

Η επίδραση των υδατανθράκων, πρωτεϊνών και λιπιδίων στον γλυκαιμικό έλεγχο

Ε. Κοντοπίδου

Περίληψη

Η κατάλληλη διατροφή είναι ένα πολύ σημαντικό συστατικό της σωστής ρύθμισης των ασθενών με σακχαρώδη διαβήτη σε συνδυασμό με την ενδεδειγμένη φαρμακευτική αγωγή και την τακτική σωματική άσκηση. Ο ρόλος των μακροθρεπτικών συστατικών στη ρύθμιση της γλυκόζης του αίματος έχει ερευνηθεί από πολλές μελέτες χωρίς να έχει καταλήξει η επιστημονική κοινότητα σε μια συγκεκριμένη σύσταση για καθένα από αυτά. Οι υδατάνθρακες είναι ο κύριος διαιτητικός παράγοντας για τη ρύθμιση του διαβήτη, και είναι πολύ σημαντικά ζητήματα η ποσότητα, το είδος και η κατανομή τους σε ένα διαβητικό διαιτολόγιο. Ο περιορισμός τους δεν αποδεικνύεται να έχει σημαντική επίδραση στον γλυκαιμικό έλεγχο. Πιο σημαντική φαίνεται να είναι η συνολική σύσταση του γεύματος, που πρέπει να περιλαμβάνει και φυτικές ίνες, πρωτεΐνες και λιπαρά. Οι μεγάλες ποσότητες πρωτεϊνών ή/και λιπαρών σε ένα γεύμα, φαίνεται να προκαλούν παρατεταμένη υπεργλυκαιμία για πολλές ώρες μετά την κατανάλωσή τους. Έτσι, η υιοθέτηση ενός εξατομικευμένου διαιτολογίου, βασισμένου στη μεσογειακή διατροφή, φαίνεται ότι είναι η απάντηση στη ρύθμιση της γλυκόζης του αίματος.

Εισαγωγή

Οι πλέον πρόσφατες οδηγίες για τη θεραπεία του διαβήτη περιλαμβάνουν ένα διατροφικό πλάνο, εξατομικευμένο για τον κάθε ασθενή, βασισμένο στις διατροφικές του συνήθειες και τις ανάγκες του. Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δεν αναδεικνύει κάποια ιδανική σύνθεση σε μακροθρεπτικά συστατικά για να επιτευχθεί ο βέλτιστος γλυκαιμικός έλεγχος σε διαβητικούς ασθενείς. Οι υδατάνθρακες είναι το κύριο συστατικό που προκαλεί τις περισσότερες διακυμάνσεις στη γλυκαιμία, ωστόσο τόσο οι πρωτεΐνες όσο και τα λιπαρά διαδραματίζουν έναν σημαντικό ρόλο.

Υδατάνθρακες

Στη σύσταση του διαιτολογίου για έναν διαβητικό ασθενή διαδραματίζει σημαντικό ρόλο η ποσότητα, η ποιότητα και η κατανομή των προσλαμβανόμενων υδατανθράκων¹. Οι υδατάνθρακες βρίσκονται κυρίως στα αμυλώδη τρόφιμα, στα δημητριακά, στα φρούτα, στα λαχανικά, στα όσπρια και στα γαλακτοκομικά προϊόντα. Αν και οι υδατάνθρακες είναι ο κύριος ρυθμιστής της μετα-

γευματικής γλυκόζης, το διαιτολόγιο ενός διαβητικού πρέπει να περιέχει 45-60% υδατάνθρακες ημερησίως². Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι οι υδατάνθρακες είναι επίσης η κύρια πηγή ενέργειας, και σημαντικός φορέας υδατοδιαλυτών βιταμινών, μετάλλων και φυτικών ινών¹. Ακόμη, επειδή ο εγκέφαλος και το κεντρικό νευρικό σύστημα χρησιμοποιούν τη γλυκόζη ως κύρια πηγή ενέργειας, ο περιορισμός της πρόσληψης υδατανθράκων σε λιγότερους από 130 gr ημερησίως δεν συνιστάται¹. Σημαντική, δε, θεωρείται και η υψηλή πρόσληψη φυτικών ινών (14 g/100 Kcal) από φρούτα, λαχανικά, όσπρια και δημητριακά ολικής αλέσεως³.

Οι υδατάνθρακες διακρίνονται σε απλούς και σύνθετους. Επειδή τα απλά σάκχαρα όταν καταναλώνονται μεμονωμένα πέπτονται και απορροφώνται γρηγορότερα από τους σύνθετους υδατάνθρακες, ίσως να θεωρείται αυτονόητο ότι η κατανάλωσή τους επιφέρει μεγαλύτερη αύξηση στα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, από αυτή που επιφέρει η κατανάλωση σύνθετων υδατανθράκων. Από μετρήσεις των επιπέδων γλυκόζης του αίματος μετά την κατανάλωση διάφορων τροφίμων, βρέθηκε ότι ο βαθμός αύξησής τους εξαρτάται από την ολική σύσταση του τροφίμου (περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, λιπαρά και φυτικές ίνες) καθώς και το αν το τρόφιμο καταναλώνεται μόνο του ή ως μέρος ενός γεύματος⁹. Το κατά πόσο οι υδατάνθρακες του τροφίμου που καταναλώνεται είναι απλοί ή σύνθετοι, παίζει μικρότερο ρόλο στην ικανότητά του να αυξάνει τη γλυκόζη του αίματος. Γι' αυτό, ο διαιτητικός περιορισμός των απλών σακχάρων δεν αποτελεί αποτελεσματική μέθοδο ελέγχου των επιπέδων γλυκόζης ορού³. Αντίθετα, η κατανάλωση ποικιλίας τροφίμων στα πλαίσια των γευμάτων είναι περισσότερο σημαντικός παράγοντας, αφού οδηγεί στη μείωση του γλυκαιμικού δείκτη των μεικτών γευμάτων, που είναι και το ζητούμενο⁹.

Η προτροπή υιοθέτησης διαιτών χαμηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες είναι ένα αμφιλεγόμενο ζήτημα. Οι περισσότερες μελέτες που χρησιμοποιούν χαμηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες δίαιτες διαφέρουν στην ποσότητα υδατανθράκων που χρησιμοποιούν, η οποία κυμαίνεται από 20 έως 130 gr ημερησίως. Σε κάποιες μελέτες που συνέκριναν τα επίπεδα σακχάρου σε σχέση με το αν η δίαιτα ήταν υψηλής ή χαμηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες, βρέθηκε ότι, όταν ακολουθείται δίαιτα χαμηλή σε υδατάνθρακες, επιτυγχά-

νεται πολύ μικρή έως μηδενική μείωση στη γλυκόζη αίματος και καμία μείωση στην ινσουλίνη αίματος νηστείας και στη γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη⁹. Κάποιες μελέτες αναφέρουν καλύτερη ρύθμιση στη μεταγευματική γλυκόζη αίματος, όταν ακολουθείται δίαιτα χαμηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες¹⁰. Μελέτες που αναφέρουν ότι υπάρχει καλύτερη ρύθμιση του 24ωρου γλυκαιμικού προφίλ, μείωση της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης, καλύτερη ευαισθησία στην ινσουλίνη και απώλεια βάρους, όταν ακολουθείται δίαιτα με λίγους υδατάνθρακες σε παχύσαρκους διαβητικούς ασθενείς, ακολουθούνται από περιορισμούς. Δηλαδή, είναι έρευνες με μικρό αριθμό συμμετεχόντων, έχουν μικρή διάρκεια και δεν υπάρχει ομάδα ελέγχου⁵.

Η κατανομή των υδατανθράκων στη διάρκεια της ημέρας είναι εξίσου σημαντική. Παιδιά και έφηβοι που ακολουθούσαν ένα τυπικό ωράριο γευμάτων με σωστή κατανομή υδατανθράκων στα γεύματα, τα οποία ήταν πλούσια και σε φυτικές ίνες, βρέθηκε να έχουν καλύτερο γλυκαιμικό έλεγχο και μειωμένα επίπεδα γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης⁶.

Συμπερασματικά, δεν υπάρχουν σημαντικές στατιστικά ενδείξεις από μελέτες που να υποστηρίζουν ότι δίαιτες με χαμηλή ή πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες θα έχουν μακροχρόνιο όφελος σε άτομα με διαβήτη⁸. Μια τέτοια δίαιτα θα ήταν αναγκαστικά πολύ πλούσια σε λίπος ή πρωτεΐνη, και θα μπορούσε να οδηγήσει σε αύξηση βάρους, αλλαγές στο λιπιδαιμικό προφίλ και να μειώσει την ευαισθησία στην ινσουλίνη⁸. Τα υδατανθρακούχα τρόφιμα που επιλέγονται στο διαιτολόγιο ενός διαβητικού, πρέπει να ελέγχονται και ως προς την επίδρασή τους στην ευαισθησία στην ινσουλίνη, στο λιπιδαιμικό προφίλ και στη συνολική προσλαμβανόμενη ενέργεια^{4,5}. Κυρίως, πρέπει να αποφεύγεται η κατανάλωση υδατανθράκων που περιέχουν πρόσθετα λιπαρά, γλυκαντικές ουσίες και αλάτι³.

Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες που βρίσκονται σε όλα τα ζωικά τρόφιμα και σε κάποια φυτικά, είναι δομικά συστατικά όλων των ιστών, είναι απαραίτητες για τη μυϊκή ανάπτυξη και αποκατάσταση, για την υδατική και οξεοβασική ισορροπία του αίματος και για τη σύνθεση σημαντικών βιολογικών μορίων. Η συνιστώμενη πρόσληψη πρωτεϊνών για διαβητικούς ανέρχεται σε 20-30% της συνολικής προσλαμβανό-

μενης ενέργειας, χωρίς να υπάρχουν ενδείξεις νεφροπάθειας¹⁵. Οι πρωτεΐνες που καταναλώνονται μέσω της τροφής διασπώνται σε αμινοξέα, τα οποία διεγείρουν την έκκριση ινσουλίνης για να μεταφερθούν στα μυϊκά κύτταρα. Επίσης, απελευθερώνεται γλυκαγόνη για να εξουδετερώσει την ινσουλίνη, ώστε να παραμείνουν τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα σταθερά. Στα διαβητικά άτομα, μόνο η γλυκαγόνη απελευθερώνεται. Η γλυκαγόνη θα πυροδοτήσει την έναρξη της γλυκονογένεσης από το ήπαρ, και επειδή αυτή η διαδικασία γίνεται πιο αργά από τον μεταβολισμό των υδατανθράκων, θα προκαλέσει αύξηση στη μεταγευματική γλυκόζη.

Οι περισσότερες μελέτες εντοπίζονται γύρω από την πρόσληψη υψηλής ποσότητας πρωτεΐνης, κυρίως ζωικής, και την ισχυρή συσχέτιση της με τον κίνδυνο εμφάνισης ΣΔ τύπου 2. Μελέτη σε υπέρβαρα και παχύσαρκα άτομα έδειξε ότι ακολουθώντας διατροφή με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και περιορισμένη σε υδατάνθρακες, είχαν καλύτερο γλυκαιμικό έλεγχο και μεγαλύτερη ανταπόκριση στην ινσουλίνη¹³. Όσον αφορά τη συσχέτιση κατανάλωσης πρωτεΐνης με τον γλυκαιμικό έλεγχο, εξαιτίας διαφορετικών συνθηκών μέτρησης, οι μελέτες δεν έχουν καταλήξει σε κάποιο συγκεκριμένο πόρισμα σχετικά με τον ΣΔ τύπου 1¹⁴. Σίγουρα η αυξημένη πρόσληψη πρωτεΐνης αυξάνει τον κορεσμό του ασθενούς, αλλά δε ξεκαθαρίζεται αν έχει μακροπρόθεσμα οφέλη. Παρ' όλ' αυτά, δίαιτες υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη απαιτούν περισσότερη ινσουλίνη σε διαβητικούς τύπου 1 από ό,τι δίαιτες χαμηλής περιεκτικότητας με σταθμισμένη την ποσότητα υδατανθράκων¹⁶. Τα ευρήματα δείχνουν ότι η επιπλέον ποσότητα πρωτεΐνης σε ένα γεύμα ή η μεμονωμένη μεγάλη ποσότητα πρωτεΐνης για γεύμα οδηγούν σε σημαντική και παρατεταμένη μεταγευματική υπεργλυκαιμία που συνεχίζεται και έως μετά από 5 ώρες από το γεύμα¹⁷.

Στον ΣΔ τύπου 2 διαπιστώθηκε ότι δεν επηρεάζει σημαντικά η ποσότητα της πρωτεΐνης τα επίπεδα γλυκόζης, αλλά αυξάνει την ευαισθησία στην ινσουλίνη¹⁴. Σε μια έρευνα με διαβητικούς ασθενείς τύπου 2 βρέθηκε ότι η αυξημένη κατανάλωση πρωτεΐνης οδήγησε σε καλύτερα επίπεδα γλυκόζης μεταγευματικά¹⁷.

Μελέτες έχουν δείξει ότι σε διαβητικούς ασθενείς τύπου 1 η αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών αυξάνει τον ρυθμό απέκκρισης λευκωματίνης, ειδικά όταν συνυπάρχει και φτωχός γλυκαιμικός έλεγ-

χος. Στην ίδια κατηγορία ασθενών που έχουν και ενδείξεις νεφροπάθειας, η πρόσληψη των πρωτεϊνών πρέπει να είναι στο κατώτερο όριο (0,8 g/Kg ΣΒ) αλλά όχι κάτω από 0,6 g/Kg γιατί μπορεί να οδηγήσει σε υποθρεψία. Επιπλέον, σε μελέτες επιπολασμού δεν έχει βρεθεί συσχέτιση μεταξύ της ποσότητας πρόσληψης πρωτεΐνης και του ρυθμού σπειραματικής διήθησης¹⁸.

Αρκετές μελέτες εξέτασαν την επίδραση της πηγής της προσλαμβανόμενης πρωτεΐνης στη νεφρική λειτουργία διαβητικών ασθενών. Σε κάποιες μελέτες η αντικατάσταση της ζωικής από φυτική πρωτεΐνη μείωσε τον ρυθμό απέκκρισης λευκωματίνης, ενώ σε άλλες δεν παρατηρήθηκε διαφορά¹⁹. Επίσης, η αντικατάσταση του κόκκινου κρέατος από κοτόπουλο ή ψάρι επέφερε τα ίδια αποτελέσματα με έρευνες με μειωμένη πρόσληψη συνολικής πρωτεΐνης²⁰. Όμως, λόγω της μικρής διάρκειας αυτών των ερευνών και των αντικρουόμενων αποτελεσμάτων, δεν υπάρχουν σαφείς οδηγίες σχετικά με το επιθυμητό είδος πρωτεϊνών.

Λιπαρά

Τα λιπαρά είναι συστατικά όλων των κυττάρων, αποτελούν την κύρια μορφή αποθήκευσης ενέργειας στον οργανισμό και είναι πρόδρομες ουσίες πολλών σημαντικών βιολογικών μορίων. Διαχωρίζονται σε ζωικής και φυτικής προέλευσης και η συνήθης πρόσληψή τους που ανταποκρίνεται και στις ανάγκες των διαβητικών ασθενών είναι γύρω στο 30% της συνολικής προσλαμβανόμενης ενέργειας²⁴.

Σε ένα διαβητικό πλάνο διατροφής πιο σημαντική είναι η ποιότητα του προσλαμβανόμενου λίπους παρά η ποσότητά του, εκτός αν υπάρχει πρόβλημα βάρους και χρειάζεται περιορισμός και εκεί. Τα λιπαρά τρόφιμα δεν έχουν άμεση επίδραση στον γλυκαιμικό έλεγχο, γιατί δεν καταναλώνονται ως μεμονωμένη τροφή αλλά ως συστατικό ενός γεύματος, όμως η έμμεση επίδρασή τους είναι εξίσου σημαντική²¹. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι το διατροφικό λίπος όταν συνδυάζεται με υδατάνθρακες, μειώνει τη γλυκαιμική απόκριση στις πρώτες τρεις ώρες μετά την κατανάλωση, αλλά μπορεί να συνεισφέρει στην καθυστερημένη αύξηση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα μετά από ώρες²⁹. Αυτό συμβαίνει επειδή η παρουσία του λίπους θα επιβραδύνει τον ρυθμό της γαστρικής κένωσης. Αποδεικνύεται ότι τα γεύματα με υψηλή πε-

ριεκτικότητα σε λίπος προκαλούν μια μικρότερη αύξηση και μια πιο αργή μείωση στη μεταγευματική γλυκόζη σε σύγκριση με ένα γεύμα υψηλό σε υδατάνθρακες και χαμηλό σε λίπος²⁹. Τα διαβητικά άτομα μπορεί να βρεθούν σε κίνδυνο υπογλυκαιμίας λίγο μετά από ένα γεύμα πλούσιο σε λιπαρά. Σε διαβητικούς ασθενείς τύπου 1 ο χρόνος έναρξης της ινσουλίνης ταχείας δράσης είναι πιθανό να είναι ταχύτερος από την πέψη και την απορρόφηση των υδατανθράκων που λαμβάνονται ως μέρος ενός γεύματος υψηλού λίπους³¹.

Σε μια πρόσφατη έρευνα βρέθηκε ισχυρή συσχέτιση της νυχτερινής υπογλυκαιμίας με την κατανάλωση μεγάλης ποσότητας λίπους στο δείπνο³⁰. Ένα γεύμα πλούσιο σε λιπαρά (50 g) προκαλεί σημαντική υπεργλυκαιμία επί 5 ώρες σε άτομα με αντλία ινσουλίνης, ακόμα και αν έχει εγχυθεί πρόσθετη ινσουλίνη³¹.

Επειδή όμως το λίπος δεν καταναλώνεται ποτέ μόνο του, έρευνες έχουν μελετήσει την από κοινού δράση του με την κατανάλωση πρωτεΐνης. Έτσι, βρέθηκε ότι η μεταγευματική γλυκόζη αυξάνεται τόσο, όσο το άθροισμα που θα είχαν οι επιπτώσεις από τα δύο θρεπτικά συστατικά μεμονωμένα³². Άλλες μελέτες συσχέτισαν τη μεμονωμένη και από κοινού κατανάλωση των δύο συστατικών και βρήκαν ότι στην πρώτη περίπτωση η υψηλότερη μεταγευματική τιμή γλυκόζης επιτυγχάνεται μετά από μία ώρα και επιστρέφει σε φυσιολογικά επίπεδα εντός τριώρου, ενώ στη δεύτερη καθυστερεί επιπλέον μισή ώρα να φτάσει στη μέγιστη τιμή, αλλά παραμένει αυξημένη για όλο το τριώρο και δεν επιστρέφει στην αρχική της τιμή πριν από το γεύμα³³.

Η αύξηση της συνολικής πρόσληψης λίπους (>35%) συσχετίζεται με μία σημαντική αύξηση του λιπιδαιμικού προφίλ και της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης²⁸. Επίσης, διαπιστώνεται ότι διαφορετικά είδη λιπαρών έχουν διαφορετική επίδραση στη δράση της ινσουλίνης. Τα κορεσμένα και κάποια συγκεκριμένα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα έχουν ενοχοποιηθεί για την πρόκληση της αντίστασης στην ινσουλίνη, ενώ τα πολυακόρεστα και τα ω-3 λιπαρά οξέα σε μεγάλο βαθμό δεν φαίνεται να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στη δράση της ινσουλίνης²². Για αυτόν τον λόγο και συστήνεται η κατανάλωση λιπαρών τροφίμων που περιέχουν ω-3 λιπαρά οξέα (ALA, EPA, DHA) και η υιοθέτηση της μεσογειακής διατροφής με έμφαση στα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Η κατανάλωση δύο έως τριών

μερίδων ψαριών την εβδομάδα (κυρίως λιπαρών ψαριών) και οι φυτικές πηγές προέλευσης ω-3 λιπαρών οξέων βοηθούν στην επαρκή πρόσληψη³. Δεν υπάρχουν μελέτες που να αποδεικνύουν με επάρκεια αν η επιπλέον χορήγηση ω-3 λιπαρών οξέων βελτιώνει την ανταπόκριση στην ινσουλίνη. Αντίθετα, η πρόσληψή τους μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, αν και κάποιες μετααναλύσεις δεν δείχνουν να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά²⁷. Η αντικατάσταση κορεσμένου λίπους από πολυακόρεστα φαίνεται από μελέτες ότι έχει ευεργετικές επιδράσεις στην ευαισθησία στην ινσουλίνη²³. Γυναίκες με σακχαρώδη διαβήτη κύησης μετά από ελεγχόμενη αύξηση των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων είδαν σημαντικά στατιστική μείωση των επιπέδων της γλυκόζης νηστείας και της μεταγευματικής καθώς και της ανταπόκρισης στην ινσουλίνη³⁴. Βέβαια, όσον αφορά τα επίπεδα της γλυκόζης του αίματος σε διαβητικούς ασθενείς και των δύο τύπων, αποδεικνύεται ότι υπάρχουν μικρές διαφορές όταν συγκρίνονται δίαιτες πλούσιες σε μονοακόρεστα λιπαρά (ελαιόλαδο) με δίαιτες πλούσιες σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (ηλιέλαιο)²⁶.

Οι συστάσεις για το κορεσμένο λίπος, τη χοληστερόλη και τα trans λιπαρά οξέα δεν διαφέρουν από αυτές για τον γενικό πληθυσμό και βασίζονται στη συνολική περιορισμένη πρόσληψή τους⁸. Έχει βρεθεί ότι η αντικατάσταση των κορεσμένων λιπαρών από μονοακόρεστα έχει μειώσει την LDL χοληστερόλη σε διαβητικά άτομα²⁴. Τα κορεσμένα και trans λιπαρά οξέα προκαλούν αύξηση της μεταγευματικής ινσουλιναιμίας σε παχύσαρκα άτομα με ΣΔ τύπου 2²⁵.

Abstract

Kontopidou E. The effect of macronutrients on blood glucose. *Hellenic Diabetol Chron* 2015; 4: 259-264.

Nutrition is a very important component of the ideal regulation of patients with diabetes mellitus in combination with medication and regular physical exercise. The role of macronutrients in the regulation of blood glucose has been investigated in several studies but the scientific community hasn't come up with an ideal proportion for each of them. Carbohydrates are the primary factor for dietary management of diabetes, and the amount, type and time of carbohydrate consumed have varying effects on blood glucose levels. Carbohydrate restriction is not proved to have a significant effect on glycemic control. More important seems to be the overall composition of the

meal, which should include fiber, proteins and fats. Large amounts of protein and/or fat in a meal appear to cause prolonged hyperglycemia for several hours after consumption. Thus, adopting an individual nutrition therapy, based on Mediterranean diet, appears to be the key strategy for optimal blood-glucose control.

Βιβλιογραφία

1. Sheard NF, Clark NG, Brand-Miller JC, et al. Dietary carbohydrate (amount and type) in the prevention and management of diabetes: a statement by the American diabetes association. *Diabetes Care* 2004; 27: 2266-71.
2. Feinman RD, Pogozelski WK, Astrup A, et al. Dietary carbohydrate restriction as the first approach in diabetes management. Critical review and evidence base. *Nutrition* 2015; 31: 1-13.
3. Dyson PA, Kelly T, Deakin T, et al. Diabetes UK evidence-based nutrition guidelines for the prevention and management of diabetes. *Diabetic Medicine* 2011; 28: 1282-8.
4. Wolever TM, Mehling C. Long-term effect of varying the source or amount of dietary carbohydrate on postprandial plasma glucose, insulin, triacylglycerol, and free fatty acid concentrations in subjects with impaired glucose tolerance. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 612-21.
5. Boden G, Sargrad K, Homko C, et al. Effect of a low-carbohydrate diet on appetite, blood glucose levels, and insulin resistance in obese patients with type 2 diabetes. *Ann Intern Med* 2005; 142: 403-11.
6. Overby NC, Margeisdottir HD, Brunborg C, et al. The influence of dietary intake and meal pattern on blood glucose control in children and adolescents using intensive insulin treatment. *Diabetologia* 2007; 50: 2044-51.
7. Toeller M, Buyken AE, Heitkamp G, Cathelineau G, Ferriss JB, Michel G, and the EURODIAB IDDM Complications Study Group. Nutrient intakes as predictors of body weight in European people with type 1 diabetes. *Int J Obes* 2001; 25: 1815-22.
8. American Diabetes Association. Summary of revisions: Standards of medical care in diabetes – 2015. *Diabetes Care* 2015; 38 Suppl 1: S4.
9. Daly ME, Vale C, Walker M, et al. Dietary carbohydrates and insulin sensitivity: a review of the evidence and clinical implications. *Am J Clin Nutr* 1997; 66: 1072-85.
10. Shah M, Garg A. High fat and high carbohydrate diets and energy balance: a review. *Diabetes Care* 1996; 19: 1142-52.
11. Evert AB, et al. Nutrition therapy recommendations for the management of adults with diabetes. *Diabetes Care* 2013; 36: 3821-42.
12. Sluijs I, Beulens JW, van der A DL, Spijkerman AM, Grobbee DE, van der Schouw YT. Dietary intake of total, animal, and vegetable protein and risk of type 2 diabetes in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)-NL study. *Diabetes Care* 2010; 33: 43-8.
13. Goyenechea E, Holst C, van Baak MA, et al. Effects of different protein content and glycaemic index of ad libitum diets on diabetes risk factors in overweight adults: the DIOGenes multicentre, randomized, dietary intervention trial. *Diabetes Metab Res Rev*. 2011; 27: 705-16.
14. Campbell AP, Rains TM. Dietary protein is important in the practical management of prediabetes and type 2 diabetes. *J Nutr* 2015; 145: 164S-169S.
15. Bell KJ, Smart CE, Steil GM, et al. Impact of fat, protein, and glycemic index on postprandial glucose control in type 1 diabetes: implications for intensive diabetes management in the continuous glucose monitoring era. *Diabetes Care* 2015; 38: 1008-15.
16. Paterson M, Bell JK, O'Connell SM, Smart CE, Shafiq A, King B. The Role of Dietary Protein and Fat in Glycaemic Control in Type 1 Diabetes: Implications for Intensive Diabetes Management. *Curr Diab Rep* 2015; 15: 61.
17. Gannon MC, Nuttall FQ, Saeed A, et al. An increase in dietary protein improves the blood glucose response in persons with type 2 diabetes. *American Journal of Clinical Nutrition* 2013; 78: 734-41.
18. Wheeler ML, Fineberg SE, Fineberg NS, Gibson RG, Hackward LL. Animal versus plant protein meals in individuals with type 2 diabetes and microalbuminuria: effects on renal, glycemic, and lipid parameters. *Diabetes Care* 2002; 25: 1277-82.
19. Teixeira SR, Tappenden KA, Carson L, et al. Isolated soy protein consumption reduces urinary albumin excretion and improves the serum lipid profile in men with type 2 diabetes mellitus and nephropathy. *J Nutr* 2004; 134: 1874-80.
20. Gross JL, Zelmanovitz M, Moulin CC, et al. Effect of a chicken-based diet on renal function and lipid profile in patients with type 2 diabetes: a randomized crossover trial. *Diabetes Care* 2002; 25: 645-51.
21. Pankowska E, Blazik M, and Groele L. Does the fat-protein meal increase postprandial glucose level in type 1 diabetes patients on insulin pump: the conclusion of a randomized study. *Diabetes Technology and Therapeutics* 2012; 14: 16-22.
22. Lovejoy JC. The influence of dietary fat on insulin resistance. *Current diabetes reports* 2002; 2: 435-40.
23. Summers LKM, Fielding BA, Bradshaw HA, et al. Substituting dietary saturated fat with polyunsaturated fat changes abdominal fat distribution and improves insulin sensitivity. *Diabetologia* 2002; 45: 369-77
24. Heine RJ, Mulder C, Popp-Snijders C, van der Meer J, van der Veen. Linoleic-acid-enriched diet: long term effects on serum lipoprotein and apolipoprotein concentrations and insulin sensitivity in non-insulin dependent diabetic patients. *Am J Clin Nutr* 1989; 49: 448-56.
25. Christiansen E, Schnider S, Palmvig B, et al. Intake of a diet high in trans monounsaturated fatty acids or saturated fatty acids. Effects on postprandial insulinemia and glycemia in obese patients with NIDDM. *Diabetes Care* 1997; 20: 881-7.
26. Katsilambros N, Kostalas G, Michalakakis N, et al. Metabolic effects of long-term diets enriched in olive oil or sun flower oil in non-insulin-dependent diabetes. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 1996; 6: 164-7.
27. Montori VM, Farmer A, Wolan PC, Dinneen SF. Fish oil supplementation in type 2 diabetes: a quantitative sys-

- tematic review. *Diabetes Care* 2000; 23: 1407-15.
28. *Vitale M, Masulli M, Rivellese A, et al.* Influence of dietary fat and carbohydrates proportions on plasma lipids, glucose control and low-grade inflammation in patients with type 2 diabetes – The TOSCA. IT Study. *Eur J Nutr* 2015 Aug 25. [Epub ahead of print]
29. *Freckmann G, Hagenlocher S, Baumstark A, et al.* Continuous glucose profiles in healthy subjects under everyday life conditions and after different meals. *J Diabetes Sci Technol* 2007; 1: 695-703.
30. *Desjardins K, Brazeau AS, Strychar I, et al.* Association between post-dinner dietary intakes and nocturnal hypoglycemic risk in adult patients with type 1 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2014; 106: 420-7.
31. *Wolpert HA, Atakov-Castillo A, Smith SA, et al.* Dietary fat acutely increases glucose concentrations and insulin requirements in patients with type 1 diabetes: implications for carbohydrate-based bolus dose calculation and intensive diabetes management. *Diabetes Care*. 2013; 36: 810-6.
32. *Smart CE, Evans M, O'Connell SM, et al.* Both dietary protein and fat increase postprandial glucose excursions in children with type 1 diabetes, and the effect is additive. *Diabetes Care*. 2013; 36: 3897-902.
33. *Garcia-Lopez JM, Gonzalez-Rodriguez M, Pazos-Couselo M, et al.* Should the amounts of fat and protein be taken into consideration to calculate the lunch prandial insulin bolus? Results from a randomized crossover trial. *Diabetes Technol Ther* 2013; 15: 166-71.
34. *Wang H, Jiang H, Yang L, Zhang M.* Impacts of dietary fat changes on pregnant women with gestational diabetes mellitus: A randomized controlled study. *Asia Pacific journal of clinical nutrition* 2015; 24: 58.

Λέξεις-κλειδιά:

Μακροθρεπτικά συστατικά
Υδατάνθρακες
Πρωτεΐνες
Λιπαρά
Γλυκόζη
Γλυκαιμικός έλεγχος
Ινσουλίνη

Key-words:

Macronutrients
Carbohydrate
Protein
Fat
Glucose
Glycemic control
Insulin