιμοφόρα αγγεία μέσω μηχανισμών που σχετίζονται με το οξειδωτικό στρες και τη φλεγμονή (Aurora et al., 2021). Αυτό είναι αρκετά σημαντικό για άτομα με ΣΔΤ2, καθώς η παρατεταμένη αυξημένη μεταγευματική γλυκαιμία σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο καρδιαγγειακών και άλλων επιπλοκών. Η ρύθμιση της γλυκόζης μετά το φαγητό υλοποιείται με τη συνεργασία διαφόρων ορμονών όπως είναι η ινσουλίνη και η γλυκαγόνη, που μειώνουν αποτελεσματικά τη γλυκόζη στο αίμα. Σε άτομα με ΣΔΤ2 η συγκεκριμένη διαδικασία, δυσλειτουργεί λόγω αντίστασης στην ινσουλίνη ή και μειωμένης έκκρισης της ινσουλίνης.

Η σωματική άσκηση αποτελεί έναν αρκετά σημαντικό παράγοντα για την πρόληψη και διαχείριση του ΣΔΤ2. Στα άτομα με ΣΔΤ2 η άσκηση συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη και στην ρύθμιση του σακχάρου (Colberg et al., 2016), καθώς η σωματική άσκηση βοηθά στη μεταφορά της γλυκόζης στους μυς ανεξάρτητα από την ινσουλίνη, μειώνοντας αποτελεσματικά την ώρα αιχμής της γλυκόζης μετά το γεύμα με αποτέλεσμα να προστατεύει το άτομο από τις επιπλοκές του ΣΔΤ2. Μέσο αυτών των μηχανισμών, δίνεται η δυνατότητα να σχεδιαστούν καλύτερες παρεμβάσεις για την διαχείριση και την πρόληψη των επιπλοκών του ΣΔΤ2. Επίσης φαίνεται πως διάφορες μορφές άσκησης όπως η αερόβια άσκηση (AERO), η άσκηση με αντίστασης (ST), αλλά και ο συνδυασμός τους συνεισφέρουν θετικά στην διαχείριση του ΣΔΤ2 (Holzer et al., 2022).

Σκοπός:

Σκοπός της παρούσας βιβλιογραφικής εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης της μεταγευματικής άσκησης στις μεταβολικές αποκρίσεις ατόμων με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 (ΣΔΤ2). Συγκεκριμένα ο στόχος της εργασίας είναι η ανάλυση της επιστημονικής βιβλιογραφίας που υπάρχει σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο η σωματική άσκηση επηρεάζει βασικούς μεταβολικούς δείκτες (επίπεδα γλυκόζης αίματος, ευαισθησία στην ινσουλίνη και επίπεδα λιπιδίων) όταν αυτή πραγματοποιείται σύντομα ή αμέσως μετά την κατανάλωση γεύματος. Επίσης απώτερος σκοπός είναι η ανάδειξη των ενδεχομένων θεραπευτικών εφαρμογών μέσω της μεταγευματικής άσκησης και η σύγκριση των τύπων ασκήσεων αλλά και των εντάσεων τους.

Μεθοδολογία:

- Λέξεις κλειδιά: nutrition, type 2 diabetes, glycemic control, postprandial exercise, adults.
- Φίλτρα: Οι μελέτες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν κλινικές δοκιμές, συστηματικές και τυχαιοποιημένες δοκιμές. Αυτές είχαν εφαρμοστεί μόνο σε ανθρώπους και όχι σε πειραματόζωα ή παιδιά. Οι μελέτες αυτές δημοσιεύτηκαν από το 2012 έως και το 2025.
- Αριθμός μελετών που ανακτήθηκαν: Στην πρώτη αναζήτηση στο pub med εμφανίστηκαν 55 μελέτες από τις οποίες οι περισσότερες μιλούσαν για τον διαβήτη και για τη διατροφή αλλά όχι και για την άσκηση. Σε επόμενες αναζητήσεις στο google scholar εμφανιστήκαν 70 μελέτες. Έτσι συνολικά καταλήξαμε να επιλέξουμε 28 έρευνες (24 μελέτες ήταν για πίνακες) που ήταν σχετικές με το θέμα της παρούσας εργασίας πράγμα που δείχνει πως η βιβλιογραφία για το παρόν θέμα αυτό είναι αρκετά περιορισμένη.
- Τύποι ερευνών που ζητήθηκαν: Οι μηχανές αναζήτησης που βοήθησαν να βρεθεί η απαραίτητη βιβλιογραφία ήταν το pub med και το google scholar. Από το pub med ανακτήθηκαν έρευνες που χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή αποτελεσμάτων και δημιουργία πινάκων ενώ από το google scholar μελέτες οι οποίες βοήθησαν στο

γενικό μέρος της παρούσας εργασίας (π.χ. εισαγωγή). Οι τύποι ερευνών που αναζητήθηκαν ήταν η συστηματική ανασκόπηση, η τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή, κλινικές δοκιμές και μετά αναλύσεις.

- Κριτήρια εισαγωγής και αποκλεισμού (inclusion and exclusion criteria): Οι μελέτες που συμπεριλήφθησαν περιείχαν άτομα με μειωμένη φυσική δραστηριότητα, ύπαρξη σακχαρώδους διαβήτη τύπου 2 και κατανάλωναν τυποποιημένο γεύμα το οποίο χορηγούνταν από τις δοκιμές στους ασθενείς. Από τις έρευνες που βρέθηκαν αποκλείστηκαν άτομα που είχαν καρδιαγγειακά, νεφρικά προβλήματα καθώς και άλλες επιπλοκές που προκαλεί ο ΣΔΤ2. Ακόμη αποκλείστηκαν μελέτες που συμμετείχαν πειραματόζωα, παιδιά και έφηβοι.

Κύριο μέρος:

Πίνακας 1.1: Άσκηση με αντιστάσεις (ST)

Μελέτη	Συμμετέχοντες	Πειραματικός σχεδιασμός	Διατροφική παρέμβαση	Αποτελέσματα	Σχόλια
Heden et al., 2015	-Παχύσαρκοι (n=13; 5 άντρες και 8 γυναίκες).	-Τυχαιοποιημένη 3 διαφορετικές δοκιμές με τυχαία σειρά μέσα σε 3 μέρες. 1 ^η δοκιμή: δείπνο χωρίς άσκηση με αντιστάσεις. 2 ^η δοκιμή: άσκηση με αντιστάσεις και μετά το δείπνο. 3 ^η δοκιμή: πρώτα δείπνο και μετά άσκηση με αντιστάσεις μετά από 45 λεπτά.	- Κατανάλωναν παρασκευασμένα γεύματα της μελέτης. - Όλα τα γεύματα περιείχαν 50% υδατάνθρακες 35% λίπος και 15% πρωτεΐνη. Το δείπνο είχε μακαρόνια με σάλτσα βόειου κρέατος, σκορδόψωμο, σόδα με γεύση λεμόνι και 1,5 g ακεταμινοφαΐνη.	- Μείωση της ολικής μεταγευματικής γλυκόζης 92% κατά την άσκηση μετά το δείπνο σε σχέση με τις άλλες 2. - Η καμπύλη γλυκόζης ήταν χαμηλότερη όταν είχαν άσκηση και μετά γεύμα.	- Μικρός αριθμός συμμετεχόντων - Οι 12 από τους 13 έπαιρναν αντιδιαβητικά φάρμακα - Ήταν όλοι οι συμμετέχοντες παχύσαρκοι - Όλοι ήταν μη καπνιστές.
Cruz et al., 2019	-Μετεμμηνο-παισιακές γυναίκες με ΣΔ2 (n=12, ηλικίας 48-60 ετών).	-Τυχαιοποιημένη - 4 συνεδρίες, 2 ομάδες. Ομάδα 1: Συνεδρία 1: Έλεγχος-CONT40% Συνεδρία 2: RE40% δοκιμής μέγιστης επανάληψης [1RM]) Ομάδα 2: Συνεδρία 3: CONT80% Συνεδρία 4: RE80%1RM.	- Αποφυγή κατανάλωσης καφεΐνης και αλκοόλ, 48 ώρες πριν από την πρώτη παρέμβαση. Το πρωινό περιέχει έως 285 kcal: 45 g (180 kcal) υδατάνθρακες, 6 g (24 kcal) πρωτεΐνη και 9 g (81 kcal) λίπος. -Η δίαιτα είχε διάρκεια 2 εβδομάδων Υπήρχε	- Η χαμηλή ένταση RE μείωσε την συγκέντρωση AUC γλυκόζης και τον επιπολασμό της υπεργλυκαιμίας σε σχέση με τις άλλες δυο συνεδρίες - Μετά το γεύμα κατά την διάρκεια της συνεδρίας RE χαμηλής έντασης παρατηρήθηκαν σημαντικές μειώσεις στην συγκέντρωση	- Μικρός αριθμός συμμετεχόντων. - Αναφέρθηκαν τα κριτήρια αποκλεισμού. - Απευθύνεται μόνο σε γυναίκες. - Περιορισμός αυτής της μελέτης ήταν η γνώση της προέλευσης της γλυκόζης που μετρήθηκε. -Υπήρχε έλλειψη τυποποίησης της

			καταγραφή με ημερολόγιο τροφίμων σε διάστημα 24 ωρών Τα κύρια γεύματα θα πρέπει να λαμβάνονται την ίδια ώρα κάθε μέρα.	γλυκόζης.	πρόσληψης τροφής για το υπόλοιπο της μέρας.
Freer et al., 2022	-Παχύσαρκοι με ΣΔ2 (n=36). :	-Τυχαιοποιημένη. -Ήταν 12μην. Υπήρχαν δυο ομάδες. -1 ^η ομάδα: εποπτευόμενη άσκηση με ST και υποθερμική διαίτα. -2 ^η ομάδα: υποθερμική διαίτα με εικονική παρέμβαση άσκηση για 6 μήνες. -2 ^η φάση: Κοινή 6μηνη άσκηση στο σπίτι με ελεύθερη διαίτα.	-2 φάσεις -Πρώτη φάση: Υποθερμιακή διαίτα -Δεύτερη φάση: ελεύθερη διαίτα.	-Οι ομάδες παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές μειώσεις. -Στη δεύτερη φάση αυτές οι μειώσεις διατηρήθηκαν και στης δυο ομάδες.	-Μικρό μέγεθος δείγματος. -Μακροπρόθεσμη παρακολούθηση.

Πίνακας 2.1: Αερόβια άσκηση (AERO)

Μελέτη	Συμμετέχοντες	Πειραματικός σχεδιασμός	Διατροφική παρέμβαση	Αποτελέσματα	Σχόλια
Colberg et al., 2014	-Διαβητικοί που δεν λαμβάνουν φάρμακα (n=12; 9 γυναίκες, 3 άντρες).	- Δοκιμή ελέγχου με 2 ερευνητικές δοκιμές τυχαιοποιημένες. Διάρκεια μιας εβδομάδας. Όλα ξεκινούσαν 30 λεπτά μετά την κατανάλωση γεύματος. Η δοκιμή ήταν περίπου 180 λεπτά και περιλάμβανε: 1) 30 λεπτά περπάτημα σε διάδρομο, 2) 30 λεπτά συνεχούς επιτραπέζιας αντισφαίρισης εναντίον ενός ρομπότ πινγκ πονγκ 3) δοκιμή ελέγχου που είχε 30 λεπτά ανάπαυσης.	-Κάθε άτομο επέλεξε μόνο ένα κατεψυγμένο γεύμα στον φούρνο μικροκυμάτων, περίπου 300kcal.	-Σημαντική μεταγευματική μείωση της γλυκόζης στην ομάδα με το περπάτημα στα πρώτα 90 λεπτά μετά την άσκηση, αλλά μετά από 30 λεπτά ήταν υψηλότερη από της άλλες 2.	-Μικρός αριθμός συμμετεχόντων. -Απορρίφθηκαν άτομα τα οποία χρησιμοποιούσαν β-αναστολείς.

Oberlin et al., 2014	-Παχύσαρκοι (n=9; kg/m ² , ηλικία 60,3 ± 1,0 ετών, HbA1c: 6,3 ± 0,2 %).	- Τυχαιοποιημένη, διασταυρούμενη -Είχαν 3 γεύματα ίδια. Κάθε 2 μέρες είχαν διαφορετικό πλάνο άσκησης. 1° πλάνο: Άσκηση πριν το πρωινό 60-77% του καρδιακού ρυθμού. 2° πλάνο: Καθιστική ημέρα.	- Δίαιτα (51% υδατάνθρακες, 31% λιπαρά, 18% πρωτεΐνη) αποτελούμενη από 3 γεύματα, ίδιας σύνθεσης σε 2 φάσεις.	-Σημαντική μείωση παρουσιάστηκε με την άσκηση (EX) το πρώτο 24ωρο. Επίσης προκάλεσε μείωση της PPG-AUG κατά τη διάρκεια των 2 ημερών (για όλα τα γεύματα). -Η PPG-AUG μειώθηκε από την άσκηση (EX) μετά το δεύτερο γεύμα.	-Μικρός αριθμός συμμετεχόντων. Τη μελέτη ολοκλήρωσαν με επιτυχία όλοι οι συμμετέχοντες.
----------------------	--	--	---	--	---

Karstoft et al., 2014	-Διαβητικοί τύπου 2 (n=10).	-Τυχαιοποιημένη διασταυρούμενη, ελεγχόμενη. Τρεις παρεμβάσεις διάρκειας 1 ώρας: 1) διαλειμματικό περπάτημα (IW, επαναλαμβανόμενοι κύκλοι 3 λεπτών αργού και γρήγορου περπατήματος). 2) συνεχόμενο περπάτημα (CW). 3) έλεγχος (CON). -Η VO ₂ μετριοταν συνεχώς για να ταιριάζει με τη μέση VO ₂ μεταξύ των συνεδριών άσκησης (~75% VO ₂ peak).	-Κατανάλωση ίδιου φαγητού, όλοι πριν από την ημέρα παρέμβασης.	-Τη μέση και μέγιστη αυξητική γλυκόζη μείωσε το IW κατά τη διάρκεια του MMTT σε σύγκριση με το CON.	-Μικρός αριθμός συμμετεχόντων. -Ολοκλήρωσαν όλοι οι συμμετέχοντες τη μελέτη επιτυχώς.
-----------------------	-----------------------------	---	--	---	--

Jakobsen et al., 2016	-Διαβητικοί τύπου 2 (n=12; άνω των 30 ετών)	-Τυχαιοποιημένη, διασταυρούμενη. -Υπήρξαν 3 παρεμβάσεις που διήρκεσαν 1 ώρα με αντισταθμισμένη σειρά. 1 ^η , διαλειμματικό περπάτημα με κύκλους των 3 λεπτών αργό και γρήγορο. 2 ^η , διαλειμματικό περπάτημα με διαδεχόμενους κύκλους ενός λεπτού αργό και ενός λεπτού γρήγορο περπάτημα (IW1) 3η Χωρίς περπάτημα (CON).	-Τυποποιημένο γεύμα -Τεστ ανοχής σε γεύματα διαρκείας 4 ωρών με υγρά μικτά γεύματα.	-Το διαλειμματικό περπάτημα με κύκλους 3 λεπτών, βελτίωσε τα μεταγευματικά επίπεδα γλυκόζης.	-Μικρός αριθμός συμμετεχόντων -Υπήρχαν κριτήρια αποκλεισμού που ήταν η χρήση εξωγενούς ινσουλίνης, εγκυμοσύνη, κάπνισμα, ενδείξεις ηπατικής, νεφρικής, καρδιοπνευμονικής ή θυρεοειδικής νόσου. -Υπήρξε προφορική και γραπτή συγκατάθεση από όλους. -Ένα άτομο εγκατέλειψε για προσωπικούς λόγους.
Zheng Li et al., 2018	-Διαβητικοί τύπου 2 (n=20).	-Τυχαιοποιημένη διασταυρούμενη. Παρακολούθηθηκε το διάμεσο επίπεδο γλυκόζης μέσω συστήματος συνεχούς παρακολούθησης της γλυκόζης. Τις ημέρες ελέγχου χωρίς άσκηση, έκαναν δραστηριότητες ρουτίνας χωρίς όμως ασυνήθιστη ή έντονη σωματική δραστηριότητα. Τις ημέρες άσκησης περπατούσαν σε διάδρομο για 20 λεπτά μετά το δείπνο.	-Τυποποιημένη διαίτα.	-Η άσκηση μέτριας έντασης μετά το δείπνο μείωσε την 2ωρη αύξηση γλυκόζης αμέσως μετά το γεύμα, το μέσο επίπεδο γλυκόζης και το μέγιστο επίπεδο γλυκόζης συγκριτικά με την κατάσταση ελέγχου. -Η αθροιστική επιφάνεια κάτω από την καμπύλη γλυκόζης (AUC) μετά την άσκηση ήταν χαμηλότερη.	-Μικρός αριθμός συμμετεχόντων.

Myette-Côté et al. 2018	Διαβητικοί τύπου 2 (n=16; 8 άνδρες και 8 γυναίκες, ηλικίας 48 έως 72 ετών).	-Τυχαιοποιημένη. -Τρεις διατροφικές παρεμβάσεις 4 ημερών: -Χαμηλών υδατανθράκων (LC). -Χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη (GL). -Υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά με 15 λεπτά περπάτημα μετά το γεύμα(LC+Ex).	-Δίαιτα LC:55% Υδατάνθρακες, 20% Λίπος, 25% Πρωτεΐνες - Δίαιτα GL:10% Υδατάνθρακες, 25% Πρωτεΐνη, 65% Λίπος -Δίαιτα LC+Ex: Δίαιτα LC αλλά με 15 λεπτά περπάτημα.	- Η μέση τιμή γλυκόζης των τεσσάρων ημερών ήταν σημαντικά χαμηλότερη στην ομάδα LC+Ex σε σύγκριση με την LC και οι 2 αυτές είχαν χαμηλότερη μέση γλυκόζη από την GL.	- 11 άτομα ολοκλήρωσαν τη μελέτη -Μικρός αριθμός συμμετεχόντων -Σημαντική απώλεια βάρους -Συμμετέχοντες βελτίωσαν την ποιότητα της διατροφής.
-------------------------	---	---	--	--	--

Πίνακας 3.1: Συνδυαστική άσκηση

Μελέτη	Συμμετέχοντες	Πειραματικός σχεδιασμός	Διατροφική παρέμβαση	Αποτελέσματα	Σχόλια
- Kobayashi et al.,2023	-Διαβητικοί τύπου 2 (n=186; με ΔΜΣ <25 kg / m2	-Τυχαιοποιημένη, ελεγχόμενη. - Μονή τυφλοποίηση. -Πρόγραμμα άσκησης 9 μηνών (3 φορές την εβδομάδα) όπου είχε μόνο προπόνηση δύναμης (ST), μόνο αερόβια προπόνηση (AER) ή είχε συνδυασμό των 2 παρεμβάσεων.	-Διατηρήσει της προϋπάρχουσας διατροφής	- Η ομάδα ST έδειξε σημαντική μείωση στα επίπεδα HbA1c, ενώ δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική αλλαγή στις άλλες ομάδες. -Η άλυπη μάζα είχε αυξηθεί μόνο στην ομάδα ST. -Στην ομάδα AER παρατηρήθηκε στατιστικά (p=0,04) σημαντική μείωση βάρους ενώ στις άλλες όχι.	- Στα αποτελέσματα περιλαμβάνονται οι συμμετέχοντες όπου ολοκλήρωσαν τουλάχιστον το 50 % των συνεδριών. -Συνολικά 131 άτομα ολοκλήρωσαν την παρέμβαση.

-Borror et al., 2018	-Διαβητικοί τύπου 2 (n=135;108 άνδρες, 20 γυναίκες, 7 άγνωστοι).	-Τυχαιοποιημένη διασταυρούμενη.	-Τυποποιημένο γεύμα.	-Οφέλη στη μακράς διάρκειας (≥ 45 λεπτά), μέτριας έντασης AER. Η ST μείωσε την γλυκόζη αίματος κατά 30%.	-Οι μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην μελέτη διέφεραν σε μεγάλο βαθμό ως προς τον χρόνο, τη διάρκεια, την ένταση, και την μέτρηση γλυκόζης.
-Holzer et al., 2022	-Διαβητικοί τύπου 2 (n=6; 3 άνδρες, 3 γυναίκες).	-Τυχαιοποιημένη. -3 συνεδρίες με άσκηση μέτριας έντασης 20 λεπτών μετά το πρωινό -ST με ηλεκτρομυοδιέγερση ολόκληρου του σώματος (WB-EMS) -ST χωρίς ηλεκτρομυοδιέγερση (RES) -AER με ποδήλατο. Συνεχής παρακολούθηση γλυκόζης.	-Τυποποιημένο πρωινό πριν από την παρέμβαση τους ζητήθηκε να καταναλωθεί εντός 20 λεπτών. -Τυποποιημένο μεσημεριανό καταναλώθηκε εντός 30 λεπτών. -Δεν μπορούσαν να καταναλώσουν περαιτέρω τροφή για τις επόμενες 4 ώρες.	-Μείωση μεταγευματικών επιπέδων γλυκόζης σε όλες τις περιπτώσεις.	-Μικρός αριθμός συμμετεχόντων -Οι ασθενείς έπρεπε να μην είναι ινσουλινοεξαρτώμενοι, χωρίς σοβαρή νεφροπάθεια, προχωρημένη αμφιβληστροειδοπάθεια και/ή σοβαρές καρδιαγγειακές επιπλοκές.
- Liu D., et al., 2024	-Διαβητικοί τύπου 2 (n=50; από 35 έως 65 ετών).	-Τυχαιοποιημένη -Η ομάδα ελέγχου παρέμεινε καθιστική για 2 εβδομάδες, -Η ομάδα άσκησης ακολούθησε ειδικό πρόγραμμα AERST για 1 εβδομάδα.	-Όλοι ακλούθησαν διατροφή βασισμένη στις κινεζικές διατροφικές οδηγίες για τον ΣΔ2. -Η ημερήσια ενεργειακή πρόσληψη έως 25 kcal/kg. -Η δίαιτα ήταν 50% υδατάνθρακες, 30% λίπος και 20% πρωτεΐνες.	- Η AERST μείωσε σημαντικά την διακύμανση της γλυκόζης (SDSG: 1,35 $\rightarrow$ 1,10 mmol/L, p = 0,006, CV: 20,25% $\rightarrow$ 17,20%, p = 0,027). -Χωρίς αλλαγές στην ομάδα ελέγχου.	-Μικρός αριθμός συμμετεχόντων. -Οι συμμετέχοντες ήταν μη ινσουλινοεξαρτώμενοι. - Απαιτούνται μελέτες μεγαλύτερης διάρκειας για να μελετηθεί η διατήρηση της γλυκαιμικής απόκρισης.

Αποτελέσματα:

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας που παρουσιάζονται αναλυτικά στους πίνακες 1.1, 1.2, 2.1, 2.2 και 3.1, 3.2 δείχνουν πως η άσκηση ST, η AER, καθώς και ο συνδυασμός τους, συμβάλλουν θετικά στη ρύθμιση της μεταγευματικής γλυκόζης σε άτομα με ΣΔΤ2, που μπορεί να είναι μετταμινοπαφσιακές γυναίκες ή και άτομα με παχυσαρκία. Η ST άσκηση, όταν εφαρμόζεται μετά από γεύμα, μειώνει σημαντικά τη γλυκαιμική απόκριση, ενώ η μικρή διάρκεια άσκησης ST κατά την διάρκεια της μέρας έχει επίσης θετικά αποτελέσματα στη γλυκαιμική απόκριση. Παράλληλα, η AER άσκηση όταν πραγματοποιείται λίγο μετά την κατανάλωση γεύματος, βοηθάει σημαντικά στη μείωση της μεταγευματικής γλυκαιμίας. Ο συνδυασμός των 2 τύπων άσκησης προσφέρει τα μεγαλύτερα οφέλη στη γλυκαιμική ρύθμιση.

Συγκεκριμένα, η ST άσκηση όταν πραγματοποιείται αμέσως μετά την κατανάλωση γεύματος, φαίνεται να οδήγησε σε στατιστικά σημαντική μείωση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα (Heden et al.,2015). Οι μικρές διαλείπουσες παρεμβάσεις με ST άσκηση κατά τη διάρκεια της μέρας, ακόμη και διάρκειας λίγων λεπτών συνέλαβαν σημαντικά στον περιορισμό της γλυκαιμικής απόκρισης (Gale et al., 2023).

Συγκεκριμένα η AER άσκηση με τη μορφή περπατήματος ή και με διαλείμματα μείωσε τη μεταγευματική υπεργλυκαιμία (Colberg et al., 2014, Zheng Li et al.,2018,Tan et al. 2012), ειδικά όταν εφαρμοζόταν λίγο μετά την κατανάλωση γεύματος. Το όφελος ήταν ιδιαίτερα εμφανές όταν η AER άσκηση εφαρμοζόταν σε διάστημα 30-60 λεπτών μετά την κατανάλωση γεύματος, χρόνος κατά των οποίων η γλυκόζη στο αίμα μπορεί να φτάσει στα υψηλότερα επίπεδα.

Ο συνδυασμός της άσκησης ST και AER άσκησης φάνηκε να προσφέρει τα πιο ολοκληρωμένα οφέλη, οδηγώντας σε σημαντική μείωση της HbA1c, της γλυκαιμικής διακύμανσης, της μεταγευματικής υπεργλυκαιμίας καθώς και σε βελτίωση της συνολικής ποιότητας ζωής των συμμετεχόντων (Kobayashi et al.,2023, Liu et al.,2024,). Σε γενικές γραμμές, παρατηρήθηκαν καλύτερα αποτελέσματα όταν η άσκηση ήταν τακτική, προγραμματισμένη και χρονικά συνδεδεμένη με τα γεύματα. Τα παρόν δεδομένα επισημαίνουν τη σημασία της καθημερινής φυσικής δραστηριότητας και της διατροφής ως βασικά εργαλεία για τη γλυκαιμική ρύθμιση σε άτομα με ΣΔΤ2.

Τύπος άσκησης	Αποτελέσματα	Παρατηρήσεις
ST	Σημαντική βελτίωση μεταγευματικής γλυκόζης μετά το γεύμα ή και με συχνά διαλείμματα .	Αύξηση μυϊκής μάζας
AERO	Σημαντική μείωση AUC, κυρίως μετά το γεύμα.	Ιδανικό περπάτημα 15-30 λεπτά μετά τα γεύμα.

Συνδυαστική άσκηση	Καλύτερα αποτελέσματα σε HbA1c, σωματικό λίπος.	Ενισχυμένα αποτελέσματα όταν συνδυάζεται με υποθερμική διαίτα.
--------------------	---	--

Συζήτηση Αποτελεσμάτων:

Η παρούσα εργασία παρουσίασε τη θετική επίδραση της μεταγευματικής άσκησης στη διαχείριση των μεταβολικών αποκρίσεων σε άτομα με ΣΔΤ2. Από τα δεδομένα που συλλέχτηκαν φαίνεται πως η άσκηση με ST και η AER, έχουν τη δυνατότητα να μειώνουν σημαντικά τη μεταγευματική υπεργλυκαιμία. Ο συνδυασμός ST και AER άσκησης όπως φαίνεται έχει τη δυνατότητα να προσφέρει ακόμα πιο ισχυρή γλυκαιμική μείωση σε σύγκριση με την εφαρμογή τους μεμονωμένα. Επιπρόσθετα, τα αποτελέσματα παρουσιάζουν πως η συχνή διακοπή της καθιστικής ζωής με σύντομες περιόδους άσκησης, ακόμα και μικρής διάρκειας αλλά και έντασης, συμβάλλει θετικά στον μεταβολικό έλεγχο. Επομένως, η ενσωμάτωση μεταγευματικής φυσικής δραστηριότητας στην καθημερινή ζωή μπορεί να αποτελέσει μια πρακτική, ασφαλής και σύγχρονος αποτελεσματική παρέμβαση για την διαχείριση του ΣΔΤ2.

Η άσκηση ST αποτελεί μια αποτελεσματική μέθοδο για τη βελτίωση της μεταγευματικής γλυκαιμίας, σε άτομα με φυσιολογικό βάρος, παχύσαρκα άτομα με ΣΔΤ2 όπως φαίνεται στους αναλυτικούς πίνακες 1.1 και 1.2. Κοινή γραμμή όλων των ερευνών είναι η διαπίστωση πως ακόμη και η ήπια μορφή άσκησης ST μπορεί να επιφέρει σημαντικά θετικά οφέλη όταν εφαρμόζεται με συνέπεια.

Οι μελέτες των Hedden et al.(2015) και Gruz et al. (2019) επικεντρώνονται κυρίως στη χρονική σύνδεση μεταξύ γεύματος και άσκησης. Ειδικότερα, οι Hedden et al. (2015) έδειξαν ότι η ST άσκηση μείωσε τη μεταγευματική γλυκόζη μετά το δείπνο κατά 92%, δείχνοντας ότι η χρονική στιγμή της άσκησης έχει σημαντικό ρόλο στη γλυκαιμία. Ακόμη, οι Gruz et al. (2015) επισήμαναν πως η χαμηλής έντασης ST άσκηση μπορεί να μειώσει την AUC γλυκόζης, αποδεικνύοντας την αποτελεσματικότητα της ST άσκησης χαμηλής έντασης σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με ΣΔΤ2. Μακροπρόθεσμα, η μελέτη των Freer et al. (2022) έδειξε ότι η ενός χρόνου εφαρμογή ST άσκησης σε συνδυασμό με υποθερμική διαίτα είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στη γλυκαιμική ρύθμιση. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η διατήρηση το βελτιώσεων αυτών συνεχίζει και κατά τη δεύτερη φάση όπου η διαίτα είναι ελεύθερη και η άσκηση δεν εποπτεύεται. Οι μελέτες των Gale et al. (2023) και των Hommer et al. (2021) ανάδειξαν τη σημασία των συχνών μικρών διαλλειμάτων της ST άσκησης. Συγκεκριμένα τα διαλλείματα αυτά διάρκειας 3 έως 6 λεπτών κάθε 30 έως 60 λεπτά καθιστικής περιόδου βελτίωσαν iAUC της γλυκόζης, μειώνοντας ταυτόχρονα και τα επίπεδα τριγλυκεριδίων.

Παρά τα ενθαρρυντικά ευρήματα αξίζει να σημειωθεί ότι οι περισσότερες μελέτες έχουν μικρό αριθμό συμμετεχόντων καθώς και παρόμοια μεταξύ τους χαρακτηριστικά. Γεγονός που

περιορίζει σημαντικά την γενίκευση των αποτελεσμάτων. Επίσης κάποιες μελέτες έχουν έλλειψη ελέγχου στη συνολική διαιτητική πρόσληψη, όπως περιορισμένη τυποποίηση των γευμάτων γεγονός που μπορεί να επηρεάσει την γλυκαιμική απόκριση.

Από τα συνολικά αποτελέσματα προκύπτει πως η ST άσκηση αποτελεί αποτελεσματικό και ευέλικτο εργαλείο για την διαχείριση της μεταγευματικής γλυκαιμίας όπως αποδεικνύετε από της πάρα πάνω μελέτες. Ειδικότερα ελκυστική στρατηγική για άτομα με ΣΔΤ2, με χαμηλή κινητικότητα ή/και με περιορισμένο χρόνο για γυμναστική αποτελεί η ενσωμάτωση μικρής διάρκειας ST ασκήσεων στη καθημερινή ρουτίνα.

Η επίδραση της AER άσκησης όπως φαίνεται στους αναλυτικούς πίνακες 2.1, 2.2 φαίνεται πως έχει αρκετά θετικά αποτελέσματα στη μείωση της υπεργλυκαιμίας ανάλογα πάντα με την ένταση, τη διάρκεια, το είδος και τη χρονική στιγμή της AERO άσκησης. Οι μελέτες που χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα εργασία δείχνουν ότι η AERO άσκηση μετά το γεύμα, όπως για παράδειγμα είναι το περπάτημα ή η διαλειμματική άσκηση, έχει την ικανότητα να μειώσει τα μεταγευματικά επίπεδα γλυκόζης, ειδικά όταν η AERO άσκηση συνοδεύεται από μέτρια ένταση άσκηση για 15-20 λεπτά. Η AERO άσκηση με διαλείμματα όπου συνδυάζει αργό και γρήγορο περπάτημα φαίνεται ότι αυξάνει αποτελεσματικά την χρήση της γλυκόζης από τον οργανισμό με αποτέλεσμα να συμβάλει θετικά στην γλυκαιμική ρύθμιση. Συγχρόνως, η συχνότητα αλλά και η χρονική στιγμή της AER άσκησης, όπως για παράδειγμα αμέσως μετά το γεύμα, φαίνεται να επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της μειώσεως της υπεργλυκαιμίας.

Οι μελέτες των Golberg et al. (2014) και Zheng li et al.(2018) έδειξαν πως η AERO άσκηση 30 μια 60 λεπτά μετά το γεύμα βοήθη στη μείωση της μεταγευματικής γλυκόζης. Εξίσου η μελέτη των Dempsey et al. (2016) παρουσίασε σημαντική μείωση της γλυκόζης με σύντομα διαλείμματα 3 λεπτών ελαφριάς άσκησης κάθε 30 λεπτά καθιστικής περιόδου. Αυτό αναδεικνύει τη σημασία της συνεχόμενης κινήσεως χωρίς απαραίτητα αυτό να σημαίνει άσκηση. Η μελέτη των Haxhi et al. (2016) ανέδειξε τη σημασία της κατανομής της άσκησης δηλαδή την άσκηση πριν και μετά το γεύμα όπου κατέληξε σε καλύτερη ρύθμιση γλυκόζης σε σχέση με τη συνεχόμενη άσκηση μετά το γεύμα. Περίπου τα ίδια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν από την μελέτη των Oberlin et al. (2014), όπου σημειώθηκε μείωση της PPG-AUC όταν η άσκηση πραγματοποιούνταν πριν από το πρώτο γεύμα της ημέρας.

Ακόμη σημαντικό ρόλο φαίνεται να έχει το είδος της άσκησης. Οι μελέτες των Karstoft al. (2014) και Jakobsen et al. (2016) βρήκαν πως το διαλειμματικό περπάτημα είχε μεγαλύτερη επίδραση στη γλυκαιμία σε σχέση με το συνεχές περπάτημα και την απουσία άσκησης δείχνοντας πως η μεταβλητότητα στην ένταση της άσκησης μπορεί να ενισχύσει την ευαισθησία στην ινσουλίνη. Βέβαια στις περισσότερες μελέτες παρατηρήθηκε ήπια ως μέτρια έντασης βαδίσματος, ωστόσο φαίνεται να υπάρχουν βελτιώσεις στη γλυκαιμική ρύθμιση. Έτσι, αυτό καθιστά τη μέτρια ένταση AERO εφικτή και ασφαλής επιλογή για άτομα με ΣΔΤ2 ιδιαίτερα για ηλικιωμένους και μη ασκούμενους. Επιπρόσθετα, θετικά αποτελέσματα στη γλυκαιμική ρύθμιση φαίνεται να έχει και η AERO άσκηση μετά από 90

λεπτά αφότου κατανάλωσαν το γεύμα όπως φαίνεται στη μελέτη των Takaishi and Hayashi (2017), αυτό δείχνει πως ακόμα και η καθυστερημένη παρέμβαση μπορεί να είναι αποτελεσματική ακόμη και αν η άσκηση αμέσως μετά το γεύμα έχει καλύτερες επιδράσεις στη γλυκαιμική ρύθμιση μέσω διάφορων μηχανισμών λόγω υψηλότερης ενεργειακής δαπάνης. Η μελέτη των Mette Cote et al. (2018) συνδύασε την AERO άσκηση με διαφορετικά διατροφικά πρότυπα. Η ομάδα που ακολούθησε δίαιτα χαμηλών υδατανθράκων (LC) και πραγματοποίησε περπάτημα μετά το γεύμα είχε καλύτερα αποτελέσματα ως προς τη μέση γλυκόζη δείχνοντας την αξία του συνδυασμού άσκησης με διατροφής. Η μελέτη των Reynolds et al. (2016), έδειξε πως σύντομες παρεμβάσεις (10 λεπτά περπάτημα μετά από κάθε γεύμα) έχει θετική επίδραση στη μεταγευματική γλυκόζη δίνοντας έτσι πρακτικές λύσεις για καθημερινή εφαρμογή της AERO άσκησης. Η μελέτη των Pahra et al. (2017) παρουσίασε πως η άσκηση 15 λεπτά μετά το γεύμα αποδίδει καλύτερα αποτελέσματα στη γλυκαιμική ρύθμιση σε σχέση με την AERO άσκηση μετά την άσκηση πριν το πρωινό γεύμα. Η διαφορά αυτή μπορεί να οφείλεται στην αλληλεπίδραση της άσκησης με την απορρόφηση γλυκόζης μετά το γεύμα βελτιώνοντας την ευαισθησία στην ινσουλίνη. Οι Erikson et al. (2017) έδειξαν περιορισμό της μείωσης της γλυκόζης μόνο στο πρωινό γεύμα το οποίο δεν διατηρήθηκε στα υπόλοιπα γεύματα της ημέρας. Αυτό δείχνει πως η επίδραση της AERO άσκησης φαίνεται να είναι περιορισμένη και βραχυπρόθεσμη.

Παρά τα θετικά αποτελέσματα κοινό περιοριστικό στοιχείο των περισσότερων μελετών είναι ο μικρός αριθμός συμμετεχόντων το οποίο περιορίζει και τη γενίκευση το αποτελεσμάτων. Επίσης οι περισσότερες μελέτες είχαν σύντομη χρονική διάρκεια και λίγες έδειξαν μακροπρόθεσμες επιδράσεις της μεταγευματικής AERO άσκησης. Πολλά πρωτόκολλα απέκλειαν άτομα με φαρμακευτική αγωγή το οποίο μειώνει την εγκυρότητα καθώς στην πραγματικότητα τα περισσότερα άτομα με ΣΔΤ2 λαμβάνουν κάποια μορφή φαρμακευτικής θεραπείας.

Η σημασία της AERO άσκησης σε συνδυασμό με την ST άσκηση αποδεικνύεται από την ανάλυση των μελετών που γίνεται στους πίνακες 3.1 και 3.2 για την ρύθμιση της γλυκόζης σε ασθενής με ΣΔΤ2. Πολλές παρεμβάσεις παρουσίασαν ευεργετικές επιδράσεις στον έλεγχο της γλυκόζης, της σύστασης του σώματος και άλλους μεταβολικούς δείκτες ενώ παράλληλα αναφέρονται και κάποιοι περιορισμοί κυρίως για το μικρό δείγμα αλλά και με την διαφορετικότητα των μεθόδων.

Η μελέτη των Kobayashi et al. (2023) έδειξε πως η προπόνηση με αντιστάσεις έφερε σημαντική μείωση στα επίπεδα HbA1c καθώς και αύξηση στην άλυπη μάζα σώματος. Από την άλλη όμως η AERO άσκηση προκάλεσε μείωση του σωματικού βάρους. Αυτή η διάφορα αναδεικνύει πως κάθε μορφή άσκησης έχει την ικανότητα να διαφοροποιεί της μεταβολικές παραμέτρους και ο συνδυασμός AERO άσκησης με ST άσκηση φαίνεται στο τέλος να είναι ο ιδανικός για μια συνολική βελτίωση της ανθρώπινης υγείας και των καλύτερο γλυκαιμικό έλεγχο. Βέβαια η τήρηση του πρωτοκόλλου από τους συμμετέχοντες δείχνει την σημασία της συμμόρφωσης στις παρεμβάσεις από τα 131 άτομα στο τουλάχιστον στο 50% των συνεδριών. Η μακράς διάρκεια AERO άσκησης μειώνει τη γλυκόζη κατά 30% μετά από

προπόνηση με ST όπως φαίνεται στη μελέτη των Borrer et al. (2018). Ωστόσο η υψηλή ετερογένεια των επιμέρους μελετών που χρησιμοποιήθηκαν στην μετά ανάλυση αποτελεί περιορισμό στην γενίκευση των αποτελεσμάτων. Η μελέτη των Holzer et al. (2022) παρουσίασε σημαντική μείωση της μεταγευματικής γλυκόζης ανεξάρτητα από τον τύπο άσκησης παρόλο που το μικρό μέγεθος δείγματος ($n=6$) το οποίο αποτελεί σημαντικό περιορισμό ενισχύεται η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων από τη συνεχομένη παρακολούθηση επιπέδων γλυκόζης. Η μελέτη των Liu et al. (2024) έδειξε ότι μετά από μια εβδομάδα συνδυαστικής άσκησης AERO-ST μπορεί να μειωθεί η διακύμανση της γλυκόζης. Ο έλεγχος της ενεργειακής πρόσληψης καθώς και συγκεκριμένη διατροφή ενίσχυσαν θετικά την ακρίβεια των αποτελεσμάτων παρά τα θετικά αποτελέσματα χρειάζεται έρευνα σε μεγαλύτερο βάθος χρόνου για να παρατηρηθεί η διατήρηση της γλυκαιμικής απόκρισης. Ακόμη σημαντική μείωση στη γλυκόζη νηστείας HbA1c και στο σωματικό λίπος παρουσίασε η μελέτη των Tan et al. (2012) στην εξάμηνη παρέμβαση του σε ηλικιωμένους με ΣΔΤ2. Αν και η κατεύθυνση των αποτελεσμάτων είναι θετική η διατροφικές οδηγίες που ακολούθησαν οι συμμετέχοντες σε συνδυασμό με την άσκηση καθιστά αρκετά δύσκολη την αυτόνομη ευεργετικότητα της άσκησης. Η μελέτη των Bellini et al. (2021) βρήκε χαμηλότερα επίπεδα γλυκόζης με συνδυαστική άσκηση ή μόνο με αερόβια άσκηση σε σχέση με άλλες μορφές ασκήσεων. Σημαντικό ρόλο φαίνεται έχει η αλληλουχία της άσκησης στη γλυκαιμική ανταπόκριση. Όταν προηγείται το AERO της ST άσκησης τα αποτελέσματα είναι καλύτερα σε σχέση με όταν προηγείται η ST άσκηση της AERO άσκησης. Η μελέτη των Chouc et al. (2025) αποδεικνύει ότι η ST+AERO άσκηση σε συνδυασμό με την διατροφή είναι πιο αποτελεσματική σε σχέση με την ST+AERO άσκηση χωρίς διατροφή (υποθερμιδική) για την μείωση του σωματικού λίπους, την αύξηση μυϊκής μάζας και την ρύθμιση του ΣΔΤ2.

Τέλος όλα τα πάρα πάνω αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι η συνδυαστική άσκηση αποτελεί την πιο αποτελεσματική στρατηγική για την διαχείριση της μεταγευματικής γλυκαιμίας και του ΣΔΤ2. Όπως φαίνεται και πάρα πάνω η βελτίωση των επιπέδων HbA1c, της γλυκόζης νηστείας και η διακύμανση της γλυκόζης επιτυγχάνεται ακόμα και με σύντομες παρεμβάσεις. Βέβαια η εξαγωγή γενικών συμπερασμάτων δυσκολεύεται από τα μικρά δείγματα συμμετεχόντων, της διαφορετικές παρεμβάσεις και την διαφορετικότητα στα πρωτόκολλα.

Συμπέρασμα:

Η παρούσα βιβλιογραφική εργασία αναδεικνύει τη σημαντικότητα της μεταγευματικής άσκησης μέσω της άσκησης ST ή μέσω της AERO άσκησης ή των συνδυασμό ST-AERO στην αποτελεσματική ρύθμιση των επιπέδων γλυκόζης σε άτομα με ΣΔΤ2. Η ανάλυση το αποτελεσμάτων των μελετών παρουσίασε πως τόσο η ST άσκηση όσο και η AERO άσκηση καθώς και ο συνδυασμός τους μπορεί να προσφέρει σημαντικά ωφέλει στη ρύθμιση της γλυκαιμίας με την μείωση της μεταγευματικής υπεργλυκαιμίας και την βελτίωση στην ευαισθησία στην ινσουλίνη. Συγκεκριμένα η άσκηση ST φαίνεται να έχει θετικά αποτελέσματα στη μείωση της γλυκόζης αίματος όταν εφαρμόζεται αμέσως μετά την κατανάλωση γεύματος με μικρή διάρκεια και ήπια ένταση. Μακροπρόθεσμα οφέλη στην ευαισθησία στην ινσουλίνη και στην μείωση της HbA1c δείχνουν οι μελέτες ότι η συχνή εφαρμογή της ST άσκησης έχει θετική επίδραση στα πάρα πάνω. Όσο αφορά την AERO

άσκηση η μελέτες απέδειξαν αποτελεσματική μείωση της μεταγευματικής γλυκόζης επιτυγχάνεται στο πρώτο 30 λεπτό με 60 λεπτά μετά το γεύμα. Θετικά είναι τα αποτελέσματα στην ευαισθησία στην ινσουλίνη και στη γλυκαιμική ρύθμιση όταν η εφαρμογή της AERO άσκησης μετά το γεύμα, ακόμα και με μέτρια ένταση. Βέβαια ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για την ρύθμιση της γλυκόζης και στην επίτευξη συνολικών βελτιώσεων στους μεταβολικούς δείκτες για άτομα με ΣΔΤ2 είναι ο συνδυασμός άσκησης ST+AERO. Η μελέτες ανέφεραν πως η εναλλαγή μεταξύ ST+AERO άσκησης μπορεί να προσφέρει της μεγαλύτερες βελτιώσεις στη γλυκαιμική ρύθμιση, στη Hb1Ac και στη διακύμανση της γλυκαιμίας ενώ παράλληλα βελτιώνει την ποιότητα ζωής των ατόμων με ΣΔΤ2.

Μια πρακτική στρατηγική για την προώθηση της ρύθμισης της γλυκόζης αποτελεί η ένταξη μικρής διάρκειας και έντασης της άσκησης κατά την διάρκεια της ημέρας ακόμα και αν χρειάζεται διάλειμμα 3-6 λεπτών. Η εφαρμογή της παρά πάνω στρατηγικής μπορεί να προσφέρει μια βιώσιμη και ασφαλή προσέγγιση σε άτομα με περιορισμένη κινητικότητα και χρόνο. Ωστόσο η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων μπορεί να περιορίζεται από διάφορους παράγοντες όπως το μικρό μέγεθος δείγματος, τη έλλειψη σταθερής διατροφικής παρέμβασης και τη μικρή διάρκεια παρέμβασης. Γεγονός που καθιστά δύσκολη την γενίκευση των αποτελεσμάτων λόγω της ετερογένειας στα προηγούμενα που ειπώθηκαν.

Συμπερασματικά η ένταξη της μεταγευματικής άσκησης στην καθημερινότητα των ατόμων με ΣΔΤ2 προσφέρει μια αποτελεσματική και πρακτική προσέγγιση για τη βελτίωση της ρύθμισης της γλυκαιμίας όταν αυτή συνδυάζεται με άλλες στρατηγικές όπως η διατροφή. Ειδικότερα, ο συνδυασμός ST+AERO άσκησης φαίνεται να προσφέρει το καλύτερο έλεγχο του ΣΔΤ2 και την μεγαλύτερη βελτίωση των μεταβολικών δεικτών βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής αυτών των ατόμων στο μακροπρόθεσμο διάστημα.

Προτάσεις:

Για το μέλλον απαραίτητο είναι να αναπτυχθούν και να εφαρμοστούν πιο εξειδικευμένα πρωτόκολλα άσκησης που θα προσαρμόζουν της ανάγκες των ατόμων με ΣΔΤ2 λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως την φυσική κατάσταση των ατόμων και της σοβαρότητας του ΣΔ. Ειδικότερα υπάρχει ανάγκη για μελέτες που περιλαμβάνουν διαφορετικούς τύπους άσκησης (πχ. κολύμβηση) και μεγαλύτερο δείγμα ατόμων. Επίσης μελλοντικές έρευνες οφείλουν να επικεντρωθούν στη μακροχρόνια παρακολούθηση των επιδράσεων της μεταγευματικής άσκησης στη γλυκαιμική ρύθμιση και την ποιότητα ζωής. Μεγάλη ανάγκη υπάρχει για μελέτες που εξετάζουν των συνδυασμό της μεταγευματικής άσκησης με διαφορετικά διατροφικά πρότυπα και φαρμακευτική αγωγή βοηθώντας την εξατομίκευση των στρατηγικών άσκησης.

Τέλος βασικός στόχος των προγραμμάτων αποκατάστασης θα πρέπει να είναι η εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση των ασθενών με ΣΔΤ2 σε πρακτικές διαχείρισης μέσω της φυσικής δραστηριότητας ώστε να υπάρχει συνεχόμενη συμμόρφωση και αποτελεσματικότητα στην ρύθμιση της μεταγευματικής γλυκόζης.

Παράτημα Α:

Πίνακας 1.2: Άσκηση με αντιστάσεις (ST)

Μελέτη	Συμμετέχοντες	Πειραματικός σχεδιασμός	Διατροφική παρέμβαση	Αποτελέσματα	Σχόλια
Gale et al 2023	- n=30; ΔΜΣ 18,5-24,9: n = 10, ΔΜΣ 25-29,9 n = 10, ΔΜΣ ≥30 n =10; 18-40 ετών.	- Τυχαιοποιημένη διασταυρούμενη. Με 2 φάσης. 1 ^η καθιστική ζωή για 4 ώρες. 2 ^η συχνά διαλειμματα δραστηριότητας 3 λεπτών ST κάθε 30 λεπτά.	- Τυποποιημένα γεύματα. Τα γεύματα εξασφάλιζαν το 56% των ενεργειακών αναγκών του κάθε συμμετέχοντα.	-Τα συχνά διαλειμματα για άσκηση ST μείωσαν την αυξητική περιοχή κάτω από την καμπύλη γλυκόζης στο πλάσμα, της ινσουλίνης και τριγλυκεριδίων σε σχέση με την παρατεταμένη καθιστική ζωή.	- Μικρός αριθμός συμμετεχόντων - Δεν λάμβαναν φάρμακα, συμπληρώματα και δεν κάπνιζαν.
Homer et al 2021	-Διαβητικοί τύπου 2 (n=23; γυναίκες).	- Τυχαιοποιημένη διασταυρούμενη. 3 πειραματικές δοκιμες. 1 ^η SIT Για διάστημα 7 ωρών ήταν καθιστοί. 2 ^η SRA3 Κάθε 30 λεπτά διέκοπταν την καθιστή θέση έκαναν μια περίοδο 3 ^{ων} λεπτών ST. 3 ^η SRA6 6λεπτες επαναλήψεις κάθε 60 λεπτά ST.	- 4 τυποποιημένα γεύματα. Κάθε γεύμα είχε 33% των ημερήσιων ενεργειακών απαιτήσεων.	- Η iAUC γλυκόζη και ινσουλίνη μειώθηκε σημαντικά στην SR6.	- Μικρός αριθμός συμμετεχόντων - Συμπλήρωσαν τριήμερο ημερολόγιο καταγραφής τροφίμων.

Πίνακας 2.2: Αερόβια άσκηση (AERO)

Μελέτη	Συμμετέχοντες	Πειραματικός σχεδιασμός	Διατροφική παρέμβαση	Αποτελέσματα	Σχόλια
Dempsey et al. 2016	- Υπέρβαροι/ Παχύσαρκοι, ΣΔ2 (n=24; 14 άνδρες και 10 γυναίκες).	- Κλινική δοκιμή. 3 οκτάωρες μέρες παρέμβασης με διακοπή 6-14 μέρες. 1 ^η συνεχόμενη καθιστική θέση (SIT) 2 ^η καθιστική θέση με 3 λεπτά LW κάθε 30 λεπτά 3 ^η καθιστική θέση με 3 λεπτά SRA ανά 30 λεπτά.	-Τυποποιημένα γεύματα	- Οι δυο παρεμβάσεις μείωσαν σημαντικά την iAUCs της γλυκόζης συγκριτικά με την SIT.	- Μικρός αριθμός συμμετεχόντων - Κριτήρια αποκλεισμού (εγκυμονούσες).
Takaishi and Hayashi 2017	- n=14; (n=7 διαβητικοί τύπου 2) (n=7 υγείες πληθυσμός).	- Τυχαιοποιημένη δόκιμη. 2 παρεμβάσεις. 1 ^η (BG) πραγματοποίησαν 16 επαναλήψεις κατάβασης και ανάβασης μιας σκάλας, διάρκεια 8 λεπτών, μετά από 90 λεπτά όπου είχαν καταναλώσει 1 γεύμα. 2 ^η (ST-EX) ποδήλατο για την ίδια διάρκεια αμέσως μετά το γεύμα.	-Τυποποιημένο μεσημεριανό. (160,5g CHO) (18g PRO) (16g FAT) (660Kcals)	- Σημαντικά μικρότερη μείωση του επιπέδου γλυκόζης στο αίμα (BG) στα 90 και 105 λεπτών μετά το γεύμα σε σύγκριση με την ST-EX. Η ST-EX είχε υψηλότερη κατανάλωση οξυγόνου.	- Μικρός αριθμός συμμετεχόντων - Δεν λάμβανα φάρμακα.
Haxhi et al. 2016	- Διαβητικοί τύπου 2 (n=9).	- Τυχαιοποιημένη διασταυρούμενη.1 ^η δοκιμή έλεγχου τυπικό γεύμα και καθημερινές δραστηριότητες 2 ^η ContEX 40 λεπτά γρήγορο περπάτημα 40 λεπτά μετά το μεσημεριανό 3 ^η	-Τυπικά γεύματα.	- Η SlitEx είχε μικρότερο χρόνο σε μέτρια υπογλυκαιμία μετά το μεσημεριανό σε σχέση με την ContEx. Η ContEx είχε μειωμένο υπεργλυκαιμία χρόνο μετά το πρωινό και την άσκηση.	-Μικρός αριθμός συμμετεχόντων. .

	SplitEx με 20 λεπτά περπάτημα 40 λεπτά πριν το φαγητό και 20 λεπτά περπάτημα 40 λεπτά μετά το φαγητό.				
Reynolds et al. 2016	-Διαβητικοί τύπου 2 (n=41; 18-77 ετών).	-Τυχαιοποιημένη διασταυρούμενη χωρισμένη σε 2 παρέμβασης. 1 ^η δόθηκαν συμβουλές για 30 λεπτά καθημερινά. 2 ^η 10 λεπτά μετά από κάθε κύριο γεύμα. Η σωματική δραστηριότητα μετρήθηκε με επταχυνσόμετρα σε όλη την παρέμβαση.	- Η ίδια διατροφή που ακολουθούσαν καθημερινά.	- Η iAUC ήταν σημαντικά χαμηλότερη στην πρώτη παρέμβαση. Ιδιαίτερη βελτίωση παρουσιάστηκε μετά το βραδινό.	- Μικρός αριθμός συμμετεχόντων. - 1 άτομο δεν ολοκλήρωσε. Μικρή διάρκεια της παρέμβασης.
-Pahra et al. 2017	-n=64 με ΣΔΤ2	-Τυχαιοποιημένη διασταυρούμενη. 2 ομάδες Ομάδα Α: γρήγορο περπάτημα μέτριας έντασης για 15 λεπτά 15 μετά το γεύμα για 60 μέρες και για της επόμενες 60 μέρες έκαναν 45 λεπτά γρήγορο περπάτημα πριν το πρωινό. Ομάδα 2: Γρήγορο περπάτημα 45 λεπτών για 60 μέρες, μετά την κατανάλωση ενός γεύματος και της επόμενες 60 μέρες για 15 λεπτά περπάτημα 15 λεπτά μετά από την	-Συστάσεις για διατροφικούς περιορισμούς.	Η ομάδα Α εμφάνισε σημαντικότερες βελτιώσεις στη γλυκόζη αίματος και στην HbA1c παρόλο που και η ομάδα Β παρουσίασε βελτιώσεις.	-Από τους 94 είχαν αξιολογηθεί η 64ασθενείς. -Κριτήρια αποκλεισμού: πόνους στις αρθρώσεις, άλλες παθήσεις και κατάγματα.

		κατανάλωση ενός γεύματος.			
Erickson et al. 2017	-n=8 με ΣΔΤ2	Η μεταγευματική άσκηση αποτελούταν από 3 10λεπτα περπατήματος σε διάδρομο με 50% VO2max. Συνεχής παρακολούθηση γλυκόζης	-Τυποποιημένο πρωινό γεύμα.	Η μέγιστη τιμή γλυκόζης και η AUC μειώθηκαν κατά την διάρκεια της άσκησης μετά το γεύμα. Η μείωση της γλυκόζης ήταν μόνο στην άσκηση μετά το πρωινό και δεν διατηρήθηκε για τα άλλα γεύματα.	-Λάμβαναν πρόσθετη αγωγή. -Μικρός αριθμός συμμετεχόντων.

Πίνακας 3.2: Συνδυαστική άσκηση

Μελέτη	Συμμετέχοντες	Πειραματικός σχεδιασμός	Διατροφική παρέμβαση	Αποτελέσματα	Σχόλια
Tan et al. 2012	-n=30 ηλικιωμένοι με ΣΔΤ2	- Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη 6μήνη παρέμβαση. 5 ομάδες. Ομάδα άσκησης 1,3,5 έκανε 3 προπονήσεις την εβδομάδα, 10 λεπτά ζέσταμα, 30 λεπτά με περπάτημα/τρέξιμο και 10 λεπτά αντιστάσεις. Ομάδα ελέγχου 2 και 4.	-Διατροφικές οδηγίες σχετικά με κατανάλωση τροφίμων με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη, καλά λιπαρά, άπαχες πρωτεΐνες.	-Σημαντική μείωση λίπους στις ομάδες άσκησης. Σημαντική μείωση γλυκόζης νηστείας, HbA1c στις ομάδες άσκησης.	- Μικρός αριθμός συμμετεχόντων. -Λάμβαναν υπογλυκαιμικά φάρμακα . -Κριτήρια αποκλεισμού: καρδιακές παθήσεις, πνευμονικές παθήσεις, νεφρική ή υπατική δυσλειτουργία. -Αποχώρισαν 5 άτομα.

Bellini et al. 2021	-n=8 με ΣΔΤ2	-Τυχαιοποιημένη διασταυρούμενη. 5 πειραματικές συνεδρίες όπου η κάθε μια αποτελούταν από 7 μέρες. -Στην ομάδα CON είχαν καθιστική ζωή σε όλη την συνεδρία -Η Ομάδα A:αερόβια άσκησης για 30 λεπτά μετά το πρωινό. Η ομάδα AR: 15 λεπτά AERO και 15 λεπτά ST. Ομάδα RA: πρώτα ST για 15 λεπτά και μετά 15 λεπτά AERO. Ομάδα R: 15 λεπτά ST άσκησης. -Κάθε συνεδρία διαρκούσε 3 ώρες και ξεκινούσαν μετά από 30λεπτα αφότου κατανάλωσαν το πρωινό.	-Τυποποιημένο πρωινό (66% CHO, 19% FAT και 15% PRO).	-Οι ομάδες A και AR σημαντικά χαμηλότερες τιμές γλυκόζης σε σχέση με την ομάδα RA.	-Μικρός αριθμός συμμετεχόντων -Ένας δεν τέλειωσε όλες της παρεμβάσεις. Φαρμακευτική αγωγή.
Chouk et al. 2025	-n=36 αθλητές με ΣΔΤ2 ηλικίας 30-45 ετών.	-Τυχαιοποιημένη δοκιμή. 3 ομάδες -Η μελέτη είχε διάρκεια 12 εβδομάδες -Με F test. -Ομάδα Δραστηριότητας: δομημένο πρόγραμμα ST άσκησης για 60-65 λεπτών αφότου	-Υποθερμιδική δίαιτα ξεκίνησε από 1500kcal μετά μειώθηκε στην 1200kcal και τέλος έφτασε στην 800kcal.	-Η ομάδα άσκησης +διατροφής παρουσίασε μεγαλύτερη μείωση στο σωματικό λίπος, HbA1c, αυξημένη μυϊκή μάζα σε σχέση με την ομάδα δραστηριότητας.	-Μη καπνιστές, χωρίς ιστορικό καρδιαγγειακών, χωρίς χρήση φαρμάκων εκτός μετορμίνης. -Γραπτή ενημερωμένη συγκατάθεση από όλους τους συμμετέχοντες. -Μικρός αριθμός συμμετεχόντων.

έκαναν 10 λεπτά
τρέξιμο χαμηλής
έντασης.

-Ομάδα
διατροφικού
σχήματος+
διατροφή: Έκαναν
υποθερμιδική
δίαιτα και το πάρα
πάνω πλάνο

-Ομάδα έλεγχου:
Δεν έκαναν κάτι

Βιβλιογραφία:

International Diabetes Federationn. (2021). IDF diabetes atlas (10th ed.).

<https://www.diabetesatlas.org>

American Diabetes Association. (2022). Standards of medical care in diabetes-2022. Diabetes Care, 45 (supplement_1), S1-S264. <https://doi.org/10.2337/dc22-Sint>

World Helth Organization. (2021). Diabetes. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>

Aurora, R. N., & Punjabi, N. M. (2021). Postprandial hyperglycemia in type 2 diabetes and obstructive sleep apnea. Sleep medicine, 84, 173–178.
<https://doi.org/10.1016/j.sleep.2021.05.023>

Hedem, T.D., Winn, N. C., Mari, A., Booth, F. W., Rector, R. S., Thyfault, J. P., & Kanaley, J. A. (2015). Postdinner resistance exercise improves postprandial risk factor more effectively than predinner resistance exercise in patients with type 2 diabetes. Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985), 118(5), 624-634.
<https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00917.2014>

Cruz, Loumaíra Carvalho da, Teixeira-Araujo, Alfredo A., Passos Andrade, Karoline T., Rocha, Thaise Camila O Gomes, Puga, Guilherme Moraes, Moreira, Sérgio R. (2019). Low-Intensity Resistance Exercise Reduces Hyperglycemia and Enhances Glucose Control Over a 24-Hour Period in Women With Type 2 Diabetes. Journal of Strength and Conditioning Research 33(10):p 2826-2835,. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30517087/>

Christine L., Freer, Elena S., George, Sze-Yen Tan, Gavin Abbott, David W., Dunstan, Robin M., Daly (2022). Effect of progressive resistance training with weight loss compared with

weight loss alone on the fatty liver index in older adults with type 2 diabetes: secondary analysis of a 12-month randomized controlled trial <https://doi.org/10.1136/bmjdc-2022-002950>

Colberg S.R., Grieco CR, & Somma C.T. (2014). Exercise effects on postprandial glycemia, mood, and sympathovagal balance in type 2 diabetes. *Journal of the American Medical Directors Association*, 15(4). 261-266 <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.11.026>

Oberlin, D. J., Mikus, C. R., Kearney, M. L., Hinton, P. S., Manrique, C., Leidy, H. J., Kanaley, J. A., Rector, R. S., & Thyfault, J. P. (2014). One bout of exercise alters free-living postprandial glycemia in type 2 diabetes. *Medicine and science in sports and exercise*, 46(2), 232–238. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182a54d85>

Karstoft, K., Christensen, C. S., Pedersen, B. K., & Solomon, T. P. (2014). The acute effects of interval- Vs continuous-walking exercise on glycemic control in subjects with type 2 diabetes: a crossover, controlled study. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 99(9), 3334–3342. <https://doi.org/10.1210/jc.2014-1837>

Jakobsen, I., Solomon, T. P., & Karstoft, K. (2016). The Acute Effects of Interval-Type Exercise on Glycemic Control in Type 2 Diabetes Subjects: Importance of Interval Length. A Controlled, Counterbalanced, Crossover Study. *PloS one*, 11(10), e0163562. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163562>

Li, Z., Hu, Y., Yan, R., Li, H., Zhang, D., Li, F., Su, X., & Ma, J. (2018). Twenty Minute Moderate-Intensity Post-Dinner Exercise Reduces the Postprandial Glucose Response in Chinese Patients with Type 2 Diabetes. *Medical science monitor : international medical journal of experimental and clinical research*, 24, 7170–7177. <https://doi.org/10.12659/MSM.910827>

Myette-Côté, É., Durrer, C., Neudorf, H., Bammert, T. D., Botezelli, J. D., Johnson, J. D., DeSouza, C. A., & Little, J. P. (2018). The effect of a short-term low-carbohydrate, high-fat diet with or without postmeal walks on glycemic control and inflammation in type 2 diabetes: a randomized trial. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 315(6), R1210–R1219. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00240.2018>

Kobayashi, Y., Long, J., Dan S., Johannsen, N. M., Talamoa, R., Raghuram, S., Chung, S., Kent, K., Basina, M., Lamendola, C., Haddad, F., Leonard, M. B., Church, T.S., & Palaniappan, L. (2023). Strength training is more effective than aerobic exercise for improving glycaemic control and body composition in people with normal-weight type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Diabetologia*, 66(10), 1897-1907. <https://doi.org/10.1007/s00125-023-05958-9>

Borrer, A., Zieff, G., Battaglini, C., & Stoner, L. (2018). The Effects of Postprandial Exercise on Glucose Control in Individuals with Type 2 Diabetes: A Systematic Review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(6), 1479–1491. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0864-x>

Holzer, R., Schulte-Körne, B., Seidler, J., Predel, H. G., & Brinkmann, C. (2021). Effects of Acute Resistance Exercise with and without Whole-Body Electromyostimulation and Endurance Exercise on the Postprandial Glucose Regulation in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Randomized Crossover Study. *Nutrients*, 13(12), 4322.

<https://doi.org/10.3390/nu13124322>

Liu D., Zhang Y., Wu Q. (2024). Exercise-induced improvement of glycemic fluctuation and its relationship with fat and muscle distribution in type 2 diabetes.

<https://doi.org/10.1111/1753-0407.13549>

Gale, J. T., Wei, D. L., Haszard, J. J., Brown, R. C., Taylor, R. W., & Peddie, M. C. (2023). Breaking Up Evening Sitting with Resistance Activity Improves Postprandial Glycemic Response: A Randomized Crossover Study. *Medicine and science in sports and exercise*, 55(8), 1471–1480. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003166>

Ashleigh R. Homer , Frances C. Taylor , Paddy C. Dempsey , Michael J. Wheeler , Parneet Sethi , Melanie K. Townsend , Megan S. Grace , Daniel J. Green , Neale D. Cohen , Robyn N. Larsen , Bronwyn A. Kingwell , Neville Owen , David W. Dunstan. Συχνότητα διακοπών στον χρόνο καθιστικής ζωής: Οφέλη για τον μεταγευματικό μεταβολισμό στον διαβήτη τύπου 2. *Diabetes Care* 1 Ιουνίου 2021; 44 (6): 1254–1263. <https://doi.org/10.2337/dc20-1410>

Dempsey, P. C., Larsen, R. N., Sethi, P., Sacre, J. W., Straznicky, N. E., Cohen, N. D., Cerin, E., Lambert, G. W., Owen, N., Kingwell, B. A., & Dunstan, D. W. (2016). Benefits for Type 2 Diabetes of Interrupting Prolonged Sitting With Brief Bouts of Light Walking or Simple Resistance Activities. *Diabetes care*, 39(6), 964–972. <https://doi.org/10.2337/dc15-2336>

Takaishi, T., & Hayashi, T. (2017). Stair ascending-descending exercise accelerates the decrease in postprandial hyperglycemia more efficiently than bicycle exercise. *BMJ open diabetes research & care*, 5(1), e000428. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2017-000428>

Haxhi, J., Leto, G., di Palumbo, AS et al. Άσκηση κατά το μεσημεριανό γεύμα: επίδραση στον γλυκαιμικό έλεγχο και το οξειδωτικό στρες σε άνδρες μέσης ηλικίας με διαβήτη τύπου 2. *Eur J Appl Physiol* 116 , 573–582 (2016). <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3317-3>

Reynolds, A. N., Mann, J. I., Williams, S., & Venn, B. J. (2016). Advice to walk after meals is more effective for lowering postprandial glycaemia in type 2 diabetes mellitus than advice that does not specify timing: a randomised crossover study. *Diabetologia*, 59(12), 2572–2578. <https://doi.org/10.1007/s00125-016-4085-2>

Pahra, D., Sharma, N., Ghai, S., Hajela, A., Bhansali, S., & Bhansali, A. (2017). Impact of post-meal and one-time daily exercise in patient with type 2 diabetes mellitus: a randomized crossover study. *Diabetology & metabolic syndrome*, 9, 64. <https://doi.org/10.1186/s13098-017-0263-8>

Erickson, M. L., Little, J. P., Gay, J. L., McCully, K. K., & Jenkins, N. T. (2017). Effects of postmeal exercise on postprandial glucose excursions in people with type 2 diabetes treated with add-on hypoglycemic agents. *Diabetes research and clinical practice*, 126, 240–247. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2017.02.015>

Tan, S., Li, W., & Wang, J. (2012). Effects of six months of combined aerobic and resistance training for elderly patients with a long history of type 2 diabetes. *Journal of sports science & medicine*, 11(3), 495–501. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3737933/>

Bellini, A., Nicolò, A., Bulzomi, R., Bazzucchi, I., & Sacchetti, M. (2021). The Effect of Different Postprandial Exercise Types on Glucose Response to Breakfast in Individuals with Type 2 Diabetes. *Nutrients*, 13(5), 1440. <https://doi.org/10.3390/nu13051440>

Chouk, K., Triki, R., Dergaa, I., Ceylan, H. İ., Bougrine, H., Raul-Ioan, M., & Ben Abderrahman, A. (2025). Effects of combined diet and physical activity on glycemic control and body composition in male recreational athletes with type 2 diabetes mellitus. *Frontiers in endocrinology*, 16, 1525559. <https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1525559>