

## Σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2 και άσκηση

Ε. Λιόρδα<sup>1</sup>  
Φ. Ηλιάδης<sup>2</sup>  
Τ. Διδάγγελος<sup>3</sup>  
Α. Χατζητόλιος<sup>4</sup>

### Περίληψη

Ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2 (ΣΔ τύπου 2) αποτελεί αίτιο υπεργλυκαιμίας στο 80% περίπου των ασθενών με σακχαρώδη διαβήτη. Οφείλεται σε συνδυασμένη διαταραχή, η οποία περιλαμβάνει τόσο την ελλιπή έκκριση της ινσουλίνης από τα β-κύτταρα του παγκρέατος, όσο και την αυξημένη αντίσταση στη δράση της ινσουλίνης. Συμπεριλαμβάνεται στους κύριους παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση καρδιαγγειακών νοσημάτων, ενώ παράλληλα προκαλεί και μικροαγγειακές επιπλοκές (αμφιβληστροειδοπάθεια, νευροπάθεια, νεφροπάθεια). Τα υγιεινοδιαιτητικά μέτρα αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο για την αντιμετώπιση του ΣΔ τύπου 2. Δίαιτα και άσκηση βοηθούν στην επίτευξη του γλυκαιμικού ελέγχου, ενώ παράλληλα ασκούν περαιτέρω ευνοϊκή επίδραση στη μείωση των επιπλοκών. Τόσο η αερόβια άσκηση, όσο και η άσκηση αντίστασης βελτιώνουν τη δράση της ινσουλίνης και μπορεί να βοηθήσουν στη μείωση των επιπέδων της γλυκόζης, των λιπιδίων και της αρτηριακής πίεσης. Παράλληλα ελαττώνουν τον καρδιαγγειακό κίνδυνο και τη θνητότητα, ενώ βελτιώνουν και την ποιότητα ζωής. Σημαντικό είναι η άσκηση να πραγματοποιείται τακτικά, έτσι ώστε τα οφέλη της να είναι διαρκή. Τα περισσότερα άτομα με ΣΔ τύπου 2 μπορούν να ασκούνται με ασφάλεια λαμβάνοντας βέβαια τις απαραίτητες προφυλάξεις, όπου αυτές απαιτούνται. Η συμμετοχή στην άσκηση είναι θεμελιώδους σημασίας για τη βελτίωση της υγείας των ασθενών με ΣΔ τύπου 2.

### Εισαγωγή

Πριν από την ανάπτυξη του θέματος θα αναφερθούμε σε μερικούς ορισμούς που αφορούν σε όρους που θα χρησιμοποιηθούν στην περιγραφή μας.

**Φυσική κατάσταση (physical fitness):** αντικατοπτρίζει την ικανότητα ενός ατόμου να εκτελεί διάφορες σωματικές δραστηριότητες. Περιλαμβάνει την καρδιοαναπνευστική ικανότητα, τη μυϊκή ικανότητα και την ελαστικότητα.<sup>1</sup>

**Καρδιοαναπνευστική ικανότητα ή καρδιοαναπνευστική αντοχή (cardiorespiratory fitness):** η ικανότητα του καρδιαγγειακού και αναπνευστικού συστήματος να παρέχουν οξυγόνο κατά τη διάρκεια παρατεταμένης σωματικής δραστηριότητας.<sup>1</sup> Η εκτίμηση της καρδιοαναπνευστικής αντοχής γίνεται με μέτρηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ( $VO_{2max}$ ) κατά τη διάρκεια δοκιμασίας σε κυλιόμενο τάπητα ή σε εργομετρικό ποδήλατο.

**Μυϊκή ικανότητα (muscular fitness):** περιλαμβάνει τη μυϊκή

<sup>1</sup> Ειδικευόμενη Γενικής Ιατρικής,  
Α' Προπαιδευτική Παθολογική  
Κλινική, ΠΓΝ

ΑΧΕΠΑ, Θεσσαλονίκη  
<sup>2</sup> Επίκουρος Καθηγητής  
Παθολογίας-Διαβητολογίας,  
Α' Προπαιδευτική Παθολογική  
Κλινική, ΠΓΝ

ΑΧΕΠΑ, Θεσσαλονίκη  
<sup>3</sup> Επίκουρος Καθηγητής  
Παθολογίας-Διαβητολογίας,  
Α' Προπαιδευτική Παθολογική  
Κλινική, ΠΓΝ

ΑΧΕΠΑ, Θεσσαλονίκη  
<sup>4</sup> Διευθυντής Καθηγητής  
Παθολογίας, Α' Προπαιδευτική  
Παθολογική Κλινική, ΠΓΝ  
ΑΧΕΠΑ, Θεσσαλονίκη

δύναμη (την ποσότητα της δύναμης που μπορεί να ασκήσει ένας μυς) και τη μυϊκή αντοχή (την ικανότητα ενός μυός να συνεχίζει να λειτουργεί χωρίς κόπωση).<sup>1</sup>

**Ελαστικότητα:** αναφέρεται στο εύρος της κίνησης που μπορεί να εκτελέσει μία άρθρωση.<sup>1</sup>

**Είδη άσκησης:** 1. Αεροβική άσκηση: ρυθμική, επαναλαμβανόμενη και συνεχής κίνηση των ίδιων μυϊκών ομάδων τουλάχιστον για 10 min κάθε φορά.<sup>1</sup> 2. Ασκήσεις αντίστασης (ενδυνάμωσης): χρησιμοποιούν τη μυϊκή δύναμη για τη μετακίνηση ενός βάρους ή για την υπερνίκηση φορτίου αντίστασης.<sup>1</sup> 3. Ασκήσεις ελαστικότητας: είναι ασκήσεις έκτασης όπως οι διατάσεις, που έχουν ως στόχο να αυξήσουν ή να διατηρήσουν το εύρος της κίνησης που μπορεί να πραγματοποιήσει μία άρθρωση.<sup>1</sup>

### Ένταση αεροβικής άσκησης

Μπορεί να προσδιοριστεί είτε με το μεταβολι-

κό ισοδύναμο (MET), είτε με τη μέγιστη καρδιακή συχνότητα ( $HR_{max}$ ), είτε με τη  $VO_{2max}$  (Πίν. 1).<sup>2</sup>

**Μεταβολικό ισοδύναμο (MET):** χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει την ένταση της άσκησης και αντικατοπτρίζει τον ρυθμό που καταναλώνεται η ενέργεια σε κατάσταση ηρεμίας και στους ενήλικες ισούται περίπου με 1 Kcal/Kg ΒΣ/h.

**Μέγιστη καρδιακή συχνότητα ( $HR_{max}$ ):** μπορεί να υπολογισθεί από τον τύπο  $220/\eta\lambda\iota\kappa\iota\alpha$  σε έτη.

**Αποθεματικό καρδιακής συχνότητας (HRR-Heart Rate Reserve):** μπορεί να υπολογισθεί από τον τύπο μέγιστη καρδιακή συχνότητα/καρδιακή συχνότητα σε ηρεμία

**Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ( $VO_{2max}$ ):** για τη μέτρησή της απαιτείται εργοσπειρομέτρηση.

### Ένταση ασκήσεων αντίστασης

Βρίσκουμε το μέγιστο βάρος που μπορεί να άρει το άτομο για μία μόνο φορά.<sup>3</sup> Το βάρος αυτό

**Πίνακας 1.** Κατάταξη αεροβικής σωματικής δραστηριότητας ανάλογα με την ένταση.

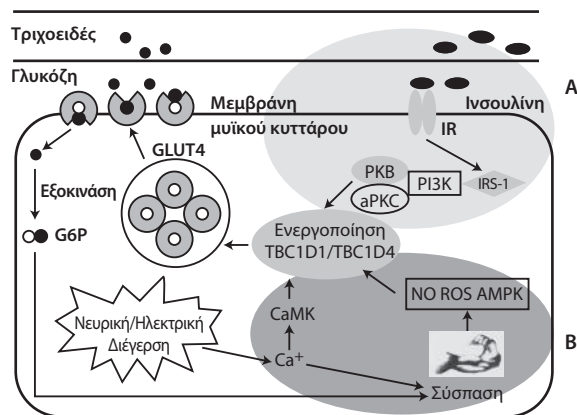
Ένταση σωματικής δραστηριότητας	Αντικειμενική εκτίμηση έντασης				Περιγραφική εκτίμηση έντασης	Παραδείγματα
	METS	HRmax	HRR	$VO_{2max}$		
Καθιστική	< 1,6	< 40%	< 20%	< 20%	Κάθισμα ή ξάπλωμα με μικρή συμμετοχή κίνησης	Παρακολούθηση τηλεόρασης, επιβάτης αυτοκινήτου, στάση σε όρθια θέση, ψυχαγωγικό διάβασμα βιβλίου
Ήπια	1,6 < 3	40 < 55%	20 < 40%	20 < 40%	Δεν προκαλεί σημαντική αλλαγή στον αριθμό των αναπνοών και διαρκεί τουλάχιστον 60 min	Διάβασμα για μελέτη, ψάρεμα, απλές οικιακές εργασίες (μαγείρεμα, πλύσιμο πιάτων, σιδέρωμα), εργασία σε υπολογιστή
Μέτρια	3 < 6	55 < 70%	40 < 60%	40 < 60%	Μπορεί να διεξαχθεί παράλληλα με συνομιλία, χωρίς αυτή να διακόπτεται. Μπορεί να διαρκέσει 30-60 min.	Περπάτημα τουλάχιστον για 10 min με μέτριο ή γρήγορο ρυθμό (5-7 Km/h), χαλαρό κολύμπι, διπλή αντισφαίριση, γκολφ, ποδηλασία με σταθερό ρυθμό σε επίπεδο έδαφος με 8-15 Km/h, πετοσφαίριση, χαλαρός χορός, ιππασία, οικιακή καθαριότητα, περιποίηση ζήπου
Έντονη	6 < 9	70 < 90%	60 < 85%	60 < 85%	Δεν μπορεί να διεξαχθεί παράλληλα με συνομιλία χωρίς αυτή να διακόπτεται. Μπορεί να διαρκέσει μέχρι 30 min.	Ζωηρό περπάτημα > 8 Km/h, περπάτημα σε ανηφόρα, βάρη, τρέξιμο, αναρρόχιση, ποδηλασία > 15 Km/h, ζωηρός χορός, ποδόσφαιρο, αντισφαίριση, καλαθοσφαίριση, πετοσφαίριση στην άμμο, υδατοσφαίριση, πολεμικές τέχνες, περιποίηση ζήπου με σκάψιμο
Μέγιστη	≥ 9	≥ 90%	≥ 85%	≥ 85%	Δεν μπορεί να διαρκέσει για πάνω από 10 min	Για αθλητές

ονομάζεται 1-repetition maximum [1-RM] και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως το ανώτερο όριο για να προσδιορισθεί το ιδανικό βάρος που πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση μίας άσκησης αντίστασης (ως ποσοστό του 1-RM).<sup>3</sup>

### Οξεία επίδραση άσκησης στον μεταβολισμό της γλυκόζης

Κατά τη διάρκεια της άσκησης, οι μυϊκές συσπάσεις αυξάνουν την πρόσληψη της γλυκόζης από τους εργαζόμενους μυς. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, γιατί καθώς η ένταση της άσκησης αυξάνει, οι υδατάνθρακες γίνονται η κύρια πηγή ενέργειας. Φαίνεται ότι οι μυϊκές συσπάσεις διεγείρουν τη μετακίνηση των GLUT4 γλυκοζομεταφορέων, οι οποίοι είναι απαραίτητοι για την είσοδο της υδρόφιλης γλυκόζης εντός των μυϊκών κυττάρων, από το ενδοκυττάριο διαμέρισμα προς την επιφάνεια των μυϊκών κυττάρων μέσω ενεργοποίησης της AMP κινάσης, της αύξησης του μονοξειδίου του αζώτου (NO – nitric oxide) και της αύξησης των ελευθέρων ριζών οξυγόνου (ROS – reactive oxygen species).<sup>4-6</sup> Επίσης υπάρχουν ενδείξεις ότι η άσκηση ίσως αυξάνει ταυτόχρονα και τη δραστηριότητα αλλά και τον αριθμό των GLUT4 μέσω διέγερσης της έκφρασης του γονιδίου τους.<sup>5</sup> Παρόμοια δράση έχει και η ινσουλίνη η οποία επίσης διεγείρει τη μετακίνηση των GLUT4 γλυκοζομεταφορέων προς την επιφάνεια των μυϊκών κυττάρων.<sup>4,5</sup> Ωστόσο η μεταβίβαση του σήματος της ινσουλίνης εντός των μυϊκών κυττάρων ακολουθεί διαφορετική μεταβολική οδό, τουλάχιστον στην αρχική της διαδρομή, σε σχέση με τη μεταβίβαση του σήματος της μυϊκής σύσπασης. Υπάρχει βέβαια και ένα τελικό κοινό σημείο στις δύο μεταβολικές οδούς που αφορά την ενεργοποίηση δύο ενδοκυττάρων πρωτεϊνών, των TBC1D1/TBC1D4.<sup>5</sup> Συμπερασματικά, η άσκηση αυξάνει την πρόσληψη της γλυκόζης από το μυϊκό κύτταρο κυρίως μέσω μετακίνησης των GLUT4 με μηχανισμό διαφορετικό κατά τα αρχικά στάδια από αυτόν της ινσουλίνης. Άρα η άσκηση οδηγεί σε αυξημένη είσοδο γλυκόζης στο μυϊκό κύτταρο ακόμα και όταν τα επίπεδα ή/και η δράση της ινσουλίνης είναι διαταραγμένα, όπως συμβαίνει σε ΣΔ τύπου 2. Επιπλέον επειδή υπάρχει και κοινό σημείο μεταξύ των δύο μεταβολικών οδών, η άσκηση αυξάνει και την ευαισθησία του μυϊκού κυττάρου στη δράση της ινσουλίνης (Σχ. 1).

Κατά τη διάρκεια της άσκησης σε υγιή άτομα τα επίπεδα της γλυκόζης διατηρούνται μέσα σε φυ-



**Σχήμα 1.** Επίδραση άσκησης στον μεταβολισμό της γλυκόζης. Οι μυϊκές συσπάσεις διεγείρουν τη μετακίνηση των GLUT4 γλυκοζομεταφορέων από το ενδοκυττάριο διαμέρισμα προς την επιφάνεια των μυϊκών κυττάρων μέσω ενεργοποίησης της AMP κινάσης (AMPK), της αύξησης του μονοξειδίου του αζώτου (NO – nitric oxide) και της αύξησης των ελευθέρων ριζών οξυγόνου (ROS – reactive oxygen species). Παρόμοια δράση έχει και η ινσουλίνη η οποία επίσης διεγείρει τη μετακίνηση των GLUT4 γλυκοζομεταφορέων προς την επιφάνεια των μυϊκών κυττάρων μέσω διαφορετικής όμως μεταβολικής οδού. Υπάρχει βέβαια και ένα τελικό κοινό σημείο στις δύο μεταβολικές οδούς που αφορά την ενεργοποίηση δύο ενδοκυττάρων πρωτεϊνών, των TBC1D1/TBC1D4 (τροποποιημένο από IUBMB Life 2009; 61: 479-84 και από Physiol Rev 2013; 93: 993-1017).

σιολογικά όρια γιατί αυξάνεται αντισταθμιστικά η ηπατική παραγωγή γλυκόζης μέσω της ηπατικής γλυκογονόλυσης και γλυκονεογένεσης λόγω αύξησης των ορμονών του stress (κυρίως των κατεχολαμινών). Έτσι, σε ασθενείς με ΣΔ τύπου 2, παρ' όλο που η μέτριας έντασης αεροβική άσκηση μειώνει τα επίπεδα γλυκόζης και βελτιώνει τη δράση της ινσουλίνης, ο κίνδυνος υπογλυκαιμίας είναι μικρός εφόσον δεν είναι ινσουλινοθεραπευόμενοι ή δεν λαμβάνουν ινσουλινο-εκκκριτικά αντιδιαβητικά δι-σκία όπως είναι οι σουλφονουλουρίες και γλινίδες. Μάλιστα, μετά από έντονη άσκηση, λόγω μεγάλης αύξησης των ορμονών του stress, σε συνθήκες σημαντικής έλλειψης ινσουλίνης είναι δυνατόν να παρατηρηθεί και παροδική υπεργλυκαιμία.<sup>6</sup>

Η οξεία επίδραση των ασκήσεων αντίστασης σε ασθενείς με ΣΔ τύπου 2 δεν έχει μελετηθεί. Ωστόσο έχει φανεί ότι προκαλούν μείωση των επιπέδων γλυκόζης τουλάχιστον για 24 ώρες μετά την άσκηση σε ασθενείς με διαταραγμένη γλυκαιμία νηστείας (IFG – impaired fasting glucose).<sup>6</sup>

Ο συνδυασμός αεροβικής άσκησης και ασκήσεων αντίστασης φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματικός από ό,τι η κάθε άσκηση ξεχωριστά στον έλεγχο της γλυκαιμίας.<sup>6</sup>

Η άσκηση οδηγεί σε βελτίωση της ενέργειας της ινσουλίνης διάρκειας 2-72 ωρών.<sup>6</sup>

### Χρόνια επίδραση της άσκησης σε ασθενείς με ΣΔ τύπου 2

Τόσο η αεροβική όσο και οι ασκήσεις αντίστασης βελτιώνουν τα επίπεδα γλυκόζης, τη δράση της ινσουλίνης και την οξειδωση των λιπών. Επιπλέον οι ασκήσεις αντίστασης αυξάνουν τη μάζα των σκελετικών μυών.<sup>6,7</sup>

Στα λιπίδια μπορεί να προκαλέσει μικρή μείωση στην LDL, χωρίς να μεταβάλλει τη HDL και τα τριγλυκερίδια. Όταν η άσκηση συνδυάζεται με μείωση του σωματικού βάρους η επίδραση στα λιπίδια είναι ευνοϊκότερη.<sup>6,7</sup>

Η αεροβική άσκηση μπορεί να μειώσει λίγο τη συστολική αρτηριακή πίεση, χωρίς μεταβολή της διαστολικής.<sup>6</sup>

Επίσης μπορεί να βοηθήσει στην απώλεια βάρους. Ωστόσο για να χρησιμοποιηθεί ως επιπρόσθετο μέτρο για την απώλεια σωματικού βάρους, η άσκηση θα πρέπει να είναι καθημερινή και να διαρκεί τουλάχιστον 60 min.<sup>6</sup>

Σε ασθενείς με ΣΔ τύπου 2, η άσκηση υπό επίβλεψη έχει καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τη μη οργανωμένη άσκηση.<sup>6</sup>

Μελέτες παρατήρησης έχουν δείξει ότι σχετίζεται με χαμηλότερο κίνδυνο καρδιαγγειακού θανάτου και θανάτου από οποιαδήποτε αιτία, ενώ παράλληλα σε διαβητικούς μειώνει τα συμπτώματα της κατάθλιψης και βελτιώνει την ποιότητα της ζωής.<sup>6</sup>

### Άσκηση και πρόληψη του ΣΔ τύπου 2

Η συμμετοχή σε τακτική αεροβική άσκηση μπορεί να αποτρέψει ή να καθυστερήσει την εμφάνιση του ΣΔ τύπου 2.<sup>8</sup> Η επίδραση των ασκήσεων αντίστασης δεν έχει μελετηθεί. Έτσι συστήνεται για τουλάχιστον 2,5 ώρες / εβδομάδα μέτρια (π.χ. γρήγορο περπάτημα) έως έντονη αεροβική άσκηση σε ενήλικες υψηλού κινδύνου για εμφάνιση ΣΔ τύπου 2<sup>6</sup>.

### Άσκηση κατά την κύηση (πρόληψη – γλυκαιμικός έλεγχος ΣΔ κύησης)

Επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι η άσκηση κατά τη διάρκεια της κύησης ίσως μειώνει

τον κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη κύησης.<sup>9</sup> Επίσης τυχαιοποιημένες μελέτες έδειξαν ότι η μέτριας έντασης άσκηση σχετίζεται με καλύτερο γλυκαιμικό έλεγχο του διαβήτη κύησης.<sup>10</sup>

### Αξιολόγηση του διαβητικού ασθενούς πριν την άσκηση

Πριν από την έναρξη προγράμματος άσκησης, πιο έντονης από το γρήγορο περπάτημα, απαιτείται πλήρης κλινικοεργαστηριακός έλεγχος (κλινική εξέταση, έλεγχος ρύθμισης διαβήτη, έλεγχος για μακροαγγειακές και μικροαγγειακές επιπλοκές).<sup>11</sup> Σε ασθενείς που πληρούν ένα τουλάχιστον από τα κριτήρια του πίνακα 2 πρέπει να διενεργείται και δοκιμασία κόπωσης.<sup>12</sup> Αν η δοκιμασία κόπωσης είναι παθολογική πρέπει να γίνεται περαιτέρω έλεγχος με σπινθηρογράφημα καρδιάς ή/και στεφανιογραφία.<sup>13</sup> Σε ασθενείς που πρόκειται να συμμετέχουν σε ήπιας έντασης άσκηση όπως περπάτημα, η δοκιμασία κόπωσης πριν από την έναρξη του προγράμματος άσκησης δεν είναι απαραίτητη.<sup>12</sup>

### Άσκηση πασχόντων από ΣΔ τύπου 2

Μόλις 39% των ενηλίκων με διαβήτη είναι σωματικά δραστήριοι σε σύγκριση με 58% των μη διαβητικών ενηλίκων.<sup>14</sup> Ωστόσο, για τους περισσότερους ασθενείς με διαβήτη τύπου 2, η άσκηση συνιστάται για την αντιμετώπιση του διαβήτη και μπορεί να γίνεται με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα.<sup>14</sup>

**Πίνακας 2.** Κριτήρια διενέργειας δοκιμασίας κόπωσης σε διαβητικούς ασθενείς πριν από την έναρξη προγράμματος άσκησης.

1. Ηλικία > 40 έτη, με ή χωρίς καρδιαγγειακούς παράγοντες κινδύνου εκτός από του διαβήτη
2. Ηλικία > 30 έτη και ένα τουλάχιστον από τα παρακάτω:  
 Τύπου 1 ή τύπου 2 διαβήτη με > 10 έτη διάρκεια  
 Υπέρταση  
 Κάπνισμα  
 Δυσλιπιδαιμία  
 Αμφιβληστροειδοπάθεια  
 Νεφροπάθεια συμπεριλαμβανομένης της μικρολευκοματινουρίας
3. Οποιοδήποτε από τα ακόλουθα, ανεξάρτητα από την ηλικία:  
 Γνωστή ή ύποπτη στεφανιαία νόσο, αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο ή περιφερική αρτηριακή νόσο  
 Νευροπάθεια αυτόνομου νευρικού συστήματος  
 Χρόνια νεφροπάθεια με νεφρική ανεπάρκεια



### Ασκήσεις αεροβικές

**Συχνότητα:** Η αεροβική άσκηση θα πρέπει να εκτελείται τουλάχιστον 3 ημέρες / εβδομάδα με μεσοδιάστημα αποχής όχι πάνω από 2 διαδοχικές ημέρες, λόγω της παροδικής ευεργετικής επίδρασης της άσκησης στη δράση της ινσουλίνης.<sup>15</sup> Οι περισσότερες κλινικές μελέτες για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της άσκησης σε άτομα με διαβήτη τύπου 2 έχουν χρησιμοποιήσει μια συχνότητα τρεις φορές την εβδομάδα,<sup>12,15,16</sup> αλλά οι τρέχουσες κατευθυντήριες οδηγίες για ενήλικες συστήνουν πέντε συνεδρίες μέτριας δραστηριότητας / εβδομάδα.<sup>17,19,20</sup>

**Ένταση<sup>14</sup>:** Η αεροβική άσκηση θα πρέπει να είναι τουλάχιστον μέτριας έντασης που αντιστοιχεί περίπου στο 40-60% της  $VO_{2max}$ . Επιπλέον οφέλη μπορεί να αποκομισθούν από πιο έντονη άσκηση (> 60% της  $VO_{2max}$ ). Έχει φανεί ότι η βελτίωση του γλυκαιμικού ελέγχου και πιθανώς και τα καρδιαγγειακά οφέλη επηρεάζονται σε μεγαλύτερο βαθμό από την ένταση της άσκησης σε σχέση με τη διάρκειά της. Έτσι, οι ασθενείς που ήδη ασκούνται σε έναν ρυθμό μέτριας έντασης θα πρέπει να αυξήσουν την ένταση της άσκησης σε έντονη άσκηση, ώστε να αποκομίσουν επιπλέον οφέλη στον γλυκαιμικό έλεγχο (και πιθανόν καρδιαγγειακά οφέλη).

**Διάρκεια:** Τα άτομα με ΣΔ τύπου 2 πρέπει να πραγματοποιούν άσκηση μέτριας ή μεγαλύτερης έντασης τουλάχιστον για 150 min/εβδομάδα. Η αερόβια δραστηριότητα πρέπει να διαρκεί κάθε φορά για χρονική περίοδο τουλάχιστον 10 min. Περίπου 150 min/εβδομάδα μέτριας έντασης άσκηση σχετίζεται με μείωση της νοσηρότητας και της θνησιμότητας σε μελέτες παρατήρησης.<sup>19</sup> Πρόσφατα η American Heart Association<sup>17,20</sup> συστήνει 150 min μέτριας δραστηριότητας (30 min/ημέρα για 5 ημέρες/εβδομάδα) ή 60 λεπτά έντονης σωματικής άσκησης (20 min/ημέρα για 3 μη διαδοχικές ημέρες/εβδομάδα) για όλους τους ενήλικες, ενώ οι τελευταίες ομοσπονδιακές κατευθυντήριες οδηγίες των ΗΠΑ συστήνουν 150 min μέτριας ή 75 min έντονης δραστηριότητας, ή έναν ισοδύναμο συνδυασμό και των δύο για όλη την εβδομάδα. Οι ομοσπονδιακές κατευθυντήριες οδηγίες των ΗΠΑ<sup>19</sup> προτείνουν ότι ο όγκος άσκησης των 500-1.000 METs × min / εβδομάδα (METs της άσκησης x αριθμός των λεπτών που διαρκεί η άσκηση ανά εβδομάδα) είναι ο ιδανικός και μπορεί να επιτευχθεί, για παράδειγμα, με 150 min/εβδομάδα περπάτημα με ταχύτητα (ένταση άσκησης 5 METs) ή με 75 min τζόγκινγκ με ταχύτητα (ένταση άσκησης

10 METs). Δυστυχώς, οι περισσότεροι ασθενείς με ΣΔ τύπου 2 δεν έχουν επαρκή αερόβια ικανότητα ώστε να τρέχουν σε εβδομαδιαία βάση, ενώ παράλληλα πολλοί από τους ασθενείς παρουσιάζουν ορθοπεδικά προβλήματα ή άλλους περιορισμούς. Ως εκ τούτου, οι περισσότεροι διαβητικοί ασθενείς θα χρειασθούν τουλάχιστον 150 min μέτριας έντασης αερόβια άσκηση ανά εβδομάδα για να επιτύχουν μείωση του καρδιαγγειακού τους κινδύνου.<sup>17,20</sup> Καρδιαγγειακά και γλυκαιμικά οφέλη μπορεί ίσως να παρατηρηθούν και με μικρότερο όγκο άσκησης (χωρίς όμως να έχει καθορισθεί η ελάχιστη διάρκεια άσκησης), ενώ ίσως περαιτέρω όφελος μπορεί να προκύψει με την αύξηση της διάρκειας της άσκησης πέρα από τα προτεινόμενα όρια. Οι ασθενείς που έχουν καλύτερη φυσική κατάσταση μπορεί να πραγματοποιήσουν έντονης έντασης άσκηση για μικρότερο χρονικό διάστημα και να επιτύχουν τα ίδια οφέλη.

**Ρυθμός αύξησης της άσκησης:** Προς το παρόν, δεν υπάρχει μελέτη σε ασθενείς με ΣΔ τύπου 2 που να καθορίζει τον ρυθμό με τον οποίο πρέπει να αυξάνεται η ένταση και η διάρκεια της άσκησης. Συστήνεται μόνο σταδιακή αύξηση και των δύο ώστε να ελαττώνεται πολύ ο κίνδυνος τραυματισμού και να διατηρείται η συμμόρφωση των ασθενών.<sup>6</sup>

**Απώλεια σωματικού βάρους και συντήρηση της απώλειας:** Τα πιο επιτυχημένα προγράμματα μείωσης του σωματικού βάρους περιλαμβάνουν συνδυασμό άσκησης, διαίτας και τροποποίησης της συμπεριφοράς. Η άσκηση από μόνη της δεν μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια βάρους. Ωστόσο φαίνεται ότι άσκηση 420 min/εβδομάδα βοηθάει στη συντήρηση μίας μεγάλης απώλειας βάρους.<sup>21,22</sup>

### Ασκήσεις αντίστασης

**Συχνότητα:** Οι ασκήσεις αντίστασης πρέπει να πραγματοποιούνται τουλάχιστον δύο φορές την εβδομάδα σε μη συνεχόμενες ημέρες,<sup>17,19,20,24,32,62</sup> αλλά ιδανικό θα είναι να γίνονται τρεις φορές την εβδομάδα,<sup>23,26</sup> ως μέρος ενός προγράμματος άσκησης που θα περιλαμβάνει παράλληλα και αερόβιες ασκήσεις.

**Ένταση:** Πρέπει να είναι μέτρια (50% του 1-RM) ή έντονη (75-80% του 1-RM) για μεγάλη αύξηση της δύναμης και της ενέργειας της ινσουλίνης.<sup>23,32</sup>

**Διάρκεια:** Κάθε συνεδρία άσκησης πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον 5-10 ασκήσεις που να αφορούν τις μεγάλες μυϊκές ομάδες (στο άνω μέρος του σώματος, στο κάτω μέρος του σώματος και στον κορμό) και οι οποίες θα πρέπει να επαναλαμβάνο-

νται 10-15 φορές η κάθε μία μέχρι να επέλθει κόπωση.<sup>24,32,62</sup> Αρχικά τουλάχιστον ένα πρόγραμμα (set) επαναλήψεων. Ωστόσο για επίτευξη ενδυνάμωσης απαιτούνται 3-4 προγράμματα ανά συνεδρία.

**Είδη προς άσκηση:** Ελεύθερα βάρη, μηχανήματα δύναμης, αντίσταση από λάστιχα, αντίσταση από το βάρος του σώματος μπορεί να οδηγήσουν σε αύξηση της δύναμης και της μυϊκής μάζας.<sup>25</sup>

**Ρυθμός αύξησης της άσκησης:** Για την αποφυγή τραυματισμών, η αύξηση της έντασης, της διάρκειας και της συχνότητας των συνεδριών άσκησης πρέπει να είναι σταδιακή. Πρώτα αυξάνεται η ένταση της άσκησης, στη συνέχεια ο αριθμός των επαναλήψεων, αργότερα ο αριθμός των προγραμμάτων και τέλος η συχνότητα των συνεδριών της άσκησης. Το ιδανικό αποτέλεσμα είναι μέσα σε 6 μήνες οι ασθενείς να πραγματοποιούν 3 συνεδρίες άσκησης που θα αποτελούνται από 3 προγράμματα των 8-10 επαναλήψεων σε 8-10 ασκήσεις με το 75-80% του 1-RM<sup>26</sup>.

### **Συνδυασμός αερόβιας άσκησης και ασκήσεων αντίστασης**

Ο συνδυασμός αερόβιας άσκησης και ασκήσεων αντίστασης προσφέρει μεγαλύτερο όφελος στον γλυκαιμικό έλεγχο από ό,τι η κάθε άσκηση ξεχωριστά, για αυτό και συστήνεται.<sup>35</sup> Επίσης η θερμιδική δαπάνη είναι μεγαλύτερη με συνδυασμένη άσκηση. Ηπιότερες μορφές άσκησης, όπως η γιόγκα και το τάι τσι, μπορεί να έχουν όφελος στον έλεγχο της γλυκόζης,<sup>28</sup> αλλά το αποτέλεσμά τους δεν είναι τεκμηριωμένο και προς το παρόν δεν συστήνονται.

### **Άλλες δραστηριότητες: η καθημερινή δραστηριότητα**

Τα άτομα με διαβήτη τύπου 2 ενθαρρύνονται να αυξήσουν τη συνολική καθημερινή σωματική τους δραστηριότητα για να κερδίσουν επιπλέον οφέλη για την υγεία τους. Η ενεργειακή δαπάνη για τις καθημερινές δραστηριότητες της ζωής μπορεί να δημιουργήσει ένα μεγάλο ημερήσιο θερμιδικό έλλειμμα και να εμποδίσει την αύξηση του σωματικού βάρους.<sup>29</sup> Τα παχύσαρκα άτομα κάθονται για περίπου 2,5 ώρες/ημέρα περισσότερο και περπατούν κατά μέσο όρο 5 χλμ/ημέρα λιγότερο σε σχέση με τα αδύνατα άτομα.

### **Ασκήσεις ελαστικότητας**

Οι ασκήσεις ελαστικότητας μπορεί να συμπεριλαμβάνονται σε ένα πρόγραμμα άσκησης, χωρίς

όμως να υποκαθιστούν ούτε την αερόβια άσκηση, ούτε τις ασκήσεις αντίστασης.<sup>21</sup>

### **Άσκηση και υπεργλυκαιμία**

Σε άτομα με ΣΔ τύπου 1 που δεν ρυθμίζονται επαρκώς και παρουσιάζουν υπεργλυκαιμία, η άσκηση μπορεί να οδηγήσει σε κέτωση λόγω αύξησης των ανταγωνιστικών προς την ινσουλίνη ορμονών (κυρίως των κατεχολαμινών). Αντίθετα σε άτομα με ΣΔ τύπου 2, που διατηρούν υπολειμματική έκκριση ινσουλίνης, η υπεργλυκαιμία βελτιώνεται με την άσκηση, με την προϋπόθεση βέβαια ότι η υπεργλυκαιμία δεν είναι απόρροια υποκείμενου νοσήματος. Ως εκ τούτου, τα άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 γενικά δεν πρέπει να αναβάλλουν την άσκηση λόγω υπεργλυκαιμίας, υπό την προϋπόθεση ότι αισθάνονται καλά. Ωστόσο αν πρόκειται να έχουν έντονη φυσική δραστηριότητα με αυξημένα επίπεδα γλυκόζης (> 300 mg ) είναι φρόνιμο να είναι επαρκώς ενυδατωμένοι.<sup>30</sup> Επίσης σε ασθενείς με ΣΔ τύπου 2 η αεροβική άσκηση βοηθάει και στη μείωση της μεταγευματικής υπεργλυκαιμίας, επειδή τα ενδογενή επίπεδα ινσουλίνης είναι υψηλότερα εκείνη τη στιγμή.<sup>31</sup>

### **Άσκηση και υπογλυκαιμία**

Σε ασθενείς με ΣΔ τύπου 2 που ελέγχονται με υγιεινοδιαιτητικά μέτρα μόνο, ο κίνδυνος εμφάνισης υπογλυκαιμίας κατά τη διάρκεια της άσκησης είναι ελάχιστος.<sup>32</sup> Η μέτρηση των επιπέδων της γλυκόζης μπορεί να πραγματοποιηθεί πριν και μετά την άσκηση για να εκτιμηθεί το αποτέλεσμα της άσκησης στα επίπεδα της γλυκόζης. Δραστηριότητες μεγάλης διάρκειας αλλά χαμηλής έντασης γενικά προκαλούν μείωση στα επίπεδα της γλυκόζης, χωρίς όμως να προκαλούν υπογλυκαιμία.<sup>33</sup> Ενώ η πολύ έντονη δραστηριότητα μπορεί να προκαλέσει παροδικές αυξήσεις στη γλυκόζη,<sup>34,36</sup> η διαλείπουσα, υψηλής έντασης άσκηση, αμέσως μετά το πρωινό γεύμα, σε ασθενείς που βρίσκονται υπό αγωγή μόνο με δίαιτα μειώνει τα επίπεδα της γλυκόζης και την έκκριση ινσουλίνης.<sup>35</sup> Σε ασθενείς που βρίσκονται υπό αγωγή με ινσουλίνη και σουλφονουλιδες ή γλινίδες, η άσκηση μπορεί να *επιπλέξει τον χειρισμό* του διαβήτη.<sup>36</sup> Για επίπεδα γλυκόζης πριν την άσκηση μικρότερα από 100 mg/dl, η Αμερικανική Διαβητολογική Εταιρεία συστήνει να προσλαμβάνονται υδατάνθρακες πριν από κάθε άσκηση.<sup>30</sup> Αν οι ασθενείς ελέγχονται με δίαιτα ή με άλλα από του στόματος αντιδιαβητικά δισκία (μετ-

φορμίνη, πιογλιταζόνη, γλιπτίνες), δεν θα χρειαστούν πρόσληψη υδατανθράκων για άσκηση που διαρκεί λιγότερο από μία ώρα. Οι ινσουλινοθεραπευόμενοι ασθενείς θα πρέπει να καταναλώνουν πάνω από 15 γραμμάρια υδατανθράκων πριν από την άσκηση όταν το αρχικό επίπεδο της γλυκόζης είναι 100 mg/dl ή χαμηλότερο. Ωστόσο το συνολικό ποσό των υδατανθράκων που θα απαιτηθεί εξαρτάται από τη δόση της ινσουλίνης, τη διάρκεια και την ένταση της άσκησης και τις μετρήσεις του σακχάρου κατά τη διάρκεια της άσκησης. Έντονη αλλά μικρής διάρκειας άσκηση απαιτεί μικρή ή καθόλου πρόσληψη υδατανθράκων.<sup>37</sup> Συχνά εμφανίζεται υπογλυκαιμία μετά την άσκηση, όταν οι αποθήκες υδατανθράκων (δηλαδή, το γλυκογόνο των μυών και του ήπατος) εξαντλούνται. Ειδικότερα, υψηλής έντασης άσκηση μπορεί να οδηγήσει σε εξάντληση του γλυκογόνου των μυών, αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο για υπογλυκαιμία μετά την άσκηση σε ινσουλινοθεραπευόμενους ασθενείς και σε ασθενείς που λαμβάνουν εκκριταγωγά φάρμακα.<sup>38</sup> Σε τέτοιες περιπτώσεις, η κατανάλωση 5-30 γραμμάρων υδατανθράκων κατά τη διάρκεια και στα πρώτα 30 min μετά από εξαντλητική άσκηση μειώνει τον κίνδυνο υπογλυκαιμίας και επιτρέπει την αποτελεσματικότερη αποκατάσταση του μυϊκού γλυκογόνου.<sup>39</sup>

### Άσκηση και φάρμακα

Σε ασθενείς που ασκούνται συστηματικά απαιτείται μείωση της δόσης της ινσουλίνης, αλλά και των από του στόματος αντιδιαβητικών δισκίων.<sup>38</sup> Τα διαβητικά άτομα συχνά λαμβάνουν αγωγή και για συνυπάρχουσες παθήσεις όπως διουρητικά, β-αποκλειστές, αναστολείς του ΜΕΑ, ασπιρίνη και υπολιπιδαιμικά φάρμακα.<sup>40</sup> Αυτά τα φάρμακα γενικά δεν επηρεάζουν, ούτε επηρεάζονται από την άσκηση με ορισμένες αξιοσημείωτες εξαιρέσεις. Οι β-αποκλειστές εμποδίζουν την αύξηση του καρδιακού ρυθμού και μειώνουν τη μέγιστη ικανότητα για άσκηση, μέσω αρνητικής ινότροπης και χρονότροπης δράσης, στο 87% της αναμενόμενης.<sup>41</sup> Μπορούν επίσης να αποκλείσουν την εμφάνιση των αδρενεργικών συμπτωμάτων της υπογλυκαιμίας, αυξάνοντας τον κίνδυνο για ανεπίγνωστη υπογλυκαιμία κατά τη διάρκεια της άσκησης. Ωστόσο, οι β-αναστολείς μπορούν να αυξήσουν την ικανότητα άσκησης σε εκείνους με καρδιαγγειακά προβλήματα με τη βελτίωση της αιμάτωσης των στεφανιαίων αγγείων κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας.<sup>42</sup> Τα διουρητικά μπορεί να

προκαλέσουν αφυδάτωση και ηλεκτρολυτικές διαταραχές, ιδιαίτερα όταν η άσκηση πραγματοποιείται σε αυξημένες θερμοκρασίες. Η χρήση στατινών έχει συσχετισθεί με αυξημένο κίνδυνο μυοπάθειας (μυαλγία και μυοσίτιδα), ιδιαίτερα όταν λαμβάνονται σε συνδυασμό με φιβράτες και νιασίνη.<sup>43</sup>

### Άσκηση σε ασθενείς με διαβητικές μακροαγγειακές ή μικροαγγειακές επιπλοκές

**Αγγειακή νόσος.** Οι διαβητικοί ασθενείς με σπηθάγγη θεωρούνται υψηλού κινδύνου και θα πρέπει αρχικά τουλάχιστον να ασκούνται υπό επιτήρηση.<sup>44</sup> Ο διαβήτης επιταχύνει την ανάπτυξη αθηροσκλήρωσης και είναι ένας σημαντικός παράγοντας κινδύνου για καρδιαγγειακή νόσο και περιφερική αρτηριακή νόσο (ΠΑΝ). Τα άτομα με διαβήτη τύπου 2 έχουν ισόβιο κίνδυνο για εμφάνιση καρδιαγγειακής νόσου που αφορά στο 67% των γυναικών και στο 78% των ανδρών και επιδεινώνεται με την παχυσαρκία.<sup>45</sup> Επιπλέον, ορισμένα άτομα με οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου δεν μπορούν να αντιληφθούν τον πόνο στο στήθος, και μέχρι ένα τρίτο των ασθενών μπορεί να έχει σιωπηλή ισχαιμία του μυοκαρδίου.<sup>46</sup> Για τα άτομα με ΠΑΝ, με και χωρίς διαλείπουσα χωλότητα και πόνο στα άκρα κατά τη διάρκεια της άσκησης, χαμηλής έντασης περπάτημα και ποδηλασία έχει αποδειχθεί ότι ενισχύουν την κινητικότητα, τη λειτουργική ικανότητα, την αντοχή και την ποιότητα ζωής.<sup>47</sup> Η δυσλειτουργία του ενδοθηλίου μπορεί να αποτελεί βασική αιτία πολλών αγγειακών προβλημάτων.<sup>46,48</sup> Εκτός από τους παραδοσιακούς παράγοντες κινδύνου, το οξειδωτικό stress συμβάλλει σε ενδοθηλιακή βλάβη που οδηγεί σε κακή λειτουργία των αρτηριών και μεγαλύτερη ευαισθησία για αθηροσκλήρωση.<sup>46,49</sup> Τόσο η αερόβια όσο και η άσκηση αντίστασης μπορεί να βελτιώσουν τη λειτουργία του ενδοθηλίου,<sup>50</sup> αν και οι μελέτες έχουν δείξει αντικρουόμενα αποτελέσματα.<sup>51</sup>

**Περιφερική νευροπάθεια.** Η περιφερική νευροπάθεια επηρεάζει κυρίως τα κάτω άκρα.<sup>52,53</sup> Τα συμπτώματα εκδηλώνονται ως νευροπαθητικός πόνος ή και ως απώλεια της αισθητικότητας και σε συνδυασμό με την κακή ροή του αίματος, αυξάνεται ο κίνδυνος τραυματισμού και εξέλκωσης των κάτω άκρων.<sup>46,53</sup> Ήπια έως μέτριας έντασης άσκηση μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της περιφερικής νευροπάθειας.<sup>54</sup> Σύμφωνα με προηγούμενες κατευθυντήριες οδηγίες, τα άτομα με σοβαρή περιφερική νευροπάθεια πρέπει να αποφεύγουν τις δραστηριότητες στις οποίες η χρησιμοποίηση των



κάτω άκρων είναι απαραίτητη, ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος εμφάνισης ελκών στα πόδια.<sup>55</sup> Ωστόσο, πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι το ήπιο περπάτημα δεν αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης έλκους κάτω άκρων σε ασθενείς με περιφερική νευροπάθεια.<sup>56</sup> Έτσι, άτομα χωρίς διαβητικά έλκη ποδιών μπορούν να πραγματοποιήσουν μέτριας έντασης άσκηση στην οποία απαιτείται χρησιμοποίηση των κάτω άκρων, ενώ αυτοί που παρουσιάζουν τραυματισμό ή ανοικτή πληγή ή έλκος στα κάτω άκρα πρέπει να περιορίζονται σε ασκήσεις που γίνονται χωρίς τη χρησιμοποίηση των κάτω άκρων. Όλα τα άτομα θα πρέπει να εξετάζουν τα πόδια τους σε καθημερινή βάση για την πρόληψη και τον εντοπισμό εξελκώσεων ή ελκών και να ακολουθούν τις οδηγίες για τη χρήση των κατάλληλων υποδημάτων.

#### **Νευροπάθεια αυτόνομου νευρικού συστήματος.**

Περίπου το 22% των ατόμων με ΣΔ τύπου 2 έχουν καρδιαγγειακή αυτόνομη νευροπάθεια (CAN – cardiovascular autonomic neuropathy).<sup>57</sup> Η παρουσία CAN διπλασιάζει τη θνητότητα<sup>58</sup> και οι ασθενείς αυτοί συχνά παρουσιάζουν σιωπηλή ισχαιμία του μυοκαρδίου,<sup>58</sup> ορθοστατική υπόταση και ταχυκαρδία ηρεμίας.<sup>59</sup> Μπορεί επίσης να μειώσει την ανοχή στην άσκηση και τον μέγιστο καρδιακό ρυθμό.<sup>58</sup> Αν και μπορεί να υπάρχει δυσλειτουργία τόσο του συμπαθητικού όσο και του παρασυμπαθητικού συστήματος, η παρασυμπαθητική δυσλειτουργία συνήθως εμφανίζεται νωρίτερα. Βραδύτερη ανάληψη του ρυθμού μετά από άσκηση σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο θνησιμότητας.<sup>58</sup> Η μέτριας έντασης αερόβια άσκηση μπορεί να βελτιώσει τη λειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος σε άτομα με ή χωρίς CAN.<sup>60</sup> Ωστόσο, οι βελτιώσεις μπορεί να είναι εμφανείς μόνο μετά την έντονη άσκηση.<sup>61</sup> Ο έλεγχος για CAN θα πρέπει να περιλαμβάνει τις δοκιμασίες του αυτόνομου νευρικού συστήματος (συμπεριλαμβανομένης της μεταβλητότητας του καρδιακού ρυθμού). Επειδή υπάρχει η πιθανότητα σιωπηλής ισχαιμίας αλλά και ανωμαλιών του καρδιακού ρυθμού και της αρτηριακής πίεσης, τα άτομα με CAN πρέπει να υποβάλλονται σε δοκιμασία κόπωσης πριν από την ένταξη σε πρόγραμμα άσκησης. Η ένταση της άσκησης μπορεί να υπολογισθεί με τη χρήση της αποθεματικής καρδιακής συχνότητας (μέγιστη καρδιακή συχνότητα – καρδιακή συχνότητα σε ηρεμία). Βοηθάει επίσης η χρησιμοποίηση του τύπου Karvonen: Στόχος καρδιακής συχνότητας κατά τη διάρκεια της άσκησης (THR) =  $\{(HR_{\max} - HR_{\text{rest}}) \times \% \text{ intensity}\} + HR_{\text{rest}}$  (48.265).

**Αμφιβληστροειδοπάθεια.** Η διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια είναι η κύρια αιτία τύφλωσης στις ανεπτυγμένες χώρες και σχετίζεται με αυξημένη καρδιαγγειακή θνητότητα.<sup>62</sup> Στα άτομα με αμφιβληστροειδοπάθεια, η χαμηλής έως μέτριας έντασης άσκηση μπορεί να βελτιώσει την ικανότητα για εργασία.<sup>63</sup> Ενώ στον γενικό πληθυσμό η άσκηση μπορεί να είναι προστατευτική κατά της ανάπτυξης της ηλικιακής εκφύλισης της ωχράς κηλίδας,<sup>64</sup> δεν υπάρχουν ανάλογες μελέτες σε ασθενείς με ΣΔ τύπου 2. Σε διαβητικά άτομα με παραγωγική ή προ-παραγωγική αμφιβληστροειδοπάθεια ή με εκφύλιση της ωχράς κηλίδας, πριν από την έναρξη προγράμματος άσκησης απαιτείται προσεκτικός έλεγχος και ιατρική έγκριση. Δραστηριότητες που αυξάνουν σημαντικά την ενδοφθάλμια πίεση, όπως η αερόβια άσκηση υψηλής έντασης ή άσκηση με αντίσταση (με μεγάλες αυξήσεις στη συστολική πίεση) ή δραστηριότητες που απαιτούν σκύψιμο ή άλμα δεν συνιστώνται σε μη ελεγχόμενη παραγωγική νόσο, διότι αυξάνουν τον κίνδυνο αιμορραγίας.<sup>65</sup>

**Νεφροπάθεια και μικρολευκωματινουρία.** Η διαβητική νεφροπάθεια εμφανίζεται στο 30% των ατόμων με διαβήτη και αυξάνει τη θνητότητα.<sup>46</sup> Η μικρολευκωματινουρία (λευκωματίνη ούρων 24ώρου > 30 mg/dl ή λευκωματίνη σε πρωινό δείγμα ούρων > 30 mg/gr κρεατινίνης) αποτελεί παράγοντα κινδύνου εξέλιξης της νεφροπάθειας<sup>46</sup> και καρδιαγγειακής θνησιμότητας.<sup>66</sup> Αυστηρός έλεγχος της γλυκόζης και της αρτηριακής πίεσης, μαζί με την άσκηση και τις διατροφικές αλλαγές, μπορεί να καθυστερήσουν την εξέλιξη της μικρολευκωματινουρίας.<sup>67</sup> Η άσκηση καθυστερεί την εξέλιξη της διαβητικής νεφροπάθειας σε πειραματόζωα,<sup>49,68</sup> αλλά λίγα είναι τα διαθέσιμα δεδομένα στον άνθρωπο. Τόσο η αερόβια άσκηση όσο και οι ασκήσεις αντίστασης βελτιώνουν τη σωματική λειτουργικότητα και την ποιότητα ζωής σε άτομα με νεφρική νόσο,<sup>69</sup> παρ' όλο που η αύξηση της αρτηριακής πίεσης κατά τη διάρκεια της άσκησης μπορεί παροδικά να αυξήσει τα επίπεδα της μικρολευκωματίνης στα ούρα. Οι ασκήσεις αντίστασης είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές στη βελτίωση της μυϊκής λειτουργίας και των καθημερινών δραστηριοτήτων, οι οποίες συνήθως επηρεάζονται σοβαρά στα προχωρημένα στάδια χρόνιας νεφρικής νόσου.<sup>69</sup> Πριν από την έναρξη της άσκησης, τα άτομα με σοβαρή νεφροπάθεια θα πρέπει να επιλέγονται προσεκτικά και ενδεχομένως να υποβάλλονται σε δοκιμασία κόπωσης.<sup>65</sup> Αρχικά η άσκηση θα πρέπει να είναι χαμηλής έντασης και μικρής διάρκειας, επειδή η αεροβική ικανότητα και



η λειτουργία των μυών είναι σημαντικά επηρεασμένες. Οι χειρισμοί Valsava και η άσκηση υψηλής έντασης πρέπει να αποφεύγονται για να μην αυξηθεί υπερβολικά η αρτηριακή πίεση.<sup>65</sup>

## Συμπεράσματα

Η άσκηση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη μείωση της ινσουλινοαντίστασης και στην πρόληψη, αλλά και στην αντιμετώπιση του προδιαβήτη, του διαβήτη κύησης και του ΣΔ τύπου 2. Τόσο η αερόβια άσκηση όσο και η άσκηση αντίστασης βελτιώνουν τη δράση της ινσουλίνης και μπορεί να βοηθήσουν στη μείωση των επιπέδων της γλυκόζης, των λιπιδίων και της αρτηριακής πίεσης. Παράλληλα ελαττώνουν τον καρδιαγγειακό κίνδυνο και τη θνητότητα, ενώ βελτιώνουν και την ποιότητα ζωής. Σημαντικό είναι η άσκηση να πραγματοποιείται τακτικά, έτσι ώστε τα οφέλη της να διατηρούνται. Τα περισσότερα άτομα με ΣΔ τύπου 2 μπορούν να ασκούνται με ασφάλεια λαμβάνοντας βέβαια τις απαραίτητες προφυλάξεις, όπου αυτές απαιτούνται. Η συμμετοχή στην άσκηση είναι θεμελιώδους σημασίας για τη διατήρηση και την προστασία της υγείας των διαβητικών ασθενών.

## Abstract

**Liorda E, Iliadis F, Didangelos T, Hatzitolios A. Diabetes type 2 and Exercise. Hellenic Diabetol Chron 2014; 4: 210-220.**

Diabetes type 2 is the main cause of hyperglycemia in patients with diabetes mellitus (80%) and is characterized by impaired insulin secretion combined with insulin resistance. It is a risk factor for cardiovascular diseases and microvascular complications (neuropathy, nephropathy, retinopathy) too. The lifestyle measures are the cornerstone for diabetes treatment. Diet and exercise result to better glycemic control and reduce complications. Both aerobic and resistance exercise improve insulin action and reduce the level of glucose, lipids and blood pressure. At the same time, they reduce the cardiovascular risk and mortality and improve the quality of life. The exercise is important to be carried out regularly, so that its benefits to be maintained. Most people with type 2 diabetes can be performed safely taking the necessary precautions where required. Participation in exercise is fundamental to improving the health of patients with type 2 diabetes.

## Βιβλιογραφία

1. *Balducci S, Sacchetti M, Haxhi J, et al.* Physical exercise as therapy for type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Metab Res Rev* 2014; 30(Suppl. 1): 13-23.

2. *Norton K, Norton L, Sadgrove D.* Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2010; 13: 496-502.
3. *Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al.* of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43: 1334-59.
4. *Richter EA, Hargreaves M.* Exercise, GLUT4, and Skeletal Muscle Glucose Uptake. *Physiol Rev* 2013; 93: 993-1017.
5. *Merry T, McConell G.* Skeletal muscle glucose uptake during exercise: a focus on reactive oxygen species and nitric oxide signalling. *IUBMB Life* 2009; 61: 479-84.
6. *Colberg S, Sigal R, Fernhall B, et al.* Exercise and Type 2 Diabetes. The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care* 2010; 33: 147-67.
7. *Hansen D, Peeters S, Zwaenepoel B.* Exercise assessment and prescription in patients with type 2 diabetes in the private and home care. *Phys Ther* 2013; 93: 597-610.
8. *GE, Peri MG, Theraque DW, Hutson AD, Eckel RH, Stacpoole PW.* Exercise training, without weight loss, increases insulin sensitivity and post heparin plasma lipase activity in previously sedentary adults. *Diabetes Care* 2003; 26: 557-62.
9. *Dyck RF, Sheppard MS, Cassidy H, Chad K, Tan L, Van Vliet SH.* Preventing NIDDM among aboriginal people: is exercise the answer? Description of a pilot project using exercise to prevent gestational diabetes. *Int J Circumpolar Health* 1998; 7(Suppl. 1): 375-8.
10. *Dempsey JC, Sorensen TK, Williams MA, et al.* Prospective study of gestational diabetes mellitus risk in relation to maternal recreational physical activity before and during pregnancy. *Am J Epidemiol* 2004; 159: 663-70.
11. *Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C.* Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2004; 27: 2518-39.
12. *Stevens RJ, Kothari V, Adler AI, Stratton IM.* The UKPDS risk engine: a model for the risk of coronary heart disease in Type II diabetes (UKPDS 56). *Clin Sci (Lond)* 2001; 101: 671-9.
13. *Sharples L, Hughes V, Crean A, et al.* Cost-effectiveness of functional cardiac testing in the diagnosis and management of coronary artery disease: a randomized controlled trial. The CE CaT trial. *Health Technol Assess* 2007; 11: iii-iv, ix-115.
14. *Morrato EH, Hill JO, Wyatt HR, Ghushchyan V, Sullivan PW.* Physical activity in adults with diabetes and at risk for developing diabetes, 2003. *Diabetes Care* 2007; 30: 203-9.
15. *Boule NG, Weisnagel SJ, Lakka TA, et al.* Effects of exercise training on glucose homeostasis: the HERITAGE family study. *Diabetes Care* 2005; 28: 108-14.
16. *Boule NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ.* Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA* 2001; 286: 1218-27.
17. *Haskell WL, Lee IM, Pate RR, et al.* Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the

- American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 1423-34.
18. *Boule NG, Kenny GP, Haddad E, Wells GA, Sigal RJ.* Analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia* 2003; 46: 1071-81.
  19. *Physical Activity Guidelines Advisory Committee.* Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008. (DC); Department of Health and Human Services; 2008: p 683.
  20. *Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, et al.* Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 1435-45.
  21. *Schoeller DA, Shay K, Kushner RF.* How much physical activity is needed to minimize weight gain in previously obese women? *Am J Clin Nutr* 1997; 66(3): 551-6.
  22. *Saris WH, Blair SN, van Baak MA, et al.* How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obes Rev* 2003; 4: 101-14.
  23. *Snowling NJ, Hopkins WG.* Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Diabetes Care* 2006; 29: 2518-27.
  24. *Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C, White RD.* Physical activity/exercise and type 2 diabetes: a consensus statement from the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2006; 29: 1433-8.
  25. *Dunstan DW, Daly RM, Owen N, et al.* Home-based resistance training is not sufficient to maintain improved glycemic control following supervised training in older individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2005; 28: 3-9.
  26. *Dunstan DW, Daly RM, Owen N, et al.* High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2002; 25: 1729-36.
  27. *Sigal RJ, Kenny GP, Boule NG, et al.* Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2007; 147: 357-69.
  28. *Wang JH.* Effects of tai chi exercise on patients with type 2 diabetes. *Med Sport Sci* 2008; 52: 230-8.
  29. *Levine JA, Lanningham-Foster LM, et al.* Inter individual variation in posture allocation: possible role in human obesity. *Science* 2005; 307: 584-6.
  30. *American Diabetes Association.* Physical activity/exercise and diabetes. *Diabetes Care* 2004; 27: S58-S62.
  31. *Poirier P, Mawhinney S, Grondin L, et al.* Prior meal enhances the plasma glucose lowering effect of exercise in type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 1259-64.
  32. *Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C.* Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2004; 27: 2518-39.
  33. *Bajpeyi S, Tanner CJ, Slentz CA, et al.* Effect of exercise intensity and volume on persistence of insulin sensitivity during training cessation. *J Appl Physiol* 2009; 106: 1079-85.
  34. *Szewieczek J, Dulawa J, Strzalkowska D, Batko-Szwaczka A, Hornik B.* Normal insulin response to short-term intense exercise is abolished in type 2 diabetic patients treated with gliclazide. *J Diabetes Complications* 2009; 23: 380-6.
  35. *Larsen JJ, Dela F, Madsbad S, Galbo H.* The effect of intense exercise on postprandial glucose homeostasis in type II diabetic patients. *Diabetologia* 1999; 42: 1282-92.
  36. *Kennedy JW, Hirshman MF, Gervino EV, et al.* Acute exercise induces GLUT4 translocation in skeletal muscle of normal human subjects and subjects with type 2 diabetes. *Diabetes* 1999; 48: 1192-7.
  37. *Kreisman SH, Halter JB, Vranic M, Marliss EB.* Combined infusion of epinephrine and norepinephrine during moderate exercise reproduces the glucoregulatory response of intense exercise. *Diabetes* 2003; 52: 1347-54.
  38. *Larsen JJ, Dela F, Madsbad S, Vibe-Petersen J, Galbo H.* Interaction of sulfonylureas and exercise on glucose homeostasis in type 2 diabetic patients. *Diabetes Care* 1999; 22: 1647-54.
  39. *Burke LM, Hawley JA.* Carbohydrate and exercise. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 1999; 2: 515-20.
  40. *Rosenstock J, Hassman DR, Madder RD, et al.* Repaglinide versus nateglinide monotherapy: a randomized, multicenter study. *Diabetes Care* 2004; 27: 1265-70.
  41. *Sigal RJ, Purdon C, Bilinski D, Vranic M, Halter JB, Marliss EB.* Glucose regulation during and after intense exercise: effects of beta-blockade. *J Clin Endocrinol Metab* 1994; 78: 359-66.
  42. *de Muinck ED, Lie KI.* Safety and efficacy of beta-blockers in the treatment of stable angina pectoris. *J Cardiovasc Pharmacol* 1990; 16(Suppl. 5): S123-S128.
  43. *Koro CE.* Does statin therapy initiation increase the risk for myopathy? An observational study of 32,225 diabetic and non diabetic patients. *Clin Ther* 2007; 29: 1761-70.
  44. *Smith SC Jr, Allen J, Blair SN, et al.* AHA/ACC guidelines for secondary prevention for patients with coronary and other atherosclerotic vascular disease: 2006 update: endorsed by the National Heart, Lung, and Blood Institute. *Circulation* 2000; 113: 2363-72.
  45. *Booth GL, Kapral MK, Funk K, Tu JV.* Recent trends in cardiovascular complications among men and women with and without diabetes. *Diabetes Care* 2006; 29: 32-7.
  46. *Coccheri S.* Approaches to prevention of cardiovascular complications and events in diabetes mellitus. *Drugs* 2007; 67: 997-1026.
  47. *Pena KE, Stopka CB, Barak S, Gertner HR Jr, Carmeli E.* Effects of low-intensity exercise on patients with peripheral artery disease. *Phys Sportsmed* 2009; 37: 106-10.
  48. *Deckert T, Feldt-Rasmussen B, Borch-Johnsen K, Jensen T, Kofoed-Enevoldsen A.* Albuminuria reflects widespread vascular damage. The Steno hypothesis. *Diabetologia* 1989; 32: 219-26.
  49. *Gaede P, Vedel P, Larsen N, Jensen GV, Parving HH, Pedersen O.* Multi factorial intervention and cardiovascular disease in patients with type 2 diabetes. *N Engl J Med* 2003; 348: 383-93.
  50. *Cohen ND, Dunstan DW, Robinson C, Vulikh E, Zimmet PZ, Shaw JE.* Improved endothelial function following

- a 14-month resistance exercise training program in adults with type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2008; 79: 405-11.
51. *Wycherley TP, Brinkworth GD, Noakes M, Buckley JD, Clifton PM.* Effect of caloric restriction with and without exercise training on oxidative stress and endothelial function in obese subjects with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab* 2008; 10: 1062-73.
  52. *Balducci S, Iacobellis G, Parisi L, et al.* Exercise training can modify the natural history of diabetic peripheral neuropathy. *J Diabetes Complications* 2006; 20: 216-23.
  53. *Smith AG, Singleton JR.* Impaired glucose tolerance and neuropathy. *Neurologist* 2008; 14: 23-9.
  54. *Lemaster JW, Mueller MJ, Reiber GE, Mehr DR, Madsen RW, Conn VS.* Effect of weight-bearing activity on foot ulcer incidence in people with diabetic peripheral neuropathy: feet first randomized controlled trial. *Phys Ther* 2008; 88: 1385-98.
  55. *Graham C, Lasko-McCarthy P.* Exercise options for persons with diabetic complications. *Diabetes Educ* 1990; 16: 212-20.
  56. *Singleton JR, Smith AG, Russell JW, Feldman EL.* Microvascular complications of impaired glucose tolerance. *Diabetes* 2003; 52: 2867-73.
  57. *Ziegler D, Gries FA, Spuler M, Lessmann F.* The epidemiology of diabetic neuropathy. *Diabetic Cardiovascular Autonomic Neuropathy Multicenter Study Group.* *J Diabetes Complications* 1992; 6: 49-57.
  58. *Vinik AI, Ziegler D.* Diabetic cardiovascular autonomic neuropathy. *Circulation* 2007; 115: 387-97.
  59. *DJ, Clarke BF.* Diabetic autonomic neuropathy: present insights and future prospects. *Diabetes Care* 1986; 9: 648-65.
  60. *Howorka K, Pumprla J, Haber P, Koller-Strametz J, Mondrzyk J, Schabmann A.* Effects of physical training on heart rate variability in diabetic patients with various degrees of cardiovascular autonomic neuropathy. *Cardiovasc Res* 1997; 34: 206-14.
  61. *Figuroa A, Baynard T, Fernhall B, CarhartR, Kanaley JA.* Endurance training improves post-exercise cardiac autonomic modulation in obese women with and without type 2 diabetes. *Eur J Appl Physiol* 2007; 100: 437-44.
  62. *Klein R, Klein BE, Moss SE.* Epidemiology of proliferative diabetic retinopathy. *Diabetes Care* 1992; 15: 1875-91.
  63. *Bernbaum M, Albert SG, Cohen JD.* Exercise training in individuals with diabetic retinopathy and blindness. *Arch Phys Med Rehabil* 1989; 70: 605-11.
  64. *Knudtson MD, Klein R, Klein BE.* Physical activity and the 15-year cumulative incidence of age-related macular degeneration: the Beaver Dam Eye study. *Br J Ophthalmol* 2006; 90: 1461-3.
  65. *Albright A, Franz M, Hornsby G, et al.* American College of Sports Medicine. Position Stand: exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 1345-60.
  66. *Gimeno Orna JA, Boned Juliani B, Lou Arnal LM, Castro Alonso FJ.* Microalbuminuria and clinical proteinuria as the main predictive factors of cardiovascular morbidity and mortality in patients with type 2 diabetes. *Rev Clin Esp* 2003; 203: 526-31.
  67. *Lazarevic G, Antic S, Vlahovic P, Djordjevic V, Zvezdanovic L, Stefanovic V.* Effects of aerobic exercise on microalbuminuria and enzymuria in type 2 diabetic patients. *Ren Fail* 2007; 29: 199-205.
  68. *Tufescu A, Kanazawa M, Ishida A, et al.* Combination of exercise and losartan enhances renoprotective and peripheral effects in spontaneously type 2 diabetes mellitus rats with nephropathy. *J Hypertens* 2008; 26: 312-21.
  69. *Johansen KL.* Exercise and chronic kidney disease: current recommendations. *Sports Med* 2005; 35: 485-99.

**Λέξεις-κλειδιά:**

Άσκηση αεροβική  
Άσκηση αντίστασης

**Key-words:**

Aerobic exercise  
Resistance exercise