



ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ ΣΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΒΑΡΟΥΣ

Επιβλέπων καθηγητής  
Κ. Μιχαήλ Κλεφτούρη

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	1
Εισαγωγή	2
1.1 Ορισμός και κατηγορίες διαιτητικών ινών	9
1.2 Πηγές διαιτητικών ινών	27
1.3 Μηχανισμοί δράσης των διαιτητικών ινών	33
1.4 Ρόλος των διαιτητικών ινών στη ρύθμιση βάρους	46
1.5 Επιδημιολογικές μελέτες	49
1.6 Παρεμβατικές μελέτες	52
1.7 Διατροφικές συνήθειες και απώλεια βάρους από την κατανάλωση διαιτητικών ινών σε γυναικείο πληθυσμό	55
Συμπεράσματα	67
2.1 Σκοπός και πειραματικοί στόχοι	75
2.2 Δείγμα έρευνας	75
2.3 Μέθοδοι	76
2.4 Αποτελέσματα	77
2.4.1 Ανθρωπομετρικές μετρήσεις	77
2.4.2 Γενικά στοιχεία	84
2.4.3 Διατροφική πρόσληψη	96
Συμπεράσματα	103
Προτάσεις	103
Παράρτημα	104
Βιβλιογραφία	

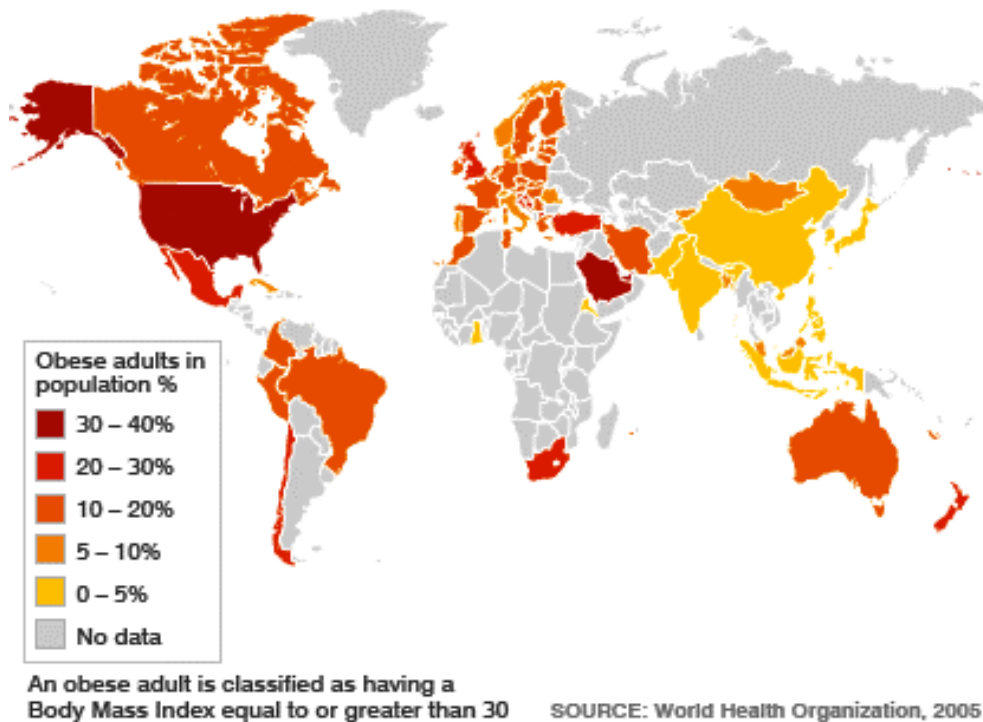
## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία διαπραγματεύεται το ρόλο της διατροφικής ομάδας των διαιτητικών ινών στη ρύθμιση του σωματικού βάρους. Αρχικά, γίνεται μια σύντομη αναφορά στον ορισμό της υπερβαρίας και της παχυσαρκίας, όπως επίσης και στο γεγονός ότι οι δύο αυτές καταστάσεις έχουν πάρει διαστάσεις επιδημίας. Στην εισαγωγή αναφέρεται επίσης ένας σύντομος ορισμός των διαιτητικών ινών και για ποιο λόγο οι επιστήμονες άρχισαν να θεωρούν ότι θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στην αντιμετώπιση της παχυσαρκίας. Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά οι διάφοροι ορισμοί που καθορίζουν ποιες ουσίες ανήκουν στην κατηγορία των διαιτητικών ινών, αλλά και οι διάφορες υπο-κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται οι διαιτητικές ίνες. Στις επόμενες ενότητες παρουσιάζονται οι γενικές ιδιότητες των διαιτητικών ινών και γίνεται μια σύντομη περιγραφή των συνηθέστερων από αυτές. Παρακάτω αναφέρονται οι πιθανοί τρόποι με τους οποίους οι διαιτητικές ίνες συμβάλλουν στην απώλεια και τη ρύθμιση του σωματικού βάρους, (αίσθηση κορεσμού, έκκριση ορμονών, πρόσληψη λίπους από τις τροφές κ.α.). Παρουσιάζονται επίσης διάφορες μελέτες με ξεχωριστές μεθοδολογίες, στόχος των οποίων ήταν η διερεύνηση της συμβολής των διαιτητικών ινών στη ρύθμιση του βάρους. Σε ξεχωριστή ενότητα παρουσιάζονται λεπτομερέστερες συγκεκριμένες έρευνες, στις οποίες μελετήθηκαν οι διατροφικές συνήθειες και η απώλεια βάρους από την κατανάλωση διαιτητικών ινών σε γυναικείο πληθυσμό. Τέλος, στα συμπεράσματα συνοψίζονται οι παρατηρήσεις και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις έως τώρα μελέτες, καθώς και ποια είναι τα επιπλέον ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν σε σχέση με τον ρόλο των διαιτητικών ινών στη ρύθμιση του σωματικού βάρους.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παχυσαρκία, η οποία προσδιορίζεται ως δείκτης μάζας σώματος πάνω από  $30.0 \text{ kg/m}^2$ , έχει μετατραπεί σε μια παγκόσμια επιδημία, καθώς αποτελεί πλέον ένα ανησυχητικό πρόβλημα όχι μόνο στις αναπτυγμένες αλλά και στις αναπτυσσόμενες χώρες. Η παχυσαρκία είναι προς το παρόν η πιο συνηθισμένη μεταβολική ασθένεια στον κόσμο, παρόλο που η επικράτησή της διαφέρει σε μεγάλο βαθμό μεταξύ των διαφορετικών ηπείρων και χωρών. Η προοδευτική τάση για την εξάπλωση της παχυσαρκίας πέρα από τις διαφορές στο γενετικό υπόβαθρο, την κουλτούρα και τον τρόπο ζωής σε διαφορετικές περιοχές του κόσμου έχει οδηγήσει τους επιστήμονες της διατροφής και της υγείας σε λεπτομερέστερη μελέτη του φαινομένου. Επίσης είναι πλέον πολύ σημαντική η έρευνα για αποτελεσματικότερους τρόπους αντιμετώπισής του. Το να είναι κάποιος υπέρβαρος ή παχύσαρκος συνεπάγεται αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης στεφανιαίας νόσου, υπέρτασης, διαβήτη τύπου 2, υπερλιπιδαιμίας, συγκεκριμένων τύπων καρκίνου, μυοσκελετικών διαταραχών, υπνικής άπνοιας, επιπλοκών κατά την εγκυμοσύνη, κατάθλιψης και άλλων ψυχολογικών προβλημάτων (11, 92).

## THE GLOBAL OBESITY PROBLEM

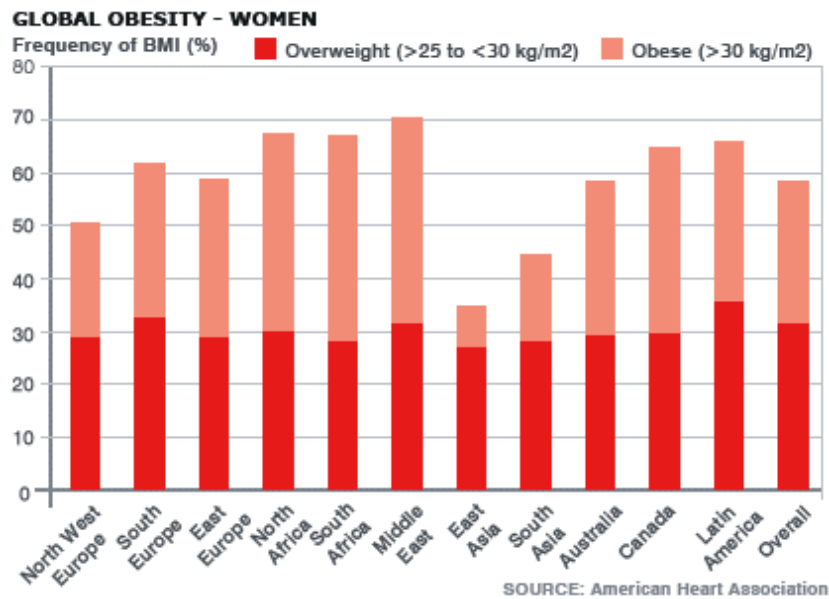


**Εικόνα 1.** Απεικόνιση των ποσοστών παχύσαρκων ατόμων σε διάφορες χώρες. Ως παχύσαρκο προσδιορίζεται ένα άτομο με Δείκτη Μάζας Σώματος μεγαλύτερο από 30 (43).

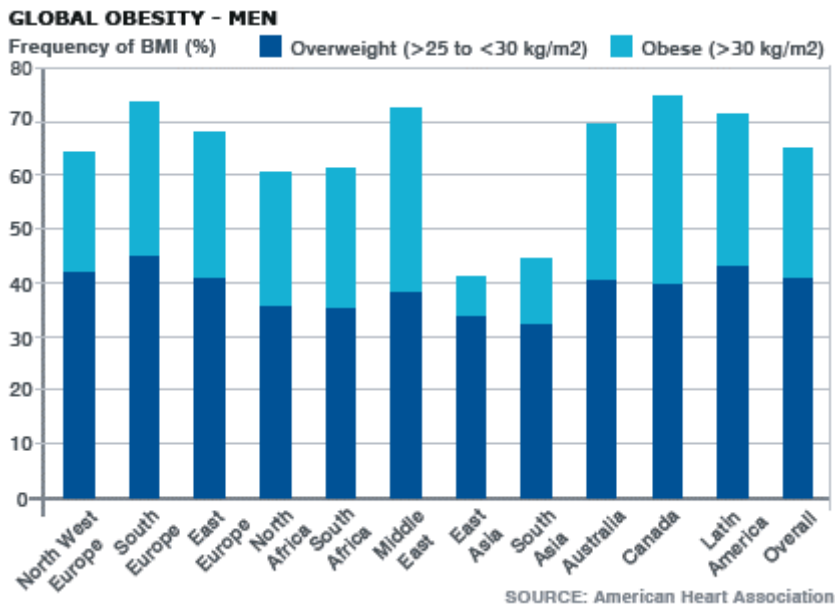
Μέχρι σήμερα οι ερευνητές συμφωνούν ότι η υπερβαρία και η παχυσαρκία προκαλούνται από πολυάριθμους παράγοντες. Ωστόσο, φαίνεται ότι η βασική αιτία απόκτησης επιπλέον βάρους είναι η πρόσληψη ενέργειας από τα τρόφιμα και τα ποτά που υπερβαίνει την ενέργεια που δαπανάται κατά την φυσική δραστηριότητα και άλλες μεταβολικές διεργασίες. Η μακροχρόνια έλλειψη ισορροπίας μεταξύ αυτών των δύο μηχανισμών θεωρείται ότι ευθύνεται για την ανάπτυξη της παχυσαρκίας. Το αρνητικό ενεργειακό ισοζύγιο που επιτυγχάνεται (ή γίνεται προσπάθεια να επιτευχθεί) κατά την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας θα πρέπει να συνεπάγεται τη μείωση του αποθηκευμένου λίπους και την κατάλληλη διατήρηση μιας υγιούς σωματικής μάζας (92, 115).

Η αντιμετώπιση αυτού του παγκόσμιου φαινομένου περιλαμβάνει διάφορες προσεγγίσεις και οι μέχρι τώρα προσπάθειες υποδεικνύουν ότι η τροποποίηση της διατροφικής συμπεριφοράς θα πρέπει να αποτελεί στοιχείο όλων των στρατηγικών διαχείρισης του σωματικού βάρους (92). Τόσο σε ατομικό, όσο και σε πληθυσμιακό επίπεδο, οι στρατηγικές που βασίζονται στη βελτίωση της διατροφής και την αύξηση

της σωματικής δραστηριότητας αποτελούν θεμελιώδεις προσεγγίσεις για τον έλεγχο της επιδημίας της υπερβαρίας και της παχυσαρκίας (10).



**Εικόνα 2.** Ποσοστά υπέρβαρων και παχύσαρκων γυναικών σε διάφορες περιοχές του κόσμου. Με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται τα ποσοστά των υπέρβαρων και με ροζ χρώμα τα ποσοστά των παχύσαρκων γυναικών (42).



**Εικόνα 3.** Ποσοστά υπέρβαρων και παχύσαρκων ανδρών σε διάφορες περιοχές του κόσμου. Με μπλε χρώμα απεικονίζονται τα ποσοστά των υπέρβαρων και με γαλάζιο χρώμα τα ποσοστά των παχύσαρκων ανδρών (42).

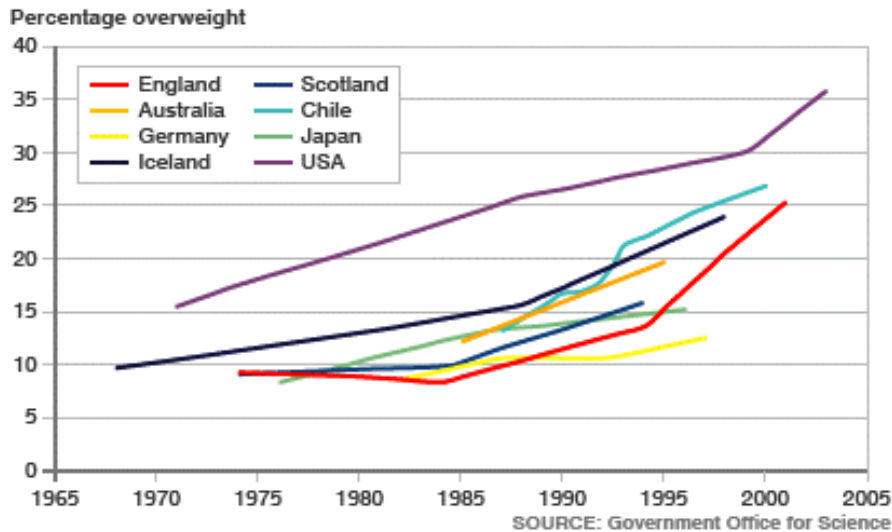
Υπάρχουν πολλοί λόγοι για τους οποίους η πρόληψη είναι πιθανότατα ο μόνος αποτελεσματικός τρόπος ανασχεσης του προβλήματος του αυξημένου σωματικού βάρους και της παχυσαρκίας. Η πρόληψη της αύξησης του βάρους και η διατήρηση

μια υγιούς σωματικής μάζας είναι ευκολότερη, πιο οικονομική και πιθανώς πιο αποτελεσματική από την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας όταν είναι πλήρως εξελιγμένη. Τα βασικά στοιχεία σε μια στρατηγική πρόληψης της αύξησης του σωματικού βάρους είναι η διατροφή, στα πλαίσια της οποίας πρέπει να μειώνεται η πρόσληψη ενέργειας και η φυσική δραστηριότητα, στα πλαίσια της οποίας θα πρέπει να αυξάνονται οι ενεργειακές δαπάνες (93).

Η αυξημένη πρόσληψη θερμίδων είναι η πρωταρχική αιτία για το σχεδιασμό συγκεκριμένης διαιτητικής αγωγής. Ωστόσο, εκτός από τη μείωση των θερμίδων πρέπει να λαμβάνεται υπόψη εάν είναι ταυτόχρονα απαραίτητες και κάποιες τροποποιήσεις ως προς το είδος των τροφών ή των θρεπτικών στοιχείων που καταναλώνονται. Κατά την κλινική διαχείριση των παχύσαρκων ατόμων, το πρότυπο «λιγότερη τροφή – περισσότερη άσκηση» έχει αποδειχτεί να έχει μικρή αξία. Παρομοίως, οι αγωγές που βασίζονται σε πολύπλοκα ή σχολαστικά διαιτητικά προγράμματα τείνουν να καταλήγουν σε ανεπιτυχή μακροχρόνια αποτελέσματα: οι ασθενείς με τον καιρό επιστρέφουν στις παλιές τους συνήθειες. Η συχνή επαναπόκτηση του βάρους μετά την παύση των περισσότερων ιατρικών θεραπειών έχει οδηγήσει στη χρήση εναλλακτικών, πιο συντηρητικών προσεγγίσεων, κάποιες από τις οποίες βασίζονται στη χρήση των διαιτητικών ινών. Οι διαιτητικές ίνες δεν θεωρούνται ως απαραίτητο θρεπτικό στοιχείο της διατροφής στον άνθρωπο, ωστόσο συμμετέχουν στην τροποποίηση της πρόσληψης ενέργειας. Από αυτή την άποψη, θεωρούνται παράγοντας που συμβάλλει στο χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης της παχυσαρκίας (14).



#### INCREASING NUMBER OF OVERWEIGHT CHILDREN AROUND THE WORLD



**Εικόνα 4.** Απεικόνιση του αυξανόμενου αριθμού των υπέρβαρων παιδιών σε όλο τον κόσμο (43).

Οι ειδικοί της διατροφής προσπαθούν πλέον όλο και περισσότερο να βοηθήσουν τους ασθενείς τους στην επίτευξη ρεαλιστικότερων μακροπροθέσμων στόχων, όπως η αποφυγή της περαιτέρω αύξησης βάρους. Οι περισσότεροι ασθενείς ανταποκρίνονται πιο ικανοποιητικά σε στρατηγικές διατροφής οι οποίες τους βοηθούν να επιτύχουν και να διατηρήσουν μια αίσθηση κορεσμού ενώ μειώνουν τη θερμιδική πρόσληψη. Η σημαντική αύξηση της κατανάλωσης διαιτητικών ινών με στόχο τη μείωση της θερμιδικής πυκνότητας και της γλυκαιμικής επίδρασης των τροφών θεωρείται γενικά ότι παίζει αξιόλογο, αν όχι βασικό, ρόλο στη μακροπρόθεσμη διαχείριση του σωματικού βάρους (19). Η θεωρία ότι τα διατροφικά προγράμματα που είναι πλούσια σε διαιτητικές ίνες περιέχουν γενικά χαμηλά ποσοστά κορεσμένου λίπους οδήγησε πολλές αρχές και τροφικούς οργανισμούς διαφόρων χωρών να συνιστούν εδώ και αρκετό καιρό μεγαλύτερη κατανάλωση προϊόντων δημητριακών για τον έλεγχο του σωματικού βάρους (10).

Με την πραγματοποίηση όλο και περισσότερων ερευνών, αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο ότι η κατανάλωση φρούτων, λαχανικών και σιτηρών συνεπάγεται την πρόσληψη συστατικών με σημαντική βιολογική λειτουργία (διαιτητικές ίνες). Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών ενισχύουν συνεχώς την υπόθεση ότι η κατανάλωση τροφίμων πλούσιων σε διαιτητικές ίνες συνεισφέρει σημαντικά στην προστασία από ασθένειες του μεταβολισμού και τη ρύθμιση του βάρους. Για το λόγο αυτό, οι διαιτητικές ίνες έχουν χαρακτηριστεί ως «λειτουργικά τρόφιμα», καθώς

μπορούν να επηρεάσουν θετικά μία ή περισσότερες στοχευμένες δράσεις του ανθρώπινου οργανισμού (45).

Για την ακρίβεια, η άφθονη πρόσληψη διαιτητικών ινών μειώνει τον κίνδυνο για την ανάπτυξη ασθενειών όπως τα καρδιαγγειακά νοσήματα, η εγκεφαλική συμφόρηση, η υπέρταση, ο διαβήτης, η παχυσαρκία και συγκεκριμένες γαστρεντερικές διαταραχές. Επιπλέον, η αυξημένη κατανάλωση διαιτητικών ινών βελτιώνει τις συγκεντρώσεις λιπιδίων στον ορό, χαμηλώνει την αρτηριακή πίεση, βελτιώνει τον έλεγχο της γλυκόζης στο αίμα σε διαβητικούς ασθενείς, συμβάλλει στην κανονικότητα των κενώσεων, βοηθά στην απώλεια βάρους και φαίνεται ότι βελτιώνει την λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος (108).

Σήμερα, η έκδοση συνιστώμενων ημερήσιων ποσοτήτων λήψης διαιτητικών ινών από τους αρμόδιους οργανισμούς και οι αλλαγές στις διατροφικές συνήθειες των λαών, εντείνουν την προσπάθεια εμπλουτισμού των τροφίμων με συστατικά υψηλής περιεκτικότητας σε ίνες. Επιπροσθέτως, η κατανόηση της τεχνολογικής λειτουργικότητας κατά τη χρήση των ινών, συνέβαλε στη βελτίωση της οργανοληπτικής ποιότητας των εμπλουτισμένων με διαιτητικές ίνες τροφίμων, και επομένως στην αύξηση της κατανάλωσής τους (46).

Οι διαιτητικές ίνες αποτελούν μια διατροφική ομάδα με διάφορα ευεργετικά αποτελέσματα στη φυσιολογία, στα οποία συμπεριλαμβάνονται η μείωση της συνολικής και της LDL χοληστερόλης, η μείωση των επιπέδων γλυκόζης και ινσουλίνης στο αίμα μετά από τα γεύματα, η αύξηση του όγκου των κοπράνων και/ή η μείωση του χρόνου διέλευσης όπως και η ζύμωση από τη μικροχλωρίδα του εντέρου. Ωστόσο, επιπλέον ευεργετικές δράσεις των διαιτητικών ινών όπως η συμβολή τους στην απώλεια βάρους, η μείωση του λίπους και η αύξηση του κορεσμού δεν συμπεριλαμβάνονται σε καταλόγους που έχουν συνταχθεί από οργανισμούς διατροφής (38).

Οι διαιτητικές ίνες είναι μια από τις περισσότερο μελετημένες διατροφικές ομάδες οι οποίες σχετίζονται με τη καλή υγεία του καρδιαγγειακού συστήματος. Πριν από τρεις δεκαετίες προτάθηκε η ιδέα ότι μια δίαιτα πλούσια σε μη-εξευγενισμένους υδρογονάνθρακες και ίνες σχετίζεται με την χαμηλότερη εξάπλωση χρόνιων ασθενειών. Ο ρόλος των διαιτητικών ινών στην ανθρώπινη υγεία και τους μηχανισμούς του ανθρώπινου οργανισμού συνεχίζει να είναι θέμα συζήτησης εντός της επιστημονικής κοινότητας (57). Η πρόσφατη έρευνα στο συγκεκριμένο πεδίο οδήγησε στην απομόνωση των ενώσεων αυτών και πλέον οι επιστήμονες που

απασχολούνται σε αντίστοιχους τομείς προσπαθούν να προσδιορίσουν εάν η αύξηση των επιπέδων τους στο πλαίσιο μιας δίαιτας μπορεί να αποβεί ευεργετική για την υγεία του ανθρώπου, αλλά και με ποιους τρόπους συμβαίνει κάτι τέτοιο.

Οι διαιτητικές ίνες και οι τροφές ολικής άλεσης (whole grains) αποτελούν μια άφθονη πηγή θρεπτικών στοιχείων που περιέχουν βιταμίνες, μεταλλικά στοιχεία (minerals) και είναι πηγές ενέργειας αργής αποδέσμευσης. Επιπλέον περιέχουν φυτοχημικά (phytochemicals) όπως φαινολικές ενώσεις (phenolics), καροτενοειδή, λιγνάνες (lignans), β-γλυκάνες και ινουλίνη. Αυτές οι χημικές ουσίες, οι οποίες εκκρίνονται από τα φυτά δεν κατατάσσονται προς το παρόν ως απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία αλλά πιθανότατα αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την ανθρώπινη υγεία (63).

Οι συνεργικές (synergistic) επιδράσεις των φυτοχημικών, το αυξημένο περιεχόμενο σε θρεπτικά στοιχεία και οι πεπτικές (digestive) ιδιότητές τους θεωρούνται ότι είναι η βάση των μηχανισμών πίσω από τις ευεργετικές επιδράσεις των διαιτητικών ινών στην αντιμετώπιση και την πρόληψη της παχυσαρκίας και του διαβήτη, τη μείωση της εμφάνισης καρδιαγγειακών ασθενειών και ορισμένων τύπων καρκίνων (63).

Συνήθως, οι διατροφικές οδηγίες περιλαμβάνουν συστάσεις για την αύξηση της πρόσληψης διαιτητικών ινών ώστε να βελτιωθεί η υγεία και να προληφθεί η εμφάνιση ασθενειών στα άτομα που απευθύνονται σε ειδικούς της διατροφής. Ωστόσο, μελετώντας την αντίστοιχη βιβλιογραφία παρατηρούνται ανακολουθίες σε ότι αφορά την σχέση των διαιτητικών ινών και του σωματικού βάρους (1).

## ΜΕΡΟΣ 1<sup>ο</sup>

### 1.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ

Οι διαιτητικές ίνες μπορούν να διαχωριστούν σε πολλές διαφορετικές ομάδες. Η διάκριση των ομάδων ουσιών που συνολικά αποτελούν τις διαιτητικές ίνες μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση του τρόπου και των αιτιών που αυτές μειώνουν τον κίνδυνο εμφάνισης ασθενειών που σχετίζονται με τη διατροφή και συμβάλλουν στη διαχείριση του σωματικού βάρους.

Η απλούστερη μορφή κατηγοριοποίησης των υδατανθράκων είναι ο διαχωρισμός τους σε δύο βασικές ομάδες ανάλογα με τον βαθμό αφομοίωσής τους στον γαστρεντερικό σωλήνα. Στην πρώτη ομάδα ανήκουν το άμυλο, τα απλά σάκχαρα και οι φρουκτάνες. Οι υδατάνθρακες αυτοί υδρολύονται εύκολα μέσω ενζυμικών αντιδράσεων και απορροφώνται από το λεπτό έντερο. Οι ενώσεις αυτές αναφέρονται επίσης και ως μη δομικοί υδατάνθρακες, μη ινώδεις πολυσακχαρίτες ή απλοί υδατάνθρακες. Στη δεύτερη ομάδα περιλαμβάνονται η κυτταρίνη, η ημικυτταρίνη, η λιγνίνη, η πηκτίνη και οι β-γλυκάνες. Οι υδατάνθρακες αυτοί είναι ανθεκτικοί στην πέψη από το λεπτό έντερο και απαιτούν την πραγματοποίηση αντιδράσεων ζύμωσης από τους βακτηριακούς πληθυσμούς του παχέος εντέρου. Οι ενώσεις αυτές αναφέρονται επίσης και ως σύνθετοι υδατάνθρακες, μη αμυλούχοι πολυσακχαρίτες ή δομικοί υδατάνθρακες (63).

Ο διαχωρισμός των υδατανθράκων σε δομικούς και μη δομικούς παρέχει τη βάση για τον ακριβή προσδιορισμό και την κατανόηση των διαιτητικών ινών. Η διαδικασία αυτή είναι αρκετά περίπλοκη και έχει αντιμετωπιστεί τόσο από διατροφική, όσο και από αναλυτική σκοπιά. Ο πιο συνηθισμένος και αποδεκτός ορισμός βασίζεται στη διατροφική φυσιολογία. Ωστόσο, οι χημικοί επιστήμονες και οι ρυθμιστικοί οργανισμοί και συμβούλια στρέφονται περισσότερο προς αναλυτικές διαδικασίες για να προσδιορίσουν τεκμηριωμένα τις ουσίες που συνιστούν τις διαιτητικές ίνες. Από την άλλη πλευρά, ο ορισμός που βασίζεται στη φυσιολογία είναι πιο κατανοητός από το ευρύ κοινό και χρησιμοποιείται για πρακτικούς λόγους (63).

Οι διαιτητικές ίνες περιγράφονται από διάφορους ορισμούς, οι οποίοι βασίζονται σε διαφορετικές προσεγγίσεις. Ο ορισμός με βάση τη «βοτανική» προσέγγιση, προσδιορίζει τις διαιτητικές ίνες ως συστατικά των κυτταρικών τοιχωμάτων των φυτών, ενώ ο ορισμός με βάση τη «χημική» προσέγγιση προσδιορίζει τις διαιτητικές ίνες ως μη αμυλούχους πολυσακχαρίτες. Τέλος ο ορισμός με βάση τη «φυσιολογική» προσέγγιση αναφέρει τις διαιτητικές ίνες ως πολυσακχαρίτες, ολιγοσακχαρίτες και άλλες σχετικές ουσίες των κυτταρικών τοιχωμάτων που παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στην πέψη στον ανώτερο γαστρεντερικό σωλήνα (79). Οι φυτικοί υδατάνθρακες που βρίσκονται στις τροφές είναι συνήθως ένα μείγμα πολυσακχαριτών, που αποτελούν συστατικά στοιχεία του φυτικού κυτταρικού τοιχώματος ή ενδοκυττάρων δομών των φυτικών κυττάρων (44).

Με άλλα λόγια, μπορούμε να ορίσουμε ως διαιτητικές ίνες τα φαγώσιμα μέρη των φυτικών τροφίμων, τα οποία αποτελούνται από πολυσύνθετες ουσίες. Οι ουσίες αυτές μπορούν να περιγραφούν ως μη-αφομοιώσιμοι (non-digestible) υδατάνθρακες και λιγνίνες. Αυτό σημαίνει ότι οι ενώσεις αυτές δεν διασπώνται ενζυμικά σε μόρια που μπορούν να απορροφηθούν από το στομάχι ή το λεπτό έντερο (12). Οι διαιτητικές ίνες περιγράφονται επίσης και ως μη-αφομοιώσιμοι υδατάνθρακες με βαθμό πολυμερισμού  $\geq 3$  (38). Ο ορισμός αυτός είναι πολύ πρόσφατος (2010) και προτάθηκε από την Αμερικανική Ένωση Χημικών των Δημητριακών (American Association of Cereal Chemists). Ο περιορισμός του βαθμού πολυμερισμού συμπεριλήφθηκε για να αποκλειστούν οι μονο- και δισακχαρίτες. Τα γνωστά συστατικά στοιχεία των διαιτητικών ινών αναφέρονται στον πίνακα. Ο ορισμός αυτός περιγράφει με περισσότερες λεπτομέρειες τα στοιχεία των διαιτητικών ινών όπως και η γενετική τους δομή (genetic makeup) (63, 4).

Τα πολυμερή υδατανθράκων που απαντώνται στη φύση είναι συστατικά στοιχεία των κυτταρικών τοιχωμάτων των φυτών, περιέχονται όμως και σε εκκρίματα και εκχυλίσματα των φυτών. Οι ανάλογοι υδατάνθρακες παράγονται είτε με τροποποίηση των φυσικών πολυμερών υδατανθράκων, είτε με χημική σύνθεση και έχουν παρόμοια σύσταση (46). Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (World Health Organization -WHO) και ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (Food and Agriculture Organization - FAO) συμφωνούν με τον παραπάνω ορισμό με την διαφορά ότι αναφέρουν ότι οι διαιτητικές ίνες είναι πολυσακχαρίτες με δέκα ή

περισσότερες μονομερείς υπομονάδες, οι οποίοι δεν υδρολύονται από τις ενδογενείς ορμόνες στο λεπτό έντερο (63, 65).

**Πίνακας 1.** Κατηγορίες υδατανθράκων.

<b>Μη Αμυλούχοι Πολυσακχαρίτες και Ολιγοσακχαρίτες</b>
Κυτταρίνη Ημικυτταρίνη Αραβινοξυλάνες Αραβινογαλακτάνες Πολυφρουκτόζες Ινουλίνη Ολιγοφρουκτάνες Γαλακτο-ολιγοσακχαρίτες Κόμμεα Mucilages Πηκτίνες
<b>Ανάλογα Υδατανθράκων</b>
Μη αφομοιώσιμες δεξτρίνες Ανθεκτικές μαλτοδεξτρίνες Ανθεκτικές δεξτρίνες πατάτας Συνθετικές ενώσεις υδατανθράκων Πολυδεξτρόζη Μεθυλ-κυτταρίνη Υδροξυ-προπυλ-μεθυλ-κυτταρίνη Ανθεκτικά άμυλα
<b>Λιγνίνες που Σχετίζονται με Μη Αμυλούχους Υδατάνθρακες – Σύμπλοκα Λιγνινών</b>
Κηροί (Waxes) Phytate Cutin Saponins Suberin Suberin Tannin

Οι λειτουργικές ίνες (functional fiber) αποτελούνται από απομονωμένους, μη-αφομοιώσιμους υδατάνθρακες του τύπου που περιγράφηκε παραπάνω, οι οποίοι έχουν ευεργετικές φυσιολογικές επιδράσεις στον άνθρωπο. Οι λειτουργικές ίνες προστίθενται και τη διαδικασία προετοιμασίας των τροφών ή καταναλώνονται ξεχωριστά ως συμπλήρωμα. Οι ενώσεις που μπορούν να συμπεριληφθούν στις λειτουργικές ίνες περιλαμβάνουν ενώσεις που δεν αφομοιώνονται και απομονώνονται από φυτικούς (π.χ. ανθεκτικό άμυλο, πηκτίνη και κόμμεα) ή ζωικούς οργανισμούς (π.χ. χιτίνη και χιτοζάνη) και υδατάνθρακες που παράγονται βιομηχανικά (ανθεκτικό

άμυλο, πολυδεξτρόζη, ινουλίνη, μη αφομοιώσιμες δεξτρίνες) (84). Οι συνολικές ίνες (Total fiber) είναι το άθροισμα των διαιτητικών ινών και των λειτουργικών ινών (1, 19). Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι πολλές ρυθμιστικές αρχές δεν αναγνωρίζουν αυτόν τον τύπο ινών ως «διαιτητικές ίνες» με την ευρύτερη έννοια (19).

#### Ιδιότητες των Διαιτητικών Ινών

Οι φυσικές ιδιότητες των διαιτητικών ινών ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο τους και ακόμη και μια μικρή διαφοροποίηση μπορεί να επηρεάσει τις αντίστοιχες φυσιολογικές επιδράσεις τους. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι δεν υπάρχει κάποιος τύπος βιοχημικής ανάλυσης που να απεικονίζει τη διατροφική κατάσταση ή ιδιότητες των διαιτητικών ινών (για παράδειγμα, δεν είναι δυνατό να μετρηθούν τα επίπεδα διαιτητικών ινών στο αίμα καθώς αυτές δεν απορροφώνται κατά την πέψη) (84).

Οι παραπάνω προσδιορισμοί των βρώσιμων, μη αφομοιώσιμων υδατανθράκων αναγνωρίζουν την ποικιλομορφία των υδατανθράκων που περιέχονται στα τρόφιμα και οι οποίοι δεν πέπτονται: τα φυτικά κυτταρικά τοιχώματα και οι αποθηκευμένοι υδατάνθρακες που κυριαρχούν στις τροφές, οι υδατάνθρακες που συνεισφέρονται από τα ζωικά προϊόντα και οι απομονωμένοι υδατάνθρακες μικρού μοριακού βάρους που εντοπίζονται φυσικά ή συντίθενται με χημικές μεθόδους. Ωστόσο, η κατηγοριοποίησή τους ως προς το ιξώδες, την ικανότητα σχηματισμού γέλης και τη ζύμωσή τους μπορεί να είναι περισσότερο σχετική κατά την ανάλυσή τους. Πράγματι, αυτές και άλλες φυσικοχημικές ιδιότητες των ινών (ικανότητα συγκράτησης νερού, ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, προσρόφηση οργανικών υλικών) θεωρούνται πλέον ότι είναι ουσιώδεις για τα ευεργετικά αποτελέσματά τους στη φυσιολογία (19).

Οι διαιτητικές ίνες διαχωρίζονται σε διαλυτές και αδιάλυτες. Η διαφορά μεταξύ αυτών των τύπων ινών βασίζεται στη σχετική διαλυτότητά τους στο νερό. Ο διαχωρισμός τους σε αυτές τις δυο κατηγορίες βασίζεται σε χημικές ιδιότητες, οι οποίες συνεπάγονται την απορρόφηση νερού από αυτές, αλλά και φυσικές και λειτουργικές ιδιότητες της κάθε ίνας. Οι διαλυτές ίνες διαλύονται στο νερό σχηματίζοντας παχύρρευστες μάζες (viscous gels). Διαφεύγουν την πέψη από το λεπτό έντερο και υπόκεινται εύκολα σε ζύμωση από τη μικροχλωρίδα του παχέος εντέρου. Οι διαλυτές ίνες περιλαμβάνουν τις πηκτίνες, τα κόμμεα, τις φρουκτάνες τύπου ινουλίνης, τις β-γλυκάνες, ολιγοσακχαρίτες, ανθεκτικές δεξτράνες, ανθεκτικά άμυλα και κάποιες ημικυτταρίνες (63).

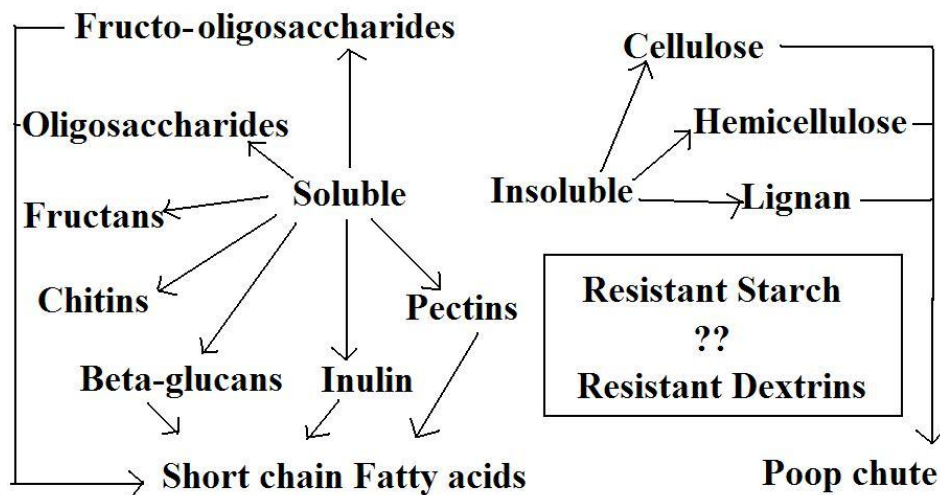
**Πίνακας 2.** Γενικά χαρακτηριστικά των διαιτητικών ινών (44).

<b>Χαρακτηριστικά</b>	<b>Διαιτητικές Ίνες</b>
Μη-αφομοιώσιμοι ζωικοί υδατάνθρακες	Όχι
Υδατάνθρακες που δεν συλλέγονται με αλκοολική κατακρήμνιση*	Ναι
Μη-αφομοιώσιμοι μονο- και δισακχαρίτες και πολυαλκοόλες (polyols)	Όχι
Λιγνίνες	Ναι
Ανθεκτικά άμυλα	Ορισμένες
Άθικτες, φυσικά ευρισκόμενες μόνο σε τροφές	Ναι
Ανθεκτικότητα σε ένζυμα του ανθρώπου	Ναι
Σαφείς φυσιολογικές επιδράσεις	Όχι

\* Συμπεριλαμβάνονται η ινουλίνη, οι ολιγοσακχαρίτες (3-10 βαθμοί πολυμερισμού), οι φρουκτάνες, η πολυδεξτρόζη, η μεθυλ-κυτταρίνη, οι ανθεκτικές μαλτοδεξτρίνες και άλλες σχετικές ενώσεις.

Στον ανθρώπινο γαστρεντερικό σωλήνα, οι αδιάλυτες ίνες δεν διαλύονται στο νερό. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος δεν σχηματίζουν γέλη και κατά συνέπεια περιορίζεται σημαντικά η ζύμωση που υφίστανται. Ορισμένα παραδείγματα αδιάλυτων ινών είναι η λιγνίνη, η κυτταρίνη και κάποιες ημικυτταρίνες. Τα περισσότερα τρόφιμα που περιέχουν διαιτητικές ίνες περιλαμβάνουν περίπου ένα τρίτο διαλυτών και δύο τρίτα αδιάλυτων ινών (63).





**Εικόνα 5.** Διάγραμμα διαφόρων τύπων διαιτητικών ινών και κατανομή τους σε διαλυτές και αδιάλυτες ίνες (56).

Ο χαρακτηρισμός ινών ως ζυμώσιμες (Fermentable) ή μη-ζυμώσιμες (nonfermentable) αναφέρεται στο εάν αυτές υπόκεινται σε ζύμωση από την αναερόβια χλωρίδα του παχέος εντέρου, με αποτέλεσμα την παραγωγή λιπαρών οξέων βραχέων αλυσίδων (short-chain fatty acids), τα οποία μπορούν στη συνέχεια να απορροφηθούν και να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας (12). Οι περισσότερες διαιτητικές ίνες υπόκεινται σε ζύμωση σε κάποιο ποσοστό. Αυτό όμως ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό: οι διαλυτές ίνες (όπως η πηκτίνη, η ινουλίνη και οι β-γλυκάνες) και τα αδιάλυτα άμυλα και ολιγοσακχαρίτες τείνουν να υπόκεινται ευκολότερα σε ζύμωση από ότι οι ίνες των δημητριακών (όπως η κυτταρίνη και οι ημικυτταρίνες) (13).

Οι διαλυτές ίνες έχουν ευεργετικά αποτελέσματα στο μεταβολισμό της γλυκόζης και των λιπιδίων, τα οποία αποδίδονται μερικώς στο αυξημένο ιξώδες των συστατικών τους. Από τη ζύμωση των διαλυτών ινών στο κόλον παράγονται λιπαρά οξέα, τα οποία έχουν ενδεχομένως ευεργετικά αποτελέσματα στο συνολικό μεταβολισμό των λιπιδίων, την πρόληψη καρδιαγγειακών ασθενειών, τη διαφοροποίηση ή την απόπτωση των κυττάρων του βλεννογόνου του εντέρου, όπως και τη λειτουργία τους ως φράγμα. Οι αδιάλυτες ίνες έχουν γενικά χαμηλό ποσοστό ζύμωσης, αλλά διαθέτουν παθητικές ιδιότητες συγκράτησης νερού οι οποίες με τη σειρά τους συνεισφέρουν στον όγκο των κοπράνων και έχουν καθαρικά αποτελέσματα (57).

**Πίνακας 3.** Χαρακτηριστικά διαλυτών και αδιάλυτων ινών και ορισμένες πηγές τους (85).

### Χαρακτηριστικά Διαλυτών και Αδιάλυτων Ινών

<b>Διαλυτές Ίνες</b> Επιβραδύνουν την πέψη και συνεισφέρουν στην απορρόφηση ζωτικών θρεπτικών στοιχείων από τις τροφές. Διαλύονται στο νερό που υπάρχει στο παχύ έντερο και σχηματίζουν γέλη	<b>Αδιάλυτες Ίνες</b> Δεν διαλύονται στο νερό αλλά αυξάνουν την κίνηση των αποβλήτων μέσα στο γαστρεντερικό σωλήνα. Έχουν συσχετιστεί με μειωμένο κίνδυνο καρδιαγγειακών νοσημάτων και καθυστέρηση της προόδου τους.
Βοηθούν στη μείωση των επιπέδων συνολικής χοληστερόλης και LDL χοληστερόλης. Τροφές πλούσιες σε διαλυτές ίνες είναι το πίτουρο βρώμης και ρυζιού, το κριθάρι, τα μπιζέλια, τα φασόλια, η σάρκα των μήλων, τα εσπεριδοειδή, οι φράουλες	Προλαμβάνουν τη δυσκοιλιότητα και βοηθούν στην απομάκρυνση τοξικών αποβλήτων από το κόλον Τροφές πλούσιες σε αδιάλυτες ίνες είναι το πίτουρο σιταριού, τα αναποφλοιώτα δημητριακά και σπόροι, το ρύζι, ο λιναρόσπορος, ο φλοιός ψύλλιου, οι ξηροί καρποί, το λάχανο, τα καρότα, η φλούδα των μήλων κ.α.

#### Λειτουργικές ιδιότητες διαιτητικών ινών ως συστατικά τροφίμων

Η ανάπτυξη τροφίμων εμπλουτισμένων με διαιτητικές ίνες, απαιτεί την κατανόηση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των διαιτητικών ινών, τόσο από διατροφική όσο και από τεχνολογική σκοπιά. Τα κύρια δομικά συστατικά των διαιτητικών ινών είναι σάκχαρα (γλυκόζη, γαλακτόζη, ξυλόζη, μανόζη, αραβινόζη, ραμνόζη και φουκόζη) και οξέα σακχάρων (μαννουρονικό, γαλακτουρονικό, γλυκουρονικό και 4-O-μεθυλ-D-γλυκουρονικό). Τα σάκχαρα περιέχουν λειτουργικές ομάδες (υδρογόνα, υδροξύλια, καρβονύλια, καρβοξύλια, θειικά, μεθύλια), που τους επιτρέπουν να αλληλεπιδρούν τόσο μεταξύ τους όσο και με άλλα συστατικά του τροφίμου (46).

Οι φυσικοχημικές ιδιότητες των διαιτητικών ινών καθορίζονται από αυτούς τους τύπους των σακχάρων, των οξέων σακχάρων και των λειτουργικών ομάδων τους είναι καθοριστικοί για αυτές, και επομένως και για τη λειτουργικότητά τους. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο όρος φυσικοχημικές ιδιότητες είναι γενικότερος και περιλαμβάνει μαζί με τις λειτουργικές ιδιότητες (ενυδάτωσης, δέσμευσης ιόντων, κλπ.) και δομικές παραμέτρους, όπως το μέγεθος των σωματιδίων και το πορώδες των ινών που ουσιαστικά επηρεάζουν τις λειτουργικές αυτές ιδιότητες (46).

Οι λειτουργικές ιδιότητες των διαιτητικών ινών δεν διαδραματίζουν μόνο θεμελιώδη ρόλο στις φυσιολογικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά επηρεάζουν τις ιδιότητες των τροφίμων στα οποία προστίθενται. Έτσι, η ενσωμάτωση των ινών σε τρόφιμα τροποποιεί τη συνοχή, την υφή, τις ρεολογικές ιδιότητες και τη σταθερότητά τους με διάφορους μηχανισμούς που εξαρτώνται κυρίως από τη διαλυτότητά τους. Γενικά οι διαλυτές διαιτητικές ίνες αυξάνουν το ιξώδες της υγρής φάσης του τροφίμου, ανάλογα με το μέγεθος του πολυμερούς και την κατανομή του μοριακού βάρους, ενώ οι αδιάλυτες ίνες διογκώνονται και συγκρατούν νερό ανάλογα με το μέγεθος και την κατανομή των πόρων τους (46).

Οι κρίσιμες λειτουργικές ιδιότητες των ινών που καθορίζουν την ενσωμάτωσή τους στα τρόφιμα, πέραν της διαλυτότητας, περιλαμβάνουν τις ιδιότητες ενυδάτωσης (συμπεριλαμβανομένου του σχηματισμού πηκτής), αύξησης του ιξώδους και απορρόφησης λιπαρών. Πρόσθετοι παράγοντες όπως το χρώμα και η γεύση των ινών, πρέπει να ληφθούν υπόψη σε πολλές εφαρμογές, λόγω των επιπτώσεών τους στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος (46).

Τέλος, στις λειτουργικές ιδιότητες των ινών συμπεριλαμβάνεται και η ικανότητά τους να δεσμεύουν μέταλλα και οργανικά μόρια. Η ιδιότητα αυτή σχετίζεται με την αντίστοιχη λειτουργικότητά τους στον ανθρώπινο οργανισμό και δεν επηρεάζει τις τεχνολογικές εφαρμογές τους (46).

<b>Μονομερή</b>	<b>Πολυμερή</b>	
Αραβινόζη Ξυλόζη Γαλακτόζη Γλυκόζη Φρουκτόζη Μαννόζη Φουκόζη Ραμνόζη Γαλακτουρονικό οξύ Γλυκουρονικό οξύ Μαννουρονικό οξύ Γουλουρονικό οξύ	<b>Ολιγοσακχαρίτες</b>  Φρουκτο- ολιγοσακχαρίτες  Γαλακτο- ολιγοσακχαρίτες	<b>Πολυσακχαρίτες</b> Κυτταρίνη Ξυλογλυκάνες (Γλυκουρονο)-Αραβινοξυλάνες Γλυκομαννάνες Γαλακτάνες Γαλακτομαννάνες β-Γλυκάνες β-1,3 Γλυκάνες Πηκτίνες (Γαλακτουρονάνες, Ραμνογαλακτουρονάνες) Αραβινογαλακτάνες Αραβινάνες Φρουκτάνες (Ινουλίνη) Αλγινικά

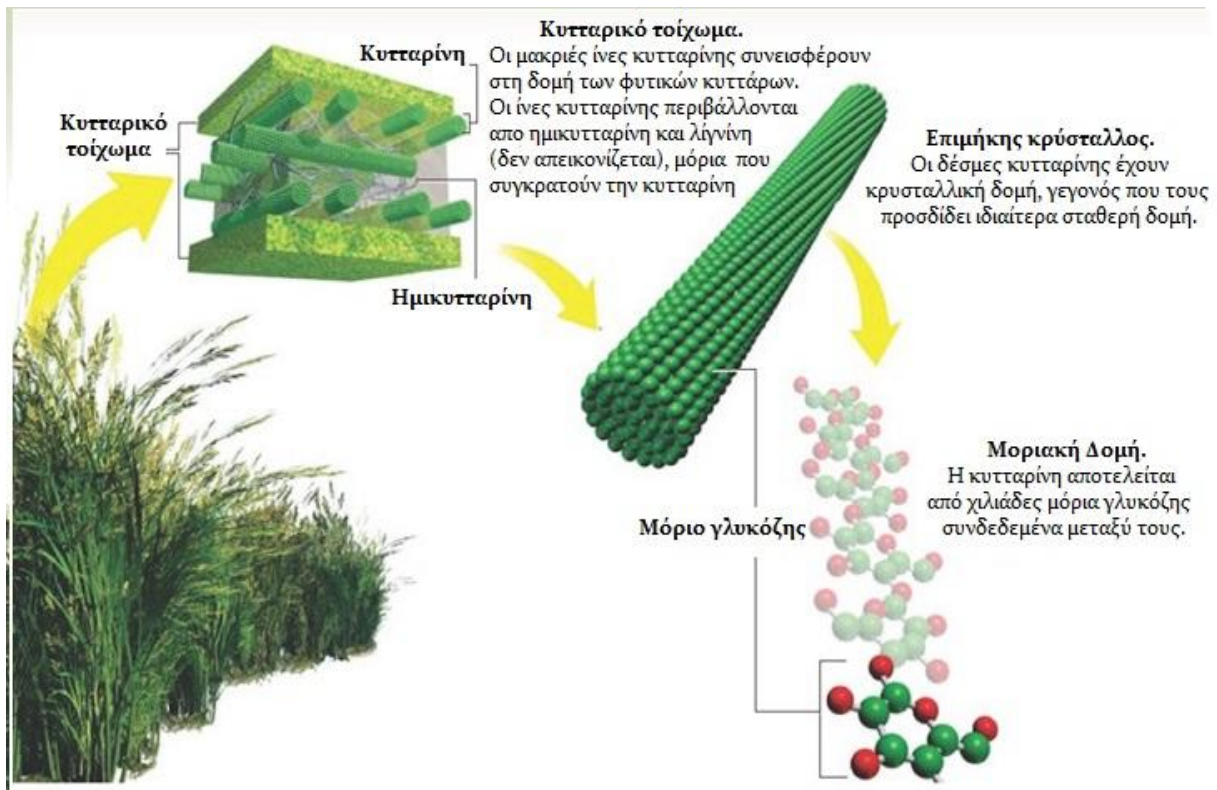
**Εικόνα 6.** Πίνακας με τις δομικές μονάδες διαιτητικών ινών (46).

## Περιγραφή των Συνηθέστερων Διαιτητικών και Λειτουργικών Ινών

Οι διαιτητικές ίνες δεν είναι μια ομοιόμορφη ομάδα χημικών ουσιών, αλλά ένα σύνολο ποικίλων πολυσακχαριτών που περιλαμβάνουν:

- μη αμυλούχους φυτικούς πολυσακχαρίτες: πολυμερή γλυκόζης όπως η κυτταρίνη, η ημικυτταρίνη και οι β-γλυκάνες, ετεροπολυμερή με βάση συγκεκριμένα σάκχαρα όπως οι πηκτίνες, φυσικά κόμμεα (gums), πολυφρουκτόζες (ινουλίνη), ίνες που περιέχονται στο πίτουρο της βρώμης και του σιταριού), φρουκτάνες και ξυλάνες
- ολιγοσακχαρίτες
- παράγωγα λιπαρών οξέων (κηροί κ.α. που λειτουργούν ως σύνδεσμοι μεταξύ των βασικών συστατικών)
- λιγνίνες: ένα μη υδατανθρακικό σύμπλεγμα υπομονάδων πολυφαινυλοπροπανίου, το οποίο συνδέεται λειτουργικά με τους πολυσακχαρίτες και αυξάνει την ανθεκτικότητά τους στην πέψη
- ανθεκτικά άμυλα (resistant starches),
- άλλες φυτικές ουσίες (βλέννες (mucilages), αποθηκευτικοί πολυσακχαρίτες, φυτικά οξέα (phytates)
- ανάλογα πολυσακχαριτών: παραπροϊόντα της παραγωγής τροφίμων που επηρεάζουν το βαθμό αφομοίωσης ή συνθετικές ουσίες
- ίνες από θαλάσσιους οργανισμούς (alginate, chitosan)
- σύνθετες ίνες πλούσιες σε πηκτίνη, αραβινοξυλάνη (arabinoxylan) ή β-γλυκάνη (18, 57).

Η κυτταρίνη είναι μια γραμμική αλυσίδα από μονομερή γλυκόζης που συνδέονται με β(1→4) δεσμούς και αποτελεί το δομικό στοιχείο των κυτταρικών τοιχωμάτων στα πράσινα φυτά και λαχανικά. Δεν διαλύεται στο νερό και δεν μπορεί να αποικοδομηθεί από τα πεπτικά ένζυμα που υπάρχουν στο λεπτό έντερο. Ωστόσο, υπόκειται σε μικροβιακή ζύμωση μέχρι ένα βαθμό στο παχύ έντερο. Η φυσική κυτταρίνη μπορεί να διαχωριστεί σε δύο κατηγορίες: την κρυσταλλική και την άμορφη. Τα μόρια κρυσταλλικής κυτταρίνης περιέχουν μη ομοιοπολικούς δεσμούς υδρογόνου, γεγονός που τα καθιστά αδιάλυτα στο νερό (63).

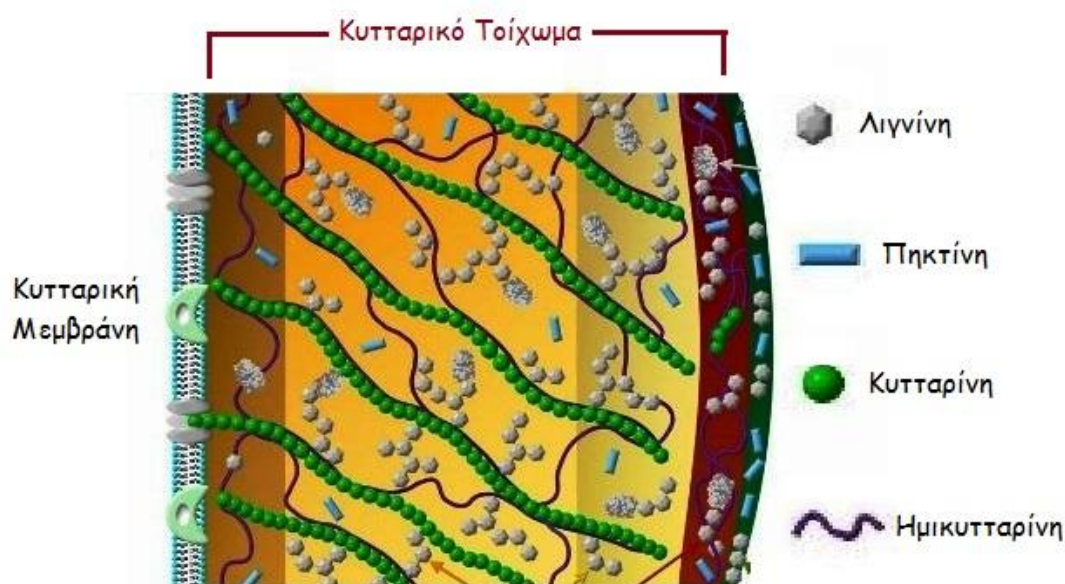


**Εικόνα 7.** Μοριακή δομή και θέση της κυτταρίνης στο κυτταρικό τοίχωμα των φυτών (81).

Ωστόσο, έχουν παραχθεί διάφορες μορφές τροποποιημένης κυτταρίνης (κονιορτοποιημένη κυτταρίνη, μικροκρυσταλλική κυτταρίνη και υδροξυ-προπυλ-μεθυλ-κυτταρίνη) οι οποίες χρησιμοποιούνται ως συστατικά τροφίμων. Η κονιορτοποιημένη κυτταρίνη παράγεται από το ξύλο ή το βαμβάκι και προστίθεται στα τρόφιμα ως αντισυσσωματοποιητικοί και πηκτικοί παράγοντες, αλλά και για να προσδώσουν υφή στο σκεύασμα (44). Η διαφορά μεταξύ των συνθετικών και των φυσικών κυτταρινών είναι το ποσοστό κρυσταλλοποίησης και δεσμών υδρογόνου. Όταν διασπώνται οι δεσμοί υδρογόνου και χάνεται η κρυσταλλικότητα (crystallinity), τα παράγωγα της κυτταρίνης μετατρέπονται σε υδατοδιαλυτά μόρια (63). Η διαιτητική κυτταρίνη μπορεί να ταξινομηθεί ως διαιτητική ή λειτουργική ίνα, ανάλογα με το εάν εντοπίζεται φυσικά σε κάποιο τρόφιμο (διαιτητική) ή έχει προστεθεί εκ των υστέρων (λειτουργική) (44).

Οι ημικυτταρίνες είναι μια ομάδα πολυσακχαριτών που εντοπίζονται στα τοιχώματα των φυτικών κυττάρων και περιβάλλουν την κυτταρίνη. Αυτά τα πολυμερή μπορεί να είναι γραμμικά ή διακλαδωμένα και στις δομικές τους μονάδες περιλαμβάνονται η γλυκόζη, η αραβινόζη, η μαννόζη, η ξυλόζη και το

γαλακτουρονικό οξύ. Οι διαιτητικές ημικυτταρίνες κατατάσσονται στις διαιτητικές ίνες (44).



**Εικόνα 8.** Σχηματική απεικόνιση των μορίων λιγνίνης, πηκτίνης, κυτταρίνης και ημικυτταρίνης στη δομή του φυτικού κυτταρικού τοιχώματος (86).

Η λιγνίνη δεν είναι πολυσακχαρίτης, αλλά μία πολυφαινόλη. Για την ακρίβεια, είναι ένα πολυμερές με πολυάριθμες διακλαδώσεις και αποτελείται από φαινυλο-προπανοειδείς (phenylpropanoid) υπομονάδες. Ο ρόλος της είναι η συγκράτηση των μορίων κυτταρίνης και ημικυτταρίνης, με τα οποία συνδέεται με ομοιοπολικούς δεσμούς, στα κυτταρικά τοιχώματα των ξυλωδών φυτών. Συμπεριλαμβάνεται στις διαιτητικές ίνες γιατί συνδέεται ισχυρά με τους πολυσακχαρίτες που είναι τα υπόλοιπα συστατικά στοιχεία των κυτταρικών τοιχωμάτων και επηρεάζει τις φυσικές ιδιότητες των διαιτητικών ινών. Η λιγνίνη που απομονώνεται και προστίθεται εκ των υστέρων σε τρόφιμα θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως λειτουργική ίνα, εάν υπάρξουν επαρκείς αποδείξεις για θετικές φυσιολογικές της επιδράσεις στον άνθρωπο (44).

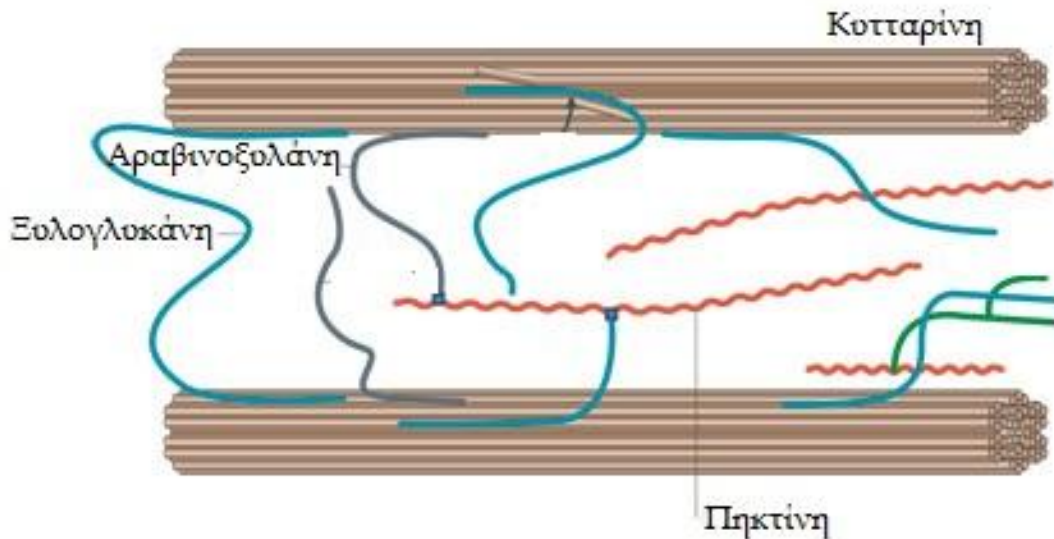
Η αραβινοξυλάνη είναι συστατικό στοιχείο των ημικυτταρινών και αποτελείται από ένα βασικό «σκελετό» ξυλόζης και πλευρικές αλυσίδες αραβινόζης. Η αραβινοξυλάνη είναι μια από τις βασικές ουσίες της διατροφικής ομάδας των διαιτητικών ινών που βρίσκονται στα αναποφλοιώτα δημητριακά (whole grains) και βρίσκεται σε υψηλή περιεκτικότητα στο ενδοσπέρμιο και στο πίτουρο (bran). Κατά τη διάρκεια της κανονικής επεξεργασίας του αλευριού από σιτάρι, η πλειονότητα της

αραβινοξυλάνης απομακρύνεται ως παραπροϊόν. Στο γαστρεντερικό σωλήνα, η αραβινοξυλάνη δρα σε μεγάλο βαθμό ως διαλυτή ίνα, καθώς υπόκειται γρήγορα σε ζύμωση από τη μικροχλωρίδα στο κόλον (63).

Η β-γλυκάνη είναι ένας γραμμικός πολυσακχαρίτης που αποτελείται από μονομερή γλυκόζης που συνδέονται με β-δεσμούς, οι οποίοι οδηγούν στο σχηματισμό διακλαδώσεων. Η β-γλυκάνη εντοπίζεται στο ενδοσπέρμιο των κόκκων δημητριακών, κυρίως στο κριθάρι και τη βρώμη. Επίσης είναι συστατικό στοιχείο των μυκήτων και των φυκών. Τα μόρια αυτής της κατηγορίας είναι διαλυτά στο νερό και πολύ παχύρρευστα σε χαμηλές συγκεντρώσεις (63). Οι ευεργετικές φυσιολογικές δράσεις της β-γλυκάνης φαίνεται ότι είναι αποτέλεσμα της επίδρασής της στο μεταβολισμό των λιπιδίων και το μεταγευματικό μεταβολισμό της γλυκόζης. Οι β-γλυκάνες που απαντώνται φυσικά στις τροφές κατηγοριοποιούνται ως διαιτητικές ίνες ενώ εκείνες που απομονώνονται και καταναλώνονται ως συμπληρώματα κατηγοριοποιούνται ως λειτουργικές ίνες (44).

Η πηκτίνη είναι ένας γραμμικό πολυμερές γαλακτουρονικού οξέος, του οποίου οι υπομονάδες συνδέονται με α-δεσμούς. Τα μόρια πηκτίνης περιέχουν επίσης πλευρικές αλυσίδες γαλακτόζης, μαννόζης, γλυκόζης και ξυλόζης. Οι πηκτίνες εντοπίζονται στα κυτταρικά τοιχώματα και τους ιστούς σε πολλά φρούτα και καρπούς. Οι ενώσεις αυτές είναι πολυσακχαρίτες που διαλύονται στο νερό και διαφεύγουν από την ενζυματική πέψη στο λεπτό έντερο. Ωστόσο, αποικοδομούνται εύκολα από τη βακτηριακή μικροχλωρίδα στο κόλον (44, 63).

Τα εσπεριδοειδή έχουν περιεκτικότητα 0.5% έως και 3.5% σε πηκτίνη, με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις να εντοπίζονται στη φλούδα. Η πηκτίνη απομονώνεται επίσης και από τον πολτό μήλων. Η πηκτίνη είναι διαθέσιμη και σε προϊόντα του εμπορίου και χρησιμοποιείται συνήθως σε σκευάσματα τροφίμων που απαιτούν κάποιο παράγοντα ζελατινοποίησης ή πήξης (μαρμελάδες, γιαούρτια). Οι πηκτίνες μπορούν να ταξινομηθούν είτε ως διαιτητικές είτε ως λειτουργικές ίνες, καθώς εντοπίζονται φυσικά ή προστίθενται σε τρόφιμα (44, 63).

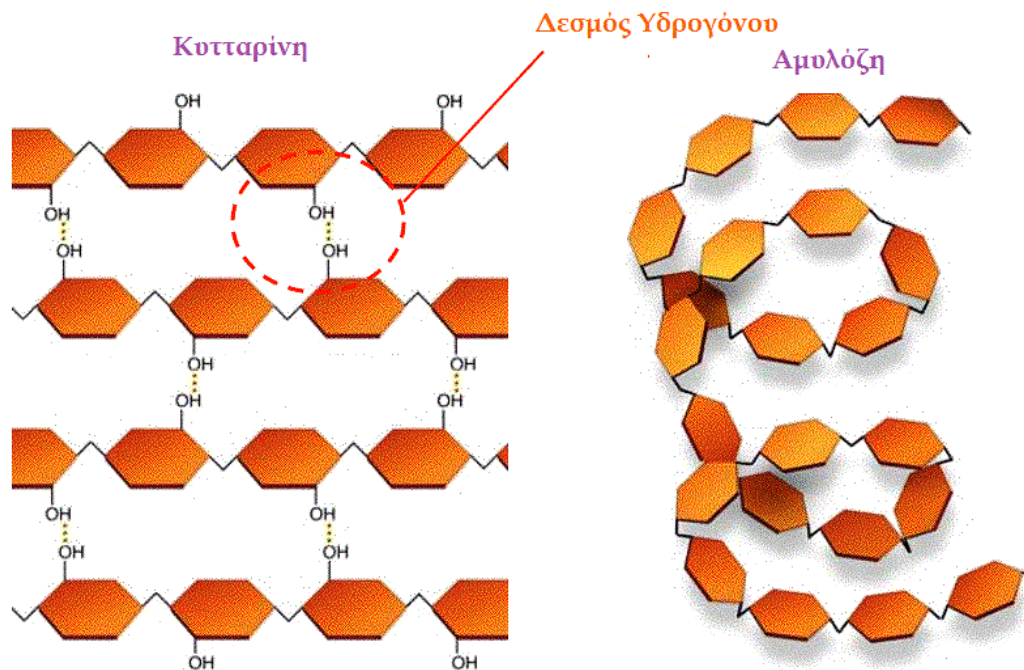


**Εικόνα 9.** Σχηματική απεικόνιση της κατανομής της πηκτίνης και άλλων πολυσακχαριτών στο φυτικό κυτταρικό τοίχωμα (87).

Στο εσωτερικό του γαστρεντερικού σωλήνα, η πηκτίνη διατηρεί την ικανότητά της να σχηματίζει γέλη ή να συμβάλλει στην πήξη ενός διαλύματος. Το γεγονός αυτό θεωρείται ότι μπορεί να είναι η βάση του μηχανισμού πίσω από τα ευεργετικά της αποτελέσματα σε προβλήματα υγείας όπως είναι το σύνδρομο dumping, η πρόληψη και ο έλεγχος του διαβήτη και η συμβολή της στη βελτίωση της χοληστερόλης και του μεταβολισμού των λιπιδίων. Η πηκτίνη διαθέτει και κάποιες άλλες μοναδικές ιδιότητες, οι οποίες μπορούν να συνεισφέρουν και στην αντιμετώπιση ή πρόληψη και άλλων διαταραχών ή ασθενειών όπως οι εντερικές λοιμώξεις, η αθηροσκλήρωση, ο καρκίνος και η παχυσαρκία (63).

Ως ανθεκτικά άμυλα (Resistant starches) προσδιορίζονται οποιεσδήποτε ενώσεις αμύλου (άμυλο και παράγωγα της αποικοδόμησης του αμύλου) που δεν πέπτονται στο λεπτό έντερο. Οι ενώσεις αυτές καταλήγουν στο παχύ έντερο και μπορούν να λειτουργήσουν ως διαιτητικές ίνες. Το ανθεκτικό άμυλο έχει τις ιδιότητες των διαλυτών διαιτητικών ινών, χωρίς όμως να υπολείπεται σε γεύση και αίσθηση στο στόμα. Για το λόγο αυτό, οι ενώσεις αυτής της κατηγορίας συνδυάζουν τα οφέλη των διαιτητικών ινών και αναποφλοίων δημητριακών με την αισθητηριακή υφή των εξευγενισμένων υδατανθράκων (63, 84). Τα ανθεκτικά άμυλα απαντώνται σε φυσικές τροφές αλλά μπορούν να παραχθούν και από την τροποποίηση του αμύλου κατά την επεξεργασία των τροφών που το περιέχουν (44).





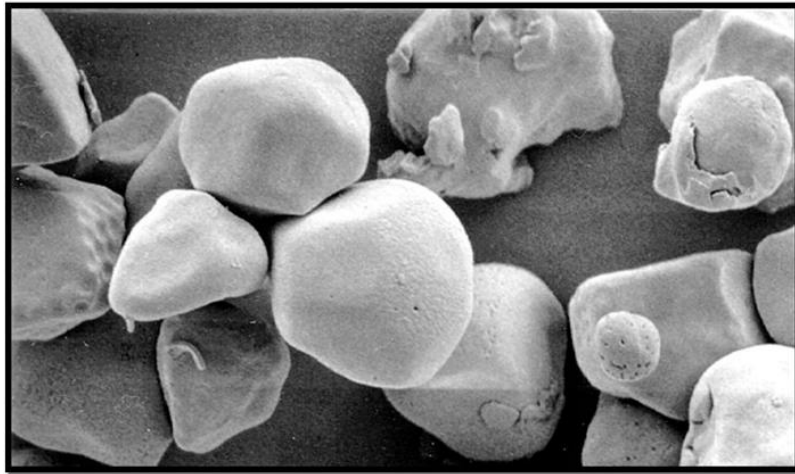
**Εικόνα 10.** Σχηματική απεικόνιση των μορίων της κυτταρίνης και της αμυλόζης (ενός τύπου αμύλου) (88).

Τα ανθεκτικά άμυλα κατατάσσονται σε τέσσερις βασικούς τύπους:

- Ο τύπος 1 αποτελείται από κόκκους αμύλου που περιβάλλονται από μη αφομοιώσιμη φυτική θεμέλια ουσία (plant matrix). Το μόριο αυτό είναι δομικό στοιχείο των φυτικών κυτταρικών τοιχωμάτων και για το λόγο αυτό δεν μπορεί να έρθει σε επαφή με την  $\alpha$ -αμυλάση.
- Ο τύπος 2 απαντάται σε φυσική μορφή στις ωμές πατάτες και στο καλαμπόκι που είναι πλούσιο σε αμυλόζη. Το άμυλο αυτό μπορεί να έρθει σε επαφή με την αμυλάση μέσω ζελατινοποίησης.
- Ο τύπος 3 αποτελείται από κρυσταλλοποιημένα άμυλα που παράγονται από συγκεκριμένες διαδικασίες μαγειρέματος και ψύξης. Ο τύπος 3 παράγεται επίσης και από την έκθλιψη αμυλούχων τροφών (τσιπς πατάτας, προϊόντα δημητριακών).
- Ο τύπος 4 είναι ένας τύπος αμύλου που έχει τροποποιηθεί χημικά μέσω εστεροποίησης, διασυνδέσεων (crosslinking) ή τρανσ-γλυκοζυλίωσης μορίων αμύλου και δεν απαντάται στη φύση (44, 63).

Οι τύποι 3 και 4 δεν υπόκεινται σε αποικοδόμηση από τα εντερικά ένζυμα των θηλαστικών και υπόκεινται σε μερική ζύμωση στο κόλον. Τα ανθεκτικά άμυλα υπολογίζεται ότι αποτελούν περίπου το 10% του συνολικού αμύλου που καταναλώνεται στο πλαίσιο του διατροφολογίου των κοινωνιών του Δυτικού Κόσμου.

Έτσι, τα ανθεκτικά άμυλα τύπου 1 και 2 κατατάσσονται στις διαιτητικές ίνες ενώ τα ανθεκτικά άμυλα τύπου 3 και 4 στις λειτουργικές ίνες (44).

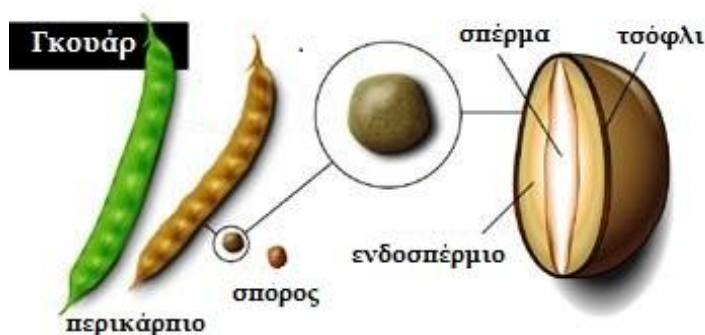


**Εικόνα 11.** Κόκκοι ανθεκτικού αμύλου από σάρωση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου (47).

Η ινουλίνη είναι ένα πολυμερές υπομονάδων φρουκτόζης και βρίσκεται σε τροφές όπως τα κρεμμύδια, το σκόρδο, το αλεύρι, οι αγκινάρες και οι μπανάνες. Η ινουλίνη χρησιμοποιείται για να βελτιώσει τη γεύση και την αίσθηση στο στόμα (mouthfeel) σε ορισμένα σκευάσματα τροφίμων. Χρησιμοποιείται επίσης ως συστατικό σε λειτουργικά τρόφιμα (functional food) εξαιτίας των διατροφικών ιδιοτήτων της. Τα προϊόντα που περιέχουν ινουλίνη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντικατάσταση του λίπους ή των διαλυτών υδατανθράκων, χωρίς να επηρεάζεται η γεύση και η υφή, και να συνεισφέρουν στη συνολική διατροφική αξία του τροφίμου (63). Η ολιγοφρουκτόζη είναι επίσης ένα πολυμερές υπομονάδων φρουκτόζης και βρίσκεται σε ποικιλία φυτικών τροφίμων. Τα περισσότερα από τα εμπορικά προϊόντα ινουλίνης και ολιγοφρουκτόζης παράγονται από σύνθεση μορίων σακχαρόζης είτε εκχυλίζονται από ρίζες πικραλίδας (chicory). Η ολιγοφρουκτόζη σχηματίζεται επίσης και από την μερική υδρόλυση της ινουλίνης (44).

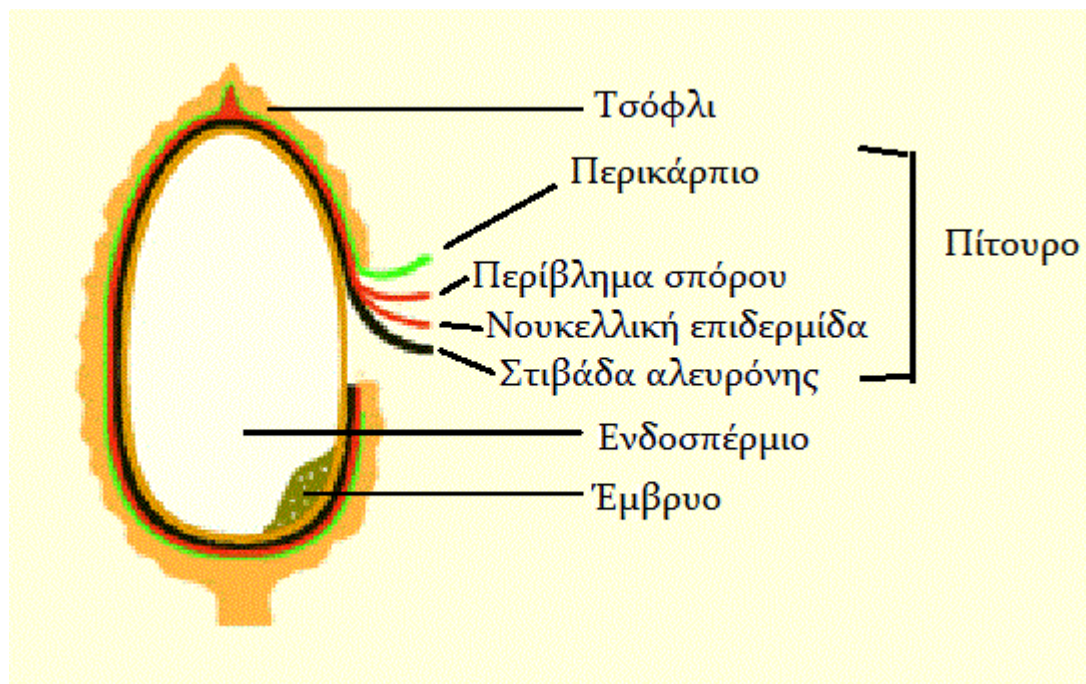
Το μόριο της ινουλίνης αποτελείται από β-δεσμούς και για το λόγο αυτό η ενζυματική του υδρόλυση στο εσωτερικό του λεπτού εντέρου είναι ελάχιστη. Έτσι, εισέρχεται στο παχύ έντερο, όπου μεταβολίζεται σχεδόν εντελώς από την τοπική μικροχλωρίδα. Οι χημικές αντιδράσεις κατά τη ζύμωση των μορίων ινουλίνης συνεπάγονται τη μείωση της ολικής χοληστερόλης του ορού και της LDL χοληστερόλης (63). Η ινουλίνη φαίνεται πως έχει ευεργετικές δράσεις ως προβιοτική ουσία και μπορεί να συμβάλλει στην πρόληψη του καρκίνου στο κόλον (63).

Στα φυτικά κόμμεα κατατάσσονται πολλοί διαφορετικοί πολυσακχαρίτες, οι οποίοι συνήθως απομονώνονται από σπόρους και έχουν παχύρρευστη υφή. Το κόμμι γκουάρ παράγεται από το άλεσμα του ενδοσπερμίου του σπόρου γκουάρ. Ο κυριότερος πολυσακχαρίτης της ουσίας αυτής είναι η γαλακτομαννάνη. Τα μόρια αυτής της ομάδας είναι πολύ παχύρρευστα και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται ως συστατικά τροφίμων για τις πηκτικές και σταθεροποιητικές τους ιδιότητες. Τα κόμμεα μπορούν να ταξινομηθούν ως διαιτητικές ή λειτουργικές ίνες (44).



**Εικόνα 12.** Σχηματική αναπαράσταση των τμημάτων του καρπού γκουάρ (117).

Το πίτουρο αποτελεί την εξωτερική στιβάδα των κόκκων δημητριακών και αποτελείται από τη νουκελλική επιδερμίδα (nucellar epidermis), το περίβλημα του σπόρου, το περικάρπιο και την αλευρόνη. Η αλευρόνη απαρτίζεται από κυβοειδή κύτταρα με σκληρό κυτταρικό τοίχωμα, τα οποία αποτελούνται κυρίως από κυτταρίνη. Το πίτουρο έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε άμυλο και υψηλή περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία, πρωτεΐνη και λίπος. Ωστόσο, εξαιτίας των πυκνών τοιχωμάτων από κυτταρίνη, αυτά τα θρεπτικά στοιχεία είναι στην ουσία μη διαθέσιμα για πέψη από τα μονογαστρικά είδη. Το πίτουρο που προέρχεται από ένα ευρύ φάσμα κόκκων δημητριακών φαίνεται ότι έχει επιδράσεις στα επίπεδα της μεταγευματικής γλυκόζης, τη χοληστερόλη του ορού, την εμφάνιση καρκίνου στο κόλον και το σωματικό βάρος (63).



**Εικόνα 13.** Σχηματική απεικόνιση της δομής του πίτουρου (82).

Η πολυδεξτρόζη είναι ένας πολυσακχαρίτης που συντίθεται από τυχαίο πολυμερισμό μορίων γλυκόζης και σορβιτόλης. Η πολυδεξτρόζη λειτουργεί ως διογκωτικός παράγοντας των τροφών και μερικές φορές χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο της ζάχαρης. Ο πολυσακχαρίτης αυτός δεν αποικοδομείται ή απορροφάται από το λεπτό έντερο και υπόκειται μερικώς σε ζύμωση στο εσωτερικό του παχέος εντέρου, ενώ τα υπολείμματά του αποβάλλονται με τα κόπρανα (44).

Ως ψύλλιο αναφέρεται η φλούδα των σπόρων ψύλλιου, η οποία είναι μια παχύρρευστη βλενώδης ουσία (mucilage) σε υδατικό διάλυμα. Ο σπόρος του ψύλλιου είναι μικρός, σκουρόχρωμος, χωρίς οσμή και σχεδόν χωρίς γεύση. Το ψύλλιο μπορεί πιθανώς να ταξινομηθεί ως λειτουργική ίνα (44).

Στην κατηγορία των διαιτητικών ινών κατατάσσονται επίσης και ορισμένοι ολιγοσακχαρίτες, οι οποίοι είναι επίσης συστατικά των τροφών που περιέχουν άλλους τύπους διαιτητικών ινών. Παραδείγματα τέτοιων ενώσεων είναι η ραφφινόζη (raffinose), η σταχυόζη (stachyose) και η βερμπασκόζη (verbascose) στα όσπρια και οι φρουκτάνες μικρού μοριακού βάρους στις αγκινάρες και τα κρεμμύδια (44).

**Πίνακας 4.** Ορισμένες χαρακτηριστικές διαιτητικές ίνες και συνοπτική περιγραφή των ιδιοτήτων τους (91).

<b>Τύπος Διαιτητικής Ίνας</b>	<b>Περιγραφή</b>
Λιγνίνη	Πολυφαινόλη που βρίσκεται στα κυτταρικά τοιχώματα των ξυλωδών φυτών και των σπόρων. Δεν είναι υδατάνθρακας. Ανθεκτική στη ζύμωση.
Κυτταρίνη	Πολυμερές γλυκόζης που εντοπίζεται στα κυτταρικά τοιχώματα όλων των φυτικών κυττάρων, με ένα τύπο δεσμών. Ανθεκτική στη ζύμωση.
β-Γλυκάνες	Πολυμερή γλυκόζης με ποικιλία δεσμών. Πλούσιες πηγές τους είναι η βρώμη και το κριθάρι. Άμεσα ζυμώσιμες. Ιξώδεις.
Ημικυτταρίνες	Πολυσακχαρίτες που περιέχουν 6 και 5 σάκχαρα. Βρίσκονται στα κυτταρικά τοιχώματα των φυτών.
Πηκτίνες	Παχύρρευστοι πολυσακχαρίτες που βρίσκονται σε φρούτα και καρπούς. Άμεσα ζυμώσιμες ίνες.
Κόμμεα	Παχύρρευστοι πολυσακχαρίτες που βρίσκονται σε σπόρους. Άμεσα ζυμώσιμες ίνες.
Ινουλίνη και ολιγοφρουκτόζη	Μείγματα αλυσίδων φρουκτόζης που βρίσκονται συνήθως στα κρεμμύδια και τις αγκινάρες. Άμεσα ζυμώσιμες.
Ανθεκτικό άμυλο	Το ανθεκτικό άμυλο που απαντάται στη φύση βρίσκεται στο εσωτερικό δομών των φυτικών κυττάρων και είναι απρόσιτο στα πεπτικά ένζυμα. Μπορεί να σχηματιστεί επίσης και κατά την επεξεργασία των τροφών.

Η χιτίνη (Chitin) και η χιτοζάνη (chitosan) είναι μη αφομοιώσιμοι αμινοπολυσακχαρίτες. Η χιτοζάνη είναι ένα από-ακετυλιωμένο προϊόν της χιτίνης. Οι ουσίες αυτές βρίσκονται ή παράγονται από τους εξωσκελετούς αρθροπόδων, όπως τα καβούρια και οι αστακοί, και από τα κυτταρικά τοιχώματα των περισσότερων μυκήτων (19, 44). Ούτε η χιτίνη, ούτε η χιτοζάνη μπορούν να αποικοδομηθούν από τα πεπτικά ένζυμα των θηλαστικών. Οι ενώσεις αυτές καταναλώνονται κυρίως ως συστατικό διατροφικών συμπληρωμάτων και μπορούν πιθανώς να ταξινομηθούν ως λειτουργικές ίνες. Επίσης περιλαμβάνονται φυτικοί υδατάνθρακες που δεν απομονώνονται με αλκοολική κατακρήμνιση (ινουλίνη, ολιγοσακχαρίτες, φρουκτάνες) (44).

Σύμφωνα με τον ορισμό, οι διαιτητικές ίνες είναι είτε εδώδιμα μέρη των φυτών (ομοπολυσακχαρίτες, ετεροπολυσακχαρίτες, ολιγοσακχαρίτες, λιγνίνη) είτε ανάλογοι υδατάνθρακες (ανθεκτικό άμυλο, τροποποιημένοι φυσικοί πολυσακχαρίτες, συνθετικά πολυμερή κλπ.).

## 1.2. ΠΗΓΕΣ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ

Οι διαιτητικές ίνες που μπορούν να καταναλωθούν από τον άνθρωπο περιλαμβάνονται σε ένα διαιτολόγιο είτε ως εγγενή συστατικά των διάφορων φυτικών τροφίμων είτε απομονώνονται από συγκεκριμένες πρώτες ύλες και χρησιμοποιούνται ως προστιθέμενα συστατικά (προϊόντα διαιτητικών ινών) στα διάφορα τρόφιμα. Στην πρώτη περίπτωση, οι διαιτητικές ίνες βρίσκονται στα σιτηρά και τα προϊόντα τους, τις ρίζες, τους βολβούς, τα λαχανικά και τα φρούτα. Στη δεύτερη περίπτωση, οι προστιθέμενες διαιτητικές ίνες παρασκευάζονται μέσω απομόνωσης από φυτικές πηγές υπό μορφή συμπυκνωμάτων και υπερσυμπυκνωμάτων, ή μέσω σύνθεσης υπό μορφή υπερσυμπυκνωμάτων. Τα προϊόντα που προκύπτουν από αυτές τις διαδικασίες χρησιμοποιούνται για τον εμπλουτισμό τροφίμων που στην αρχική τους μορφή δεν περιέχουν υψηλές ποσότητες διαιτητικών ινών (46).

**Πηγές διαιτητικών ινών:  
Άλευρα ολικής άλεσης, πίτουρο, φρέσκα ή  
αποξηραμένα φρούτα και λαχανικά**



**Εικόνα 14.** Ορισμένες τροφές που αποτελούν πηγή διαιτητικών ινών (89).

Τα συμπυκνώματα διαιτητικών ινών προέρχονται από ποικίλες πηγές όπως τα σιτηρά (κυρίως πίτυρα), τα όσπρια, τα φρούτα, τα λαχανικά και τα ζαχαρότευτλα. Η σύνθεση και οι ιδιότητες τους, ποικίλουν ανάλογα με την πηγή προέλευσής τους τις διαδικασίες στις οποίες υποβάλλονται κατά τη διαδικασία απομόνωσης και παραλαβής τους. Η τελευταία συνήθως περιλαμβάνει άλεση και θερμική επεξεργασία (αφυδάτωση). Τα υπερσυμπυκνώματα διαιτητικών ινών περιλαμβάνουν κυρίως εκχυλίσματα φυτών και φυκών, εκκρίματα φυτών, κόμμεα από σπόρους, συνθετικά κόμμεα και τροποποιημένους φυσικούς πολυσακχαρίτες. Για την απομόνωση και την παραλαβή υπερσυμπυκνωμάτων πραγματοποιείται υγρή κατεργασία, καθαρισμός και ανάκτηση ενός τύπου πολυσακχαριτών (π.χ. πηκτίνες, αλγινικά), ή ξήρανση και άλεση των έμφυτων εκκριμάτων (π.χ. αραβικό κόμμι). Οι συνθήκες εξαγωγής διαφέρουν ανάλογα με τους προς απομόνωση πολυσακχαρίτες (46).

## ΟΛΙΚΕΣ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ

	Διαιτ. Ίνες (σε γρ.)	
	Λευκά φασόλια	19.1
	Αρακάς	16.3
	Φακές	15.6
	Κοκκίνα φασόλια	15.4
	Ρεβύθια	12.5
	Νιφάδες πίτουρου	7.1
	Ζυμαρικά ολικής άλεσης	6.3
	Ψωμί ολικής άλεσης	3.8

**Εικόνα 15.** Περιεκτικότητα ορισμένων τροφών σε διαιτητικές ίνες. Υπολογισμός γραμμαρίων σε 1 φλιτζάνι μαγειρεμένου τροφίμου εκτός από τις νιφάδες πίτουρου (1 φλιτζάνι ξηρών νιφάδων) και το ψωμί (2 φέτες) (90).

Πιο συγκεκριμένα, οι διαιτητικές ίνες βρίσκονται στην πλειονότητα των φρούτων, των λαχανικών, των επεξεργασμένων δημητριακών και διάφορα είδη τροφών όπως η σάλτσα κέτσαπ, οι ελιές και οι σούπες σε συγκεντρώσεις από 1 έως 3% ή από 1 έως 3 γρ./100 γρ. σε νωπό βάρος. Οι ξηροί καρποί, τα όσπρια και οι σπόροι που είναι πλούσιοι σε ίνες συνήθως περιέχουν περισσότερο από 3% διαιτητικές ίνες. Περίπου το ένα τρίτο από το περιεχόμενο σε ίνες των οσπρίων, των καρπών, των φρούτων και των λαχανικών είναι σε μορφή ημικυτταρινών. Επίσης, περίπου το ένα τέταρτο από τις ίνες που περιέχονται σε φρούτα και δημητριακά και το ένα τρίτο από αυτές στους ξηρούς καρπούς και τα λαχανικά αποτελούνται από κυτταρίνες. Παρόλο που τα φρούτα περιέχουν τη μεγαλύτερη ποσότητα πηκτίνες σε σχέση με τις υπόλοιπες πηγές διαιτητικών ινών, το 15 με 20% του περιεχόμενου σε ίνες στα όσπρια, τους ξηρούς καρπούς και τα λαχανικά αποτελείται από πηκτίνη (44).

Οι βασικές πηγές ινουλίνης και ολιγοφρουκτόζης που εντοπίζονται φυσικά είναι το σιτάρι και τα κρεμμύδια, τα οποία παρέχουν περίπου 70% και 25% από αυτές τις ουσίες αντίστοιχα. Η ινουλίνη που απομονώνεται προσδίδει κρεμώδη υφή σε τροφικά σκευάσματα και προστίθεται για να αντικαταστήσει το λίπος σε διάφορες τροφές όπως προϊόντα επάλειψης, γαλακτοκομικά προϊόντα, παγωμένα επιδόρπια, αρτοσκευάσματα, γεμίσεις και ντρέσινγκ. Η ολιγοφρουκτόζη συνήθως προστίθεται σε δημητριακά, προϊόντα φρούτων που προστίθενται σε γιαούρτια, μπισκότα, γαλακτοκομικά προϊόντα και παγωμένα επιδόρπια (44).

**Πίνακας 5.** Διαιτητικές ίνες που περιέχονται σε συγκριμένες διατροφικές πηγές (103).

<b>Διατροφική Πηγή</b>	<b>Πολυσακχαρίτες και Σχετικές Ουσίες</b>
Δημητριακά	Κυτταρίνη, αραβινοξυλάνες, γλυκο-αραβινοξυλάνες, β-γλυκάνες, λιγνίνη και φαινολικοί εστέρες
Φρούτα και λαχανικά	Κυτταρίνη, ξυλογλυκάνες, αραβινογαλακτάνες, πηκτίνες, γλυκοπρωτεΐνες
Όσπρια Συνθετικά Προϊόντα	Κυτταρίνη, ξυλογλυκάνες, γαλακτομαννάνες, πηκτίνες Κόμμεα (κόμμι γκούαρ, αραβικό κόμμι), αλγινικά άλατα (alginates), καραγενάνη, τροποποιημένες κυτταρίνες (μεθυλ-κυτταρίνη, καρβοξυμεθυλ-κυτταρίνη)

Η συνηθισμένη διατροφή στις χώρες του Δυτικού κόσμου συνήθως δεν περιέχει ικανοποιητικές ποσότητες διαιτητικών ινών, καθώς αποτελείται κυρίως από εξευγενισμένα σιτηρά και άλλες υψηλά αφομοιώσιμες πηγές αμύλου, σακχάρων, διαφόρων λιπών και ζωικών προϊόντων. Ιδιαίτερα τα παιδιά λαμβάνουν συνήθως



ανεπαρκείς ποσότητες ινών, με ημερήσια πρόσληψη συχνά κάτω από 5 γρ. και με ελάχιστες διαλυτές ίνες. Παρομοίως, πολλοί ενήλικες των δυτικών κοινωνιών καταναλώνουν 5 με 10 γρ. ινών καθημερινά, ενώ η ποσότητα που θεωρείται επιθυμητή για καλή υγεία είναι 35 με 50 γρ. (19, 20). Επίσης, η πρόσληψη ιξωδών (viscous) διαλυτών ινών είναι συνήθως ανεπαρκής καθώς η βασική πηγή τους είναι σπόροι δημητριακών (19).

Οι διαλυτές ίνες βρίσκονται σε τρόφιμα όπως η βρώμη, το κριθάρι, τα καρύδια, οι σπόροι, οι φακές, τα φασόλια, κάποια φρούτα (εσπεριδοειδή, μήλα, φράουλες) και πολλά λαχανικά.

Οι αδιάλυτες ίνες βρίσκονται σε τρόφιμα όπως τα σιτηρά και τα προϊόντα ολικής άλεσης, τα λαχανικά και το πίτουρο του σιταριού.



**Εικόνα 16.** Πηγές διαλυτών και αδιάλυτων διαιτητικών ινών (52).

Οι τροφές χαρακτηρίζονται ως ολικής άλεσης όταν όλα τα συστατικά στοιχεία του καρπού (πίτουρο, φύτρα και ενδοσπέρμιο) περιέχονται στις φυσιολογικές τους αναλογίες. Τα τροφικά προϊόντα ολικής άλεσης συνήθως περιέχουν περίπου 12% ολικών (κυρίως αδιάλυτων) διαιτητικών ινών (13). Οι διαιτητικές ίνες που περιέχονται σε τροφές ολικής άλεσης περιλαμβάνουν κυρίως την κυτταρίνη, τις ημικυτταρίνες, τη λιγνίνη, την ινουλίνη, τις β-γλυκάνες, το ανθεκτικό άμυλο και άλλα συστατικά στοιχεία των σπόρων (92). Ωστόσο τα επεξεργασμένα προϊόντα δημητριακών, παρόλο που διαθέτουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε άμυλο, έχουν χαμηλότερο περιεχόμενο διαιτητικών ινών (και επομένως μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα) σε σχέση με τα προϊόντα ολικής άλεσης ή τα αναποφλοϊώτα δημητριακά (10).

Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχει σημαντικός συσχετισμός μεταξύ τροφών ολικής άλεσης και πρόσληψης διαιτητικών ινών από δημητριακά. Ορισμένα τρόφιμα που παρασκευάζονται από πίτουρο περιέχουν μέχρι και 25% διαιτητικές ίνες. Οι κύριες πηγές διαλυτών διαιτητικών ινών είναι τα φρούτα και τα λαχανικά και, σε μικρότερο βαθμό, τα προϊόντα βρώμης και κριθαριού. Τα τελευταία είναι πλούσια τόσο σε αδιάλυτες διαιτητικές ίνες, όσο και σε διαλυτές β-γλυκάνες. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι τα περισσότερα τρόφιμα φυσικής προέλευσης με υψηλή περιεκτικότητα σε ίνες περιέχουν διαλυτές και αδιάλυτες ίνες σε ποικίλα ποσοστά (13).

## GOOD SOURCES OF SOLUBLE AND INSOLUBLE FIBER

### *Foods high in soluble and insoluble fiber*

Amount	Food Item	Soluble Fiber (g)	Insoluble Fiber (g)
10 each	Dried figs	7.5	9.9
1 cup	Garbanzo beans/chickpea	8.6	15.4
1 cup	Large lima beans	8.9	24.9
1 cup	Soybeans-dry	12.6	18.0
1 cup	Red kidney beans	12.7	22.4
1 cup	Corn grits	15.4	2.5
1 cup	Carob flour	30.1	10.9



### *Foods high in insoluble fiber*

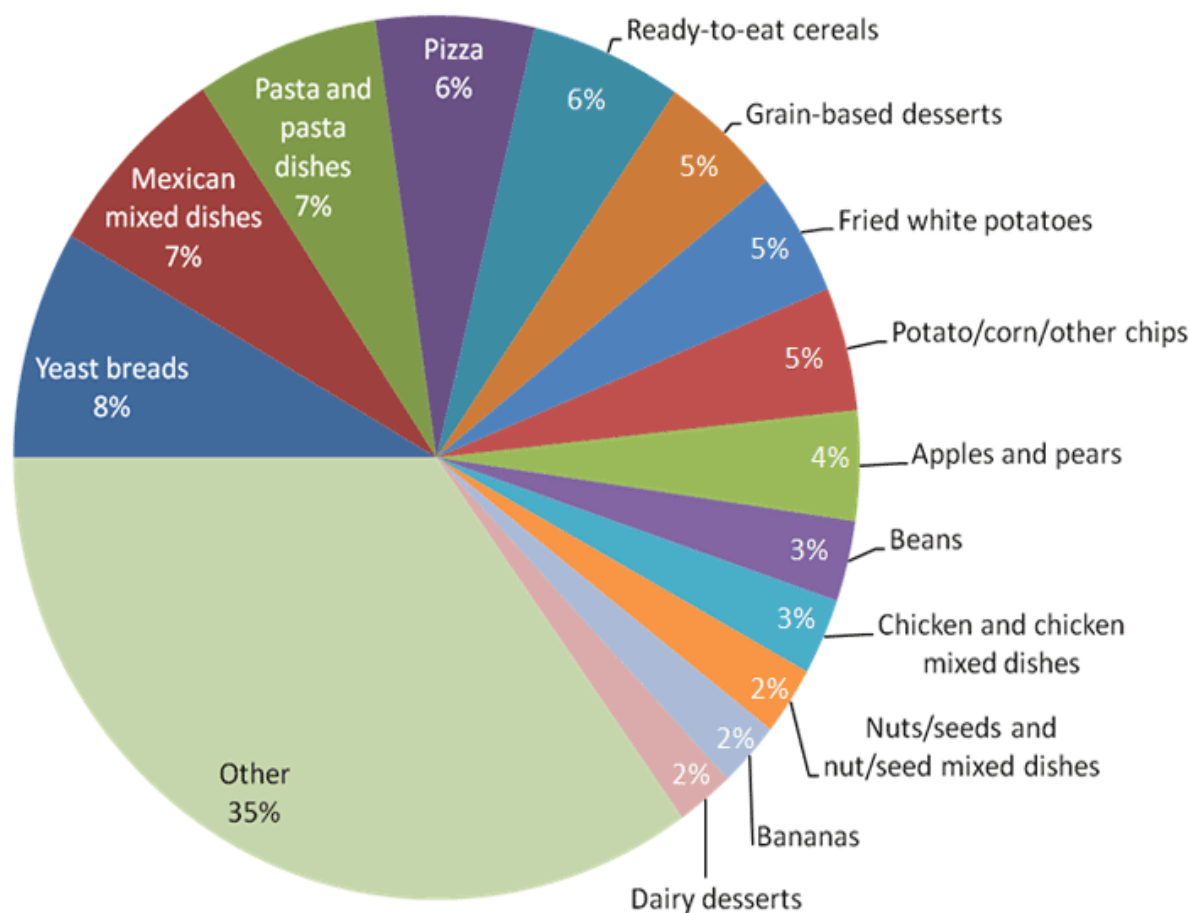
Amount	Food Item	Insoluble Fiber (g)
½ cup	Wheat bran	11.6
1 cup	Dried coconut	12.3
1 cup	Pistachio nuts	13.4
1 cup	Blackeyed cowpeas	15.4
1 cup	Almonds	18.3
1 cup	Lentils	22.1
1 cup	Corn bran	62.6



**Εικόνα 17.** Πηγές διαλυτών και αδιάλυτων ινών και αντιστοιχίες ποσότητας τροφής και περιεκτικότητας σε ίνες (54).

Τα όσπρια είναι μια βασική πηγή ανθεκτικού αμύλου, καθώς μέχρι και το 35% του αμύλου που περιέχεται σε αυτά δεν υπόκειται σε διαδικασίες πέψης. Μικρές ποσότητες ανθεκτικού αμύλου παράγονται από την επεξεργασία και το ψήσιμο των προϊόντων των δημητριακών. Πολλές από τις νέες λειτουργικές ίνες που προστίθενται

όλο και περισσότερο στα επεξεργασμένα τρόφιμα ανήκουν στην κατηγορία των ανθεκτικών αμύλων (84).



**Εικόνα 18.** Κατανομή της πρόσληψης διατητικών ινών από διάφορες διατροφικές πηγές σε παιδιά και εφήβους στις ΗΠΑ (55).

Υπάρχουν αμέτρητα προϊόντα που περιέχουν είτε συγκεκριμένες διατητικές ίνες είτε συνδυασμούς διαφόρων ινών σε καταστήματα διατροφικών συμπληρωμάτων, φαρμακεία και σούπερ-μάρκετ, όπως και σε ιστοσελίδες του διαδικτύου. Τα περισσότερα από αυτά τα προϊόντα υποστηρίζουν ότι προσφέρουν απώλεια βάρους επειδή οι ίνες δρουν είτε απορροφώντας λίπος είτε ως παράγοντες διόγκωσης που αυξάνουν την αίσθηση κορεσμού. Οι πιο συνηθισμένες ίνες που βρίσκονται διαθέσιμες με τη μορφή συμπληρωμάτων για τη διαχείριση βάρους είναι οι εξής :

- Η χιτοζάνη (Chitosan), ένας αμινο-πολυσακχαρίτης που προέρχεται από τα κονιορτοποιημένα κελύφη οστρακόδερμων (γαρίδες, καβούρια, καλαμάρια). Έχει προταθεί ότι η χιτοζάνη προσδένει το διατητικό λίπος και με αυτό τον τρόπο αποτρέπει την απορρόφησή του και τον επακόλουθο μεταβολισμό του. Παρότι οι

μελέτες σε ζώα έδειξαν θετική συσχέτιση αυτής της ουσίας με την απώλεια βάρους, οι μελέτες σε ανθρώπους δεν είχαν τα ίδια αποτελέσματα. Μια μελέτη του 2004 στην οποία συμμετείχαν υπέρβαροι ή παχύσαρκοι εθελοντές δεν παρατήρησε κλινικά σημαντικές αλλαγές στο σωματικό βάρος μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας που κατανάλωσε χιτοζάνη (33).

- Η πηκτίνη (12).
- Η μεθυλ-κυτταρίνη (12).
- Το κόμμι γκουάρ (guar gum) (12).

### **1.3.ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ**

Οι διαιτητικές ίνες συμμετέχουν στις διεργασίες που συμβαίνουν στον πεπτικό σωλήνα σε όλο το μήκος του, από το στόμα έως και το ορθό. Οι επιδράσεις τους επί της εντερικής οδού διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο της ίνας που καταναλώνεται, τη φυσική κατάσταση του ατόμου και την προηγούμενη διατροφή του. Εξαιτίας των πολλών παραγόντων που συμμετέχουν σε αυτές τις διεργασίες υπάρχει μια σύγχυση στον τομέα των διαιτητικών ινών, όσον αφορά τα αποτελέσματα των μεταβλητών αυτών που δεν ελέγχονται σε ερευνητικές μελέτες (1).

Οι παρατηρούμενες επιδράσεις των διαιτητικών ινών επιτυγχάνονται μέσω των αλληλεπιδράσεων των φυσικών ιδιοτήτων που αυτές αποδίδουν στα τρόφιμα που τις περιέχουν και μέσω μιας πολύπλοκης σειράς μικροβιολογικών, βιοχημικών και νευρο-ορμονικών επενεργειών. Οι διαιτητικές ίνες μπορούν να έχουν σημαντική επίδραση στη γευστικότητα των τροφών και ενδεχομένως απαιτούν μεγαλύτερες περιόδους μάσησης πριν την κατάποση, επιδρώντας με αυτό τον τρόπο στη συμπεριφορά λήψης τροφής (19). Επίσης, οι ίνες δρουν πιθανώς ως φυσιολογικοί φραγμοί στην πρόσληψη ενέργειας μέσω τριών τουλάχιστον μηχανισμών:

- Οι διαιτητικές ίνες εκτοπίζουν διαθέσιμες θερμίδες και θρεπτικά στοιχεία στο διατολόγιο.
- Οι διαιτητικές ίνες αυξάνουν τη μάσηση, γεγονός που περιορίζει την πρόσληψη μέσω της προώθησης έκκρισης σιέλου και γαστρικών υγρών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη διαστολή του στομάχου και την αύξηση του κορεσμού.
- Οι διαιτητικές ίνες μειώνουν την ικανότητα απορρόφησης του λεπτού εντέρου (1).

Οι ποικίλες φυσιολογικές δράσεις των διαιτητικών ινών αποδίδονται στις φυσικοχημικές ιδιότητες των μη αφομοιώσιμων υδατανθράκων που τις απαρτίζουν

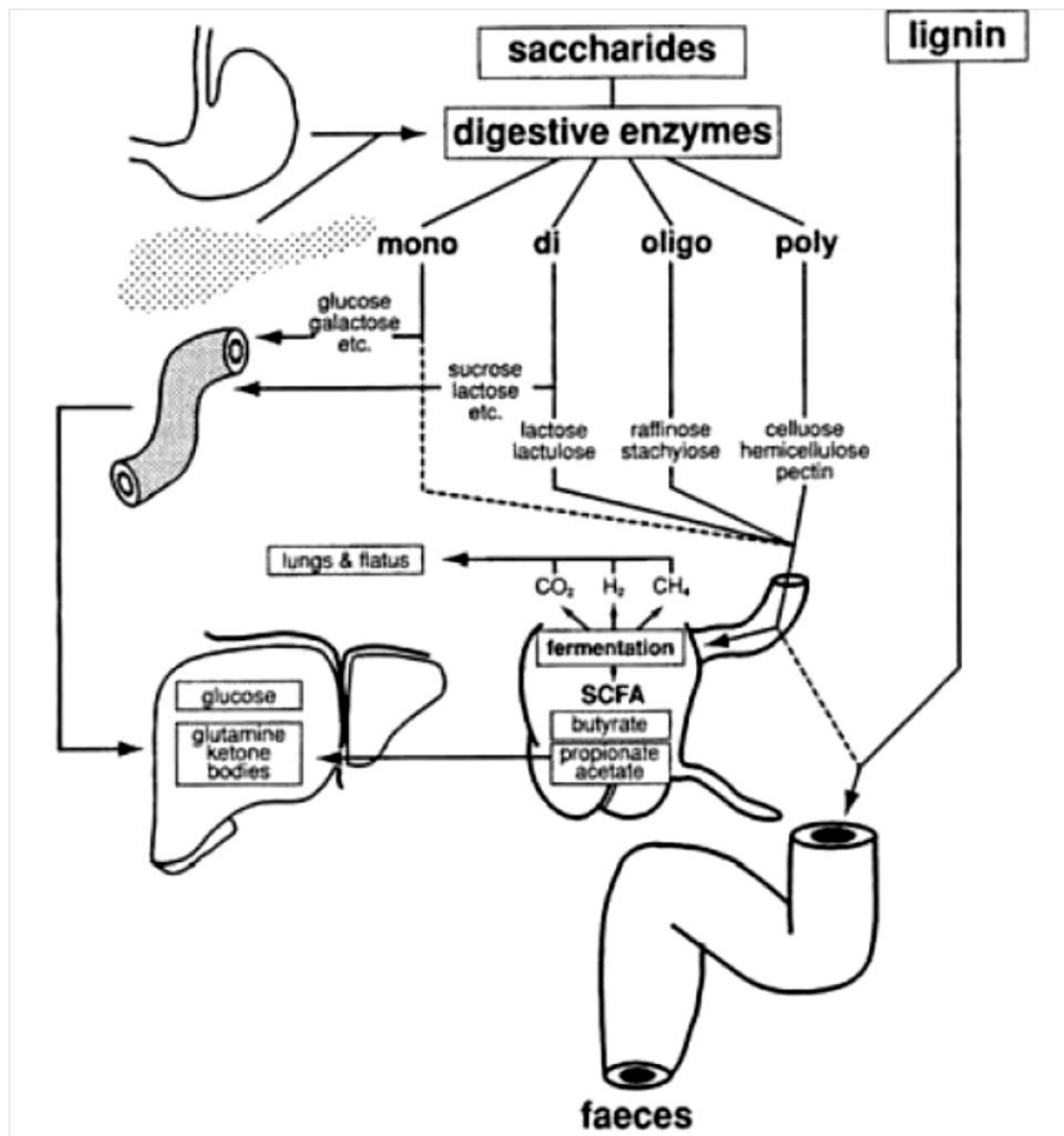
κατά τη διέλευσή τους από το γαστρεντερικό σύστημα. Οι φυσικοχημικές ιδιότητες (που ονομάζονται και λειτουργικές) εξαρτώνται από τη διαμόρφωση των επιμέρους πολυσακχαριτικών αλυσίδων και περιλαμβάνουν :

- την ικανότητα διόγκωσης και συγκράτησης νερού
- την ιδιότητα να μειώνουν τη διάχυση των επιμέρους συστατικών μέσω αύξησης του ιξώδους και πιθανώς σχηματισμού πηκτής στο γαστρεντερικό σωλήνα
- την ικανότητα δέσμευσης τοξικών ουσιών
- την ευεργετική για την υγεία παραγωγή προϊόντων βακτηριακής αποικοδόμησης (λιπαρά οξέα μικρής αλυσίδας) στο παχύ έντερο.

Έτσι, πέρα από τη συγκέντρωση των διαιτητικών ινών σε ένα προϊόν, η διαλυτότητα, το μοριακό βάρος και το ιξώδες έχει αποδειχθεί ότι είναι ρυθμιστικοί παράγοντες για τη φυσιολογική δράση τους (46).

Οι διαιτητικές ίνες οι οποίες παράγουν παχύρρευστες μάζες καθυστερούν τη διέλευση της τροφής από το στομάχι στο δωδεκαδάχτυλο και συνεισφέρουν στην αύξηση του κορεσμού και στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας (58). Στο περιβάλλον του εντέρου, η ενσωμάτωση των ινών μπορεί να παρεμβληθεί στις αλληλεπιδράσεις των πεπτικών ενζύμων και των υποστρωμάτων τους. Με αυτό τον τρόπο επιβραδύνεται η απορρόφηση των θρεπτικών (1). Είναι επίσης σημαντικό να σημειωθεί ότι οι επιδράσεις της κατανάλωσης των διαιτητικών ινών στο σωματικό βάρος μπορεί να σχετίζονται με διαφορετικές ορμόνες οι οποίες ρυθμίζουν τον κορεσμό, την πρόσληψη ενέργειας και/ή τις λειτουργίες του παγκρέατος (59).

Τα δημητριακά ολικής άλεσης που είναι μια βασική πηγή διαιτητικών ινών φαίνεται ότι έχουν ευεργετικές δράσεις στη διαχείριση του σωματικού βάρους μέσω της προώθησης του κορεσμού. Η πρόσληψη αυτής της ομάδας τροφίμων μπορεί επίσης να καθυστερήσει την πέψη ή απορρόφηση του αμύλου, γεγονός που οδηγεί σε σχετικά χαμηλότερες αποκρίσεις της ινσουλίνης και της γλυκόζης. Οι τελευταίες με τη σειρά τους ευνοούν την οξείδωση και τη λιπόλυση του λίπους και όχι την αποθήκευσή του από τον οργανισμό (10).



**Εικόνα 19.** Σχηματική απεικόνιση της πορείας των μεταβολικών προϊόντων που προκύπτουν από τη διάσπαση των διαιτητικών πολυσακχαριτών (118).

Η ικανότητα των διαιτητικών ινών να συμβάλλουν στη μείωση του σωματικού βάρους ή μετριάζουν το ρυθμό αύξησής του μπορούν να αποδοθούν σε διάφορους μηχανισμούς. Ένας από αυτούς είναι η παραγωγή των πεπτιδίων GLP-1 (glucagon-like peptide) και YY, κατά τη ζύμωση των διαλυτών διαιτητικών ινών στο παχύ έντερο (68). Οι δύο αυτές ορμόνες παίζουν σημαντικό ρόλο για την επαγωγή του κορεσμού. Ένας δεύτερος τρόπος δράσης των διαιτητικών ινών είναι η σημαντική μείωση τη ενεργειακής πρόσληψης. Γυναίκες που κατανάλωσαν αυξημένα επίπεδα ινών έτειναν να έχουν μειωμένη κατανάλωση διαιτητικού λίπους (66).

Τέλος, οι διαιτητικές ίνες μπορούν να μειώσουν τη μεταβολίσιμη (metabolizable) ενέργεια που περικλείεται σε μια δίαιτα, η οποία προσδιορίζεται ως

το ποσό μικτής ενέργειας μείον το ποσό ενέργειας που χάνεται μέσω των κοπράνων, των ούρων και των αερίων που παράγονται κατά την πέψη. Μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 1994 κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η αυξημένη κατανάλωση διαιτητικών ινών συνεπάγεται μείωση της μεταβολίσιμης ενέργειας της δίαιτας (69). Η παρατήρηση αυτή μπορεί να αποδοθεί επίσης και στο γεγονός ότι η ικανότητα αφομοίωσης (digestibility) του λίπους μειώθηκε όταν αυξήθηκε το ποσοστό διαιτητικών ινών (63).

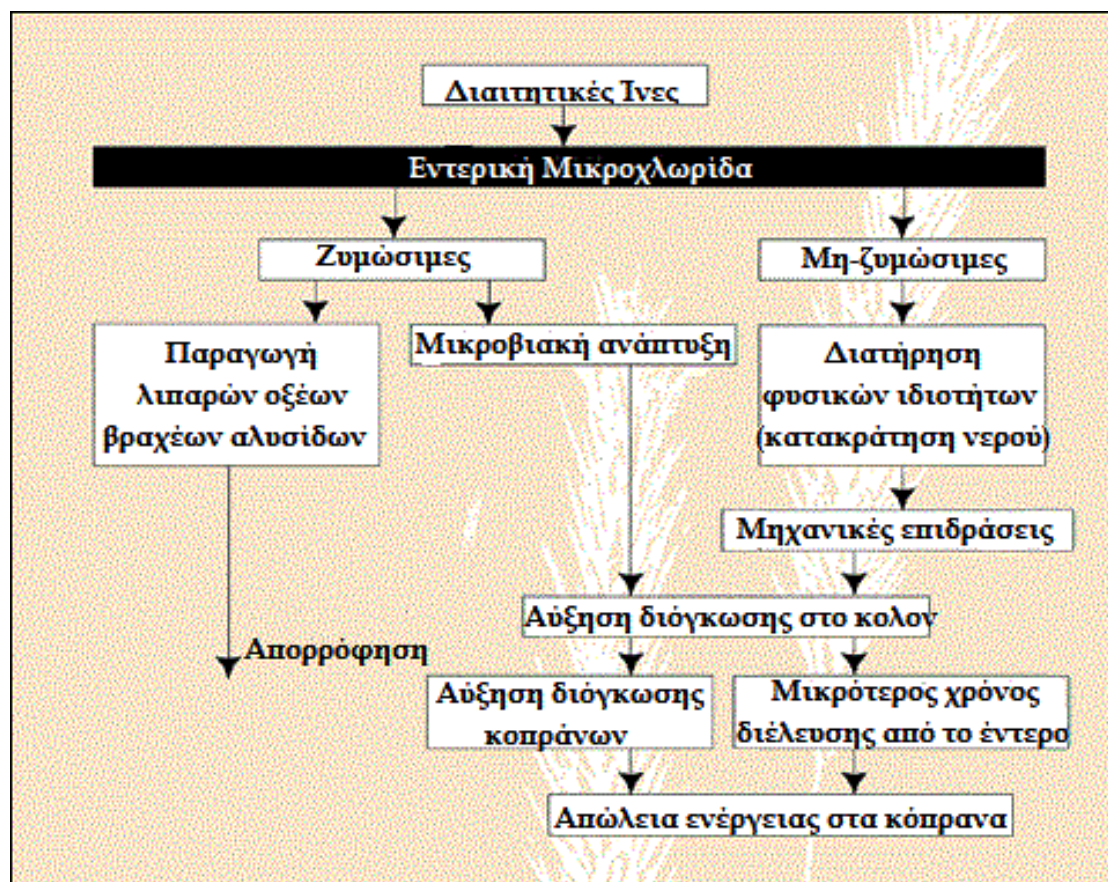
Μια ακόμα παρατήρηση που πρέπει να αναφερθεί είναι ότι καθώς αυξάνεται η πρόσληψη διαιτητικών ινών, η πρόσληψη απλών υδατανθράκων τείνει να μειώνεται. Επίσης, παρά το γεγονός ότι οι διαιτητικές ίνες συνεισφέρουν στο συνολικό θερμιδικό περιεχόμενο ενός διατροφικού προγράμματος, είναι πολύ πιο ανθεκτικές στις διαδικασίες της πέψης και της αφομοίωσης από το λεπτό έντερο και κατά μικρό βαθμό και στις αντίστοιχες διαδικασίες του παχέος εντέρου (63).

Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ διαιτητικών ινών και μεταβολίσιμης ενέργειας ήταν ανεξάρτητη από το διαιτητικό λίπος. Επομένως, η μεταβολίσιμη ενέργεια μειώθηκε όταν αυξήθηκε η κατανάλωση διαιτητικών ινών τόσο σε δίαιτες με υψηλές ποσότητες λίπους όσο και σε δίαιτες με χαμηλές ποσότητες. Ωστόσο, όταν οι διαιτητικές ίνες διαχωρίστηκαν σε διαλυτές και αδιάλυτες, τα αποτελέσματα ήταν πολύ πιο ασαφή.

Οι διαλυτές ίνες μείωσαν τη μεταβολίσιμη ενέργεια όταν προστέθηκαν σε δίαιτα χαμηλού λίπους όμως την αύξησαν σε μια αντίστοιχη προσθήκη σε μια δίαιτα υψηλού λίπους (69). Δεν έχει ξεκαθαριστεί ο τρόπος με τον οποίο το διαιτητικό λίπος τροποποιεί τις δράσεις των διαλυτών διαιτητικών ινών. Ωστόσο, υπάρχουν αρκετοί μηχανισμοί που αιτιολογούν πιθανώς πώς οι διαλυτές ίνες μπορούν να αυξήσουν τη μεταβολίσιμη ενέργεια ή το ρυθμό αύξησης του σωματικού βάρους.

Αρχικά, η αύξηση στην κατανάλωση των διαλυτών ινών έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των βακτηριακών πληθυσμών που εντοπίζονται στο παχύ έντερο (70). Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να συνεπάγεται την αύξηση των διαδικασιών ζύμωσης και χρησιμοποίησης των λιπαρών οξέων βραχέων αλυσίδων που προκύπτουν από αυτές με αυτό τον τρόπο αυξάνεται η απορρόφηση ενέργειας. Κατά δεύτερον, οι διαλυτές ίνες διαστέλλονται στο εσωτερικό του γαστρεντερικού σωλήνα και σχηματίζουν μια παχύρρευστη μάζα, η οποία αυξάνει το χρόνο διέλευσης μέσω του εντέρου (71). Ως επακόλουθο, αυτή η αύξηση του χρόνου παραμονής στον γαστρεντερικό σωλήνα μπορεί να επιτρέπει μια πιο ολοκληρωμένη διαδικασία πέψης και απορρόφησης. Από

την άλλη πλευρά, ορισμένοι ερευνητές θεωρούν ότι αυτή η αύξηση του ιξώδους έχει την αντίθετη επίδραση και παρεμποδίζει την απορρόφηση (72). Έτσι, είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθούν περισσότερες μελέτες σχετικά με αυτό το ζήτημα.



**Εικόνα 20.** Μηχανισμός της δράσης των διαιτητικών ινών και των μη αφομοιώσιμων υδατανθράκων στη, αύξηση του όγκου και του βάρους των κοπράνων (112).

Οι αδιάλυτες ίνες φαίνεται ότι έχουν τις αντίστροφες επιδράσεις από αυτές των διαλυτών ινών. Μελέτες σε πειραματόζωα έδειξαν ότι η αυξημένη κατανάλωση αδιάλυτων διαιτητικών ινών μείωσε το σωματικό βάρος και την αφομοίωση της ενέργειας στα πλαίσια διαίτας πλούσιας σε λίπος (73, 74). Ο μηχανισμός δράσης πίσω από αυτά τα ευρήματα βασίζεται ενδεχομένως στο γεγονός ότι οι αδιάλυτες ίνες προκαλούν αύξηση του ρυθμού διέλευσης μέσα από το γαστρεντερικό σωλήνα. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα μιας τέτοιας διαδικασίας είναι ελάττωση της αποτελεσματικότητας της πέψης και της απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων.

Φαίνεται ότι υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ του τύπου της διαίτας που ακολουθείται (με υψηλή χαμηλό ποσοστό λίπους) και του τύπου των διαιτητικών ινών που καταναλώνονται (διαλυτές ή αδιάλυτες). Οι αδιάλυτες ίνες παίζουν



ενδεχομένως σημαντικότερο ρόλο στην απώλεια βάρους όταν το διατροφικό πρόγραμμα που ακολουθείται είναι πλούσιο σε λίπος. Εφόσον το ανθεκτικό άμυλο είναι συστατικό στοιχείο των διαιτητικών ινών και υφίσταται την ίδια διαδικασία πέψης με τις αδιάλυτες ίνες, η σύγκριση μεταξύ των δύο ομάδων ενώσεων μπορεί να παρέχει καλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι διαιτητικές ίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόληψη και την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας. Η προσθήκη ανθεκτικού αμύλου σε μια δίαιτα μειώνει την μεταβολίσιμη ενέργεια που αυτή περικλείει, αλλά όχι στο βαθμό που συμβαίνει όταν καταναλώνονται αδιάλυτες ίνες (63).

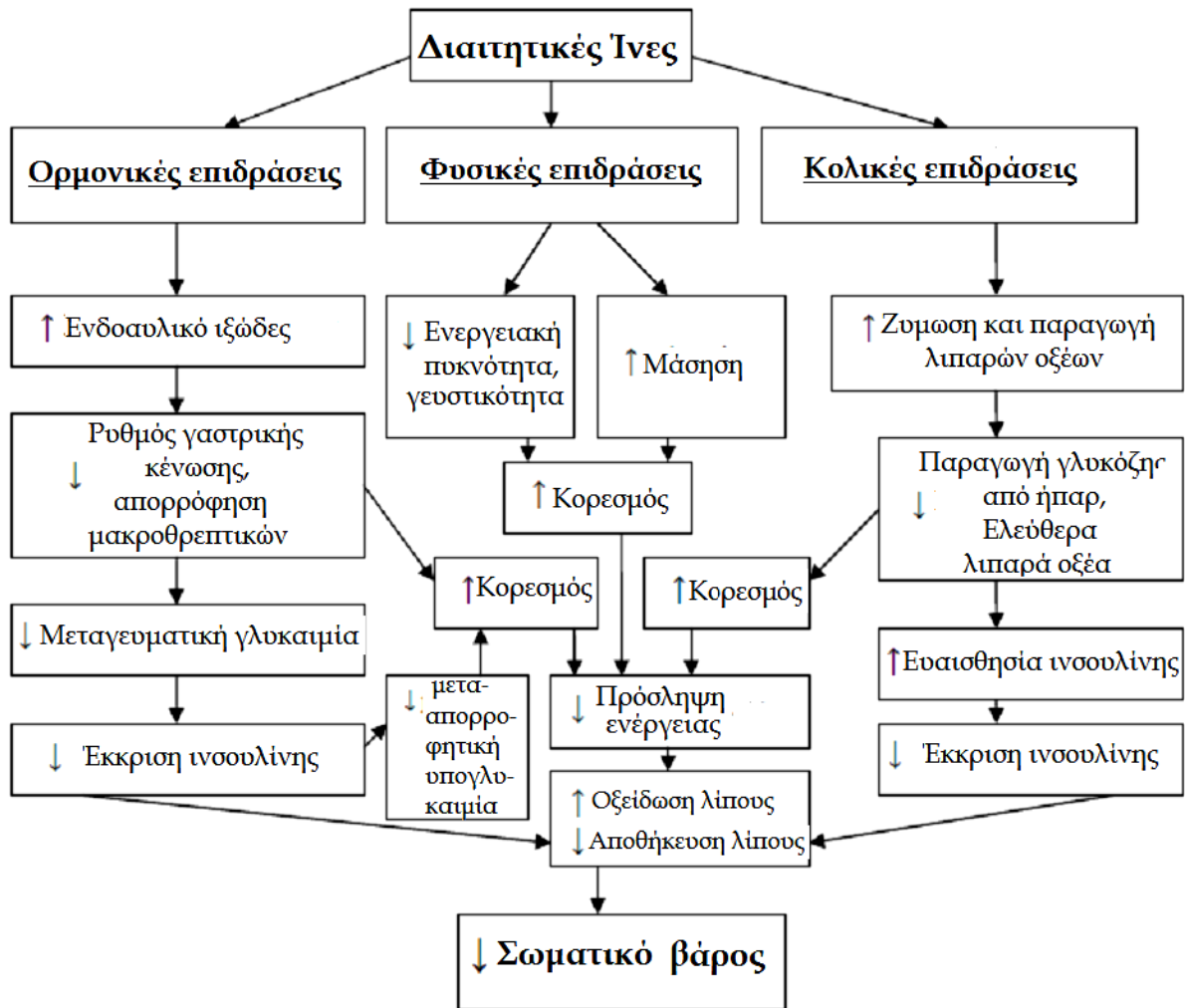
Γενικότερα, ενώ η συνεισφορά των διαιτητικών ινών στη διαχείριση του σωματικού βάρους υποστηρίζεται ξεκάθαρα από τα ερευνητικά δεδομένα, η σύγκριση των επιδράσεων μεταξύ διαλυτών και αδιάλυτων διαιτητικών ινών καταλήξει σε πολύ πιο ασαφή αποτελέσματα. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητες περαιτέρω έρευνες για τον προσδιορισμό των καταλληλότερων τύπων διαιτητικών ινών, οι οποίες θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στα προγράμματα διαχείρισης του σωματικού βάρους.

#### Διαιτητικές Ίνες, Κορεσμός και Σωματικό Βάρος

Ως κορεσμός ορίζεται η αίσθηση πληρότητας που προκύπτει μετά την κατανάλωση τροφής, η οποία έχει ως συνέπεια την περάτωση της κατανάλωσης της τροφής. Ο κορεσμός αναπτύσσεται μετά από μερική πέψη των τροφών που καταναλώθηκαν. Μέσω αυτού καθυστερείται η έναρξη του επόμενου γεύματος, αλλά μειώνεται και η κατανάλωση τροφής στο επόμενο γεύμα. Οι ιδιότητες του κορεσμού από τις διαιτητικές ίνες έχουν περιγραφεί με διάφορους μηχανισμούς, οι οποίοι σχετίζονται με την ενεργειακή πυκνότητα, τη γαστρική κένωση, την απορρόφηση και τη ζύμωση τους στο κόλον.

Ένα γεύμα που είναι πλούσιο σε διαιτητικές ίνες επεξεργάζεται με πιο αργούς ρυθμούς και η απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων που περιέχει πραγματοποιείται για ακόμη μεγαλύτερη χρονική περίοδο. Ένας από τους λόγους για τους οποίους παρατηρείται αυτή η καθυστέρηση της πεπτικής διαδικασίας είναι η επαρκής διάσπαση των σωματιδίων της τροφής (105). Επιπλέον, ένα πλαίσιο διατροφής που παρέχει επαρκείς ποσότητες διαιτητικών ινών έχει συνήθως μικρότερη ενεργειακή πυκνότητα και μεγαλύτερο όγκο, φαινόμενα που περιορίζουν την αυθόρμητη πρόσληψη ενέργειας (104).

Εκτός αυτού, η μεγαλύτερη μάζα τροφής καταναλώνεται σε περισσότερο χρόνο και η παρουσία της τροφής στο στομάχι μπορεί να παρέχει πιο σύντομα την αίσθηση κορεσμού. Επίσης, ο αριθμός μασημάτων που απαιτούνται για να φαγωθεί η τροφή με ισόποσο ενεργειακό περιεχόμενο μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στον κορεσμό (92).



**Εικόνα 21.** Σχηματική απεικόνιση των μηχανισμών δράσεων των διαιτητικών ινών, οι οποίοι συνεπάγονται τελικά στην απώλεια και ρύθμιση του σωματικού βάρους (1).

Για μεγάλο χρονικό διάστημα, έχει υποστηριχθεί ότι οι τροφές που είναι πλούσιες σε διαιτητικές ίνες προσφέρουν λιγότερη ενέργεια και αυξημένο κορεσμό από ότι αυτές που περιέχουν χαμηλό ποσοστό ινών. Πράγματι, οι διαιτητικές ίνες, ανάλογα με το επίπεδο ζύμωσης που απαιτείται στο κόλον, μπορούν να προσφέρουν στον οργανισμό 0-2 kcal/γρ. Η ανασκόπηση 27 κλινικών μελετών το 2001 κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι περισσότερες από αυτές δείχνουν ότι η αυξημένη πρόσληψη

ινών συνεπάγεται μειωμένη πρόσληψη ενέργειας σε ποσοστό περίπου 10% (17). Ωστόσο, η ανασκόπηση διαφορετικών μελετών από άλλους συγγραφείς ανέφερε αντικρουόμενα αποτελέσματα σε σχέση με το αν ένα γεύμα πλούσιο σε ίνες προσφέρει αυξημένο κορεσμό (24, 25). Οι παρατηρήσεις αυτές υποδεικνύουν ότι οι διαφορετικές πηγές διαιτητικών ινών δεν έχουν την ίδια επίδραση στη διόγκωση του στομάχου.

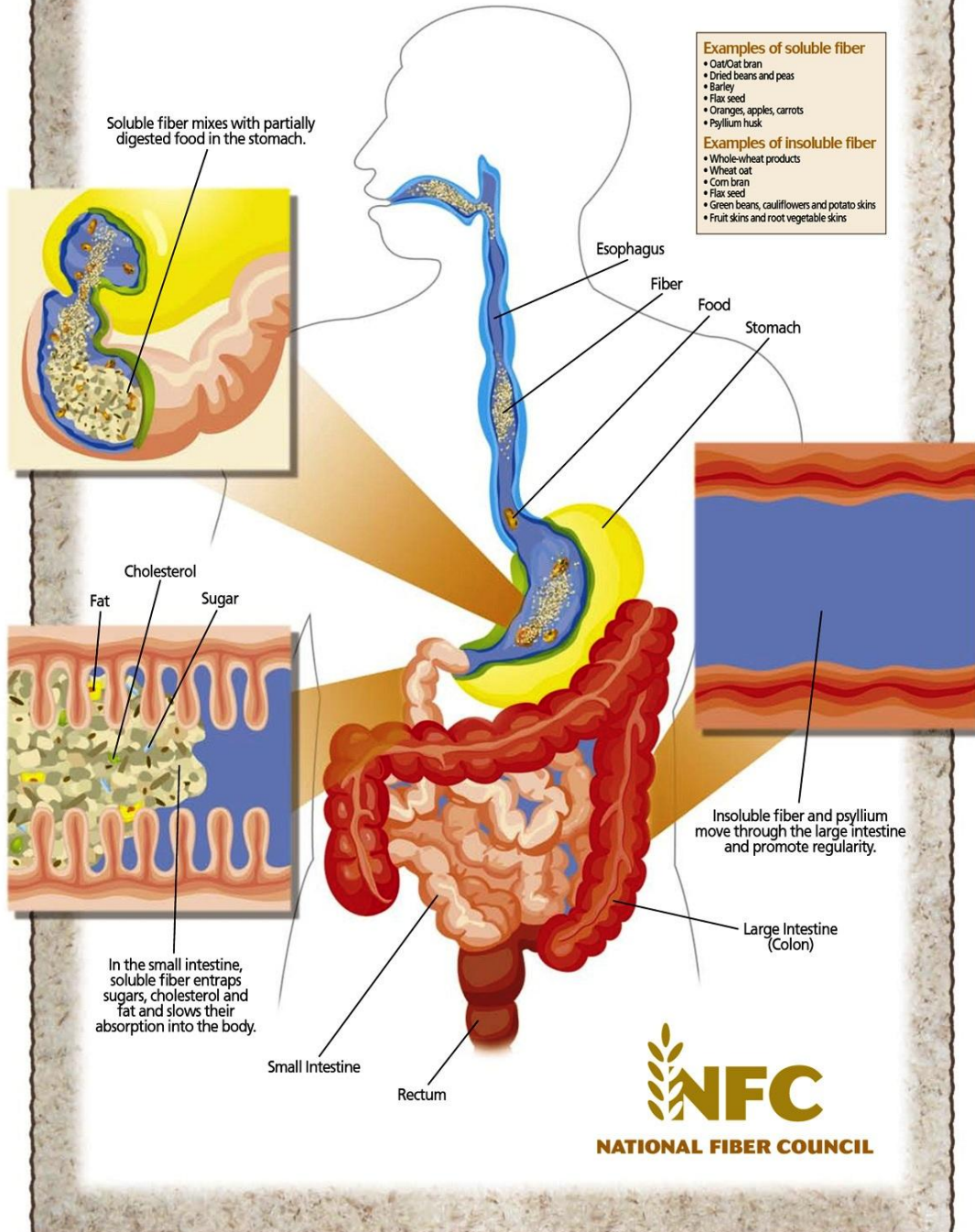
Φτάνοντας στο στομάχι, οι διαιτητικές ίνες επηρεάζουν τον όγκο και το ιξώδες της τροφής, γεγονός που έχει ιδιαίτερα σημαντική επίδραση στον κορεσμό. Αυτή η «ογκομετρική» επίδραση στην τροφή προάγει μια αίσθηση πληρότητας και την καθυστέρηση της γαστρικής κένωσης, δράσεις οι οποίες τείνουν να έχουν ως φυσικό αποτέλεσμα τη μείωση της θερμιδικής πρόσληψης. Οι διαφορετικοί τύποι ινών διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό ως προς την ικανότητα τους να προσδίδουν όγκο και ιξώδες στις τροφές. Η απλή διόγκωση του γαστρικού άντρου από τις διαλυτές, ιξώδεις (υδαρείς) ίνες έχει αποδειχθεί ότι οδηγεί σε μια αίσθηση κορεσμού, η οποία με τη σειρά της τείνει να προάγει το σταμάτημα του φαγητού κατά τη διάρκεια της περιόδου του γεύματος (21).

Η κατανάλωση διαλυτών διαιτητικών ινών μειώνει τις μεταγευματικές αποκρίσεις γλυκόζης που ακολουθούν τα πλούσια σε υδατάνθρακες γεύματα. Επίσης, μειώνει τα επίπεδα της συνολικής και της LDL χοληστερόλης (13). Οι επιδράσεις αυτές εξηγούνται ενδεχομένως από τις ιξώδεις ιδιότητες αυτού του τύπου ινών, όπως και από την ικανότητά τους να σχηματίζουν γέλη. Οι ιδιότητες αυτές με τη σειρά τους επιβραδύνουν τη γαστρική κένωση, με αποτέλεσμα την επιμήκυνση της διάρκειας της μηχανικής διαστολής του στομάχου (22). Ακόμη, έχει παρατηρηθεί επανειλημμένως ότι αυτή η καθυστέρηση της γαστρικής κένωσης από τις ιξώδεις ίνες οδηγεί σε βραδύτερη απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων από το λεπτό έντερο. Επιπλέον, η μειωμένη ανάμειξη και αποδοτικότητα των πεπτικών ενζύμων, όπως και η πρόσδεση των θρεπτικών στοιχείων, μπορεί λόγω της παρουσίας των ινών να μειώσει και/ή να επιβραδύνει την απελευθέρωση των θρεπτικών και την πρόσληψή τους από το λεπτό έντερο (26). Το γεγονός αυτό μπορεί να οδηγεί σε κάπως αυξημένη απέκκριση θρεπτικών στοιχείων από το λεπτό έντερο και κατ' επέκταση σε μειωμένη αποδοτικότητα της τροφής.

# How Fiber Works

## Soluble and Insoluble

After soluble fiber is ingested, it absorbs water and turns into a gel-like substance which entraps food, sugars, cholesterol and fats in the stomach and carries them through the digestive tract. Insoluble fiber passes through the system largely in tact.



Εικόνα 22. Σχηματική απεικόνιση της πορείας και των δράσεων των διαιτητικών ινών στο γαστρεντερικό σωλήνα (53).

### Διαιτητικές Ίνες και Ορμονικές Αποκρίσεις

Η κατανάλωση διαιτητικών ινών επηρεάζει τη έκκριση διαφόρων εντερικών ορμονών, οι οποίες μπορεί να δρουν ως παράγοντες κορεσμού. Παρόλο που σε πολλά πειράματα σε ανθρώπους, οι ορμονικές αλλαγές δεν συνδέθηκαν με έντονα αισθήματα κορεσμού υπάρχουν και κάποια θετικά αποτελέσματα.

Μια ουσία που εκκρίνεται στο γαστρεντερικό σύστημα και έχει σημαντική επίδραση στο αίσθημα του κορεσμού είναι η χολοκυστοκινίνη (CKK). Η χολοκυστοκινίνη είναι μια ορμόνη πεπτιδικής φύσης, που συμμετέχει στη διαδικασία της πέψης των πρωτεϊνών και των λιπών (119). Η έκκριση της χολοκυστοκινίνης ενεργοποιείται από την παρουσία τροφής στην άνω μοίρα του λεπτού εντέρου. Τα επίπεδα της χολοκυστοκινίνης αυξάνονται ραγδαία μετά τη κατανάλωση ενός γεύματος και σε 15 λεπτά φτάνουν στην κορύφωση τους. (120).

Η σχέση των διαλυτών ινών με την απελευθέρωση της χολοκυστοκινίνης έχει διερευνηθεί από περιορισμένο αριθμό μελετών. Η χορήγηση ζυμαρικών από κριθάρι σε υγιείς άντρες, με 15.7 γρ. φυτικών ινών, εκ των οποίων τα 5 γρ. αποτελούνταν από β-γλυκάνες, έδειξε καλύτερα και μεγαλύτερης διάρκειας μεταγευματικά επίπεδα χολοκυστοκινίνης, σε σύγκριση με τις ομάδες ελέγχου με χαμηλή πρόσληψη ινών. Η χολοκυστοκινίνη αυξάνεται ανάλογα με τη περιεκτικότητα του γεύματος σε β-γλυκάνες και τα αυξημένα επίπεδα της διατηρούνται για σημαντικά μεγάλο χρονικό διάστημα (121).

Ακόμη, σε έρευνα στην οποία χορηγήθηκαν 20 γρ. υδρολυμένου κόμμεος γκουάρ σε παχύσαρκες γυναίκες, οδήγησε στο συμπέρασμα ότι αυτή η χορήγηση παράγει μια αυξημένη μεταγευματική απόκριση στη χολοκυστοκινίνη, χωρίς να μεταβάλλει τις ορμόνες κορεσμού ή να αυξάνει το αίσθημα του κορεσμού (122). Μια άλλη έρευνα σε υπέρβαρες γυναίκες αποκάλυψε ένα δόσο-εξαρτώμενο αποτέλεσμα σχετικά με τις συγκεντρώσεις β-γλυκάνων βρώμης σε 5 διαφορετικά δημητριακά πρωινού (2,16γρ. έως 5,68γρ. ανά μερίδα). Η αυξημένη περιεκτικότητα ενός γεύματος σε φυτικές ίνες, με σημαντική περιεκτικότητα σε β-γλυκάνες, αυξάνει το αίσθημα του κορεσμού και μειώνει την επιθυμία για λήψη τροφής, για σημαντικά μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (123).

Η κατανάλωση ιξωδών ινών συνεπάγεται ακόμη την καθυστέρηση της μεταγευματικής (postprandial) αύξησης της γκρελίνης (ghrelin), η οποία είναι το

βασικό περιφερειακό ορεξιογόνο πεπτίδιο που προωθεί την έναρξη του γεύματος. Αυτή η καθυστέρηση στην προ-γευματική άνοδο της γκρελίνης θεωρείται ότι είναι αποτέλεσμα της επιβράδυνσης της απορρόφησης της γλυκόζης και των αμινοξέων και μιας επακόλουθης αύξησης στη μεταφορά αυτών των θρεπτικών στοιχείων στη νηστίδα και τον ειλεό (23). Η κατανάλωση αδιάλυτων ινών σιταριού έχει ως αποτέλεσμα αλλαγές στη γκρελίνη και το ανορεξιογόνο πεπτίδιο YY, οι οποίες όμως δεν συσχετίστηκαν τελικά με σημαντικές αλλαγές στα αισθήματα πείνας και κορεσμού. Παρόλα αυτά, ενδεχομένως επηρεάζουν τον κορεσμό από την κατανάλωση ενός επακόλουθου γεύματος (15, 36).

Η επακόλουθη μείωση των μεταγευματικών επιπέδων της γλυκόζης, της ινσουλίνης, της χοληστερόλης ή των τριγλυκεριδίων στην κυκλοφορία του αίματος πιθανώς εμπλέκεται στις μακροπρόθεσμες ευεργετικές επιδράσεις των πλούσιων σε ίνες προγραμμάτων διατροφής. Η μείωση αυτή επιτυγχάνεται πιθανότατα εξαιτίας της μείωσης της de-novo σύνθεσης λιπιδίων και της αποθήκευσής τους στο λιπώδη ιστό ή μέσω της αύξησης της ευαισθησίας της ινσουλίνης (27). Με αυτό τον τρόπο εξηγείται κατά βάση το πώς οι πλούσιες σε ίνες δίαιτες μπορούν να επηρεάσουν ευεργετικά πολλούς παράγοντες κινδύνου για ασθένειες του μεταβολισμού και να συνεισφέρουν στην πρόληψη εμφάνισης του διαβήτη τύπου II ή καρδιαγγειακών νοσημάτων.

Το ινσουλινοτροπικό πολυπεπτίδιο που εξαρτάται από τη γλυκόζη (Glucose dependent insulintropic polypeptide - GIP) είναι ακόμα μία ορμόνη που φαίνεται να εμπλέκεται στη ρύθμιση του μεταβολισμού του λίπους. Οι μελέτες για τις επιδράσεις της κατανάλωσης διαιτητικών ινών στα επίπεδα του πολυπεπτιδίου GIP στην κυκλοφορία κατέληξαν σε ανάμεικτα αποτελέσματα. Οι διαλυτές διαιτητικές ίνες μείωσαν τα επίπεδα του πολυπεπτιδίου GIP σε διαβητικούς, πιθανώς μέσω της μείωσης της απορρόφησης των υδατανθράκων. Αντίθετα, η κατανάλωση αδιάλυτων ινών από δημητριακά απέδωσε επιταχυμένες αποκρίσεις τόσο του βιολογικά ενεργού πολυπεπτιδίου GIP, όσο και της ινσουλίνης σε υγιή άτομα (37).

#### Διαιτητικές Ίνες, Ικανότητα Συγκράτησης Νερού και Πυκνότητα Ενέργειας

Η ενεργειακή πυκνότητα (energy density) προσδιορίζεται ως το ενεργειακό περιεχόμενο σε συγκεκριμένη μάζα ενός τροφίμου (kcal/g ή kJ/g). Το νερό είναι το συστατικό στοιχείο των τροφών που έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στην ενεργειακή τους πυκνότητα. Αυτό συμβαίνει γιατί προσθέτει βάρος στο τρόφιμο χωρίς να αυξάνει τις θερμίδες και επομένως μειώνει την ενεργειακή πυκνότητα. Οι διαιτητικές

ίνες μειώνουν επίσης την ενεργειακή πυκνότητα, όμως η επίδρασή τους είναι μικρότερη σε σύγκριση με αυτή του νερού, επειδή οι περισσότερες τροφές έχουν περισσότερο νερό από ότι ίνες (51).

Η ικανότητα των ινών να απορροφούν και να συγκρατούν το νερό κατά τη διέλευσή τους μέσα από το γαστρεντερικό σωλήνα είναι ένας βασικός παράγοντας που συνεισφέρει στις συνολικές λειτουργικές τους επιδράσεις. Οι διαλυτές ίνες έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν μια σταθερή γέλη που έχει ως αποτέλεσμα την πλήρωση του χώρου του στομάχου και κατ' επέκταση τη δημιουργία μιας αίσθησης κορεσμού, χωρίς την προσθήκη σημαντικής ποσότητας θερμίδων. Αυτή η ιδέα αναφέρεται συνήθως ως «θερμιδική αντικατάσταση», με την έννοια ότι η κατανάλωση τροφών χαμηλής θερμιδικής πυκνότητας ή συμπληρωματικών ινών μπορεί να οδηγήσει στην επίτευξη κορεσμού με ταυτόχρονη χαμηλότερη πρόσληψη θερμίδων (19).

Η ενεργειακή πυκνότητα ενός τροφίμου συνίσταται στην αμιγή ποσότητα θερμίδων σε μια συγκεκριμένη μάζα τροφής (συνήθως εκφράζεται σε kcal/γρ.). Η κατανάλωση μιας σούπας με υψηλή περιεκτικότητα σε ίνες και χαμηλή ενεργειακή πυκνότητα πριν από το υπόλοιπο γεύμα μειώνει σημαντικά την ελεύθερη (ad libitum) πρόσληψη τροφής κατά τη διάρκειά, ενώ ταυτόχρονα αυξάνει τα αισθήματα κορεσμού (39). Με παρόμοιο τρόπο, η κατανάλωση μιας μεγάλης σαλάτας με χαμηλή ενεργειακή πυκνότητα στην αρχή ή κατά τη διάρκεια ενός γεύματος μειώνει τη συνολική ελεύθερη (ad libitum) κατανάλωση τροφής για εκείνο το γεύμα (40).

Η κατανάλωση λειτουργικών συμπληρωμάτων ινών πριν ή μαζί με τα γεύματα μπορεί επίσης να μειώσει την θερμιδική πυκνότητά τους και να προωθήσει τον κορεσμό. Σε μια πρόσφατη μελέτη διερευνήθηκε η επίδραση ενός λειτουργικού συμπληρώματος με υψηλά ιξώδεις ίνες. Το συμπλήρωμα καταναλώνονταν είτε ως προσθήκη σε κάθε γεύμα είτε ως αντικατάσταση γεύματος σε υγρή μορφή. Οι συμμετέχοντες ήταν γυναίκες που ακολουθούσαν δίαιτα χαμηλών θερμίδων. Το αποτέλεσμα της έρευνας ήταν ότι το συμπλήρωμα ιξωδών ινών μείωσε τα αισθήματα πείνας και προώθησε τον κορεσμό κατά τη διάρκεια μιας περιόδου σημαντικής μείωσης των θερμίδων (41).

Η έρευνα πάνω στις επιδράσεις των διαφορετικών τύπων διαιτητικών ινών στην όρεξη και την πρόσληψη φαγητού προς το παρόν έχει δώσει αντιφατικά αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο της διαιτητικής ίνας που μελετάται και από το εάν αυτή προστίθεται ως συμπλήρωμα ή εντοπίζεται

φυσικά σε ένα τρόφιμο. Βραχυπρόθεσμες μελέτες, στις οποίες οι ίνες δόθηκαν ως τροφή στα άτομα που συμμετείχαν και στη συνέχεια προσδιορίστηκε η πρόσληψη τροφής και ενέργειας στα επακόλουθα γεύματα, υποδεικνύουν ότι η κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων συνολικών ινών είναι πολύ πιο αποτελεσματική στη μείωση της επακόλουθης πρόσληψης ενέργειας (110).

Σε μια μελέτη της δράσης της αραβινοξυλάνης, παρατηρήθηκε μια αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ του επιπέδου πρόσληψης ψωμιού πλούσιου σε αραβινοξυλάνη και τη μεταγευματική απόκριση γλυκόζης σε υγιείς ενήλικες. Σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου, τα επίπεδα της μεταγευματικής γλυκόζης ήταν σημαντικά χαμηλότερα με μόνο 6 g συμπληρώματος υψηλής περιεκτικότητας σε αραβινοξυλάνη ενώ η πρόσληψη 12 g είχε ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη ευεργετική επίδραση. Τα ψωμιά που είναι πλούσια σε αραβινοξυλάνη φαίνεται ότι επίσης ελέγχουν τα επίπεδα γλυκόζης και ινσουλίνης στο αίμα σε ενήλικα άτομα, τα οποία έχουν προβληματική ανεκτικότητα στη γλυκόζη (75, 76).

Ο τρόπος δράσης πίσω από τη βελτίωση της ανεκτικότητας στη γλυκόζη μέσω της αραβινοξυλάνης δεν είναι ακόμα γνωστός. Ωστόσο, θεωρείται ότι οφείλεται στο αυξημένο ιξώδες αυτού του τύπου ινών στο εσωτερικό του αυλού του γαστρεντερικού σωλήνα. Η ιδιότητα αυτή καθυστερεί ενδεχομένως το ρυθμό απορρόφησης της γλυκόζης. Ο χαμηλός γλυκαιμικός δείκτης της αραβινοξυλάνης ίσως να παίζει επίσης κάποιο ρόλο (63).

Η ινουλίνη είναι από μία από τις κατηγορίες διαιτητικών ινών που έχουν μελετηθεί και φαίνεται ότι μπορεί να συμβάλλει στην πρόληψη και την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας. Μια σχετικά πρόσφατη μελέτη έδειξε ότι η ολιγοφρουκτόζη, μια υπο-ομάδα των μορίων ινουλίνης, αύξησε τον κορεσμό σε ενήλικα άτομα, γεγονός που οδήγησε στη μείωση της συνολικής ενεργειακής πρόσληψης. Το γεγονός αυτό θεωρείται ότι οφείλεται στην παραγωγή λιπαρών οξέων βραχέων αλυσίδων (short chain fatty acids) και στην ικανότητά τους να αυξάνουν τη δράση των ορμονών καταστολής της όρεξης όπως το πεπτίδιο GLP-1 (63, 77).

Οι περισσότεροι ερευνητές συμφωνούν στο ότι το ιξώδες της β-γλυκάνης στο εσωτερικό του γαστρεντερικού σωλήνα είναι ο πιθανότερος μηχανισμός μέσω του οποίου η συγκεκριμένη ένωση μειώνει τα επίπεδα χοληστερόλης του ορού και βελτιώνει τον μεταγευματικό μεταβολισμό της γλυκόζης. Αυτή η ιδιότητα «ζελατινοποίησης» ίσως να καθυστερεί την μεταφορά της γλυκόζης στο αίμα και κατ' επέκταση να μειώνει τα επίπεδα γλυκόζης και ινσουλίνης μετά τα γεύματα. Η



παραγωγή λιπαρών οξέων βραχέων αλυσίδων από τη β-γλυκάνη μπορεί να είναι επίσης ένας πιθανός μηχανισμός που συνεπάγεται τις μεταβολικές επιδράσεις που παρατηρούνται κατά την κατανάλωση αυτής της ομάδας διαιτητικών ινών (63).

#### **1.4. ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ ΣΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΒΑΡΟΥΣ**

Παρόλο που υπάρχουν πολλοί παράγοντες που συνεισφέρουν στην ανάπτυξη της παχυσαρκίας, η βασική αιτία είναι η αύξηση στην αναλογία της απορρόφησης ενέργειας προς τις δαπάνες ενέργειας. Επομένως, η μείωση της απορρόφησης ενέργειας είναι ένας κρίσιμος παράγοντας κατά την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας. Οι επιστήμονες στο χώρο της διατροφής και της υγείας έχουν προχωρήσει ένα βήμα παραπάνω από αυτό τον συλλογισμό και μελέτησαν την επίδραση άλλων πτυχών της διατροφικής συμπεριφοράς που ενδεχομένως συμβάλλουν στη ρύθμιση του βάρους· οι διαιτητικές ίνες είναι μια από αυτές τις πτυχές. Γενικότερα, φαίνεται ότι η αύξηση της κατανάλωσης διαιτητικών ινών μπορεί να μειώσει την απορρόφηση ενέργειας με το να μειώνει τη διαθεσιμότητα της ενέργειας που περικλείεται σε μια δίαιτα, ενώ διατηρεί την διαθεσιμότητα άλλων θρεπτικών συστατικών.

Οι μελέτες παρατήρησης (Observational studies) δείχνουν ότι η παχυσαρκία εμφανίζεται λιγότερο συχνά στις αναπτυσσόμενες χώρες, στις οποίες παρατηρείται υψηλή κατανάλωση διαιτητικών ινών. Αντίθετα, κατά τις πρόσφατες δεκαετίες η αύξηση της εξάπλωσης της παχυσαρκίας στις αναπτυγμένες χώρες συνοδεύεται από μια μείωση στην κατανάλωση ινών και σύνθετων υδατανθράκων (57). Επιπλέον, έχει αναφερθεί ότι οι πληθυσμοί χορτοφάγων κινδυνεύουν πολύ λιγότερο να γίνουν υπέρβαροι και παχύσαρκοι. Η παρατήρηση αυτή υποδεικνύει ότι η κατανάλωση διαιτητικών ινών θα μπορούσε να παίζει σημαντικό ρόλο στην πρόληψη και την ανάπτυξη της παχυσαρκίας (60).

Τα αποτελέσματα από παρατηρητικές μελέτες αντιπροσωπευτικών δειγμάτων (cross-sectional observational studies) έδειξαν ότι η πρόσληψη ινών σχετίζεται αντιστρόφως ανάλογα με το σωματικό βάρος (5, 6) και το σωματικό λίπος (7). Λίγες μελέτες έχουν ασχοληθεί με τη σύγκριση διαφορετικών τύπων ινών και το συσχετισμό τους με το σωματικό βάρος. Οι επιδράσεις ήταν μέτριες: το βάρος των ατόμων στο ανώτερο πεμπτημόριο κατανάλωσης διαιτητικών ινών αυξήθηκε κατά 3.6 kg λιγότερα σε μια περίοδο 10 ετών σε σχέση με αυτά στο κατώτερο πεμπτημόριο

(8). Γενικά, δεν έχει παρατηρηθεί ξεκάθαρη διαφορά μεταξύ διαλυτών και αδιάλυτων ινών ή μεταξύ ζυμώσιμων και μη-ζυμώσιμων ινών σε σχέση με το σωματικό βάρος, όπως επίσης και μεταξύ φυσικών τροφών και διαιτητικών συμπληρωμάτων (14).

Κατά τη διενέργεια επιδημιολογικών μελετών, μπορεί να μετρηθεί η συνήθης πρόσληψη διαιτητικών ινών, διαλυτών ινών και αδιάλυτων ινών και στη συνέχεια να διερευνηθεί η σχέση της με το σωματικό βάρος. Οι μελέτες αυτές μπορούν επίσης να προσδιορίσουν την πρόσληψη τροφών με υψηλή περιεκτικότητα σε διαιτητικές ίνες (σιτηρά ολικής άλεσης, φρούτα και λαχανικά) και να αξιολογήσουν εάν η πρόσληψη των τροφών αυτών σχετίζεται με το σωματικό βάρος. Στην περίπτωση επεμβατικών μελετών (intervention studies), τα άτομα που είναι υπέρβαρα ή αδύνατα (lean) υποβάλλονται σε προγράμματα διατροφής με υψηλό ή χαμηλό περιεχόμενο σε ίνες. Στη συνέχεια, παρατηρούνται οι αλλαγές στο βάρος αυτών των ατόμων.

Έχει παρατηρηθεί ότι στο σχεδιασμό και την εκτίμηση των αποτελεσμάτων διατροφικών προγραμμάτων πολύ συχνά δίνεται υπερβολική προσοχή στο διαιτητικό λίπος (2). Αντίθετα, διάφοροι άλλοι παράγοντες όπως οι ίνες, ο γλυκαιμικός δείκτης και η διατροφική ποικιλία εξετάζονται λιγότερο συχνά σε σχέση με τον ρόλο τους στην παχυσαρκία. Η ιδέα ότι η αύξηση της κατανάλωσης διαιτητικών ινών συνεισφέρει θετικά στη διαχείριση του βάρους και προωθεί την καλή υγεία δεν είναι καινούρια. Μια μελέτη του 2004 υπέδειξε ότι κάθε αύξηση κατά 10 g/d στην πρόσληψη ινών μειώνει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών επεισοδίων κατά 12% και τους θανάτους εξαιτίας αυτών των επεισοδίων κατά 19% (32).

Ένας λόγος για την ενσωμάτωση λειτουργικών τροφών στα προγράμματα διαχείρισης του σωματικού βάρους είναι η ενίσχυση της αίσθησης κορεσμού και η αναστολή της όρεξης. Λογικά, αυτό θα οδηγήσει σε μείωση της πρόσληψης τροφής και τελικά στην απώλεια βάρους. Οι διαιτητικές ίνες διαφόρων τύπων έχουν προταθεί ως μέσο για την επίτευξη αυτών των στόχων για την απώλεια βάρους. Μια συστηματική ανασκόπηση κλινικών μελετών για την αξιολόγηση της επίδρασης των διαιτητικών ινών στην όρεξη, τον κορεσμό, την πρόσληψη ενέργειας και το σωματικό βάρος συνεπάγεται μια εκτίμηση της πραγματικής τους αποδοτικότητας.

Η σχετική βιβλιογραφία αναφέρει αρκετά ευεργετικά αποτελέσματα που σχετίζονται με την κατανάλωση διαιτητικών ινών, τα οποία αφορούν την ομοιόσταση της γλυκόζης, τον μεταβολισμό των λιπιδίων και την πρόσληψη θερμίδων. Ο γαστρεντερικός σωλήνας παίζει συγκεκριμένο ρόλο σε αυτές τις λειτουργίες. Το στομάχι σηματοδοτεί την πληρότητα ως απόκριση σε ένα γεύμα και επηρεάζει το

ρυθμό απορρόφησης των μακροθρεπτικών στο λεπτό έντερο, το οποίο είναι το σημείο στο οποίο πραγματοποιείται το μεγαλύτερο μέρος απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων και ενέργειας. Οι διαδικασίες που πραγματοποιούνται στο γαστρεντερικό σωλήνα και το λεπτό έντερο είναι αλληλένδετες με τους μηχανισμούς ρύθμισης της γλυκόζης. Οι μηχανισμοί αυτοί ξεκινούν από το πάγκρεας (ινσουλίνη) και το λεπτό έντερο (ιδιαίτερα με τις ινκρετίνες (incretins), το ινσουλινοτροπικό πεπτίδιο GIP και το πεπτίδιο GLP-1) (57).

Οι έρευνες σε ανθρώπους έχουν δείξει ότι η πρόσληψη διαιτητικών ινών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προβλέψει το περιεχόμενο λίπους του σώματος. Τα παχύσαρκα άτομα έχουν σημαντικά υψηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους και υψηλότερη πρόσληψη διαιτητικού λίπους, σε σύγκριση με τα άτομα με φυσιολογικό βάρος. Μια μελέτη επιπολασμού (cross-sectional study) έδειξε επίσης ότι η πρόσληψη των συνολικών διαλυτών ινών συσχετίστηκε αρνητικά με τη πρόσληψη ενέργειας και το συνολικό περιεχόμενο του σωματικού λίπους. Πρέπει να σημειωθεί ότι δεν υπήρχε διαφορά στην ενεργειακή πρόσληψη ανάμεσα στα παχύσαρκα και τα φυσιολογικά άτομα σε αυτήν την μελέτη. Έτσι, οι διαφορές στο σωματικό βάρος και λίπος δεν μπορούν να αποδοθούν σε διαφορές στην ενεργειακή πρόσληψη (9). Σε μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας παρατηρήθηκε ότι η αύξηση της καθημερινής πρόσληψης ινών κατά 14 γρ. είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της ενεργειακής πρόσληψης (κατά 10%) και την εμφανή μείωση του σωματικού βάρους. Επιπλέον, η απώλεια βάρους ως συνέπεια της δράσης των διαιτητικών ινών ήταν πιο έντονη σε παχύσαρκα ή υπέρβαρα άτομα από ότι σε άτομα με φυσιολογικό βάρος (14).

Μια διαπολιτισμική μελέτη 16 διαφορετικών ομάδων σε επτά χώρες έδειξε ότι ο δείκτης μάζας σώματος και το πάχος των υποπλάτιων πτυχώσεων του δέρματος (subscapular skin fold thickness) συσχετίζεται αντιστρόφως ανάλογα με τη συνολική πρόσληψη διαιτητικών ινών. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι η μείωση της ποσότητας διαιτητικών ινών που προσλήφθηκε ήταν καθοριστικός παράγοντας της ποσότητας σωματικού λίπους που αποθηκεύτηκε (61).

Σε μια άλλη μελέτη υπολογίστηκε η συνολική πρόσληψη διαιτητικών ινών μέσω καταγραφών της διατροφής για τρεις ημέρες σε τρεις διαφορετικές πληθυσμιακές ομάδες: μία με άτομα φυσιολογικού βάρους και δείκτη μάζας σώματος μεταξύ 20 και 27 kg/m<sup>2</sup>, μία ομάδα με μέτρια παχύσαρκα άτομα, με δείκτη μάζας σώματος μεταξύ 27.1 και 40 kg/m<sup>2</sup>, και μία ομάδα με σοβαρά παχύσαρκα άτομα, με

δείκτη μάζας σώματος μεγαλύτερο από 40 kg/m<sup>2</sup>. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πρόσληψη διαιτητικών ινών ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στην ομάδα φυσιολογικού βάρους και συσχετίστηκε αντιστρόφως ανάλογα με το δείκτη μάζας σώματος μετά την προσαρμογή διάφορων πιθανών συγχυτικών παραγόντων (confounders) (φύλο, ηλικία, μορφωτικό επίπεδο και εισόδημα) (5). Μια πρόσφατη έρευνα έδειξε επίσης μια σημαντική αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ της συνολικής κατανάλωσης διαιτητικών ινών και του δείκτη μάζας σώματος ή της κοιλιακής περιφέρειας (62).

### **1.5. ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ**

Για την αξιολόγηση της επίδρασης των διαιτητικών ινών στη ρύθμιση και την απώλεια σωματικού βάρους έχουν πραγματοποιηθεί ουσιαστικές ερευνητικές προσπάθειες. Οι περισσότερες από αυτές δείχνουν ότι υπάρχει μια αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ της πρόσληψης διαιτητικών ινών και αλλαγών στο σωματικό βάρος. Υπάρχουν πολλές επιδημιολογικές μελέτες που υποδεικνύουν ένα συσχετισμό μεταξύ της πρόσληψης διαιτητικών ινών και της παχυσαρκίας ή των καρδιαγγειακών νοσημάτων. Ωστόσο, το εάν αυτοί οι συσχετισμοί οφείλονται μόνο στην πρόσληψη ινών ή και σε άλλους πιθανούς διατροφικούς παράγοντες είναι ακόμα αντικείμενο αντιπαράθεσης. Οι διαιτητικές ίνες μπορούν να τροποποιήσουν το σωματικό βάρος μέσω ποικίλων μηχανισμών. Οι τροφές που είναι πλούσιες σε ίνες έχουν συνήθως χαμηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο, γεγονός που συνεισφέρει στη μείωση της ενεργειακής πυκνότητας της συνολικής διαίτας. Αυτές οι τροφές πρέπει να μασώνται περισσότερο και αυτό οδηγεί στην αύξηση του χρόνου που απαιτείται για να καταναλωθεί το τρόφιμο όπως και στον αίσθημα του κορεσμού (57).

Μια πολυκλαδική (multidisciplinary) μελέτη στην οποία συμμετείχαν πάνω από 5000 άτομα συσχέτισε την παχυσαρκία με την αυξημένη πρόσληψη ενέργειας και τη μειωμένη κατανάλωση τροφών πλούσιων σε ίνες (φρούτα και λαχανικά) (3). Πληθυσμοί που καταναλώνουν αυξημένες ποσότητες ινών επίσης εμφανίζουν χαμηλότερα ποσοστά παχυσαρκίας (4). Οι παρατηρήσεις αυτές υποδεικνύουν ότι η αύξηση του ποσοστού διαιτητικών ινών σε ένα διαιτολόγιο, το οποίο εντάσσεται σε ένα γενικότερο σχέδιο δράσης για την προώθηση της υγείας, είναι πιθανότατα μια σημαντική στρατηγική δημόσιας υγείας για την πρόληψη της παχυσαρκίας (1).

Σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2009 συμμετείχαν 252 γυναίκες μέσης ηλικίας. Οι ερευνητές παρατήρησαν ότι κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 20 και περισσότερων μηνών, οι συμμετέχουσες έχασαν κατά μέσο όρο 4.4 λίβρες (2 kg). Η

μείωση αυτή παρατηρήθηκε σε συνδυασμό με μια αύξηση των διαιτητικών ινών κατά 8 g ανά 1000 kcal και οφειλόταν κατά κύριο λόγο στη μείωση του σωματικού λίπους. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο συσχετισμός μεταξύ της πρόσληψης διαιτητικών ινών και των αλλαγών στο σωματικό βάρος ήταν ανεξάρτητος από πολλούς άλλους πιθανούς παράγοντες όπως η ηλικία, την βασική τιμή αναφοράς (baseline) πρόσληψης ινών και λίπους, το επίπεδο σωματικής δραστηριότητας και την βασική τιμή αναφοράς πρόσληψης ενέργειας (66).

Τα αποτελέσματα μιας μελέτης του 2004 συνάδουν με τα παραπάνω ευρήματα και υποδεικνύουν επίσης μια δοσο-εξαρτώμενη σχέση μεταξύ των δύο παραμέτρων. Οι ερευνητές της μελέτης αυτής ανέφεραν ότι για κάθε αύξηση κατά 40 g/d στην πρόσληψη τροφών ολικής άλεσης, η αύξηση του σωματικού βάρους μειωνόταν κατά 1.1 λίβρες (0.5 kg). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι το πίτουρο φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στη μείωση του σωματικού βάρους κατά 0.8 λίβρες (0.36 kg) ανά 20 g/d πρόσληψης (67).

Μια μακροχρόνια μελέτη έδειξε ότι η πρόσληψη ινών σχετίζεται αντιστρόφως ανάλογα με το δείκτη μάζας σώματος σε όλα τα επίπεδα πρόσληψης λίπους μετά την τροποποίηση παραγόντων του τρόπου ζωής και άλλων επιβαρυντικών παραγόντων μεταξύ νεαρών ενηλίκων (8). Η υπόθεση της επίδρασης των διαιτητικών ινών στο σωματικό βάρος ενισχύεται από την παρατήρηση ότι οι παχύσαρκοι άντρες και γυναίκες έχουν σημαντικά χαμηλότερα ποσοστά πρόσληψης ινών από ότι οι αδύνατοι (9), όπως και από το ότι η αύξηση του βάρους συσχετίζεται αντιστρόφως ανάλογα με την πρόσληψη δημητριακών ολικής άλεσης. Αντίθετα η πρόσληψη εξευγενισμένων δημητριακών σχετίζεται θετικά με την αύξηση βάρους (10).

Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι υπάρχει αυξημένος κορεσμός μετά τα γεύματα ή μειωμένο επακόλουθο αίσθημα πείνας όταν τα υποκείμενα ακολουθούν δίαιτα πλούσια σε διαιτητικές ίνες, τόσο υπό συνθήκες σταθερής πρόσληψης ενέργειας όσο και όταν η πρόσληψη γινόταν ελεύθερα από τα άτομα (14). Ωστόσο, υπάρχουν και μελέτες στις οποίες δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές επιδράσεις των διαιτητικών ινών (14-18). Κάποιες από αυτές τις μελέτες έδειξαν έναν αντιστρόφως ανάλογο συσχετισμό μεταξύ των μεταγευματικών αποκρίσεων γλυκόζης και ινσουλίνης και του κορεσμού· επίσης, δεν υπάρχει κάποιο ξεκάθαρο συμπέρασμα για το αν το επίπεδο του γλυκαιμικού δείκτη των γευμάτων είναι βασικός παράγοντας για την προώθηση του κορεσμού (34, 35).

Κατά τη διάρκεια μιας άλλης ερευνητικής προσέγγισης, διενεργήθηκαν μετρήσεις ώστε να αξιολογηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν τις αποκρίσεις της γλυκόζης και της ινσουλίνης στον άνθρωπο. Τα αποτελέσματα από αυτήν έδειξαν ότι τα μεταγευματικά επίπεδα γλυκόζης και ινσουλίνης στο αίμα επηρεάζονται περισσότερο από τη μορφή της τροφής και τη βοτανική δομή σε σχέση με την ποσότητα διαιτητικών ινών που περιέχονταν στις τροφές που χρησιμοποιήθηκαν (106). Σε μια ανασκόπηση του 2010, αναφέρεται ότι υπάρχει ακόμα σημαντική αντιπαράθεση σχετικά με τον πιθανό μηχανισμό δράσης για τα συνεισφορά της υψηλής περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες και του χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη σε μια δίαιτα (107). Το συμπέρασμα στο οποίο καταλήγει η ανασκόπηση αυτή είναι ότι η πλειοψηφία των μέχρι τώρα δεδομένων που συλλέχθηκαν υποστηρίζει την ιδέα ότι η κατανάλωση τροφών με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη και μεγάλο ποσοστό διαιτητικών ινών βελτιώνουν τη διαχείριση του σωματικού βάρους και μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά στις στρατηγικές απώλειας βάρους.

Μια από τις στρατηγικές που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της διατροφής και τη διαχείριση της ενεργειακής πρόσληψης είναι η αύξηση της κατανάλωσης δημητριακών ολικής άλεσης, τα οποία όπως αναφέρθηκε στο αντίστοιχο κεφάλαιο περιέχουν υψηλά ποσοστά διαφόρων διαιτητικών ινών. Με βάση διάφορες παρατηρήσεις, οι διαιτητικές ίνες που περιέχονται στις τροφές ολικής άλεσης και στα αναποφλοιώτα δημητριακά έχουν τραβήξει την προσοχή των ερευνητών. Έτσι, έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες για την αξιολόγηση των ευεργετικών τους επιδράσεων (92).

Η κατανάλωση δημητριακών ολικής άλεσης σχετίζεται με αντιστρόφως ανάλογο τρόπο με την αύξηση του δείκτη μάζας σώματος, όπως προκύπτει από ξεχωριστές μελέτες (94-98), αλλά και με την αναλογία μέσης προς γοφούς ή την περιφέρεια της μέσης (92). Άλλες έρευνες έδειξαν ότι η κατανάλωση αυτών των τροφών φαίνεται να προλαμβάνει την πρόσληψη βάρους (10) ή να βοηθά στην απώλεια του παραπανίσιου βάρους (99-101).

Σε ένα άρθρο ανασκόπησης του 2004, παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα 53 μελετών που αφορούσαν τον ρόλο των δημητριακών και των οσπρίων (επίσης πλούσιας πηγής διαιτητικών ινών) στην πρόληψη και τη διαχείριση του σωματικού βάρους και της παχυσαρκίας. Τόσο οι επιδημιολογικές, όσο και οι παρεμβατικές μελέτες παρείχαν ισχυρές αποδείξεις ότι μια δίαιτα με υψηλή περιεκτικότητα σε δημητριακά ολικής άλεσης σχετίζεται με χαμηλότερο δείκτη μάζας σώματος,

περιφέρεια μέσης και κίνδυνο ανάπτυξης παχυσαρκίας. Οι ακριβείς μηχανισμοί δράσης δεν έχουν ακόμη εξηγηθεί επακριβώς και είναι επίσης ασαφές σε ποιο βαθμό δρουν ευεργετικά τα διάφορα στοιχεία που αποτελούν τις συγκεκριμένες τροφές ή που σχετίζονται με τον μεταβολισμό τους (περιεκτικότητα σε διαιτητικές ίνες, γλυκαιμικός δείκτης, θρεπτική πυκνότητα κ.α.) (102).

Ο συγγραφέας του συγκεκριμένου άρθρου κατέληξε στο ότι ο κίνδυνος εμφάνισης παχυσαρκίας μπορεί να μειωθεί εάν αντικατασταθούν οι εξευγενισμένες πηγές δημητριακών σε μια δίαιτα από τροφές ολικής άλεσης, που περιέχουν περισσότερες διαιτητικές ίνες και χαρακτηρίζονται από χαμηλότερο γλυκαιμικό δείκτη. Ωστόσο, είναι απαραίτητη η διενέργεια περισσότερων τυχαιοποιημένων δοκιμών ώστε να προσδιοριστεί η αδιαμφισβήτητη επίδραση των τροφών αυτών και να δρομολογηθεί η ανάπτυξη νέων διατροφικών προϊόντων.

Σε ένα άλλο άρθρο ανασκόπησης το 2007, συνοψίστηκαν τα αποτελέσματα 27 μελετών και προέκυψε το συμπέρασμα ότι οι περισσότερες από αυτές έδειξαν μια σαφή σύνδεση μεταξύ της αυξημένης κατανάλωσης διαιτητικών ινών και μειωμένης πρόσληψης ενέργειας περίπου σε ποσοστό 10% (105). Ωστόσο, άλλες έρευνες ανέφεραν ανάμεικτα συμπεράσματα για το κατά πόσο ένα γεύμα πλούσιο σε ίνες μπορεί να προωθήσει τον κορεσμό και την πληρότητα ή όχι. Η ακριβής διατροφική πηγή των διαιτητικών ινών φαίνεται ότι παίζει σημαντικό ρόλο στην επίδρασή τους ως διογκωτικός παράγοντας στον στομάχι (92).

#### **1.6. ΠΑΡΕΜΒΑΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ (INTERVENTION STUDIES)**

Οι δίαιτες με υψηλά ποσοστά ινών χαρακτηρίζονται από πολύ χαμηλή ενεργειακή πυκνότητα σε σύγκριση με δίαιτες με υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος. Το γεγονός αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η κατανάλωση μεγαλύτερου όγκου τροφής είναι απαραίτητη ώστε να επιτευχθεί ένα συγκεκριμένο επίπεδο ενέργειας. Το φαινόμενο αυτό με τη σειρά του θα μπορούσε να οδηγήσει στην μείωση της τελικής ποσότητας του φαγητού και επομένως της ποσότητας ενέργειας που αυτή περικλείει.

Οι δίαιτες που είναι πλούσιες σε υδατάνθρακες έχουν συσχετιστεί επανειλημμένα με τη μείωση του σωματικού βάρους. Μια μελέτη του 2004 έδειξε ότι η κατανάλωση φρούτων και λαχανικών παίζει σαφώς κάποιο ρόλο στην διαχείριση

του βάρους. Αυτό συμβαίνει πιθανότατα επειδή αυτή η κατανάλωση συνεπάγεται τη μείωση της πυκνότητας της ενέργειας, την προώθηση του κορεσμού και τη μείωση της πρόσληψης ενέργειας (31). Σε μελέτες που διενεργήθηκαν χρησιμοποιώντας τροφές ολικής άλεσης, οι οποίες ήταν πλούσιες σε διαιτητικές ίνες, και συμπληρώματα ινών, η αυξημένη πρόσληψη διαιτητικών ινών συσχετίστηκε με την απώλεια βάρους, και μάλιστα με αυξημένες απώλειες στα πιο παχύσαρκα άτομα (24).

Πολλές παρεμβατικές μελέτες έχουν διερευνήσει κατά πόσο η πρόσληψη διαιτητικών ινών συνεισφέρει στην απώλεια βάρους, τα αποτελέσματά τους όμως αποδείχτηκαν αντιφατικά. Η προσθήκη διαιτητικών ινών σε μια δίαιτα χαμηλών θερμίδων βελτίωσε σημαντικά την απώλεια βάρους: η ομάδα αναφοράς (placebo group) έχασε 5,8 kg ενώ η ομάδα με πρόσθετη κατανάλωση ινών έχασε 8,0 kg. Επίσης, σε διαφορετική μελέτη όπου συμμετείχαν γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση, η αυξημένη κατανάλωση διαιτητικών ινών στα πλαίσια δίαιτας με χαμηλά ποσοστά λίπους συσχετίστηκε με σημαντική απώλεια βάρους (28). Μια τυχαίοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη με μικρό πληθυσμιακό δείγμα (34 άτομα) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι μια δίαιτα υψηλή σε υδατάνθρακες (οι οποίοι καταναλώνονταν κατ' αρεσκείαν) οδήγησε σε σημαντική απώλεια σωματικού βάρους αλλά και σωματικού λίπους σε άντρες και γυναίκες μεγαλύτερης ηλικίας. Στη μελέτη αυτή, δεν υπήρχε περιορισμός ενέργειας ή αλλαγή στην πρόσληψη ενέργειας (30).

Αντίθετα, σε μια πιλοτική μελέτη που βασιζόταν στην ελεύθερη επιλογή δίαιτας από άντρες και γυναίκες, παρατηρήθηκε ότι η προσθήκη συμπληρωμάτων ζυμώσιμων και μη-ζυμώσιμων ινών δεν τροποποίησε το αίσθημα της πείνας και του κορεσμού όπως και το σωματικό βάρος (29). Σε αυτή τη μελέτη, οι εθελοντές που συμμετείχαν καθοδηγήθηκαν ώστε να καταναλώνουν μέχρι και 10 γρ. ινών μαζί με 355 ml ενός μη-θερμιδικού ροφήματος 30 λεπτά πριν από τρία γεύματα κάθε μέρα. Η ζυμώσιμη ίνα που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα μείγμα 2:1 πηκτίνης από φλούδα εσπεριδοειδών και β-γλυκάνης από βρώμη. Μετά από 3 εβδομάδες, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι κανένας από τους δύο τύπους διαιτητικών ινών είχε κάποια ευεργετική δράση στην προώθηση της απώλειας βάρους. Ο μη-ζυμώσιμος τύπος ίνας σε αυτή τη μελέτη ήταν ένα προϊόν μεθυλ-κυτταρίνης, η κατανάλωση του οποίου αποδείχτηκε επίσης ότι δεν οδήγησε σε εμφανή απώλεια βάρους.

Σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε το 2000, συμμετείχαν 53 μέτρια υπέρβαρες γυναίκες οι οποίες ακολουθούσαν ένα διαιτολόγιο μειωμένης ενέργειας (1,200 kcal/d), με ή χωρίς τη προσθήκη ενός συμπληρώματος διαιτητικών ινών. Το



συμπλήρωμα αυτό είχε όγκο 6 g/d για 8 εβδομάδες και στη συνέχεια 4 g/d μέχρι το τέλος της μελέτης. Οι γυναίκες που ακολούθησαν το διαιτολόγιο που περιείχε το συμπλήρωμα ινών έχασαν 8.0 kg έναντι 5.8 kg που έχασαν οι γυναίκες της ομάδας αναφοράς ( $p < 0.05$ ) (50).

Το κόμμι γκουάρ έχει μελετηθεί από διάφορες ομάδες ως διογκωτικός παράγοντας που καταστέλλει την όρεξη. Μια μετα-ανάλυση κάποιων από αυτές ανέλυσε στατιστικά τα αποτελέσματά τους και υπέδειξε ότι αυτός ο τύπος διαιτητικής ίνας δεν έχει κάποια επίδραση στη μείωση του σωματικού βάρους. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ απαγόρευσε την χρήση του σε διατροφικά προϊόντα το 1992, καθώς υπήρχαν αρκετές αναφορές ότι αποτελούσε παράγοντα κινδύνου για την υγεία (12).

Οι επιδράσεις της κυτταρίνης στον άνθρωπο δεν είναι πλήρως κατανοητές καθώς έχουν πραγματοποιηθεί λίγες σχετικά μελέτες πάνω σε αυτό το θέμα. Με βάση τη θεωρία ότι η κυτταρίνη μπορεί να μειώσει την ενεργειακή πρόσληψη έχουν κατασκευαστεί χάπια κυτταρίνης που είναι διαθέσιμα για κατανάλωση. Παρόλο που δεν υπάρχουν μελέτες σε ανθρώπους οι οποίες να στηρίζουν τη θεωρία αυτή, οι έρευνες σε ζωικά μοντέλα έδειξαν ότι η αύξηση της διαιτητικής κυτταρίνης μπορεί να μειώσει την ημερήσια πρόσληψη ενέργειας (78-80). Αυτό είναι πιθανότατα αποτέλεσμα αραίωσης καθώς η κυτταρίνη πρακτικά δεν διασπάται στο λεπτό έντερο και μόνο το 51% μεταβολίζεται από τη μικροχλωρίδα που βρίσκεται στο κόλον (63).

Ένας αριθμός μελετών που πραγματοποιήθηκαν επικεντρώθηκε στην επίδραση της κατανάλωσης ενός γεύματος με υψηλή περιεκτικότητα σε διαιτητικές ίνες και την πρόσληψη τροφής σε ένα επόμενο γεύμα. Για παράδειγμα, η κατανάλωση πρωινού που συμπληρωνόταν από 29 γρ. ινών από ζαχαρότευτλο είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 14% στο επακόλουθο μεσημεριανό γεύμα. Ωστόσο, άλλοι ερευνητές δεν παρατήρησαν κάποια θετική επίδραση που να ακολουθεί την κατανάλωση διαιτητικών ινών. Παρόμοια ευρήματα, δηλαδή την απουσία επίδρασης ενός δοκιμαστικού γεύματος με επιπλέον διαιτητικές ίνες στην όρεξη κατά τη διάρκεια της ημέρας, βρέθηκαν όταν το άμυλο αντικαταστάθηκε από άμυλο (44).

Παραδοσιακά, οι τροφές με μεγάλη περιεκτικότητα σε ίνες ήταν στερεές τροφές. Ωστόσο, ορισμένες από τις καινούριες ουσίες που ταξινομήθηκαν ως λειτουργικές ίνες, όπως τα ανθεκτικά άμυλα και οι ολιγοσακχαρίτες, μπορούν να προστεθούν εύκολα σε ποτά χωρίς να τροποποιείται το ιξώδες τους (110). Κάποιες

μελέτες για τις επιδράσεις στον κορεσμό ποτών, τα οποία περιείχαν διαλυτές μη-ιξώδεις ίνες κατέληξαν σε θετικά αποτελέσματα. Σε μια μελέτη του 2006 έγινε σύγκριση δοκιμαστικών γευμάτων στα οποία συμπεριλαμβάνονταν 200 γρ. ολόκληρων καρότων, πολτοποιημένων καρότων ή θρεπτικά συστατικά καρότων. Η κατανάλωση ολόκληρων και πολτοποιημένων καρότων είχε ως αποτέλεσμα σημαντικά μεγαλύτερη αίσθηση κορεσμού (111). Η ελεύθερη κατανάλωση φαγητού για το υπόλοιπο της ημέρας μειώθηκε με αυτή τη σειρά: θρεπτικά συστατικά καρότων, πολτοποιημένα καρότα, ολόκληρα καρότα. Οι συγκεκριμένοι ερευνητές συμπέραναν ότι τόσο το περιεχόμενο σε διαιτητικές ίνες όσο και η δομή του αντίστοιχου τροφίμου είναι καθοριστικοί παράγοντες για την αίσθηση κορεσμού.

### **1.7. ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΣΥΝΗΘΕΙΕΣ ΚΑΙ ΑΠΩΛΕΙΑ ΒΑΡΟΥΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ ΣΕ ΓΥΝΑΙΚΕΙΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟ**

Μια από τις πρωταρχικές μελέτες για το συσχετισμό του σωματικού βάρους (είτε για την απώλεια βάρους είτε για την αναστολή περαιτέρω αύξησης του βάρους) με τις διατροφικές συνήθειες και συγκεκριμένα με την πρόσληψη διαιτητικών ινών ήταν αυτή του Liu και των συνεργατών του το 2003. Η μελέτη αυτή ξεκίνησε το 1976 και ολοκληρώθηκε το 1996. Η αξιολόγηση των διατροφικών συνηθειών των ατόμων που συμμετείχαν βασίστηκε στη συμπλήρωση ενός ερωτηματολογίου που περιείχε 126 τροφικά προϊόντα (10).

Η καταγραφή των στοιχείων ξεκίνησε το 1984 και στο τελικό δείγμα συμμετείχαν γυναίκες ηλικίας 38-63 ετών οι οποίες δεν υπέφεραν από διαβήτη, καρκίνο ή καρδιαγγειακά νοσήματα. Οι ερευνητές αξιολογούσαν τις διατροφικές συνήθειες των γυναικών αυτών όσον αφορά την κατανάλωση εξευγενισμένων τροφών και τροφών ολικής άλεσης αλλά και άλλες πλευρές του διαιτολογίου τους. Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων από τις συμμετέχουσες γινόταν κάθε τέσσερα χρόνια (δηλαδή επαναλήφθηκε το 1986, το 1990 και το 1994).

Με βάση τις απαντήσεις στα ερωτηματολόγια οι ερευνητές υπολόγισαν τη μέση κατανάλωση δημητριακών για κάθε συμμετέχουσα. Τα ερωτηματολόγια περιείχαν μια συνήθη μονάδα ή μερίδα για κάθε τύπο τροφίμου και οι συμμετέχουσες έπρεπε να απαντήσουν πόσο συχνά κατανάλωσαν τον κάθε τύπο τροφίμου τον προηγούμενο χρόνο. Οι τροφές ολικής άλεσης που αναφέρονταν στα ερωτηματολόγια συμπεριλάμβαναν τα εξής τρόφιμα: μαύρο ψωμί, δημητριακά πρωινού ολικής

άλεσης, ποπ κορν, μαγειρεμένα κουάκερ, φύτρα σιταριού, καστανό ρύζι, πίτουρο και άλλα δημητριακά. Οι εξευγενισμένες τροφές περιλάμβαναν γλυκά κουλούρια και κέικ ή επιδόρπια, λευκό ψωμί, ζυμαρικά, μάφιν, μπισκότα, εξευγενισμένα δημητριακά πρωινού, λευκό ρύζι, τηγανίτες ή βιάφλες και πίτσα (10). Οι ερευνητές αναφέρουν στα αποτελέσματα της έρευνας ότι οι γυναίκες που κατανάλωναν υψηλές ποσότητες τροφών ολικής άλεσης κάπνιζαν λιγότερο, ασκούνταν περισσότερο και ήταν λιγότερο πιθανό να χρησιμοποιούν ορμόνες για την αντιμετώπιση της εμμηνόπαυσης. Η κατανάλωση τροφών ολικής άλεσης συσχετιζόταν επίσης με υψηλότερη κατανάλωση υδατανθράκων, πρωτεϊνών, διαιτητικών ινών από άλλες πηγές, φρούτων και λαχανικών όπως επίσης και με χαμηλότερη πρόσληψη λιπών, χοληστερόλης και αλκοόλ (10). Από τα δεδομένα αυτά προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι γενικότερες συνήθειες των γυναικών που κατανάλωναν περισσότερες διαιτητικές ίνες μέσω των τροφών ολικής άλεσης ήταν τέτοιες που ευνοούσαν την απώλεια ή την ελάχιστη αύξηση του σωματικού βάρους.

Η γενική παρατήρηση μετά την ανάλυση των δεδομένων της μελέτης ήταν ότι οι αυξήσεις στην πρόσληψη τροφών ολικής άλεσης συσχετιζόνταν με λιγότερη αύξηση του σωματικού βάρους, στα μεσοδιαστήματα 2 - 4 χρόνων. Αντίθετα, οι αυξήσεις στην πρόσληψη εξευγενισμένων δημητριακών συσχετιζόνταν με μεγαλύτερη αύξηση του σωματικού βάρους. Παρομοίως, μεγαλύτερες αυξήσεις στην πρόσληψη διαιτητικών ινών συσχετιζόνταν με λιγότερη αύξηση στο βάρος κάθε 2 – 4 χρόνια (10). Το ίδιο μοτίβο παρατηρήθηκε και στη σύγκριση των δεδομένων για την πρόσληψη δημητριακών κατά τη διάρκεια του συνολικού χρονικού διαστήματος της μελέτης (1984 – 1994). Σε ολόκληρη την επακόλουθη περίοδο παρακολούθησης, η αυξημένη πρόσληψη διαιτητικών ινών και τροφών ολικής άλεσης συσχετίστηκε με σημαντικά λιγότερη αύξηση του σωματικού βάρους. Το αντίθετο αποτέλεσμα παρατηρήθηκε σε σχέση με την αυξημένη πρόσληψη εξευγενισμένων δημητριακών (10).

Μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση που προέκυψε από την ανάλυση των αποτελεσμάτων ήταν ότι οι συσχετισμοί μεταξύ της πρόσληψης τροφών ολικής άλεσης που ήταν πλούσια σε διαιτητικές ίνες και των αλλαγών στο σωματικό βάρος ήταν διαφορετικοί όσον αφορά την τιμή του δείκτη μάζας σώματος των συμμετεχουσών στην αρχή της μελέτης. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι οι ευεργετικές επιδράσεις της αυξημένης πρόσληψης διαιτητικών ινών ως προς τους

ρυθμούς αύξησης του βάρους ήταν μεγαλύτερες στα άτομα που ήταν υπέρβαρα κατά την έναρξη της μελέτης (10).

Συνοψίζοντας τις παρατηρήσεις τους, οι ερευνητές αναφέρουν στην συζήτηση των αποτελεσμάτων τους ότι κατά τη συγχρονική ανάλυση (cross-sectional analysis) που διενεργήθηκε στις τιμές αναφοράς, το σωματικό βάρος συσχετίστηκε αντιστρόφως ανάλογα με την πρόσληψη τροφών ολικής άλεσης ενώ είχε θετικό συσχετισμό με την κατανάλωση εξευγενισμένων τροφών του ίδιου τύπου. Η διαχρονική ανάλυση (longitudinal study) των αποτελεσμάτων έδειξε ότι οι συμμετέχουσες που κατανάλωναν μεγαλύτερες ποσότητες τροφών ολικής άλεσης έτειναν να παίρνουν λιγότερο βάρος σε σχέση με εκείνες που κατανάλωναν μεγαλύτερες ποσότητες εξευγενισμένων τροφών. Σε σύγκριση με τις γυναίκες που εμφάνισαν μειωμένη κατανάλωση τροφών με υψηλή περιεκτικότητα σε διαιτητικές ίνες, οι γυναίκες που είχαν τη μεγαλύτερη αύξηση στη πρόσληψη τροφών ολικής άλεσης ή πλούσιων σε διαιτητικές ίνες είχαν τις μισές πιθανότητες να γίνουν παχύσαρκες σε μια περίοδο παρακολούθησης 12 ετών (10).

Ωστόσο, οι ερευνητές αναφέρουν επίσης ότι η ερμηνεία των αποτελεσμάτων τους δεν μπορεί να γίνει χωρίς να ληφθεί υπόψη ο τρόπος με τον οποίο διενεργήθηκε η συγκεκριμένη μελέτη. Η πρόσληψη τροφών ολικής άλεσης και το σωματικό βάρος είναι μεταβλητές που εξαρτώνται από τον χρόνο και επομένως δεν γίνεται να καθοριστεί με απόλυτη βεβαιότητα ότι οι αλλαγές στην πρόσληψη των συγκεκριμένων τροφών ακολουθούνται από αλλαγές στο σωματικό βάρος. Οι διατροφικές συνήθειες μπορεί να επηρεάζονται από γενικότερες αλλαγές του τρόπου ζωής των ατόμων που παρακολουθούνται ή να συνοδεύονται από άλλους παράγοντες που επηρεάζουν το σωματικό βάρος (10).

Για το λόγο αυτό τα αποτελέσματα αναλύθηκαν και με διαφορετικό τρόπο, προσαρμόζοντας τα δεδομένα ώστε να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα συστηματικού λάθους. Η πολυμεταβλητή ανάλυση (multivariate analysis) που διενεργήθηκε έδειξε επίσης ότι η αύξηση του βάρους στο πέρασμα του χρόνου συσχετίστηκε αντιστρόφως ανάλογα με τις αυξήσεις στην πρόσληψη τροφών ολικής άλεσης, αλλά και θετικά με τις αυξήσεις στην πρόσληψη εξευγενισμένων τροφών (10).

Συνοψίζοντας, στη συζήτηση των αποτελεσμάτων της μελέτης αυτής αναφέρεται ότι η δίαιτα μπορεί να επηρεάσει το σωματικό βάρος μέσω πολλών διαδικασιών που περιλαμβάνουν τον έλεγχο του κορεσμού και την αποτελεσματικότητα του μεταβολισμού ή μέσω της τροποποίησης της έκκρισης και

δράσης της ινσουλίνης. Σημειώνεται επίσης ότι παρόλο που η υπερκατανάλωση λίπους μπορεί να προκαλέσει παχυσαρκία, το μέγεθος και η μακροχρόνια βαρύτητα της επίδρασης μιας δίαιτας με χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος στον έλεγχο του σωματικού βάρους παραμένει ασαφής (10).

Ακόμη, αναφέρεται ότι στις ΗΠΑ (χώρα στη οποία διενεργήθηκε η μελέτη) η πρόσληψη λίπους σε σχέση με το συνολικό ποσοστό ενέργειας έχει μειωθεί, ενώ αυξήθηκε η πρόσληψη εξευγενισμένων υδατανθράκων. Οι παρατηρήσεις αυτές συνάδουν με τα ευρήματα της μελέτης, τα οποία υποδεικνύουν ότι η πρόσληψη εξευγενισμένων δημητριακών σχετίζεται ευθέως με το διαιτητικό γλυκαιμικό φορτίο και γλυκαιμικό δείκτη. Το γεγονός αυτό συνιστά ότι η υπερβολική έμφαση στην υιοθέτηση μιας δίαιτας με χαμηλά ποσοστά λίπους ενδεχομένως να συνεισέφερε στην αύξηση της πρόσληψης τροφών με υψηλή ενεργεία και υψηλό γλυκαιμικό φορτίο (10).

Συνολικά, τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης υπέδειξαν ότι το επιπλέον βάρος ενός ατόμου μπορεί να λειτουργεί ως σημαντικός παράγοντας τροποποίησης των επιδράσεων των διαιτητικών ινών. Το συμπέρασμα αυτό βασίζεται στην παρατήρηση ότι η σχέση μεταξύ της πρόσληψης διαιτητικών ινών ή τροφών ολικής άλεσης και των αλλαγών στο σωματικό βάρος διέφεραν ως προς τον δείκτη μάζας σώματος των αντίστοιχων συμμετεχουσών στην έναρξη της μελέτης. Οι ευεργετικές επιδράσεις της αυξημένης πρόσληψης διαιτητικών ινών στο σωματικό βάρος ήταν σημαντικά πιο εμφανείς στα άτομα που ήταν υπέρβαρα στην έναρξη της μελέτης (10).

Τέλος, οι ερευνητές αναφέρουν ότι η υψηλή περιεκτικότητα των περισσότερων τροφών ολικής άλεσης σε διαιτητικές ίνες πιθανότατα συνεισφέρει στην πρόληψη της αύξησης του σωματικού βάρους με το να αυξάνει το έλεγχο της όρεξης. Ο μηχανισμός πίσω από αυτό το φαινόμενο είναι η προώθηση της καθυστέρησης της απορρόφησης των υδατανθράκων. Επιπλέον, είναι πιθανό να επηρεάζεται με άμεσο τρόπο η αποδοτικότητα του μεταβολισμού από διάφορους ενζυμικούς αναστολείς που περιέχονται στα συγκεκριμένα τρόφιμα. Ο μηχανισμός αυτός ενδεχομένως λειτουργεί ως ένας ακόμη τρόπος μέσω του οποίου επιτυγχάνονται τα ευεργετικά αποτελέσματα των τροφών ολικής άλεσης στο σωματικό βάρος. Επίσης, οι υψηλές συγκεντρώσεις της ινσουλίνης που σχετίζονται με τις εξευγενισμένες τροφές που είναι φτωχές σε διαιτητικές ίνες πιθανά

συνεπάγονται την αύξηση βάρους σε βάθος χρόνου, με το να οδηγούν τα μεταβολικά καύσιμα σε αποθήκευση και όχι σε οξείδωση (10).

Μια μελέτη που δημοσιεύτηκε το 2010 είχε ως σκοπό να διερευνήσει τον συσχετισμό μεταξύ των ολικών διαιτητικών ινών και των ινών από δημητριακά, φρούτα και λαχανικά με τις αλλαγές στο σωματικό βάρος και την περιφέρεια της μέσης. Οι ερευνητές αναφέρουν στην εισαγωγή της δημοσίευσης ότι οι διαιτητικές ίνες δεν είναι μια ομοιογενής διατροφική ομάδα και ότι οι φυσιολογικές τους επιδράσεις εξαρτώνται από αρκετούς παράγοντες, οι οποίοι περιλαμβάνουν και τις τροφές από τις οποίες προέρχονται. Έτσι, αποφάσισαν να πραγματοποιήσουν μια μελέτη κοορτής (cohort study), στην οποία συμμετείχαν άνδρες και γυναίκες από 5 χώρες της Ευρώπης (113).

Η αρχική συλλογή των στοιχείων και οργάνωση της μελέτης είχε διάρκεια από το 1992 έως το 1998, ενώ η παρακολούθηση του 69,8% των αρχικών συμμετεχόντων συνεχίστηκε έως το 2005. Στην τελική ανάλυση των δεδομένων το 42% των ατόμων που συμμετείχαν ήταν άνδρες και το 58% ήταν γυναίκες. Κατά την έναρξη της μελέτης, οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ερωτηματολόγια συχνότητας διατροφής, τα οποία ήταν εξειδικευμένα για τη χώρα καταγωγής και παρείχαν αξιόπιστες πληροφορίες για τη συχνότητα πρόσληψης συγκεκριμένων τροφών. Η πρόσληψη ενέργειας και θρεπτικών στοιχείων υπολογίστηκε με τη χρήση πινάκων συστατικών τροφίμων που ήταν εξειδικευμένοι για κάθε χώρα (113).

Ως συνολικές διαιτητικές ίνες προσδιορίστηκαν οι ίνες που περιέχονταν σε όλα τα τρόφιμα και ποτά που καταναλώνονταν. Οι ίνες που προέρχονταν από τα δημητριακά υπολογίστηκαν ως το άθροισμα της πρόσληψης ινών από τροφές όπως το ρύζι, τα ζυμαρικά, το ψωμί, τα μπισκότα, τα κράκερ, τα δημητριακά πρωινού και άλλα προϊόντα με βάση το αλεύρι. Οι ίνες που προέρχονταν από τα φρούτα και τα λαχανικά υπολογίστηκαν ως το άθροισμα της πρόσληψης ινών από τα φυλλώδη λαχανικά, τα οπωροκηπευτικά, τα ριζώδη λαχανικά (εκτός από τις πατάτες), τα λάχανα, τα μανιτάρια, τα κοκκώδη και φλοιώδη (grain and pods vegetables) λαχανικά, τα κρεμμύδια, τα σκόρδα, τους μίσχους λαχανικών, τα φρούτα και τις ελιές (113).

Η καταγραφή των στοιχείων που αφορούσαν το σωματικό βάρος και την περιφέρεια της μέσης έγινε στην έναρξη της μελέτης (baseline) και στο τέλος της περιόδου παρακολούθησης. Σε όλους τους συμμετέχοντες μετρήθηκαν το ύψος, το βάρος και η περιφέρεια της μέσης με τη χρήση τυπικών πρωτοκόλλων έρευνας. Οι

πληροφορίες για τον τρόπο ζωής συλλέχθηκαν με τη συμπλήρωση κατάλληλων ερωτηματολογίων από τους ίδιους τους συμμετέχοντες. Οι πληροφορίες αυτές περιλάμβαναν δημογραφικά στοιχεία (φύλο και ηλικία), μορφωτικό επίπεδο, φυσική δραστηριότητα, κάπνισμα, κατάσταση εμμηνόπαυσης και ύπαρξη θεραπείας αντικατάστασης ορμονών (113).

Στη συζήτηση των αποτελεσμάτων τους οι ερευνητές αναφέρουν ότι παρατήρησαν έναν αντιστρόφως ανάλογο συσχετισμό μεταξύ της πρόσληψης των ολικών διαιτητικών ινών και των ινών από δημητριακά και των επακόλουθων αλλαγών στο σωματικό βάρος και την περιφέρεια της μέσης. Επίσης, σημειώνουν ότι η πρόσληψη ινών που προέρχονταν από φρούτα και λαχανικά δεν είχε κάποιον αισθητό συσχετισμό με τις αλλαγές στο βάρος αλλά είχε παρόμοιο αντιστρόφως ανάλογο συσχετισμό με αλλαγές στην περιφέρεια της μέσης, όπως οι ολικές και οι ίνες των δημητριακών (113).

Οι ερευνητές αναφέρουν επίσης ότι τα βασικά θετικά στοιχεία της μελέτης τους είναι το μεγάλο πληθυσμιακό δείγμα και οι ευρείες διακυμάνσεις στην πρόσληψη διαιτητικών ινών, τα οποία οφείλονται στη συμμετοχή ατόμων από 5 διαφορετικές ευρωπαϊκές χώρες. Από την άλλη ένας περιορισμός της μελέτης αυτής συνίσταται στο γεγονός ότι η καταγραφή των διατροφικών πληροφοριών που αφορούσαν τους συμμετέχοντες έγινε μόνο μια φορά, κατά την έναρξη της μελέτης. Η παράμετρος αυτή απέκλεισε τη δυνατότητα διερεύνησης του ταυτόχρονου συσχετισμού μεταξύ αλλαγών στην πρόσληψη διαιτητικών ινών και αλλαγών στο βάρος και την περιφέρεια της μέσης (113).

Τα ευρήματα της συγκεκριμένης μελέτης συνάδουν με αυτά που προέκυψαν από προηγούμενες μελέτες πάνω στην επίδραση της πρόσληψης συνολικών και διαιτητικών ινών από δημητριακά στην μακροχρόνια αύξηση τόσο του σωματικού βάρους, όσο και της περιφέρειας της μέσης. Οι ερευνητές ωστόσο σημειώνουν ότι σε ατομικό επίπεδο, η ευεργετική επίδραση των ινών είναι μάλλον μικρή. Παρόλα αυτά, οι αλλαγές στο σωματικό βάρος που συνοδεύουν την αύξηση της κατανάλωσης διαιτητικών ινών είναι πιθανότατα ένας παράγοντας που σχετίζεται σημαντικά με τη δημόσια υγεία. Έτσι, η σαφέστερη κατανόηση των επιδράσεων των διαιτητικών ινών που προέρχονται από διαφορετικές διατροφικές πηγές στο βάρος και την περιφέρεια της μέσης είναι σημαντική για την σύνταξη διατροφικών οδηγιών που αφορούν τη δημόσια υγεία (113).

Προς το παρόν, τα πλεονεκτήματα από την αυξημένη πρόσληψη διαιτητικών ινών στην πρόσληψη και την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας, όπως και σε σχετιζόμενες με αυτήν ασθένειες (καρδιαγγειακά νοσήματα, διαβήτη τύπου 2), θεωρούνται ότι προκύπτουν κυρίως από την κατανάλωση διαλυτών ινών. Οι ίνες αυτής της κατηγορίας προέρχονται κυρίως από την κατανάλωση φρούτων και λαχανικών. Το υψηλό ιξώδες των διαλυτών διαιτητικών ινών φαίνεται ότι είναι ο βασικός παράγοντας των ευεργετικών επιδράσεών τους, όπως περιγράφηκε αναλυτικότερα στο κεφάλαιο των μηχανισμών δράσης των διαιτητικών ινών. Ωστόσο, οι ερευνητές που διεξήγαγαν αυτή τη μελέτη παρατήρησαν ότι τα πιο εμφανή θετικά αποτελέσματα (δηλαδή συσχετισμοί με θετικές αλλαγές στο σωματικό βάρος) προήλθαν από την κατανάλωση συνολικών ινών και ινών που προέρχονταν από δημητριακά (113).

Συγκεκριμένα, αναφέρουν ότι η πρόσληψη φρούτων και λαχανικών δεν εμφανίστηκε να συνδέεται σημαντικά με τις αλλαγές στο σωματικό βάρος. Ωστόσο, δεν αποκλείουν την πιθανότητα αυτές οι τροφικές κατηγορίες να συνεισφέρουν με άλλους τρόπους κατά της αύξησης του βάρους (μείωση της ενεργειακής πυκνότητας της διαίτας, μείωση του γλυκαιμικού δείκτη της διαίτας, μείωση της συνολικής πρόσληψης λίπους). Αντίθετα, πολύ πιο εμφανή ήταν τα προστατευτικά αποτελέσματα των ινών από δημητριακά, οι οποίες είναι κυρίως αδιάλυτες. Οι ερευνητές αναφέρουν μια σειρά από λόγους για τους οποίους παρατήρησαν τις συγκεκριμένες επιδράσεις: κάποιοι από αυτούς είναι η ύπαρξη και άλλων στοιχείων στις τροφίμα που περιέχουν ίνες από δημητριακά τα οποία συνεισφέρουν στη διατήρηση του σωματικού βάρους και το γεγονός ότι οι βασικές διαιτητικές ίνες των ινών από δημητριακά είναι η κυτταρίνη και η ημικυτταρίνη, δύο τύποι ινών με συγκεκριμένες επιδράσεις στη ρύθμιση του βάρους (113).

Συνοψίζοντας, οι ερευνητές αναφέρουν ότι τα δεδομένα που ανέλυσαν παρουσιάζουν ένα μικρό, αλλά στατιστικά σημαντικό, αντιστρόφως ανάλογο συσχετισμό των συνολικών διαιτητικών ινών και των διαιτητικών ινών από δημητριακά με επακόλουθες αλλαγές τόσο στο σωματικό βάρος, όσο και στην περιφέρεια της μέσης. Ένας παρόμοιος συσχετισμός παρατηρήθηκε μεταξύ των διαιτητικών ινών από φρούτα και λαχανικά και των αλλαγών στην περιφέρεια της μέσης (όχι όμως και στο σωματικό βάρος). Τα ευρήματα αυτά ενδεχομένως συνιστούν ότι η υψηλότερη κατανάλωση διαιτητικών ινών, ιδιαίτερα εκείνων που



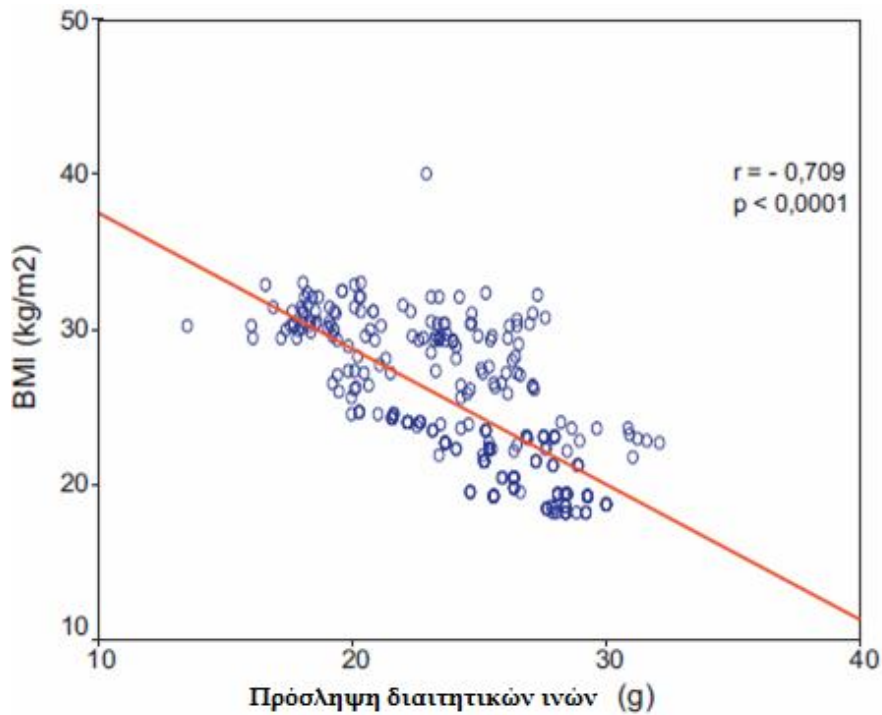
προέρχονται από δημητριακά, είναι ευεργετική για την πρόληψη της παχυσαρκίας (113).

Μια ακόμη πιο πρόσφατη μελέτη (2011) πραγματοποιήθηκε με στόχο την αξιολόγηση του συσχετισμού μεταξύ της μέσης ημερήσιας πρόσληψης διαιτητικών ινών και των ανθρωπομετρικών παραμέτρων, το προφίλ λιπιδίων του ορού και τη συγκέντρωση γλυκόζης του ορού. Το πληθυσμιακό δείγμα στο οποίο βασίστηκε η μελέτη αυτή αποτελούνταν από Τυνήσιες γυναίκες αστικών περιοχών (114).

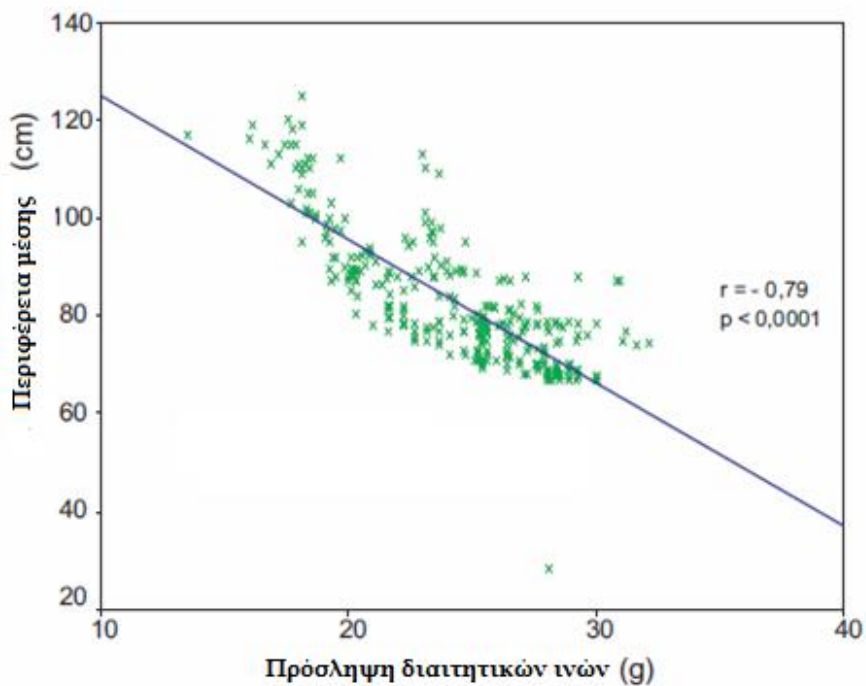
Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε μέσω της σύγκρισης δυο ομάδων Τυνήσιων γυναικών: παχύσαρκων και μη παχύσαρκων. Η σύγκριση αυτή στόχευε στον προσδιορισμό και τη σύγκριση των επιπέδων μέσης ημερήσιας πρόσληψης διαιτητικών ινών και τη συχνότητα κατανάλωσης μεταξύ των ατόμων στις δυο ομάδες, αλλά και στον προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ των επιπέδων αυτών με ανθρωπομετρικές παραμέτρους και τα επίπεδα συγκεκριμένων ενώσεων στο αίμα (114).

Το δείγμα των γυναικών αποτελούνταν από 260 άτομα, τα οποία δεν υπέφεραν από άλλες μεταβολικές ασθένειες εκτός της παχυσαρκίας και των οποίων ο δείκτης μάζας σώματος κυμαίνονταν από 25 έως 30 kg/m<sup>2</sup>. Οι 60 από τις υγιείς συμμετέχουσες γυναίκες ήταν παχύσαρκες ενώ οι 200 ήταν μη παχύσαρκες. Η ημερήσια διατροφή των ατόμων που συμμετείχαν καταγράφηκε με τη χρήση της μεθόδου ζύγισης των τροφών για επτά ημέρες. Το βάρος του κάθε τροφίμου που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της πρόσληψης διαιτητικών ινών ήταν ο μέσος όρος της ζύγισης των επτά ημερών (114).

Κατά την παρουσίαση και συζήτηση των αποτελεσμάτων τους, οι ερευνητές αναφέρουν ότι οι παχύσαρκες γυναίκες κατανάλωναν χαμηλότερες ποσότητες διαιτητικών ινών από αυτές που δεν ήταν παχύσαρκες. Για την ακρίβεια, οι μη παχύσαρκες γυναίκες κατανάλωναν ποικίλες πηγές διαιτητικών ινών παραπάνω από δύο ή τρεις φορές την εβδομάδα. Επίσης, βρέθηκαν σημαντικοί αρνητικοί συσχετισμοί μεταξύ της ημερήσιας κατανάλωσης διαιτητικών ινών και του δείκτη μάζας σώματος, αλλά και της περιφέρειας της μέσης. Τέλος, η αυξημένη κατανάλωση διαιτητικών ινών παρουσίασε σημαντικούς αρνητικούς συσχετισμούς με τις συγκεντρώσεις της ολικής χοληστερόλης στο πλάσμα και τις συγκεντρώσεις των τριγλυκεριδίων και της γλυκόζης στο αίμα (114).



**Εικόνα 23.** Συσχετισμοί μεταξύ της πρόσληψης διατητικών ιών και του δείκτη μάζας σώματος (114).



**Εικόνα 24.** Συσχετισμοί μεταξύ της πρόσληψης διατητικών ιών και της περιφέρειας της μέσης (114).

Μια ακόμη μελέτη που εξέταζε τις διατροφικές συνήθειες γυναικών ως προς την κατανάλωση διατητικών ιών και τη συνεισφορά τους σε αλλαγές στο σωματικό βάρος πραγματοποιήθηκε το 2009. Ο στόχος των ερευνητών που συμμετείχαν ήταν να προσδιορίσουν τον ρόλο της κατανάλωσης διατητικών ιών στην πρόληψη της

αύξησης του βάρους, αλλά και του σωματικού λίπους στο πέρασμα του χρόνου χρησιμοποιώντας αντικειμενικά μεθοδολογικά εργαλεία υψηλής ποιότητας για τη συλλογή των δεδομένων τους (115).

Έτσι, οι ερευνητές εστίασαν στην αξιολόγηση της πρόσληψης των διαιτητικών ινών και τον κίνδυνο αύξησης του σωματικού βάρους και λίπους για περίοδο μεγαλύτερη των 20 μηνών σε ένα πληθυσμιακό δείγμα 252 γυναικών. Στην εισαγωγή της δημοσίευσής τους σημειώνουν ότι η πρόσληψη διαιτητικών ινών γενικά αυξάνει όταν αυξάνει και η συνολική πρόσληψη ενέργειας. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται ότι τα άτομα που καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες τροφής τείνουν να καταναλώνουν και μεγαλύτερες ποσότητες διαιτητικών ινών. Για να εξισορροπήσουν αυτή την παράμετρο, χρησιμοποίησαν την κατανάλωση διαιτητικών ινών ανά 1000 kcal. Ένας βοηθητικός αντικειμενικός στόχος των μετρήσεων ήταν να εξεταστεί ο βαθμός στον οποίο επηρεάζεται ο συσχετισμός μεταξύ της πρόσληψης διαιτητικών ινών και των αλλαγών στο σωματικό βάρος και λίπος στο πέρασμα του χρόνου από την ηλικία, την πρόσληψη διαιτητικού λίπους, την εποχή της αξιολόγησης, την πρόσληψη ενέργειας, το χρονικό διάστημα μεταξύ των αξιολογήσεων και την αντικειμενική καταμέτρηση της φυσικής δραστηριότητας (115).

Για το λόγο αυτό, οι συγκεκριμένοι παράγοντες που καταμετρήθηκαν κατά τη συλλογή των δεδομένων ήταν η πρόσληψη ενέργειας, η πρόσληψη διαιτητικού λίπους, η πρόσληψη διαιτητικών ινών, το σωματικό βάρος, το ποσοστό σωματικού λίπους, η φυσική δραστηριότητα, η εποχή της αξιολόγησης, η ηλικία και το χρονικό διάστημα μεταξύ των αξιολογήσεων. Η πρόσληψη διαιτητικών ινών (ολικών, διαλυτών και αδιάλυτων), η κατανάλωση λίπους (π.χ. το ποσοστό της ενέργειας που προέρχονταν από λίπος) και η πρόσληψη ενέργειας καταμετρήθηκαν μέσω της ζύγισης και καταγραφής από τις ίδιες τις συμμετέχουσες οποιασδήποτε τροφής και ποτού καταναλώναν σε μια περίοδο επτά διαδοχικών ημερών στην έναρξη της μελέτης (baseline) και στις επακόλουθες καταμετρήσεις (follow-up) (115).

Η ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν έδειξε ότι η αύξηση του σωματικού βάρους των γυναικών που συμμετείχαν ήταν μια γενικότερη τάση, ωστόσο, ήταν ξεκάθαρο ότι δεν διέτρεχαν όλες οι συμμετέχουσες τον ίδιο κίνδυνο να αυξήσουν το βάρος τους. Οι γυναίκες που μείωσαν την συνολική πρόσληψη διαιτητικών ινών στην πραγματικότητα έτειναν να παχαίνουν πολύ περισσότερο από τις αντίστοιχες συμμετέχουσες οι οποίες δεν μείωσαν την πρόσληψη ινών. Επίσης, οι

γυναίκες εκείνες που αύξησαν την κατανάλωση συνολικών διαιτητικών ινών κατά τη διάρκεια της μελέτης έτειναν να χάσουν βάρος. Ο συσχετισμός ήταν αρκετά σημαντικός και συγκεκριμένος. Για κάθε επιπλέον 1 γρ. διαιτητικών ινών που καταναλώνονταν ανά 1000 kcal από την έναρξη της μελέτης και κατά τη διάρκειά της, οι συμμετέχουσες έτειναν να χάσουν 0.25 κιλά και για κάθε 1 γρ. μείωσης στην πρόσληψη συνολικών ινών οι συμμετέχουσες έτειναν να κερδίζουν 0.25 κιλά, κατά μέσο όρο. Συνοψίζοντας, μια ημερήσια αύξηση κατά 8 γρ. στην κατανάλωση συνολικών ινών ανά 1000 kcal συνεπαγόταν με αρκετή συνέπεια την απώλεια βάρους κατά 2 κιλά εντός μιας περιόδου 20 μηνών (115).

Οι έρευνες αναφέρουν ότι η σχέση μεταξύ των αλλαγών στην κατανάλωση συνολικών διαιτητικών ινών και των αλλαγών στο σωματικό βάρος ήταν ανεξάρτητη από διάφορους πιθανούς συγχυτικούς παράγοντες (ηλικία, εποχή των μετρήσεων, χρονικό διάστημα μεταξύ των μετρήσεων). Επίσης, τα επίπεδα αναφοράς της πρόσληψης διαιτητικών ινών και λίπους (κατά την έναρξη της μελέτης) δεν επηρέασαν αυτή τη σχέση, όπως επίσης και το αρχικό σωματικό βάρος των γυναικών που συμμετείχαν. Τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας που καταγράφηκαν κατά την έναρξη της μελέτης όπως και αυτά της πρόσληψης ενέργειας δεν φάνηκε να επηρεάζουν την σχέση κατανάλωσης ινών – αύξησης το βάρους. Οι αλλαγές στην φυσική δραστηριότητα και την πρόσληψη λίπους κατά την περίοδο παρακολούθησης των 20 μηνών επίσης δεν επηρέασαν αυτή την σχέση (115).

Ο μόνος πιθανός συγχυτικός παράγοντας που είχε σημαντική επίδραση στη σχέση κατανάλωσης διαιτητικών ινών και αλλαγών στο σωματικό βάρος ήταν οι αλλαγές στην πρόσληψη ενέργειας. Καθώς αυξάνονταν η πρόσληψη διαιτητικών ινών, μειωνόταν η πρόσληψη ενέργειας όπως επίσης το σωματικό βάρος και το σωματικό λίπος. Σύμφωνα με τους ερευνητές, ο λόγος για τον οποίο συνέβη αυτό είναι το γεγονός ότι οι διαιτητικές ίνες προσθέτουν όγκο και βάρος στο τρόφιμο χωρίς όμως να αυξάνουν την κατανάλωση ενέργειας. Έτσι, η κατανάλωση περισσότερης τροφής δεν συνεπάγεται αύξηση στην πρόσληψη ενέργειας. Με άλλα λόγια, μπορεί να καταναλωθεί ο ίδιος όγκος τροφής περικλείοντας λιγότερη συνολική ενέργεια (115).

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων αυτής της μελέτης προσφέρουν σημαντική τεκμηρίωση στην συζήτηση για τον προστατευτικό ρόλο της πρόσληψης διαιτητικών ινών κατά της αύξησης του βάρους και του σωματικού λίπους. Στην συζήτηση των αποτελεσμάτων τους, οι ερευνητές

αναφέρουν ότι η πλειονότητα των προηγούμενων αντίστοιχων μελετών βασίστηκαν στην εκτίμηση των μεγεθών σερβιρίσματος και την καταγραφή γευμάτων εκ των υστέρων από τους/τις συμμετέχοντες/ουσες. Αντίθετα, η καταγραφή και ζύγιση των γευμάτων που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την μελέτη παρείχε υψηλής ποιότητας αξιολόγηση των διατροφικών συνηθειών. Ένα ακόμη πλεονέκτημα της μελέτης αυτής σε σύγκριση με αντίστοιχες προηγούμενες είναι το γεγονός ότι οι επιδράσεις της κατανάλωσης διαιτητικών ινών αξιολογήθηκαν και σε σχέση με τις αλλαγές στο σωματικό λίπος, εκτός από τις αλλαγές στο σωματικό βάρος (115).

Μια ακόμη παρατήρηση από την ανάλυση αυτών των αποτελεσμάτων ήταν ότι οι γυναίκες που αύξησαν την κατανάλωση διαιτητικών ινών κατά την περίοδο παρακολούθησης έτειναν να καταναλώνουν λιγότερες τροφές που περιείχαν επαλείμματα, σάλτσες, γαλακτοκομικά προϊόντα με πλήρη λιπαρά, έλαια και άλλα συστατικά με υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος. Επίσης καταναλώναν λιγότερες τροφές με αυξημένο ενεργειακό περιεχόμενο. Ωστόσο, ο στατιστικός έλεγχος για διαφορές στην πρόσληψη λίπους κατά την έναρξη της μελέτης και για αλλαγές στην κατανάλωση λίπους κατά τη διάρκειά της δεν επηρέασε σημαντικά τον συσχετισμό μεταξύ της πρόσληψης διαιτητικών ινών και τον κίνδυνο απόκτησης βάρους. Συνολικά φαίνεται ότι οι γυναίκες που αύξησαν τη σχετική πρόσληψη ινών στο πέρασμα του χρόνου έτειναν να τρέφονται με πιο υγιεινό τρόπο, καταναλώνοντας περισσότερους σύνθετους υδατάνθρακες και λιγότερες τροφές με υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος και ενέργεια (115).

Παρόλα τα θετικά ως προς την αρχική υπόθεση ευρήματα, λόγω ορισμένων μειονεκτημάτων της μεθοδολογίας τους, οι ερευνητές είναι επιφυλακτικοί ως προς την τελική ερμηνεία των αποτελεσμάτων τους. Συγκεκριμένα, αναφέρουν ότι δεν θα ήταν σωστό να συναχθεί το συμπέρασμα ότι οι μειώσεις στην κατανάλωση των διαιτητικών ινών οδηγούν στην αύξηση του βάρους. Ωστόσο, συνεχίζουν, θα ήταν σωστό να θεωρηθεί ότι οι μειώσεις στην πρόσληψη διαιτητικών ινών αυξάνουν τον κίνδυνο να αυξηθεί μελλοντικά το βάρος στις γυναίκες. Έτσι, καταλήγουν στο ότι θα ήταν σωστό οι περισσότερες γυναίκες να ενθαρρύνονται να αυξήσουν την πρόσληψη διαιτητικών ινών στα πλαίσια της διατροφής τους, χωρίς να αυξάνουν την πρόσληψη ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο, η απώλεια βάρους μπορεί να γίνει ευκολότερη ή τουλάχιστον να επιβραδυνθούν οι ρυθμοί αύξησης του σωματικού βάρους (115).

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η ταχεία εξάπλωση και επικράτηση της παχυσαρκίας αποτελεί ένα από τα πιο ανησυχητικά φαινόμενα στα πεδία της διατροφής και της σύγχρονης υγείας. Ο σύγχρονος τρόπος ζωής και διατροφής φαίνεται ότι συνεπάγεται τη συσσώρευση επιπλέον βάρους. Η ισορροπία μεταξύ της ενεργειακής πρόσληψης και της ενεργειακής κατανάλωσης είναι το βασικό στοιχείο για την επιτυχημένη διατήρηση ενός σταθερού σωματικού βάρους. Ακόμα και μια μικρή ανισορροπία σ' αυτό το ισοζύγιο μπορεί να προκαλέσει σημαντικές αλλαγές του σωματικού βάρους στο πέρασμα του χρόνου και τελικά να οδηγήσει σε παχυσαρκία.

Το φαινόμενο αυτό απαιτεί άμεση αντιμετώπιση καθώς οι περισσότερες στρατηγικές που έχουν χρησιμοποιηθεί ως τώρα φαίνεται ότι δεν έχουν μακροπρόθεσμα αποτελέσματα. Είναι πλέον σαφές ότι υπάρχει ικανοποιητικότερη ανταπόκριση σε εκείνες τις στρατηγικές διατροφής που μειώνουν τη θερμιδική πρόσληψη, αλλά ταυτόχρονα βοηθούν στην επίτευξη και διατήρηση μιας αίσθησης κορεσμού. Έτσι, η αναζήτηση τροφίμων τα οποία μπορούν να δράσουν ως λειτουργικά στην πρόληψη και στην καταπολέμηση της παχυσαρκίας παρουσιάζει αυξημένο ενδιαφέρον σήμερα.

Η πραγματοποίηση όλο και περισσότερων ερευνών πάνω στην κατανάλωση συγκεκριμένων τροφών έκανε σαφές ότι η κατανάλωση δημητριακών διαφόρων τύπων, λαχανικών και φρούτων συνεπάγεται την πρόσληψη συστατικών με σημαντική βιολογική λειτουργία (διαιτητικές ίνες). Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών ενισχύουν συνεχώς την υπόθεση ότι η κατανάλωση τροφίμων πλούσιων σε διαιτητικές ίνες συνεισφέρει σημαντικά στην προστασία από ασθένειες του μεταβολισμού και τη ρύθμιση του βάρους.

Ένας απλοποιημένος ορισμός των διαιτητικών ινών είναι ότι αποτελούν μια ομάδα υδατανθράκων που είναι ανθεκτικοί στην πέψη και την απορρόφηση και υπόκεινται ενδεχομένως σε μικροβιακή ζύμωση στο παχύ έντερο. Ο ορισμός αυτός είναι ουσιαστικά η βάση για το συσχετισμό που παρατηρείται μεταξύ των επιπέδων κατανάλωσης και των πιθανών ευεργετικών επιδράσεων στην υγεία. Οι διαιτητικές ίνες αποτελούν μια διατροφική ομάδα ποικίλων ενώσεων, κάποιες από τις οποίες φαίνεται ότι διαθέτουν αυξημένο διατροφικό ενδιαφέρον σε σχέση με άλλες (αραβινοξυλάνη, ινουλίνη, β-γλυκάνες, πηκτίνη, πίτουρο, ανθεκτικά άμυλα).

Αυτές οι συγκεκριμένες ενώσεις που ανήκουν στην ευρύτερη ομάδα των διαιτητικών ινών έχει αποδειχθεί ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της υγείας στον άνθρωπο. Γενικότερα, φαίνεται ότι η αύξηση της κατανάλωσης διαιτητικών ινών μειώνει τη διαθεσιμότητα της ενέργειας που περικλείεται σε μια δίαιτα, ενώ διατηρεί την διαθεσιμότητα άλλων θρεπτικών συστατικών. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται τη μείωση της απορρόφησης ενέργειας. Οι τρέχουσες ερευνητικές προσπάθειες δίνουν ιδιαίτερη προσοχή στις ενώσεις αυτές. Ωστόσο, είναι σαφές ότι απαιτούνται επιπλέον ερευνητικά δεδομένα για την καλύτερη κατανόηση των συσχετισμών τους με την διαχείριση του βάρους και των βιολογικών μηχανισμών που κρύβονται πίσω από αυτούς.

Ο ακριβής ρόλος και οι συγκεκριμένες διεργασίες στις οποίες συμμετέχουν οι διαιτητικές ίνες μπορεί να ξεκαθαριστεί πλήρως μόνο μέσω του προσδιορισμού των φυσιολογικών, μεταβολικών και χημικών ιδιοτήτων τους και του τρόπου με τον οποίο διέρχονται κατά μήκος της γαστρεντερικής οδού. Οι διευκρινίσεις αυτές είναι απαραίτητες για την εκτίμηση του ρόλου και της επιρροής τους στην υγεία του ανθρώπου. Οι επιδράσεις που σχετίζονται με τις διαιτητικές ίνες εξαρτώνται από τον τύπο των ινών που καταναλώνονται, αλλά και από τις διατροφικές πηγές που περιέχονται (πολλές από τις οποίες περιέχουν ποικιλία διαφόρων διαιτητικών ινών).

Οι ιδιότητες των διαιτητικών ινών που σχετίζονται με τον τρόπο πέψης και το ιξώδες τους είναι τα στοιχεία-κλειδιά για τους πιθανούς τρόπους δράσης που επηρεάζουν την απώλεια και τη διαχείριση του βάρους. Οι μηχανισμοί που σχετίζονται με αυτές τις δράσεις φαίνεται ότι μειώνουν την απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων, και επομένως μειώνουν τη μεταβολίσιμη ενέργεια. Επίσης, οι διαιτητικές ίνες έχουν ενδεχομένως τη δυνατότητα να μειώνουν την συνολική ενέργεια ενός τροφίμου, εξαιτίας της δικής τους χαμηλής ενεργειακής πυκνότητας.

Οι διαιτητικές ίνες ως στοιχείο της διατροφής προωθούν τον κορεσμό και την πληρότητα, τροποποιούν τον γλυκαιμικό δείκτη των τροφίμων στα οποία περιέχονται και επηρεάζουν τη γαστρική κένωση και την έκκριση ορμονών από το έντερο. Οι δράσεις αυτές συμβάλλουν σημαντικά στη διαχείριση του σωματικού βάρους, καθώς η αίσθηση πληροτητας και η καθυστέρηση της γαστρικής κένωσης, έχουν ως φυσικό αποτέλεσμα τη μείωση της θερμιδικής πρόσληψης. Από την άλλη, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η πρόσληψη διαιτητικών ινών δεν έχει πάντα θετικά αποτελέσματα, όπως για παράδειγμα σε περιπτώσεις ύπαρξης συνδρόμου ευερέθιστου εντέρου (92).

Θεωρείται επίσης ότι οι διαιτητικές ίνες διευκολύνουν τη διαχείριση του βάρους μέσω της καταστολής της όρεξης μεταξύ των γευμάτων (116). Οι διαιτητικές ίνες επηρεάζουν την όρεξη ενδεχομένως μέσω των χαρακτηριστικών που προσδίδουν στις τροφές που τις περιέχουν αλλά και μέσω επιδράσεων σε φυσιολογικούς μηχανισμούς του οργανισμού. Ακόμη, οι διαιτητικές ίνες εμπλέκονται στην πρόσληψη ενέργειας εκτοπίζοντας διαθέσιμες θερμίδες και θρεπτικά στοιχεία στο διαιτολόγιο, αυξάνοντας τη μάσηση, με αποτέλεσμα τη διαστολή του στομάχου και την αύξηση του κορεσμού και μειώνουν την ικανότητα απορρόφησης του λεπτού εντέρου.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων επιδημιολογικών μελετών έδειξαν η τακτική κατανάλωση διαιτητικών ινών (κυρίως από δημητριακά, όσπρια, φρούτα και λαχανικά) φαίνεται να είναι μια αποτελεσματική διατροφική στρατηγική για την πρόληψη ή την αντιμετώπιση της υπερβαρίας και της παχυσαρκίας. Η αποτελεσματικότητα αυτή οφείλεται στην εμπλοκή των διαιτητικών ινών σε διάφορους σχετικούς βιολογικούς μηχανισμούς, γεγονός που συνεπάγεται την απώλεια βάρους ή την πρόσληψη βάρους με βραδύτερους ρυθμούς.

Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα παρατηρητικών μελετών έδειξαν ότι η πρόσληψη ινών σχετίζεται με το σωματικό βάρος και το σωματικό λίπος με αντιστρόφως ανάλογο συσχετισμό. Οι ανασκοπήσεις της αντίστοιχης βιβλιογραφίας αναφέρουν αρκετά ευεργετικά αποτελέσματα που σχετίζονται με την κατανάλωση διαιτητικών ινών, τα οποία αφορούν την ομοιόσταση της γλυκόζης, τον μεταβολισμό των λιπιδίων και την πρόσληψη θερμίδων. Ο γαστρεντερικός σωλήνας παίζει συγκεκριμένο ρόλο σε αυτές τις λειτουργίες.

Παρατηρήθηκε επίσης ότι η αύξηση της καθημερινής πρόσληψης ινών οδηγεί σε σημαντική μείωση της ενεργειακής πρόσληψης και εμφανή μείωση του σωματικού βάρους. Επιπλέον, η δράση των διαιτητικών ινών με συνέπεια την απώλεια βάρους ήταν πολύ πιο εμφανής σε παχύσαρκα ή υπέρβαρα άτομα από ότι σε άτομα με φυσιολογικό βάρος. Η πρόσληψη ινών σχετίζεται αντιστρόφως ανάλογα με το δείκτη μάζας σώματος ενώ έχει αναφερθεί ότι η αυξημένη πρόσληψη διαιτητικών ινών μέσω των τροφών προσδίδει στο διαιτολόγιο χαμηλότερη θερμιδική πυκνότητα και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος και πρόσθετα σάκχαρα.

Αντίστροφα, οι κλινικές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στο πεδίο αυτό δεν παρείχαν τόσο ξεκάθαρα αποτελέσματα. Ορισμένες από αυτές δείχνουν βελτίωση στην απώλεια βάρους εξαιτίας της κατανάλωσης διαιτητικών ινών ενώ άλλες όχι. Οι



πιθανοί λόγοι για τις αντιφάσεις στα αποτελέσματα αυτά είναι ο περιορισμένος αριθμός παρεμβατικών μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί, η ετερογένεια στο σχεδιασμό των μελετών, στα πληθυσμιακά δείγματα που συμμετείχαν σε αυτές και στους τύπους και την ποσότητα των διαιτητικών ινών στη διαίτα. Μια ακόμη σχετική σημαντική ερώτηση που πρέπει να απαντηθεί είναι το εάν οι διαιτητικές ίνες προλαμβάνουν την απόκτηση επιπλέον βάρους, βοηθούν στην απώλεια του ήδη υπάρχοντος βάρους ή και τα δύο.

Ένα αρκετά σημαντικό σημείο που χρειάζεται διερεύνηση είναι η εξειδικευμένη σύγκριση των επιδράσεων μεταξύ διαλυτών και αδιάλυτων διαιτητικών ινών, καθώς τα μέχρι τώρα δεδομένα δεν οδήγησαν τους ερευνητές σε σαφή αποτελέσματα. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητες περαιτέρω έρευνες για τον προσδιορισμό των καταλληλότερων τύπων διαιτητικών ινών, οι οποίες θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στα προγράμματα διαχείρισης του σωματικού βάρους.

Φαίνεται ότι η κατανάλωση δημητριακών ολικής άλεσης είναι από τους καλύτερους τρόπους εμπλουτισμού ενός διαιτολογίου σε διαιτητικές ίνες. Συγκεκριμένα, επιδημιολογικές αλλά και παρεμβατικές μελέτες έδειξαν ότι μια διαίτα που περιλαμβάνει αυξημένη κατανάλωση δημητριακών ολικής άλεσης σχετίζεται με χαμηλότερο δείκτη μάζας σώματος, περιφέρεια μέσης και κίνδυνο ανάπτυξης παχυσαρκίας. Ωστόσο, δεν έχει ακόμη εξηγηθεί μέσω ποιων ακριβώς μηχανισμών δράσης συμβαίνει αυτό και σε ποιο βαθμό συμβάλουν τα διάφορα συστατικά στοιχεία των τροφών αυτών και οι διεργασίες που σχετίζονται με τον μεταβολισμό τους στα θετικά αποτελέσματα.

Οι μηχανισμοί πίσω από τις ευεργετικές δράσεις των διαιτητικών ινών δεν ακόμη αποκαλυφθεί πλήρως εξαιτίας του μικρού αριθμού μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με αυτές. Ακόμη και σε αυτές τις μελέτες όμως, έχουν χρησιμοποιηθεί διαιτητικές ίνες διαφορετικών κατηγοριών σε ποικίλες δοσολογίες, οι οποίες διαθέτουν διάφορες φυσικές και χημικές ιδιότητες. Για παράδειγμα, η διερεύνηση των επιδράσεων διαφορετικών τύπων διαιτητικών ινών στην όρεξη και την πρόσληψη φαγητού κατέληξε σε αντιφατικά αποτελέσματα. Ο λόγος για το οποίο συνέβη αυτό είναι το ότι τα αποτελέσματα επηρεάζονται από τον τύπο της διαιτητικής ίνας που μελετάται και από τη μορφή με την οποία αυτή καταναλώνεται (αν προστίθεται ως συμπλήρωμα ή εντοπίζεται φυσικά σε ένα τρόφιμο).

Έτσι, είναι απαραίτητη η διεξαγωγή και άλλων μακροχρόνιων μελετών πάνω στο ζήτημα. Στις μελέτες αυτές θα πρέπει να εξεταστούν περισσότερες πηγές

διαιτητικών ινών με συγκεκριμένες ιδιότητες κάτω από τις ίδιες συνθήκες, ώστε να αξιολογηθούν όλες οι σχετικές παράμετροι. Με αυτό τον τρόπο θα γίνει δυνατή η επιλογή του ιδανικού τύπου διαιτητικών ινών που θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί συγκεκριμένα για την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας και την προώθηση καλύτερης υγείας γενικότερα. Η συσσώρευση περισσότερων δεδομένων και λεπτομερειών θα συνεισφέρει ουσιαστικά στη βελτίωση των στατιστικών αναλύσεων.

Οι περισσότεροι επιστήμονες που εργάζονται στον τομέα της παχυσαρκίας (διατροφολόγοι και κλινικοί ιατροί) συμφωνούν ότι οι διαιτητικές παρεμβάσεις που εφαρμόζονται για την μακροχρόνια διαχείριση του σωματικού βάρους θα πρέπει να περιλαμβάνουν πρακτικές στρατηγικές διατροφής, οι οποίες να προωθούν και να διατηρούν τον κορεσμό. Με αυτό τον τρόπο βελτιώνεται η συμμόρφωση και ελαχιστοποιείται η δυσφορία σε ασθενείς που προσπαθούν να μειώσουν την ενεργειακή τους πρόσληψη. Η αύξηση της πρόσληψης διαιτητικών ινών σε συνδυασμό με δίαιτες χαμηλής περιεκτικότητας σε θερμίδες και χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην επίτευξη των επιθυμητών αποτελεσμάτων.

Ένας από τους τρόπους για να αυξηθεί η κατανάλωση των διαιτητικών ινών, ιδιαίτερα από άτομα που αντιμετωπίζουν ήδη προβλήματα επιπλέον βάρους ή παχυσαρκίας είναι η προσθήκη διατροφικών συμπληρωμάτων στο διαιτολόγιό τους. Ωστόσο, δεν είναι ξεκάθαρο με ποιο τρόπο τα συμπληρώματα αυτά βοηθούν στην πρόληψη και τον έλεγχο της παχυσαρκίας. Σε κλινικές μελέτες παρατηρήθηκαν αλλαγές στη γαστρική κένωση, τις ορμόνες του εντέρου, το γλυκαιμικό δείκτη και τον κορεσμό από την κατανάλωση τέτοιων συμπληρωμάτων. Γενικά φαίνεται ότι χρειάζονται μεγάλες ποσότητες διαιτητικών ινών για να τροποποιηθεί η ενεργειακή ισορροπία στις διάφορες μελέτες.

Παρόλα αυτά, είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθούν μακροχρόνιες κλινικές δοκιμές ώστε να προσδιοριστεί η βέλτιστη μορφή, ποσότητα και συχνότητα κατανάλωσης των συμπληρωμάτων διαιτητικών ινών, καθώς Τα αποτελέσματα τέτοιων ερευνών θα προσφέρουν μια ξεκάθαρη άποψη για τις προοπτικές των συμπληρωμάτων αυτών στη μακροχρόνια διαχείριση του σωματικού βάρους. Τα συμπληρώματα διαιτητικών ινών μπορούν να φανούν επίσης χρήσιμα σε άτομα που ακολουθούν δίαιτες με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και χαμηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες, ώστε να εξισορροπηθεί η πρόσληψη διαιτητικών ινών.

Ορισμένες από τις ευεργετικές επιδράσεις των διαιτητικών ινών στη διαχείριση του βάρους αλλά και σε άλλες πλευρές της υγείας στον άνθρωπο σχετίζονται ξεκάθαρα με τις φυσικές τους ιδιότητες. Ωστόσο, οι περισσότερες από τις διατροφικές πηγές των διαιτητικών ινών περιέχουν επίσης διάφορες φυτοχημικές ενώσεις (phytochemicals). Η δράση των ενώσεων αυτών είναι σχεδόν αδύνατον να διερευνηθεί ξεχωριστά κατά την πραγματοποίηση επιδημιολογικών μελετών. Είναι πιθανό πολλές από τις επιδράσεις των διαιτητικών ινών στην υγεία να οφείλονται στις φυτοχημικές ενώσεις με τις οποίες συνυπάρχουν. Έτσι, θα ήταν χρήσιμες περαιτέρω έρευνες για τον προσδιορισμό των δράσεων της κάθε ομάδας. Από την άλλη, η αύξηση τη κατανάλωσης διαιτητικών ινών ως στρατηγική διαχείρισης του βάρους συνεπάγεται και την αύξηση της κατανάλωσης φυτοχημικών ουσιών, γεγονός που θα συμβάλλει ακόμη περισσότερο στη βελτίωση της υγείας των ατόμων που ακολουθούν αντίστοιχα διατροφικά προγράμματα.

Οι επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει ξεκάθαρα ότι οι διαιτητικές ίνες είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την πρόληψη της παχυσαρκίας. Για την περαιτέρω πρόοδο πάνω στον τομέα αυτό, απαιτούνται κλινικές μελέτες οι οποίες θα εξετάζουν διαφορετικά πρότυπα διατροφής και πηγές διαιτητικών ινών. Τα αποτελέσματα των μελετών αυτών θα απαντήσουν σημαντικά ερευνητικά ερωτήματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα των διαφόρων τύπων διαιτητικών ινών, τις απαραίτητες δόσεις, τις διαφορές στις αποκρίσεις μεταξύ αδύνατων και παχύσαρκων ατόμων αλλά και τους μηχανισμούς μέσω των οποίων εμπλέκονται οι διαιτητικές ίνες στην ομοίωση της πρόσληψης ενέργειας.

Τα νέα δεδομένα που προέκυψαν από τις μελέτες πάνω στην κατανάλωση διαιτητικών ινών και της σχέση της με την απώλεια βάρους αλλά και τη γενικότερη υγεία στον άνθρωπο θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη, καθώς υποδεικνύουν σαφώς την ευεργετική επίδραση των διαιτητικών ινών στην διατήρηση του κατάλληλου σωματικού βάρους και πιθανώς στην πρόληψη της εμφάνισης μεταβολικών ασθενειών. Ωστόσο, ένα σημείο που χρειάζεται προσοχή είναι το γεγονός ότι οι παρατηρητικές μελέτες έδειξαν ότι τα άτομα με τη μεγαλύτερη κατανάλωση διαιτητικών ινών ακολουθούν γενικότερα ένα πιο υγιεινό διαιτολόγιο και τρόπο ζωής. Έτσι, οι μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να διευκρινίσουν εάν η κατανάλωση διαιτητικών ινών είναι η βασική αιτία για την καλύτερη διαχείριση του βάρους από τα άτομα που τις καταναλώνουν ή αν αποτελούν απλά ένα δείκτη ενός συνολικά ευεργετικού τρόπου ζωής που αποτρέπει την πρόσληψη επιπλέον βάρους.

Με τα δεδομένα που προκύπτουν από τις διάφορες επιδημιολογικές μελέτες, συμπεραίνουμε πως οι προσλήψεις φυτικών ινών είναι πολύ χαμηλότερες από τα συνιστώμενα επίπεδα παρά τις συστάσεις διαφόρων οργανισμών υγείας για την αύξησή τους. Έτσι, λόγω του ότι ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού δεν ανταποκρίνεται στις συνιστώμενες ημερήσιες προσλήψεις, και δεν μπορεί να είναι αναλόγως την ηλικία στο επιθυμητό βάρος και παρουσιάζει κινδύνους για σοβαρές παθήσεις, είτε άμεσα είτε μακροπρόθεσμα.

Παρατηρείται ότι η ιδιαίτερα μειωμένη πρόσληψη σε φυτικές ίνες οδηγεί στην εμφάνιση δυσκοιλιότητας. Η ήπια μορφή δυσκοιλιότητας αντιμετωπίζεται αποτελεσματικά με την επαρκή λήψη φυτικών ινών, που περιέχονται κυρίως στο πίτουρο και στα τρόφιμα ολικής άλεσης, ενώ στην περίπτωση της ιδιοπαθούς δυσκοιλιότητας, τα συμπτώματα μπορούν να επιδεινωθούν, όπως έχει φανεί με την κατανάλωση ψύλλιον σε συγκεκριμένες έρευνες.

Εξαιτίας της περιεκτικότητας των τροφίμων και σε άλλα ευεργετικά συστατικά που ίσως να προστατεύουν και αυτά από τον κίνδυνο του καρκίνου, είναι ασαφές εάν οι φυτικές ίνες από μόνες τους είναι προστατευτικές.

Όσον αφορά τον κίνδυνο της στεφανιαίας νόσου, η μείωση των λιπιδίων θεωρείται πως επιδρά ευεργετικά, αφού υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της μειωμένης χοληστερόλης αίματος και της καρδιακής νόσου. Αρκετές ήταν οι αναφορές που βρήκαμε για τις επιδράσεις των διαλυτών ινών στα λιπίδια του αίματος, που αναφέρουν τη μείωση της ολικής και LDL χοληστερόλης, χωρίς καμία επίδραση στην HDL χοληστερόλη και στα τριγλυκερίδια. Γι' αυτό το λόγο προτείνεται και η κατανάλωση τροφίμων πλούσιων σε διαλυτές φυτικές ίνες, σε συνδυασμό με μια δίαιτα μειωμένου λίπους.

Μέσα από όλες τις μελέτες που αναφέρθηκαν σχετικά με την επίδραση της αυξημένης πρόσληψης των φυτικών ινών και τη συσχέτισή τους με το διαβήτη II, καταλήγουμε πως ιδιαίτερο ρόλο παίζουν και οι διαλυτές ίνες αλλά και οι αδιάλυτες. Οι μεν διαλυτές, λόγω του υψηλού ιξώδους και την ικανότητα σχηματισμού πηκτών, μειώνουν τη μεταγευματική απόκριση γλυκόζης, βοηθώντας στην αντιμετώπισή του, οι αδιάλυτες δε, συνεισφέρουν στη πρόληψη με την αύξηση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη και έτσι στο μειωμένο κίνδυνο της εμφάνισης του ΣΔ II.

Η διαχείριση του βάρους και η αντιμετώπιση της παχυσαρκίας, αποδεικνύεται έντονα από κλινικές μελέτες σχετικά με δίαιτες πλούσιες σε φυτικές ίνες. Εξετάζοντας και αυτή την περίπτωση, βλέπουμε πως οι διαλυτές ίνες παίζουν ενεργό

ρόλο, στη διαχείριση της παχυσαρκίας και στο αίσθημα πληρότητας, επιβραδύνοντας τη γαστρική κένωση και επηρεάζοντας το μεταβολισμό ορεξιογόνων και ανορεξιογόνων ορμονών. Η δράση των μη διαλυτών ιών στην απώλεια βάρους, φαίνεται να είναι πιο ισχυρή, στην περίπτωση που χορηγούνται στους ασθενείς σε μορφή συμπληρωμάτων.

Κλείνοντας, σύμφωνα με την συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη των >25γρ. φυτικών ιών/ ημέρα είναι απαραίτητο οι καταναλωτές να προσθέσουν στο διαιτολόγιό τους τρόφιμα που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες. Σημαντικές πηγές φυτικών ιών αποτελούν τα φρούτα και τα λαχανικά κυρίως με τη φλούδα, οι ξηροί καρποί και τα αποξηραμένα φρούτα, τα όσπρια, τα σιτηρά ολικής άλεσης και πιο συγκεκριμένα τα δημητριακά τα οποία αποτελούν μια πολύ καλή επιλογή πρωινού. Ο βασικός ρόλος των διαιτολόγων είναι να ενημερώσουν και να εκπαιδεύσουν τους καταναλωτές, έτσι ώστε να μάθουν να διαβάζουν και να χρησιμοποιούν στην καθημερινότητά τους, τις διατροφικές ετικέτες των τροφίμων και να επιλέγουν τα κατάλληλα τρόφιμα για μια ισορροπημένη διατροφή. Εφαρμόζοντας τις συστάσεις αυτές στη διατροφή τους, σε καθημερινή βάση, θα μπορέσουν να αποτρέψουν τελικά την εμφάνιση πιθανών χρόνιων παθολογικών καταστάσεων, με αποτέλεσμα μια καλύτερη ποιότητα ζωής.

## ΜΕΡΟΣ 2<sup>ο</sup>

### 2.1 Σκοπός:

Σκοπός είναι η διερεύνηση των διαιτητικών ινών σε ελληνικό πληθυσμό και η επίδραση της στο δείκτη σωματικής μάζας.

### Πειραματικοί στόχοι:

1. Κατανομή διατροφικής πρόσληψης
2. Ανάλυση διατροφικής πρόσληψης σε θερμιδογόνα συστατικά και διαιτητικές ίνες
3. Καταγραφή προσθήκης βάρους
4. Καταγραφή ποσοστού λίπους
5. Καταγραφή αισθήματος κορεσμού μετά τα γεύματα
6. Καταγραφή χρονικού διαστήματος ανάμεσα στα γεύματα
7. Καταγραφή αριθμού γευμάτων
8. Καταγραφή φυσικής δραστηριότητας
9. Διαφορές σωματικού βάρους και συσχετισμός με κατανάλωση διαιτητικών ινών και άλλους παράγοντες ( φυσική δραστηριότητα, διατροφικές συνήθειες, τρόπος ζωής)

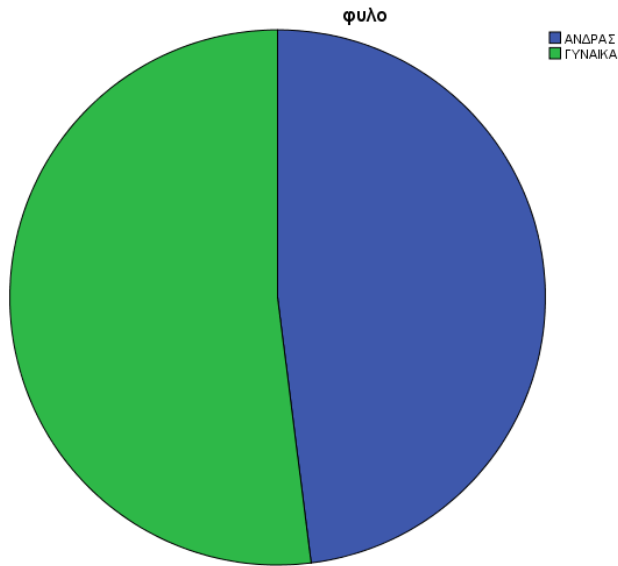
### 2.2 Δείγμα έρευνας

**Πίνακας 1:** Δείγμα έρευνας

	Αριθμός ατόμων	Ηλικία (Μ.Ο.) ( έτη )
Γυναίκες	26	31,2
Άντρες	24	34,8
Σύνολο	50	33,1

Το δείγμα που μελετήθηκε αποτελείται από 50 άτομα ηλικίας από 19 μέχρι 50 ετών κάτοικοι του Ν. Θεσσαλονίκης.

Στην έρευνα συμμετέχουν 50 άτομα, εκ των οποίων 24 είναι άνδρες ήτοι 48% και 26 είναι γυναίκες, ήτοι 52%.



**Σχήμα 1:** Κατανομή φύλου στο δείγμα της έρευνας

Ο μέσος όρος ηλικίας του δείγματος είναι 32,87 έτη με τυπική απόκλιση 10,18 έτη.

### **2.3 Μέθοδοι**

1. Ανθρωπομετρία. Χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις βάρους, ύψους και δερματικής πτυχής τρικεφάλου. Η μέτρηση του βάρους έγινε με μια ψηφιακή ζυγαριά, τα άτομα ζυγίστηκαν με την ελάχιστη δυνατή ένδυση χωρίς υποδήματα. Το ύψους μετρήθηκε σε ορθή θέση χωρίς υποδήματα με την χρήση ενός αναστημομετρου του εμπορίου. Και η δερματική πτυχή τρικεφάλου μετρήθηκε στο μέσο του μπράτσου σημείο το οποίο βρίσκεται στο μέσο της απόστασης μεταξύ του ακρωμίου και του ωλέκρανου με τη χρήση δερματοπτυχόμετρου.
2. Γενικό ιστορικό. Περιλαμβάνει ερωτήσεις για την μεταβολή του βάρους των ατόμων το τελευταίο διάστημα, την δραστηριότητα τους, εάν αθλούνται, εάν ζουν μόνοι, πόσα κύρια γεύματα και πόσα μικρογεύματα τρώνε την ημέρα, το χρονικό διάστημα ανάμεσα στα γεύματα, εάν τρώνε εκτός σπιτιού και καταγραφή του αισθήματος κορεσμού μετά τα γεύματα.
3. Αναμνηστική καταγραφή διατροφικής πρόσληψης 3 ημερών.
4. Στατιστική επεξεργασία. Χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SPSS για την περιγραφή του δείγματος (μέση τιμή, τυπική απόκλιση) και τις συσχετίσεις (κατανομές). Χρησιμοποιήθηκε επίσης το πρόγραμμα food

processor για την ανάλυση της διατροφικής πρόσληψης των ατόμων του δείγματος.

## **2.4 Αποτελέσματα**

### 2.4.1 Ανθρωπομετρικές μετρήσεις.

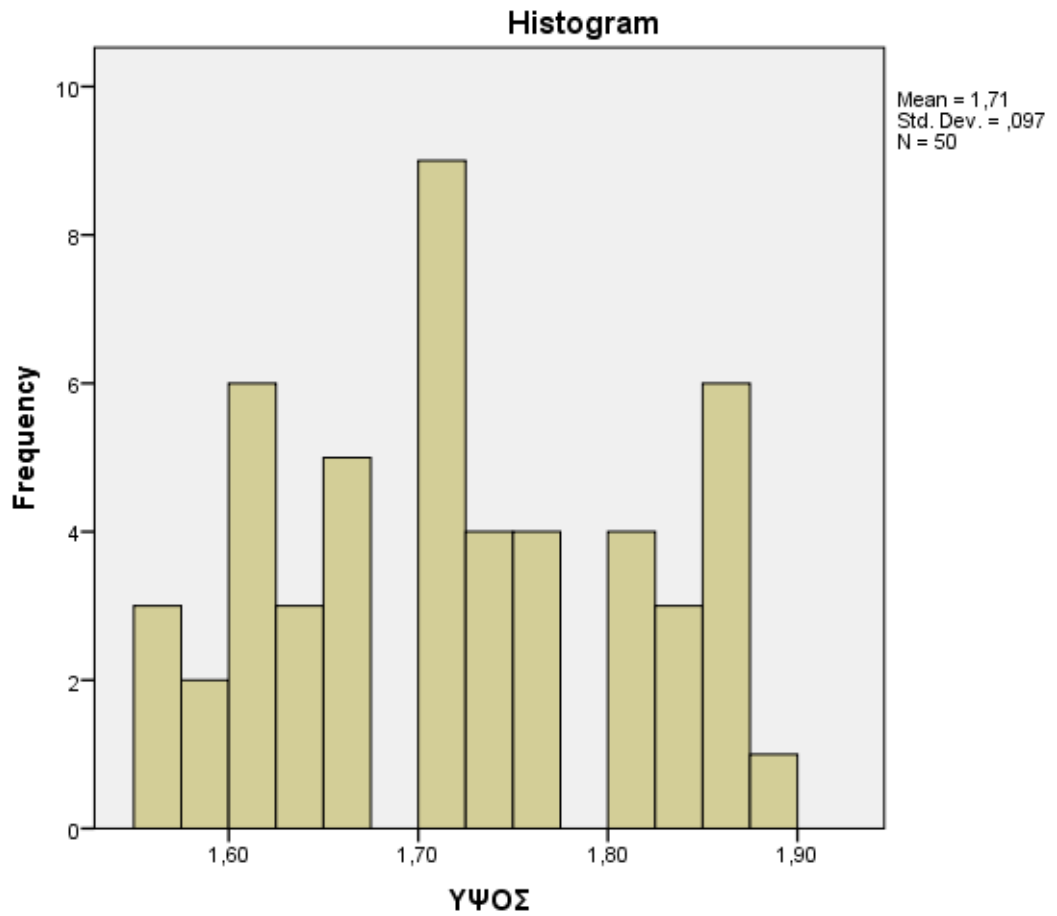
Ο μέσος όρος του ύψους των συμμετεχόντων είναι 1,71 εκατοστά, με τυπική απόκλιση 0,09 εκατοστά, ενώ ο μέσος όρος του βάρους είναι 78,02 κιλά με τυπική απόκλιση 15,77 κιλά.

Αναλυτικά για τους άνδρες και γυναίκες του δείγματος για τις παραμέτρους ηλικία, ύψος, και βάρος οι μέσοι όροι καθώς και οι τυπικές αποκλίσεις αποτυπώνονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 2:** Ανθρωπομετρικές μετρήσεις

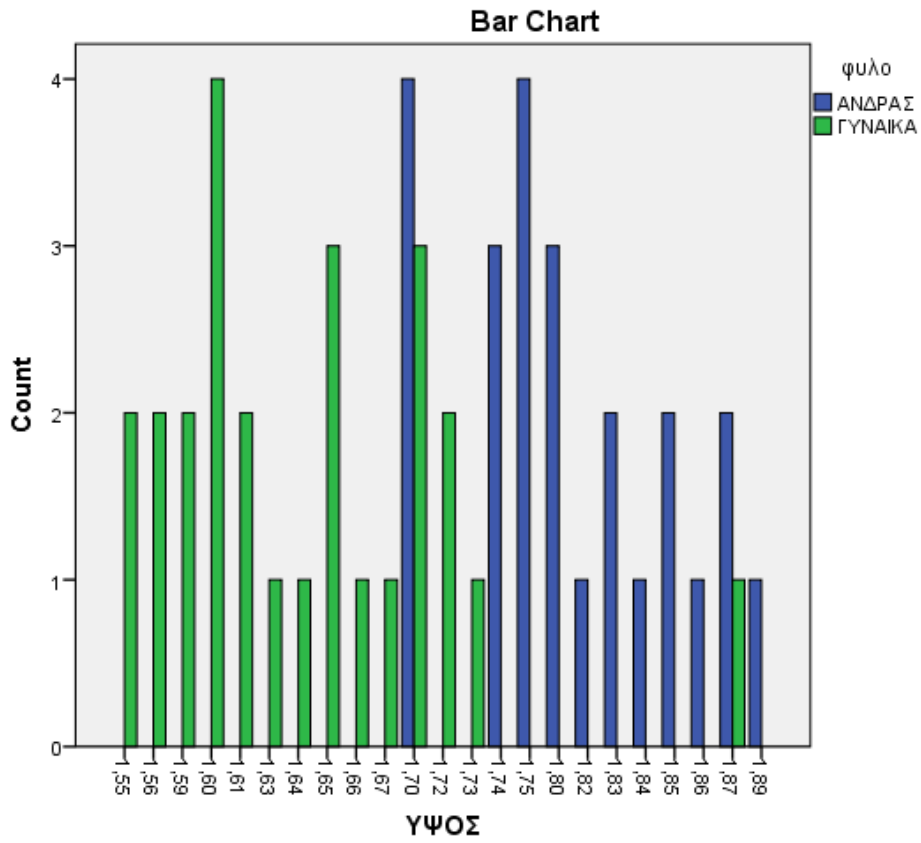
Παράμετρος	ΑΝΔΡΕΣ		ΓΥΝΑΙΚΕΣ	
	Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση	Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση
Ηλικία ( έτη)	30.75	9.37	34.92	10.70
Ύψος ( m)	1.79	0.06	1.65	0.07
Βάρος (kg)	87.59	10.71	68.84	14.43
ΔΜΣ ( m/kg <sup>2</sup> )	27.54	3.55	25.88	5.77





**Σχημα2:** Κατανομή ύψους στο σύνολο δείγματος.

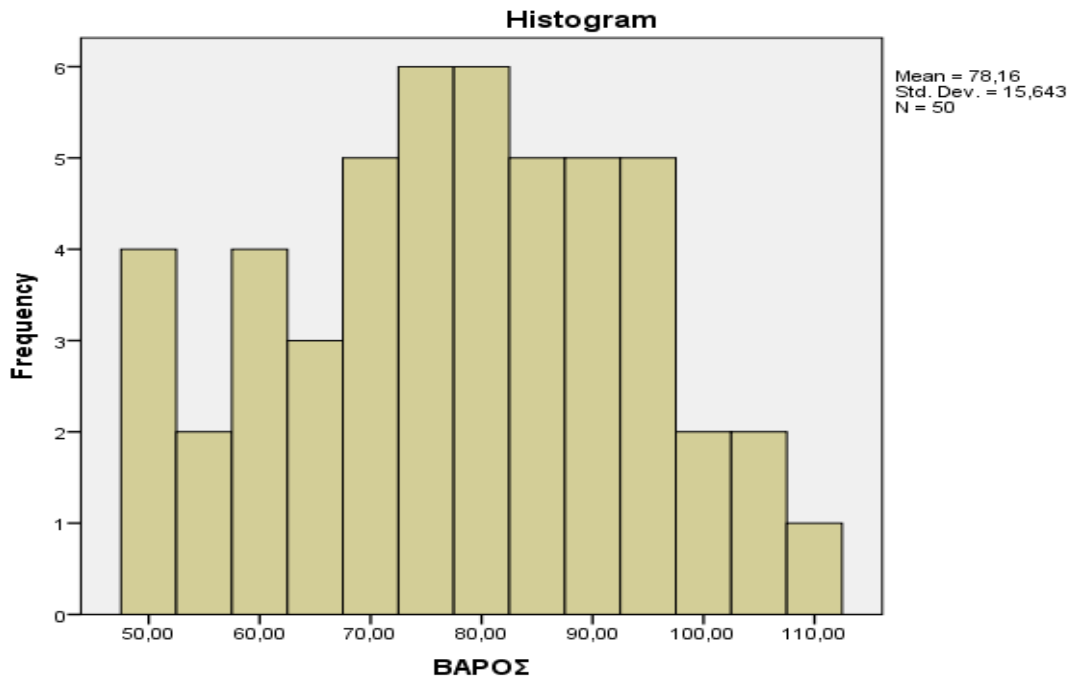
Όπως διαφαίνεται σε γενικό σύνολο ο μέσος όρος είναι 1,71.



**Σχήμα 3:** Κατανομή ύψους σε άντρες και γυναίκες

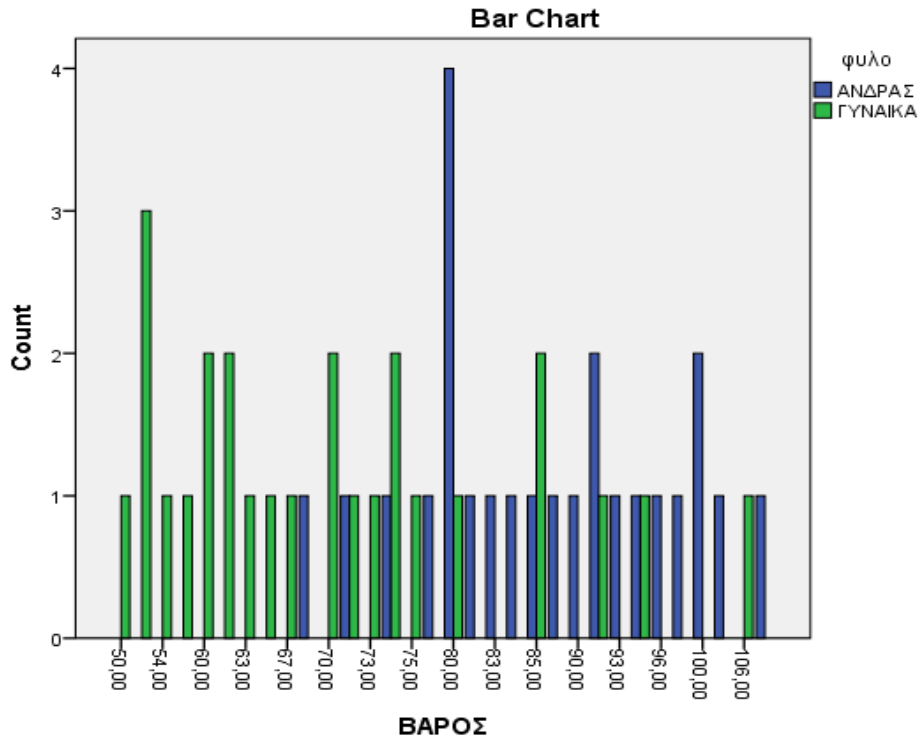
Οι άντρες ήταν ψηλότεροι από τις γυναίκες.

Παρακάτω, καταγράφεται με τη μορφή ραβδογράμματος της κατανομής του βάρους. Όπως διαφαίνεται σε γενικό σύνολο ο μέσος όρος είναι 78,16.



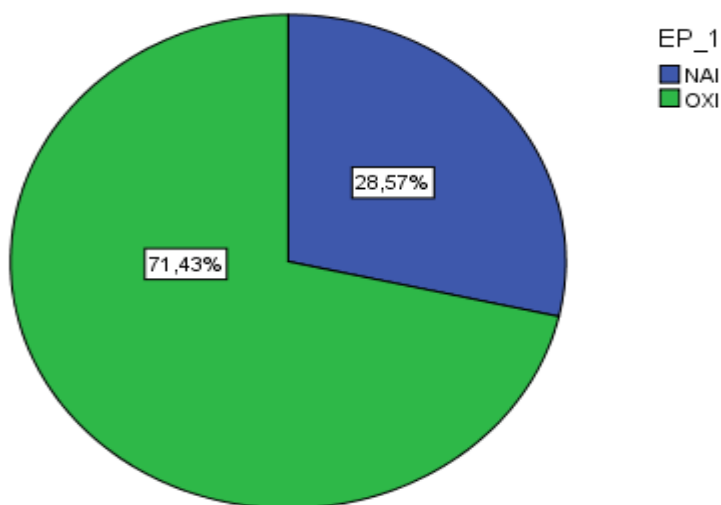
**Σχήμα 4:** Κατανομή βάρους στο σύνολο του δείγματος

Όπως διαφαίνεται η κατανομή βάρους στο σύνολο του δείγματος ήταν κανονική.



**Σχήμα 5:** Κατανομή βάρους σε άντρες και γυναίκες

Οι άντρες ήταν πιο βαρείς από τις γυναίκες.



**Σχήμα 6:** Κυκλικό διάγραμμα μεταβολής βάρους το τελευταίο διάστημα.

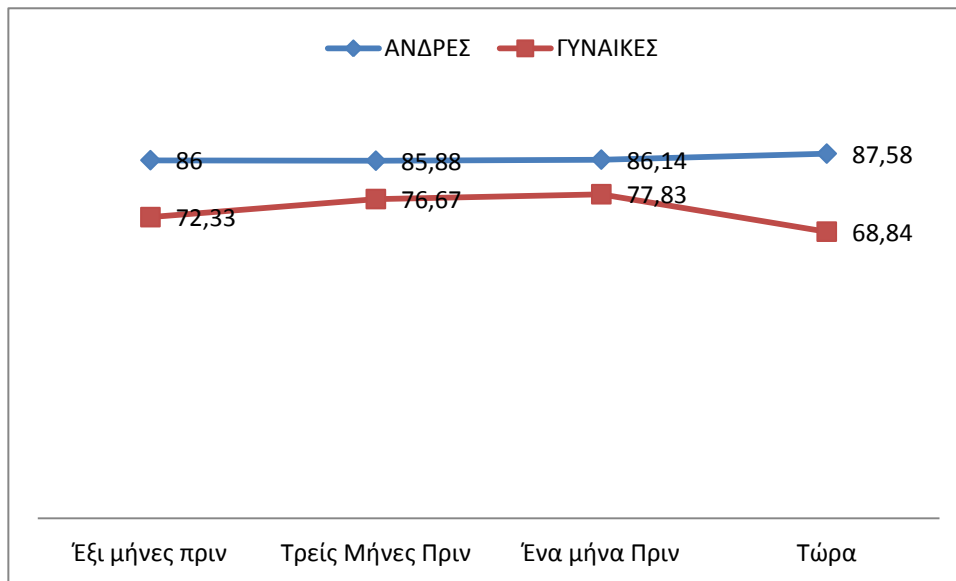
Το 71,43% δηλώνει ότι δεν υπήρξε μεταβολή βάρους στο τελευταίο διάστημα, ενώ το 28,57% δηλώνει ότι υπήρξε μεταβολή βάρους στο τελευταίο διάστημα.

Παρακάτω, παρατίθεται ο μέσος όρος του βάρους καθώς και η τυπική απόκλιση στις παρακάτω χρονικές στιγμές:

Χρονική στιγμή	Μέσο βάρος	Τυπική απόκλιση
Έξι μήνες πριν	80,53	19,24
Τρεις μήνες πριν	81,93	18,34
Ένα μήνα πριν	82,31	17,31
Τώρα	78,02	15,77
Μέγιστο βάρος	86,46	20,70
Ελάχιστο βάρος ως ενήλικας	66,06	14,06

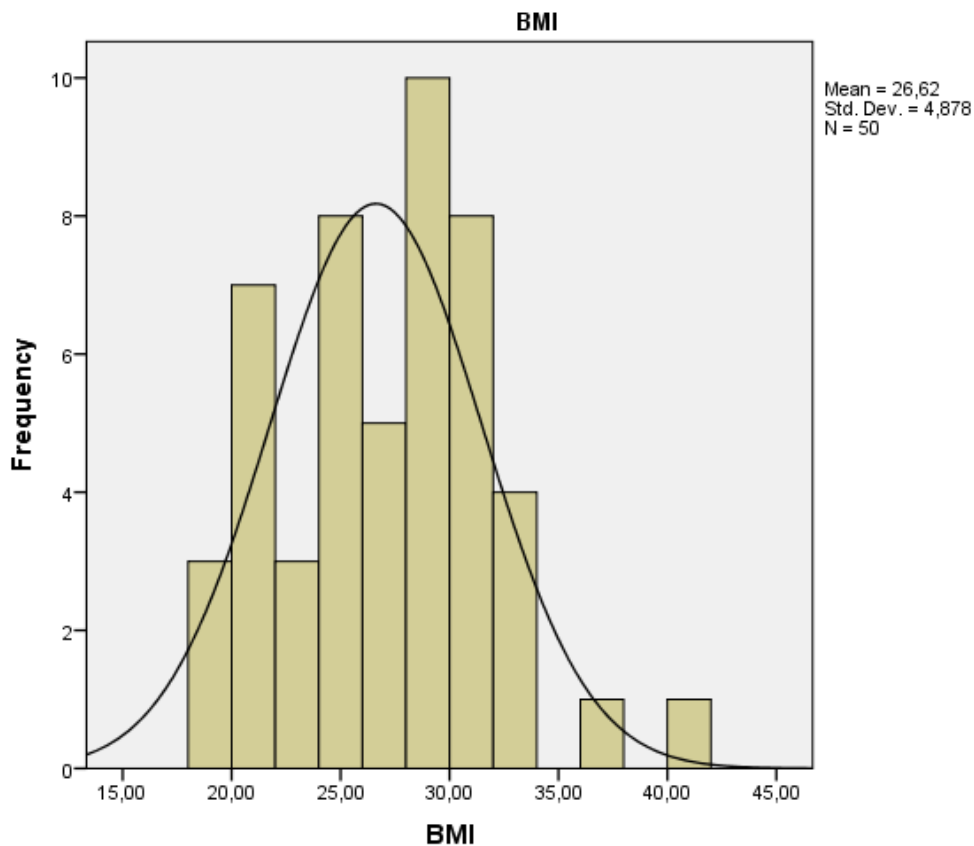
Αναλόγως, γίνεται η κατανομή με διαχωρισμό σε άνδρες και γυναίκες.

Χρονική στιγμή	ΑΝΔΡΕΣ		ΓΥΝΑΙΚΕΣ	
	Μέσο βάρος	Τυπική απόκλιση	Μέσο βάρος	Τυπική απόκλιση
Έξι μήνες πριν	86.00	17.96	72.33	19.33
Τρεις μήνες πριν	85.88	18.04	76.67	19.02
Ένα μήνα πριν	86.14	16.72	77.83	18.42
Τώρα	87,58	10,71	68,84	14,43
Μέγιστο βάρος	101.73	18.61	74.46	13.14
Ελάχιστο βάρος ως ενήλικας	74.64	12.47	59.32	11.57



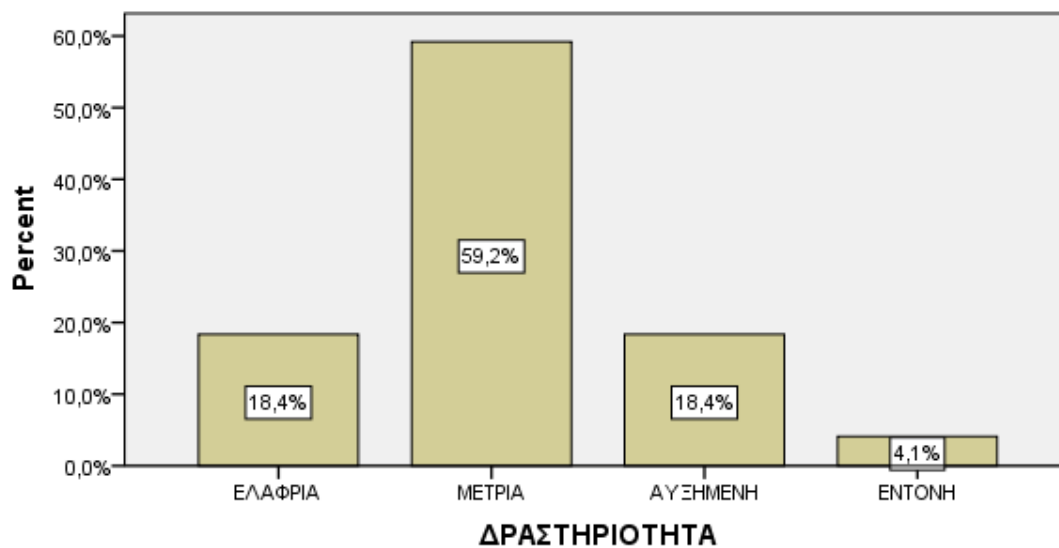
**Σχήμα 7:** Εξέλιξη μεταβολής μέσου όρου βάρους ανδρών και γυναικών

Η μεταβολή βάρους ήταν μεγαλύτερη στις γυναίκες και ήταν αρνητική (μείωση βάρους).

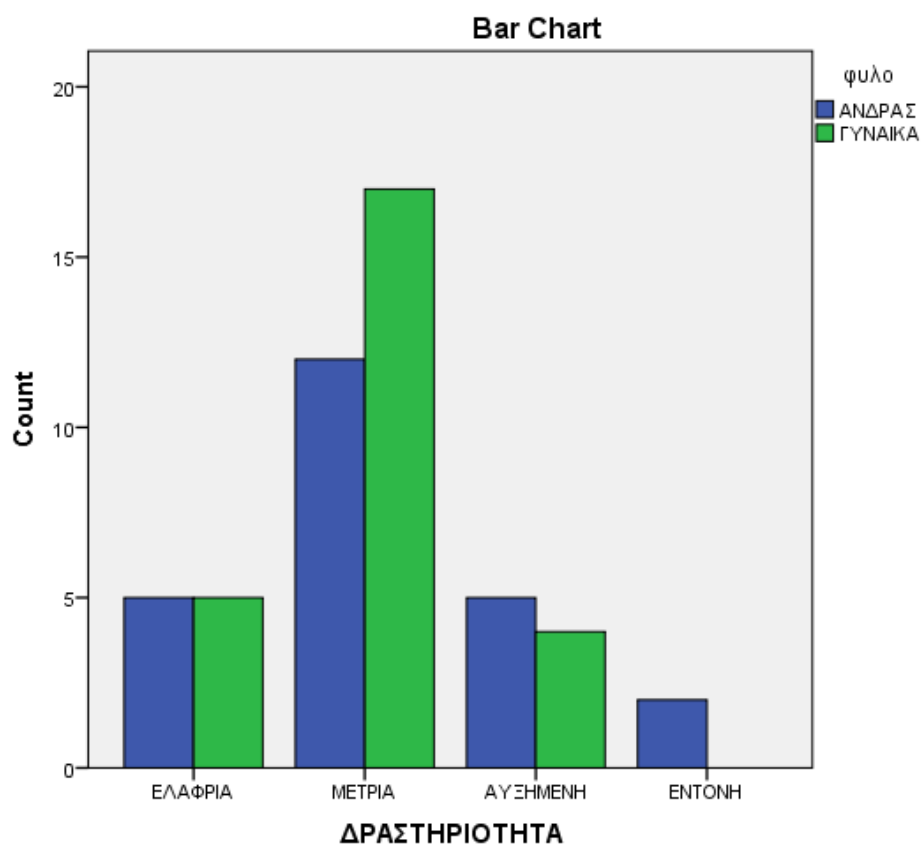


**Σχήμα 8:** Κατανομή δείκτη μάζας σώματος BMI στο συνολικό δείγμα  
Η μέση τιμή BMI του δείγματος ήταν 26,62, υπέρβαρος.

## 2.4.2 Γενικά στοιχεία



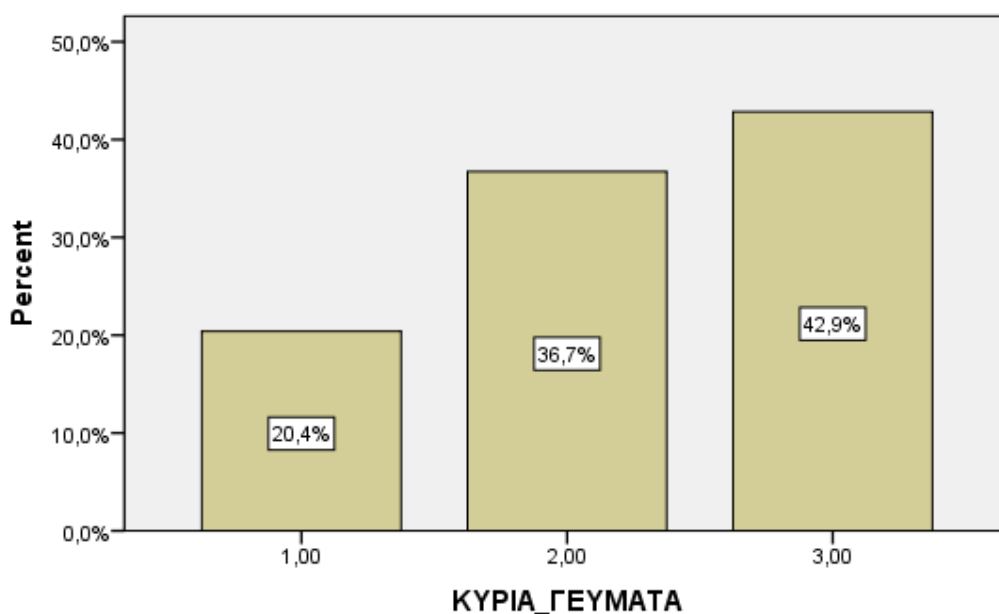
Σχήμα 9: Κατανομή φυσικής δραστηριότητας στο σύνολο του δείγματος



Σχήμα 10: Κατανομή φυσικής δραστηριότητας σε άντρες και γυναίκες

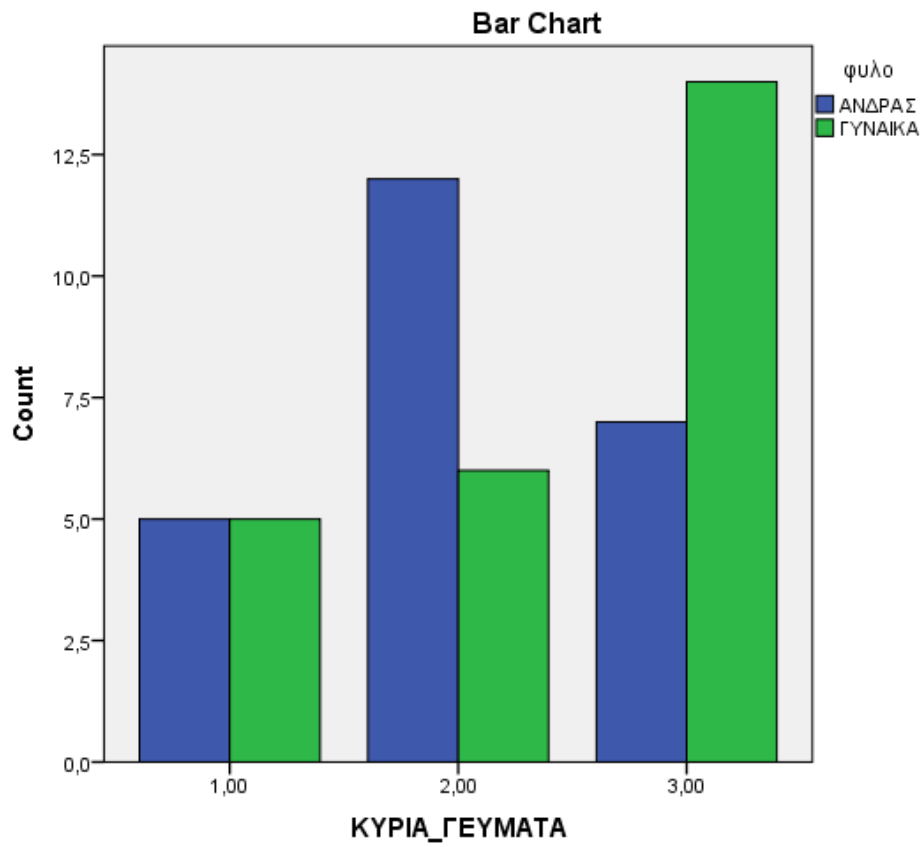
Το 59,2% των ερωτηθέντων έχει μια μέτρια δραστηριότητα (περπάτημα με χαμηλή ταχύτητα, δουλειές του σπιτιού όπως καθάρισμα, ηλεκτρολογικές ή ξυλουργικές εργασίες κ.α.), το 18,4% έχει ελαφριά δραστηριότητα (καθιστικές ή δραστηριότητες σε όρθια θέση χωρίς πολύ κίνηση, όπως οδήγηση, ζωγραφική, εργασία γραφείου, παίξιμο μουσικού οργάνου, δακτυλογράφηση κ.α.), επίσης 18,4% έχει αυξημένη δραστηριότητα (περπάτημα με μέτρια ταχύτητα, γεωργικές εργασίες, μετακίνηση βαρών κ.α.), ενώ μόλις το 4,1% έχει έντονη δραστηριότητα (αθλητισμός, περπάτημα με επιβάρυνση σε ανηφόρα, βαριές χειρονακτικές και οικοδομικές εργασίες κ.α.)  
Η φυσική δραστηριότητα των αντρών δεν διέφερε από αυτή των γυναικών.

Σχετικά με τον αριθμό των κύριων γευμάτων που τρώνε την ημέρα οι ερωτηθέντες σε ποσοστό 42,9% δήλωσαν ότι τρώνε 3 ανά ημέρα, ποσοστό 36,7% δήλωσε ότι τρώει 2 ανά ημέρα, ενώ ποσοστό 20,4% δήλωσε ότι τρώει 1 κύριο γεύμα ανά ημέρα.



**Σχήμα 11:** Κατανομή κύριων γευμάτων ανά ημέρα στο σύνολο του δείγματος

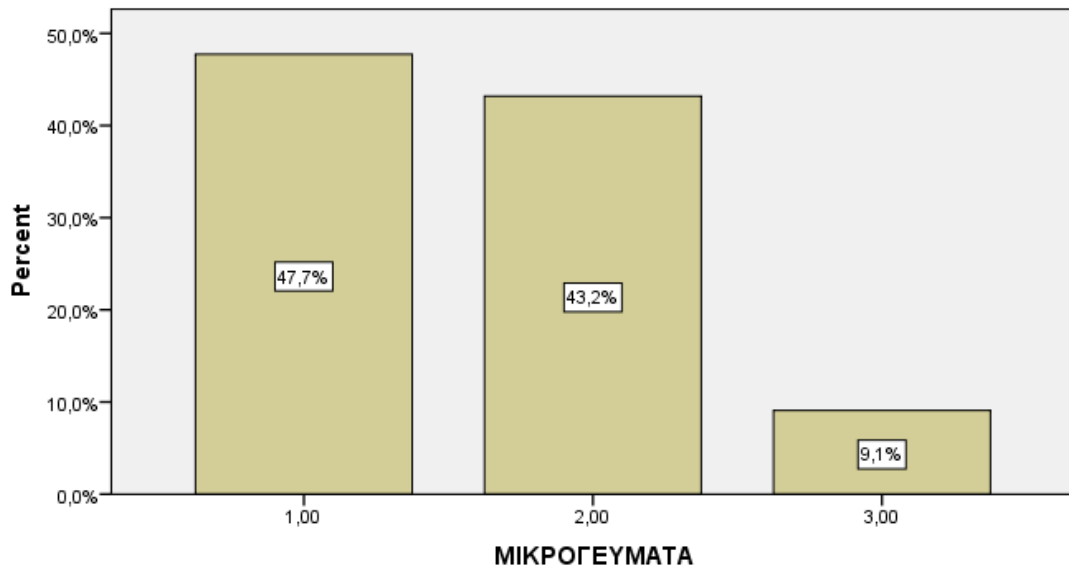




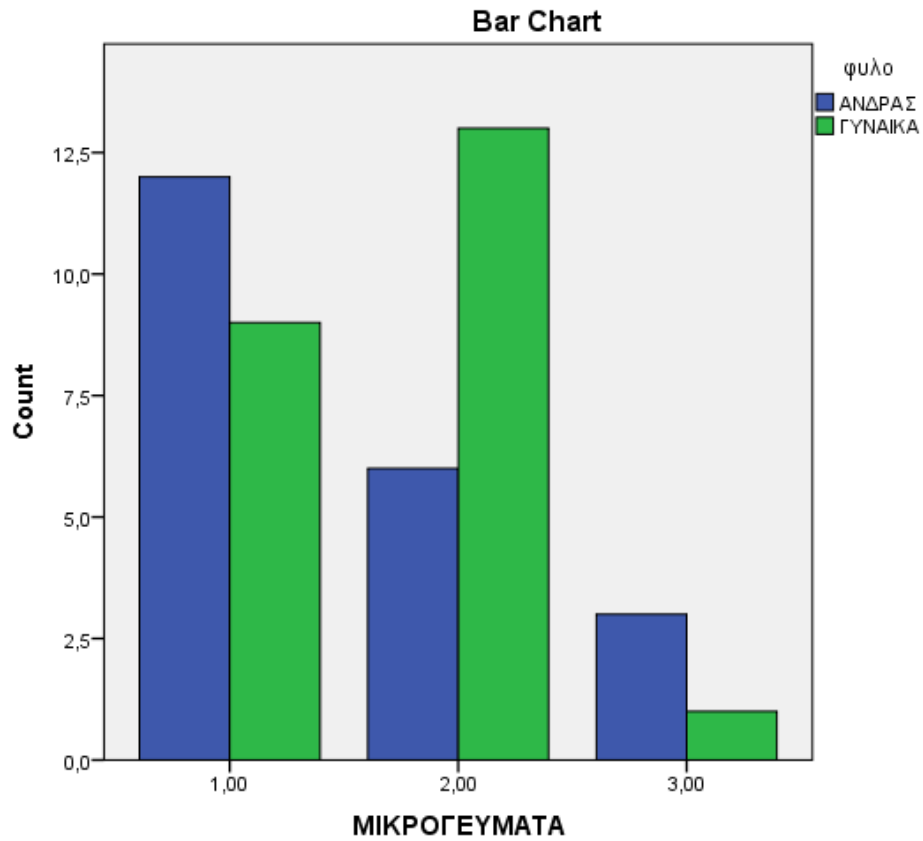
**Σχήμα 12:** Κατανομή κύριων γευμάτων σε άντρες και γυναίκες

Οι περισσότερες γυναίκες καταναλώναν 3 γεύματα ενώ οι περισσότεροι άντρες 2.

Σχετικά με τον αριθμό των μικρογευμάτων που τρώνε την ημέρα οι ερωτηθέντες σε ποσοστό 9,1% δήλωσαν ότι τρώνε 3 ανά ημέρα, ποσοστό 43,2% δήλωσε ότι τρώει 2 ανά ημέρα, ενώ ποσοστό 47,7% δήλωσε ότι τρώει 1 μικρογεύμα ανά ημέρα.

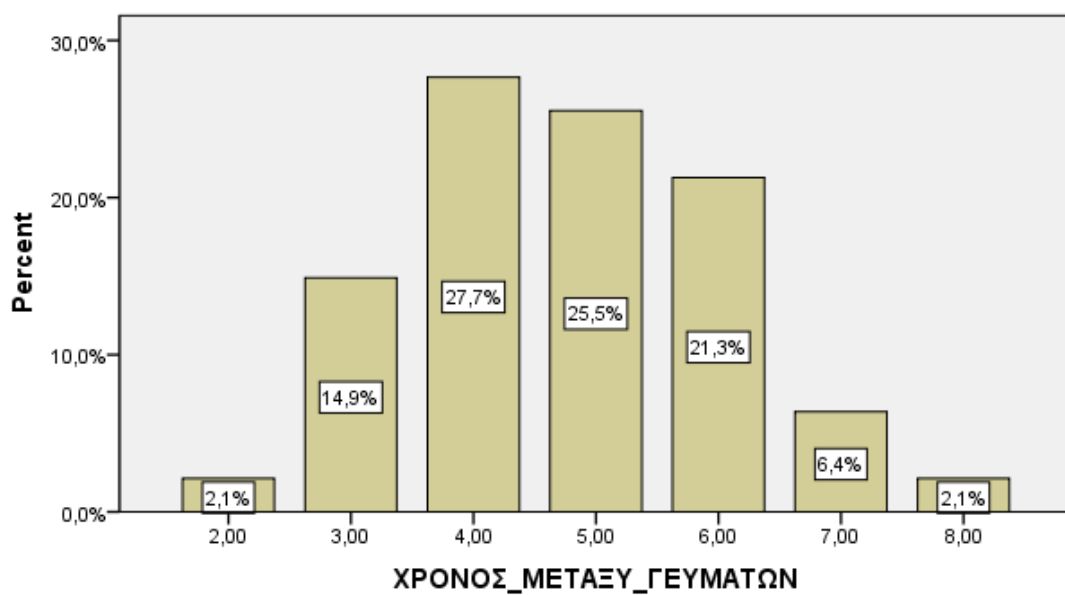


**Σχήμα 13:** Κατανομή πρόσληψης μικρογευμάτων ανά ημέρα



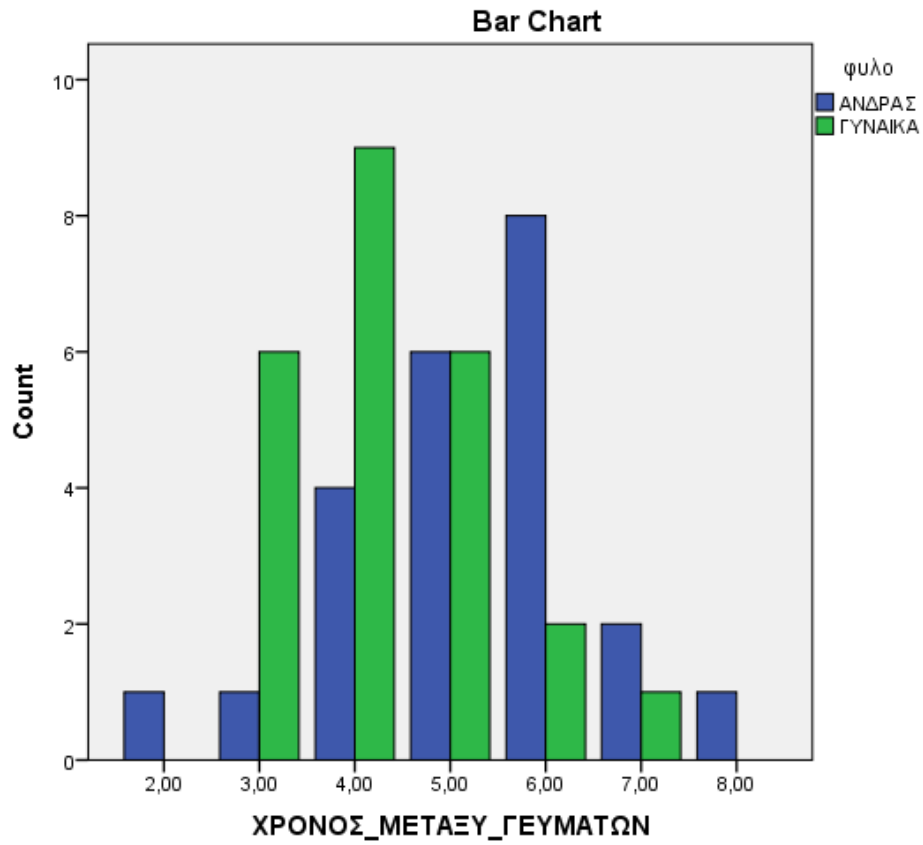
**Σχημα14:** Κατανομή πρόσληψης μικρογευμάτων ανά ημέρα σε άντρες και γυναίκες

Οι περισσότεροι άντρες κατανάλωναν 1 μικρογεύμα ανά ημέρα ενώ οι περισσότερες γυναίκες 2.



**Σχήμα 15:** Κατανομή χρόνου μεταξύ γευμάτων στο σύνολο του δείγματος

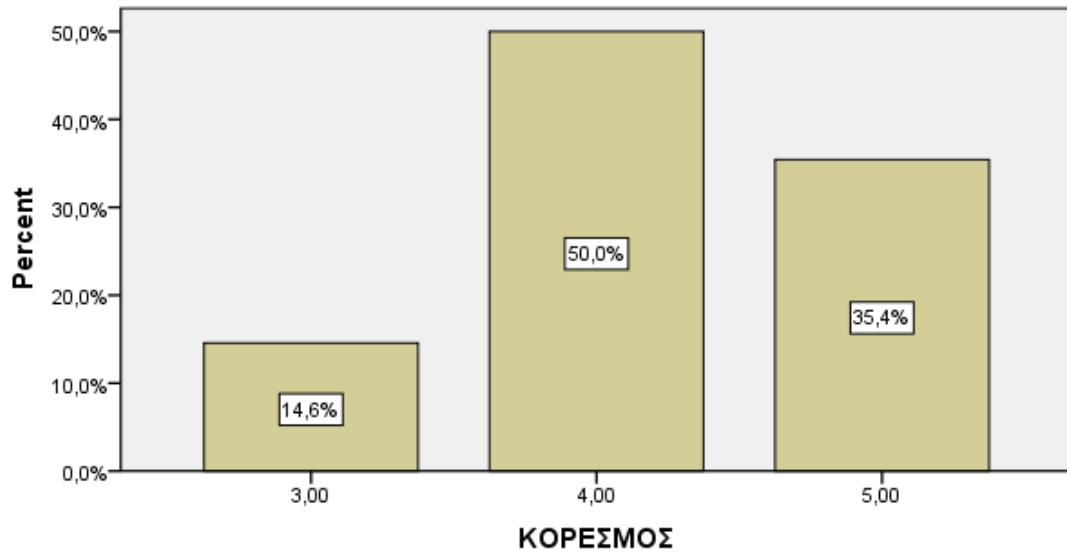
Τα περισσότερα άτομα κατανάλωναν τα κύρια γεύματα τους με αναφορά χρόνου 4 ώρες.



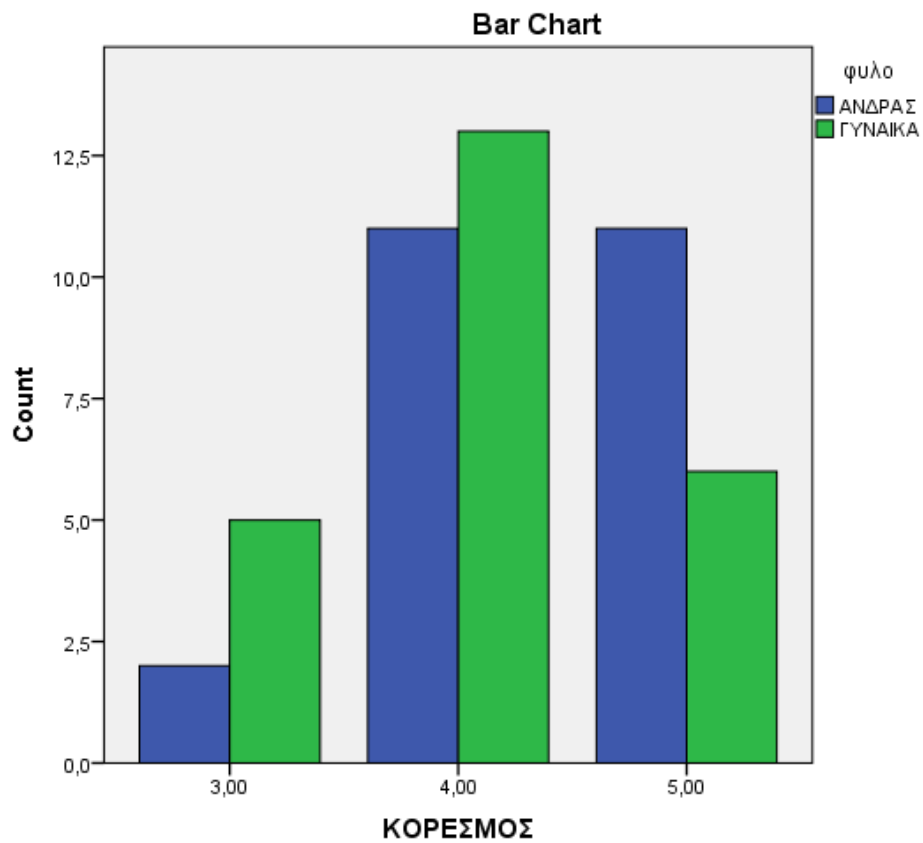
**Σχήμα 16:** Κατανομή χρόνου μεταξύ γευμάτων σε άντρες και γυναίκες

Δεν υπήρχε διαφορά ανάμεσα στα δυο φύλα ως προς το χρόνο ανάμεσα στα γεύματα.

Σχετικά με το αίσθημα κορεσμού μετά τα γεύματα και με κλίμακα βαθμολογίας από 1 έως 5 το 50% δήλωσε ως αίσθημα κορεσμού τον βαθμό 4, το 35,4% τον βαθμό 5 και το 14,6% το βαθμό 3.



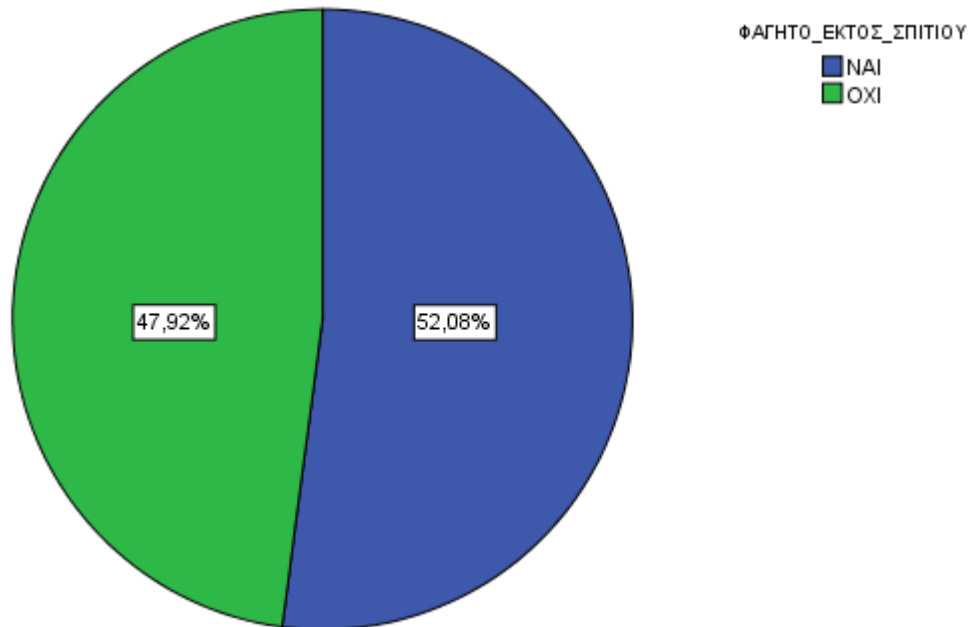
**Σχήμα 17:** Κατανομή συχνοτήτων σχετικά με το αίσθημα κορεσμού (βαθμονόμηση από 1-5) στο σύνολο του δείγματος



**Σχήμα 18:** Κατανομή συχνοτήτων σχετικά με το αίσθημα κορεσμού (βαθμονόμηση από 1-5) σε άντρες και γυναίκες

Δεν υπήρχε διαφορά στο αίσθημα κορεσμού ανάμεσα στα δυο φύλα.

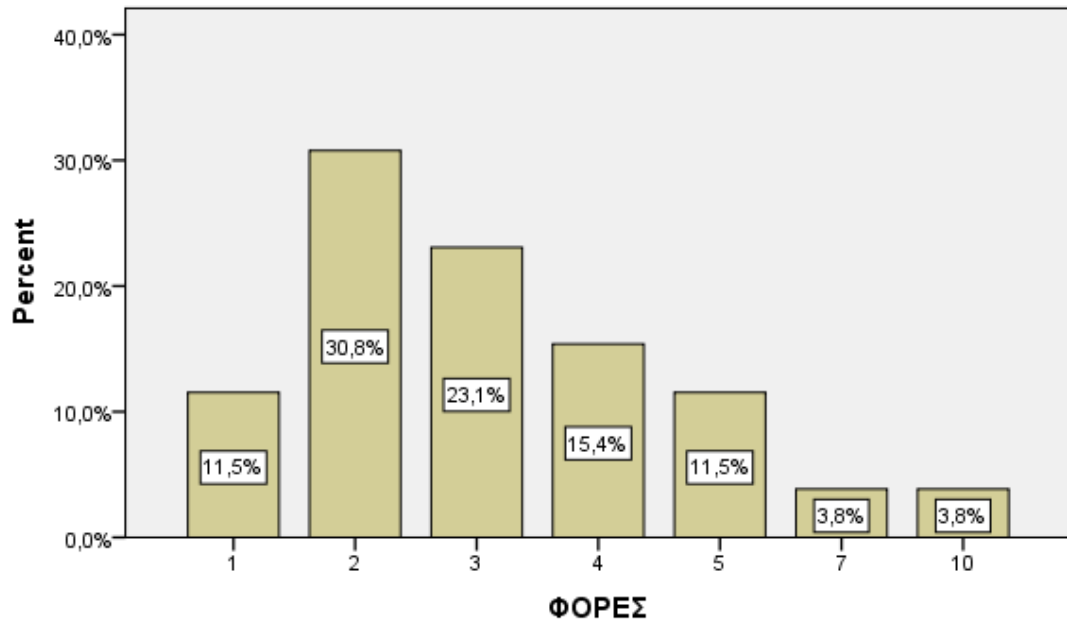
Το 52,08% δήλωσε ότι τρώει εκτός σπιτιού, ενώ το 47,92% απάντησε αρνητικά.



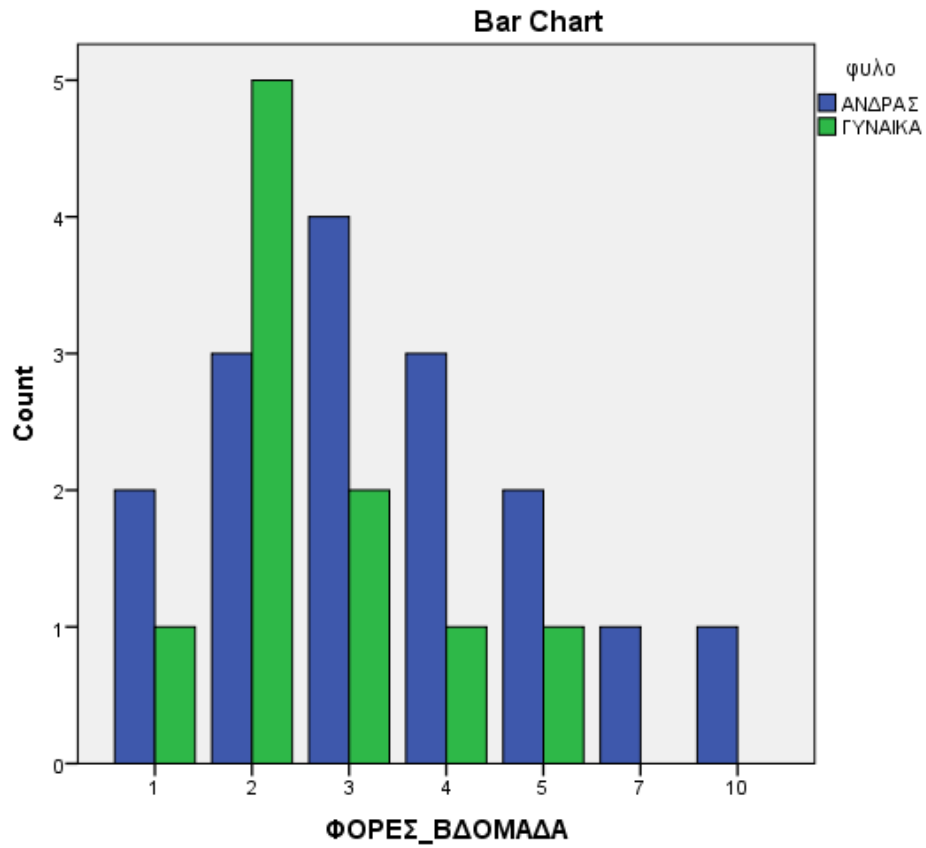
**Σχήμα 19:** Κατανομή συχνοτήτων σχετικά με το φαγητό εκτός σπιτιού



Από αυτούς που δήλωσαν ότι τρώνε εκτός σπιτιού το 30,8% δήλωσε ότι τρώει δυο φορές τη βδομάδα εκτός σπιτιού, το 23,1% 3 φορές τη βδομάδα, το 15,4% 4 φορές τη βδομάδα, το 11,5% 1 φορά τη βδομάδα, επίσης 11,5% 5 φορές τη βδομάδα, το 3,8% 7 φορές τη βδομάδα, ενώ τέλος το 3,8% 10 φορές τη βδομάδα.



**Σχήμα 20:** Κατανομή συχνοτήτων σχετικά με το πόσες φορές τη βδομάδα τρώνε εκτός σπιτιού στο σύνολο του δείγματος



**Σχήμα 21:** Κατανομή συχνοτήτων σχετικά με το πόσες φορές τη βδομάδα τρώνε εκτός σπιτιού σε άντρες και γυναίκες

Η κατανομή συχνοτήτων γευμάτων εκτός σπιτιού ήταν ίδια ανάμεσα σε άντρες και γυναίκες.

### 2.4.3 Διατροφική πρόσληψη

Στους πίνακες παρουσιάζεται η διατροφική πρόσληψη του δείγματος.

**Πίνακας 3:** Πρόσληψη μακροθρεπτικών συστατικών και ενέργειας

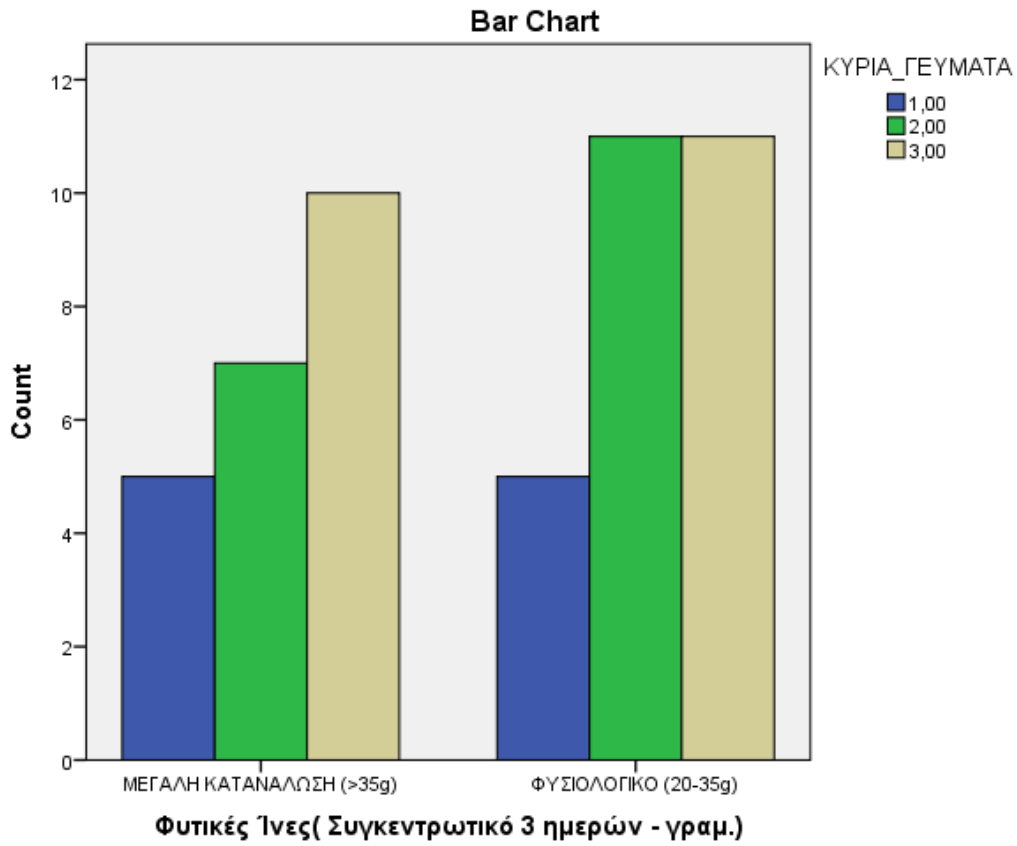
	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kcal)	ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ (g)	ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ (g)	ΛΙΠΟΣ (g)	ΦΥΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ (g)
1	1837,12	147,08	49,85	85,63	23
2	1819,59	178,49	60,86	74,82	32
3	1799,5	176,99	86,95	71,05	37
4	1834,48	163,47	85,19	71,08	37
5	1340,2	198,63	66,98	59,08	39
6	1898,56	162,08	67,08	85,64	32
7	1641,25	198,27	96,38	66,28	44
8	1327,96	185,68	77,28	76,34	41
9	1190,87	148,87	59,08	81,05	26
10	1808,52	174,66	59,82	77,48	34
11	1647,09	167,08	49,08	85,04	29
12	1585,13	194,08	66,04	85,05	37
13	1153,07	134,1	56,24	77,85	32
14	1493,56	196,37	46,58	69,08	29
15	1840,38	132,28	50,04	73,85	32
16	1773,13	171,02	60,18	85,42	36
17	1654,6	189,38	41,08	101,24	24
18	1443,79	178,21	49,08	77,89	32
19	1439,24	171,24	59,82	76,08	34
20	1855,69	134,87	61,25	55,4	39
21	1630,24	142,17	78,65	52,76	42
22	1922,34	176	60,14	79,08	36
23	1915,59	142,47	62,18	77,18	38
24	1199,41	174,12	52,14	96,58	26
25	1913,36	145,29	71,25	61,28	35
26	1717,27	191,05	66,19	76,24	39
27	1309,54	158,28	79,25	66,35	42
28	1791,48	195,47	69,58	76,29	31
29	1956,86	162,3	44,28	77,28	29
30	1910,96	162,63	55,37	71,24	33
31	1879,39	132,48	61,28	52,18	39
32	1658,51	201,35	52,28	96,35	31
33	1604,1	164,19	55,64	89,25	34
34	1810,5	165,44	60,97	62,15	40
35	1720,54	159,48	60,58	61,58	36
36	1614,7	149,68	58,48	59,28	39
37	1300,25	135,98	50,17	46,38	36
38	1970,34	174,08	58,59	71,25	31
39	1860,68	161,28	57,16	52,27	33
40	1788,51	178,69	66,58	52,48	42
41	1405,99	144,24	52,48	52,15	35
42	1325,66	192,35	71,58	65,39	35
43	1115,79	154,26	49,68	71,24	30
44	1222,73	163,49	51,48	86,23	32
45	1130,75	189,36	76,35	84,28	31
46	1034,83	152,75	54,85	69,63	37
47	1972,1	174,27	62,34	52,14	46
48	1252,36	155,48	50,24	81,22	31
49	1289,55	195,28	66,25	62,21	44
50	1401,07	143,09	50,09	73,48	29

**Πίνακας 4:** Ανάλυση πρόσληψης ενέργειας, φυτικών ινών και μακροθρεπτικών συστατικών

	<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kcal)</b>	<b>ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ (g)</b>	<b>ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ (g)</b>	<b>ΛΙΠΟΣ (g)</b>	<b>ΦΥΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ (g)</b>
<b>ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ</b>	<b>1600,1826</b>	<b>166,797</b>	<b>65,15</b>	<b>72,22</b>	<b>34,62</b>
<b>Ποσοστά ενέργειας συνολικού δείγματος</b>		<b>42</b>	<b>16</b>	<b>42</b>	
<b>ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ)</b>	<b>1600,1826± 642,36151</b>	<b>166,797± 20,10053459</b>	<b>65,15± 30,1276618</b>	<b>72,22± 12,9155249</b>	<b>34,62± 5,217278984</b>
<b>ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΓΥΝΑΙΚΩΝ</b>	<b>1562,5848</b>	<b>156,3</b>	<b>55</b>	<b>71,04</b>	<b>33,74</b>
<b>Ποσοστά ενέργειας γυναικών</b>		<b>40</b>	<b>14</b>	<b>43</b>	
<b>ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (ΓΥΝΑΙΚΩΝ)</b>	<b>1562,5848± 627,26862</b>	<b>156,3± 18,8355519</b>	<b>55± 25,4339331</b>	<b>71,04± 12,7044986</b>	<b>33,74± 5,084661840</b>
<b>ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΝΔΡΩΝ</b>	<b>1644,3191</b>	<b>179,12</b>	<b>69,22</b>	<b>73,6</b>	<b>35,65</b>
<b>Ποσοστά ενέργειας αντρών</b>		<b>44</b>	<b>17</b>	<b>41</b>	
<b>ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (ΑΝΔΡΩΝ)</b>	<b>1644,3191±660,07923</b>	<b>179,12± 21,5855666</b>	<b>69,22± 33,0097135</b>	<b>73,6± 13,1623183</b>	<b>35,65± 5,372501322</b>

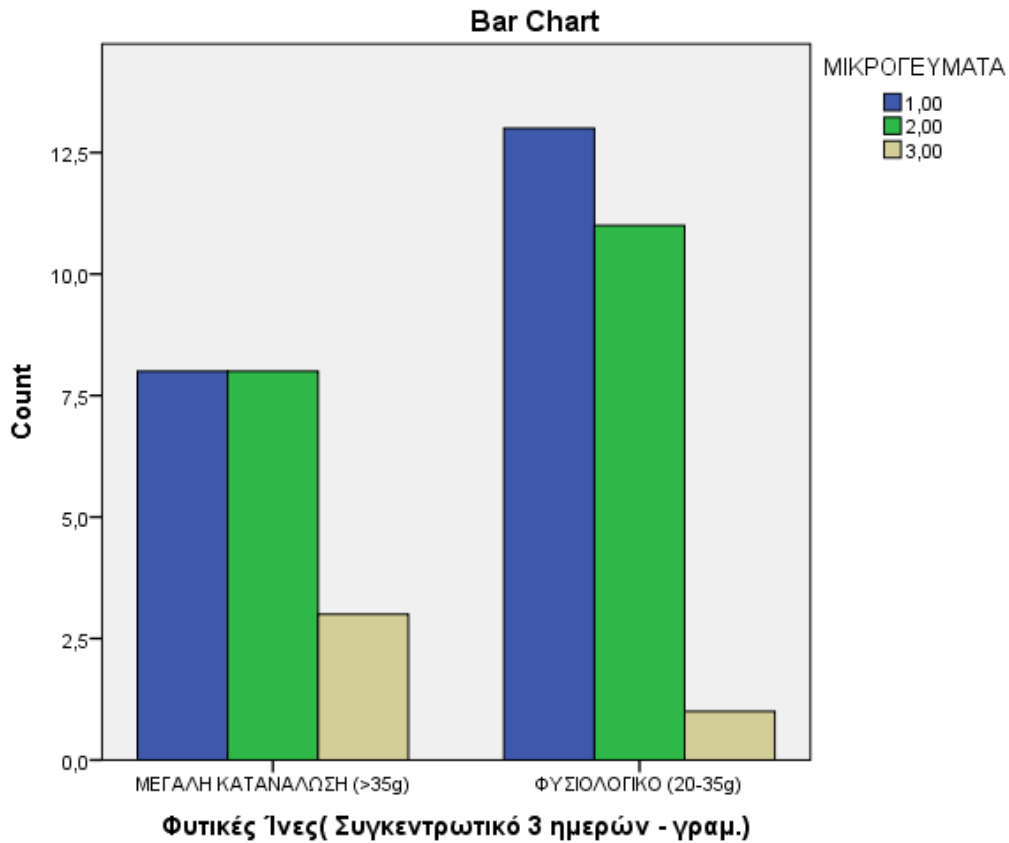
Η μέση πρόσληψη πρωτεϊνών και φυτικών ινών είναι επαρκής συγκρινόμενη με τις τιμές αναφοράς. Το ποσοστό πρόσληψης λίπους ήταν υψηλό ιδιαίτερα στις γυναίκες και το ποσοστό υδατανθράκων χαμηλό.

Παρακάτω, ακολουθούν πίνακες συσχετίσεων των διατροφικών συνηθειών με την κατανάλωση φυτικών ινών.



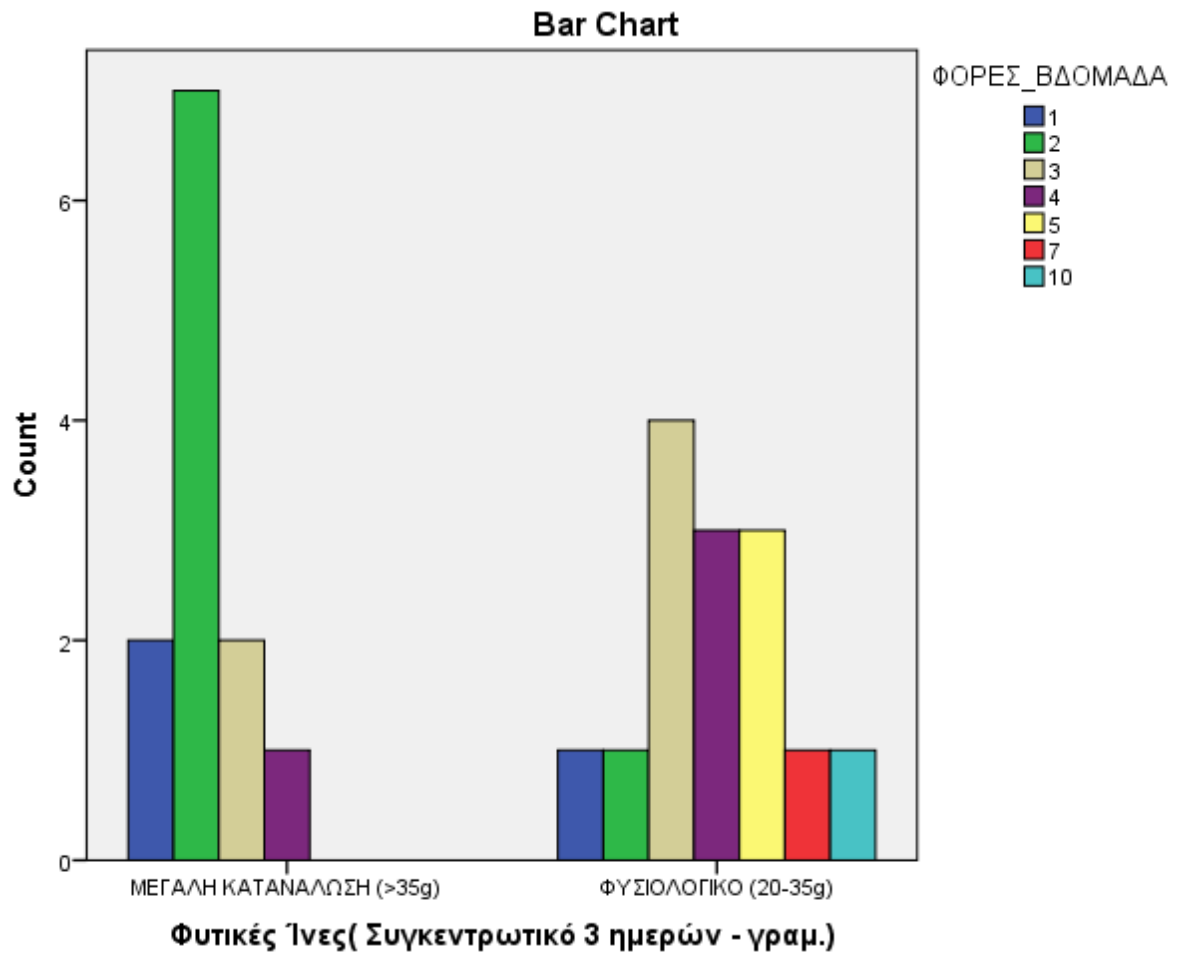
**Σχήμα 22:** Συσχέτιση αριθμού κατανάλωσης κυρίων γευμάτων ημερησίως με την πρόσληψη φυτικών ινών.

Η πρόσληψη φυτικών ινών αυξάνεται με την αύξηση του αριθμού γευμάτων.



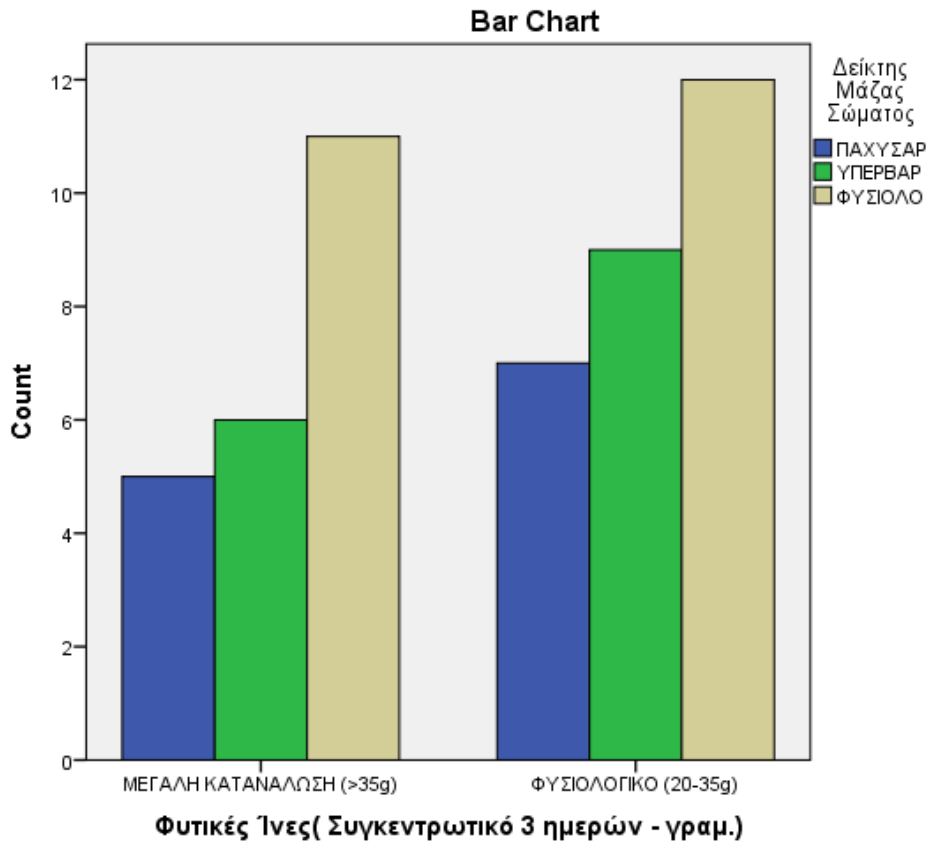
**Σχήμα 23:** Συσχέτιση κατανάλωσης μικρογευμάτων και κατανάλωσης φυτικών ινών.

Η πρόσληψη φυτικών ινών αυξάνεται με την μείωση του αριθμού μικρογευμάτων. Αυτό οφείλεται στη φύση των μικρογευμάτων τα οποία συνήθως έχουν μικρή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες.



**Σχήμα 24:** Συσχέτιση κατανάλωσης γευμάτων από έξω, με την κατανάλωση φυτικών ινών.

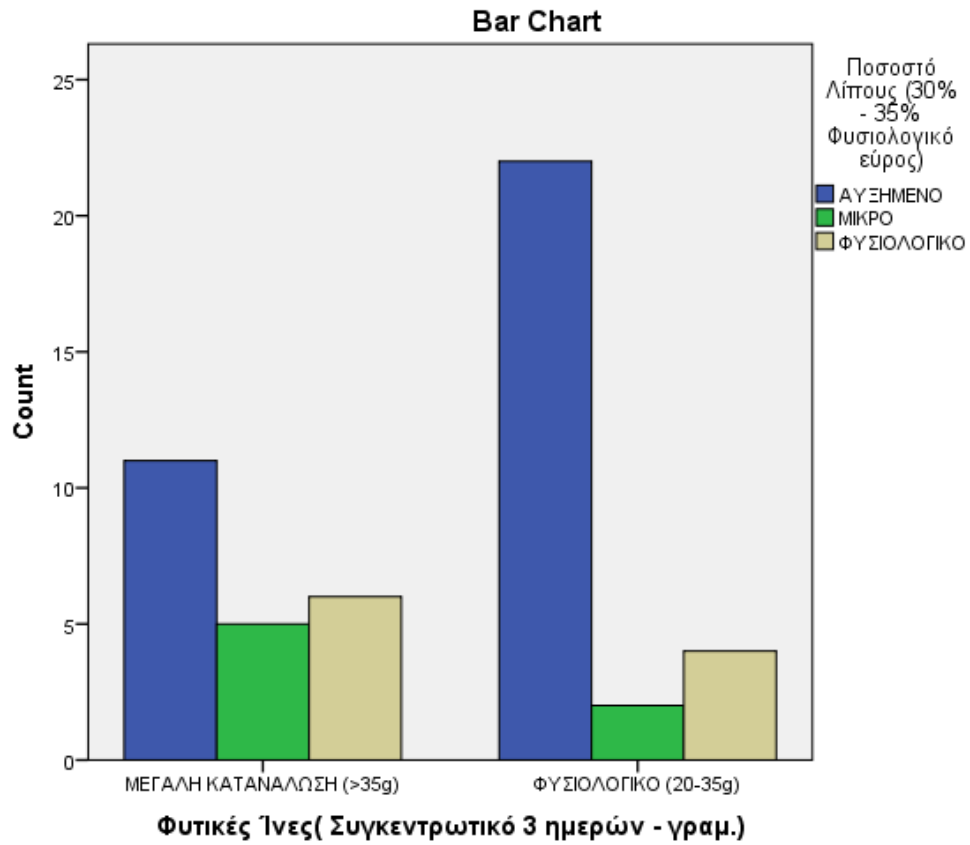
Διαφαίνεται πως όσο λιγότερα είναι τα γεύματα «από έξω» που καταναλώνονται, τόσο αυξημένη είναι η κατανάλωση φυτικών ινών.



**Σχήμα 25:** Απεικονίζεται η συσχέτιση μεταξύ δείκτη μάζας σώματος και κατανάλωσης φυτικών ινών.

Τα άτομα με φυσιολογικό δείκτη μάζας σώματος έχουν τη μεγαλύτερη πρόσληψη φυτικών ινών ενώ τα παχύσαρκα άτομα έχουν την μικρότερη πρόσληψη.





**Σχήμα 26:** Συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης φυτικών ινών και λίπους.

Η μεγαλύτερη κατανάλωση φυτικών ινών σχετίζεται με την μικρότερη πρόσληψη λίπους.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Όπως φαίνεται από την έρευνά μας:

1. Η πρόσληψη φυτικής ίνας αυξάνεται με την αύξηση του αριθμού γευμάτων.
2. Η πρόσληψη φυτικής ίνας αυξάνεται με την μείωση του αριθμού μικρογευμάτων . Αυτό οφείλεται στη φύση των μικρογευμάτων τα οποία έχουν συνήθως μικρή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες.
3. Όσο λιγότερα γεύματα τρώμε εκτός σπιτιού τόσο αυξημένη είναι η κατανάλωση φυτικών ινών.
4. Τα άτομα με φυσιολογικό BMI (δείκτη μάζας σώματος) έχουν μεγαλύτερη πρόσληψη φυτικής ίνας από τα παχύσαρκα άτομα. Η κατανάλωση τροφίμων πλούσιων σε Φ.Ι συνεισφέρει σημαντικά στην ρύθμιση του βάρους.
5. Η μεγαλύτερη κατανάλωση φυτικών ινών συσχετίζεται με την μικρότερη πρόσληψη λίπους. Η κατανάλωση φυτικών ινών προκαλεί αίσθημα πληρότητας και καθυστέρηση της γαστρικής κένωσης με αποτέλεσμα τη μείωση της θερμιδικής πρόσληψης.

## **ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ**

1. Περισσότερα γεύματα.
2. Αλλαγή στη φύση των μικρογευμάτων με φρούτα, λαχανικά και δημητριακά πλούσια σε φυτικές ίνες.
3. Λιγότερα γεύματα απ έξω.
4. Είναι σημαντική η φυτική ίνα για την διατήρηση του βάρους.
5. Συσχετίζεται με λιγότερη πρόσληψη λίπους.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### **1. ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**

Ηλικία:

Ύψος:

Βάρος:

Φύλο: Άνδρας      Γυναίκα

Πάχος δερματικών πτυχών (τρικέφαλου):

### **2. ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

- Υπήρξε μεταβολή στο βάρος σας το τελευταίο διάστημα: ΝΑΙ      ΟΧΙ  
Εάν ΝΑΙ, το βάρος ένα χρόνο πριν (kg):  
Το βάρος έξι μήνες πριν:  
Το βάρος τρεις μήνες πριν:  
Το βάρος ένα μήνα πριν:  
Ποιο ήταν το μέγιστο βάρος σας:  
Το ελάχιστο βάρος σας ως ενήλικας:
- Δραστηριότητα:  
Χαμηλή (κλινήρης, καθισμένος σε αναπηρική καρέκλα κ.α)  
Ελαφριά (καθιστικές ή δραστηριότητες σε όρθια θέση χωρίς πολύ κίνηση, όπως οδήγηση, ζωγραφική, εργασία γραφείου, παίξιμο μουσικού οργάνου, δακτυλογράφηση, κ.α)  
Μέτρια (περπάτημα με χαμηλή ταχύτητα, δουλειές του σπιτιού όπως καθάρισμα, ηλεκτρολογικές ή ξυλουργικές εργασίες κ.α)  
Αυξημένη (περπάτημα με μέτρια ταχύτητα, γεωργικές εργασίες, μετακίνηση βαρών κ.α)  
Έντονη (αθλητισμός, περπάτημα με επιβάρυνση σε ανηφόρα, βαριές χειρονακτικές και οικοδομικές εργασίες κ.α)
- Εάν αθλείστε, συχνότητα γυμναστικής- αθλητικής δραστηριότητας/εβδομάδα  
Διάρκεια εκγύμνασης:  
Ένταση:
- Ζω μόνος: ΝΑΙ      ΟΧΙ
- Πόσα κύρια γεύματα τρώτε την ημέρα:
- Πόσα μικρο γεύματα τρώτε την ημέρα:
- Χρονικό διάστημα ανάμεσα στα γεύματα:
- Καταγραφή αισθήματος κορεσμού μετά τα γεύματα (βαθμονόμηση από 1-5)
- Τρώτε εκτός σπιτιού: ΝΑΙ      ΟΧΙ  
Εάν ναι πόσες φορές την εβδομάδα:

3. ΑΝΑΜΝΗΣΤΙΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ 3 ΗΜΕΡΩΝ

1<sup>η</sup> ημέρα

<b>Γεύμα</b>	<b>Ωρα</b>	<b>Περιγραφή φαγητού/ ποτού</b>	<b>Ποσότητα</b>
<u>Πρωινό</u>			
<u>Δεκατιανό</u>			
<u>Γεύμα</u>			
<u>Απογευματινό</u>			
<u>Δείπνο</u>			
<u>Προ ύπνου</u>			

2<sup>η</sup> ημέρα

<b>Γεύμα</b>	<b>Ωρα</b>	<b>Περιγραφή φαγητού/ ποτού</b>	<b>Ποσότητα</b>
<u>Πρωινό</u>			
<u>Δεκατιανό</u>			
<u>Γεύμα</u>			
<u>Απογευματινό</u>			
<u>Δείπνο</u>			
<u>Προ ύπνου</u>			

**3<sup>η</sup> ημέρα**

<b>Γεύμα</b>	<b>Ωρα</b>	<b>Περιγραφή φαγητού/ ποτού</b>	<b>Ποσότητα</b>
<b><u>Πρωινό</u></b>			
<b><u>Δεκατιανό</u></b>			
<b><u>Γεύμα</u></b>			
<b><u>Απογευματινό</u></b>			
<b><u>Δείπνο</u></b>			
<b><u>Προ ύπνου</u></b>			

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Slavin J. L. Dietary fiber and body weight. *Nutrition* 21 (2005) 411-418.
2. Roberts SB, Heyman MB. Dietary composition and obesity: do we need to look beyond dietary fat? *J Nutr* 2000; 130:267S.
3. Lissner L., Lindroos A.K., Sjostrom L. Swedish obese subjects (SOS): an obesity intervention study with a nutritional perspective. *Eur J Clin Nutr* 1998; 52:316 –22.
4. Kimm S. The role of dietary fiber in the development and treatment of childhood obesity. *Pediatrics* 1995; 96:1010–4.
5. Alfieri M, Pomerleau J, Grace DM, Anderson L. Fiber intake of normal weight, moderately obese and severely obese subjects. *Obesity Res* 1995; 3:541–7.
6. Appleby PM, Thorogood M, Mann JI, Key TJ. Low body mass index in non-meat eaters: the possible roles of animal fat, dietary fibre and alcohol. *Int J Obesity Relat Metab Disord* 1998; 22:454–60.
7. Nelson LH, Tucker LA. Diet composition related to body fat in a multivariate study of 293 men. *J Am Diet Assoc* 1996; 96:771–7.
8. Ludwig DS, Pereira MA, Kroenke CH, Hilner JE, Van Horn L, Slattery ML, Jacobs DR. Dietary fiber, weight gain, and cardiovascular risk factors in young adults. *JAMA* 1999; 282:1539–46.
9. Miller WC, Niederpruem MG, Wallace JP, Lindeman AK. Dietary fat, sugar and fiber predict body fat content. *J Am Diet Assoc* 1994; 94:612–5.
10. Liu S, Willett WC, Manson JE, Hu FB, Rosner B, Colditz G. Relation between changes in intakes of dietary fiber and grain products and changes in weight and development of obesity among middle-aged women. *Am J Clin Nutr* 2003, 78:920 – 927.
11. Pi-Sunyer F: Medical hazards of obesity. *Ann Intern Med* 1993; 119:655–660

12. Artiss J.D. & Jen K-L. C. Dietary Fibers and Body Weight Management: A Brief Review. *Journal of Clinical Ligand Assay* 2005;28:23–26.
13. Weickert and Pfeiffer. Metabolic Effects of Dietary Fiber Consumption and Prevention of Diabetes. *J. Nutr.* 138: 439–442, 2008.
14. Howarth NC, Saltzman E, Roberts SB. Dietary fiber and weight regulation. *Nutr Rev.* 2001;59:129–39.
15. Weickert MO, Spranger J, Holst JJ, Otto B, Koebnick C, Mohlig M, Pfeiffer AF. Wheat-fibre-induced changes of postprandial peptide YY and ghrelin responses are not associated with acute alterations of satiety. *Br J Nutr.* 2006; 96:795–8.
16. Howarth NC, Saltzman E, McCrory MA, Greenberg AS, Dwyer J, Ausman L, Kramer DG, Roberts SB. Fermentable and nonfermentable fiber supplements did not alter hunger, satiety or body weight in a pilot study of men and women consuming self-selected diets. *J Nutr.* 2003; 133:3141–4.
17. Pereira MA, Ludwig DS. Dietary fiber and body-weight regulation. Observations and mechanisms. *Pediatr Clin North Am.* 2001; 48:969–80.
18. Boaz M., Leibovitz E., and Wainstein J. Functional foods for weight management: Dietary Fiber – a systematic review. *Functional Foods in Health and Disease* 2013; 3(4):94-102.
19. Lyon M. R. & Kacinik V. Is There a Place for Dietary Fiber Supplements in Weight Management? *Curr Obes Rep.* 2012 June; 1(2): 59–67.
20. Dietary intake of vitamins, minerals, and fiber of persons ages 2 months and over in the United States: Third National Health and Nutrition Examination Survey, Phase 1, 1988–1991. Advance Data from Vital and Health Statistics, No. 258. Hyattsville, MD: National Centre for Health Statistics.
21. Hoad CL, Rayment P, Spiller RC, et al. *In vivo* imaging of intragastric gelation and its effect on satiety in humans. *J Nutr* 2004; 134:2293–300.
22. Marciani L, Gowland PA, Spiller RC, Manoj P, Moore RJ, Young P, et al. Gastric response to increased meal viscosity assessed by echo-planar magnetic resonance imaging in humans. *J Nutr.* 2000; 130:122–7.
23. Overduin J, Frayo RS, Grill HJ, Kaplan JM, Cummings DE. Role of the duodenum and macronutrient type in ghrelin regulation. *Endocrinology* 2005; 146:845–50.
24. Howarth NC, Saltzman E, Roberts SB. Dietary fibre and weight regulation. *Nutr Rev* 2001; 59:129e39.



25. Slavin JL. Dietary fibre and body weight. *Nutrition* 2006; 21:411e8.
26. Jenkins DJ, Spadafora PJ, Jenkins AL, Rainey-Macdonald CG. Fibre in treatment of hyperlipidemia. In: Spiller GA, editor. *Handbook of dietary fibre in human nutrition*. Boca Raton: CRC Press; 1993. p. 419e33.
27. Lairon D. Dietary fibres: effects on lipid metabolism and mechanisms of action. *Eur J Clin Nutr* 1996; 50:125e33.
28. Mueller-Cunningham WM, Quintana R, Kasim-Karakas SE. An ad libitum, very low-fat diet results in weight loss and changes in nutrient intakes in postmenopausal women. *J Am Diet Assoc* 2003; 103:1600–6.
29. Howarth NC, Saltzman E, McCrory MA, Greenberg AS, Dwyer J, Ausman L, et al. Fermentable and nonfermentable fibre supplements did not alter hunger, satiety or body weight in a pilot study of men and women consuming self-selected diets. *J Nutr* 2003; 133:3141–4.
30. Hays NP, Starling RD, Liu X, Sullivan DH, Trappe TA, Fluckey JD, Evans WJ. Effects of an ad libitum low-fat, high-carbohydrate diet on body weight, body composition, and fat distribution in older men and women. *Arch Intern Med* 2004; 164:210–7.
31. Rolls BJ, Ello-Martin JA, Tohill BC. What can intervention studies tell us about the relationship between fruit and vegetable consumption and weight management? *Nutr Rev* 2004; 62:1–17.
32. Pereira M, O'Reilly E, Augustsson K, et al.: Dietary fibre and risk of coronary heart disease. *Arch Intern Med* 2004; 164:370–376.
33. Ni Mhurchu C, Poppitt S, McGill A et al.: The effect of the dietary supplement, Chitosan, on body weight: a randomised controlled trial in 250 overweight and obese adults. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004; 28:1149–1156.
34. Keogh JB, Lau CW, Noakes M, Bowen J, 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*. 2007; 61:597–604.
35. Raben A. Should obese patients be counselled to follow a low-glycaemic index diet? *No. Obes Rev*. 2002; 3:245–56.
36. Samra RA, Anderson GH. Insoluble cereal fibre reduces appetite and short-term food intake and glycemic responses to food consumed 75 min later by healthy men. *Am J Clin Nutr*. 2007; 86: 972–9.

37. Weickert MO, Mohlig M, Koebnick C, Holst JJ, Namsolleck P, Ristow M, Osterhoff M, Rochlitz H, Rudovich N, et al. Impact of cereal fibre on glucose-regulating factors. *Diabetologia*. 2005; 48:2343–53.
38. Boaz M., Leibovitz E., and Wainstein J. Functional foods for weight management: Dietary Fibre – a systematic review. *Functional Foods in Health and Disease* 2013; 3(4):94-102
39. Flood JE, Rolls BJ. Soup preloads in a variety of forms reduce meal energy intake. *Appetite* 2007; 49:626–34.
40. Roe LS, Meengs JS, Rolls BJ. Salad and satiety. The effect of timing of salad consumption on meal energy intake. *Appetite*. 2012; 58:242–8.
41. Spill MK, Birch LL, Roe LS, Rolls BJ. Hiding vegetables to reduce energy density: an effective strategy to increase children’s vegetable intake and reduce energy intake. *Am J Clin Nutr*. 2011; 94(3):735–41. Epub 2011 Jul 20.
42. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/health/7057951.stm> (Obesity 'epidemic' turns global)
43. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/health/7151813.stm> (Obesity: in statistics)
44. National Research Council. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fibre, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients)*. Washington, DC: The National Academies Press, 2005.
45. Diplock, A.T., Aggett, P.J., Ashwell, M., Bornet, F., Fern, E.B. & Roberfroid, M.B. (1999). Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document. *British Journal of Nutrition*, 81, S1–S27.
46. Λεμπέση Δήμητρα Μ. Δράση ενζύμων και διαιτητικών ινών στα ποιοτικά χαρακτηριστικά αρτοσκευασμάτων. Διδακτορική διατριβή, 2012.
47. <http://egembrs.com/our-products/food-products/>
48. Guillon, F. & Champ, M. (2000). Structural and physical properties of dietary fibre, and consequence of processing on human physiology. *Food Research International*, 33, 233–245.
49. MacDougall, A.J. & Selvendran, R.R. (2001). Chemistry, Architecture, and Composition of Dietary Fibre from Plant Cell Walls. In: *Handbook of Dietary Fibre*, Dreher, M.L. & Cho, S.S. (eds.). Marcel Dekker, USA, pp. 281-319.
50. Birketvedt GS, Aaseth J, Florholmen JR, Ryttig K. 2000. Long term effect of fibre supplement and reduced energy intake on body weight and blood lipids in overweight subjects. *Acta Medica (Hradec Králové)* 43:129–132.

51. Tohill B.C. Dietary intake of fruit and vegetables and management of body weight. Background paper for the joint FAO/WHO workshop on fruit and vegetables for health, 1-3 September 2004, Kobe, Japan.
52. [http://www.drugs.com/enc/image\\_pages/19531.html](http://www.drugs.com/enc/image_pages/19531.html)
53. <http://www.a-health-blog.com/how-fiber-works-infographic.html>
54. <http://phxnaturalmedicine.com/?p=728>
55. <http://riskfactor.cancer.gov/diet/foodsources/fiber/figure2.html>
56. <http://www.silverhydra.com/2011/02/dietary-fiber-eat-more-of-it/>
57. Papathanasopoulos and Camilleri. Dietary Fibre Supplements: Effects in Obesity and Metabolic Syndrome and Relationship to Gastrointestinal Functions. *Gastroenterology*. 2010 January; 138(1): 65–72.
58. Pasman WJ, Saris WH, Wauters MA, Westerterp-Plantenga MS. Effect of one week of fibre supplementation on hunger and satiety ratings and energy intake. *Appetite* 1997; 29: 77-87.
59. Aleixandre A, Miguel M. Dietary fibre in the prevention and treatment of metabolic syndrome. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2008; 48: 905-12.
60. Berkow SE, Barnard N. Vegetarian diets and weight status. *Nutr Rev* 2006; 64: 175-88.
61. N. Babio et al. Dietary fibre: influence on body weight, glycemic control and plasma cholesterol profile. *Nutr Hosp*. 2010; 25(3):327-340.
62. Estruch R, Martínez-González MA, Corella D, Basora-Gallissá J, Ruiz-Gutiérrez V, Covas MI, Fiol M, Gómez-Gracia E, López-Sabater MC, Escoda R, Pena MA, Díez-Espino J, Lahoz C, Lapetra J, Saez G, Ros E. Effects of dietary fibre intake on risk factors for cardiovascular disease in subjects at high risk. *J Epidemiol Community Health* 2009 [Epub ahead of print].
63. Lattimer J.M. and Haub M.D. Effects of Dietary Fibre and Its Components on Metabolic Health. *Nutrients* 2010, 2, 1266-1289.
64. AAAC. AACC adopts oat bran definition. Available online: <http://www.aaccnet.org/news/pdfs/OatBran.pdf> (accessed on 12 October 2010).
65. FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. Available online: [http://www.codexalimentarius.net/download/standards/34/CXG\\_002e.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/34/CXG_002e.pdf) (accessed on 12 October 2010).
66. Tucker, L.A.; Thomas, K.S. Increasing total fibre intake reduces risk of weight and fat gains in women. *J. Nutr.* 2009, 139, 576-581.

67. Koh-Banerjee, P.; Franz, M.V.; Sampson, L.; Liu, S.M.; Jacobs, D.R.; Spiegelman, D.; Willett, W.; Rimm, E. Changes in whole-grain, bran, and cereal fibre consumption in relation to 8-y weight gain among men. *Am. J. Clin. Nutr.* **2004**, *80*, 1237-1245.
68. Keenan, H.A.; Doria, A.; Aiello, L.P.; King, G.L. Positivity of C-peptide, GADA and IA2 antibodies in type 1 diabetic patients with extreme duration. *Diabetes* **2006**, *55*, A65.
69. Baer, D.J.; Rumpler, W.V.; Miles, C.W.; Fahey, G.C. Dietary fibre decreases the metabolizable energy content and nutrient digestibility of mixed diets fed to humans. *J. Nutr.* **1997**, *127*, 579-586.
70. Davidson, M.H.; McDonald, A. Fibre: Forms and functions. *Nutr. Res.* **1998**, *18*, 617-624.
71. Schneeman, B.O. Dietary fibre and gastrointestinal function. *Nutr. Res.* **1998**, *18*, 625-632.
72. Weickert, M.O.; Pfeiffer, A.F. Metabolic effects of dietary fibre consumption and prevention of diabetes. *J. Nutr.* **2008**, *138*, 439-442.
73. Isken, F.; Klaus, S.; Osterhoff, M.; Pfeiffer, A.F.H.; Weickert, M.O. Effects of long-term soluble vs. insoluble dietary fibre intake on high-fat diet-induced obesity in C57BL/6J mice. *J. Nutr. Biochem.* **2010**, *21*, 278-284.
74. Renteria-Flores, J.A.; Johnston, L.J.; Shurson, G.C.; Gallaher, D.D. Effect of soluble and insoluble fibre on energy digestibility, nitrogen retention, and fibre digestibility of diets fed to gestating sows. *J. Anim. Sci.* **2008**, *86*, 2568-2575.
75. Lu, Z.X.; Walker, K.Z.; Muir, J.G.; Mascara, T.; O'Dea, K. Arabinoxylan fibre, a byproduct of wheat flour processing, reduces the postprandial glucose response in normoglycemic subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* **2000**, *71*, 1123-1128.
76. Lu, Z.X.; Walker, K.Z.; Muir, J.G.; O'Dea, K. Arabinoxylan fibre improves metabolic control in people with Type II diabetes. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2004**, *58*, 621-628.
77. Abrams, S.A.; Griffin, I.J.; Hawthorne, K.M.; Liang, L.; Gunn, S.K.; Darlington, G.; Ellis, K.J. A combination of prebiotic short- and long-chain inulin-type fructans enhances calcium absorption and bone mineralization in young adolescents. *Am. J. Clin. Nutr.* **2005**, *82*, 471-476.
78. Prola, L.; Dobenecker, B.; Kienzle, E. Interaction between dietary cellulose content and food intake in cats. *J. Nutr.* **2006**, *136*, 1988S-1990S.

79. Dobenecker, B.; Kienzle, E. Interactions of cellulose content and diet composition with food intake and digestibility in dogs. *J. Nutr.* **1998**, *128*, 2674S-2675S.
80. Delorme, C.B.; Wojcik, J. Interaction of Dietary-Protein with Cellulose in the Adaptation to Caloric Dilution by Weanling Rats. *J. Nutr.* **1982**, *112*, 21-28.
81. <http://informedfarmers.com/nutrition-principles-for-sheep/>
82. <http://tithi-ricebranoil.webs.com/>
83. Kaczmarczyk M.M., Miller M. J., Freund G.G. The health benefits of dietary fiber: Beyond the usual suspects of type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease and colon cancer. *Metabolism Clinical and Experimental* 61 (2012) 1058 – 1066.
84. Position of the American Dietetic Association: Health Implications of Dietary Fiber. *J Am Diet Assoc.* 108: 1716-1731, 2008.
85. <http://www.pharmacytimes.com/publications/issue/2010/January2010/OTCFocusFiber-0110>
86. <http://www.mdpi.com/1420-3049/15/12/8641>
87. [http://www.nature.com/nrm/journal/v6/n11/box/nrm1746\\_BX3.html](http://www.nature.com/nrm/journal/v6/n11/box/nrm1746_BX3.html)
88. <http://biology200.gsu.edu/houghton/2107%20%2713/lecture16.html>
89. <http://scientopia.org/blogs/scicurious/2013/02/>
90. [http://ginews.blogspot.gr/2007\\_12\\_01\\_archive.html](http://ginews.blogspot.gr/2007_12_01_archive.html)
91. <http://metabolicprecision.com/articles-1/everything-you-want-to-know-about-fiber>
92. L. Mikušová et al., Whole grain cereal food in prevention of obesity. *Acta Chimica Slovaca*, Vol.4, No.1, 2011, 95 – 114.
93. Gill TP (2005). In: Caballero B, Allen L, Prentice A (Ed) *Encyclopaedia of Human Nutrition*, Vol 3 (pp 413-442). Elsevier Academic Press, Oxford.
94. Steffen LM, Jacobs DR, Murtaugh MA, Moran A, Steinberger J, Hong ChP et al. *American Journal of Epidemiology* 158(3): 243-250, 2003.
95. Bazzano LA, Song Y, Bubes V, Good CK, Manson JE, Liu S. *Obesity Research* 13(11): 1952- 1960, 2005.
96. Koh-Banarjee P, Franz M, Sampson L, Liu S, Jacobs DR, Spiegelman D et al. *The American Journal of Clinical Nutrition* 80: 1237-1245, 2004.
97. Gaesser GA. *Journal of the American Dietetic Association* 107: 1768-1780, 2007.
98. Van de Vijver LPL, van den Bosh LMC, van den Brandt PA, Goldbohm RA. *European Journal of Clinical Nutrition* 63: 31-38, 2009.

- 99.** Jones JM (2005). In: Cauvain SP, Salmon SS, Young LS (Ed) Using Cereal Science and Technology for the benefit of Consumers (pp. 110-117). Woodhead Publishing, Cambridge.
- 100.** Anderson JW (2003) Proceedings of the Nutrition Society 62: 135-142.
- 101.** Melanson KJ, Angelopoulos TJ, Nguyen VT, Martini M, Zukley L, Lowndes J et al (2006) Journal of the American Dietetic Association 106(9): 1380-1388.
- 102.** Williams PG, Grafenauer SJ, O`Shea JE (2004) Nutrition Reviews 66 (4): 171-182.
- 103.** Johnson IT (2005). In: Caballero B, Allen L, Prentice A (Ed) Encyclopaedia of Human nutrition, Vol 1 (pp 572-578). Elsevier Academic Press, Oxford
- 104.** Slavin JL (2008) Journal of the American Dietetic Association 108: 1716-1731.
- 105.** Lairon D (2007) Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases 17: 1-5.
- 106.** Juntunen KS, Niskanen LK, Liukkonen KH, Poutanen KS, Holst J, Mykkänen HM (2002) The American Journal of Clinical Nutrition 75: 254-262.
- 107.** Kendall CWJ, Esfahani A, Jankins DJA (2010) Food Hydrocolloids 24: 42-48.
- 108.** Anderson J.W. et al. Health benefits of dietary fiber. Nutrition Reviews Vol. 67(4):188–205, 2009.
- 109.** Burley VJ, Paul AW, Blundell JE. 1993. Sustained post-ingestive action of dietary fibre: Effects of a sugar-beet-fibre-supplemented breakfast on satiety. *J Hum Nutr Diet* 6:43–50.
- 110.** Slavin J. and Jacobs D. Dietary Fiber: All Fibers Are Not Alike. *Nutrition and Health: Nutrition Guide for Physicians*. Edited by: T. Wilson et al. (eds.), 2010.
- 111.** Moorhead AS, Welch RW, Livingstone BM, McCourt M, Burns AA, Dunne A. The effects of the fibre content and physical structure of carrots on satiety and subsequent intakes when eaten as part of a mixed meal. *Br J Nutr* 2006; 96:587–595.
- 112.** <http://virtual.vtt.fi/virtual/rye/chapter4.htm>
- 113.** Du et al. Dietary fiber and subsequent changes in body weight and waist circumference in European men and women. *Am J Clin Nutr* 2010; 91:329 – 336.
- 114.** Ben Slama F. et al. Dietary fiber in the diets of urban Tunisian women: Association of fiber intake with BMI, waist circumference and blood chemistry: Preliminary study. *Clinics and Research in Hepatology and Gastroenterology* (2011) 35, 750—754.
- 115.** Tucker LA, Thomas KS. Increasing total fiber intake reduces risk of weight and fat gains in women. *J Nutr*. 2009 Mar; 139(3):576-81.

- 116.** Halford JCG, Boyland EJ, Blundell JE, Kirkham TC, Harrold JA. Pharmacological management of appetite expression in obesity. *Nat Rev Endocrinol* 2010; 6: 255-69.
- 117.** <http://www.gumtech.com/products/GuarReplace.php>
- 118.** Slavin J, 1999. Dietary Fibre and Non-Digestible Oligosaccharides. In: Glenn R, Gibson and Mercel B, Roberfroid, eds. *Colonic Microbiota, Nutrition and Health*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. p125-147.
- 119.** Dockray GJ, 2012. Cholecystokinin. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 19(1):8-12.
- 120.** Woods SC, D'Alessio DA, 2008. Central control of body weight and appetite. *J Clin Endocrinol Metab.* 93:S37-50.
- 121.** Bourdon I, Yokoyama W, Davis P Hudson C, Backus R, Richter D, Knuckles B, Schneeman BO,. Postprandial lipid, glucose, insulin, and cholecystokinin responses in men fed barley pasta enriched with  $\beta$ -glucan. *American Journal of Clinical Nutrition.* vol.69, no.1, p55–63, 1999.
- 122.** Heini AF, Lara-Castro C, Schneider H, Kirk KA, Considine RV, Weinsier RL, 1998. Effect of hydrolyzed guar fiber on fasting and postprandial satiety and satiety hormones: a double-blind, placebo-controlled trial during controlled weight loss. *International Journal of Obesity.* 22(9):906-909.
- 123.** Beck EJ, Tosh SM, Batterham MJ, Tapsell LC, Huang XF, 2009. Oat  $\beta$ -glucan increases postprandial cholecystokinin levels, decreases insulin response and extends subjective satiety in overweight subjects. *Molecular Nutrition and Food Research.* 53(10):1343–1351.
- 124.** Anderson D.A., Simmons A.M., Martens M .P., Ferrier A. G., Sheedy M. J., (2005), “The relationship between disordered eating behavior and drinking motives in college-age women” , *Eating behaviors* Vol. 7, pp. 419-422
- 125.** Benson, M.A, Engs, R. C. (1995), “The association of alcohol consumption with self reported illness”, *Psychological reports* , Vol. 76, pp. 727-736.
- 126.** Cullen, K.W. Danielle M .A., Warneke C ., De Moor C., (2002), “Intake of soft drinks , fruit-flavored beverages and fruits and vegetables by children in grades 4 through 6” , *American Journal of public health*, Vol. 92(9), pp. 1475-1478

127. Dixon Z., Himburg S., Huffman F., (1999), "Asian students change their eating patterns after living in the United States", *Journal of the American dietetic association*, Vol. 99, pp. 54-57
128. Driskell J. A., Meckna B. R., Scales N.E. (2006), "Differences exist in the eating habits of university men and women at fast-food restaurants", *Nutrition research* Vol. 26, pp. 524- 530
129. Edman J . L., Yates A., Aruguete M.S., Debort K . A., (2005), "Negative emotion and disordered eating among obese college students", *Eating behaviours*, Vol. 6, pp. 308-317
130. Edman J. l., Yates A., Aruguete M. S., Debord K. A., (2005), "Negative emotion and disordered eating among obese college students", *Eating behaviors*, Vol. 6, pp. 308-317.
131. AACC (American Association of Cereal Chemists International), 1999. AACC members agree on definition of whole grain.  
[www.aaccnet.org/news/pdfs/wgPR.pdf](http://www.aaccnet.org/news/pdfs/wgPR.pdf).
132. ADA (American Diabetes Association), 2008. Total Prevalence of Diabetes and Pre-diabetes. Available at: [www.diabetes.org/diabetes-prevalence.jsp](http://www.diabetes.org/diabetes-prevalence.jsp).
133. Adam TC, Westerterp-Plantenga MS, 2005. Nutrient stimulated GLP-1 release in normal-weight men and women. *Hormone and Metabolic Research*.37(2):111–117.