



**ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ &
ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**Η ΔΡΑΣΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ
ΓΛΥΚΑΙΜΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ
ΦΥΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ ΣΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΓΛΥΚΟΖΗΣ ΚΑΙ
ΙΝΣΟΥΛΙΝΗΣ ΑΙΜΑΤΟΣ**

ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ-ANNA

A.M: 73

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΜΑΝΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΜΠΟΣΚΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΚΑΡΑΘΑΝΟΣ ΒΑΪΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2007

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οφείλω να ευχαριστήσω θερμά, τον καθηγητή μου, τον κ. Ιωάννη Μανιό, για την καθοδήγηση, τις συμβουλές και παρατηρήσεις του, καθώς και την εμπιστοσύνη που έδειξε στην προσπάθειά μου, κατά την εκπόνηση της μελέτης αυτής. Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στη συντονίστρια της μελέτης, την Σοφία Ελευθερίου, για την αστείρευτη υπομονή και επιμονή της, αλλά και συμπαράσταση που έδειξε, κατά την διεξαγωγή της παρέμβασης αλλά και τη συγγραφή αυτής. Τέλος, ευχαριστίες αξίζουν και στις συμφοιτήτριές μου, Ελπίδα Παπαδαντωνάκη, Αριάδνη Λιδωρίκη και Μαρία Νικολιδάκη, για τη συνεργασία τους και κατά την έκβαση της παρέμβασης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1 Μεταγευματικά επίπεδα γλυκόζης & αθηροσκλήρωση	8
1.2 Γλυκαιμικός δείκτης & γλυκαιμικό φορτίο	8
1.3 Γλυκαιμικός δείκτης, γλυκαιμικό φορτίο & γλυκαιμικός έλεγχος	15
1.4 Γλυκαιμικός δείκτης, γλυκαιμικό φορτίο & έκκριση ινσουλίνης	16
1.5 Γλυκαιμικός δείκτης, γλυκαιμικό φορτίο & ινσουλινοαντίσταση	17
1.6 Γλυκαιμικός δείκτης, γλυκαιμικό φορτίο & σακχαρώδης διαβήτης	19
1.7 Ο ρόλος των φυτικών ινών στην απόκριση της γλυκόζης & της ινσουλίνης	22
1.8 Οι μεταβολικές επιδράσεις διαιτών εμπλουτισμένων σε β-γλυκάνες	24
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	26
2.1 Σχεδιασμός της μελέτης	26
2.2 Δειγματοληψία	28
2.3 Δίαιτες	28
2.4 Προετοιμασία και διανομή του πρότυπου μπισκότου	32
2.5 Διατροφική επιμόρφωση	32
2.6 Αξιολόγηση της συμμόρφωσης του δείγματος	34
2.7 Αξιολόγηση φυσικής δραστηριότητας	35
2.8 Αξιολόγηση κορεσμού, ανεπιθύμητων ενεργειών και άλλων παραμέτρων	35
2.9 Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της παρέμβασης	36
2.9.1 Ανθρωπομετρήσεις	36
2.9.2 Βιοχημικές Αναλύσεις	37
2.10 Στατιστική Ανάλυση	37
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	39
3.1 Περιγραφικά χαρακτηριστικά δείγματος	39
3.2 Αξιολόγηση της συμμόρφωσης του δείγματος	41
3.3 Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του προγράμματος παρέμβασης	44
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	46
5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	53
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	54

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Η παρούσα μελέτη έχει ως σκοπό την αξιολόγηση της επίδρασης τροφίμων διαφορετικού γλυκαιμικού δείκτη και περιεχομένου φυτικών ινών, στη γλυκόζη νηστείας και στα επίπεδα της ινσουλίνης, σε έφηβες κοπέλες. **ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ:** Στην έρευνα έλαβαν μέρος συνολικά 48 υγιείς έφηβες, ηλικίας 12-16 ετών οι οποίες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Η Ομάδα Παρέμβασης (ΟΠ) ακολούθησε μια χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη και υψηλού περιεχομένου φυτικών ινών δίαιτα, ενώ η Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ) μια υψηλού γλυκαιμικού δείκτη και χαμηλού περιεχομένου φυτικών ινών δίαιτα, για 5 διαδοχικές εβδομάδες. Οι διαφορές στον γλυκαιμικό δείκτη μεταξύ των δύο διαιτών επιτεύχθηκαν κυρίως μεταβάλλοντας τη σύσταση των αμυλούχων τροφίμων, καθώς και συμπεριλαμβάνοντας ένα πρότυπο μπισκότο πλούσιο σε β-γλυκάνες και χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη συμπληρωματικά για τη χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη και υψηλού περιεχομένου φυτικών ινών δίαιτα. Πριν από την έναρξη της παρέμβασης πραγματοποιήθηκαν φυσική εξέταση, σωματομετρήσεις, μέτρηση της αρτηριακής πίεσης, της γλυκόζης και ινσουλίνης νηστείας και τέλος καταγράφηκε ιατρικό ιστορικό. Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της παρέμβασης έγινε μετά το πέρας των 5 εβδομάδων της παρέμβασης με επανάληψη των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν κατά την έναρξη της μελέτης. Εκτιμήθηκαν αλλαγές σε ανθρωπομετρικούς δείκτες (ΔΜΣ, % σωματικό λίπος, περιφέρεια μέσης), στη γλυκόζη νηστείας και στα επίπεδα της ινσουλίνης. **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ:** Το ποσοστό παρακολούθησης των διαιτολογικών συνεδριών ήταν 98,4%. Ο γλυκαιμικός δείκτης της δίαιτας δεν φάνηκε να άλλαξε για καμία από τις δυο ομάδες, αλλά μετά την παρέμβαση, η ΟΠ κατάφερε σε σύγκριση με την ΟΕ να σημειώσει στατιστικά σημαντικά υψηλότερη διαιτητική πρόσληψη στις υδατοδιαλυτές ($3,10 \pm 1,3g$ έναντι $0,25 \pm 0,15 g$, $p=0,001$), τις μη υδατοδιαλυτές ($5,8 \pm 6,3g$ έναντι $1,4 \pm 0,9 g$, $p=0,020$) και ολικές φυτικές ίνες ($15,6 \pm 8,2 g$ έναντι $8,1 \pm 1,4$, $p=0,026$). Επιπλέον, η ΟΠ σημείωσε μείωση της συστολικής πίεσης ($p=0,001$), ενώ και οι δυο ομάδες παρουσίασαν μείωση της περιφέρειας μέσης (ΟΠ: $p=0,013$; ΟΕ: $p=0,009$). Δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο ομάδων για τις τιμές της γλυκόζης νηστείας πριν και μετά την παρέμβαση, ενώ καμία από τις δύο ομάδες δεν φάνηκε να μετέβαλε στατιστικά σημαντικά τα επίπεδα γλυκόζης νηστείας της. Ωστόσο, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά της μέσης τιμής της ινσουλίνης μεταξύ των δυο ομάδων, μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης παρόλο που οι δύο ομάδες δεν διέφεραν στατιστικά στα

επίπεδα της ινσουλίνης πριν την παρέμβαση. **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:** Βάσει των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας, η κατανάλωση ενός υγιεινού σνακ πλούσιου σε β-γλυκάνες και χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη από υγιείς έφηβες, στα πλαίσια ενός προγράμματος διατροφικής παρέμβασης χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη, υψηλού περιεχομένου σε φυτικές ίνες, διάρκειας 5 εβδομάδων, δεν φάνηκε να επηρεάζει στατιστικά σημαντικά το μεταβολισμό της γλυκόζης. Ωστόσο, φαίνεται να έχει κάποια επίδραση στις τιμές της ινσουλίνης νηστείας, καθώς αναδείχθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο ομάδων στις τιμές της ινσουλίνης νηστείας, μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια, η πρόσληψη υδατανθράκων έχει αυξηθεί κατά πολύ στην παιδική και εφηβική ηλικία, τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Βόρεια Αμερική, μια τάση η οποία προκύπτει από τη μειωμένη πρόσληψη λίπους, ως απάντηση στα κοινωνικά πρότυπα των *low-fat* τροφίμων^{1,2}. Δυστυχώς, οι αλλαγές αυτές χαρακτηρίζονται, συνήθως, από αυξημένη κατανάλωση επεξεργασμένων τροφίμων και αναψυκτικών, υψηλής ενεργειακής πυκνότητας^{3,4}, τα οποία προάγουν μεγαλύτερη γλυκαιμική απόκριση, μιας και τα τρόφιμα αυτά είναι κυρίως υψηλού γλυκαιμικού δείκτη (GI). Ήδη το διάστημα 1989-1991, περισσότερο από το 80% των προσλαμβανόμενων υδατανθράκων, από παιδιά ηλικίας 2-18 ετών στις Η.Π.Α., είχαν γλυκαιμικό δείκτη ίσο ή μεγαλύτερο αυτού της ζάχαρης⁵. Αυτές οι πρόσφατες αλλαγές στη επιλογή τροφίμων, θεωρείται ότι οδηγούν σε μεγαλύτερο γλυκαιμικό φορτίο (GL) στη διατροφή των παιδιών και των εφήβων⁶.

Πρόσφατες υποθέσεις, προτείνουν ότι οι αρνητικές επιπτώσεις από τα αυξημένα επίπεδα γλυκόζης αίματος και ινσουλίνης, προκαλούμενα από γεύμα υψηλού γλυκαιμικού δείκτη, διαρκούν για 2-4 ώρες μετά την ολοκλήρωση της απορρόφησης των θρεπτικών συστατικών, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει αντιδραστική υπογλυκαιμία, ακολουθούμενη από έκκριση ορμονών και αυξημένη συγκέντρωση μη-εστεροποιημένων λιπαρών οξέων NEFA (Non-esterified Fatty Acids)⁷. Με την πάροδο του χρόνου, αυτές οι φυσιολογικές επιπτώσεις θεωρούνται ότι προάγουν αυξημένη πρόσληψη ενέργειας, προβληματική λειτουργία των β-κυττάρων, αλλά και δυσλιπιδαιμία^{7,8,9}. Ως αποτέλεσμα, ο αυξημένος γλυκαιμικός δείκτης και γλυκαιμικό φορτίο της δίαιτας των παιδιών και εφήβων, προτείνεται ως μια από τις αιτίες για τον αυξημένο επιπολασμό της παχυσαρκίας και του μεταβολικού συνδρόμου, κατά την παιδική και εφηβική ηλικία^{10,11,12,13}.

Λαμβάνοντας υπόψη, ότι ο συνήθης τρόπος διατροφής των εφήβων αποτελείται από σνακ πλούσια σε ενέργεια, λίπος και σάκχαρα, η ανάπτυξη υγιεινών σνακ με βελτιωμένες λειτουργικές ιδιότητες, οι οποίες θα σχετίζονται με τις μεταβολικές τους επιδράσεις, θα μπορούσαν να προλαμβάνουν τα καρδιαγγειακά νοσήματα. Στην προκειμένη περίπτωση, προϊόντα με αυξημένη περιεκτικότητα σε διαλυτές φυτικές ίνες, ίσως να επιδρούσαν στο μεταβολισμό της γλυκόζης και των λιπιδίων, πιθανότατα επεμβαίνοντας και καθυστερώντας την απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών¹⁴. Αυτό ισχύει για φυτικές ίνες, όπως οι β-γλυκάνες καθώς έχει αποδειχθεί ότι έχουν την ικανότητα να μειώνουν την ολική και την LDL-χοληστερόλη^{15,16,17,18}, καθώς και να μειώνουν σημαντικά τον

γλυκαιμικό δείκτη των τροφίμων¹⁹. Ο γλυκαιμικός δείκτης αποτελεί ένα σύστημα κατάταξης των τροφίμων, ανάλογα με την επίδραση που έχουν στη γλυκόζη του αίματος, μετά την κατανάλωση αυτών²⁰. Τα τελευταία χρόνια, έχει φανεί από μελέτες ότι δίαιτες υψηλού γλυκαιμικού δείκτη αυξάνουν τα επίπεδα γλυκόζης και ινσουλίνης στο αίμα, συμβάλλοντας έτσι στην ινσουλινοαντίσταση σε άτομα με γενετική προδιάθεση. Παράλληλα, τέτοιες δίαιτες αυξάνουν τον κίνδυνο για καρδιαγγειακά, αφού επηρεάζουν δυσμενώς τους δείκτες φλεγμονής και αιμόστασης^{21,22,23}.

Έως τώρα, οι πληροφορίες πάνω στο γλυκαιμικό δείκτη και το γλυκαιμικό φορτίο της διατροφής υγιών παιδιών και εφήβων, είναι ανεπαρκείς^{24,25}. Δεδομένα σχετικά με τη συμβολή διαφορετικών τύπων υδατανθράκων στο γενικό γλυκαιμικό φορτίο, είναι μόνο διαθέσιμα για επιλεγμένους πληθυσμούς ενηλίκων²⁶. Από άποψη δημόσιας υγείας, υπάρχει επίσης ενδιαφέρον για την απόκτηση γνώσεων, σχετικά με το βαθμό που μια διαίτα, η οποία καταναλώνεται από παιδιά, ποικίλει στο γλυκαιμικό δείκτη / γλυκαιμικό φορτίο, και με το πώς δίαιτες με υψηλότερο ή χαμηλότερο GI ή GL επιτυγχάνονται καθημερινώς.

Όπως αναφέρθηκε, μια διαίτα πλούσια σε διαλυτές φυτικές ίνες, κυρίως β-γλυκάνες, και με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη, πιθανώς να βελτιώνει το μεταβολισμό της γλυκόζης και το λιποπρωτεϊνικό προφίλ των εφήβων, ενώ παράλληλα να βελτιώνει και το επίπεδο υγείας τους. Επιπλέον, η κατανάλωση “λειτουργικών” σνακ στα πλαίσια μιας ισορροπημένης διατροφής, ίσως να προάγει επιπρόσθετες μεταβολικές επιδράσεις.

Για το λόγο αυτό, η παρούσα έρευνα μελετά την επίδραση που έχει μια διαίτα χαμηλού GI και υψηλής περιεκτικότητας σε φυτικές ίνες, σε συνδυασμό με την κατανάλωση μπισκότου πλούσιου σε β-γλυκάνες, στις μεταβολικές παραμέτρους μιας ομάδας εφήβων κοριτσιών, σε σύγκριση με μια διαίτα υψηλού GI και χαμηλής περιεκτικότητας σε φυτικές ίνες, σε μια δεύτερη ομάδα εφήβων κοριτσιών. .

1.1 Μεταγευματικά επίπεδα γλυκόζης και αθηροσκλήρωση

Έρευνες αποδεικνύουν συνεχώς, ότι τα αυξημένα μεταγευματικά επίπεδα γλυκόζης επηρεάζουν σημαντικά το σχηματισμό της αθηροσκλήρωσης. Σε άτομα με διαταραγμένη ανοχή στη γλυκόζη, ενώ τα επίπεδα της γλυκόζης νηστείας είναι σε φυσιολογικά επίπεδα, κατά το μεταγευματικό στάδιο παρατηρείται μια ραγδαία και υψηλή αύξηση των επιπέδων γλυκόζης²⁷. Μετά από ένα γεύμα, η συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα καθορίζεται από το ρυθμό απορρόφησης, αλλά και απομάκρυνσης αυτής, από την κυκλοφορία του αίματος²⁸. Ο ρυθμός εκκαθάρισης της γλυκόζης επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό, από την έκκριση ινσουλίνης και τη δράση αυτής στους ιστούς στόχους²⁹.

Το συστατικό της διατροφής, το οποίο επηρεάζει περισσότερο τα επίπεδα της γλυκόζης αίματος, είναι οι υδατάνθρακες, ενώ τα υπόλοιπα συστατικά, όπως οι πρωτεΐνες και το λίπος, τα επηρεάζουν εν μέρει. Το διαιτητικό λίπος, για παράδειγμα, μειώνει το ρυθμό απορρόφησης της γλυκόζης, επιβραδύνοντας έτσι, το μέγιστο σημείο γλυκαιμικής απόκρισης³⁰. Επιπρόσθετα, όταν οι πρωτεΐνες / αμινοξέα προσλαμβάνονται μαζί με τους υδατάνθρακες αυξάνουν περαιτέρω την έκκριση της ινσουλίνης, και την εκκαθάριση των υδατανθράκων από την κυκλοφορία του αίματος³¹. Η συνολική ποσότητα³² των υδατανθράκων σε ένα γεύμα ή ένα σνακ, θεωρείται αξιόπιστος δείκτης των μεταγευματικών επιπέδων γλυκόζης³³, ενώ η επίδραση και σπουδαιότητα του τύπου³⁴ ή της πηγής των υδατανθράκων στα μεταγευματικά επίπεδα γλυκόζης, είναι αντικρουόμενη³³.

Σε μια προσπάθεια κατηγοριοποίησης των τροφίμων που περιέχουν υδατάνθρακες, βάσει της γλυκαιμικής τους απόκρισης ή της ικανότητάς τους να αυξάνουν τη συγκέντρωση γλυκόζης στο αίμα, αναπτύχθηκαν δυο μέθοδοι, ο γλυκαιμικός δείκτης (GI) και το γλυκαιμικό φορτίο (GL).

1.2 Γλυκαιμικός δείκτης και γλυκαιμικό φορτίο

Το 1981, ο Jenkins όρισε τον γλυκαιμικό δείκτη για να κατηγοριοποιήσει διαφορετικούς διαιτητικούς υδατάνθρακες, συγκρινόμενοι με ένα τρόφιμο αναφοράς, με βάση την ικανότητά τους να αυξάνουν τα επίπεδα γλυκόζης αίματος³². Θεωρείτο, ότι σε συνθήκες δοκιμασίας, η εντερική ικανότητα απορρόφησης, ο μεταβολισμός στο ήπαρ, η παγκρεατική έκκριση ινσουλίνης και άλλα ρυθμιστικά συστήματα, συμπεριφέρονται παρόμοια, ενώ οι

υδατανθρακούχες τροφές απελευθερώνουν γλυκόζη κατά διαφορετικό τρόπο. Από τότε, πολλές έρευνες προτείνουν ότι ο γλυκαιμικός δείκτης είναι αναπαραγόμενος και ίσως να έχει χρήση στη διαιτητική αντιμετώπιση του διαβήτη και υπερλιπιδαιμίας. Η χρήση του γλυκαιμικού δείκτη στη τροποποίηση διαιτών, την πρόληψη και τον έλεγχο χρόνιων ασθενειών, διερευνάται σε εντατικό ρυθμό.

Ο γλυκαιμικός δείκτης ενός τροφίμου ορίζεται ως το πηλίκο της αύξησης των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα δυο ώρες μετά την κατανάλωση γνωστής ποσότητας του τροφίμου που εξετάζεται, προς την αύξηση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα δυο ώρες μετά την κατανάλωση ενός τροφίμου αναφοράς³⁵. Ως τρόφιμο αναφοράς χρησιμοποιείται είτε η γλυκόζη είτε το λευκό ψωμί (GI=100), τα οποία περιέχουν ισοδύναμη ποσότητα υδατανθράκων³⁶. Επομένως,

$$\text{Γλυκαιμικός Δείκτης} = \frac{\text{Αύξηση Επιπέδων Γλυκόζης με το Υπό Εξέταση Τρόφιμο} * 100}{\text{Αύξηση Επιπέδων Γλυκόζης με το Τρόφιμο Αναφοράς}}$$

Η αλλαγή των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα σε σχέση με το χρόνο, μετά από την κατανάλωση ενός τροφίμου, εκφράζεται από το εμβαδόν της επιφάνειας που βρίσκεται κάτω από την καμπύλη μέτρησης της γλυκόζης και πάνω από την καμπύλη γλυκόζης νηστείας που παρατηρείται για τις δυο ώρες που ακολουθούν την πρόσληψη μιας συγκεκριμένης ποσότητας υδατανθράκων (συνήθως 50 γρ). Συνεπώς, ο γλυκαιμικός δείκτης ενός τροφίμου μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο:

$$\text{Γλυκαιμικός Δείκτης (\%)} = (\text{Επιφάνεια Κάτω από την Καμπύλη του Υπό Εξέταση Τροφίμου} / \text{Επιφάνεια Κάτω από την Καμπύλη του Τροφίμου Αναφοράς}) * 100$$

Ο γλυκαιμικός δείκτης υπολογίζεται, χρησιμοποιώντας συνήθως δέκα υγιής εθελοντές, οι οποίοι καταναλώνουν μια μερίδα του υπό μελέτη τροφίμου, το οποίο περιέχει 50γρ υδατανθράκων, χωρίς τις φυτικές ίνες, μετά από ολονύκτια νηστεία³⁷. Οι ίδιοι εθελοντές καλούνται μια διαφορετική ημέρα, να καταναλώσουν μια μερίδα του τροφίμου αναφοράς που να περιέχει 50γρ υδατάνθρακες, οπότε και γίνεται η σύγκριση. Πριν την κατανάλωση του τροφίμου, αλλά και μετά από αυτήν στους χρόνους 15, 30, 45, 60, 90 και 120 λεπτά, μετράται η συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα³⁶.

Τρόφιμα χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη (με τρόφιμο αναφοράς το λευκό ψωμί) θεωρούνται εκείνα με γλυκαιμικό δείκτη μικρότερο του 40, τρόφιμα μετρίου γλυκαιμικού δείκτη αυτά που έχουν γλυκαιμικό δείκτη μεταξύ 40 και 70 και υψηλού γλυκαιμικού δείκτη εκείνα που έχουν γλυκαιμικό δείκτη μεγαλύτερο του 70.

Ο τύπος των υδατανθράκων που περιέχεται σε ένα τρόφιμο (άμυλο έναντι ζάχαρης) δεν αποτελεί πάντα προγνωστικό δείκτη για τα μεταγευματικά επίπεδα γλυκόζης³⁸. Για παράδειγμα, σάκχαρα, όπως η σακχαρόζη και η φρουκτόζη, έχουν χαμηλή γλυκαιμική απόκριση / γλυκαιμικό δείκτη παρά το περιορισμένο μήκος της αλυσίδας τους στην χημική τους δομή³⁹. Στην πραγματικότητα, αρκετοί παράγοντες αλληλεπιδρούν επηρεάζοντας την επίδραση του τροφίμου στα μεταγευματικά επίπεδα της γλυκόζης. Σε αυτούς περιλαμβάνονται: i) η ωριμότητα του φρούτου – όσο ωριμάζει ένα φρούτο, το άμυλο μετατρέπεται σε σάκχαρο. Το άμυλο γενικά έχει μεγαλύτερο γλυκαιμικό δείκτη από τα σάκχαρα, έτσι όσο πιο ώριμο γίνεται το φρούτο, τόσο μειώνεται ο γλυκαιμικός δείκτης (Digestion of the carbohydrates of the banana). ii) η φυσική μορφή του τροφίμου – αλλάζοντας τη μορφή κάποιων τροφίμων, αλλάζει και ο γλυκαιμικός δείκτης αυτών^{40,41}. Για παράδειγμα, ένας κύβος πατάτας μπορεί να αυξήσει τον γλυκαιμικό του δείκτη κατά 25% όταν γίνεται πουρές⁴². Επίσης, η κατανάλωση ολόκληρων μήλων, πουρέ μήλου και χυμού μήλου έχει σημαντικά διαφορετικές επιδράσεις στο μεταβολισμό της γλυκόζης και την έκκριση ινσουλίνης⁴³. iii) ο τύπος του τροφίμου – διαφορετικοί τύποι του ίδιου τροφίμου μπορεί να έχουν διαφορετικό γλυκαιμικό δείκτη. Για παράδειγμα, διαφορετικές ποικιλίες ρυζιού έχουν διαφορετικό GI, το οποίο επηρεάζεται από την αναλογία της αμυλόζης και της αμυλοπηκτίνης στον σπόρο⁴⁴. Όσο μεγαλύτερη η αναλογία της αμυλοπηκτίνης, τόσο υψηλότερος και ο γλυκαιμικός δείκτης, λόγω του ότι η αμυλοπεκτίνη υδρολύεται στο έντερο ευκολότερα από την αμυλόζη⁴⁵. iv) η επεξεργασία – ο τρόπος επεξεργασίας ενός τροφίμου μπορεί να μεταβάλλει τον γλυκαιμικό δείκτη αρκετά. Για παράδειγμα, το άλεσμα, η πίεση της τροφής αυξάνουν το GI⁴⁶. Η χημική, αλλά και θερμική τροποποίηση της τροφής επηρεάζει τον γλυκαιμικό δείκτη⁴⁷. v) η προετοιμασία της τροφής – ο τρόπος μαγειρέματος, πχ. η θερμοκρασία, η ποσότητα του νερού, ο χρόνος μαγειρέματος, έχει σημαντική επίδραση στον γλυκαιμικό δείκτη του τροφίμου^{48,49}.

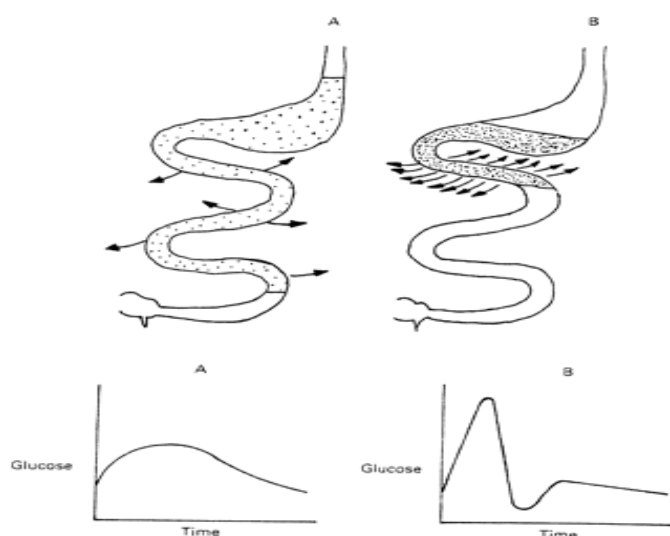
Επιπλέον παράγοντες οι οποίοι δύναται να μεταβάλλουν την επίδραση κάποιου συγκεκριμένου υδατανθρακούχου τροφίμου στα μεταγευματικά επίπεδα γλυκόζης είναι η κατανάλωση πρωτεΐνης ή λίπους πριν την κατανάλωση του τροφίμου, η λήψη ή όχι άλλης

τροφής για την περίοδο που προηγείται, η οξύτητα της τροφής, τα επίπεδα γλυκόζης πριν την κατανάλωση του τροφίμου και ο βαθμός ινσουλινοαντίστασης που χαρακτηρίζει το άτομο⁵⁰.

Οι υποθετικές μεταβολικές επιδράσεις του γλυκαιμικού δείκτη, σχετίζονται με το ρυθμό κατά τον οποίο η γλυκόζη απορροφάται από το λεπτό έντερο. Μετά την κατανάλωση τροφίμων χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη, ο μειωμένος ρυθμός απορρόφησης της γλυκόζης επιβραδύνει αντίστοιχα την μεταγευματική αύξηση της ινσουλίνης και των εντερικών ορμονών. Η παρατεταμένη απορρόφηση των υδατανθράκων, διατηρεί την καταστολή των ελεύθερων λιπαρών οξέων (ΕΛΟ - FFA) και τους αντισταθμιστικούς μηχανισμούς, ενώ συγχρόνως πετυχαίνει χαμηλότερη συγκέντρωση γλυκόζης αίματος (Εικόνα 1). Με την πάροδο του χρόνου, καθώς η συγκέντρωση των ΕΛΟ μειώνεται και αυξάνεται το αναπνευστικό πηλίκιο, η γλυκόζη απομακρύνεται από την κυκλοφορία με ταχύτερο ρυθμό. Συνεπώς, η συγκέντρωση της γλυκόζης αίματος επιστρέφει στα αρχικά επίπεδα, παρά τη συνεχή απορρόφηση της γλυκόζης στο λεπτό έντερο. Επομένως, η μεταγευματική άνοδος της γλυκόζης αίματος μειώνεται πριν φτάσει τη μέγιστη τιμή⁵¹.

Σύμφωνα με μια έρευνα, η πλειοψηφία των τροφίμων που περιέχουν επεξεργασμένο άμυλο στις ΗΠΑ έχουν υψηλό γλυκαιμικό δείκτη, ενώ τα μη αμυλούχα λαχανικά, τα φρούτα και τα όσπρια, τείνουν να έχουν χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη⁷. Η κατανάλωση λίπους ή πρωτεΐνης, παράλληλα με τους υδατάνθρακες, μειώνει το γλυκαιμικό δείκτη ξεχωριστών τροφίμων^{52,53}, αλλά δεν αλλάζει την ιεραρχική τους θέση με βάση τον γλυκαιμικό δείκτη⁵⁴. Αν και υπήρχε ανησυχία^{55,56}, αποδείχθηκε ότι η γλυκαιμική απόκριση σε σύνθετα γεύματα, μπορεί να προβλεφθεί με μεγάλη ακρίβεια από το γλυκαιμικό δείκτη των τροφίμων που αποτελούν το γεύμα όταν χρησιμοποιούνται οι καθιερωμένες μέθοδοι^{33,54,57,58,59,60}.

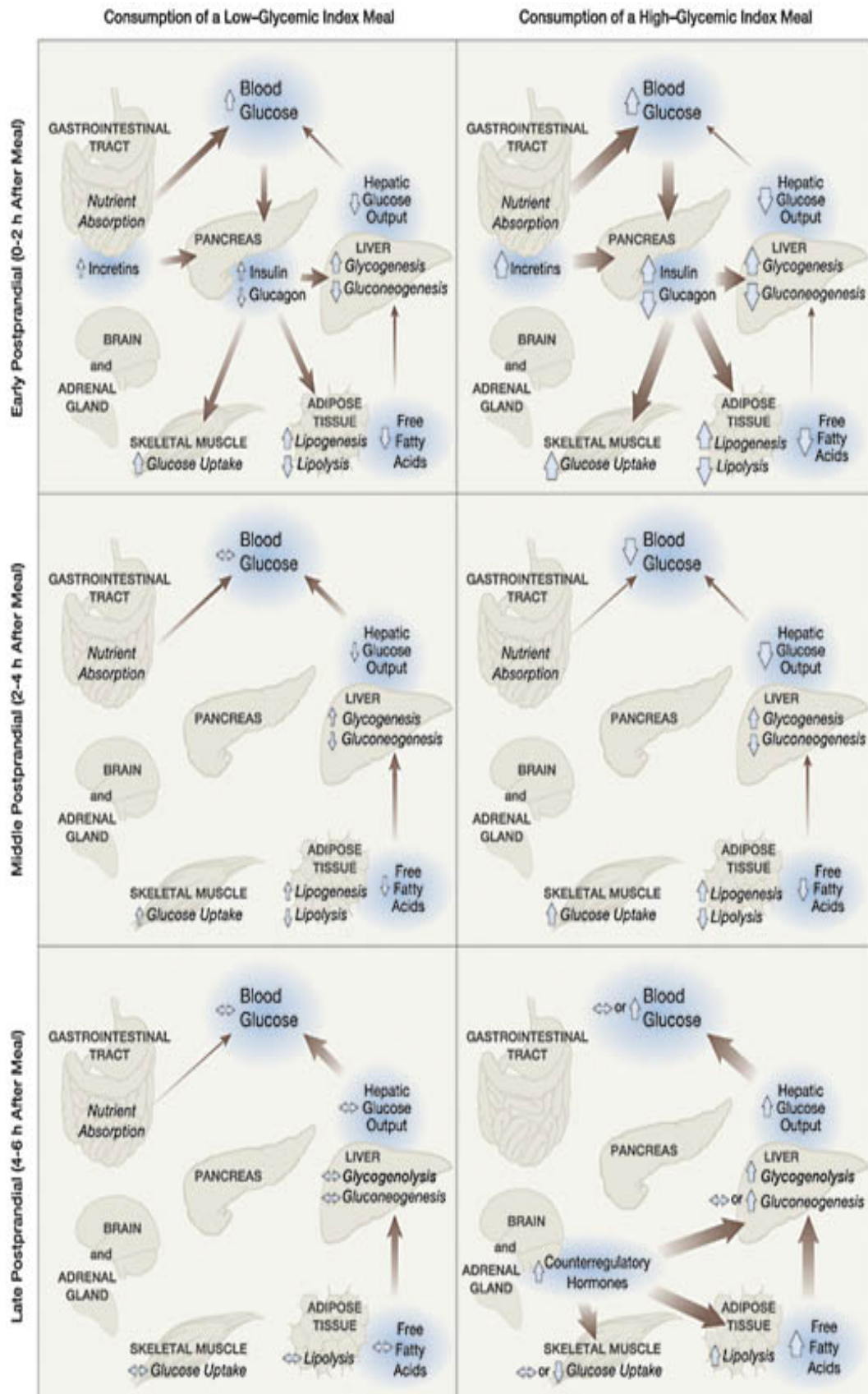
Εικόνα 1 – Υποθετική επίδραση μιας δίαιτας χαμηλού (Α) και υψηλού (Β) γλυκαιμικού δείκτη, στην γαστρεντερική απορρόφηση και τα μεταγευματικά επίπεδα της γλυκόζης



Η ίδια έρευνα⁷, έδειξε ότι σε ένα διάστημα έξι ωρών, η κατανάλωση γευμάτων με την ίδια ενέργεια και θρεπτικά συστατικά μπορεί να προκαλέσει αξιοσημείωτες διαφορές στις φυσιολογικές αποκρίσεις του οργανισμού (Διάγραμμα 1)

Αναλυτικότερα, τις δυο πρώτες ώρες μετά την κατανάλωση γεύματος υψηλού γλυκαιμικού δείκτη, η αύξηση της γλυκόζης στο αίμα μπορεί να είναι τουλάχιστον διπλάσια αυτής, που ακολουθεί την κατανάλωση γεύματος χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη και ίδιας περιεκτικότητας σε ενέργεια και θρεπτικά συστατικά. Αυτή η σχετική υπεργλυκαιμία διεγείρει δραστικά της έκκριση ινσουλίνης από τα παγκρεατικά β-κύτταρα, και αναστέλλει την απελευθέρωση γλυκαγόνης από τα α-κύτταρα. Το συνακόλουθο υψηλό πηλίκιο ινσουλίνης προς γλυκαγόνη τείνει να υπερβάλλει τις φυσιολογικές αναβολικές αποκρίσεις στην τροφή, συμπεριλαμβάνοντας την πρόσληψη θρεπτικών συστατικών από ινσουλινευαίσθητους ιστούς, τη διέγερση της γλυκογένεσης και λιπογένεσης και τη καταστολή της γλυκονεογένεσης και της λιπόλυσης.

Διάγραμμα 1 – Αλληλουχία των φυσιολογικών αποτελεσμάτων μετά από κατανάλωση γεύματος υψηλού σε σύγκριση με χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη



Μετά από δυο έως τέσσερις ώρες, από την κατανάλωση γεύματος υψηλού γλυκαιμικού δείκτη, η απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών από το γαστρεντερικό σωλήνα

μειώνεται, αλλά οι βιολογικές επιδράσεις των υψηλών επιπέδων ινσουλίνης και των χαμηλών επιπέδων γλυκαγόνης, παραμένουν. Συνεπώς, η συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα μειώνεται απότομα, συχνά στο επίπεδο της υπογλυκαιμίας. Η φυσιολογική σημασία αυτής της υπογλυκαιμίας επεξηγείται από μια μεγαλύτερη μείωση του ρυθμού οξειδωσης της γλυκόζης που παρατηρείται μετά από κατανάλωση υδατανθράκων υψηλού σε σύγκριση με χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη στο διάστημα αυτό⁶¹. Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα, το άλλο κύριο μεταβολικό καύσιμο, είναι περισσότερο κατασταλμένα μετά από ένα γεύμα υψηλού γλυκαιμικού δείκτη.

Περίπου τέσσερις έως έξι ώρες μετά την κατανάλωση γεύματος υψηλού γλυκαιμικού δείκτη, οι χαμηλές κυκλοφορούσες συγκεντρώσεις των μεταβολικών καυσίμων, προκαλούν μια αντισταθμιστική ορμονική απόκριση η οποία αποκαθιστά την ευγλυκαιμία διεγείροντας τα μεταβολικά μονοπάτια της γλυκογονόλυσης και της γλυκονεογένεσης και αυξάνοντας τη συγκέντρωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων σε επίπεδα αρκετά υψηλότερα από αυτά που παρατηρούνται μετά από γεύμα χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη. Αυτός ο συνδυασμός αυξημένης συγκέντρωσης των αντισταθμιστικών ορμονών και των ελεύθερων λιπαρών οξέων μοιάζει με κατάσταση νηστείας η οποία φυσιολογικά παρατηρείται μόνο μετά από αρκετές ώρες χωρίς φαγητό⁶².

Αντίθετα, μετά από γεύμα χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη, η υπογλυκαιμία και η ορμονική απόκριση που την ακολουθεί, δεν επέρχεται κατά τη μεταγευματική περίοδο χάρη στη συνεχή απορρόφηση θρεπτικών συστατικών από το γαστρεντερικό σωλήνα και την αυξημένη ηπατική παραγωγή γλυκόζης.

Όπως προαναφέρθηκε, ο γλυκαιμικός δείκτης αποτελεί ένα εργαλείο κατηγοριοποίησης των τροφίμων βάσει της γλυκαιμικής τους απόκρισης. Ωστόσο, δεν λαμβάνει υπόψη την επίδραση μιας τυπικής ποσότητας υδατανθράκων στην γλυκαιμία. Για τον λόγο αυτό, σε μία προσπάθεια να βελτιωθεί η αξιοπιστία και η προγνωστική αξία της γλυκαιμικής απόκρισης μιας συγκεκριμένης δίαιτας, οι Salmeron et al⁶³ πρότειναν τη χρήση του γλυκαιμικού φορτίου. Σύμφωνα με τον ορισμό, το γλυκαιμικό φορτίο ενός συγκεκριμένου τροφίμου ορίζεται ως το γινόμενο του γλυκαιμικού δείκτη του τροφίμου επί την ποσότητα των καθαρών υδατανθράκων που περιέχονται σε μία μερίδα του αντίστοιχου τροφίμου, και συνεπώς το γλυκαιμικό φορτίο περιλαμβάνει τη συνδυαστική επίδραση τόσο της ποσότητας όσο και του τύπου των υδατανθράκων στην μεταγευματική γλυκαιμία.

Επιπλέον, αθροίζοντας το γλυκαιμικό φορτίο των διαφόρων τροφίμων, υπολογίζεται το γλυκαιμικό φορτίο ενός γεύματος ή της συνολικής ημερήσιας διαίτας.

Πρόσφατες έρευνες, εξέτασαν τη σχέση μεταξύ του γλυκαιμικού φορτίου, των επιπέδων της γλυκόζης και της ινσουλινικής απόκρισης που ακολουθούν την κατανάλωση συγκεκριμένων τροφίμων⁶⁴. Αποδείχθηκε ότι η σταδιακή αύξηση του γλυκαιμικού φορτίου για ένα εύρος τροφίμων οδηγεί σε αναλογικές αυξήσεις των επιπέδων τόσο της γλυκόζης όσο και της ινσουλίνης. Επιπλέον, οι ερευνητές απέδειξαν ότι μερίδες διαφορετικών τροφίμων με το ίδιο γλυκαιμικό φορτίο αποδίδουν παρόμοιες γλυκαιμικές αποκρίσεις. Η μελέτη αυτή, αν και σχετικά μικρή με δείγμα υγιείς ανθρώπους φυσιολογικού βάρους, έδωσε ευρήματα που επιδεικνύουν ότι υπολογίζοντας το γλυκαιμικό φορτίο μπορεί να προβλεφθεί η γλυκαιμική απόκριση διαφορετικών τροφίμων στα πλαίσια ενός εύρους μερίδων. Ωστόσο, απαιτείται ακόμη να εξεταστεί η επίδραση του γλυκαιμικού φορτίου των μεικτών γευμάτων στα μεταγευματικά επίπεδα γλυκόζης και ινσουλίνης, καθώς και η επίδρασή του στα επίπεδα της γλυκόζης και της ινσουλίνης κατά τη διάρκεια του 24ώρου.

1.3 Γλυκαιμικός δείκτης, γλυκαιμικό φορτίο και γλυκαιμικός έλεγχος

Υπάρχουν αρκετές κλινικές μελέτες που έχουν εξετάσει την αποτελεσματικότητα διαιτών χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη στο γλυκαιμικό έλεγχο. Ωστόσο, τα αποτελέσματα είναι αντικρουόμενα, και κάποια παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικά ευρήματα βελτίωσης και άλλα όχι⁶⁵. Εν μέρει, αυτό πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι οι περισσότερες από αυτές τις μελέτες περιλαμβάνουν μικρό αριθμό υποκειμένων, είναι σχετικά μικρής χρονικής διάρκειας και παρουσιάζουν μόνο μέτρια επίδραση. Επιπλέον, το γεγονός ότι οι εν λόγω μελέτες εμφανίζουν σημαντική ετερογένεια όσον αφορά το σχεδιασμό τους, τα χαρακτηριστικά του δείγματος και τη σύσταση των διαιτών καθιστά την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την αποτελεσματικότητα των διαιτών χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη στο γλυκαιμικό έλεγχο ιδιαίτερα προβληματική.

Μια πρόσφατη μετανάλυση⁶⁶ τυχαιοποιημένων κλινικών δοκιμών, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι λαμβάνοντας υπόψη το γλυκαιμικό δείκτη στην επιλογή υδατανθρακούχων τροφίμων φαίνεται να επιδρά ευνοϊκά στον μεταβολισμό των υδατανθράκων. Τα συγκεκριμένα ευρήματα απορρέουν από επιστημονικά δεδομένα των τελευταίων 20 χρόνων. Βάσει των ευρημάτων αυτών, υποστηρίζεται η χρήση του

γλυκαιμικού δείκτη ως επιστημονικό εργαλείο στην επιλογή των υδατανθρακούχων τροφίμων. Συνεπώς, φαίνεται ότι ο γλυκαιμικός δείκτης επιδρά ως ανεξάρτητος παράγοντας συμβάλλοντας στην βελτίωση δεικτών υγείας. Παράλληλα, όταν τα οφέλη μιας διαίτας χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη συνδυάζονται με αυτά άλλων διαιτητικών αλλαγών, όπως η αύξηση των διαιτητικών ινών, η μείωση του κορεσμένου λίπους και οι επαρκείς προσλήψεις μικροθρεπτικών συστατικών, τότε η επίδραση μιας διαίτας χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη πιθανώς να οδηγεί σε σημαντικές, κλινικά παρατηρήσιμες επιδράσεις. Ωστόσο, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το γεγονός ότι, όπως προτείνεται από τον Willet και τους συνεργάτες του⁹, οι επιδράσεις της ίδιας διαίτας πιθανώς να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ διαφορετικών ατόμων ή πληθυσμών, καθώς αυτές εξαρτώνται από την ηλικία, τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας, το ποσοστό σωματικού λίπους αλλά και από άλλους παράγοντες. Επιπλέον, εξαιτίας του γεγονότος ότι οι έρευνες πραγματοποιούνται συχνά λαμβάνοντας ως δείγμα τους υγιή, νέα και αδύνατα άτομα (συνήθως φοιτητές), οι ανεπιθύμητες συνέπειες διαιτών υψηλού γλυκαιμικού δείκτη συχνά υποεκτιμούνται.

1.4 Γλυκαιμικός δείκτης, γλυκαιμικό φορτίο και έκκριση ινσουλίνης

Η ινσουλινοαντίσταση και η δυσλειτουργία των β-κυττάρων του παγκρέατος, έχει αποδειχθεί ότι συμβάλλουν καθοριστικά στην παθογένεση του σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2^{67,68}. Τα τελευταία χρόνια, θεωρείται ότι τρόφιμα με υψηλό γλυκαιμικό δείκτη προκαλούν αυξημένη απόκριση ινσουλίνης, η οποία σχετίζεται με αρκετά προβλήματα: αυξημένη κατανάλωση τροφής οδηγώντας στην παχυσαρκία, υπερινσουλιναίμια που οδηγεί σε ινσουλινοαντίσταση, εξασθένιση των β-κυττάρων προκαλώντας διαβήτη τύπου II⁶⁹, δυσλιπιδαιμία η οποία οδηγεί σε στεφανιαία νόσο (CHD), και σε άλλους παράγοντες που προκαλούν διάφορους τύπους καρκίνου.

Τα επίπεδα του c-πεπτιδίου στο αίμα, μπορούν να υποδείξουν την ποσότητα ινσουλίνης που παράγεται από το πάγκρεας. Σε μια διασταυρούμενη μελέτη των έξι υγιών ενηλίκων, ο Jenkins et al⁷⁰ διαπίστωσε ότι διαίτα χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη, περιλαμβάνοντας κυρίως ολικής αλέσεως προϊόντα, μείωσε σημαντικά τη συγκέντρωση του c-πεπτιδίου στο αίμα (32% μείωση) σε σύγκριση με διαίτα υψηλού γλυκαιμικού δείκτη, η οποία περιλάμβανε κυρίως επεξεργασμένα τρόφιμα.

Ένα άλλο, αρκετά ακριβές μέτρο της απόκρισης της ινσουλίνης, είναι ο δείκτης προδιάθεσης (disposition index), ο οποίος υπολογίζει την ικανότητα του παγκρέατος να αποκρίνεται σε αυξημένη ινσουλινοαντίσταση, αυξάνοντας την έκκριση ινσουλίνης, ώστε να διατηρήσει φυσιολογικά επίπεδα γλυκόζης αίματος. Οι ερευνητές της IRAS (Insulin Resistance Atherosclerosis Study), δεν κατάφεραν να βρουν συσχέτιση του γλυκαιμικού δείκτη και του γλυκαιμικού φορτίου με τον δείκτη προδιάθεσης⁷¹. Όταν ο δείκτης προδιάθεσης είναι ασυνήθιστος, θεωρείται ότι τα β-κύτταρα έχουν εξαντληθεί, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε ανεπάρκεια αυτών. Επομένως, η αδυναμία να παρατηρηθεί μια ασυνήθιστα χαμηλή παγκρεατική απόκριση, σχετιζόμενη με αυξημένο γλυκαιμικό δείκτη και γλυκαιμικό φορτίο, υποδηλώνει φυσιολογική παγκρεατική λειτουργία με τέτοιου είδους δίαιτες⁷². Αυτό συμβαίνει, διότι η γλυκαιμική απόκριση μπορεί να προβλέψει μόνο το 23% της διακύμανσης στην απόκριση της ινσουλίνης μετά από την κατανάλωση τροφής⁷³, υποδηλώνοντας την πιθανή σημασία και άλλων παραγόντων στο δράση αυτή (πχ. ωσμωτικότητα, γαστρική εκκένωση, έκκριση εντερικών ορμονών, βαθμός παχυσαρκίας, ηλικία, φύλο).

1.5 Γλυκαιμικός δείκτης, γλυκαιμικό φορτίο και ινσουλινοαντίσταση

Υπάρχει διαφωνία σχετικά με το αν η υπεργλυκαιμία και η υπερινσουλιναίμια, προκαλούμενες από τρόφιμα υψηλού γλυκαιμικού δείκτη, οδηγούν σε ινσουλινοαντίσταση, η οποία με τη σειρά της συμμετέχει στην ανάπτυξη διαβήτη, στεφανιαίας νόσου και σε άλλα χαρακτηριστικά του μεταβολικού συνδρόμου⁷⁴.

1.5.1 Επιδημιολογικές μελέτες

Η μελέτη IRAS (Insulin Resistance Atherosclerosis Study)⁷¹, είναι η πρώτη μεγάλη επιδημιολογική μελέτη που προσπάθησε να τεκμηριώσει την επίδραση διαίτας υψηλού / χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη ή / και γλυκαιμικού φορτίου, στην ινσουλινοευαισθησία. Παρ' όλα αυτά, οι ερευνητές δεν κατάφεραν να αποδείξουν κάποια σχέση μεταξύ του γλυκαιμικού δείκτη ή φορτίου με την ινσουλινοευαισθησία. Μια μεγαλύτερη μελέτη στη Δανία⁷⁵, επίσης, δεν κατάφερε να αποδείξει μια τέτοια συσχέτιση. Κάποια χαρακτηριστικά, όμως, στις μελέτες αυτές πρέπει να αναφερθούν.

Αρχικά, και οι δυο μελέτες είναι διασταυρούμενες (cross-sectional) και επικεντρώνονται σε ένα χρονικό σημείο, ενώ οι μακροχρόνιες μελέτες είναι προτιμότερες. Δεύτερον, είναι μελέτες παρατήρησης (observational), ενώ οι παρεμβατικές είναι περισσότερο πολύτιμες, αν και πιο δύσκολες και δαπανηρές. Τρίτον, το ερωτηματολόγιο συχνότητας τροφίμων, που χρησιμοποιήθηκε στην πρώτη μελέτη (IRAS), δεν ήταν σχεδιασμένο για τον έλεγχο του γλυκαιμικού δείκτη / φορτίου. Αν και το ημερολόγιο αυτό έχει επικυρωθεί ως εργαλείο της μελέτης, δεν έχει ελεγχθεί για τη αναπαραγωγικότητα και αξιοπιστία του, ως κατάλληλο εργαλείο για τον γλυκαιμικό δείκτη. Λόγω αυτού, τα διατροφικά δεδομένα ίσως να ήταν ανακριβή, ενώ ο υπολογισμός του γλυκαιμικού δείκτη / φορτίου, από την αναφερόμενη διαιτητική πρόσληψη του δείγματος, αρκετά δύσκολος. Τέλος, το πρωτόκολλο επέβαλε τη χρήση, τουλάχιστον, 30 δειγμάτων αίματος για τον υπολογισμό της ινσουλινοευαισθησίας⁷⁶, ενώ η IRAS χρησιμοποίησε μόνο 12. Αν και αυτό μπορεί να θεωρείται λογικό σε μια μεγάλη επιδημιολογική μελέτη, η αξιοπιστία ενδέχεται να μην είναι τόσο μεγάλη όσο στην αρχική μέθοδο.

Επιπλέον, όσον αφορά την πιθανότητα ανάπτυξης ινσουλινοαντίστασης, έχει βρεθεί ότι η συχνή κατανάλωση τροφίμων υψηλού γλυκαιμικού δείκτη / φορτίου, ή διαιτών πλούσιων σε υδατάνθρακες, δεν συσχετίζεται με την ινσουλινοαντίσταση⁷⁵.

1.5.2 Παρεμβατικές μελέτες

Η ινσουλινοευαισθησία έχει υπολογισθεί γενικά, σε μεταβολικές μελέτες, χρησιμοποιώντας παρεμβατικές δοκιμές μικρής διάρκειας, όπως η μελέτη των Kiens & Richter⁷⁷, η οποία έδειξε βελτίωση της ινσουλινοευαισθησίας με δίαιτα υψηλού, αντί χαμηλού, γλυκαιμικού δείκτη. Άλλες, λιγότερο ακριβείς μελέτες, έχουν παρουσιάσει ανάμικτα αποτελέσματα⁷⁸.

Αντίθετα, μελέτες σχετικά με το δεύτερο γεύμα, έχουν παρουσιάσει αντίστροφη επίδραση δίαιτας υψηλού γλυκαιμικού δείκτη στην ινσουλινοαντίσταση. Σε αυτές, παρέχονται πρωινά με σταθερή αναλογία μακροθρεπτικών, αλλά με υδατάνθρακες διαφορετικού γλυκαιμικού δείκτη και στη συνέχεια, υπολογίζεται η απόκριση της γλυκόζης και ινσουλίνης μετά την κατανάλωση ενός τυποποιημένου μεσημεριανού. Συνεπώς, οι μελέτες αυτές, δείχνουν ότι η απόκριση της γλυκόζης και της ινσουλίνης είναι μεγαλύτερη όταν προηγείται πρωινό υψηλού, αντί χαμηλού, γλυκαιμικού δείκτη^{79,80}. Ο μηχανισμός αυτός,

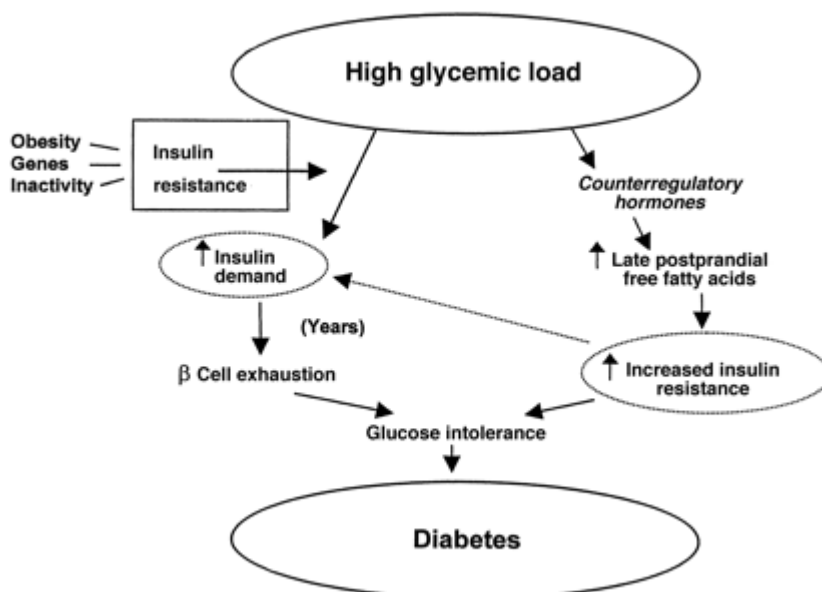
φαίνεται να σχετίζεται με την μεταγευματική αύξηση των ελεύθερων λιπαρών οξέων, μετά την κατανάλωση διαίτας υψηλού γλυκαιμικού δείκτη.

Ωστόσο, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη, ότι μια ίδια διαίτα μπορεί να επιδρά διαφορετικά μεταξύ ατόμων και πληθυσμών⁹, ανάλογα με την φυσική τους κατάσταση και το λιπώδη ιστό. Επιπλέον, επειδή οι περισσότερες μεταβολικές μελέτες εφαρμόζονται κυρίως σε νεαρά, υγιή και λεπτά άτομα (συχνά φοιτητές), οι αντίστροφες επιπτώσεις διαιτών υψηλού γλυκαιμικού δείκτη, συχνά υποεκτιμούνται.

1.6 Γλυκαιμικός δείκτης, γλυκαιμικό φορτίο και σακχαρώδης διαβήτης

Σύμφωνα με τον Willett et al⁹, η επίπτωση ανάπτυξης σακχαρώδους διαβήτη τύπου II, θα έπρεπε να περιορισθεί είτε μειώνοντας την ανάγκη για ινσουλίνη, είτε βελτιώνοντας την ινσουλινοευσαιησία, οι οποίοι μηχανισμοί περιγράφονται στην Εικόνα 2.

Εικόνα 2 – Πιθανοί μηχανισμοί, κατά τους οποίους, διαίτα υψηλού γλυκαιμικού δείκτη μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο για σακχαρώδη διαβήτη τύπου II



Με την πάροδο του χρόνου, η υπεργλυκαιμία οδηγεί στην απώλεια της δράσης των β-κυττάρων, με αποτέλεσμα την δυσανοχή στη γλυκόζη και εν τέλει σε μη αναστρέψιμη μορφή διαβήτη. Οι μηχανισμοί του φαινομένου αυτού, δεν είναι εντελώς ξεκάθαροι και

δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως, αν η απώλεια της παγκρεατικής λειτουργίας οφείλεται αρχικά στην υπερβολική έκκριση ινσουλίνης ή στην τοξικότητα των β-κυττάρων, εξαιτίας της υπεργλυκαιμίας. Ωστόσο, οποιοσδήποτε μηχανισμός θα προέβλεπε, ότι μια δίαιτα που αυξάνει την συγκέντρωση γλυκόζης στο αίμα και την ανάγκη για ινσουλίνη, θα αύξανε τον κίνδυνο για διαβήτη τύπου II. Εξ ορισμού, οι υδατάνθρακες υψηλού γλυκαιμικού δείκτη, είναι τρόφιμα που προκαλούν υψηλές συγκεντρώσεις γλυκόζης αίματος και αυξημένη ανάγκη για ινσουλίνη, οπότε θα μπορούσαν να συμβάλλουν στον υψηλότερο κίνδυνο για διαβήτη. Η ατομική απόκριση σε ένα δεδομένο φορτίο υδατανθράκων, επηρεάζεται από το βαθμό της ινσουλινοαντίστασης, η οποία καθορίζεται, αρχικά, από το βαθμό του λιπώδους ιστού, την φυσική κατάσταση, τη γενετική προδιάθεση, και άλλα στοιχεία της διατροφής. Επομένως, θα αναμενόταν ότι η αντίστροφη μεταβολική επίδραση των τροφίμων υψηλού γλυκαιμικού δείκτη, θα αύξανε σε άτομα υπέρβαρα, με γενετική προδιάθεση και καθιστική ζωή.

Μελέτες στους Ινδιάνους Pima, έδειξαν ότι η παθοφυσιολογία του διαβήτη τύπου II, ξεκινάει με την ινσουλινοαντίσταση, και σε αυτούς με γενετική προδιάθεση, οδηγεί σε εξασθένιση των β-κυττάρων. Επομένως, για να καταλήξουμε ότι δίαιτες υψηλού γλυκαιμικού δείκτη οδηγούν στην εμφάνιση διαβήτη, θα πρέπει πρώτα να αποδειχθεί ότι αυτές οι δίαιτες προκαλούν ινσουλινοαντίσταση, η οποία αυξάνει την ανάγκη για ινσουλίνη σε τέτοιο βαθμό ώστε να εξουθενώνει και να εξαντλεί το πάγκρεας. Ωστόσο το μονοπάτι αυτό δεν έχει αποδειχθεί ακόμα.

Επιδημιολογικές μελέτες αποτελούν τη βάση, ότι δίαιτες υψηλού γλυκαιμικού δείκτη / φορτίου οδηγούν σε διαβήτη τύπου II. Ευρήματα από την μελέτη Nurses' Health Study, έδειξαν θετική συσχέτιση μεταξύ γλυκαιμικού δείκτη και κινδύνου για σακχαρώδη διαβήτη. Ο σχετικός κίνδυνος ήταν 1.37, όταν το υψηλότερο τεταρτημόριο του γλυκαιμικού δείκτη συγκρίθηκε με το χαμηλότερο. Ομοίως, το γλυκαιμικό φορτίο συσχετίστηκε θετικά με τον κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη (σχετικός κίνδυνος: 1.47) σε γυναίκες⁶. Προσφάτως, μια μελέτη παρακολούθησης (follow-up), των συμμετεχόντων στην Nurses' Health Study, επιβεβαίωσε τη συσχέτιση μεταξύ του γλυκαιμικού φορτίου και του κινδύνου για διαβήτη τύπου II⁸¹. Στους άντρες (Health Professionals' Follow-Up Study), ωστόσο, δεν βρέθηκε συσχέτισμός μεταξύ γλυκαιμικού δείκτη / φορτίου και κινδύνου για διαβήτη, εκτός όταν έγινε προσαρμογή για την κατανάλωση δημητριακών πλούσια σε φυτικές ίνες⁶³. Άλλες επιδημιολογικές, μακροχρόνιες και μελέτες παρατήρησης, δεν έχουν αποδείξει μια τέτοια συσχέτιση. Αυτές περιλαμβάνουν τις: Iowa

Women's Study⁸², San Luis Valley Study⁸³, Atherosclerosis Risk in Communities Study⁸⁴. Η αναφορά της μελέτης IRAS⁷¹, ενισχύει τα αρνητικά δεδομένα. Μια τελευταία μελέτη, η Nurses' Study II⁸⁵, έδειξε σημαντική επίδραση του γλυκαιμικού δείκτη, αλλά το γλυκαιμικό φορτίο και οι συνολικοί υδατάνθρακες σχετίστηκαν αντιστρόφως με τον κίνδυνο για διαβήτη τύπου II. Αυτές οι μελέτες, είχαν ως σκοπό τον συσχετισμό του γλυκαιμικού δείκτη / φορτίου με τον κίνδυνο για διαβήτη, και όχι τον υπολογισμό της ινσουλινοευαισθησίας. Επομένως, ενώ κάποιες μελέτες έχουν παρατηρήσει μια τέτοια συσχέτιση, αυτή είναι διφορούμενη ή και απύσχα σε κάποιες άλλες.

Η αντιφατικότητα αυτή στα ευρήματα, από επιδημιολογικές μελέτες, ίσως να προκύπτει από τη δυσκολία ακριβούς πρόβλεψης του γλυκαιμικού δείκτη / φορτίου, από τα εργαλεία διατροφικής αξιολόγησης (ερωτηματολόγια συχνότητας τροφίμων⁹, που χρησιμοποιούνται. Τα ερωτηματολόγια αυτά, για την αξιολόγηση της διατροφικής πρόσληψης, δεν ήταν σχεδιασμένα για τον υπολογισμό του γλυκαιμικού δείκτη, και τα δεδομένα που επιβεβαιώνουν την αξιοπιστία τους είναι περιορισμένα.

Ωστόσο, μια επισκόπηση⁹, βασισμένη σε δεδομένα της μελέτης Nurses' Health Study, συμπεραίνει ότι η κατανάλωση άσπρου ψωμιού και πατάτας ήταν συσχετισμένη με σημαντικά υψηλότερο κίνδυνο διαβήτη, υποδηλώνοντας ότι οι βασικές προσδιορισμός των μακροθρεπτικών είχε αποτύχει να συλλάβει σημαντικές πληροφορίες για τη δίαιτα. Για την περαιτέρω κατανόηση, των τύπων διατροφών σχετιζόμενων με τον κίνδυνο διαβήτη τύπου II, οι ερευνητές εξέτασαν συγκεκριμένα τρόφιμα που συνεισέφεραν αρκετά στην πρόσληψη υδατανθράκων. Οι πατάτες, το άσπρο ψωμί και τα αναψυκτικά, ήταν συσχετισμένα με αυξημένο κίνδυνο, ενώ τα δημητριακά πρωινού με χαμηλό κίνδυνο. Στην ίδια έρευνα, οι γυναίκες με υψηλή κατανάλωση φυτικών ινών και τροφίμων χαμηλού γλυκαιμικού φορτίου, παρουσίασαν χαμηλότερο κίνδυνο για διαβήτη, σε σύγκριση με αυτές που κατανάλωναν λιγότερες φυτικές ίνες και τρόφιμα υψηλού GL.

Τη παρούσα στιγμή, δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες που να καθορίζουν την σχέση μεταξύ διατροφών υψηλού γλυκαιμικού δείκτη / φορτίου και την ανάπτυξη διαβήτη. Προοπτικές μελέτες και τυχαίοποιημένες κλινικές δοκιμές είναι αναγκαίες για την επιβεβαίωση της σχέσης μεταξύ του τύπου των υδατανθράκων και την εμφάνιση διαβήτη. Η σχετική σημασία του γλυκαιμικού δείκτη / φορτίου στην ανάπτυξη της παχυσαρκίας, θα πρέπει, επίσης, να μελετηθεί εφόσον το υπερβολικό σωματικό λίπος είναι ο πιο σημαντικός

καθοριστικός παράγοντας του διαβήτη τύπου II⁸¹. Επιπρόσθετα, τα ευρήματα του Diabetes Prevention Program και του Finnish Diabetes Prevention Study, αποδεικνύουν ότι μέτρια απώλεια σωματικού βάρους, μειώνει σημαντικά την ανάπτυξη διαβήτη τύπου II, σε άτομα με διαταραγμένη ανοχή στη γλυκόζη^{86,87}.

1.7 Ο ρόλος των φυτικών ινών στην απόκριση της γλυκόζης και της ινσουλίνης

Η επίδραση των φυτικών ινών στο μεταβολισμό της γλυκόζης έχει εξεταστεί εκτεταμένα σε διαβητικούς ασθενείς. Σύμφωνα με μια σχετικά πρόσφατη ανασκόπηση - μετανάλυση αναφορικά με τις ευεργετικές επιδράσεις των φυτικών ινών στον γλυκαιμικό έλεγχο διαβητικών ατόμων⁸⁸ φαίνεται ότι δίαιτες μετρίου περιεχομένου σε υδατάνθρακες και πλούσιες σε φυτικές ίνες δεν φαίνεται να έχουν επίδραση στα επίπεδα γλυκόζης νηστείας, ενώ δίαιτες υψηλού περιεχομένου σε υδατάνθρακες αλλά συγχρόνως πλούσιες σε φυτικές ίνες φαίνεται από τα δεδομένα, να οδηγούν σε μια σημαντική μείωση των επιπέδων γλυκόζης νηστείας κατά 14%. Τα παραπάνω δεδομένα, ωστόσο, αφορούν διαβητικά άτομα τα οποία κατά γενική ομολογία χαρακτηρίζονται από μία διαταραχή στον μεταβολισμό τόσο της γλυκόζης όσο και των λιπιδίων.

Με βάση την μετανάλυση του Anderson et al.⁸⁸, η οποία περιλάμβανε αρκετές κλινικές μελέτες, αποδείχθηκε ότι δίαιτες μέτριας περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες και υψηλές σε φυτικές ίνες (MCHF), βελτιώνουν σημαντικά τον γλυκαιμικό έλεγχο σε διαβητικά άτομα, σε σύγκριση με δίαιτες μέτριας περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες και χαμηλές σε φυτικές ίνες^{89,90,91,92,93}. Αυτές οι αναλύσεις, παρουσιάζουν την καλύτερη εκτίμηση της επίδρασης των φυτικών ινών, ανεξαρτήτως της περιεκτικότητας των υδατανθράκων στη δίαιτα διαβητικών ατόμων. Αυξάνοντας τις φυτικές ίνες επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη επίδραση στις μεταγευματικές τιμές της γλυκόζης πλάσματος. Οι δίαιτες υψηλές σε φυτικές ίνες, που αναφέρονται σε αυτές τις μελέτες, παρείχαν >20γρ φυτικών ινών / 1000kcal. .

Δίαιτες υψηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες και φυτικές ίνες (HCHF), παρέχουν ακόμα μεγαλύτερο όφελος στις τιμές της γλυκόζης, σε διαβητικά άτομα, όταν συγκρίνονται με δίαιτες χαμηλές ή μέτριες σε υδατάνθρακες, και χαμηλές ή μέτριες σε φυτικές ίνες^{94,95,96,97}. Οι δίαιτες αυτές, συνοδεύονται από σημαντικές μειώσεις σε όλο τους δείκτες του γλυκαιμικού ελέγχου. Συγκεκριμένα, η γλυκόζη νηστείας μειώθηκε κατά 14%, η μεταγευματική τιμή της γλυκόζης κατά 14%, και η μέση ημερήσια γλυκόζη κατά 13%. Η

HbA1c μειώθηκε, επίσης σημαντικά. Τα οφέλη αυτά, προέρχονται, φυσικά, από την αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων και φυτικών ινών. Στις δίαιτες αυτές, η περιεκτικότητα των υδατανθράκων ήταν >60% της συνολικής ενέργειας, και οι φυτικές ίνες >20γρ / 1000kcal.

Επιπλέον μελέτες^{98,99,100,101}, έχουν αναφέρει την επίδραση των διαλυτών φυτικών ινών στη βελτίωση της γλυκαιμικής και ινουλινικής απόκρισης, σε άτομα υγιή αλλά και διαβητικά. Ο Tarry et al¹⁰², ανέφερε ότι η κατανάλωση διαλυτών φυτικών ινών από διαβητικούς, είχε ως αποτέλεσμα σημαντική μείωση της μεταγευματικής γλυκόζης και ινσουλίνης, σε σύγκριση με της κατανάλωση πρωινού χαμηλού σε φυτικές ίνες. Ομοίως, ο Jenkins et al¹⁹, απέδειξε σημαντικά μεγαλύτερη μείωση στην απόκριση της γλυκόζης μετά από πρόσληψη 8,1γρ, αντί 4,4γρ. β-γλυκάνες ή αντί της κατανάλωσης άσπρου ψωμιού, σε άτομα με διαβήτη τύπου II. Ο Wood et al¹⁰³, ανέφερε σημαντική μείωση στην μεταγευματική ινσουλιναιμία, η οποία ήταν εξαρτώμενη από την ποσότητα των διαλυτών φυτικών ινών που καταναλώθηκαν.

Σε ορισμένες μελέτες, τρόφιμα που περιείχαν βρώμη χορηγήθηκαν σε υγιή και υπερχοληστερολαιμικά άτομα, χωρίς να αποδειχθούν σημαντικές μειώσεις στις συγκεντρώσεις της γλυκόζης και της ινσουλίνης^{104,105,106}. Μια πιθανή διαφορά, μεταξύ των προαναφερθέντων μελετών, είναι η ποσότητα των διαλυτών φυτικών ινών που καταναλώθηκαν στο γεύμα. Στις μελέτες που αναφέρθηκε μικρή ή και καθόλου μείωση στην απόκριση της γλυκόζης και της ινσουλίνης, ίσως η περιεκτικότητα του γεύματος σε διαλυτές φυτικές ίνες να ήταν κοντά ή κάτω του ορίου, που χρειάζεται για να μειωθεί η γλυκαιμική απόκριση.

Μελέτες παρατήρησης, διαρκώς προτείνουν ότι τρόφιμα πλούσια σε διαφορετικούς τύπους φυτικών ινών σχετίζονται με μειωμένη πιθανότητα ανάπτυξης ινσουλिनoαντίστασης^{107,108,109,110,111}. Σύμφωνα με τη μελέτη του Keogh et al¹¹², η αντικατάσταση ενός συστατικού στη διατροφή, με ένα άλλο υψηλό σε φυτικές ίνες και αμυλόζη, στο πρωινό και το μεσημεριανό, έχει ως αποτέλεσμα μειωμένη μεταγευματική απόκριση της γλυκόζης και της ινσουλίνης.

1.8 Οι μεταβολικές επιδράσεις διαιτών εμπλουτισμένων σε β-γλυκάνες.

Η περιεκτικότητα των τροφίμων σε β-γλυκάνες φαίνεται, από μελέτες, ότι επηρεάζει τόσο την γλυκαιμική απόκριση του τροφίμου όσο και την ινσουλινική¹¹³ έκκριση με αποτέλεσμα χαμηλότερο γλυκαιμικό δείκτη¹¹². Αυτό φαίνεται να είναι αποτέλεσμα της μείωσης του ρυθμού απορρόφησης των θρεπτικών συστατικών από το λεπτό έντερο, την οποία επιφέρει η κατανάλωσή τους. Τα μεταβολικά οφέλη της καθυστερημένης αυτής απορρόφησης καθίστανται κατανοητά μέσα από τη σύγκριση της κατανάλωσης μίας συγκεκριμένης ποσότητας γλυκόζης με χαμηλό ρυθμό για 180 λεπτά ή της εξολοκλήρου κατανάλωσής της μέσα στο χρονικό όριο των 5 λεπτών. Στην πρώτη περίπτωση, η καμπύλη γλυκόζης σχεδόν εξομαλύνεται, ενώ η ινσουλινική έκκριση περιορίζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό. Αντίθετα, στη δεύτερη περίπτωση, τα επίπεδα ινσουλίνης και γλυκόζης αυξάνονται υπερβολικά οδηγώντας σε έντονο μεταβολικό στρες, το οποίο έχει εκτεταμένα συνδεθεί με αύξηση του κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα και διαβήτη¹¹⁴.

Μελέτες ελεγχόμενης σίτισης, στο ερευνητικό κέντρο ανθρώπινης διατροφής του Beltsville, έδειξαν ότι τρόφιμα υψηλής περιεκτικότητας σε διαλυτές φυτικές ίνες (πχ. βρώμη), μειώνουν την απόκριση της γλυκόζης αίματος και της ινσουλίνης, είτε όταν καταναλώνονται μακροχρόνια, είτε βραχυχρόνια. Υψηλότερα επίπεδα διαλυτών φυτικών ινών είχαν θετικότερη επίδραση στην μείωση της γλυκόζης, σε σχέση με χαμηλότερα επίπεδα ινών^{98,115,116}. Τέσσερις μερίδες την ημέρα συνιστώνται, όπου η κάθε μια να περιέχει τουλάχιστον 0.75γρ. β-γλυκάνες (οι διαλυτές ίνες στην βρώμη), και στο σύνολο 3γρ/ημέρα β-γλυκάνες¹¹⁷.

Η εφαρμογή μίας δίαιτας χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη, μέτριου περιεχομένου σε υδατάνθρακες και λίπη, και υψηλού περιεχομένου σε φυτικές ίνες, σε συνδυασμό με ένα προσφερόμενο σνακ πλούσιο σε β-γλυκάνες, μοιάζει να αποτελεί μία ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα προσέγγιση όσον αφορά τις μεταβολικές της επιδράσεις, αλλά συγχρόνως και ελκυστική για εφηβικό πληθυσμό, δεδομένης της αντίστασης που παρουσιάζει η συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα απέναντι σε οποιασδήποτε είδους παρέμβαση

Όπως φαίνεται από την παραπάνω ανασκόπηση, οι παρεμβατικές μελέτες που έχουν γίνει με στόχο τη διερεύνηση της επίδρασης διαιτών διαφορετικού γλυκαιμικού δείκτη και διαφορετικής περιεκτικότητας σε φυτικές ίνες, στο μεταβολισμό της γλυκόζης και ινσουλίνης αίματος, σε υγιή εφήβους είναι περιορισμένες.

Η παρέμβαση για τροποποίηση των παραγόντων κινδύνου για εμφάνιση σακχαρώδη διαβήτη σε άτομα εφηβικής ηλικίας είναι υψίστης σημασίας. Συνεπώς, στόχος της συγκεκριμένης μελέτης ήταν η διερεύνηση της επίδρασης μιας δίαιτας υψηλού γλυκαιμικού δείκτη και χαμηλής περιεκτικότητας σε φυτικές ίνες και μιας δίαιτας χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη και υψηλής περιεκτικότητας σε φυτικές ίνες, στα επίπεδα γλυκόζης και ινσουλίνης αίματος, σε υγιή κορίτσια ηλικίας 13 έως 16 ετών.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Σχεδιασμός της μελέτης

Η μελέτη διεξήχθη σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Συντονιστική Επιτροπή του Πανευρωπαϊκού Προγράμματος Αγωγής και Προαγωγής της Υγείας για μαθητές Γυμνασίου – Λυκείου, HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence – 6th Framework Program) και του Χαροκοπέιου Πανεπιστημίου Αθηνών. Η Επιτροπή Βιοηθικής του τελευταίου, ενέκρινε το ερευνητικό αυτό πρόγραμμα στις 20 Δεκεμβρίου 2006.

Για την επιστράτευση του δείγματος επιλέχθηκαν τρία γυμνάσια στη περιοχή της Αθήνας. Η προσέλκυση των μαθητριών έγινε μέσω αφισών, οι οποίες τοιχοκολλήθηκαν και προσκαλούσαν τις ενδιαφερόμενες να επικοινωνήσουν με το Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α). Οι έφηβες που ανταποκρίθηκαν και πληρούσαν τα κριτήρια εισαγωγής, ήταν στο σύνολο σαράντα-οχτώ. Για τη συμμετοχή της κάθε εφήβου στην έρευνα, ζητήθηκε η συγκατάθεση ενός από τους δύο γονείς ή νόμιμου κηδεμόνα, συλλέγοντας ένα ειδικά διαμορφωμένο Συμφωνητικό Εθελοντικής Συμμετοχής (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α). Στη συνέχεια, οι 48 έφηβες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες με τυχαιοποίηση κατά τμήματα. Στην πρώτη ομάδα (Ομάδα Παρέμβασης), δόθηκε δίαιτα χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη και υψηλών φυτικών ινών (LGI-HF), ενώ στη δεύτερη ομάδα (Ομάδα Ελέγχου), δόθηκε δίαιτα υψηλού γλυκαιμικού δείκτη και χαμηλών φυτικών ινών (HGI-LF). Στα πλαίσια του προγράμματος εφαρμόστηκε συμπεριφοριστική θεραπεία, η οποία ήταν ίδια και για τις δυο ομάδες. Εντούτοις, η Ομάδα Παρέμβασης έλαβε συμπληρωματικά δωρεάν, ένα πρότυπο μπισκότο χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη και υψηλής περιεκτικότητας σε β-γλυκάνες, με σκοπό να επιτευχθεί μείωση του γλυκαιμικού δείκτη της δίαιτας και αύξηση της πρόσληψης φυτικών ινών.

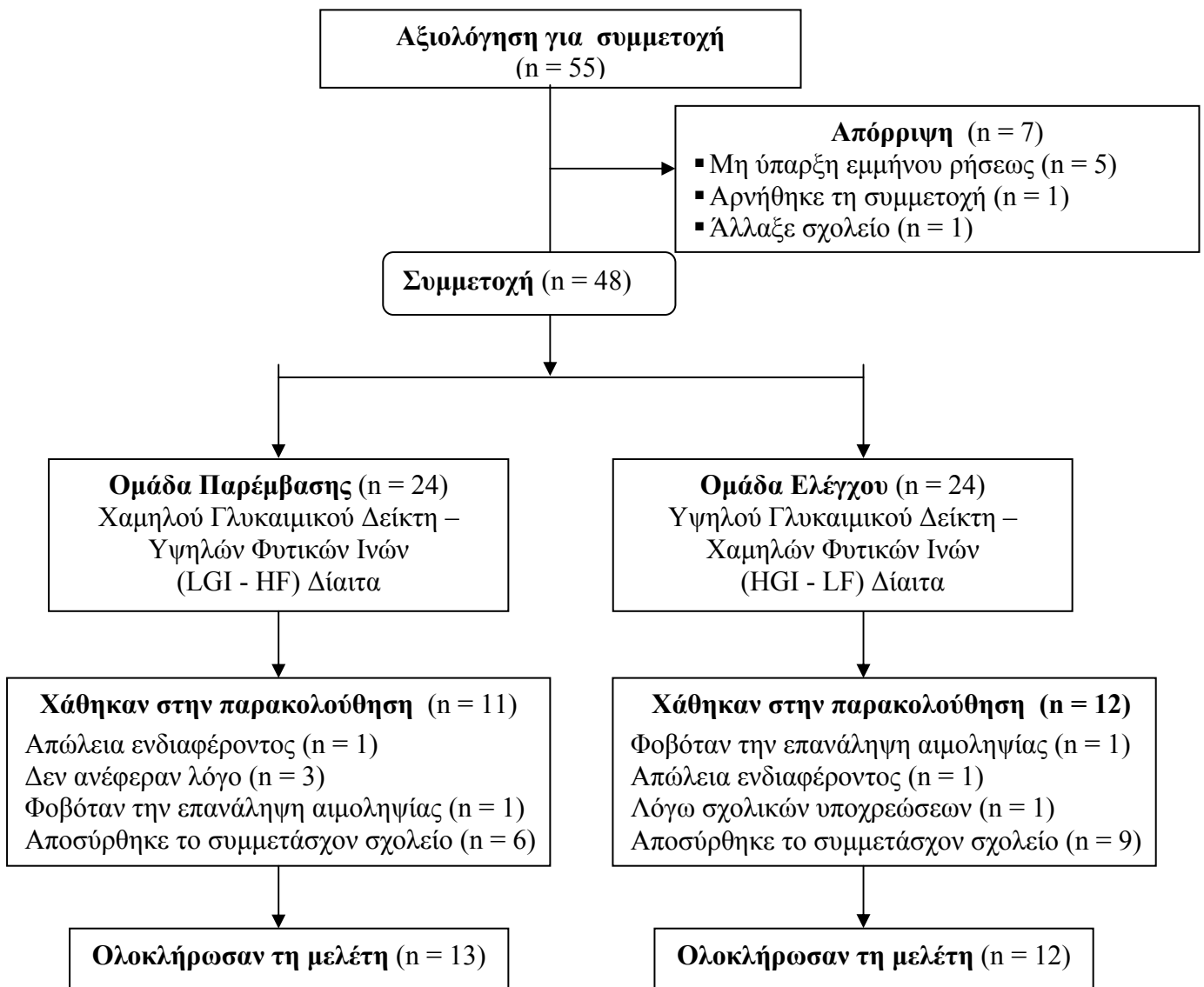
Η διάρκεια της παρέμβασης ήταν πέντε εβδομάδες και οι συναντήσεις διεξήχθησαν στις εγκαταστάσεις του εκάστοτε σχολείου. Στο διάστημα αυτό, έγιναν 5 διαιτολογικές ομαδικές συνεδρίες (1 ανά εβδομάδα) διάρκειας 20 – 45 λεπτών, ανάλογα με το διαθέσιμο χρόνο του κάθε σχολείου.

Βάσει του χρονοδιαγράμματος της μελέτης (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α), πριν την έναρξη της παρέμβασης (Εβδομάδα 0) έλαβαν χώρα σωματομετρήσεις, μέτρηση αρτηριακής πίεσης, λήψη αίματος, φυσική εξέταση από ιατρό καθώς και καταγραφή ιατρικού ιστορικού και ιστορικού λήψης φαρμάκων. Παράλληλα, οι έφηβες κλήθηκαν να συμπληρώσουν

τριήμερο ημερολόγιο καταγραφής τροφίμων. Μετά το πέρας των 5 εβδομάδων (Εβδομάδα 5), επαναλήφθηκαν οι ίδιες μετρήσεις όπως και την Εβδομάδα 0, με σκοπό την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της παρέμβασης στις δύο ομάδες.

ΕΙΚΟΝΑ 2.1

Παρακολούθηση του δείγματος



2.2 Δειγματοληψία

Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν έφηβες μαθήτριες γυμνασίου ηλικίας 12 – 16 ετών. Προϋπόθεση συμμετοχής, ήταν η απάλλαγή τους από σημαντικές νόσους (νεφρική, γαστρεντερική, ηπατική νόσο, διαβήτη, ορμονικές διαταραχές, σοβαρή δυσλιπιδαιμία^{118,119}, δηλ. ολική χοληστερόλη >300 mg/dL ή / και τριγλυκερίδια >300 mg/dL, τροφική αλλεργία ή δυσανεξία, σοβαρή υπέρταση¹²⁰, καθώς και ιστορικό διατροφικής διαταραχής) και οποιαδήποτε λήψη φαρμακευτικής αγωγής. Επίσης, δεν θα έπρεπε να είχαν ακολουθήσει οποιαδήποτε διαιτητική θεραπεία τους περασμένους 2 μήνες, να είχε μεταβληθεί το βάρος τους >3kg τους τελευταίους 2 μήνες και να είχαν έμμηνο ρύση για διάστημα λιγότερο των 6 μηνών. Επιπλέον κριτήριο αποκλεισμού ήταν η συμμετοχή τους σε άλλη έρευνα ταυτόχρονα. Από τις 48 έφηβες που συμπεριλήφθησαν αρχικά στη μελέτη, μόνο οι 25 συμμετείχαν στη δεύτερη αξιολόγηση μετά τις 5 εβδομάδες παρέμβασης (EIKONA 2.1).

2.3 Δίαιτες

Οι δίαιτες και των δύο ομάδων (ΟΠ: LGI-HF και ΟΕ: HGI-LF) ήταν ισοθερμιδικές για την κάθε έφηβη ξεχωριστά. Οι ενεργειακές ανάγκες (Estimated energy Requirements - EER) εκτιμήθηκαν βάσει εξισώσεων (Institute of Medicine, Food and Nutrition Board)¹²¹ για τη συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα χρησιμοποιώντας το αρχικό σωματικό βάρος, (Εβδομάδα 0), με στόχο τη διατήρηση του σωματικού βάρους σταθερό κατά τη διάρκεια της παρέμβασης. Η εξίσωση που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών έχει ως εξής:

$$EER = 135,3 - 30,8 * \text{ηλικία(έτη)} + 1,16 * (10,0 * \text{βάρος(kg)} + 934 * \text{ύψος(m)}) + 25,$$

όπου ως βάρος λήφθηκε το μετρούμενο σωματικό βάρος κατά την Εβδομάδα 0 και η σωματική δραστηριότητα θεωρήθηκε για όλες τις έφηβες χαμηλή ($1.4 \leq \text{Physical Activity Level} < 1.6$).

Στο σύνολο, χρησιμοποιήθηκαν πέντε διαφορετικά ενεργειακά επίπεδα για τη διαμόρφωση των διαιτολογίων. Αυτά ήταν: 1800 kcal, 2000 kcal, 2200 kcal, 2400 kcal και 2600 kcal. Ο

σχεδιασμός των διαιτών ήταν τέτοιος, ώστε να επιτευχθούν σημαντικές διαφορές στο γλυκαιμικό δείκτη των αμυλούχων τροφίμων αλλά και στην περιεκτικότητα των φυτικών ινών, χωρίς όμως να υπάρχουν σημαντικές διαφορές όσον αφορά την ενέργεια και τη περιεκτικότητα σε μακροθρεπτικά συστατικά και χοληστερόλη. Σύμφωνα με τις Οδηγίες για τη συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα¹²², διαμορφώθηκε η σύσταση των διαιτών σε μακροθρεπτικά και χοληστερόλη (Πίνακας 2.1)

Πίνακας 2.1 Σύσταση διαιτών για τις 2 ομάδες (ΟΠ & ΟΕ)

Ενέργεια	1800, 2000, 2200, 2400 ή 2600 Kcal
Υδατάνθρακες	50 - 55%
Πρωτεΐνη	15 - 20%
Ολικό Λίπος	28 έως 33%
Κορεσμένο Λίπος	< 10%
Πολυακόρεστο Λίπος	< 6%
Μονοακόρεστο Λίπος	Βάσει της διαφοράς
Χοληστερόλη	< 300 mg/dl

Το περιεχόμενο των δυο τύπων δίαιτας, σε φυτικές ίνες, ορίστηκε στα 10g / 1000 kcal περίπου για τη δίαιτα HGI-LF και γύρω στα 16g / 1000 kcal για τη δίαιτα LGI-HF, ενώ ο γλυκαιμικός δείκτης περίπου στο 63 και 48 αντιστοίχως, ο μέσος όρος του οποίου υπολογίστηκε λαμβάνοντας τη γλυκόζη ως τρόφιμο αναφοράς. Οι δύο δίαιτες βασίστηκαν σε κοινά τρόφιμα και σχεδιάστηκαν κατά βάση συμπεριλαμβάνοντας τα ίδια συστατικά. Η αύξηση στην πρόσληψη των φυτικών ινών για την ομάδα παρέμβασης επιτεύχθηκε συμπεριλαμβάνοντας στη δίαιτα συμπληρωματικά ένα πρότυπο μπισκότο χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη και υψηλό σε φυτικές ίνες, με συνιστώμενη κατανάλωση οχτώ τεμαχίων ημερησίως. Οι δίαιτες που δόθηκαν στις έφηβες ήταν βασισμένες σε ένα εβδομαδιαίο μενού το οποίο επαναλαμβανόταν κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, ενώ το νερό και τα άλλα μη θερμιδογόνα ροφήματα, καθώς και τα μπαχαρικά, επιτρέπονταν κατά βούληση.

Ο μέσος όρος γλυκαιμικού δείκτη των διαιτών υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας δημοσιευμένους πίνακες του Foster-Powell και των συνεργατών του¹²³. Η τιμή που χρησιμοποιούνταν για κάθε τρόφιμο ήταν, όπου ήταν εφικτό, η μέση τιμή των μετρήσεων

από διαφορετικές μελέτες. Το εργαλείο βάσει του οποίου υπολογίστηκε ο γλυκαιμικός δείκτης καθώς και το γλυκαιμικό φορτίο των διαιτών βρίσκεται στην ακόλουθη ιστοσελίδα :http://www.menialtools.com/GI_calculator.php. Στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 2.2), παρουσιάζονται τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα τρόφιμα κατά τον σχεδιασμό των διαιτών, καθώς και ο γλυκαιμικός τους δείκτης.

Πίνακας 2.2 Τρόφιμα συχνότερα χρησιμοποιούμενα κατά το σχεδιασμό των διαιτών & ο γλυκαιμικός τους δείκτης. Διαχωρισμός αυτών σε LGI και HGI. (*ως τρόφιμο αναφοράς χρησιμοποιήθηκε η γλυκόζη)

Τρόφιμα LGI	GI*	Τρόφιμα HGI	GI*
Ψωμί σικάλεως ολικής άλεσης	58	Άσπρο ψωμί	73
Δημητριακά all bran	42	Δημητριακά πρωινού	81
Καλαμπόκι	53	Πατάτα	85
Μακρύκοκκο ρύζι	56	Άσπρο ρύζι	64
Μακαρόνια	47	Πουρές	74
Φακές	30	Πίτα	69
Φασόλια	29	Κριμ κράκερ	65

Το διατροφικό πρόγραμμα Nutritionist V software (First Databank, San Bruno, CA), εμπλουτισμένο με ελληνικά τρόφιμα και συνταγές, όπως περιγράφονται από τους Πίνακες Συνθέσεως τροφίμων και ελληνικών φαγητών¹²⁴, χρησιμοποιήθηκε για την ποσοτικοποίηση του περιεχομένου των δύο διαιτών, σε μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά συστατικά. Παράδειγμα ενός ημερήσιου διαιτολογίου για το ενεργειακό επίπεδο των 2000 kcal για κάθε έναν από τους δυο τύπους δίαιτας φαίνεται στον Πίνακα 2.3 και η διατροφική του ανάλυση φαίνεται στον Πίνακα 2.4.

Πίνακας 2.3 Παράδειγμα Ημερήσιου Διαιτολογίου 2000 kcal για τις 2 δίαιτες (LGI-HF και HGI-LF)

LGI-HF Δίαιτα	HGI-LF Δίαιτα
----------------------	----------------------

Γεύμα	Τρόφιμο	Ποσότητα	Τρόφιμο	Ποσότητα
Πρωινό	Γάλα χαμηλό σε λιπαρά	240 ml	Γάλα χαμηλό σε λιπαρά	240 ml
	Πρότυπα μπισκότα	4	Δημητριακά Πρωινού	30 g
Δεκατιανό	Ψωμί σικάλεως ολικής	2 φέτες	Ψωμί άσπρο	2 φέτες
	Γαλοπούλα	1 φέτα	Γαλοπούλα	1 φέτα
	Τυρί	1 φέτα	Τυρί	1 φέτα
Μεσημεριανό	Μαρούλι	1½ φλιτζάνι	Καρότο ωμό	1½ φλιτζάνι
	Κιμάς μοσχαρίσιος	80 g	Σουτζουκάκια	80 g
	Μακαρόνια	1 φλιτζάνι	Πουρές	1 φλιτζάνι
	Τριμμένη παρμεζάνα	1 κουταλιά	Τριμμένη παρμεζάνα	1 κουταλιά
	Ελαιόλαδο	1 κουταλιά	Ψωμί άσπρο	1 φέτα
Απογευματινό	Μπανάνα	1	Χυμός πορτοκάλι	240 ml
	Πρότυπα μπισκότα	4	Ψωμί άσπρο	1 φέτα
			Μαρμελάδα φράουλα	1 κουταλιά
Βραδινό	Λάχανο	1½ φλιτζάνι	Σάλτσα ντομάτας	1½ φλιτζάνι
	Σουτζουκάκια	80 g	Κοτόπουλο	80 g
	Ρύζι μακρύκοκκο	1 φλιτζάνι	Άσπρο ρύζι	1 φλιτζάνι
	Ελαιόλαδο	1 κουταλιά	Ελαιόλαδο	1 κουταλιά
	Μήλο	1		
Προ ύπνου	Γάλα χαμηλό σε λιπαρά	240 ml	Γάλα χαμηλό σε λιπαρά	240 ml

Πίνακας 2.4 Διατροφική Ανάλυση των παραδειγμάτων Ημερήσιου Διαιτολογίου 2000 kcal για τις 2 δίαιτες (LGI-HF και HGI-LF)

ΔΙΑΙΤΕΣ				
	LGI-HF Δίαιτα		HGI-LF Δίαιτα	
Ενέργεια (kcal)	1935		1955	
Ενέργεια (kJ)	8195		8285	
Υδατάνθρακες (g και %)	244	50,9%	245	50,2%
Πρωτεΐνη (g και %)	80,3	16,8	80,6	16,5
Λίπος (g και %)	71,3	33,5	76,2	35,1
Κορεσμένο λίπος (%)		10,4		10,3
Πολυακόρεστο λίπος (%)		2,1		4,9
Μονοακόρεστο λίπος (%)		13,4		18,4
Γλυκαιμικός δείκτης	49		62	
Γλυκαιμικό φορτίο	112		131	
Χοληστερόλη (mg)	142		164	
Ολικές Φυτικές Ίνες (g/1000 kcal)	16,33		10,69	
Διαλυτές Φυτικές Ίνες (g)	7,47		0,243	
Αδιάλυτες Φυτικές Ίνες (g)	7,7		3,3	

2.4 Προετοιμασία και διανομή του πρότυπου μπισκότου

Το πρότυπο μπισκότο ήταν δημιουργία του Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων του Πανεπιστημίου της Νάπολης (Dipartimento di Scienza degli Alimenti - Università degli Studi di Napoli) σε συνεργασία με το Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων, Τεχνολογίας και Μικροβιολογίας του Πανεπιστημίου του Molise. Αποτελεί ένα ξηρό μπισκότο πλούσιο σε ολικές φυτικές ίνες, 12.6 g/100 g προϊόντος και β-γλυκάνες, 5.2 g/100 g προϊόντος. Ο γλυκαιμικός του δείκτης είναι 49, λαμβάνοντας ως τρόφιμο αναφοράς τη γλυκόζη, και το γλυκαιμικό του φορτίο είναι 12, θεωρώντας ως μία μερίδα τα 4 μπισκότα (40 g). Η σύσταση και η διατροφική ανάλυση του πρότυπου μπισκότου φαίνονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ. Τα μπισκότα παρέχονταν δωρεάν, σε κλειστές ατομικές συσκευασίες, σε κάθε μία έφηβο της Ομάδας Παρέμβασης σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της περιόδου παρέμβασης. Συστηνόταν η κάθε έφηβος της ομάδας παρέμβασης, να καταναλώνει οχτώ πρότυπα μπισκότα ημερησίως

2.5 Διατροφική Επιμόρφωση

Η συμπεριφοριστική προσέγγιση ήταν ίδια, τόσο για την ομάδα παρέμβασης όσο και για την ομάδα ελέγχου. Το θεωρητικό πρότυπο πάνω στο οποίο βασίστηκε η παρέμβαση ήταν η Κοινωνική Γνωσιακή Θεωρία (Social Cognitive Theory - SCT)¹²⁵. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, η διαδραστική αλληλεπίδραση μεταξύ διδασκόντων και διδασκομένων, αλλά και μεταξύ των ίδιων των διδασκομένων, κατά τη διαδικασία της μάθησης, βοηθάει τους διδασκόμενους να έχουν μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση κατά την πρακτική εξάσκηση του αντικειμένου το οποίο διδάχθηκαν. Κυρίαρχος στόχος των διαιτολογικών συνεδριών ήταν η ενίσχυση της ικανότητας συμπεριφοράς (behavioral capability), μέσα από την αύξηση των γνώσεων και των ικανοτήτων των εφήβων. Μέσο για την επίτευξη του στόχου αυτού, αποτέλεσε η αναζήτηση κινήτρων για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της διατροφικής αλλαγής. Στα θέματα συζήτησης περιλαμβάνονταν οι προσδοκίες (expectations) των εφήβων από τη διατροφική αλλαγή, τα οφέλη από αυτή (προσδοκούμενα οφέλη - anticipated outcomes) καθώς και τα πιθανά κίνητρα (incentives) για την επίτευξή της. Απώτερος στόχος ήταν η ενίσχυση της αυτοαποτελεσματικότητας (self-efficacy) για την επιτυχή αντικατάσταση των υπάρχοντων διατροφικών συνηθειών των εφήβων από τις προσδοκώμενες. Αυτό επιτυγχάνονταν μέσω της διατροφικής καθοδήγησης από μέρος του διαιτολόγου κατά τις διαιτολογικές συνεδρίες, αλλά και μέσω της αλληλεπίδρασης μεταξύ των εφήβων (team pressure).

Εκτός των συνεδριών, οι έφηβες προμηθεύτηκαν με έντυπο υλικό, το οποίο περιλάμβανε έγχρωμη λίστα των ομάδων τροφίμων, τη διατροφική πυραμίδα και ένα παράδειγμα διαιτολογίου (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ). Σκοπός του έντυπου υλικού ήταν η προαγωγή διαλόγου μεταξύ διαιτολόγου και εφήβων. Η έγχρωμη λίστα με τις ομάδες τροφίμων αποτέλεσε το έναυσμα για την παρουσίαση αρχών υγιεινής διατροφής, όπως η σημασία επιλογής μίας ποικιλίας τροφίμων από τις διαφορετικές ομάδες τροφίμων και η συνιστώμενη σχετική συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων από την κάθε μία ομάδα. Επιπρόσθετα, στην ίδια λίστα σημειώνονταν τα οφέλη υγείας και ομορφιάς τα οποία προσφέρει κάθε μία από τις ομάδες τροφίμων αποσκοπώντας στην προσφορά κινήτρων για την επίτευξη των στόχων αλλαγής της διατροφικής συμπεριφοράς. Σκοπός της χρήσης της διατροφικής πυραμίδας, ήταν να παρουσιάσει την συνεισφορά κάθε μιας από τις ομάδες τροφίμων σε επίπεδο ημερήσιου διαιτολογίου αλλά και πιο μακροχρόνιων διατροφικών συνηθειών. Τέλος, το πρότυπο διαιτολόγιο, χρησιμοποιήθηκε για να ενισχύσει την πρακτική εφαρμογή των διατροφικών μηνυμάτων της παρέμβασης, αλλά και για να βοηθήσει στην επίτευξη διαίτων διαφορετικού γλυκαιμικού δείκτη και διαφορετικής περιεκτικότητας φυτικών ινών μεταξύ των δύο ομάδων.

Το έντυπο υλικό που χρησιμοποιήθηκε για τις δύο ομάδες βασίστηκε στον «Οδηγό Υγιεινής Διατροφής» του National Dairy Council, USA¹²⁶ και προσαρμόστηκε ειδικά ώστε η μορφή και ο σχεδιασμός του να προωθούν τους στόχους της συγκεκριμένης μελέτης. Η προσαρμογή του υλικού αφορούσε τα ιδιαίτερα μηνύματα της παρέμβασης που σχετίζονταν με το γλυκαιμικό δείκτη και την περιεκτικότητα της διαίτας σε φυτικές ίνες, ενώ συμπεριλάμβανε και την προώθηση της κατανάλωσης του πρότυπου μπισκότου, μόνο για την Ομάδα Παρέμβασης. Επιπλέον, έγινε χρήση χάρτινων προπλάσμάτων τροφίμων με στόχο τη συμμόρφωση στο πρότυπο διαιτολόγιο που είχε προταθεί. Τα χάρτινα προπλάσματα κατηγοριοποιούνταν σύμφωνα με την ομάδα τροφίμων στην οποία ανήκαν (ομάδες γαλακτοκομικών, λαχανικών, φρούτων, τροφίμων ζωικής προέλευσης και λίπους) και στη συνέχεια οι έφηβες χωριζόντουσαν σε ομάδες των τεσσάρων ή πέντε ατόμων (σύμφωνα με το επίπεδο των ενεργειακών τους αναγκών) και καλούνταν να δημιουργήσουν, με τη βοήθεια των χάρτινων προπλάσμάτων, τα γεύματα τα οποία περιέχονταν στο πρότυπο διαιτολόγιο που τους είχε δοθεί.

2.6 Αξιολόγηση της συμμόρφωσης του δείγματος

Η συμμόρφωση του δείγματος στις αρχές της παρέμβασης αξιολογήθηκε με βάση το ποσοστό παρακολούθησης των διαιτολογικών συνεδριών και τη συμμόρφωση αυτού στο προτεινόμενο διατροφικό πλάνο. Η εκτίμηση των διατροφικών προσλήψεων των εφήβων έγινε μέσω τριημέρου ημερολογίου καταγραφής τροφίμων, με την οδηγία να περιλαμβάνει δυο καθημερινές ημέρες και μια εκ των δυο του Σαββατοκύριακου. Οι οδηγίες για την συμπλήρωση του ημερολογίου δόθηκαν γραπτώς στις έφηβες.

Το τριήμερο ημερολόγιο, λήφθηκε πριν την έναρξη της παρέμβασης, Εβδομάδα 0, αλλά και μετά το πέρας αυτής, Εβδομάδα 5, ώστε να είναι δυνατή η αξιολόγηση της συμμόρφωσης των εφήβων στο προτεινόμενο διατροφικό πλάνο. Η ανάλυση των ημερολογίων έγινε με χρήση του προγράμματος Nutritionist V Analysis Software (First Databank, San Bruno, CA), εμπλουτισμένο με ελληνικά τρόφιμα και συνταγές, όπως αυτά παρουσιάζονται από τους Πίνακες Συνθέσεως ελληνικών τροφίμων και φαγητών¹²⁴. Από τα καταναλισκόμενα τρόφιμα και ποτά που καταγράφηκαν για τις τρεις ημέρες, υπολογίστηκε για κάθε άτομο ο μέσος όρος ημερήσιας πρόσληψης θερμίδων, μικροθρεπτικών, μακροθρεπτικών συστατικών και φυτικών ινών. Ο γλυκαιμικός δείκτης των τροφίμων που περιέχουν υδατάνθρακες, υπολογίστηκε για την κάθε ημέρα ξεχωριστά χρησιμοποιώντας τους δημοσιευμένους πίνακες των Foster-Powell et al (2002). Η τιμή του γλυκαιμικού δείκτη που χρησιμοποιούνταν για κάθε τρόφιμο ήταν, όπου ήταν εφικτό, η μέση τιμή των μετρήσεων που προέκυπταν από διαφορετικές μελέτες. Ο μέσος όρος του γλυκαιμικού δείκτη και του γλυκαιμικού φορτίου, για την κάθε ημέρα ξεχωριστά, υπολογίστηκαν ως εξής:

$$GI (1 \text{ day})_{\text{mean}} = \Sigma (GI \text{ τροφίμου} \times \text{ποσοστό των συνεισφερόμενων υδατανθράκων από τρόφιμο})$$

$$GL (1 \text{ day})_{\text{mean}} = GI (1 \text{ day})_{\text{mean}} \times \text{Συνολικό ποσό διαθέσιμων υδατανθράκων ημερησίως.}$$

Έπειτα υπολογίστηκε ο μέσος όρος του γλυκαιμικού δείκτη και του γλυκαιμικού φορτίου και για τις τρεις ημέρες για κάθε ένα άτομο ξεχωριστά ως εξής:

$$GI (3\text{day})_{\text{mean}} = (GI_a * 2,5 + GI_b * 2,5 + GI_c * 2) / 7, \text{ a, b} = \text{καθημερινές και c} = \text{Σάββατο ή Κυριακή.}$$

2.7 Αξιολόγηση Φυσικής Δραστηριότητας

Κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, οι έφηβες καλούνταν να διατηρήσουν σταθερή τη φυσική τους δραστηριότητα, μιας και το πρόγραμμα δεν στόχευε στην αλλαγή των επιπέδων αυτών. Η αξιολόγηση της φυσικής δραστηριότητας, στην αρχή της μελέτης, έγινε με τη χρήση του ερωτηματολογίου International Physical Activity Questionnaire – IPAQ το οποίο έχει μεταφραστεί και σταθμιστεί στα ελληνικά (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β). Συγκεκριμένα, οι έφηβες κλήθηκαν να καταγράψουν τον αριθμό των ημερών εβδομαδιαίως και την αριθμό των ωρών ημερησίως που ξόδευαν σε φυσική δραστηριότητα χαμηλής, μέτριας ή υψηλής έντασης.

2.8 Αξιολόγηση κορεσμού, ανεπιθύμητων ενεργειών και άλλων παραμέτρων

Μετά το πέρας της παρέμβασης, συλλέχθηκαν πληροφορίες σχετικά με το επίπεδο κορεσμού των εφήβων, καθώς και με πιθανές ανεπιθύμητες ενέργειες που ίσως παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια της περιόδου εφαρμογής αυτής. Για τη συλλογή των πληροφοριών αυτών χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλα ερωτηματολόγια μεταφρασμένα στην ελληνική γλώσσα (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ). Παράλληλα, οι έφηβοι της Ομάδας Παρέμβασης, κλήθηκαν να αξιολογήσουν την αισθητική ανταπόκριση στο μπισκότο, μέσω ενός σχεδιασμένου για τον σκοπό αυτόν ερωτηματολογίου, το οποίο είχε μεταφραστεί στα ελληνικά (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ). Τέλος, χρησιμοποιήθηκε το Ερωτηματολόγιο Διαιτητικών Στάσεων (Eating Attitudes Test - EAT – 26) με σκοπό να αποτιμήσει τις διατροφικές στάσεις των εφήβων και των δύο ομάδων τόσο πριν, Εβδομάδα 0, όσο και μετά, Εβδομάδα 5, την παρέμβαση.

2.9 Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της παρέμβασης

Πριν την παρέμβαση, Εβδομάδα 0, αλλά και μετά τη λήξη αυτής, Εβδομάδα 5, οι έφηβες και των δυο ομάδων κλήθηκαν να συμμετάσχουν σε συγκεκριμένες εξετάσεις, οι οποίες στόχευαν στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της παρέμβασης. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν τις χρονικές αυτές στιγμές, είναι οι ακόλουθες:

2.9.1 Ανθρωπομετρήσεις

Κατά τις δυο αυτές χρονικές στιγμές, το σωματικό βάρος των εφήβων μετρήθηκε με μία ψηφιακή βαθμονομημένη ζυγαριά (Seca Scale, 861 Model, Vogel and Halke, Hamburg, Germany) με ακρίβεια ± 100 g. Οι έφηβες ζυγίστηκαν χωρίς να φορούν υποδήματα και με την ελάχιστη δυνατή ένδυση. Το ύψος τους μετρήθηκε σε όρθια στάση, χωρίς να φορούν υποδήματα και κρατώντας τους ώμους σε χαλαρή θέση, με τα χέρια να κρέμονται ελεύθερα από τους ώμους, με την χρήση ενός αναστημόμετρου (Leicester Height Measure Seca, 225 Model, Birmingham) και με ακρίβεια $\pm 0,5$ cm. Από τις παραπάνω ανθρωπομετρήσεις υπολογίστηκε ο Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) των εξεταζόμενων διαιρώντας το βάρος (kg) με το τετράγωνο του ύψους τους (m^2). Οι μετρήσεις των περιφερειών μέσης και γλουτών έγιναν με την χρήση απλής, μη ελαστικής μετροταινίας (SECA, 200 Model, Germany) και από αυτές προσδιορίστηκε ο λόγος περιφέρειας μέσης προς περιφέρεια γλουτών, διαιρώντας την πρώτη με τη δεύτερη αντίστοιχα. Οι παλμοί και η αρτηριακή πίεση μετρήθηκαν με τη χρήση ενός αυτόματου πιεσόμετρου (Omron M6, Omron Healthcare Co. Ltd., Kyoto, Japan), ενώ οι έφηβες κάθονταν σε ηρεμία. Τέλος, η εκτίμηση του σωματικού λίπους πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής εμπέδισης (BIA) με χρήση ενός λιπομετρητή πολλαπλών συχνοτήτων (BIA 101/S, RJL Systems, Detroit, USA; Akern s.r.l., Florence, Italy), και η εξίσωση που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό του % ποσοστού λίπους είναι η εξής:

$\% \text{ Λίπος} = [\text{Βάρος (σε κιλά)} - \text{Λίπος (σε κιλά)} / \text{Βάρος (σε κιλά)}] * 100$, όπου:

$\text{Λίπος} = 1.31 + (0,61 * \text{Υψος}^2 \text{ (σε εκατοστά)} / \text{βιοηλεκτρική αντίσταση}) + 0,25 * \text{Βάρος (σε κιλά)}$ (Hootkooper et al)

2.9.2 Βιοχημικές αναλύσεις

Μετά από 10-ωρη ολονύχτια νηστεία και νωρίς το πρωί (8:30-10:00 π.μ) ελήφθησαν δείγματα φλεβικού αίματος από τις έφηβες, για να γίνουν οι απαιτούμενες βιοχημικές αναλύσεις. Φλεβοκεντήσεις πραγματοποιήθηκαν, από εκπαιδευμένο προσωπικό, για τη συλλογή συνολικά 25 ml αίματος. Πριν τη λήψη αίματος προηγήθηκε η συμπλήρωση, μέσω συνέντευξης, ενός Ερωτηματολογίου (Blood Sample Questionnaire - BSQ) (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β). Το αίμα τοποθετήθηκε σε σωληνάρια με και χωρίς αντιπηκτικό, ανάλογα με την ανάλυση για την οποία προοριζόταν. Η αποθήκευση των δειγμάτων ορού έγινε στο «Εργαστήριο Διατροφής και Μεταβολισμού» του Χαροκοπέιου Πανεπιστήμιου, ενώ η ανάλυση των βιοχημικών εξετάσεων έγινε στο ινστιτούτο IEL-Ernährungsphysiologie στην πόλη Bonn της Γερμανίας. Τα επίπεδα της γλυκόζης και της ινσουλίνης μετρήθηκαν με τη χρήση πρότυπων ενζυμικών – θερμιδομετρικών μεθόδων χρησιμοποιώντας kits τα οποία παρέχει η Roche-Boehringer, προσαρμοσμένα σε αναλυτή Hitachi 917.

2.10 Στατιστική ανάλυση

Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν στατιστικά χρησιμοποιώντας το στατιστικό πρόγραμμα Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) software, Version 15 for Windows. Όλα τα δεδομένα αναφέρονται ως μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση των μετρήσεων μιας χρονικής στιγμής και ως μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των διαφορών μεταξύ πρώτης και δεύτερης μέτρησης. Το σύνολο των εθελοντών χωρίστηκε σε δύο ομάδες, την Ομάδα Παρέμβασης (ΟΠ) και την Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ). Οι έφηβες της Ομάδας Παρέμβασης ακολούθησαν μια δίαιτα χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη και υψηλής περιεκτικότητας σε φυτικές ίνες (LGI-HF), ενώ οι έφηβες της Ομάδας Ελέγχου, μια δίαιτα υψηλού γλυκαιμικού δείκτη και χαμηλής περιεκτικότητας σε φυτικές ίνες (HGI-LF). Η σύγκριση των μέσων τιμών μεταξύ των δύο ομάδων για τα διάφορα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν πραγματοποιήθηκε με Mann-Whitney U-Test [Nonparametric Tests (2 independent samples)] για τις μεταβλητές οι οποίες δεν ακολουθούσαν την κανονική κατανομή και με το t-test για τις μεταβλητές οι οποίες ακολουθούσαν την κανονική κατανομή. Η σύγκριση των μέσων τιμών της ίδιας ομάδας μεταξύ των δύο διαφορετικών μετρήσεων πραγματοποιήθηκε με paired t-test για τις μεταβλητές οι οποίες ακολουθούσαν την κανονική κατανομή και με Wilcoxon signed rank test [Nonparametric Tests (2 related samples)] για τις μεταβλητές οι οποίες δεν ακολουθούσαν την κανονική κατανομή. Ο έλεγχος της κανονικότητας έγινε με το κριτήριο Kolmogorov – Smirnov. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν και έλεγχοι ανεξαρτησίας για

ποιοτικές μεταβλητές με τη βοήθεια του κριτηρίου X^2 , χωρίς τη διόρθωση κατά Yates. Στις αναλύσεις λήφθηκε υπόψη το σύνολο των 25 εφήβων όπου έχουμε δεδομένα αιματολογικών εξετάσεων και από τις 2 μετρήσεις.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Περιγραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος

Αρχικά, το δείγμα της μελέτης αποτελούνταν από 48 έφηβες, ηλικίας 12 έως 16 ετών, οι οποίες χωρίστηκαν σε δυο ομάδες των 24 ατόμων, Ομάδα Παρέμβασης (ΟΠ) και Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ). Από τις μετρήσεις, στις οποίες συμμετείχαν στην αρχή του προγράμματος, Εβδομάδα 0, προέκυψαν ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά, τα οποία και παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 3.1. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών, έδειξαν ότι οι δυο ομάδες, ΟΠ και ΟΕ, δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά για καμία από τις παραμέτρους που μετρήθηκαν.

Πίνακας 3.1 Περιγραφικά Χαρακτηριστικά της Ομάδας Παρέμβασης και της Ομάδας Ελέγχου, για το σύνολο των 48 εφήβων, την Εβδομάδα 0

Μεταβλητή	ΟΜΑΔΕΣ		P
	Ομάδα Παρέμβασης	Ομάδα Ελέγχου	
Ηλικία (έτη)	14,2±0,65	13,7±1,11	0,084
Βάρος (kg)	55,2±10,5	60,3±11,4	0,129
Ύψος (cm)	160±6,2	159±10,5	0,361
ΔΜΣ (kg/m ²)	21,8±3,2	23,2±3,3	0,250
Λίπος σώματος (%)	28,5±0,05	31±0,4	0,108
Συστολική πίεση (mmHg)	119±8,5	117±7,4	0,446
Διαστολική πίεση (mmHg)	71±7,7	69±4,6	0,490
Γλυκόζη νηστείας (mg/dl)	88±6,2	91±8,0	0,192
Ινσουλίνη νηστείας (mg/dl)	12,5±5,2	12,2±5,4	p=0,517

Όλες οι τιμές παρουσιάζονται ως μέσος όρος ± τυπική απόκλιση.

Ο έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας έγινε με independent-sample *t* test.

Από το αρχικό δείγμα των 48 εφήβων, μόνο οι 25 (52% των αρχικών συμμετεχόντων) συμμετείχαν στη δεύτερη αξιολόγηση που έγινε μετά το πέρας της παρέμβασης, την Εβδομάδα 5. Για το λόγο αυτό, η στατιστική ανάλυση της μελέτης βασίστηκε στα 25 αυτά άτομα, για τα οποία υπάρχουν αιματολογικές και βιοχημικές εξετάσεις και από τις δυο μετρήσεις, Εβδομάδα 0 και Εβδομάδα 5.

Από το δείγμα των 25 εφήβων, οι 13 ανήκαν στη Ομάδα Παρέμβασης και οι υπόλοιπες 12 στην Ομάδα Ελέγχου. Το 64% του δείγματος (16 άτομα) ήταν φυσιολογικού βάρους, το 28% (7 άτομα) κρίνονταν ως υπέρβαρες, ενώ το υπόλοιπο 8% (2 άτομα) ανήκαν στην κατηγορία των παχύσαρκων (Πίνακας 3.2). Η κατηγοριοποίηση του δείγματος, βάσει του ΔΜΣ, βασίστηκε στους πίνακες του Cole. Κατά την ανάλυση, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων όσον αφορά τις κατηγορίες του ΔΜΣ.

Πίνακας 3.2 Κατηγοριοποίηση δείγματος σύμφωνα με τον ΔΜΣ για τις δυο ομάδες, Ομάδα Παρέμβασης και Ομάδα Ελέγχου

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΜΣ	ΟΜΑΔΕΣ		
	ΣΥΝΟΛΟ	Ομάδα Παρέμβασης	Ομάδα Ελέγχου
Φυσιολογικό βάρος	16 (64%)	9 (69,2%)	6 (50,0%)
Υπέρβαρο	7 (28%)	4 (30,8%)	4 (33,3%)
Παχυσαρκία	2 (8%)	0 (0%)	2 (16,7%)
ΣΥΝΟΛΟ	25 (100%)	13 (100%)	12 (100%)

Τα δεδομένα εμφανίζονται ως απόλυτη και σχετική συχνότητα (%).

Ο έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας έγινε με χρήση του κριτηρίου χ^2 , χωρίς τη διόρθωση κατά Yates.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των 25 εφήβων που ολοκλήρωσαν το πρόγραμμα, παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 3.3). Ο έλεγχος t test που πραγματοποιήθηκε, έδειξε ότι οι δυο ομάδες, ΟΠ και ΟΕ, δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά σε κανέναν ανθρωπομετρικό και βιοχημικό δείκτη, καθώς και στην συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση.

Πίνακας 3.3 Περιγραφικά Χαρακτηριστικά της Ομάδας Παρέμβασης και της Ομάδας Ελέγχου, για το σύνολο των 25 εφήβων, που ολοκλήρωσαν το πρόγραμμα

ΟΜΑΔΕΣ			
Μεταβλητή	Ομάδα Παρέμβασης (n=13)	Ομάδα Ελέγχου (n=12)	p
Ηλικία (έτη)	14,5±0,56	13,0±0,76	0,001
Βάρος (kg)	58,3±10,4	59,1±10,3	0,856
Ύψος (cm)	162±6,7	160±7,2	0,645
ΔΜΣ (kg/m²)	22,5±3,3	23,0±3,7	0,726
Λίπος σώματος (%)	30±0,5	31±0,4	0,450
Περιφέρεια Μέσης (cm)	70,7±6,2	73,7±5,5	0,212
Συστολική πίεση (mmHg)	121±7,7	115±7,3	0,054
Διαστολική πίεση (mmHg)	70±6,2	69,9±4,1	0,938
Γλυκόζη νηστείας (mg/dl)	88±5,5	91±8,9	0,211
Ινσουλίνη νηστείας (mg/dl)	12,8±4,3	11,8±5,3	0,708

Όλες οι τιμές παρουσιάζονται ως μέσος όρος ± τυπική απόκλιση.

Ο έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας έγινε με independent-sample *t* test

Εντούτοις, η διαφορά της μέσης τιμής της ηλικίας μεταξύ των δύο ομάδων αποδεικνύεται στατιστικά σημαντική ($p=0,001$), υποδεικνύοντας έτσι μία ανομοιογένεια μεταξύ των ατόμων των δύο ομάδων.

3.2 Αξιολόγηση της συμμόρφωσης του δείγματος

Βάσει δυο παραμέτρων αξιολογήθηκε η συμμόρφωση του δείγματος στο πρόγραμμα, της συνέπειας παρακολούθησης των διαιτολογικών συνεδριών κατά την παρέμβαση και της συμμόρφωσης στο προτεινόμενο διαιτολόγιο. Η συνέπεια παρακολούθησης των διαιτολογικών συνεδριών αποδείχθηκε ίση με 98,4% στο σύνολο των ατόμων και των δυο ομάδων (n=25), μιας και δυο άτομα δεν κατάφεραν να παραστούν σε μια συνάντηση το κάθε ένα. Στον Πίνακα 3.4, παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και οι τυπικές αποκλίσεις των μακροθρεπτικών συστατικών και του γλυκαιμικού δείκτη των διαιτών και για τις δυο ομάδες, τις Εβδομάδες 0 και 5.

Πίνακας 3.4 Μέσες τιμές της πρόσληψης ενέργειας, μακροθρεπτικών συστατικών και του γλυκαιμικού δείκτη για την Ομάδα Παρέμβασης και την Ομάδα Ελέγχου, πριν (Εβδομάδα 0) και μετά (Εβδομάδα 5) την ολοκλήρωση της παρέμβασης.

ΟΜΑΔΕΣ						
Μεταβλητή	Ομάδα Παρέμβασης			Ομάδα Ελέγχου		
	Εβδομάδα 0	Εβδομάδα 5	<i>p</i> [‡]	Εβδομάδα 0	Εβδομάδα 5	<i>p</i> [‡]
Ενέργεια (kcal)	1047±250	1228±296*	0,302	1205±315	984±123*	0,099
Πρωτεΐνες (g)	47±16,8	54±16,8	0,302	45±13,8	38±8,2	0,518
Πρωτεΐνες (%)	18±3,7	18±2,7	0,636	15±3,0	16±3,8	0,209
Υδατάνθρακες (g)	117±30,8	140±48,0	0,567	111±18,8	111±21,7	0,082
Υδατάνθρακες (%)	45±7,0	44±9,7	0,319	43±6,0	45±3,2	0,945
Λίπος (g)	45±13,4*	53±11,6	0,315	59±15,0*	45±8,3	0,211
Λίπος (%)	39±7,6	40±8,8	0,823	44±6,0	41±5,8	0,503
Χοληστερόλη (mg)	154±74	141±56	0,565	169±77	126±51	0,261
Σάκχαρα (g)	34,5±21,1	44±21,9	0,061	44,2±20,6	41,6±8,6	0,387
Γλυκαιμικός Δείκτης	60,8±8,4*	63,3±9,1	0,358	56,5±7,2*	59,4±5,5	0,579

Όλες οι τιμές παρουσιάζονται ως μέσος όρος ± τυπική απόκλιση.

**P* < 0.05. Ο έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας μεταξύ των δύο ομάδων (Ομάδα Παρέμβασης και Ομάδα Ελέγχου) για κάθε μία χρονική στιγμή ξεχωριστά (Εβδομάδα 0 και Εβδομάδα 5) έγινε με independent-sample *t* test.

[‡] Ο έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας μεταξύ των δύο μετρήσεων (Εβδομάδα 0 και Εβδομάδα 5) για κάθε μία ομάδα ξεχωριστά (Ομάδα Παρέμβασης και Ομάδα Ελέγχου) έγινε με paired-sample *t* test.

Συγκρίνοντας, στατιστικά, τα συστατικά της διατροφής των δυο ομάδων την Εβδομάδα 0, φάνηκε πως οι δυο ομάδες διέφεραν στατιστικά σημαντικά ως προς τα γραμμάρια του λίπους που κατανάλωναν (45±13,4g για την Ομάδα Παρέμβασης έναντι 59±15,0g για την Ομάδα ελέγχου, *p*=0,040), αλλά όχι και ως προς το ποσοστό λίπους επί της συνολικής ενέργειας (39±7,6 % έναντι 46±6,0 % αντίστοιχα, *p*=0,103). Επιπλέον, στατιστικά σημαντική διαφορά υπήρξε και ως προς το γλυκαιμικό δείκτη της δίαιτας (60,8±8,4g για την Ομάδα Παρέμβασης έναντι 56,5±7,2g για την Ομάδα Ελέγχου, *p*=0,034), η οποία όμως έπαψε να υφίσταται μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης (63,3±9,1 ΟΠ έναντι 59,4±5,5 ΟΕ, *p*=0,702).

Όσον αφορά τη διαιτητική πρόσληψη φυτικών ινών μετά το πέρας της παρέμβασης, Εβδομάδα 5, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο ομάδων, στην προσλαμβανόμενη ποσότητα των ολικών, υδατοδιαλυτών αλλά και μη υδατοδιαλυτών φυτικών ινών ($p=0,026$, $p=0,001$, $p=0,020$ αντίστοιχα). (Πίνακας 3.5). Ωστόσο, στην περίπτωση που στις στατιστικές αναλύσεις δεν συμπεριληφθεί η κατανάλωση του πρότυπου μπισκότου, δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο ομάδων, στην προσλαμβανόμενη ποσότητα των ολικών, υδατοδιαλυτών αλλά και μη υδατοδιαλυτών φυτικών ινών. ($p=0,082$, $p=0,158$, $p=0,100$ αντίστοιχα).

Πίνακας 3.5 Μέσες τιμές της πρόσληψης ολικών, υδατοδιαλυτών και μη, φυτικών ινών, για την Ομάδα Παρέμβασης & την Ομάδα Ελέγχου, πριν (Εβδομάδα 0) και μετά (Εβδομάδα 5) την ολοκλήρωση της παρέμβασης.

Φυτικές Ίνες	Δίαιτα ↓GI ↑FI (ΟΠ)			Δίαιτα ↑GI ↓FI (ΟΕ)		
	Εβδομάδα 0	Εβδομάδα 5	$p^{\text{§}}$	Εβδομάδα 0	Εβδομάδα 5	$p^{\text{§}}$
Ολικές	6,5±6,0	16,6±8,2*	0,336	12,3±5,6	8,6±1,4*	0,290
Υδατοδιαλυτές	0,41±0,37	3,10±1,3*	0,057	0,83±0,35	0,25±0,15*	0,046
Μη υδατοδιαλυτές	1,2±0,5	4,8±2,0*	0,001	5,5±0,9	0,4±3,6*	0,155

Όλες οι τιμές παρουσιάζονται ως μέσος όρος ± τυπική απόκλιση.

* $P < 0.05$. Ο έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας μεταξύ των δύο ομάδων (Ομάδα Παρέμβασης και Ομάδα Ελέγχου) για κάθε μία χρονική στιγμή ξεχωριστά (Εβδομάδα 0 και Εβδομάδα 5) έγινε με independent-sample t test.

§ Ο έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας μεταξύ των δύο μετρήσεων (Εβδομάδα 0 και Εβδομάδα 5) για κάθε μία ομάδα ξεχωριστά (Ομάδα Παρέμβασης και Ομάδα Ελέγχου) έγινε με paired-sample t test.

Επιπλέον, ενώ η Ομάδα Ελέγχου σημείωσε στατιστικά σημαντική μείωση της κατανάλωσης υδατοδιαλυτών φυτικών ινών από $0.83\pm 0,35\text{g}$ στην αρχή της παρέμβασης, σε $0,25\pm 0,15\text{g}$ μετά την ολοκλήρωση αυτής ($p=0,046$), η Ομάδα Παρέμβασης παρουσίασε στατιστικά σημαντική αύξηση στην κατανάλωση μη υδατοδιαλυτών φυτικών ινών ($p=0,001$), από $1,2\pm 0,5\text{g}$ σε $4,8\pm 2,0\text{g}$ όταν φυσικά συμπεριλήφθηκε η πρόσληψη του πρότυπου μπισκότου στις αναλύσεις. Ωστόσο, για την περίπτωση που δεν συμπεριληφθεί το πρότυπο μπισκότο στις αναλύσεις, η στατιστικά σημαντική αυτή διαφορά για την Ομάδα Παρέμβασης παύει να υφίσταται. (Πίνακας 3.6).

Πίνακας 3.6 Μέσες τιμές της πρόσληψης ολικών, υδατοδιαλυτών και μη, φυτικών ινών, για την Ομάδα Παρέμβασης, μετά (Εβδομάδα 5) την ολοκλήρωση της παρέμβασης χωρίς τον συνυπολογισμό του πρότυπου μπισκότου.

Φυτικές Ίνες	Ομάδα Παρέμβασης		P*
	Εβδομάδα 0	Εβδομάδα 5	
Ολικές	6,5±6,0	11,8±8,6	0,357
Υδατοδιαλυτές	0,41±0,37	0,57±0,78	0,597
Μη υδατοδιαλυτές	1,2±0,5	4,5±6,8	0,202

Όλες οι τιμές παρουσιάζονται ως μέσος όρος ± τυπική απόκλιση

*Ο έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας μεταξύ των δύο μετρήσεων (Εβδομάδα 0 και Εβδομάδα 5) για την Ομάδα Παρέμβασης έγινε με paired-sample *t* test.

Σχετικά με την κατανάλωση του πρότυπου μπισκότου, για την Ομάδα Παρέμβασης (n=13), δυο έφηβες δήλωσαν πλήρη αποχή από την κατανάλωση αυτού, ενώ η μέση τιμή κατανάλωσης ήταν 3,23±1,82 μπισκότα ανά ημέρα που ισοδυναμούν με 1,67±9,5 γραμμάρια β-γλυκάνης ημερησίως. Η μέγιστη κατανάλωση αυτού ανήλθε στα 6,5 μπισκότα την ημέρα.

3.3 Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του προγράμματος παρέμβασης

Οι μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις των ανθρωπομετρικών δεικτών, για τη γλυκόζη και για την ινσουλίνη νηστείας για τις δυο ομάδες (Ομάδα Παρέμβασης και Ομάδα Ελέγχου), πριν και μετά την παρέμβαση (Εβδομάδα 0 και Εβδομάδα 5), παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.7.

Σύμφωνα με την ανάλυση, στατιστικά σημαντική μείωση παρατηρήθηκε στο % σωματικού λίπους μόνο για την Ομάδα Ελέγχου (32±0,4% : Εβδομάδα 0 έναντι 28±0,4% : Εβδομάδα 5), με την διαφορά να κυμαίνεται στα -4,2±5,3%, p=0,002. Επιπλέον, η τιμή της περιφέρειας μέσης μειώθηκε στατιστικά σημαντικά και για τις δυο ομάδες μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος (-1,8±2,2cm, p=0,013: Ομάδα Παρέμβασης, έναντι -2,1±2,2cm, p=0,009 : Ομάδα Ελέγχου).

Πίνακας 3.7 Μέσες τιμές των ανθρωπομετρικών και βιοχημικών δεικτών για την Ομάδα Παρέμβασης και την Ομάδα Ελέγχου, τις Εβδομάδες 0 και 5.

ΟΜΑΔΕΣ						
Μεταβλητές	Ομάδα Παρέμβασης			Ομάδα Ελέγχου		
	Εβδομάδα 0	Εβδομάδα 5	$p^{\text{‡}}$	Εβδομάδα 0	Εβδομάδα 5	$p^{\text{‡}}$
ΔΜΣ	22,5±3,3	22,2±3,3	0,144	22,9±3,5	22,5±2,6	0,248
Λίπος σώματος (%)	30±0,5	30±0,5	0,580	32±0,4	28±0,4	0,002
Περιφέρεια μέσης (cm)	71±6,2	69±7,0	0,013	73±5,7	71±6,1	0,009
Γλυκόζη νηστείας	88±5,5	85±4,6	0,127	91±8,9	88±8,0	0,084
Ινσουλίνη	12,8±4,3	10,6±5,5*	0,305	11,8±5,3	18,0±7,6*	0,936

Όλες οι τιμές παρουσιάζονται ως μέσος όρος ± τυπική απόκλιση.

* Ο έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας μεταξύ των δύο μετρήσεων (Εβδομάδα 0 και Εβδομάδα 5) για κάθε μία ομάδα ξεχωριστά (Ομάδα Παρέμβασης και Ομάδα Ελέγχου) έγινε με paired-sample *t* test.

Από τα αποτελέσματα του ελέγχου *t* test βρέθηκε ότι μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης, όπως ακριβώς και πριν από την έναρξή της, οι δύο ομάδες δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά για κανέναν από τους ανθρωπομετρικούς δείκτες οι οποίοι εξετάστηκαν.

Όσον αφορά τη γλυκόζη νηστείας, οι δύο ομάδες δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά πριν και μετά την παρέμβαση, ενώ δεν βρέθηκε να υπάρχει στατιστικά σημαντική μεταβολή των επιπέδων της για καμία από τις δύο ομάδες.

Τέλος, η μέση τιμή της ινσουλίνης μεταξύ της πρώτης (Εβδομάδα 0) και της δεύτερης (Εβδομάδα 5) μέτρησης, για την ίδια ομάδα (ΟΠ & ΟΕ), δεν μεταβλήθηκε στατιστικά σημαντικά ($p=0,305$ και $p=0,936$, αντίστοιχα).

Επίσης, οι δυο ομάδες δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά ($p=0,708$) μεταξύ τους, στην αρχή της παρέμβασης (Εβδομάδα 0), ενώ μετά την ολοκλήρωση αυτής, παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην μέση τιμή της ινσουλίνης ($p=0,013$)

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ανασκοπώντας τα αποτελέσματα που προέκυψαν, κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, παρατηρείται στατιστικά μη σημαντική μεταβολή του γλυκαιμικού δείκτη, κατά τις δυο χρονικές περιόδους (Εβδομάδα 0 & 5) για την κάθε ομάδα ξεχωριστά. Ωστόσο, στατιστικά σημαντική υπήρξε η διαφορά αυτού, μεταξύ των δυο ομάδων, στην αρχή της παρέμβασης (Εβδομάδα 0), η οποία όμως έπαψε να υφίσταται μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης. Όσον αφορά τη διαιτητική πρόσληψη φυτικών ινών (ολικών, υδατοδιαλυτών και μη), κατά την Εβδομάδα 5, η Ομάδα Παρέμβασης σημείωσε υψηλότερη στατιστικά σημαντική κατανάλωση αυτών, από την Ομάδα Ελέγχου. Η διαφορά αυτή, που παρατηρήθηκε μόνο για την Ομάδα Παρέμβασης, οφείλεται στην κατανάλωση από τις έφηβες, του πρότυπου μπισκότου πλούσιου σε β-γλυκάνες. Το συμπέρασμα αυτό, στηρίζεται στο γεγονός ότι κατά τον μη υπολογισμό του μπισκότου στις αναλύσεις, δεν σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην μεταβολή της πρόσληψης των φυτικών ινών μεταξύ των δύο ομάδων. Επιπλέον, το ποσοστό σωματικού λίπους μειώθηκε στατιστικά σημαντικά μόνο στην Ομάδα Ελέγχου, αν και η περιφέρεια μέσης μειώθηκε στατιστικά σημαντικά μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης τόσο για την Ομάδα Παρέμβασης όσο και για την Ομάδα Ελέγχου

4.1 Διαιτητική συμμόρφωση του δείγματος

Εξετάζοντας κατά πόσο το δείγμα της μελέτης παρακολούθησε το πρόγραμμα της παρέμβασης και συμμορφώθηκε με τις οδηγίες που του δόθηκαν, πρέπει να σημειωθεί ότι το ποσοστό παρακολούθησης των συνεδριών ανήλθε στο 98,4%, οφειλόμενο στο γεγονός ότι ένα άτομο από την κάθε ομάδα, έχασε από μια συνεδρία. Σημειώνεται ότι, και οι δυο ομάδες δέχθηκαν τα ίδια ερεθίσματα στοχεύοντας στην κινητοποίησή των ιδίων, για την επίτευξη των επιθυμητών αλλαγών στη διατροφή τους, δεδομένου ότι οι συνεδρίες είχαν την ίδια δομή από συμπεριφοριστικής απόψεως.

Αρχικός στόχος της μελέτης ήταν η δίαιτα των δυο ομάδων να μην διαφέρει για κανένα άλλο συστατικό, εκτός από το γλυκαιμικό δείκτη και την περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες, το οποίο και επιτεύχθηκε αν λάβουμε υπόψη τα αποτελέσματα που προέκυψαν. Παρατηρήθηκε ότι η προσλαμβανόμενη ενέργεια από τη διατροφή, όπως και οι υδατάνθρακες και πρωτεΐνες (σε g και σε ποσοστό % της συνολικής ενέργειας), αλλά και η

χοληστερόλη της δίαιτας, δεν διέφεραν μεταξύ των δυο ομάδων την Εβδομάδα 0 και δεν μεταβλήθηκαν στατιστικά σημαντικά για καμία από τις δυο ομάδες μετά την παρέμβαση. Επιπρόσθετα, οι μεταβολές που παρουσίασαν αυτές οι τιμές, κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δυο ομάδων (διορθώνοντας για τους παράγοντες που διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δυο ομάδων κατά την Εβδομάδα 0). Είναι πιθανό, οι παράγοντες αυτοί να διατηρήθηκαν σταθεροί, λόγω του ότι το πρότυπο διαιτολόγιο ήταν ισοθερμιδικό για το κάθε άτομο, ώστε οι έφηβες να διατηρήσουν τη συνηθισμένη ενεργειακή τους πρόσληψη.

Ωστόσο, η κατανάλωση γραμμαρίων λίπους, παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο ομάδων την Εβδομάδα 0 ($45 \pm 13,4\text{g}$ για την Ομάδα Παρέμβασης έναντι $59 \pm 15,0\text{g}$ για την Ομάδα ελέγχου, $p=0,040$), χωρίς όμως, η μεταβολή αυτή να παραμείνει στατιστικά σημαντική μετά την παρέμβαση, και για τις δυο ομάδες. Το ποσοστό των συνολικών θερμίδων που αντιστοιχούσε σε κατανάλωση λίπους, επίσης δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δυο ομάδων πριν την έναρξη της παρέμβασης, την Εβδομάδα 0 ($39 \pm 7,6\%$ για την Ομάδα Παρέμβασης έναντι $44 \pm 6,0\%$ για την Ομάδα Ελέγχου, $p=0,103$). Αξίζει να σημειωθεί ότι η κατανάλωση λίπους, επί της προσλαμβανόμενης ενέργειας, ήταν υψηλότερη της προσδοκώμενης ποσότητας και για τις δυο ομάδες, ενώ η κατανάλωση υδατανθράκων υπήρξε χαμηλότερη τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση.

Σχετικά με τον γλυκαιμικό δείκτη, δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των δυο ομάδων, μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης, όπως αντίθετα συνέβη πριν την έναρξη αυτής ($60,8 \pm 8,4\text{g}$ για την Ομάδα Παρέμβασης έναντι $56,5 \pm 7,2\text{g}$ για την Ομάδα Ελέγχου, $p=0,034$). Ωστόσο, οι μεταβολές αυτές που σημειώθηκαν μετά την παρέμβαση για κάθε μια ομάδα ξεχωριστά, καθώς και η σύγκριση αυτών μεταξύ των δυο ομάδων, δεν έδωσαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα, παραπέμποντας στην πιθανότητα να οφείλονται σε μεθοδολογικά προβλήματα κατά τον προσδιορισμό του γλυκαιμικού δείκτη μιας δίαιτας. Η αξιολόγηση της διαιτητικής πρόσληψης και του γλυκαιμικού δείκτη, βασίστηκε στα τριήμερα ημερολόγια καταγραφής τροφίμων που συμπλήρωναν οι ίδιοι οι έφηβοι, μια μέθοδος η οποία έχει αποδειχθεί ότι ευνοεί την υποκαταγραφή, κυρίως από υπέρβαρα ή παχύσαρκα άτομα. Επιπλέον, ο υπολογισμός του γλυκαιμικού δείκτη πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τους πίνακες των Foster-Powell et al (2002), οι οποίοι δεν περιέχουν ελληνικά τρόφιμα, με αποτέλεσμα να υπάρχει πιθανότητα ερευνητικού λάθους από τη

χρήση τροφίμων, των οποίων η σύσταση δεν αντιστοιχεί απόλυτα σε αυτή των ελληνικών. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιούταν ο μέσος όρος των διαφορετικών ερευνών, που περιλαμβάνονταν στους πίνακες. Είναι πιθανό, να προέκυψαν σφάλματα από τις παραπάνω μεθόδους, οδηγώντας στο συμπέρασμα ότι ο γλυκαιμικός δείκτης των δυο ομάδων δεν άλλαξε κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, ενώ στη πραγματικότητα να υπήρχε συμμόρφωση του δείγματος με το προτεινόμενο διαιτολόγιο.

Όσον αφορά την περιεκτικότητα της δίαιτας σε φυτικές ίνες, κατά την Εβδομάδα 0, δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο ομάδων Αντίθετα, μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση της κατανάλωσης υδατοδιαλυτών φυτικών ινών από την Ομάδα Παρέμβασης, και μείωση αυτών από την Ομάδα Ελέγχου. Η διαφορά αυτή, ήταν αποτέλεσμα της κατανάλωσης του πρότυπου μπισκότου από την Ομάδα Παρέμβασης, καθώς δεν σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην μεταβολή της πρόσληψης των φυτικών ινών μεταξύ των δύο ομάδων, όταν το πρότυπο μπισκότο δεν συνυπολογίστηκε στις αναλύσεις. Παρόλο αυτά, η μέση τιμή πρόσληψης των φυτικών ινών ήταν 13,5g ανά 1000 kcal, χωρίς, όμως, να επιτυγχάνεται ο διαιτητικός στόχος των 16,6±8,2g ανά 1000 kcal, για την Ομάδα Παρέμβασης. Το ίδιο παρατηρήθηκε και για την Ομάδα Ελέγχου, όπου η μέση κατανάλωση φυτικών ινών ήταν μικρότερη από την αναμενόμενη (8,6±1,4g στο σύνολο των προσλαμβανόμενων θερμίδων έναντι 10g ανά 1000 kcal).

Επιπλέον, ο στόχος της κατανάλωσης των οχτώ μπισκότων ημερησίως, επίσης δεν επιτεύχθηκε, καθώς ο μέσος όρος πρόσληψης αυτών ($3,23 \pm 1,82$), για τις έφηβες της Ομάδας Παρέμβασης, αποδείχθηκε χαμηλότερος ακόμη και από το ήμισυ της προτεινόμενης δόσης. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην δηλούμενη έλλειψη προμηθειών, ίσως, λόγω κατανάλωσης των μπισκότων από τρίτους. Σχετικά με την πρόσληψη λίπους Τέλος, δεν φάνηκε να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο μετρήσεων για οποιαδήποτε από τις υπόλοιπες μεταβλητές μελετήθηκε.

4.2 Ανθρωπομετρία

Στόχος της παρέμβασης ήταν η διατήρηση σταθερού σωματικού βάρους των εφήβων, ωστόσο παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική μείωση της περιφέρειας μέσης και για τις δυο ομάδες, μετά το πέρας αυτής (Ομάδα Παρέμβασης: από $71\pm 6,2\text{cm}$ σε $69\pm 7,0\text{cm}$, $p=0,013$ & Ομάδα Ελέγχου: από $73\pm 5,7\text{cm}$ σε $71\pm 6,1\text{cm}$, $p=0,009$). Η μείωση αυτή πιθανότητα οφείλεται σε μείωση της συγκέντρωσης λίπους στην κοιλιακή χώρα, εφόσον δε θα μπορούσε να συσχετιστεί με την στατιστικά σημαντική αύξηση του ύψους, που σημειώθηκε και για τις δυο ομάδες (Ομάδα Παρέμβασης: από $161,5\pm 6,7$ σε $162,4\pm 6,5$, $p=0,002$ & Ομάδα Ελέγχου: από $160,2\pm 7,2$ σε $162,5\pm 7,4$, $p=0,19$), αφού η συσχέτιση της περιφέρειας μέσης με το ύψος είναι ιδιαίτερα ασθενής¹²⁷. Επιπλέον, η μείωση αυτή είναι ασυσχέτιστη με μια πιθανή αλλαγή του σταδίου σεξουαλικής ωρίμανσης, αφού μια τέτοια αλλαγή δεν επηρεάζει στατιστικά σημαντικά την περιφέρεια μέσης¹²⁸. Επομένως, είναι πιθανό η μείωση της περιφέρειας μέσης να οφείλεται στην αύξηση της σωματικής δραστηριότητας των εφήβων κατά την παρέμβαση, η οποία όμως δεν είναι γνωστή για την Εβδομάδα 5, μιας και δεν συμπληρώθηκε για την περίοδο αυτή, ερωτηματολόγιο για τη μέτρηση της φυσικής δραστηριότητας.

Παρόλο αυτά, ο Δείκτης Μάζας Σώματος δεν μεταβλήθηκε στατιστικά σημαντικά, για καμία από τις ομάδες, ενώ στατιστικά σημαντική μείωση του % ποσοστού λίπους παρατηρήθηκε για την Ομάδα Ελέγχου. Η μείωση αυτή αντιτίθεται δεδομένα ερευνών, τα οποία υποστηρίζουν ότι ο υψηλός γλυκαιμικός δείκτης προκαλεί περισσότερο αρνητική επίδραση στη σύσταση σώματος, κυρίως λόγω της έκκρισης πρωτεολυτικών ορμονών¹³¹, οι οποίες οδηγούν σε καταβολισμό της άλιπης μάζας σώματος, έναντι του χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη. Υπάρχουν, όμως, έρευνες¹³², οι οποίες παρουσιάζουν το αντίθετο, δηλαδή, ότι δίαιτες χαμηλού αντί υψηλού, γλυκαιμικού δείκτη, προκαλούν περισσότερο αυξημένο αρνητικό ισοζύγιο αζώτου. Ωστόσο, στην μελέτη αυτή, οι δυο ομάδες (ΟΠ και ΟΕ) εμφάνισαν παρόμοια τιμή, μέτρια προς υψηλή, γλυκαιμικού δείκτη στις δίαιτες. Συνεπώς, ο γλυκαιμικός δείκτης δεν θα μπορούσε να δικαιολογήσει τη μεταβολή του % ποσοστού του σωματικού λίπους για την Ομάδα Ελέγχου. Είναι πιθανό, η διατροφική επιμόρφωση που έλαβαν οι έφηβες κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, να συντέλεσε σε αλλαγές του τρόπου διατροφής, οι οποίες με τη σειρά τους να συνέβαλαν στην μείωση αυτή.

4.3 Αξιολόγηση γλυκόζης και ινσουλίνης

Βάσει της βιβλιογραφίας, θεωρείται ότι τρόφιμα χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη και υψηλής περιεκτικότητας φυτικών ινών, επιδρούν θετικά στο μεταβολισμό της γλυκόζης και της ινσουλίνης στο αίμα. Έχει αποδειχθεί ότι μετά την κατανάλωση τροφίμων χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη, ο μειωμένος ρυθμός απορρόφησης της γλυκόζης επιβραδύνει αντίστοιχα την μεταγευματική αύξηση της ινσουλίνης και των εντερικών ορμονών.

Ωστόσο, όσον αφορά τη γλυκόζη νηστείας στη παρούσα μελέτη, οι δύο ομάδες δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά πριν και μετά την παρέμβαση, ενώ δεν βρέθηκε να υπάρχει στατιστικά σημαντική μεταβολή των επιπέδων της για καμία από τις δύο ομάδες.

Σχετικά με την ινσουλίνη, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μεταβολή της μέσης τιμής, για καμία από τις δυο ομάδες. Παρόλο που η Ομάδα Παρέμβασης και η Ομάδα Ελέγχου δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά πριν την παρέμβαση, παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά αυτών, μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος.

Τα αποτελέσματα αυτά ίσως να σχετίζονται με το γεγονός ότι το δείγμα αποτελούταν από υγιή πληθυσμό, και έτσι μια σημαντική μεταβολή στα επίπεδα της γλυκόζης και της ινσουλίνης, να μην ήταν εφικτή, όπως θα ήταν αν οι έφηβες είχαν ήδη υψηλά επίπεδα γλυκόζης ή ήταν διαβητικές. Επίσης, η περιεκτικότητα των β-γλυκανών στο μπισκότο, ίσως, να μην ήταν αρκετά υψηλή ώστε να προκαλέσει κάποια στατιστικά σημαντική μεταβολή στα επίπεδα αυτών. Το ίδιο το μπισκότο, έχει GI = 49, το οποίο θεωρείται μεσαίου και όχι χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη. Εφόσον οι μελέτες αναφέρονται στη θετική επίδραση τροφίμων χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη, είναι πιθανόν το μπισκότο, λόγω του GI που κατέχει, να μην είχε ουσιαστική επίδραση στη μεταβολή των επιπέδων γλυκόζης και ινσουλίνης στο αίμα. Τέλος, η αναμενόμενη θετική επίδραση του πρότυπου μπισκότου, βασιζόταν στη κατανάλωση 8 μπισκότων ημερησίως από τις έφηβες της Ομάδα Παρέμβασης. Ωστόσο, η μέση κατανάλωση αυτού ανήλθε στα $3,23 \pm 1,82$ μπισκότα, με μέγιστη τιμή τα 6,5 μπισκότα. Επομένως, η συμμετοχή του μπισκότου στη καθημερινή διατροφή των εφήβων δεν ήταν αρκετά μεγάλη, ώστε να υπάρξει κάποιο στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα στο μεταβολισμό της γλυκόζης αίματος και ινσουλίνης.

4.4 Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του προγράμματος παρέμβασης

Μέσω του προγράμματος παρέμβασης που πραγματοποιήθηκε, επιτεύχθηκε η προσδοκώμενη αύξηση στην πρόσληψη φυτικών ινών για την Ομάδα Παρέμβασης, Ωστόσο, δεν επιτεύχθηκε η προσδοκώμενη κατανάλωση των οχτώ μπισκότων ημερησίως από τις έφηβες της ΟΠ, καθώς και η προσδοκώμενη μεταβολή του γλυκαιμικού δείκτη και για τις δύο ομάδες. Οι αλλαγές αυτές, αποδεικνύουν ότι η εφαρμογή του προγράμματος παρέμβασης επέδρασε θετικά στην κινητοποίηση και την αύξηση της αυτο-αποτελεσματικότητας του δείγματος, έστω και αν η συμμόρφωση αυτού στις διαιτητικές συμβουλές ήταν μικρότερη της αναμενόμενης.

Κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα δυνατά και αδύνατα σημεία της παρούσας μελέτης. Αρχικά, στα δυνατά σημεία ανήκουν η προσέγγιση των εφήβων σε επίπεδο σχολείου και οι ομαδικές διαιτολογικές συνεδρίες, που αποσκοπούσαν στην παρακίνηση αυτών μέσω της πίεσης από τους συνομήλικούς τους. Επιπλέον δυνατό σημείο, αποτελεί το υψηλό ποσοστό παρακολούθησης των συνεδριών από τις έφηβες, καθώς και η έλλειψη περιορισμού αυτών στις καθημερινές τους δραστηριότητες, από το πρωτόκολλο της έρευνας. Επίσης, η ισοδύναμη διατροφική επιμόρφωση και συμπεριφοριστική παρέμβαση, μεταξύ των δυο ομάδων, επέδρασε θετικά στον περιορισμό εμφάνισης συγχυτικών παραγόντων. Επιπρόσθετα, το χρονικό διάστημα παρακολούθησης των πέντε εβδομάδων, θεωρείται επαρκές, σύμφωνα με προηγούμενες μελέτες που αναφέρουν ότι οι 5 εβδομάδες είναι αρκετές για να φανεί η βελτίωση στις παραμέτρους που μελετήθηκαν^{133,134}. Τέλος, ένα επιπλέον δυνατό σημείο είναι οι λεπτομερείς και αναλυτικές, ανθρωπομετρικές και βιοχημικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην αρχή και το τέλος της μελέτης.

Αντιθέτως, στα αδύνατα σημεία της μελέτης περιλαμβάνεται η στατιστικά σημαντική διαφορά της ηλικίας μεταξύ των δυο ομάδων, καθώς και η άρνηση πέντε εφήβων από την Ομάδα Παρέμβασης και τριών από την Ομάδα Ελέγχου, να συμμετάσχουν στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν μετά την παρέμβαση. Επιπλέον, σημαντικός περιορισμός της μελέτης είναι η αυτοκαταγραφή της διαιτητικής πρόσληψης από τα άτομα, για την αξιολόγηση της συμμόρφωσης με το προτεινόμενο διαιτολόγιο, καθώς η μέθοδος αυτή έχει παρουσιάσει υψηλά ποσοστά υποκαταγραφής σε έρευνες, όπου δεν υπήρχε στενή παρακολούθηση των ατόμων σε συγκεκριμένο κλινικό περιβάλλον. Η χρήση των

δημοσιευμένων πινάκων γλυκαιμικού δείκτη¹²³, στον υπολογισμό αυτού, θεωρούνται αναξιόπιστες μιας και υπάρχουν διαφορές μεταξύ των τροφίμων διαφορετικών γεωγραφικών τόπων, αλλά και διαφορές κατά την επεξεργασία των τροφίμων. Επιπρόσθετα, η εφαρμογή του προγράμματος έγινε με δυσκολία μιας και ο διαθέσιμος σχολικός χρόνος ήταν περιορισμένος, λόγω των μαθημάτων, αλλά και των εορτών. Τέλος, ο έλεγχος της κατανάλωσης του πρότυπου μπισκότου από τη Ομάδα Παρέμβασης δεν ήταν εφικτός, ενώ δεν πραγματοποιήθηκε επανεξέταση του σταδίου της σεξουαλικής ωρίμανσης και του επιπέδου φυσικής δραστηριότητας των εφήβων, μετά το πέρας της παρέμβασης, προκαλώντας έτσι, δυσκολία στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων της έρευνας.

5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

- **Παράρτημα Α: Εργαλεία και Υλικά κατά την Αναζήτηση του Δείγματος**
 - Poster Προσέλκυσης Εθελοντών
 - Γράμμα για τους Γονείς - Συμφωνητικό Εθελοντικής Συμμετοχής
 - Χρονοδιάγραμμα Μελέτης
 - Γράμμα Για Τους Γονείς – Απόδοση Αποτελεσμάτων
 - Ενημερωτικό Έντυπο Για Αξιολόγηση του Σωματικού Βάρους Μετά Την Πρώτη Αξιολόγηση
 - **Παράρτημα Β: Εργαλεία και Υλικά κατά την Πρώτη αξιολόγηση**
 - Case Report Form - CRF
 - Ερωτηματολόγιο Για Πριν την Αιμοληψία (Blood Sample Questionnaire - BSQ). Χρησιμοποιήθηκε & στις 2 Χρονικές Στιγμές (Κατά την Εβδομάδα 0 & 5)
 - Ερωτηματολόγιο Φυσικής Δραστηριότητας Προσαρμοσμένο στα Ελληνικά (IPAQ – International Physical Activity Questionnaire)
 - EAT - 26 (Κατά την Εβδομάδα 0 & 5)
 - **Παράρτημα Γ:Εργαλεία και Υλικά κατά την Παρέμβαση (Πρότυπο Πρόγραμμα Υγιεινής διατροφής)**
 - Γράμμα για τους Γονείς & Των Δύο Ομάδων (Ομάδα Παρέμβασης & Ομάδα Ελέγχου) που Αφορά την Εφαρμογή του Πρότυπου Προγράμματος Υγιεινής Διατροφής
 - Πυραμίδα της Υγιεινής Διατροφής - Λίστα Με τις Ομάδες Τροφίμων
 - Παράδειγμα διαιτολογίου 2000 kcal Για την Ομάδα Ελέγχου (HGI-LF DIET)
 - Παράδειγμα διαιτολογίου 2000 kcal Για την Ομάδα Παρέμβασης (LGI-HF DIET)
 - Γράμμα για τους Γονείς Μόνο Για Την Ομάδα Παρέμβασης Σχετικά Με Τη Δωρεάν Διανομή του Πρότυπου Μπισκότου Πλούσιου σε Β-Γλυκάνες & Χαμηλού Γλυκαιμικού Δείκτη Και Πρόταση Για Ενθάρρυνση Της Ένταξής του στο Διαιτολόγιο Των Εφήβων.
 - Σύσταση (Ετικέτα) Και Διαθρεπτική Ανάλυση του Πρότυπου Μπισκότου Πλούσιου σε Β-Γλυκάνες & Χαμηλού Γλυκαιμικού Δείκτη
 - Safety Certificate Του Πρότυπου Μπισκότου Πλούσιου σε Β-Γλυκάνες & Χαμηλού Γλυκαιμικού Δείκτη Από Το Πανεπιστήμιο Του Molise.
 - Ερωτηματολόγιο Αισθητικής Αξιολόγησης του Πρότυπου Μπισκότου Πλούσιου σε Β-Γλυκάνες & Χαμηλού Γλυκαιμικού Δείκτη
 - **Παράρτημα Δ: Εργαλεία και Υλικά κατά τη Δεύτερη αξιολόγηση**
 - Γράμμα για τους γονείς - Συμφωνητικό Εθελοντικής Συμμετοχής
 - Γράμμα Για Τους Γονείς – Υπενθύμιση Νηστείας
 - Ερωτηματολόγιο Κορεσμού Μεταφρασμένο στα Ελληνικά (SAQ)
 - Ερωτηματολόγιο Ανεπιθύμητων Ενεργειών Μεταφρασμένο στα Ελληνικά (DAEQ)
 - Γράμμα Για Τους Γονείς – Απόδοση Αποτελεσμάτων
 - Ενημερωτικό Έντυπο Για Τις Ανθρωπομετρικές Μετρήσεις Μετά Την Δεύτερη Αξιολόγηση
-

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ¹ Nicklas TA Elkasabany A Srinivasan SR Berenson G. Trends in nutrient intake of 10-year-old children over two decades (1973–1994): the Bogalusa Heart Study. *Am J Epidemiol.* 2001 153 969 – 977
- ² Alexy U Sichert-Hellert W Kersting M. Fifteen-year time trends in energy and macronutrient intake in German children and adolescents: results of the DONALD study. *Br J Nutr.* 2002, 87: 595 – 604
- ³ Troiano RP Briefel RR Carroll MD Bialostosky K. Energy and fat intakes of children and adolescents in the United States: data from the national health and nutrition examination surveys. *Am J Clin Nutr.* 2000, 72: 1343S – 1353S
- ⁴ Nielsen SJ Popkin BM Patterns and trends in food portion sizes, 1977–1998. *JAMA.* 2003, 289 450 – 453
- ⁵ Subar AF Krebs-Smith SM Cook A Kahle LL. Dietary sources of nutrients among US children, 1989–1991. *Pediatrics.* 1998, 102: 913 – 923
- ⁶ Salmeron J Manson JE Stampfer MJ Colditz GA Wing AL Willett WC. Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *JAMA.* 1997b, 277: 472 – 477
- ⁷ Ludwig DS. The glycemic index: physiological mechanisms relating to obesity, diabetes, and cardiovascular disease. *JAMA.* 2002, 287: 2414 – 2423
- ⁸ Brand-Miller JC Holt SH Pawlak DB McMillan J. Glycemic index and obesity. *Am J Clin Nutr.* 2002, 76: 281S – 285S
- ⁹ Willett W Manson J Liu S. Glycemic index, glycemic load, and risk of type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr.* 2002, 76: 274S – 280S
- ¹⁰ Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter. Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft adipositas im Kindes- und Jugendalter. 2002 (<http://www.a-g-a.de/Leitlinie.pdf>).
- ¹¹ Ogden CL Flegal KM Carroll MD Johnson CL. Prevalence and trends in overweight among US children and adolescents, 1999–2000. *JAMA.* 2002, 288: 1728 – 1732
- ¹² International Obesity Task Force About Obesity. 2002. <http://www.obesity.chair.ulaval.ca/children.html>
- ¹³ Cruz ML Goran MI. The metabolic syndrome in children and adolescents. *Curr Diab Rep.* 2004. 4: 53 – 62

-
- ¹⁴ Jenkins DJA, Marchie A, Augustin LSA, Ros E, Kendall CWC. Viscous dietary fibre and metabolic effects. *Clin. Nutr* 2004; 1: 39-49.
- ¹⁵ Kerckhoffs DAJM, Brouns F, Hornstra G, Mensink RP. Effects on the human serum lipoprotein profile of β -glucan, soy protein and isoflavones, plant sterols and stanols, garlic and tocotrienols. *J Nutr* 2002,132:2494-2505.
- ¹⁶ Behall KM, Scholfield DJ, Hallfrisch J. Lipids significantly reduced by diets containing barley in moderately hypercholesterolemic men. *J Am Coll Nutr* 2004, 23: 55-62.
- ¹⁷ Behall KM, Scholfield DJ, Hallfrisch J. Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women. *Am J Clin Nutr* 2004, 80: 1185-93.
- ¹⁸ Pins J, Kaur H. A review of the effects of barley β -glucan on cardiovascular and diabetic risk. *Cereal Food Word* 2006, 51:8-11.
- ¹⁹ Jenkins AL, Jenkins DJA, Zdravkovic U, Würsch P, Vuksan V. Depression of the glycemic index by high levels of β -glucan fiber in two functional foods tested in type 2 diabetes. *Eur J Clin Nutr* 2002, 56: 622-628.
- ²⁰ Östman E, Rossi E, Larsson H, Brighenti F, Björck I. Glucose and insulin responses in healthy men to barley bread with different levels of (1-3;1-4)- β -glucans; predictions using fluidity measurements of in vitro enzymes digests. *J Cereal Sci* 2006, 43:230-235.
- ²¹ Jenkins DJ, Kendall CW, Augustin LS, Vuksan V. High-complex carbohydrate or lente carbohydrate foods? *Am J Med* 2002, 113:30S-37S.
- ²² McKeown NM, Meigs JB, Liu S, Saltzman E, Wilson PW, Jacques PF. Carbohydrate nutrition, insulin resistance, and the prevalence of the metabolic syndrome in the Framingham Offspring Cohort. *Diabetes Care* 2004, 27: 538-46.
- ²³ Dickinson S, Brand-Miller J. Glycemic index, postprandial glycemia and cardiovascular disease. *Curr Opin Lipidol* 2005, 16:69-75.
- ²⁴ Ebbeling CB Leidig MM Sinclair KB Hangen JP Ludwig DS. A reduced-glycemic load diet in the treatment of adolescent obesity. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2003, 157: 773 – 779
- ²⁵ Scaglioni S Stival G Giovannini M. Dietary glycemic load, overall glycemic index, and serum insulin concentrations in healthy schoolchildren. *Am J Clin Nutr.* 2004, 79: 339 – 340
- ²⁶ Liu S Willett WC. Dietary glycemic load and atherothrombotic risk. *Curr Atherosclerosis Rep.* 2002, 4: 454 – 461

-
- ²⁷ Ceriello A. Impaired glucose tolerance and cardiovascular disease: the possible role of postprandial hyperglycemia. *Am Heart J.* 2004, 147 (5): 803-807
- ²⁸ Schenk S, Davidson CJ, Zderic TW, Byerley LO, Coyle EF. Different glycemic indexes of breakfast cereals are not due to glucose entry into blood but to glucose removal by the tissue. *Am J Clin Nutr*, 2003, 78:742-748
- ²⁹ De Fronzo RA, Ferrannini E. Influence of plasma glucose and insulin concentration on plasma glucose clearance in man. *Diabetes.* 1982, 31: 683-688
- ³⁰ Nuttall FU, Gannon MC. Plasma glucose and insulin response to macronutrients in nondiabetic and NIDDM subjects. *Diabetes Care.* 1991, 14: 824-838
- ³¹ Van Loon LJ, Saris WH, Werhagen H, Wagenmakers AJ. Plasma insulin responses after ingestion of different amino acid or protein mixtures with carbohydrate. *Am J Clin Nutr.* 2000, 72: 96-105
- ³² Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr.* 1981, 34: 362-366
- ³³ Wolever TM, Bolognesi C. Source and amount of carbohydrate affect postprandial glucose and insulin in normal subject. *J Nutr.* 1996, 126: 2798-2806
- ³⁴ Brand JC, Nicholson PL, Thorburn AW, Truswell AS. Food processing and the glycemic index. *Am J Clin Nutr.* 1985, 42: 1192-1196
- ³⁵ Bell SJ, Sears B, Low-Glycemic Load Diets: Impact on Obesity and Chronic Diseases. *Critical Review in Food Science and Nutrition* 2003; 43 (4): 357-377
- ³⁶ Wolever TMS, Jenkins DJA, Jenkins AL, Josse RG. The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am J Clin Nutr* 1991;54:846-54.
- ³⁷ Sydney University Glycemic Index Research Service, <http://glycemicindex.com>, accessed June 12, 2002
- ³⁸ Wolever TM, Nguyen PM, Chiasson JL, et al. Determinants of diet glycemic index calculated retrospectively from diet records of 342 individuals with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 1994, 59:1265-1269.
- ³⁹ Miller JB, Pang E, Broomhead L. The glycaemic index of foods containing sugars: comparison of foods with naturally-occurring v. added sugars. *Br J Nutr* 1995, 73:613-623
- ⁴⁰ O'Dea K, Nestel PJ, Antonoff L. Physical factors influencing postprandial glucose and insulin responses to starch. *Am J Clin Nutr.* 1980, 33: 760-5

-
- ⁴¹ Collier G, O'Dea K. Effect of physical form of carbohydrate on the postprandial glucose, insulin, and gastric inhibitory polypeptide responses in type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr* 1982, 36: 10–4
- ⁴² Wolever T, Katzman-Relle L, Jenkins A, Vuksan V, Josse RG, Jenkins D. Glycaemic index of 102 complex carbohydrate foods in patients with diabetes. *Nutr Res* 2001, 14: 651–69.
- ⁴³ Haber G, Heaton K, Murphy D, Burroughs L. Depletion and disruption of dietary fibre. Effects of satiety, plasma-glucose and serum-insulin. *Lancet* 1977, 2: 679–8
- ⁴⁴ Annison G, Topping DL. Nutritional role of resistant starch: chemical structure vs physiological function. *Annu Rev Nutr* 1994, 14: 297–320
- ⁴⁵ van Amelsvoort JM, Weststrate JA. Amylose-amylopectin ratio in a meal affects postprandial variables in male volunteers. *Am J Clin Nutr* 1992, 55: 712–8
- ⁴⁶ Asp N-G. Definition and analysis of dietary fibre. *Scand J Gastroenterol Suppl* 1987, 129: 16–20
- ⁴⁷ Raben A, Andersen K, Karberg MA, Holst JJ, Astrup A. Acetylation of or beta-cyclodextrin addition to potato starch: beneficial effect on glucose metabolism and appetite sensations. *Am J Clin Nutr* 1997, 66: 304–14
- ⁴⁸ Vaaler S, Hanssen KE, Aagenaes O. The effect of cooking upon the blood glucose response to ingested carrots and potatoes. *Diabetes Care* 1984, 7: 221–3
- ⁴⁹ Collings P, Williams C, MacDonald I. Effect of cooking on serum glucose and insulin responses to starch. *Br Med J* 1981, 282: 1032–3
- ⁵⁰ Pi-Sunyer FX. Glycemic index and disease. *Am J Clin Nutr* 2002, 76: 290S–298S
- ⁵¹ Jenkins DJ, Kendall WC, Augustin LC, Franceschi S, Hamidi M, Marchie A, Jenkins AL and Axelsen M. Glycemic index: overview of implications in health and disease. *Am J Clin Nutr*. 2002, 76 (1): 266S-273S
- ⁵² Estrich D, Ravnik A, Schlierf G, Fukayama G, Kinsell L, Effects of co-ingestion of fat and protein upon carbohydrate induced hyperglycemia. *Diabetes* 1967, 16: 232-237
- ⁵³ Welch IM, Bruce C, Hill SE, Read NW, Duodenal and ileal lipid suppresses postprandial blood glucose and insulin responses in man: possible implications for the dietary management of diabetes mellitus. *Clinical Science*, 1987, 72: 209-216
- ⁵⁴ Bornet FR, Costagliola D, Rizkalla SW, Blayo A, Fontvieille AM, Haardt MJ, Letanoux M, Tchobroutsky G, Slama G, Insulinemic and Glycemic indexes of six starch-rich foods

taken alone and in a mixed meal by type 2 diabetics. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1984, 40: 965-970

⁵⁵ Coulston AM, Hollenbeck CB, Liu GC, Williams RA, Starich GH, Mazzaferri EL, Reaven GM, Effect of source of dietary carbohydrate on plasma glucose and insulin responses to mixed meals in subjects with NIDDM. *Diabetes Care* 1987, 10:395-400

⁵⁶ Coulston AM, Hollenbeck CB, Liu GC, Williams RA, Starich GH, Mazzaferri EL, Reaven GM, Effect of source of Dietary Carbohydrate on plasma Glucose, insulin and gastric inhibitory polypeptide responses to test meals in subjects with noninsulin-dependent diabetes mellitus. *American Journal of Clinical Nutrition* 1984, 40: 965-970

⁵⁷ Chew I, Brand JC, Thorburn AW, Truswell AS, Application of Glycemic Index to mixed meals. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1988, 47: 53-56

⁵⁸ Ludwig DS, Majzoub JA, Al-Zahrani A, Dallal GE, Blanco I, Roberts SB, High Glycemic Index Foods, Overeating and Obesity. *Pediatrics* 1999, 103: E261-E266

⁵⁹ Wolever TM, Jenkins DJ, The use of the glycemic index in predicting the blood glucose response to mixed meals. *American Journal of Clinical Nutrition* 1986, 43: 167-172

⁶⁰ Wolever TM, Csima A, Jenkins DJ, Wong GS, Josse RG, The glycemic index: variation between subjects and predictive difference. *Journal of the American College of Nutrition* 1989, 8: 235-247

⁶¹ Ritz P, Krempf M, Cloarec D, Champ M, Charbonnel B, Comparative continuous-indirect-calorimetry study of two carbohydrates with different glycemic indices. *American Journal of Clinical Nutrition* 1991, 54: 855-859

⁶² Despres JP, Lamarche B, Mauriege P, Hyperinsulinemia as an independent risk factor for ischemic heart disease. *New England Journal of Medicine* 1996, 334: 952-957

⁶³ Salmeron J, Ascherio A, Rimm EB, et al. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care* 1997, 20:545-550

⁶⁴ Brand-Miller JC, Thomas M, Swan V, Ahmad ZI, Petocz P, Colagiuri S. Physiological validation of the concept of glycemic load in lean young adults. *J Nutr* 2003, 133:2728-2732.

⁶⁵ 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, 27:2266-2271

⁶⁶ Opperman M, Venter C, Oosthuizen W, Thompson R, Vorster H. Meta-analysis of the health effects of using the glycaemic index in meal-planning *BJN* 2004, 92:367-381

-
- ⁶⁷ DeFronzo RA, Bonadonna RC, Ferrannini E. Pathogenesis of NIDDM: a balanced overview. *Diabetes Care*. 1992, 13: 610-630
- ⁶⁸ Kahn CR. Insulin action, diabetogenes, and the cause of type II diabetes. *Diabetes*. 1994, 43: 1066-1084
- ⁶⁹ Ferrannini E. Insulin resistance versus insulin deficiency in non-insulin dependent diabetes mellitus: problems and prospects. *Endocr Rev*. 1998, 19: 477-490
- ⁷⁰ Jenkins DJ, Wolever TM, Collier GR, et al. Metabolic effects of a low glycemic index diet. *Am J Clin Nutr*. 1987, 46: 968-975
- ⁷¹ Liese AD, Schulz M, Fang F, et al. Dietary glycemic index and glycemic load, carbohydrate and fiber intake, and measures of insulin sensitivity, secretion and adiposity in the Insulin Resistance Atherosclerosis Study. *Diabetes Care*. 2005, 28: 2832-2838
- ⁷² Xavier Pi-Sunyer. Do glycemic index, glycemic load, and fiber play a role in insulin sensitivity, disposition index and type 2 diabetes?. *Diabetes Care*. 2005, 28: 2978-2979
- ⁷³ Holt SH, Miller JC, Petocz C. An insulin index of foods: the insulin demand generated by a 1000kj portions of common foods. *Am J Clin Nutr*. 1997, 66: 1264-1276
- ⁷⁴ Daly ME, Vale C, Walker M, Alberti KG, Mathers JC. Dietary carbohydrates and insulin sensitivity: a review of the evidence and clinical implications. *Am J Clin Nutr*. 1997, 66: 1072-1085
- ⁷⁵ Lau C, Faerch K, Glumer C, et al. Dietary glycemic index, glycemic load, fiber, simple sugars, and insulin resistance: the Inter99 study. *Diabetes Care*. 2005, 28: 1397-1403
- ⁷⁶ Steil GM, Volund A, Kahn S, Bergman RN. Reduced sample number for calculation of insulin sensitivity and glucose effectiveness from the minimal model: suitability for use in population studies. *Diabetes*. 1993, 42: 250-256
- ⁷⁷ Kiens B, Richter EA. Types of carbohydrate in an ordinary diet affect insulin action and muscle substrates in humans. *Am J Clin Nutr*. 1996, 63: 47-53
- ⁷⁸ Brynes AE, Marc Edwards C, Ghatei MA, et al. A randomised four intervention cross-over study investigating the effect of carbohydrates on daytime profiles of insulin, glucose, non-esterified fatty acids, and triacylglycerols in middle aged men. *Br J Nutr*. 2003, 89(2): 207-218
- ⁷⁹ Liljeberg H, Bjorck I. Effects of a low-glycaemic index spaghetti meal on glucose tolerance and lipaemia, at a subsequent in healthy subjects. *Eur J Clin Nutr*. 2000, 54: 24-28

-
- ⁸⁰ Liljeberg H, Akerberg AK, Bjorck IM. Effect of the glycaemic index and content of indigestible carbohydrates of cereal-based breakfast meals on glucose tolerance at lunch in healthy subjects. *Am J Clin Nutr.* 1999, 69: 647-655
- ⁸¹ Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ, et al. Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *N Engl J Med.* 2001, 345: 790-797
- ⁸² Meyer KA, Kushi LH, Jacobs DR Jr, Slavin J, Sellers TA, Folsom AR. Carbohydrates, fiber and incidence of type 2 diabetes in older women. *Am J Clin Nutr.* 2000, 71: 921-930
- ⁸³ Marshall J, Bessesen D, Hamman R. High saturated fat and low starch and fiber are associated with hyperinsulinemia in a non-diabetic population: the San Luis Valley Diabetes Study. *Diabetologia.* 1997, 40: 430-438
- ⁸⁴ Stevens J, Ahn K, Juhaeri, Houston D, Steffan L, Couper D. Dietary fiber intake and glycemic index and incidence of diabetes in African-American and white adults: the ARIC Study. *Diabetes Care.* 2002, 25: 1715-1721
- ⁸⁵ Schulze MB, Liu S, Rimm EB, Manson JE, Willett WS, Hu FG. Glycemic index, glycemic load and dietary fiber intake, and incidence of type 2 diabetes mellitus in younger and middle-aged women. *Am J Clin Nutr.* 2004, 80: 348-356
- ⁸⁶ Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med.* 2002, 346: 393-403
- ⁸⁷ Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med.* 2001, 344: 1343-1350
- ⁸⁸ Anderson WJ, Randles MK, Kendall CC, Jenkins DJ. Carbohydrate and Fiber Recommendations for Individuals with Diabetes: A Quantitative Assessment and Meta-analysis of the Evidence. *Am J Clin Nutr* 2004, 23 (1): 5-17
- ⁸⁹ Rivellese A, Giacco A, Genovese S, Riccardi G, Pacioni D, Mattioli PL: Effect of dietary fibre on glucose control and serum lipoproteins in diabetic patients. *Lancet.* 1980, 2: 447-450
- ⁹⁰ Rivellese A, Riccardi G, Giacco A, Postiglione A, Mastranzo P, Mattioli PL: Reduction of risk factors for atherosclerosis in diabetic patients treated with a high fiber diet. *Prev Med.* 1983, 12: 128-132
- ⁹¹ Dodson PM, Pacy PJ, Bal P, Kubicki AJ, Fletcher RF, Taylor KG: A controlled trial of a high fiber, low fat and low sodium diet for mild hypertension in type 2 (non-insulin-dependent) diabetic patients. *Diabetologia.* 1984, 27: 522-526

-
- ⁹² Karlstrom B, Vessby B, Asp N, Boberg M, Gustafsson IB, Lithell H, Werner I: Effects of an increased content of cereal fiber in the diet of type II (non-insulin dependent) diabetic patients. *Diabetologia*. 1984, 26: 272–277
- ⁹³ Riccardi G, Rivellese A, Pacioni D, Genovese S, Mastranzo P, and Mancini M: Separate influence of dietary carbohydrate and fibre on the metabolic control in diabetes. *Diabetologia*. 1984 26: 116–121
- ⁹⁴ Hoffman CR, Fineberg SE, Howey DC, Clark CJ, Pronsky Z: Short-term effects of a high fiber, high carbohydrate diet in very obese diabetic individuals. *Diabetes Care*. 1982, 5: 605–611
- ⁹⁵ Taskinen M, Nikkila EA, Ollus A: Serum lipids and lipoproteins in insulin-dependent diabetic subjects during high-carbohydrate, high-fiber diet. *Diabetes Care*. 1983, 6: 224–230
- ⁹⁶ Pacy PJ, Dodson PM, Kubicki AJ, Fletcher RF, Taylor KG: Comparison of the hypotensive and metabolic effects of bendrofluazide therapy and a high fiber, low fat, low sodium diet in diabetic subjects with hypertension. *J Hypertens*. 1984, 2: 215–221
- ⁹⁷ O’Dea K, Traianedes K, Ireland P, Niall M, Sadler J, Hopper J, De Luise M: The effects of diet differing in fat, carbohydrate, and fiber on carbohydrate and lipid metabolism in type II diabetes. *J Am Diet Assoc*. 1989, 89: 1076–1086
- ⁹⁸ Hallfrisch J, Scholfield D, Behall KM: Diets containing soluble oat extracts improve glucose and insulin responses of moderately hypercholesterolemic men and women. *Am J Clin Nutr*. 1995, 61: 379–384
- ⁹⁹ Wolever TMS, Jenkins DJA. Effect of dietary fiber and foods on carbohydrate metabolism. In Spiller GA (ed): *CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition*. Ann Arbor, MI: CRC Press. 1993, 111–152
- ¹⁰⁰ Wood PJ. Cereal β -glucans: structure, properties and health claims. In McCleary BV, Prosky L (eds): *Advanced Dietary Fiber Technology*. Ames, Iowa: Blackwell Science. 2001, 315–327
- ¹⁰¹ Behall KM, Hallfrisch J: Effects of grains on glucose and insulin responses. In Marquart L, Slavin JL, Fulcher RG (eds). *Whole-Grain Foods in Health and Disease*. St. Paul, MN: American Association Cereal Chemists. 2002, 269–282
- ¹⁰² Tappy L, Gugolz E, Wursch P. Effects of breakfast cereals containing various amounts of beta glucan fibers on plasma glucose and insulin responses in NIDD subjects. *Diabetes Care*. 1996, 19: 831– 834

-
- ¹⁰³ Wood PJ, Anderson JW, Braaten JT, Cave NA, Scott FW, Vachon C.: Physiological effects of beta-D-glucan rich fraction from oats.. *Cereal Foods World*. 1989, 34: 878–882
- ¹⁰⁴ Cara L, Dubois C, Borel P. Effects of oat bran, rice bran, wheat fiber, and wheat germ on postprandial lipemia in healthy adults. *Am J Clin Nutr*. 1992, 55: 81–88
- ¹⁰⁵ Kestin M, Moss R, Clifton PM, Nestel PJ. Comparative effects of three cereal brans on plasma lipids, blood pressure, and glucose metabolism in mildly hypercholesterolemic men. *Am J Clin Nutr*. 1990, 52: 661–666
- ¹⁰⁶ Liljeberg HGM, Granfeldt YE, Bjorck IME. Products based on a high fiber barley genotype, but not on common barley or oats, lower postprandial glucose and insulin responses in healthy humans. *J Nutr*. 1996, 126: 458–466
- ¹⁰⁷ McKeown NM, Meigs JB, Liu S, Saltzman E, Wilson PWF, Jacques PF. Carbohydrate nutrition, insulin resistance, and the prevalence of the metabolic syndrome in the Framingham Offspring Cohort. *Diabetes Care*. 2004, 27: 538–546
- ¹⁰⁸ Feskens EJ, Loeber JG, Kromhout D. Diet and physical activity as determinants of hyperinsulinemia: the Zutphen Elderly Study. *Am J Epidemiol*. 1994, 140: 350–360
- ¹⁰⁹ Lovejoy J, DiGirolamo M. Habitual dietary intake and insulin sensitivity in lean and obese adults. *Am J Clin Nutr*. 1992, 55: 1174–1179
- ¹¹⁰ Liese AD, Roach AK, Sparks KC, Marquart L, D’Agostino RB Jr, Mayer-Davis EJ. Whole-grain intake and insulin sensitivity: the Insulin Resistance Atherosclerosis Study. *Am J Clin Nutr*. 2003, 78: 965–971
- ¹¹¹ Ludwig DS, Pereira MA, Kroenke CH, Hilner JE, Van Horn L, Slattery ML, Jacobs DR. Dietary fiber, weight gain, and cardiovascular disease risk factors in young adults. *JAMA*. 1999, 282: 1539–1546
- ¹¹² Keogh JB, Lau CDH, Noakes M, Bowen J and Clifton PM. Effects of meals with high soluble fibre, high amylose barley variant on glucose, insulin, satiety and thermic effect of food in healthy lean women. *Eur J Clin Nutr*. Advance online publication 13 December 2006
- ¹¹³ Behall KM, Daniel JS, Hallfrisch BS and J. Comparison of Hormone and Glucose Responses of Overweight Women to Barley and Oats. *Am Col Nutr* 2005, 24: 182-188
- ¹¹⁴ Hedblad B, Nilsson P, Engström G, Berglund G and Janzon L. Insulin resistance in non-diabetic subjects is associated with increased incidence of myocardial infarction and death. *Diabet Med* 2002, 19: 470–475

-
- ¹¹⁵ Hallfrisch J, Scholfield DJ, Behall KM. Physiological responses of men and women to barley and oat extracts (Nu-trimX) II. Comparison of glucose and insulin responses. *Cereal Chem.* 2003, 80: 80–83
- ¹¹⁶ Van der Sluijs AMC, Behall KM, Douglass L, Prather E, Scholfield DJ, Hallfrisch J: Effect of cooking on the beneficial soluble β -glucans in Oatrim. *Cereal Foods World.* 1999, 44: 194–198
- ¹¹⁷ U. S. Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Office of Nutritional Products, Labeling, and Dietary Supplements: Claims that can be made for conventional foods and dietary supplements. CFR. 2001, 101. 81
Available at: <http://www.cfsan.fda.gov/dms/hclclaims.html>.
- ¹¹⁸ American Academy of Paediatrics, Cholesterol in Childhood. *Pediatrics* 2006, 57: 176-180
- ¹¹⁹ National cholesterol education program (NCEP). Highlights of the report of the expert panel on blood cholesterol levels in children and adolescents. *Pediatrics* 1992, 89: 495-501.
- ¹²⁰ National high pressure education program working group on high blood pressure in children and adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 2004, 114: 555-576.
- ¹²¹ Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Energy. In: Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. Washington D.C., The National Academic Press, 2002. 5. 1 – 5. 114.
- ¹²² Gidding SS, Dennison BA, Birch LL, Daniels SR, Gilman MW, Lichtenstein AH, Rattay KT, Steinberger J, Stettler N, Van Horn L. American Heart Association, American Academy of Pediatrics, Dietary recommendations for children and adolescents: a guide for practitioners: consensus statement from the American Heart Association. *Circulation* 2005, 112: 2061-2075
- ¹²³ Foster-Powell K, Holt SHA, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values. *Am J Clin Nutr* 2002, 76:5-56.
- ¹²⁴ Τριχοπούλου Α. Πίνακες Συνθέσεως Τροφίμων και Ελληνικών Φαγητών. Αθήνα: Εκδόσεις Παρισιάνου, 2004.
- ¹²⁵ Bandura, A. Social cognitive theory: An agentive perspective. *Ann Rev Psychol*, 52: 1-26
- ¹²⁶ National Dairy Council. Internet:
<http://www.nationaldairyCouncil.org/NationalDairyCouncil>

-
- ¹²⁷ Thang S Han, Mike E J Lean, Jacob C Seidell, Waist circumference remains useful predictor of coronary heart disease. *BMJ* 1996, 312: 1227-1228
- ¹²⁸ Hammer LD, Wilson DM, Litt IF, Killen JD, Hayward C, Miner B, Vosti C, Taylor CBJ, LinksImpact of pubertal development on body fat distribution among white, Hispanic, and Asian female adolescents. *Pediatrics* 1991; 118(6): 975-80
- ¹³¹ Agus M, Swain JF, Larson CL, Eckert EA and Ludwig DS. Dietary composition and physiologic adaptations to energy restriction. *Am J Clin Nutr* 2000, 71: 901-907
- ¹³² Sloth B, Krog-Mikkelsen I, Flint A, et al. No difference in body weight decrease between a low-glycemic-index and a high-glycemic-index diet but reduced LDL cholesterol after 10-wk ad libitum intake of the low-glycemic-index diet. *Am J Clin Nutr* 2004, 80: 337-347
- ¹³³ Dumesnil JG, Turgeon J, Tremblay A, et al. Effect of a low-glycaemic index–low-fat–high protein diet on the atherogenic metabolic risk profile of abdominally obese men. *Br J Nutr* 2001, 86: 557–68.
- ¹³⁴ Bouche C, Rizkalla SW, Luo J, et al. Five-week, low-glycemic index diet decreases total fat mass and improves plasma lipid profile in moderately overweight nondiabetic men. *Diabetes Care* 2002, 25: 822–8