



Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
“ΜΟΡΙΑΚΗ & ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ”

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ
ΣΤΟ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ ΤΥΠΟΥ 1»**

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΖΑΧΑΡΟΔΗΜΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΦΙΛΙΠΠΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΜΕΛΗ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ:

ΚΟΥΤΣΙΔΙΕΡΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

ΧΡΥΣΑΝΘΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΣΤΑΣ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2021

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλλαν για να ολοκληρωθεί αυτή η εργασία μετά από πολλά εμπόδια. Τον καθηγητή κύριο Κουτσιλιέρη Μιχαήλ, Καθηγητή Ιατρικής Σχολής, ΕΚΠΑ, ιδιαίτερα τον κύριο Φιλίππου Αναστάσιο Αναπληρωτή Καθηγητή Ιατρικής σχολής, ΕΚΠΑ, και τον κύριο Χρυσανθόπουλο Κώστα ΕΕΠ Ιατρικής σχολής, ΕΚΠΑ για τις σωστές κατευθύνσεις που μου παρείχαν για την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διατριβής μου όσο και για την στήριξη τους μέχρι το τέλος. Κλείνοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και την κοπέλα μου που ήταν δίπλα μου όλο αυτό το διάστημα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει την επίδραση της άσκησης σε δείκτες υγείας ασθενών με Σακχαρώδη Διαβήτη Τύπου 1 (ΣΔΤ1).

Μεθοδολογία. Πραγματοποιήθηκε συστηματική ανασκόπηση επιστημονικών ερευνών σχετικά με την επίδραση διαφόρων ειδών σωματικής άσκησης, συγκεκριμένα των Υψηλής Έντασης Διαλειμματική Προπόνηση (HIIT), Συνεχούς Προπόνησης Μέτριας Έντασης (MICT), Άσκησης Μυϊκής Ενδυνάμωσης (ST), Αερόβιας Άσκησης (AET), Αναερόβιας Άσκησης (AnET), και Μυϊκών Διατάσεων (S), σε δείκτες υγείας ασθενών που πάσχουν από σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1. Συγκεκριμένα, οι δείκτες υγείας που αξιολογήθηκαν ήταν: Γλυκοζυλιωμένη Αιμοσφαιρίνη (HbA1c), Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου (VO₂max), Ολική Χοληστερόλη (TC), Χοληστερόλη Λιποπρωτεϊνών Χαμηλής Πυκνότητας (LDL), Χοληστερόλη Λιποπρωτεϊνών Υψηλής Πυκνότητας (HDL), Τριγλυκερίδια (TG), Συστολική Αρτηριακή Πίεση (SBP), Διαστολική Αρτηριακή Πίεση (DBP), Σωματικό Βάρος (BW), Δείκτης Μάζας Σώματος (BMI), % Σωματικού Λίπους (BFP) και Άλιπη Μάζα (FFM). Η ηλεκτρονική επιστημονική βάση που χρησιμοποιήθηκε για την αναζήτηση άρθρων / ερευνών ήταν η PubMed για το χρονικό διάστημα μεταξύ 1980 και 2020. Από το αρχικό σύνολο των 17.486 άρθρων αρχικά επιλέχθηκαν 237, από τα οποία τελικά προέκυψαν 31 τα οποία πληρούσαν τα κριτήρια επιλογής που είχαν τεθεί.

Αποτελέσματα. Το δείγμα των ασθενών από τις επιλεγείσες έρευνες αφορούσε 370 ενήλικους (143 γυναίκες & 227 άνδρες) με μέσο όρο ηλικίας τα 32,7 έτη, και 904 ανήλικους (467 κορίτσια & 429 αγόρια) με μέσο όρο ηλικίας τα 14,35 έτη. Τα συχνότερα είδη άσκησης που φαίνεται να επιλέγονται είναι η AET (40,5%), ο συνδυασμός AET & ST (13,5%), καθώς και η HIIT (10,8%) αλλά μόνο σε ενήλικες. Η μέση διάρκεια των προγραμμάτων άσκησης ήταν 12,47 εβδομάδες για τους ενήλικους και 15,9 εβδομάδες για τους ανήλικους, ενώ η συχνότητα της άσκησης ήταν 3,41 και 2,45 συνεδρίες ανά εβδομάδα, αντίστοιχα. Θετικές είναι οι επιδράσεις στους περισσότερους από τους ανωτέρους δείκτες που αξιολογήθηκαν. Συγκεκριμένα, οι ενήλικοι διαβητικοί τύπου 1 εμφάνισαν μείωση της HbA1c σε 8 από τις 11 (8/11) μελέτες, αύξηση της VO₂max σε 15/15 μελέτες, μείωση της TC σε 14/16, μείωση της LDL σε 7/10, μείωση των TG σε 9/15, μείωση της SBP σε 6/7,

μείωση της DBP σε 5/8, ενώ αρνητική επίδραση της άσκησης αναφέρθηκε στην FFM με μείωση σε 5/6 μελέτες. Αντικρουόμενα ήταν τα αποτελέσματα για τους υπόλοιπους δείκτες, όπου παρουσιάστηκε μείωση της HDL σε 7/14 μελέτες, μείωση του BW σε 6/11, μείωση του BMI σε 3/6, και μείωση του BFP σε 2/4 μελέτες. Όσον αφορά τους ανήλικους διαβητικούς τύπου 1, σημειώθηκε μείωση της HbA1c σε 12/16 μελέτες, αύξηση της VO₂max σε 7/9, μείωση της TC σε 6/7, μείωση των TG σε 7/10, μείωση της LDL σε 6/9, και μείωση της DBP σε 3/3 μελέτες. Αντικρουόμενα αποτελέσματα αναφέρθηκαν ως προς τους άλλους δείκτες αξιολόγησης όπου παρουσιάστηκε αύξηση της HDL σε 5/10, μείωση της SBP σε 2/4, αύξηση του BW σε 5/9, μείωση του BMI σε 3/7 μελέτες, αύξηση ή μείωση ή καμία μεταβολή του BFP σε 1/3 μελέτες αντίστοιχα, και αύξηση της FFM σε 3/5 μελέτες.

Συμπεράσματα. Από την παρούσα συστηματική ανασκόπηση προκύπτει ότι τα άτομα με ΣΔΤ1, ανεξαρτήτως ηλικίας, τα οποία συμμετέχουν συστηματικά σε προγράμματα άσκησης βελτιώνουν την καρδιαγγειακή και αναπνευστική τους λειτουργία και τη φυσική τους κατάσταση, επιτυγχάνουν καλή ρύθμιση του διαβήτη και μειώνουν την πιθανότητα καρδιαγγειακών νοσημάτων, βελτιώνοντας, έτσι, συνολικά την υγεία και την ποιότητα της ζωής τους.

Λέξεις κλειδιά. Σακχαρώδης Διαβήτης Τύπου 1, Άσκηση, Υψηλής Έντασης Διαλειμματική Προπόνηση, Αερόβια Άσκηση, Άσκηση Αντιστάσεων

ABSTRACT

Purpose. The purpose of this study is to investigate the effect of physical exercise on health parameters in patients with Type 1 Diabetes Mellitus.

Methodology. There has been a systematic review of literature on the effect of different types of physical exercise, i.e., High Intensity Interval Training (HIIT), Moderate Intensity Continuous Training (MICT), Strength Training (ST), Aerobic Exercise (AET), Anaerobic Exercise (AnET) and Stretching (S) on specific health indicators such as Glycosylated Hemoglobin (HbA1c), Maximum Oxygen Intake (VO₂max), Total Cholesterol (TC), Low Density Lipoprotein Cholesterol (LDL), High Density Lipoprotein Cholesterol (HDL), Systolic Blood Pressure (SBP), Diastolic Blood Pressure (DBP), Body Weight (BW), Body Mass Index (BMI), % Body Fat (BFP) and Fat Free Mass (FFM). The archive of biomedical and life sciences journal literature PubMed was used for searching the scientific literature in the period of time between 1980 and 2020. From the total of 17,486 articles, 237 were initially collected, out of which 31 articles were finally selected that met the inclusion criteria that had been set.

Results. The studies included in this review involved 370 adult patients with diabetes mellitus (143 women & 227 men) with a mean age of 32.7 years, as well as 904 children/adolescents (467 girls & 429 boys) with a mean age of 14.35 years. The most common types of exercise used in those studies were AET (40.5%), the combination of AET and ST (13.5%), as well as HIIT (10.8%) in adults only. The average duration of the exercise programs was 12.47 weeks for adults and 15.9 weeks for children/adolescents, with a frequency of 3.41 and 2.45 sessions per week, respectively. The effects of exercise programs on most of the examined indicators were beneficial for the patients. Specifically, adult type 1 diabetics achieved a decrease in HbA1c in 8 out of 11 (8/11) studies (EG), an increase in VO₂max in 15/15, a decrease in TC in 14/16, a decrease in LDL to 7/10, a decrease in TG in 9/15, reduction of SBP in 6/7, decrease of DBP in 5/8 studies, while a negative effect was reported in FFM showing a decrease in 5/6 studies. The results regarding the other indicators were contradictory, i.e., there was a decrease in HDL in 7/14 studies, a decrease in BW in 6/11, a decrease in BMI in 3/6, and a decrease in BFP in 2/4. Regarding the juvenile type 1 diabetics, there was a decrease in HbA1c in 12/16

studies, increase in VO₂max in 7/9, decrease in TC in 6/7, decrease in TG in 7/10, decrease in LDL in 6/9, and reduction of DBP in 3/3 studies. Conflicting results were reported in the other evaluation parameters where there was an increase in HDL in 5/10 studies, decrease in SBP in 2/4, increase in BW in 5/9, decrease in BMI in 3/7, an increase or decrease or no change of BFP in 1/3 studies, respectively, and an increase of FFM in 3/5 studies.

Conclusions. This systematic review shows that people with Type 1 Diabetes Mellitus, regardless of age, who participate in exercise programs, improve their cardiovascular and respiratory capacity and physical fitness, achieve a good management of the disease (diabetes), reduce their risk of cardiovascular disease, and improve their overall health status and quality of life.

Keywords: Type 1 Diabetes mellitus, Exercise, High Intensity Interval Training, Aerobic Exercise, Resistance Exercise

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT	5
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	9
ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	10
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	13
1. ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ	13
1.1. Εισαγωγικά Για Τον Σακχαρώδη Διαβήτη	13
1.2. Σακχαρώδης Διαβήτης Τύπου 1	16
1.3. Λανθάνων Αυτοάνοσος Διαβήτης Των Ενηλίκων (Latent Autoimmune Diabetes Of Adults - LADA) ή Λανθάνων Διαβήτης ή Τύπος 1,5	21
2. ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΟΝ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ 1.....	23
2.1. Ρόλος της Άσκησης Στο Σακχαρώδη Διαβήτη 1	23
2.2. Μηχανισμοί Επίδρασης Της Άσκησης Στο Σακχαρώδη Διαβήτη 1	25
2.3. Επιπτώσεις Άσκησης Σε Μεταβολισμό Και Ορμόνες Ασθενών Με Σ Δ Τύπου 1	27
2.4. Τύποι Άσκησης Στο Σακχαρώδη Διαβήτη 1	29
2.4.1. Αερόβια Άσκηση	31
2.4.2. Αναερόβια Άσκηση: Βάρη - Αντιστάσεις.....	33
2.4.3. Ασκήσεις Ελαστικότητας – Μυϊκής Ευλυσίας.....	35
2.4.4. Υψηλής Έντασης Διαλειμματική Προπόνηση (HIIT)	36

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	38
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	42
ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ	56
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	71
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	73

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά άσκησης: Ένταση, Ένταση (%VO ₂ max) και %HRmax30	
Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά άσκησης: Διάρκεια άσκησης, Σάκχαρο αίματος, Γεύμα	
.....	30
Πίνακας 3. Αλγόριθμος της αναζήτησης Βιβλιογραφίας από την βάση δεδομένων PubMed	
.....	42
Πίνακας 4 . Πίνακας μελετών που εξέτασαν την επίδραση συστηματικής άσκησης σε ενηλίκους ασθενείς με ΣΔτ1	
.....	47
Πίνακας 5. Πίνακας μελετών που εξέτασαν την επίδραση συστηματικής άσκησης σε ανήλικους ασθενείς με ΣΔτ1	
.....	50
Πίνακας 6. Πίνακας αποτελεσμάτων επίδρασης συστηματικής άσκησης σε εξεταζόμενους δείκτες σε ασθενείς με ΣΔτ1 (ενήλικες και ανήλικους)	
.....	58
Πίνακας 7. Είδη συστηματικής άσκησης σε ασθενείς με ΣΔτ1 (ενήλικες και ανήλικους)	
.....	61

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1. Διάγραμμα ροής.....	45
Διάγραμμα 2. Δείγμα ενηλίκων	55
Διάγραμμα 3. Είδος άσκησης ενηλίκων	55
Διάγραμμα 4. Δείγμα ανηλίκων.....	56
Διάγραμμα 5. Είδος άσκησης ενηλίκων	56
Διάγραμμα 6. Αποτελέσματα επίδρασης συστηματικής άσκησης σε εξεταζόμενους δείκτες σε ασθενείς με ΣΔτ1 (ενήλικες και ανήλικους).....	60
Διάγραμμα 7. Είδη συστηματικής άσκησης σε ασθενείς με ΣΔτ1 (ενήλικες και ανήλικους).....	62
Διάγραμμα 8. Είδη συστηματικής άσκησης σε ενήλικες με ΣΔτ1	62
Διάγραμμα 9. Είδη συστηματικής άσκησης σε ανήλικους με ΣΔτ1	63

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Παθογενετικά χαρακτηριστικά και η σχέση τους με τον ορισμό του διαβήτη: Σ Δ Τύπου 1, Σ Δ τύπου LADA, Σ Δ τύπου 2	14
--	----

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σωματική άσκηση είναι εκείνη που δύναται να επιφέρει θετικά επακόλουθα στην ζωή ασθενών με Σακχαρώδη Διαβήτη Τύπου 1 (ΣΔΤ1). Η παρούσα εργασία σκοπεύει να διερευνήσει την επίδραση της άσκησης στον ΣΔΤ1.

Η εργασία διακρίνεται σε επιμέρους ενότητες ώστε να καλύψει το υπό εξέταση θέμα. Στην βιβλιογραφική ανασκόπηση παρατίθενται στοιχεία σχετικά με την ανάλυση του Σ Δ και την άσκηση. Εισαγωγικά για τον Σακχαρώδη Διαβήτη, τον Σακχαρώδη Διαβήτη Τύπου 1 και τον Λανθάνων Αυτοάνοσο Διαβήτη Των Ενηλίκων ή Λανθάνων Διαβήτη ή Τύπος 1,5. Επίσης, κρίθηκε σημαντικό να αναφερθεί ο ρόλος της άσκησης στον ΣΔΤ1, οι μηχανισμοί επίδρασης της άσκησης στο ΣΔΤ1 και οι επιπτώσεις της άσκησης στον μεταβολισμό και στις ορμόνες των ασθενών με ΣΔΤ1. Επίσης, αναφέρονται οι τύποι των ασκήσεων όπως η αερόβια άσκηση, η αναερόβια άσκηση, ασκήσεις με αντιστάσεις (ενδυνάμωσης), οι ασκήσεις ελαστικότητας – μυϊκής ευλυγισίας και η υψηλής έντασης διαλειμματική προπόνηση (HIIT). Ακολουθούν οι ενότητες της μεθοδολογίας, των αποτελεσμάτων, της συζήτησης ευρημάτων, των συμπερασμάτων, των περιορισμών και των προτάσεων για περαιτέρω έρευνα.

Η εργασία θα αποδώσει μια απάντηση στο ερευνητικό ερώτημα σχετικά με το αν «Είναι δυνατό η άσκηση να επιδρά θετικά στον Σακχαρώδη Διαβήτη Τύπου 1;».

Η ερευνητική υπόθεση και η μηδενική της των οποίων την επαλήθευση θα πραγματοποιήσει η παρούσα εργασία μπορεί να προσδιοριστεί ως εξής:

- ΕΥ1: «Ο Σακχαρώδη Διαβήτη Τύπου 1 επηρεάζεται θετικά από την άσκηση (αερόβια, αναερόβια, ενδυνάμωσης, διατάσεις, και Υψηλής Έντασης Διαλειμματική Προπόνηση)»
- ΕΥ1ο: «Ο Σακχαρώδη Διαβήτη Τύπου 1 δεν επηρεάζεται θετικά από την άσκηση (αερόβια, αναερόβια, ενδυνάμωσης, διατάσεις, και Υψηλής Έντασης Διαλειμματική Προπόνηση)»

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

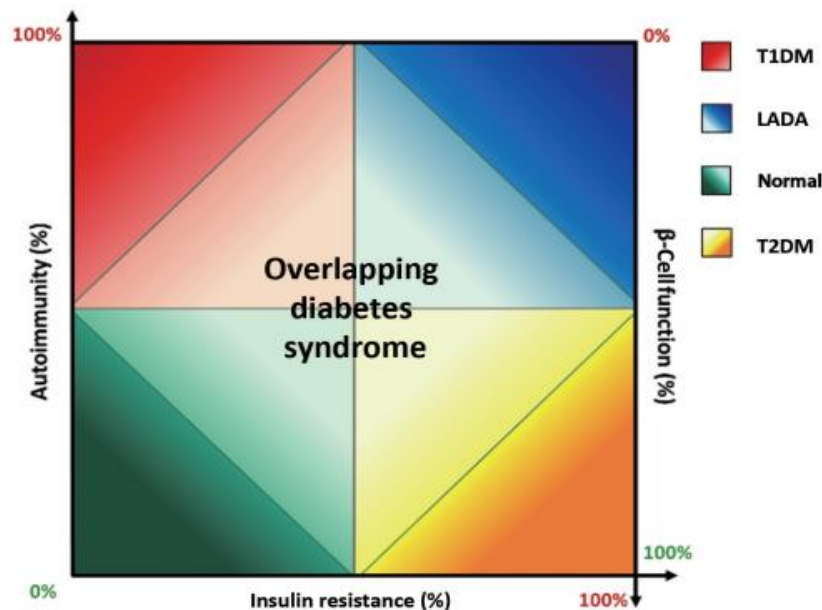
1. ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ

1.1. Εισαγωγικά Για Τον Σακχαρώδη Διαβήτη

Ο Σακχαρώδης Διαβήτης (ΣΔ) είναι η διαταραχή του μεταβολισμού των υδατανθράκων, των λιπιδίων και των πρωτεϊνών, η οποία οφείλεται σε μειονεκτικότητα της εκκρίσεως ή της δράσεως της ινσουλίνης ή σε συνδυασμό, στοιχείο που αποφέρει την απόλυτη ή σχετική έλλειψη ινσουλίνης. Το πρόβλημα παρουσιάζεται στην παραγωγή αλλά και στην χρήση της ινσουλίνης, της ουσίας που παράγει το πάγκρεας η οποία είναι απαραίτητη για τη μετατροπή της προσλαμβανόμενης τροφής σε ενέργεια. Έτσι, ο Σ Δ αποτελεί μια βλάβη στη διαδικασία μετατροπής της λήψης τροφής σε ενέργεια, από τον ανθρώπινο οργανισμό (Κατσιλάμπρος, 2000, Καραμάνος, 2002).

Η τυπολογία του Σ Δ είναι πολλαπλή. Αρχικά, διακρίνεται σε πρωτοπαθή και δευτεροπαθή. Στον πρωτοπαθή ΣΔ ανήκουν ο Σ Δ τύπου 1, (ή αποκαλούμενος νεανικός διαβήτης ή Ινσουλινοεξαρτώμενος (Insulin – Dependent Diabetes IDDM)) ο οποίος διακρίνεται σε Αυτοάνοσος Σ Δ 1 και Ιδιοπαθής Σ Δ 1 και ο Σ Δ τύπου 2 (ή αποκαλούμενος διαβήτης της ώριμης ηλικίας ή Μη ινσουλινοεξαρτώμενος (Non-Insulin – Dependent Diabetes NIDDM)) (Φετράκης, 1996). Ο δευτεροπαθής Σ Δ εμφανίζεται ως συνέπεια παθήσεων ή νοσολογικών καταστάσεων όπως παγκρεατική νόσος, οι παθήσεις των οφθαλμών, οι παθήσεις των ενδοκρινών αδένων, τα σύνδρομα με ανωμαλία των υποδοχέων της ινσουλίνης, τα γενετικά νοσήματα και ως αποτέλεσμα μιας φαρμακευτικής αγωγής από πρόσληψη χημικών ουσιών (Γαρδίκας, 1984, Cecil, 1991, Townsend, 1996). Επιπλέον, η τυπολογία του Σ Δ πληθαίνει αν προστεθούν ο Προδιαβήτης, ο Σ Δ τύπου LADA (Latent Autoimmune Diabetes of the Adults), ο Σ Δ Κυήσεως και ο Σ Δ σχετιζόμενος με κακή διατροφή όπως ο

Ινολιθισιακός Παγκρεατικός Σ Δ και ο Πρωτεϊνοπενικός Παγκρεατικός ΣΔ (Coyne & Anderson, 1989) (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Παθογενετικά χαρακτηριστικά και η σχέση τους με τον ορισμό του διαβήτη: Σ Δ Τύπου 1, Σ Δ τύπου LADA, Σ Δ τύπου 2
(Maddaloni & Pozzilli, 2014)

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO 2020) και το Emerging Risk Factors Collaboration (2019), δημοσιεύονται τα ακόλουθα στοιχεία σχετικά με τον διαβήτη:

1. Ο αριθμός των ατόμων με διαβήτη αυξήθηκε από 108 εκατομμύρια το 1980 σε 422 εκατομμύρια το 2014.
2. Ο παγκόσμιος επιπολασμός του διαβήτη στους ενήλικες άνω των 18 ετών αυξήθηκε από 4,7% το 1980 σε 8,5% το 2014.
3. Ο επιπολασμός του διαβήτη αυξάνεται ταχύτερα στις χώρες μεσαίου και χαμηλού εισοδήματος.
4. Ο διαβήτης είναι μια σημαντική αιτία τύφλωσης, νεφρικής ανεπάρκειας, καρδιακών προσβολών, εγκεφαλικού επεισοδίου και ακρωτηριασμού κάτω άκρων.

5. Το 2016, περίπου 1,6 εκατομμύρια θάνατοι προσβλήθηκαν άμεσα από διαβήτη. Άλλοι 2.2 εκατομμύρια θάνατοι οφειλόταν σε υψηλή γλυκόζη αίματος το 2012.
6. Σχεδόν το ήμισυ όλων των θανάτων που οφείλονται σε υψηλή γλυκόζη αίματος εμφανίζονται πριν από την ηλικία των 70 ετών. Ο ΠΟΥ υπολογίζει ότι ο διαβήτης ήταν η έβδομη αιτία θανάτου το 2016.
7. Η υγιεινή διατροφή, η τακτική σωματική άσκηση, η διατήρηση ενός φυσιολογικού σωματικού βάρους και η αποφυγή της χρήσης καπνού είναι τρόποι πρόληψης ή καθυστέρησης της εμφάνισης του διαβήτη τύπου 2.
8. Ο διαβήτης μπορεί να αντιμετωπιστεί και οι συνέπειές του να αποφευχθούν ή να καθυστερήσουν με δίαιτα, σωματική δραστηριότητα, φαρμακευτική αγωγή και τακτική εξέταση και θεραπεία για επιπλοκές.
9. Οι απώλειες του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος παγκοσμίως από το 2011 έως το 2030, συμπεριλαμβανομένων τόσο του άμεσου όσο και του έμμεσου κόστους του διαβήτη, θα ανέλθουν σε 1,7 τρισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ, που περιλαμβάνουν 900 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ για χώρες υψηλού εισοδήματος και 800 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ για χαμηλές και μεσαίες.

Στην Ελλάδα σε μελέτη του Liatis και των συνεργατών του (2016) σε πληθυσμό που ανήλθε σε 10.222.779 άτομα, αντιπροσωπεύοντας το 95% του ελληνικού πληθυσμού ανευρέθηκε η συχνότητα του διαβήτη που προδιαγράφεται με φαρμακευτική αγωγή ήταν 7,% (720.764 άτομα), που κυμαίνονταν από 0,08% σε παιδιά και εφήβους έως 8,2% σε ενήλικες και 30,3% σε αυτά των 75 ετών. Η συχνότητα του Σ Δ τύπου 1 ήταν 0,24%, με σαφή υπεροχή των ανδρών και περισσότερες από τις μισές περιπτώσεις που αναπτύχθηκαν μετά από 14 έτη. Η μετφορμίνη ήταν το πιο συχνά προδιαγεγραμμένο φάρμακο (77,4%) στον Σ Δ τύπου 2 ακολουθούμενο από αναστολείς DPP-4 (44,8%) και σουλφονυλουρίες (34,5%), ενώ η ινσουλίνη χρησιμοποιήθηκε από το 19,4% των ασθενών.

1.2. Σακχαρώδης Διαβήτης Τύπου 1

Ο Σ Δ τύπου 1, διαιρείται σε δύο κατηγορίες τον Αυτόνοσο και τον Ιδιοπαθή. Ο Αυτόνοσος Σ Δ τύπου 1, παλιότερα καλούνταν νεανικός ή ινσουλινοεξαρτώμενος διαβήτης και παρουσιάζεται ανεξαρτήτου ηλικιακού προφίλ σε άτομα από την παιδική ή νεανική ηλικία μέχρι και στη γηραιότερη ηλικία. Ενώ ο Ιδιοπαθής Σ Δ τύπου 1 χωλαίνει αιτιολογίας, και δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που εντοπίζεται διαρκής έλλειψη ινσουλίνης και επίσης οι ασθενείς είναι ευάλωτοι στη διαβητική κετοξέωση, σημαντικές αυξομειώσεις της ινσουλίνης μεταξύ των επεισοδίων και δεν παρουσιάζουν ενδείξεις αυτοανοσίας (American Diabetes Association, 2013).

Το Center For Disease Control And Prevention (2017) στην Ατλάντα των ΗΠΑ προσδιόρισε ότι ο Σ Δ τύπου 1 θεωρείται μια ανίατη, αυτοάνοση νόσος και όχι μια ασθένεια του τρόπου ζωής. Ο Σ Δ τύπου 1 αντιπροσωπεύει περίπου το 5 - 1% των περίπου από 420 εκ. παγκοσμίων περιστατικών με Σ Δ τύπου 1, τα οποία εξαρτώνται από την ινσουλίνη για όλη τους τη ζωή. Επιδημιολογικά, το Center For Disease Control And Prevention τονίζει την αυξητική τάση του Σ Δ τύπου 1 για τις ΗΠΑ και πιο ειδικά σημειώνει:

1. Περίπου 1,25 εκατομμύρια Αμερικανοί έχουν διαβήτη τύπου 1.
2. Μέχρι το 2050, 5 εκατομμύρια άτομα αναμένεται να διαγνωστούν με Σ Δ τύπου 1.
3. Υπολογίζεται ότι 40.000 άτομα διαγιγνώσκονται με διαβήτη τύπου 1 κάθε χρόνο.
4. 200.000 άτομα ηλικίας κάτω των 20 ετών έχουν Σ Δ τύπου 1.
5. Μεταξύ 2011 και 2012, 17.900 παιδιά και έφηβοι ηλικίας κάτω των 20 ετών διαγνώστηκαν με Σ Δ τύπου 1.
6. Υπήρξε αύξηση κατά 21% των ατόμων που διαγνώστηκαν με Σ Δ τύπου 1 μεταξύ του 2001 και του 2009 κάτω από την ηλικία των 20 ετών.

7. Μέχρι το 2050, 600.000 άτομα ηλικίας κάτω των 20 ετών αναμένεται να έχουν Σ Δ τύπου 1.
8. Προβλέφθηκαν 14 δις δολάρια για τις δαπάνες για τη Σ Δ τύπου 1 που συνδέονται με την υγειονομική περίθαλψη κάθε έτος.
9. Λιγότερο από το ένα τρίτο των ατόμων με Σ Δ τύπου 1 επιτυγχάνουν σταθερά επίπεδα ελέγχου της γλυκόζης στο αίμα.
10. Το 2018, 1 στους 4 ασθενείς από τις ΗΠΑ είχαν αναβάλει τη χορήγηση ινσουλίνης λόγω κόστους.

Στην Ευρώπη νοσούν περίπου 60 εκατομμύρια άτομα με διαβήτη τύπου 1 με το 10,3% των ανδρών και το 9,6% των γυναικών να είναι ηλικίας 25 ετών και άνω (WHO, 2020). Στην Ελλάδα σε έρευνα των Liatis et al. (2016) εντοπίστηκαν 24.785 άτομα με διαβήτη τύπου 1, 13.323 άνδρες και 11.462 γυναίκες, ήτοι το 3,4% όλων των ασθενών με διαβήτη, που αντιστοιχούσε σε επιπολασμό 0,24%. Στα παιδιά ηλικίας μικρότερης των 15 ετών, ο επιπολασμός του Σ Δ τύπου 1 ήταν 0,08%, ενώ σε αυτά που ήταν μεγαλύτερα από τα 15 έτη ήταν 0,27%. Οι άνδρες επηρεάστηκαν συχνότερα από τα γυναίκες, με τη διαφορά να γίνεται πιο έντονη μετά την ηλικία των 25 ετών.

Ο Σ Δ τύπου 1 αποτελεί μια νόσο η οποία χαρακτηρίζεται από ύπαρξη αντιγόνων ιστοσυμβατότητας και αντινησιδιακών αντισωμάτων τα οποία με την σειρά τους λαμβάνουν μέρος στην καταστροφή των κυττάρων β στο πάγκρεας του ανθρώπινου οργανισμού με αποτέλεσμα να μην είναι σε θέση να παράγει πλέον ινσουλίνη. Ο Σ Δ τύπου 1 θεωρείται ένα ανοσολογικό νόσημα συσχετιζόμενο με τα μόρια HLA, τα οποία εντάσσονται στην κυκλοφορία ως αυτοαντισώματα που καταστρέφουν τα συστατικά των νησιδίων του παγκρέατος (D' Adamo, 2006, Narendran, 2019). Ως αποτέλεσμα τα άτομα με αυτή τη συνθήκη να βασίζονται ουσιαστικά στην εξωγενή χορήγηση ινσουλίνης για επιβίωση, αν και μια υποομάδα έχει σημαντική υπολειμματική παραγωγή C-πεπτιδίων (Papadopoulou – Marketou et al., 2018, Forbes & Cooper, 2013). Επιπλέον, υπάρχει ετήσια αύξηση κατά 6% του κινδύνου ανάπτυξης του Σ Δ τύπου 1 σε ανεπτυγμένες χώρες, η οποία παραμένει ανεξήγητη, αλλά θεωρείται ότι οφείλεται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες. Αυτή η αυξανόμενη συχνότητα μπορεί επίσης να επηρεαστεί από την αντίσταση στην

ινσουλίνη, η οποία έχει αναφερθεί ως παράγοντας κινδύνου για τον διαβήτη τύπου 1 (Siewko et al., 2018).

Οι κύριες ενδείξεις του Σ Δ τύπου 1 είναι: η αφυδάτωση, η πείνα, η απώλεια βάρους, η ξηρότητα στην στοματική κοιλότητα, η ναυτία, η δύσπνοια, η ούρηση με μεγάλη ποσότητα ούρων, η θολερή όραση, η σωματική καταπόνηση και οι χρόνιες λοιμώξεις ουροποιητικού συστήματος, η σύγχυση, ο κοιλιακός πόνος και η ταχύπνοια. Σε ορισμένες περιπτώσεις ο Σ Δ τύπου 1 είναι δυνατό να προκαλέσει μυϊκούς σπασμούς, αναστάτωση, δυσκολίες ομιλίας και απώλεια αισθήσεων (D' Adamo, 2006).

Προδιαθεσικοί παράγοντες του Σ Δ τύπου 1 θεωρούνται οι γενετικοί και μη παράγοντες. Η κληρονομικότητα και η γενετική προδιάθεση θεωρούνται σημαντικές, με μονοζυγωτικούς δίδυμους να εμφανίζουν Σ Δ τύπου 1 κατά 30 – 5% και η κληρονομικότητα να παρουσιάζεται αυξημένη όταν ο ινσουλινοεξαρτώμενος διαβητικός ασθενής να κληροδοτεί τη νόσο στους απογόνους του με κίνδυνο εμφάνιση Σ Δ τύπου 1 κατά 2 – 6%. Επιπλέον, προδιαθεσικός παράγοντας τα γονίδια HLA καθώς περισσότεροι από 9% των ασθενών με Σ Δ τύπου 1 φέρουν το γονίδιο HLA DR3 και/ή DR4 (Matsoukas & Kotsa, 2015). Εδώ σημειώνεται πως τα γονίδια που ευθύνονται για τον Σ Δ διαβήτη μεταφέρονται με τους τύπους HLA. Επίσης, άλλα γονίδια αιτιολογικά της εμφάνισης του ΣΔ τύπου 1 είναι τα IDDM1 (τόπος HLA), IDDM2 κλπ., τα οποία συνεισφέρουν στη γενετική προδιάθεση και ακόμα και σήμερα χαρτογραφούνται τα ίδια αλλά και τα προϊόντα τους (Narendran, 2019).

Κλινικές εκδηλώσεις Σ Δ τύπου 1 μπορούν να θεωρηθούν οι εξής (Kiwol & Sangkeun, 2012):

1. Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο (ΑΕΕ). Οι διαβητικοί με Σ Δ τύπου 1, έχουν 2 έως 6 φορές αυξημένη πιθανότητα για Α Ε Ε.
2. Αρτηριακή Υπέρταση. Η αρτηριακή υπέρταση αποτελεί επιπλοκή του Σ Δ τύπου 1 στο 2% έως 6% των διαβητικών ασθενών
3. Βακτηριακές λοιμώξεις και μυκητιάσεις δέρματος, ονύχων και βλεννογόνων. Η λοίμωξη συνεπάγεται την εμφάνιση γάγγραινας (νέκρωση των ιστών) του άκρου πόδα.

4. Διαβητική Αμφιβληστροειδοπάθεια.
5. Διαταραχές γλυκόζης αίματος με υπεργλυκαιμία και υπογλυκαιμία
6. Διαταραχές καρδιαγγειακού συστήματος με μακροκυκλοφορία, αθηροσκλήρυνση, υπέρταση, υπερλιπιδαιμία, στεφανιαία νόσος, αγγειακή εγκεφαλοπάθεια και περιφερική αγγειοπάθεια, διαταραχή περιφερικής κυκλοφορίας, απόφραξη και θρόμβωση αγγείων και αρτηριών.
7. Διαταραχές ουροποιητικού συστήματος. Παρουσία διαβητικής νεφροπάθειας, νεφροσκλήρυνση και ανεπαρκής κένωση της κύστης με κατακράτηση ούρων, πυελονεφρίτιδα και άλλες λοιμώξεις ουροποιητικού.
8. Διαταραχές Περιφερικού και Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος ή διαβητικές νευροπάθειες, με περιφερικές (ή σωματικές) νευροπάθειες (πολυνευροπάθειες και μονονευροπάθειες), διαταραχές αίσθησης πόνου, θερμοκρασίας, αφής και σπλαγχνικές νευροπάθειες με δυσλειτουργία εφίδρωσης, διαταραχή λειτουργίας κόρης, καρδιαγγειακή, γαστρεντερική και ουροποιογεννητική δυσλειτουργία.
9. Επιπλοκές από τα κάτω άκρα ως αποτέλεσμα αγγειοπάθειας, νευροπάθειας και λοιμώξεων με κίνδυνο τον ακρωτηριασμό, παρουσιάζονται τα αποστήματα, η οστεομυελίτιδα και η γάγγραινα.
10. Λοιμώξεις. Τα άτομα με Σ Δ τύπου 1 παρουσιάζουν αυξημένο κίνδυνο λοιμώξεων.
11. Νευρολογικές και αγγειακές διαταραχές. Το άτομο με Σ Δ τύπου 1 παρουσιάζει διαταραχές αισθητικότητας, μείωση της απάντησης της φλεγμονής και την καθυστέρηση της επούλωσης.
12. Περιοδοντοπάθειες. Οι περιοδοντοπάθειες οφείλονται σε μικροαγγειοπάθεια, με διαταραχές αγγείων ούλων.
13. Φυματίωση.

Μια από τις πιο σημαντικές επιπλοκές του Σ Δ τύπου 1 είναι η Διαβητική Κετοοξέωση (ΔΚΟ). Η ΔΚΟ ανευρίσκεται όταν εντοπίζονται: γλυκόζη αίματος >250

mg/dL, pH πλάσματος <7,3, διττανθρακικά πλάσματος <15 mEq/L, παρουσία κετονών στον ορό, παρουσία κετονών και γλυκόζης στα ούρα και παθολογικά επίπεδα νατρίου, καλίου και χλωριούχων στον ορό. Η ΔΚΟ περιλαμβάνει τέσσερα μεταβολικά προβλήματα (Misra & Oliver, 2015, Brandstaetter et al., 2019):

1. Ηλεκτρολυτικές διαταραχές (απώλεια καλίου, νατρίου) εξαιτίας ωσμωτικής διούρησης.
2. Ελάττωση εξωκυττάριου περιβάλλοντος λόγω ωσμωτικής διούρησης,
3. Μεταβολική οξέωση από συρροή κετοοξέων,
4. Υπερωσμωτικότητα λόγω υπεργλυκαιμίας και αφυδάτωσης.

Μια ακόμη επιπλοκή - μεταβολική διαταραχή στον Σ Δ τύπου 1 είναι η Υπερωσμωτική Υπεργλυκαιμική Κατάσταση (ΥΥΚ). Στην ΥΥΚ εντοπίζεται ωσμωτικότητα πλάσματος > 340 mOsm/L (με φυσιολογικά όρια 280 – 300 mOsm/L), υψηλό επίπεδο γλυκόζης στο αίμα (>600 mg/dL και συχνά 1.000-2.000 mg/dL), και από διαταραχή συνείδησης. Η ΥΥΚ παρουσιάζει θνητότητα και μάλιστα υψηλότερη από αυτή της ΔΚΟ. Οι προδιαθεσικοί παράγοντες που σχετίζονται με την ΥΥΚ, περιλαμβάνουν λοιμώξεις, φάρμακα, θεραπευτικές διαδικασίες, οξέα και χρόνια νοσήματα. Ο συχνότερος προδιαθεσικός παράγοντας είναι η λοίμωξη. Οι εκδηλώσεις αυτής της διαταραχής ενδέχεται να είναι βραδείες, με την έναρξη να ποικίλλει χρονικά, από 24 ώρες μέχρι 2 εβδομάδες. Τα συμπτώματα αρχίζουν με πολυουρία λόγω της υπεργλυκαιμίας. Ως αποτέλεσμα της αυξημένης παροχής ούρων, ο όγκος του πλάσματος μειώνεται, αλλά και ο ρυθμός της σπειραματικής διήθησης επίσης μειώνεται, γεγονός το οποίο συνεπάγεται κατακράτηση της γλυκόζης και απώλεια ύδατος. Η γλυκόζη και το νάτριο συσσωρεύονται στο αίμα και αυξάνουν την ωσμωτικότητα του ορού. Η υπερωσμωτικότητα του ορού συνεπάγεται βαριά αφυδάτωση, μείωση του ενδοκυττάριου ύδατος σε όλους - τους ιστούς, περιλαμβανομένου και του εγκεφάλου. Το δέρμα και οι βλεννογόνοι είναι ξηροί, εκδηλώνεται πάρα πολύ μεγάλη δίψα, καθώς και διαταραχή του επιπέδου συνείδησης (που εξελίσσεται από τον λήθαργο προς το κώμα). Τα νευρολογικά σημεία είναι υπερθερμία, κινητικές και αισθητικές διαταραχές, θετικό σημείο Babinski και σπασμοί. Η θεραπεία συνίσταται στη διόρθωση των διαταραχών της ισορροπίας υγρών και ηλεκτρολυτών, τη μείωση της στάθμης της γλυκόζης με τη βοήθεια

ινσουλίνης, και τη θεραπεία των υποκείμενων καταστάσεων (Papatheodorou et al., 2015).

Τέλος, ο Σ Δ τύπου 1 διαχειρίζεται με ινσουλινοθεραπεία και έλεγχος του καθημερινού διαιτολογίου του ασθενή, καθώς δεν είναι δυνατό να θεραπευτεί. Οι δόσεις ινσουλίνης σε ασθενείς με Σ Δ τύπου 1 πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τη γλυκαιμία πριν το γεύμα καθώς και το μέγεθος και τη σύνθεση των γευμάτων ώστε να επιτυγχάνεται μια εμπεριστατωμένη διαχείριση που να επιτρέπει στους διαβητικούς να ζήσουν φυσιολογική ζωή (Krzymien & Ladyzynski, 2019). Η επαρκής διαχείριση του διαβήτη, μιας σημαντικής μη μεταδοτικής ασθένειας, θα συμβάλει στην επίτευξη των στόχων της βιώσιμης ανάπτυξης και στη μείωση της θνησιμότητας. Αν και η θεραπεία είναι σημαντική, δυστυχώς δεν μπορεί να επαναφέρει τον ασθενή στην πρότερη φυσιολογική κατάσταση και πάντοτε υπάρχει κίνδυνος να αντιμετωπίσει επιπλοκές όπως μεταβολικές, καρδιαγγειακές και εγκεφαλοαγγειακές ανωμαλίες, ήτοι, αμφιβληστροειδοπάθεια, νεφροπάθεια, νευροπάθεια, καρδιακή νόσος (Papatheodorou et al., 2015) και τύφλωση (De Beaufort et al., 2018).

1.3. Λανθάνων Αυτοάνοσος Διαβήτης Των Ενηλίκων (Latent Autoimmune Diabetes Of Adults - LADA) ή Λανθάνων Διαβήτης ή Τύπος 1,5

Ο Σ Δ τύπου 1 είναι δυνατό να διαγνωστεί σε οποιαδήποτε ηλικία, παιδική, εφηβική, νεαρή ακόμα και στη γεροντική. Στην περίπτωση που διαγνωστεί σε μεγαλύτερη ηλικία καλείται Λανθάνων Αυτοάνοσος Διαβήτης Των Ενηλίκων (Latent Autoimmune Diabetes Of Adults - LADA) ή Λανθάνων Διαβήτης ή Τύπος 1,5 καθώς τοποθετείται ανάμεσα στους δύο κύριους Σ Δ τύπου 1 και 2. Παρουσιάζει φαινοτυπικά και ανοσολογικά χαρακτηριστικά και από τους δύο τύπους ΣΔ. Συνήθως παρουσιάζεται σε άτομα με γενετικό υπόβαθρο ηλικία που κατά μέσο όρο ξεπερνά τα 35 έτη. Ο Σ Δ τύπου LADA θεωρείται αυτοάνοσο νόσημα, μια διακριτή κλινική οντότητα, με παρουσία αυτοαντισωμάτων, περισσότερων GADA (Glutamic Acid Decarboxylase Antibodies) και λιγότερων ICA (Islet cell Antibodies), που λειτουργούν με σκοπό την καταστροφή των β – κυττάρων η οποία πραγματοποιείται

σε πιο αργό ρυθμό από την περίπτωση του Σ Δ τύπου 1. Επιπλέον, τα άτομα με Σ Δ LADA εμφανίζουν ελαττωμένη ενδογενή έκκριση ινσουλίνη (Ματσούκας & Κώστα, 2015).

Μέχρι σήμερα η ετερογένεια του Σ Δ τύπου LADA δεν επιτρέπει τον καθορισμό ενός αλγόριθμου *a priori* και δεν υπάρχουν συγκεκριμένες οδηγίες για τη θεραπεία του. Οι ασθενείς με Σ Δ τύπου LADA έχουν περισσότερα κοινά χαρακτηριστικά με τον Σ Δ τύπου 1, ήτοι μικρότερη ηλικία, φυσιολογικό δείκτη BMI, μικρή λειτουργικότητα β κυττάρων και υψηλές τιμές γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης (HbA1c). Επιδημιολογικές μελέτες δείχνουν ότι ο Σ Δ τύπου LADA είναι μια διαδεδομένη μορφή διαβήτη και μπορεί να αποτελεί το 2% έως 12% όλων των περιπτώσεων διαβήτη σε ενήλικες πληθυσμούς. Επιπλέον, το 4% έως 14% των ασθενών που διαγνώστηκαν με Σ Δ τύπου 2 είναι θετικοί για αυτοαντισώματα που σχετίζονται με το Σ Δ τύπου 1 και είναι διαγνωστικά για Σ Δ τύπου LADA. Για το λόγο αυτό, κατά τη διάγνωση του διαβήτη σε ενήλικη ηλικία, πρέπει να εξετάζεται πάντα η διάγνωση του LADA, ειδικά όταν τα κλινικά χαρακτηριστικά υποδηλώνουν αυτή τη μορφή διαβήτη (Maddaloni et al., 2015, Tuomi et al., 2014, Liatis et al., 2016).

Τα άτομα που νοσούν αντιμετωπίζονται ως επί το πλείστον όπως εκείνοι με Σ Δ τύπου 2. Οι ασθενείς με Σ Δ τύπου LADA (Pozzilli & Pieralice, 2018):

1. Δεν παρουσιάζουν κετοξέωσεις
2. Δεν παρουσιάζουν συχνά παχυσαρκία
3. Δεν χρειάζονται άμεσα ινσουλινοθεραπεία αλλά στην πορεία της νόσου όταν γίνει αισθητή η αντισωματο – εξαρτώμενη καταστροφή των β κυττάρων θα κατευθυνθούν στην ινσουλινοεξάρτηση
4. Διαθέτουν οικογενειακό ιστορικό αυτοάνοσων νοσημάτων
5. Έχουν συχνά γονότυπους HLA

2. ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΟΝ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ 1

2.1. Ρόλος της Άσκησης Στο Σακχαρώδη Διαβήτη 1

Η σωματική άσκηση παίζει σημαντικό ρόλο στον Σ Δ τύπου 1 (Sales-Peres et al., 2016). Η άσκηση επιδρά θετικά στον Σακχαρώδη Διαβήτη Τύπου 1 προκαλώντας (Gerasimou & Mantzoukis, 2018):

1. Αύξηση της ευαισθησίας των ιστών στην ινσουλίνη
2. Βελτιωμένα επίπεδα γλυκόζης πλάσματος μετά από νηστεία (Fasting plasma Glucose)
3. Βελτιωμένα επίπεδα των λιπιδίων: Τριγλυκερίδια (TG), Ολική Χοληστερόλη (TC), Λιποπρωτεΐνη Υψηλής Πυκνότητας (HDL) και Λιποπρωτεΐνη Χαμηλής Πυκνότητας (LDL)
4. Βελτιωμένη αναλογία μάζας λίπους στο σώμα (% Body Fat)
5. Βελτιωμένη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO₂ Max)
6. Βελτιωμένη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση
7. Βελτιωμένη κατάσταση του καρδιαγγειακού συστήματος
8. Μείωση κινδύνου εμφάνισης καρδιαγγειακής νόσου
9. Βελτίωση της ποιότητας της υγείας
10. Μείωση δόσεων ινσουλίνης
11. Έλεγχος σωματικού βάρους – Έλεγχος Δείκτη Μάζας Σώματος (Body Mass Index)
12. Καλύτερη ενδοθηλιακή λειτουργία
13. Μείωση της Γλυκοζυλιωμένης Αιμοσφαιρίνης (HbA1c)

14. Μειωμένη θνησιμότητα – Μεγαλύτερο προσδ/οκιμο ζωής

15. Πρόληψη επιπλοκών Σ Δ τύπου 1: Διαβητική κετοξέωση, υπεροσμωτική υπεργλυκαιμική κατάσταση, υπογλυκαιμία, αμφιβληστροειδοπάθεια, καρδιαγγειακή νόσος, νεφροπάθεια και διαβητική νευροπάθεια.

16. Ψυχολογική ευεξία

Σύμφωνα με τους Czenczek - Lewandowska et al. (2018) η τακτική σωματική άσκηση είναι ευεργετική για τον έλεγχο του Σ Δ τύπου 1, καθώς επιδρά στην ταυτόχρονη μείωση της ζήτησης για ινσουλίνης και μείωση του κινδύνου εμφάνισης επικίνδυνων επιπλοκών, όπως οι καρδιαγγειακές παθήσεις και η αρτηριακή υπέρταση (Quirk et al., 2014). Επιπλέον δρα ευεργετικά στην θεραπεία που εφαρμόζεται αλλά και στην ευεξία του ασθενή (Edmunds et al., 2007). Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό ενόψει του γεγονότος ότι οι καρδιαγγειακές παθήσεις παρουσιάζονται χρονικά νωρίτερα και 10 φορές συχνότερα σε ασθενείς με Σ Δ τύπου 1 παρά σε υγιείς πληθυσμούς (Martyn-Nemeth et al., 2016). Οι διαταραχές αυτού του τύπου συνήθως ξεκινούν περίπου 15-20 χρόνια μετά την έναρξη του Σ Δ τύπου 1. Ωστόσο, υπάρχει ο κίνδυνος να εμφανιστεί διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια ή νεφροπάθεια ακόμη και στην παιδική ηλικία. Ως εκ τούτου, πρέπει να ξεκινήσουν όσο το δυνατόν νωρίτερα κατάλληλα προληπτικά μέτρα όπως η σωματική άσκηση. Οι ανεπιθύμητοι παράγοντες περιλαμβάνουν συννοσηρές καταστάσεις όπως υπερβολική μάζα σώματος, παχυσαρκία, αρτηριακή υπέρταση, κακή γλυκαιμική ρύθμιση και δυσλιπιδαιμία, που συχνά προκύπτουν από έλλειψη σωματικής δραστηριότητας (Miculis et al., 2010).

Τα οφέλη που σχετίζονται με την υγεία που προκύπτουν από την τακτική άσκηση στον Σ Δ τύπου 1 περιγράφονται από τους Bohn et al. (2015) οι οποίοι ανέφεραν στοιχεία που επιβεβαιώνουν ότι η σωματική δραστηριότητα στον διαβήτη τύπου 1 μειώνει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών διαταραχών και βελτιώνει τον μεταβολικό έλεγχο, ενώ ταυτόχρονα μειώνει τον κίνδυνο επιπλοκών που σχετίζονται με τον Σ Δ τύπου 1. Επιπλέον, η τακτική σωματική δραστηριότητα βελτιώνει την ψυχική κατάσταση του ασθενή, η οποία αντικατοπτρίζεται από την υψηλότερη αυτοεκτίμηση και την καλύτερη ποιότητα ζωής. Οι Mutlu et al. (2015) διερεύνησαν ψυχολογικές πτυχές του Σ Δ τύπου 1 και πρότειναν ότι τα άτομα που πάσχουν από

αυτή την πάθηση διατρέχουν ιδιαίτερα κίνδυνο κατάθλιψης και διαταραχών άγχους. Επιβεβαίωσαν επίσης ότι η άσκηση είναι ένας σημαντικός ευεργετικός παράγοντας.

Είναι γεγονός ότι τα προγράμματα άσκησης αυξάνουν τη φυσική κατάσταση των ασθενών με Σ Δ τύπου 1 με ενδείξεις για μια ευεργετική επίδραση της σωματικής δραστηριότητας στον γλυκαιμικό έλεγχο, στις μικροαγγειακές επιπλοκές και στα επεισόδια υπογλυκαιμίας (Chimen et al., 2012). Η σωματική άσκηση έχει πολλαπλά οφέλη στον Σ Δ τύπου 1 σε όλες τις ηλικιακές κατηγορίες ατόμων που νοσούν, όπως παιδιά, έφηβοι και ενήλικες. Μια μέτρια προς έντονη έντασης σωματικής άσκησης 15 λεπτών ημερησίως ή 90 λεπτών εβδομαδιαίως έχει αναφερθεί ότι είναι επωφέλης, ακόμη και για άτομα με Σ Δ τύπου 1 που πάσχουν από καρδιαγγειακά νοσήματα και επίσης μειώνει περαιτέρω την θνησιμότητα κατά 1% - 4% (Wen, et al., 2011). Οι Tully et al. (2016) ανέφεραν πως οι νέοι με Σ Δ τύπου 1 διατρέχουν κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων και η τακτική σωματική δραστηριότητα συνιστάται ιδιαίτερα ως μία στρατηγική για την πρόληψη, καθώς και για έναν καλό γλυκαιμικό έλεγχο. Πιο ειδικά συστήνουν την τακτική σωματική δραστηριότητα για περισσότερο από 60 λεπτά, τουλάχιστον τρεις φορές την εβδομάδα.

2.2. Μηχανισμοί Επίδρασης Της Άσκησης Στο Σακχαρώδη Διαβήτη 1

Ο μηχανισμός επίδρασης της άσκησης στον Σ Δ τύπου 1 κατά την είσοδο της γλυκόζης στα μυϊκά κύτταρα είναι πολύπλοκος. Πιο ειδικά η άσκηση διεγείρει την πρόσληψη γλυκόζης από τα μυϊκά κύτταρα στους ινσουλινοεξαρτώμενους μηχανισμούς ιδιαιτέρως μέσω του ενζύμου AMP – Ενεργοποιημένη Πρωτεϊνική Κινάση (AMPK). Σε πρώτη φάση κατά τη μυϊκή σύσπαση, η γλυκόζη μεταφέρεται εντός του μυϊκού κυττάρου με τη μεσολάβηση της πρωτεΐνης - μεταφορέα GLUT4, η οποία στη συνέχεια μετατοπίζεται από τα ενδοκυττάρια κυστίδια στην κυτταροπλασματική μεμβράνη. Στη συνέχεια η αύξηση της διαθεσιμότητας των μεταφορέων GLUT4, λόγω αυξημένης έκφρασης του γονιδίου που κωδικοποιεί τους υποδοχείς GLUT4 και ακολούθως αυξημένης πρωτεϊνοσύνθεσης των υποδοχέων αυτών, επιτυγχάνει τη αδιάληπτη προσφορά γλυκόζης στον μυ (Hall et al., 2013). Η χρόνια άσκηση συμβάλλει στην αύξηση της ευαισθησίας στη ινσουλίνη και στην

αποτελεσματικότερη χρήση της γλυκόζης (Mul et al., 2015, Gerasimou & Mantzoukis, 2018).

Στη συνέχεια πραγματοποιείται μεταβολισμός της γλυκόζης κατά την άσκηση, η δράση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος είναι δεδομένη με απευθείας παραγωγή γλυκόζης από το ήπαρ και πρόσληψης αυτής από τους μύες. Στη συνέχεια απελευθερώνονται κατεχολαμίνες, προκαλώντας διέγερση της γλυκογονόλυσης και της νεογλυκογένεσης στο ήπαρ και λιπόλυσης από το λιπώδη ιστό. Ενώ, παρατηρείται αναστολή έκκρισης ινσουλίνης και διέγερση παραγωγής γλουκαγόνης από το πάγκρεας (Camacho et al., 2005). Το ήπαρ αυξάνει επιπροσθέτως την ινσουλινοευαισθησία και προξενεί ελάττωση στη σύνθεση γλυκόζης και στη συρροή τριγλυκεριδίων. Επιπλέον, η άσκηση προξενεί θετική εξέλιξη στη λειτουργία των β-κυττάρων στο πάγκρεας εξαιτίας της προηγούμενης αναβάθμισης της ευαισθησίας στην ινσουλίνη (Codella, 2017). Επίσης, είναι σημαντικό να σημειωθεί πως η ινσουλίνη είναι αναγκαία για την αγγειακή ενδοθηλιακή παραγωγής μονοξειδίου του αζώτου (NO). Κατ' ακολουθίαν η αύξηση της αντίστασης στην ινσουλίνη στο αγγειακό σύστημα έχει αρνητική επιρροή στην αγγειακή ενδοθηλιακή λειτουργία και στην καρδιαγγειακή νοσηρότητα και θνησιμότητα. Άρα η τακτική σωματική άσκηση φαίνεται να καλυτερεύει και επανορθώνει την αγγειακή ενδοθηλιακή λειτουργία και να ελαττώνει την αγγειακή σκληρότητα που συνεργεί στην παρουσία καρδιαγγειακών νοσημάτων (Thent et al., 2013).

Ο ανθρώπινος οργανισμός είναι εκείνος που είναι σε θέση να μετατρέψει τον μηχανισμό της άσκησης σε ένα σημαντικό σύστημα ελέγχου που αποτρέπει την υπογλυκαιμία παρά τις υψηλές αυξήσεις της γλυκόζης στους μύες (Biagi et al., 2018). Από την σωματική άσκηση η περίσσεια ινσουλίνης διαταράσσει αυτό το σύστημα ελέγχου, και υπάρχει περίπτωση ο ασθενής να οδηγηθεί σε υπογλυκαιμία. Τα υπογλυκαιμικά επεισόδια αμβλύνουν τη γλυκορυθμιστική απόκριση στην επακόλουθη άσκηση και η άσκηση αμβλύνει τη γλυκορυθμιστική απόκριση στην επακόλουθη περίσσεια ινσουλίνης. Αυτοί οι μηχανισμοί της γλυκορυθμιστικής ανεπάρκειας μπορεί να προκαλέσουν υπογλυκαιμία σε εξαρτώμενους από ινσουλίνη διαβητικούς κατά τη διάρκεια αλλά και μετά το πέρας της άσκησης, ήτοι 12 έως 24 ώρες μετά (Camacho et al., 2005).

Επομένως, η άσκηση βοηθά την βελτίωση του μεταβολικού ελέγχου, αλλά δεν οδηγεί κατ' ανάγκη σε βελτιωμένο γλυκαιμικό έλεγχο ή ευεργετική επίδραση στην γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη καθώς έχουν αναφερθεί αντιφατικά δεδομένα σχετικά με τα οφέλη της σωματικής δραστηριότητας στον μεταβολικό έλεγχο στους ασθενείς με Σ Δ τύπου 1. Επομένως, η άσκηση έχει πολύτιμες δράσεις στον μυϊκό ιστό, στο λιπώδη ιστό και στην ηπατική και παγκρεατική λειτουργία και συσχετίζεται με μείωση της λιπώδους μάζας, αυξημένη ινσουλινοευαισθησία και μείωση της φλεγμονής μέσω μείωσης των προφλεγμονωδών κυτοκινών στον λιπώδη ιστό (Ramalho & Soares, 2008).

2.3. Επιπτώσεις Άσκησης Σε Μεταβολισμό Και Ορμόνες Ασθενών Με Σ Δ Τύπου 1

Η σωματική άσκηση έχει σημαντικές επιδράσεις στον μεταβολισμό και στις ορμόνες των ασθενών με Σ Δ τύπου 1. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως ο βαθμός της επίπτωσης διαφέρει με βάση ορισμένα κριτήρια όπως η ένταση και η χρονική διάρκεια της άσκησης, ο κύκλος του μεταβολικού ελέγχου και η χορήγηση της ινσουλίνης σε ποσότητα, συχνότητα, είδος και χρονική στιγμή εντός του 24ώρου. Η διασύνδεση της άσκησης με τον Σ Δ τύπου 1 έχει ως αποτέλεσμα να υπάρξει μια διαφοροποίηση στα επίπεδα της γλυκόζης του αίματος τα οποία διαμορφώνονται ανάλογα και παρουσιάζονται είτε αδιαφοροποίητα, είτε μειωμένα είτε αυξημένα. Όταν ο ασθενής εκτελεί σωματική άσκηση μικρής χρονικής διάρκειας και ελαφράς ή μέτριας έντασης τότε τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα είναι σταθερά αν και πριν ή κατά τη διάρκεια της άσκησης πρέπει ο ασθενής ίσως να χρειαστεί να λαμβάνει υδατάνθρακες. Σε περίπτωση που υπάρχουν μειωμένα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα διακρίνεται υπερινσουλιναιμία, η οποία προκαλείται από μια διαρκή σωματική άσκηση χρονικής διάρκειας μεγαλύτερης από 30 έως 60 λεπτά αλλά και των χαμηλών επιπέδων πρόσληψης υδατανθράκων πριν ή κατά τη διάρκεια της άσκησης. Σημειώνεται πως η υπερινσουλιναιμία ως κατάσταση μπορεί να επιβαρύνει τον ασθενή κατά τη διάρκεια της σωματικής άσκησης σε περίπτωση συγχρονισμού της χορηγούμενης ινσουλίνης – ενδιάμεσης ή βραχείας δράσης, με την άσκηση ή μετά από ταχύτερη απορρόφηση της ενέσιμης ινσουλίνης. Τέλος, σε περίπτωση

υποϊνσουλιναιμίας ο ασθενής αντιμετωπίζει υπεργλυκαιμία με υψηλή δράση των λιπιδίων και κετογένεση από το ήπαρ και αυξημένα επίπεδα γλυκόζης τα οποία έχουν διαμορφωθεί εξαιτίας της ταυτόχρονης έλλειψης ικανής και έγκαιρης ποσότητας ινσουλίνης με μια έντονη σωματική άσκηση ή την πρόσληψη πολύ μεγάλης ποσότητας υδατανθράκων πριν από την άσκηση. Εδώ, πραγματοποιείται αύξηση των αντισταθμιστικών ορμονών (κατεχολαμινών) σε συσχέτιση με την μη επαρκή πρόσληψη ή έλλειψη ινσουλίνης για 12 με 48 ώρες ίσως οδηγήσει και σε διαβητική κετοξέωση. Επομένως, η άσκηση είναι ζωτικής σημασίας για τους διαβητικούς τύπου 1 να βελτιώσουν τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα τους. Ωστόσο, η ποσοτική σχέση μεταξύ των τρόπων άσκησης (συμπεριλαμβανομένων των τύπων, της έντασης, του χρόνου κ.λπ.) και της γλυκόζης στο αίμα είναι πολύπλοκη (Jelleyman et al., 2015).

Σε περιπτώσεις διαρκούς και έντονης άσκησης οι ασθενείς σε Σ Δ τύπου 1 αντιμετωπίζουν έντονα την πιθανότητα ενός επεισοδίου υπογλυκαιμίας μετά τις ασκήσεις καθώς είναι υψηλή η ζήτηση και η ανάγκη πρόσληψης γλυκόζης από τους ασκούμενους μύες ώστε να αναπληρώσουν τα χαμηλά επίπεδα του μυϊκού γλυκογόνου (Katsilambros et al., 1993). Μάλιστα πειραματικά αποτελέσματα έδειξαν ότι η έντονη αερόβια άσκηση μπορεί να οδηγήσει σε υπογλυκαιμία ($<3,89 \text{ mmol / L}$), η οποία ήταν τόσο επιβλαβής για την υγεία των διαβητικών ασθενών τύπου 1 την οποία και θα πρέπει να αποφεύγουν. Σε σύγκριση με την άσκηση μέτριας έντασης (40-59% $\text{V}_{\text{O}_2\text{max}}$, 55-69% αύξησης καρδιακού ρυθμού), η αερόβια άσκηση ελαφράς έντασης (20-39% $\text{V}_{\text{O}_2\text{max}}$, 35-54% αύξησης καρδιακού ρυθμού) μείωσε τη γλυκόζη αίματος σε πιο αργό ρυθμό και προκάλεσε μια σχετική μακρά περίοδο υψηλής γλυκόζης στο αίμα ($> 6,11 \text{ mmol / L}$), ωστόσο, ο Δείκτης Κινδύνου Γλυκόζης Αίματος (Blood Glucose Risk Index - BGRI) ήταν χαμηλότερος (Jin et al., 2019).

Επομένως, η ρύθμιση των επιπέδων γλυκόζης κατά την σωματική άσκηση από τους ασθενείς με Σ Δ τύπου 1 αποτελεί μια ιδιαίτερα δυσχερή και σύνθετη διεργασία. Ο διαβητικός τύπου 1 είναι δυνατό να συμμετάσχει σε προγράμματα σωματικής άσκησης όπως και σε αθλητικές προπονήσεις αρκεί να πραγματοποιούν τακτικός έλεγχος γλυκόζης στο αίμα, με επιτρεπτά όρια τα 100 - 250 mg/dL ώστε να υπάρχει αποφυγή περίπτωσης εμφάνισης υπογλυκαιμίας ή υπεργλυκαιμίας, τακτική παρακολούθηση επιπέδων σακχάρου στο αίμα και πρόσληψη υδατανθράκων (φρούτα, ψωμί κ.ά. ή ισοδύναμα 15 g CHO) 45 λεπτά πριν την άσκηση εάν η γλυκόζη είναι μικρότερη από 90 mg/dL πριν την άσκηση. Οι δυσμενείς αυτές επιπτώσεις

λαμβάνουν χώρα εξαιτίας της ακραίας ελάττωσης της χορηγούμενης ινσουλίνης ή της υπέρμετρης πρόσληψης υδατανθράκων πρωτίτερα της έντονης άσκησης. Και πρέπει να σημειωθεί, ότι σε αντίθεση με τους ενήλικες στα παιδιά πραγματοποιούνται υψηλότερες διαφοροποιήσεις και διακυμάνσεις στα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα και πιο συγκεκριμένα στην εφηβεία οι ορμονικές διαφοροποιήσεις παρεμποδίζουν και τη ρύθμιση των επιπέδων της γλυκόζης (Marson et al., 2016).

2.4. Χαρακτηριστικά Ασκήσεων Στο Σακχαρώδη Διαβήτη 1

Οι διάφοροι τύποι ασκήσεων είναι δυνατό να προσδώσουν στον διαβητικό τύπου 1 πολλαπλά οφέλη, όπως η απώλεια βάρους, αύξηση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη, καλύτερο έλεγχο της αρτηριακής πίεσης, του επιπέδου λιπιδίων, μειωμένη ανάγκη για ινσουλίνη και μείωση του καρδιαγγειακού κινδύνου (Gerasimou & Mantzoukis, 2018).

Αν και ο μη φυσιολογικός μεταβολισμός των λιπιδίων των μυών σχετίζεται με την αντίσταση στην ινσουλίνη, σε άτομα με διαβήτη τύπου 1 η άσκηση ενισχύει την πρόσληψη γλυκόζης από τα μυϊκά κύτταρα του οργανισμού και έτσι μειώνονται τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα. Παρόλο που ο μεταβολισμός των λιπιδίων αποκαθίσταται μέσα από την άσκηση υπάρχει η επικινδυνότητα της εμφάνισης της υπογλυκαιμίας μετά από αυτή. Επομένως, η άσκηση και ο συνδυασμός διαφορετικών τύπων ασκήσεων καθίσταται σημαντικός. Για παράδειγμα η ενσωμάτωση αερόβιας άσκησης και αναερόβιας άσκησης με βάρη και αντιστάσεις έχει συσχετιστεί με μειωμένο υπογλυκαιμικό κίνδυνο και θετική επίδραση στον μεταβολισμό των λιπιδίων και στην αντίσταση στην ινσουλίνη (Dotzert et al., 2018).

Επίσης, η μέτριας έντασης αερόβια άσκηση (βάδιση, ποδηλασία, τρέξιμο) έχει διασυνδεθεί με καλυτέρευση της μέγιστης κατανάλωσης O₂, αναβάθμιση της καρδιακής παροχής, ελάττωση του καρδιαγγειακής απειλής από νοσήματα, βελτίωση των επιπέδων HbA_{1c}, απώλεια βάρους, βελτίωση την δραστηριότητα των τριχοειδών στους μύες, αναβάθμιση του γλυκαιμικού ελέγχου, βελτίωση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη και άλλων μεταβολικών παραμέτρων. Ενώ, οι ασκήσεις αντιστάσεων με βάρη ή ελαστικούς ιμάντες διασυνδέονται με μυϊκή ενδυνάμωση, βελτίωση

λιπιδαιμικού προφίλ, αύξηση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη και αύξηση της μυϊκής μάζας. Επιπροσθέτως, η αυξημένη εκ περιτροπής έντασης της σωματικής άσκησης συσχετίζεται με βελτίωση του γλυκαιμικού ελέγχου, της μυϊκής μάζας και της ευαισθησίας στην ινσουλίνη (Kirwan et al., 2017).

Παρακάτω προσδιορίζονται τα χαρακτηριστικά της σωματικής άσκησης αναφορικά με τα επίπεδα έντασης, έντασης σε ποσοστό VO_2max , ποσοστό μέγιστης καρδιακής συχνότητας ($\%\text{HRmax}$), η χρονική διάρκεια, τα επίπεδα σακχάρου αίματος και τα γεύματα (Πίνακας 1 και 2) (Lumb, 2014).

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά άσκησης: Ένταση, Ένταση ($\%\text{VO}_2\text{max}$) και $\%\text{HRmax}$

Ένταση	Ένταση ($\%\text{VO}_2\text{max}$)	$\%\text{HRmax}$
Πολύ ελαφρά	<20	<35
Ελαφρά	20-39	35-54
Μέτρια	40-59	55-69
Έντονη	60-84	70-89
Πολύ έντονη	>85	>90
Μέγιστη	100	100

Πηγή. Lumb, 2014

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά άσκησης: Διάρκεια άσκησης, Σάκχαρο αίματος, Γεύμα

Διάρκεια άσκησης	Σάκχαρο αίματος	Γεύμα
Σύντομη μέτριας έντασης	<180mg/dl	1 φέτα ψωμί ή 1 μικρό φρούτο
	>180mg/dl	Τίποτε
Ενδιάμεσης διάρκειας και μέτριας έντασης	<100mg/dl	1 φρούτο και 1 φέτα ψωμί
	100-240mg/dl	1 φρούτο ή 1 φέτα ψωμί
	>240mg/dl	Τίποτε
Διάρκειας 2h και πάνω		2 φέτες ψωμί + 60g και κρέας ή τυρί πριν από την άσκηση

Πηγή. Lumb, 2014

Επιπλέον, η American Diabetes Association (2020) έχει ορίσει τα χαρακτηριστικά της συνιστώμενης άσκησης για διαβητικούς τύπου 1. Ειδικότερα:

1. Μέτριας έντασης αερόβιας άσκησης 150 λεπτών εβδομαδιαίως, κατ' αναλογία σε 3 έως 7 μέρες την εβδομάδα, για χρονική διάρκεια 30 λεπτών ημερησίως
2. Έντονη αερόβια άσκηση χρονικής διάρκειας 75 λεπτών εβδομαδιαίως
3. Προοδευτική αύξηση έντασης ασκήσεις αντιστάσεων 2 - 3 φορές την εβδομάδα σε μη συνεχόμενες ημέρες. Μη υπέρβαση δύο ή περισσότερων συνεχόμενων ημερών χωρίς σωματική δραστηριότητα.
4. Ασκήσεις ευλυγισίας και ισορροπίας 2 – 3 φορές την εβδομάδα σε ηλικιωμένους.
5. Η άσκηση σε καθημερινή βάση μεγιστοποιεί την ευαισθησία της ινσουλίνης.
6. Η επιλογή άσκησης σε ομαδικά προγράμματα είναι επιτρεπτή.

2.4.1. Αερόβια Άσκηση

Η αερόβια άσκηση (φυσικής κατάστασης) θεωρείται η άσκηση στην οποία επιτυγχάνεται αύξηση της ενεργειακής δυναμικότητας του μυϊκού συστήματος με χρήση σωματικής άσκησης. Η έννοια «αερόβια» άσκηση ενσωματώνει την άσκηση η οποία εσωκλείει ή εξελίσσει θετικά την κατανάλωση οξυγόνου από το ανθρώπινο σώμα. Η «αερόβια» άσκηση διασυνδέεται με τον όρο «με αέρα» ή «με οξυγόνο» καθώς το οξυγόνο κυριαρχεί στη μεταβολική διεργασία και στην διεργασία παραγωγής ενέργειας από το σώμα. Αναφορικά με την οριοθέτηση του όρου της αερόβιας άσκησης μπορεί να τοποθετηθεί και ως ρυθμική επαναλαμβανόμενη κίνηση των μυϊκών συστημάτων χρονικής διάρκειας τουλάχιστον 10 λεπτών. Η αερόβια άσκηση, αποτελεί μια έννοια η οποία ενσωματώνει την διακίνηση και κατανάλωση οξυγόνου, με άλλα στοιχεία όπως η αύξηση του πλήθους και του όγκου των μιτοχονδρίων, η μεγέθυνση του πνευμονικού αερισμού, της καρδιακής παροχής, της αιμοσφαιρίνης και των τριχοειδών αγγείων, η αναβάθμιση της καρδιοαναπνευστικής αντοχής, η ζωτικότητα, η λειτουργική ικανότητα και η μείωση της αίσθησης της κόπωσης (Reed & Buck, 2009).

Η αερόβια άσκηση σε διαβητικούς τύπου 1 εκτελείται 4 -5 φορές της εβδομάδα με διάρκεια άσκησης 30 έως 40 λεπτά και πραγματοποιείται σε δύο μορφές έντασης:

1. Μέτρια ένταση με 50-7% του μέγιστου καρδιακού ρυθμού και περιλαμβάνει δράσεις όπως: Ποδηλασία, Γρήγορο βάδισμα, Χορό και κολύμβηση με αερόβιες ασκήσεις στο νερό.
2. Έντονη ένταση με > 7% του μέγιστου καρδιακού ρυθμού και περιλαμβάνει Γρήγορο βάδισμα σε ανάβαση, Τροχάδην - Τζόκινγκ, ελαφρύ τρέξιμο, Αεροβική γυμναστική - Προγράμματα Aerobics, Άνοδος – κάθοδος σκαλιών – Steps, Διάδρομος, στατικό ποδήλατο, Ποδόσφαιρο, Καλαθοσφαίριση, Κολύμβηση και Χορό.

Η αερόβια άσκηση επιφέρει πολλά θετικά πλεονεκτήματα στην υγεία διαβητικών τύπου 1. Η αύξηση των ενεργειακών απαιτήσεων κατά την άσκηση διεγείρει κυκλοφορικές προσαρμογές για την κάλυψη των αυξημένων αναγκών σε οξυγόνο και θρεπτικά συστατικά, για την απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα, του γαλακτικού οξέος και της υπέρμετρης θερμότητας. Η αλλαγή του μεταβολισμού του σώματος πραγματοποιείται από μια συνεργική δραστηριότητα των συστημάτων του σώματος, όπως το νευρομυϊκό, αναπνευστικό, καρδιαγγειακό, μεταβολικό και ορμονικό (Kisner & Colby, 2003). Συγκεντρωτικά, η αερόβια άσκηση επιτυγχάνει καλύτερη κυκλοφορία, μεταφορά, δέσμευση και αποδέσμευση οξυγόνου, καρδιακή λειτουργία και μυϊκή οξείδωση, βελτίωση της μυϊκής δύναμης και αντοχής (Dash et al, 2007).

Σε έρευνα των D'hooge et al. (2011) αξιολογήθηκε η επίδραση της συνδυασμένης αερόβιας άσκησης με ασκήσεις ενδυνάμωσης στον μεταβολικό έλεγχο, τη φυσική κατάσταση και την ποιότητα ζωής σε διαβητικούς τύπου 1. Οι διαβητικοί υποβλήθηκαν σε εξάσκηση 2 φορές την εβδομάδα για 20 εβδομάδες και προέκυψε πως μειώθηκαν οι χορηγούμενες δόσεις ινσουλίνης (0,96 IU / kg έναντι 0,90 IU / kg, $p < 0,05$) και βελτιώθηκε η φυσική τους κατάσταση και η ευεξία τους. Επίσης, επισημαίνεται πως η τακτική αερόβια άσκηση έχει πολλά πολύτιμα οφέλη για τη φυσιολογία και την υγεία που δικαιολογούν τη συμμετοχή της άσκησης στη θεραπεία και τη φροντίδα και του παιδιατρικού διαβήτη (Lukács & Barkai, 2015, Absil et al., 2019).

Η Παναγιωτοπούλου (1993), τόνισε πως η αερόβια άσκηση όπως αυτή είναι δυνατό να γίνει πράξη μέσα από το βάδισμα, την ποδηλασία και το τρέξιμο επιφέρουν θετικές επιπτώσεις στη ρύθμιση της γλυκόζης, στην καρδιακή και πνευμονική λειτουργία και στη δράση των λιπιδίων στο αίμα. Σημειώνει πως η κολύμβηση αν και είναι ευεργετική είναι δυνατό να έχει αρνητικές επιπτώσεις στα κάτω άκρα των διαβητικών τύπου 1, καθώς η επίπονη και διαρκής άσκησης στο νερό μπορεί να προκαλέσει εμφάνιση υπογλυκαιμίας. Όπως και οι Robertson et al. (2009) επίσης σημειώνουν για τις αντενδείξεις της υψηλής χρονικής διάρκειας αερόβιας άσκησης που υπερβαίνει τα 20 λεπτά να ευθύνεται για την μείωση της γλυκόζης στο αίμα με ρυθμό 1 mmol / 10 λεπτά. Όπως επίσης, υπάρχουν αναφορές πως η αερόβια άσκηση δεν προτιμάται από τους διαβητικούς τύπου 1 καθώς ο έλεγχος του διαβήτη είναι περιορισμένος, υπάρχει αυξημένη ευαισθησία των ιστών στην ινσουλίνη και μάλιστα επιφορτίζοντας την ενέργεια της ινσουλίνης σε περίπτωση που χορηγηθεί πριν από την διεξαγωγή της άσκησης. Έτσι, και οι προτάσεις για την υποκατάσταση των υδατανθράκων και τη μείωση της δόσης ινσουλίνης επιβάλλεται να είναι αυστηρές στη διάρκεια της αερόβιας άσκησης (Goulet et al., 2005). Επιπλέον, αν και η αερόβια άσκηση θεωρείται να έχει θετικές επιπτώσεις στην υγεία, οι διαβητικοί τύπου 1 από την έρευνα των Kennedy et al., (2018) αμφισβήτησαν τα πιθανά οφέλη της καθώς ανησυχούσαν για την πιο πιθανή επιπλοκή της υπογλυκαιμίας.

2.4.2. Αναερόβια Άσκηση: Βάρη – Αντιστάσεις

Η αναερόβια άσκηση θεωρείται η σωματική δραστηριότητα εκγύμνασης κατά την οποία λαμβάνουν χώρα ασκήσεις με υψηλή μυϊκή ενεργοποίηση σε μικρή χρονική διάρκεια. Επιπλέον, σημειώνεται η ιδιαιτερότητα στις ασκήσεις αυτές θεωρείται η μειωμένη παρουσία οξυγόνου, η μειωμένη διάρκεια και οι πολλαπλές επαναλήψεις. Στις αναερόβιες ασκήσεις χρησιμοποιείται μυϊκή δύναμη για την μετακίνηση ενός βάρους ή άσκηση μυϊκής αντίστασης έναντι κάποιου βάρους (Biagi et al., 2018, Lukács & Barkai, 2015).

Στις αναερόβιες ασκήσεις περιλαμβάνονται ασκήσεις με βάρη και αντιστάσεις και τις περισσότερες φορές είναι πιο αποτελεσματικές όταν εσωκλείονται σε ένα

συνολικό φυσικοθεραπευτικό σχήμα αποκατάστασης. Οι αναερόβιες ασκήσεις περιλαμβάνουν ασκήσεις για την εκτέλεση των οποίων απαιτείται μυϊκή δύναμη και πραγματοποιείται με ελεύθερα βάρη, ελαστικούς ιμάντες, μηχανήματα που προβάλλουν ρυθμιζόμενη αντίσταση στο έργο μυϊκών ομάδων, ζώνες αντιστάσεων και επίσης περιλαμβάνουν όποιες ασκήσεις χρησιμοποιούν το βάρος του σώματος (πχ. έλξεις, πους – απς) (Yardley et al., 2013).

Η συχνότητα εκτέλεσης των αναερόβιων ασκήσεων προσδιορίζεται σε 2 – 3 φορές την εβδομάδα, σε μη συνεχόμενες ημέρες, με πολλαπλές επαναλήψεις των ασκήσεων έως και 8 - 10 φορές ανά μυϊκή μονάδα. Οι αναερόβιες ασκήσεις εκτελούνται αρχικά ως μέτριας έντασης, στο 5% του μέγιστου καρδιακού ρυθμού και βαθμιαία αυξάνονται ώστε να φτάσουν σε υψηλότερη ένταση με 75 – 80% του μέγιστου καρδιακού ρυθμού. Πιο ειδικά, πραγματοποιούνται 5 – 10 ασκήσεις μεγάλων μυϊκών ομάδων, σε 10 – 15 επαναλήψεις ανά σετ, μικρής χρονικής διάρκειας. Σε περίπτωση που κάποιος διαβητικός τύπου 1 πραγματοποιεί αερόβια άσκηση θεωρείται συνιστώμενη η συμπληρωματική εκτέλεση αναερόβιων ασκήσεων με βάρη έως και 2 φορές την εβδομάδα. Επίσης, σημαντική επισήμανση θεωρείται ότι όταν εκτελούνται ασκήσεις άρσης βάρους και αντιστάσεις με πολλές επαναλήψεις σε ασθενείς με υπέρταση και αμφιβληστροειδοπάθεια πρέπει να δίδεται προσοχή ώστε η εκτέλεση να είναι χαμηλής έντασης (Ελληνική Διαβητολογική Εταιρεία, 2018, American Diabetes Association Diabetes Care, 2019).

Σύμφωνα με την Ελληνική Διαβητολογική Εταιρεία (2018) συστήνεται πριν από την έναρξη εκτέλεσης αναερόβιων ασκήσεων υψηλής έντασης ο διαβητικός ασθενής τύπου 1 να αξιολογείται ώστε να θεωρηθεί κατάλληλος για την εκτέλεση των ασκήσεων. Έτσι, σε περίπτωση που πρόκειται για διαβητικό ασθενή τύπου 1 με διάρκεια νόσου μεγαλύτερης των 15 ετών, με σύνοδα προβλήματα υγείας όπως καρδιαγγειακή νόσο, στεφανιαία νόσος, αθηροθρομβωτική νόσος των εγκεφαλικών αρτηριών, νευροπάθεια αυτόνομου νευρικού συστήματος, αμφιβληστροειδοπάθεια ή νεφροπάθεια με μικρολευκωματινουρία και νεφρική ανεπάρκεια ή περιφερική αγγειοπάθεια, ηλικίας μεγαλύτερης των 40 ετών, υπόκειται σε δοκιμασία κόπωσης. Αν η δοκιμασία προκύψει θετική πραγματοποιείται αναπροσδιορισμός στο πρόγραμμα αναερόβιας άσκησης. Ενώ, σημειώνεται ότι σε περίπτωση εκτέλεσης αναερόβιων ασκήσεων μέτριας έντασης, σε διαβητικούς τύπου 1 συνιστάται η

δοκιμασία κόπωσης σε ενδείξεις ύπαρξης στεφανιαίας νόσου, καρδιακής ανεπάρκειας ή καρδιακών αρρυθμιών.

Οι αναερόβιες ασκήσεις προβάλλουν μια ρυθμιζόμενη αντίσταση στο έργο μυϊκών ομάδων διαμορφώνουν μια συνθήκη ώστε ο διαβητικός τύπου 1 να αποκτήσει ευαισθησία στην ινσουλίνη, και μυϊκή ενδυνάμωση ώστε να επιτευχθεί μείωση των επιπέδων σακχάρου. Η αναερόβια άσκηση έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει τον έλεγχο της γλυκόζης στο αίμα, μειώνει τους καρδιαγγειακούς παράγοντες κινδύνου, συμβάλλει στην απώλεια βάρους και βελτιώνει την ευεξία. Επιπλέον, η αναερόβια άσκηση βοηθά στην δημιουργία ενός δυνατού μυϊκού ιστού στο ανθρώπινο σώμα και μπορεί επίσης να βελτιώσει αρκετούς σημαντικούς δείκτες όπως το επίπεδο των τριγλυκεριδίων, την LDL, την περιφέρεια της μέσης και την σωματική μάζα (American Diabetes Association Diabetes Care, 2019, Quirós et al., 2018).

Τέλος, η αναερόβια σωματική άσκηση αντιμετώπισε μεγάλη αμφισβήτηση καθώς συσχετίζεται με την αυξημένη αρτηριακή πίεση. Αν και πρέπει να σημειωθούν και τα πολλαπλά πλεονεκτήματα που αποκομίζει ο διαβητικός τύπου 1 όπως η βελτίωση του γλυκαιμικού ελέγχου και μάλιστα σε όλες τις ηλικιακές κατηγορίες (Ostman et al., 2018).

2.4.3. Ασκήσεις Ελαστικότητας – Μυϊκής Ευλυγισίας

Μια ακόμη επιλογή ασκήσεων για διαβητικούς τύπου 1 αποτελεί η εκτέλεση ασκήσεων ελαστικότητας ή μυϊκής ευλυγισίας, οι οποίες περιλαμβάνουν πολλαπλά είδη ασκήσεων όπως διατάσεις, yoga, pilates και tai chi. Μάλιστα σε έρευνα των Lukács et al. (2018) επισημάνθηκε η σημαντικότητα των ασκήσεων ελαστικότητας και μυϊκής ευλυγισίας οι οποίες συσχετίστηκαν με την καλύτερη ανταπόκριση των διαβητικών τύπου 1 στην θεραπεία με αντλία ινσουλίνης αλλά και στην επίτευξη καλύτερης ποιότητας ζωής και ψυχικής ευεξίας.

Η American Diabetes Association (2019) συστήνει την εκτέλεση σε διαβητικούς τύπου 1 ασκήσεων ελαστικότητας – ευελιξίας με συχνότητα 2 έως 3 φορές την εβδομάδα και επίσης αναφέρει πως ενδείκνυται για ηλικιωμένους ενήλικες με διαβήτη τύπου 1. Ειδικότερα οι ασκήσεις yoga, pilates και tai chi μπορούν να

αποδώσουν οφέλη για τους διαβητικούς τύπου 1 όπως αύξηση της ευελιξίας, διατήρηση του εύρους κίνησης, μυϊκή ενδυνάμωση και ισορροπία (Colberg et al., 2016).

Σύμφωνα με τους Thangasami και Chandani (2015) η γιόγκα μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του στρες και να προκαλέσει σωματική ευεξία των ασθενών. Οι ασκήσεις διατάσεων της γιόγκα έχει βρεθεί ότι βελτιώνουν την αναγέννηση των β-κυττάρων του παγκρέατος και μπορεί θεωρητικά να βοηθήσει στον ΣΔ τύπου 1. Η γιόγκα αποτελεί μια παραδοσιακή μορφή εκπαίδευσης του νου και του σώματος μέσα από την εκτέλεση στάσεων σώματος (asanas) και έλεγχο της αναπνοής (pranayama) με θετική επίδραση στον Σ Δ καθώς μπορεί να μειώσει τη γλυκόζη αίματος νηστείας και τη γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη A1c, όπως να βελτιώσει τα επίπεδα των λιπιδίων αλλά και γενικότερα την ποιότητα ζωής των ασθενών.

Μια ακόμη τεχνική ασκήσεων με ευεργετικό ρόλο στον Σ Δ τύπου 1 αποτελεί το Pilates. Οι ασκήσεις Pilates συνδυάζουν την επίτευξη ελέγχου νου και σώματος. Η βάση του Pilates περιλαμβάνει 34 ασκήσεις εδάφους με στόχο την μυϊκή ενδυνάμωση σε πλήρες εύρος κίνησης, την εκπαίδευση της καλής στάσης και θέσης του σώματος και τον έλεγχο της αναπνοής, οι οποίες δύναται να εκτελεστούν σε ειδικά όργανα (κρεβάτια Pilates, Reformer, Cadillac) και με βοηθητικά όργανα (μπάλες, ελαστικούς ιμάντες, ελατήρια) (Barker et al., 2015, Franco et al., 2018). Σε έρευνα των Tunar et al. (2012) διερευνήθηκε η επίδραση των ασκήσεων Pilates σε συνεχή προπόνηση 12 εβδομάδων και απεδείχθη πως βοηθούν τους διαβητικούς τύπου 1 να επιτύχουν καλύτερευση της φυσικής τους κατάστασης, της στάσης και θέσης του σώματος και της ισορροπίας τους, βελτιωμένη κυκλοφορία του αίματος, αύξηση της οξυγόνωσής τους αλλά και να τονίσουν την σωματική και μεταβολική τους λειτουργία.

2.4.4. Υψηλής Έντασης Διαλειμματική Προπόνηση (HIIT)

Η Υψηλής Έντασης Διαλειμματική Προπόνηση (High Intensity Interval Training - HIIT) στοχεύει στην ενεργοποίηση και βελτιστοποίηση του αερόβιου και του αναερόβιου συστήματος του ανθρώπινου οργανισμού. Η HIIT αποτελεί μία μορφή σωματικής άσκησης στην οποία εναλλάσσονται ασκήσεις ήπιας και υψηλής έντασης

με σκοπό την βελτίωση της φυσικής ικανότητας και τη βελτίωση του μεταβολισμού της γλυκόζης. Η HIIT μπορεί να λάβει δύο μορφές, την SIT (Sprint Interval Training) κατά την οποία η άσκηση χαρακτηρίζεται από τρέξιμο (sprint) μέγιστης έντασης ($>25\% \text{VO}_2\text{max}$) μικρής διάρκειας 5 - 30 δευτερολέπτων, με 4 έως 10 επαναλήψεις. Επίσης, την HIAIT (High Intensity Aerobic Interval Training) κατά την οποία πραγματοποιείται αερόβια άσκηση υψηλής έντασης ($90 - 100\% \text{VO}_2\text{max}$), διάρκειας 1 - 4 λεπτών σε 4 - 12 επαναλήψεις (Garcia & Delmas, 2019).

Η HIIT θεωρείται αποτελεσματική στη βελτίωση της μεταβολικής υγείας και ιδιαίτερα σε άτομα με Σ Δ τύπου 1. Σύμφωνα με τους Moser et al. (2016) η HIIT μπορεί να πραγματοποιηθεί με ασφάλεια από διαβητικούς τύπου 1, έχει θετική επίδραση στην γλυκόζη και χρησιμεύει ως εργαλείο για τη μείωση του κινδύνου υπογλυκαιμίας η οποία όμως ίσως απαιτηθεί να ελέγχεται και να αξιολογείται κατά την διάρκεια της έντονης άσκησης. Μάλιστα, έρευνες σε νεαρούς ασθενείς με Σ Δ τύπου 1, απέδειξαν πως η υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση δρα προφυλακτικά στην εμφάνιση υπογλυκαιμιών σε σύγκριση με την ήπια έντασης διαλειμματική άσκηση και επιπλέον ευθύνεται για την αύξηση της αερόβιας ικανότητας και την ευαισθησία των ιστών στην ινσουλίνη (Marathe et al., 2017). Η ήπια HIIT έχει αποδειχθεί ότι προάγει βελτιώσεις στους δείκτες του μεταβολικού ελέγχου και της αγγειακής ενδοθηλιακής λειτουργίας που είναι συγκρίσιμοι με την προπόνηση αντοχής (Burgomaster et al., 2008; Rakobowchuk et al., 2008).

Η HIIT έχει αυξανόμενη δημοτικότητα σε ασθενείς με Σ Δ τύπου 1. Ερευνητές αναφέρουν πως η HIIT αύξησε έντονα τα επίπεδα γαλακτικού οξέος στο πλάσμα και μείωσε τα συμπτώματα της υπογλυκαιμίας σε ασθενείς με φυσιολογική επίγνωση της υπογλυκαιμίας (NAH) αλλά όχι σε υγιείς συμμετέχοντες ή ασθενείς με μειωμένη επίγνωση της υπογλυκαιμίας (IAH). Η HIIT κατέστειλε τις αποκρίσεις κορτιζόλης και αυξητικής ορμόνης, αλλά όχι τις αποκρίσεις κατεχολαμίνης στην υπογλυκαιμία. Τα παρόντα ευρήματα καταδεικνύουν ότι μία συνεδρία HIIT μειώνει γοργά την επίγνωση της επακόλουθης υπογλυκαιμίας σε ασθενείς με Σ Δ τύπου 1 (Roosijackers et al., 2017).

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Μεθοδολογικά, η παρούσα εργασία αποτελεί μια συστηματική ανασκόπηση η οποία διασφαλίζει την αντικειμενική προσέγγιση της βιβλιογραφίας και της κριτικής ερμηνείας των συμπερασμάτων από πρωτογενείς έρευνες, αποδίδοντας μια σημαντική συνεισφορά στην επεξήγηση των διερευνώμενων ζητημάτων και την αναζήτηση νέων ερευνητικών προσανατολισμών. Η μεθοδολογία της συστηματικής ανασκόπησης δίδει το απαραίτητο υπόβαθρο για την σύνδεση στοιχείων από διαφορετικές έρευνες και τα συμπεράσματά της είναι ικανά να αναδείξουν τις πλέον αποτελεσματικές παρεμβάσεις στον τομέα της θεραπευτικής άσκησης. Έτσι, το θέμα της άσκησης και η επίδρασή της στον Σ Δ τύπου 1 θεωρείται ενδιαφέρον και η παρούσα εργασία είναι ικανή να αναδείξει σημαντικά ευρήματα τα οποία μπορούν να αποτελέσουν πηγή ενίσχυσης των γνώσεων στην κοινότητα των επαγγελματιών της θεραπευτικής άσκησης.

Η ενότητα της Μεθοδολογίας αποτελεί ένα σημαντικό μέρος της εργασίας καθώς αναδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιήθηκε η έρευνα και την στρατηγική αναζήτησης και εντοπισμού της σχετικής βιβλιογραφίας μέσα από πρωτογενείς έρευνες.

Σκοπός της παρούσας εργασίας αποτελεί η προσπάθεια διερεύνησης του αν η άσκηση είναι δυνατό να επηρεάσει ένα σύνολο μεταβλητών σε άτομα με ΣΔ Τύπου 1. Ως τύποι ασκήσεων θεωρήθηκαν οι εξής:

1. HIIT = High Intensity Interval Training - Υψηλής Έντασης Διαλειμματική Προπόνηση
2. MICT = Moderate Intensity Continuous Training - Συνεχής Προπόνησης Μέτριας Έντασης
3. S = Stretching - Διατάσεις
4. ST = Strength Training – Προπόνηση Ενδυνάμωσης (με βάρη)
5. AET = Aerobic Exercise Training = Αερόβια Άσκηση

6. AnET = Anaerobic Exercise Training = Αναερόβια Άσκηση

Επίσης, οι μεταβλητές – δείκτες οι οποίες διασυνδέονται με την επίδραση της άσκησης στον ΣΔ τύπου 1 είναι οι εξής:

1. HbA1c = Hemoglobin A1c - Γλυκοζυλιωμένη Αιμοσφαιρίνη
2. VO₂max = Maximal Oxygen Consumption - Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου
3. TC = Total Cholesterol - Ολική Χοληστερόλη
4. LDL = Low-Density Lipoprotein - Χοληστερόλη Χαμηλής Πυκνότητας Λιποπρωτεϊνών
5. HDL = High-density lipoprotein - Χοληστερόλη Υψηλής Πυκνότητας Λιποπρωτεϊνών
6. TG = Triglyceride - Τριγλυκερίδια
7. SBP = Systolic Blood Pressure - Συστολική Αρτηριακή Πίεση
8. DBP = Diastolic Blood Pressure - Διαστολική Αρτηριακή Πίεση
9. BW = Body Weight - Σωματικό Βάρος
10. BMI = Body mass index - Δείκτης Μάζας Σώματος
11. BFP = % Body Fat - % Σωματικού Λίπους
12. FFM = Fat Free Mass - Άλιπη Μάζα

Η αναζήτηση της βιβλιογραφίας για την ανασκόπηση σχετικά με την άσκηση στον Σ Δ τύπου 1 και την επίδρασή της σε συγκεκριμένους δείκτες πραγματοποιήθηκε σε ηλεκτρονικές επιστημονικές βάσεις άρθρων – ερευνών και επιλέχθηκε η PubMed καθώς αποτελεί μια διεπιστημονική ερευνητική πλατφόρμα η οποία διαθέτει ποικιλία επικαιροποιημένων και έγκυρων πληροφοριών. Το χρονικό διάστημα ήταν από την ίδρυση έως την χρονική περίοδο Ιουλίου 2020.

Η αναζήτηση στην βάση δεδομένων Pubmed περιελάμβανε την χρήση όρων στην αγγλική γλώσσα με βασικό κριτήριο την εκτέλεση ασκήσεων σε πρόγραμμα προπόνηση μεγαλύτερο των δύο εβδομάδων, έτσι αποκλείστηκαν άμεσα οι έρευνες με οξεία επίδραση (acute effect). Αναζητήθηκαν άρθρα με γνώμονα τον ΣΔ τύπου 1 και την άσκηση η οποία επιδρά σε συγκεκριμένες παραμέτρους που αναφέρθηκαν ανωτέρω.

Ειδικότερα, τα κριτήρια επιλογής - ένταξης των ερευνών που τέθηκαν στην παρούσα ανάλυση ήταν τα παρακάτω:

1. Έρευνες που εξετάζουν την επίδραση της άσκησης σε άτομα με ΣΔ τύπου 1.
2. Πρόγραμμα ασκήσεων μεγαλύτερο των δύο εβδομάδων.
3. Clinical Trial και Randomized Controlled Trial
4. Έρευνες σε ανθρώπους.
5. Περιορισμός στην αγγλική γλώσσα
6. Δείγμα ερευνών ανεξαρτήτου ηλικίας.
7. Μη περιορισμένο χρονικό εύρος των εκδόσεων των μελετών τα οποία επιλέγηκαν

Κριτήρια αποκλεισμού θεωρήθηκαν τα εξής:

1. Έρευνες σε ζώα
2. Έρευνες στις οποίες δεν υπήρχαν μετρήσεις στις εξεταζόμενες μεταβλητές
3. Meta-Analysis, Review και Systematic Review
4. Έρευνες με άσκηση για χρονικό διάστημα μικρότερο των δύο εβδομάδων
5. Έρευνες σε άτομα με ΣΔ τύπου 2

Οι όροι οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν στην αναζήτηση, ήταν οι εξής:

1. Διαβήτης: ΣΔ τύπου 1, ΣΔ τύπου 1 σε παιδιά, ΣΔ τύπου 1 σε εφήβους και ΣΔ τύπου 1 σε ενήλικες

2. Μεταβλητές – δείκτες των οποίων η μεταβολή μελετάται μετά από άσκηση:

- ✓ HbA1c = Hemoglobin A1c
- ✓ VO₂max = Maximal Oxygen Consumption
- ✓ TC = Total Cholesterol
- ✓ LDL = Low Density Lipoprotein
- ✓ HDL = High Density Lipoprotein
- ✓ TG = Triglyceride
- ✓ SBP = Systolic Blood Pressure
- ✓ DBP = Diastolic Blood Pressure
- ✓ BW = Body Weight
- ✓ BMI = Body mass index
- ✓ BFP = % Body Fat
- ✓ FFM = Fat Free Mass

3. Τύποι ασκήσεων στον ΣΔ τύπου 1:

- ✓ AnET = Anaerobic Exercise Training
- ✓ AET = Aerobic Exercise Training
- ✓ HIIT = High Intensity Interval Training
- ✓ MICT = Moderate Intensity Continuous Training
- ✓ R = Resistance Exercise
- ✓ S = Stretching
- ✓ ST = Strength Training

Παρακάτω παρουσιάζεται ο Πίνακας 3 ο οποίος περιγράφει την τεκμηρίωση της αναζήτησης από την βάση δεδομένων PubMed με έναν αλγόριθμο που δημιουργήθηκε στη βάση δεδομένων και τα αποτελέσματα του πλήθους των άρθρων – ερευνών για κάθε όρο ή / και συνδυασμό όρων.

Πίνακας 3. Αλγόριθμος της αναζήτησης Βιβλιογραφίας από την βάση δεδομένων PubMed

Search	Database: PUBMED - Query	Results
#1	Search: Type 1 Diabetes	88.754
#2	Search: Insulin-dependent diabetics	27.955
#3	Search: (diabetes type 1) AND (children)	22.336
#4	Search: (diabetes type 1) AND (adolescents)	22.299
#5	Search: (diabetes type 1) AND (adults)	37.143
#6	Search: Young insulin-dependent diabetics	1.489
#7	Search: Adolescents With Insulin-Dependent Diabetes	23.697
#8	Search: High-intensity training protocols in type 1 diabetes	11
#9	Search: Physical Training in Diabetes	17.486
#10	Search: Moderate-Intensity Continuous Training in Type 1 Diabetes	17
#11	Search: Physical Training in Type 1 Diabetes	932
#15	Search: High Intensity Interval Training in Type 1 Diabetes	27
#16	Search: Strength Training in Type 1 Diabetes	108
#17	Search: Aerobic Exercise Training in Type 1 Diabetes	643
#18	Search: Anaerobic Exercise Training in Type 1 Diabetes	28
#19	Search: Tai Chi in Type 1 Diabetes	2
#20	Search: Pilates in type 1 diabetes	2
#21	Search: Exercise training in type 1 diabetes	2.570
#22	Search: Aerobic training programs in type 1 diabetics	1.481
#23	Search: Training on Glycemic Control in Type 1 Diabetes	1.065
#24	Search: Physical exercise promotion in type 1 diabetes	118
#25	Search: Resistance training in type 1 diabetes	90
#26	Search: Influence of training on metabolic control in type 1	149

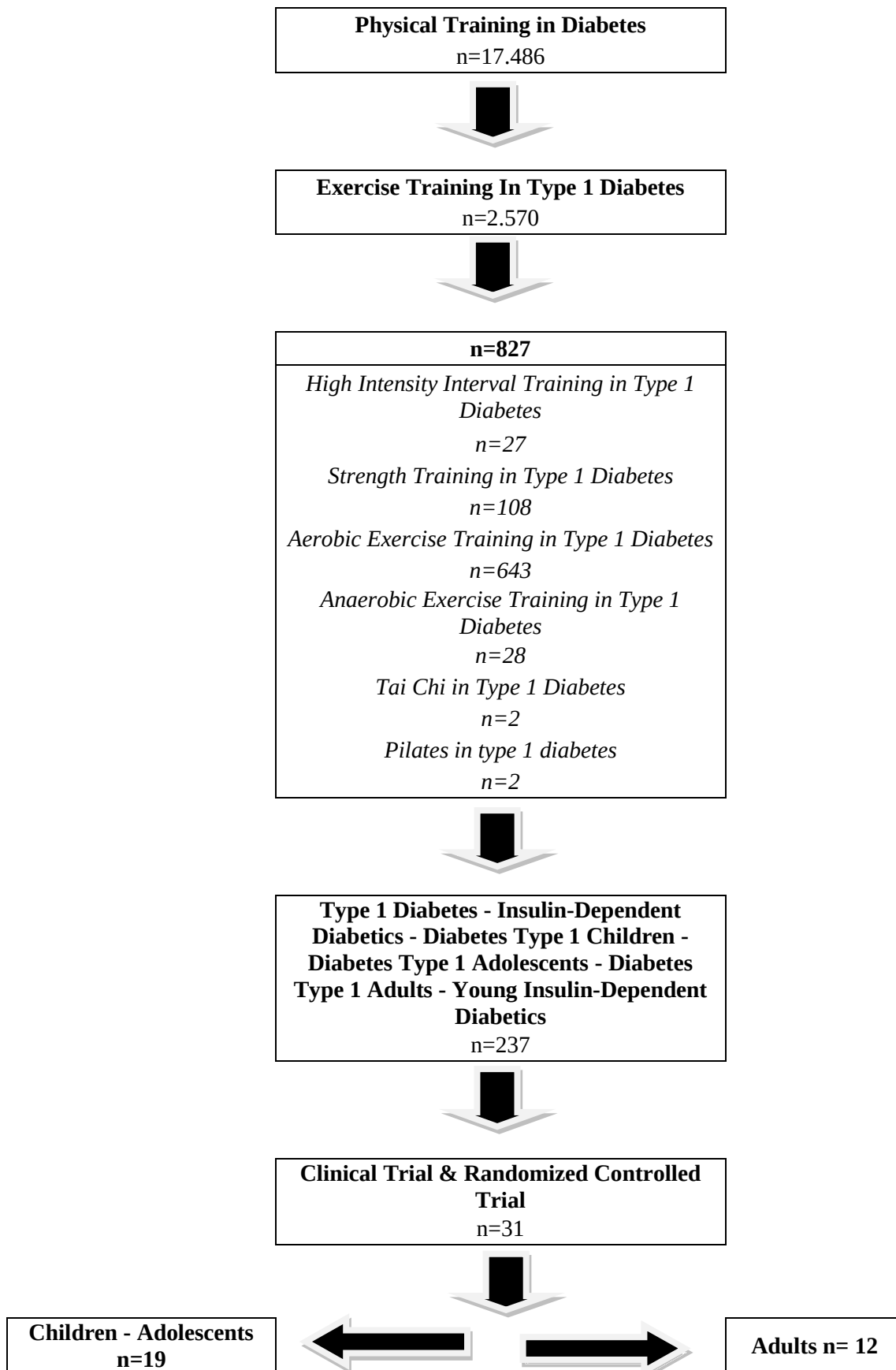
	diabetes	
#27	Search: Effect of exercise on diabetic control in type 1 diabetes	731
#28	Search: Effect of exercise on hemoglobin A1 (HbA1) in type 1 diabetes	7
#29	Search: Exercise Training Improves Systolic and Diastolic Function in Type 1 Diabetes	5
#30	Search: Humans	19.672.831
#31	Search: Animals	6.766.845
#33	Search: VO2max in type 1 diabetes	77
#34	Search: LDL in type 1 diabetes	52
#35	Search: HDL in type 1 diabetes	1.258
#36	Search: SBP in type 1 diabetes	190
#37	Search: DBP in type 1 diabetes	140
#38	Search: Body weight in type 1 diabetes	5.091
#39	Search: Free Fat Mass in type 1 diabetes	46
#40	Search: Total Cholesterol in type 1 diabetes	1.202
#41	Search: TG in type 1 diabetes	435
#43	Search: Type 1 diabetes clinical trial	7.311
#44	Search: Type 1 diabetes Randomized Controlled Trial	4.205
#45	Search: TAI CHI IN TYPE 1 DIABETES	2
#46	Search: ((High Intensity Interval Training in Type 1 Diabetes)) AND ((diabetes type 1) AND (adults))	18
#47	Search: (((((Type 1 Diabetes) AND (insulin-dependent diabetics)) AND ((diabetes type 1) AND (children))) AND ((diabetes type 1) AND (adolescents))) AND ((diabetes type 1) AND (adults))) AND (young insulin-dependent diabetics)	237
#48	Search: #47 AND #43 AND #44	219

Η διαδικασία αξιολόγησης των άρθρων που τελικά επιλέγηκαν προέκυψε από μια συνεχή διαδικασία απορρίψεων όσων δεν πληρούσαν ορισμένες προϋποθέσεις. Από τα αρχικά 17.486 άρθρα τα οποία ανευρέθηκαν με βάση την αναζήτηση σχετικά με

την φυσική δραστηριότητα στον Σ Δ τύπου 1, επιλέγηκαν τα 2.570 που αφορούσαν την άσκηση στον ΣΔ τύπου 1. Από αυτά απομονώθηκαν τα 827 τα οποία περιλάμβαναν όλα τα εξεταζόμενα είδη ασκήσεων στον ΣΔ τύπου 1: HIIT (Υψηλής Έντασης Διαλειμματική Προπόνηση), MICT (Συνεχής Προπόνησης Μέτριας Έντασης), ST (Προπόνηση Ενδυνάμωσης με βάρη), AET (Αερόβια Άσκηση), AnET (Αναερόβια Άσκηση), S (Διατάσεις) και R (Αντιστάσεις). Από τα 827 άρθρα απομονώθηκαν μόνο όσα πληρούσαν το κριτήριο της Clinical Trial και Randomized Controlled Trial, οπότε και αποκλείστηκαν όσα περιλάμβαναν μη σχετική βιβλιογραφία, εκδόσεις, βιβλία, πρακτικά συνεδρίων και μεταναλύσεις. Έτσι, απέμειναν 237. Τέλος, πραγματοποιήθηκε μια τελική επιλογή των άρθρων τα οποία περιλάμβαναν μετρήσεις με πρόγραμμα προπόνησης άνω των δύο εβδομάδων και συνδυαστικά να υπήρχε αξιολόγηση έστω μίας μεταβλητής – δείκτη μετά από άσκηση: HbA1c (Γλυκοζυλιωμένη Αιμοσφαιρίνη), VO2max (Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου), TC (Ολική Χοληστερόλη), LDL (Χοληστερόλη Χαμηλής Πυκνότητας Λιποπρωτεϊνών), HDL (Χοληστερόλη Υψηλής Πυκνότητας Λιποπρωτεϊνών), TG (Τριγλυκερίδια), SBP (Συστολική Αρτηριακή Πίεση), DBP (Διαστολική Αρτηριακή Πίεση), BW (Σωματικό Βάρος), BMI (Δείκτης Μάζας Σώματος), BFP (% Σωματικού Λίπους) και FFM (Αλιπη Μάζα). Οπότε, στο τέλος, προέκυψε το τελικό σώμα των 31 άρθρων. Μια τελική κατάταξη πραγματοποιήθηκε ανάλογα με την ηλικιακή κατηγορία του δείγματος της έρευνας. Έτσι, προέκυψαν 19 άρθρα σε παιδιά – εφήβους και 12 άρθρα σε ενήλικες.

Το διάγραμμα ροής αυτής της αξιολόγησης παρουσιάζεται παρακάτω.

Διάγραμμα 1. Διάγραμμα ροής



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την αναζήτηση που πραγματοποιήθηκε με στόχο την ανεύρεση ερευνών σχετικών με την επίδραση της άσκησης στον ΣΔ τύπου 1 προέκυψαν οι παρακάτω Πίνακες 4 και 5 για ενηλίκους και ανήλικους (παιδιά – έφηβοι) αντίστοιχα.

Πίνακας 4 . Πίνακας μελετών που εξέτασαν την επίδραση συστηματικής άσκησης σε ενήλικους ασθενείς με ΣΔτ1

<i>A/A</i>	<u>Όνομα Συγγραφέα & Έτος Δημοσίευσης</u>	<u>Πλήθος & Μέση Ηλικίας Συμμετεχόντων</u>	<u>Είδος Άσκησης</u>	<u>Διάρκεια Προγράμματος</u>	<u>Ομάδα Ελέγχου</u>	<u>Αποτελέσματα</u>
<i>1α</i>	Farinha et al., 2018	N= 9 (Γ=4, A=5), Μέσης ηλικίας 25,4 ετών	HIIT	10 εβδομάδες, 25' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Όχι	↑: BW, BMI, VO2max, TG, HDL, ↓: BFP, HbA1c, TC, FFM
<i>1β</i>	Farinha et al., 2018	N=9 (Γ=4, A=5), Μέσης ηλικίας 22,9 ετών	ST	10 εβδομάδες, 40' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Όχι	↑: BW, BMI, VO2max, HDL, BFP, HbA1c ↓: TC, TG, FFM
<i>1γ</i>	Farinha et al., 2018	N= 10 (Γ=5 / A=5), Μέσης ηλικίας 24,9 ετών	HIIT & ST	10 εβδομάδες, 65- 70' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Όχι	↑: BW, VO2max, HDL, BFP, ↓: HbA1c, TC, TG, FFM ↔: BMI
<i>2α</i>	Boff et al., 2019	N =9 (Γ=6 / A= 3), μέσης ηλικίας 26,1 ετών	HIIT	8 εβδομάδες, 40' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, Ομάδα Ελέγχου (n =9, A= 4/ Γ=5) μέσης ηλικίας 20,8 ετών	↑: VO2peak, SBP, DBP, TG, LDL ↓: BW, HbA1c, TC, HDL
<i>2β</i>	Boff et al., 2019	N = 9 (Γ= 4, A=5), μέσης ηλικίας 23,7 ετών	MICT	8 εβδομάδες, 40' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, Ομάδα Ελέγχου (n =9, A= 4/ Γ=5) μέσης ηλικίας 20,8 ετών	↑: VO2peak 3%, DBP, ↓: BW, HbA1c, TC, HDL, LDL, TG, SBP
<i>3</i>	Brazeau et al., 2014	N= 48 (Γ=25 / A=23), Μέσης ηλικίας 44,6 ετών	AET, AnET & ST	12 εβδομάδες, 60' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, Ομάδα Ελέγχου (n =23, Γ=12 / A=11, μέσης ηλικίας 45,1 ετών) και Ομάδα Παρέμβασης (n =25, Γ=14 / A=11, μέσης ηλικίας 44,2 ετών)	↑: VO2peak ↓: BW, BMI, SBP, DBP
<i>4</i>	Durak et al., 1990	N= 8 (Γ=0 / A=8), Μέσης ηλικίας 31 ετών	ST	10 εβδομάδες, 60' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, Ομάδα A - Pretraining (n =4, A=4, μέσης ηλικίας 31,5 ετών) και Ομάδα B - Posttraining (n =4, A=4, μέσης	↑: BW ↓: HbA1c, LDL, HDL, TG, TC, BFP

					ηλικίας 30,5 ετών)	
5	Fuchsjäger-Mayrl et al., 2002	N= 26 (Γ=14 / A=12), Μέσης ηλικίας 40 ετών	AET	16 εβδομάδες, 60' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, Ομάδα Ελέγχου (n =8, Γ=3 / A=5, μέσης ηλικίας 33 ετών) και Ομάδα Παρέμβασης (n =18, Γ=11 / A=7, μέσης ηλικίας 42 ετών)	↑: VO2peak, HbA1c ↓: BW, BMI, TC, LDL, HDL, TG
6	Haider et al., 2006	N= 32 (Γ=18 / A=14), Μέσης ηλικίας 35,5 ετών	AET	16 εβδομάδες, 60' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, Ομάδα Ελέγχου (n =14, Μη διαβητικοί, Γ=7 / A=7, μέσης ηλικίας 29 ετών) και Ομάδα Παρέμβασης (n =18, ΣΔΤ1, Γ=11 / A=7, μέσης ηλικίας 42 ετών)	↑: BMI, LDL, TG ↓: TC, HDL
7	Laaksonen et al., 2000	N= 56 (Γ=0 / A=56), Μέσης ηλικίας 35,5 ετών	AET	12-16 εβδομάδες, 30-60' / 3-5 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, Ομάδα Ελέγχου (n =22, Γ=0 / A=22, μέσης ηλικίας 29,8 ετών) και Ομάδα Παρέμβασης (n = 20, Γ=0 / A=20, μέσης ηλικίας 31,7 ετών)	↑: VO2max, HDL ↓: TC, LDL, TG
8	Lee et al., 2020	N= 27 (Γ=11 / A=16), Μέσης ηλικίας 43,3 ετών	HIIT	12 εβδομάδες, 33' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, Ομάδα Ελέγχου (n =15, Γυν=5 / Ανδ=10, μέσης ηλικίας 46,1 ετών) και Ομάδα Παρέμβασης (n = 12, Γ=6 / A=6, μέσης ηλικίας 40,5 ετών)	↑: FFM, DBP, VO2peak ↓: HbA1c, BW, BMI, SBP, TC, LDL, HDL,
9a	Perry et al., 1997	N= 31 (Γ=16 / A=15), Μέσης ηλικίας 41,5 ετών	AET & ST	24 εβδομάδες, 60' / 3 – 4 συνεδρίες / εβδομάδα	Όχι	↑: VO2max ↓: BW, SBP, DBP, HbA1c, TC, LDL ↔: HDL, TG
9b	Perry et al., 1997	N= 30 (Γ=10 / A=20), Μέσης ηλικίας 42,8 ετών	AET & ST	24 εβδομάδες, 60' / 3 - 4 συνεδρίες / εβδομάδα	Όχι	↑: BW, VO2max ↓: DBP, HbA1c, HDL, TG ↔: TC, LDL
10a	Scott et al., 2019	N= 7 (Γ=2 / A=5), Μέσης ηλικίας 29	HIIT	6 εβδομάδες, 60' / 3 συνεδρίες /	Όχι	↑: VO2peak, TG ↓: FFM, SBP, DBP, TC,

		ετών		εβδομάδα		↔: BMI
10β	Scott et al., 2019	N= 7 (Γ=2 / A=5), Μέσης ηλικίας 29 ετών	MICT	6 εβδομάδες, 60' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Όχι	↑: VO2peak, TC, ↓: FFM, SBP, DBP, TG
11	Wallberg-Henriksson et al., 1986	N= 13 (Γ=13 / A=0), Μέσης ηλικίας 29 ετών	AET	20 εβδομάδες, 20' / 7 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, Ομάδα Ελέγχου (n =6, Γ=6 / A=0, μέσης ηλικίας 36 ετών) και Ομάδα Παρέμβασης (n = 7, Γ=7 / A=0, μέσης ηλικίας 35 ετών)	↑: VO2max, HDL ↓: TC, LDL ↔: TG
12	Yki-Järvinen et al., 1984	N= 39 (Γ=9 / A=30), Μέσης ηλικίας 25 ετών	AET	6 εβδομάδες, 60' / 4 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, Ομάδα Ελέγχου - Υγιείς (n =25, Γ=6 / A=19, μέσης ηλικίας 27 ετών), Ομάδα Παρέμβασης - ΣΔΤ1 (n =7, Γ=1 / A=6, μέσης ηλικίας 24 ετών) και Ομάδα Μη Παρέμβασης - ΣΔΤ1 (n =6, Γ=2 / A=4, μέσης ηλικίας 24 ετών)	↑: VO2max, HDL ↓: TG, TC ↔: HbA1c

↑ = Αύξηση; ↓ = Μείωση; ↔ = Όχι μεταβολή; HbA1c = Hemoglobin A1c - Γλυκοζυλιωμένη Αιμοσφαιρίνη, VO2max = Maximal Oxygen Consumption - Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου, TC = Total Cholesterol - Ολική Χοληστερόλη, LDL = Low-Density Lipoprotein - Χοληστερόλη Χαμηλής Πυκνότητας Λιποπρωτεϊνών, HDL = High-density lipoprotein - Χοληστερόλη Υψηλής Πυκνότητας Λιποπρωτεϊνών, TG = Triglyceride - Τριγλυκερίδια, SBP = Systolic Blood Pressure - Συστολική Αρτηριακή Πίεση, DBP = Diastolic Blood Pressure - Διαστολική Αρτηριακή Πίεση, BW = Body Weight - Σωματικό Βάρος, BMI = Body mass index - Δείκτης Μάζας Σώματος, BFP = % Body Fat - % Σωματικού Λίπους, FFM = Fat Free Mass - Άλιπη Μάζα; HIIT = Υψηλής Έντασης Διαλειμματική Προπόνηση - High Intensity Interval Training, MICT = Συνεχής Προπόνησης Μέτριας Έντασης - Moderate Intensity Continuous Training, ST = Προπόνηση Δύναμης (με βάρη) - Strength Training, AET = Αερόβια Άσκηση - Aerobic Exercise Training, AnET = Αναερόβια Άσκηση - Anaerobic Exercise Training

Πίνακας 5. Πίνακας μελετών που εξέτασαν την επίδραση συστηματικής άσκησης σε ανήλικους ασθενείς με ΣΔτ1

<u>A/A</u>	<u>Όνομα Συγγραφέα & Έτος Δημοσίευσης</u>	<u>Πλήθος & Μέση Ηλικίας Συμμετεχόντων</u>	<u>Είδος Άσκησης</u>	<u>Διάρκεια Προγράμματος</u>	<u>Ομάδα Ελέγχου</u>	<u>Αποτελέσματα</u>
1α	Baevre et al., 1985	N=10 (A=5/K=5), Μέσης ηλικίας 16 ετών	AET	6 μήνες, 30' / 2 συνεδρίες / εβδομάδα	Όχι	↓: HbA1, HDL, TC, TG
1β	Baevre et al., 1985	N=10 (A=5/K=5), Μέσης ηλικίας 16 ετών	AET	2 εβδομάδες, 3h / 7 συνεδρίες / εβδομάδα	Όχι	↑: HDL, LDL ↓: TG, HbA1c
2	Campaigne et al., 1985	N= 14 (Γ=8 / A=6), Μέσης ηλικίας 16 ετών	AET & S	12 εβδομάδες, 45' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, Ομάδα Ελέγχου (n = 5, Γ=2 / A=3) μέσης ηλικίας 15 ετών) και Ομάδα Παρέμβασης (n = 9, Γ=6 / A=3 μέσης ηλικίας 16 ετών)	↑: VO2 max, TG ↓: LDL, HDL, TC
3	D'hooge et al., 2011	N = 16 (A=7 / K=9), Μέσης ηλικίας 13,6 ετών	AET & ST	20 εβδομάδες, 60' / 2 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, ΟΕ (n = 8, μέσης ηλικίας 14,1 ετών) και ΟΠ (n = 8, μέσης ηλικίας 13,2 ετών)	↑: BW, BMI, FFM ↓: VO2max, HbA1c
4	Dahl Jørgensen et al., 1980	N = 22, Μέσης ηλικίας 11 ετών	Πρόγραμμα Ασκήσεων	5 μήνες, 60' / 2 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, ΟΕ (n = 8, μέσης ηλικίας 11 ετών) και ΟΠ (n = 14, μέσης ηλικίας 11 ετών)	↔: VO2max ↓: HbA1c

5	Gusso et al., 2017	N = 75 (Γ=38 / A=37), Μέσης ηλικίας 15,9 ετών	AET, AnET, ST	20 εβδομάδες, 60' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, OE (n = 15, ΔΤ1, μέσης ηλικίας 15,5 ετών) και ΟΠ (n = 38 ΣΔΤ1, μέσης ηλικίας 15,6 ετών, n=22 μη διαβητικοί, μέσης ηλικίας 16,7 ετών)	↑: BW, FFM SBP, VO2peak ↓: HbA1c, BFP, DBP ↔: BMI
6	Heyman et al., 2007	N= 16 (Γ= 16), Μέσης ηλικίας 16,1 ετών	AET & ST	6 μήνες, 120' / 1 συνεδρία + 60'/1 συνεδρία / εβδομάδα	Ναι, OE (n = 9, Γ=9, μέσης ηλικίας 15,9 ετών) και ΟΠ (n = 7, Γ=7, μέσης ηλικίας 16,3 ετών)	↑: HDL ↓: TC, TG, LDL, FFM ↔: BFP
7	Landt et al., 1985	N= 15 (Γ= 8 /A=7), Μέσης ηλικίας 16 ετών	AET	12 εβδομάδες, 45' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, OE (n = 6, Γ=2/A=4) μέσης ηλικίας 15,9 ετών) και ΟΠ (n = 9, Γ=6/A=3) μέσης ηλικίας 16,1 ετών)	↑:VO2peak, FFM
8	Larsson et al., 1964	N= 12, A=12, Μέσης ηλικίας 16,4 ετών (Μη Διαβητικοί: n = 6, μέσης ηλικίας 16,5 ετών, και Διαβητικοί: n = 6, μέσης ηλικίας 16,3 ετών)	AET	5 μήνες, 60' / 1 συνεδρία / εβδομάδα	Όχι	↑:VO2max ↓: BW
9	Mosher et al., 1998	N= 20, A=20, Μέσης ηλικίας 16,4 ετών, Μη Διαβητικοί: n = 10,	AET & ST	12 εβδομάδες, 75' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Όχι	↑:VO2max ↓: HbAlc, LDL, FFM

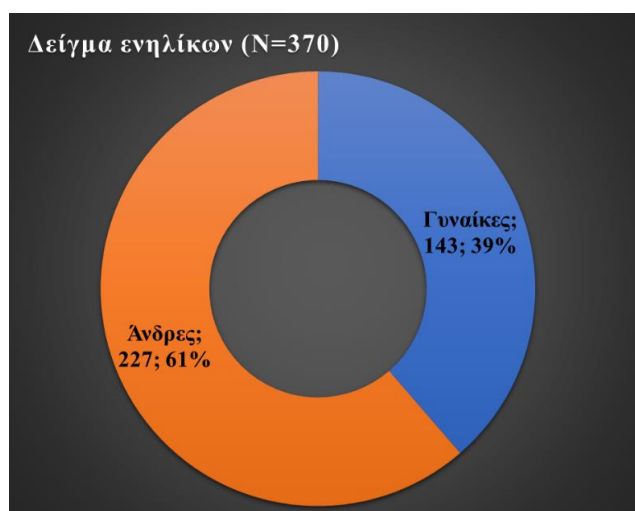
		μέσης ηλικίας 19,4 ετών, και Διαβητικοί: n=10, μέσης ηλικίας 17,2 ετών				
10	Newton et al., 2009	N = 78 (Γ=36 / A=42), Μέσης ηλικίας 14,4 ετών	Βηματομετρητής και αποστολή μηνυμάτων παρότρυνσης φυσικής δραστηριότητας	12 εβδομάδες	Ναι, OE (n = 40, μέσης ηλικίας 11 ετών) και ΟΠ (n = 38, μέσης ηλικίας 11 ετών)	↓: DBP ↔: SBP, BMI, HbA1c
11α	Aouadi et al., 2011	N = 22, Μέσης ηλικίας 12,5	AET	6 μήνες, 63' / 2 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, OE (n = 11, μέσης ηλικίας 12,9 ετών), ΟΠ G1 (n = 11, μέσης ηλικίας 12,2 ετών)	↓: BW, BMI, HbA1c, HDL, TG
11β	Aouadi et al., 2011	N = 22, Μέσης ηλικίας 13,2	AET	6 μήνες, 63' / 4 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, OE (n = 11, μέσης ηλικίας 12,9 ετών) και ΟΠ G2 (n = 11, μέσης ηλικίας 13,5 ετών)	↑: HDL ↓: BMI, HbA1c, LDL, TG
12	Roberts et al., 2012	N = 24 (Γ=12 / A=12), Μέσης ηλικίας 14 ετών	AET & AnET	24 εβδομάδες: 12 εβδομάδες εποπτευόμενης προπόνησης 45' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα + 12 εβδομάδες μη εποπτευόμενης προπόνησης 45' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Όχι	↑: BW, BFP ↔: HbA1c

13	Rowland et al., 1985	N = 14 (A=7/ K=7), 9 έως 14 ετών	AET	12 εβδομάδες, 60' / 1 συνεδρία / εβδομάδα	Όχι	↑: BW, VO2max
14	Seeger et al., 2011	N = 19 (A=4/ K=5), Μέσης ηλικίας 10,9 ετών	AET	18 εβδομάδες, 60' / 2 συνεδρίες / εβδομάδα (Πρόγραμμα προπόνησης: 1η συνεδρία: εποπτευόμενη 30' τρέξιμο και 30' ομαδικών δραστηριοτήτων (παιχνίδια με μπάλα τρέξιμο και διατάσεις), 2η συνεδρία: προπόνηση ατομικά στο σπίτι (διάδρομος και διατάσεις).	Όχι	↑: BW, VO2max, ↓: BMI
15	Sideraviciute et al., 2006	N = 47 (Γ: ΣΔΤ1 n= 19 / Υγιείς n= 28), ηλικίας 14-19 ετών	AET	14 εβδομάδες, 45' / 2 συνεδρίες / εβδομάδα	Όχι	↓: HbA1c
16	Petschnig et al., 2020	N = 21, Μέσης ηλικίας 11,15 ετών	AnET & ST	32 εβδομάδες, 50' / 2 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, OE (n = 10, μέσης ηλικίας 11,3 ετών) και ΟΠ (n = 11, μέσης	↓: HbA1c

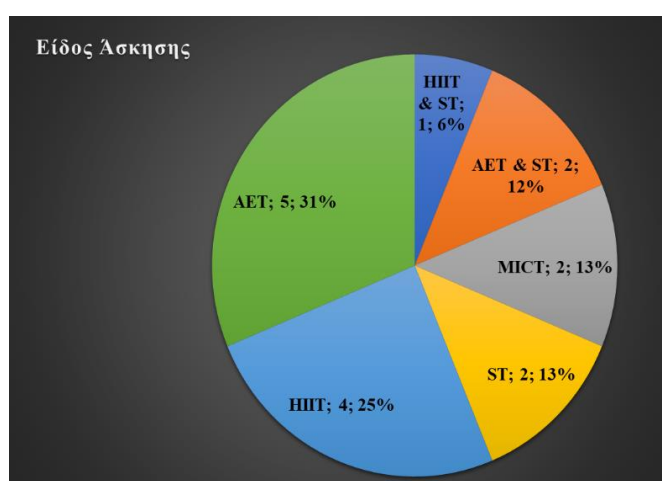
					ηλικίας 11 ετών)	
17	Tomar et al., 2014	N = 24 (A=24), Μέσης ηλικίας 14,2 ετών	AET	12 εβδομάδες, 60' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, ΟΕ (n = 12, μέσης ηλικίας 14,2 ετών) και ΟΠ (n = 12, μέσης ηλικίας 14,2 ετών)	↔: HbA1c, LDL, HDL, TG ↓: TC
18	Tunar et al., 2012	N = 31 (Γ=16 / A=17), Μέσης ηλικίας 14,25 ετών	Pilates	12 εβδομάδες, 40' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, ΟΕ (n = 14, Γ=11/A=8, μέσης ηλικίας 14,2 ετών) και ΟΠ (n = 17, Γ=5/A=9, μέσης ηλικίας 14,3 ετών)	↑: HDL ↔: BMI, HbA1c, TC, TG, LDL
19α	Salem et al., 2010	N= 196 (Γ=121 / A=75), Μέσης ηλικίας 14,7 ετών	AET, AnET, S, ST	24 εβδομάδες, 60' / 1 συνεδρία / εβδομάδα	Ναι, Ομάδα Ελέγχου - A (n =48, Γ=5/A=10, μέσης ηλικίας 15 ετών), Ομάδα Παρέμβασης (n = 12, Γ=6/A=6, μέσης ηλικίας 40,5 ετών)	↓: BW, SBP, HbA1c, LDL, HDL, TC, TG
19β	Salem et al., 2010	N= 196 (Γ=121 / A=75), Μέσης ηλικίας 14,7 ετών	AET, AnET, S, ST	24 εβδομάδες, 60' / 3 συνεδρίες / εβδομάδα	Ναι, Ομάδα Ελέγχου - A (n =48, Γ=5/A=10, μέσης ηλικίας 15 ετών), Ομάδα Παρέμβασης (n = 12, Γ=6/A=6, μέσης ηλικίας 40,5 ετών)	↑: HDL ↓: BW, SBP, HbA1c, DBP, LDL, TC, TG

↑ = Αύξηση; ↓ = Μείωση; ↔ = Όχι μεταβολή; HbA1c = Hemoglobin A1c - Γλυκοζυλιωμένη Αιμοσφαιρίνη, VO2max = Maximal Oxygen Consumption - Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου, TC = Total Cholesterol - Ολική Χοληστερόλη, LDL = Low Density Lipoprotein - Χοληστερόλη Χαμηλής Πυκνότητας Λιποπρωτεϊνών, HDL = High-density lipoprotein - Χοληστερόλη Υψηλής Πυκνότητας Λιποπρωτεϊνών, TG = Triglyceride – Τριγλυκερίδια, SBP = Systolic Blood Pressure - Συστολική Αρτηριακή Πίεση, DBP = Diastolic Blood Pressure - Διαστολική Αρτηριακή Πίεση, BW = Body Weight - Σωματικό Βάρος, BMI = Body Mass Index - Δείκτης Μάζας Σώματος, BFP = % Body Fat - % Σωματικού Λίπους, FFM = Fat Free Mass - Άλιπη Μάζα; HIIT = Υψηλής Έντασης Διαλειμματική Προπόνηση – High Intensity Interval Training, MICT = Συνεχής Προπόνησης Μέτριας Έντασης – Moderate Intensity Continuous Training, ST = Προπόνηση Δύναμης (με βάρη) - Strength Training, AET = Αερόβια Άσκηση - Aerobic Exercise Training, AnET = Αναερόβια Άσκηση - Anaerobic Exercise Training, S = Διατάσεις – Stretching.

Σε μια ανάλυση των πινάκων προκύπτουν τα εξής σημαντικά συμπεράσματα. Αναφορικά με τους ενήλικες, το συνολικό δείγμα αποτελούνταν από 370 άτομα, 143 γυναίκες (39%) και 227 άνδρες (61%), μέσης ηλικίας 32,7 έτη (Διάγραμμα 2). Το σύνολο των 17 ερευνών¹ καλύπτει το χρονικό διάστημα μεταξύ 1984 και 2020. Με μια μελέτη το 1984, μία το 1986, μία το 1990, δύο το 1997, μία το 2000, μία το 2002, μία το 2006, μία το 2014, τρεις το 2018, τέσσερις το 2019 και μία το 2020. Τα είδη των ασκήσεων αφορούσαν κατά 31% ΑΕΤ, 25% ΗΙΠΤ, 13% ST, 13% ΜΙCΤ, 12% ΑΕΤ & S και 6% ΗΙΠΤ & ST (Διάγραμμα 3). Η μέση διάρκεια των προγραμμάτων προπόνησης ισούνταν με 12,47 εβδομάδες, για 50 λεπτά με 3,4 συνεδρίες ανά εβδομάδα.



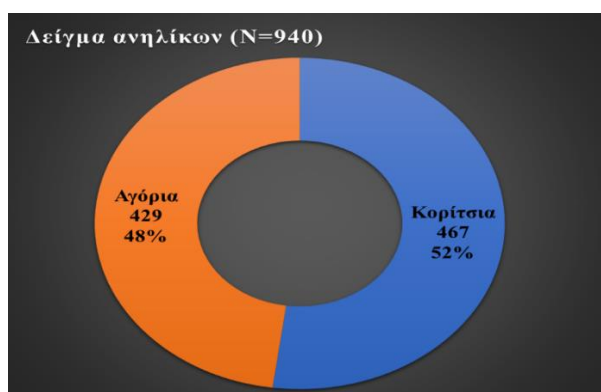
Διάγραμμα 2. Δείγμα ενηλίκων



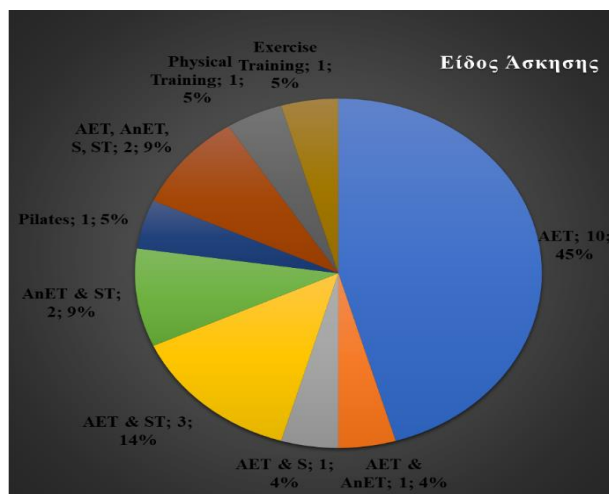
Διάγραμμα 3. Είδος άσκησης ενηλίκων

¹ οι 12 έρευνες των ενηλίκων εμπεριείχαν συνολικά 17 μελέτες διαβητικών που τα αποτελέσματά τους συγκρίθηκαν είτε με την ομάδα ελέγχου όταν υπήρχε, ή έγινε η σύγκριση των αποτελεσμάτων πριν και μετά την παρέμβαση.

Αναφορικά με τους ανήλικους, το συνολικό δείγμα αποτελούνταν από 904 άτομα, 467 κορίτσια (52%) και 429 αγόρια (48%), μέσης ηλικίας 14,35 έτη (Διάγραμμα 4). Το σύνολο των 22 ερευνών² καλύπτει το χρονικό διάστημα μεταξύ 1964 και 2020. Με μια μελέτη το 1964, μια το 1980, πέντε το 1985, μία το 1998, μία το 2006, μία το 2007, μία το 2009, δύο το 2010, τέσσερις το 2011, δύο το 2012, μία το 2014, μία το 2017 και μία το 2020. Τα είδη των ασκήσεων αφορούσαν AET 45%, AET & AnET 4%, AET & S 4%, AET & ST 14%, AnET & ST 9 %, Pilates 5%, AET, AnET, S, ST 9%, Physical Training 5% και Exercise Training 5% (Διάγραμμα 5). Η μέση διάρκεια των προγραμμάτων προπόνησης ισούσαν με 15,9 εβδομάδες, 53,86 λεπτά και 2,45 συνεδρίες ανά εβδομάδα.



Διάγραμμα 4. Δείγμα ανηλίκων



Διάγραμμα 5. Είδος άσκησης ενηλίκων

² οι 19 έρευνες των ενηλίκων εμπεριείχαν συνολικά 22 μελέτες διαβητικών που τα αποτελέσματά τους συγκρίθηκαν είτε με την ομάδα ελέγχου όταν υπήρχε, ή έγινε η σύγκριση των αποτελεσμάτων πριν και μετά την παρέμβαση.

Αναφορικά με την περαιτέρω ανάλυση των αποτελεσμάτων για τους εξεταζόμενους δείκτες προέκυψαν σημαντικά ευρήματα, όπως ο παρακάτω Πίνακας 6 των αποτελεσμάτων της επίδρασης συστηματικής άσκησης στους εξεταζόμενους δείκτες σε ασθενείς με ΣΔτ1 σε διάκριση ενήλικων και ανήλικων.

Πιο ειδικά για τους ενήλικες διαβητικούς τύπου 1 σημειώθηκαν τα εξής:

1. HbA1c: μη μεταβολή σε 1, αύξηση σε 1, μείωση σε 8 από τις 11 μελέτες
2. VO2max: αύξηση σε 15 από τις 15 μελέτες
3. TC: μη μεταβολή σε 1, αύξηση σε 1, μείωση σε 14 από τις 16 μελέτες
4. LDL: μη μεταβολή σε 1, αύξηση σε 2, μείωση σε 7 από τις 10 μελέτες
5. HDL: μη μεταβολή σε 1, αύξηση σε 6, μείωση σε 7 από τις 14 μελέτες
6. TG: μη μεταβολή σε 2, αύξηση σε 4, μείωση σε 9 από τις 15 μελέτες
7. SBP: αύξηση σε 1, μείωση σε 6 από τις 7 μελέτες
8. DBP: αύξηση σε 3, μείωση σε 5 από τις 8 μελέτες
9. BW: αύξηση σε 5, μείωση σε 6 από τις 11 μελέτες
10. BMI: μη μεταβολή σε 2, αύξηση σε 3 έρευνες, μείωση σε 3 από τις 8 μελέτες
11. BFP: αύξηση σε 2, μείωση σε 2 από τις 4 μελέτες
12. FFM: αύξηση σε 1, μείωση σε 5 από τις 6 μελέτες

Και για τους ανήλικους διαβητικούς τύπου 1 σημειώθηκαν τα εξής:

1. HbA1c: μη μεταβολή σε 4, μείωση σε 12 από τις 16 μελέτες
2. VO2max: μη μεταβολή σε 1, αύξηση σε 7, μείωση σε 1 από τις 9 μελέτες
3. TC: μη μεταβολή σε 1, μείωση σε 6 από τις 7 μελέτες
4. LDL: μη μεταβολή σε 2, αύξηση σε 1 έρευνα, μείωση σε 6 από τις 9 μελέτες
5. HDL: μη μεταβολή σε 1, αύξηση σε 5, μείωση σε 4 από τις 10 μελέτες
6. TG: μη μεταβολή σε 2, αύξηση σε 1 έρευνα, μείωση σε 7 από τις 10 μελέτες
7. SBP: αύξηση σε 1, αύξηση σε 1 έρευνα, μείωση σε 2 από τις 4 μελέτες
8. DBP: μείωση σε 3 από τις 3 μελέτες

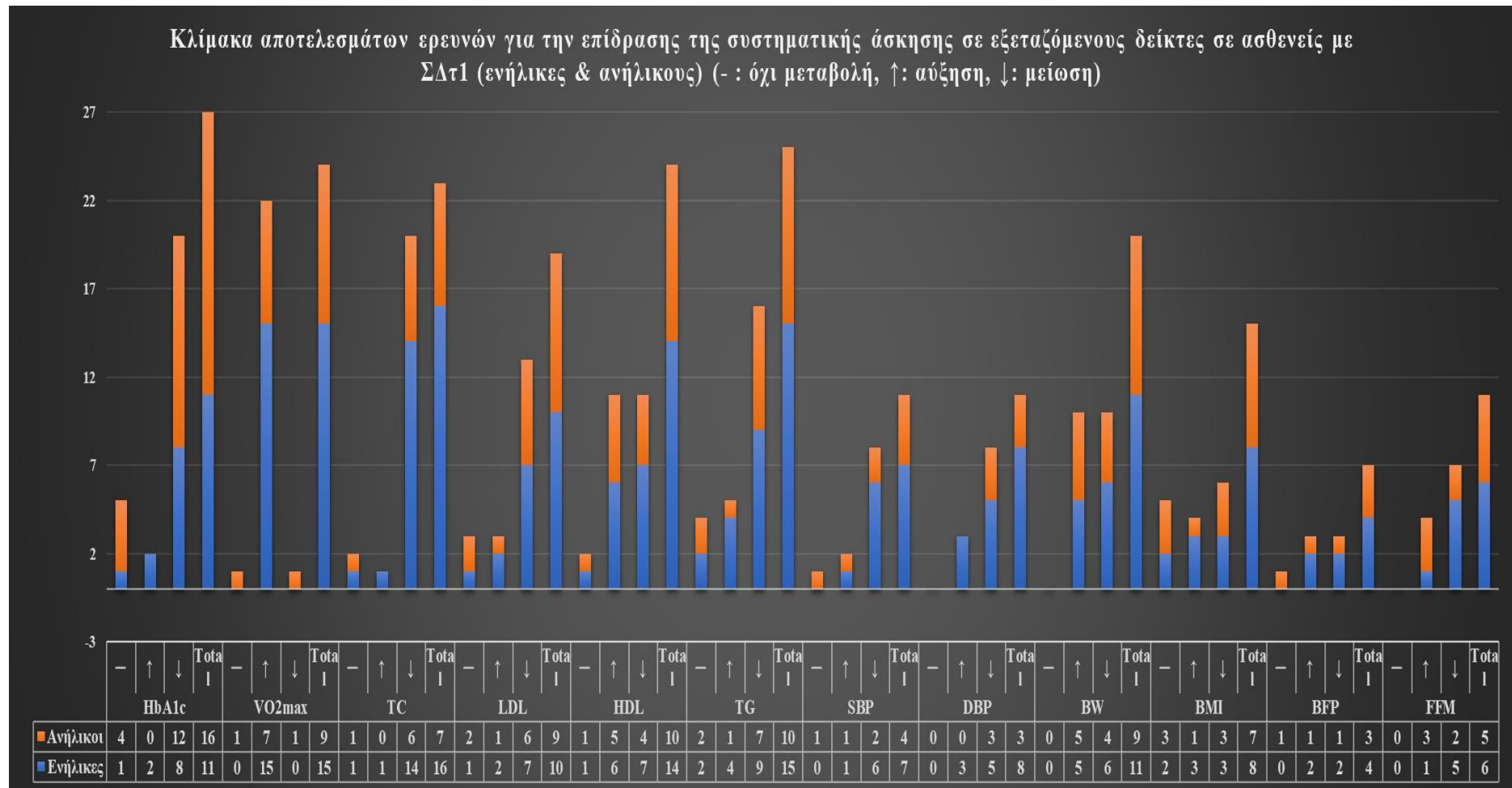
9. BW: αύξηση σε 5, μείωση σε 4 από τις 9 μελέτες
10. BMI: μη μεταβολή σε 3, αύξηση σε 1, μείωση σε 3 από τις 7 μελέτες
11. BFP: μη μεταβολή σε 1, αύξηση σε 1, μείωση σε 1 από τις 3 μελέτες
12. FFM: αύξηση σε 3, μείωση σε 2 από τις 5 μελέτες

Πίνακας 6. Πίνακας αποτελεσμάτων επίδρασης συστηματικής άσκησης σε εξεταζόμενους δείκτες σε ασθενείς με ΣΔτ1 (ενήλικες και ανήλικους)

Δείκτες		Ενήλικες		Ανήλικοι		Σύνολο	
		Αριθμός Ερευνών	%	Αριθμός Ερευνών	%	Αριθμός Ερευνών	%
Εργαστηριακοί Δείκτες							
HbA1c	—	1	3,70%	4	14,81%	5	18,52%
	↑	2	7,41%	0	0,00%	2	7,41%
	↓	8	29,63%	12	44,44%	20	74,07%
	Total	11	40,74%	16	59,26%	27	100,00%
TC	—	1	4,30%	1	4,30%	2	8,70%
	↑	1	4,30%	0	0,00%	1	4,30%
	↓	14	60,90%	6	26,10%	20	87,00%
	Total	16	69,60%	7	30,40%	23	100,00%
LDL	—	1	5,30%	2	10,50%	3	15,80%
	↑	2	10,50%	1	5,30%	3	15,80%
	↓	7	36,80%	6	31,60%	13	68,40%
	Total	10	52,60%	9	47,40%	19	100,00%
HDL	—	1	4,20%	1	4,20%	2	8,30%
	↑	6	25,00%	5	20,80%	11	45,80%
	↓	7	29,20%	4	16,70%	11	45,80%
	Total	14	58,30%	10	41,70%	24	100,00%
TG	—	2	8,00%	2	8,00%	4	16,00%
	↑	4	16,00%	1	4,00%	5	20,00%
	↓	9	36,00%	7	28,00%	16	64,00%
	Total	15	60,00%	10	40,00%	25	100,00%
SBP	—	0	0,00%	1	9,09%	1	9,09%
	↑	1	9,09%	1	9,09%	2	18,18%
	↓	6	54,55%	2	18,18%	8	72,73%
	Total	7	63,64%	4	36,36%	11	100,00%
DBP	—	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	↑	3	27,27%	0	0,00%	3	27,27%
	↓	5	45,45%	3	27,27%	8	72,73%
	Total	8	72,73%	3	27,27%	11	100,00%

<i>Ανθρωπομετρικοί δείκτες</i>							
VO2max	—	0	0,00%	1	4,17%	1	4,17%
	↑	15	62,50%	7	29,17%	22	91,67%
	↓	0	0,00%	1	4,17%	1	4,17%
	Total	15	62,50%	9	37,50%	24	100,00%
BW	—	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	↑	5	25,00%	5	25,00%	10	50,00%
	↓	6	30,00%	4	20,00%	10	50,00%
	Total	11	55,00%	9	45,00%	20	100,00%
BMI	—	2	13,33%	3	20,00%	5	33,33%
	↑	3	20,00%	1	6,67%	4	26,67%
	↓	3	20,00%	3	20,00%	6	40,00%
	Total	8	53,33%	7	46,67%	15	100,00%
BFP	—	0	0,00%	1	14,29%	1	14,29%
	↑	2	28,57%	1	14,29%	3	42,86%
	↓	2	28,57%	1	14,29%	3	42,86%
	Total	4	57,14%	3	42,86%	7	100,00%
FFM	—	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	↑	1	9,09%	3	27,27%	4	36,36%
	↓	5	45,45%	2	18,18%	7	63,64%
	Total	6	54,55%	5	45,45%	11	100,00%

Το παρακάτω Διάγραμμα 6 παρουσιάζει τα αποτελέσματα σε κλίμακα των του πλήθους των ερευνών σχετικά με την επίδραση της συστηματικής άσκησης σε εξεταζόμενους δείκτες σε ενήλικες και ανήλικους με ΣΔτ1.



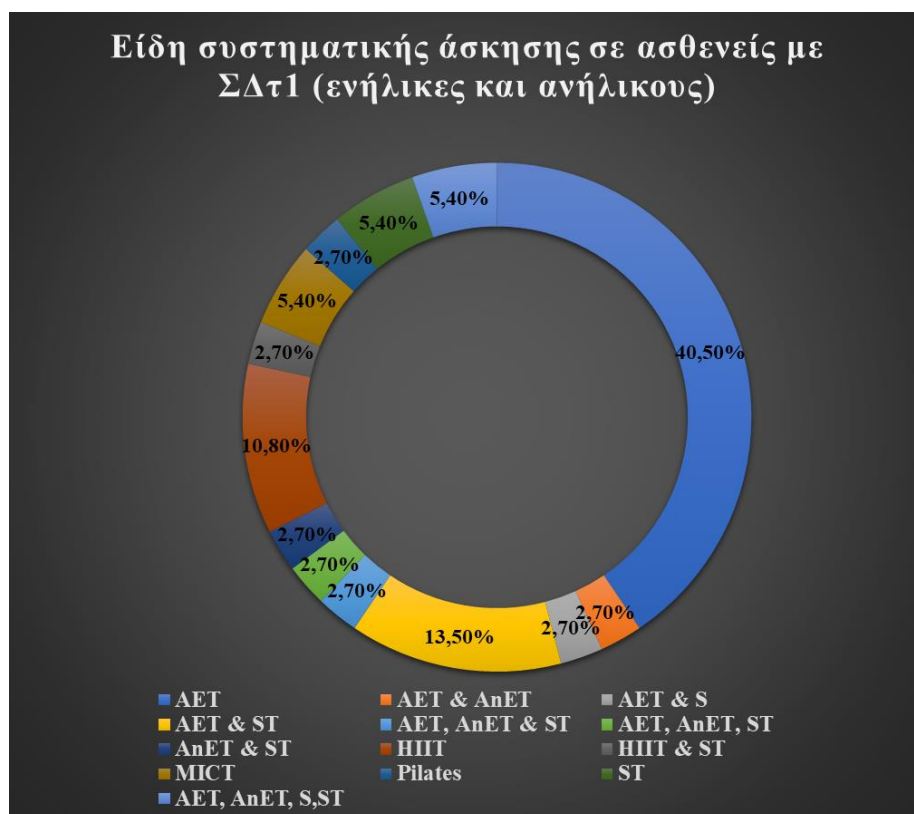
Διάγραμμα 6. Κλίμακα αποτελεσμάτων ερευνών για την επίδρασης της συστηματικής άσκησης σε εξεταζόμενους δείκτες σε ασθενείς με ΣΔτ1 (ενήλικες και ανήλικους) (- : όχι μεταβολή, ↑: αύξηση, ↓: μείωση)

Ο παρακάτω Πίνακας 7 παραθέτει τα αντίστοιχα στοιχεία από το είδος της συστηματικής άσκησης που εφαρμόστηκε στους ενήλικες και ανήλικους διαβητικούς τύπου 1, με την ανάλυση να αποδίδει σημαντικά ευρήματα. Ο Πίνακας 7 μαρτυρά πως η ΑΕΤ έχει εφαρμοστεί στο 40,5% των ερευνών (15/37 μελέτες) και ειδικά στο 13,5% των ερευνών σε ενήλικες (5/37 μελέτες) και 27% σε ανήλικους (10/37 μελέτες). Ακολουθεί η ΑΕΤ & ST για το 13,5% των ερευνών (5,4% ενήλικες και 8,1% ανήλικοι) και η ΗΠΤ στο 10,8% των ερευνών αποκλειστικά για ενήλικες.

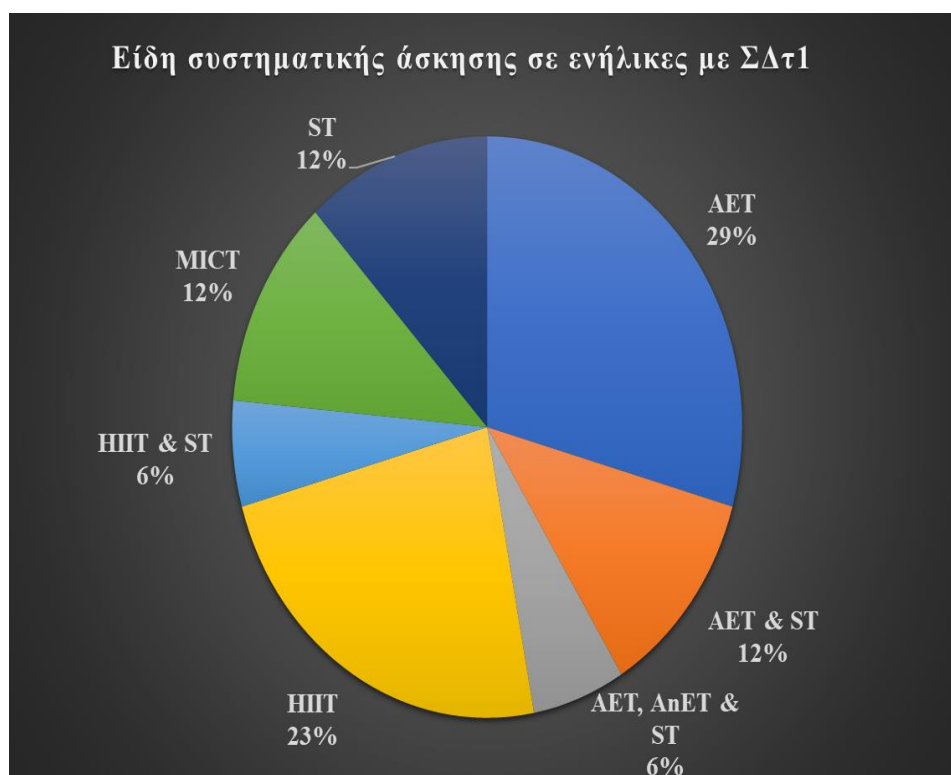
Πίνακας 7. Είδη συστηματικής άσκησης σε ασθενείς με ΣΔτ1 (ενήλικες και ανήλικους)

Είδος άσκησης	Ηλικία				Total	
	Ενήλικες		Ανήλικοι			
	Πλήθος (N)	%	Πλήθος (N)	%	Πλήθος (N)	%
AET	5	13,5%	10	27%	15	40,5%
AET & AnET	0	0,0%	1	2,7%	1	2,7%
AET & S	0	0,0%	1	2,7%	1	2,7%
AET & ST	2	5,4%	3	8,1%	5	13,5%
AET, AnET & ST	1	2,7%	0	0,0%	1	2,7%
AET, AnET, ST	0	0,0%	1	2,7%	1	2,7%
AnET & ST	0	0,0%	1	2,7%	1	2,7%
HIIT	4	10,8%	0	0,0%	4	10,8%
HIIT & ST	1	2,7%	0	0,0%	1	2,7%
MICT	2	5,4%	0	0,0%	2	5,4%
Pilates	0	0,0%	1	2,7%	1	2,7%
ST	2	5,4%	0	0,0%	2	5,4%
AET, AnET, S,ST	0	0,0%	2	5,4%	2	5,40
Total	17	45,9%	20	54,1%	37	100%

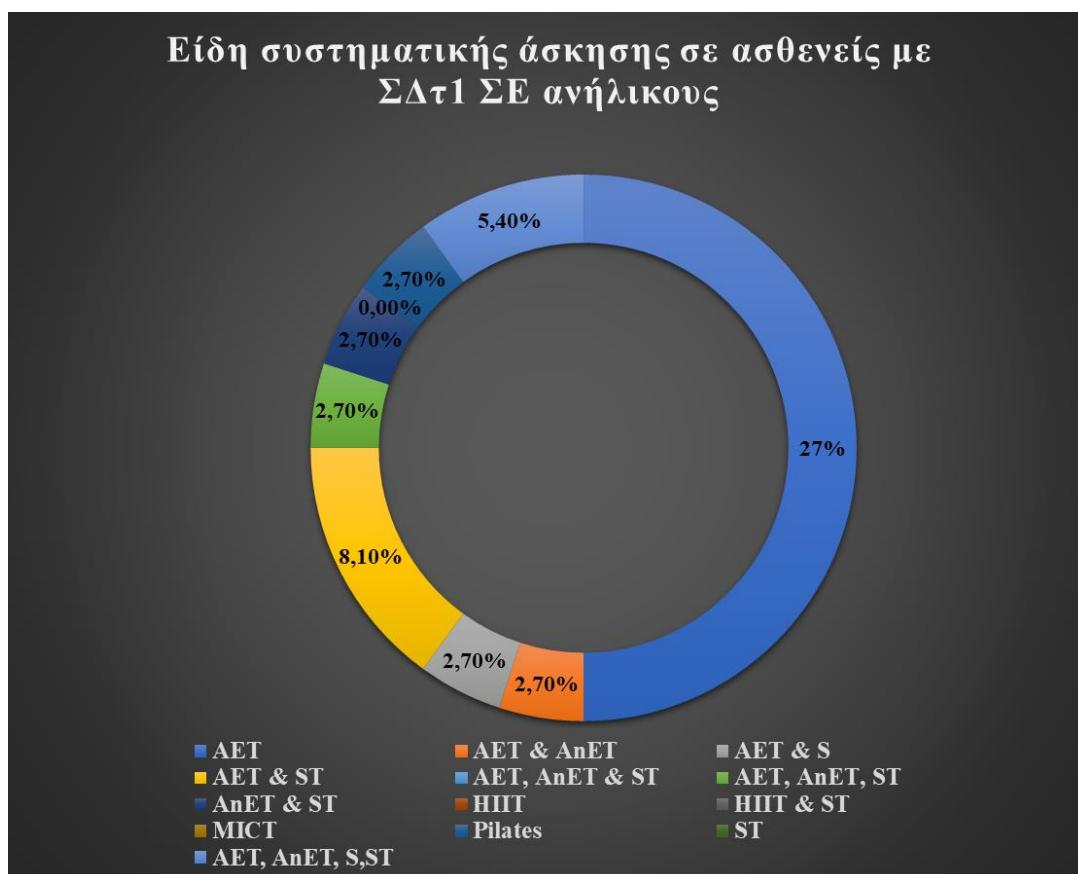
Το παρακάτω Διάγραμμα 7 αναπαριστά τα είδη συστηματικής άσκησης σε ασθενείς με ΣΔτ1 (συνολικά σε ενήλικες και ανήλικους) με ΣΔτ1 και τα Διαγράμματα 8 και 9 τα είδη συστηματικής άσκησης ξεχωριστά για ενήλικες και ανήλικους ασθενείς με ΣΔτ1.



Διάγραμμα 7. Είδη συστηματικής άσκησης σε ασθενείς με ΣΔτ1 (ενήλικες και ανήλικους)



Διάγραμμα 8. Είδη συστηματικής άσκησης σε ενήλικες με ΣΔτ1



Διάγραμμα 9. Είδη συστηματικής άσκησης σε ανήλικους με ΣΔτ1

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ

Η συστηματική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε ανέδειξε αποτελέσματα για τους ενήλικους και ανήλικους διαβητικούς τύπου 1 με υψηλό ενδιαφέρον.

Αρχικά, μελετήθηκε ο δείκτης HbA1c (Γλυκοζυλιωμένη Αιμοσφαιρίνη) η μεταβολή του οποίου προσδιορίστηκε μετά από την σωματική άσκηση σε ενήλικες και ανήλικους διαβητικούς τύπου 1. Σε 27 μελέτες - 11 σε ενήλικους και 16 σε ανήλικους – εξετάστηκε η επίδραση διαφόρων μορφών άσκησης στην HbA1c. Οι 20 μελέτες ήτοι το 74,07% (8 ενηλίκων και 12 ανηλίκων) βρήκαν μείωση της HbA1c, οι 2 ή 7,41% (2 ενηλίκων) βρήκαν αύξηση και σε 5 ή 8,52% (1 ενήλικων και 4 ανήλικων) δεν σημειώθηκε μεταβολή του δείκτη. Οι ασκήσεις που επιλέγονται από τους ερευνητές οι οποίες βοήθησαν στην μείωση της HbA1c για τους ενήλικες αφορούσε 10,5% AET & ST, 15,8% HIIT, 5,3% HIIT & ST, 2,5% MICT και 5,3% ST. Ενώ για τους ανήλικους επιλέγηκε 26,3% AET, 10,5% AET & ST, 5,3% AET, AnET, ST και 5,3% AnET & ST. Οι Cuenca – García et al. (2012) κατέδειξαν μια ισχυρή σχέση μεταξύ της φυσικής δραστηριότητας μέτριας έντασης και μιας ευεργετικής μείωσης του επιπέδου του HbA1c, το οποίο είναι βασικής σημασίας για τη διαχείριση του διαβήτη. Επίσης, οι Salem et al. (2010) έδειξαν στην ερευνά τους ότι οι βελτιώσεις στο HbA1C συσχετίστηκαν με τη συχνότητα της σωματικής δραστηριότητας με την εφαρμογή άσκησης τρεις φορές την εβδομάδα να είχε επίδραση μείωση των επιπέδων HbA1C. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τη μελέτη των Herbst et al. (2006) που ανέλυσε τα επίπεδα του HbA1C σε σχέση με τη συχνότητα της σωματικής δραστηριότητας σε 19.143 ασθενείς με ΣΔ τ 1 ηλικίας 3-20 ετών όπου και διαπίστωσαν ότι οι ασθενείς που εκπαιδεύτηκαν σε συχνότερο ρυθμό είχαν τα χαμηλότερα επίπεδα HbA1C. Επίσης, μελέτες των Sideraviciute et al. (2006) και Petschnig et al. (2020) ανέδειξαν ότι υπάρχει μείωση στην HbA1c σε εφαρμογή προγράμματος AET για 14 εβδομάδες και πρόγραμμα AnET & ST 32 εβδομάδων αντίστοιχα.

Στη συνέχεια, μελετήθηκε ο δείκτης VO₂max (Μέγιστη απόδοση οξυγόνου) η μεταβολή του οποίου προσδιορίστηκε μετά από την σωματική άσκηση σε ενήλικες και ανήλικους διαβητικούς τύπου 1. Σε 24 μελέτες - 15 σε ενήλικους και 9 σε ανήλικους – εξετάστηκε η επίδραση διαφόρων μορφών άσκησης στην VO₂max. Οι 22 μελέτες ήτοι το 91,67% (15 ενηλίκων και 7 ανηλίκων) βρήκαν αύξηση της

VO₂max, η 1 ή 4,17% (1 ανηλίκων) βρήκε μείωση και σε 1 ή 4,17% (1 ανήλικων) δεν σημειώθηκε μεταβολή του δείκτη. Οι ασκήσεις που επιλέγονται από τους ερευνητές οι οποίες βοήθησαν στην αύξηση της VO₂max για τους ενήλικες αφορούσε 19% AET και συνδυασμοί αερόβιας άσκησης με S κατά 4,8% και 4,8% με AnET και ST. Ενώ για τους ανήλικους επιλέγεται 19% AET, 4,8% AET & S, 4,8% AET & ST, AET, 4,8% AnET & ST και 4,8% AET, AnET, ST. Οι ερευνητές Farinha et al. (2018) όπου εφάρμοσαν πρόγραμμα HIIT σε εργομετρικό ποδήλατο για 10 εβδομάδες κατέληξαν στο συμπέρασμα πως υπήρξε βελτίωση στον δείκτη VO₂max. Οι ίδιοι ερευνητές προσπάθησαν να συνδυάσουν την HIIT με ST με τα αντίστοιχα πολλά οφέλη για την VO₂max. Επίσης, οι ερευνητές οι Brazeau et al. (2014) οι οποίοι εφάρμοσαν ασκήσεις αντοχής, αντιστάσεων, ευλυγισίας και συμμετοχή σε ασκήσεις ή ομαδικό άθλημα (πχ. βάδην, ποδόσφαιρο, βόλεϊ, κυκλική προπόνηση, ασκήσεις ισορροπίας, Cardio Tae-box κ.α.) σε άτομα με ΣΔ τύπου 1 ανέδειξαν μια σημαντική βελτίωση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας VO₂max που έφτασε και το 14%. Μια ακόμη έρευνα των Perry et al., (1997) σε διαβητικούς τύπου 1, οι οποίοι συμμετείχαν σε προπόνηση με AET & ST για 24 εβδομάδες κατάφεραν να επιτύχουν αύξηση της VO₂max και μάλιστα σε συνδυασμό με καλύτερες μετρήσεις της συστολικής αρτηριακής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης αλλά και σωματικού βάρους. Ενώ, οι Seeger et al. (2011) ανέδειξαν πως η AET 18 εβδομάδων προκαλεί αύξηση της VO₂max.

Στη συνέχεια, μελετήθηκε ο δείκτης TC (Ολική Χοληστερόλη) η μεταβολή της οποίας προσδιορίστηκε μετά από την σωματική άσκηση σε ενήλικες και ανήλικους διαβητικούς τύπου 1. Σε 23 μελέτες - 16 σε ενήλικους και 7 σε ανήλικους - εξετάστηκε η επίδραση διαφόρων μορφών άσκησης στην TC. Οι 20 μελέτες ήτοι το 87% (14 ενήλικων και 6 ανηλίκων) βρήκαν μείωση της TC, η 1 ή 4,3% (1 ενήλικων) βρήκε αύξηση και σε 2 ή 8,7% (1 ενήλικων και 1 ανήλικων) δεν σημειώθηκε μεταβολή του δείκτη. Οι ασκήσεις που επιλέγονται από τους ερευνητές οι οποίες βοήθησαν στην μείωση της TC για τους ενήλικες αφορούσε 25% AET, 2% HIIT, 5% AET & ST, 5% HIIT & ST, 5% MICT, και 1% ST. Ενώ για τους ανήλικους επιλέγεται 1% AET, συνδυασμοί αερόβιας άσκησης με S και ST κατά 5%, και αντίστοιχα 1% AET, AnET, S, ST.

Στη συνέχεια, μελετήθηκε ο δείκτης LDL (Λιποπρωτεΐνη Χαμηλής Πυκνότητας) η μεταβολή της οποίας προσδιορίστηκε μετά από την σωματική άσκηση σε ενήλικες

και ανήλικους διαβητικούς τύπου 1. Σε 19 μελέτες - 10 σε ενήλικους και 9 σε ανήλικους – εξετάστηκε η επίδραση διαφόρων μορφών άσκησης στην LDL. Οι 13 μελέτες ήτοι το 68,4% (7 ενηλίκων και 6 ανηλίκων) βρήκαν μείωση της LDL, οι 3 ή 15,8% (2 ενηλίκων και 1 ανηλίκων) αύξηση και σε 3 (15,8%) δεν σημειώθηκε μεταβολή του δείκτη. Οι ασκήσεις που επιλέγονται από τους ερευνητές οι οποίες βοήθησαν στην μείωση της LDL για τους ενήλικες αφορούσε 23,1% AET, 7,7% HIIT, 7,7% AET & ST, 7,7% ST και 7,7% MICT. Ενώ για τους ανήλικους επιλέγθηκε 7,7% AET & S, 15,4% AET & ST και 15,4% AET, AnET, S, ST.

Επίσης μελετήθηκε ο δείκτης HDL (Λιποπρωτεΐνη Υψηλής Πυκνότητας) η μεταβολή της οποίας προσδιορίστηκε μετά από την σωματική άσκηση σε ενήλικες και ανήλικους διαβητικούς τύπου 1. Σε 24 μελέτες - 14 σε ενήλικους και 10 σε ανήλικους – εξετάστηκε η επίδραση διαφόρων μορφών άσκησης στην HDL. Οι 11 μελέτες ήτοι το 45,8% (7 ενηλίκων και 4 ανηλίκων) βρήκαν μείωση της HDL, οι 11 (ή 45,8%) αύξηση (6 ενηλίκων και 5 ανηλίκων) και σε 2 (8,3%) δεν σημειώθηκε μεταβολή του δείκτη (1 ενηλίκων και 1 ανηλίκων). Εδώ, τα αποτελέσματα για την HDL είναι αντικρουόμενα. Είναι ενδιαφέρον να παρατηρηθεί η περίοδος της παρέμβασης των ερευνών που βρίσκουν αύξηση με αυτόν που δεν βρίσκουν. Αναφορικά με τις μελέτες που αναφέρουν αύξηση της HDL εφαρμόζουν πρόγραμμα άσκησης μέσης διάρκειας 11,32 εβδομάδες στους ενήλικες και 17,2 εβδομάδες στους ανήλικους. Αναφορικά με μείωση στην HDL παρατηρήθηκε να εφαρμόζεται πρόγραμμα άσκησης μέσης διάρκειας 13,42 εβδομάδες στους ενήλικες και 24 εβδομάδες στους ανήλικους. Όμως, ενώ αυξάνεται η χρονική περίοδος της εφαρμογής προγραμμάτων άσκησης η HDL αυξάνεται οπότε καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως ο παράγοντας της χρονικής περιόδου εφαρμογής των προγραμμάτων άσκησης δεν δικαιολογεί τα αντικρουόμενα αποτελέσματα και ίσως η αιτιολογία του παρόντος ευρήματος να οφείλεται σε άλλους παράγοντες. Οι ασκήσεις που επιλέγονται από τους ερευνητές για τους ενήλικες αφορούσε 27,3% AET, 9,1% HIIT, 9,1% HIIT & ST και 9,1% MICT, ενώ για τους ανήλικους επιλέγθηκε 18,2% AET, 9,1% AET & ST, 9,1% Pilates και 9,1% AET, AnET, S, ST. Για την μείωση της HDL για τους ενήλικες επιλέγθηκε με 18,2% η AET και η HIIT και για τους ανήλικους η AET κατά 20,8% και η AET, AnET, S, ST με 8,3%. Τρεις μελέτες παρατήρησαν μια σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της άσκησης και της HDL (Heyman et al., 2012; Mohammed et al., 2014; Parthasarathy et al., 2016). Εδώ πρέπει

να σημειωθεί η έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα της αύξησης της HDL στον ΣΔτ1 και έδωσε μια εξήγηση σημειώνοντας πως η αυξημένη HDL είναι συχνή στον διαβήτη τύπου 1 και σχετίζεται τόσο με υπεραδιπονεκτιναιμία όσο και με αυξημένη δραστηριότητα λιποπρωτεΐνης λιπάσης (LPL). Επειδή η αδιπονεκτίνη έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει την LPL, η αυξημένη LPL μπορεί να διασυνδέσει την υπεραδιπονεκτιναιμία στον ΣΔτ1 με την αυξημένη HDL. Ο μηχανισμός με τον οποίο η σωματική άσκηση μπορεί να προκαλέσει ευνοϊκές αλλαγές στον μεταβολισμό των λιποπρωτεϊνών και των λιπιδίων ακόμη και σε απώλεια βάρους περιλαμβάνουν αύξηση της δραστηριότητας λιπάσης λιποπρωτεΐνης των σκελετικών μυών και μείωση της δραστηριότητας της λιπάσης των ηπατικών τριγλυκεριδίων. Άρα, η άσκηση αυξάνει την δραστηριότητα της LPL-λιποπρωτεϊνικής λιπάσης στον μυ και τη μειώνει στο ήπαρ (Calderon et al, 2015).

Στη συνέχεια, μελετήθηκε ο δείκτης TG (Τριγλυκερίδια), η μεταβολή των οποίων προσδιορίστηκε μετά από την σωματική άσκηση σε ενήλικες και ανήλικους διαβητικούς τύπου 1. Σε 25 μελέτες - 15 σε ενήλικους και 10 σε ανήλικους – εξετάστηκε η επίδραση διαφόρων μορφών άσκησης στα TG. Οι 16 μελέτες ήτοι το 64% (9 ενηλίκων και 7 ανηλίκων) βρήκαν μείωση των TG, οι 5 (ή 20%) αύξηση και σε 4 (16%) δεν σημειώθηκε μεταβολή του δείκτη. Οι ασκήσεις που επιλέγονται από τους ερευνητές οι οποίες βοήθησαν στην μείωση των TG για τους ενήλικες αφορούσε κατά 18,8% AET, 6,3% AET & ST, 12,5% MICT και 12,5% ST. Ενώ για τους ανήλικους επιλέγηκε 25% AET, 6,3% AET & ST και 12,5% AET, AnET, S, ST.

Επίσης, πολλές μελέτες σωματικής δραστηριότητας σε ασθενείς με διαβήτη τύπου 1 καταδεικνύουν ευεργετική επίδραση στα επίπεδα λιπιδίων. Αυτές οι μελέτες περιλάμβαναν προγράμματα άσκησης διάρκειας έως 4 μηνών και έδειξαν οφέλη σε άτομα με διαβήτη τύπου 1, αυξάνοντας την HDL-χοληστερόλη κατά 8-3%, ενώ μειώνοντας την LDL-χοληστερόλη κατά 8-14% και τις τριγλυκερίδια κατά 13-15% (Mosher et al., 1998, Laaksonen et al., 2000, Fuchsjaeger - Mayrl et al., 2002, Lehmann et al., 1997).

Η τακτική σωματική άσκηση μπορεί να επηρεάσει ευνοϊκά με αποτέλεσμα την μείωση της ολικής χοληστερόλης, των τριγλυκεριδίων, την μείωση της LDL και την αύξηση της HDL (Thompson et al., 1997). Για παράδειγμα έρευνα όπως των Wallberg-Henriksson et al. (1986) οι οποίοι εφάρμοσαν σε 13 γυναίκες με ΣΔ τύπου 1, μέσης ηλικίας 29 ετών AET σε στατικό ποδήλατο για 20 εβδομάδες με αποτέλεσμα

την αύξηση της HDL και μείωση των TC και LDL. Επίσης η έρευνα των Perry et al. (1997) σε 31 άτομα με ΣΔ τύπου 1, συνδυαστικά εφαρμόστηκε η AET και ST (βάδην, ποδηλασία, τρέξιμο, προπόνηση με βάρη) για 24 εβδομάδες, είχε ως αποτέλεσμα την μείωση των επιπέδων συνολικής χοληστερόλης (TC) και της LDL. Παρόμοια οι Heyman et al. (2007) εφάρμοσαν AET & ST για 24 εβδομάδες με αποτέλεσμα την αύξηση της HDL και μείωση των TC, TG, και LDL, αλλά μείωση της FFM.

Τα παραπάνω ευρήματα αναφορικά με την επίδραση της άσκησης στο λιπιδαιμικό προφίλ των διαβητικών τύπου 1 έρχονται να ενισχύσουν οι απόψεις των Chimen et al. (2012) και Snell-Bergeon & Nadeau (2012) καθώς η άσκηση είναι πολύ σημαντική για τον έλεγχο των λιπιδίων στο αίμα εφόσον αποτελεί και δείκτη καρδιαγγειακών κινδύνων από τους οποίους πρέπει τα διαβητικά άτομα τύπου 1 να προστατεύονται και να παρακολουθούνται ώστε να αποφύγουν την εμφάνιση μακρο - ή μικροαγγειακών παθήσεων. Ένα πρόγραμμα 12 έως 24 εβδομάδων είναι ικανό να βοηθήσει τα διαβητικά άτομα τύπου 1 να βελτιώσουν τα επίπεδα λιπιδίων στο αίμα (Aouadi R et al., 2011). Όπως και οι Tomar et al. (2014) παρουσίασαν βελτίωση στα επίπεδα της TC (ολικής χοληστερόλης), αύξηση της HDL και μείωση της LDL. Στοιχεία που υποδηλώνουν μείωση της ολικής χοληστερόλης και πιθανά οφέλη για το συνολικό προφίλ λιπιδίων στο αίμα. Με τα ευρήματα αυτά ευθυγραμμίζονται οι Aljawarneh et al. (2019) και Wu et al. (2019), οι οποίοι κατέδειξαν πως η βελτίωση στο προφίλ λιπιδίων στο αίμα προέρχεται από την αύξηση των επιπέδων δραστηριότητας των ατόμων με ΣΔ τύπου 1.

Στη συνέχεια, μελετήθηκε ο δείκτης SBP (Συστολική Αρτηριακή Πίεση) η μεταβολή της οποίας προσδιορίστηκε μετά από την σωματική άσκηση σε ενήλικες και ανήλικους διαβητικούς τύπου 1. Σε 11 μελέτες - 7 σε ενήλικους και 4 σε ανήλικους - εξετάστηκε η επίδραση διαφόρων μορφών άσκησης στην SBP. Οι 8 μελέτες ήτοι το 72,73% (6 ενηλίκων και 2 ανηλίκων) βρήκαν μείωση της SBP, οι 2 (ή 18,18%) αύξηση και σε 1 (9,09%) δεν σημειώθηκε μεταβολή του δείκτη. Τα αντικρουόμενα αποτελέσματα για τους ανήλικους με μόνο σε 2/4 μελέτες έδειξαν μείωση αποτελεί άξιο συζήτησης, αν και ερευνητές όπως οι Ostman et al. (2018) δεν μπόρεσαν να αναδείξουν μια στατιστικά σημαντική συσχέτιση της άσκησης σε ανήλικους διαβητικούς τύπου 1 με τον δείκτη SBP. Οι ασκήσεις που επιλέγονται από τους ερευνητές οι οποίες βοήθησαν στην μείωση της SBP για τους ενήλικες

αφορούσε κατά 14,3% AET & ST, 28,6% HIIT και 28,6% MICT. Ενώ για τους ανήλικους επιλέγηκε κατά 26,8% AET, AnET, S, ST.

Επίσης, μελετήθηκε ο δείκτης DBP (Διαστολική Αρτηριακή Πίεση) η μεταβολή της οποίας προσδιορίστηκε μετά από την σωματική άσκηση σε ενήλικους και ανήλικους διαβητικούς τύπου 1. Σε 11 έρευνες - 8 σε ενήλικους και 3 σε ανήλικους - εξετάστηκε η επίδραση διαφόρων μορφών άσκησης στην DBP. Οι 8 μελέτες ήτοι το 72,73% (5 ενηλίκων και 3 ανηλίκων) βρήκαν μείωση της DBP και οι 3 (ή 25%) αύξηση (3 ενηλίκων). Οι ασκήσεις που επιλέγονται από τους ερευνητές οι οποίες βοήθησαν στην μείωση της DBP για τους ενήλικες αφορούσε κατά 25% AET & ST, και 12,5% σε AET, AnET & ST, HIIT και MICT αντίστοιχα. Ενώ για τους ανήλικους επιλέγηκε κατά 12,5% AET, η AET, AnET, ST και η AET, AnET, S, ST. Πολλά είναι τα στοιχεία για τα οφέλη της σωματικής δραστηριότητας στην αρτηριακή πίεση στον διαβήτη τύπου 1, αν και ερευνητές όπως οι Fuchsjager - Mayrl et al (2002) και οι Rigla et al (2000) απέτυχαν να εντοπίσουν ένα όφελος σε σχέση με τη συστολική ή διαστολική αρτηριακή πίεση ενώ οι Salem et al. (2010) και Lehmann et al. (1997) ανέδειξαν πως προγράμματα σωματικής δραστηριότητας έχουν θετικό όφελος στη διαστολική αρτηριακή πίεση. Οι Brazeau et al. (2014) σε δείγμα 48 διαβητικών τύπου 1 εφάρμοσαν ασκήσεις AnET και ST, σε πρόγραμμα 12 εβδομάδων με βελτίωση της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης αλλά και του σωματικού βάρους.

Στη συνέχεια, μελετήθηκε ο δείκτης BW (Σωματικό Βάρος) η μεταβολή του οποίου προσδιορίστηκε μετά από την σωματική άσκηση σε ενήλικες και ανήλικους διαβητικούς τύπου 1. Σε 20 μελέτες - 11 σε ενήλικους και 9 σε ανήλικους - εξετάστηκε η επίδραση διαφόρων μορφών άσκησης στον BW. Οι 10 μελέτες ήτοι το 50% (6 ενηλίκων και 4 ανηλίκων) βρήκαν μείωση του BW και οι 10 ή 50% (5 ενηλίκων και 5 ανηλίκων) βρήκαν αύξηση του δείκτη. Οι ασκήσεις που επιλέγονται από τους ερευνητές οι οποίες οδήγησαν σε αύξηση του BW για τους ενήλικες αφορούσε 1% AET & ST, 1% HIIT, 1% HIIT & ST και 9,1% ST, ενώ για τους ανήλικους επιλέγηκε 2% AET, 1% AET & AnET, 1% AET & ST και 1% AET, AnET, ST. Εδώ, σημειώνεται πως υπάρχουν αντικρουόμενα αποτελέσματα αναφορικά με την επίδραση της άσκησης στον δείκτη BW.

Στη συνέχεια, μελετήθηκε ο δείκτης BMI (Δείκτης Μάζας Σώματος) η μεταβολή του οποίου προσδιορίστηκε μετά από την σωματική άσκηση σε ενήλικες και ανήλικους διαβητικούς τύπου 1. Σε 15 μελέτες - 8 σε ενήλικους και 7 σε ανήλικους -

εξετάστηκε η επίδραση διαφόρων μορφών άσκησης στον BMI. Οι 6 μελέτες ήτοι το 40% (3 ενηλίκων και 3 ανηλίκων) βρήκαν μείωση του BMI, οι 4 ή 26,67% (3 ενηλίκων και 1 ανηλίκων) βρήκαν αύξηση και σε 5 (33,3%) δεν σημειώθηκε μεταβολή του δείκτη. Οι ασκήσεις που επιλέγονται από τους ερευνητές οι οποίες βοήθησαν στην μείωση του BMI για τους ενήλικες αφορούσε κατά 16,7% AET, AET, AnET & ST, HIIT και MICT αντίστοιχα, ενώ για τους ανήλικους επιλέγεται κατά 33,3% AET. Η έρευνα κατέληξε σε μη ξεκάθαρα αποτελέσματα.

Στη συνέχεια, μελετήθηκε ο δείκτης BFP (% Σωματικού Λίπους) η μεταβολή του οποίου προσδιορίστηκε μετά από την σωματική άσκηση σε ενήλικες και ανήλικους διαβητικούς τύπου 1. Σε 7 μελέτες - 4 σε ενηλίκους και 3 σε ανήλικους – εξετάστηκε η επίδραση διαφόρων μορφών άσκησης στον BFP. Οι 3 μελέτες ήτοι το 42,86% (2 ενηλίκων και 1 ανηλίκων) βρήκαν μείωση του BFP και οι 3 (ή 42,86%) αύξηση και σε 1 (14,3%) δεν σημειώθηκε μεταβολή του δείκτη. Οι ασκήσεις που επιλέγονται από τους ερευνητές οι οποίες βοήθησαν στην μείωση της BFP για τους ενήλικες αφορούσε κατά 33,3% HIIT και για τους ανήλικους 33,3% AET, AnET, ST. Η έρευνα κατέληξε σε μη ξεκάθαρα αποτελέσματα.

Τέλος, μελετήθηκε ο δείκτης FFM (Άλιπη Μάζα) η μεταβολή της οποίας προσδιορίστηκε μετά από την σωματική άσκηση σε ενήλικες και ανήλικους διαβητικούς τύπου 1. Σε 11 μελέτες – 6 σε ενηλίκους και 5 σε ανήλικους – εξετάστηκε η επίδραση διαφόρων μορφών άσκησης στην FFM. Οι 7 μελέτες ήτοι το 63,64% (5 ενηλίκων και 2 ανηλίκων) βρήκαν μείωση της FFM και οι 4 36,36% (1 ενηλίκων και 3 ανηλίκων) βρήκαν αύξηση του δείκτη. Οι ασκήσεις που επιλέγονται από τους ερευνητές οι οποίες οδήγησαν σε αύξηση της FFM για τους ενήλικες αφορούσε 25% HIIT και για τους ανήλικους επιλέγεται 25% AET, AET & ST και AET, AnET, ST αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα στους ανήλικους είναι αντικρουόμενα καθώς 2 στις 5 μελέτες δείχνουν μείωση και 3 στις 5 αύξηση. Επίσης για τους ενήλικους τα αποτελέσματα δείχνουν ότι σε 5 από τις 6 μελέτες μείωση της FFM ενώ ιδανικότερα θα περίμενε κανείς αύξηση αυτής. Οι ερευνητές οι οποίοι ενασχολήθηκαν με την επίδραση της άσκησης στην FFM καταλήγουν σε συμπεράσματα θετικά ή αρνητικά για τον δείκτη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα συστηματική ανασκόπηση έχει να αποδώσει σημαντικά ευρήματα για την επίδραση της συστηματικής άσκησης σε άτομα με ΣΔ τύπου 1. Από την παραπάνω ενδελεχή ανάλυση των επιπτώσεων της συστηματικής άσκησης σε ενήλικες με ΣΔ τύπου 1 διαφαίνεται πως η αρθρογραφία κινείται σε μια κατεύθυνση τέτοια ώστε να επιλέγονται σε μεγαλύτερο βαθμό η αερόβια άσκηση, η υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση, και ο συνδυασμός αερόβιας άσκησης και άσκησης ενδυνάμωσης με αξιοσημείωτα αποτελέσματα. Στην συστηματική ανασκόπηση συμπεριλήφθηκαν 370 ενήλικες και 904 ανήλικους με ΣΔΤ1. Θετικές είναι οι επιδράσεις στους περισσότερους εξεταζόμενους δείκτες. Έτσι, οι ενήλικοι διαβητικοί τύπου 1 πέτυχαν μείωση HbA1c σε 8/11 μελέτες, αύξηση VO₂max σε 15/15 μελέτες, μείωση TC σε 14/16 μελέτες, μείωση LDL σε 7/10 μελέτες, μείωση TG σε 9/15 μελέτες, μείωση SBP σε 6/7 μελέτες, και μείωση DBP σε 5/8 μελέτες. Αντικρουόμενα ήταν τα αποτελέσματα για τους άλλους δείκτες όπου παρουσιάστηκε μείωση HDL σε 7/14 μελέτες, μείωση BW σε 6/11 μελέτες, μείωση του BMI σε 3/6 μελέτες και μείωση του BFP σε 2/4 μελέτες, ενώ αρνητικά αποτελέσματα αναφέρονται για την FFM που παρουσίασε μείωση σε 5/6 μελέτες.

Όσον αφορά τους ανήλικους διαβητικούς τύπου 1 σημειώθηκε μείωση της HbA1c σε 12/16 μελέτες, αύξηση του VO₂max σε 7/9 μελέτες, μείωση TC σε 6/7 μελέτες, μείωση TG σε 7/10 μελέτες, μείωση LDL σε 6/9 μελέτες και μείωση της DBP σε 3/3 μελέτες. Αντικρουόμενα αποτελέσματα αναφέρθηκαν στους άλλους δείκτες αξιολόγησης όπου παρουσιάστηκε αύξηση της HDL σε 5/10 μελέτες, μείωση της SBP σε 2/4 μελέτες, αύξηση του BW σε 5/9 μελέτες, μείωση BMI σε 3/7 μελέτες, αύξηση ή μείωση ή καμία μεταβολή του BFP σε 1/3 μελέτες αντίστοιχα, και αύξηση της FFM σε 3/5 μελέτες.

Οπότε είμαστε σε θέση να αποδώσουμε μια απάντηση στο ερευνητικό ερώτημα σχετικά με το αν «Είναι δυνατό η άσκηση να επιδρά θετικά στον Σακχαρώδη Διαβήτη

Τύπου 1;» και να αναφέρουμε πως τα αποτελέσματα από την συστηματική ανασκόπηση κατέδειξαν πολλαπλά αποτελέσματα. Αναφορικά με τους ενήλικες διαβητικούς τύπου 1 σημειώθηκε θετική επίδραση με μείωση στους δείκτες HbA1c, TC, LDL, TG, SBP, αύξηση στη VO₂max, αρνητικά αποτελέσματα για FFM, και με αντικρουόμενα αποτελέσματα για τους HDL, BW, BMI και BFP. Όσον αφορά τους ανήλικους διαβητικούς τύπου 1 τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση της HbA1c, TC, TG, LDL, DBP, αύξηση στον VO₂max και αντικρουόμενα αποτελέσματα για τους HDL, SBP, BW, BMI, BFP και FFM. Επομένως, η αερόβια άσκηση σε συνδυασμό με ασκήσεις ενδυνάμωσης και διατάσεων όπως και η HIIT έχουν πολλαπλά αποτελέσματα στην κατάσταση της υγείας των ασθενών με διαβήτη τύπου 1.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Absil H, Baudet L, Robert A, Lysy PA. Benefits of physical activity in children and adolescents with type 1 diabetes: A systematic review. *Diabetes Res Clin Pract.* 2019; 156:107810.
- Ahn S, Song R. Effects of Tai Chi Exercise on glucose control, neuropathy scores, balance, and quality of life in patients with type 2 diabetes and neuropathy. *J Altern Complement Med.* 2012;18(12):1172-1178.
- Aljawarneh YM, Wardell DW, Wood GL, Rozmus CL. A systematic review of physical activity and exercise on physiological and biochemical outcomes in children and adolescents with type 1 diabetes. *J Nurs Scholarsh* 2019; 51:337–45.
- American Diabetes Association Diabetes Care. Lifestyle Management: Standards of Medical Care in Diabetes 2019. 2019; 42(1): 46-60.
- American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care* 2013; 36 (1S): 67-74.
- American Diabetes Association. Improving Care and Promoting Health in Populations: Standards of Medical Care in Diabetes – 2020. *Diabetes Care* 2020; 43(1): S7-S13.
- Aouadi R et al. Aerobic training programs and glycemic control in diabetic children in relation to exercise frequency. *J Sports Med Phys Fitness* 2011; 51:393–400.
- Baevre H, Søvik O, Wisnes A, Heiervang E. Metabolic responses to physical training in young insulin-dependent diabetics. *Scand J Clin Lab Invest.* 1985;45(2):109-114
- Barker AL, Bird ML, Talevski J. Effect of pilates exercise for improving balance in older adults: a systematic review with meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2015;96(4):715-723.

- Biagi L, Bertachi A, Quirós C, et al. Accuracy of Continuous Glucose Monitoring before, during, and after Aerobic and Anaerobic Exercise in Patients with Type 1 Diabetes Mellitus. *Biosensors (Basel)*. 2018;8(1):22.
- Boff W, da Silva AM, Farinha JB, et al. Superior Effects of High-Intensity Interval vs. Moderate-Intensity Continuous Training on Endothelial Function and Cardiorespiratory Fitness in Patients With Type 1 Diabetes: A Randomized Controlled Trial. *Front Physiol*. 2019; 10:450. Published 2019 Apr 24.
- Bohn B, Herbst A, Pfeifer M, et al. Impact of Physical Activity on Glycemic Control and Prevalence of Cardiovascular Risk Factors in Adults With Type 1 Diabetes: A Cross-sectional Multicenter Study of 18,028 Patients. *Diabetes Care* 2015; 38(8): 1536-1543.
- Brandstaetter E, Bartal C, Sagy I, Jotkowitz A, Barski L. Recurrent diabetic ketoacidosis. *Arch Endocrinol Metab*. 2019; 63(5):531-535.
- Brazeau AS, Gingras V, Leroux C, et al. A pilot program for physical exercise promotion in adults with type 1 diabetes: the PEP-1 program. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2014;39(4):465-471.
- Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, Macdonald MJ, McGee SL, Gibala MJ. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol*. 2008;586(1):151–160.
- Calderon RM, Diaz S, Szeto A, Llinas JA, Hughes TA, Mendez AJ, Goldberg RB. Elevated Lipoprotein Lipase Activity Does Not Account for the Association Between Adiponectin and HDL in Type 1 Diabetes. *J Clin Endocrinol Metab*. 2015;100(7):2581-8.
- Camacho RC, Galassetti P, Davis SN, Wasserman DH. Glucoregulation during and after exercise in health and insulin-dependent diabetes. *Exerc Sport Sci Rev*. 2005;33(1):17-23.
- Campaigne BN, Landt KW, Mellies MJ, James FW, Glueck CJ, Sperling MA. The Effects of Physical Training on Blood Lipid Profiles in Adolescents With Insulin-Dependent Diabetes Mellitus. *Phys Sportsmed*. 1985;13(12):83-89.
- Cecil, A. Παθολογία, 2ος Τόμος, Εκδόσεις Λίτσας, Αθήνα, 1991, 799-814.
- Chimen M et al. What are the health benefits of physical activity in type 1 diabetes mellitus? A literature review. *Diabetologia* 2012; 55:542–51.

- Codella R. Boiling factors in the pot of type 1 diabetes mellitus management: the role of exercise. *Med Hypotheses*. 2017;105(1):48.
- Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, et al. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2016;39(11):2065–2079
- Coyne JC, Anderson BJ. The “psychosomatic family” reconsidered ii: Recalling a defective model and looking ahead. *J Marital Fam Ther* 1989, 15:139–148.
- Cuenca-García M, Jago R, Shield JP, Burren CP. How does physical activity and fitness influence glycaemic control in young people with Type 1 diabetes? *Diabet Med* 2012; 29(10): 369-376.
- Czenczek - Lewandowska E, Grzegorzczak J, Mazur A. Physical activity in children and adolescents with type 1 diabetes and contemporary methods of its assessment. *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab*. 2018;24(4):179-184.
- D’ Adamo, P. Διαβήτης: καταπολεμήστε τον με τη δίαιτα ομάδων αίματος. Εκδόσεις Διόπτρα, Αθήνα, 2006, 36-38.
- Dahl-Jørgensen K, Meen HD, Hanssen KF, Aagaard O. The effect of exercise on diabetic control and hemoglobin A1 (HbA1) in children. *Acta Paediatr Scand Suppl*. 1980;283:53-56.
- Dash R, Somersalo E, Cabrera M, Calvetti D. An efficient deconvolution algorithm for estimating oxygen consumption during muscle activities. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 2007, 85 (3): 247-256.
- De Beaufort C, Besançon S, Balde N. Management of type 1 diabetes. *Med Sante Trop*. 2018 1;28(4):359-362.
- D’hooge R, Hellinckx T, Van Laethem C, et al. Influence of combined aerobic and resistance training on metabolic control, cardiovascular fitness and quality of life in adolescents with type 1 diabetes: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2011;25(4):349-359
- Dotzert MS, McDonald MW, Murray MR, Nickels JZ, Noble EG, Melling CWJ. Effect of Combined Exercise Versus Aerobic-Only Training on Skeletal Muscle Lipid Metabolism in a Rodent Model of Type 1 Diabetes. *Can J Diabetes*. 2018;42(4):404-411.
- Durak EP, Jovanovic-Peterson L, Peterson CM. Randomized crossover study of effect of resistance training on glycemic control, muscular strength, and cholesterol in type I diabetic men. *Diabetes Care*. 1990;13(10):1039-1043.

- Edmunds S, Roche D, Stratton G, et al. Physical activity and psychological well-being in children with Type 1 diabetes. *Psychol Health Med* 2007; 12(3): 353-363.
- Emerging Risk Factors Collaboration: Sarwar N, Gao P, Seshasai SR, Gobin R, Kaptoge S, Di Angelantonio E, Ingelsson E, Lawlor DA, Selvin E, Stampfer M, Stehouwer CD, Lewington S, Pennells L, Thompson A, Sattar N, White IR, Ray KK, Danesh J. Diabetes mellitus, fasting blood glucose concentration, and risk of vascular disease: a collaborative meta-analysis of 102 prospective studies. *Lancet*. 2019; 375(9733):2215-22.
- Farinha JB, Ramis TR, Vieira AF, et al. Glycemic, inflammatory and oxidative stress responses to different high-intensity training protocols in type 1 diabetes: A randomized clinical trial. *J Diabetes Complications*. 2018;32(12):1124-1132.
- Forbes JM, Cooper ME. Mechanisms of diabetic complications. *Physiol Rev*. 2013;93(1):137-88.
- Franco MR, Grande GHD, Padulla SAT. Effect of pilates exercise for improving balance in older adults (PEDro synthesis). *Br J Sports Med*. 2018;52(3):199-200.
- Fuchsjäger-Mayrl G, Pleiner J, Wiesinger GF, et al. Exercise training improves vascular endothelial function in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care*. 2002;25(10):1795-1801.
- Garcia, M. & Delmas, V. (2019). Σύγχρονη Προπόνηση Αντοχής. Το μοντέλο Dipier. *Σάλτο*, 137-146.
- Gerasimou M, Mantzoukis S. The role of diet and exercise in the treatment of diabetes. *Achaïke Iatrike*, 2018; 37 (1): 63-67.
- Goulet E, Mélançon M, Aubertin-Leheudre M, Dionne I. Aerobic training improves insulin sensitivity 72-120 h after the last exercise session in younger but not in older women. *Eur J Appl Physiol*. 2005;95(2-3):146-52.
- Gusso S, Pinto T, Baldi JC, et al. Exercise Training Improves but Does Not Normalize Left Ventricular Systolic and Diastolic Function in Adolescents With Type 1 Diabetes. *Diabetes Care*. 2017;40(9):1264-1272.
- Haider DG, Pleiner J, Francesconi M, Wiesinger GF, Müller M, Wolzt M. Exercise training lowers plasma visfatin concentrations in patients with type 1 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab*. 2006;91(11):4702-4704.

- Hall KE, McDonald MW, Gris  KN, Campos OA, Noble EG, Melling CW. The role of resistance and aerobic exercise training on insulin sensitivity measures in STZ-induced Type 1 diabetic rodents. *Metabolism*. 2013;62(10):1485-1494.
- Herbst A, Bachran R, Kapellen T, Holl RW. Effects of regular physical activity on control of glycemia in pediatric patients with type 1 diabetes mellitus. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2006; 160:573–7.
- Heyman E et al. Metabolic dysfunction in late-puberty adolescent girls with type 1 diabetes: relationship to physical activity and dietary intakes. *Diabetes Metab* 2012; 3 8:337–42.
- Heyman E, Toutain C, Delamarche P, et al. Exercise training and cardiovascular risk factors in type 1 diabetic adolescent girls. *Pediatr Exerc Sci*. 2007;19(4):408-419.
- Hollander PA, Elbein SC, Hirsch IB, et al. Role of orlistat in the treatment of obese patients with type 2 diabetes. A 1-year randomized double-blind study. *Diabetes Care*. 1998;21(8):1288-1294.
- Jelleyman C, Yates T, O'Donovan G, et al. The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis. *Obes Rev*. 2015;16(11):942-961.
- Jin W, Yu J, Wang Y, Zhang P, Ba J, Wang L. Research on transparent apinoid enemator. 2001;18(4):661-3.
- Katsilambros N, Aliferis K, Darviri C, et al. Evidence for an increase in the prevalence of known diabetes in a sample of an urban population in Greece. *Diabet Med*. 1993;10(1):87-90.
- Kennedy A, Narendran P, Andrews RC, Daley A, Greenfield SM; EXTOD Group. Attitudes and barriers to exercise in adults with a recent diagnosis of type 1 diabetes: a qualitative study of participants in the Exercise for Type 1 Diabetes (EXTOD) study. *BMJ Open*. 2018;8(1):e017813.
- Kirwan JP, Sacks J, Nieuwoudt S. The essential role of exercise in the management of type 1 diabetes. *Cleve Clin J Med* 2017; 84(7 Suppl 1): S15-S21.
- Kisner C, Colby L. Θεραπευτικές ασκήσεις: βασικές αρχές και τεχνικές. Θεσσαλονίκη: Σιώκης, 2003; 130-139, 556-559.
- Kiwol S, Sangkeun B. Effects of a regular walking exercise program on behavioral and biochemical aspects in elderly people with type II diabetes. *Nursing & Health Sciences*. 2012; 14(4):438–445.

- Krzymien J, Ladyzynski P. Insulin in Type 1 and Type 2 Diabetes-Should the Dose of Insulin Before a Meal be Based on Glycemia or Meal Content? *Nutrients*. 2019; 13;11(3).
- Laaksonen DE, Atalay M, Niskanen LK, et al. Aerobic exercise and the lipid profile in type 1 diabetic men: a randomized controlled trial. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(9):1541-1548.
- Landt KW, Campaigne BN, James FW, Sperling MA. Effects of exercise training on insulin sensitivity in adolescents with type I diabetes. *Diabetes Care*. 1985;8(5):461-465.
- Larsson Y, Persson B, Sterky G, Thoren C. Functional Adaptation To Rigorous Training And Exercise In Diabetic And Nondiabetic Adolescents. *J Appl Physiol*. 1964; 19:629-635.
- Lee AS, Johnson NA, McGill MJ, et al. Effect of High-Intensity Interval Training on Glycemic Control in Adults with Type 1 Diabetes and Overweight or Obesity: A Randomized Controlled Trial with Partial Crossover. *Diabetes Care*. 2020;43(9):2281-2288.
- Lee MS, Jun JH, Lim H-J, Lim H-S. A systematic review and meta-analysis of tai chi for treating type 2 diabetes. *Maturitas* 2015; 80(1):14–23.
- Lehmann R, Kaplan V, Bingisser R, Bloch KE, Spinas GA Impact of physical activity on cardiovascular risk factors in IDDM. *Diabetes Care* 1997, 20:1603–1611.
- Liatis S, Dafoulas GE, Kani C, Politi A, Litsa P, Sfikakis PP, Makrilakis K. The prevalence and treatment patterns of diabetes in the Greek population based on real-world data from the nation-wide prescription database. *Diabetes Res Clin Pract*. 2016; 118:162-7.
- Lukács A, Barkai L. Effect of aerobic and anaerobic exercises on glycemic control in type 1 diabetic youths. *World J Diabetes*. 2015;6(3):534-542.
- Lukács A, Mayer K, Sasvári P, Barkai L. Health-related quality of life of adolescents with type 1 diabetes in the context of resilience. *Pediatr Diabetes*. 2018;19(8):1481-1486.
- Lumb A. Diabetes and exercise. *Clin Med (Lond)*. 2014;14(6):673-676.
- Maddaloni E, Lessan N, Al Tikriti A, Buzzetti R, Pozzilli P, Barakat MT. Latent autoimmune diabetes in adults in the United Arab Emirates: clinical features and factors related to insulin-requirement. *PLoS One* 2015; 10: e0131837.

- Maddaloni E, Pozzilli P. Getting it right for people with LADA. *Diabetes Voice* 2014; 59(1):31-2.
- Marathe PH, Gao HX, Close KL. American Diabetes Association Standards of Medical Care in Diabetes 2017. *J Diabetes* 2017;9(4):320-4.
- Marson EC, Delevatti RS, Prado AK, Netto N, Kruel LF. Effects of aerobic, resistance, and combined exercise training on insulin resistance markers in overweight or obese children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Prev Med.* 2016; 93:211-218.
- Martyn-Nemeth P, Schwarz Farabi S, Mihailescu D, et al. Fear of hypoglycemia in adults with type 1 diabetes: impact of therapeutic advances and strategies for prevention- a review. *J Diabetes Complications* 2016; 30(1): 167-177.
- Matsoukas S, Kotsa K. Autoimmunity in Type 2 Diabetes Mellitus. *Hellenic Diabetol Chron* 2015; 3(1): 224-236.
- Miculis CP, Mascarenhas LP, Boguszewski MCS, de Campos W. Physical activity in children with type 1 diabetes. *J Pediatr (Rio J)* 2010; 86(4): 271-278.
- Misra S, Oliver NS. Diabetic ketoacidosis in adults. *BMJ.* 2015; 351(1): 5660.
- Mohammed J, Deda L, Clarson CL, Stein RI, Cuerden MS, Mahmud FH. Assessment of habitual physical activity in adolescents with type 1 diabetes. *Can J Diabetes.* 2014;38(4):250-5.
- Moser O, Mader JK, Tschakert G, et al. Accuracy of Continuous Glucose Monitoring (CGM) during Continuous and High-Intensity Interval Exercise in Patients with Type 1 Diabetes Mellitus. *Nutrients.* 2016;8(8):489.
- Mosher PE, Nash MS, Perry AC, LaPerriere AR, Goldberg RB. Aerobic circuit exercise training: effect on adolescents with well-controlled insulin-dependent diabetes mellitus. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998;79(6):652-657. doi:10.1016/s0003-9993(98)90039-9
- Mul JD, Stanford KI, Hirshman MF, Goodyear LJ. Exercise and regulation of carbohydrate metabolism. *Prog Mol Biol Transl Sci* 2015; 135(1):17–37.
- Mutlu EK, Mutlu C, Taskiran H, Ozgen IT. Association of physical activity level with depression, anxiety, and quality of life in children with type 1 diabetes mellitus. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2015; 28(11-12): 1273-1278.
- Narendran P. Screening for type 1 diabetes: are we nearly there yet? *Diabetologia.* 2019; 62(1): 24-27.

- Newton KH, Wiltshire EJ, Elley CR. Pedometers and text messaging to increase physical activity: randomized controlled trial of adolescents with type 1 diabetes. *Diabetes Care*. 2009;32(5):813-815. doi:10.2337/dc08-1974
- Ostman C, Jewiss D, King N, Smart NA. Clinical outcomes to exercise training in type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Res Clin Pract* 2018;139(1):380–391.
- Papadopoulou – Marketou N, Paschou SA, Marketos N, Adamidi S, Adamidis S, Kanaka-Gantenbein C. Diabetic nephropathy in type 1 diabetes. *Minerva Med*. 2018;109(3):218-228.
- Papatheodorou K, Banach M, Edmonds M, Papanas N, Papazoglou D. Complications of Diabetes. *J Diabetes Res*. 2015; 189525 (1): 1-5.
- Parthasarathy L, Chiplonkar S, Khadilkar V, Khadilkar A. Association Between Metabolic Control and Lipid Parameters in Indian Children with Type 1 Diabetes. *Indian Pediatr*. 2016;53(1):39-41.
- Perry TL, Mann JI, Lewis-Barned NJ, Duncan AW, Waldron MA, Thompson C. Lifestyle intervention in people with insulin-dependent diabetes mellitus (IDDM). *Eur J Clin Nutr*. 1997;51(11):757-763.
- Petschnig R, Wagner T, Robubi A, Baron R. Effect of Strength Training on Glycemic Control and Adiponectin in Diabetic Children [published online ahead of print, 2020 Apr 13]. *Med Sci Sports Exerc*. 2020;10.1249/MSS.0000000000002356.
- Pozzilli P, Pieralice S. Latent Autoimmune Diabetes in Adults: Current Status and New Horizons. *Endocrinol Metab (Seoul)*. 2018; 33(2):147-159.
- Quirk H, Blake H, Tennyson R, et al. Physical activity interventions in children and young people with Type 1 diabetes mellitus: a systematic review with meta-analysis. *Diabet Med* 2014; 31(1): 1163-1173.
- Quirós C, Bertachi A, Giménez M, et al. Blood glucose monitoring during aerobic and anaerobic physical exercise using a new artificial pancreas system. *Endocrinol Diabetes Nutr*. 2018;65(6):342-347.
- Rakobowchuk M, Tanguay S, Burgomaster KA, Howarth KR, Gibala MJ, MacDonald MJ. Sprint interval and traditional endurance training induce similar improvements in peripheral arterial stiffness and flow-mediated dilation in healthy humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2008;295(1):R236–R242.

- Ramvalho AC, Soares S. The role of exercise in the treatment of type 1 diabetes. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2008;52(2):260-267.
- Reed J, Buck S. The effect of regular aerobic exercise on positive-activated affect: A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 2009; 10 (6): 581-594.
- Riddell MC, Pooni R, Yavelberg L, et al. Reproducibility in the cardiometabolic responses to high-intensity interval exercise in adults with type 1 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*. 2019;148(1):137-143.
- Rigla M, Sanchez-Quesada JL, Ordonez-Llanos J et al. Effect of physical exercise on lipoprotein(a) and low-density lipoprotein modifications in type 1 and type 2 diabetic patients. *Metabolism* 2000; 49:640–647
- Roberts L, Jones TW, Fournier PA. Exercise training and glycemic control in adolescents with poorly controlled type 1 diabetes mellitus. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2002;15(5):621-627. doi:10.1515/jpem.2002.15.5.621
- Robertson K, Adolfsson P, Scheiner G. Exercise in children and adolescents with diabetes. *Pediatr Diabetes* 2009;10(12):154-68.
- Rooijackers HM, Wiegers EC, van der Graaf M, et al. A Single Bout of High-Intensity Interval Training Reduces Awareness of Subsequent Hypoglycemia in Patients With Type 1 Diabetes. *Diabetes*. 2017;66(7):1990-1998.
- Rowland TW, Swadba LA, Biggs DE, Burke EJ, Reiter EO. Glycemic Control With Physical Training in Insulin-Dependent Diabetes Mellitus. *Am J Dis Child*. 1985;139(3):307–310.
- Salem MA, AboElAsrar MA, Elbarbary NS, ElHilaly RA, Refaat YM. Is exercise a therapeutic tool for improvement of cardiovascular risk factors in adolescents with type 1 diabetes mellitus? A randomised controlled trial. *Diabetol Metab Syndr*. 2010;2(1):47.
- Sales-Peres SH, Guedes Mde F, Sá LM, Negrato CA, Lauris JR. Lifestyle of patients with diabetes mellitus type 1: a systematic review. *Cien Saude Colet* 2016; 21(4):1197-1206.
- Scott SN, Cocks M, Andrews RC, et al. High-Intensity Interval Training Improves Aerobic Capacity Without a Detrimental Decline in Blood Glucose in People With Type 1 Diabetes. *J Clin Endocrinol Metab*. 2019;104(2):604-612.
- Seeger JP, Thijssen DH, Noordam K, Cranen ME, Hopman MT, Nijhuis-van der Sanden MW. Exercise training improves physical fitness and vascular function in children with type 1 diabetes. *Diabetes Obes Metab*. 2011;13(4):382-384.

- Sideraviciute S, Gailiūniene A, Visagurskiene K, Vizbaraite D. The effect of long-term swimming program on glycemia control in 14-19-year aged healthy girls and girls with type 1 diabetes mellitus. *Medicina (Kaunas)*. 2006;42(6):513-8
- Siewko K, Popławska-Kita A, Telejko B, Maciulewski R, Zielińska A, Nikołajuk A, Górka M, Szelachowska M. Insulin resistance and fasting plasma glucose in first degree relatives of patients with type 1 diabetes. *J Diabetes Complications*. 2013; 27(6):593-6.
- Snell-Bergeon JK, Nadeau K. Cardiovascular disease risk in young people with type 1 diabetes. *J Cardiovasc Transl Res* 2012; 5:446–62.
- Thangasami, S. R., & Chandani, A. L. (2015). Emphasis of Yoga in the Management of Diabetes. *Journal of Diabetes & Metabolism*, 6(613), 1-11.
- Thent ZC, Das S, Henry LJ. Role of exercise in the management of diabetes mellitus: the global scenario. *PLoS One*. 2013;8(11):e80436.
- Thompson, P. D., S. M. Yurgalevitch, M. M. Flynn, et al. Effect of prolonged exercise training without weight loss on high-density lipoprotein metabolism in overweight men. *Metabolism* 1997; 46:217–223.
- Tomar, Rakesh, Hamdan, Mohammed, and Al-Qahtani, Mohammad Hussain. ‘Effect of Low to Moderate Intensity Walking and Cycling on Glycaemic and Metabolic Control in Type 1 Diabetes Mellitus Adolescent Males: A Randomized Controlled Trial’. 1 Jan. 2014 : 237 – 243.
- Townsend, C. Υγιεινή διατροφή και θεραπευτικές δίαιτες, 6^η Έκδοση, Εκδόσεις Έλλην, Αθήνα, 1996; 334-343.
- Tsang T, Orr R, Lam P, Comino E, Singh MF. Effects of Tai Chi on glucose homeostasis and insulin sensitivity in older adults with type 2 diabetes: a randomised double-blind sham-exercise-controlled trial. *Age Ageing*. 2008;37(1):64-71.
- Tully C, Aronow L, Mackey E, Streisand R. Physical Activity in Youth With Type 1 Diabetes: a Review. *Curr Diab Rep*. 2016;16(9):85.
- Tunar M, Ozen S, Goksen D, Asar G, Bediz CS, Darcan S. The effects of Pilates on metabolic control and physical performance in adolescents with type 1 diabetes mellitus. *J Diabetes Complications*. 2012;26(4):348-351.
- Tuomi T, Santoro N, Caprio S, Cai M, Weng J, Groop L. The many faces of diabetes: a disease with increasing heterogeneity. *Lancet* 2014; 383:1084-94

- Wallberg-Henriksson H, Gunnarsson R, Rössner S, Wahren J. Long-term physical training in female type 1 (insulin-dependent) diabetic patients: absence of significant effect on glycaemic control and lipoprotein levels. *Diabetologia*. 1986;29(1):53-57.
- Wen CP, Wai JP, Tsai MK, et al. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *Lancet*. 2011;378(9798):1244-1253.
- WHO, 2020. Diabetes. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes
- WHO, Data and statistics, The challenge of diabetes. 2020, <http://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/diabetes/data-and-statistics>
- WHO, Global Report On Diabetes. 2020, https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204871/9789241565257_eng.pdf;jsessionid=FA0F5ED0F5A26A17B52611D2162E93A3?sequence=1
- Wu N et al. Cardiovascular health benefits of exercise training in persons living with type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Med* 2019; 8:253.
- Yardley JE, Sigal RJ, Perkins BA, Riddell MC, Kenny GP. Resistance exercise in type 1 diabetes. *Can J Diabetes*. 2013;37(6):420-426.
- Yki-Järvinen H, DeFronzo RA, Koivisto VA. Normalization of insulin sensitivity in type I diabetic subjects by physical training during insulin pump therapy. *Diabetes Care*. 1984;7(6):520-527.
- You WP, Henneberg M. Type 1 diabetes prevalence increasing globally and regionally: the role of natural selection and life expectancy at birth. *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2016;4(1):e000161.
- Γαρδίκας, Κ., 1984, Ειδική νοσολογία, 4η Έκδοση, Τόμος 2ος, Παρισιάνος, Αθήνα, 631-635, 733-749.
- Καραμάνος, Β. Σακχαρώδης διαβήτης. Ταξινόμηση - Διάγνωση και Επιδημιολογία. Στο βιβλίο: Χατζηγιάννης, Σ., 2002, Παθολογία Ι, Ιατρικές Εκδόσεις Παθολογία, Αθήνα, 2002, 553.
- Κατσιλάμπρος, Ν. Μαθαίνω να ζω με το διαβήτη, Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας, Αθήνα, 2000, 34-39.
- Ματσούκας Σ., Κώστα, Κ. Αυτοανοσία στον Σακχαρώδη Διαβήτη Τύπου 2. *Ελληνικά Διαβητολογικά Χρονικά* 2015, 28, 3: 224-236,

Παναγιωτοπούλου Γ. Η επίδραση της άσκησης στον ινσουλινοεξαρτώμενο διαβήτη.

Παιδιατρική Βορείου Ελλάδος, 1993; 5(1): 215-223.

Φετράκης, Α. Εσωτερική Παθολογία, Εκδόσεις Πασχαλίδης, Αθήνα, 1996, 286-292.