

**Δρ Παναγιώτης Β. Τσακλής**

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

-Εργαστήριο Εμβιομηχανικής & Εργονομίας  
Τμήμα Φυσικοθεραπείας ΑΤΕΙΘ

-Visiting Professor

School of Sciences

Dept of Health Sciences

European University of Cyprus

## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ

Ως “Άσκηση” ορίζεται η ανθρώπινη κίνηση και η φυσική δραστηριότητα που περιλαμβάνει την κινητοποίηση του Μυοσκελετικού Συστήματος, μέσω ενός δομημένου προγράμματος εξάσκησης, το οποίο διέπεται από τις γενικές αρχές της προπονητικής επιστήμης και εδράζεται στην συνεργασία και ανταπόκριση όλων των συστημάτων του ανθρώπινου οργανισμού, με στόχο τη μέγιστη απόδοση Έργου, με την ελάχιστη δυνατή δαπάνη Ενέργειας.

### ΜΟΡΦΕΣ ΑΣΚΗΣΗΣ – ΕΞΑΣΚΗΣΗΣ



Ισορροπίας)

(Καρδιαγγειακές – Δύναμης – Ελαστικότητας –

-Οι ασκήσεις κατηγοριοποιούνται γενικά σε δύο τύπους ανάλογα με τη γενική επίδραση που έχουν στο ανθρώπινο σώμα:

- **Αερόβιες ασκήσεις**, όπως η ποδηλασία, το περπάτημα, το τρέξιμο, η πεζοπορία, το τένις, οι οποίες αυξάνουν την καρδιαγγειακή αντοχή.

Λέγοντας αερόβια προπόνηση εννοούμε οποιαδήποτε δραστηριότητα διαρκεί περισσότερο από 45". Η μεγάλη διάρκεια της αερόβιας προσπάθειας έχει συνήθως ήπια ένταση.

Ένα πρόγραμμα αερόβιας προπόνησης αποτελείται από μορφές άσκησης που ενεργοποιούν το καρδιαγγειακό σύστημα. “Εκτελώντας λοιπόν την άσκηση τουλάχιστον 30 λεπτά με μια μέτρια ένταση η θερμιδική απώλεια μπορεί εύκολα να φθάσει και τις 300 θερμίδες ανά προπόνηση.

Πιο δύσκολοι τύποι αερόβιας άσκησης με υψηλότερες εντάσεις μπορεί να καταναλώσουν μέχρι και 500 θερμίδες μέσα σε μια χρονική διάρκεια 30 λεπτών. Μετά από ένα πρόγραμμα αερόβιας δραστηριότητας ο βασικός μεταβολικός ρυθμός παραμένει σε υψηλά επίπεδα για περίπου 2-3 ώρες.

Το συγκεκριμένο είδος άσκησης, δεν προσφέρει ιδιαίτερα μεγάλες καύσεις, έχει όμως ένα μεγάλο πλεονέκτημα: Η αερόβια προπόνηση με σταθερή ένταση προτείνεται κυρίως λόγω της υψηλής συμμετοχής των λιπαρών οξέων στην παραγωγή ενέργειας”

■ **Αναερόβιες ασκήσεις**, όπως η προπόνηση με βάρη, που αυξάνουν τη βραχυπρόθεσμη μυϊκή δύναμη. Ο ρυθμός της αναερόβιας γλυκόλυσης είναι σχεδόν διπλάσιος στις μυϊκές ίνες ταχείας συστολής συγκριτικά με τις μυϊκές ίνες βραδείας συστολής. Η αναερόβια δραστηριότητα έχει πολύ μικρή διάρκεια και πολύ υψηλή ένταση.

“Με την αναερόβια προπόνηση θα καταναλωθούν οι μισές περίπου θερμίδες σε σχέση με την αερόβια. Ο κύριος λόγος γι αυτό είναι ότι κατά τη διάρκεια της, η καρδιά και οι μύες βρίσκονται σε συνεχή λειτουργία. Σε μια προπόνηση 30 λεπτών μυϊκής ενδυνάμωσης, με τα διαλείμματα ανάμεσα στα σετ και ανάμεσα στην άσκηση διαφορετικής μυϊκής ομάδας, ο πραγματικός χρόνος άσκησης είναι μόνο 10 λεπτά”

Επιπλέον, σύνθετες ασκήσεις για τη βελτίωση της κινητικότητας και του Κινητικού Ελέγχου

■ **Ασκήσεις ελαστικότητας**, όπως οι διατάσεις, που βελτιώνουν το εύρος κινήσεων των μυών και των αρθρώσεων.

■ **Ασκήσεις Ιδιοδεκτικότητας** Η εξάσκηση της Ιδιοδεκτικότητας (Proprioceptive training) μπορεί να βελτιώσει τη δύναμη, το συντονισμό, τη μυϊκή ισορροπία, την κιναισθηση, τους χρόνους αντίδρασης και να περιορίσει τον κίνδυνο τραυματισμών και πτώσεων



-Φυσιολογικές προϋποθέσεις της άσκησης

### Αερόβια Ικανότητα

- Η αερόβια ικανότητα, αντιπροσωπεύει την ικανότητα πρόσληψης, μεταφοράς και κατανάλωσης οξυγόνου στη μονάδα του χρόνου (μέγιστη πρόσληψη Οξυγόνου,  $VO_{2max}$ ,  $ml/kg/min^{-1}$ )
- Όσο μεγαλύτερη είναι η αερόβια ικανότητα, τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα παραγωγής έργου (ενέργειας) ενός ατόμου
- Η αερόβια ικανότητα, βασίζεται στο μεγαλύτερο της μέρος στην αρμονική συνεργασία του αναπνευστικού, του καρδιαγγειακού και του μυϊκού συστήματος

### Αναερόβια Ικανότητα

- Ο όρος αναερόβια ικανότητα χρησιμοποιείται για να περιγράψει το σύνολο της ενέργειας (ATP) που παρέχεται από την PCr και τους υδατάνθρακες οι οποίοι βρίσκονται αποθηκευμένοι με τη μορφή γλυκογόνου στους μύς.
- Φυσιολογικά η αναερόβια ικανότητα επηρεάζεται άμεσα από την ηλικία (πτώση 6% κάθε χρόνο μετά το 20<sup>ο</sup> έτος), ενώ έμμεσα επηρεάζεται από την μυϊκή μάζα, τον τύπο των μυϊκών ινών, τα ενεργειακά αποθέματα του μεταβολισμού και την ανοχή του κάθε ατόμου

### Μυϊκή Δύναμη

- Η μυϊκή δύναμη, είναι η ικανότητα του ανθρώπου να υπερνικά ή να αντιστέκεται το βάρος του σώματός του και σε εξωτερικές αντιστάσεις με την ενέργεια των μυών του, αποτελεί ένα από τα βασικά συστατικά της φυσικής κατάσταση.
- Διακρίνουμε τρεις μορφές δύναμης, τη μέγιστη δύναμη, την ισχύ - ταχυδύναμη, και την αντοχή στη δύναμη

Ασκήσεις Δύναμης: Μετά από προπόνηση με αντιστάσεις ο βασικός μεταβολικός ρυθμός μπορεί να αυξηθεί δεδομένου ότι χτίζονται περισσότεροι μύες. Ο μυς είναι πιο ενεργός μεταβολικά σε σύγκριση με το λίπος, έτσι τα άτομα με περισσότερο αναπτυγμένη μυϊκή μάζα, συνήθως έχουν υψηλότερο μεταβολικό ρυθμό. Η αύξηση της μυϊκής μάζας βοηθά έμμεσα στην καύση του σωματικού λίπους, κυρίως μέσω της αύξησης του βασικού μεταβολισμού.

*(Είναι γνωστό ότι η αύξηση του μυϊκού ιστού κατά 100 γραμμάρια οδηγεί σε αύξηση του βασικού μεταβολισμού, που αντιστοιχεί σε 25 θερμίδες ανά ημέρα)*



### επιδράσεις τακτικής αερόβιας άσκησης και αναερόβιας άσκησης

Αερόβια άσκηση	Αναερόβια άσκηση
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Δυνατότερη καρδιά</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ αυξημένη δύναμη, σκληρότητα και αντοχή των οστών, μυών, τενόντων και συνδέσμων</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Αύξηση του συνολικού αριθμού ερυθρών αιμοσφαιρίων</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ μειωμένες πιθανότητες για τραυματισμούς που οφείλονται σε αδυναμία των μυών</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Βελτιωμένη αναπνοή</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ βελτιωμένη καρδιακή λειτουργία και αυξημένη HDL-χοληστερόλη («καλή»)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Βελτιωμένη μυϊκή υγεία</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ διατήρηση της άλιπης μάζας σώματος (σημαντικό για όσους προσπαθούν να χάσουν βάρος),</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Απώλεια βάρους</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ να μειώσουν τον κίνδυνο οστεοπόρωσης</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Μείωση κινδύνου για διάφορες ασθένειες</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ να βελτιώσουν το συντονισμό και την ισορροπία.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Βελτιωμένο ανοσοποιητικό σύστημα</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Βελτιωμένη πνευματική υγεία</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Αυξημένη αντοχή</li> </ul>	

**«Η άσκηση παίζει καθοριστικό ρόλο στην αντιμετώπιση του διαβήτη. Τα επίπεδα σακχάρου θα πρέπει να μετρώνται πριν και μετά την άσκηση».**

### **Στόχος ο έλεγχος του σακχάρου**

Η άσκηση είναι απαραίτητο συστατικό της θεραπείας του διαβήτη τύπου 2. Όχι μόνο βοηθάει στον έλεγχο του σακχάρου αλλά βελτιώνει τη φυσική κατάσταση και μειώνει τον κίνδυνο καρδιαγγειακής νόσου.

### **Πως επηρεάζει η άσκηση τα επίπεδα του σακχάρου;**

Η άσκηση επιδρά με το ίδιο τρόπο σε άτομα με ή χωρίς σακχαρώδη διαβήτη.

Κάτω από φυσιολογικές συνθήκες η ινσουλίνη εκκρίνεται από το πάγκρεας όταν τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα αυξάνονται, όπως για παράδειγμα μετά το φαγητό. Η ινσουλίνη είναι απαραίτητη για την χρησιμοποίηση της γλυκόζης από το ήπαρ και τους μύς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να ελαττώνονται τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα.

Κατά τη διάρκεια της άσκησης το σώμα χρειάζεται πρόσθετη ενέργεια/καύσιμο με τη μορφή γλυκόζης για τους ασκούμενους μύες. Κατά την άσκηση σύντομης διάρκειας, όπως ένα γρήγορο τρέξιμο, οι μύς και το ήπαρ απελευθερώνουν γλυκόζη από τις αποθήκες τους για να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο. Αν η άσκηση συνεχιστεί σε μέτρια ένταση ωστόσο, οι μύες προσλαμβάνουν γλυκόζη με ένα ρυθμό 20 φορές μεγαλύτερο από αυτόν που προσλαμβάνουν σε ηρεμία. Άρα τα επίπεδα γλυκόζης ελαττώνονται. Στα άτομα που δε χρησιμοποιούν ινσουλίνη ή αντιδιαβητικά δισκία, τα επίπεδα ινσουλίνης ελαττώνονται και έτσι μειώνεται ο κίνδυνος υπογλυκαιμίας.

-Στα άτομα με σακχαρώδη διαβήτη η έντονη άσκηση μπορεί παροδικά να αυξήσει τα επίπεδα σακχάρου.

### **Οφέλη της άσκησης στο Διαβήτη**

Η τακτική φυσική άσκηση σε νέους με σακχαρώδη διαβήτη (ΣΔ) βελτιώνει την καρδιοαναπνευστική φυσική κατάσταση, τη σύνθεση του σώματος, την υγεία των οστών, την ευαισθησία στην ινσουλίνη και την ψυχοκοινωνική ευημερία. Ενεργητικοί νέοι με ΣΔ τύπου 1 τείνουν να έχουν χαμηλότερα επίπεδα HbA1c και μειωμένες ανάγκες σε ινσουλίνη.

Ωστόσο, μετά από συστηματική ανασκόπηση και μετέπειτα ανάλυση, προέκυψε ότι η άσκηση δεν βελτιώνει το γλυκαιμικό έλεγχο σε άτομα με ΣΔ τύπου 1 βάσει μέτρησης του δείκτη HbA1c. Οι λόγοι αυτού του συμπεράσματος είναι η αυξημένη λήψη θερμίδων, η μείωση της δόσης ινσουλίνης όταν ακολουθεί άσκηση και η έλλειψη δύναμης.

Σε ασθενείς με ΣΔ τύπου 2, η επιβλεπόμενη προπόνηση με ασκήσεις μειώνει το οξειδωτικό στρες και τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακής νόσου και βελτιώνει την καρδιοαναπνευστική λειτουργία.

---

Η τακτική φυσική άσκηση έχει αναγνωρισμένα οφέλη στην υγεία των ασθενών με ΣΔ τύπου 1. Παρόλα αυτά, μεγάλος αριθμός νέων με διαβήτη δεν ακολουθεί έστω στο ελάχιστο τις κατευθυντήριες γραμμές για σωματική άσκηση και ένα μεγάλο ποσοστό εξ αυτών είναι υπέρβαροι ή παχύσαρκοι.

Οι βασικοί λόγοι που αναφέρονται είναι:

1. η έλλειψη χρόνου και οι εργασιακοί παράγοντες
2. η δύσκολη πρόσβαση στις αντίστοιχες υπηρεσίες
3. έλλειψη κίνητρου για άσκηση
4. ανασφάλεια για την εικόνα του σώματός τους
5. καιρικές συνθήκες

6. εμπόδια σχετικά με την ίδια την πάθηση του Διαβήτη, όπως άγνοια διαχείρισης του διαβήτη και των επιπλοκών του που σχετίζονται με την άσκηση, ο φόβος της υπογλυκαιμίας, τόσο κατά τη διάρκεια αλλά και μετά την άσκηση (ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της νύχτας) και η έλλειψη εμπειρικών στοιχείων για την αποτελεσματικότητα της φυσικής δραστηριότητας ώστε να επιτευχθεί ο ιδανικός γλυκαιμικός έλεγχος.

### **Φυσιολογία της άσκησης σε ασθενείς με ΣΔ**

Η άσκηση αυξάνει την ευαισθησία της ινσουλίνης στην μυϊκή μεταφορά γλυκόζης και ενισχύει τη δράση της στους εξωμυϊκούς ιστούς. Οι τρεις πιο σημαντικές ενδοκρινείς αποκρίσεις στην άσκηση συμπεριλαμβάνουν:

1) μείωση στην ινσουλίνη του πλάσματος,

2) αύξηση της συμπαθητικής νευρικής δραστηριότητας, προκαλώντας αλλαγές στις ανταγωνιστικές ορμόνες της ινσουλίνης και

3) επίδραση στις ορμόνες που επηρεάζουν την ισορροπία νατρίου-νερού.

Το αυτόνομο νευρικό σύστημα δεν μπορεί να ρυθμίσει τη συγκέντρωση ινσουλίνης στο πλάσμα σε ασθενείς με ΣΔ τύπου 1 και βασίζεται στη φαρμακοδυναμική της ενέσιμης ινσουλίνης. Υπάρχουν αλλαγές στο μεταβολισμό ως απόρροια της άσκησης σε αυτούς τους ασθενείς βάσει της δοσολογίας της ινσουλίνης.

Υπάρχει μια πιθανότητα αύξησης των επιπέδων ινσουλίνης κατά τη διάρκεια της άσκησης (εξαιτίας της αυξημένης απορρόφησης της ινσουλίνης), η οποία προκαλεί αναστολή της παραγωγής της ηπατικής γλυκόζης και αυξάνει τη χρήση γλυκόζης από τους μυς. Και τα δύο αυτά αποτελέσματα μπορούν να οδηγήσουν σε υπογλυκαιμία.

### **Επίδραση της άσκησης ανάλογα με την έντασή της.**

#### Υψηλής έντασης άσκηση

Οι αναερόβιες μορφές άσκησης (π.χ. ασκήσεις αντίστασης/άρση βαρών, sprint τρέξιμο και υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση), μπορούν να μετριάσουν τη μείωση της γλυκόζης του αίματος που οφείλεται στην άσκηση, τόσο κατά τη διάρκεια, όσο και μετά την άσκηση, σε νέους, υγιείς ενήλικες με ΣΔ Τύπου 1.

Η τακτική επανάληψη τέτοιου είδους ασκήσεων βελτιώνει την εγκεφαλική λειτουργία αυξάνοντας νευροτροφικούς παράγοντες και τη γνωστική ικανότητα, βάσει ερευνών που έγιναν συγκεκριμένα για διαβητικούς με ΣΔ Τύπου 1.

#### Χαμηλής-Μέτριας έντασης αερόβια άσκηση

Σε διαβητικούς ασθενείς με ΣΔ Τύπου 2 άνω των 65 ετών, ένα πρόγραμμα καταγραφόμενης αερόβιας άσκησης εύκολης εκτέλεσης βελτιώνει την HbA1c, την αρτηριακή πίεση, την χοληστερόλη, τον καρδιαγγειακό κίνδυνο και τις φαρμακευτικές δαπάνες της ασθένειας.

Μελέτες δείχνουν πως 12 εβδομάδες του συνδυασμού αερόβιας άσκησης και άσκησης με αντίσταση επέδρασαν σημαντικά στην βελτίωση μυϊκής δύναμης και μυϊκής αντοχής αλλά και στον γλυκαιμικό έλεγχο.

Για παράδειγμα, ένα πρόγραμμα 8 εβδομάδων μέτριας έντασης, μπορεί να επιφέρει αξιοσημείωτες διαφορές στην περιφέρεια μέσης και ισχίων, στο ΔΜΣ, στην ινσουλίνη του πλάσματος και την αντίσταση

<p>- 10' ζέσταμα με διατάσεις και ασκήσεις ευλυγισίας - 30' περπάτημα, με μέγιστη ένταση -&gt;την αύξηση του καρδιακού παλμού κατά 60% - 10' διατάσεις σε καθιστή θέση Συχνότητα: 3 φορές/ εβδομάδα</p>
---

στην ινσουλίνη.

Σύμφωνα με τα τωρινά δεδομένα μια συνεδρία αερόβιας άσκησης αντοχής για μεσήλικες με διαβήτη τύπου 2 μειώνει τα επίπεδα γλυκόζης όπως και την αντίσταση στη ινσουλίνη. Κλινικά οι θετικές επιδράσεις της έντονης άσκησης σε ασθενείς με ΣΔ Τύπου 2 δείχνουν ότι τέτοιες ασκήσεις πρέπει να είναι μέρος της καθημερινότητάς τους.

## Ηλεκτρογυμναστική

Η μυϊκή ηλεκτροδιέγερση βελτιώνει το μεταβολισμό της γλυκόζης και τη λειτουργική ικανότητα σε ασθενείς με ΣΔ Τύπου 2. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι η μυϊκή ηλεκτροδιέγερση μπορεί να λειτουργήσει σαν ένας πρόσθετος καινοφανής τρόπος άσκησης και ακόμη να βοηθήσει τους ασθενείς να ξεπεράσουν τον καθιστικό τρόπο ζωής. Αυτό φυσικά δεν σημαίνει μπορεί να αντικαταστήσει την άσκηση.

### **Κίνδυνοι κατά την άσκηση**

#### Αθλητικοί τραυματισμοί

Δεν διευκρινίζεται από κάποια έρευνα αν οι διαβητικοί έχουν διαφορά στη συχνότητα μυοσκελετικών τραυματισμών σε σχέση με μη διαβητικούς. Αυτό όμως που επηρεάζει περισσότερο τους τραυματισμένους διαβητικούς είναι η ταχύτητα επούλωσης των ιστών και άρα η αυξημένη πιθανότητα μόλυνσης ενός ανοικτού τραύματος. Ο βασικότερος τρόπος αποφυγής των αθλητικών κακώσεων είναι η σωστή πλήρης προπόνηση προσαρμοσμένη στον αθλητή και στην πάθησή του, όπως διαμορφώνεται από τον επαγγελματία υγείας. Σε περίπτωση που παρόλα αυτά προκύψει τραυματισμός, πρέπει να παρέχονται οι πρώτες βοήθειες και να ακολουθεί ιατρική παρέμβαση.

### **Διατροφή και άσκηση**

Η άσκηση επιδρά στο σώμα των Διαβητικών ασθενών με ίδιο τρόπο όπως και στους μη διαβητικούς. Ωστόσο, παράμετροι γύρω από την πάθηση του διαβήτη απαιτούν κατάλληλη προσαρμογή, ώστε να καταστεί η άσκηση ασφαλής και ένας από αυτούς είναι η διατροφή.

Το διατροφικό πρόγραμμα ενός διαβητικού ασθενούς, που καθορίζεται από το διατροφολόγο-διαβητολόγο, περιλαμβάνει μία ισορροπημένη πρόσληψη ενεργειακών συστατικών. Οι υδατάνθρακες αποτελούν το 45-65% των ημερήσιων θερμίδων, οι πρωτεΐνες το 15-20% και τα λίπη καλύπτουν το 25-35%, ενώ απαιτείται προσαρμογή ανάλογα και με τον τύπο άσκησης που θα ακολουθηθεί.

Κατά τη διάρκεια της άσκησης, σημαντικό είναι να αποφευχθεί η υπογλυκαιμία. Γι' αυτό ο ασθενής θα πρέπει να αναγνωρίζει τα σημάδια της και πώς το σώμα του ανταποκρίνεται στην άσκηση. Σε περίπτωση που το σάκχαρο είναι χαμηλό κάτω από 70 mg/dL ή αισθάνεται τα πρώτα σημάδια υπογλυκαιμίας (τρόμος, νευρικότητα, σύγχυση), θα πρέπει να διακόπτεται η άσκηση και να προσλαμβάνεται άμεσα υδατάνθρακας.

Η λήψη ινσουλίνης προσαρμόζεται σε συγκεκριμένο χρόνο πριν την άσκηση σύμφωνα με τις οδηγίες του θεράποντα ιατρού. Η μεγάλη μείωση της δόσης ινσουλίνης ταχείας δράσης με τη λήψη υδατάνθρακα σε μορφή χαπιού και ένα γεύμα μετά την άσκηση υψηλής έντασης μπορεί να προκαλέσει υπεργλυκαιμία, αλλά δεν αυξάνει την κετοναιμία και δεν προκαλεί άλλες μεταβολικές ή ορμονικές διαταραχές.

### **Προβλέψεις όταν έχουν ήδη εκδηλωθεί τα προβλήματα**

Η εγκατάσταση προβλημάτων που σχετίζονται με το Διαβήτη μπορεί να περιορίσει την άσκηση, ενώ ο κίνδυνος επιπλέον επιπλοκών αυξάνεται. Η άσκηση, όμως, δεν μπορεί να θεωρηθεί αντένδειξη, και όπως προκύπτει από τα ερευνητικά δεδομένα, βελτιώνει τη φυσική κατάσταση και καθυστερεί περαιτέρω επιπλοκές στους ασθενείς.

Σε περίπτωση που το σάκχαρο δεν είναι καλά ρυθμισμένο βλάπτονται τα νεύρα. Μία από τις επιπλοκές είναι η περιφερική διαβητική νευροπάθεια (ΠΔΝ). Η πάθηση προκαλεί ατροφίες μυών, μείωση αντανακλαστικών και αισθητικότητας, με αποτέλεσμα να διαταράσσεται τόσο η στατική σταθερότητα και ισορροπία, όσο και ο κύκλος βάδισης. Η εφαρμογή ενός προγράμματος που στοχεύει στην εξάσκηση της ιδιοδεκτικότητας θα έχει θετική επίδραση στην ικανότητα στατικής ισορροπίας των ασθενών με ΠΔΝ. Η ισορροπία δείχνει να είναι ανεξάρτητη από τη βελτίωση των τιμών της γλυκόζης και αποδίδεται στην επανεκπαίδευση του κεντρικού μηχανισμού του Κινητικού Ελέγχου, γι' αυτό κρίνεται απαραίτητο να προστίθενται και ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας στα προγράμματα άσκησης των Διαβητικών ασθενών με ΠΔΝ. Λόγω διαταραγμένης αισθητικότητας, άτομα με περιφερική διαβητική νευροπάθεια, έχουν αυξημένο κίνδυνο να εμφανίσουν έλκη στα πόδια κατά τη διάρκεια της άσκησης. Η επιμόλυνση αυτών μπορεί να οδηγήσει ακόμα και σε ακρωτηριασμό του μέλους. Σε άτομα με διαβήτη, περιφερική διαβητική

νευροπάθεια και ιστορικό ελκών στα πόδια προκρίνεται η πρόληψη των ελκών στα πόδια με τη χρήση ειδικών ορθωτικών πελμάτων.

Άτομα με νευροπάθεια του Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος, ενδέχεται να έχουν μειωμένη ικανότητα άσκησης, ιδιαίτερα σε υψηλή ένταση (πχ υπέρμετρη αύξηση καρδιακής συχνότητας). Αυτά τα άτομα ίσως έχουν προδιάθεση σε επεισόδια ακραίας υπότασης ή υπέρτασης ακολούθως μετά την άσκηση, ιδιαιτέρως όταν είναι υψηλής έντασης.

Η νεφρική λειτουργία συνδέεται με τη μέγιστη ικανότητα για άσκηση σε εφήβους με ΣΔ Τύπου 1. Συγκεκριμένα, ο δείκτης νεφρικής λειτουργίας eGFR είναι αντιστρόφως ανάλογος με την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου  $VO_2max$ . Το 1/3 των συμμετεχόντων σε έρευνες, οι οποίοι είχαν υψηλότερο δείκτη eGFR, είχαν και χαμηλότερο  $VO_2max$ . Πρακτικά, αυτό σημαίνει ότι η αερόβια ικανότητα των ατόμων αυτών είναι περιορισμένη και το πρόγραμμα θα πρέπει να προσαρμοστεί ανάλογα.

Ο κίνδυνος εμφάνισης Διαβητικής Νεφροπάθειας μειώνεται με την έντονη άσκηση σε ασθενείς με ΣΔ Τύπου 1.

Η συνδυαστική προπόνηση με αερόβιες και αναερόβιες ασκήσεις είναι αποτελεσματική στην πρόληψη και θεραπεία της παχυσαρκίας και του ΣΔ Τύπου 2. Εκτός από τη θετική επίδραση στις συστηματικές αλλαγές, μπορεί ακόμα να διορθώσει πολλές μεταβολικές διαταραχές που χαρακτηρίζουν τη Διαβητική Μυοκαρδιοπάθεια.

### **Άσκηση διαβητικών κατά τη διάρκεια της κύησης**

Ο διαβήτης θεωρείται μεταξύ άλλων κατάσταση υψηλού κινδύνου σε περιπτώσεις εγκυμοσύνης. Μπορεί είτε να προκληθεί στην εγκυμοσύνη (διαβήτης κύησης), οπότε μετά τον τοκετό υποχωρεί, είτε να προϋπάρχει στη μητέρα.

Οι απαιτήσεις σε ινσουλίνη ποικίλουν κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης. Υπάρχει μια αύξηση στην απαίτηση ινσουλίνης κατά τις εβδομάδες 3-7, μειωμένη ανάγκη κατά τη διάρκεια των 7-15 εβδομάδων και μετά πάλι αύξηση κατά τις εβδομάδες 15-40. Η αποφυγή υπέρμετρης αύξησης βάρους και η ενσωμάτωση ενός προγράμματος άσκησης μπορεί να βελτιώσει το γλυκαιμικό έλεγχο και να μειώσει την αντίσταση στην ινσουλίνη.

Παρότι ο Διαβήτης θεωρούνταν μία από τις απόλυτες αντενδείξεις για να ασκηθεί μία έγκυος γυναίκα, πλέον αυτή η αντίληψη έχει καταργηθεί. Έτσι οι διαβητικές έγκυοι, ενθαρρύνονται πλέον να ασκούνται, αφού πρώτα γίνει ιατρική αξιολόγηση. Προϋπόθεση αποτελεί να ενημερώνονται για τα πλεονεκτήματα και τους κινδύνους της άσκησης και να κατανοούν τα αποτελέσματά της στα επίπεδα γλυκόζης τους (την αλληλεπίδραση ανάμεσα στη διατροφή, την ινσουλίνη και την άσκηση).

Η θεραπευτική αγωγή διαφέρει για κάθε τύπο διαβήτη και ανάλογα με τις συνήθειες της γυναίκας πριν τη σύλληψη. Οι διαβητικές ασθενείς τύπου 1 πρέπει να είναι υπό παρακολούθηση για την πιθανότητα υπογλυκαιμίας κατά την άσκηση. Αν ασκούνταν τακτικά πριν την εγκυμοσύνη, λογικά θα είναι ικανές να συνεχίσουν ένα πρόγραμμα άσκησης κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης. Οι ασθενείς με ΣΔ τύπου 2 μπορούν να ξεκινήσουν ή να συνεχίσουν ένα πρόγραμμα άσκησης, ανάλογα με και με τις συνήθειες άσκησής τους πριν τη σύλληψη. Θα πρέπει να ξεκινούν με ένα χαμηλής έντασης πρόγραμμα και να αυξάνουν την ένταση και τη διάρκεια αργά και όσο αντέχουν. Η προοδευτικότητα δεν πρέπει να ξεπερνά ένα ποσοστό 10% αύξησης ανά εβδομάδα. Απαραίτητη είναι η ενημέρωση για τα προειδοποιητικά σημάδια που υποδεικνύουν ότι πρέπει να σταματήσει η άσκηση και να ζητηθεί ιατρική παρέμβαση.

Κατάλληλες ασκήσεις κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης και την περίοδο μετά τον τοκετό περιλαμβάνουν χαμηλής έντασης αερόβια, κολύμβηση, στατικό ποδήλατο, βόδιση, ασκήσεις με σουηδική μπάλα 65 εκ., γιόγκα, ελαφριά βάρη, και ασκήσεις αντίστασης με λάστιχα.

Η άσκηση πρέπει να σταματά και να ζητείται ιατρική αξιολόγηση στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Αιμορραγία της μήτρας
- Λιποθυμία
- Μειωμένη κινητικότητα του εμβρύου
- Γενικευμένο οίδημα
- Πόνος στην οσφύ



## Κιρκάδιο ρυθμοί - Βιορυθμοί και Άσκηση

Η έκλυση ορμονών στο ανθρώπινο σώμα λαμβάνει μέγιστες τιμές σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας για κάθε ορμόνη. Αυτή η διαδικασία καθορίζει τη βέλτιστη εργασιακή απόδοση να συμβαίνει σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας, την ώρα που θα πραγματοποιηθούν τα γεύματα, αλλά και την ώρα που ο οργανισμός πρέπει να ξεκουραστεί. Πρόκειται για το ημερήσιο βιολογικό ρολόι του οργανισμού.

Οι 24ωροι βιολογικοί ρυθμοί του μεταβολισμού καθορίζονται σημαντικά από τη διακύμανση της λειτουργίας του ήπατος. Κατά τις πρωινές ώρες εκκρίνεται στο ήπαρ μέγιστη ποσότητα χολής, που είναι απαραίτητη για τη διάσπαση του λίπους. Στη διάρκεια αυτής της περιόδου μετατρέπεται στο ήπαρ το γλυκογόνο σε μονοσακχαρίτες. Για το λόγο αυτό παρατηρείται μεγάλος αριθμός σακχάρων στο αίμα από το πρωί μέχρι το μεσημέρι. Στο πρώτο μισό της ημέρας παρατηρείται στα άτομα μέγιστη δυνατότητα να πραγματοποιούν, κατά την οξείδωση, έντονη, ολιγόχρονη σωματική επιβάρυνση, επειδή τα σάκχαρα κατά τη διαδικασία της οξείδωσης μπορούν να εξασφαλίσουν στον οργανισμό πιο γρήγορα ενέργεια.

Μετά από τις 15.00 παρατηρείται στο αίμα πλεόνασμα λίπους, η οξείδωση του οποίου γίνεται με αργό ρυθμό. Δηλαδή στο δεύτερο μισό της ημέρας αυξάνεται η δυνατότητα να εκτελούν τα άτομα περισσότερη σε όγκο σωματική επιβάρυνση. Κατά τη μέγιστη κινητική δραστηριότητα είναι περισσότερες οι καταβολικές διαδικασίες (αυξημένη δαπάνη των πρωτεϊνών), αλλά οι αναβολικές διαδικασίες (σύνθεση πρωτεϊνών) έχουν τη μέγιστη τιμή σε περίοδο ηρεμίας.

Ο γενικός μεταβολισμός φτάνει στο υψηλότερο επίπεδο δραστηριότητάς του την άνοιξη, καθώς επίσης και στις αρχές του καλοκαιριού, επειδή στον οργανισμό υπάρχει περισσότερο άζωτο αυτές τις εποχές.

Βάσει των ημερήσιων βιορυθμών προτείνεται η λήψη των γευμάτων και των δόσεων ινσουλίνης τις ίδιες ώρες κάθε μέρα.

### Πρακτικά:

- ✓ Τις πρωινές ώρες λειτουργεί καλύτερα το αναερόβιο ενεργειακό σύστημα, ενώ τις απογευματινές ώρες καλύτερα λειτουργεί το αερόβιο.
- ✓ Είναι προτιμότερη η άσκηση τις πρωινές ώρες καθώς μειώνεται ο κίνδυνος καθυστερημένης υπογλυκαιμίας και βελτιώνεται ο μεταβολικός έλεγχος.

Η έλλειψη ύπνου οδηγεί σε μια κατάσταση αυξημένης αντοχής στην ινσουλίνη στα ανθρώπινα λιποκύτταρα. Ο ύπνος μπορεί να είναι ένας σημαντικός ρυθμιστής του μεταβολισμού της ενέργειας στους περιφερικούς ιστούς.

### Προτάσεις Άσκησης σε συνδυασμό με

#### μακροπρόθεσμες επιπλοκές του ΣΔ

- Εφόσον έχει γνωστοποιηθεί η Καρδιαγγειακή Νόσος (CVD), η άσκηση δεν αποτελεί πλήρη αντένδειξη. Τα άτομα με στηθάγχη, που έχουν χαρακτηριστεί ως μέσου ή υψηλού ρίσκου, θα πρέπει να αρχίσουν την άσκηση με ένα επιβλεπόμενο πρόγραμμα καρδιακής αποκατάστασης. Η φυσική δραστηριότητα προτείνεται για οποιονδήποτε με Περιφερική Αρτηριακή νόσο (PAD).  
(ACSM evidence category C -- ADA C level recommendation)
- Άτομα με περιφερική νευροπάθεια και δίχως άμεσα έλκη, μπορούν να συμμετάσχουν σε μέσης έντασης ασκήσεις φόρτισης βάρους. Εκτενής φροντίδα των ποδιών, περιλαμβάνοντας παρατήρηση των ποδιών και χρήση κατάλληλων υποδημάτων, προτείνεται για την πρόληψη και την έγκαιρη ανίχνευση ερεθισμών ή ελκών. Το περπάτημα σε μέση ένταση με περιφερική νευροπάθεια, δεν αυξάνει τον κίνδυνο για έλκος ή υποτροπή  
(ACSM evidence category B -- ADA B level recommendation)
- Άτομα με Καρδιαγγειακή Αυτόνομη νευροπάθεια (CAN), θα πρέπει να ελέγχονται και να λαμβάνουν την άδεια του Ιατρού και πιθανότατα ένα τεστ κόπωσης πριν την έναρξη του προγράμματος. Η ένταση της άσκησης, καθορίζεται καλύτερα, χρησιμοποιώντας τον καρδιακό ρυθμό (HR)  
(ACSM evidence category C -- ADA C level recommendation)



- Άτομα με μη ελεγμένη πολλαπλασιαστική αμφιβληστροειδοπάθεια θα πρέπει να αποφεύγουν δραστηριότητες που αυξάνουν πολύ την ενδοφθalmική πίεση και τον κίνδυνο αιμμοραγίας, όπως πχ. οι ασκήσεις με βάρη.  
(ACSM evidence category D -- ADA E level recommendation)
- Η εξάσκηση, βελτιώνει τη φυσιολογική λειτουργία και την ποιότητα ζωής στα άτομα με νεφρική νόσο και θα μπορούσε να γίνεται ακόμα και κατά τη διαδικασία αιμοκάθαρσης. Η παρουσία μικροπρωτεϊνουρίας καθεαυτή, δεν αποτελεί περιορισμό της άσκησης  
(ACSM evidence category C -- ADA C level recommendation)



### Οδηγίες πριν την έναρξη της άσκησης

Πριν ξεκινήσει ένα πρόγραμμα άσκησης πρέπει οπωσδήποτε να υπάρξει έγκριση του γιατρού που επιβλέπει το άτομο με ΣΔ, ειδικά αν η φυσική του δραστηριότητα προηγουμένως ήταν περιορισμένη. Θα συζητήσει με το γιατρό του, ποιες δραστηριότητες είναι οι καταλληλότερες και τις ώρες που προβλέπεται να ασκείται, αλλά και πιθανή τροποποίηση της φαρμακευτικής του αγωγής.

Για καλύτερα αποτελέσματα στην υγεία οι ειδικοί συνιστούν τουλάχιστον 150 λεπτά την εβδομάδα φυσική δραστηριότητα μέτριας έντασης όπως:

- Γρήγορο περπάτημα
- Κολύμπι
- Ποδηλασία

Αν το άτομο χρησιμοποιεί ινσουλίνη ή φάρμακα που μπορεί να προκαλέσουν υπογλυκαιμία θα πρέπει να μετρά το σάκχαρό 30 λεπτά πριν την άσκηση και αμέσως πριν την άσκηση. Αυτό θα βοηθήσει να καταλάβει εάν τα επίπεδα σακχάρου είναι σταθερά, αυξάνονται ή μειώνονται και αν η άσκηση είναι ασφαλής.

Γενικές οδηγίες για την άσκηση.

Για επίπεδα σακχάρου:

- **Κάτω από 100 mg/dL** Το σάκχαρο είναι μάλλον πολύ χαμηλό για να εξάσκηση με ασφάλεια. Θα πρέπει να καταναλωθεί ένα μικρό σνακ με υδατάνθρακες, όπως ένα φρούτο ή κράκερ, πριν την έναρξη της άσκησης
- **100 ως 250 mg/dL** Ξεκινάει άφοβα. Για τους περισσότερους ανθρώπους αυτά τα επίπεδα σακχάρου επιτρέπουν την άσκηση με ασφάλεια
- **Πάνω από 250 mg/dL** Θεωρείται επικίνδυνη ζώνη. Πριν ασκηθεί θα πρέπει να γίνει έλεγχος για κετόνες στα ούρα ή στο αίμα, δηλαδή για αυτές τις ουσίες που το σώμα φτιάχνει όταν χρησιμοποιεί το λίπος ως πηγή ενέργειας. Όταν εμφανίζονται κετόνες δείχνουν ότι το σώμα δε διαθέτει αρκετή ινσουλίνη για να ελέγχει τα επίπεδα σακχάρου. Η εξάσκηση με αυξημένες κετόνες μπορεί να προκαλέσει κετοξέωση\*, μια σοβαρή επιπλοκή του διαβήτη που χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση. Θα πρέπει να αποφευχθεί η άσκηση μέχρι τα επίπεδα κετόνης στα ούρα ή στο αίμα να μειωθούν.
- **Πάνω από 300 mg/dL.** Υπάρχει σημαντικός κίνδυνος κετοξέωσης. Η άσκηση μέχρι να επανέλθουν τα επίπεδα σακχάρου σε ασφαλή όρια είναι επικίνδυνη.

## **Κατά τη διάρκεια της άσκησης θα πρέπει να αναγνωρίζονται τα συμπτώματα της υπογλυκαιμίας**



*Κατά τη διάρκεια της άσκησης πρέπει να αποφεύγεται η υπογλυκαιμία. Αν η άσκηση είναι παρατεταμένη, θα πρέπει να γίνεται μέτρηση του σακχάρου κάθε 30 λεπτά, ειδικά εάν ξεκινάει ένα καινούριο πρόγραμμα άσκησης ή αν μεταβάλλεται η ένταση ή η διάρκεια του προγράμματος.*

Αυτό μερικές φορές είναι δύσκολο όταν η άσκηση γίνεται στην ύπαιθρο ή συμμετέχει κάποιος σε οργανωμένα σπορ. Ωστόσο είναι απαραίτητο τουλάχιστον μέχρι να αντιληφθεί πως ανταποκρίνεται το σώμα του στις αλλαγές ενός προγράμματος άσκησης.

Η άσκηση πρέπει να σταματά εάν:

- Το σάκχαρο είναι κάτω από 70 mg/dL
- Εμφανίζεται τρόμος, νευρικότητα ή σύγχυση

Θα πρέπει να φάει ή να πιει κάτι για να ανέβουν τα επίπεδα σακχάρου, όπως:

- Δύο έως πέντε ταμπλέτες γλυκόζης
- Μισό ποτήρι (118 ml) χυμό
- Μισό ποτήρι (118 ml) ανθρακούχο ποτό με ζάχαρη
- Πέντε ή έξι καραμέλες με ζάχαρη

Θα ακολουθήσει επαναμέτρηση του σακχάρου σε 15 λεπτά. Αν ακόμα είναι χαμηλό θα πρέπει να καταναλωθεί άλλη μια φορά το ίδιο τρόφιμο ή ποτό με ζάχαρη και επαναμέτρηση σε 15 λεπτά. Θα πρέπει να επαναληφθεί όσες φορές χρειαστεί μέχρι το σάκχαρο να επανέλθει στα 70 mg/dL.

**\*Κετοξέωση:**

*Πρόκειται για μια δυνητικά απειλητική κατάσταση, κατά την οποία τα άτομα με ΣΔ δεν μπορούν να μεταβολίσουν το σάκχαρο από το αίμα στους ιστούς λόγω έλλειψης ινσουλίνης. Εναλλακτικά διασπάται λίπος και απελευθερώνονται κετόνες ως μεταβολικά προϊόντα των αντιδράσεων, οι οποίες σε μεγάλες ποσότητες είναι τοξικές για τον οργανισμό. Σε μετρήσεις σακχάρου πάνω από 250 mg/dL ανιχνεύονται κετονικά οξέα στα ούρα με χρήση ειδικών δεικτών/ταινιών. Κάποια ενδεικτικά συμπτώματα αναγνώρισης της κετοξέωσης είναι η έντονη δίψα με ταυτόχρονη πολουρία, τάση για εμετό, δύσπνοια-ταχύπνοια με βαθιές αναπνοές, κόπωση-υπνηλία, θόλωση της όρασης και αναπνοή που μυρίζει σαν σάπιο φρούτο*

**Μετά την άσκηση θα πρέπει να μετρηθεί το σάκχαρό και πάλι**

Το σάκχαρο θα πρέπει να μετρηθεί αμέσως μετά την άσκηση και αρκετές φορές κατά τη διάρκεια των επόμενων ωρών. Η άσκηση θα έχει εξαντλήσει τις αποθήκες γλυκόζης στους μυς και στο ήπαρ. Καθώς το σώμα ξαναγεμίζει αυτές τις αποθήκες παίρνει τη γλυκόζη από το αίμα. Όσο πιο έντονη είναι η άσκηση τόσο πιο μεγάλη θα είναι η επίδραση στα επίπεδα σακχάρου. Υπογλυκαιμία μπορεί να συμβεί ακόμα και πολλές ώρες μετά την άσκηση.

Αν μετά την άσκηση εμφανιστεί υπογλυκαιμία μπορεί να καταναλωθεί ένα μικρό σνακ με υδατάνθρακες, όπως ένα φρούτο ή κράκερ ή ένα μικρό ποτήρι χυμό.

Γενικές οδηγίες και προφυλάξεις για την άσκηση στο άτομο με ΣΔ

- Ξεκίνημα αργά και σταδιακά αύξηση της έντασης και της διάρκειας.
- Επιλογή μιας δραστηριότητας που διασκεδάζει.
- Αν έχει παραπανίσια κιλά μια καλή ιδέα είναι η γυμναστική στο νερό. Άλλες επιλογές είναι η ποδηλασία ή το κολύμπι.
- Να ασκείται τρεις με τέσσερις φορές την εβδομάδα για περίπου 30 λεπτά κάθε φορά. Ιδανικά να ασκείται κάθε μέρα.
- Ένα καλό πρόγραμμα άσκησης περιλαμβάνει 5 με 10 λεπτά προθέρμανση, τουλάχιστον 15 με 30 λεπτά συνεχή αερόβια άσκηση (γρήγορο περπάτημα ή ποδηλασία) και 5 λεπτά χαλάρωση στο τέλος.
- Προσθέτουμε σε αυτό το πρόγραμμα ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης ή αντίστασης 2 με 3 φορές την εβδομάδα.
- Να φοράει άνετα παπούτσια και να προσέχει τα πόδια του.
- Να πίνει νερό πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την άσκηση για να αποφεύγεται η αφυδάτωση.
- Μην αγνοεί τον πόνο! Σταματάει την άσκηση αν νιώσει αδικαιολόγητο πόνο στου μυς και στις αρθρώσεις.

### Αρθρογραφία-Βιβλιογραφία

1. (Kennedy et al, 21.Mar.2015) Amy Kennedy<sup>1,2</sup>, Krishnarajah Nirantharakumar<sup>3</sup>, Myriam Chimen<sup>1</sup>, Terence T. Pang<sup>1,4</sup>, Karla Hemming<sup>3</sup>, Rob C. Andrews<sup>5,6</sup>, Parth Narendran. Does Exercise Improve Glycaemic Control in Type 1 Diabetes? A Systematic Review and Meta-Analysis PLoS One. 2013;8(3):e58861. doi: 10.1371/journal.pone.0058861.
2. (Vinetti et al,2015) Vinetti G<sup>1</sup>, Mozzini C<sup>2</sup>, Desenzani P<sup>3</sup>, Boni E<sup>4</sup>, Bulla L<sup>1</sup>, Lorenzetti I<sup>1</sup>, Romano C<sup>1</sup>, Pasini A<sup>2</sup>, Cominacini L<sup>2</sup>, Assanelli D. Supervised exercise training reduces oxidative stress and cardiometabolic risk in adults with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. Sci Rep. 2015 Mar 18;5:9238
3. Nadia Lascar<sup>1,2</sup>, Amy Kennedy<sup>1,2</sup>, Beverley Hancock<sup>3</sup>, David Jenkins<sup>2</sup>, Robert C. Andrews<sup>3</sup>, Sheila Greenfield<sup>4</sup>, Parth Narendran<sup>1,2</sup>, Attitudes and Barriers to Exercise in Adults with Type 1 Diabetes (T1DM) and How Best to Address Them: A Qualitative Study. PLoS One. 2014 Sep 19;9(9):e108019
4. (Yardley et al, 2013) Yardley J<sup>1</sup>, Mollard R, MacIntosh A, MacMillan F, Wicklow B, Berard L, Hurd C, Marks S, McGavock J., Vigorous intensity exercise for glycemic control in patients with type 1 diabetes. Can J Diabetes. 2013 Dec;37(6):427-32
5. Yardley JE<sup>1</sup>, Sigal RJ, Exercise strategies for hypoglycemia prevention in individuals with type 1 diabetes. Diabetes Spectr. 2015 Jan;28(1):32-8.
6. (Tonoli et al, 2015) Tonoli C<sup>1</sup>, Heyman E, Buyse L, Roelands B, Piacentini MF, Bailey S, Pattyn N, Berthoin S, Meeusen R. Neurotrophins and cognitive functions in T1D compared with healthy controls: effects of a high-intensity exercise. Appl Physiol Nutr Metab. 2015 Jan;40(1):20-7.
7. Bjornstad P<sup>1</sup>, Cree-Green M<sup>2</sup>, Baumgartner A<sup>3</sup>, Maahs DM<sup>4</sup>, Cherney DZ<sup>5</sup>, Pyle L<sup>6</sup>, Regensteiner JG<sup>7</sup>, Reusch JE<sup>8</sup>, Nadeau KJ, Renal function is associated with peak exercise capacity in adolescents with type 1 diabetes. Diabetes Care. 2015 Jan;38(1):126-31. doi: 10.2337/dc14-1742. Epub 2014 Nov 20.
8. Carney EF, Prevention: Intensive exercise associated with reduced risk of diabetic nephropathy in patients with type 1 diabetes mellitus. Nat Rev Nephrol. 2015 Apr;11(4):198. doi: 10.1038/nrneph.2015.17. Epub 2015 Feb 17.
9. Campbell MD<sup>1</sup>, Walker M<sup>2</sup>, Trenell MI<sup>3</sup>, Luzio S<sup>4</sup>, Dunseath G<sup>4</sup>, Tuner D<sup>5</sup>, Bracken RM<sup>5</sup>, Bain SC<sup>4</sup>, Russell M<sup>1</sup>, Stevenson EJ<sup>1</sup>, West DJ<sup>1</sup>. Metabolic implications when employing heavy pre- and post-exercise rapid-acting insulin reductions to prevent hypoglycaemia in type 1 diabetes patients: a randomised clinical trial. PLoS One. 2014 May 23;9(5):e97143. doi: 10.1371/journal.pone.0097143. eCollection 2014.
10. Ward SA, Diabetes, exercise, and foot care: minimizing risks in patients who have neuropathy, Phys Sportsmed. 2005 Aug;33(8):33-8

11. Mohajeri Tehrani MR1, Tajvidi M, Kahrizi S, Hedayati M. Does endurance training affect igf-1/igfbp-3 and insulin sensitivity in patients with type 2 diabetes? *J Sports Med Phys Fitness*. 2015 Feb 4.
12. Gomez AM, Gomez C, Aschner P, Veloza A, Muñoz O, Rubio C, Vallejo S. Effects of Performing Morning Versus Afternoon Exercise on Glycemic Control and Hypoglycemia Frequency in Type 1 Diabetes Patients on Sensor-Augmented Insulin Pump Therapy. *J Diabetes Sci Technol*. (2015)
13. Broussard JL, Ehrmann DA, Van Cauter E, Tasali E, Brady MJ. Impaired Insulin Signaling in Human Adipocytes After Experimental Sleep Restriction: A Randomized, Crossover Study. *Ann Intern Med*. 2012;157:549-557. doi:10.7326/0003-4819-157-8-201210160-00005
14. George D. Harris, Russell D. White, MD, Diabetes Management and Exercise in Pregnant Patients With Diabetes, doi: 10.2337/diaclin.23.4.165 *Clinical Diabetes* October 2005 vol. 23 no. 4 165-168
15. Ulbrecht, J. S., Hurley, T., Mauger, D. T., & Cavanagh, P. R. (2014). Prevention of recurrent foot ulcers with plantar pressure-based in-shoe orthoses: the CareFUL prevention multicenter randomized controlled trial. *Diabetes care*, 37(7), 1982-1989.
16. Hafstad AD1, Boardman NT, Aasum E. How exercise may amend metabolic disturbances in diabetic cardiomyopathy. *Antioxid Redox Signal*. 2015 Mar 4.
17. Karoline de Moraes P1, Sales MM1, Alves de Almeida J2, Motta-Santos D3, Victor de Sousa C1, Simões HG1, Effects of aerobic exercise intensity on 24-h ambulatory blood pressure in individuals with type 2 diabetes and prehypertension. *J Phys Ther Sci*. 2015 Jan;27(1):51-6
18. Parra-Sánchez J1, Moreno-Jiménez M2, Nicola CM2, Nocua-Rodríguez II3, Amegló-Parejo MR3, Del Carmen-Peña M4, Cordero-Prieto C2, Gajardo-Barrena MJ2. [Evaluation of a supervised physical exercise program in sedentary patients over 65 years with type 2 diabetes mellitus]. *Aten Primaria*. 2015 Mar 10. pii: S0212-6567(15)00037-2
19. Tomas-Carus P1, Ortega-Alonso A, Pietiläinen KH, Santos V, Gonçalves G, H H, Ramos J, Raimundo A. A randomized controlled trial on the effects of combined aerobic-resistance exercise on muscle strength and fatigue, glycemic control and health-related quality of life of type 2 diabetes patients. *J Sports Med Phys Fitness*. 2015 Feb 12
20. Motahari-Tabari N, Ahmad Shirvani M1, Shirzad-E-Ahoodashty M, Yousefi-Abdolmaleki E, Teimourzadeh M, The effect of 8 weeks aerobic exercise on insulin resistance in type 2 diabetes: a randomized clinical trial. *Glob J Health Sci*. 2014 Aug 14;7(1):115-21
21. van Buuren F1, Horstkotte D, Mellwig KP, Fründ A, Vlachojanis M, Bogunovic N, Dimitriadis Z, Vortherms J, Humphrey R, Niebauer J. Electrical Myostimulation (EMS) Improves Glucose Metabolism and Oxygen Uptake in Type 2 Diabetes Mellitus Patients-Results from the EMS Study. *Diabetes Technol Ther*. 2015 Mar 3.
22. Mohajeri Tehrani MR1, Tajvidi M, Kahrizi S, Hedayati M. Does endurance training affect igf-1/igfbp-3 and insulin sensitivity in patients with type 2 diabetes? *J Sports Med Phys Fitness*. 2015 Feb 4.