

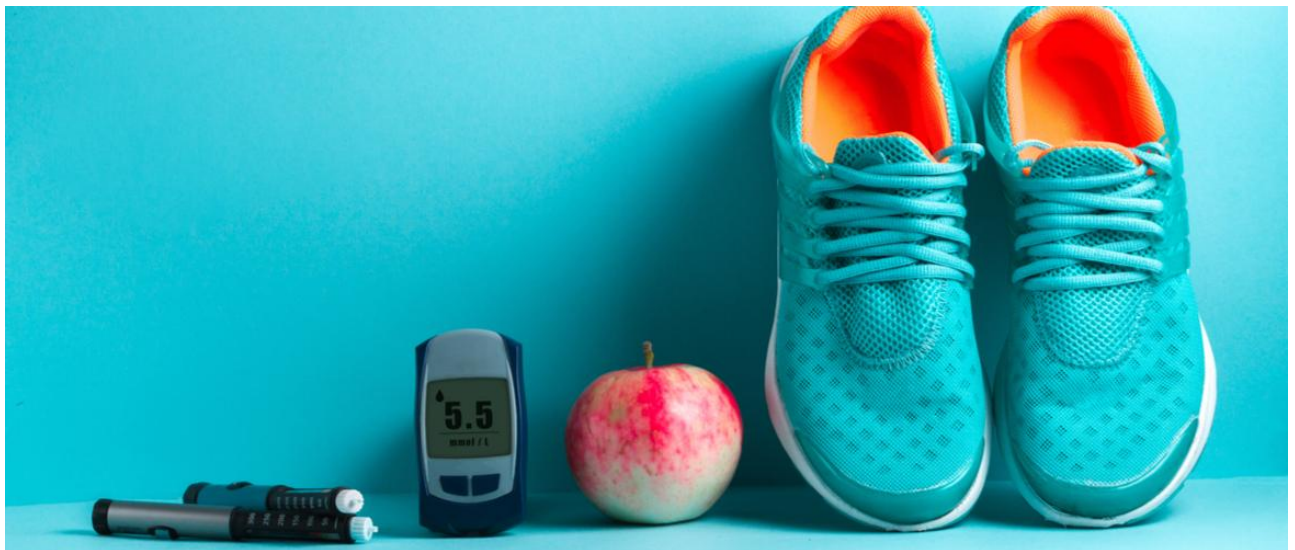


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΚΑΙ ΕΦΗΒΟΥΣ ΜΕ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ (ΤΥΠΟΥ 1 ΚΑΙ ΤΥΠΟΥ 2). ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑΣ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΥ ΘΕΟΔΩΡΑ 2206

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: κα. ΦΟΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑ

ΑΙΓΙΟ 2020

«The effects of exercise in children and adolescents with diabetes mellitus (type 1 and type 2). Articles review»

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο «Οι επιδράσεις της άσκησης σε παιδιά και εφήβους με σακχαρώδη διαβήτη (τύπου 1 και τύπου 2)» αποτελεί ανασκόπηση αρθρογραφία με επίκεντρο τον σακχαρώδη διαβήτη σε παιδιά και εφήβους και στις επιδράσεις, είτε θετικές, είτε αρνητικές, που μπορεί να έχει η σωματική άσκηση στην έκβαση της νόσου και στη ζωή των νοσούντων.

Στο Γενικό Μέρος παρουσιάζεται ο ορισμός του σακχαρώδη διαβήτη και οι πιο σημαντικές κατηγορίες του. Δίνεται έμφαση στη διάγνωση, τα συμπτώματα, τις επιπλοκές και τις μεθόδους θεραπείας και πρόληψης, στις οποίες συγκαταλέγεται η διατροφή και η άσκηση.

Στο Ειδικό Μέρος αναλύονται τα είδη της άσκησης και η μεταβολική αντίδραση του οργανισμού σε αυτή. Επιπλέον, αναφέρονται τα οφέλη της στους ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη, οι αντενδείξεις και οι επιπλοκές που είναι πιθανό να εμφανιστούν κατά τη διάρκεια. Τέλος, παρουσιάζεται ένας συνοπτικός πίνακας με την υπό εξέταση αρθρογραφία, όπου στη συνέχεια αναλύονται τα αποτελέσματα αυτών.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σακχαρώδης διαβήτης αποτελεί μια χρόνια ενδοκρινική νόσο η οποία μπορεί να προσβάλλει άτομα οποιασδήποτε ηλικίας και διακρίνεται κυρίως σε διαβήτη τύπου 1 και τύπου 2. Αν και ο διαβήτης τύπου 1 αναφέρεται και ως νεανικός, τα τελευταία χρόνια, λόγω αύξησης της παχυσαρκίας και μειωμένης ενασχόλησης με αθλητικές δραστηριότητες, έχει αποδειχθεί ότι τα νεαρά άτομα μπορούν να νοσήσουν και από τον διαβήτη τύπου 2. Όσον αφορά τη θεραπεία της νόσου, εκτός από την φαρμακευτική αγωγή και τη διατροφή, προτείνεται παράλληλα συστηματική σωματική άσκηση, μέτριας προς υψηλής έντασης και τουλάχιστον μίας ώρας διάρκεια. Έτσι, σκοπός της παρούσας εργασίας θα είναι η εξέταση της πρόσφατης αρθρογραφίας, με επίκεντρο τις θετικές ή και αρνητικές επιδράσεις της άσκησης στα παιδιά με διαβήτη. Η αναζήτηση της αρθρογραφίας θα γίνει μέσω των βάσεων δεδομένων PubMed και Google Scholar. Οι λέξεις κλειδιά που θα χρησιμοποιηθούν είναι: diabetes mellitus, type 1, type 2, exercise, children and adolescents. Κριτήρια εισόδου θα αποτελέσουν η περίοδος δημοσίευσης των επιστημονικών άρθρων που πρέπει να είναι η τελευταία δεκαετία (2009 – 2019) και η αναφορά τους αποκλειστικά στην άσκηση και τις επιδράσεις της στην υγεία των νεαρών ατόμων με διαβήτη, είτε τύπου 1, είτε τύπου 2. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν και θα αποκαλυφθούν στην συνέχεια είναι ότι όλα τα είδη άσκησης, μέτριας προς υψηλής έντασης, βελτιώνουν το λιπιδαιμικό προφίλ και την καρδιοαναπνευστική ικανότητα των ασθενών μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο εκδήλωσης καρδιαγγειακών επιπλοκών, μειώνουν το σωματικό βάρος, αυξάνουν την οστική πυκνότητα και ρυθμίζουν τα επίπεδα γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος. Ωστόσο, η άσκηση υψηλής έντασης, ιδίως τις απογευματινές ώρες, συνδέθηκε με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης υπογλυκαιμικών επεισοδίων, τη νύχτα ή και την επόμενη μέρα. Τέλος, τα παιδιά και οι έφηβοι με διαβήτη φάνηκε ότι συμμετέχουν λιγότερο συχνά σε συστηματικές σωματικές δραστηριότητες και σπάνια επιτυγχάνουν τον προτεινόμενο στόχο των εξήντα λεπτών άσκησης την ημέρα ή άνω των εκατό πενήντα λεπτών ανά εβδομάδα.

Λέξεις κλειδιά: σακχαρώδης διαβήτης, επιδράσεις άσκησης, παιδιά – έφηβοι, φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	iii
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	v
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ – ΠΙΝΑΚΩΝ.....	vii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	2
1. ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ.....	2
1.1 ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ – ΟΡΙΣΜΟΣ	2
1.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	3
1.2.1 ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ ΤΥΠΟΥ 1	4
1.2.2 ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ ΤΥΠΟΥ 2.....	4
1.3 ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	5
1.4 ΔΙΑΓΝΩΣΗ	6
1.5 ΠΡΟΔΙΑΒΗΤΗΣ	8
1.6 ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	10
2. ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΖΩΗΣ	10
2.1 ΠΡΟΛΗΨΗ	10
2.2 ΘΕΡΑΠΕΙΑ	10
2.2.1 ΙΝΣΟΥΛΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ.....	12
2.2.2 ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΑΓΩΓΗ.....	13
2.3 ΔΙΑΤΡΟΦΗ	13
2.3.1 ΓΛΥΚΑΙΜΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	16
3. ΑΣΚΗΣΗ.....	16
3.1 ΑΕΡΟΒΙΑ – ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ	16
3.2 ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ ΟΦΕΛΗ ΣΤΟΝ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ.....	18
3.3 ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ.....	20
3.4 ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΗ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΟΝ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ	22
3.4.1 ΥΠΟΓΛΥΚΑΙΜΙΑ.....	22
3.4.2 ΥΠΕΡΓΛΥΚΑΙΜΙΑ ΚΑΙ ΔΚΟ.....	22
3.4.3 ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ.....	23
3.5 ΜΕΤΡΗΣΗ ΓΛΥΚΟΖΗΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΗ	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	25

4. ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΑ ΠΑΙΔΙΑ	25
4.1 Η ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΑ ΠΑΙΔΙΑ ΜΕ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ ΤΥΠΟΥ 1.....	25
4.2 Η ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΑ ΠΑΙΔΙΑ ΜΕ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ ΤΥΠΟΥ 2.....	34
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	39
ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ / ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	41

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Στα Ελληνικά:

ΓΔ	Γλυκαιμικός Δείκτης
ΔΕΒΕ	Διαβητολογική Εταιρεία Βορείου Ελλάδος
ΔΚΟ	Διαβητική Κετοξέωση
ΔΜΣ	Δείκτης Μάζας Σώματος
ΕΔΕ	Ελληνική Διαβητολογική Εταιρεία
ΕΛΟ	Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα
ΕΟΦ	Εθνικός Οργανισμός Φαρμάκων
ΜΚΣ	Μέγιστη Καρδιακή Συχνότητα
ΣΔ	Σακχαρώδης Διαβήτης
ΣΔΚ	Σακχαρώδης Διαβήτης Κύησης
ΣΔτ1	Σακχαρώδης Διαβήτης Τύπου 1
ΣΔτ2	Σακχαρώδης Διαβήτης Τύπου 2
ΣΚΓ	Συνεχή Καταγραφή Γλυκόζης

Στα Αγγλικά:

FPG	Fasting Plasma Glucose Γλυκόζη Πλάσματος Νηστείας
HbA1c	Glycosylated Haemoglobin A1c Γλυκοζυλιωμένη Αιμοσφαιρίνη A1c

IDF	International Diabetes Federation Διεθνής Ομοσπονδία Διαβήτη
IFG	Impaired Fasting Glucose Διαταραγμένη Γλυκόζη Νηστείας
IGT	Impaired Glucose Tolerance Διαταραγμένη Ανοχή στη Γλυκόζη
mg/dL	Milligram per Deciliter Χιλιοστόγραμμα/δεκατόλιτρο
MVPA	Moderate to Vigorous Physical Activity Μέτρια προς Υψηλή Ένταση Σωματική Άσκηση
OGTT	Oral Glucose Tolerance Test Δοκιμασία Ανοχής στη Γλυκόζη
WHO	World Health Organization Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ – ΠΙΝΑΚΩΝ

Εικόνα 1.1: Άλλα Είδη Διαβήτη (International Diabetes Federation, 2019).....	3
Εικόνα 1.2: Προβλεπόμενος Επιπολασμός Διαβήτη (International Diabetes Federation, 2019)	6
Πίνακας 1.1: Διαφορές ΣΔτ2 σε Ενήλικες και Παιδιά (Temneanu et al., 2016)	5
Πίνακας 1.2: Κριτήρια Διάγνωσης ΣΔ (American Diabetes Association, 2014)	7
Πίνακας 1.3: Διαφορές Διαγνωστικών Κριτηρίων ΣΔτ1 και ΣΔτ2 (Kerner & Brücke, 2014).....	8
Πίνακας 1.4: Κριτήρια Αυξημένου Κινδύνου Ανάπτυξης Διαβήτη (American Diabetes Association, 2014).....	8
Πίνακας 2.1: Στόχοι Γλυκαιμικής Ρύθμισης σε Παιδιά και Εφήβους (Εθνικός Οργανισμός Φαρμάκων, 2010).....	11
Πίνακας 2.2: Είδη Ινσουλίνης και Δράση (Διαβητολογική Εταιρία Βορείου Ελλάδος, 2013) ..	12
Πίνακας 2.3: Τρόφιμα με Βάση τον Γλυκαιμικό Δείκτη (Διαβητολογική Εταιρία Βορείου Ελλάδος, 2013)	15
Πίνακας 3.1: Αερόβια Άσκηση (Ελληνική Διαβητολογική Εταιρία, 2020)	17
Πίνακας 3.2: Αναερόβια Άσκηση (Ελληνική Διαβητολογική Εταιρία, 2020)	18
Πίνακας 3.3: Διάκριση Δραστηριοτήτων (U.S. Department of Health and Human Services, 2008).....	20
Πίνακας 4.1: Υπό Εξέταση Άρθρα για την Επίδραση της Άσκησης στα Παιδιά με ΣΔτ1	25
Πίνακας 4.2: Υπό Εξέταση Άρθρα για την Επίδραση της Άσκησης στα Παιδιά με ΣΔτ2.....	34

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Σακχαρώδης Διαβήτης αποτελεί ένα χρόνιο μεταβολικό νόσημα, το οποίο έχει φανεί ότι επηρεάζει μεγάλο μέρος του πληθυσμού. Αν και υπάρχουν διάφορες κατηγορίες διαβήτη στη συγκεκριμένη έρευνα θα μας απασχολήσουν ο διαβήτης τύπου 1 και τύπου 2. Πιο συγκεκριμένα, ο τύπου 1 αναφέρεται και ως νεανικός διαβήτης καθώς παρουσιάζεται πιο συχνά σε νεαρές ηλικιακές ομάδες. Πάνω από 1 εκατομμύριο παιδιά και έφηβοι είχαν διαβήτη τύπου 1 το 2019, αριθμός που αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου (WHO). Ωστόσο, αν και ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2 εμφανιζόταν σε μεγαλύτερες ηλικίες, πλέον ολοένα και περισσότερα παιδιά νοσούν από αυτό τον τύπο διαβήτη, λόγω της ραγδαίας αύξησης της παχυσαρκίας.

Για την θεραπεία του διαβήτη προτείνεται η χρήση ινσουλίνης ή και κάποιων άλλων φαρμάκων με σκοπό την ρύθμιση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα. Έχει φανεί ότι η γλυκαιμική αυτή ρύθμιση είναι δυνατό να επιτευχθεί και συντηρητικά μέσω της κατάλληλης διατροφής και άσκησης. Συγκεκριμένα, η άσκηση φαίνεται ότι μειώνει τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, συμβάλλει στον έλεγχο ή μείωση του σωματικού βάρους, ενώ βελτιώνει την ευαισθησία των ιστών στην δράση της ινσουλίνης, την καρδιαγγειακή λειτουργία, την καρδιοαναπνευστική ικανότητα και την ψυχολογία των ασθενών. Παρόλα αυτά, αν ο ασθενής δεν ελέγχει σχολαστικά τα επίπεδα γλυκόζης του κατά τη διάρκεια της άσκησης υπάρχει κίνδυνος εκδήλωσης υπογλυκαιμίας. Αυτές οι επιδράσεις είναι πιο εμφανείς σε περιπτώσεις άσκησης μέτριας και υψηλής έντασης.

Για τους φυσικοθεραπευτές η άσκηση αποτελεί ένα από τα βασικότερα μέσα θεραπείας, αν όχι το πιο βασικό. Σε γενικές γραμμές, το πρόγραμμα άσκησης διαμορφώνεται σύμφωνα με τα ατομικά χαρακτηριστικά και το ιστορικό του εκάστοτε ασθενή. Ειδικά στην περίπτωση του σακχαρώδη διαβήτη, ο θεραπευτής πρέπει να έχει γνώση για τις τελευταίες έρευνες έτσι ώστε να μπορεί να προτείνει με ασφάλεια την άσκηση σε αυτούς τους ασθενείς και να αποφευχθούν πιθανές επιπλοκές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ

Ως όρος ο σακχαρώδης διαβήτης αναφέρεται στις μεταβολικές διαταραχές του οργανισμού που είναι υπεύθυνες για την αύξηση των επιπέδων σακχάρου στο αίμα λόγω μειωμένης έκκρισης ινσουλίνης ή ελλιπούς δράσης της. Με την κατανάλωση τροφής, οι υδατάνθρακες που περιλαμβάνονται σε αυτή μετατρέπονται σε γλυκόζη και με την κυκλοφορία του αίματος εισέρχονται στα κύτταρα. Σε κατάσταση ηρεμίας, οι υδατάνθρακες, με τη διαδικασία της **γλυκογένεσης**, μετατρέπονται σε γλυκογόνο και παραμένει αποθηκευμένο στο ήπαρ και τους μύες, μέχρι να χρειαστεί. Όταν αυξηθούν οι ενεργειακές ανάγκες (πχ. σε περίπτωση άσκησης), το γλυκογόνο που ήταν αποθηκευμένο στο ήπαρ θα μετατραπεί σε γλυκόζη μέσω της **γλυκογονόλυσης** (διαδικασία που επιταχύνεται από την ινσουλίνη) και μέσω του κυκλοφορικού συστήματος θα μεταφερθεί στους ιστούς. Έτσι, σε πιθανή υπέρμετρη συγκέντρωση σακχάρου (**υπεργλυκαιμία**) το πάγκρεας λαμβάνει μηνύματα για την άμεση έκκριση **ινσουλίνης**, με σκοπό να το επαναφέρει σε φυσιολογικές τιμές. Η πρωτεΐνη ινσουλίνη είναι απαραίτητη για τη διαχείριση της υπεργλυκαιμίας καθώς διευκολύνει την είσοδο της γλυκόζης στα κύτταρα στόχους, μέσω της αύξησης της **διαπερατότητας της κυτταρικής μεμβράνης**. Με τον τρόπο αυτό η γλυκόζη, αντί να παραμένει στο πλάσμα, εισέρχεται στους ιστούς και μεταβολίζεται. Μια ακόμα σημαντική δράση της ινσουλίνης είναι να ρυθμίζει τη διαδικασία της **γλυκονεογένεσης**, με την οποία το ήπαρ μετατρέπει τις πρωτεΐνες σε γλυκόζη, και να την παρεμποδίζει σε περιπτώσεις υπεργλυκαιμίας. Στην αντίθετη περίπτωση της **υπογλυκαιμίας**, όπου η γλυκόζη του αίματος παρουσιάζει ανησυχητική μείωση, το πάγκρεας εκκρίνει **γλυκαγόνη**. Η γλυκαγόνη συμβάλλει στη διάσπαση του γλυκογόνου σε γλυκόζη και ενισχύει τη γλυκονεογένεση ώστε να αυξηθεί η γλυκόζη που κυκλοφορεί στο αίμα. Συνεπώς, είναι δυνατό να θεωρηθεί ότι η δράση της ινσουλίνης ανταγωνίζεται τη δράση της γλυκαγόνης με σκοπό και οι δύο μαζί να διατηρήσουν το σάκχαρο σε φυσιολογικά επίπεδα (Πλέσσας,2010; Wilmore & Costill,2011).

1.1 ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ – ΟΡΙΣΜΟΣ

Ο Σακχαρώδης Διαβήτης (ΣΔ) αποτελεί μια χρόνια ενδοκρινική νόσο με χαρακτηριστικό γνώρισμα την υπεργλυκαιμία, δηλαδή την αυξημένη συγκέντρωση γλυκόζης στο αίμα, η οποία είναι αποτέλεσμα της μειωμένης ή ανεπαρκούς έκκρισης ινσουλίνης, της ελαττωματικής δράσης της ή και των δύο. Χαρακτηριστικά συμπτώματα της υπεργλυκαιμίας αποτελούν η πολυουρία, η πολυδιψία, η πολυφαγία, η απότομη απώλεια βάρους και ο θολή όραση (3).

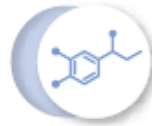
Η ινσουλίνη παράγεται στο πάγκρεας και επιτρέπει στη γλυκόζη να εισέλθει από το αίμα στα κύτταρα του σώματος και να μετατραπεί σε ενέργεια, αφού είναι απαραίτητη για τον μεταβολισμό της τροφής. Αν το έλλειμμα ινσουλίνης δεν ρυθμιστεί για μεγάλο χρονικό διάστημα μπορεί να οδηγήσει σε επιπλοκές απειλητικές για τη ζωή.

1.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Ο ΣΔ μπορεί να ταξινομηθεί στις ακόλουθες κατηγορίες (3):

- I. ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ ΤΥΠΟΥ 1 (ΣΔτ1)
- II. ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ ΤΥΠΟΥ 2 (ΣΔτ2)
- III. ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ ΚΥΗΣΗΣ (ΣΔΚ)
- IV. ΕΙΔΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΔΙΑΒΗΤΗ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΕ ΑΛΛΕΣ ΑΙΤΙΕΣ (**Εικ.1.1**)

Diabetes that is caused by diseases of the exocrine pancreas, such as pancreatitis, trauma, infection, pancreatic cancer and pancreatectomy.



Diabetes due to endocrine disorders that cause excess secretion of hormones that antagonize insulin.

Drug and chemical-induced diabetes from drugs that disrupt insulin secretion or insulin action.



Infection-related diabetes that is caused by viral infection associated with beta cell destruction.

Uncommon specific forms of immune-mediated diabetes (e.g. immunological disorders other than those that cause type 1 diabetes).



Other genetic syndromes sometime associated with diabetes (i.e. Prader-Willi syndrome, Down's syndrome, Friedreich's ataxia).

Εικόνα 1.1: Άλλα Είδη Διαβήτη (International Diabetes Federation, 2019)

Πολλοί εκ των πασχόντων έχουν γενετική προδιάθεση και για τους δύο βασικούς τύπους διαβήτη (Τύπου 1 και 2) με αποτέλεσμα να εμφανίζουν χαρακτηριστικά «διπλού ΣΔ» ή «ΣΔ τύπου 1,5» (ΕΔΕ,2020).

1.2.1 ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ ΤΥΠΟΥ 1

Ο ΣΔτ1 ονομάζεται διαφορετικά και ινσουλινοεξαρτώμενος ή νεανικός διαβήτης. Αυτός ο τύπος διαβήτη αποτελεί μόλις το 5 – 10% των περιπτώσεων (Runge & Greganti, 2015). Αν και μπορεί να παρουσιαστεί σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, είναι πιο συχνός στα νεαρά άτομα. Το ανοσοποιητικό σύστημα αυτών των ατόμων επιτίθεται στα παγκρεατικά β – κύτταρα που παράγουν ινσουλίνη, με αποτέλεσμα την ελλιπή ή μηδενική παραγωγή της. Ο ρυθμός καταστροφής των β-κυττάρων ποικίλει, συνήθως είναι ραγδαίος σε βρέφη και παιδιά ενώ στους ενήλικες επιβραδύνεται. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων που νοσούν έχουν φυσιολογικό Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ). Δεν είναι γνωστές οι ακριβείς αιτίες αυτής της καταστροφής. Πιθανόν να οφείλονται σε συνδυασμό γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων (π.χ. ιογενής λοίμωξη) (3,5).

Για την επιβίωση των ατόμων με ΣΔτ1 είναι απαραίτητη η καθημερινή χορήγηση ενέσιμης ινσουλίνης για τον έλεγχο της υπεργλυκαιμίας. Παρόλα αυτά, με καθημερινή χορήγηση ινσουλίνης, συνεχή καταγραφή γλυκόζης (ΣΚΓ), σωματική άσκηση, υγιεινή διατροφή, εκπαίδευση και υποστήριξη (τόσο των παιδιών, όσο και της οικογένειας) μπορούν να καθυστερήσουν ή ακόμα και να αποφευχθούν πολλές επιπλοκές. Πολλές φορές η διάγνωση μπορεί να καθυστερήσει αρκετά και να πραγματοποιηθεί σε επείγουσα κατάσταση ΔΚΟ, κατά την οποία ο ασθενής οδηγήθηκε στο νοσοκομείο (3).

1.2.2 ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ ΤΥΠΟΥ 2

Ο ΣΔτ2 αναφέρεται και ως μη – ινσουλινοεξαρτώμενος ή διαβήτης των ενηλίκων και αντιπροσωπεύει το 90 – 95% των περιπτώσεων (Runge & Greganti, 2015). Αν και απαντάται πιο συχνά στους ενήλικες, λόγω αύξησης του ποσοστού παχυσαρκίας, έλλειψη σωματικής άσκησης και μη σωστής διατροφής, έχει αυξηθεί ο πληθυσμός των νεαρών ατόμων που νοσούν. Τα άτομα που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία παρουσιάζουν μερική ανεπάρκεια και αντίσταση στην ινσουλίνη, δηλαδή τα κύτταρα – στόχοι δεν μπορούν να ανταποκριθούν πλήρως στη δράση της, με επακόλουθη υπεργλυκαιμία. Οι περισσότεροι είναι παχύσαρκοι και η ίδια η παρουσία παχυσαρκίας προκαλεί μείωση αντίστασης στην ινσουλίνη. Η αντίσταση στην δράση της ινσουλίνης μπορεί να βελτιωθεί μέσω της μείωσης του σωματικού βάρους ή με φαρμακευτική θεραπεία της υπογλυκαιμίας, αλλά σπάνια φτάνει σε φυσιολογικά επίπεδα (3).

Αυτή η μορφή διαβήτη μπορεί να παραμείνει αδιάγνωστη (κοντά στο 50%) για πολλά χρόνια, καθώς οι ασθενείς με ΣΔτ2 εμφανίζουν πιο ήπια (συγκριτικά με τον τύπου 1) ή και καθόλου συμπτώματα. Οι πιθανές αιτίες που τον προκαλούν δεν είναι απόλυτα γνωστές (IDF, 2019). Παράγοντες κινδύνου αποτελούν η προχωρημένη ηλικία, η παχυσαρκία, η έλλειψη σωματικής άσκησης, η εθνικότητα και το οικογενειακό ιστορικό, ενώ συνήθως εμφανίζεται και σε γυναίκες με προϋπάρχον ΣΔΚ (ΕΔΕ, 2020) (Πιν.1.1).

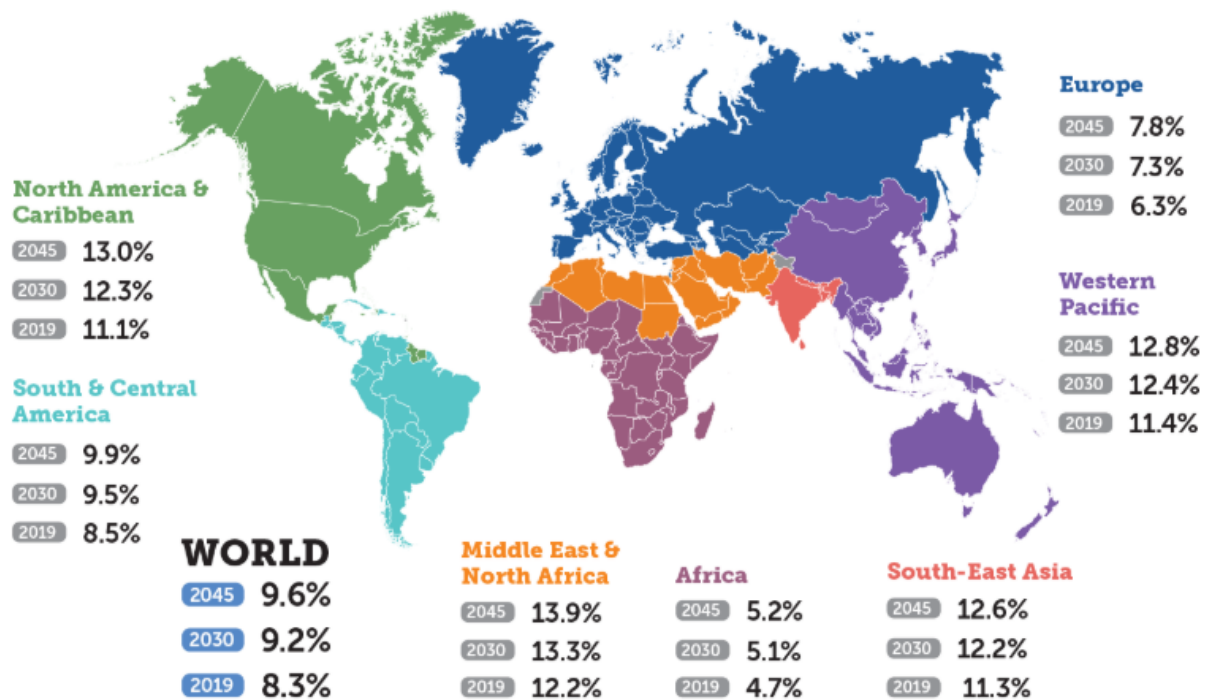
Πίνακας 1.1: Διαφορές ΣΔτ2 σε Ενήλικες και Παιδιά (Temneanu et al., 2016)

Parameters	Adults	Children and adolescents
Age	> 40 years	> 10 years
Onset	insidious	insidious/ signs of hyperglycemia
Sex	both	predominantly female
Pancreatic beta cells function declines	insidious	faster (under 4 years)
Treatment	lifestyle modification various types of oral antidiabetic agents	lifestyle modification Metformin+/- Insulin
Complications/ comorbidities	late	early (after approx 2-2.5 years after onset)

1.3 ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο ΣΔ αποτελεί την πιο συχνή χρόνια νόσο σε παιδική και εφηβική ηλικία. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποίησαν οι Dabelea et al. (2014) σε χρονικό διάστημα 8 ετών (2001 – 2009) σε πέντε γεωγραφικές περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών παρατηρήθηκε αύξηση του ΣΔ (τύπου 1 και 2) σε παιδιά και εφήβους έως 20 ετών της τάξεως των 21,1% και 30,5%, αντίστοιχα. Υπήρξε μεγάλη αύξηση και των δύο τύπων διαβήτη στα άτομα μεταξύ 15 έως 19 ετών και στα δύο φύλα. Ο ΣΔτ1 παρουσίασε μεγαλύτερο επιπολασμό μεταξύ των νέων άνω των 5 ετών, λευκών, μαύρων, Ισπανών και Ασιατών κατοίκων των νησιών του Ειρηνικού. Στον ΣΔτ2 αύξηση παρατηρήθηκε σε λευκούς, Ισπανούς και μαύρους, ενώ δεν υπήρχαν σημαντικές αλλαγές στους Ασιάτες κατοίκους των νησιών του Ειρηνικού και στους Ινδιάνους της Αμερικής (8).

Σύμφωνα με τη Διεθνή Ομοσπονδία Διαβήτη, το 2019 υπολογίζεται ότι 463 εκατομμύρια άνθρωποι άνω των 20 ετών παγκοσμίως είχαν ΣΔ, από τους οποίους τα 231.9 εκατομμύρια δεν είχαν διαγνωστεί. Επίσης, πάνω από 1 εκατομμύριο παιδιά και έφηβοι είχαν ΣΔτ1 το 2019, αριθμός που αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου. Επιπροσθέτως, παρατηρήθηκε μεγαλύτερος επιπολασμός του διαβήτη στους άνδρες από ότι στις γυναίκες (17.2 εκατομμύρια περισσότεροι άνδρες). Η Μέση Ανατολή και Βόρεια Αφρική παρουσιάζουν την μεγαλύτερη συχνότητα ΣΔ (26) (Εικ.1.2).



Εικόνα 1.2: Προβλεπόμενος Επιπολασμός Διαβήτη (International Diabetes Federation, 2019)

1.4 ΔΙΑΓΝΩΣΗ

Όπως προαναφέρθηκε, πολλά άτομα μπορούν να μείνουν αδιάγνωστα για αρκετά χρόνια καθώς δεν εμφανίζουν συμπτώματα. Δυστυχώς μέχρι σήμερα δεν είναι γνωστές οι ακριβείς αιτίες ανάπτυξης του ΣΔ. Ωστόσο, οι προδιαθεσικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην πυροδότηση της νόσου ποικίλλουν και μπορεί να είναι κληρονομικοί ή/και περιβαλλοντικοί, όπως η παχυσαρκία, η καθιστική ζωή, η έλλειψη σωματικής άσκησης, κάποια ασθένεια ή πιθανή γενετική προδιάθεση.

Έτσι, σε προληπτικό έλεγχο πρέπει να οδηγούνται υπέρβαρα ή παχύσαρκα άτομα με ΔΜΣ $\geq 25 \text{ kg/m}^2$, όπου συνυπάρχει ένας από τους ακόλουθους παράγοντες κινδύνου:

- Συγγένεια πρώτου βαθμού με άτομο με ΣΔ
- Να ανήκει σε φυλή ή εθνικότητα υψηλού κινδύνου
- Ιστορικό καρδιαγγειακής νόσου
- Ιστορικό υπέρτασης ή σε θεραπεία για την υπέρταση
- Επίπεδα χοληστερόλης HDL $< 35 \text{ mg/dL}$ ή τριγλυκερίδια $> 250 \text{ mg/dL}$
- Γυναίκες με σύνδρομο πολυκυστικών ωοθηκών
- Έλλειψη σωματικής άσκησης
- Άλλες περιπτώσεις που συνδέονται με την αντίσταση στην ινσουλίνη

Άλλα άτομα που είναι καλό να υποβάλλονται σε ετήσιο προληπτικό έλεγχο είναι οι ασθενείς με προδιαβήτη. Γενικά, είναι καλό να αρχίζει η συστηματική εξέταση στην ηλικία των 45 ετών και να επαναλαμβάνεται, ανά 3 χρόνια, αν τα αρχικά αποτελέσματα ήταν φυσιολογικά (2).

Η διάγνωση του ΣΔ μπορεί να γίνει με: (α) την εξέταση της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης A1c, (β) τη δοκιμασία ανοχής στη γλυκόζη (OGTT = Oral Glucose Tolerance Test) κατά την οποία χορηγείται εκ του στόματος 75γρ άνυδρη γλυκόζη διαλυμένη σε νερό και ελέγχεται η αντίδραση του οργανισμού εντός δύο ωρών, και (γ) τη γλυκόζη πλάσματος νηστείας (FPG), όπου επιβάλλεται η αποφυγή θερμιδικής λήψης (λήψη τροφής) για 8 ώρες και γι' αυτό το λόγο η συγκεκριμένη δοκιμασία προτείνεται να γίνει τις πρωινές ώρες (2,4,14) **(Πιν.1.2)**.

Πίνακας 1.2: Κριτήρια Διάγνωσης ΣΔ (American Diabetes Association, 2014)

Κριτήρια Διάγνωσης Διαβήτη
➤ Γλυκόζη Πλάσματος Νηστείας ≥ 126 mg/dL ή
➤ Γλυκόζη Πλάσματος 2 ωρών ≥ 200 mg/dL (δοκιμασία OGTT) ή
➤ Γλυκοζυλιωμένη Αιμοσφαιρίνη A1c (HbA1c) $\geq 6,5\%$
➤ Τυχαία Γλυκόζη Πλάσματος ≥ 200 mg/dL, σε άτομα με κλασικά συμπτώματα υπεργλυκαιμίας ή κρίσεις υπεργλυκαιμίας

Για να αποκλειστεί πιθανό σφάλμα, το ίδιο τεστ που χρησιμοποιήθηκε για τη διάγνωση προτείνεται να επαναληφθεί για επιβεβαίωση, εκτός αν ο ασθενής παρουσιάζει τα κλασικά συμπτώματα υπεργλυκαιμίας (3).

Η κάθε διαγνωστική δοκιμασία θεωρείται κατάλληλη σε διαφορετικές περιπτώσεις και με διαφορετικά διαγνωστικά κριτήρια **(Πιν.1.3)**. Η A1c χρησιμοποιείται ως δείκτης χρόνιας γλυκαιμίας καθώς η εξέταση αυτή παρουσιάζει τα μέσα επίπεδα γλυκόζης σε χρονικό πλαίσιο 2 – 3 μηνών. Παρόλα αυτά, σε περίπτωση ραγδαία εξελισσόμενου διαβήτη όπως ο ΣΔτ1 στα παιδιά η HbA1c μπορεί να μην παρουσιάζει σημαντική αύξηση (3). Η αυξημένη γλυκόζη πλάσματος 2 ωρών (OGTT) μετά τη φόρτιση με άνυδρη γλυκόζη αντιπροσωπεύει την αντίσταση ινσουλίνης σε λιπώδη και μυϊκό ιστό. Συνεπώς, η OGTT προτείνεται για τη διάγνωση περισσότερων ατόμων σε σύγκριση με την HbA1c (ΕΔΕ, 2020). Η FPG μπορεί να εντοπίσει 1/3 περισσότερο αδιάγνωστες περιπτώσεις διαβήτη σε σύγκριση με τα επίπεδα της A1C (23).

Πίνακας 1.3: Διαφορές Διαγνωστικών Κριτηρίων ΣΔτ1 και ΣΔτ2 (Kerner & Brücke, 2014)

	Type 1 Diabetes*	Type 2 Diabetes
Manifestation age	Mostly children, adolescents and young adults	Mostly middle and old age
Onset	Acute to subacute	Usually gradual
Symptoms	Frequently polyuria, polydipsia, weight loss, fatigue	Frequently no complaints
Body weight	Usually normal	Usually overweight
Predisposition to ketosis	Pronounced	None or only slight
Insulin secretion	Reduced or none	Below normal to high, qualitatively always impaired
Insulin resistance	None (or only low)	Often pronounced
Frequency in patient's family history	Usually negative	Typically positive
Concordance with identical twins	30 to 50 %	Over 50 %
Heredity	Multifactorial (polygenetic)	Multifactorial (most likely polygenetic, but genetic heterogeneity is possible)
Associated with HLA (leukocyte antigen) system	Present	Not present
Antibodies associated with diabetes	Approx. 90-95 % at onset (GAD, ICA, IA-2, IAA)	None
Metabolism	Unstable	Stable
Response to insulin secretion stimulating antidiabetics	Usually none	Usually good at first
Insulin therapy	Required	Usually not required until insulin secretion has decreased after years of disease

1.5 ΠΡΟΔΙΑΒΗΤΗΣ

Προδιαβήτης θεωρείται το μεταβατικό στάδιο μεταξύ φυσιολογικής κατάστασης και ΣΔ, καθώς τα άτομα που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία παρουσιάζουν οριακά φυσιολογικά επίπεδα γλυκόζης νηστείας. Πιο συγκεκριμένα, η Διαταραγμένη Ανοχή στη Γλυκόζη (Impaired Glucose Tolerance - IGT) και η Διαταραγμένη Γλυκόζη Νηστείας (Impaired Fasting Glucose - IFG) είναι χαρακτηριστικά του προδιαβήτη (2) (Πιν.1.4).

Πίνακας 1.4: Κριτήρια Αυξημένου Κινδύνου Ανάπτυξης Διαβήτη (American Diabetes Association, 2014)

Κριτήρια Αυξημένου Κινδύνου Ανάπτυξης Διαβήτη (Προδιαβήτης)
➤ Γλυκόζη Πλάσματος Νηστείας 100 mg/dL – 125 mg/dL (IFG)
➤ Γλυκόζη Πλάσματος 2 ωρών 140 mg/dL – 199 mg/dL (IGT)
➤ HbA1c 5.7 – 6,4%

1.6 ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ

Η χρόνια υπεργλυκαιμία μπορεί να συνδεθεί με σοβαρή δυσλειτουργία ή/και ανεπάρκεια πολλών οργάνων και να οδηγήσει τα άτομα με διαβήτη σε πρόωρο θάνατο ως αποτέλεσμα των επιβλαβών ουσιών που είναι γνωστές ως «κετόνες» (Διαβητική Κετοξέωση, ΔΚΟ). Ειδικότερα, στα νεαρά παιδιά μπορεί να οδηγήσει σε κακή ανάπτυξη και πρόωρες αγγειακές επιπλοκές (3).

Για την καλύτερη κατανόηση των επιπλοκών του διαβήτη γίνεται διάκρισή τους σε χρόνιες και οξείες. Και οι δύο αυτές κατηγορίες επιπλοκών μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά

προβλήματα υγείας ή να αποβούν ακόμα και μοιραίες για τη ζωή των νοσούντων, αν δεν τεθούν άμεσα υπό έλεγχο (ΕΔΕ,2020).

Χρόνιες Επιπλοκές: (3,32)

- Μικροαγγειοπάθεια:
- Διαβητική Αμφιβληστροειδοπάθεια, με πιθανή απώλεια όρασης
- Διαβητική Νεφροπάθεια, με πιθανή νεφρική ανεπάρκεια
- Διαβητική Νευροπάθεια, η οποία διακρίνεται σε α) Περιφερική Νευροπάθεια με πιθανά έλκη ποδιών (διαβητικό πόδι) και μακροπρόθεσμα ακρωτηριασμό και β) Αυτόνομη Νευροπάθεια, με πιθανές γαστρεντερικές, ουρογεννητικές, καρδιαγγειακές και σεξουαλικές επιπλοκές
- Μακροαγγειοπάθεια:
- Υπέρταση
- Δυσλιπιδαιμία (αύξηση επιπέδων τριγλυκεριδίων και χαμηλή HDL)
- Στεφανιαία νόσο
- Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο
- Ισχαιμικά Επεισόδια
- Περιφερική Αγγειακή Νόσο

(ΕΔΕ,2020; Runge & Greganti, 2015)

Οξείες Επιπλοκές: (<https://www.diabetes.org.uk/guide-to-diabetes/complications>)

- Υπογλυκαιμία
- Υπεργλυκαιμία
- Διαβητική Κετοξέωση (ΔΚΟ)
- Υπεροσμωτικό Σύνδρομο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΖΩΗΣ

2.1 ΠΡΟΛΗΨΗ

Η πρόληψη του ΣΔτ1 δεν είναι εφικτή, καθώς για να καταστεί αυτό δυνατό πρέπει πρώτα να είναι πλήρως κατανοητές οι αιτίες της αυτοάνοσης καταστροφής των β – κυττάρων. Εκτός αυτού, για να μπορέσουν να εφαρμοστούν πιθανές προσεγγίσεις πρόληψης είναι σημαντικό να έχει προηγηθεί αναγνώριση των ατόμων που παρουσιάζουν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης αυτού του τύπου διαβήτη, γεγονός που μέχρι τώρα δεν είναι δυνατό να εφαρμοστεί μαζικά (ΕΔΕ, 2020).

Για την πρόληψη του ΣΔτ2 πρέπει να αναγνωριστούν εγκαίρως τα άτομα με κίνδυνο ανάπτυξης αυτού του διαβήτη (Προδιαβήτη). Προτείνεται η διαμόρφωση και υιοθέτηση ενός υγιεινού τρόπου ζωής με ισορροπημένη διατροφή, συχνή σωματική άσκηση, διακοπή του καπνίσματος και αποφυγή κατανάλωσης αλκοολούχων ποτών, ώστε να επιτευχθεί μείωση σωματικού βάρους και διατήρησή του σε φυσιολογικές τιμές(ΕΔΕ,2020; 24,3). Επίσης, η χρήση μετφορμίνης σε ασθενείς με προδιαβήτη έχει φανεί ότι συμβάλλει στην αποτροπή της εξέλιξης της νόσου, λόγω μείωσης του σωματικού βάρους (1).

2.2 ΘΕΡΑΠΕΙΑ

Ο σκοπός και η μέθοδος θεραπείας του ΣΔ στα νεαρά άτομα δεν παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές από αυτούς των ενηλίκων. Συγκεκριμένα, σκοπός της θεραπείας είναι η επίτευξη των γλυκαιμικών στόχων (**Πιν.2.1**) ο έλεγχος των λιπιδίων στο αίμα, η επίτευξη φυσιολογικών τιμών της HbA1c, η αντιμετώπιση των απειλητικών για τη ζωή καταστάσεων και η καθυστέρηση ή και αποτροπή πολλών επιπλοκών (2,3).

Πίνακας 2.1: Στόχοι Γλυκαιμικής Ρύθμισης σε Παιδιά και Εφήβους (Εθνικός Οργανισμός Φαρμάκων, 2010)

	<i>Παιδιά</i>	<i>Έφηβοι</i>
HbA1c (%)	< 7,5	≤ 7
Γλυκόζη νηστείας ή προγευματική (mg/dl)	90-145	80-130
Μεταγευματική γλυκόζη (mg/dl)	90-180	80-140
Γλυκόζη πριν την κατάκλιση (mg/dl)	120-180	120-150
Υπογλυκαιμίες	Αποφυγή των σοβαρών Ανεκτές λίγες ήπιες	Αποφυγή των σοβαρών Ανεκτές λίγες ήπιες

Τα άτομα με **ΣΔτ1** είναι απαραίτητο για την επιβίωσή τους να λαμβάνουν ινσουλίνη. Ο δόσεις προσαρμόζονται σύμφωνα με τις ανάγκες, την ηλικία, την σωματική διάπλαση και ανάπτυξη του ατόμου, καθώς και από τον τύπο δράσης της ινσουλίνης και την ώρα που χορηγείται μέσα στη μέρα. Στις νεαρές ηλικίες, χρησιμοποιείται συχνά η αντλία συνεχούς έκχυσης ινσουλίνης, καθώς συνδυάζεται με τη συνεχή μέτρηση σακχάρου, και μαζί μπορούν να πετύχουν καλύτερα αποτελέσματα (12). Παράλληλα, προτείνεται η ενθάρρυνσή τους για τήρηση ενός σωστού πλάνου διατροφής και συστηματική συμμετοχή σε αθλητικές δραστηριότητες (3).

Η **θεραπεία του ΣΔτ2** μπορεί θεωρητικά να χωριστεί σε τρεις φάσεις. Στην πρώτη φάση (όπου μπορεί το άτομο να είναι ασυμπτωματικό ή να εμφανίζει ήπια συμπτώματα), προτείνεται τροποποίηση του τρόπου ζωής τους με σκοπό τη μείωση του σωματικού βάρους και τον γλυκαιμικό έλεγχο μέσω διατροφής και άσκησης. Σε πολλές περιπτώσεις η άσκηση και η διατροφή μπορούν να είναι αποτελεσματικές στη γλυκαιμική ρύθμιση, χωρίς την ανάγκη άλλων φαρμακευτικών μέσων. Αν οι γλυκαιμικοί στόχοι δεν επιτευχθούν εντός τριών μηνών, τότε περνάει στην δεύτερη φάση που είναι η προσθήκη φαρμακευτικής αγωγής από του στόματος. Αν ούτε αυτό δεν μπορέσει να ρυθμίσει τα επίπεδα γλυκόζης μέσα σε τρεις μήνες, καταλήγει στην τρίτη και τελική φάση της θεραπείας, όπου προστίθεται η χορήγηση ινσουλίνης (2,3,10; ΕΟΦ,2010).

2.2.1 ΙΝΣΟΥΛΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

Η ινσουλίνη χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της γλυκόζης στο αίμα, καθώς βελτιώνει την ικανότητα των κυττάρων να απορροφούν και να χρησιμοποιούν την γλυκόζη και τα λίπη που λαμβάνουν μέσω της τροφής (Πλέσσας,2010). Χορηγείται μόνο υποδόρια, μέσω ένεσης και όχι ως στοματικά σκευάσματα, διότι διασπάται από τα ένζυμα του πεπτικού συστήματος. Οι ενέσεις αυτές μπορούν να γίνουν στο κοιλιακό τοίχωμα (5 εκατοστά γύρω από τον ομφαλό), στην πρόσθια – έξω επιφάνεια του μηρού, στους γλουτούς και στην εξωτερική επιφάνεια του βραχίονα. Το κοιλιακό τοίχωμα αποτελεί την περιοχή του σώματος με την πιο γρήγορη απορρόφηση. Επίσης, σε περίπτωση άσκησης, πρέπει να αποφεύγεται η χορήγηση ινσουλίνης σε σημείο του σώματος που συνδέεται άμεσα με την συγκεκριμένη αθλητική δραστηριότητα (ΔΕΒΕ, 2013).

Η ινσουλίνη διακρίνεται, ανάλογα με τη δομή της, σε ανθρώπινου τύπου και σε ανάλογα ινσουλίνης, δηλαδή αυτές που προκύπτουν από την τροποποίηση της ανθρώπινης ινσουλίνης. Επίσης, χωρίζονται σύμφωνα με τη δράση τους σε: (α) ταχείας και υπερταχείας, (β) ενδιάμεσης και (γ) μακράς διάρκειας (Πιν.2.2).

Πίνακας 2.2: Είδη Ινσουλίνης και Δράση (Διαβητολογική Εταιρία Βορείου Ελλάδος, 2013)

Τύπος Ινσουλίνης	Έναρξη Δράσης (σε ώρες)	Μέγιστη Δράση (σε ώρες)	Γενική Διάρκεια Δράσης (σε ώρες)
Ταχείας δράσης ανθρώπινου τύπου (βασική)	0,30 – 1	2 – 4	6 – 8
Υπέρ-ταχείας δράσης ανάλογα ινσουλίνης	0,10 – 0,15	Σχεδόν 1	3 – 4
Ενδιάμεσης δράσης	1 – 3	6 – 12	Έως 18
Μακράς διάρκειας ανάλογα ινσουλίνης	2 – 4	Δεν αναφέρεται	Έως 24

Στα νεαρά άτομα έχει φανεί ότι τα ανάλογα ινσουλίνης παρέχουν αποτελεσματικότερη ρύθμιση των επιπέδων σακχάρου στο αίμα. Η υπερταχείας δράσεις ανάλογα ινσουλίνης

μπορούν είναι πιο αποτελεσματικές στην αντιμετώπιση της μεταγευματικής υπεργλυκαιμίας, ενώ παράλληλα δεν έχουν συνδεθεί με συχνές νυχτερινές υπογλυκαιμίες. Μπορούν, επίσης, να χρησιμοποιηθούν με την αντλία ινσουλίνης. Από αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν: η Aspart στην ηλικία του ενός έτους και άνω, η Lispro από τα δύο έτη και η Gluisine άνω των 6 ετών. Από τα ανάλογα μακράς διάρκειας έχουν εγκριθεί μόνο η Glargine (Lantus) για παιδιά άνω του ενός έτους και η Levemir (Detemir) για άνω των δύο ετών (ΕΔΕ, 2020). Οι δοσολογίες πρέπει πάντα να διαμορφώνονται σύμφωνα με τις ανάγκες του παιδιού, με σκοπό να αποφευχθούν πιθανά υπογλυκαιμικά επεισόδια λόγω υπέρμετρης δόσης ινσουλίνης (5).

2.2.2 ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΑΓΩΓΗ

Αν και υπάρχουν πολλά αντιδιαβητικά φάρμακα, ευρέως χρησιμοποιούμενα από τους ενήλικες, μόνο η μετφορμίνη έχει εγκριθεί για χορήγηση σε παιδιά και εφήβους, ενώ οι σουλφονουλουρίες μόνο στην εφηβεία (10). Η **μετφορμίνη** ανήκει στην κατηγορία των **διγουανιδίων** και ενισχύει τη δράση της ινσουλίνης, καθώς μειώνουν την αντίσταση των ιστών σε αυτή. Έχει ως σκοπό τη μείωση παραγωγής γλυκόζης στο ήπαρ και τη διέγερση της μεταφοράς της γλυκόζης στα κύτταρα στόχους. Συνήθως, λαμβάνεται μαζί με τα κυρίως γεύματα. Τα θετικά αποτελέσματα της δράσης της είναι ότι δεν προκαλεί υπογλυκαιμίες, συμβάλλει στη μείωση του σωματικού βάρους, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από άτομα με δυσλιπιδαιμία, ενώ παράλληλα παρατηρείται άμεση απόκριση του οργανισμού με τη λήψη της. Οι **σουλφονουλουρίες** διεγείρουν την παραγωγή ινσουλίνης στο πάγκρεας γι' αυτό και προτείνεται σε άτομα που το πάγκρεάς τους εκκρίνει ακόμα ινσουλίνη. Συνήθως, χορηγούνται πριν από το γεύμα και επαναλαμβάνεται η δόση μετά από 12 ώρες. Πάντως, κανένα από τα παραπάνω φάρμακα δεν μπορεί να ελέγξει τα επίπεδα σακχάρου αν δεν συνδυαστεί με σωστή διατροφή και άσκηση (2,30; ΔΕΒΕ, 2013).

2.3 ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Η υγιεινή διατροφή συμβάλλει στη διατήρηση φυσιολογικών επιπέδων σακχάρου και αποφυγή υπογλυκαιμίας, βελτίωση λιπιδαιμικού προφίλ, επίτευξη φυσιολογικής ανάπτυξης του παιδιού και έλεγχο του σωματικού βάρους. Οι βασικές πηγές ενέργειας είναι οι υδατάνθρακες, τα λίπη και οι πρωτεΐνες.

Οι **υδατάνθρακες** για να χρησιμοποιηθούν από τον οργανισμό μετατρέπονται σε γλυκόζη, και πρέπει να αποτελούν περίπου το 50 – 55 % της ημερήσιας πρόσληψης (29). Συνήθως, διακρίνονται σε απλούς και σύνθετους. Με την κατανάλωση των απλών υδατανθράκων προκαλείται άμεσα αύξηση των επιπέδων σακχάρου στο αίμα (αφού μετατρέπονται σε γλυκόζη). Αν η ποσότητα των υδατανθράκων που καταναλώθηκε είναι μεγαλύτερη από αυτή

που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ή να αποθηκευθεί, τότε μετατρέπονται σε λίπος, γεγονός που προκαλεί αυξημένη συγκέντρωση τριγλυκεριδίων και χοληστερόλης. Η αύξηση αυτή έχει συνδεθεί με αυξημένο κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων. Από την άλλη, οι σύνθετοι υδατανθρακες προκαλούν βραδύτερη και πιο ομαλή αύξηση του σακχάρου στο αίμα και κατ' επέκταση μικρότερη αύξηση λιπιδίων. Γι' αυτό το λόγο, πρέπει να υπολογίζεται η ποσότητα των υδατανθράκων και ο Γλυκαιμικός Δείκτης (ΓΔ), και να μοιράζεται ισόποσα στα ημερήσια γεύματα. Αυτοί οι δύο παράγοντες επιδρούν στα επίπεδα σακχάρου και, κατ' επέκταση, επηρεάζουν την δοσολογία της ινσουλίνης που λαμβάνεται. Συγκεκριμένα, ο ΓΔ μπορεί να καθορίσει πόση ώρα πριν το φαγητό πρέπει να χορηγηθεί ινσουλίνη. Επιπλέον, η δοσολογία της ινσουλίνης μπορεί να ποικίλλει στο ίδιο άτομο, ανάλογα την ώρα της μέρας (Wilmore & Costill, 2011; ΔΕΒΕ, 2013).

Τα **λίπη** διακρίνονται σε κορεσμένα και ακόρεστα και συστήνεται να αποτελούν το 30 – 35% (29). Οι ασθενείς με ΣΔ παρουσιάζουν αυξημένο καρδιαγγειακό κίνδυνο και γι' αυτό το λόγο μόνο το 10% της ημερήσιας πρόσληψης επιτρέπεται να προέρχεται από κορεσμένα λίπη και τα υπόλοιπα από μονοακόρεστα. Ωστόσο, επειδή δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τη σύνθετη μορφή των τριγλυκεριδίων, μετατρέπονται σε γλυκερίνη και ελεύθερα λιπαρά οξέα (ΕΛΟ). Από αυτά τα παράγωγα, μόνο τα ΕΛΟ χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας (Wilmore & Costill, 2011; ΔΕΒΕ, 2013).

Τέλος, οι **πρωτεΐνες** αποτελούν μόλις το 10 – 15% και μπορούν να μετατραπούν, είτε σε γλυκόζη, είτε σε λίπος (λιπογένεση) (29). Οι πρωτεΐνες είναι απαραίτητες για την επιδιόρθωση, τον σχηματισμό και τη συντήρηση των ιστών. Σε περιπτώσεις ανεπάρκειας προκαλούνται σημαντικές διαταραχές στον οργανισμό. Πολλές τροφές πλούσιες σε πρωτεΐνη παρουσιάζουν μεγάλη περιεκτικότητα σε χοληστερόλη και κορεσμένα λίπη, διαταράσσοντας το λιπιδαιμικό προφίλ των ασθενών. Έτσι, προτείνεται να καταναλώνουν άπαχες πηγές πρωτεΐνης. Επιπροσθέτως, αυτή η διατροφή χαμηλή σε πρωτεΐνες συμβάλλει στην επιβράδυνση της νεφρικής νόσου (Wilmore & Costill, 2011; ΔΕΒΕ, 2013).

2.3.1 ΓΛΥΚΑΙΜΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ

Ο ΓΔ χρησιμοποιείται για να οριστεί η γλυκαιμική απόκριση του οργανισμού στην κατανάλωση των υδατανθράκων, με επακόλουθη αύξηση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα εντός 2 ωρών από τη λήψη τους (**Πιν.2.3**). Τροφές ίσης ποσότητας υδατανθράκων δεν παρουσιάζουν αύξηση του σακχάρου με την ίδια ταχύτητα. Γι' αυτό, ως σημείο αναφοράς έχουν χρησιμοποιηθεί 50γρ λευκό ψωμί και η απόκριση των υπόλοιπων τροφών συγκρίνεται με αυτή. Έτσι, χωρίζονται σε τροφές υψηλού ΓΔ (>85), μέτριου ΓΔ (60 – 85) και χαμηλού ΓΔ (<60). Άτομα με ΣΔ προτιμάται να καταναλώνουν τροφές χαμηλού και μέτριου ΓΔ.

Συνεπώς, πριν από αθλητικές δραστηριότητες, προτείνεται η κατανάλωση τροφίμων με χαμηλό ΓΔ για αποφυγή πιθανής υπεργλυκαιμίας. Ενώ, τροφές με υψηλό ΓΔ συμβάλλουν στην αποκατάσταση των μυών έπειτα από άσκηση μακράς διάρκειας και υψηλής έντασης, καθώς μπορούν να αναπληρώσουν άμεσα τις αποθήκες γλυκόζης σε μύες και ήπαρ (ΔΕΒΕ, 2013).

Πίνακας 2.3: Τρόφιμα με Βάση τον Γλυκαιμικό Δείκτη (Διαβητολογική Εταιρία Βορείου Ελλάδος, 2013)

 <p>Υψηλός γλυκαιμικός δείκτης</p>	<p>Γλυκόζη, Μέλι, Πουρές πατάτας, Πατάτες ψητές, Ρύζι λευκό, Κολοκύθα, Ποπ-κορν, Καρότα μαγειρεμένα, Ανανάς, Πεπόνι, Καρπούζι, Ζαχαρούχοι χυμοί</p>
 <p>Μεσαίος γλυκαιμικός δείκτης</p>	<p>Ψωμί λευκό, Ψωμί ολικής άλεσης, Ρύζι καστανό, Κουσκούς, Μπανάνες</p>
 <p>Χαμηλός γλυκαιμικός δείκτης</p>	<p>Σπαγγέτι λευκά και ολικής άλεσης, Μούσλι, Όσπρια, Γάλα, Γισούρτι, Αρακάς, Τα περισσότερα φρούτα και λαχανικά</p>

* πίνακας τιμών γλυκαιμικού δείκτη με τρόφιμο αναφοράς τη γλυκόζη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Τα άρθρα υπό εξέταση επιλέχθηκαν από τις βάσεις δεδομένων Google Scholar και PubMed με σκοπό να ενισχύσουν ή και να αμφισβητήσουν την ήδη υπάρχουσα γνώση, όπως αυτή είναι γνωστή σε όλους μέσω της βιβλιογραφίας και αρθρογραφίας. Οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν είναι: diabetes mellitus, type 1, type 2, exercise, children and adolescents. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε και συνδυασμός αυτών, όπως type 1 AND type 2, exercise AND type 1 diabetes, exercise AND type 2 diabetes, children AND diabetes, exercise AND diabetes in children. Αποδεκτά θεωρήθηκαν όσα άρθρα είχαν δημοσιευτεί εντός της τελευταίας δεκαετίας, δηλαδή 2009 έως 2019, διότι η πρόσβαση σε δημοσιεύσεις του 2020 δεν ήταν εφικτή. Επιπλέον, τα άρθρα έπρεπε να αναφέρονται αποκλειστικά στην άσκηση στον ΣΔ στα παιδιά και στους εφήβους, είτε αφορούσε τις θετικές επιδράσεις της στον πληθυσμό αυτό, είτε στους περιορισμούς – προβλήματα που μπορεί να παρουσιάζουν. Προτού γίνει εκτενής αναφορά στην υπό εξέταση αρθρογραφία, θεωρήθηκε σκόπιμο να αναφερθούν βασικές έννοιες και δεδομένα που είναι γνωστά μέχρι τώρα. Αναφέρονται τα είδη της άσκησης και τα οφέλη, οι αντενδείξεις και οι επιπλοκές που παρουσιάζονται στους ασθενείς με ΣΔ. Παράλληλα, αναφέρονται οι μεταβολικές αποκρίσεις του οργανισμού κατά τη διάρκεια αλλά και μετά το πέρας της σωματικής δραστηριότητας. Τέλος, επισημαίνονται οι τιμές στις μετρήσεις της γλυκόζης σύμφωνα με τις οποίες κρίνεται αν το άτομο μπορεί στην παρούσα φάση να προχωρήσει στην πραγματοποίηση κάποιας αθλητικής δραστηριότητας ή όχι.

3. ΑΣΚΗΣΗ

3.1 ΑΕΡΟΒΙΑ – ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ

Η σωματική δραστηριότητα διακρίνεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, στην αερόβια και αναερόβια. Η αερόβια ή καρδιοαναπνευστική προπόνηση έχει ως σκοπό να βελτιώσει οποιοδήποτε παράγοντα που έχει σχέση με την αντοχή, δηλαδή το αναερόβιο κατώφλι, την πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}) και την αιματική κυκλοφορία (**Πιν.3.1**). Πιο συγκεκριμένα, η αερόβια προπόνηση ορίζεται μεταξύ του αερόβιου και αναερόβιου κατωφλιού και ο αθλούμενος πρέπει να συμβαδίζει με αυτά τα όρια. Αν η άσκηση υπερβεί το αναερόβιο κατώφλι τότε αυξάνεται η συσσώρευση του γαλακτικού οξέος στο σώμα με αποτέλεσμα να περιορίζονται οι ωφέλιμες επιδράσεις της στην αερόβια ικανότητα.

Για να οριστεί αυτού του είδους η προπόνηση πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η ένταση και η διάρκειά της. Η ένταση διακρίνεται σε διαλειμματική και συνεχή. Στην περίπτωση της πρώτης η διάρκεια συνιστάται να υπερβαίνει το ένα λεπτό, ώστε να επιτυγχάνεται η παραγωγή

ενέργειας μέσω του αερόβιου μηχανισμού. Όσον αφορά την συνεχή προπόνηση υπάρχουν δυο περιπτώσεις διάκρισης: (α) μεγάλης διάρκειας και μέτριας έντασης, κατά την οποία η ένταση ορίζεται στο 60% της VO₂max για μεγάλη διάρκεια, και (β) μέτριας διάρκειας και μεγάλης έντασης, δηλαδή στο 80 με 90% VO₂max αλλά για μικρότερη διάρκεια (Κλεισούρας, 2004; ΕΔΕ,2020).

Πίνακας 3.1: Αερόβια Άσκηση (Ελληνική Διαβητολογική Εταιρία, 2020)

<i>Ορισμός</i>	<i>Ένταση</i>	<i>Είδος άσκησης</i>
Ρυθμική επαναλαμβανόμενη κίνηση των μυών διάρκειας τουλάχιστον 10 λεπτών κάθε φορά	Μέτρια 50-70% του μέγιστου καρδιακού ρυθμού*	Ποδήλατο Γρήγορο βάδισμα Κολύμβηση Χορός
	Έντονη >70% του μέγιστου καρδιακού ρυθμού	Γρήγορο βάδισμα σε ανάβαση Τροχάδην Αεροβική γυμναστική Ποδόσφαιρο Καλαθοσφαίριση Γρήγορη κολύμβηση Γρήγορος χορός

*Μέγιστος υπολογιζόμενος καρδιακός ρυθμός: Για γυναίκες και μη γυμνασμένους άνδρες = 220 – ηλικία.
Για γυμνασμένους άνδρες = 205 – (0,5 × ηλικία)

Από την άλλη, κατά την αναερόβια προπόνηση ο οργανισμός βασίζεται στην αναερόβια γλυκόλυση για την παραγωγή της απαραίτητης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών του (Πιν.3.2). Αυτού του είδους προπόνηση βελτιώνει την αναερόβια ικανότητα και την ανοχή του ατόμου στον πόνο λόγω συσσώρευσης γαλακτικού οξέος. Και εδώ ορίζεται ένα κατώτερο και ένα ανώτερο όριο έντασης. Ως κατώτερο όριο θεωρείται η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου και ως ανώτερο η ενεργοποίηση της γλυκογονόλυσης και η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος. Τα αθλήματα αυτά πραγματοποιούνται σε υπερμέγιστες εντάσεις (150% VO₂max), ενώ ο αερόβιος μεταβολισμός συμμετέχει μόλις στο 30%. Αυτού του είδους προπονήσεις δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις 4 φορές την εβδομάδα. Επειδή στη συγκεκριμένη περίπτωση η διάρκεια δεν ξεπερνάει το ένα λεπτό δεν είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί η καρδιακή συχνότητα ώστε να οριστεί η ένταση της άσκησης (Κλεισούρας, 2004; ΕΔΕ,2020).

Πίνακας 3.2: Αναερόβια Άσκηση (Ελληνική Διαβητολογική Εταιρία, 2020)

<i>Ορισμός</i>	<i>Συχνότητα που συνιστάται</i>	<i>Είδος άσκησης</i>
Ασκήσεις που χρησιμοποιούν μυϊκή δύναμη για να μετατοπίσουν ένα βάρος ή ασκούν μυϊκή αντίσταση έναντι ενός βάρους	Εκτελούνται 2-3 φορές την εβδομάδα ασκήσεις που να αφορούν κατά το δυνατόν περισσότερες ομάδες μυών. Οι ασκήσεις αυτές επαναλαμβάνονται σε κάθε συνεδρία 8-10 φορές ανά ομάδα μυών	Ελεύθερα βάρη Ειδικά μηχανήματα που προβάλλουν ρυθμιζόμενη αντίσταση στο έργο μυϊκών ομάδων

3.2 ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ ΟΦΕΛΗ ΣΤΟΝ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ

Όπως προαναφέρθηκε, η σωματική άσκηση αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην πρόληψη και θεραπεία της νόσου, αλλά και στην πρόληψη των επιπλοκών της. Στην περίπτωση του ΣΔ προτείνεται η συμμετοχή σε αερόβιες δραστηριότητες, μέτριας προς υψηλής έντασης, το λιγότερο μια ώρα την ημέρα και τουλάχιστον τρεις φορές την εβδομάδα (1). Ως εβδομαδιαίος στόχος έχει οριστεί η επίτευξη 150 έως 300 λεπτών εκγύμνασης, όπου είναι δυνατό να διακριθούν σε δεκαπεντάλεπτες δόσεις άσκησης.

Η αερόβια άσκηση βελτιώνει την καρδιαγγειακή και αναπνευστική λειτουργία των ατόμων με ΣΔ, αυξάνει τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO₂max), βελτιώνει το λιπιδαιμικό προφίλ και την αρτηριακή τους πίεση. Έτσι, μειώνεται ο κίνδυνος εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων. Πιο συγκεκριμένα, οι ασθενείς με ΣΔ παρουσιάζουν τρεις φορές μεγαλύτερο κίνδυνο για εμφάνιση στεφανιαίας νόσου και έξι φορές μεγαλύτερο κίνδυνο εμφάνισης σιωπηλού εμφράγματος του μυοκαρδίου (Williamson, 2016; ΔΕΒΕ,2013).

Οι αναερόβιες ασκήσεις (ή ασκήσεις με αντιστάσεις ή ενδυνάμωσης) προτείνεται να εκτελούνται 2 με 3 φορές την εβδομάδα, με ενδιάμεσο διάλειμμα 2 ημερών, ώστε να προλάβουν να αποκατασταθούν οι μυϊκές ίνες. Συνήθως, ένα αναερόβιο πρόγραμμα εκγύμνασης συνιστάται να περιλαμβάνει περίπου 10 πολυαρθρικές ασκήσεις, 2 με 3 σετ, επί 8 έως 12 επαναλήψεις. Αυτές οι ασκήσεις παρέχουν συμπληρωματικά οφέλη σε αυτά της αερόβιας, καθώς βοηθούν δραστικά την μυϊκή ενδυνάμωση, βελτιώνουν τον γλυκαιμικό έλεγχο και ενισχύουν τη δράση της ινσουλίνης μέσω της αυξημένης μυϊκής σύσπασης (Williamson, 2016).

Στην περίπτωση του ΣΔ₂, έχει φανεί ότι η λήψη φαρμακευτικής αγωγής μπορεί να μειωθεί σημαντικά μέσω της άσκησης, αφού μαζί με μια ισορροπημένη διατροφή, μπορούν να

επιτύχουν τη ζητούμενη γλυκαιμική ρύθμιση. Γενικότερα, η άσκηση -αερόβια και αναερόβια- έχει θετικές επιδράσεις στα παιδιά με ΣΔ, καθώς αυτή:

- Ρυθμίζει τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα
- Μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης στεφανιαίας νόσου, εγκεφαλικών επεισοδίων και περιφερικής αγγειοπάθειας
- Αυξάνει την ευαισθησία των κυττάρων στη δράση της ινσουλίνης
- Αυξάνει τη δύναμη και τη μάζα των μυών
- Βοηθάει στη μείωση και διατήρηση φυσιολογικού σωματικού βάρους
- Βελτιώνει την υγεία των οστών
- Βελτιώνει το λιπιδαιμικό προφίλ
- Βελτιώνει την αυτοπεποίθηση και τη διάθεση
- Συμβάλλει στην κοινωνικοποίηση (1, 5; ΕΔΕ,2020; Wilmore & Costill,2011)

Ένα άρτια δομημένο πλάνο εκγύμνασης είναι καλό να αποτελείται από αερόβιες ασκήσεις, ασκήσεις με αντιστάσεις και ασκήσεις ευκαμψίας (**Πιν.3.3**). Όπως και στον γενικό πληθυσμό, το πρόγραμμα άσκησης στο ΣΔ πρέπει να περιλαμβάνει 5 με 10 λεπτά προθέρμανση όλου του σώματος (μυών και αρθρώσεων), ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος εμφάνισης καρδιακής αρρυθμίας. Στο τέλος, είναι απαραίτητη η αποθεραπεία (περίπου 10 λεπτά) με σκοπό η καρδιακή και αναπνευστική συχνότητα να επανέλθουν ομαλά στα προ της άσκησης επίπεδα (Williamson, 2016).

Πίνακας 3.3: Διάκριση Δραστηριοτήτων (U.S. Department of Health and Human Services, 2008)

Type of Physical Activity	Age Group	
	Children	Adolescents
Moderate–intensity aerobic	<ul style="list-style-type: none"> • Active recreation, such as hiking, skateboarding, rollerblading • Bicycle riding • Brisk walking 	<ul style="list-style-type: none"> • Active recreation, such as canoeing, hiking, skateboarding, rollerblading • Brisk walking • Bicycle riding (stationary or road bike) • Housework and yard work, such as sweeping or pushing a lawn mower • Games that require catching and throwing, such as baseball and softball
Vigorous–intensity aerobic	<ul style="list-style-type: none"> • Active games involving running and chasing, such as tag • Bicycle riding • Jumping rope • Martial arts, such as karate • Running • Sports such as soccer, ice or field hockey, basketball, swimming, tennis • Cross-country skiing 	<ul style="list-style-type: none"> • Active games involving running and chasing, such as flag football • Bicycle riding • Jumping rope • Martial arts, such as karate • Running • Sports such as soccer, ice or field hockey, basketball, swimming, tennis • Vigorous dancing • Cross-country skiing
Muscle–strengthening	<ul style="list-style-type: none"> • Games such as tug-of-war • Modified push-ups (with knees on the floor) • Resistance exercises using body weight or resistance bands • Rope or tree climbing • Sit-ups (curl-ups or crunches) • Swinging on playground equipment/bars 	<ul style="list-style-type: none"> • Games such as tug-of-war • Push-ups and pull-ups • Resistance exercises with exercise bands, weight machines, hand-held weights • Climbing wall • Sit-ups (curl-ups or crunches)
Bone–strengthening	<ul style="list-style-type: none"> • Games such as hopscotch • Hopping, skipping, jumping • Jumping rope • Running • Sports such as gymnastics, basketball, volleyball, tennis 	<ul style="list-style-type: none"> • Hopping, skipping, jumping • Jumping rope • Running • Sports such as gymnastics, basketball, volleyball, tennis

3.3 ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

Όπως προαναφέρθηκε στο γενικό μέρος, η γλυκόζη που προσλαμβάνεται με την τροφή μετατρέπεται σε γλυκογόνο και αποθηκεύεται στους μύες και το ήπαρ μέχρι να χρειαστεί. Φυσικά, για να χρησιμοποιηθεί το γλυκογόνο πρέπει πρώτα να μετατραπεί ξανά σε γλυκόζη με τη γλυκογονόλυση, διαδικασία η οποία επιταχύνεται με την γλυκαγόνη. Ένας άλλος τρόπος αύξησης των επιπέδων γλυκόζης είναι μέσω της διαδικασίας της γλυκονεογένεσης, κατά την οποία το ήπαρ μετατρέπει τις πρωτεΐνες σε γλυκόζη.

Κατά τη διάρκεια της άσκησης, τα επίπεδα γλυκαγόνης αυξάνονται ώστε να εντείνουν τον ρυθμό απελευθέρωσης γλυκόζης μέσω της γλυκογονόλυσης. Παράλληλα, με τη μυϊκή δραστηριότητα απελευθερώνονται κατεχολαμίνες (αδρεναλίνη και νοραδρεναλίνη), οι οποίες ενισχύουν τη γλυκογονόλυση. Μια ακόμα ορμόνη που παράγεται είναι η κορτιζόλη με σκοπό να ενισχυθεί η γλυκονεογένεση. Συνεπώς, οι διεργασίες αυτές προκαλούν σημαντική αύξηση των επιπέδων γλυκόζης. Όσο αυξάνεται η ένταση και η διάρκεια της άσκησης, αυξάνεται ανάλογα και η γλυκόζη λόγω απελευθέρωσης κατεχολαμινών. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στην παραγωγή περισσότερης γλυκόζης από ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους ιστούς. Ωστόσο, ενώ το ήπαρ απελευθερώνει γλυκόζη για να διατεθεί μέσω της κυκλοφορίας στους μύες, αυτοί χρησιμοποιούν πρώτα το γλυκογόνο που έχουν στις αποθήκες τους. Έτσι, η γλυκόζη παραμένει στο πλάσμα και αυξάνονται τα επίπεδά της. Επιπλέον, η ποσότητα της ινσουλίνης στο αίμα (υπεύθυνη για τη μεταφορά της γλυκόζης τους ιστούς) μειώνεται δραματικά, παρά την ολοένα αυξανόμενη γλυκόζη στο πλάσμα. Αυτή η μείωση εξισορροπείται με την μυϊκή σύσπαση, η οποία αυξάνει τον αριθμό και τη δραστηριότητα των υποδοχέων στα κύτταρα, με αποτέλεσμα να εξασφαλίζεται η επαρκής μεταφορά και χρήση της γλυκόζης από τους ιστούς χωρίς να απαιτούνται ανάλογα επίπεδα ινσουλίνης. Ωστόσο, ο ρυθμός απελευθέρωσης της γλυκόζης μπορεί να μη συνάδει με τον ταχύτατο ρυθμό πρόσληψής της από τους μύες. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η λήψη εξωγενούς γλυκόζης (υπό τη μορφή υδατανθράκων) μπορεί να είναι αναγκαία για την αποτροπή υπογλυκαιμίας.

Όσο παρατείνεται η διάρκεια της άσκησης (ασκήσεις αντοχής), ο ρυθμός απελευθέρωσης της γλυκόζης συμβαδίζει με τον ρυθμό πρόσληψης από τους μύες, διατηρώντας τα επίπεδα γλυκόζης σε φυσιολογικά επίπεδα ή οριακά αυξημένα. Η αυξημένη χρήση της γλυκόζης από τους μύες οδηγεί σε υπέρμετρη κατανάλωση του ηπατικού γλυκογόνου για τη διαδικασία της γλυκογονόλυσης και την αυξημένη παραγωγή γλυκαγόνης, για να ενισχυθεί η γλυκονεογένεση. Σε ασκήσεις αντοχής, όπου τα αποθέματα γλυκογόνου έχουν μειωθεί αρκετά, οι μυϊκές ίνες αναγκάζονται να χρησιμοποιήσουν τα λίπη για καύσιμο, αφού πρώτα αυτά μετατραπούν σε ΕΛΟ με τη διαδικασία της λιπόλυσης. Σε τέτοιες περιπτώσεις, ο οργανισμός επιταχύνει τη λιπόλυση με την βοήθεια της αδρεναλίνης και της νοραδρεναλίνης, ενώ η κορτιζόλη συμβάλλει στην ενίσχυση της χρήσης τους από τα κύτταρα. Η μείωση των ΕΛΟ (σε ασθενείς με ΣΔτ2) έχει φανεί ότι αυξάνει την ευαισθησία του οργανισμού στην ινσουλίνη και την ανοχή στη γλυκόζη (Wilmore & Costill, 2011).

Μετά το πέρας της άσκησης, οι μύες έχουν ανάγκη να αναπληρώσουν τις αποθήκες τους με γλυκογόνο χρησιμοποιώντας την περίσσεια γλυκόζης που υπάρχει στο αίμα, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο τα επίπεδά της (Wilmore & Costill, 2011). Ο κίνδυνος εμφάνισης υπογλυκαιμίας μπορεί να υπάρχει έως και 48 ώρες μετά (15,19,20).

3.4 ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΗ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΟΝ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ

Όπως αναφέρθηκε στο γενικό μέρος, οι οξείες επιπλοκές αποτελούνται από την υπογλυκαιμία, την υπεργλυκαιμία και τη ΔΚΟ. Οι ασθενείς πρέπει να εκπαιδεύονται ώστε να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τα συμπτώματα αυτών των επιπλοκών. Στα συμπτώματα της **υπογλυκαιμίας** ανήκουν η λιποθυμία, η έντονη εφίδρωση, η ζάλη, η κόπωση, η ευερεθιστικότητα, η κεφαλαλγία, η νευρική κατάσταση, η κολλώδης ομιλία, ο πτωχός συντονισμός, το έντονο αίσθημα παλμών και η μυϊκή αδυναμία. Αυτά μοιάζουν αρκετά με τις επιπτώσεις της σωματικής δραστηριότητας στον οργανισμό και μπορεί να προκληθεί σύγχυση κατά την προσπάθεια αναγνώρισής τους. Από την άλλη, τα συμπτώματα την **υπεργλυκαιμίας** (και κατ' επέκταση της **ΔΚΟ**) είναι η αδυναμία, η υπέρμετρη δίψα, η υπερβολική ούρηση, η ξηροστομία, η ναυτία, οι εμετοί, η απόπνοια οξόνης, η δύσπνοια και η ευαισθησία στην κοιλιά (Williamson,2016; ΔΕΒΕ,2013).

3.4.1 ΥΠΟΓΛΥΚΑΙΜΙΑ

Υπό φυσιολογικές συνθήκες, κατά τη διάρκεια της άσκησης, παρατηρείται μείωση της ινσουλίνης που απελευθερώνεται με παράλληλη αύξηση της ευαισθησίας των ιστών σε αυτή. Η μειωμένη έκκριση ινσουλίνης οδηγεί σε παραγωγή γλυκόζης μέσω της γλυκονεογένεσης προκειμένου να παραμένει σε σταθερά επίπεδα. Στην περίπτωση όμως του ΣΔ, το ήπαρ δεν παράγει την κατάλληλη ποσότητα ινσουλίνης που απαιτείται για τις μεταβολικές ανάγκες, καταφεύγοντας στη χορήγηση ενέσιμης ινσουλίνης. Συνεπώς, σε περιόδους άσκησης, η ευαισθησία στη δράση της ινσουλίνης αυξάνεται ενώ η ποσότητά της παραμένει αμετάβλητη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση υπογλυκαιμικού επεισοδίου, καθώς η γλυκόζη στο αίμα μειώνεται χωρίς να αντικαθιστάται με τη διαδικασία της γλυκονεογένεσης.

Ο κίνδυνος εμφάνισης υπογλυκαιμίας караδοκεί έως και 48 ώρες μετά την άσκηση, ακόμα και κατά τη διάρκεια του ύπνου, διότι ο οργανισμός προσπαθεί να αναπληρώσει τις αποθήκες του γλυκογόνου με τη γλυκόζη που έχει παραμείνει στο αίμα. Γι' αυτό το λόγο, προτείνεται η κατανάλωση υδατανθράκων πριν, κατά τη διάρκεια, αλλά και μετά το πέρας της σωματικής δραστηριότητας. Παράλληλα, συνιστάται η μείωση της δόσης ινσουλίνης που χορηγείται πριν από αυτή (19,25; Williamson,2016; Πλέσσας,2010).

3.4.2 ΥΠΕΡΓΛΥΚΑΙΜΙΑ ΚΑΙ ΔΚΟ

Ωστόσο, η μείωση της δόσης της ινσουλίνης πριν από την άσκηση πρέπει να είναι ελεγχόμενη και να συνάδει με τις ανάγκες του εκάστοτε ασθενή. Η υπέρμετρη αυτή μείωση μπορεί να οδηγήσει σε κρίσεις υπεργλυκαιμίας, καθώς παρεμποδίζεται η μεταφορά της

γλυκόζης στους ιστούς-στόχους με επακόλουθη συσσώρευσή της στο πλάσμα. Αφού οι ιστοί δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη γλυκόζη ως καύσιμο καταφεύγουν στα λίπη για την παραγωγή ενέργειας, με επακόλουθη συσσώρευση κετονοσωμάτων-κετοξέων. Η υπερβολική συγκέντρωση κετοξέων οδηγεί στην εμφάνιση ΔΚΟ, η οποία είναι απειλητική για τη ζωή των ατόμων με ΣΔ. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της άσκησης οι ασθενείς πρέπει να λαμβάνουν κατάλληλες ποσότητες υγρών με σκοπό να αποφευχθεί η αφυδάτωση και ο κίνδυνος θερμοπληξίας, αφού η πρώτη προμηνύει την εμφάνιση υπεργλυκαιμίας (Williamson,2016; Πλέσσας,2010).

3.4.3 ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ

Παρά τις ωφέλιμες επιδράσεις των αερόβιων και αναερόβιων ασκήσεων που προαναφέρθηκαν, πριν λάβουν μέρος σε κάποιο πρόγραμμα εκγύμνασης, τα άτομα με ΣΔ είναι καλό να έχουν γνώση σχετικά με τις αρνητικές επιδράσεις ή επιπλοκές, οι οποίες είναι πιθανό να προκύψουν κατά την άσκηση.

Εξαιτίας της αρτηριοσκλήρυνσης που παρουσιάζεται στον ΣΔ, παρεμποδίζεται η αιματική κυκλοφορία με επακόλουθη αύξηση της καρδιαγγειακής και αναπνευστικής συχνότητας. Για να αποφευχθεί αυτή η ραγδαία αύξηση της λειτουργίας του καρδιοαναπνευστικού συστήματος, πρέπει η ένταση της σωματικής δραστηριότητας (αερόβιας και αναερόβιας) να ορίζεται με βάση τις ικανότητες και την πρόοδο του ατόμου. Επίσης, για να αποφευχθεί ο κίνδυνος υπέρτασης είναι καλό να αποφεύγονται οι ισομετρικές ασκήσεις ή αυτές όπου τα άνω άκρα παραμένουν πάνω από το επίπεδο της κεφαλής για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Τέλος, κατά τη διάρκεια ασκήσεων με αντιστάσεις παρατηρείται η τεχνική Valsalva, κατά την οποία το άτομο συγκρατεί τον εισπνεόμενο αέρα, αυξάνοντας την ενδοκοιλιακή πίεση, ώστε να διευκολύνει την άρση των βαρών. Όμως, με την τεχνική αυτή αυξάνεται και η αρτηριακή πίεση.

Οι ασκήσεις με υψηλές αντιστάσεις είναι καλό να αποφεύγονται από τους ασθενείς με περιφερική αγγειοπάθεια ή και περιφερική νευροπάθεια. Η πρώτη οδηγεί σε μείωση της αιματικής κυκλοφορίας και η δεύτερη σε μείωση της αισθητικότητας στην περιφέρεια, ιδιαίτερα στα κάτω άκρα. Γι' αυτό το λόγο θα πρέπει να φοράνε κατάλληλα παπούτσια και να ελέγχουν συστηματικά τα μέλη τους για πιθανούς τραυματισμούς. Μια ακόμα αιτία τραυματισμού είναι οι διαταραχές στην ισορροπία, και κατ' επέκταση στη βάδιση, αυτών των ατόμων. Επιπροσθέτως, οι ασκήσεις μεγάλων αντιστάσεων δεν πρέπει να εκτελούνται από ασθενείς με αμφιβληστροειδοπάθεια, διότι κινδυνεύουν να εμφανίσουν αποκόλληση του αμφιβληστροειδούς ή αιμορραγία του υαλοειδούς σώματος. Σε αυτές τις περιπτώσεις, είναι προτιμότερες οι ασκήσεις χαμηλής και μέτριας επιβάρυνσης (Williamson,2016; Wilmore & Costill,2011).

3.5 ΜΕΤΡΗΣΗ ΓΛΥΚΟΖΗΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΗ

Πριν ξεκινήσουν κάποιο πρόγραμμα άσκησης, θα πρέπει να ελέγχουν και να καταγράφουν συστηματικά τα επίπεδα γλυκόζης, αλλά και την γλυκαιμική απόκριση του οργανισμού τους στα διαφορετικά είδη εκγύμνασης.

Αρχικά, τα άτομα με ΣΔ οφείλουν να μετρούν το σάκχαρό τους 30 λεπτά πριν ξεκινήσουν να γυμνάζονται. Αν το σάκχαρο στο αίμα είναι 100 - 250 mg/dL τότε βρίσκεται σε φυσιολογικά επίπεδα και μπορούν να ξεκινήσουν να αθλούνται, αφού η σωματική άσκηση θεωρείται ακίνδυνη για αυτούς. Αν τα επίπεδα σακχάρου είναι κάτω από τα φυσιολογικά, δηλαδή ≤ 100 mg/dL, τότε θεωρείται αρκετά χαμηλό. Για να μπορέσουν να αθληθούν με ασφάλεια συστήνεται η κατανάλωση υδατανθράκων, ώστε να ανέλθει η γλυκόζη σε επιτρεπτά για την άσκηση επίπεδα. Από την άλλη, επίπεδα σακχάρου ≥ 250 mg/dL θεωρούνται επικίνδυνη ζώνη και οι ασθενείς θα πρέπει να ελέγχουν τα ούρα τους για πιθανή παρουσία κετονοσωμάτων. Στη συγκεκριμένη περίπτωση προτείνεται η αποφυγή άσκησης μέχρι τα επίπεδα των κετονοσωμάτων να επανέλθουν σε φυσιολογικές τιμές. Αν δεν ακολουθήσουν τις συστάσεις τότε κινδυνεύουν να εμφανίσουν ΔΚΟ. Τέλος, επίπεδα σακχάρου ≥ 300 mg/dL είναι επικίνδυνα για άσκηση, λόγω αυξημένου κινδύνου ΔΚΟ.

Στη συνέχεια, αφού τα επίπεδα σακχάρου κριθούν κατάλληλα για την έναρξη της άσκησης και όσο η διάρκειά της παρατείνεται, τα άτομα με ΣΔ πρέπει να ελέγχουν τα επίπεδα σακχάρου τους κάθε μισή ώρα. Αν η γλυκόζη είναι κάτω από 70 mg/dL και παρουσιάζει κάποιο από τα κλασικά συμπτώματα υπογλυκαιμίας, τότε η άσκηση διακόπτεται και οι ασθενείς θα πρέπει να καταναλώσουν κάποια τροφή ή ρόφημα με γλυκόζη, ώστε να επανέλθει σε φυσιολογικά επίπεδα. Οι ασθενείς πρέπει να μετρήσουν πάλι τη γλυκόζη τους μετά από 15 λεπτά. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται έως ότου τα επίπεδα γλυκόζης ανέλθουν σε επίπεδα ασφαλή για σωματική δραστηριότητα. Τέλος, μετά το πέρας της άσκησης είναι απαραίτητη η κατανάλωση υδατανθράκων για την αποτροπή υπογλυκαιμικών επεισοδίων (ΔΕΒΕ,2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4. ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΑ ΠΑΙΔΙΑ

4.1 Η ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΑ ΠΑΙΔΙΑ ΜΕ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ ΤΥΠΟΥ 1

Πίνακας 4.1: Υπό Εξέταση Άρθρα για την Επίδραση της Άσκησης στα Παιδιά με ΣΔτ1

ΜΕΛΕΤΗ	ΣΤΟΧΟΣ	ΔΕΙΓΜΑ	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
Czenczek - Lewandowska E. et al. (2019)	Σύγκριση επιπέδων σωματικής άσκησης και αν επηρεάζεται από μέθοδο θεραπείας μεταξύ ατόμων με ΣΔτ1 και υγιείς	330 συμμετέχοντες 6 – 18 ετών	(Α) ομάδα μελέτης (215 με ΣΔτ1) (Β) ομάδα ελέγχου (115 υγιείς) Χρήση επιταχυνσιόμετρο υ, 12 ώρες/ημέρα, για 7 μέρες	Καταγραφή διάρκειας και έντασης της δραστηριότητας Καταγραφή αριθμού βημάτων ανά ημέρα Καταγραφή μεθόδου θεραπείας: (Α) πολλαπλές ενέσεις, (Β) συνεχείς έγχυση ινσουλίνης	Μειωμένη συμμετοχή στη σωματική άσκηση των ατόμων με ΣΔτ1 σε σύγκριση με τον υγιή πληθυσμό Δεν εξαρτάται από τη μέθοδο θεραπείας η συμμετοχή στην άσκηση
Cockcroft EJ. et al. (2017)	Αξιολογήθηκαν οι επιδράσεις της μέτριας και υψηλής έντασης άσκησης	3 συμμετέχοντες 1 κοπέλα 17,1 ετών	Τοποθετήθηκε συσκευή ΣΚΓ για 4 μέρες. 3 συνθήκες: (Α) άσκηση υψηλής έντασης,	Καταγράφηκαν τα επίπεδα γλυκόζης και ο χρόνος που πέρασαν σε καταστάσεις υπό-, υπέρ- και ευγλυκαιμίας.	Και τα δυο είδη άσκησης βελτίωσαν βραχυπρόθεσμα τον γλυκαιμικό έλεγχο Η άσκηση υψηλής έντασης ήταν πιο

	στον 24ωρο γλυκαιμικό έλεγχο	2 αγόρια 14,8 και 16,6 ετών	(B) άσκηση μέτριας έντασης, (Γ) συνθήκη ελέγχου Χρησιμοποιήθηκε η Μέθοδος Αξιολόγησης Αντιληπτής Προσπάθειας (RPE) Συμπλήρωσαν την κλίμακα απόλαυσης της φυσικής άσκησης (PACES)	Δοκιμασία ανοχής της γλυκόζης σε μεικτά γεύματα (MMTT)	ευχάριστη (συγκριτικά με τη μέτρια ένταση) και συνδέθηκε με μεγαλύτερη αύξηση του χρόνου που πέρασαν σε κατάσταση νυχτερινής υπογλυκαιμίας
Gusso S. et al. (2017)	Εξετάστηκε η αποτελεσμα τικότητα της άσκησης στη βελτίωση της συστολικής και διαστολικής λειτουργίας της αριστερής κοιλίας	72 συμμετέχ οντες 14 – 18 ετών	(A) Ομάδα άσκησης (37 με ΣΔτ1), (B) Ομάδα ελέγχου (13 με ΣΔτ1, όπου δεν συμμετείχαν σε δραστηριότητα), (Γ) Ομάδα άσκησης (22 υγιείς) 60' (40' το λιγότερο) αερόβιας άσκησης στο 85% της ΜΚΣ, 4 φορές/εβδομάδα,	Χρησιμοποιήθηκε συσκευή μέτρησης καρδιακών παλμών κατά τη διάρκεια της άσκησης Μετρήθηκαν επιπλέον ειδικοί καρδιακοί παράμετροι, όπως: κλάσμα εξώθησης, όγκος παλμού, τελικός συστολικός και διαστολικός όγκος	Βελτίωση αερόβιας ικανότητας Βελτίωση λειτουργίας αριστερής κοιλίας Μείωση περιφερικών αντιστάσεων στην ομάδα άσκησης με ΣΔτ1

			για 20 εβδομάδες	και οι περιφερικές αντιστάσεις Μετρήθηκε η άλιπη μάζα	
Metcalf KM. et al. (2014)	Αξιολογήθηκε η σχέση της μέτριας προς υψηλή ένταση άσκησης με την εμφάνιση υπογλυκαιμικών επεισοδίων, την ίδια νύχτα ή την επόμενη μέρα	19 συμμετέχοντες 14 – 20 ετών 10 κορίτσια, 9 αγόρια	Τοποθετήθηκε συσκευή ΣΚΓ, 24 ώρες/μέρα, για 3 – 5 μέρες	Η ολοήμερη άσκηση μέτριας προς υψηλή ένταση (MVPA _{TOT}) διακρίθηκε σε 2: MVPA ₆₋₁₅ (6πμ – 3μμ) MVPA _{15-BT} (3μμ – ώρα του ύπνου) Όρισαν ως υπογλυκαιμικά επεισόδια τιμές γλυκόζης ≤ 70 mg/dL	Αυξημένος κίνδυνος νυχτερινής υπογλυκαιμίας ή και την επόμενη ημέρα, λόγω συμμετοχής σε άσκηση τις απογευματινές ώρες
Lukacs A. et al. (2013)	Εξετάστηκε η συσχέτιση της ποιότητας ζωής και της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας	106 συμμετέχοντες 8 – 18 ετών 53 κορίτσια, 53 αγόρια	Συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο για την ποιότητα ζωής (Pediatric Quality of Life Inventory™ 3.0 Diabetes Module) και ένα για το επίπεδο συμμετοχής στην άσκηση (Physical Activity Questionnaire)	Μετρήθηκε η μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου (VO _{2max}) και η HbA1c	Καλύτερη καρδιοαναπνευστική λειτουργία συσχετίστηκε με καλύτερο μεταβολικό έλεγχο και ποιότητα ζωής
Maggio ABR. et	Τυχαιοποιημένα μέλη	27 με ΣΔτ1	Δύο ομάδες: (Α) άσκησης (15	Μετρήθηκε η οστική πυκνότητα	Αυξήθηκε η οστική πυκνότητα

al. (2012)	ελεγχόμενη δοκιμή για την επίδραση της άσκησης στην οστική πυκνότητα των ατόμων με ΣΔτ1 συγκριτικά με τον υγιή πληθυσμό	32 υγιείς Μέσο όρο ηλικίας: 10,5 ± 2,4 έτη	με ΣΔτ1, 15 υγιείς) (B) ελέγχου (12 με ΣΔτ1, 17 υγιείς) Πρόγραμμα άσκησης για 9 μήνες: 10' προθέρμανση, 10' άλματα, 60' δραστηριότητες με βάρη, 10' αποθεραπεία	Επιπλέον, βάρος, ύψος, ΔΜΣ και άπαχη σωματική μάζα	Θετική συσχέτιση άπαχης σωματικής μάζας και οστικής πυκνότητας
Tunar M. et al. (2012)	Εξετάστηκαν οι επιδράσεις της μεθόδου Pilates στον μεταβολικό έλεγχο	31 άτομα με ΣΔτ1 12 – 17 ετών 16 κορίτσια, 15 αγόρια	Ομάδα παρέμβασης (17 άτομα) και ομάδα ελέγχου (14 άτομα) Άσκηση 40', 3 φορές/εβδομάδα, για 12 εβδομάδες	Μέτρηση γλυκόζης 8 φορές/ημέρα Μέτρησαν HbA1c, συνολική χοληστερόλη, τριγλυκερίδια, HDL, LDL, δόση ινσουλίνης, ύψος, βάρος, ΔΜΣ	Καμία επίδραση στον μεταβολικό έλεγχο Βελτίωση δύναμης, ελαστικότητας και άλματος
Schweiger B. et al. (2010)	Αξιολογήθηκε το επίπεδο σωματικής άσκησης σε νεαρές κοπέλες με ΣΔτ1 και συγκρίθηκε με την εθνικότητα	203 κορίτσια με ΣΔτ1 11 – 19 ετών	Συμπλήρωσαν ερωτηματολόγια για τα επίπεδα σωματικής άσκησης μέσα σε μία τυπική εβδομάδα (μέτριας προς υψηλή ένταση) και την εθνικότητα	Μέτρησαν πίεση του αίματος, παλμούς, ύψος, βάρος, ΔΜΣ, HbA1c, επίπεδα γλυκόζης και δόσεις ινσουλίνης	Αυξημένη συμμετοχή σε άσκηση συνδέθηκε με καλύτερο γλυκαιμικό έλεγχο, λόγω μείωσης επιπέδων HbA1c

	τους		(ισπανική ή όχι)		
Faulkner MS. et al. (2010)	Αξιολογήθηκε η συσχέτιση εξατομικευμένου προγράμματος άσκησης με την ποιότητα ζωής, την καρδιαγγειακή ικανότητα και τον γλυκαιμικό έλεγχο	12 συμμετέχοντες 12 – 19 ετών 9 αγόρια, 3 κορίτσια	Εξατομικευμένο πρόγραμμα αερόβιας άσκησης 60' (60 – 75% της ΜΚΣ), 5 μέρες/εβδομάδα, για 16 εβδομάδες Δυνατότητα να διαιρεθεί σε μικρότερες δόσεις (10', 30', 60') Ερωτηματολόγια για ποιότητα ζωής (DQOL) και κοινωνική υποστήριξη (DSSQ – Family)	Επιταχυνσιόμετρο για καταγραφή συχνότητας άσκησης Μέτρησαν ύψος, βάρος, ΔΜΣ, καρδιαγγειακή ικανότητα (VO2max) και HbA1c	Βελτίωση καρδιαγγειακής ικανότητας και VO2peak Μείωση κινδύνου καρδιαγγειακών επιπλοκών HbA1c παρέμεινε αμετάβλητη Αυξήθηκε η υποστήριξη της οικογένειας για άσκηση

Σε έρευνα που πραγματοποίησαν οι Czenczek - Lewandoska et al., εξέτασαν 330 παιδιά και εφήβους ηλικίας 6 – 18 ετών, εκ των οποίων οι 215, που είχαν ΣΔτ1, αποτέλεσαν την ομάδα μελέτης (3:2 κορίτσια) και οι υπόλοιποι 115 που ήταν υγιείς εντάχθηκαν στην ομάδα ελέγχου (1:1). Δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στην ηλικία και το σωματικό βάρος μεταξύ των δύο ομάδων. Τοποθετήθηκε επιταχυνσιόμετρο στην περιοχή του ισχίου και ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να το φοράνε για τουλάχιστον 12 ώρες την ημέρα, για μία εβδομάδα, ώστε να μετρηθούν ο αριθμός των βημάτων και το επίπεδο της σωματικής δραστηριότητας (πέντε μεγάλες κατηγορίες δραστηριοτήτων : (α) καθιστικές, (β) ήπιας έντασης, (γ) μέτριας έντασης, (δ) υψηλής έντασης και (ε) μέτριας προς υψηλής έντασης. Δεν το φορούσαν μόνο τις ώρες του ύπνου και σε δραστηριότητες που είχαν επαφή με νερό, όπως το μπάνιο ή το κολύμπι. Καταγράφηκε η θεραπευτική μέθοδος με την οποία οι ασθενείς με ΣΔτ1 ρύθμιζαν τα επίπεδα γλυκόζης τους και χωρίστηκε σε συνεχή υποδόρια έγχυση ινσουλίνης (106 άτομα)

και πολλαπλές ενέσεις ινσουλίνης (109 άτομα). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, υγιείς και μη, φάνηκε πως η ηλικία επηρεάζει τη συμμετοχή σε δραστηριότητες, καθώς και στις δυο περιπτώσεις τα παιδιά που ήταν μικρότερα ήταν πιο δραστήρια. Τα αγόρια με ΣΔτ1 συμμετείχαν περισσότερο σε μέτριας και ήπιας έντασης άσκηση, ενώ οι κοπέλες σε καθιστικές δραστηριότητες. Πάντως, τα παιδιά με ΣΔτ1 παρουσίαζαν μικρότερα επίπεδα σωματικής άσκησης σε σύγκριση με τους υγιείς, γεγονός που δεν εξαρτάται από την μέθοδο θεραπείας.

Οι Cockcroft et al. έλαβαν σαν δείγμα για την έρευνά τους μία κοπέλα (17,1 ετών) και 2 αγόρια (14,8 και 16,6 ετών) με ΣΔτ1. Τους τοποθετήθηκε μια συσκευή ΣΚΓ για 4 μέρες και μετρήθηκαν τα επίπεδα γλυκόζης και ο χρόνος που παρέμειναν σε καταστάσεις υπέρ-, υπό- και ευγλυκαιμίας. Εξετάστηκαν σε 3 συνθήκες: (α) υψηλής έντασης άσκηση, όπου αποτελείτε από 3' προθέρμανση και αποθεραπεία και 8 δόσεις του 1' ποδηλασία στο 90% της μέγιστης έντασης με 1,25' ανάρρωση στο ενδιάμεσο, (β) μέτριας έντασης, όπου έκαναν 30' ποδήλατο στο 90% της ανταλλαγής αερίων και (γ) συνθήκη ελέγχου, όπου ξεκουράζονταν. Χρησιμοποιήθηκε η Μέθοδος Αξιολόγησης Αντιληπτής Προσπάθειας (RPE). Συμπλήρωσαν την κλίμακα απόλαυσης της φυσικής άσκησης (PACES) και πραγματοποιήθηκε η δοκιμασία ανοχής της γλυκόζης σε μεικτά γεύματα (MMTT). Φάνηκε πως η άσκηση υψηλής έντασης ήταν πιο ευχάριστη για τους συμμετέχοντες και μείωσε περισσότερο τα επίπεδα γλυκόζης. Και η μέτριας έντασης παρουσίασε μείωση της γλυκόζης, αλλά όχι στον ίδιο βαθμό με την υψηλής έντασης. Ωστόσο, η άσκηση υψηλής έντασης συνδέθηκε με αύξηση του χρόνου νυχτερινής υπογλυκαιμίας σε δύο εξεταζόμενους, ενώ η μέτριας μόνο σε έναν.

Σε άλλη έρευνα (Gusso et al.) συμμετείχαν 72 άτομα, 50 με ΣΔτ1 (37 στην ομάδα άσκησης και 13 στην ομάδα ελέγχου) και 22 υγιείς, που αποτέλεσαν μια ακόμα ομάδα άσκησης. Ο στόχος των ομάδων άσκησης ήταν να επιτύχουν 60 λεπτά προπόνησης, 4 φορές/εβδομάδα, για 20 εβδομάδες. Τις εβδομάδες 1 – 12 τέθηκε ως στόχος τουλάχιστον 40' αερόβιας προπόνησης στο 85% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (ΜΚΣ), 3 φορές/εβδομάδα το λιγότερο, ακολουθούμενη από προπόνηση με αντιστάσεις. Τις υπόλοιπες εβδομάδες πραγματοποιήθηκε συνδυασμός αερόβιας και αναερόβιας προπόνησης, 4 φορές/εβδομάδα. Οι εξεταζόμενοι είχαν πρόσβαση σε συσκευή μέτρησης καρδιακών παλμών. Μετά το πέρας των 20 εβδομάδων και οι δύο ομάδες άσκησης παρουσίασαν μείωση στο ποσοστό του σωματικού λίπους, ενώ αύξησαν την άλιπη μάζα και την οστική τους πυκνότητα. Αν και η άσκηση δεν επηρέασε τα επίπεδα της HbA1c, μείωσε την ημερήσια λήψη ινσουλίνης περίπου 10%. Η ομάδα άσκησης με διαβήτη παρουσίασε μείωση στις περιφερικές αντιστάσεις, ενώ παρέμεινε ανεβασμένη σε αυτούς που δεν είχαν διαβήτη. Υψηλά επίπεδα HbA1c συνδέθηκαν με χειρότερη αερόβια ικανότητα, η οποία βέβαια βελτιώθηκε με την

άσκηση. Τέλος, η άσκηση βελτίωσε τη λειτουργία της αριστερής κοιλίας, καθώς αύξησε τον όγκο παλμού, μειώνοντας τον τελοσυστολικό όγκο και αυξάνοντας τον τελοδιαστολικό.

Οι Metcalf et al. αξιολόγησαν την συσχέτιση της άσκησης μέτριας προς υψηλής έντασης (Moderate to Vigorous Physical Activity - MVPA) με την εμφάνιση επεισοδίων νυχτερινής υπογλυκαιμίας ή και την επόμενη μέρα από την άσκηση, σε 19 άτομα με ΣΔτ1 (14 – 20 ετών). Τοποθετήθηκε στον αριστερό καρπό τους συσκευή ΣΚΓ, την οποία έπρεπε να φοράνε 24 ώρες, ακόμα και κατά τη διάρκεια του ύπνου, για 3 – 5 ημέρες. Επίπεδα γλυκόζης ≤ 70 mg/dL αναγνωρίζονταν ως υπογλυκαιμικά επεισόδια. Παράλληλα, μέτρησαν το σωματικό λίπος, την άλιπη μάζα και υπολόγισαν την καρδιαγγειακή ικανότητα μέσω της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max}). Οι δραστηριότητες διακρίθηκαν σε καθιστική, ήπια, μέτρια ή υψηλή. Οι καθιστικές και ήπιες δραστηριότητες δεν εξετάστηκαν. Η $MVPA_{TOT}$ είχε οριστεί ως η σωματική άσκηση μέτριας και υψηλής έντασης από τις 6 πμ έως την ώρα του ύπνου και τη χώρισαν σε δύο υποκατηγορίες: $MVPA_{6-15}$ από 6πμ μέχρι 3μμ και $MVPA_{15-BT}$ από 3μμ έως την ώρα του ύπνου. Η $MVPA_{TOT}$ παρουσίασε σημαντική συσχέτιση με την εμφάνιση υπογλυκαιμίας τη νύχτα ή την επόμενη μέρα. Για κάθε 30' επιπλέον $MVPA_{TOT}$ την προηγούμενη μέρα, αυξήθηκε ο κίνδυνος υπογλυκαιμίας κατά 26%. Πιο συγκεκριμένα, αυξάνοντας 30' την $MVPA_{15-BT}$ αυξήθηκε ο κίνδυνος εμφάνισης υπογλυκαιμίας την επόμενη μέρα κατά 31%. Οι ασθενείς με μεγαλύτερες τιμές VO_{2max} παρουσίαζαν μεγαλύτερο κίνδυνο υπογλυκαιμίας την επόμενη μέρα.

Στην έρευνα των Lukacs et al. αξιολογήθηκε η ποιότητα ζωής των παιδιών με ΣΔτ1 και η καρδιοαναπνευστική τους ικανότητα. Στη μελέτη συμμετείχαν 106 παιδιά, 8 – 18 ετών, με μέση τιμή HbA1c 8,55% και μέση διάρκεια της νόσου 5,15 χρόνια. Οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν δύο ερωτηματολόγια. Το ένα αφορούσε την ποιότητα ζωής τους, όπου 0 = δεν αποτελεί πρόβλημα και 4 = σχεδόν πάντα είναι πρόβλημα (Pediatric Quality of Life Inventory™ 3.0 Diabetes Module) και το άλλο αφορούσε το επίπεδο σωματικής άσκησης σύμφωνα με την ηλικία τους, όπου 1 = μικρή συμμετοχή σε άσκηση και 5 = μεγάλη συμμετοχή σε άσκηση [Physical Activity Questionnaire for Older Children (PAQ-C) and the Physical Activity Questionnaire for Adolescents (PAQ-A)]. Αξιολογήθηκε παράλληλα η μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου και έλαβαν υπόψη τις πρόσφατες τιμές της HbA1c για να ορίσουν τον μεταβολικό έλεγχο. Φάνηκε πως τα αγόρια παρουσίασαν υψηλότερες τιμές στο ερωτηματολόγιο για την ποιότητα ζωής. Βρέθηκε στατιστικά μέτρια αρνητική συσχέτιση μεταξύ της μέγιστης κατανάλωσης οξυγόνου και του μεταβολικού ελέγχου. Επιπλέον, βρέθηκε θετική συσχέτιση της ποιότητας ζωής και της κατανάλωσης οξυγόνου. Αν και δεν βρέθηκε συσχέτιση της HbA1c με την ποιότητα ζωής, φαίνεται πως η VO_{2max} μπορούσε να προβλέψει τον καλύτερο μεταβολικό έλεγχο. Συνεπώς, η καλύτερη καρδιοαναπνευστική ικανότητα συνδέθηκε με καλύτερο μεταβολικό έλεγχο και καλύτερη ποιότητα ζωής.

Η μελέτη που πραγματοποιήσαν οι Maggio et al. το 2012 αποτελεί μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή και διήρκησε 9 μήνες. Το δείγμα αποτελούσαν 27 παιδιά με ΣΔΤ1 και 32 υγιείς, με μέσο όρο ηλικίας $10,5 \pm 2,4$ έτη. Οι εξεταζόμενοι χωρίστηκαν σε δύο μεγάλες ομάδες : (α) στην ομάδα άσκησης, αποτελούμενη από 15 παιδιά με διαβήτη και 15 υγιείς, και (β) στην ομάδα ελέγχου, αποτελούμενη από 12 παιδιά με διαβήτη και 17 υγιείς. Το πρόγραμμα άσκησης περιελάμβανε: 10' προθέρμανση, 10' άλματα από κουτί (20εκ. ύψος τους πρώτους 3 μήνες και 40 εκ. τους υπόλοιπους), 60' από μια ή δύο δραστηριότητες που φέρουν βάρη και 10' αποθεραπεία. Ζητήθηκε από την ομάδα ελέγχου να μη λάβουν μέρος σε αθλητικές δραστηριότητες την περίοδο αυτή. Έλαβαν στοιχεία για βάρος, ύψος, ΔΜΣ και την άπαχη σωματική μάζα. Ταυτόχρονα, μέτρησαν την οστική πυκνότητα σε όλο το σώμα, αλλά και συγκεκριμένα στην οσφυϊκή μοίρα (σπονδύλους O2 – O4), στον δεξί μηριαίο αυχένα και στον μείζων τροχαντήρα. Στα αποτελέσματα της έρευνας βρέθηκε μεγάλη αλλαγή στην οστική πυκνότητα σε όλο το σώμα και στους O2 – O4 στην ομάδα παρέμβασης. Επίσης, η παρέμβαση δεν επηρέασε κανένα άλλο ανθρωπομετρικό στοιχείο πέρα από την άπαχη σωματική μάζα. Τέλος, βρέθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ της άπαχης σωματικής μάζας και της οστικής πυκνότητας ολόκληρου του σώματος αποκλειστικά στα παιδιά με ΣΔΤ1 που έλαβαν μέρος στο πρόγραμμα εκγύμνασης.

Σε άλλη έρευνα (Tunari et al.) εξετάστηκαν οι επιδράσεις της μεθόδου Pilates στον μεταβολικό έλεγχο 31 εφήβων με ΣΔΤ1, 12 έως 17 ετών. Οι εξεταζόμενοι διακρίθηκαν στην ομάδα παρέμβασης (17 άτομα) και στην ομάδα ελέγχου (14 άτομα). Η έρευνα διήρκησε 12 εβδομάδες. Η ομάδα παρέμβασης έλαβε μέρος 3 φορές/εβδομάδα σε ένα πρόγραμμα 8 ασκήσεων Pilates στο στρώμα με 40 λεπτά διάρκεια (3 σετ από 6 με 10 επαναλήψεις με 30'' δυναμικές διατάσεις για χαλάρωση στο ενδιάμεσο). Από την άλλη, η ομάδα ελέγχου συνέχισε τις καθημερινές της δραστηριότητες όπως πριν. Οι συμμετέχοντες μετρούσαν την γλυκόζη τους τουλάχιστον 8 φορές τη μέρα. Τα επιτρεπτά όρια για την έναρξη της άσκησης ήταν 100 – 200 mg/dL γλυκόζης. Παράλληλα, πραγματοποίησαν μετρήσεις για HbA1c, συνολική χοληστερόλη, HDL, LDL, τριγλυκερίδια, δόση ινσουλίνης, ύψος και βάρος, ώστε να υπολογίσουν τον ΔΜΣ. Επιπλέον, έλαβαν στοιχεία για την δύναμη, την ελαστικότητα και την ικανότητα άλματος. Δεν βρέθηκε κάποια μεταβολή στον ΔΜΣ, στην HbA1c και στην καθημερινή δόση ινσουλίνης μεταξύ των δύο ομάδων. Το λιπιδαιμικό προφίλ των εφήβων στην ομάδα παρέμβασης παρέμεινε αμετάβλητο, ενώ στην ομάδα ελέγχου η HDL παρουσίασε αύξηση. Τέλος, η ομάδα παρέμβασης παρουσίασε βελτίωση στην δύναμη, την ελαστικότητα και τον ύψος του άλματός τους.

Σε μία άλλη έρευνα (Schweiger et al.) αξιολογήθηκε η σωματική δραστηριότητα σε 203 κορίτσια με ΣΔΤ1, 11 – 19 ετών. Μέτρησαν τους παλμούς, την πίεση του αίματος, το ύψος, το βάρος και την HbA1c. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να συμπληρώσουν ερωτηματολόγιο για το

επίπεδο σωματικής άσκησης μέσα σε μία τυπική εβδομάδα, κυρίως μέτριας προς υψηλή ένταση για τουλάχιστον 60' τη μέρα. Επιπλέον, οι κοπέλες συμπλήρωσαν ερωτηματολόγια όπου ανέφεραν αν είχαν ισπανική καταγωγή ή όχι. Μέτρησαν πίεση του αίματος, παλμούς, ύψος, βάρος, ΔΜΣ, HbA1c, επίπεδα γλυκόζης και δόσεις ινσουλίνης. Στην ανάλυση φάνηκε ότι περισσότερες μέρες άσκησης συνδέθηκαν με μείωση της HbA1c. Ως προς την ηλικία, φάνηκε ότι οι κοπέλες μεταξύ 16 και 19 ετών παρουσίασαν μικρότερη συμμετοχή σε δραστηριότητες. Ως αναφορά την εθνικότητα, οι κοπέλες με ισπανική καταγωγή συμμετείχαν λιγότερες μέρες στη σωματική άσκηση. Τέλος, φάνηκε πως οι νέοι που συμμετείχαν πιο συχνά σε προγράμματα εκγύμνασης είχαν καλύτερο γλυκαιμικό έλεγχο και μείωσαν τον ΔΜΣ, τη συστολική και διαστολική πίεση του αίματος.

Σύμφωνα με τους Faulkner et al. η άσκηση βελτιώνει την καρδιαγγειακή ικανότητα των εφήβων με ΣΔτ1, με επακόλουθη μείωση του κινδύνου εμφάνισης καρδιαγγειακών επιπλοκών. Συγκεκριμένα, 12 έφηβοι (12 – 19 ετών, 9 αγόρια και 3 κορίτσια) και τουλάχιστον ένα ενήλικο μέλος της οικογένειας έλαβαν μέρος για 16 εβδομάδες σε εξατομικευμένο πρόγραμμα άσκησης. Στόχος ήταν η επίτευξη συνολικά 60' καθημερινής σωματικής δραστηριότητας, μέτριας προς υψηλής έντασης (ενεργειακή δαπάνη > 3 METs), 5 μέρες την εβδομάδα. Οι δραστηριότητες ήταν κυρίως αερόβιες (60 – 75% της ΜΚΣ) και διέφεραν από άτομο σε άτομο. Η άσκηση διαιρέθηκε σε μικρότερες δόσεις (10, 30 και 60 λεπτών). Τοποθετήθηκε επιταχυνσιόμετρο για να καταγραφεί η συχνότητα της άσκησης, καθώς και των μικρότερων δόσεων που αναφέρθηκαν. Παράλληλα, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις που αφορούσαν το ύψος, το βάρος, τον ΔΜΣ, την HbA1c και την καρδιαγγειακή ικανότητα (VO₂max). Οι συμμετέχοντες ανέφεραν τα προσωπικά οφέλη και τους περιορισμούς της άσκησης και συμπλήρωσαν ερωτηματολόγια για την ποιότητα ζωής (Diabetes Quality of Life for youth – DQOL) και την κοινωνική υποστήριξη (Diabetes Social Support Questionnaire – DSSQ – Family). Στα αποτελέσματα φάνηκε ότι 4 συμμετέχοντες δεν παρουσίασαν υπογλυκαιμικά επεισόδια, ενώ οι υπόλοιποι παρουσίασαν 1 ή 2. Επίσης, φάνηκε πως η προσωπική αντίληψη των ατόμων για την υγεία είχε υψηλή συσχέτιση με την άσκηση που διαρκούσε 60'. Η HbA1c παρέμεινε αμετάβλητη. Αυξήθηκε η υποστήριξη της οικογένειας για σωματική άσκηση. Τέλος, βελτιώθηκε η VO₂peak και η καρδιαγγειακή ικανότητα, η οποία συσχετιζόταν μόνο με την άσκηση που διαρκούσε τουλάχιστον 60' την ημέρα.

Βασισμένοι στη μέθοδο που χρησιμοποίησαν στην προηγούμενη έρευνα (Faulkner et al.), οι Michaliszyn και Faulkner εξέτασαν 16 έφηβους (12 – 17 ετών, 10 αγόρια και 6 κορίτσια) σε ένα εξατομικευμένο πρόγραμμα άσκησης 60 λεπτά αερόβιας άσκησης, 5 μέρες την εβδομάδα για 16 εβδομάδες. Η ενεργειακή δαπάνη (METs) χρησιμοποιήθηκε για να καθοριστεί το είδος της δραστηριότητας (καθιστική < 2.0 METs, ήπια 2 – 3METs, μέτρια 3 – 5.99 METs, υψηλή ένταση ≥ 6 METs και ≥ 3 METs για μέτρια προς υψηλή ένταση). Εκτός

από την HbA1c, μέτρησαν τα επίπεδα τριγλυκεριδίων, χοληστερόλης, LDL, HDL και την σωματική σύνθεση (σωματικό λίπος και άλιπη μάζα). Η μέτρια, υψηλή και μέτρια προς υψηλή ένταση άσκηση συνδέθηκε με την αύξηση της άλιπης μάζας και της VO2peak, σε αντίθεση με τις καθιστικές δραστηριότητες. Επίσης, η ήπια, μέτρια και μέτρια προς υψηλή άσκηση μείωσαν τα επίπεδα χοληστερόλης, τριγλυκεριδίων, LDL και HbA1c, ενώ η HDL μειώθηκε μόνο σε ασκήσεις μέτριας και μέτριας προς υψηλής έντασης.

4.2 Η ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΑ ΠΑΙΔΙΑ ΜΕ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ ΤΥΠΟΥ 2

Πίνακας 4.2: Υπό Εξέταση Άρθρα για την Επίδραση της Άσκησης στα Παιδιά με ΣΔτ2

ΜΕΛΕΤΗ	ΣΤΟΧΟΣ	ΔΕΙΓΜΑ	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
Naylor LH. et al. (2016)	Επίδραση της άσκησης στην μικρο- και μακροαγγειακή υγεία των εφήβων με ΣΔτ2	13 με ΣΔτ2 13 – 21 ετών 10 κορίτσια, 3 αγόρια	Ομάδα άσκησης (8 άτομα). Ομάδα ελέγχου (5 άτομα) 1 ώρα αερόβια και αναερόβια άσκηση, 3 φορές/εβδομάδα, για 12 εβδομάδες Μετρήθηκαν ξανά 12 εβδομάδες μετά	Στοιχεία για μικροαγγειακή και ενδοθηλιακή λειτουργία, γλυκαιμικό έλεγχο, ευαισθησία στην ινσουλίνη, σύνθεση του σώματος, καρδιοαναπνευστική ικανότητα (VO2max) και μυϊκή δύναμη	Βελτίωση σύστασης του σώματος και δύναμης Βελτίωση μικροαγγειακής και ενδοθηλιακής λειτουργίας
Lee SS. & Kang S. (2015)	Επίδραση της άσκησης στο λιπιδαιμικό προφίλ	10 παχύσαρκοι 10 υγιείς 10 με ΣΔτ2 15 – 17	3 ομάδες: (Α) Ομάδα ελέγχου, (Β) Ομάδα παχυσαρκίας, (Γ) Ομάδα ΣΔτ2 Αερόβια άσκηση (40' – 60'), 4 φορές/εβδομάδα,	Μέτρησαν σύνθεση σώματος, ύψος, βάρος, μάζα λίπους, ΔΜΣ, λιπιδαιμικό προφίλ, ινσουλίνη και γλυκαγόνη	Βελτίωση γλυκαιμικού ελέγχου, σύστασης του σώματος, VO2max, λιπιδαιμικό προφίλ και κινδύνου καρδιαγγειακών νοσημάτων

		ετών	για 12 εβδομάδες		
Pinto TE. Et al. (2014)	Κατανόηση περιορισμών άσκησης λόγω καρδιαγγειακών δυσλειπουργιών	13 με ΣΔτ2 27 παχύσαρκοι 19 υγιείς	3 ομάδες: (Α) Ομάδα ΣΔτ2, (Β) Ομάδα παχυσαρκίας, (Γ) Ομάδα ελέγχου Ζητήθηκε να κάνουν εργομετρικό ποδήλατο μέχρι να εξαντληθούν	Μέτρησαν HbA1c, συνολική χοληστερόλη, LDL, HDL, τριγλυκερίδια, ύψος, βάρος, ΔΜΣ, λίπος, άπαχη σωματική μάζα, άλιπη μάζα και λιπώδη μάζα Στοιχεία λειτουργίας αριστερής κοιλίας, πρόσληψης οξυγόνου και επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα	Μειωμένη ικανότητα αύξησης καρδιακής απόδοσης κατά την άσκηση στα άτομα με ΣΔτ2
Herbst A. et al. (2015)	Συσχέτιση συχνότητας άσκησης με μεταβολικό έλεγχο, καρδιαγγειακό κίνδυνο και μέθοδο θεραπείας	578 με ΣΔτ2 10 – 20 ετών	Στοιχεία από 1995 μέχρι 2012. Κατηγοριοποίηση σύμφωνα με συχνότητα άσκησης (Regular Physical Activity – RPA): RPA0 (καθόλου), RPA1 (1 - 2 φορές/εβδομάδα), RPA2 (>2/εβδομάδα)	Στοιχεία για: φύλο, ηλικία, ΔΜΣ, HbA1c, παράγοντες κινδύνου εκδήλωσης καρδιαγγειακών επιπλοκών (χοληστερόλη, τριγλυκερίδια, HDL, LDL και συστολική, διαστολική πίεση) και θεραπεία	Μειωμένη συμμετοχή σε αθλητικές δραστηριότητες Συχνή συμμετοχή σε άσκηση συνδέθηκε με μείωση HbA1c, HDL και ΔΜΣ

Shaibi GQ. et al. (2009)	Σύγκριση καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και άσκησης των ατόμων με ΣΔτ2 με τα προτεινόμενα φυσιολογικά επίπεδα	40 με ΣΔτ2 13 – 18 ετών 17 αγόρια, 23 κορίτσια	Εξετάστηκε μόνο η διάρκεια και η ποσότητα της μέτριας προς υψηλή ένταση άσκησης, σε 1 εβδομάδα	Μέτρησαν ύψος, βάρος, ΔΜΣ, HbA1c Μέτρησαν την μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου (VO2max) με εργομετρικό ποδήλατο	Καρδιοαναπνευστική ικανότητα υπό των φυσιολογικών ορίων
---------------------------------	---	--	--	---	---

Στην μελέτη που πραγματοποίησαν οι Naylor et al. έλαβαν μέρος 13 άτομα με ΣΔτ2, 13 έως 21 ετών. Οι εξεταζόμενοι διακρίθηκαν στην ομάδα άσκησης (8 άτομα) και στην ομάδα ελέγχου (5 άτομα). Αυτοί στην ομάδα άσκησης συμμετείχαν 3 φορές την εβδομάδα, για 12 εβδομάδες, σε συνδυαστικό πρόγραμμα άσκησης 1 ώρας, αποτελούμενο από αερόβιο (65 – 85% της ΜΚΣ) και αναερόβιο κομμάτι. Η ομάδα ελέγχου συνέχισε μόνο με την συνηθισμένη κλινική φροντίδα. Περιείχε ασκήσεις ευλυγισίας και ενδυνάμωσης του κορμού για αποφυγή τραυματισμών. Έλαβαν στοιχεία για την μικροαγγειακή και ενδοθηλιακή λειτουργία, τον γλυκαιμικό έλεγχο και την ευαισθησία στην ινσουλίνη, την σύνθεση του σώματος (συνολική λιπώδης μάζα, συνολική άπαχη μάζα), την καρδιοαναπνευστική ικανότητα (VO2max) και τη μυϊκή δύναμη. Οι μετρήσεις επαναλήφθηκαν 12 εβδομάδες μετά για να ελέγξουν αν είχαν παραμείνει οι επιδράσεις της άσκησης. Μετά την περίοδο της παρέμβασης μειώθηκε η συνολική μάζα του λίπους κατά 1,10 κιλά στην ομάδα άσκησης, ενώ στην ομάδα ελέγχου αυξήθηκε 1,96 κιλά. Η συνολική μυϊκή δύναμη αυξήθηκε κατά 31 κιλά στην ομάδα άσκησης, με σημαντική αύξηση στους μύες των κάτω άκρων και του θώρακα. Βελτιώθηκε η μικροαγγειακή και ενδοθηλιακή λειτουργία (δεν διατηρήθηκαν τις επόμενες εβδομάδες). Δεν βρέθηκε αλλαγή στην καρδιοαναπνευστική τους ικανότητα. 12 εβδομάδες μετά το πέρας της άσκησης η συνολική λιπώδης μάζα δεν άλλαξε, ενώ η αύξηση της άπαχης μάζας διατηρήθηκε σημαντικά.

Οι Lee και Kang έλαβαν σαν δείγμα για τη μελέτη τους 30 άτομα, 15 – 17 ετών. Τα 10 άτομα ανήκαν στην ομάδα παχυσαρκίας, 10 στην ομάδα ελέγχου με φυσιολογικό σωματικό βάρος και 10 στην ομάδα ΣΔτ2. Στόχος ήταν να λάβουν μέρος σε αερόβιο πρόγραμμα άσκησης 40 – 60', 4 φορές την εβδομάδα, για 12 εβδομάδες. Τις εβδομάδες 1 – 4 πραγματοποίησαν 30 – 40' αερόβιας άσκησης (50% VO2max) και 40 – 50' τις επόμενες (60% VO2max). Το

πρόγραμμα περιελάμβανε 5' προθέρμανση και αποθεραπεία. Μέτρησαν τη σύνθεση του σώματος βάσει του ύψους, του βάρους, τη μάζα του λίπους και τον ΔΜΣ των εξεταζόμενων. Πήραν δείγμα από το αίμα τους και μέτρησαν το λιπιδαιμικό προφίλ, τις λιποκίνες (λεπτίνη κλπ.) την ινσουλίνη και τη γλυκαγόνη. Μετά την παρέμβαση η ινσουλίνη και η γλυκόζη μειώθηκε στις ομάδες παχυσαρκίας και ΣΔτ2. Στις ίδιες ομάδες παρατηρήθηκε μείωση των τριγλυκεριδίων και της LDL, ενώ η HDL αυξήθηκε. Οι λιποκίνες παρουσίασαν μείωση και στις δύο ομάδες. Πάντως, τα επίπεδα γλυκόζης στην ομάδα ΣΔτ2 ήταν υψηλότερα συγκριτικά με την ομάδα παχυσαρκίας.

Σε άλλη έρευνα (Pinto et al.) ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να κάνουν εργομετρικό ποδήλατο μέχρι να εξαντληθούν. Στη μελέτη συμμετείχαν 13 άτομα με ΣΔτ2, 27 παχύσαρκοι και 19 χωρίς διαβήτη. Μέτρησαν την πρόσληψη οξυγόνου, τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα και, με τη βοήθεια μαγνητικού τομογράφου, πήραν στοιχεία για την λειτουργία της αριστερής κοιλίας. Μέτρησαν την HbA1c, συνολική χοληστερόλη, LDL, HDL, τριγλυκερίδια, ύψος, βάρος, ΔΜΣ, λίπος, άπαχη σωματική μάζα, άλιπη μάζα και λιπώδη μάζα. Οι ομάδες ΣΔτ2 και παχυσαρκίας παρουσίαζαν μεγάλη συγκέντρωση τριγλυκεριδίων και μικρότερη στην HDL σε σχέση με τους υγιείς. Η ομάδα ΣΔτ2 είχε μεγαλύτερες τιμές HbA1c σε σύγκριση με τις άλλες δύο ομάδες. Η VO₂peak ήταν 26% μικρότερη στα άτομα ΣΔτ2 και 20% μικρότερη σε αυτούς με παχυσαρκία. Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα ήταν περίπου 10% αυξημένη στον ΣΔτ2 και στην παχυσαρκία. Η συστολική, διαστολική και μέση αρτηριακή πίεση ήταν υψηλότερη σε αυτούς με ΣΔτ2. Σε φάση ηρεμίας η καρδιακή παροχή δεν διέφερε μεταξύ των εξεταζόμενων. Ωστόσο, κατά την άσκηση αυξήθηκε λιγότερο στα άτομα με ΣΔτ2 και αυξήθηκε περισσότερο η αρτηριακή τους πίεση λόγω των αυξημένων περιφερικών αντιστάσεων. Ο τελοδιαστολικός όγκος μειώθηκε σε αυτούς με ΣΔτ2 κατά τη διάρκεια της άσκησης και παρέμεινε χαμηλός, σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου που δεν παρουσίασε μεταβολές. Επομένως, οι συμμετέχοντες με ΣΔτ2 δεν μπόρεσαν να αυξήσουν το ίδιο την καρδιακή τους απόδοση κατά την άσκηση.

Σύμφωνα με τους Herbst et al. η συχνή σωματική άσκηση μειώνει τα επίπεδα HbA1c και τον ΔΜΣ, ενώ αυξάνει τα επίπεδα της HDL. Για την ακρίβεια, συγκέντρωσαν πληροφορίες για 578 ασθενείς με ΣΔτ2 από το 1995 έως το 2012. Οι εξεταζόμενοι κατηγοριοποιήθηκαν σύμφωνα με την συχνότητα που ασκούσαν (για τουλάχιστον 30' την ημέρα) ανά εβδομάδα (Regular Physical Activity – RPA). Ορίστηκε η RPA0, όπου οι συμμετέχοντες δεν συμμετείχαν σε σωματική άσκηση, RPA1 όπου συμμετείχαν σε άσκηση 1 – 2 φορές/εβδομάδα και RPA2 με συμμετοχή πάνω από 2 φορές/εβδομάδα. τα δεδομένα αναλύθηκαν σύμφωνα με το φύλο (61.9% κορίτσια), την ηλικία (10 – 20 ετών), τον ΔΜΣ, την HbA1c (μεταβολικός έλεγχος), τους παράγοντες κινδύνου εκδήλωσης καρδιαγγειακών επιπλοκών (χοληστερόλη, τριγλυκερίδια, HDL, LDL και συστολική, διαστολική πίεση) και τη

θεραπευτική αγωγή (τρόπο ζωής, αντιδιαβητικά φάρμακα, ινσουλίνη και συνδυασμός των δύο). Το 55.7% των εξεταζόμενων ανέφεραν ότι δεν αθλούνταν. Όσοι αθλούνταν πιο συχνά ήταν νεώτεροι σε ηλικία. Φάνηκε πως τα αγόρια συμμετείχαν πιο συχνά σε δραστηριότητες (23.6% RPA2 αγόρια, 17.2% RPA2 κορίτσια). Επιπλέον, παρατηρήθηκε διαφορά στην HbA1c, καθώς τα επίπεδά της ήταν χαμηλότερα στην RPA2 σε σύγκριση με την RPA0. Ο ΔΜΣ ήταν μικρότερος σε αυτούς που συμμετείχαν πιο συχνά στην άσκηση. Η HDL ήταν ελαφρώς χαμηλότερη στις RPA1 και RPA2, ενώ οι υπόλοιποι παρουσίασαν αρνητική συσχέτιση με την άσκηση. Επίσης, δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ της RPA και της πίεσης του αίματος. Τέλος, όσον αφορά την μέθοδο θεραπείας, φάνηκε πως η χρήση ινσουλίνης ήταν πιο σπάνια στην RPA2 συγκριτικά με τις RPA1 και RPA0, ενώ τα αντιδιαβητικά χάπια συστήνονταν πιο συχνά στην RPA2.

Στην έρευνα των Shaibi et al. έλαβαν μέρος 40 έφηβοι με ΣΔτ2 (17 αγόρια και 23 κορίτσια), από 13 έως 18 ετών. Μέτρησαν το ύψος και το βάρος, χωρίς να φοράνε παπούτσια οι συμμετέχοντες, και υπολόγισαν με αυτό τον τρόπο τον ΔΜΣ. Επίσης, μέτρησαν τα επίπεδα της HbA1c, σύμφωνα με τα οποία ορίστηκε ο μεταβολικός έλεγχος. Αν και οι δραστηριότητες διακρίθηκαν σε καθιστική, ήπια, μέτρια, υψηλή και μέτρια προς υψηλή, στη συγκεκριμένη μελέτη αναλύθηκε μόνο η ποσότητα και η διάρκεια της μέτριας προς υψηλής έντασης άσκησης κατά τη διάρκεια μιας εβδομάδας. Με τη βοήθεια εργομετρικού ποδήλατου μέτρησαν την μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου (VO₂peak) για να καθοριστεί η καρδιοαναπνευστική τους ικανότητα. Σύγκριναν τα αποτελέσματα που βρήκαν με τα προτεινόμενα επίπεδα άσκησης σύμφωνα με την ηλικία των υπό εξέταση ατόμων. Όπως έχει αναφερθεί, προτείνεται 60' μέτριας προς υψηλής έντασης άσκησης την ημέρα. Το δείγμα σαν σύνολο παρουσίαζε υψηλό ΔΜΣ. Αν και η διάρκεια του διαβήτη δεν είχε διαφορά μεταξύ των φύλων, τα αγόρια ανέφεραν καλύτερο έλεγχο της νόσου. Και τα δύο φύλα ανέφεραν παρόμοιες ποσότητες μέτριας προς υψηλής έντασης σωματική άσκηση. Όταν αυτό συγκρίθηκε με το προτεινόμενο επίπεδο των 60'/ημέρα, μόνο το 17.6% των αγοριών και το 21.7% των κοριτσιών πέτυχαν τον στόχο αυτό. Τα αγόρια παρουσίασαν καλύτερη καρδιοαναπνευστική ικανότητα. Πάντως, ανεξάρτητα από το φύλο, κανένας εξεταζόμενος δεν πέτυχε τα προτεινόμενα επίπεδα καρδιοαναπνευστικής ικανότητας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Λόγω των γρήγορων ρυθμών του νέου τρόπου ζωής, η καθημερινότητα των ανθρώπων αποτελείται κατά κύριο λόγο από καθιστικές δραστηριότητες, μειωμένη συμμετοχή στη σωματική άσκηση και ανθυγιεινή διατροφή. Αυτά αποτελούν και τα βασικά αίτια για την εμφάνιση του σακχαρώδη διαβήτη. Αν και ο ΣΔτ1 έχει χαρακτηριστεί ως νεανικός, λόγω αύξησης της παχυσαρκίας, παρουσιάζονται ολοένα περισσότερα περιστατικά παιδιών με ΣΔτ2.

Η πρόληψη και θεραπεία του ΣΔ βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην σωστή διατροφή και άσκηση. Φαίνεται ότι η άσκηση ρυθμίζει τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα, αυξάνει την ευαισθησία των ιστών στην δράση της ινσουλίνης και βελτιώνει την υγεία και την ποιότητα ζωής των ασθενών. Για την επίτευξη αυτών των θετικών επιδράσεων προτείνεται τα άτομα με διαβήτη να συμμετέχουν συχνά, αν όχι καθημερινά, σε προγράμματα εκγύμνασης μέτριας προς υψηλής έντασης και η διάρκεια να φτάνει, ή και να υπερβαίνει, τη μία ώρα. Οι δραστηριότητες μπορούν να αποτελούν συνδυασμό αερόβιων και αναερόβιων ασκήσεων, καθώς η πρώτη συμβάλλει στην βελτίωση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και των επιπέδων γλυκόζης, ενώ η δεύτερη μπορεί να βοηθήσει επιπροσθέτως στην βελτίωση και αύξηση της οστικής πυκνότητας.

Πληθώρα ερευνών έχουν δείξει ότι η σωματική άσκηση συμβάλλει ποικιλοτρόπως στην βελτίωση της κατάστασης της υγείας των παιδιών με ΣΔτ1 και ΣΔτ2. Συγκεκριμένα, η άσκηση φαίνεται ότι επιδρά θετικά στον γλυκαιμικό έλεγχο καθώς μειώνει τα επίπεδα της HbA1c. Επιπλέον, βελτιώνει τη δύναμη και τη σύνθεση του σώματος, μειώνοντας τον ΔΜΣ και του λίπους και αυξάνοντας το ποσοστό της άπαχης σωματικής μάζας και της οστικής πυκνότητας. Παράλληλα, βελτιώνει την λειτουργία της αριστερής κοιλίας και το λιπιδαιμικό προφίλ τους, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών επιπλοκών και αυξάνοντας την καρδιοαναπνευστική ικανότητα. Τέλος, η αυξημένη αερόβια ικανότητα έχει συνδεθεί με καλύτερη ποιότητα ζωής.

Παρά τις θετικές αυτές επιδράσεις, η άσκηση μέτριας προς υψηλής έντασης έχει συνδεθεί με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης επεισοδίων υπογλυκαιμίας (νυχτερινές ή και την επόμενη μέρα), ιδίως αν αυτή πραγματοποιείται τις απογευματινές ώρες. Για την αποφυγή τέτοιων επεισοδίων συνιστάται τα παιδιά με ΣΔ να ελέγχουν τακτικά τα επίπεδα γλυκόζης τους και να ρυθμίζουν τις δόσεις της ινσουλίνης σύμφωνα με τη συχνότητα, τη διάρκεια και την ένταση της άσκησης. Επίσης, φάνηκε ότι οι νέοι με ΣΔ δεν συμμετέχουν συχνά σε συστηματική σωματική δραστηριότητα (συγκριτικά με τον υγιή πληθυσμό) και ελάχιστοι επιτυγχάνουν τον προτεινόμενο στόχο των 60 λεπτών.

Είναι σημαντικό οι μελλοντικές έρευνες να επικεντρωθούν σε πιο οργανωμένα προγράμματα εκγύμνασης (αποτελούμενα από διακριτά μέρη αερόβιας και αναερόβιας άσκησης) ή και να μελετηθούν σε συνδυασμό με τις σχολικές και εξωσχολικές δραστηριότητες. Έτσι θεράποντες και νεαροί ασθενείς θα έχουν πιο ολοκληρωμένη γνώση για τις επιδράσεις της άσκησης στην ζωή των νοσούντων. Πάντως, κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας ήταν εμφανές ότι η άσκηση είναι ισχυρός παράγων όσο αφορά τη θεραπεία και την πρόληψη της νόσου, ενώ παράλληλα μειώνει ή καθυστερεί τον κίνδυνο εκδήλωσης συχνών επιπλοκών.

ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ / ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ:

1. American Diabetes Association. 2019, Children and Adolescents: Standards of Medical Care in Diabetes. *Diabetes Care*, Jan; 42(Suppl 1):S148-S164.
2. American Diabetes Association. 2018, Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes. *Diabetes Care*, Jan; 41(Suppl 1):S13-S27.
3. American Diabetes Association. 2014, Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*, Jan; 37(Suppl 1): S81-S90.
4. Chen, M., E., Aguirre, R., S., Hannon, T., S. 2018, Methods for Measuring Risk for Type 2 Diabetes in Youth: the Oral Glucose Tolerance Test (OGTT). *Current Diabetes Reports*, 18(8):51.
5. Chiang, J., L., Maahs, D., M., Garvey, K., C., Hood, K., C., Laffel, L., M., Weinzimer, S., A., Wolfsdorf, J., I., Schatz, D. 2018, Type 1 Diabetes in Children and Adolescents: A Position Statement by the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 41(9):2026-2044.
6. Cockcroft, E., J., Moudiotis, C., Kitchen, J., Bond, B., Williams, C., A., Barker, A., R. 2017, High-intensity interval exercise and glycemic control in adolescents with type one diabetes mellitus: a case study. *Physiol. Rep.*, 5(13):e13339.
7. Czenczek-Lewandowska, E., Leszczak, J., Baran, J., Weres, A., Wyszynska, J., Lewandowski, B., Dąbrowski, M., Mazur, A. 2019, Levels of Physical Activity in Children and Adolescents with Type 1 Diabetes in Relation to the Healthy Comparators and to the Method of Insulin Therapy Used. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16(18):3498.
8. Dabelea, D., Mayer-Davis, E., J., Saydah, S., Imperatore, G., Linder, B., Divers, J., Bell, R., Badaru, A., Talton, J., W., Crume, T., Liese, L., D., Merchant, A., T., Lawrence J., M., Reynolds, D., Liu. L., L., Hamman, R., F. 2014, Prevalence of type 1 and type 2 diabetes among children and adolescents from 2001 to 2009. *JAMA*, 311(17):1778-86.
9. Faulkner, M., S., Michaliszyn, S., F., Hepworth, J., T. 2010, A personalized approach to exercise promotion in adolescents with type 1 diabetes. *Pediatr. Diabetes*, 11(3):166-74.
10. George, M., M., Copeland, K. 2013, Current treatment options for type 2 diabetes mellitus in youth: today's realities and lessons from the TODAY study. *Curr.Diab.Rep.*, 13(1):72-80.
11. Gusso, S., Pinto, T., Baldi, J., C., Derraik, J., G., B., Cutfield, W., S., Hornung, T., Hofman, P., L. 2017, Exercise Training Improves but Does Not Normalize Left

- Ventricular Systolic and Diastolic Function in Adolescents With Type 1 Diabetes. *Diabetes Care*, 40(9):1264-1272.
12. Hattersley, A., Bruining, J., Shield, J., Njolstad, P., Donaghue, K., C. 2009, The diagnosis and management of monogenic diabetes in children and adolescents. *Pediatric Diabetes*, 10 (Suppl. 12): 33–42.
 13. Herbst, A., Kapellen, T., Schober, E., Graf, C., Meissner, T., Holl, R., W. 2015, Impact of regular physical activity on blood glucose control and cardiovascular risk factors in adolescents with type 2 diabetes mellitus--a multicenter study of 578 patients from 225 centres. *Pediatr. Diabetes*, 16(3):204-10.
 14. Kerner, W., Brückel, J. 2014, Definition, classification and diagnosis of diabetes mellitus. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*, 122(7):384-6.
 15. Kondonouri, O., Hartmann, R., Remus, K., Bläsig, S., Sadeghian, E., Danne, T. 2012, Benefit of supplementary fat plus protein counting as compared with conventional carbohydrate counting for insulin bolus calculation in children with pump therapy. *Pediatr. Diabetes*, 13(7):540-4.
 16. Lee, S., S., Kang, S. 2015, Effects of regular exercise on obesity and type 2 diabetes mellitus in Korean children improvements glycemic control and serum adipokines level. *J Phys Ther Sci.*, 27(6):1903-7.
 17. Lukács, A., Mayer, K., Török, A., Kiss-Tóth, E., Barkai, L. 2013, Better cardiorespiratory fitness associated with favourable metabolic control and health-related quality of life in youths with type 1 diabetes mellitus. *Acta Physiol Hung.*, 100(1):77-83.
 18. Maggio, A., B., R., Rizzoli, R., R., Marchand, L., M., Ferrari, S., Beghetti, M., Farpour-Lambert, N., J. 2012, Physical activity increases bone mineral density in children with type 1 diabetes. *Mes Sci Sports Exerc.*, 44(7):1206-11.
 19. McGill, D., E., Levitsky, L., L. 2016, Management of Hypoglycemia in children and adolescent with Type 1 Diabetes Mellitus. *Curr Diab Rep.*, 16(9):88.
 20. Metcalf, K., M., Singhvi, A., Tsalikian, E., Tansey, M., J., Zimmerman, M., B., Esliger, D., W., Janz, K., F. 2014, Effects of moderate-to-vigorous intensity physical activity on overnight and next-day hypoglycemia in active adolescents with type 1 diabetes. *Diabetes Care*, 37(5):1272-8.
 21. Naylor, L., H., Davis, E., A., Kalic, R., J., Paramalingam, N., Abraham, M, B., Jones, T., W., Green, D., J. 2016, Exercise training improves vascular function in adolescents with type 2 diabetes. *Physiol Rep.*, 4(4):e12713.
 22. Pinto, T., E., Gusso, S., Hofman, P., L., Derraik, J., G., B., Hornung, T., S., Cutfield, W., S., Baldi, J., C. 2014, Systolic and Diastolic Abnormalities Reduce the Cardiac

- Response to Exercise in Adolescents With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 37(5):1439-46.
23. Pippitt, K., Li, M., Gurgle, H., E. 2016, Diabetes Mellitus: Screening and Diagnosis. *Am Fam Physician*, 93(2):103-9.
24. Reinehr, T. 2013, Type 2 diabetes in the children and adolescent. *World J Diabetes*, 4(6):270-281.
25. Robertson, K., Riddell, M., C., Guinhouya, B., C., Adolfsson, P., Hanas, R. 2014, Exercise in children and adolescents with diabetes. *Pediatr Diabetes*, 15 Suppl 20:203-23.
26. Saeedi, P., Petetsohn, I., Salpea, P., Malanda, B., Karuranga, S., Unwin, N., Colagiuri, S., Guariguata, L., Motala, A., A., Ogurtsova, K., Shaw, J., E., Bright, D., Williams, R. 2019, Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9 th edition. *Diabetes Res Clin Pract.*, 157:107843.
27. Schweiger, B., Klingensmith, G., Snell-Bergeon, J., K. 2010, Physical Activity in Adolescent Females with Type 1 Diabetes. *Int J Pediatr.*, 2010:328318.
28. Shaibi, G., Q., Michaliszyn, S., B., Fritschi, C., Quinn, L., Faulkner, M., S. 2009, Type 2 diabetes in youth A phenotype of poor cardiorespiratory fitness and low physical activity. *Int J Pediatr Obes.*, 4(4):332-7.
29. Tao, Z., Shi, A., Zhao, J. 2015, Epidemiological Perspectives of Diabetes. *Cell Biochem Biophys.*, 73(1):181-5.
30. Temneanu, O., R., Trandafir, L., M., Purcarea, M., R. 2016, Type 2 diabetes mellitus in children and adolescents: a relatively new clinical problem within pediatric practice. *L Med Life*, 9(3):235-239.
31. Tunar, M., Ozen, S., Goksen, D., Asar, G., Bediz, C., S., Darcan, S. 2012, The effects of Pilates on metabolic control and physical performance in adolescents with type 1 diabetes mellitus. *J Diabetes Complications*, 26(4):348-51.
32. Wu, Y., Ding, Y., Tanaka, Y., Zhang, W. 2014, Risk factors contributing to type 2 diabetes and recent advances in the treatment and prevention. *Int J Med Sci.*, 11(11):1185-200.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

1. Runge, M., S., Greganti, M., A., 2015. *Παθολογία. Βασικές Αρχές. 2^η Έκδοση.* Μετάφραση – Επιμέλεια από τα Αγγλικά από Γώγος, Χ., Δρόσος Δ., Ελευσινιώτης, Ι.,

- Λιόνης, Χ., Πεκτασίδης, Δ., Σφηκάκης, Π., Σαββόπουλος, Χ., Τζιούφας, Α., Τσιρώνη, Μ., Χατζητόλιος, Α. Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης.
2. Williamson, P., 2016. *Θεραπευτική Άσκηση για Ειδικούς Πληθυσμούς*. Μετάφραση – Επιμέλεια από τα Αγγλικά από Τριανταφυλλόπουλος, Γ., Καπρέλη, Ε., Β., Μπίλλη, Ε., Α. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας.
 3. Wilmore, L., H., Costill, D., L., 2011. *Φυσιολογία της Άσκησης και του Αθλητισμού*. Μετάφραση – Επιμέλεια από τα Αγγλικά από Μαριδάκη, Μ. Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης.
 4. Κλεισούρας, Β., 2004. *Εργοφυσιολογία*. Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης.
 5. Πλέσσας, Σ., Τ., 2010. *Φυσιολογία του Ανθρώπου*. Εκδόσεις Φάρμακον – Τύπος.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ:

1. <https://www.diabetes.org.uk/guide-to-diabetes/complications>
2. International Diabetes Federation, 2019. *IDF Diabetes Atlas Ninth edition*, [online] Διαθέσιμο από: https://www.diabetesatlas.org/upload/resources/2019/IDF_Atlas_9th_Edition_2019.pdf [Πρόσβαση 20 Ιανουαρίου 2020].
3. U. S. Department of Health and Human Services, 2008. *Physical Activity Guidelines for Americans*, [online] Διαθέσιμο από: <https://health.gov/sites/default/files/2019-09/paguide.pdf> [Πρόσβαση 12 Μαρτίου 2020].
4. World Health Organization, 2016. *Global Report on Diabetes*, [online] Διαθέσιμο από: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204871/9789241565257_eng.pdf [Πρόσβαση 20 Ιανουαρίου 2020].
5. Ελληνική Διαβητολογική Εταιρεία, 2020. *Κατευθυντήριες οδηγίες για την διαχείριση του ατόμου με Σακχαρώδη Διαβήτη*, [online] Διαθέσιμο από: https://drive.google.com/file/d/1L-zjpv1cYIWlItTDvIW_ljZR4q7esZkx/view [Πρόσβαση 5 Ιανουαρίου 2020].
6. Εθνικός Οργανισμός Φαρμάκων, 2010. *Θεραπευτικό πρωτόκολλο συνταγογράφησης: Σακχαρώδης Διαβήτης*, [online] Διαθέσιμο από: http://www.eof.gr/c/document_library/get_file?p_l_id=14016&folderId=34730&name=DLFE-2801.pdf [Πρόσβαση 5 Ιανουαρίου 2020].
7. Διαβητολογική Εταιρεία Βορείου Ελλάδος, 2013. *Οδηγός για άτομα με σακχαρώδη διαβήτη*. [online] Διαθέσιμο από: <https://www.ngda.gr/innet/UsersFiles/odigos/00-odigos%20teliko%20analysis.pdf> [Πρόσβαση 5 Ιανουαρίου 2020].