

Άσκηση με βάρη σε ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη

Κ. Βόλακλης
Χ. Ζώης
Σ. Τοκμακίδης

Περίληψη

Είναι πλέον κοινά αποδεκτό ότι η συστηματική αερόβια άσκηση αποτελεί βασικό παράγοντα της θεραπευτικής αγωγής σε ασθενείς με εκδήλωση σακχαρώδους διαβήτη. Τα τελευταία χρόνια στα προγράμματα άσκησης διαβητικών εφαρμόζεται όλο και περισσότερο η άσκηση με βάρη (ή αντιστάσεις) αφού πολλές εργασίες έχουν αποδείξει ότι αυτό το είδος άσκησης είναι εξίσου ασφαλές και αποτελεσματικό όπως και η αερόβια άσκηση. Η άσκηση με βάρη δύναται να επιφέρει σημαντικές προσαρμογές στον έλεγχο της γλυκόζης και στη δράση της ινσουλίνης καθώς και στη μυϊκή δύναμη, ενώ μπορεί να επηρεάσει θετικά τη σύσταση του σώματος, την ανοχή στην κόπωση και το βιοχημικό προφίλ των ασθενών. Συγκριτικές μάλιστα μελέτες έχουν δείξει ότι ο συνδυασμός αερόβιας άσκησης και άσκησης με αντιστάσεις επιφέρει καλύτερες προσαρμογές από ότι η αερόβια άσκηση από μόνη της. Κατά την άσκηση με βάρη η ένταση είναι χαμηλή-μέτρια (40-50% της μίας μέγιστης επανάληψης) και επιλέγονται 8-10 ασκήσεις, στις οποίες εκτελούνται 10-15 επαναλήψεις, δύο ως τρεις φορές. Σύμφωνα με τις τελευταίες οδηγίες της Αμερικανικής Αθλητιατρικής Εταιρείας ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα άσκησης σε ασθενείς με εκδήλωση σακχαρώδη διαβήτη θα πρέπει να περιλαμβάνει, παράλληλα με την αερόβια, και άσκηση με βάρη σε συχνότητα τουλάχιστον δύο φορές την εβδομάδα.

Εισαγωγή

Η σωματική άσκηση έχει πλέον αναγνωριστεί ως απαραίτητο μέσο θεραπευτικής αγωγής σε ασθενείς με εκδήλωση σακχαρώδη διαβήτη (ΣΔ). Βελτίωση της σύστασης του σώματος (μείωση σωματικού βάρους, σωματικού λίπους) και του λιπιδαιμικού προφίλ, μείωση των καρδιαγγειακών παραγόντων κινδύνου, αύξηση της ανοχής του οργανισμού στην κόπωση, καλύτερος έλεγχος των επιπέδων γλυκόζης και βελτίωση στη δράση της ινσουλίνης έχουν εκτενώς αναφερθεί στη βιβλιογραφία ως αποτέλεσμα της συστηματικής αερόβιας άσκησης σε αυτή την κατηγορία ασθενών¹⁻³.

Τα τελευταία χρόνια, παράλληλα με την αερόβια άσκηση, εφαρμόζεται όλο και περισσότερο η άσκηση με βάρη (ή αντιστάσεις) σε ασθενείς με ΣΔ. Ο Smutok και συν.⁴ ήταν από τους πρώτους που διαπίστωσαν σημαντική βελτίωση της ανοχής στη γλυκόζη κατά 12% καθώς και στη δράση της ινσουλίνης κατά 22% μετά από εφαρμογή ενός προγράμματος άσκησης με βάρη, διάρκειας 20 εβδομάδων σε ασθενείς με μειωμένη ανοχή στη γλυκόζη καθώς και σε ασθενείς με εκδήλωση ΣΔ. Σε αρκετές νεότερες εργασίες έχει τεκμηριωθεί ότι αυτό το είδος άσκησης είναι ασφαλές και μπορεί να

Τμήμα Επιστήμης Φυσικής
Αγωγής και Αθλητισμού
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο
Θράκης

προκαλέσει σημαντικές προσαρμογές, συγκρίσιμες με αυτές της αερόβιας άσκησης⁵⁻⁹. Βάσει των πρόσφατων επιστημονικών εξελίξεων και σύμφωνα και με τις τελευταίες οδηγίες της Αμερικανικής Αθλητιατρικής Εταιρείας (ACSM 2000) ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα άσκησης σε ασθενείς με ΣΔ θα πρέπει να περιλαμβάνει, παράλληλα με την αερόβια και άσκηση με βάρη σε συχνότητα τουλάχιστον δύο φορές την εβδομάδα.

Σκοπός του άρθρου αυτού είναι να παρουσιάσει (μέσα από την ανασκόπηση της σύγχρονης βιβλιογραφίας) τις προσαρμογές και τα οφέλη που προκαλεί η συστηματική εφαρμογή προγραμματιζόμενης άσκησης με βάρη σε παραμέτρους όπως η σύσταση του σώματος, τα επίπεδα λιπιδίων, ο έλεγχος της γλυκόζης, η καρδιοαναπνευστική λειτουργία και η μυϊκή δύναμη σε ασθενείς με εκδήλωση σακχαρώδη διαβήτη.

Άσκηση με βάρη: εννοιολογική προσέγγιση

Η ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης μπορεί να επιτευχθεί με διαφορετικές μεθόδους αλλά και τρόπους οργάνωσης της προπόνησης. Ο πλέον ενδεδειγμένος και ο πιο συχνά εφαρμοζόμενος τρόπος για τη βελτίωση της δύναμης σε πληθυσμούς που αντιμετωπίζουν χρόνιες παθήσεις αποτελεί η κυκλική προπόνηση^{10,11}. Ο όρος κυκλική προπόνηση με αντιστάσεις (circuit weight training) αναφέρεται στην εκτέλεση μίας σειράς ασκήσεων δύναμης (συνήθως 8-12) των άνω και κάτω άκρων με μηχανικά βάρη (μέσω δυναμικού τύπου μυικών συστολών (συνήθως 10-15 επαναλήψεις) σε μία μέτρια ένταση (συνήθως 40-60 % της μίας μέγιστης επανάληψης, ME) διατηρώντας ένα μέτριο ρυθμό εκτέλεσης. Οι ασκήσεις διαδέχονται η μία την άλλη με μικρό διάλειμμα (συνήθως 30-90 s) και μόλις αυτές ολοκληρωθούν μία φορά (1^{ος} κύκλος) μεσο-λαβεί ένα μεγαλύτερο διάλειμμα (συνήθως 3-5 λεπτών). Συνολικά εκτελούνται 2-3 σειρές (κύκλοι). Σκοπός της κυκλικής προπόνησης είναι η βελτίωση της μυϊκής αντοχής και όχι τόσο της μέγιστης δύναμης. Αυτού του είδους η άσκηση δεν έχει σχέση με την εξαντλητική προπόνηση στην οποία υποβάλλονται αθλητές της άρσης βαρών ή με την προπόνηση δύναμης των αθλητών σωματοδομικής (body builders). Επιπλέον, οι κινήσεις που εκτελούνται είναι δυναμικού χαρακτήρα ή αλλιώς ισοτονικές (η κίνηση επιτυγχάνεται μέσω μεταβολής του μήκους του μυός και όχι μέσω μεταβολής της τάσης όπως συμβαίνει στην ισομετρική άσκηση), ενώ απουσιάζουν οι ισομετρικές συσπάσεις.

Προσαρμογές της άσκησης με βάρη

Οι βασικές προσαρμογές που αναμένονται μετά από εφαρμογή αυτού του είδους άσκησης αφορούν τη βελτίωση της μυϊκής μάζας (και κατά επέκταση της μυϊκής δύναμης και αντοχής), τη βελτίωση του γλυκαιμικού ελέγχου, τη βελτίωση της σύστασης του σώματος, του βιοχημικού προφίλ και της καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας.

Σύσταση σώματος: σε υγιή άτομα η άσκηση με βάρη επιφέρει σημαντικού βαθμού μυϊκή υπερτροφία και αύξηση της άλιπης σωματικής μάζας χωρίς να μεταβάλλει σημαντικά το σωματικό βάρος¹². Η μείωση ωστόσο που προκαλείται στο ποσοστό σωματικού λίπους (μάζας λίπους) είναι πολύ μικρότερη συγκρινόμενη με την αντίστοιχη που παρατηρείται μετά από αερόβια άσκηση, γεγονός που αποδίδεται στη μικρότερη ενεργειακή δαπάνη και στην ενεργοποίηση μικρότερης μυϊκής μάζας που συμβαίνει κατά την άσκηση με βάρη¹³.

Σε σχετικές μελέτες που αφορούσαν τις προσαρμογές στη σύσταση του σώματος μετά από άσκηση με βάρη σε ασθενείς με ΣΔ δεν παρατηρείται ομοφωνία. Ο Honkola και συν.⁶ αναφέρουν μικρή αλλά σημαντική μείωση του σωματικού βάρους μετά από πέντε μήνες εφαρμογής ενός προγράμματος άσκησης με βάρη σε 18 ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2. Αντίθετα, άλλοι ερευνητές δεν αναφέρουν σημαντική βελτίωση στη σύσταση του σώματος τόσο μετά από βραχύβια^{7,8} όσο και μετά από προγράμματα μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας⁴. Οι διαφορές μεταξύ των ερευνών πιθανόν να σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά των εφαρμοζόμενων προγραμμάτων άσκησης καθώς και με τις διαφορετικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της σύστασης του σώματος, ενώ θα πρέπει να αναφερθεί ότι σε όλες τις εργασίες η άσκηση με βάρη εφαρμόστηκε αυτοτελώς.

Αντίθετα, σε πρόσφατες εργασίες όπου εφαρμόστηκαν προγράμματα συνδυασμού δύναμης και αερόβιας άσκησης παρατηρήθηκαν σημαντικές προσαρμογές στη σύσταση του σώματος τόσο σε ασθενείς με μεταβολικό σύνδρομο¹⁴ όσο και σε ασθενείς με εκδήλωση ΣΔ τύπου 2¹⁵. Πρόσφατα ο Maiorana και συν.¹⁵ διαπίστωσαν σημαντική μείωση του πάχους των δερματοπτυχών και του ποσοστού λίπους (χωρίς μεταβολές στο σωματικό βάρος και στις περιφέρειες) σε 16 ασθενείς μετά από 8 εβδομάδες ενός προγράμματος συνδυασμού άσκησης με βάρη και αερόβιας άσκησης, γεγονός που υποδεικνύει την αύξηση της άλιπης σωματικής μάζας με το εν λόγω πρόγραμμα άσκησης. Παρόμοια ήταν και τα ευρήματα δικής μας εργασίας στην ο-

ποία διαπιστώσαμε ότι ένα συνδυαστικό πρόγραμμα άσκησης μπορεί να μειώσει το ποσοστό λίπους κατά 5.3% μετά από χρονικό διάστημα 4 μηνών σε μετεμηννοπαυσιακές γυναίκες με εκδήλωση ΣΔ τύπου 2¹⁶. Με βάση τα παραπάνω η άσκηση με βάρη θα πρέπει να θεωρείται ως ένα αποτελεσματικό μέσο για τη βελτίωση της σύστασης του σώματος σε ασθενείς με ΣΔ στις περιπτώσεις που συνδυάζεται με την αερόβια, ενώ δεν φαίνεται να προκαλεί σημαντικές προσαρμογές όταν εφαρμόζεται αυτοτελώς.

Επίπεδα λιπιδίων: η πλειονότητα των διαβητικών ασθενών παρουσιάζει διαταραχές στα επίπεδα λιπιδίων με συχνότερες τα υψηλά επίπεδα τριγλυκεριδίων και τα χαμηλά επίπεδα της HDL-χοληστερόλης. Η συστηματική αερόβια άσκηση έχει βρεθεί ότι βελτιώνει σημαντικά το λιπιδαιμικό προφίλ σε ασθενείς με διαβήτη τύπου 1 και 2¹⁷⁻¹⁸, ενώ οι αντίστοιχες προσαρμογές της άσκησης με βάρη δεν έχουν αποσαφηνιστεί πλήρως^{5,6,14}.

Ο Wallace και συν.¹⁴ ήταν από τους πρώτους, οι οποίοι διαπίστωσαν σημαντικές βιοχημικές προσαρμογές μετά από εφαρμογή ενός προγράμματος συνδυασμού άσκησης με βάρη και αερόβιας άσκησης σε άτομα με υπερινσουλιναιμία και εκδήλωση μεταβολικού συνδρόμου. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκε μείωση των τριγλυκεριδίων κατά 21% (έναντι 16% της αερόβιας άσκησης) καθώς και αύξηση της HDL-χοληστερόλης κατά 16% (έναντι 9% της αερόβιας άσκησης) μετά από 14 εβδομάδες προπόνησης. Παρομοίως, ο Honkola και οι συν.⁷ διαπίστωσαν σημαντική μείωση στα επίπεδα ολικής χοληστερόλης (12%), των τριγλυκεριδίων (20%) και της LDL-χοληστερόλης (14%) μετά από εφαρμογή ενός προγράμματος άσκησης με βάρη (8-10 ασκήσεις, 2 σετ, 12-15 επαναλήψεις) για πέντε μήνες σε δεκαοχτώ ασθενείς με εκδήλωση διαβήτη τύπου 2 χωρίς ωστόσο η HDL-χοληστερόλη να μεταβληθεί σημαντικά. Σε αντίθεση με τις παραπάνω εργασίες, ο Eriksson και οι συν.⁵ δεν αναφέρουν σημαντική βελτίωση στα επίπεδα λιπιδίων μετά από 4 εβδομάδες άσκησης με βάρη σε διαβητικούς ασθενείς.

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχει διχογνωμία για το αν αυτό το είδος άσκησης μπορεί να προκαλέσει θετικές βιοχημικές προσαρμογές τόσο σε υγιή άτομα όσο και σε ασθενείς με χρόνιες παθήσεις συμπεριλαμβανομένου και του σακχαρώδη διαβήτη εξαιτίας της μικρής του επίδρασης στη σύσταση του σώματος και στη μικρή βελτίωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου¹⁹⁻²¹. Αντίθετα, άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι δεν είναι απαραίτητη η αύξηση της VO_{2max} ή η μείωση του σωματικού λίπους μέσω άσκησης προκειμένου να βελτιωθεί το λιπιδαιμικό προφίλ²². Ενδιαφέρον πάντως παρουσιάζει μια με-

γάλη επιδημιολογική έρευνα στην οποία συμμετείχαν 8.499 άτομα και στην οποία αποδείχτηκε ότι αυτοί που γυμνάζονταν κάνοντας προπόνηση δύναμης 4-7 φορές την εβδομάδα είχαν μικρότερο κίνδυνο για εμφάνιση υπεροληστερολαιμίας (TC>240 mg%)²³. Σε δική μας μελέτη διαπιστώσαμε σημαντική μείωση της ολικής χοληστερόλης κατά 9.4%, των τριγλυκεριδίων κατά 18.6% καθώς και αύξηση της HDL-χοληστερόλης κατά 5.2% μετά από ένα πρόγραμμα συνδυασμού άσκησης με βάρη και αερόβιας άσκησης, διάρκειας οκτώ μηνών σε ασθενείς με εκδήλωση στεφανιαίας νόσου²⁴. Πρόσφατα, διαπιστώσαμε θετικές προσαρμογές στα επίπεδα λιπιδίων σε 9 γυναίκες ασθενείς με εκδήλωση διαβήτη τύπου 2, οι οποίες ακολούθησαν παρόμοιο πρόγραμμα άσκησης για μια περίοδο τεσσάρων μηνών¹⁶. Περισσότερες εργασίες απαιτούνται προκειμένου να διερευνηθεί αν αυτό το είδος άσκησης (η άσκηση με βάρη) μπορεί να θεωρηθεί ως ένα αποτελεσματικό μέσο για τη βελτίωση του λιπιδαιμικού προφίλ σε αυτή την κατηγορία ασθενών.

Έλεγχος γλυκόζης και ευαισθησία ινσουλίνης: διασταυρούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι αθλητές δύναμης παρουσιάζουν καλύτερη ανοχή στη γλυκόζη καθώς και αυξημένη ευαισθησία στην ινσουλίνη συγκρινόμενοι με το γενικό πληθυσμό^{25, 26}. Παρόμοιες προσαρμογές έχουν αναφερθεί και σε προοπτικές μελέτες μετά από εφαρμογή προγραμμάτων άσκησης με βάρη τόσο σε υγιή νεαρά άτομα²⁷ όσο και σε άτομα τρίτης ηλικίας²⁸. Σε μια από τις πρώτες μελέτες ο Miller και συν.²⁷ παρατήρησαν σημαντική μείωση της ινσουλίνης νηστείας κατά 37.5% καθώς και της συγκέντρωσης ινσουλίνης κατά 18% (κατά τη δοκιμασία ανοχής στη γλυκόζη) μετά από εφαρμογή ενός προγράμματος άσκησης με βάρη σε υγιή άτομα για 10 εβδομάδες. Μετά την άσκηση βρέθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ της δράσης της ινσουλίνης και της αύξησης της άλιπης μάζας ($r=0.89$) καταδεικνύοντας το πόσο σημαντική υπήρξε η αύξηση της μυϊκής μάζας.

Η θετική επίδραση της άσκησης με βάρη στο μεταβολισμό της γλυκόζης που παρατηρήθηκε σε υγιή άτομα έδωσε την ώθηση για την εφαρμογή αυτού του είδους άσκησης και σε ασθενείς με παχυσαρκία, μεταβολικό σύνδρομο, σε ασθενείς με μειωμένη ανοχή στη γλυκόζη καθώς και σε ασθενείς με εκδήλωση σακχαρώδη διαβήτη^{4,8,14,29,30}.

Ο Ishii και συν.⁸ διαπίστωσαν σημαντική αύξηση του ρυθμού απορρόφησης της γλυκόζης κατά 48% μετά από εφαρμογή ενός προγράμματος άσκησης με βάρη διάρκειας μερικών εβδομάδων σε εννέα ασθενείς με ΣΔ τύπου 2 χωρίς ωστόσο να

παρατηρηθούν προσαρμογές στην HbA_{1c}, στην αερόβια ικανότητα και στη σύσταση του σώματος. Το πρόγραμμα είχε ένταση 40-50% της μίας μέγιστης επανάληψης (ME) και συχνότητα 5 φορές την εβδομάδα. Παρομοίως, ο Dunstan και συν.⁷ έδειξαν ότι ένα πρόγραμμα κυκλικής προπόνησης με αντιστάσεις (ΚΠΑ), σε ασθενείς με ΣΔ τύπου 2 ηλικίας 51 ετών, διάρκειας οκτώ εβδομάδων, έντασης στο 60% της 1ME και συχνότητα άσκησης 3 φορές την εβδομάδα συμβάλλει στη βελτίωση της ανοχής στη γλυκόζη και στην ευαισθησία της ινσουλίνης.

Αύξηση της ευαισθησίας της ινσουλίνης έχει παρατηρηθεί ήδη μετά από μια συνεδρία άσκησης με βάρη σε ασθενείς με μειωμένη ανοχή στη γλυκόζη³¹. Το πρόγραμμα περιελάμβανε εκτέλεση 7 ασκήσεων (3 σετ των 10-12 επαναλήψεων) σε ένταση που αντιστοιχούσε στο 75% της 1ME και διαπιστώθηκε βελτίωση κατά 21% στην δράση της ινσουλίνης χωρίς ωστόσο να προκληθούν σημαντικές αλλαγές στα επίπεδα γλυκόζης.

Ο Smutok και συν.⁴ συνέκριναν την επίδραση δύο διαφορετικών προγραμμάτων άσκησης (αερόβιας άσκησης, εντάσεως 50-85% της ΜΚΣ και άσκησης με βάρη, εντάσεως 60% της 1ME) στην ανοχή στη γλυκόζη και στη συγκέντρωση ινσουλίνης σε άτομα με διαταραχές στο μεταβολισμό της γλυκόζης και σε ασθενείς με ΣΔ τύπου 2. Μετά από είκοσι εβδομάδες και οι δύο ομάδες παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στην ανοχή της γλυκόζης κατά 12% και 16% αντίστοιχα, ενώ σημαντική υπήρξε και η βελτίωση στη δράση της ινσουλίνης (μείωση της συγκέντρωσης κατά 22% και 21% αντίστοιχα).

Έχει βρεθεί ότι ο συνδυασμός αερόβιας άσκησης και άσκησης με αντιστάσεις βελτιώνει περισσότερο τον γλυκαιμικό έλεγχο από ότι η αερόβια άσκηση από μόνη της. Ο Wallace και συν.¹⁴ διαπίστωσαν ότι η εφαρμογή ενός συνδυαστικού προγράμματος άσκησης για 14 εβδομάδες βελτίωσε περισσότερο την ανοχή στη γλυκόζη (10.8% έναντι 5.9%) και την ευαισθησία της ινσουλίνης (22% έναντι 11%) σε σχέση με την αερόβια άσκηση σε ασθενείς με εκδήλωση μεταβολικού συνδρόμου. Παρομοίως, ο Eriksson και συν.³² σε μια συγκριτική μελέτη διαπίστωσαν διαφορές ανάμεσα σε δύο προγράμματα άσκησης. Είκοσι-δύο ασθενείς ηλικίας 40-60 ετών χωρίστηκαν σε τρεις διαφορετικές ομάδες. Επτά ασθενείς συμμετείχαν στο πρόγραμμα αερόβιας άσκησης διάρκειας 6 μηνών, έντασης στο 60% της ΜΚΣ και συχνότητα άσκησης 3 φορές την εβδομάδα. Οκτώ ασθενείς παρακολούθησαν το πρόγραμμα κυκλικής προπόνησης με αντιστάσεις (ΚΠΑ, 3σετ, 8-10 επαναλήψεις σε 8

ασκήσεις) διάρκειας 10 εβδομάδων και συχνότητας άσκησης 3 φορές την εβδομάδα. Η ομάδα ελέγχου (n=7) δεν συμμετείχε σε κανένα από τα δύο προγράμματα άσκησης. Μετά τη λήξη του προγράμματος η ομάδα αερόβιας προπόνησης παρουσίασε σημαντική βελτίωση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη κατά 14%, ενώ η ομάδα που ακολούθησε προπόνηση με αντιστάσεις εμφάνισε βελτίωση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη κατά 22%. Σε δική μας εργασία διαπιστώσαμε σημαντική βελτίωση της ανοχής στη γλυκόζη κατά 12.5% και βελτίωση της δράσης της ινσουλίνης κατά 38% μετά από τέσσερις μήνες εφαρμογής ενός προγράμματος συνδυασμού δύναμης και αερόβιας άσκησης σε γυναίκες με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2¹⁶. Φαίνεται λοιπόν ότι η άσκηση με βάρη προκαλεί εφάμιλλες προσαρμογές στην ανοχή της γλυκόζης και στη δράση της ινσουλίνης συγκρινόμενη με την αερόβια άσκηση σε ασθενείς με εκδήλωση ΣΔ, ενώ όταν εφαρμόζονται συνδυαστικά προγράμματα εμφανίζονται καλύτερα αποτελέσματα.

Οι μηχανισμοί μέσω των οποίων η άσκηση με βάρη βελτιώνει το μεταβολισμό της γλυκόζης δεν είναι πλήρως κατανοητοί. Δε σχετίζονται πάντως απαραίτητα με μεταβολές στο λιπώδη ιστό ή στην καρδιαγγειακή λειτουργία αφού έχει βρεθεί ότι η ανοχή στη γλυκόζη βελτιώνεται χωρίς να επέλθουν προσαρμογές στη σύσταση του σώματος ή στη VO_{2max}^{4,8,33}, ενώ επίσης είναι γνωστό ότι αυτό το είδος άσκησης δεν επηρεάζει σημαντικά τις δύο αυτές παραμέτρους. Αποδίδεται στην αύξηση της άλιπης σωματικής μάζας (φαινόμενο μυϊκής υπερτροφίας) δεδομένου ότι ο μυϊκός ιστός είναι ο μεγαλύτερος ιστός στον οποίο δρα η ινσουλίνη³⁴.

Καρδιοαναπνευστικές προσαρμογές: πολλοί ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη παρουσιάζουν χαμηλή καρδιοαναπνευστική ικανότητα (VO_{2max}). Αν και η συμβολή της αερόβιας άσκησης στην αύξηση της VO_{2max} των ασθενών είναι καθοριστική, η βελτίωση που αναμένεται μετά από εφαρμογή προγραμμάτων άσκησης με βάρη είναι μικρή.

Πράγματι δεν έχουν αναφερθεί σημαντικές καρδιοαναπνευστικές προσαρμογές τόσο μετά από βραχύβια προγράμματα άσκησης με βάρη^{7,8} όσο και μετά από προγράμματα μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας σε ασθενείς με ΣΔ⁴. Σε μία συγκριτική μελέτη, διάρκειας 20 εβδομάδων, η βελτίωση της VO_{2max} ήταν χαμηλότερη μετά από άσκηση με βάρη συγκρινόμενη με την αερόβια άσκηση (7% και 18% αντίστοιχα)⁴.

Προκειμένου να μεγιστοποιηθούν οι καρδιοαναπνευστικές προσαρμογές τελευταία εφαρμό-

ζονται προγράμματα συνδυασμού αερόβιας και άσκησης με βάρη σε ασθενείς με μειωμένη ανοχή στη γλυκόζη και σε ασθενείς με εκδήλωση ΜΙΣΔ^{14,15,30}. Πρόσφατα ο Maiorana και συν.¹⁵ διαπίστωσαν σημαντική αύξηση της κατά 7% σε 16 ασθενείς μετά από 8 εβδομάδες ενός προγράμματος συνδυασμού άσκησης με βάρη και αερόβιας άσκησης. Παρομοίως, σε δική μας εργασία διαπιστώσαμε ότι ένα συνδυαστικό πρόγραμμα άσκησης επιφέρει βελτίωση κατά 18,2% στο χρόνο άσκησης κατά τη δοκιμασία κόπωσης μετά από χρονικό διάστημα τεσσάρων μηνών σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση με εκδήλωση ΣΔ τύπου 2¹⁶.

Μυϊκή δύναμη: με την αύξηση της ηλικίας παρατηρείται φυσιολογική απώλεια της μυϊκής μάζας και κατά συνέπεια και της μυϊκής δύναμης. Ασθενείς με εκδήλωση ΣΔ συχνά αντιμετωπίζουν προβλήματα σε καθημερινές δραστηριότητες όταν καλούνται να σπρώξουν, να σηκώσουν ή να μετακινήσουν διάφορα αντικείμενα¹⁸. Η ανάπτυξη και διατήρηση ενός ικανοποιητικού επιπέδου δύναμης σε αυτούς τους ασθενείς είναι ιδιαίτερα σημαντική και μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσα από ειδικά προγράμματα άσκησης που στοχεύουν στην ενδυνάμωση του μυϊκού συστήματος.

Ο Smutok και συν.⁴ ήταν από τους πρώτους που διαπίστωσαν σημαντική βελτίωση της μυϊκής δύναμης των κάτω άκρων κατά 38% και των άνω άκρων κατά 50% μετά από εφαρμογή ενός προγράμματος άσκησης με βάρη, διάρκειας 20 εβδομάδων σε ασθενείς με μειωμένη ανοχή στη γλυκόζη καθώς και σε ασθενείς με εκδήλωση ΣΔ τύπου 2. Πολλές άλλες εργασίες έχουν δείξει ότι η εφαρμογή εξειδικευμένων προγραμμάτων άσκησης με βάρη σε ασθενείς με ΣΔ επιφέρει αξιοσημείωτη βελτίωση στη μυϊκή δύναμη κυμαινόμενη μεταξύ 16% (μετά από ορισμένες εβδομάδες άσκησης) και 46% (μετά από άσκηση διάρκειας 5 μηνών)^{5-8,15}.

Πρόσφατα διαπιστώσαμε σημαντική βελτίωση της μυϊκής δύναμης των κάτω και άνω άκρων (κατά 39,7 και 31,4% αντίστοιχα) μετά από 16 εβδομάδες ενός προγράμματος συνδυασμού άσκησης με βάρη και αερόβιας άσκησης σε γυναίκες ασθενείς με εκδήλωση ΣΔ τύπου 2¹⁶. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στις παραπάνω εργασίες η ένταση των προγραμμάτων άσκησης που εφαρμόστηκαν ήταν χαμηλή ως μέτρια (40-60% της μέγιστης δύναμης), οι επαναλήψεις 10-15 και τα σετ 2-3. Η άσκηση με βάρη διεξήχθη με ασφάλεια και χωρίς να αναφερθούν ορθοπεδικές, καρδιαγγειακές ή άλλες επιπλοκές.

Χαρακτηριστικά και ασφάλεια της άσκησης με βάρη

Τα βασικά χαρακτηριστικά των προγραμμάτων άσκησης με βάρη, η οποία όπως ήδη έχει αναφερθεί διεξάγεται σύμφωνα με τις αρχές της κυκλικής προπόνησης, παρατίθενται στον πίνακα 1. Οι ασκήσεις θα πρέπει να εκτελούνται σε όλο το εύρος κίνησης των αρθρώσεων και οι ασθενείς πρέπει να εκπαιδευτούν στη σωστή εκτέλεση της αναπνοής (εκπνοή κατά την άρση της αντίστασης). Θα πρέπει να προτιμούνται τα μηχανικά βάρη από τα ελεύθερα γιατί είναι πιο εύκολα στην εκμάθηση και πιο ασφαλή, αφού πολλοί ασθενείς, ιδιαίτερα αυτοί της τρίτης ηλικίας, παρουσιάζουν προβλήματα νευρομυϊκής συναρμογής¹⁸.

Πριν από την έναρξη θα πρέπει ο ασθενής να έχει εξασκηθεί στη σωστή τεχνική και στην εκμάθηση της σωστής αναπνοής (εκπνοή κατά την άρση του βάρους) κατά την εκτέλεση των ασκήσεων έτσι ώστε να αποφεύγει το φαινόμενο Valsava. Στις εργασίες στις οποίες εφαρμόστηκε η άσκηση με βάρη σε ασθενείς με ΣΔ δεν παρατηρήθηκαν ορθοπεδικοί τραυματισμοί ούτε καρδιαγγειακές ή άλλες επιπλοκές^{5-9,16}.

Ωστόσο, οι σοβαρές μικρο- και μακροαγγειο-

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά της άσκησης με βάρη σε ασθενείς με ΜΙΣΔ18

Χαρακτηριστικά	Κατευθυντήριες γραμμές
Ένταση	40-50 % της 1 ΜΕ *, σε επιλεγμένους ασθενείς ως 70 %
Επαναλήψεις	8-20, ανάλογα με την ένταση
Διάρκεια συνεδρίας	30-45 min
Αριθμός σταθμών (ασκήσεων)	8-10, ανάλογα με το επίπεδο
Διάλειμμα μεταξύ σταθμών	30-60 sec
Σετ (επαναλήψεις σταθμών)	2-3
Διάλειμμα μεταξύ των σετ	3-5 min
Ρυθμός	Αργός-μέτριος. Η εφαρμογή της δύναμης να γίνεται σε 2 χρόνους και το χαλάρωμα σε 4
Συχνότητα	2-3 φορές την εβδομάδα

* 1 ΜΕ=μία μέγιστη επανάληψη

πάθειες που συνοδεύουν το σακχαρώδη διαβήτη επιβάλλουν τον αυστηρό έλεγχο των σχετικών οργανικών συστημάτων του ασθενούς πριν από τη συμμετοχή του σε ένα πρόγραμμα άσκησης (είτε αερόβιο είτε άσκησης με βάρη) με στόχο να αποκλειστούν οι περιπτώσεις εκείνες των ασθενών για τους οποίους η άσκηση με βάρη αντενδείκνυται (Πίν. 2).

Πίνακας 2. Αντενδείξεις για συμμετοχή σε πρόγραμμα άσκησης με βάρη σε ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη¹⁸

Ασταθής στηθάγχη
Μη ελεγχόμενες κολπικές ή κοιλιακές αρρυθμίες
Πρόσφατο ιστορικό ή ύπαρξη σοβαρής καρδιακής ανεπάρκειας
Αρτηριακή συστολική πίεση ηρεμίας > 200 mmHg ή διαστολική πίεση >110 mmHg
Εμφάνιση σημαντικής ισχαιμίας κατά την άσκηση (πτώση του ST > 2mm)
Σημαντική ισχαιμία στην ηρεμία (πτώση του ST > 3mm)
Κλάσμα εξώθησης < 45%
Κολποκοιλιακός αποκλεισμός τρίτου βαθμού
Πρόσφατη μυοκαρδίτιδα, περικαρδίτιδα ή ενδοκαρδίτιδα
Θρομβοφλεβίτιδα
Χαμηλή ικανότητα άσκησης (< 6 METs)
Σοβαρή αμφιβληστροειδοπάθεια
Επίπεδα γλυκόζης < 100 mg/dl ή > 250 mg/dl

Σύνοψη

Η συστηματική αερόβια άσκηση αποτελεί βασικό θεραπευτικό μέσο στην αντιμετώπιση του σακχαρώδους διαβήτη προκαλώντας πολλαπλά φυσιολογικά και ψυχολογικά οφέλη. Τα τελευταία χρόνια αρκετές εργασίες έχουν αποδείξει την ασφάλεια αλλά και τη θετική επίδραση της άσκησης με βάρη (ή αντιστάσεις) στην ανοχή της γλυκόζης, στην ευαισθησία της ινσουλίνης, στη μυϊκή δύναμη και αντοχή, ενώ όταν αυτή συνδυάζεται με την αερόβια άσκηση βελτιώνονται επίσης η σύσταση σώματος, τα επίπεδα λιπιδίων και η καρδιοαναπνευστική λειτουργία. Το πλεονέκτημα της άσκησης με βάρη έγκειται στο ότι προκαλεί σημαντική βελτίωση της άλιπης σωματικής μάζας (φαινόμενο μυϊκής υπερτροφίας) βελτιώνοντας έτσι τη δράση της ινσουλίνης (δεδομένου ότι οι μύες αποτελούν τον μεγαλύτερο ιστό-στόχο της ορμόνης). Οι ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη θα πρέπει να συμμετέχουν σε προγράμματα άσκησης (τόσο αερόβιας όσο και άσκησης με βάρη) για να βελτιώνουν τον γλυκαιμικό έλεγχο και να μειώνουν τους καρδιαγγειακούς παράγοντες κινδύνου (λιπίδια, υπέρταση) με απώτερο στόχο την καθυστέρηση εμφάνισης των χρόνιων επιπλοκών της νόσου και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής.

Summary

Volaklis K, Zois Ch, Tokmakidis S. Resistance training in patients with diabetes mellitus. Hellen Diabetol Chron 2004; 2: 139-145.

Regular aerobic exercise is considered to be one of the cornerstones in the treatment of diabetes mellitus. In recent years an emphasis has been put on the importance of resistance training in the rehabilitation programs of patients with diabetes since many studies have shown that resistance training is safe and effective for the majority of these patients. The participation in such an exercise program has positive effects on glucose tolerance, insulin sensitivity, muscular strength, exercise tolerance and blood lipids, while comparative studies have shown that the combination of both strength and aerobic exercise results in better adaptations than aerobic training alone. Circuit weight training consisted of a series of exercises (8 to 12) performed at an intensity of 40-50% of one repetition maximum for 10-12 repetitions, 2-3 times (set). According to recent scientific evidence, a complete rehabilitation program for patients with diabetes should include resistance training at least 2 times per week.

Βιβλιογραφία

1. Ivy JL. Role of exercise training in the prevention and treatment of insulin resistance and non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Sports Med* 1997; 24: 321-326.
2. Eriksson J. Exercise and the treatment of Type 2 diabetes mellitus: An update. *Sports Med* 1999; 27: 381-391.
3. 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: 1218-1227.
4. Smutok M, Reece C, Kokkinos PF, et al. Effects of exercise training modality on glucose tolerance in men with abnormal glucose regulation. *Int J Sports Med* 1994; 15: 283-289.
5. Eriksson J, Taimela S, Eriksson K, Parviainen S, Peltonen J, Kujala U. Resistance training in treatment of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Int J Sports Med* 1997; 18: 242-246.
6. Honkola A, Forsen T, Eriksson J. Resistance training improves the metabolic profile in individuals with type 2 diabetes. *Acta Diabetologica* 1997; 34: 245-248.
7. Dunstan DW, Puddey IB, Beilin LJ, Burke V, Morton AR, Stanton KG. Effects of a short-term circuit weight training program on glycaemic control in NIDDM. *Diab Res Clin Pract* 1998; 40: 53-61.
8. Ishii T, Yamakita T, Sato T, Tanaka S, Fuji S. Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. *Diabetes Care* 1998; 21: 1353-1355.
9. Maiorana A, O'Driscoll G, Cheetham C, et al. The effect of

- combined aerobic and resistance exercise training on vascular function in type II diabetes. *J Am Coll Cardiol* 1998; 38: 890-866.
10. *Τοκμακίδης Σ, Βόλακλης Κ.* Άσκηση με βάρη σε ασθενείς με στεφανιαία νόσο: αιμοδυναμικές μεταβολές, λειτουργικές προσαρμογές και εφαρμογή προπονητικών προγραμμάτων. *Ελλ Καρδιολ Επιθ* 2000; 41: 312-324.
 11. *Βόλακλης Κ, Τοκμακίδης Σ.* Άσκηση με βάρη σε ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια: νεότερα δεδομένα. *Καρδιά & Αγγεία* 2003; 2: 136-141.
 12. *Treuth MS, Ryan AS, Pratley RE.* Effects of strength training on total and regional body composition in older men. *J Appl Physiol* 1994; 77: 614-620.
 13. *Stone MH, Fleck SJ, Triplett TN, Kraemer WJ.* Health and performance related potential of resistance training. *Sports Med* 1992; 11: 210-231.
 14. *Wallace BM, Mills BD, Browning CL.* Effects of cross-training on markers of insulin resistance/hyperinsulinemia. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 9: 1170-1175.
 15. *Maiorana A, O'Driscoll G, Goodman C, Taylor R, Green D.* Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type II diabetes. *Diab Res Clin Pract* 2002; 52: 115-123.
 16. *Zois C, Touvra A, Volaklis K, et al.* The effects of exercise on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. (2002). Proceedings of the 7th Annual Congress of the European College of Sport Science, Athens, Greece.
 17. *Lehmann R, Vokac A, Niedermann K, Agosti K, Spinass GA.* Loss of abdominal fat and improvement of the cardiovascular risk profile by regular moderate exercise training in patients with NIDDM. *Diabetologia* 1995; 38: 1313-1319.
 18. *American College of Sports Medicine.* Position Stand: Exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 1345-1360.
 19. *Kokkinos P, Hurley B, Smutok M, et al.* Strength training does not improve lipoprotein-lipid profiles in men at risk for CAD. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 123: 1134-1139.
 20. *Pollock M, Franklin B, Balady G, et al.* Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease. Benefits, rationale, safety and prescription. An advisory from the committee on exercise, rehabilitation and prevention. Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation* 2000; 101: 828-33.
 21. *Braith RW.* Does resistance exercise training reduce the risk of cardiovascular disease? *J Cardiopulm Rehabil* 2003; 23: 201-202.
 22. *Schnabel A, Kindermann W.* Effect of maximal oxygen uptake and different forms of physical training on serum lipoproteins. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1982; 48: 263-277.
 23. *Tucker LA, Silvester LJ.* Strength training and hypercholesterolemia: an epidemiologic study of 8499 employed men. *Phys Am J Health Promot* 1996; 11: 35-41.
 24. *Tokmakidis SP, Volaklis KA.* Training and detraining effects of a combined strength and aerobic exercise program on blood lipids in patients with coronary artery disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2003; 23: 193-200.
 25. *Yki-Yarvinen H, Koivisto VA, Taskinen MR, Nikkila E.* Glucose tolerance, plasma lipoproteins and tissue lipoprotein lipase activities in body builders. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 1984; 53: 253-259.
 26. *Szczypaczewska M, Nazar K, Kaciuba-Uscilko H.* Glucose tolerance and insulin response to glucose load in body builders. *Int J Sports Med* 1989; 1: 34-37.
 27. *Miller W, Sherman W, Ivy J.* Effect of strength training on glucose tolerance and post-glucose insulin response. *Med Sci Sports Exerc* 1984; 16: 539-543.
 28. *Miller JP, Pratley RE, Goldberg, et al.* Strength training increases insulin action in healthy 50-65 year old men. *J Appl Physiol* 1994; 77: 1122-1127.
 29. *Durak EP, Jovanovic-Peterson L, Peterson CM.* Randomized crossover study of effect of resistance training on glycemic control, muscular strength and cholesterol in type I diabetic men. *Diabetes Care* 1990; 13: 1039-1043.
 30. *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; 10: 1729-1736.
 31. *Fluckey JD, Hickey JK, Brambrink JK, Hart KK, Alexander K, Craig BW.* Effects of resistance exercise on glucose tolerance in normal and glucose-intolerant subjects. *J Appl Physiol* 1994; 77: 1087-1092.
 32. *Errikson J, Tuominen J, Valle T, et al.* Aerobic endurance exercise or circuit type resistance training for individuals with impaired glucose tolerance? *Horm Met Res* 1998; 30: 37-41.
 33. *Hurley BF, Hagberg JM, Goldberg AP, et al.* Resistive training can reduce coronary risk factors without altering VO₂max or percent body fat. *Med Sci Sports Exerc* 1988; 20: 150-154.
 34. *Holten MK, Zacho M, Gaster M, Juel C, Wojtaszewski J, Dela F.* Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. *Diabetes* 2004; 53: 294-305.

Λέξεις κλειδιά:

Σακχαρώδης διαβήτης
Άσκηση με βάρη
Αερόβια άσκηση

Key words:

Diabetes mellitus
Resistance training
Aerobic exercise