



Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας-Διατροφής

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών: Εφαρμοσμένη Διαιτολογία-Διατροφή

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Η Επίδραση Του Είδους Του Πρωινού Στο Αίσθημα Της Πείνας & Σε Ορμονικούς
Δείκτες Που Σχετίζονται Με Την Πείνα**

Τριμελής Επιτροπή:

Επιβλέπουσα: Γιαννακούλια Μαίρη, Λέκτορας Διατροφής-Διαιτητικής Συμπεριφοράς,
Χαροκόπειο πανεπιστήμιο

Μέλη: Γιαννακούρης Νίκος
Ματάλα Λύδα - Αντωνία

Αγγελοπούλου Δώρα,

ΑΜ: 426718

Αθήνα, 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
Πρωινό	5
Έλεγχος Όρεξης	6
Ινσουλίνη	6
Ορμόνες γαστρεντερικού	8
Γρελίνη	8
Παγκρεατικό Πολυπεπτίδιο (PP)	10
Ποιότητα πρωινού και αίσθημα πείνας – κορεσμού	12
2. ΣΚΟΠΟΣ	19
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	19
Δείγμα	19
Σχεδιασμός μελέτης	19
Πρωινά	19
Πρωτόκολλο έρευνας	21
Ανθρωπομετρική αξιολόγηση	21
Αξιολόγηση των αισθημάτων όρεξης και πληρότητας	22
Διατροφική αξιολόγηση	22
Βιοχημικές Μετρήσεις	22
Στατιστική Ανάλυση	23
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	24
Περιγραφικά χαρακτηριστικά των εθελοντών	24
Ενεργειακή Πρόσληψη	24
Πείνα, πληρότητα και επιθυμία κατανάλωσης φαγητού.	25
Βιοχημικοί και ορμονικοί δείκτες	28
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	32
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	38

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους αυτούς που με βοήθησαν στην ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας.

Καταρχήν την αγαπητή κα Γιαννακούλια, που με εμπιστεύτηκε για την ανάθεση της αυτής μεταπτυχιακής διατριβής, δίνοντας μου την ευκαιρία να έχω ενεργή συμμετοχή στο σχεδιασμό και την διεξαγωγή μια κλινικής μελέτης και η οποία ήταν πάντα πρόθυμη να λύσει όλες τις απορίες μου και να με βοηθήσει. Τον κο Γιαννακούρη, που βοήθησε στην ανάλυση των βιοχημικών δεικτών. Και τέλος όλους τους φίλους και τις φίλες μου που βοήθησαν στην διεξαγωγή του πειράματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Υπόβαθρο : Το πρωινό αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα γεύματα της ημέρας, απαραίτητο για τον έλεγχο τους σωματικού βάρους. Στη ρύθμιση του σωματικού βάρους πρωτεύοντα ρόλο έχει η πρόσληψη ενέργειας, της οποίας κινητήριοι μηχανισμοί αποτελούν η πείνα και ο κορεσμός, πολύπλοκοι φυσιολογικοί μηχανισμοί που επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες, μεταξύ άλλων από το είδος και την ποιότητα της δίαιτας.

Σκοπός : Η διερεύνηση της επίδρασης ενός «παραδοσιακού τύπου» πρωινού γεύματος υψηλής περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες, σε σύγκριση με ένα «δυτικού τύπου» πρωινό γεύμα χαμηλής περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες, στα αισθήματα της πείνας, της πληρότητας, της διάθεσης για πρόσληψη τροφής, στην πρόσληψη ενέργειας στα επόμενα γεύματα και σε βιοχημικούς και ορμονικούς δείκτες.

Μεθοδολογία : Στη μονή τυφλή, διπλά διασταυρούμενη, τυχαιοποιημένη μελέτη συμμετείχαν 16 υγιείς μη- παχύσαρκοι άνδρες. Τα υποκειμενικά αισθήματα για την πείνα, την πληρότητα, την διάθεση πρόσληψης τροφής (VAS) και οι συγκεντρώσεις γλυκόζης, ινσουλίνης, γρελίνης και παγκρεατικού πολυπεπτιδίου (PP) μετρήθηκαν για 4 ώρες μετά την κατανάλωση των δύο διαφορετικών πρωινών, ανά 30λεπτα διαστήματα. Ακόμη αξιολογήθηκε η ενεργειακή πρόσληψη των εθελοντών, από ένα «χωρίς περιορισμό» γεύμα που τους προσφέρθηκε και η ενεργειακή πρόσληψη έως το τέλος της ημέρας.

Αποτελέσματα : Τα άτομα που κατανάλωσαν το παραδοσιακό πρωινό, είχαν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη ενεργειακή πρόσληψη, έναντι αυτών που κατανάλωσαν το δυτικό πρωινό, κατά την διάρκεια της υπόλοιπης ημέρας, όταν ελήφθη υπόψη η ημερήσια πρόσληψη ενέργειας του προηγούμενου 24ώρου, ως πιθανός συγχυτικός παράγοντας (2498 ± 92 σε σχέση με 2927 ± 96 kcal, $p = 0,04$). Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μειωμένη διάθεση για πρόσληψη τροφής ($p = 0,016$) και αυξημένα επίπεδα PP πλάσματος ($p = 0,016$), μετά την κατανάλωση του παραδοσιακού πρωινού. Οι αλλαγές στα επίπεδα γλυκόζης, ινσουλίνης και γρελίνης δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ της κατανάλωσης των δυο πρωινών, κατά την διάρκεια της δοκιμασίας.

Επίλογος : Συμπερασματικά, η κατανάλωση πρωινού γεύματος υψηλής περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες φαίνεται να επιδρά αρνητικά στην διάθεση πρόσληψης τροφής και να οδηγεί σε μειωμένη ενεργειακή πρόσληψη την υπόλοιπη ημέρα, συγκριτικά με την κατανάλωση ενός πρωινού χαμηλής περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες. Η επίδραση στην διάθεση τροφής και στην πρόσληψη ενέργειας στο επόμενο γεύμα φαίνεται να σχετίζεται με τα υψηλά επίπεδα PP και να είναι ανεξάρτητη από τα επίπεδα γλυκόζης, ινσουλίνης και γρελίνης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πρωινό

Το πρωινό αποτελεί το πρώτο γεύμα της ημέρας, που όπως φαίνεται και από την ετυμολογία της αγγλικής λέξη ‘breakfast’, σπάει (break) την πολύωρη βραδινή νηστεία (fast). Θεωρείται ένα από τα βασικότερα γεύματα, απαραίτητο για μια ισορροπημένη διατροφή. Παρόλα αυτά, το 30% των ενηλίκων στην Ηνωμένες Πολιτείες, φαίνεται ότι δεν καταναλώνει πρωινό (Cho et al, 2003). Οι περισσότεροι ερευνητές ορίζουν το πρωινό, ως το πρώτο γεύμα της ημέρας, το οποίο καταναλώνεται πριν ή στην αρχή των καθημερινών δραστηριοτήτων, μέσα σε 2 ώρες από το πρωινό ξύπνημα, τυπικά όχι μετά της 10:00 το πρωί, και να αποτελεί το 20% με 35% της ημερήσιας ενεργειακής κατανάλωσης (Maurine et al, 2007).

Η σημαντικότητα του πρωινού είναι αναμφισβήτητη. Πλήθος τόσο επιδημιολογικών όσο και κλινικών ερευνών καταδεικνύουν έντονη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης πρωινού γεύματος και της διατήρησης ενός υγιούς σωματικού βάρους (Cho et al, 2003). Παρατηρήθηκε ότι τα άτομα τα οποία δεν καταναλώνουν συχνά πρωινό έχουν 4,5 φορές μεγαλύτερο κίνδυνο να εμφανίσουν παχυσαρκία συγκριτικά με τα άτομα που καταναλώνουν (>75% των ημερών) (Ma et al, 2003). Η κατανάλωση πρωινού γεύματος συσχετίζεται θετικά με την διατήρηση ενός υγιούς δείκτη μάζας σώματος $\Delta\text{ΜΣ} < 25 \text{ kg/m}^2$ σε γυναίκες (Song et al, 2005). Επιπλέον, η διατροφική αυτή συνήθεια αποτελεί έναν ισχυρότατο σύμμαχο στην διατήρηση απώλειας (26 pounds), για το σημαντικότερο χρονικό διάστημα των 6 χρόνων, όπως έδειξε το Weight Control Registry (Wyatt et al, 1998). Επιπροσθέτως έχει δειχθεί και μια αντίστροφη σχέση μεταξύ $\Delta\text{ΜΣ}$ και κατανάλωση θερμίδων στο πρωινό, αφού η αυξημένη κατανάλωση θερμίδων το πρωί σχετίζεται με μικρότερες τιμές $\Delta\text{ΜΣ}$. Ακόμη και σε προοπτικές μελέτες, όπως αυτή των Bazzaro και των συνεργατών του (2005), φάνηκε ότι η κατανάλωση πρωινού ως μια διατροφική συμπεριφορά μειώνει τον κίνδυνο για ανάπτυξη παχυσαρκίας κατά 45% ενώ συγχρόνως, η συστηματική αποφυγή κατανάλωσης πρωινού γεύματος οδηγεί σε αύξηση του κινδύνου για ανάπτυξη παχυσαρκίας, που οφείλεται στην αυξημένη κατανάλωση θερμίδων κατά την διάρκεια όλη της μέρας. Παρόμοια αποτελέσματα για την κατανάλωση πρωινού παρουσιάζουν και κλινικές μελέτες. Πιο συγκεκριμένα σε παρέμβαση για 3 εβδομάδες σε 52 παχύσαρκες γυναίκες που αρχικά δεν έτρωγαν πρωινό και ξεκίνησαν να τρώνε, οδήγησε σε απώλεια 7,7 κιλά έναντι σε αυτών που συνέχισαν να μην καταναλώνουν πρωινό (Schlundt et al, 1992).

Ωστόσο οι ακριβείς μηχανισμοί, μέσω των οποίων η κατανάλωση πρωινού βοηθά την διατήρηση και απώλεια βάρους, δεν είναι σαφείς. Ένας πιθανός μηχανισμός είναι ότι η

παράλειψη του πρωινού ίσως οδηγεί σε απορρύθμιση της όρεξης και πείνας. Ενώ πέρα από την συχνότητα, και η ποιότητα του πρωινού φαίνεται να είναι σημαντική. Πιο συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα του πρωινού στα μακροθρεπτικά συστατικά και τα ιχνοστοιχεία, μπορεί να επηρεάσει την κορεσμό και την διάθεση για πρόσληψη τροφής στα επόμενα γεύματα, ερεθίσματα που θα αναλυθούν παρακάτω

Έλεγχος όρεξης

Ο καθορισμός του σωματικού βάρους είναι ομοιοστατικός. Σε μακροπρόθεσμη βάση, η ενεργειακή μας ισορροπία είναι πολύ ακριβής, αν σκεφτούμε τις μεγάλες διακυμάνσεις που έχει τόσο η ενεργειακή μας πρόσληψη, όσο και η δαπάνη. Μάλιστα το σύστημα αυτό θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι ευνοεί την αποθήκευση ενέργειας, ως πρόληψη σε καταστάσεις ανάγκης. Στην διατήρηση αυτής της ομοιόστασης, κύρια θέση έχουν οι μηχανισμοί μέσω των οποίων επιτυγχάνεται. Το 2002 ο Vettor και συνεργάτες του ήρθαν να συμπληρώσουν τα μέχρι τότε δεδομένα, σύμφωνα με τα οποία ο υποθάλαμος του εγκεφάλου είναι η βασική περιοχή των κεντρικών σημάτων της όρεξης, υποστηρίζοντας ότι στον εγκέφαλο βρίσκεται μια περιοχή που ονομάζεται “κέντρο κορεσμού” και μια άλλη η οποία ονομάζεται ‘κέντρο όρεξης’. Πιο συγκεκριμένα, ο τοξοειδής πυρήνας (ARC) στον υποθάλαμο περιέχει δύο ευδιάκριτα υποσύνολα των νευρώνων που ελέγχουν την εισαγωγή τροφίμων. Μια ομάδα περιέχει τους νευρώνες που εκφράζουν ορεξιογενή πεπτίδια, το νευροπεπτίδιο Y (NPY) και το (AgRP). Η άλλη ομάδα περιέχει τους νευρώνες που εκφράζουν τα ανορεξιογενή πεπτίδια POMC και το CART (Bing et al,1996, Schwartz et al, 2000). Χαρακτηριστικά, αυτές οι δύο ομάδες νευρώνων ενεργούν κατά τέτοιο τρόπο ώστε όταν ενεργοποιείται η μια ομάδα, η άλλη απενεργοποιείται, προωθώντας κατά συνέπεια την πρόσληψη ή όχι ενέργειας (Schwartz et al, 2000- Druce et al, 2004). Ακόμη, οι επιστήμονες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο υποθάλαμος αναγνωρίζει διάφορες χυμώδεις και νευρικές ώσεις, για να συντονίζει τις διάφορες ενεργειακές ανάγκες και δαπάνες, ώστε να διατηρεί μακροπρόθεσμα μια ισορροπία. Τα χυμώδη σήματα είναι αυτά που φαίνεται να έχουν μακροπρόθεσμη δράση, όπως η ινσουλίνη, η λεπτίνη και άλλες λιποκυτταροκίνες. Αυτά μάλιστα ίσως αντανακλούν τα επίπεδα αποθηκευμένης ενέργειας και καθορίζουν το σωματικό μας βάρος σε βάθος χρόνου. Και τα βραχυπρόθεσμα σήματα, όπως οι ορμόνες του γαστρεντερικού και νευρικά σήματα από το έντερο τα οποία θα λέγαμε ότι μας προσδίδουν την αίσθηση του κορεσμού και καθορίζουν την αρχή και το τέλος του γεύματος. Παρόλη την μεγάλη πληθώρα ορμονών και πεπτιδίων που εμπλέκονται στις διαδικασίες

έλεγχου της όρεξης, στην παρούσα μελέτη θα διερευνήσουμε τις πιθανές επιδράσεις της ινσουλίνης, της γρελίνης και του παγκρεατικού πολυπεπτιδίου στο αίσθημα της όρεξης.

Ινσουλίνη

Ινσουλίνη είναι μια από τις κυρίαρχες ορμόνες, η οποία παράγεται από το πάγκρεας σε απάντηση των αυξημένων συγκεντρώσεων γλυκόζης στο αίμα. Αποτελεί την πρώτη ορμόνη σήμα στο λιπώδη ιστό (Schwart et al, 1992) και επίπεδα της στο πλάσμα επηρεάζονται άμεσα από αλλαγές σε αυτόν τον ιστό (Bagdade et al, 1967). Έτσι η ινσουλίνη του πλάσματος αυξάνεται σε περιπτώσεις θετικού ενεργειακού ισοζυγίου και μειώνεται σε περιπτώσεις αρνητικού ενεργειακού ισοζυγίου (Woods et al, 1974). Τα επίπεδα της καθορίζονται σε μεγάλο βαθμό και από την περιφερειακή ινσουλινο-ευαισθησία και αυτό σχετίζεται με τις συνολικές αποθήκες λίπους, που φαίνεται να είναι και οι ρυθμιστές στην ινσουλινο-ευαισθησίας (Port et al, 2002).

Η σχέση μεταξύ των συγκεντρώσεων της ινσουλίνης νηστείας και των επιδράσεων της στο αίσθημα της όρεξης ή την πρόσληψη τροφής δεν είναι σαφείς. Οι Heini και συνεργάτες (1998) δεν βρήκαν καμία σχέση μεταξύ των συγκεντρώσεων ινσουλίνης νηστείας και των υποκειμενικών εκτιμήσεων όρεξης στις παχύσαρκες γυναίκες, στην τρίτη και πέμπτη εβδομάδα μιας υποθερμιδικής δίαιτας. Αντίθετα, οι Mars και συνεργάτες του (2002) βρήκαν συσχέτιση 2 ημέρες μετά την τήρηση μιας υποθερμιδικής δίαιτας, η οποία εξαφανίστηκε μετά την τέταρτη ημέρα, σε μια ομάδα αδύνατων και υπέρβαρων ατόμων.

Μελέτες με εξωγενή έγχυση ινσουλίνης δίνουν ποικίλα αποτελέσματα, όσον αφορά την όρεξη. Σε μελέτη με clamp από το Rodin και συνεργάτες του σε 20 άτομα διαπίστωσαν ότι η αύξηση της ινσουλίνης στο αίμα δρα ανεξάρτητα από τις αλλαγές στη γλυκόζη αίματος, έχοντας ως συνέπεια την αύξηση στο αίσθημα της πείνας και την κατανάλωση υγρών (Rozin et al, 1998). Εντούτοις, τα αποτελέσματα άλλων μελετών (Woo et al 1984, Gielkens et al, 1998-Lavin et al 1998 - Lavin et al 1996) προτείνουν ότι και κάτω από ευγλυκαιμικές ή υπεργλυκαιμικές καταστάσεις, ή συνδυασμό των δύο, η ινσουλίνη δεν έχει επίδραση στην πρόσληψη ενέργειας ή όρεξη.

Τα αποτελέσματα μελετών που διερεύνησαν την επίδραση της ενδογενούς ινσουλίνης στην ενεργειακή πρόσληψη και την υποκειμενική όρεξη υποδεικνύουν ότι η ινσουλίνη έχει μια

επίδραση καταστολής της όρεξης, στα αδύνατα άτομα, αλλά η επίδραση αυτή είναι λιγότερο έντονη στα παχύσαρκα άτομα. Ο Holt και οι συνεργάτες του (1996) διαπίστωσαν ότι υπάρχει μια αρνητική συσχέτιση μεταξύ της απάντησης της ινσουλίνης και της πρόσληψης ενέργειας στο χωρίς περιορισμό επόμενο γεύμα. Αποτελέσματα από μια μελέτη 6 αδύνατων και 6 παχύσαρκων ατόμων, έδειξαν αρνητική συσχέτιση μεταξύ των συγκεντρώσεων ινσουλίνης και της επόμενης ενεργειακής πρόσληψης στα αδύνατα άτομα, αλλά όχι στα παχύσαρκα άτομα (Speechly et al, 2000). Παρόμοια ευρήματα καταγράφηκαν από τους Verdich και συνεργάτες (2001) σε 12 αδύνατα και 19 παχύσαρκα άτομα. Θα μπορούσε να υποστηριχτεί ότι οι αρνητικές συσχετίσεις μεταξύ των ενδογενών συγκεντρώσεων ινσουλίνης και της πρόσληψης ενέργειας – αίσθημα της όρεξης, είναι το αποτέλεσμα των αλλαγών σε ουσίες εκτός από την ινσουλίνη. Πιθανόν η γλυκόζη να διαδραματίζει έναν ρόλο εδώ αφού, στις μελέτες όπου οι συγκεντρώσεις γλυκόζης κρατήθηκαν σταθερές, δεν υπήρξε καμία επίδραση της ινσουλίνης στην όρεξη και την ενεργειακή κατανάλωση (Woo et al, 2000- Gielkens et al, 1998- Lavin, 1996). Εντούτοις, από όσο γνωρίζουμε ως τώρα, είναι προφανές ότι οι απόλυτες συγκεντρώσεις γλυκόζης δεν αφορούν έντονα την όρεξη. Μια εναλλακτική εξήγηση για τις προαναφερθείσες αρνητικές σχέσεις είναι ότι η απελευθέρωση ορμονών μετά από την κατανάλωση του τροφίμου και η επόμενη απελευθέρωση της ινσουλίνης μπορεί να εξηγήσουν γιατί οι ενδογενείς συγκεντρώσεις ινσουλίνης συσχετίζονται με την όρεξη, ενώ οι εξωγενείς συγκεντρώσεις ινσουλίνης δεν συσχετίζονται με την πρόσληψη ενέργειας.

Συνολικά, φαίνεται πως υπάρχει μια σύνδεση της ινσουλίνης με την όρεξη και την πρόσληψη τροφής, όμως δεν μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι η ινσουλίνη μπορεί να αποτελέσει έναν βιολογικό δείκτη πείνας. Επομένως, μπορεί η ινσουλίνη να μην είναι ο ρυθμιστής της όρεξης, αλλά πιθανότατα να πυροδοτεί την απελευθέρωση ορμονών που επιδρούν στο αίσθημα αυτό. Δεν υπάρχει καμία απλή σχέση μεταξύ των συγκεντρώσεων ινσουλίνης αίματος και της όρεξης. Αυτή η σχέση είναι πολύπλοκη και εμπλέκεται σε πολλές μεταβολικές διαδικασίες. Η επίδραση της γλυκόζης, των γαστρεντερικών ορμονών και η επίδραση της παχυσαρκίας στη σχέση μεταξύ των συγκεντρώσεων ινσουλίνης και της όρεξης μπορούν να το επεξηγήσουν.

Ορμόνες γαστρεντερικού

Η αύξηση και η μείωση της πείνας πριν από ένα γεύμα δεν φαίνεται να επηρεάζεται από την μικρή αλλαγή των επιπέδων της λεπτίνης στο πλάσμα. Ομοίως η οξεία μεταγευματική

αύξηση της ινσουλίνης στο πλάσμα δεν φαίνεται να μειώνει άμεσα την όρεξη. Επομένως, ο στόμαχος μπορεί να αντιληφθεί τις θρεπτικές ουσίες και να ρυθμίσει την εισαγωγή κατανάλωση τροφής αναλόγως (Levin et al, 1999). Η παρουσία μάλιστα τροφής στο στομάχι ενεργοποιεί τόσο χημικούς όσο και μηχανικούς δείκτες από τον στόμαχο στον εγκέφαλο (Frasser et al, 1995)

Γρελίνη

Γρελίνη είναι η μόνη ορεξιογόνος ορμόνη. Τα επίπεδα της στο πλάσμα συσχετίζονται αντιστρόφως με το σωματικό βάρος, ενώ παρατηρείται αύξηση των επιπέδων της μετά από απώλεια βάρους (Cummary et al, 2002). Αποτελείται από 28 αμινοξέα και εκκρίνεται κυρίως στο στομάχι, όπως και στο δωδεκαδάκτυλο, τον ειλέο και το κόλον (Date et al, 2000). Οι συγκεντρώσεις γρελίνης στο αίμα αυξάνονται στην νηστεία και μειώνονται μετά από κάθε γεύμα. Αν και η κατανάλωση θερμίδων φαίνεται να είναι ο ρυθμιστής των επιπέδων στο αίμα (Tschop et al, 2000); ίσως και ο λόγος γλυκόζης και ινσουλίνης να παίζει κάποιο ρόλο (Bloom et al, 2005 – Erdamann et al, 2004

Όσον αφορά την δράση της στο γαστρεντερικό σύστημα, η γρελίνη αυξάνει τη γαστρική όξινη έκκριση και την κινητικότητα (Masuda et al, 2000 - Mori et al, 2000), αν και δεν έχουν παρουσιάσει όλες οι μελέτες αυτό (Sibilia et al, 2002). Το εάν αυτές οι κινητικές επιδράσεις στο γαστρεντερικό συμβάλλουν στις ορεξιογενής λειτουργίες της γρελίνης δεν έχει εξεταστεί άμεσα, αλλά θεωρητικά η επιταχυνόμενη γαστρική εκκένωση θα μπορούσε να μειώσει τον κορεσμό, να επιταχύνει την πέψη, και ως εκ τούτου να προωθήσει την περαιτέρω πρόσληψη τροφής.

Τα ορεξιογενή αποτελέσματα της περιφερειακής δράσης της γρελίνης έχουν παρατηρηθεί και μέσω του κεντρικού νευρικού συστήματος. Μετά από τριών ημερών εγχύσεις γρελίνης σε τρωκτικά αυξήθηκε η έκφραση των γονιδίων που προωθούν την κατανάλωση ενέργειας και αυτό μπορεί να εξηγήσει την επίδραση της ορμόνης στην όρεξη (Kamegai et al, 2001). Αυτό έχει επιβεβαιωθεί και από άλλες ερευνητικές ομάδες, οι οποίες προτείνουν έναν κεντρικό τρόπο σύνδεσης διαβάσεων και τα ορεξιογενών νευρώνων μέσω της γρελίνης (Lawrence et al, 2002- Toshinai et al, 2003). Παράλληλα μελέτες έχουν δείξει πως εκτός από την ενεργοποίηση των NPY νευρώνων στο ARC, οι νευρώνες POMC αναστέλλονται (Riediger et al, 2003). Η γρελίνη, επομένως, ενεργεί στον υποθάλαμο μέσα από την άμεση

ενεργοποίηση των ορεξιογενών νευρώνων και πιθανώς την αδρανοποίηση των ανορεξιογενών νευρώνων (Korbonits et al, 2004).

Έχει παρατηρηθεί μια πιθανή σημασία της γρελίνης στον έλεγχο της όρεξης στον άνθρωπο: περιφερειακά, η δράση της γρελίνης προκαλεί 28% αύξηση στην ενέργεια που καταναλώνεται από ένα γεύμα ελεύθερης επιλογής (με τη μορφή μπουφέ) και αυξήσεις στα υποκειμενικές αξιολογήσεις του αισθήματος της πείνας (Wren et al, 2001). Σε άτομα με το σύνδρομο Prader-Willi, το οποίο, μεταξύ άλλων, χαρακτηρίζεται από υπερφαγία, παρατηρούνται 4,5 φορές υψηλότερες συγκεντρώσεις γρελίνης συγκριτικά με παχύσαρκα άτομα (Cummings et al, 2002), ενώ μετά από ολονύκτια νηστεία, το υποκειμενικό αίσθημα πείνας συσχετίστηκε θετικά με τις συγκεντρώσεις της γρελίνης. Η ενδογενής έγχυσή της αυξάνει την πρόληψη τροφής και προωθεί την όρεξη (Cuntz et al., 2002). Άλλωστε, η συγκέντρωση γρελίνης στο πλάσμα αυξάνεται απότομα πριν από τα γεύματα και μειώνεται αμέσως μετά την κατανάλωση ενός γεύματος (Cummings et al., 2001; Cummings et al., 2002; Shiiya et al., 2002), ενώ η μεταγευματική αυτή μείωση φαίνεται να είναι ανεξάρτητη από τον όγκο του γεύματος.

Η σχέση μεταξύ μακροθρεπτικών συστατικών της δίαιτας και γρελίνης έχει μελετηθεί και πλήθος ερευνών έδειξαν ότι υπάρχει αντίστροφη σχέση μεταξύ της πρόσληψης γλυκόζης, λιπιδίων και πρωτεϊνών και των συγκεντρώσεων γρελίνης στο πλάσμα (Shiiya et al, 2002; Erdmann et al, 2003). Έχει δειχθεί ακόμη πως, ενδοφλέβια έγχυση με λιπίδια ή η κατανάλωση ενός γεύματος με υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, δεν καταστέλλει τις μεταγευματικές συγκεντρώσεις γρελίνης τόσο αποτελεσματικά όσο έγχυση ή κατάποση των υδατανθράκων (Weigle et al, 2003 -Mohlig et al, 2002).

Παρατηρούμε πως υπάρχει μια στενή σχέση μεταξύ των συγκεντρώσεων της γρελίνης και του αισθήματος της όρεξης. Η γρελίνη είναι μια από τις πρώτες ορεξιογόνες ορμόνες οι οποίες σχετίστηκαν με την πείνα και τον κορεσμό και φαίνεται να λειτουργεί ως ένας βιολογικός δείκτης πείνας (Nakazato et al, 2001 - Wren et al, 2001).

Παγκρεατικό πολυπεπτίδιο (PP)

Το PP απελευθερώνεται κυρίως από έναν πληθυσμό των κυττάρων που βρίσκονται στην περιφέρεια των παγκρεατικών κυττάρων, αν και μέρος του συντίθεται στην εξωκρινή

μοίρα του παγκρέατος και στο λεπτό έντερο (Larsson et al, 1975 - Adrian et al, 1976 - Ekblad et al, 2002). Σε αντίθεση με τις άλλες ορμόνες του πεπτικού συστήματος, η παρουσία του PP στο ΚΝΣ αποτελεί θέμα συζήτησης. Μερικοί ερευνητές απέδειξαν την παρουσία PP μέσα σε τμήματα του χοίρειου υποθαλάμου, του κωνοειδούς αδένα, του ιππόκαμπου και του βλεννογόνου αδένα (Inui et al 1985), ενώ αντίθετα άλλες ομάδες έχουν αποτύχει να καταδείξουν την παρουσία του PP στους εγκεφάλους τρωκτικών (Ekblad et al, 2002).

Η έκκριση PP στην κυκλοφορία υπόκειται καταρχάς σε ένα συγκεκριμένο ρυθμό, με τα επίπεδα του – σε νηστικά άτομα -να αυξάνονται βαθμιαία κατά τη διάρκεια της ημέρας φθάνοντας στην αιχμή τους περίπου στις 21.00, πριν πέσουν και φθάσουν στα χαμηλότερα επίπεδα τους στις 02.00 (Track et al, 1980). Εντούτοις, η πρόσληψη τροφίμων είναι το κύριο ερέθισμα στην έκκριση PP, και η σίτιση προωθεί την απελευθέρωση της ορμόνης στο αίμα. Με αυτόν τον διττό τρόπο απελευθέρωσης καταλαβαίνουμε ότι κατά τη διάρκεια της ημέρας τα επίπεδα ρυθμίζονται από έναν σταθερό ρυθμό έκκρισης και ενισχύονται μετά την κατανάλωση κάθε γεύματος (Track et al, 1980). Η μεταγευματική απελευθέρωση PP είναι ανάλογη προς τη θερμιδική πρόσληψη και τα επίπεδα πλάσματος παραμένουν σε υψηλά επίπεδα μέχρι και 6 ώρες μεταγευματικά (Adrian et al, 1976). Η έκκριση PP ελέγχεται επίσης από άλλους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της γρελίνης και της μολιτίνης, οι οποίες υποκινούν την απελευθέρωση PP, και της σωματοστατίνης, που φαίνεται να εμποδίζει την έκκριση της (Funakoshi et al, 1989 - Gomez et al, 1997 - Mochiki et al, 1997 - Arosio et al, 2003).

Η δράση του PP ως ενεργειακό σήμα είναι επίσης αμφισβητούμενη. Τα κύτταρα παχύσαρκων ποντικών ob/ob, τα οποία έχουν έλλειψη PP στο πάγκρεας, σε θεραπεία αντικατάστασης, με δύο καθημερινές εγχύσεις PP βοοειδών, βρέθηκε πως τα ποντίκια μείωσαν την πρόσληψη τροφής (Lagae et al, 1977). Στους ανθρώπους, προβλήματα στην έκκριση PP παρατηρούνται σε ασθενείς με το σύνδρομο Prader-Willi (Zipf et al, 1981). Η εικόνα σε παχύσαρκους ασθενείς είναι λιγότερο σαφής. Μερικοί ερευνητές συζητούν για μια εξασθένιση της απάντησης PP (Lassmann et al, 1980 - Glaser et al, 1988), ενώ άλλοι υποδεικνύουν παρόμοια επίπεδα κυκλοφορίας των PP στα παχύσαρκα συγκριτικά με άτομα με φυσιολογικό σωματικό βάρος (Jorde & Burhol, 1984 - Meryn et al, 1986 - Wisen et al, 1992). Στα ανορεξικά άτομα, υπάρχουν δεδομένα ότι οι απαντήσεις PP είναι υπερβολικά μεγάλες (Uhe et al, 1992 - Fujimoto et al, 1997).

Τα αποτελέσματα ερευνών για την επίδραση του εξωγενούς PP στην όρεξη είναι λιγότερο διφορούμενα. Η έγχυση του πολυπεπτιδίου σε άτομα με το σύνδρομο Prader- Willi

προκάλεσε μείωση της όρεξης και της κατανάλωσης τροφίμων (Berntson et al- 1993). Ομοίως, η έγχυση ενδοφλεβίως σε αδύνατα άτομα οδήγησε σε μείωση της όρεξης που διατήρησε και η οποία αξιολογήθηκε μέσω της μειωμένης κατανάλωσης τροφίμων 24 ώρες μετά από την έγχυση (Batterham et al, 2003b). Μάλιστα τελευταίες έρευνες σε υγιείς άνδρες και γυναίκες, ενίσχυσαν την πεποίθηση για την ανασταλτική δράση του PP στην πρόσληψη τροφής. Πιο συγκεκριμένα το 2003 ο Batterham και οι συνεργάτες του, στην διπλή τυφλή έρευνα, έκαναν έγχυση PP και placebo για 90' σε 10 υγιείς νέα γυναίκες. Στο γεύμα που ακολούθησε μετά από 150' οι γυναίκες, στις οποίες γινόταν έγχυση με PP, κατανάλωσαν λιγότερες θερμίδες. Η μειωμένη αυτή κατανάλωση συνεχίστηκε και για την υπόλοιπη ημέρα, όπως καταγράφηκε από τα ημερολόγια καταγραφής τροφίμων, ενώ τα αποτελέσματα από αναλογικές κλίμακες για το αίσθημα της πείνας ήταν μειωμένα στην ομάδα παρέμβασης. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι η έγχυση του PP δεν είχε καμία επίδραση στα επίπεδα της ινσουλίνης, της γρελίνης ή της λεπτίνης. Παρόμοια αποτελέσματα είχε ο Jesudason και οι συνεργάτες του (2006). Η συγκεκριμένη ομάδα εφάρμοσε το ίδιο πρωτόκολλο με τον Batterham με την διαφορά ότι έκανε έγχυση την μισή ποσότητα PP. Τα αποτελέσματα του έδειξαν μείωση κατά 11% στην πρόσληψη ενέργειας στην ομάδα που έγινε η έγχυση και μείωση του αισθήματος της πείνας. Ωστόσο, η μειωμένη κατανάλωση τροφής δεν συνεχίστηκε και κατά την διάρκεια της υπόλοιπης ημέρας. Αξιοσημείωτο είναι ότι και στις δυο αυτές έρευνες η μειωμένη ενεργειακή πρόσληψη επιτεύχθηκε παρόλο που τα επίπεδα PP είχαν επιστρέψει σε φυσιολογικά επίπεδα πριν την έναρξη του γεύματος.

Πιο πρόσφατες μελέτες σε υγιείς ανθρώπους πρότειναν ότι το PP μπορεί να ασκήσει μια ανασταλτική επίδραση στη γαστρική εκκένωση, καθώς επίσης και καθυστέρηση της μεταγευματικής αύξησης των επιπέδων ινσουλίνης (Schmidt et al, 2005). Μερικοί συγγραφείς έχουν προτείνει πως η καθυστέρηση στη γαστρική εκκένωση που προκαλεί η PP, ίσως κρύβεται κάτω από την μειωμένη όρεξη (Katsuura et al, 2002).

Τέλος η παρατήρηση πως η χρόνια έκθεση στα υψηλά επίπεδα των PP δεν οδηγεί στην ανάπτυξη της αντίστασης στις ανορεξιογόνες ενέργειες της ορμόνης, σε ποντίκια, που εκφράζουν χρόνια υπερβολικές ποσότητες PP (Asakawa et al, 2003), το καθιστά το PP ένα ελκυστικό υποψήφιο για την θεραπεία της παχυσαρκίας

Ποιότητα πρωινού και αίσθημα πείνας – κορεσμού

Τόσο τα μακρο- όσο και τα μικροθρεπτικά συστατικά απασχολούν έντονα τα τελευταία χρόνια την ερευνητική κοινότητα για την επίδραση τους στο αίσθημα της όρεξης. Πριν όμως από την ανασκόπηση των υπάρχουσων μελετών γύρω από την σύσταση της διατροφής και την επίδραση τους στη όρεξη, θα γίνει μία επεξήγηση των όρων που περιγράφουν αισθήματα όρεξης-πείνας και κορεσμού και πως αυτά μπορεί να μετρηθούν.

Η όρεξη (appetite) είναι η εσωτερική κινητήρια δύναμη για την αναζήτηση, επιλογή, και κατανάλωση των τροφίμων. Σύμφωνα με την άποψη Blundell και συνεργατών (1987) το αίσθημα της όρεξης απεικονίζεται στη σχέση μεταξύ 3 λειτουργικών επιπέδων: 1) το επίπεδο ψυχολογικών γεγονότων και συμπεριφοράς, 2) την περιφερειακή φυσιολογία, και 3) το κεντρικό νευρικό σύστημα. Η όρεξη στους ανθρώπους μπορεί να μετρηθεί με 2 τρόπους. Καταρχάς, μπορεί να μετρηθεί με τη βοήθεια των υποκειμενικών εκτιμήσεων. Οι άνθρωποι έχουν μια ικανότητα και να εκτιμήσουν συνειδητά την δύναμη του κινήτρου τους για να φάνε. Όταν χρησιμοποιούνται κατάλληλα οι υποκειμενικές εκτιμήσεις έχει αποδειχθεί ότι είναι αναπαραγώγιμες, ευαίσθητες στις εκθέσεις των τροφίμων, και προβλέπουν την επόμενη πρόσληψη ενέργειας (Flint et al, 2000, de Graf et al, 1993, -Stubbs et al, 2000). Οι περισσότεροι ερευνητές χρησιμοποιούν τις κλίμακες υποκειμενικής εκτίμησης για να αξιολογήσουν την όρεξη. Η ορολογία που χρησιμοποιείται στις κλίμακες αυτές, αναπτύχθηκε από τους Rogers και Blundell στο τέλος της δεκαετίας του '70. Πιο συγκεκριμένα, περιλαμβάνονται όροι οι προτάσεις, όπως η πείνα, η διάθεση για κατανάλωση τροφής και η πληρότητα. Αυτοί οι όροι αφορούν τις ελαφρώς διαφορετικές πτυχές από το κίνητρο για να φάει. Η διάθεση για πρόσληψη ενέργειας (ή «πόσο μεγάλη είναι η επιθυμία σας να φάτε») φαίνεται να είναι μια ευκολότερη και πιο συγκεκριμένη ερώτηση από την πιο αφηρημένη ερώτηση για την πείνα. Η «πείνα» αναφέρετε στην βιολογική ώθηση για κατανάλωση τροφής, ενώ «η επιθυμία να φάει» μπορεί να αναφερθεί σε ένα ηπιότερο, ευχάριστο συναίσθημα της όρεξης για ένα πρόχειρο φαγητό. Η «πληρότητα» (satiation) αναφέρεται σε μια αίσθηση πληρότητας στο στομάχι, κατά την διάρκεια ενός διατροφικού επεισοδίου που μας προτρέπει να σταματήσουμε την περαιτέρω κατανάλωση τροφής, ενώ ο κορεσμός (satiety), αναφέρεται στο αίσθημα πληρότητας ανάμεσα σε διατροφικά επεισόδια, που μας αποτρέπει την κατανάλωση τροφής. Η ορολογία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάποιες φορές για την περιγραφή της πληρότητας στο κατά την διάρκεια όσο και ανάμεσα στα γεύματα (Gerstein et al, 2004).

Ο δεύτερος τρόπος, με τον οποίο μπορεί να μετρηθεί η όρεξη είναι από την αξιολόγηση της πραγματικής κατανάλωσης τροφίμων, δηλαδή την ποσότητα τροφίμων που τρώγονται μέσα σε ένα ορισμένο χρονικό πλαίσιο. Ο βαθμός στον οποίο η πραγματική κατανάλωση τροφίμων αντικατοπτρίζει την όρεξη είναι υπό αμφισβήτηση. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να επέμβουν μεταξύ της όρεξης και της πραγματικής κατανάλωσης τροφίμων, όπως ο διαιτητικός περιορισμός, αλλά και εξωτερικοί παράγοντες, όπως η διαθεσιμότητα, τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τροφίμων, και οι κοινωνικές περιστάσεις (De Graf et al, 2004)

Όσον αφορά την επίδραση της σύστασης της δίαιτας στα παραπάνω αισθήματα, μεταξύ των μακροθρεπτικών συστατικών, οι πρωτεΐνες φαίνεται να είναι αυτές που προκαλούν πιο έντονο αίσθημα κορεσμού. Σε μια διασταυρούμενη έρευνα των Blom και συνεργατών (2006), δόθηκαν σε 15 υγιείς άνδρες δυο ισοθερμιδικά πρωινά, το ένα υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες (πρωτεΐνες 58%, υδατάνθρακες 14%, λιπίδια 28% της συνολικής ενεργειακής πρόσληψης) και το άλλο υψηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες (πρωτεΐνες 19%, υδατάνθρακες 48%, λιπίδια 33% της συνολικής ενεργειακής πρόσληψης). Τρεις ώρες μετά την κατανάλωση πρωινού, τα άτομα που κατανάλωσαν το πρωινό υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες είχαν μειωμένα επίπεδα γρελίνης, αυξημένα επίπεδα χολοκυστοκινίνης και γλυκαγόνης συγκριτικά με εκείνα που κατανάλωσαν το πρωινό υψηλής περιεκτικότητας σε λιπίδια. Παρόλα αυτά δεν φάνηκε καμία διαφορά ούτε στην πρόσληψη τροφής, όπως καταγράφηκε στο γεύμα που ακολούθησε, αλλά ούτε στις υποκειμενικές καταγραφές πείνας και όρεξης (VAS). Μειωμένη ενεργειακή πρόσληψη και απώλεια βάρους παρατηρήθηκε στην μελέτη των Moran και συν (2005) που διήρκεσε 6 εβδομάδες. Το μεσημεριανό γεύμα υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες, μείωσε τα επίπεδα όρεξης και την ενεργειακή πρόσληψη των εθελοντών. Σε μια άλλη μελέτη όπου υπήρχε σύγκριση μεταξύ ενός πρωινού υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες και λιπίδια αντίστοιχα παρατηρήθηκε έκφραση διαφορετικών γονιδίων τα οποία μπορεί να επηρεάζουν την κατανάλωση τροφής (van Erk et al, 2006). Τέλος όταν εξετάστηκε η επίδραση κατανάλωσης γεύματος υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες στο 24ώρο αίσθημα κορεσμού και σε ορμόνες που το επηρεάζουν, δεν παρατηρήθηκε διαφορά στην ενεργειακή πρόσληψη, τα άτομα που κατανάλωσαν δίαιτα υψηλών πρωτεϊνών ήταν σε ισοζύγιο ενέργειας σε αντίθεση με την άλλη ομάδα που παρουσίαζε θετικό ισοζύγιο ενέργειας (Lejeun et al, 2006). Επιπλέον το αίσθημα του κορεσμού ήταν εντονότερο στην ομάδα με δίαιτα υψηλών πρωτεϊνών και ανεξάρτητο από τα επίπεδα γρελίνης. Επίσης, σε μελέτη στην οποία σύγκριναν την επίδραση τριών ισοθερμιδικών, υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες,

σε λιπίδια και σε υδατάνθρακες πρωινών, στην υποκειμενική πείνα, στον κορεσμό στην όρεξη και στην πρόσληψη τροφής, φάνηκε ότι η υποκειμενική πείνα ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερη στην ομάδα που κατανάλωσε πρωινό υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες σε σχέση με τα πρωινά υψηλής περιεκτικότητας σε λιπίδια και σε υδατάνθρακες (Stubbs et al, 1996). Παρόλα αυτά δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στην πρόσληψη ενέργειας στο μεσημεριανό γεύμα που ακολούθησε και γενικά την υπόλοιπη ημέρα. Φαίνεται, επομένως, πως η κατανάλωση γευμάτων υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες μπορεί να αυξήσει το αίσθημα κορεσμού και την πρόσληψη τροφής.

Οι μηχανισμοί μέσω των οποίων η κατανάλωση πρωινού υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες μπορεί να αυξήσει το αίσθημα κορεσμού και έτσι ίσως να μειώσει την πρόσληψη τροφής στα επόμενα γεύματα δεν είναι γνωστοί. Ίσως αυτό να οφείλεται στη μεγαλύτερη θερμογένεση επίδραση των πρωτεϊνών και σε άλλες φυσιολογικές λειτουργίες που σχετίζονται με τις ορμόνες και την λειτουργία του γαστρεντερικού συστήματος. Πιο συγκεκριμένα οι πρωτεΐνες προκαλούν μεγαλύτερη θερμογένεση όταν καταναλωθούν (TEF) σε σχέση με τους υδατάνθρακες και τα λιπίδια (Halton et al, 2004- Crovetti et al, 1998- Mikkelsen et al, 2002 - Westerterp et al, 1999). Η επίδραση αυτή μπορεί να εξηγηθεί γιατί οι πρωτεΐνες, οι οποίες δεν μπορούν να συντεθούν από τον οργανισμό, μεταβολίζονται άμεσα. Επίσης η αύξηση της συγκέντρωσης των αμινοξέων μπορεί να συμβάλλει στο κορεσμό μέσα από την ενεργοποίηση της γλυκονογένεσης, εμποδίζοντας έτσι την μείωση των επιπέδων γλυκόζης (Tome et al, 2004). Ένας εναλλακτικός μηχανισμός μέσω του οποίου επηρεάζεται ο κορεσμός είναι η ενεργοποίηση της έκκρισης της χολοκυστοκινίνης (CCK) και του γλυκαγονο-τρόπου πεπτιδίου (Calbet et al, 2004 - Nilsson et al, 2004 -Hall et al, 2003). Οι δύο αυτές ορμόνες αυξάνουν το αίσθημα κορεσμού και επηρεάζουν τον χρόνο γαστρικής κενώσεως (Gutzwiller et al, 2000 - Kissileff et al, 2003 - MacIntosh , et al, 2001).

Συμπερασματικά, τα γεύματα υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες δημιουργούν ένα εντονότερο αίσθημα πληρότητας συγκριτικά με τα άλλα μακροθρεπτικά συστατικά. Τα γεγονότα οφείλεται κυρίως στην μεγαλύτερη θερμογένεση από την κατανάλωση των πρωτεϊνών έναντι των άλλων μακροθρεπτικών συστατικών και ίσως στην επίδραση των πρωτεϊνών στην CCK και σε άλλες ορμόνες του γαστρεντερικού.

Σε ότι αφορά τα λιπίδια του γεύματος, φαίνεται να έχουν μικρότερη επίδραση στο αίσθημα κορεσμού, συγκριτικά με τις πρωτεΐνες αλλά και τους υδατάνθρακες. Στην μελέτη των Monteleone και συν. (2003) χορηγήθηκαν σε 14 άνδρες πρωινά και μεσημεριανά ισοθερμικά

γεύματα, το ένα υψηλής περιεκτικότητας σε λιπίδια και το άλλο σε υδατάνθρακες. Παρατηρήθηκε λοιπόν το γεύμα που ήταν πλούσιο σε υδατάνθρακες μείωσε τα επίπεδα γρελίνης στο πλάσμα και το αίσθημα της πείνας συγκριτικά με το γεύμα που ήταν υψηλό σε λιπίδια. Μάλιστα η επίδραση στα επίπεδα γρελίνης ήταν ανεξάρτητη των επιπέδων των συγκεντρώσεων της ινσουλίνης και γλυκόζης. Παρόμοια αποτελέσματά έδειξαν και οι Weigle και συνεργάτες (2003) οι οποίοι ανέφεραν ότι σε υγιή άτομα, οι απόλυτες αλλά και οι επί τοις εκατό κληθείσες, αλλαγές στις συγκεντρώσεις γρελίνης ανά γεύμα, ήταν χαμηλότερες κατά τη διάρκεια μιας δίαιτας υψηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες (2 εβδομάδες) σε σύγκριση με αυτές που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια μιας δίαιτας υψηλής περιεκτικότητας σε λιπίδια (2 εβδομάδες). Τέλος, όταν εξετάστηκε η επίδραση του είδους των λιπιδίων δηλαδή των μόνο-γλυκεριδίων έναντι των τριγλυκεριδίων (John et al, 1998) και των κορεσμένων λιπαρών έναντι των ακόρεστων λιπαρών οξέων (Poppit et al, 2005), στο αίσθημα της όρεξης, δεν βρέθηκε καμιά στατιστικά σημαντική διαφορά.

Όσον αφορά τώρα τους υδατάνθρακες και την επίδραση τους στο αίσθημα της όρεξης και στην πρόσληψη τροφής υπάρχει έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον. Άλλωστε οι υδατάνθρακες αποτελούν το κύριο ερέθισμα για την αύξηση των επιπέδων της γλυκόζης και κατά συνέπεια και της ινσουλίνης, ουσιών που φαίνεται να είναι σε αρκετές επιπτώσεις το έναυσμα για την έκκριση ή την αναστολή έκκρισης πληθώρας ορμονών. Όσον αφορά την επίδραση τους στο αίσθημα της όρεξης, οι μελέτες δείχνουν ότι έχουν ένα προβάδισμα συγκριτικά με τα λιπίδια, στην καταστολή του αισθήματος αυτού (Holt et al, 2007) . Ενώ σε σχέση τις πρωτεΐνες τα αποτελέσματα δεν είναι σαφή.

Αρκετοί ερευνητές, διερεύνησαν την επίδραση του γλυκαιμικού δείκτη του γεύματος στην πρόσληψη ενέργειας. Με τον όρο γλυκαιμικό δείκτη, ορίζεται ως τη περιοχή κάτω από τη καμπύλη απάντησης γλυκόζη, μετά από την κατανάλωση 50gr υδατανθράκων του τροφίμου δοκιμής, κατά τη διάρκεια μιας δώρης περιόδου. Η επίδραση της κατανάλωσης πρωινού με υψηλό γλυκαιμικού δείκτη, σε παχύσαρκα παιδιά, έδειξε ότι τα παιδιά τα οποία κατανάλωναν πρωινό υψηλού γλυκαιμικού δείκτη προσέλαβαν 53% παραπάνω ενέργεια στο επόμενο γεύμα (Ludwing et al, 2006), σε σχέση με αυτά που κατανάλωσαν πρωινά χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη. Παρόμοια αποτελέσματα σε παιδιά είχε και η Janet σε τριπλή διασταυρούμενη έρευνα. Ενώ, ο Seitin και συνεργάτες παρατήρησαν μεγαλύτερη απώλεια βάρους σε παχύσαρκα παιδιά που ακολουθούσαν δίαιτα χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη. Παρόλα αυτά υπάρχουν και ευρήματα που δεν δείχνουν την αρνητική επίδραση της κατανάλωσης ενός γεύματος χαμηλού του γλυκαιμικού, στο αίσθημα όρεξης και στην πρόσληψη ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, η

επίδραση της κατανάλωσης, για 8 εβδομάδες, πρωινού χαμηλού ή υψηλού γλυκαιμικού δείκτη, σε παιδιά, δεν είχε καμία επίδραση στην πρόσληψη ενέργειας (Henry et al, 2006). Ενώ στη μελέτη Alfenas & Mattes το 2005 σε 39 άνδρες που κατανάλωναν το πρωινό, το μεσημεριανό και το βραδινό από ένα ελεύθερο χωρίς περιορισμό μπουφέ με τρόφιμα υψηλού ή χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη, δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα γλυκόζης και ινσουλίνης και στην ενεργειακή πρόσληψη. Άρα η περιοχή αυτή είναι υπό αμφισβήτηση. Πιθανή εξήγηση για την σύγχυση αυτή ίσως είναι το γεγονός πως τα τρόφιμα δεν διαφέρουν μόνο ως προς το γλυκαιμικό δείκτη, αλλά και σε άλλα χαρακτηριστικά. Ο Roberts και συνεργάτες πρόσφατα έκανε μια ανασκόπηση μελετών σε αυτό το ζήτημα. Από τις έξι μελέτες που αναθεωρήθηκαν, οι τέσσερις έδειξαν ότι τα γεύματα χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη φαίνεται να προωθούν τον κορεσμό μέσα σε ένα γεύμα και παρόλες τις μεθοδολογικές διαφορές επίσης αυτή έδειξαν πως η κατανάλωση τροφίμων χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη βραχυπρόθεσμα μπορεί να μειώσουν την ενεργειακή πρόσληψη. Οι λόγοι για αυτήν την επίδραση έχουν προταθεί μια πιο κομψή μελέτη που πραγματοποιείται από Harber και συνεργάτες, οι οποίοι σύγκριναν την ίδια ποσότητα μήλων είτε με φλούδα, είτε χωρίς φλούδα είτε χυμό μήλων, σε δέκα άνδρες. Παρατήρησαν πως η συγκέντρωση γλυκόζης πλάσματος ανήλθε σε παρόμοια επίπεδα και μετά από τα τρία γεύματα, ενώ η συγκέντρωση ινσουλίνης πλάσματος ανήλθε στα πιο υψηλά επίπεδα μετά από την πρόσληψη του χυμού. Αυτά τα συμπεράσματα οδήγησαν τους ερευνητές για να προτείνουν ότι η απομάκρυνση των διαιτητικών ινών ίνα από τα τρόφιμα, μπορεί να οδηγήσει στη γρηγορότερη και ευκολότερη κατάποση, μειωμένο κορεσμό και διαταραγμένη ομοιόσταση της γλυκόζης που οφείλεται πιθανώς στη ασταθή απελευθέρωση ινσουλίνης.

Άρχισε λοιπόν να δημιουργείτε ένα έντονο ενδιαφέρον γύρω από την επίδραση των ινών στο κορεσμό και στην όρεξη. Συνήθως οι μελέτες που εξέτασαν την επίδραση ενός γεύματος, όχι με τη μορφή πρωινού, στα αισθήματα της πείνας και του κορεσμού καθώς επίσης και στην ενεργειακή πρόσληψη του επόμενου γεύματος είναι στο μεγαλύτερο μέρος τους είναι βραχυπρόθεσμες δοκιμές σίτισης. Συχνά χρησιμοποιείται ένα πρωτόκολλο εμπλουτισμού του γεύματος με διαιτητικές ίνες. Παρά τις διαφορές στον τρόπο χορήγησής τους, μεγάλος αριθμός μελετών, υποδεικνύουν ηπιότερο αίσθημα πείνας και μεγαλύτερο κορεσμό μετά την κατανάλωση γεύματος υψηλής περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες (Burley et al. 1987 and 1993, Di Lorenzo et al. 1988, French and Read 1994, Tomlin 1995) και μείωση της πρόσληψη ενέργειας στο επόμενο γεύμα (Rigaud et al. 1997).

Η επίδραση της κατανάλωσης των διαιτητικών ινών στον έλεγχο της προσλαμβανόμενης ενέργειας φαίνεται πως επιτυγχάνεται, μέσω της πρόκλησης του ανώτερου αισθήματος κορεσμού και πληρότητας στομάχου (Blundell et al 1987). Το αυξημένο αίσθημα κορεσμού και πληρότητας είναι ερεθίσματα που οδηγούν στην διακοπή πρόσληψης ενέργειας, κατά την διάρκεια ενός γεύματος, αλλά και στην αποφυγή κατανάλωσης τροφής στα διαστήματα ανάμεσα από δυο γεύματα. Ακόμη, αυξάνουν τον όγκο του γεύματος και κατά συνέπεια μειώνουν την ενεργειακή πυκνότητα του γεύματος, με αποτέλεσμα τη μείωση στο χρόνο γαστρικής κένωσης.

Ωστόσο υπάρχουν λίγα ερευνητικά δεδομένα για την επίδραση του πρωινού γεύματος, πλούσιου σε διαιτητικές ίνες, στην πείνα και στην πρόσληψη ενέργειας την υπόλοιπη μέρα. Πιο συγκεκριμένα, μια διασταυρούμενη μελέτη του Blom και συνεργατών αξιολογήθηκε η επίδραση της πρόσληψης 4 υγρών πρωινών (νερό, χαμηλής ενέργειας, υψηλής ενέργειας-πλούσιο σε απλούς υδατάνθρακες και υψηλής ενέργειας –πλούσιο σε διαιτητικές ίνες) σε βιοχημικούς και ορμονικούς δείκτες. Παρατηρήθηκε μείωση των επιπέδων γρελίνης κατά 41% μετά το πρωινό υψηλής ενέργειας –πλούσιο σε διαιτητικές ίνες, κατά 33% μετά το πρωινό υψηλής ενέργειας- πλούσιο σε απλούς υδατάνθρακες και κατά 24% μετά το πρωινό χαμηλής ενέργειας. Παρατηρούμε λοιπόν ότι η κατανάλωση πρωινού υψηλή περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες, έχει μεγαλύτερη αρνητική επίδραση στα επίπεδα γρελίνης στο πλάσμα. Τέλος ο Pasma και συνεργάτες αξιολόγησαν επίδραση της κατανάλωσης 2 ισοθερμιδικών πρωινών, με απλούς και σύνθετους υδατάνθρακες αντίστοιχα, σε υποκειμενικούς και βιοχημικούς δείκτες όρεξης, σε 26 άνδρες. Παρατηρήσαμε πως μετά την κατανάλωση του πρωινού με τους σύνθετους υδατάνθρακες τα επίπεδα των συγκεντρώσεων της γλυκόζης και της ινσουλίνης και το αίσθημα της πείνας και της όρεξης μειώθηκαν στατιστικά σημαντικά. Παρόλα αυτά πέρα από την υποκειμενική αξιολόγηση της πείνας, δεν αξιολογήθηκε η πρόσληψη τροφής στο επόμενο γεύμα. Υπάρχει ένα ερευνητικό κενό όσον αφορά την επίδραση των διαιτητικών ινών τόσο στο αίσθημα πείνας, στην πρόσληψη τροφής και σε ορμονικούς και βιοχημικούς δείκτες.

2. ΣΚΟΠΟΣ

Στόχος της προτεινόμενης μελέτης, είναι να διερευνηθεί το αν και κατά πόσο ένα «παραδοσιακού τύπου» πρωινό γεύμα υψηλής περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες, σε σύγκριση με ένα «δυτικού τύπου» πρωινό γεύμα χαμηλής περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες, επιδρά στα αισθήματα της πείνας και του κορεσμού καθώς και στα επίπεδα γρελίνης, ινσουλίνης, γλυκόζης και παγκρεατικού πεπτιδίου μεταγευματικά.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δείγμα

Στη μελέτη συμμετείχαν 16 υγιείς, μη- παχύσαρκοι ($\Delta\text{ΜΣ} = 24,1 \pm 1,6$ (21,5-27,9 kg/m^2) άνδρες, ηλικίας 19-33 ετών. Κριτήρια αποκλεισμού θεωρήθηκαν το κάπνισμα καθώς και συνολική βαθμολογία στο ερωτηματολόγιο διαιτητικής συμπεριφοράς DEBQ (Dutch Eating Behavior Questionnaire) $> 2,5$. Επίσης, άτομα τα οποία ελάμβαναν φαρμακευτική αγωγή, η οποία μπορεί να επηρεάζει την όρεξή τους ή άτομα με μεταβολικές ή ενδοκρινικές παθήσεις, γαστρεντερικές διαταραχές ή που έχουν ιατρικό ιστορικό που ίσως επηρεάσει τα αποτελέσματα της έρευνας (π.χ. χειρουργική επέμβαση) αποκλείστηκαν. Οι εθελοντές δεν γνώριζαν τον πραγματικό σκοπό της μελέτης, αλλά είχαν ενημερωθεί ότι θα συμμετέχουν σε μία κλινική δοκιμή για την επίδραση της πρόσληψης δύο διαφορετικών πρωινών στα επίπεδα τριγλυκεριδίων στο αίμα.

Σχεδιασμός μελέτης

Μονή τυφλή, διπλά διασταυρούμενη, τυχαιοποιημένη μελέτη, όπου κάθε εθελοντής έλαβε και τις δυο παρεμβάσεις σε διαφορετικές ημέρες με μια «κενή» ενδιάμεση περίοδο, που κυμαινόταν από 1 έως 4 εβδομάδες.

Πρωινά

Οι εθελοντές κατανάλωσαν 2 ισοθερμιδικά πρωινά (~450kcal). Το «παραδοσιακού τύπου» πρωινό υψηλής περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες, που περιλάμβανε κριθαρένιο παξιμάδι, γραβιέρα, πορτοκάλι, ενώ το «δυτικού τύπου» πρωινό, χαμηλής περιεκτικότητας σε

φυτικές ίνες αποτελούταν από ημίπαχο γάλα, ψωμί, μέλι, βούτυρο και φυσικό χυμό πορτοκαλι.
(Πίνακας 1)

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Σύσταση σε τρόφιμα των 2 τύπων πρωινού

ΠΡΩΙΝΟ ΤΥΠΟΥ 1 (Παραδοσιακού τύπου)	ΠΡΩΙΝΟ ΤΥΠΟΥ 2 (Δυτικού τύπου)
60γρ Παξιμάδι ολικής άλεσης	1 φλιτζάνι φρέσκο χυμό πορτοκαλιού, ,
30γρ Γραβιέρα Νάξου	1 φέτα ψωμί (30γρ)
260γρ Σάρκα φρέσκου πορτοκαλιού	1 κ. σούπας μέλι
	1 κ. γλυκού βούτυρο
	1 φλιτζάνι ημίπαχο γάλα

Τα δύο πρωινά είχαν την ίδια περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, λιπίδια, υδατάνθρακες και διέφεραν μόνο την περιεκτικότητα τους σε διαιτητικές ίνες. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά οι συστάσεις των πρωινών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Σύσταση σε μακροθρεπτικά συστατικά και ενέργεια των 2 τύπων πρωινού

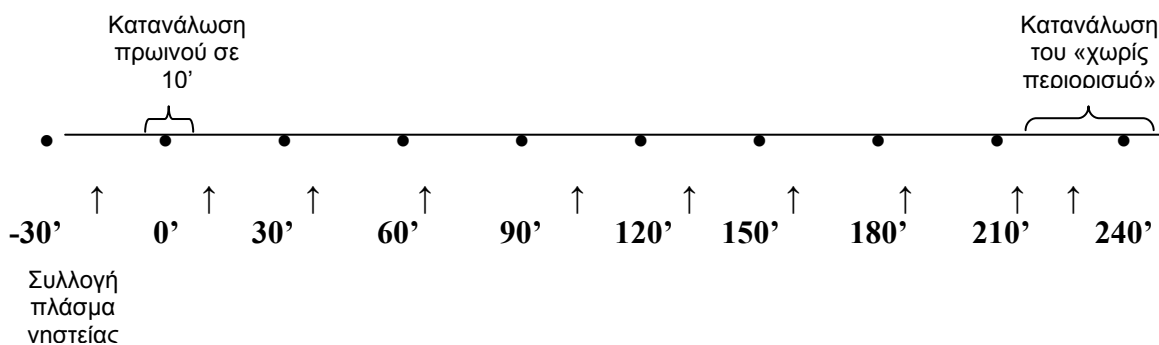
	Πρωινό Τύπου 1 (Παραδοσιακού τύπου)	Πρωινό Τύπου 2 (Δυτικού τύπου)
Ενέργεια (kcal)	465	455,8
Υδατάνθρακες (% συνολικής ενεργειακής πρόσληψης)	63,1	65,1
Υδατάνθρακες (g/ημέρα)	73,3	74,2
Πρωτεΐνες (% συνολικής ενεργειακής πρόσληψης)	15,1	14,5
Πρωτεΐνες (g/ημέρα)	17,5	16,5
Λιπαρά (% συνολικής ενεργειακής πρόσληψης)	21,8	21,1
Λιπαρά (g/ημέρα)	11	10,7
Διαιτητικές ίνες (gr)	14,9	0,7
ML	625	625

*Απαιτείται και η κατανάλωση 1 ποτήρι νερό στο πρωινό 1 για να έχουμε και την ίδια κατανάλωση υγρών.

Πρωτόκολλο Έρευνας

Το πρωί της ημέρας του πειράματος οι εθελοντές προσήλθαν στο εργαστήριο νηστικοί (μετά από 12ωρη νηστεία). Αφού τους τοποθετήθηκε καθετήρας, συλλέχθηκε από ιατρικό προσωπικό το 1^ο δείγμα αίματος. Στη συνέχεια τους δόθηκε πρωινό και θα τους ζητηθήκε να το καταναλώσουν σε 10', ενώ για 4 ώρες δεν επιτρεπόταν η κατανάλωση ποτού ή φαγητού.

Έγινε συλλογή δείγματος αίματος σε 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 και 240 min από την κατανάλωση πρωινού. Στις ίδιες χρονικές στιγμές, οι εθελοντές συμπλήρωναν σε 10ποντη κλίμακα (10-point Visual Analogue Scale) το αίσθημα της πείνας, του κορεσμού και την διάθεση για πρόσληψη τροφής. Τέσσερις ώρες μετά την κατανάλωση του πρωινού γεύματος, τα άτομα είχαν τη δυνατότητα να φάνε χωρίς περιορισμό, για 30min από μία ποικιλία τροφίμων μέχρι να αισθανθούν το αίσθημα του κορεσμού. Τα τρόφιμα από τα οποία θα μπορούσαν να επιλέξουν ελεύθερα ήταν : Μπιφτέκι, μακαρόνια, κόκκινη σάλτσα, σαλάτες (λάχανο -ντομάτα), γραβιέρα, φέτα, λευκό ψωμί, μπανάνα, σοκολάτα, γιαούρτι 2%, μέλι, ελαιόλαδο.



Ανθρωπομετρική Αξιολόγηση

Έγινε η αξιολόγηση της ηλικίας, του σωματικού βάρους, ύψους, του δείκτη μάζας σώματος και της περιφέρειας μέσης. Οι μετρήσεις αυτές έγιναν την πρώτη φορά που οι εθελοντές προσήλθαν για το πρώτο πείραμα.

Αξιολόγηση των αισθημάτων όρεξης και πληρότητας

Όσον αφορά την όρεξη, αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας την κλίμακα VAS για την πείνα, τον κορεσμό και την επιθυμία για φαγητό. Αποτελείται από μια οριζόντια γραμμή με 10 σημεία που τα άκρα της εκφράζουν τα πιο θετικά ή αρνητικά αισθήματα (πεινάω πολύ– δεν πεινάω καθόλου). Οι εθελοντές σημειώνουν μια κάθετη γραμμή στο σημείο που νομίζουν, πάνω στην οριζόντια γραμμή, ότι αντικατοπτρίζει το αίσθημα πείνας, τη διάθεση για πρόσληψη τροφής και το αίσθημα κορεσμού.

Διατροφική αξιολόγηση

Οι εθελοντές έλαβαν συστάσεις για το τι θα έτρωγαν την ημέρα πριν την παρέμβαση. Η ενεργειακή τους πρόσληψη καταγράφηκε από ανάκληση 24ώρου. Όσον αφορά, την πρόσληψη ενέργειας κατά την διάρκεια του μεσημεριανού γεύματος γινόταν ακριβές ζύγισμα της ποσότητας των τροφίμων τα οποία κατανάλωναν οι εθελοντές. Τέλος η πρόσληψη ενέργειας την υπόλοιπη ημέρα καταγράφηκε με τηλεφωνική ανάκληση 24ώρου. Οι αναλύσεις των διατροφικών δεδομένων έγιναν με το υπολογιστικό πρόγραμμα Nutritionist Pro (Axxya Systems, US).

Βιοχημικές μετρήσεις

Το αίμα συλλέχθηκε σε σωληνάκια με K3EDTA, τα οποία τοποθετήθηκαν άμεσα σε παγωμένο νερό. Για το ορό αίματος, τα δείγματα συλλέγονταν με αδειασμένα σωληνάκια με αντιπηκτικό. Όλα τα δείγματα φυγοκεντρούνται για 15 min σε 2000g στους 4 °C. Τα δείγματα πλάσματος και ορού αποθηκεύονται στους - 70 °C και - 18 °C, αντίστοιχα μέχρι να αναλυθούν.

Τα επίπεδα γρελίνης, γλυκόζης, ινσουλίνης πλάσματος και παγκρεατικού πεπτιδίου μετρήθηκαν στο εργαστήριο με την χρήση standard kits.

Στατιστική Ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση έγινε με το SPSS 13.0.. Οι κλίμακες VAS και οι βιοχημικοί δείκτες αναλύθηκαν με την μέθοδο επαναλαμβανόμενων μετρήσεων.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Περιγραφικά χαρακτηριστικά των εθελοντών

Σύμφωνα με τις αρχικές μετρήσεις των εθελοντών, το σωματικό τους βάρος ήταν $78 \pm 5,6$ kg (εύρος: 67,6 – 88 kg), ο Δείκτης μάζας σώματος $24,1 \pm 1,6$ kg/m² (εύρος: 21,5 - 27,9) και της περιφέρειας μέσης $82 \pm 4,5$ cm (εύρος: 75.5 -91). Επίσης, οι εθελοντές είχαν μέσο όρο βαθμολογίας στο ερωτηματολόγιο διαιτητικής συμπεριφοράς (DEBQ) $24,4 \pm 3,2$ (εύρος 18-27,6). Η ηλικία των εθελοντών κυμαινόταν από 19-33 ετών, με μέσο όρο τα $25,2 \pm 3,9$ έτη. (ΠΙΝΑΚΑΣ 3)

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

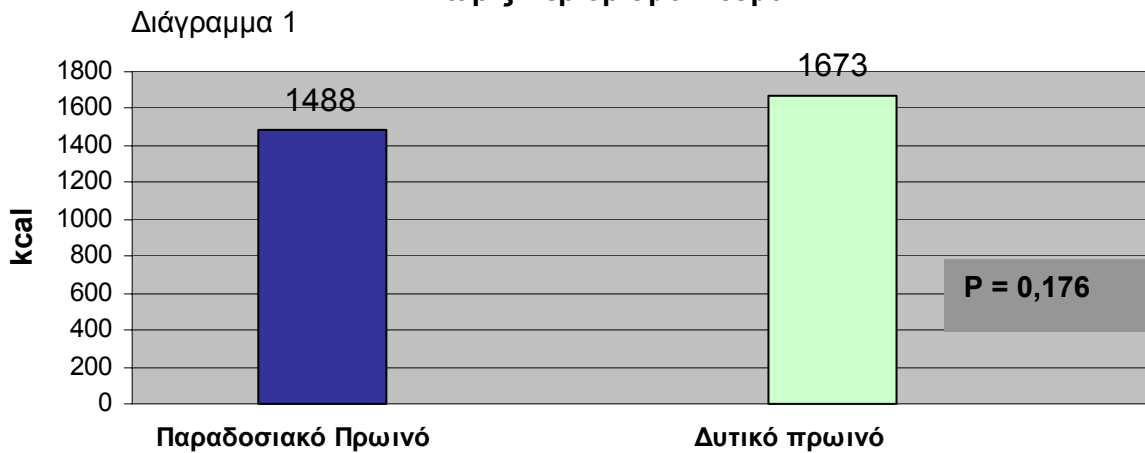
Χαρακτηριστικά δείγματος	Μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση
Ηλικία (έτη)	$25,1 \pm 3,9$ (19-33)
Βάρος (kg)	$78,0 \pm 5,6$ (67,6-88)
Δείκτης Μάζας Σώματος (kg/ m ²)	$24,1 \pm 1,6$ (21,5-27,9)
Περιφέρεια μέσης (cm)	$82,0 \pm 4,5$ (75,5-91)
DEBQ	$24,4 \pm 3,2$ (18- 27,6).

Η ενεργειακή πρόσληψη των ατόμων την προηγούμενη ημέρα του πειράματος δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των 2 πειραμάτων (Παραδοσιακό πρωινό: 2730 ± 1127 kcal, Δυτικού τύπου πρωινό: 2505 ± 887 kcal, $p=0,536$).

Ενεργειακή Πρόσληψη

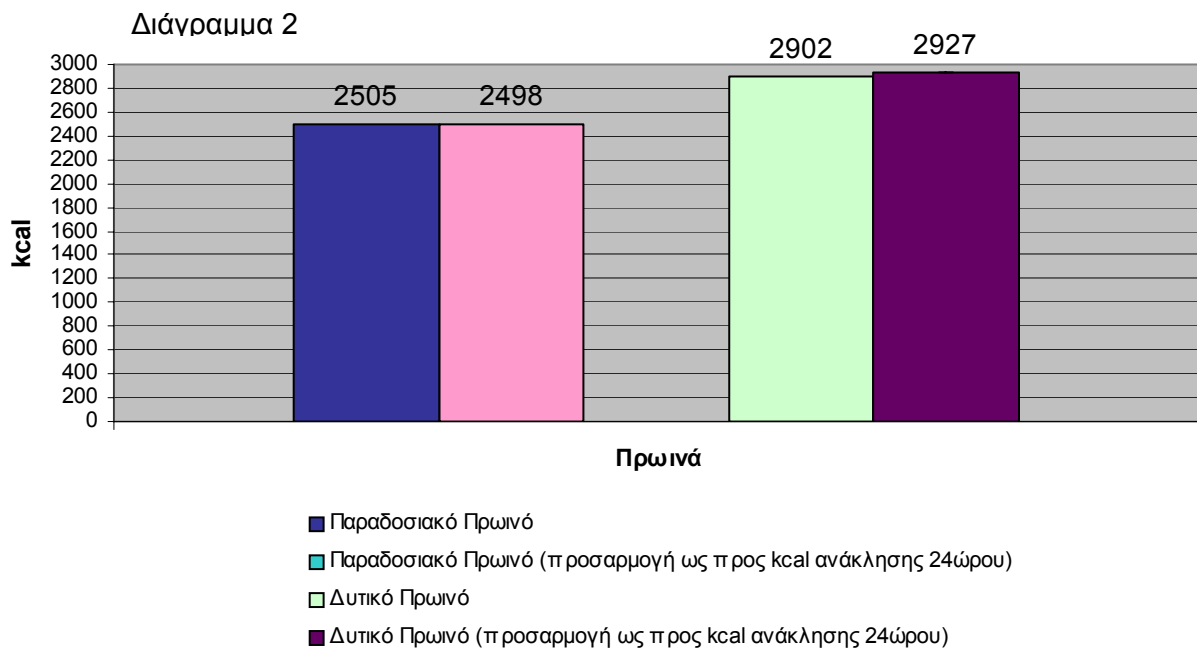
Στο διάγραμμα 1 παρουσιάζεται η ενεργειακή πρόσληψη των εθελοντών στο ελεύθερο και «χωρίς περιορισμό» γεύμα που τους προσφέρθηκε, τέσσερις ώρες μετά την κατανάλωση του πρωινού. Όταν τα άτομα κατανάλωσαν το παραδοσιακό πρωινό, σε σχέση με την κατανάλωση του δυτικού τύπου πρωινού, παρουσίασαν την τάση να καταναλώσουν λιγότερη ενέργεια στο γεύμα (1488 ± 468 kcal σε σχέση με 1673 ± 417 kcal, $p = 0.176$). Επίσης, η κατανομή των μακροθρεπτικών συστατικών στο μεσημεριανό γεύμα δεν διέφερε μεταξύ της κατανάλωσης των δυο πρωινών ($p>0,05$)

Ενεργειακή Πρόσληψη Στο 'Χωρίς Περιορισμό' Γεύμα



Όσον αφορά την ενεργειακή πρόσληψη των εθελοντών κατά την διάρκεια ολόκληρης της ημέρας, δηλαδή της ενεργειακής πρόσληψης που είχαν στο «χωρίς περιορισμό» γεύμα μαζί με την ενεργειακή πρόσληψη μετά από αυτό μέχρι το τέλος της ημέρας, βρέθηκε μία τάση να καταναλώνουν οι εθελοντές μετά το παραδοσιακό πρωινό λιγότερες θερμίδες στο υπόλοιπο της ημέρας τους, σε σχέση με την δοκιμασία που κατανάλωσαν το δυτικό πρωινό (2505 ± 602 kcal σε σχέση με 2902 ± 668 kcal, $p = 0,114$). Η διαφορά αυτή γίνεται στατιστικά σημαντική, όταν λάβαμε υπόψη και την ημερήσια πρόσληψη ενέργειας του προηγούμενου 24ώρου, ως συγχυτικό παράγοντα (2498 ± 92 σε σχέση με 2927 ± 96 kcal, $p = 0,04$).

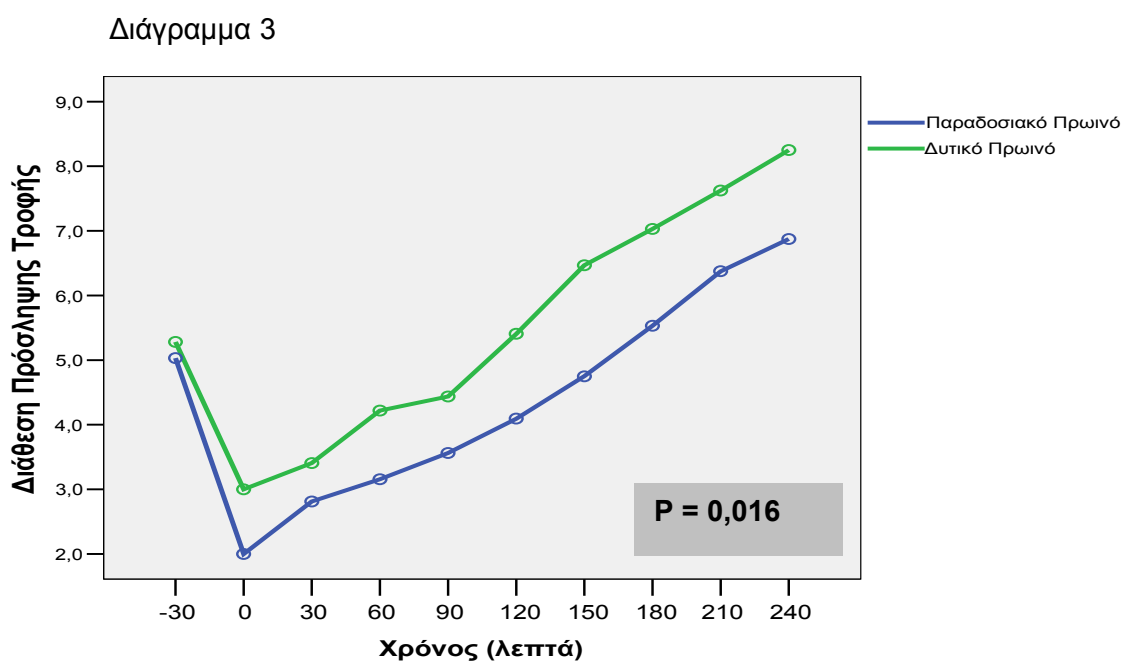
Ημερήσια Ενεργειακή Πρόσληψη



Πείνα, πληρότητα και επιθυμία κατανάλωσης φαγητού.

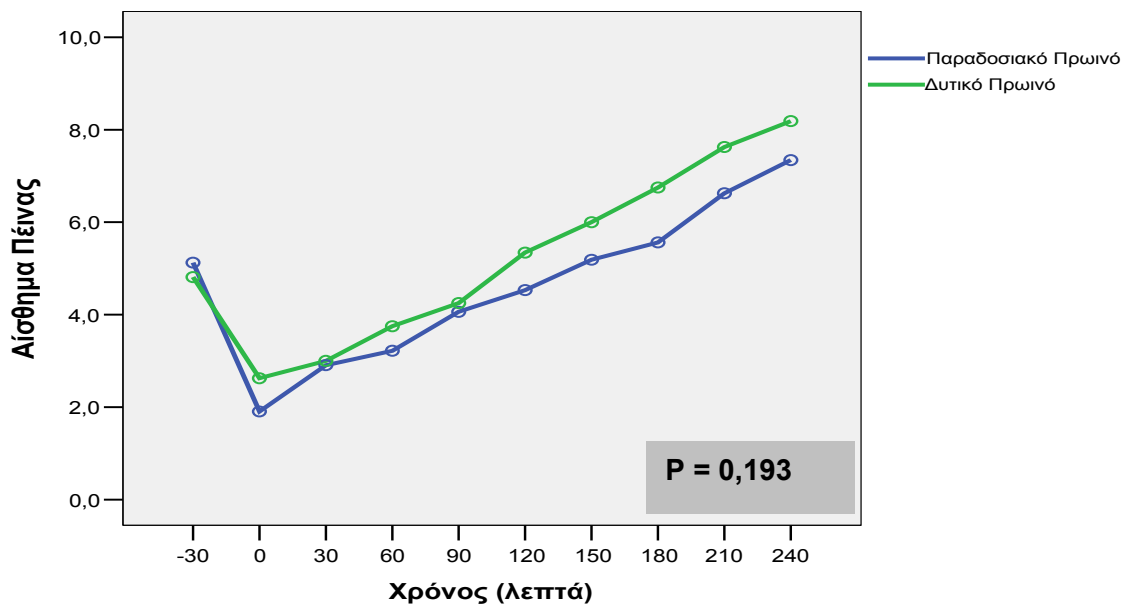
Τα αποτελέσματα για τις αλλαγές στα αισθήματα της πείνας, της πληρότητας και την διάθεση για πρόσληψη τροφής, όπως αυτά αξιολογούνται με τις κλίμακες VAS, μετά την κατανάλωση παρουσιάζονται ανά χρονική στιγμή στα διαγράμματα 3, 4 και 5.

Η επιθυμία για κατανάλωση φαγητού διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο ομάδων, κατά την διάρκεια των τεσσάρων ωρών ($p=0,016$). Πιο συγκεκριμένα, κατά την δοκιμασία όπου τα άτομα κατανάλωσαν το παραδοσιακού τύπου πρωινό, είχαν μειωμένη επιθυμία για πρόσληψη τροφής, συγκριτικά με την δοκιμασία όπου κατανάλωσαν το δυτικού τύπου πρωινό (διάγραμμα 3). Η διάθεση για πρόσληψη τροφής αρχίζει να διαφοροποιείται τις δύο ομάδες 150' μετά την κατανάλωση των πρωινών μέχρι το τέλος της δοκιμασίας ($p < 0,05$)



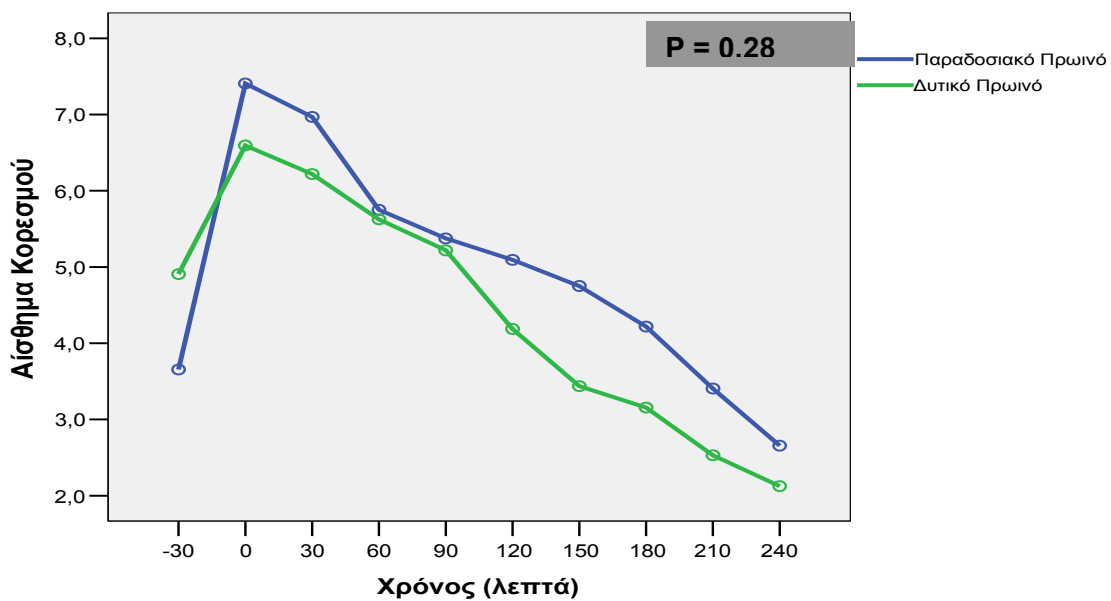
Όσον αφορά το αίσθημα πείνας (διάγραμμα 4), δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της κατανάλωσης των δυο πρωινών, τόσο κατά στην διάρκεια των 4 ωρών ($p=0,193$), όσο και στις επιμέρους χρονικές στιγμές ($p > 0,05$)

Διάγραμμα 4



Ομοίως, το αίσθημα πληρότητας (διάγραμμα 4) δεν διαφοροποιήθηκε μεταξύ της κατανάλωσης των δύο διαφορετικών πρωινών, τόσο κατά την διάρκεια των τεσσάρων ωρών ($p = 0,28$) αλλά και στις επιμέρους χρονικές στιγμές ($p > 0,05$).

Διάγραμμα 5



Θα μπορούσε να σημειωθεί ότι παρόλο που οι αλλαγές στο αίσθημα της πείνας και της πληρότητας δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά ανάμεσα στην κατανάλωση των δύο πρωινών, παρατηρήθηκε μια τάση όταν τα άτομα κατανάλωσαν το παραδοσιακό πρωινό

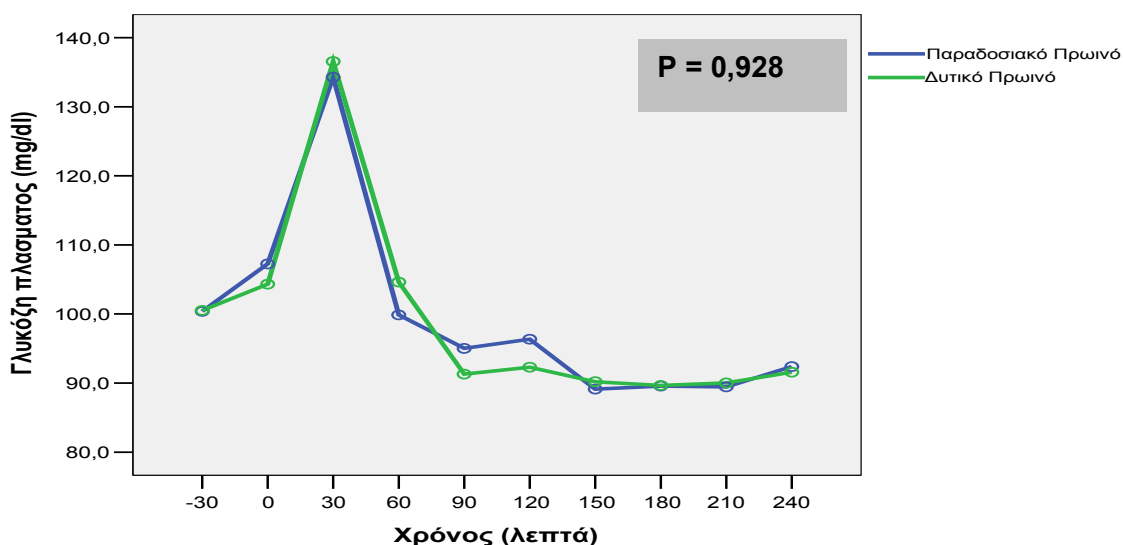
να δηλώνουν υψηλότερες βαθμολογίες στο αίσθημα το αίσθημα της πείνας και στο αίσθημα της πληρότητας.

Βιοχημικοί και ορμονικοί δείκτες

Γλυκόζη πλάσματος

Τα επίπεδα γλυκόζης πλάσματος δεν βρέθηκε να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανάμεσα στην πρόσληψη των δυο πρωινών, κατά την διάρκεια της δοκιμασίας ($p=0,928$). Οι αλλαγές στα επίπεδα γλυκόζης ακολουθούν αντίστοιχη πορεία ανάμεσα στις δυο ομάδες και δεν διαφέρουν μεταξύ των δύο πρωινών σε καμία επιμέρους χρονική στιγμή. Πιο συγκεκριμένα, και στις δύο δοκιμασίες οι εθελοντές ξεκίνησαν με επίπεδα γλυκόζης νηστείας πλάσματος $104 \pm 8,5$ mg/dl όταν κατανάλωσαν το παραδοσιακό πρωινό και $104 \pm 8,5$ mg/dl όταν κατανάλωσαν το δυτικού τύπου πρωινό ($p=0,965$). Στη συνέχεια τα επίπεδα της γλυκόζης αυξηθήκαν, φθάνοντας στα μέγιστα επίπεδα 30' μετά την κατανάλωση τόσο του παραδοσιακού πρωινού ($134,5 \pm 17,9$ mg/dl), όσο και μετά την κατανάλωση του δυτικού τύπου πρωινού ($136,4 \pm 26,3$ mg/dl, $p= 0,78$). Αμέσως μετά ακολούθησε μείωση των επιπέδων της γλυκόζης, τα οποία και σταθεροποιήθηκαν 90' μετά την κατανάλωση και των δυο πρωινών στα $95,3 \pm 15,1$ mg/dl και $91,1 \pm 13,9$ mg/dl, για το παραδοσιακό και το δυτικό πρωινό αντίστοιχα ($p= 0,416$)(διάγραμμα 6)

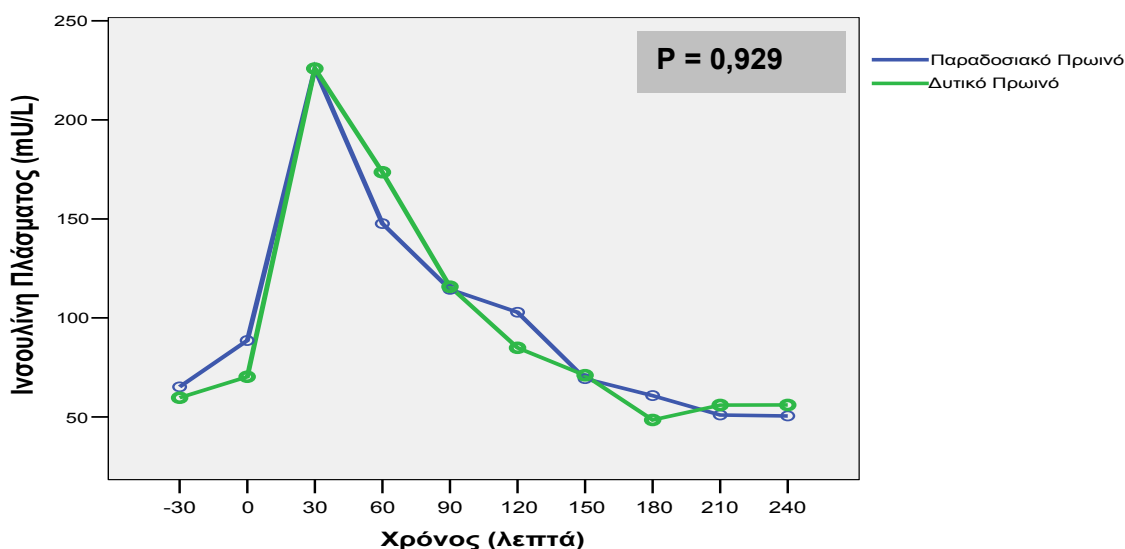
Διάγραμμα 6



Ινσουλίνη

Όπως και με την γλυκόζη, οι αλλαγές στα επίπεδα της ινσουλίνης δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο ομάδων κατά τη διάρκεια των 4 ωρών ($p = 0,929$). Τα επίπεδα της ινσουλίνης ήταν χαμηλά πριν την κατανάλωση και των δυο πρωινών (παραδοσιακό πρωινό $65,2 \pm 26,1 \text{ mU/L}$, δυτικού τύπου πρωινό $59,7 \pm 26,1 \text{ mU/L}$, $p = 0,571$), αυξήθηκαν 30' μετά την κατανάλωση του πρωινού φθάνοντας στα $225,8 \pm 153,1 \text{ mU/L}$ μετά την κατανάλωση του παραδοσιακού πρωινού και $225,8 \pm 127,9 \text{ mU/L}$ μετά την κατανάλωση του δυτικού πρωινού, στα μέγιστα δηλαδή επίπεδα ινσουλίνης στο πλάσμα. Μετά το σημείο αυτό ακολούθησε μείωση των επιπέδων ινσουλίνης, τα οποία επανήλθαν κοντά στα αρχικά επίπεδα, δηλαδή $60,8 \pm 34,9 \text{ mU/L}$ για το παραδοσιακό πρωινό και $48,5 \pm 22,6 \text{ mU/L}$ για το δυτικού τύπου πρωινό 120' μετά την κατανάλωση τροφής ($p = 0,267$) και παρέμειναν στα επίπεδα αυτά για τα τελευταία 120' της δοκιμασίας ($p > 0,05$) (διάγραμμα 7).

Διάγραμμα 7

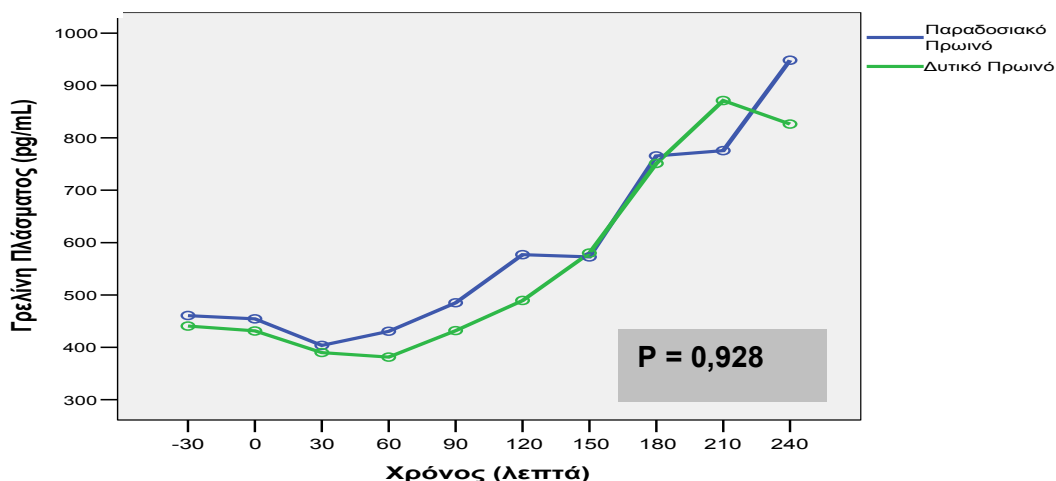


Γρελίνη

Τα επίπεδα της γρελίνης πλάσματος επίσης δεν βρέθηκε να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανάμεσα στην πρόσληψη των δυο πρωινών, κατά την διάρκεια της δοκιμασίας ($p = 0,928$). Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 8, τη στιγμή που οι εθελοντές κατανάλωσαν το παραδοσιακό και το δυτικού τύπου πρωινό η συγκέντρωση γρελίνης στο πλάσμα ήταν $454,4 \pm 182,8 \text{ pg/mL}$ και $431,2 \pm 201,8 \text{ pg/mL}$ αντίστοιχα ($p = 0,736$). Μία ώρα μετά, οι συγκεντρώσεις γρελίνης μειώθηκαν στα $430,6 \pm 151,4 \text{ pg/mL}$ και $381,3 \pm 111,9 \text{ pg/mL}$ αντίστοιχα ($p = 0,273$), ενώ στη συνέχεια άρχισε η σταδιακή αύξηση των επιπέδων γρελίνης, η οποία και συνεχίστηκε για όλη την διάρκεια της δοκιμασίας, φθάνοντας στις μέγιστες συγκεντρώσεις 240' μετά την κατανάλωση του παραδοσιακού πρωινού ($948,1 \pm 641,9 \text{ pg/mL}$) και 210' μετά την

κατανάλωση του δυτικού πρωινού ($875,3 \pm 722,2$ pg/mL). Οι συγκεντρώσεις γρελίνης δεν διέφεραν μεταξύ των δύο τύπων πρωινού σε καμία επιμέρους στιγμή της δοκιμασίας ($p > 0,05$).

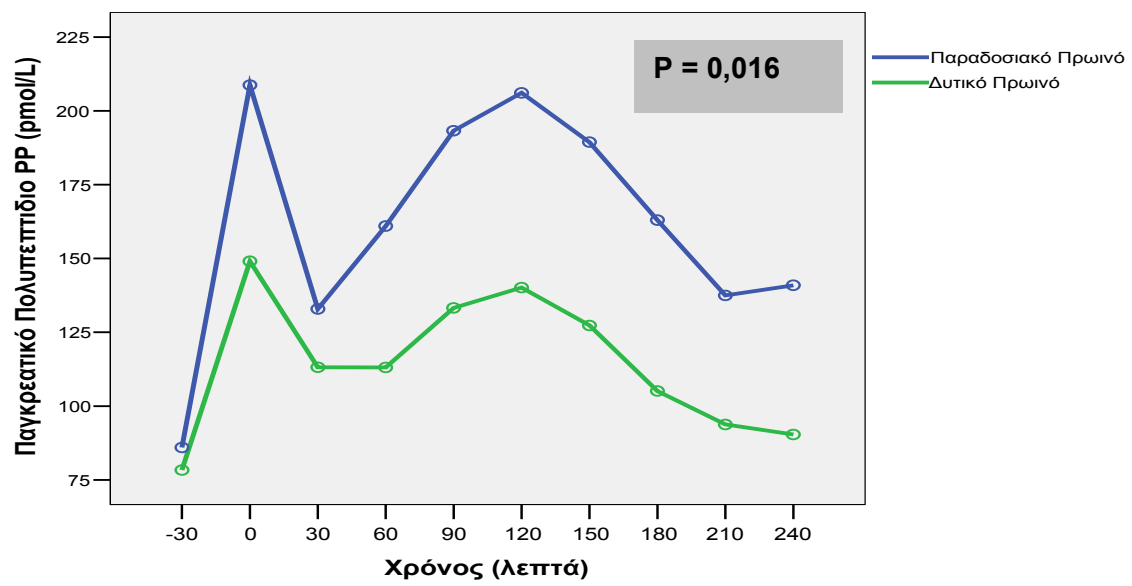
Διάγραμμα 8



Παγκρεατικό πολυπεπτίδιο (PP)

Τα επίπεδα του παγκρεατικού πολυπεπτιδίου (PP) διαφοροποιήθηκαν στατιστικά σημαντικά ανάμεσα στην πρόσληψη των δυο πρωινών, κατά την διάρκεια των τεσσάρων ωρών, με τα επίπεδα πλάσματος PP να είναι υψηλότερα μετά την πρόσληψη του παραδοσιακού πρωινού ($p = 0,016$). Πιο συγκεκριμένα, οι εθελοντές ξεκινάνε και τις δύο δοκιμασίες με χαμηλά επίπεδα PP (παραδοσιακό πρωινό $86 \pm 46,4$ pmol/L, δυτικού τύπου πρωινό $78,3 \pm 43,3$ pmol/L, $p = 0,628$). Με την κατανάλωση του παραδοσιακού πρωινού οι τιμές αυξάνονται σημαντικά στα $208,7 \pm 96,7$ pmol/L, ενώ με την πρόσληψη του δυτικού πρωινού αυξάνεται στα $149,1 \pm 49,1$ pmol/L ($p = 0,036$). Στα επόμενα 30' τα επίπεδα του PP μειώνονται στα $132,9 \pm 55,8$ pmol/L και στα $113,2 \pm 45,9$ pmol/L αντίστοιχα ($p = 0,282$). Ακολουθεί άλλη μια άνοδος των επιπέδων στα επόμενα 90' έως την τιμή $132,9 \pm 55,8$ pmol/L στην δοκιμασία που τα άτομα που έφαγαν το παραδοσιακό πρωινό και στα $132,9 \pm 55,8$ pmol/L όταν κατανάλωσαν το δυτικό πρωινό ($p = 0,026$). Από τον σημείο αυτό και μετά τα επίπεδα PP στο πλάσμα μειώθηκαν και για τις δύο ομάδες με κατώτερη τιμή τα $137,5 \pm 74,5$ pmol/L, 210' μετά κατανάλωση του παραδοσιακού πρωινού και τα $90,5 \pm 40,5$ pmol/L 240' μετά την κατανάλωση του δυτικού τύπου πρωινού (διάγραμμα 9)

Διάγραμμα 9



ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην μελέτη αυτή διερευνήθηκε το αν και κατά πόσο ένα «παραδοσιακού τύπου» πρωινό γεύμα υψηλής περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες, σε σύγκριση με ένα «δυτικού τύπου» πρωινό γεύμα χαμηλής περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες, επιδρά στην πρόσληψη τροφής, στο αίσθημα της πείνας και του κορεσμού, στη διάθεση για πρόσληψη τροφής και στα επίπεδα της γλυκόζης καθώς και ορμονών και πεπτιδίων που σχετίζονται με την όρεξη, και συγκεκριμένα της γρελίνης, της ινσουλίνης και του παγκρεατικού πολυπεπτιδίου. Κατά τον σχεδιασμό της έρευνας, βασική μέριμνα ήταν, καταρχάς, η προσομοίωση «πραγματικών συνθηκών ζωής», για το λόγο αυτό επιλέχθηκαν τροφίμων στα πρωινά γεύματα, τα οποία καταναλώνονται ευρέως και αποτελούν σύνηθες επιλογές, αντί για πειραματικές φόρμουλες ή συμπληρώματα διατροφής,. Δεύτερον, επιχειρήθηκε η διερεύνηση της επίδρασης της κατανάλωσης πρωινού πλούσιου σε διαιτητικές ίνες τόσο στο υποκειμενικό αίσθημα της πείνας, της πληρότητας, της διάθεσης για πρόσληψη τροφής, όσο και στο αντικειμενικό αποτέλεσμα της διαιτητικής πρόσληψης στα επόμενα γεύματα, καθώς και, τέλος, η εξήγηση των παραπάνω υποκειμενικών και αντικειμενικών ευρημάτων, με την καταγραφή των μεταβολών σε ορμονικούς και βιοχημικούς δείκτες. Βρέθηκε ότι μετά την κατανάλωση του πρωινού υψηλής περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες, τα άτομα είχαν μια τάση να καταναλώνουν μικρότερα ποσά ενέργειας ($p=0,114$) στην διάρκεια της υπόλοιπης ημέρας. Η τάση αυτή έγινε στατιστικά σημαντική ως προς την ενεργειακή πρόσληψη ($p=0,04$), μετά από διόρθωση ως προς τις θερμίδες που κατανάλωσαν την προηγούμενη ημέρα του πειράματος. Το εύρημα αυτό ενισχύεται και από την υποκειμενική αξιολόγηση για την διάθεση πρόσληψης τροφής, που ήταν σημαντικά μικρότερη στο παραδοσιακό πρωινό. Επιπλέον η κατανάλωση του παραδοσιακού πρωινού, σε σχέση με το δυτικού τύπου πρωινό, προκάλεσε στατιστικά σημαντική μεγαλύτερη αύξηση των επιπέδων παγκρεατικού πολυπεπτιδίου στο πλάσμα. Παρόλα αυτά τα επίπεδα των συγκεντρώσεων της γλυκόζης, της ινσουλίνης και της γρελίνης, δεν βρέθηκε να διαφέρουν μετά την κατανάλωση των δύο διαφορετικών πρωινών.

Η επίδραση της σύστασης του πρωινού γεύματος στο αίσθημα της πείνας, στη πρόσληψη ενέργειας και σε βιοχημικούς δείκτες έχει διερευνηθεί και σε προηγούμενες μελέτες. Στην έρευνα των Stubbs et al (1996) που συγκρίθηκε η επίδραση της κατανάλωσης τριών ισοθερμιδικών πρωινών, υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες, σε λιπίδια και σε υδατάνθρακες αντίστοιχα, στο αίσθημα της πείνας, του κορεσμού, της όρεξης και στην πρόσληψη ενέργειας, φάνηκε ότι η υποκειμενική πείνα ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερη στην ομάδα που κατανάλωσε πρωινό υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες, σε σχέση με τα πρωινά υψηλής περιεκτικότητας σε λιπίδια και σε υδατάνθρακες. Παρόλα αυτά δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στην πρόσληψη ενέργειας ούτε στο μεσημεριανό γεύμα που ακολούθησε, ούτε στην ενεργειακή πρόσληψη της υπόλοιπης ημέρας. Την ίδια περίοδο, οι

Blom και συνεργάτες παρατήρησαν ότι η κατανάλωση πρωινού υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες οδήγησε σε μικρότερη αύξηση των επιπέδων γρελίνης και μεγαλύτερη αύξηση των επιπέδων χολοκυστοκινίνης και γλυκαγόνης συγκριτικά με την κατανάλωση πρωινού υψηλής περιεκτικότητας σε λίπος. Η κατανάλωση πρωινού υψηλής περιεκτικότητας σε λίπος προκαλεί σημαντικά μεγαλύτερη αύξηση των επιπέδων γρελίνης και εντονότερα αισθήματα πείνας και όρεξης έναντι της κατανάλωσης πρωινού πλούσιο σε υδατάνθρακες (Monteleone et al, 2003).

Όσον αφορά την επίδραση του είδους των υδατανθράκων του πρωινού, δεν υπάρχουν πολλές αναφορές στην βιβλιογραφία. Σε μια διασταυρούμενη μελέτη των Pasmán και συνεργατών (2002) σε 26 υγιείς άνδρες που κατανάλωσαν 2 ισοθερμιδικά πρωινά, με απλούς και σύνθετους υδατάνθρακες, βρέθηκε ότι μετά την κατανάλωση του πρωινού με τους σύνθετους υδατάνθρακες, τα επίπεδα των συγκεντρώσεων της γλυκόζης και της ινσουλίνης και το αίσθημα της πείνας και της όρεξης μειώθηκαν στατιστικά σημαντικά, συγκριτικά με την κατανάλωση του πρωινού με τους απλούς υδατάνθρακες. Παρόλα αυτά πέρα από την υποκειμενική αξιολόγηση της πείνας, δεν αξιολογήθηκε η πρόσληψη τροφής στο επόμενο γεύμα. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής, όσον αφορά το αίσθημα της πείνας έρχονται σε συμφωνία με τα ευρήματα της έρευνας μας. Ωστόσο στην μελέτη μας έγινε και αξιολόγηση της πρόσληψης ενέργειας στο επόμενο γεύμα, όπου φάνηκε πως όταν οι εθελοντές κατανάλωσαν το παραδοσιακό πρωινό είχαν μια τάση να προσλάβουν λιγότερη ποσότητα ενέργειας. Η επίδραση αυτή έγινε στατιστικά σημαντική στο τέλος της ημέρας.

Πλήθος μελετών έχουν ερμηνεύσει την επίδραση ενός γεύματος, όχι με τη μορφή πρωινού, στα αισθήματα της πείνας και του κορεσμού καθώς επίσης και στην ενεργειακή πρόσληψη του επόμενου γεύματος. Στο μεγαλύτερο μέρος τους, οι μελέτες αυτές είναι βραχυπρόθεσμες δοκιμές σίτισης, όπου χρησιμοποιείται ένα πρωτόκολλο εμπλουτισμού του γεύματος με διαιτητικές ίνες. Η υψηλή περιεκτικότητα των γευμάτων αυτών σε ίνες επιτυγχάνεται είτε με την εισαγωγή διαιτητικών ινών, είτε με τη χρήση τροφίμων υψηλής περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες ή με ένα συνδυασμό και των δύο. Παρά τις διαφορές στον τρόπο χορήγησής τους, μεγάλος αριθμός μελετών, συμφωνώντας με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης, υποδεικνύουν ηπιότερο αίσθημα πείνας και μεγαλύτερο κορεσμό μετά την κατανάλωση γεύματος υψηλής περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες (Burley et al. 1987 and 1993, Cybulski et al. 1992, Di Lorenzo et al. 1988, French and Read 1994, Gustafsson et al. 1995, Leathwood and Pollet 1988, Rigaud et al. 1997, Tomlin 1995). Σε ό,τι αφορά την πρόσληψη ενέργειας στο επόμενο γεύμα υπήρχαν ευρήματα που ταυτίζονται με την έρευνά μας, παρουσιάζοντας μείωση στη κατανάλωση φαγητού (Rigaud et al. 1997). Η επίδραση της κατανάλωσης των διαιτητικών ινών στον έλεγχο της προσλαμβανόμενης ενέργειας φαίνεται πως επιτυγχάνεται, μέσω της πρόκλησης του ανώτερου αισθήματος κορεσμού και πληρότητας στομάχου (Blundell & Burkley 1987). Το αυξημένο αίσθημα κορεσμού και πληρότητας είναι

ερεθίσματα που οδηγούν στην διακοπή πρόσληψης ενέργειας, κατά την διάρκεια ενός γεύματος, αλλά και στην αποφυγή κατανάλωσης τροφής στα διαστήματα ανάμεσα από δυο γεύματα. Ακόμη όταν οι διαιτητικές ίνες προστεθούν σε ένα γεύμα, λόγω της χημικής τους σύστασης, αυξάνουν τον όγκο του γεύματος και κατά συνέπεια μειώνουν την ενεργειακή πυκνότητα του γεύματος. Οι αλλαγές αυτές έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση στο χρόνο γαστρικής κένωσης, δηλαδή το χρόνο που χρειάζεται στο περιεχόμενο του στομάχου να περάσει στο λεπτό έντερο, διατηρώντας το αίσθημα πληρότητας για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Ακόμη επηρεάζουν την πέψη και απορρόφηση θρεπτικών ουσιών στο έντερο (υδατάνθρακες και λιπίδια).

Αξιοσημείωτη είναι η διαφορά που βρέθηκε στις αλλαγές των επιπέδων PP στο πλάσμα κατά τη διάρκεια των 4 ωρών ανάμεσα στην κατανάλωση των δυο πρωινών. Φάνηκε ότι η κατανάλωση του παραδοσιακού πρωινού αυξάνει περισσότερο και διατηρεί σε υψηλότερα επίπεδα τις συγκεντρώσεις PP. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 7 τα επίπεδα του PP αυξάνονται αμέσως μετά την κατανάλωση του πρωινού. Η αύξηση αυτή έχει παρατηρηθεί και σε άλλες μελέτες και είναι πλέον αποδεκτό ότι η έκκριση του PP ενεργοποιείται από την πρόσληψη θερμίδων (Track, 1980 – Adrian, 1976).

Όσον αφορά τώρα τα επίπεδα PP και την επίδραση στην όρεξη, μελέτες με ενδοφλέβιες εγχύσεις PP στο πλάσμα, έδειξαν μείωση του αισθήματος της πείνας και στη πρόσληψη τροφής, με μια μάλιστα δόσοεξαρτώμενη σχέση (Batterham et al, 2003b Jesudason et al 2006). Οι μηχανισμοί με τους οποίους μπορεί το PP να αναστέλλει την ενεργειακή πρόσληψη έχουν προταθεί ότι είναι, τόσο κεντρικοί όσο και περιφερειακοί. Υπάρχουν αναφορές για την δράση του PP στον Υ4 υποδοχέα που βρίσκεται σε περιοχές του εγκεφάλου, σημαντικές για τον έλεγχο της όρεξης (Bard, 2005). Ωστόσο δεν έχει βρεθεί ο ακριβής μηχανισμός δράσης. Επίσης, έχει παρατηρηθεί μείωση της γαστρικής κένωσης σε τρωκτικά (Asakawa, 2003), ενώ προσφάτως παρατηρήθηκε σε αδύνατους άνδρες και γυναίκες (Adrian, 1976). Μάλιστα από τις ορμόνες που εκκρίνονται μεταγευματικά, ούτε η ινσουλίνη (Hasler WL, 1995) αλλά ούτε η γλυκαγόνη και η σωματοστατίνη φαίνεται να μειώνουν το χρόνο γαστρικής κένωσης (Hasler WL, 1995). Άρα η κεντρική και περιφερειακή επίδραση των υψηλών επιπέδων PP μπορεί να εξηγήσει την μείωση τη ενεργειακής πρόσληψης. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονίσουμε πως ίσως τα υψηλά επίπεδα PP να μας οδηγούν όχι μόνο στην μειωμένη ενεργειακή πρόσληψη στο αμέσως επόμενο γεύμα, αλλά η δράση αυτή να παραμένει για περισσότερη ώρα. Η πρόταση αυτή έγινε από ερευνητές, οι οποίοι παρατήρησαν η μειωμένη ενεργειακή πρόσληψη επιτευχθεί παρόλο που τα επίπεδα PP είχαν επιστρέψει στα αρχικά χαμηλά επίπεδα στην αρχή του γεύματος (Batterham et al, 2003b Jesudason et al 2006). Μια πιθανή εξήγηση για την δράση αυτή, υποστηρίζει ότι η κεντρική δράση του PP εμπλέκεται σε 'μονοπάτια' που επηρεάζουν την όρεξη μέσω της επίδρασης

στην έκφραση γονιδίων ορεξιογόνων πεπτιδίων όπως το νευροπεπτίδιο Υ (Asakawa, 2003). Η καθυστέρηση μεταξύ της ορμονολογικής σηματοδότησης και της έκφρασης κάποιων γονιδίων, μπορεί να αποτελεί μια εξήγηση για την καθυστερημένη επίδραση των αυξημένων επιπέδων PP στην όρεξη. Παρόλα αυτά απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την επίδραση των επιπέδων PP στην πρόσληψη ενέργειας.

Στην μελέτη αυτή, παρατηρήθηκαν ανάλογες απαντήσεις στα επίπεδα ινσουλίνης και γλυκόζης μετά την κατανάλωση των δύο διαφορετικών πρωινών. Τα επίπεδα γλυκόζης και ινσουλίνης δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο πρωινών, τόσο κατά την διάρκεια των τεσσάρων ωρών όσο και στις επιμέρους χρονικές στιγμές. Το εύρημα αυτό είναι σε αντίθεση με αποτελέσματα άλλων μελετών, οι οποίες δείχνουν στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα γλυκόζης και ινσουλίνης ανάμεσα στην κατανάλωση των δύο πρωινών, τουλάχιστον την χρονική στιγμή που φθάνουν τα ανώτερα επίπεδα τους στο πλάσμα (Pasman et al 2002- Blom et al 2005). Επίσης παρατηρούμε, πως τα ανώτερα επίπεδα της γλυκόζης και της ινσουλίνης στο αίμα καταγράφηκαν την ίδια ακριβώς χρονική στιγμή, δηλαδή 30' μετά την κατανάλωση γεύματος. Το εύρημα αυτό μας δημιουργεί έναν προβληματισμό, αφού όπως γνωρίζουμε τα επίπεδα ινσουλίνης αυξάνονται ως απάντηση των υψηλών συγκεντρώσεων γλυκόζης στο αίμα. Άρα αναμέναμε πως οι συγκεντρώσεις ινσουλίνης θα έφθαναν στα ανώτερα επίπεδα τους λίγο αργότερα από την χρονική στιγμή που θα είχαμε τις μέγιστες συγκεντρώσεις γλυκόζης στο πλάσμα. Η καθυστερημένη απάντηση της ινσουλίνης ίσως να μην φάνηκε λόγω του χρονικού διαστήματος μεταξύ των αιμοληψιών. Υποθέτουμε, δηλαδή, ότι η συλλογή δείγματος αίματος κάθε 15' μετά την κατανάλωση πρωινού, ίσως να βοηθούσε στην καλύτερη καταγραφή των μέγιστων συγκεντρώσεων της ινσουλίνης και της γλυκόζης, οι οποίες μπορεί να ήταν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Ωστόσο, κάτι τέτοιο όμως θα αύξανε τον αριθμό των αιμοληψιών στις 20, κατά την διάρκεια των τεσσάρων ωρών της δοκιμασίας, γεγονός που θα δημιουργούσε τεχνικές δυσκολίες στην υλοποίηση του προγράμματος.

Τα επίπεδα γρελίνης στο αίμα δεν διέφεραν μετά την κατανάλωση των δύο διαφορετικών πρωινών κατά την διάρκεια των 4 ωρών της δοκιμασίας. Η γρελίνη, ως ορεξιογόνος ορμόνη, έχει δειχθεί να έχει θετική επίδραση στο αίσθημα της πείνας και στην πρόσληψη τροφής (Cuntz et al., 2002). Κάτι τέτοιο δεν επιβεβαιώθηκε στην παρούσα μελέτη. Παρόλο που τα επίπεδα γρελίνης δεν διέφεραν ανάμεσα στην κατανάλωση των δύο πρωινών, τα άτομα που κατανάλωσαν το παραδοσιακό πρωινό, είχαν μειωμένη διάθεση να φάνε και μια ισχυρή τάση να προσλάβουν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας, στο μεσημεριανό γεύμα. Βέβαια ο κύριος ρυθμιστής των επιπέδων γρελίνης στο αίμα φαίνεται είναι οι θερμίδες, αφού τα επίπεδα της μειώνονται στατιστικά σημαντικά μετά την κατανάλωση τροφής (Nakazato, 2005- Wren AM, 2001). Έτσι τα δύο πρωινά που καταναλώθηκαν στην μελέτη μας ήταν ισοθερμιδικά και προκάλεσαν παρόμοια επίδραση στις συγκεντρώσεις γρελίνης. Επίσης, έχει δειχθεί ότι οι

συγκεντρώσεις γρελίνης καθορίζονται και από τα επίπεδα ινσουλίνης στο πλάσμα (Bloom et al 2005, Erdmann et al, 2004). Καθώς λοιπόν τα επίπεδα ινσουλίνης δεν βρέθηκε να διαφέρουν ανάμεσα στην κατανάλωση των δυο πρωινών, σε καμία επιμέρους χρονική στιγμή της δοκιμασίας, φαίνεται να μην προκάλεσαν σημαντικές διαφορές και στα επίπεδα γρελίνης. Μελέτες που να εξετάζουν την κατανάλωση ινών στα επίπεδα PP σε ανθρώπους δεν υπάρχουν. Ωστόσο, όταν χορηγήθηκε σε χοίρους γεύμα σε υψηλής περιεκτικότητας σε πύτουρο, προκάλεσε μεγαλύτερα επίπεδα σεκρετίνης, σωματοστατίνης και PP στο πλάσμα (Langlois et al, 1986). Πιθανή εξήγηση είναι ότι όταν ένα γεύμα είναι πλούσιο σε διαιτητικές ίνες ίσως να διεγείρει την παγκρεατική έκκριση και έτσι να αυξάνει τις συγκεντρώσεις των παγκρεατικών ενζύμων στο πλάσμα. Παρόλα αυτά απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την επίδραση των επιπέδων PP στην πρόσληψη ενέργειας και την επίδραση των θρεπτικών συστατικών στα επίπεδα PP.

Από τα παραπάνω, θα μπορούσε κανείς να συμπεράνει ότι η κατανάλωση διαιτητικών ινών επιδρά στη διάθεση για κατανάλωση τροφής (και πιθανότατα στην όρεξη) και στην πρόσληψη ενέργειας, μέσω ενός μηχανισμού ανεξάρτητου από τα επίπεδα γλυκόζης, ινσουλίνης και γρελίνης, που στηρίζεται τόσο τις επιδράσεις των ινών στο γαστρεντερικό όσο και στην ανορεξιογόνο δράση του PP.

Η παρούσα μελέτη είχε πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Το κυριότερο πλεονέκτημα της μελέτης ήταν ότι σχεδιάστηκε, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, έτσι ώστε να προσεγγίζει τις πραγματικές συνήθειες των εθελοντών. Επίσης, το δείγμα αποτελούσαν αποκλειστικά υγιείς μη παχύσαρκοι άνδρες, οι οποίοι δεν κάπνιζαν, είχαν χαμηλή βαθμολογία στο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης διαιτητικής συμπεριφοράς, δεν ήταν αθλητές και δεν γνώριζαν τον πραγματικό σκοπό της μελέτης αλλά είχαν ενημερωθεί ότι θα συμμετέχουν σε μία κλινική δοκιμή για την επίδραση δύο διαφορετικών τύπου πρωινού στα επίπεδα τριγλυκεριδίων στο αίμα. Οι προϋποθέσεις αυτές ήταν απαραίτητες για να αποκλείσουμε την οποιαδήποτε επίδραση των συνηθειών των ατόμων, και κυρίως προβληματικών διαιτητικών συμπεριφορών στην πρόσληψη τροφής. Επίσης η κατανάλωση του πρωινού και του μεσημεριανού γεύματος πραγματοποιήθηκαν σε εργαστηριακό χώρο, δίνοντας μας την δυνατότητα να καταγράψουμε με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια την ενεργειακή πρόσληψη των ατόμων, χωρίς όμως να αποκλείουμε το γεγονός ότι ακριβώς αυτό το «εργαστηριακό» περιβάλλον μπορεί να οδήγησε σε τροποποιήσεις της συνήθους διαιτητικής πρόσληψης των ατόμων. Πρέπει επίσης να σημειωθεί, ότι το «χωρίς περιορισμό» γεύμα που προσφερόταν από μπουφέ αποτελεί ένα αξιόπιστο και αναπαραγώγημο εργαλείο αξιολόγησης της αυθόρμητης πρόσληψης ενέργειας (Gregersen et al, 2008).

Όσον αφορά τους μεθοδολογικούς περιορισμούς της έρευνας, σε αντίθεση με άλλες μελέτες που προσέφεραν γεύμα σε μορφή εμπλουτισμένου τροφίμου ή διαλύματος, έγινε χρήση τροφίμων, για των οποίων τη σύσταση οι πληροφορίες λαμβάνονταν από την ετικέτα του τροφίμου ή από λίστες σύστασης τροφίμων. Σε αυτήν την περίπτωση δεν έγινε έλεγχος της αξιοπιστίας των αναγραφόμενων στις ετικέτες των τροφίμων τιμές περιεκτικότητας θρεπτικών συστατικών. Η χρήση διαφορετικών τροφίμων σε κάθε πρωινό γεύμα ίσως να σχετίζεται με διαφορετικές διαδικασίες κατανάλωσης (μάσηση, χρόνος κατανάλωσης) που μπορεί να επηρέασαν κάποιες παραμέτρους αξιολόγησης. Ως προς την ενεργειακή πρόσληψη των εθελοντών την υπόλοιπη ημέρα, πήραμε οι πληροφορίες ελήφθησαν μέσω τηλεφωνικής ανάκλησης. Η μέθοδος αυτή, όταν σχεδιαστεί και διεξαχθεί σωστά, αξιολογεί το ίδιο αξιόπιστα την ενεργειακή πρόσληψη όπως και άλλες μέθοδοι και έχει συγχρόνως πολύ μικτό οικονομικό κόστος (Fox et al, 1992). Επιπλέον, δεν αξιολογήθηκε η ενεργειακή δαπάνη των εθελοντών τόσο την προηγούμενη ημέρα όσο και την υπόλοιπη ημέρα, δύο πιθανοί συγχυτικοί παράμετροι. Ωστόσο, έρευνα σε άνδρες έδειξε ότι η ενεργειακή πρόσληψη δεν επηρεάζεται και τόσο πολύ από την ενεργειακή δαπάνη, τουλάχιστον βραχυπρόθεσμα (διάρκεια 1-2 ημερών) (Stubbs, 2002). Επίσης, η παραμονή των εθελοντών στο χώρο του πειράματος για 24ώρες, ή οποία θα έλυne και όλα αυτά τα προβλήματα, δεν ήταν δυνατή. Άλλωστε κάτι τέτοιο θα παραβίαζε την καθημερινές συνήθειες των εθελοντών και πιθανότατα την ενεργειακή του πρόσληψη.

Συμπερασματικά, η κατανάλωση πρωινό γεύματος υψηλής περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες φαίνεται να επιδρά αρνητικά στην διάθεση πρόσληψη τροφής και να οδηγεί σε μειωμένη ενεργειακή πρόσληψη την υπόλοιπη ημέρα, συγκριτικά με την κατανάλωση ενός πρωινού χαμηλής περιεκτικότητας σε διαιτητικές ίνες. Η επίδραση στην διάθεση τροφής και στην πρόσληψη ενέργειας στο επόμενο γεύμα φαίνεται να σχετίζεται με τα υψηλά επίπεδα PP και να είναι ανεξάρτητη από τα επίπεδα γλυκόζης, ινσουλίνης και γρελίνης.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adrian, T. E., Bloom, S. R., Bryant, M. G., Polak, J. M., Heitz, P. H. & Barnes, A. J. 1976 Distribution and release of human pancreatic polypeptide. *Gut* 17, 940–944.
- Alfenas, Mattes Influence of Glycemic Index/Load on Glycemic Response, Appetite, and Food Intake in Healthy Humans 2005
- AM Johnstone¹, LM Ryan¹, CA Reid² and RJ Stubbs¹ Breakfasts high in monoglyceride or triglyceride: no differential effect on appetite or energy intake *European Journal of Clinical Nutrition* (1998) 52, 603±609
- Arosio, M., Ronchi, C. L., Gebbia, C., Cappiello, V., Beck- Peccoz, P. & Peracchi, M. 2003 Stimulatory effects of ghrelin on circulating somatostatin and pancreatic polypeptide levels. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 88, 701–704.
- Asakawa A, Inui A, Yuzuriha H, Ueno N, Katsuura G, Fujimiya M, Fujino MA, Nijima A, Meguid MM & Kasuga subtype receptor for pancreatic polypeptide, neuropeptide Y, and peptide YY. *J Biol Chem* 270, 26762–26765.
- Asakawa, A. et al. 2003 Characterization of the effects of pancreatic polypeptide in the regulation of energy balance. *Gastroenterology* 124, 1325–1336
- Bard JA, Walker MW, Branchek TA & Weinshank RL (1995) Cloning and functional expression of human Y4 M (2003) Characterization of the effects of pancreatic polypeptide in the regulation of energy balance. *Gastroenterology* 124, 1325–1336.
- Bazzano LA, Song Y, Bubes V, Good CK, Manson JE, Liu S. Dietary intake of whole and refined grain breakfast cereals and weight gain in men. *Obes Res.* 2005;13(11):1952–1960.
- Berntson, G.G., Zipf, W.B., O'Dorisio, T.M., Hoffman, J. A. & Chance, R.E. 1993 Pancreatic polypeptide infusions reduce food intake in Prader–Willi syndrome. *Peptides* 14, 497–503.
- Bing C, Wang W, Pickavance L, Williams G. The central regulation of energy homeostasis: roles of neuropeptide Y and other brain peptides. *Biochem Soc Trans* 1996; 24: 559–565.
- Blom WA, Stafleu A, de Graf C, Kok FJ. Ghrelin response to carbohydrate – enriched breakfast is related to insulin. *Am J Clin Nutr* 81: 367–375, 2005
- Blom WA, Lluch A, Stafleu A, Vinoy S, Holst JJ, Schaafsma G & Hendriks HF (2006) Effect of a high-protein breakfast on the postprandial ghrelin response. *Am J Clin Nutr* 83, 211–220.
- Blundell, J. E. & Burley, V. J. (1987) Satiation, satiety and the action of fibre on food intake. *Int. J. Obes.* 11: 9–25.
- Blundell, J. E., Lawton, C. L., Cotton, J. R. & Macdiarmid, J. I. (1996) Control of human appetite: implications for the intake of dietary fat. *Annu. Rev. Nutr.* 16: 285–319.
- Calbet JA, Holst JJ. Gastric emptying, gastric secretion and enterogastric response after administration of milk proteins or their peptide hydrolysates in humans. *Eur J Nutr* 2004;43:127–39.
- Cho S, Dietrich M, Brown CJP, Clark CA, Block G. The effect of breakfast type on total daily energy intake and body mass index: results from the third national health and nutrition examination survey. *J Am Coll Nutr* 2003;22:296 –302.
- County Study: behavioral and demographic risk factors. *Am J Public Health.* 1987; 77(3):307–312.

- Crovetti R, Porrini M, Santangelo A, Testolin G. The influence of thermic effect of food on satiety. *Eur J Clin Nutr* 1998;52:482– 8.
- Cummings DE, Clement K, Purnell JQ, et al. Elevated plasma ghrelin levels in Prader Willi syndrome. *Nat Med* 2002;8:643–4.
- Cummings DE, Purnell JQ, Frayo RS, Schmidova K, Wisse BE & Weigle DS (2001) A preprandial rise in plasma ghrelin levels suggests a role in meal initiation in humans. *Diabetes* 50, 1714-1719.
- Cummings DE, Weigle DS, Frayo RS, Breen PA, Ma MK, Dellinger EP & Purnell JQ (2002) Plasma ghrelin levels after diet-induced weight loss or gastric bypass surgery. *N Engl J Med* 346, 1623-1630.
- Cuntz U, Fruhauf E, Wawarta R, Tschop M, Folwaczny C, Riepl R, Lehnert P, Fichter M & Otto B (2002) A role for the novel weight-regulating hormone ghrelin in anorexia nervosa. *Am Clin Lab* 21, 22-23.
- Cybulski, K. A., Lachaussee, J. & Kissileff, H. R. (1992) The threshold for satiating effectiveness of psyllium in a nutrient base. *Physiol. Behav.* 51: 9–93.
- De Graaf, Bloom, Smeets et al. Biomarkers of satiation and satiety. *Am J Clin Nutr* 2004;79:946-61
- de Graaf C, Jas P, van der Kooy K, Leenen R. Circadian rhythms of appetite at different stages of a weight loss programme. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1993;17:521–6.
- Di Lorenzo, C., Williams, C. M., Hajnal, F. & Valenzuela, J. E. (1988) Pectin delays gastric emptying and increases satiety in obese subjects. *Gastroenterology* 95: 1211–1215.
- Druce MR, Small CJ, Bloom SR. Minireview: gut peptides regulating satiety. *Endocrinology* 2004; 145: 2660–2665.
- Dubuc G, Phinney S, Stern J, Havel P. Changes of serum leptin and endocrine and metabolic parameters after 7 days of energy restriction in men and women. *Metabolism* 1998;47:429–34.
- Ekblad, E. & Sundler, F. 2002 Distribution of pancreatic polypeptide and peptide YY. *Peptides* 23, 251–261.
- Erdmann J, Topsch R, Lippl F, CussmannP, and Schusdziarra V. Prosprandial response of plasma ghrelin levelw to vatiouw test meals in relationship to food intake, plasma insukin, and glukose. *J Clin Endocrinol Metab* 89: 3048-3054, 2004
- Erdmann J, Lippl F & Schusdziarra V (2003) Differential effect of protein and fat on plasma ghrelin levels in man. *Regul Pept* 116, 101-107.
- Flint A,Raden A, Blyndell J, Astrub A,.Reproducibility, power and validity of visual analogue scale in assessment of appetite sensations in single test meals studies. *IntJ Obes Relat M etab Disord* 2000; 24:38 –48.
- Fox TA, Heimendinger J, Block G. Telephone surveys as a method for obtaining dietary information: a review. *J Am Diet Assoc.* 1992; 92: 729-32.
- French, S. J. & Read, N. W. (1994) Effect of guar gum on hunger and satiety after meals of differing fat content: relationship with gastric emptying. *Am. J.Clin. Nutr.* 59: 87–91.
- Fujimoto, S. et al. 1997 Increased cholecystokinin and pancreatic polypeptide responses to a fat-rich meal in patients with restrictive but not bulimic anorexia nervosa. *Biol. Psychiatry* 41, 1068–1070.

- Funakoshi, A., Miyazaki, K. & Nawata, H. 1989 Effect of secretin and caerulein on pancreatic polypeptide and on insulin secretion from the isolated perfused ventral area of the rat pancreas. *Regul. Pept.* 24, 111–116.
- Gielkens HA, Verkijk M, Lam WF, Lamers CB, Masclee AA. Effects of hyperglycemia and hyperinsulinemia on satiety in humans. *Metabolism* 1998;47:321–4
- Glaser, B., Zoghlin, G., Pienta, K. & Vinik, A. I. 1988 Pancreatic polypeptide response to secretin in obesity:
- Gomez, G., Udupi, V. & Greeley Jr, G. H. 1997 Comparison of somatostatin and pancreastatin on secretion of gastrin, pancreatic polypeptide, and peptide YY. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 215, 165–167.
- Gregersen N, Flin Nt, Bitz C, Blundel JI, Raben A, Astrup A. Reproducibility and power of ad libitum energy intake assessed by repeated single meals. *Am J Clin Nutr* 2008;87:1277– 81.
- Gustafsson, K., Asp, N. G., Hagander, B., Nyman, M. & Schweizer, T. (1995) Influence of processing and cooking of carrots in mixed meals on satiety, glucose and hormonal response. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 46: 7–12.
- Gutzwiller J, Drewe J, Ketterer S, Hildebrand P, Krautheim A, Beglinger C Interaction between CCK and a preload on reduction of food intake is mediated by CCK-A receptors in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2000;279:R189 –95.
- Hall WL, Millward DJ, Long SJ, Morgan LM. Casein and whey exert different effects on plasma amino acid profiles, gastrointestinal hormone secretion and appetite. *Br J Nutr* 2003;89:239–48.
- Halton TL, Hu FB. The effects of high protein diets on thermogenesis, satiety and weight loss: a critical review. *J Am Coll Nutr* 2004;23:373– 85.
- Hasler WL, Soudah HC, Dulai G, Owyang C 1995 Mediation of hyperglycemiaevoked gastric slow-wave dysrhythmias by endogenous prostaglandins. *Gastroenterology*108:727–73
- Heini AF, KirkKA,Lara-Castro C, Weinsier RL. Relationship between hunger-satiety feelings and various metabolic parameters in women with obesity during controlled weight loss. *Obes Res* 1998;6:225–30.
- Holt SH, Miller JC, Petocz P, Farmakalidis E. A satiety index of common foods. *Eur J Clin Nutr* 1995;49:675–90.
- Inui, A., Mizuno, N., Ooya, M., Suenaga, K., Morioka, H., Ogawa, T., Ishida, M. & Baba, S. 1985 Cross reactivities of neuropeptide Y and peptide YY with pancreatic polypeptide antisera: evidence for the existence of pancreatic polypeptide in the brain. *Brain Res.* 330, 386–389.
- Jorde, R. & Burhol, P. G. 1984 Fasting and postprandial plasma pancreatic polypeptide (PP) levels in obesity. *Int. J. Obes.* 8, 393–397.
- Kamegai J, Tamura H, Shimizu T, Ishii S, Sugihara H, Wakabayashil. Chronic central infusion of ghrelin increases hypothalamic europeptide Y and Agouti-related protein mRNA levels nd body weight in rats. *Diabetes* 2001; 50: 2438–2443.
- Katsuura, G., Asakawa, A. & Inui, A. 2002 Roles of pancreatic polypeptide in regulation of food intake. *Peptides* 23, 323–329.
- Kissileff HR, Carretta JC, Geliebter A, Pi-Sunyer FX. Cholecystokinin GHRELIN IN RESPONSE TO MILK PROTEIN Downloaded from www.ajcn.org by on July 29, 2008 and stomach

- distension combine to reduce food intake in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2003;285:R992–8.
- Korbonits M, Goldstone AP, Gueorguiev M, Grossman AB. Ghrelin – a hormone with multiple functions. *Front Neuroendocrinol* 2004; 25: 27–68.
- Langois A, Corring T, Février C. Effects of wheat bran on exocrine pancreas secretion in the pig. *Repr Nutr Dev* 1987;27(5):929-39
- Larsson, L. I., Sundler, F. & Hakanson, R. 1975 Immunohistochemical localization of human pancreatic polypeptide (HPP) to a population of islet cells. *Cell Tissue Res.* 156, 167–171.
- Lassmann, V., Vague, P., Vialettes, B. & Simon, M. C. 1980 Low plasma levels of pancreatic polypeptide in obesity. *Diabetes* 29, 428–430.
- Lavin JH, Wittert G, Sun WM, Horowitz M, Morley JE, Read NW. Appetite regulation by carbohydrate: role of blood glucose and gastrointestinal hormones. *Am J Physiol* 1996;271:E209–14.
- Lavin JH. Interaction of insulin, glucagon-like peptide 1, gastric inhibitory polypeptide, and appetite in response to intraduodenal carbohydrate. *Am J Clin Nutr* 1998;68:591–8.
- Lawrence CB, Snape AC, Baudoin FM, Luckman SM. cute central ghrelin and GH secretagogues induce feeding and activate brain appetite centers. *Endocrinology* 2002; 143: 155–162.
- Leathwood, P. & Pollet, P. (1988) Effects of slow release carbohydrates in the form of bean flakes on the evolution of hunger and satiety in man. *Appetite* 10:1–11.
- Lisa J. Moran, Natalie D. Luscombe-Marsh, Manny Noakes, Gary A. Wittert, Jennifer B. Keogh, and Peter M. Clifton The Satiating Effect of Dietary Protein Is Unrelated to Postprandial Ghrelin Secretion *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2005 90(9):5205–5211
- Ma Y, Bertone ER, Stanek EJ, et al. Association between eating patterns and obesity in a free-living US adult population. *Am J Epidemiol.* 2003;158(1):85–92.
- MacIntosh CG, Morley JE, Wishart J, et al. Effect of exogenous cholecystokinin (CCK)-8 on food intake and plasma CCK, leptin, and insulin concentrations in older and young adults: evidence for increased CCK activity as a cause of the anorexia of aging. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86:5830 –7.
- Malaisse-Lagae, F., Carpentier, J. L., Patel, Y. C., Malaisse, W. J. & Orci, L. 1977 Pancreatic polypeptide: a possible role in the regulation of food intake in the mouse. *Hypothesis. Experientia* 33, 915–917.
- Manuela PGM Lejeune, Klaas R Westerterp, Tanja CM Adam, Natalie D Luscombe-Marsh, and Margriet S Westerterp-Plantenga Ghrelin and glucagon-like peptide 1 concentrations, 24-h satiety, and energy and substrate metabolism during a high-protein diet and measured in a respiration chamber *Am J Clin Nutr* 2006;83:89 –94
- Mars M, de Graaf C, van Rossum CT, de Groot CPGM, Seidell JC, Kok FJ. Leptin and appetite responses induced by a four-day energy restriction; preliminary results. *Appetite* 2002;39:247(abstr)
- Masuda Y, Tanaka T, Inomata N, Kangawa K, Arvat E, Ghigo E, Casanueva FF, Dieguez C. Ghrelin stimulates gastric acid secretion and motility in rats. *Biochem Biophys Res Commun* 2000; 276: 905–908.
- Maureen T. Timlin, PhD, RD, and Mark A. Pereira, PhD Breakfast Frequency and Quality in the Etiology of Adult Obesity and Chronic Diseases June 2007(I): 268–281

- Meiselman HL, MacFie HJ, eds. Food choice, acceptance and consumption. London: Blackie Academic & Professional, 1996:83–104.
- Meryn, S., Stein, D. & Straus, E.W. 1986 Fasting- and mealstimulated peptide hormone concentrations before and after gastric surgery for morbid obesity. *Metabolism* 35,798–802.
- Mikkelsen PB, Toubro S, Astrup A. Effect of fat-reduced diets on 24-h energy expenditure: comparisons between animal protein, vegetable protein, and carbohydrate. *Am J Clin Nutr* 2000;72:1135– 41.
- Mochiki, E., Inui, A., Satoh, M., Mizumoto, A. & Itoh, Z. 1997 Motilin is a biosignal controlling cyclic release of pancreatic polypeptide via the vagus in fasted dogs. *Am. J. Physiol.* 272, G224–G232.
- Mohlig M, Spranger J, Otto B, Ristow M, Tschop M, Pfeiffer AF. Euglycemic hyperinsulinemia, but not lipid infusion, decreases circulating ghrelin levels in humans. *J Endocrinol Invest* 2002;25:RC36–8.
- Mori K, Yoshimoto A, Takaya K, Ohnuma N, Tanaka S, Itoh Z, Hosoda H, Kojima M, Kangawa K. Kidney produces a novel acylated peptide, ghrelin. *FEBS Lett* 2000; 486: 213–216.
- Nakazato M, Murakami N, Date Y, Kojima M, Matsuo H, Kangawa K & Matsukura S (2001) A role for ghrelin in the central regulation of feeding. *Nature* 409, 194-198.
- Nakazato M, Murakami N, Date Y, Kojima M, Matsuo H, Kangawa K & Matsukura S (2001) A role for ghrelin in the central regulation of feeding. *Nature* 409, 194-198.
- Nilsson M, Stenberg M, Frid AH, Holst JJ, Bjorck IM. Glycemia and insulinemia in healthy subjects after lactose-equivalent meals of milk and other food proteins: the role of plasma amino acids and incretins. *Am J Clin Nutr* 2004;80:1246 –53.
- Monteloeone P, Bencivenga R, Longobandi N, Differential Responses of Circulating Ghrelin to High-Fat or High-Carbohydrate Meal in Healthy Women 2003 *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 88(11):5510–5514
- Riediger T, Traevert M, Schmid HA, Scheel C, Lutz TA, Scharrer E. Site-specific effects of ghrelin on the neuronal activity in the hypothalamic arcuate nucleus. *Neurosci Lett* 2003; 341:151–155.
- Rigaud, D., Paycha, F., Meulemans, A., Merrouche, M. & Mignon, M. (1997) Effect of psyllium on gastric emptying, hunger feeling and food intake in normal volunteers: a double blind study. *Eur. J. Clin. Nutr.* 52: 239–245.
- Roberts, S. B. (2000) High-glycemic index foods, hunger, and obesity: is there a connection? *Nutr. Rev.* 58: 163–169.
- Rodin J, Wack J, Ferrannini E, DeFronzo RA. Effect of insulin and glucose on feeding behavior. *Metabolism* 1985;34:826–31.
- Rogers P, Bluundell J. Effect of anorexic drugs on food intake and the micro- structure of eating in human subjects. *Psychopharmacology* 1979;66:159-65
- Rozin P. The socio-cultural context of eating and food choice. effects of glucose intolerance. *Horm. Metab. Res.* 20, 288–292.
- Schlundt DG, Hill JO, Sbrocco T, Pope-Cordle J, Sharp T. The role of breakfast in the treatment of obesity: a randomized clinical trial. *Am J Clin Nutr.* 1992;55(3):645–651.

- Schmidt, P. T., Naslund, E., Gryback, P., Jacobsson, H., Holst, J. J., Hilsted, L. & Hellstrom, P. M. 2005 A role for pancreatic polypeptide in the regulation of gastric emptying and short term metabolic control. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 90, 5241–5246.
- Schwartz MW, Woods SC, Porte D Jr, Seeley RJ, Baskin DG. Central nervous system control of food intake. *Nature* 2000; 404: 661–671.
- SD Poppitt^{1,2,3}, FE Leahy^{1,2}, GF Keogh^{1,2}, Y Wang², TB Mulvey², M Stojkovic², YK Chan^{1,2}, YS Choong², BH McArdle⁴ and GJS Cooper², 3 Effect of high-fat meals and fatty acid saturation on postprandial levels of the hormones ghrelin and leptin in healthy men *European Journal of Clinical Nutrition* (2006) 60, 77–84
- Shiia T, Nakazato M, Mizuta M, Date Y, Mondal MS, Tanaka M, Nozoe S, Hosoda H, Kangawa K & Matsukura S (2002) Plasma ghrelin levels in lean and obese humans and the effect of glucose on ghrelin secretion. *J Clin Endocrinol Metab* 87, 240–244.
- Sibilia V, Pagani F, Guidobono F, Hosoda K, Ariyasu H, Yahata K, Mukoyama M, Sugawara A, Hosoda H, Kojima M, Kangawa K, Nakao K. Evidence for a central inhibitory role of growth hormone secretagogues and ghrelin on gastric acid secretion in conscious rats. *Neuroendocrinology* 2002;75:92–97.
- Song WO, Chun OK, Obayashi S, Cho S, Chung CE. Is consumption of breakfast associated with body mass index in US adults? *J Am Diet Assoc.* 2005;105(9):1373–1382.
- Speechly DP, Buffenstein R. Appetite dysfunction in obese males: evidence for role of hyperinsulinaemia in passive overconsumption with a high fat diet. *Eur J Clin Nutr* 2000;54:225–33.
- Stubbs R, Hughes D, Johnstone A, et al. The use of visual analogue scale to assess motivation to eat in human subjects: a review of their reliability and validity with an evaluation of new hand-held computerized systems for temporal tracking of appetite ratings. *Br J Nutr* 2000;84:405–15
- Stubbs RJ, Sepp A, Hughes DA, Johnstone AM, Horgan GW, King N, Blundell J The effect of graded levels of exercise on energy intake and balance in free-living men, consuming their normal diet. *Eur J Clin Nutr.* 2002 Feb;56(2):129–40.
- Stubbs RJ, van Wyk MC, Johnstone AM, Harbon CG, Breakfasts high in protein, fat or carbohydrate: effect on within-day appetite and energy balance. *Eur J Clin Nutr.* 1996 Jul;50(7):409–17
- Tome D. Protein, amino acids and the control of food intake. *Br J Nutr* 2004;92(suppl):S27–30.
- Tomlin, J. (1995) The effect of the gel-forming liquid fibre on feeding behaviour in man. *Br. J. Nutr.* 74: 427– 436
- Toshinai K, Date Y, Murakami N, Shimada M, Mondal MS, Shimbara T, Guan JL, Wang QP, Funahashi H, Sakurai T, Shioda S, Matsukura S, Kangawa K, Nakazato M. Ghrelin-induced food intake is mediated via the orexin pathway. *Endocrinology* 2003; 144: 1506–1512.
- Track, N. S., McLeod, R. S. & Mee, A. V. 1980 Human pancreatic polypeptide: studies of fasting and postprandial plasma concentrations. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 58, 1484–1489.
- Uhe, A. M., Szmukler, G. I., Collier, G. R., Hansky, J., O'Dea, K. & Young, G. P. 1992 Potential regulators of feeding behavior in anorexia nervosa. *Am. J. Clin. Nutr.* 55, 28–32.
- Verdich C, Toubro S, Buemann B, Lysgard MJ, Juul HJ, Astrup A. The role of postprandial releases of insulin and incretin hormones in meal-induced satiety—effect of obesity and weight reduction. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001;25:1206–14.

- Weigle DS, Cummings DE, Newby PD, Breen PA, Frayo RS, Matthys CC, Callahan HS, Purnell JQ. 2003 Roles of leptin and ghrelin in the loss of body weight caused by a low fat, high carbohydrate diet. *J Clin Endocrinol Metab* 88:1577–1586
- Wendy AM Blom, Anne Lluch, Annette Stafleu, Sophie Vinoy, Jens J Holst, Gertjan Schaafsma, and Henk FJ Hendriks Effect of a high-protein breakfast on the postprandial ghrelin response *Am J Clin Nutr* 2006;83:211–20.
- Westerterp PM, Rolland V, Wilson S, Westerterp K. Satiety related to 24 h diet-induced thermogenesis during high protein/carbohydrate vs high fat diets measured in a respiration chamber. *Eur J Clin Nutr* 1999; 53:495–502.
- Wisén, O., Björvell, H., Cantor, P., Johansson, C. & Theodorsson, E. 1992 Plasma concentrations of regulatory peptides in obesity following modified sham feeding (MSF) and a liquid test meal. *Regul. Pept.* 39, 43–54.
- Woo R, Kissileff H, Pi SF. Elevated postprandial insulin levels do not induce satiety in normal-weight humans. *Am J Physiol* 1984;247:R745–9.
- Wren AM, Seal LJ, Cohen MA, Brynes AE, Frost GS, Murphy KG, Dhillon WS, Ghatei MA, Bloom SR. Ghrelin enhances appetite and increases food intake in humans. *J Clin Endocrinol Metab* 2001; 86: 5992.
- Wyatt HR, Grunwald GK, Mosca CL, Klem ML, Wing RR, Hill JO. Long-term weight loss and breakfast in subjects in the National Weight Control Registry. *Obes Res.* 2002;10(2):78–82. *Clin Nutr.* 1998;68(2):248–257.
- Zipf, W. B., O'Dorisio, T. M., Cataland, S. & Sotos, J. 1981 Blunted pancreatic polypeptide responses in children with obesity of Prader–Willi syndrome. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 52, 1264–1266.