

## Ινσουλινοθεραπεία και άσκηση

### Γ.Ι. Κούρτογλου

Η άσκηση και η σωστή διατροφή αποτελούν τους θεμέλιους λίθους της θεραπείας του σακχαρώδη διαβήτη. Στα περισσότερα άτομα με διαβήτη απαιτείται πέραν τούτων και φαρμακευτική αγωγή για τη σωστή ρύθμιση του διαβήτη. Στον ΣΔ τύπου 1 απαιτείται εξ αρχής εξωγενής χορήγηση ινσουλίνης για την κάλυψη των βασικών και των γευματικών αναγκών. Η εισαγωγή των αναλόγων ινσουλίνης τα τελευταία χρόνια επέτρεψε την πιο «φυσιολογική» χορήγηση ινσουλίνης στα άτομα αυτά. Ο ΣΔ τύπου 2 χαρακτηρίζεται από αντίσταση στη δράση της ινσουλίνης, καθώς και προοδευτική έκπτωση της λειτουργίας του β κυττάρου. Για την θεραπεία του χρησιμοποιούνται αντιδιαβητικά δισκία με διάφορους μηχανισμούς δράσης είτε μόνα τους είτε σε συνδυασμούς. Με την πάροδο των ετών τα περισσότερα άτομα με ΣΔ 2 θα χρειασθούν τη χορήγηση εξωγενούς ινσουλίνης για τη ρύθμισή τους. Οι σκελετικοί μύες είναι το κύριο σημείο δράσης της ινσουλίνης, όπου αυτή διευκολύνει την πρόσληψη γλυκόζης, το ήπαρ είναι το κύριο όργανο όπου αποθηκεύεται η γλυκόζη υπό μορφή γλυκογόνου μετά τα γεύματα παρουσία ινσουλίνης, ενώ η γλυκόζη απελευθερώνεται απ' αυτό στα μεσοδιαστήματα των γευμάτων για να διατηρήσει το επίπεδο γλυκόζης σταθερό (γλυκόζη πλάσματος νηστείας 80-100 mg/dl σε νεαρά φυσιολογικά άτομα). Η ινσουλίνη εκκρίνεται από τα β-κύτταρα μετά από πρόσληψη τροφής και αυξάνει την πρόσληψη γλυκόζης από τον μυϊκό και τον λιπώδη ιστό ενώ ταυτόχρονα καταστέλλει και την ηπατική παραγωγή γλυκόζης. Λόγω ανεπαρκείας της ινσουλίνης έχουμε αύξηση και των μεταγευματικών τιμών γλυκόζης και της γλυκόζης νηστείας. Με τις νεότερες θεραπείες και των δύο τύπων του ΣΔ έχει επιτευχθεί γλυκαιμία κοντά στα φυσιολογικά επίπεδα, παράλληλα όμως έχει αυξηθεί και η επίπτωση της υπογλυκαιμίας ιδίως μετά από σωματική άσκηση. Τα φάρμακα που επηρεάζουν τα επίπεδα ινσουλίνης πλάσματος (εξωγενής ινσουλίνη και εκκριταγωγά) ενέχουν τον μεγαλύτερο κίνδυνο για σοβαρή υπογλυκαιμία συνδυαζόμενη με την άσκηση. Η άσκηση προκαλεί πλειάδα ευεργετικών επιδράσεων (σωματικές και ψυχολογικές) στα άτομα όλων των ηλικιών, ενώ και στα άτομα με ΣΔ βελτιώνει όλες τις παραμέτρους των μακροαγγειακών επιπλοκών του ΣΔ (πίεση, λιπίδια, σωματικό βάρος κλπ). Στα νεαρά άτομα με ΣΔ τύπου 1 η άσκηση (παιχνίδι ή αθλήματα) αποτελεί θεμελιώδες στοιχείο της σωστής σωματικής και πνευματικής ανάπτυξης αλλά όχι μέσο ρύθμισης του ΣΔ, όπως συμβαίνει στο ΣΔ 2.

Πολλοί παράγοντες μπορούν να προκαλέσουν διαταραχή στη

γλυκαιμική ρύθμιση στα ινσουλινοθεραπευόμενα άτομα κατά τη διάρκεια και αρκετές ώρες μετά την άσκηση. Περισσότερο μελετημένη είναι η επίδραση της χαμηλής ή μέτριας έντασης αεροβικής άσκησης. Οι κυριότεροι είναι η μη ελάττωση της κυκλοφορούσας ινσουλίνης που συμβαίνει στα φυσιολογικά άτομα κατά την άσκηση με αποτέλεσμα την καταστολή της απαραίτητης για την ευγλυκαιμία ηπατικής παραγωγής γλυκόζης και η αυξημένη απορρόφηση της ινσουλίνης από τα σημεία ένεσης κοντά στην ομάδα των ασκούμενων μυών, ενώ η αυξημένη ευαισθησία των ασκούμενων μυών στην ινσουλίνη σε συνδυασμό με την απρόσφορα υψηλή ινσουλιναϊμία προδιαθέτουν σε σοβαρή υπογλυκαιμία, αν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα. Η παρατεταμένη άσκηση προδιαθέτει επίσης σε ελαττωματική ορμονική αντιρρόπηση της υπογλυκαιμίας (ελαττωμένη γλουκαγόνη, κατεχολαμίνες και κορτιζόλη) για πολλές ώρες μετά το τέλος της, ιδίως τις νυκτερινές ώρες, ενώ προηγηθείσα υπογλυκαιμία προκαλεί ελαττωματική αντίληψη και αντιρρόπηση υπογλυκαιμίας κατά τη διάρκεια της άσκησης. Αντίθετα είναι δυνατόν να επέλθει μεγάλη άνοδος της γλυκόζης εάν η δόση ινσουλίνης μειωθεί πολύ ή ληφθεί μεγάλη ποσότητα υδατανθράκων ή όταν υπάρχει εκσεσημασμένη υπεργλυκαιμία ή κέτωση κατά την έναρξη της άσκησης (π.χ. >250-300 mg/dl). Στη τελευταία περίπτωση είναι προτιμότερο να αναβάλλεται η άσκηση μέχρι τη διόρθωση της γλυκαιμίας.

Πριν από την έναρξη προγράμματος σωματικής δραστηριότητας σε ινσουλινοθεραπευόμενα άτομα με ΣΔ τύπου 1 ή 2, είναι σκόπιμο να γίνεται έλεγχος για μικροαγγειακές και μικροαγγειακές επιπλοκές του ΣΔ. Η ύπαρξη ή όχι αυτών θα καθορίσει το είδος, την ένταση και τη διάρκεια της προτεινόμενης άσκησης ενώ πρέπει να τονισθεί ότι υπάρχουν προγράμματα άσκησης ακόμη και για άτομα με σοβαρές επιπλοκές ΣΔ όπως διαβητική αυτόνομη νευροπάθεια ή διαβητική νεφροπάθεια σε αιμοκάθαρση. Μετά την επιλογή του είδους της άσκησης, της οποίας η διάρκεια και η ένταση πρέπει να αυξάνονται βαθμιαίως, πρέπει τα άτομα να προετοιμασθούν καταλλήλως. Πέραν του γεγονότος ότι η άσκηση δεν πρέπει να ξεκινά με πολύ ψηλές ή πολύ χαμηλές τιμές γλυκόζης, η μέτρηση της γλυκόζης πρέπει να γίνεται πριν, ει δυνατόν κατά τη διάρκεια και οπωσδήποτε και μετά το τέλος της άσκησης για αρκετές ώρες (τουλάχιστον δέκα). Αυτό πρέπει να επαναλαμβάνεται και άλλες φορές, ούτως ώστε να γίνει αντιληπτή η επίδραση του συγκεκριμένου προγράμματος ά-

σκησης στη γλυκαιμία. Τροποποίηση του προγράμματος συνεπάγεται και νέους ελέγχους γλυκόζης. Σε περίπτωση πτώσης του σακχάρου είναι δυνατή η μείωση της προηγηθείσας δόσης ινσουλίνης μέχρι και 90%, η χορήγηση επιπλέον απλών υδατανθράκων πριν, κατά (30-60 g/h άσκησης) και μετά την άσκηση, ενώ αυτονομία είναι η αποφυγή της ένεσης κοντά στους ασκούμενους μύες. Σε περίπτωση μη προγραμματισμένης δραστηριότητας, όπως συμβαίνει συχνά σε παιδιά και εφήβους, η λήψη υδατανθράκων είναι η μόνη λύση, εκτός αν το άτομο φέρει αντλία ινσουλίνης, οπότε μπορεί να γίνει μείωση του ρυθμού έγχυσης της ινσουλίνης ή και διακοπή λειτουργίας της.

Σε περίπτωση που το άτομο με ΣΔ χρησιμοποιεί σχήμα basal – bolus, είναι καλό να αποφεύγεται η άσκηση αμέσως μετά τη χορήγηση του αναλόγου ινσουλίνης ταχείας δράσης ή στο διάστημα 3-4 ώρες μετά την χορήγηση ανθρώπινης ινσουλίνης ταχείας δράσης. Αν αυτό όμως συμβεί είναι καλό να μειωθεί η δόση του αναλόγου ακόμη και σε άσκηση έντασης στο 25% του Vmax. Όσο μεγαλύτερη η ένταση και η διάρκεια της άσκησης, τόσο μεγαλύτερη πρέπει να είναι και η μείωση της δόσης της ινσουλίνης. Σε απογευματινή ή βραδινή άσκηση καλόν είναι να μειώνεται και η δόση της επόμενης «βασικής» ινσουλίνης για αποφυγή νυκτερινής υπογλυκαιμίας. Ακόμη και σε ανταγωνιστικά αθλήματα με στόχο τον πρωταθλητισμό μπορούν να μετέχουν άτομα με ΣΔ 1 εφόσον τηρούνται τα προαναφερθέντα μέτρα. Από μελέτες βρέθηκε ότι ο κίνδυνος υπογλυκαιμίας μειώνεται εάν στο τέλος της άσκησης υπάρξει σύντομο διάστημα αναερόβιας άσκησης μεγάλης έντασης (π.χ. 10 sec maximal sprint). Αν η άσκηση γίνει το πρωί χωρίς την χορήγηση ινσουλίνης και χωρίς πρωινό είναι δυνατή η αποφυγή υπογλυκαιμίας. Στη περίπτωση αυτή η χορήγηση υδατανθράκων θα οδηγήσει σε υπεργλυκαιμία.

Στην περίπτωση ινσουλινοθεραπείας με έτοιμα μείγματα ισοφανικής και ταχείας δράσης ινσουλίνης (split mixed) η δόση της ινσουλίνης μπορεί να μειωθεί μέχρι και 50% ή περισσότερο για να αποφευχθεί υπογλυκαιμία. Σε άτομα που χρησιμοποιούν αντλία ινσουλίνης η μείωση του ρυθμού έγχυσης ή και η προσωρινή διακοπή της λειτουργίας της οδηγεί σε λιγότερες υπογλυκαιμίες. Είναι όμως σκόπιμο η επανέναρξη λειτουργίας να γίνεται αμέσως μετά το τέλος της άσκησης. Σε νεαρά άτομα με ΣΔ1 που μετέχουν επί ημέρες σε προγράμματα αυξημένης δραστηριότητας (πχ κατασκηνώσεις) απαιτούνται συχνές μετρήσεις, μείωση δόσεων αύξηση των μερίδων των γευμάτων

και χορήγηση επιπλέον υδατανθράκων για αποφυγή υπογλυκαιμιών. Γενικώς απαιτείται συνεχής αναπροσαρμογή και εξατομίκευση, πολλές φορές ακόμη και εμπειρικώς, ανάλογα με το είδος της σωματικής δραστηριότητας για να έχουμε τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.

Σε άσκηση υψηλής έντασης (περί το 80% του  $Vo_{2max}$ ) λόγω της πολύ μεγαλύτερης ηπατικής παραγωγής γλυκόζης σε σχέση με την πρόσληψη της από τους μυς και της μικρότερης καταστολής ενδογενούς παραγωγής ινσουλίνης σε σχέση με την άσκηση μέτριας έντασης (περί το 50% του  $Vo_{2max}$ ) υπάρχει υπεργλυκαιμία αντί για υπογλυκαιμία, η οποία διαρκεί μέχρι και μία ώρα μετά την άσκηση. Οι υψηλές τιμές των κατεχολαμινών εξηγούν εν μέρει το φαινόμενο αυτό. Από μελέτες σε άτομα με ΣΔ 1 που μετέχουν σε προγράμματα ασκήσεων πολύ υψηλής έντασης (πχ σκουός, σπριντ ποδηλασίας ή δρόμου κλπ) βρέθηκε ότι η πιθανότητα υπογλυκαιμίας είναι μικρότερη σε σχέση με την άσκηση χαμηλότερης έντασης. Σε ινσουλινοθεραπευόμενους με ΣΔ 2, η υπεργλυκαιμία ήταν πλέον εκσεσημασμένη. Είναι πιθανόν να απαιτηθεί χορήγηση ινσουλίνης ταχείας δράσης αμέσως μετά την άσκηση για την αποφυγή της μετά την άσκηση υπεργλυκαιμίας. Σε επαναλαμβανόμενα προγράμματα άσκησης υψηλής έντασης η υπεργλυκαιμία αμβλύνεται λόγω προσαρμογής του οργανισμού στην άθληση.

Σε προγράμματα εναλλαγής άσκησης χαμηλής με υψηλή ένταση (πχ ομαδικά αθλήματα, παιχνίδι παιδιών κλπ) όπου η δραστηριότητα χαμηλής έντασης ακολουθείται από σύντομα διαστήματα άσκησης υψηλής έντασης, η συχνότητα υπογλυκαιμίας είναι και πάλι μειωμένη. Τα προγράμματα αυτά είναι κατάλληλα για παιδιά και νεαρούς ενήλικες και όχι για άτομα μεγαλύτερης ηλικίας.

Εκτός από την αεροβική άσκηση, υπάρχει και η λεγόμενη άσκηση αντίστασης, η οποία συστήνεται σε άτομα, στα οποία αντενδείκνυται η αεροβική άσκηση (όπως σε ασθενείς με καρδιαγγειακές επιπλοκές και βαριά περιφερική νευροπάθεια), ενώ μπορεί να συνδυασθεί με την αεροβική. Η άσκηση αντίστασης έχει πολύ ευνοϊκή επίδραση στη μυϊκή μάζα, την οστική πυκνότητα και τις λιπιδαιμικές παραμέτρους των ασθενών με ΣΔ 2. Αρκετές μελέτες έδειξαν επίσης ευνοϊκή επίδραση της άσκησης αντίστασης και στο γλυκαιμικό έλεγχο παρόμοιο με αυτή της αεροβικής άσκησης. Δεν υπάρχουν όμως αρκετές μελέτες που να δείχνουν την επίδραση της στη συχνότητα της υπογλυκαιμίας ούτε και ειδικές συστάσεις για τροποποίηση της δόσης της ινσουλίνης, γεγονός που είναι αρκετά παράξενο δοθέντος του

μεγάλου αριθμού ινσουλινοθεραπευόμενων ατόμων με ΣΔ 2 και του ότι η άσκηση μαζί με τη διαίτα θεωρούνται οι βασικοί πυλώνες της αντιδιαβητικής θεραπείας. Χρειάζεται επίσης εκτίμηση της συχνότητας της υπο- ή υπεργλυκαιμίας που προκαλούν τα διάφορα είδη της άσκησης αντίστασης (π.χ. άρση βαρών, bodybuilding κλπ).

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η άσκηση σε όλα τα είδη της έχει ευνοϊκές επιδράσεις στα άτομα με διαβήτη. Η αεροβική άσκηση πρέπει να σχεδιάζεται προσεκτικά στα άτομα με ινσουλινοθεραπευόμενο ΣΔ ούτως ώστε η συχνότητα της υπογλυκαιμίας ή της υπεργλυκαιμίας να είναι η μικρότερη δυνατή. Η κατανόηση των μηχανισμών που οδηγούν είτε στην υπογλυκαιμία είτε στην υπεργλυκαιμία κατά και μετά την άσκηση είναι απολύτως απαραίτητη για τα επωφελή αποτελέσματα των προγραμμάτων άσκησης σε άτομα με διαβήτη.

## Βιβλιογραφία

1. *Gulve EA*. Exercise and Glycemic Control in Diabetes: Benefits, Challenges, and Adjustments to Pharmacotherapy. *PHYS THER* 2008; 88: 1297-321.
2. *Rabasa-Lhoret R, Bourque J, Ducros F, Chiasson JL*. Guidelines for Premeal Insulin Dose Reduction for Postprandial Exercise of Different Intensities and Durations in Type 1 Diabetic Subjects Treated Intensively With a Basal-Bolus Insulin Regimen (Ultralente-Lispro). *Diabetes Care* 2001; 24: 625-30.
3. *Guelfi KJ, Ratnam N, Smythe GA, Jones TW, Fournier PA*. Effect of intermittent high-intensity compared with continuous moderate exercise on glucose production and utilization in individuals with type 1 diabetes. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2007; 292: 865-70.
4. *Guelfi KJ, Jones TW, Fournier PA*. Intermittent High-Intensity Exercise Does Not Increase the Risk of Early Postexercise Hypoglycemia in Individuals With Type 1 Diabetes. *Diabetes Care* 2005; 28: 416-8.
5. *Galassetti P, Tate D, Neill RA, Morrey S, Wasserman DH, Davis SN*. Effect of Antecedent Hypoglycemia on Counterregulatory Responses to Subsequent Euglycemic Exercise in Type 1 Diabetes. *Diabetes* 2003; 52: 1761-9.
6. *Gallen W*. Review: Helping the athlete with type 1 diabetes: The British Journal of Diabetes & Vascular Disease 2004; 4: 87-92.
7. *Admon G, Weinstein Y, Falk B, Weintrob N, et al*. Exercise With and Without an Insulin Pump Among Children and Adolescents With Type 1 Diabetes Mellitus. *Pediatrics* 2005; 116: 348-55.
8. *Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C*. Physical Activity/Exercise and Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 2004; 27: 2518-39.
9. *Eves ND, Plotnikoff RC*. Resistance Training and Type 2 Diabetes: Considerations for implementation at the population level. *Diabetes Care* 2006; 29: 1933-41.