

14-10-88

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**"Επιπτώσεις πρωτεϊνικού υποσιτισμού
στην ανάπτυξη και στις βιοχημικές - αιματολογικές
παραμέτρους επίμυων"**

Υπεύθυνοι εργασίας

Δημήτρης Δαλέζος

Φωτεινή Δανιά

Επιβλέπων καθηγητής

Πάσχος Μιχάλης

Λέκτορας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου

Εξεταστική Επιτροπή

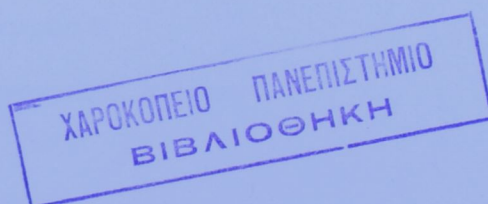
Σκοπούλη Φ. Καθηγήτρια

Ματάλα Α. Επικ. Καθηγήτρια

Αθήνα, 1988

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ.....	1
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	6
Α. ΜΕΛΕΤΕΣ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ.....	6
Β. ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΖΩΩΝ.....	16
I. ΜΕΛΕΤΕΣ-ΓΕΝΙΚΑ.....	16
II. ΕΡΕΥΝΕΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ ΠΡΩΤΕΙΝΩΝ.....	19
III. ΕΡΕΥΝΕΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΙΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΔΙΑΙΤΩΝ	
ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΡΩΤΕΙΝΗΣ.....	23
ΠΟΡΙΣΜΑΤΑ.....	32
Β. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	33
Υλικά και μέθοδοι.....	33
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	37
ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	52
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 58	
Διατροφικές ανάγκες επίμυων.....	59
ΑΙΝ-76 υψηλής καθαρότητας διαίτα.....	62
Σύσταση διαίτας αναφοράς.....	63
Σύσταση διαίτας χαμηλή σε πρωτεΐνη.....	64
Σύσταση διαίτας μηδενική σε πρωτεΐνη.....	65
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II.....	66
Αποτελέσματα επεξεργασίας με Η/Υ.....	67



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε πολύ,

το Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο που ανέλαβε την οικονομική κάλυψη αυτού του πειράματος. Τον κ. Ισίδωρο Μπέη Καθηγητή Φυσιολογίας και την κα Κατερίνα Γαϊτανάκη Επίκουρη Καθηγήτρια Φυσιολογίας του τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών για την διάθεση του χώρου όπου έγινε το πείραμα. Τα μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου κα Φωτεινή Σκοπούλη Καθηγήτρια και την κα Αντωνία Ματάλα Επίκουρη Καθηγήτρια.

Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε, ιδιαίτερα τον κο. Μιχάλη Πάσσο Λέκτορα του τμήματος Διαιτολογίας, ο οποίος στα-θηκε πλαϊΐ μας διαρκώς προσφέροντας μας αμέτρητη συμπαράσταση και βοήθεια, ξεπερνώντας ο ίδιος τις όποιες δυσκολίες παρουσιάστηκαν, και μας παρείχε έτσι τη δυνατότητα να πραγματοποιήσουμε την συγκεκριμένη πτυχιακή, ώστε να αποκτήσουμε γνώσεις σε θέματα πειραματικής διατροφής.

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

°C: βαθμοί της κλίμακας Κελσίου

CHOL : ολική χοληστερόλη

CHOL/HDL: κλάσμα ολικής χοληστερόλης προς την υψηλής
πυκνότητας λιποπρωτεΐνη

CREA : κρεατινίνη

dl: δεκατόλιτρο

EDTA: αιθυλενο - διάμινο – τετραοξικό οξύ

GLU: γλυκόζη

gr: γραμμάρια

HCT: αιματοκρίτης

HDL: υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη

HGB: αιμοσφαιρίνη

Kcal: θερμίδες

Kgr: χιλιογραμμάρια

l: λίτρο

LDL: χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη

LPL: λιποπρωτεϊνική λιπάση

MCH: μέση συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης

MCHV: μέση ερυθροκυτταρική συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης

MCV: μέσος όγκος ερυθροκυττάρων

mg: χιλιοστογραμμάρια

mgN: χιλιοστογραμμάρια αζώτου

min: λεπτά

ml: χιλιοστόλιτρο

PLT: αιμοπετάλια

P/S: αναλογία πολυακόρεστων προς κορεσμένα λιπαρά οξέα

RBC: ερυθρά αιμοσφαίρια

rpm: στροφές ανά λεπτό

TP: ολικές πρωτεΐνες

WBC: λευκά αιμοσφαίρια

% W/W: επί της % περιεκτικότητας βάρους κατά βάρος

P: Φώσφορος

Mg: Μαγνήσιο

P.E.M.: πρωτεϊνικός – ενεργειακός υποσιτισμός

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο ρόλος των πρωτεϊνών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης θεωρείται πρωταρχικός. Η επίδραση της έλλειψης πρωτεΐνης στη χορηγούμενη διαίτα στην ανάπτυξη και στις βιοχημικές / αιματολογικές παραμέτρους μελετήθηκαν σε αρσενικούς επίμυες γένους Wistar στην περίοδο μετά τον απογαλακτισμό. Σχηματίστηκαν τέσσερις ομάδες επίμυων για τέσσερις αντίστοιχες δίαιτες, μία διαίτα αναφοράς 17% σε πρωτεΐνες, μία δεύτερη με περιεχόμενο 8,5% σε πρωτεΐνη, μία τρίτη με 0% σε πρωτεΐνη και τέλος μία τέταρτη διαίτα εμπορίου.

Κατεγράφησαν οι ρυθμοί ανάπτυξης και για τις τέσσερις ομάδες και τελικά, η μοναδική ομάδα που παρουσίασε μη φυσιολογική ανάπτυξη ήταν η ομάδα μηδενικής πρωτεΐνης.

Στην ίδια ομάδα παρατηρήθηκε μειωμένη πρόσληψη τροφής και νερού, αυξημένα επίπεδα για τις αιματολογικές παραμέτρους RBC, HGB, HCT και μειωμένα επίπεδα ολικής πρωτεΐνης ορού.

Η ομάδα που προσελάμβανε 8,5% πρωτεΐνη παρουσίασε ελαττωμένη ανάπτυξη παρότι κατανάλωσε ποσότητα τροφής περίπου στα ίδια επίπεδα με τις ομάδες της δίαιτας αναφοράς και εμπορίου.

Ως τελικό συμπέρασμα εξάγουμε την αναγκαιότητα της ύπαρξης επαρκούς ποσότητας πρωτεΐνης στην χορηγούμενη διαίτα και την συσχέτιση της έλλειψης αυτής με προβλήματα που δημιουργούνται στην σωματική και λειτουργική ανάπτυξη του οργανισμού.

ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ

Η φυσιολογική ανάπτυξη και διατήρηση των ανθρώπων και γενικά των ζώων εξασφαλίζεται από τον συνεχή εφοδιασμό με θρεπτικές ουσίες που παίρνουν από τον εξωτερικό τους κόσμο. Τα θρεπτικά συστατικά που θεωρούνται σήμερα απαραίτητα είναι: οι Πρωτεΐνες, τα Λίπη, οι Υδατάνθρακες, οι Βιταμίνες και τα Μέταλλα-Ιχνοστοιχεία. Γενικά, μία θρεπτική ουσία θεωρείται απαραίτητη αν η στέρηση της προκαλούμενη είτε από τον τρόπο διατροφής, είτε από μεταβολικά αίτια, επιφέρει αναγνωρίσιμα συμπτώματα που εξαφανίζονται όταν η στέρηση εκλείπει. Τόσο η έλλειψη όσο και η υπερβολική λήψη θρεπτικών ουσιών μπορούν να προκαλέσουν συμπτώματα ορισμένων ασθενειών. Για κάθε θρεπτική ουσία υπάρχουν όρια μέσα στα οποία η κατανάλωσή της εξασφαλίζει υγεία στον οργανισμό. Μία σωστή δίαιτα, πρέπει, σε ότι αφορά την ενέργεια και τα θρεπτικά συστατικά, να βρίσκεται μέσα σ' αυτά τα όρια.

Η λήψη και η κατανάλωση ενέργειας μετριάται συνήθως σε kilo-Calories (kcal). Η διεθνής μονάδα μέτρησης είναι το kilojoule (kj), ($1 \text{ kcal} = 4,2 \text{ kj}$).

Η ενέργεια των τροφών απελευθερώνεται στον οργανισμό με την οξείδωση των υδατανθράκων, των λιπών, των πρωτεϊνών και του οινόπνευματος. Η οξείδωση 1gr καθαρής ουσίας αποφέρει περίπου 4 kcal σ' ότι αφορά τις πρωτεΐνες ή υδατάνθρακες, 9 kcal τα λίπη και 7 kcal το Οινόπνευμα.

Η συνολική παραγωγή ενέργειας είναι σχεδόν ευθέως ανάλογη με την κατανάλωση οξυγόνου (οξειδωτική φωσφορυλίωση). Για κάθε λίτρο καταναλισκόμενου Οξυγόνου δαπανώνται 4,8 kcal. Αυτή η σχέση παρέχει μία χρήσιμη μέθοδο μέτρησης της κατανάλωσης Ενέργειας.

Σε κάθε άτομο η κατανάλωση ενέργειας εξαρτάται από τρεις παράγοντες: το βασικό μεταβολισμό (BEE), τη φυσική δραστηριότητα και την παραγωγή θερμικής ενέργειας από τα διάφορα τρόφιμα.

Το ποσό ενέργειας που απαιτείται αυξάνεται από ορισμένες καταστάσεις όπως: σωματική ανάπτυξη, σκελετική κατασκευή,

κύηση, γαλουχία, υψηλά επίπεδα δραστηριότητας και σοβαρές ασθένειες ή τραυματισμοί.

Έτσι, για τους ενήλικες η ενέργεια που απαιτείται ημερησίως υπολογίζεται στα 35 – 45 kcal/kg ιδανικού βάρους, ενώ για βρέφη και μικρά παιδιά μέχρι 10 kg απαιτούνται 100 kcal/kg βάρους, από 10 – 20 kg απαιτούνται 100 kcal/kg + 50 kcal/kg (για κάθε kg πάνω από 10 kg βάρους) και για παιδιά πάνω από 20 kg 1500 kcal + 20 kcal/kg (για κάθε kg πάνω από 20 kg βάρους). (1)

Οι υδατάνθρακες των τροφών δεν είναι αυστηρά αναγκαίοι, γιατί μερικά αμινοξέα και η γλυκερίνη μέσω της νεογλυκογένεσης μετατρέπονται σε γλυκόζη. Η έλλειψή τους, όμως, προκαλεί οξοναιμία και συνεπάγεται υπερβολική κατανάλωση του λευκώματος του σώματος, καθώς και σημαντικές απώλειες αλάτων και νερού. Μία καθημερινή λήψη 150 – 200 gr υδατανθράκων είναι ικανή να προλάβει αυτά τα φαινόμενα. Οι υδατάνθρακες των τροφών περιλαμβάνουν τα σάκχαρα (απλοί υδατάνθρακες) καθώς και το άμυλο και τις φυτικές ίνες (σύνθετοι υδατάνθρακες).

Τα διαιτητικά λίπη αποτελούν μία συμπυκνωμένη πηγή ενέργειας. Ενεργούν σαν διαλύτες στην απορρόφηση των λιποδιαλυτών βιταμινών και αποτελούν δομικά συστατικά και μεμβρανών των κυττάρων. Σε μία ισορροπημένη διαιτητική αγωγή ένα ποσοστό λίπους 30% της συνολικής προσλαμβανόμενης ενέργειας, θεωρείται ικανοποιητικό.

Η πρωτεΐνη αποτελεί πηγή των απαραίτητων αμινοξέων και του αζώτου που χρειάζεται για τη σύνθεση των μη βασικών αμινοξέων, των νουκλεϊκών οξέων και άλλων αζωτούχων ενώσεων. Το άζωτο στις πρωτεΐνες των τροφών προέρχεται από την αποικοδόμηση των αζωτούχων ενώσεων μέσω κάποιων μικροοργανισμών και από τη δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου μέσω άλλων μικροοργανισμών.

Το ποσό κάθε πρωτεΐνης στο σώμα εξαρτάται από τον ρυθμό σύνθεσης και αποικοδομήσεως της (turnover).

Η διακίνηση των πρωτεϊνών εξισορροπείται με ακρίβεια και η υπέρμετρη λήψη αυτών δεν αυξάνει τη συσσώρευσή τους στο σώμα. Στους ενήλικες, εάν διασπώνται καθημερινά 200 – 300 gr πρωτεΐνης η αποβολή των αμινοξέων φθάνει μόλις τα 20 – 30 gr, ενώ τα υπόλοιπα αμινοξέα επανασυντίθενται σε πρωτεΐνη.

Η σύνθεση πρωτεΐνης συντελείται μόνον όταν και τα είκοσι αμινοξέα είναι άμεσα διαθέσιμα για το σχηματισμό πολυπεπτιδίων. Τα συστατικά αμινοξέα αντλούνται από μία «δεξαμενή» (pool) που προέρχεται από τρεις πηγές : τη φυσιολογική διάσπαση των σωματικών πρωτεϊνών, την πέψη των πρωτεϊνών και τις οδούς βιοσύνθεσης των μη απαραίτητων αμινοξέων.

Δεδομένου ότι η διατήρηση επαρκών αποθεμάτων πρωτεϊνών είναι ένας σπουδαιότατος στόχος της διατροφής, οι μέθοδοι αύξησης της σύνθεσης πρωτεΐνης και μείωσης της διάσπασής της ενέχουν μεγάλη κλινική σημασία. Ο ρυθμός διάσπασης της πρωτεΐνης αυξάνεται μετά από τραύμα, έγκαυμα και άλλες παθήσεις, ενώ ελαττώνεται κατά την υποθρεψία, την ακινησία και το γήρας.

Ο οργανισμός πρέπει να προσλαμβάνει, μέσω τροφής, τουλάχιστον τα ενιαία απαραίτητα αμινοξέα σε διαφορετικά επίπεδα για κάθε ηλικία (Πίνακας 1.1). Οι αναλογίες των απαραίτητων αμινοξέων σε μία πρωτεΐνη σε σχέση με τις ανθρώπινες ανάγκες καθορίζουν και την ποιότητα της πρωτεΐνης. Η περιεκτικότητα σε αμινοξέα των ζωϊκών πρωτεϊνών, με πρώτες εκείνες του γάλακτος (καζεΐνη) και του αυγού πλησιάζει περισσότερο στις ανθρώπινες πρωτεΐνες σε σύγκριση με εκείνη των φυτικών πρωτεϊνών. Αυτό σημαίνει ότι οι ζωϊκές πρωτεΐνες είναι υψηλότερης ποιότητας σε σχέση με τις φυτικές.

Εξ' άλλου απαιτείται τέτοια κατανάλωση πρωτεΐνη ώστε να αντικαθίσταται τα απαραίτητα αμινοξέα και το άζωτο που χάνονται με την πρωτεϊνική διάσπαση, την αποβολή από τα ούρα, τα κόπρανα, τον ιδρώτα και το σάλιο ή τις απώλειες μέσω του δέρματος, των μαλλιών και των νυχιών.

Σε μία δίαιτα ελεύθερη πρωτεΐνης οι απώλειες αζώτου υπολογίζονται στα 54 mg/kg σωματικού βάρους. Εφόσον η πρωτεΐνη περιέχει περίπου 16% άζωτο ο αριθμός αυτό αντιστοιχεί σε 0,34 gr πρωτεΐνης /kg σωματικού βάρους.

Συνεπώς, για τη διατήρηση ενός οργανισμού συστήνεται ημερήσια πρόσληψη πρωτεΐνης 0,8 – 1,9 gr πρωτεΐνης/kg σωματικού βάρους, ποσό το οποίο για τα βρέφη αυξάνεται στα 2 gr/kg βάρους, στα παιδιά στο 1,4 gr/kg βάρους και στις εγκυμονούσες και θηλάζουσες περίπου στο 1,5 – 1,7 /kg σωματικού βάρους. Οι ανωτέρω συνιστώμενες προσλήψεις γενικά επαρκούν για τη διατήρηση του ισοζυγίου αζώτου. Θετικό ισοζύγιο αζώτου απαιτείται στην διάρκεια της ανάπτυξης και της κύησης, ενώ αρνητικό ισοζύγιο αζώτου παρατηρείται σε περίπτωση πρωτεϊνικού καταβολισμού που προκλήθηκε από υποθρεψία, τραύμα ή ασθένεια. Επίσης, η κατακράτηση αζώτου εξαρτάται επιπλέον τόσο από την ποιότητα της πρωτεΐνης όσο και από την αναλογία των διαιτητικών θερμίδων προς το άζωτο.

Γενικά, μία δίαιτα που περιέχει επάρκεια θερμίδων και θρεπτικά συστατικά σε ποσοστά 15 –20% πρωτεΐνες, 50-55% υδατάνθρακες, 30- 33% λίπη, βιταμίνες και μέταλλα σε ποσότητες σύμφωνες με τους πίνακες ημερήσιας συστηνόμενης πρόσληψης (πίνακας 1.2) καλύπτει πλήρως τις ανάγκες του οργανισμού.

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1

Α. ΝΕΑΣΤΕΣ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ

Ο πρωτεϊνικός ενεργειακός υποσιτισμός (PEM) οφείλεται στην ανεπαρκή πρόσληψη πρωτεϊνών ή/και ενέργειας μέσω της διατροφής.

Ανάγκες: mg/kg σωματικού βάρους/ημέρα			
Απαραίτητα αμινοξέα	Βρέφος (4-6 μηνών)	Παιδί (10-12 ετών)	Ενήλικας
Ιστιδίνη	33	?	?
Ισολευκίνη	83	28	12
Λευκίνη	1,35	42	16
Λυσίνη	99	44	12
Μεθειονίνη	49	22	10
Φαινυλαλανίνη	141	22	16
Θρεονίνη	68	28	8
Τρυπτοφάνη	21	4	3
Βαλίνη	92	25	14

Το PEM εκφράζεται το σύνδρομο μαλακόν (malnutrition). Ο συνδυασμός της χρόνιας ενεργειακής και της χρόνιας ή οξείας πρωτεϊνικής έλλειψης αποτελεί το σύνδρομο Μαλακόν – Kwashiorkor. Σε ήπιες μορφές αυτών των συνδρόμων δύσκολα αναγνωρίζεται η επικρατούσα έλλειψη.

Εάν ο PEM οφείλεται στην ανεπαρκή πρόσληψη τροφής, τότε ορίζεται ως πρωτοπαθής. Εάν οφείλεται σε άλλες ασθένειες οι οποίες συνεπόμενι σιελή πάση, μειωμένη απορρόφηση ή χρησιμοποίηση θρεπτικών συστατικών, αυξημένες διατροφικές ανάγκες ή απώλειες, τότε ο PEM ορίζεται ως δευτεροπαθής.

Τα συμπτώματα των ανωτέρω συνδρόμων είχαν εντοπιστεί από το 1920, αλλά η αιτιολογία τους αποδόθηκε στον PEM κατά τη δεκαετία του 1950.

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Α. ΜΕΛΕΤΕΣ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ

Ο πρωτεϊνικός ενεργειακός υποσιτισμός (PEM) οφείλεται στην ανεπαρκή πρόσληψη πρωτεϊνών ή/και ενέργειας μέσω της δίαιτας. Περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα από κλινικές εκδηλώσεις, οι οποίες εξαρτώνται από το μέγεθος της πρωτεϊνικής ή ενεργειακής έλλειψης, τη διάρκειά της, τις αιτίες που την προκάλεσαν, την σύνδεση της με διάφορες ασθένειες και την ηλικία του ατόμου.

Η σοβαρότητά της κυμαίνεται μεταξύ απώλειας σωματικού βάρους ή καθυστέρησης ανάπτυξης αρχικά, μέχρι και εκδηλώσεως κλινικών συνδρόμων συχνά σχετιζόμενα με τις ελλείψεις μετάλλων και βιταμινών.

Ενεργειακή και πρωτεϊνική έλλειψη συχνά συνυπάρχουν ωστόσο, μερικές φορές η μία επικρατεί της άλλης. Εάν η πρωτεϊνική έλλειψη υπερτερεί της ενεργειακής, τότε έχουμε το σύνδρομο Kwashiorkor, ενώ όταν υπερτερεί η ενεργειακή έλλειψη τότε εκδηλώνεται το σύνδρομο μαρασμού (marasmus). Ο συνδυασμός της χρόνιας ενεργειακής και της χρόνιας ή οξείας πρωτεϊνικής έλλειψης αποτελεί το σύνδρομο Μαρασμός – Kwashiorkor. Σε ήπιες μορφές αυτών των συνδρόμων δύσκολα αναγνωρίζεται η επικρατούσα έλλειψη.

Εάν ο PEM οφείλεται στην ανεπαρκή πρόσληψη τροφής, τότε ορίζεται ως πρωτοπαθής. Εάν οφείλεται σε άλλες ασθένειες οι οποίες συνεπάγονται ατελή πέψη, μειωμένη απορρόφηση ή χρησιμοποίηση θρεπτικών συστατικών, αυξημένες διατροφικές ανάγκες ή απώλειες, τότε ο PEM ορίζεται ως δευτεροπαθής.

Τα συμπτώματα των ανωτέρω συνδρόμων είχαν εντοπιστεί από το 1920, αλλά η αιτιολογία τους αποδόθηκε στον PEM κατά τη δεκαετία του 1950.

Μελέτες που έγιναν τα τελευταία 25 χρόνια, έχουν δείξει ότι ο Μαρασμός και το Kwashiorkor έχουν συγκεκριμένες μεταβολικές επιπτώσεις, οι οποίες εκδηλώνονται ως αναιμία, μειωμένη φυσική δραστηριότητα και μειωμένη ανοσολογική ανταπόκριση (σε σοβαρά υποσιτισμένους ασθενείς), ενώ η φυσική και η πνευματική κατάσταση των ατόμων είναι σημαντικά στοιχεία, ιδιαίτερα σε θεραπείες υποσιτισμένων παιδιών. Ο βαθμός σοβαρότητας αυτών των ευρημάτων καθορίζουν και το είδος της ακολουθούμενης θεραπευτικής αγωγής.

Το μεγαλύτερο ποσοστό των υποσιτισμένων ατόμων υπάρχει στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου το σοβαρότερο πρόβλημα εντοπίζεται στον παιδικό πληθυσμό. Στις βιομηχανικές χώρες η υποθρεψία εμφανίζεται κυρίως σε παιδιά χαμηλού κοινωνικοοικονομικού επιπέδου, σε άτομα που ζουν μόνα, και σε ενήλικες αλκοολικούς και ναρκομανείς.

Εν κατακλείδι, κοινωνικοί, οικονομικοί, βιολογικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορούν να θεωρηθούν ως αιτίες για την μη επαρκή πρόσληψη τροφής ή την τροφή πτωχή σε πρωτεΐνες, καταστάσεις που θα οδηγήσουν σε PEM.

Σε ότι αφορά τη συσχέτιση ηλικίας – PEM έχουν βρεθεί τα εξής :

Βρέφη και παιδιά αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των πασχόντων και στα οποία παρατηρείται συνήθως το σύνδρομο του Μαρασμού σε ηλικίες μικρότερες του ενός έτους, σύνδρομο Kwashiorkor (οιδηματώδης κατάσταση) σε παιδιά μεγαλύτερα των 18 μηνών, ενώ αρκετά συχνά στις ανωτέρω ηλικίες συνυπάρχουν και τα δύο σύνδρομα. (2)

Σε μεγαλύτερα παιδιά εμφανίζεται μεσαίας μορφής PEM διότι αφ'ενός έχουν ευκολότερη πρόσβαση σε τροφή και αφ'ετέρου οι λοιμώξεις και άλλοι παθογόνοι παράγοντες είναι σπάνιοι.

Οι γυναίκες που βρίσκονται στη φάση της κύησης και του θηλασμού, εμφανίζουν συχνά σημεία κακοθρεψίας λόγω των αυξημένων διατροφικών αναγκών, κατάσταση που δυστυχώς επηρεάζει αρνητικά το έμβρυο, το βρέφος, το παιδί και γι' αυτό πρέπει να αντιμετωπίζεται έγκαιρα.

Ηλικιωμένα άτομα επίσης που αδυνατούν να φροντίσουν τον εαυτό τους και φέρουν συχνά προβλήματα του γαστρεντερικού συστήματος.

Τέλος άτομα που ακολουθούν δίαιτα για να πετύχουν άμεση και μεγάλη απώλεια βάρους συχνά εμφανίζουν συμπτώματα PEM.

Ο PEM εξελίσσεται με ρυθμό που φθάνει τις εβδομάδες ή και μήνες. Αυτό επιτρέπει μεταβολικές αλλαγές τέτοιες, ώστε να εξισορροπηθεί η μείωση των παρεχόμενων θρεπτικών συστατικών. Ωστόσο, εάν η έλλειψη εξακολουθήσει τότε ο πάσχων δεν μπορεί να προσαρμοστεί πλέον, οπότε μπορεί να επέλθει μέχρι και ο θάνατος. Έτσι κατά το σύνδρομο του Μαρασμού παρατηρείται μεταβολή ρυθμιστικών μεταβολικών οδών σαν αντιρρόπηση της μειωμένης πρόσληψης πρωτεϊνών, ενώ κατά το Σύνδρομο Kwashiorkor δεν παρατηρούνται οι αντίστοιχες προσαρμογές, τουλάχιστον στον ίδιο βαθμό.

Οι αλλαγές που συμβαίνουν ανάλογα με την σοβαρότητα της κατάστασης είναι οι εξής :

Στην αρχική φάση της μειωμένης πρόσληψης ενέργειας παρατηρείται ελάττωση της καταναλισκόμενης ενέργειας (ελάττωση φυσικής δραστηριότητας, μείωση του βασικού μεταβολισμού) ενώ στη συνέχεια κινητοποιείται το λίπος από τον λιπώδη ιστό, οπότε και παρατηρείται μείωση βάρους. Παράλληλα αρχίζει σταδιακή μείωση ισχνής μάζας σώματος ενώ για το Kwashiorkor παρατηρείται κινητοποίηση αμινοξέων από τη σπλαχνική πρωτεΐνη. Η συγκέντρωση γλυκόζης αίματος παραμένει σε φυσιολογικά επίπεδα λόγω της γλυκονεογένεσης.

Η μειωμένη πρωτεϊνική πρόσληψη προκαλεί ελάττωση της πρωτεϊνοσύνθεσης ενώ προσαρμοστικοί μηχανισμοί οδηγούν στην οικονομία της σωματικής πρωτεΐνης. Κατόπιν παρατηρείται ελάττωση της σκελετικής πρωτεΐνης κατά πρώτον και της σπλαχνικής κατά δεύτερον. Επίσης το ολικό άζωτο αρχικά αυξάνει αλλά σε παρατεινόμενη έλλειψη η σύνθεση της ουρίας μειώνεται και το άζωτο των ούρων ομοίως, ενώ παρατηρείται ελάττωση στις πρωτεΐνες του ορού αίματος, ιδιαίτερα της αλβουμίνης.

Η επακόλουθη μείωση του όγκου του ενδοαγγειακού χώρου και η έξοδος νερού στον εξωαγγειακό χώρο έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία οιδήματος.

Οι ορμόνες είναι σημαντικές για τη ρύθμιση των προσαρμοστικών μηχανισμών του μεταβολισμού. Οι αλλαγές στα επίπεδα αυτών δεν ερμηνεύονται πάντα από τις ενδοκρινολογικές αλλαγές στον PEM, διότι οι αποκρίσεις των κυττάρων στις ορμονικές διεγέρσεις μπορεί να είναι μεταλλαγμένες. Συνοπτικά αυτές φαίνονται στον πίνακα 2.1. Στις αιματολογικές παραμέτρους σημειώνεται μείωση της συγκέντρωσης αιμοσφαιρίνης και της μάζας των ερυθροκυττάρων το οποίο σημαίνει μείωση μεταφοράς οξυγόνου, άρα μείωση φυσικής δραστηριότητας αλλά και βιοχημικών αντιδράσεων. Ο βαθμός της αναιμίας που εμφανίζεται εξαρτάται και από την ανεπάρκεια της B 12, του φυλλικού οξέος και του σιδήρου.

Επίσης άλλες φυσιολογικές και μεταβολικές αλλαγές που μπορεί να διαγνωσθούν, εξαρτώμενες από τον βαθμό του PEM είναι, προβλήματα στο καρδιαγγειακό σύστημα, π.χ. μείωση πίεσης αίματος, ταχυκαρδία, επίδραση στους ηλεκτρολύτες π.χ. μείωση Καλίου και αύξηση ενδοκυτταρικού νατρίου, καθώς και εξάντληση των ενδοκυττάρων ενεργειακών αποθεμάτων που συνεπάγεται μείωση του διαθέσιμου ATP και φωσφοκρεατίνης. Οι ανωτέρω αλλαγές εξηγούν πιθανώς την εμφάνιση κόπωσης και μυϊκής αδυναμίας.

Αλλαγές στις γαστρεντερικές λειτουργίες εμφανίζονται προιούσης της πρωτεϊνοενεργειακής έλλειψης όπως, μειωμένη απορρόφηση λιπιδίων, δισακχαριτών και γλυκόζη, προβλήματα στην κανονική λειτουργία της πέψης, όπου συχνά οι πάσχοντες έχουν διάρροια εξ αιτίας της κακής κινητικότητας του εντέρου και της αναπτύξεως μικροβίων σε αυτό.

Μεταβολές στην λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ) και του περιφερειακού νευρικού συστήματος (ΠΝΣ) εμφανίζονται σε υποσιτισμένα παιδιά και εκδηλώνονται με ατελή ανάπτυξη εγκεφάλου, μείωση στην παραγωγή νευρομεταδοτών, στη μετάδοση ερεθισμάτων και στη δημιουργία μυελίνης των νευρών.

Αποτέλεσμα αυτών μπορεί να είναι η εμφάνιση προβλημάτων στο νοηματικό επίπεδο του ατόμου και στη συμπεριφορά του, λειτουργίες οι οποίες είναι δυνατόν να αναστραφούν με την θεραπεία των διατροφικών ελλείψεων.

Στο ανοσοποιητικό σύστημα συσσωρεύονται τα κλινικά ευρήματα όσο εξελίσσεται ο PEM. Τα T-λεμφοκύτταρα παρουσιάζουν ελάττωση στον αριθμό τους ενώ παρατηρούνται μεταλλαγές στις μονοκίνες και μειωμένη δραστικότητα της ιντερλευκίνης 2. Επίσης η φαγοκυττάρωση, η χημειοταξία και η ενδοκυτταρική πέψη υπολειπουργούν. Τα B-λεμφοκύτταρα και οι ανοσοσφαιρίνες διατηρούνται σε ικανοποιητικά επίπεδα, εμφανίζεται όμως πρόβλημα στην κανονική παραγωγή αντισωμάτων.

Ειδικά για τη σχέση υποσιτισμού και μη φυσιολογικής ανάπτυξης, κυρίως νευρικού συστήματος κατά τη βρεφική και παιδική ηλικία έχουν γίνει πολλές έρευνες και επιδημιολογικές μελέτες. Οι περισσότερες από αυτές έχουν επιλεγεί από ενδημικούς πληθυσμούς, που έχουν υποστεί ήπιο ή μεσαίου βαθμού υποσιτισμό και όχι από κλινικά περιστατικά.

Μία μελέτη (3) έγινε από τους Freeman Klein και Townsend κατά την οποία ερευνήθηκαν τα αποτελέσματα μετά από χορήγηση συμπληρωμάτων – ψηλής ενέργειας, ψηλής πρωτεΐνης, χαμηλής πρωτεΐνης - , σε εγκύους γυναίκες και σε παιδιά κάτω των 7 ετών. Το δείγμα αποτελούσαν 2.300 άτομα προερχόμενα από τρία χωριά της Γουατεμάλα.

Η υπόθεση που ερευνάτο ήταν κατά πόσο επηρεάζει την ομαλή εξέλιξη της πνευματικής ανάπτυξης ο μέτριος υποσιτισμός στις ανωτέρω ηλικίες.

Στην Bogota ο Waber (4) εξέτασε την υπόθεση της σύνδεσης της φυσιολογικής ή μη ανάπτυξης, σε πληθυσμούς με υποσιτισμό, μετά από χορήγηση συμπληρωμάτων σε έγκυους γυναίκες και βρέφη. Επίσης μελέτησε τις αλληλεπιδράσεις ή όχι των διατροφικών συμπληρωμάτων και της εκπαίδευσης πάνω στην πνευματική κατάσταση των ατόμων.

Το δείγμα αποτελείτο από 433 οικογένειες οι οποίες ελάμβαναν εβδομαδιαίως αρκετή ποσότητα από λάδι, σκόνη γάλακτος, και ψωμί ενώ χορηγούνται συμπληρώματα στις έγκυους των οικογενειών αυτών και στα βρέφη.

Στο Cali ο McKay (5) προσπάθησε να συσχετίσει την διατροφή, την υγεία και την εκπαίδευση, εφαρμόζοντας ένα πρόγραμμα σε 133 παιδιά προσχολικής ηλικίας, χρόνια υποσιτισμένα. Χωρίστηκαν τυχαία σε ομάδες οι οποίες ελάμβαναν επιπλέον κρέας και εκπαίδευση προσχολικής ηλικίας, για διαστήματα από 9 έως 42 μήνες. Η μελέτη αποσκοπούσε να ερευνήσει την πνευματική εξέλιξη τέτοιων παιδιών που δέχονται προσχολική εκπαίδευση για διαφορετικά χρονικά διαστήματα.

Ο Chow (6) στην Taiwan της Bacon εφάρμοσε ένα πρόγραμμα χορήγησης συμπληρωμάτων σε 294 γυναίκες κατά την περίοδο της εγκυμοσύνης και του θηλασμού. Το δείγμα χωρίστηκε σε δύο ομάδες, η μία αποτελείτο από άτομα που μόλις είχαν γεννήσει ένα παιδί και ακολουθούσαν το σχήμα στην περίοδο του θηλασμού, ενώ η δεύτερη αποτελείτο από γυναίκες που ακολουθούσαν το σχήμα κατά την κύηση και το θηλασμό του δεύτερου παιδιού. Τα διατροφικά σχήματα ήταν ένα υψηλών θερμίδων, ένα ποσό υψηλών πρωτεϊνών και ένα χαμηλών θερμίδων ως placebo.

Επιπλέον όλες ελάμβαναν συμπληρώματα βιταμινών και μετάλλων. Η υπόθεση που εξεταζόταν ήταν η επίδραση της διατροφής της μητέρας στην πνευματική και φυσική ανάπτυξη του παιδιού.

Μία άλλη μελέτη που έγινε σε μία αγροτική περιοχή του Μεξικού από τον Chavez (7) εξέτασε την επίδραση της διατροφικής βελτίωσης της μητέρας πάνω στο παιδί κατά το 1^ο έτος της βρεφικής ηλικίας. Στις εγκυμονούσες εξασφαλιζόταν άφθονο γάλα, συμπληρώματα βιταμινών και μετάλλων από την 45^η ημέρα της κύησης.

Στα παιδιά (20 άτομα) χορηγείτο γάλα και διατροφικά συμπληρώματα, αρχής γενομένης από την 12^η έως την 16^η εβδομάδα της ζωής τους και σε ποσότητες τέτοιες που να επιτελείται η σωστή αύξηση.

Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με άλλες δυάδες, μητέρα – παιδί, που αποτελούσαν το δείγμα ελέγχου.

Στη Νέα Υόρκη ο Rush (8) θέλησε να προσδιορίσει τον βαθμό σπουδαιότητας της διατροφής της εγκύου γυναίκας στην εξέλιξη της ζωής του παιδιού, συμπεριλαμβανομένης της πιθανότητας θανάτου, της φυσικής αύξησης και πνευματικής ανάπτυξης. Το δείγμα αποτελούσαν 770 γυναίκες, οι οποίες τυχαία χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες. Η πρώτη ελάμβανε τροφή υψηλής πρωτεΐνης και ενέργειας, η δεύτερη μεσαίας πρωτεΐνης και ενέργειας και η τρίτη ήταν η ομάδα ελέγχου.

Σε όλες χορηγούνταν συμπληρωματική βιταμίνες και μέταλλα.

Η επίδραση της σωστής διατροφής στην ανάπτυξη κατά την παιδική ηλικία εξετάστηκε από τον Husaini (9) σε 113 παιδιά της Ινδονησίας ηλικίας 6 έως 20 μηνών και στα οποία για 90 ημέρες παρακολουθούσαν την διατροφή τους και παρενέβαιναν με συμπληρώματα όταν υπήρχε ανάγκη.

Τέλος σε μία μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Grantham-McGregor (10) στην Τζαμάϊκα σε 129 καχεκτικά παιδιά ηλικίας 9 έως 24 μηνών, χορήγησαν για 2 έτη συμπληρωματική διατροφή. Το δείγμα διαχωρίστηκε σε τέσσερις ομάδες: η μία ήταν ομάδα ελέγχου, η δεύτερη ελάμβανε συμπληρωματική διατροφή, η τρίτη δεχόταν ερεθίσματα και καταγράφονταν οι αντιδράσεις τους και η τέταρτη ελάμβανε συμπληρωματική διατροφή και δεχόταν ερεθίσματα προς καταγραφήν αντιδράσεων. Η υπόθεση που εξεταζόταν ήταν οι επιδράσεις της διατροφικής υποστήριξης και της ψυχολογικής διέγερσης στη πνευματική ανάπτυξη των παιδιών. Τα συμπληρώματα από τις παραπάνω μελέτες ταξινομήθηκαν ανάλογα με την φάση ανάπτυξης των ατόμων.

Βρεφική ηλικία : Από τα στοιχεία των ερευνών 4,6,9,10 φαίνεται να υπάρχει μία ισχυρή σύνδεση μεταξύ υποθρεψίας και κινητικής ανάπτυξης των βρεφών, ενώ αυτά επιβεβαιώθηκαν και από επιπλέον στοιχεία τα οποία επεξεργάστηκε ο Pollit και σύμφωνα με τα οποία, επίδραση στην κινητικότητα παρατηρήθηκε στις ηλικίες 8 – 15 μηνών και 18 – 24 μηνών, αλλά δεν κατεγράφη επίδραση αξιοσημείωτη στη διανοητική τους ανάπτυξη.

Προσχολική ηλικία : Από τις μελέτες 3,4,5,10 φαίνεται να υπάρχει σχέση ανάμεσα στη συμπληρωματική διατροφή και στην ανάπτυξη των πνευματικών λειτουργιών κατά την ηλικία αυτή.

Εμβρυϊκή ηλικία : Από την μελέτη 4, βρέθηκε ότι η χορήγηση συμπληρώματος κατά τους 6 πρώτους μήνες της κύησης δεν επηρεάζει σοβαρά το έμβρυο αντίθετα υπάρχει θετικό αποτέλεσμα σε αυτό μετά από συμπληρωματική διατροφή κατά τους 3 τελευταίους μήνες.

Μεταεμβρυϊκή ηλικία : Μελετώντας τρεις διαφορετικές περιόδους

- έρευνες 4, 5, 10 - διεφάνη μία θετική ανταπόκριση στην πνευματική ανάπτυξη από την λήψη συμπληρωματικής τροφής όπως επίσης και από την εκπαίδευση μετά το 3^ο έτος ζωής (Cali).

Από την μελέτη που πραγματοποιήθηκε στη Γουατεμάλα φαίνεται ότι μία παρέμβαση και στις δύο (προ και μετά εμβρυϊκή) ηλικίες έχει τα θετικότερα αποτελέσματα.

Συνοψίζοντας τα συμπεράσματα από τις ανωτέρω έρευνες μπορούμε να καταλήξουμε ότι :

1. Υπάρχει μία εμφανής επίδραση μεταξύ σωστής διατροφής και συμπεριφοράς του ατόμου, ανεξαρτήτως των κοινωνικών και περιβαντολλογικών παραγόντων.
2. Οι διαφοροποιήσεις στην ανταπόκριση της συμπληρωματικής διατροφής δεν παρουσιάζει κανονική κατανομή στα προς έρευνα άτομα.
3. Θετικά αποτελέσματα υπάρχουν πάντα όταν συνδυάζεται η σωστή ποιότητα και ποσότητα της λαμβανομένης τροφής. Ο υποσιτισμός σε σοβαρές μορφές είναι το αποτέλεσμα ανεπαρκούς πρόσληψης τροφής συνολικά και όχι έλλειψη ενός ειδικά θρεπτικού συστατικού.

Κλείνοντας, πρέπει να αναφερθεί ότι οι επιστημονικές γνώσεις σχετικά με το θέμα ως και η κατανόηση των συναφών μηχανισμών, θεωρούνται ελλιπείς, ώστε να δύναται να καθοριστούν πλήρως τα προβλήματα που θα προκύψουν και συνεπώς να εφαρμοσθεί η κατάλληλη θεραπεία.

Η πιο καλή οδός μέχρι στιγμής παραμένει η πρόληψη, που σημαίνει, όλοι οι άνθρωποι να έχουν πρόσβαση στην απαραίτητη τροφή.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1

ΟΡΜΟΝΙΚΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΣΕ		
ΟΡΜΟΝΗ	Ενεργειακή έλλειψη	Πρωτεϊνική έλλειψη
Ινσουλίνη	Μείωση	Μείωση
Αυξητική ορμόνη	Ποικίλει	Αύξηση
Σεξουαλική ορμόνη	Ποικίλει	Μείωση
Θυρεοειδής	Φυσιολογική ή Αύξηση	Φυσιολογική ή Αύξηση
Γλυκοκορτικοειδή	Αύξηση	Φυσιολογική ή Αύξηση
Ρενίνη - Αλδοστερόνη	Φυσιολογική	Αύξηση
Θυρεοειδικός	T ₄ Φυσιολογική μείωση T ₃ Μείωση	T ₃ , T ₄ μείωση
Γοναδοτροπίνη	Μείωση	Μείωση

Β. ΜΕΛΕΤΕΣ ΣΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΖΩΑ

Γ. ΜΕΛΕΤΕΣ – ΓΕΝΙΚΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1

ΟΡΜΟΝΙΚΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΣΕ		
ΟΡΜΟΝΗ	Ενεργειακή έλλειψη	Πρωτεϊνική έλλειψη
Ινσουλίνη	Μείωση	Μείωση
Αυξητική ορμόνη	Ποικίλει	Αύξηση
Σωματομεδίνη	Ποικίλει	Μείωση
Επινεφρίνη	Φυσιολογική ή Αύξηση	Φυσιολογική ή Αύξηση
Γλυκοκορτικοειδή	Αύξηση	Φυσιολογική ή Αύξηση
Ρενίνη - Αλδοστερόνη	Φυσιολογική	Αύξηση
Θυρεοειδικές	T ₄ : Φυσιολογική μείωση T ₃ : Μείωση	T ₃ , T ₄ : μείωση
Γοναδοτροπίνη	Μείωση	Μείωση

B. ΜΕΛΕΤΕΣ ΣΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΖΩΑ

I : ΜΕΛΕΤΕΣ – ΓΕΝΙΚΑ

Η χρήση επίμυων και ποντικιών ως πειραματόζωα, έχει αποδειχθεί η καταλληλότερη για τη μελέτη της επίδρασης του ποσοστού πρωτεϊνών, της χορηγούμενης δίαιτας, στην ανάπτυξη, διατήρηση και στις μεταβολές των βιοχημικών και αιματολογικών παραμέτρων.

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 1996 (11) μελετήθηκε ο μεταβολισμός των πρωτεϊνών στον μύ, μετά από πρόσληψη τροφής σε ποντίκια που είχαν μείνει νηστικά για 18h και στη συνέχεια ταϊστήκαν για 1h. Ο ρυθμός σύνθεσης των πρωτεϊνών εκτιμήθηκε από το προφίλ των πολυριβοσωμάτων, ενώ η διάσπασή τους από τη συγκέντρωση N – με-θυλιστιδίνης (MeHis) στο πλάσμα.

Η MeHis είναι δείκτης της πρωτεϊνικής διάσπασης γιατί δεν ξαναχρησιμοποιείται στη σύνθεση πρωτεϊνών, ούτε μεταβολίζεται. Η διέγερση του μηχανισμού της πρωτεϊνοσύνθεσης και η μείωση του ρυθμού της πρωτεϊνικής διάσπασης μετρήθηκαν αμέσως μετά την πρόσληψη τροφής. Η πρωτεϊνοσύνθεση επέστρεψε στα επίπεδα πριν την πρόσληψη τροφής έξι (6) ώρες μετά τη σίτιση, ενώ η διάσπαση παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα. Η μειωμένη συγκέντρωση MeHis στο πλάσμα μετά την επαναπρόσληψη τροφής δεν οφειλόταν στη μείωση της MeHis που ελευθερώθηκε από τα μυϊκά κύτταρα και στην αύξηση της ελεύθερης MeHis από το pool, διότι οι μεταβολές της συγκέντρωσης της ελεύθερης MeHis στον μυ ήταν ίδιες με αυτές του πλάσματος. Η ινσουλίνη του πλάσματος αμέσως αυξήθηκε με την πρόσληψη τροφής και επέστρεψε στα αρχικά επίπεδα τρεις (3) ώρες μετά τη σίτιση. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι ανταποκρίσεις του μεταγευματικού μεταβολισμού των πρωτεϊνών είναι ταχύτατες και ότι η πρωτεϊνική σύνθεση ρυθμίζεται από την ινσουλίνη ενώ η διάσπαση ρυθμίζεται τόσο από την ινσουλίνη όσο και από άλλους διαιτητικούς παράγοντες.

Συνεπώς, η ικανότητα του σκελετικού μυός να χρησιμοποιηθεί θρεπτικά συστατικά πιο αποτελεσματικά, διεγείροντας την σύνθεση πρωτεϊνών και μειώνοντας την διάσπασή τους, μπορεί να προκαλέσει την αύξηση της ταχύτητας αναβολισμού ή «ενσωμάτωσης» των πρωτεϊνών στον σκελετικό μυ κατά τη διάρκεια της μεταγευματικής περιόδου.

Άλλη έρευνα το 1986 (12) εξέτασε τις επιδράσεις τεσσάρων ειδών πρωτεϊνών της δίαιτας στα επίπεδα αμινοξέων στο πλάσμα (PAA) στην πυλαία φλέβα, στην αορτή και στο σύνολο των ηπατικών ριβοσωματίων σε αρουραίους που ταϊστήκαν με δίαιτα 10% σε πρωτεΐνη *ad libitum*. Οι πρωτεΐνες που μελετήθηκαν ήταν βοδινού, καζεΐνη, σπόρος γογγυλιού και σόγια. Οι μετρήσεις έγιναν στις 20.00, 23.00, 02.00, 05.00 και 08.00 η ώρα. Τα βασικά αμινοξέα του πλάσματος που ελήφθη από το αίμα της αορτής συγκρίθηκαν με εκείνα της αντίστοιχης δίαιτας προκειμένου να επαληθευθούν οι χρονοεξαρτώμενες μεταβολές στην εντερική τους απορρόφηση. Κάθε πρωτεΐνη δημιούργησε διαφοροποιήσεις στα επίπεδα PAA στην πυλαία και στην αορτή. Οι σπόροι γογγυλιού προκάλεσαν την χαμηλότερη συγκέντρωση EAA στο πλάσμα, αλλά οι διαφορές στο αίμα της αορτής ήταν το ίδιο μεγάλες με αυτές των άλλων πρωτεϊνών. Σε κάθε πρωτεΐνη οι αναλογίες των EAA στο πλάσμα (σε αντίθεση με τις συγκεντρώσεις) έτειναν να παραμείνουν το ίδιο στην πυλαία και στην αορτή για μία περίοδο 12h. Αξιοσημείωτες συσχετίσεις ανάμεσα στις διαφορές στο αίμα της αορτής και στα EAA της δίαιτας βρέθηκαν σε όλες τις ομάδες αλλά σε διάφορους χρόνους, κάτι που δείχνει ότι η κινητική της εντερικής απορρόφησης εξαρτάται από την χορηγούμενη πρωτεΐνη. Ίδια ήταν και η διαφοροποίηση στην κατανομή των ηπατικών πολυσωμάτων. Για τους γογγυλόσπορους και τη σόγια οι χρόνοι της πιο δραστηκής σύνθεσης πρωτεΐνης ήταν 02.00 και 05.00 h. Με το βοδινό και την καζεΐνη οι αποκλίσεις δεν ήταν αξιοσημείωτες.

Σε μία άλλη εργασία (13) που πραγματοποιήθηκε το 1986 μελετήθηκε η γλυκονογένεση από διϋδροξυακετόνη (DHA), γλυτερόλη, γαλακτικό, πυροσταφιλικό οξύ ή αλανίνη, απουσία ή

παρουσία γλυκαγόνης σε απομονωμένα ηπατοκύτταρα αρουραίων που ή ήταν νηστικοί ή είχαν σιτιστεί με δίαιτα υψηλή σε πρωτεΐνη για 2 – 48 h. Και στις δύο ομάδες η γλυκονεογένεση από DHA, γλυκερόλη, γαλακτικό και πυροσταφιλικό οξύ, παρουσίασε παρόμοιες μεταβολές μετά τις 48h. Οι ρυθμοί της παραγωγής γλυκόζης αυξήθηκαν προοδευτικά μέχρι τις 24h. Κατά τη διάρκεια της πρώιμης φάσεως (2-11)h η γλυκονεογένεση από DHA και γλυκερόλη ήταν υψηλότερη από την γλυκονεογένεση από γαλακτικό και πυροσταφιλικό οξύ. Κατά τη διάρκεια των πρώτων 24h του πειράματος, η γλυκονεογένεση από αλανίνη παρουσίασε μία κινητική παρόμοια με αυτή από γαλακτικό και πυροσταφιλικό οξύ.

Μετά από χορήγηση δίαιτας υψηλής σε πρωτεΐνη για 24-48h, η γλυκονεογένεση από αλανίνη ήταν ελαφρώς υψηλότερη από αυτή των νηστικών αρουραίων και ήταν παράλληλη με την αύξηση της δράσης της αμινοτρανσφεράσεως της αλανίνης. Η γλυκαγόνη διεγείρει την γλυκονεογένεση από DHA μέχρι τις 48h, αλλά με τη γλυκερόλη, αυτή η επίδραση συνέβη μόνο κατά τη διάρκεια της πρώιμης φάσεως (2-11h). Η γλυκαγόνη ενεργοποίησε την γλυκονεογένεση από γαλακτικό και πυροσταφιλικό οξύ ή αλανίνη, 1.35 φορές περισσότερο σ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου. Αυτά τα ευρήματα οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι η διαδικασία της γλυκονεογένεσης κατά τη νηστεία ή μετά από σίτιση με δίαιτα υψηλής πρωτεΐνης παρουσιάζει διαφορετικές κινητικές που εξαρτώνται από το χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα.

II. ΕΡΕΥΝΕΣ – ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ ΠΡΩΤΕΙΝΩΝ.

Έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 1987 (14) είχε σαν σκοπό :

1. να διευκρινισθεί η φαινομενική και πραγματική ικανότητα πέψης αζώτου και αμινοξέων σε ποντίκια που ταΐζονταν με επεξεργασμένες εμπορικές πηγές πρωτεΐνης και
2. να εκτιμηθεί η μεταβολική απέκκριση αζώτου κοπράνων. Κάθε πηγή πρωτεΐνης δόθηκε σε ενήλικα θηλυκά ποντίκια σε ποσοστό 15 και 30% της δίαιτας. Επίσης χορηγήθηκε διαίτα χωρίς πρωτεΐνη. Η ικανότητα πέψης των θρεπτικών συστατικών καθορίστηκε με μέθοδο ισοζυγίου N στα κόπρανα, με οξείδιο του χρωμίου σαν δείκτη.

Η φαινομενική ικανότητα πέψης του αζώτου για κάθε πηγή πρωτεΐνης αντανakλούσε την συγκέντρωση αζώτου της πρωτεΐνης, κάτι που αντανakλούσε και στην ικανότητα πέψης των αμινοξέων. Η πραγματική ικανότητα πέψης του αζώτου είναι 97 – 98% για την πρωτεΐνη αναφοράς του (Συμβούλιο Έρευνας Διατροφής Πειραματόζωων), δηλαδή την καζεΐνη, την ζελατίνη και την γλιαδίνη, 94 – 96 % για την γαλακτοαλβουμίνη και πρωτεΐνη σόγιας και 81% για την πρωτεΐνη του αραβοσίτου. Η πραγματική ικανότητα πέψης των αμινοξέων γενικότερα αντανakλούσε την πραγματική ικανότητα πέψης του αζώτου.

Στα πλαίσια έρευνας που έγινε το 1990 (15) νεαροί αρουραίοι (180g) και αρουραίοι μεγάλης ηλικίας (370g) ταΐστηκαν με διαίτα που περιείχε 20% πρωτεΐνη (καζεΐνη ή γλουτένη ή σόγια ή πρωτεΐνη πατάτας) για τέσσερις εβδομάδες. Η παροχή τροφής ήταν 15 gr ημερησίως. Σε σχέση με την καζεΐνη οι φυτικές πρωτεΐνες επέφεραν αξιοσημείωτες χαμηλότερες συγκεντρώσεις ολικής χοληστερόλης και HDL χοληστερόλης στο πλάσμα. Η αύξηση της χοληστερόλης που συνδέεται με την ηλικία δεν φάνηκε να προλαμβάνεται με κατανάλωση καζεΐνης, σόγιας ή πρωτεΐνης ή πατάτας, αλλά η γλουτένη ήταν αποτελεσματική.

Η δραστηριότητα της ακυλοτρανσεράσης λεκιθίνης – χοληστερόλης (LCAT) δεν ήταν σημαντικά διαφορετική σε αρουραίους ίδιας ηλικίας που έλαβαν διαφορετικές φυτικές πρωτεΐνες, ενώ η ταχύτητα εστεροποίησης ήταν χαμηλότερη στους αρουραίους που ετράφησαν με καζεΐνη. Με την αύξηση της ηλικίας γενικά η δραστηριότητα της (LCAT) μειώνεται. Σε σχέση με τις ομάδες καζεΐνης οι αρουραίοι που τράφηκαν με φυτικές πρωτεΐνες είχαν υψηλότερη έκκριση ουδετέρων και όξινων στεροειδών στα κόπρανα. Ανάμεσα στις ομάδες με φυτικές πρωτεΐνες η κοπρανώδης απέκκριση των στεροειδών στα κόπρανα ήταν ποικίλη. Βρέθηκαν αξιοσημείωτες αρνητικές συσχετίσεις μεταξύ απέκκρισης ολικής στερόλης στα κόπρανα και συγκέντρωση ολικής χοληστερόλης ή HDL χοληστερόλης στο πλάσμα. Εξάλλου οι φυτικές πρωτεΐνες έδειξαν ταχύτερη διέλευση στο στομάχι, ενώ η διέλευση και απορρόφησή τους ήταν βραδύτερη στο πρώτο μισό του λεπτού εντέρου (δωδεκαδάκτυλος-νήντιδα).

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 1985 (16) νηστικοί αρουραίοι τράφηκαν για τρεις ημέρες με δίαιτες ελεύθερες σε λίπος που περιείχαν πρωτεΐνη από διαφορετικές πηγές. Οι δραστηριότητες των ηπατικών ενζύμων : δεϋδρογονάση της 6-φωσφογλυκόζης, καρβοξυλάση του ακετυλοCoA, συνθετάση λιπαρών οξέων και ένζυμο του μηλικού οξέως ήταν σαφώς χαμηλότερες στους αρουραίους που τράφηκαν με πρωτεΐνη σόγιας ή γλουτένη σε σχέση με αυτούς που τράφηκαν με καζεΐνη ή πρωτεΐνη ψαριού. Από τη στιγμή που η δράση του RNA για το ένζυμο του μηλικού δεν ήταν χαμηλή στα πειραματόζωα που τράφηκαν με σόγια, η μετάφραση του ενζύμου του μηλικού φαίνεται να παρεμποδίζεται από την πρωτεΐνη της σόγιας. Η συγχώνευση του ραδιενεργού νερού μέσα στα λιπαρά οξέα του ήπατος ήταν σαφώς χαμηλότερη στα πειραματόζωα που τράφηκαν με πρωτεΐνη σόγιας από αυτά που τράφηκαν με καζεΐνη.

Τα επίπεδα τριγλυκεριδίων στο πλάσμα και ειδικά στο ήπαρ ήταν επίσης χαμηλότερα στις ομάδες που τράφηκαν με σόγια και γλουτένη απ' ότι στις ομάδες που ετράφησαν με καζεΐνη και ψάρι.

Επιπρόσθετα, όταν η πρωτεΐνη σόγιας αντικαταστάθηκε με αμινοξέα που προσιδίαζαν την καζεΐνη ή τη σόγια οι επιδράσεις στα επίπεδα των ενζύμων λιπογένεσης ήταν ανιχνεύσιμες αλλά όχι τόσο σπουδαίες. 'Ετσι κάποιες επιδράσεις θα μπορούσαν να αποδοθούν στην πρωτεΐνη αυτή καθ' αυτή και κάποιες άλλες στη σύσταση της δίαιτας σε αμινοξέα.

Επίσης το 1985 σε άλλη εργασία (17) που έγινε, μετρήθηκαν τα επίπεδα των ελευθέρων αμινοξέων στο ορό, στον αδένα του μαστού, στο ήπαρ και στο μυ αρουραίων που βρίσκονταν σε περίοδο θηλασμού και που τρέφονταν με δίαιτες που περιείχαν διάφορες πρωτεΐνες. Οι θηλυκοί αρουραίοι μετά τη σύλληψη σιτίστηκαν με δίαιτες που διέφεραν ως προς την ποιότητα (σιτάρι, σιτάρι και λυσίνη και θρειονίνη ή καζεΐνη και μεθειονίνη) και την ποσότητα της πρωτεΐνης (11,6% ή 22,3%). Την 15η ημέρα του θηλασμού οι μητέρες αποκεφαλίστηκαν : το αίμα συλλέχθηκε και ο ορός καταψύχθηκε αμέσως, ενώ τα δείγματα του αδένα του μαστού, του ήπατος και του γαστροκνημίου μυός απομονώθηκαν και καταψύχθηκαν αμέσως. Μετά την λήψη των πρωτεϊνών τα ελεύθερα αμινοξέα μετρήθηκαν σε LKB 4400 αναλυτή αμινοξέων. Όσο αυξανόταν η θρεπτική αξία της πρωτεΐνης, η παραγωγή γάλακτος έφτασε μέχρι και σε σημείου τριπλασιασμού, ενώ το επίπεδο της ελεύθερης λυσίνης στον αδένα του μαστού αυξήθηκε 6 με 8 φορές. Με τη βελτίωση της ποσότητας ή της ποιότητας της πρωτεΐνης τα επίπεδα της ελεύθερης μεθειονίνης αυξήθηκαν 2 με 3 φορές, αλλά καμία αλλαγή δεν σημειώθηκε στα επίπεδα της ελεύθερης θρειονίνης, των αρωματικών και των διακλαδισμένων αμινοξέων στον αδένα του μαστού. Στον ίδιο ιστό, στο ήπαρ και στο μυ οι συγκεντρώσεις της ελεύθερης λυσίνης συσχετίστηκαν στενά με την ελεύθερη λυσίνη στον ορό.

Αυτό που παρατηρήθηκε γενικότερα ήταν μία ευθεία σχέση μεταξύ της λυσίνης της δίαιτας, της ελεύθερης λυσίνης στον αδένα του μαστού και στην έκκριση γάλακτος.

Παράλληλα, στα πλαίσια άλλης έρευνας που πραγματοποιήθηκε το 1985 μετρήθηκε ο ρυθμός σύνθεσης πρωτεϊνών στον αδένα του

μαστού και στο ήπαρ καθώς και στο βάρος του εμβρύου και η παραγωγή γάλακτος, στην 15η ημέρα του θηλασμού, σε αρουραίους. Οι θηλυκοί αρουραίοι τρέφονταν με δίαιτες που διέφεραν ως προς την ποιότητα (σιτάρι, σιτάρι συμπληρωμένο με λυσίνη και θρεονίνη ή καζεΐνη συμπληρωμένη με μεθειονίνη) και ως προς την ποσότητα του πρωτεϊνικού περιεχομένου (11% ή 21% W/W). Παρατηρήθηκαν αυξήσεις στην σύνθεση πρωτεϊνών στο μαστό και στο βάρος των εμβρύων που σχετίζονταν με τη βελτίωση της ποιότητας της πρωτεΐνης. Παρόμοιας σπουδαιότητας αυξήσεις παρατηρήθηκαν και με τον διπλασιασμό της ποσότητας της πρωτεΐνης στις δίαιτες των μητέρων. Τα στοιχεία αυτά μαρτυρούν ότι η ποιότητα της πρωτεΐνης καθώς και η ποσότητά της στη δίαιτα επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την πρωτεϊνοσύνθεση στον αδένα του μαστού, και το βάρος του εμβρύου.

Επίσης το 1966,(18) ερευνήθηκε η επίδραση της έλλειψης πρωτεΐνης στη σύσταση των παγκρεατικών λιπιδίων σε αρουραίους. Η σύστασή τους βρέθηκε αλλαγμένη σε αρουραίους που έλαβαν δίαιτα ελλειπή σε πρωτεΐνη για 4 εβδομάδες. Παράλληλα, ανιχνεύθηκαν αυξήσεις στο περιεχόμενο των τριγλυκεριδίων και των εστέριων χοληστερόλης, σε σχέση με μία μείωση στα φωσfolιπίδια. Οι μεταβολές σ' αυτά τα λιπίδια μπορεί να επιδράσουν δυσμενώς στη λειτουργία της μεμβράνης και να δημιουργήσουν προ-όρους για παγκρεατικό τραύμα.

III. ΕΡΕΥΝΕΣ – ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΙΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΔΙΑΙΤΩΝ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΡΩΤΕΪΝΗΣ

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 1986, (18) μελετήθηκε η επίδραση δίαιτας χαμηλής σε πρωτεΐνη στην έκκριση της χολής και των χολικών λιπών και πρωτεϊνών σε νεαρούς θηλυκούς αρουραίους. Τα πειραματόζωα που ταΐστηκαν με δίαιτα 8% σε πρωτεΐνη (LP) για 4, 8 και 12 εβδομάδες είχαν σαφώς λιγότερη έκκριση χολής και χαμηλότερους ρυθμούς έκκρισης χολικών οξέων και πρωτεϊνών, σε σχέση με τους αρουραίους που έλαβαν δίαιτα 26% σε πρωτεΐνη (NP). Οι ρυθμοί έκκρισης χολικών φωσφολιποειδών και χοληστερόλης ήταν σημαντικά υψηλότεροι στην ομάδα LP απ' ότι στην ομάδα NP, κάτι που έδειξε ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της έκκρισης των χολικών οξέων και της έκκρισης των λιπών, όταν έχουμε χαμηλούς ρυθμούς εκκρίσεως χολικών οξέων. Οι συγκεντρώσεις των χολικών οξέων, φωσφολιποειδών και χοληστερόλης ήταν σαφώς υψηλότερες στην ομάδα LP σε σχέση με την ομάδα NP, ενώ η σχετική συγκέντρωση των χολικών οξέων ήταν χαμηλότερη και οι σχετικές συγκεντρώσεις της χοληστερόλης και των φωσφολιποειδών ήταν υψηλότερες. Η ανάλυση των χολικών οξέων έδειξε ότι η ποσοστιαία σύνθεση του χηνοδεοξυχο-λικού οξέος και του δεοξυχολικού αυξήθηκε σημαντικά στους αρουραίους της ομάδας LP, ενώ αυτή του χολικού οξέος μειώθηκε.

Επίσης το 1986, (19) ερευνήθηκε η επίδραση της έλλειψης πρωτεΐνης στη σύσταση των παγκρεατικών λιπιδίων σε αρουραίους. Η σύστασή τους βρέθηκε αλλαγμένη σε αρουραίους που έλαβαν δίαιτα ελλιπή σε πρωτεΐνη για 4 εβδομάδες. Παράλληλα, ανιχνεύθηκαν αυξήσεις στο περιεχόμενο των τριγλυκεριδίων και των εστέρων χοληστερόλης, σε σχέση με μία μείωση στα φωσφολιπίδια. Οι μεταβολές σ' αυτά τα λιπίδια μπορεί να επιδράσουν δυσμενώς στη λειτουργία της μεμβράνης και να δημιουργήσουν προδιάθεση για παγκρεατικό τραύμα.

Τέλος όσον αφορά στις έρευνες που ασχολήθηκαν με την επίδραση διαίτων χαμηλής πρωτεΐνης γενικότερα στο πεπτικό σύστημα αρουραίων, μία τρίτη εργασία που έλαβε χώρα το 1987 (20) μελέτησε την επίδραση του πρωτεϊνικού υποσιτισμού στη λειτουργία, την ρευστότητα και σύνθεση της μεμβράνης των εντερικών μικρολαχνών σε αναπτυσσόμενους αρουραίους. Αρσενικοί αρουραίοι, μετά τον απογαλακτισμό, σιτίστηκαν με δίαιτες που περιείχαν 10% πρωτεΐνη η οποία προερχόταν είτε από γλουτένη σιταριού (δίαιτα πειράματος) είτε από καζεΐνη (δίαιτα ελέγχου). Οι εντερικές μικρολάχνες απομονώθηκαν μετά από περίοδο εκτροφής επτά εβδομάδων. Η λειτουργικότητα των μεμβρανών, όπως αξιολογήθηκε από το επίπεδο δράσης των τεσσάρων ενζύμων : Αλκαλική φωσφάταση, γ-γλουτάμυλο τρανσπεπτιδάση, αμινοπεπτιδάση της λευκίνης και μαλτάση, δεν έδειξε καμία διαφορά μεταξύ των μικρολαχνών που προέρχονταν από τα πειραματόζωα πειράματος και ελέγχου. Επιπρόσθετα, η ομοιότητα μεταξύ των μεμβρανών που προέρχονταν από τους αρουραίους πειράματος και ελέγχου εκδηλώθηκε και ως προς το περιεχόμενο χοληστερόλης και φωσφολιποειδών. Η μελέτη καταδεικνύει ότι παρά το υπέρμετρο διατροφικό stress που ασκήθηκε στους αρουραίους που ταΐστηκαν με γλουτένη, η ακεραιότητα και η λειτουργικότητα της μεμβράνης των εντερικών μικρολαχνών βρίσκονται σε ιδιαίτερα καλή κατάσταση.

Το 1993 (21) ανακαλύφθηκε ότι η στέρηση τροφής αυξάνει τόσο την έκφραση του γονιδίου για το νευροπεπτίδιο Υ (NPY) όσο και τα επίπεδα NPY στους παρακοιλιακούς πυρήνες του εγκεφάλου. Για να κατανοηθεί ο διαιτητικός έλεγχος του NPY, συστηματικά εξετάστηκε η επίδραση του περιορισμού θρεπτικών συστατικών στην έκφραση του γονιδίου για το NPY στον υποθάλαμο και στη συγκέντρωση του NPY στους παρακοιλιακούς πυρήνες του εγκεφάλου.

Οι αρουραίοι χωρίστηκαν σε 8 ομάδες κάθε μία από τις οποίες έλαβε ένα είδος διαίτας για 12 ημέρες.

Η ομάδα ελέγχου έλαβε την καθορισμένη AIN-76 δίαιτα, η οποία αργότερα μειώθηκε στην μισή ενέργεια. Έξι ισοθερμιδικές (της AIN-76) δίαιτες πειράματος ετοιμάστηκαν, με κάθε μία να περιέχει μειωμένο κατά 50% κάποιο συγκεκριμένο θρεπτικό συστατικό. Η έκφραση του γονιδίου NPY αυξήθηκε στα πειραματόζωα με μειωμένη ενέργεια. Η μείωση υδατανθράκων και λιπών δεν επηρέασαν την έκφραση του γονιδίου. Μολονότι η συγκέντρωση του NPY στους παρακοιλιακούς πυρήνες δεν διέφερε μεταξύ των ομάδων, δύο ευρήματα συνέδεσαν την αυξημένη απελευθέρωση NPY στα πειραματόζωα μειωμένης πρωτεΐνης: τα ζώα αυτά ήταν υπερφαγικά και είχαν περισσότερο σωματικό λίπος. Έτσι αποδείχθηκε ότι τα χαμηλά επίπεδα πρωτεΐνης παίζουν ρόλο στη ρύθμιση της έκφρασης του γονιδίου για το NPY.

Σε άλλη έρευνα (22), μελετήθηκαν οι επιδράσεις δίαιτας χαμηλής σε πρωτεΐνη στο μοριακό επίπεδο, και για το λόγο αυτό σιτίστηκαν αρουραίοι με δίαιτες ελέγχου ή δίαιτες ελλειπείς σε πρωτεΐνη. Κάθε ομάδα (ομάδα ελέγχου και ομάδα χαμηλής πρωτεΐνης) διαιρέθηκε σε τρεις υπομονάδες σύμφωνα με το επίπεδο ενεργειακής πρόσληψης. Στη συνέχεια αφαιρέθηκε το ήπαρ και μετρήθηκαν οι συγκεντρώσεις ηπατικού DNA και RNA και ολικής κυτταρικής πρωτεΐνης, καθώς και οι συγκεντρώσεις αλβουμίνης ορού και τη RNA της αλβουμίνης. Η έλλειψη πρωτεΐνης προκάλεσε μία έντονη αναστολή της ανάπτυξης του ήπατος, αλλά το μέγεθος των περισσότερων κυττάρων παρέμεινε φυσιολογικό. Η δίαιτα χαμηλής πρωτεΐνης προκάλεσε ταυτόχρονα μειώσεις στα επίπεδα αλβουμίνης του ορού και το RNA της αλβουμίνης του ορού. Πάντως, αυτή η επίδραση παρατηρήθηκε μόνο με τον συνδυασμό χαμηλής σε πρωτεΐνες δίαιτας και κανονικής ενεργειακής πρόσληψης. Η δίαιτα χαμηλής ενέργειας- χαμηλής πρωτεΐνης απέτυχε να προκαλέσει χαμηλά επίπεδα αλβουμίνης του ορού.

Τα ευρήματα έδειξαν ότι η μεταβαλλόμενη ισορροπία μεταξύ τουλάχιστον δύο παραγόντων, της πρωτεΐνης και της ενεργειακής πρόσληψης, λειτουργεί σαν έναυσμα για αρκετές μεταβολικές αλλαγές τις οποίες ρυθμίζουν συγκεκριμένα γονίδια.

Εργασία που πραγματοποιήθηκε το 1985 (23) ερευνήσε τις επιδράσεις της πρωτεΐνης και του λίπους και του περιορισμού τους στην σύσταση σώματος και στο ενεργειακό ισοζύγιο αρουραίων που θηλάζουν. Για τον σκοπό αυτό ισοενεργειακές δίαιτες διαμορφωμένες σε τρία επίπεδα ως προς την πρωτεΐνη (12,24 και 40% καζεΐνη) και σε δύο επίπεδα ως προς το λίπος (2,26 και 13,82% καλαμποκέλαιο) χορηγήθηκαν για σίτιση σε πέντε επίπεδα πρόσληψης : ad libitum, 75%, 62,5%, 50% και 37,5% της μέσης ad libitum πρόσληψης, σε 90 θηλάζοντες αρουραίους από την 7η έως την 14η ημέρα του θηλασμού.

Οι μετρήσεις που έγιναν σε αρουραίους που θανατώθηκαν την 7η ημέρα του θηλασμού, χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της αρχικής σύστασης σώματος και ενέργειας των αρουραίων που θανατώθηκαν την 14η ημέρα του θηλασμού. Οι μεταβολές στο βάρος και στο νερό του σώματος ήταν εμφανώς επηρεασμένες από τα ποσοστά λίπους και πρωτεΐνης της δίαιτας, αλλά η μεταβολή στην ισχνή μάζα σώματος επηρεάστηκε μόνο από τα επίπεδα του διαιτητικού λίπους, ενώ το άζωτο του σώματος, το λίπος και η ενέργεια της ισχνής μάζας σώματος δεν επηρεάζονταν ούτε από την πρωτεΐνη, ούτε από το ποσοστό λίπους της δίαιτας.

Ο περιορισμός της πρόσληψης μείωσε την παραγωγή γάλακτος καθώς και τις δραστηκότητες των ηπατικών ενζύμων. Τέλος, οι μεταβολές στα βάρη της καρδιάς και του ήπατος δεν οφείλονταν στη δίαιτα ή στην πρόσληψη, ενώ το βάρος του εντέρου μειώθηκε με την περιορισμένη πρόσληψη.

Το ίδιο έτος, στα πλαίσια άλλης έρευνας (24), επιχειρήθηκε να ερευνηθούν οι επιδράσεις της πρωτεϊνικής και ενεργειακής πρόσληψης στις μεταβολές της σύστασης των ιστών σε αρουραίους που βρίσκονταν σε φάση θηλασμού.

Έτσι, τριάντα-έξι αρουραίοι έλαβαν τρεις δίαιτες C, L, M και H που περιείχαν 12, 24 και 36% πρωτεΐνη αντιστοίχως) σε τέσσερα επίπεδα πρόσληψης τροφής (100%, 70%, 50% και 30% του ad libitum) από την 7η ως την 14η ημέρα του θηλασμού. Τρεις αρουραίοι από κάθε ομάδα θανατώθηκαν την 14η ημέρα.

Τα πτώματα, τα σπλάχνα, τα ήπατα και οι μαστοί εξετάστηκαν λεπτομερώς και αναλύθηκαν ως προς το νερό, το λίπος, την πρωτεΐνη και την τέφρα. Δώδεκα αρουραίοι που είχαν θανατωθεί την έβδομη ημέρα έδωσαν στοιχεία για την αρχική σύσταση του σώματος. Όλοι οι αρουραίοι έχασαν βάρος, και η απώλεια αυτή οφειλόταν ελαφρώς στη σύσταση της δίαιτας, αλλά κυρίως στην πρόσληψη και είχε εύρος από 22,4 gr (για την ομάδα ad libitum) έως 79,9gr (για την ομάδα του 30%). Οι απώλειες λίπους, κυρίως στα πτώματα, ήταν ανεπηρέαστες από τη δίαιτα αλλά αυξήθηκαν στο μέγιστο για το επίπεδο 70% πρόσληψης. Οι απώλειες πρωτεϊνών σε όλους τους ιστούς αυξάνονταν ανάλογα με το βαθμό περιορισμού πρόσληψης της τροφής. Οι απώλειες πρωτεϊνών στα σπλάχνα, στο ήπαρ και στους μαστούς μειώνονταν όταν χορηγούνταν περισσότερη πρωτεΐνη στη δίαιτα.

Έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 1986 (25) έδειξε ότι αρουραίοι που ταϊστήκαν με δίαιτα χαμηλής πρωτεΐνης (9%) και παρέμειναν στους 240 C πήραν λιγότερο βάρος και είχαν λιγότερη ενέργεια από τους αρουραίους ελέγχου που ταϊστήκαν με δίαιτα κανονικής πρωτεΐνης (25%). Η πρόσληψη και η κατανάλωση ενέργειας για το σωματικό μέγεθος [$\text{kJ}/(\text{kg } 0,75 \times d)$] ήταν ίδια για τους αρουραίους που έλαβαν τις δύο δίαιτες, αλλά η ικανότητα απόδοσης ενέργειας ήταν περιορισμένη στους αρουραίους που τράφηκαν με δίαιτα χαμηλής πρωτεΐνης, και η ανταπόκριση της θερμογένεσης στην νεορεπινεφρίνη και η δραστηριότητα του φαιού λιπώδους ιστού ήταν και οι δύο έντονα αυξημένες.

Η παραμονή σε υψηλότερη θερμοκρασία (290 C) περιόρισε την δαπάνη ενέργειας και τη δραστηριότητα του φαιού λιπώδους ιστού στα πειραματόζωα που τράφηκαν και με τις δύο δίαιτες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η θερμογένεση που προκλήθηκε από την σίτιση με δίαιτες χαμηλή πρωτεΐνης δεν εμποδίζεται ιδιαίτερα από μία υψηλότερη περιβαλλοντική θερμοκρασία.

Μελέτη σε αρουραίους που πραγματοποιήθηκε το 1986 (26), ερευνήσε τη συνεισφορά της μεταφοράς αμινοξέων διαμέσου του αιματοεγκεφαλικού φραγμού στην συγκέντρωση 5-υδροξύ-ινδολών στον εγκέφαλο (σεροτονίνη και 5-υδροξυινδόλη – οξικό οξύ).

Αρκετά αμινοξέα συμπληρώθηκαν σε δίαιτα 5% πρωτεΐνης αυγού. Παρατηρήθηκαν στενές συσχετίσεις μεταξύ της τρυπτοφάνης του ορού, της τρυπτοφάνης του εγκεφάλου και των 5-υδροξύ-ινδολών, οι οποίες (παρατηρήσεις) ήταν αδιάφορες της δίαιτας που δόθηκε. Όταν ένα μεγάλο ουδέτερο αμινοξύ (LNAA όπως μεθειονίνη, θρεονίνη, λευκίνη ή φαινυλαλανίνη) προσθέτονταν στη δίαιτα ελέγχου, η συγκέντρωση της 5-υδροξυ-ινδόλης στον εγκέφαλο ήταν χαμηλότερη. Πάντως, όταν προστέθηκε η τρυπτοφάνη, η συγκέντρωση της 5-υδροξυ-ινδόλης στον εγκέφαλο ήταν σαφώς υψηλότερη, κάτι που δεν παρατηρήθηκε μετά από συμπληρωματική παροχή λυσίνης. Η παροχή λευκίνης προκάλεσε χαμηλότερη συγκέντρωση τυροσίνης στον υποθάλαμο, αλλά η χορήγηση φαινυλαλανίνης επέφερε υψηλότερα επίπεδα συγκεντρώσεων τυροσίνης στον υποθάλαμο, ενώ δεν υπήρξε καμία συσχέτιση μεταξύ των συγκεντρώσεων νορεπινεφρίνης και τυροσίνης στον υποθάλαμο. Αυτές οι παρατηρήσεις επισήμαιναν ότι η παροχή ενός αμινοξέος σε δόση διπλάσιας ή τετραπλάσιας της απαραίτητης, σε μία δίαιτα χαμηλής πρωτεΐνης μπορεί να προκαλέσει μείζονες μεταβολές στις συγκεντρώσεις νευροδιαβιβαστών στους εγκεφάλους αρουραίων.

Επίσης το 1986 (27), μελετήθηκαν οι συγκεκριμένες επιδράσεις της απώλειας βάρους, της έλλειψης πρωτεΐνης και του περιορισμού της ενεργειακής πρόσληψης στο νερό και στη σύσταση των ηλεκτρολυτών σε νεαρούς αρουραίους. Τα πειραματόζωα σιτίστηκαν είτε με δίαιτα χαμηλή σε πρωτεΐνη (LP) είτε με δίαιτα ελέγχου σε περιορισμένα ποσά (ER). Το ολικό Ca σώματος χρησιμοποιήθηκε για να δείξει την ανάπτυξη της σκελετικής μάζας. Ορίστηκαν τέσσερις περίοδοι ισοζυγίου για να αντιπροσωπεύσουν τα διάφορα στάδια στέρησης πρωτεΐνης και ενέργειας. Η χημική σύσταση των αρουραίων αναλύθηκε στο τέλος της έρευνας και συγκρίθηκε με αυτή των αρουραίων που θανατώθηκαν στην αρχή της έρευνας. Οι μεταβολές στη σύνθεση του σώματος των αρουραίων LP αποδόθηκαν κυρίως στην απώλεια μάζας κυττάρων του σώματος.

Δεν υπήρξε κατακράτηση Na και Cl μέχρι που αναπτύχθηκε σοβαρή υποαλβουμιναιμία και οίδημα μετά από μεγάλης διάρκειας περίοδο στέρησης πρωτεΐνης. Σε αυτή τη φάση Na και Cl κατακρατήθηκαν στην ίδια αναλογία με τον μοριακό τους λόγο στο εξωκυττάριο υγρό (ECF). Η επακόλουθη αύξηση του όγκου του ECF ήταν υπεύθυνη για τις υψηλές τιμές νερού στους αρουραίους LP. Ο περιορισμός της ενέργειας στο 80% των αναγκών για διατήρηση, για είκοσι ημέρες, συνετέλεσε στην κατακράτηση Na σε ξεχωριστό "χώρο" από του Cl ή του Ca. Με τον παρατεταμένο περιορισμό ενέργειας, φαίνεται να προτιμάται απώλεια μάζας κυττάρων και λιπώδους ιστού, αλλά να υπάρχει σχετική διατήρηση του όγκου του εξωκυτταρίου υγρού. Δεν υπήρξε καθαρή κατακράτηση Na και Cl και η υγρασία της ισχνής μάζας σώματος ήταν κανονική. Οι διαφορές στις συνθέσεις σώματος στους ER και LP αρουραίους έδειξαν ότι ο πρωτεϊνικός και ενεργειακός περιορισμός μπορούν να έχουν ξεχωριστές επιδράσεις στην ομοίωση Na και Cl οι οποίες είναι ευδιάκριτες από τις μεταβολές που προκύπτουν λόγω της απώλειας μάζας κυττάρων.

Τέλος, στα πλαίσια εργασίας που πραγματοποιήθηκε το 1991 ερευνήθηκε η επίδραση της πρωτεΐνης της δίαιτας στην βιοδιαθεσιμότητα, στις ανάγκες και στη συγχώνευση του ψευδαργύρου (Zn) στα οστά, σε αναπτυσσόμενους αρουραίους.

Παρατηρήθηκε ότι η πρωτεΐνη δεν επηρέασε ούτε την απορρόφηση ούτε τη βιολογική ημιζωή του Zn που προστέθηκε στη δίαιτα. Οι ανάγκες σε Zn ήταν γενικά μεγαλύτερες όταν οι αρουραίοι τρέφονταν με 30% απ' ότι όταν τρέφονταν με 15% πρωτεΐνης αυγού. Όταν λάμβαναν δίαιτα με 30% πρωτεΐνη, οι αρουραίοι που είχαν έλλειψη Zn έπαιρναν λιγότερο βάρος και έτειναν να αφομοιώσουν λιγότερο Zn στο οστό, ενώ οι αρουραίοι που είχαν επαρκή Zn στο οστό της κνήμης. Η συγκέντρωση της πρωτεΐνης της δίαιτας προφανώς αύξησε το μέγιστο ποσό Zn που συγχωνευόταν στα οστά των αρουραίων που είχαν επαρκή Zn. Όταν ο Zn της δίαιτας ήταν επαρκής (25mg/kg δίαιτας) οι συγκεντρώσεις του Zn στο οστό της κνήμης αυξάνονταν γραμμικά με τις συγκεντρώσεις 15, 25, 35 και 45% πρωτεΐνης της

δίαιτας. Όταν ο Ζη της δίαιτας ήταν επαρκής, οι δίαιτες υψηλότερης πρωτεΐνης επέφεραν σαν αποτέλεσμα χαμηλότερο άζωτο και υψηλότερο Ζη στο οστό της κνήμης, χωρίς ουσιώδεις μεταβολές στο μέγεθος του οστού και στην συγκέντρωση Ca. Αυτά τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δίαιτες με υψηλή πρωτεΐνη αυξάνουν τις απαιτήσεις Ζη και την οστική αποθήκευση Ζη με την τελευταία να είναι συνέπεια της αλλαγής του μεταβολισμού του Ζη στο οστό και όχι της βελτίωσης της βιοδιαθεσιμότητας του Ζη.

Εργασία που πραγματοποιήθηκε το 1987 (28) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι αρουραίοι που είχαν τραφεί με δίαιτα χωρίς πρωτεΐνη ήταν ενθυροειδικοί. Η ερμηνεία της κατάστασης του θυρεοειδούς αυτών των ζώων περιπλέκεται από τα αυξημένα επίπεδα T3 που δεσμεύεται από πρωτεΐνες του ορού. Τα επίπεδα FT3 βρίσκονταν ανάμεσα σε φυσιολογικά και χαμηλά όρια και η κατανάλωση O₂ κατά την ηρεμία ήταν μειωμένη. Για να διευκρινιστεί η κατάσταση του θυρεοειδούς των αρουραίων που τράφηκαν με δίαιτα χωρίς πρωτεΐνη, χρησιμοποιήθηκαν σαν δείκτες για την δραστηριότητα της ορμόνης του θυρεοειδούς η δραστικότητα της ATPάσης της σπλαχνικής μυοσίνης και το προφίλ της ισομυοσίνης.

Η επίδραση της δίαιτας χωρίς πρωτεΐνη συγκρίθηκε με δίαιτα υψηλή σε πρωτεΐνη και χαμηλή σε υδατάνθρακες η οποία προκαλεί μειωμένη επίδραση στην θυρεοειδική ορμόνη. Μετά από 28 ημέρες, η δραστικότητα της ATPάσης της μυοσίνης ήταν 1.50 ± 0.05 ($\mu\text{mol Pi} / (\text{mg πρωτεΐνης} \cdot \text{min})$) στους αρουραίους που τράφηκαν με κανονική δίαιτα, 1.160 ± 0.03 $\mu\text{mol Pi} (\text{mg πρωτεΐνης} - \text{min})$ στα πειραματόζωα που τράφηκαν με δίαιτα υψηλή σε πρωτεΐνη και χαμηλή σε υδατάνθρακες και 1.48 ± 0.04 $\mu\text{mol Pi} (\text{mg πρωτεΐνης} \cdot \text{min})$ στα πειραματόζωα που έλαβαν δίαιτα χωρίς πρωτεΐνη. Το γεγονός ότι στους αρουραίους που στερούνταν πρωτεΐνη δεν μειώθηκε η δραστικότητα της ATPάσης της μυοσίνης και δεν μεταβλήθηκε το περιεχόμενο της ισομυοσίνης, μαρτυρά ότι αυτοί είναι ενθυροειδικοί.

Τέλος, εργασία (29) που ασχολήθηκε με την υψηλή πρωτεϊνική πρόσληψη και την απορρόφηση του Mg έδειξε ότι η υψηλή

πρωτεϊνική πρόσληψη αυξάνει την φαινομενική αλλά όχι την πραγματική απορρόφηση του μαγνησίου στους αρουραίους. Οι αρουραίοι ταϊστήκαν είτε μία κανονική δίαιτα (175 g καζεΐνης/kg) ή μία υψηλή σε πρωτεΐνη δίαιτα (525 g καζεΐνης/kg).

Οι δίαιτες ήταν ισορροπημένες ως προς το Mg, το Ca και τον P. Η δίαιτα υψηλής πρωτεΐνης επαύξησε την φαινομενική απορρόφηση του Mg. Ενώ η πραγματική απορρόφηση Mg όπως μετρήθηκε με τη χρήση στοματικής και ενδοπεριτονιακής χορήγησης ανιχνεύσιμων δόσεων Mg, βρέθηκε να είναι ανεπηρέαστη από την υψηλή πρωτεϊνική πρόσληψη. Η ενδογενής απέκκριση Mg στα κόπρανα ήταν σαφώς περιορισμένη στους αρουραίους που τράφηκαν με δίαιτα υψηλής πρωτεΐνης, κάτι που συνδέθηκε με αυξημένη ουρική απέκκριση Mg. Η μεγάλη πρωτεϊνική πρόσληψη μείωσε το ποσό Mg σε όλο τον ειλεό, αλλά αύξησε το ποσό και τη συγκέντρωση Mg στα ούρα. Η έρευνα, λοιπόν, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η βελτίωση της φαινομενικής απορρόφησης Mg σε αρουραίους που τράφηκαν με δίαιτες υψηλής πρωτεΐνης οφείλεται στην μειωμένη απέκκριση ενδογενούς Mg στα κόπρανα.

Τέλος, σε μία άλλη μελέτη (30) δείχθηκε η επίδραση που είχε η χαμηλή πρωτεΐνη της διαίτας στη γεύση του αλμυρού. Κατ' αυτήν οι αρουραίοι που σιτίστηκαν για 3 βδομάδες με τροφή περιεκτικότητας 5% σε πρωτεΐνη αυγού είχαν ελαττωμένη ευαισθησία στη γεύση του αλμυρού από αυτούς που για το ίδιο διάστημα ελάμβαναν δίαιτα με 15% πρωτεΐνη αυγού.

ΠΟΡΙΣΜΑΤΑ

Από τη βιογραφία συνάγουμε ότι η επίδραση της υπο-πρωτεϊνική/ ενεργειακής δίαιτας στις αντίστοιχες παραμέτρους – ανάπτυξης, αιματολογικές, βιοχημικές – έχει αποδειχθεί μετά από πληθώρα στοιχείων, που έχουν συλλεγεί από επιδημιολογικές μελέτες υποσιτισμένων ατόμων και κλινικών περιστατικών τα οποία οδηγούν σε ανεπάρκειες θρεπτικών συστατικών. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται σε έρευνες (3-4) που αφορούν την σχέση υποσιτισμού και ανάπτυξης εγκεφάλου (πνευματικές λειτουργίες) στα βρέφη και τα παιδιά όπου η ανάπτυξη είναι ραγδαία και η εξέλιξη της νοημοσύνης άκρως αναγκαία. Η χρήση πειραματόζων κρίνεται απαραίτητη για την πειραματική μελέτη των ανωτέρω και την ανακάλυψη των βιοχημικών διαδικασιών που οδηγούν στις αλλαγές των παραμέτρων αυτών.

Από τη διεθνή βιβλιογραφία προκύπτει ότι ένα από τα πλέον κατάλληλα πειραματόζωα για έρευνες τέτοιου τύπου είναι οι επίμυες, καθώς υπάρχουν αρκετές ομοιότητες με το ανθρώπινο σύστημα και επιπλέον έχουν πλεονεκτήματα όπως το μικρό μέγεθος, ο μικρός χρόνος ζωής και ο μεγάλος αριθμός απογόνων κατά την αναπαραγωγή.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα παραπάνω δεδομένα, πραγματοποιήθηκε το πείραμα της εργασίας αυτής που σαν σκοπό είχε :

α) Να γίνει αντιληπτός ο τρόπος και η διαδικασία που προσεγγίζονται παρόμοια προβλήματα στον αντίστοιχο επιστημονικό χώρο.

β) Να μελετηθεί η επίδραση της δίαιτας χαμηλής σε πρωτεΐνη (8,5%-0%)σε παραμέτρους ανάπτυξης απογαλακτισμένων επίμυων κατόπιν εκτροφής 9 ημερών.

γ) Την μελέτη της επίδρασης των εν λόγω διαιτών σε τυπικές αιμα-τολογικές και βιοχημικές παραμέτρους οι οποίες αποτελούν δείκτες της ομοιόστασης των οργανισμών και σχετίζονται εμμέσως με τη φυσιολογία της θρέψης και τις συναφείς μεταβολικές διεργασίες – δείκτες.

B. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Υλικά και μέθοδοι

Πειραματόζωα

Η προμήθεια αρσενικών επίμυων γένους Wistar αρχικού βάρους περίπου 120 γρ. και ηλικίας 35 ημερών (αμέσως μετά τον απογαλακτισμό), έγινε από το Ελληνικό Ινστιτούτο PASTEUR (Μονάδα πειραματόζωων).

Η παράδοσή τους έγινε στο χώρο πειραματόζωων του τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών (Τομέας Φυσιολογίας Ζώων και Ανθρώπου).

Οι 26 επίμυες εξετάσθηκαν από κτηνίατρο για να διαπιστωθεί η καλή κατάσταση της υγείας τους. Το παρόν πειραματικό πρωτόκολλο πραγματοποιήθηκε την άνοιξη, δηλαδή κατά τη διάρκεια των μηνών Απριλίου και Μαΐου του 1998.

Εγκατάσταση και διάταξη των πειραματικών ομάδων

Οι επίμυες ζυγίστηκαν και τοποθετήθηκαν τυχαία σε κλωβούς ανηρημένους σε μεταλλικό ανοξείδωτο σκελετό με ράφια (Stefano Morini SAS, κωδ. 720L. 111 διαστάσεων 46x1.30x1.80, Ιταλία).

Οι 26 επίμυες των οποίων ο μέσος όρος βάρους ήταν 119 ± 1 gr εγκαταστάθηκαν στους μεταλλικούς ανοξείδωτους κλωβούς της ίδιας εταιρείας (κωδ. IIIL. 111) διαστάσεων 42x27x15. Οι εν λόγω κλωβοί διαθέτουν θέση για την παροχή τροφής και θέση για ένα ογκομετρικό μπουκάλι νερού. Η τροφή υπό την μορφή μπισκότων τοποθετήθηκε στην ανωτέρω θέση.

Ο μεταλλικός σκελετός με τους κλωβούς που περιείχαν του 26 επίμυες τοποθετήθηκε σε δωμάτιο θερμοκρασίας 20° C και υγρασίας 42.5% περίπου (νυχθήμερος κύκλος: Ανατολή ηλίου 5.36 – Δύση ηλίου 19.14).

Το δωμάτιο ήταν απομονωμένο από χώρους εργασίας για την αποφυγή ενοχλητικών θορύβων. Οι τέσσερις ομάδες επίμυων με ονομασία : ομάδα διαίτης αναφοράς ($n=7$), ομάδα διαίτης ημίσεως πρωτεΐνης ($n=7$), ομάδα διαίτης μηδενικής πρωτεΐνης ($n=7$), ομάδα διαίτης εμπορίου ($n=5$), αντίστοιχα, ετράφησαν για 9 ημέρες με τις ανάλογες δίαιτες. Το νερό και η τροφή εδίδοντο ελεύθερα (*ad libitum*).

Η κατανάλωση τροφής και νερού εμετράτο γενικά κάθε 2 ημέρες μεταξύ 7 – 9 π.μ., αφαιρώντας από την αρχικά παρεχόμενη ποσότητα το υπόλοιπο. Το βάρος σώματος καταγραφόταν για κάθε επίμυα την 1^η, 5^η και 9^η ημέρα του πειράματος.

Όλες οι ζυγίσεις έγιναν με τη βοήθεια ζυγών τύπου OHAUS (triple beam balance, 700 series 2610 g της εταιρίας Μπακάκος) και Adam Lab (Maw – 1200 Max 1200 g, d: 0.1 g της εταιρίας Μαρινόπουλος).

Διατροφικές ανάγκες επίμυων

Για την κατάρτιση των διαίτων (πειραματικές και αναφοράς) ελήφθησαν υπόψη οι διατροφικές ανάγκες επίμυων που δίδονται στους πίνακες 4.1 (αρχικές) και 4.2 (αναθεωρημένες) (Παράρτημα I), οι οποίες καθορίστηκαν από πλειάδα μελετών που έγιναν σε διάφορα εργαστήρια και βασίζονται σε διαφορετικές συνθήκες εγκατάστασης και προετοιμασίας διαίτης (32).

Οι πρωτεϊνικές ανάγκες του «εφήβου» επίμυα εκτιμήθηκαν ιδανικά στα 4.2% των συνολικών θερμίδων της δίαιτας. Εάν χρησιμοποιείται στη δίαιτα η καζεΐνη συμπληρωμένη με DL-Μεθειονίνη οι πρωτεϊνικές ανάγκες ανέρχονται στο 5.3% (ξηρό βάρος).

Στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται ακατέργαστες φυσικές πρωτεΐνες στη δίαιτα συνιστάται ένα ποσοστό της τάξεως του 7% των συνολικών θερμίδων (32).

Αυτή η τιμή είναι σύμφωνη με τα αποτελέσματα μελέτης των Bricker και Mitchell (33) που υποκατέστησαν με πρωτεΐνες γάλακτος και σόγιας την πρωτεΐνη του αυγού στη δίαιτα. Τα 9 απαραίτητα για την ανάπτυξη (ισοζύγιο αζώτου) επίμυες αμινοξέα είναι: λευκίνη, ισολευκίνη, λυσίνη, μεθειονίνη, φαινυλαλανίνη, θρεονίνη, τρυπτοφάνη, βαλίνη, ιστιδίνη (34). Αποδείχθηκε εξάλλου ότι η τρυπτοφάνη είναι πρόδρομος της νιασίνης στους επίμυες (35). Και ότι ακόμη και αν υπάρχει υπερεπάρκεια νιασίνης στη δίαιτα, μία ελάχιστη παροχή τρυπτοφάνης της τάξεως του 0.15% συνιστάται (36).

Είναι επίσης σημαντικό να προστεθεί γλυκόζη ή γλυκογονικές ουσίες στη δίαιτα για να επιτραπεί στους επίμυες ένα κανονικό βάρος. Σε επίμυες που τρέφονται με δίαιτα φτωχή σε πρωτεΐνες ή σε υδατοδιαλυτές βιταμίνες, οι σύνθετοι υδατάνθρακες –άμυλο ή δεξτρίνες- ευνοούν περισσότερο την ανάπτυξη απ' ό τι τα απλά σάκχαρα όπως η σουκρόζη και η γλυκόζη (32).

Τα λιπίδια είναι ένα συστατικό επιλογής, κυρίως ως πηγή ενέργειας. Εξ' άλλου μία ελάχιστη ποσότητα λίπους είναι αναγκαία, για να προσφέρει επαρκή ποσότητα απαραίτητων λιπαρών οξέων καθώς και για την ιδανικότερη απορρόφηση και χρήση των λιποδιαλυτών βιταμινών. Οι ανάγκες σε βιταμίνες και μέταλλα – ιχνοστοιχεία αναγράφονται στον Πίνακα 4.1 (Παράρτημα Ι).

Στους επίμυες η κοπροφαγία επιτρέπει την χρησιμοποίηση επιπλέον ποσότητας θρεπτικών ουσιών που παράγονται από την εντερική χλωρίδα όπως για παράδειγμα οι πρωτεΐνες (37) η βιταμίνη C, η βιοτίνη, το φυλλικό οξύ και η ινοσιτόλη (32).

Δίαιτες

Σύσταση – προετοιμασία

Οι επίμυες ετράφησαν με 3 διαφορετικές ισοενεργειακές δίαιτες (3800 kcal) οι οποίες διέφεραν στα ποσοστά πρωτεϊνών και υδατανθράκων και μία εμπορίου αγνώστου σύστασης.

Η διαίτα αναφοράς περιείχε 17% των συνολικών θερμίδων από πρωτεΐνη, το 78% από υδατάνθρακες και το 5% από λίπος. Η διαίτα μειωμένης πρωτεΐνης περιείχε 8,5% των θερμίδων από πρωτεΐνη 86,5 % υδατάνθρακες και 5% λίπος. Ενώ η διαίτα μηδενικής πρωτεΐνης περιείχε 0% πρωτεΐνη 95% υδατάνθρακες και 5% λίπος. Όλες οι δίαιτες ήταν εμπλουτισμένες με την ίδια ποσότητα DL-μεθειονίνης και μίγματος βιταμινών και μετάλλων. Η σύσταση των πειραματικών διαίτων δίδεται αναλυτικά στους Πίνακες 3,4,5 (Παράρτημα Ι) και βασίζονται στις συστάσεις του NRC (58). Τα θρεπτικά συστατικά αναμείχθηκαν και ετοιμάσθηκαν σε μορφή μπισκότων για κατανάλωση.

Επιλέγησαν και εκτιμήθηκαν τέσσερα είδη παραμέτρων:

- α) Βάρος σώματος, βάρος ήπατος και εντεριού
- β) Βάρος προσλαμβανόμενης τροφής
- γ) Όγκος καταναλισκόμενου ύδατος
- δ) Βάρος αποβαλλόμενων κοπράνων

α) Βάρος σώματος

Το μέσο βάρος των επίμιων (κατά την παραλαβή) ήταν περίπου 119 ± 1 gr κατά ομάδα το οποίο μετά το πέρας του πειράματος, ήτοι κατά την ζύγιση την 10^η ημέρα διαφοροποιήθηκε ως εξής:

Ομάδα Α 171, ομάδα Β 162,1 gr., ομάδα C 90,4 gr ομάδα D 176,8 gr (Πίνακας 1)

Η αύξηση βάρους κάθε ομάδας, συνάρτηση του χρόνου είναι γραμμική και δίνεται στο (διάγραμμα 1) στο οποίο μπορούμε να παρατηρήσουμε την θετική κλίση των ευθειών που αντιπροσωπεύουν τις ομάδες Α,Β και D, με όχι μεγάλες αποκλίσεις, οι οποίες δικαιολογούνται από την περίοδο ραγδαίας ανάπτυξης των επίμιων σε αντίθεση με την ομάδα C όπου η αντίστοιχα ευθεία εμφανίζει αρνητική κλίση και μάλιστα μεγάλη, η οποία βέβαια, δικαιολογείται από την μειωμένη πρόσληψη τροφής και ιδίως όταν αυτό συμβαίνει κατά την ανάπτυξη του οργανισμού.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην αναζήτηση της επίδρασης του είδους της δίαιτας στους οργανισμούς (συγκεκριμένα επίμυες) μελετήθηκαν τρεις ομάδες παραμέτρων :

- I) Παράμετροι ανάπτυξης
- II) Βιοχημικές παράμετροι
- III) Αιματολικές παράμετροι

I) ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Επελέγησαν και εκτιμήθηκαν τέσσερα είδη παραμέτρων:

- α) Βάρος σώματος, βάρος ήπατος και εγκεφάλου
- β) Βάρος προσλαμβανόμενης τροφής
- γ) Όγκος καταναλισκόμενου ύδατος
- δ) Βάρος αποβαλλόμενων κοπράνων

α) Βάρος σώματος

Το μέσο βάρος των επίμυων (κατά την παραλαβή) ήταν περίπου 119 ± 1 gr κατά ομάδα το οποίο μετά το πέρας του πειράματος, ήτοι κατά την ζύγιση την 10^η ημέρα διαφοροποιήθηκε ως εξής:

Ομάδα A 171, ομάδα B 162,1 gr. , ομάδα C 90,4 gr ομάδα D 176,8 gr (Πίνακας 1)

Η αύξηση βάρους κάθε ομάδας, συναρτήσει του χρόνου είναι γραμμική και δίνεται στο (διάγραμμα 1) στο οποίο μπορούμε να παρατηρήσουμε την θετική κλίση των ευθειών που αντιπροσωπεύουν τις ομάδες A,B και D, με όχι μεγάλες αποκλίσεις, οι οποίες δικαιολογούνται από την περίοδο ραγδαίας ανάπτυξης των επίμυων σε αντίθεση με την ομάδα C όπου η αντιστοιχούσα ευθεία εμφανίζει αρνητική κλίση και μάλιστα μεγάλη, η οποία βέβαια, δικαιολογείται από την μειωμένη πρόσληψη τροφής και ιδίως όταν αυτό συμβαίνει κατά την ανάπτυξη του οργανισμού.

Ακόμη από την επεξεργασία των παραπάνω δεδομένων με το test Duncan, δείχθηκε ότι ενώ αρχικά οι τέσσερις ομάδες δεν παρουσίαζαν στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ($F = 0,07$) στη συνέχεια κατά τη δεύτερη ζύγιση (5^η ημέρα) η ομάδα C σε σχέση με τις άλλες τρεις ομάδες εμφανίζει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ($F = 40.84$), ενώ κατά την τελευταία ζύγιση εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στις ομάδες A, B και της ομάδας D και η ομάδα C με τις υπόλοιπες ($F = 80.36$) (Παράρτημα).

β) Κατανάλωση τροφής

Η καμπύλη κατανάλωσης τροφής είναι γραμμική ανιούσα (διάγραμμα 2) και για τις τέσσερις ομάδες. Συγκρίνοντας την μέση συνολική κατανάλωση των τεσσάρων ομάδων, μέσω test Duncan, παρατηρήσαμε ότι, μεταξύ της ομάδας B και της ομάδας D με μέση κατανάλωση $169, 86 \pm 3.65\text{gr}$ και $170.00 \pm 5.39\text{gr}$ αντίστοιχα δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση, σε αντίθεση με την ομάδα A, $153.57 \pm 4.82\text{gr}$ όπου υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση έναντι των δύο πρώτων και τέλος την ομάδα C, $65.71 \pm 3.96\text{gr}$ η οποία εμφανίζει διαφοροποίηση στατιστικά σημαντική έναντι των τριών προηγούμενων ($F = 145.38$ $p < 0.05$) (ΠΙΝΑΚΕΣ 3.1, 3.2 Παράρτημα).

γ) Πρόσληψη ενέργειας

Η προσλαμβανόμενη ενέργεια ακολουθεί πλήρως τις συσχετίσεις της κατανάλωσης τροφής διότι οι τέσσερις δίαιτες είναι ισοθερμιδικές (3,8 kcal/gr). (Διάγραμμα 3, Πίνακας 3.1 Παράρτημα).

δ) Κατανάλωση νερού

Η καμπύλη της αθροιστικής κατανάλωσης νερού είναι γραμμική ανιούσα (Διάγραμμα 4).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το test Duncan, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των μέσων των ομάδων A, B και D με καταναλώσεις $183.00 \pm 12.32\text{ml}$, $181.43 \pm 9.30\text{ml}$, $206.00 \pm 11.40\text{ ml}$, αντίστοιχα ενώ εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στην ομάδα C ($F=15.18$ $P < 0.05$) με κατανάλωση $107.00 \pm 10.83\text{ ml}$. (Πίνακες 3.1, 3.3).

ε) Βάρος κοπράνων

Το μέσο βάρος συνολικά των κοπράνων των ομάδων A και B ήταν $10.97 \pm 0.46\text{ gr}$ και $11.81 \pm 0.63\text{ gr}$ και σύμφωνα με το test Duncan δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση σε αντίθεση με την ομάδα C, μέση βάρος 4.10 ± 0.40 που διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ($F= 61.05$, $P < 0.05$) (Πίνακας 3.1)

Τέλος το βάρος του ήπατος, σύμφωνα με το test Duncan, δεν εμφανίζει στατιστικά διαφοροποίηση ανάμεσα στις ομάδες A και B, ενώ εμφανίζει διαφοροποίηση ανάμεσα σε αυτές τις δύο και της ομάδας D όπως και η ομάδα C εμφανίζει στατιστική διαφοροποίηση έναντι όλων ($F=100.44$). Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι το βάρος του ήπατος της ομάδας C (περίπου 3.9 kgs) είναι πολύ μικρότερο σε σχέση με των τριών άλλων ομάδων (A=9.11 gr, B= 9.22 gr) D: 8,32 gr. Από την επεξεργασία του βάρους των εγκεφάλων με το ίδιο test δεν βρέθηκε να παρουσιάζει καμιά ομάδα στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ($F=0,92$) και βάρος εγκεφάλου περίπου 1,58 gr. (Πίνακας 3.4)

III. ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Μελετήθηκαν οι συνήθεις αιματολογικές παράμετροι ήτοι: αριθμός λευκών (WBC) και ερυθρών αιμοσφαιρίων (RBC), αιμοσφαιρίνη (HGB), αιματοκρίτης (HCT), μέσος κυτταρικός όγκος ερυθρών (MCV), μέση συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης (MCHC) και αριθμοί αιμοπεταλίων (PLT).

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων για όλες τις παραμέτρους έγινε με το test Duncan από το οποίο προέκυψαν τα εξής :

- Λευκά αιμοσφαίρια: Δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων ($F=0.36$). Ο αριθμός των λευκών αιμοσφαιρίων ήταν ανάμεσα στα $7.1 \times 10^3/\mu\text{l}$ – $88,3 \times 10^3/\mu\text{l}$ με μεγαλύτερη εκείνη της ομάδας C.

-Ερυθρά αιμοσφαίρια: Στατιστικά σημαντική διαφορά προέκυψε ανάμεσα στην ομάδα B ($5.9 \times 10^6/\mu\text{l}$) και την ομάδα C ($7.6 \times 10^6/\mu\text{l}$) ενώ οι ομάδες B ($6.0 \times 10^6/\mu\text{l}$) και D ($6.0 \times 10^6/\mu\text{l}$) δεν έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά ούτε μεταξύ τους ούτε και με τις άλλες δύο. Εν τούτοις από τον αριθμό των ερυθρών αιμοσφαιρίων προκύπτει ότι οι ομάδες A,B,D δεν διαφέρουν σημαντικά ενώ η ομάδα C εμφανίζει αρκετά μεγαλύτερο αριθμό κυττάρων.

-Αιμοσφαιρίνη: Η ομάδα C (όπως άλλωστε αναμενόταν) εμφανίζει στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με τις άλλες τρεις ομάδες ($F=4.42$), η τιμή Δε αυτής για τις τρεις ομάδες κυμαίνεται μεταξύ του 11.7 gr/dl – $12,8 \text{ gr/dl}$ χωρίς μεγάλες αποκλίσεις ενώ εκείνη της ομάδας C είναι αρκετά μεγαλύτερη 15.3 gr/dl το οποίο συμφωνεί με τα ανωτέρω.

-Αιματοκρίτης: Οι ομάδες δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντική διαφορά ($F=1.62$), ωστόσο ο αιματοκρίτης της ομάδας C 46.9% είναι πάλι μεγαλύτερος από εκείνο των τριών υπολοίπων ομάδων ο οποίος είναι περίπου 39% .

-Μέσος κυτταρικός όγκος: Στατιστικά σημαντική διαφορά προέκυψε ανάμεσα στις ομάδες A και C ενώ δεν προέκυψε για τις υπόλοιπες ομάδες. Εν τούτοις η τιμή του μέσου κυτταρικού όγκου ήταν μικρότερη στην ομάδα C (61.8 f/l) σε σχέση με εκείνες των υπολοίπων ομάδων που ήταν γύρω από την τιμή (65.5 f/l), γεγονός αναμενόμενο μιας και η παράμετρος αυτή συνδέεται με την ύπαρξη αναιμιών (μακρο-,μικρο-κυτταρική) και οι οποίες συνδέονται με τον υποσιτισμό.

-Μέση συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης: Δεν εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις ομάδες $F=0.28$ ούτε και οι αντίστοιχες τιμές.

-Μέση ερυθροκυτταρική συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης : Δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά $F=0.30$ ούτε και στις αντίστοιχες τιμές των τεσσάρων ομάδων.

-Αιμοπετάλια : η ομάδα D εμφανίζει στατιστικά σημαντική διαφορά με τις ομάδες B, C ενώ οι A, B, C δεν εμφανίζουν ($F=2.48$). Τη μεγαλύτερη συγκέντρωση είχαν εκείνα της ομάδας D ($867.6 \times 10^3/\mu\text{l}$) ενώ οι υπόλοιπες τρεις ομάδες είχαν τιμές μεταξύ $474 \times 10^3/\mu\text{l} - 613 \times 10^3/\mu\text{l}$ (Πίνακας 3.5 Παράρτημα).

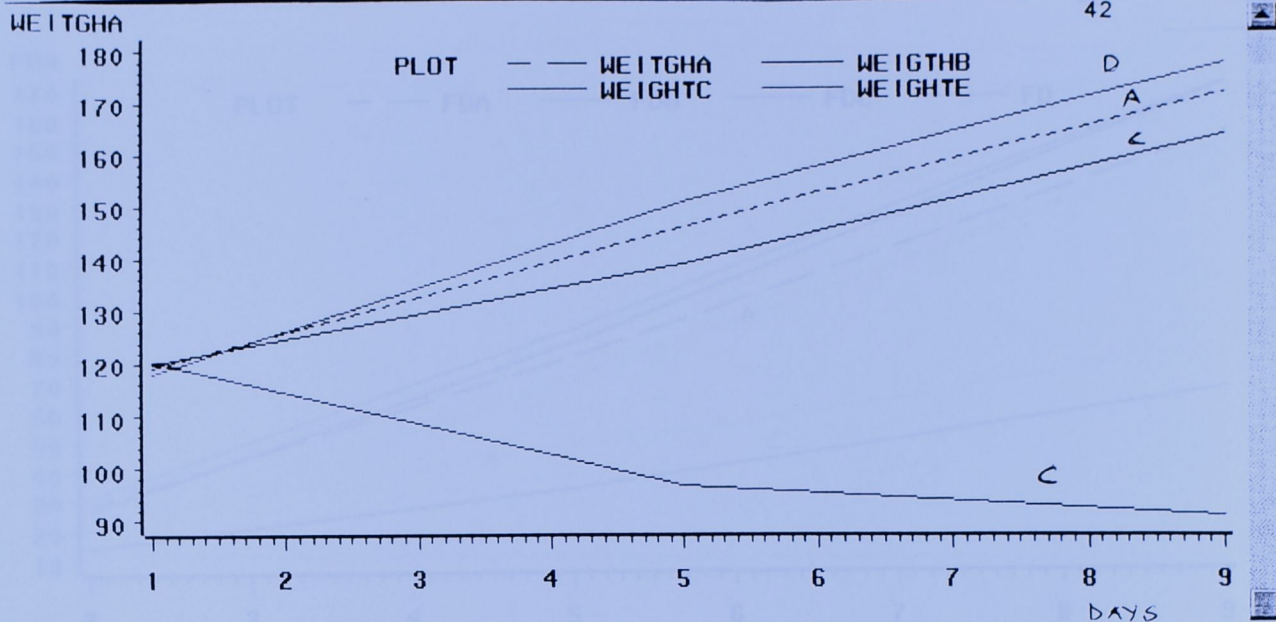
II. ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Οι βιοχημικές παράμετροι που μετρήθηκαν στον ορό των πειραματόζων ήταν, γλυκόζη (Glu), ολικές πρωτεΐνες TP, κρεατινίνη (CREA), Μαγνήσιο (Mg), Φώσφορος (P) και ουρία.

Η Γλυκόζη η οποία σχετίζεται άμεσα με τον μεταβολισμό των υδατανθράκων παρότι με το test Duncan δεν έδειξαν να έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά εν τούτοις στις τιμές υπάρχουν αποκλίσεις με μικρότερη εκείνη της ομάδας D 180.25 mg/dl ενώ οι άλλες τρεις έχουν τιμές μεγαλύτερες με πρώτη εκείνη της ομάδας A 284.5 gr/dl

Οι ολικές πρωτεΐνες δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντική διαφορά $F=0.65$ σύμφωνα με το test Duncan, ωστόσο οι τιμές των ομάδων B και C περίπου 2.8 gr/dl είναι αρκετά μικρότερες από εκείνες των A και D περίπου 4.4 gr/dl πράγμα που μπορεί να αποδοθεί στην έλλειψη των πρωτεϊνών στις δίαιτες αυτές αν και η συγκεκριμένη παράμετρος δεν αποτελεί ευαίσθητο δείκτη πρωτεϊνικής πρόσληψης.

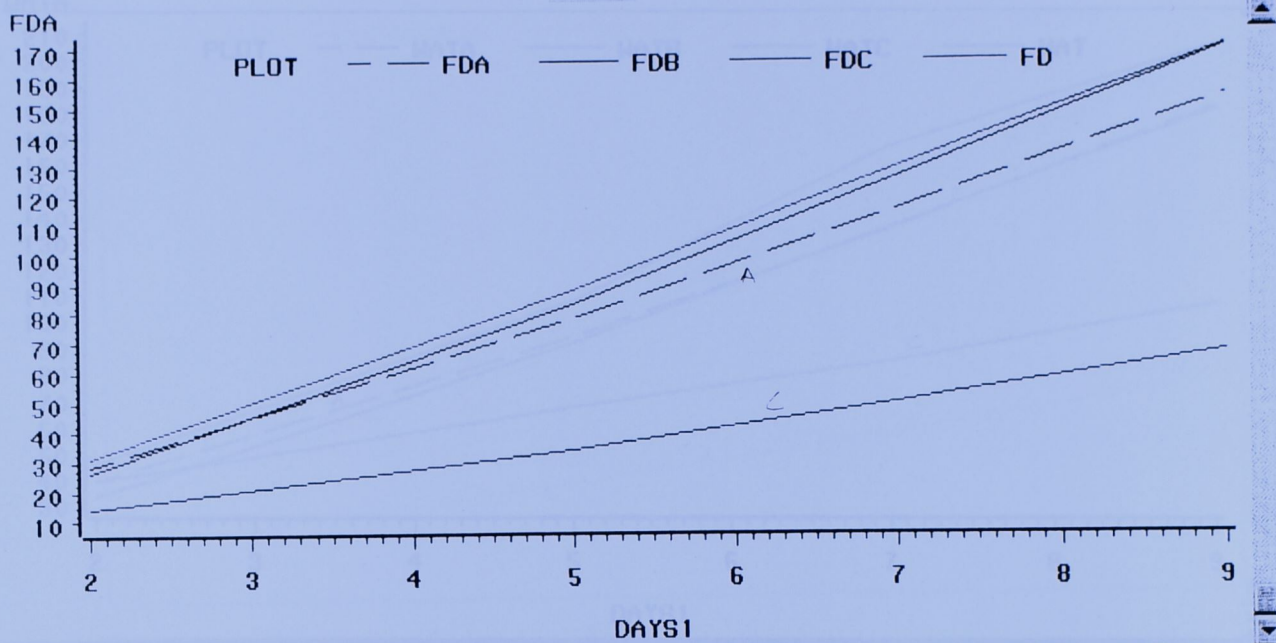
Η κρεατινίνη η οποία αποτελεί δείκτη εκτίμησης του βαθμού του πρωτεϊνικού καταβολισμού και της απεκκριτικής ικανότητας των νεφρών, δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ($F=0.73$ test Duncan) αλλά ούτε και οι αντίστοιχες τιμές εμφανίζουν μεγάλες αποκλίσεις. (Πίνακας 3.6, Παράρτημα).



Διάγραμμα 1

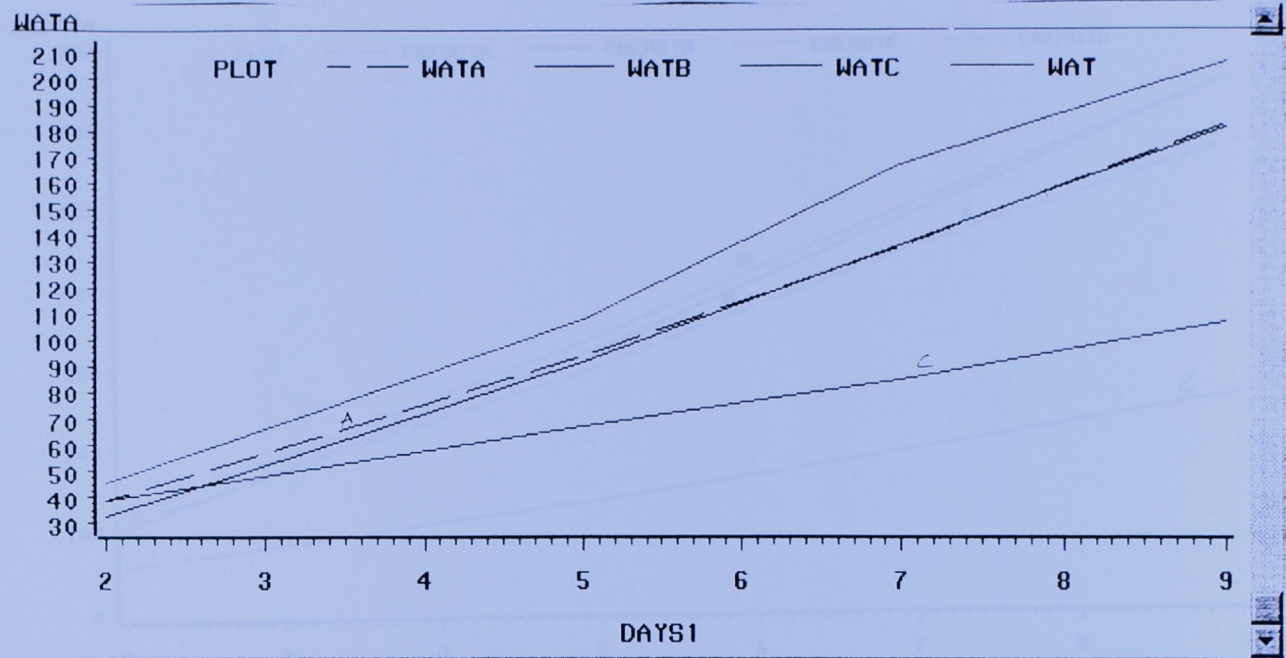
Γραφική παράσταση της μεταβολής βάρους των τεσσάρων ομάδων κατά τη διάρκεια των 9 ημερών του πειράματος.

Οι τιμές αντιπροσωπεύουν τους τρεις μέσους των αντίστοιχων μετρήσεων που ελήφθησαν την 1^η, 5^η και 9^η ημέρα.



Διάγραμμα 2

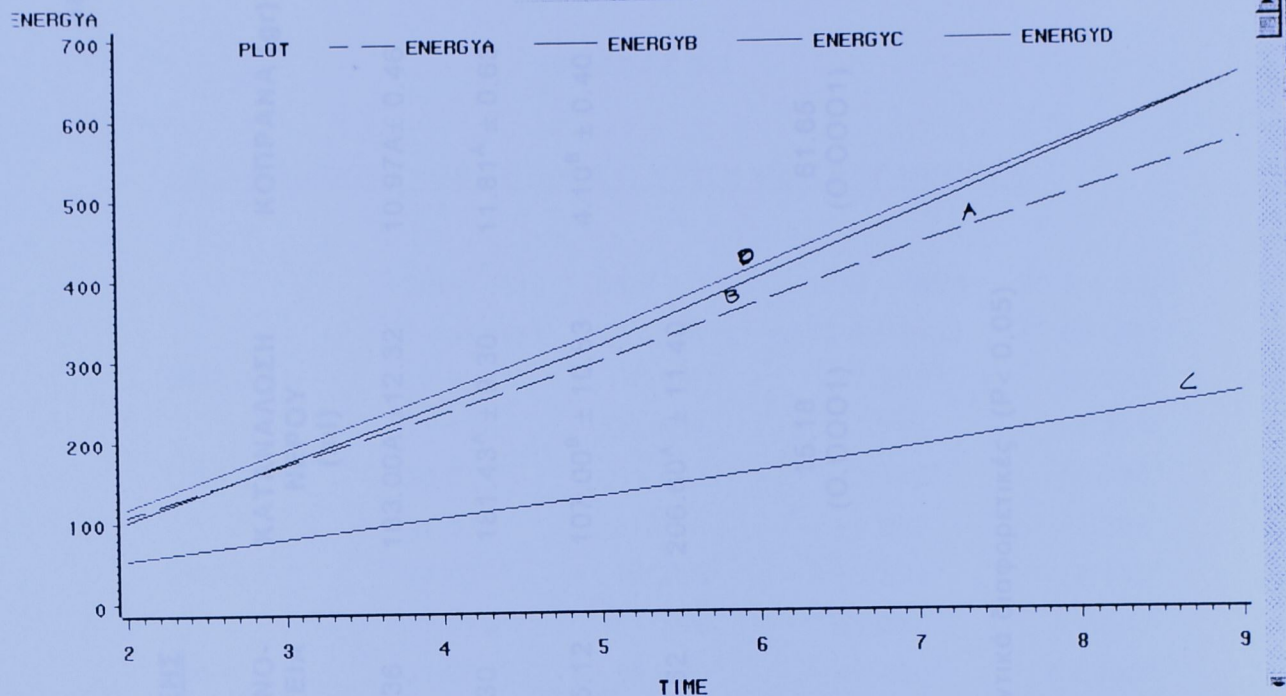
Γραφική παράσταση της μέσης κατανάλωσης τροφής των τεσσάρων ομάδων κατά τη διάρκεια των 9 ημερών του πειράματος. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν τους μέσους που ελήφθησαν από τις μετρήσεις κατά την 3^η, 6^η, 8^η, 10^η ημέρα του πειράματος.



Διάγραμμα 3

Γραφική παράσταση της μέσης προσλαμβανόμενης ενέργειας κατά τη διάρκεια των 9 ημερών του πειράματος.

Οι τιμές αντιπροσωπεύουν τους μέσους που ελήφθησαν από τις μετρήσεις κατά την 3^η, 6^η, 8^η, 10^η ημέρα.



Διάγραμμα 4

Γραφική παράσταση της μέσης κατανάλωσης νερού των τεσσάρων ομάδων, κατά τη διάρκεια των 9 ημερών του πειράματος.

Οι τιμές αντιπροσωπεύουν τους μέσους που ελήφθησαν από τις μετρήσεις κατά την 3^η, 6^η, 8^η, 10^η ημέρα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΔΙΑΙΤΑ	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΡΟΦΗΣ (gr)	ΠΡΟΣΛΑΜΒΑΝΟ- ΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kcal)	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ (ml)	ΚΟΠΡΑΝΑ (gr)
ΟΜΑΔΑ Α	171.00 ± 5.10	153.57B ± 4.82	583.57B ± 18.36	183.00A ± 12.32	10.97A ± 0.46
ΟΜΑΔΑ Β	162.14 ± 3.65	169.86 ^A ± 3.65	646.43 ^A ± 9.30	181.43 ^A ± 9.30	11.81 ^A ± 0.63
ΟΜΑΔΑ C	90.43 ± 3.56	65.71 ^C ± 3.96	249.57 ^C ± 15.12	107.00 ^B ± 10.83	4.10 ^B ± 0.40
ΟΜΑΔΑ D	176.80 ± 6.22	170.00 ^A ± 5.39	650.40 ^A ± 16.62	206.60 ^A ± 11.40	

F value (P>F)	80.36 (0.0001)	145.38 (0.0001)	144.75 (0.0001)	15.18 (0.0001)	61.65 (0.0001)
------------------	-------------------	--------------------	--------------------	-------------------	-------------------

Οι τιμές δίδονται ως μέσοι ± τυπικό σφάλμα μέσων

Τιμές που δεν έχουν κοινό γράμμα (A,B,C) είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικές (P < 0,05)

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΡΟΦΗΣ (gr) ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ TEST DUNCAN

	13/8 – 15/8 (2 ημέρες)	15/8 – 18/8 (3 ημέρες)	18/8 – 20/8 (2 ημέρες)	20/8 – 22/8 (2 ημέρες)
ΟΜΑΔΑ Α	28.429 ^A ±1.110	48.857 ^B ±1.657	37.286 ^B ±1.186	39.286 ^B ±1.229
ΟΜΑΔΑ Β	26.714 ^A ±1.375	55.857 ^A ±1.945	43.143 ^A ±1.682	44.286 ^A ±1.286
ΟΜΑΔΑ C	14.429 ^B ±1.875	19.286 ^C ±1.169	15.571 ^C ±1.065	17.143 ^C ±1.550
ΟΜΑΔΑ D	31.200 ^A ±1.319	55.600 ^A ±1.470	41.400 ^A ±1.122	43.000 ^{A, B} ± 0.837
F value (P>F)	25.14 (0.0001)	119.45 (0.0001)	96.65 (0.0001)	97.11 (0.0001)

Οι τιμές δίδονται ως μέσοι ± τυπικό σφάλμα μέσου

Τιμές που δεν έχουν κοινό γράμμα (A,B,C) είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικές (P< 0,05)

ΟΜΑΔΑ Α : 17% πρωτεΐνη

ΟΜΑΔΑ Β : 8,5% πρωτεΐνη

ΟΜΑΔΑ C : 0% πρωτεΐνη

ΟΜΑΔΑ D : δίαιτα εμπορίου

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ (ml) ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ TEST DUNCAN

	13/8 – 15/8 (2 ημέρες)	15/8 – 18/8 (3 ημέρες)	18/8 – 20/8 (2 ημέρες)	20/8 – 22/8 (2 ημέρες)
ΟΜΑΔΑ Α	38.714 ^A ± 3.701	55.000 ^B ± 1.657	41.429 ^B ± 1.186	47.857 ^B ± 1.229
ΟΜΑΔΑ Β	43.5921 ^A ± 4.303	59.286 ^A ± 4.555	44.286 ^A ± 2.766	45.286 ^A ± 3.137
ΟΜΑΔΑ C	38.286 ^B ± 4.063	29.000 ^C ± 4.583	17.714 ^C ± 2.607	23.571 ^C ± 1.798
ΟΜΑΔΑ D	45.800 ^A ± 5.417	74.400 ^A ± 5.697	47.200 ^A ± 1.715	39.600 ^{A, B} ± 2.639
F value (P>F)	1.43 (0.2619)	16.46 (0.0001)	17.74 (0.0001)	7.08 (0.0017)

Οι τιμές δίδονται ως μέσοι ± τυπικό σφάλμα μέσον

Τιμές που δεν έχουν κοινό γράμμα (A,B,C) είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικές ($P < 0,05$)

ΟΜΑΔΑ Α : 17% πρωτεΐνη

ΟΜΑΔΑ Β : 8,5% πρωτεΐνη

ΟΜΑΔΑ C : 0% πρωτεΐνη

ΟΜΑΔΑ D : δίαιτα εμπορίου

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΩΝ ΙΣΤΩΝ ΤΩΝ ΕΠΙΜΥΩΝ ΜΕΣΩ ΤΕΣΤ DUNCAN

	ΗΠΑΡ (gr)	ΕΓΚΕΦΑΛΟΣ (gr)
ΟΜΑΔΑ Α	9.1143 ^A ± 0.3225	1.6287 ^A ± 0.0359
ΟΜΑΔΑ Β	0.2286 ^A ± 0.2222	1.60000 ^A ± 0.308
ΟΜΑΔΑ C	3.9143 ^C ± 0.1534	1.55714 ^A ± 0.3688
ΟΜΑΔΑ D	8.3200 ^B ± 0.2887	1.56000 ^A ± 0.40000
F (P > F)	100.44 (0.0001)	0.92 (0.4457)

Οι τιμές δίδονται ως μέσοι ± τυπικό σφάλμα μέσου

Τιμές που δεν έχουν κοινό γράμμα (A,B,C) είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικές (P< 0,05)

ΟΜΑΔΑ Α: 17% πρωτεΐνη, ΟΜΑΔΑ Β: 8,5% πρωτεΐνη, ΟΜΑΔΑ C: 0% πρωτεΐνη, ΟΜΑΔΑ D: δίαιτα εμπορίου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5

ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ TEST-DUNCAN

	WBC ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	RBC ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	HGB G/dl	HCT 5	MCV f/ll	MCH (p/g)	MCHC (g/dl)	PLT ($\times 10^3/\mu\text{l}$)
ΟΜΑΔΑ Α	7.814 ^A ± 1.316	5.8814 ^B ± 0.5961	11.786 ^B ± 0.5530	39.071 ^A ± 3.747	66.714 ^A ± 1.000	20929 ^A ± 1.514	31.314 ^A ± 2.142	613.4 ^{AB} ± 133.5
ΟΜΑΔΑ Β	7.129 ^A ± 0.582	6.0600 ^{AB} ± 0.5079	12.857 ^B ± 1.156	39.486 ^A ± 3.249	64.743 ^{AB} ± 0.935	21.143 ^A ± 0.532	32.629 ^A ± 0.731	473.6 ^B ± 101.4
ΟΜΑΔΑ C	8.329 ^A ± 0.632	7.6100 ^A ± 0.355	15.343 ^A ± 0.455	46.914 ^A ± 1.735	61.871 ^B ± 1.245	20.271 ^A ± 0.514	32800 ^A ± 0.678	550.7 ^B ± 64.5
ΟΜΑΔΑ D	7.640 ^A ± 0.290	6.058 ^{AB} ± 0.545	12.820 ^A ± 0.257	39.320 ^A ± 3.056	65.240 ^{AB} ± 1.876	21.660 ^A ± 1.357	33.200 ^A ± 2.022	867.6 ^A ± 63.7
F Value	0.36	2.68	4.42	1.62	2.93	0.28	0.30	2.48
P > F	(0.7849)	(0.0722)	(0.0141)	(0.2128)	(0.0563)	(0.8378)	(0.8256)	(0.0874)

Οι τιμές αφορούν μέσους τυπικό σφάλμα μέσου

Τιμές που δεν έχουν κοινό γράμμα (A, B) είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικές ($P < 0.05$)

ΟΜΑΔΑ Α: 17% πρωτεΐνη, ΟΜΑΔΑ Β: 8,5% πρωτεΐνη, ΟΜΑΔΑ C: 0% πρωτεΐνη, ΟΜΑΔΑ D: δίαιτα εμπορίου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6

ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ TEST-DUNCAN

	ΓΛΥΚΟΖΗ	ΟΛΙΚΗ ΠΡΩΤΕΪΝΗ	ΟΥΡΙΑ ΑΙΜΑΤΟΣ	ΚΡΕΑΤΙΝΙΝΗ	ΜΑΓΝΗΣΙΟ	ΦΩΣΦΟΡΟΣ
	GLU (mg/dl)	TP (g/dl)	UREA (mg/dl)	CREA(mg/dl)	MG (mg/dl)	P (mg/dl)
ΟΜΑΔΑ Α	284.50 ^A	4.133 ^A	36.67 ^A	0.7000 ^A	0.4500 ^A	6.467 ^A
	± 58.44	± 1.411	± 13.77	± 0.0774	± 0.2305	± 1.077
ΟΜΑΔΑ Β	245.33 ^A	2.800 ^A	34.80 ^A	0.8000 ^A	0.4600 ^A	6.720 ^A
	± 65.39	± 0.800	± 15.61	± 0.1591	± 0.2600	± 2.795
ΟΜΑΔΑ C	208.00 ^A	2.860 ^A	24.00 ^A	0.7400 ^A	0.4200 ^A	8.200 ^A
	± 68.10	± 0.739	± 15.75	± 0.1166	± 0.2727	± 2.2369
ΟΜΑΔΑ D	186.25 ^A	4.800 ^A	12.0 ^A	0.9600 ^A	0.4400 ^A	7.100 ^A
	± 8.40	± 1.507	± 2.28	± 0.1363	± 0.2400	± 1.595
F Value	0.50	0.65	0.79	0.73	0.00	0.15
(P > F)	(0.6892)	(0.5970)	(0.5171)	(0.5488)	(0.9996)	(0.9270)

ΟΜΑΔΑ Α: 17% πρωτεΐνη, ΟΜΑΔΑ Β: 8,5% πρωτεΐνη, ΟΜΑΔΑ C: 0% πρωτεΐνη, ΟΜΑΔΑ D: δίαιτα εμπορίου.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διαπιστωθεί η επίδραση της δίαιτας με χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη παραμέτρους ανάπτυξης όπως επίσης και στις αιματολογικές και βιοχημικές παραμέτρους. Γενικά παρατηρήθηκαν διαφοροποιήσεις στην ομάδα με δίαιτα, μηδενικής πρωτεΐνης, ως προς την κατανάλωση νερού, τροφής, προσλαμβανόμενης ενέργειας, βάρος ήπατος και κοπράνων, επίσης στις αιματολογικές παραμέτρους μεταβολές διαπιστώθηκαν στις RBC, HGB και HCT ενώ σ' ότι αφορά τις βιοχημικές παραμέτρους αξιοσημείωτη μεταβολή εμφανίστηκε στις ολικές πρωτεΐνες ορού για τις ομάδες B και C.

Για τη μελέτη αντίστοιχων εργασιών έχουν επιλεγεί διάφορα είδη πειραματόζων. Ωστόσο φαίνεται μία μεγάλη προτίμηση στη χρησιμοποίηση αρουραίων (22,15,30,32) και ποντικών (11-14). Αυτό σημαίνει ότι τα συγκεκριμένα πειραματόζωα εξυπηρετούν τις ανάγκες παρόμοιων πειραμάτων. Σ' ότι αφορά το φύλο επικρατεί η επιλογή των αρσενικών ζώων και αυτό διότι περιορίζονται οι επιδράσεις από ορμονικούς παράγοντες. Ωστόσο δεν αποκλείονται τα θηλυκά.

Η ηλικία και το βάρος των πειραματόζων κυμαίνεται ανάλογα με το ζητούμενο της έρευνας. Έτσι σε πολλές μελέτες οι επίμυες που χρησιμοποιούνται βρίσκονται στη φάση του απογαλακτισμού ή και του θηλασμού ακόμη, δηλαδή από την ημέρα γεννήσεώς τους, ενώ τα αρχικά βάρη τους ξεκινούν από περίπου 40 gr. Αυτό φαίνεται να συνδέεται με την αναζήτηση λύσης προβλημάτων που εμφανίζονται συχνά στη φάση ανάπτυξης των οργανισμών. (16,0,10,20,9,27).

Ωστόσο αρκετές έρευνες αναφέρονται σε ηλικίες και βάρη μεγαλύτερα όταν μελετώνται προβλήματα που αφορούν ενήλικες.

Η διάρκεια του πειράματος ποικίλει. Έτσι υπάρχει μελέτη που διαρκεί 7 ημέρες (24) ενώ κάποιες άλλες φθάνουν μέχρι και τους 3 μήνες (20). Το προς έρευνα θέμα και η ηλικία του ζώου φαίνεται να

καθορίζει τον χρόνο. Ο αριθμός των επίμυων που χρησιμοποιούνται ανά πειραματική ομάδα κυμαίνονται από 5 έως 20. (28,19).

Για τη μελέτη της επίδρασης της σύστασης δίαιτας στην ανάπτυξη καθώς και στις βιοχημικές/αιματολογικές παραμέτρους στο αίμα, στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε σαν πηγή πρωτεΐνης η καζεΐνη, η οποία αποτελεί τόσο για τον άνθρωπο βασικό θρεπτικό συστατικό, όσο και για πολλές μελέτες σε πειραματόζωα (22,15,14,17,16,25,20,19).

Ωστόσο συχνά χρησιμοποιείται πρωτεΐνη αυγού (27, 29) ενώ σε κάποια έρευνα αναφέρεται η πρωτεΐνη ψαριού (16). Ακόμη σε αρκετές έρευνες χορηγούνται δίαιτες με φυτική πρωτεΐνη, συνήθως σόγιας, γλουτένης, αραβοσίτου ή και μίγμα αυτών (15,17,16). Αυτό συμβαίνει όταν το προς εξέταση πρόβλημα τίθεται στην επίδραση του είδους της πρωτεΐνης σε διάφορες βιοχημικές παραμέτρους π.χ. χοληστερόλης (15), λιπών και λιπογένεσης στο ήπαρ (16) ή ακόμη στη μελέτη της χρησιμοποίησης αυτών καθ' αυτών των πρωτεϊνών από τον οργανισμό δηλαδή πεπτικότητα, βιολογική αξία (17,21). Σε ότι αφορά τον πρωτεϊνικό υποσιτισμό και τις συνέπειες αυτού, τα ποσοστά σε διάφορες έρευνες είναι) 0%, 2%, 3%, 5% έως 10% στις αντίστοιχες δίαιτες (30,20,27,23). Επίσης συχνά αναφέρεται πρόσθεση αμινοξέων όπως μεθειονίνη ή και κυστεΐνης για την συμπλήρωση πρωτεϊνών με οριακή περιεκτικότητα στο εν λόγω αμινοξύ (20).

Με βάση το πρωτόκολλο κάθε πειράματος καθορίζονται και οι παράμετροι που πρόκειται να εκτιμηθούν. Στην παρούσα μελέτη κρίθηκε σκόπιμο να μετρηθούν οι παράμετροι ανάπτυξης που παρουσιάζονται στους πίνακες των αποτελεσμάτων. Στην διεθνή βιβλιογραφία παρατηρείται συχνά να εκτιμάται το βάρος σώματος, σε αντίστοιχα πειράματα, ή και άλλες παράμετροι που σχετίζονται με αυτό, όπως ποσοστό λίπους σώματος ή ισχνή μάζα σώματος (28,25).

Ακόμη σε κάποια έρευνα σχετίσθηκε η μειωμένη πρόσληψη με τη μείωση του βάρους του ήπατος κατά τη φάση της ανάπτυξης (28).

Επίσης είναι εμφανής η εξειδίκευση που παρουσιάζεται για διάφορες μελετώμενες παραμέτρους.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην επίδραση της υποπρωτεϊνικής/ υποενεργειακής δίαιτας στην αναπαραγωγικότητα καθώς επίσης και στη φάση θηλασμού (24). Ενώ εξέχουσα θέση ανάμεσα στα πειράματα κατέχουν εκείνα που μελετούν τον πρωτεϊνικό/ενεργειακό υποσιτισμό κατά τη φάση της ανάπτυξης και τις επιδράσεις αυτού στο νευρικό σύστημα, στην ανάπτυξη και σωστή λειτουργία οργάνων, όπως πάγκρεας (20) μικρολάχνες εντέρου (21), οστά (29), καθώς σε συγκεντρώσεις άλλων ουσιών στον οργανισμό οι οποίες σχετίζονται με την σωστή λειτουργία αυτού, όπως Ζη (Οστά) (29), Mg (31), Βιταμίνη Α (31).

Η εκτίμηση παραμέτρων που σχετίζονται με την πρωτεϊνική κατάσταση των πειραματόζωων όπως η κρεατινίνη και η ουρία που μετρήθηκαν, στο παρόν πείραμα δεν αποτελεί συνήθη πρακτική των ερευνών, σε κάποιες περιπτώσεις όμως μετρήθηκε το Ν κοπράνων (14).

Οι περιπτώσεις εκείνες που αναφέρονται στη φάση ανάπτυξης διαχωρίζονται πειραματικά από εκείνες που αναφέρονται σε ενήλικα οι οποίες είναι και περιορισμένες. Να σημειωθεί επιπλέον ότι κάποιες μελέτες ασχολούνται και με την επίδραση περιβαντολλογικών παραγόντων ως συνεπικουρικό της υποπρωτεϊνικής πρόσληψης (26).

Από την παρούσα μελέτη συνάγονται τα κάτωθι:

Βρέθηκε σχέση ανάμεσα στο είδος δίαιτας και την πρόσληψη τροφής. Ειδικά οι επίμυες της ομάδας C (% πρωτεΐνης) ελάμβαναν μικρότερη ποσότητα τροφής. Αυτό μπορεί να αποδοθεί αφ' ενός στην αλλοίωση της αίσθησης της γεύσης που μπορεί να υφίστανται οι επίμυες, όπως αναφέρεται σε αντίστοιχη μελέτη (30) αφ' ετέρου στον χρόνο προσαρμογής που απαιτείται για μια τόσο σημαντική διατροφική αλλαγή.

Σε αντίστοιχη μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε ενήλικες επίμυες (22) παρατηρήθηκε επίδραση στο νευρικό σύστημα με αποτέλεσμα

την υπερλειτουργία γονιδίου και την αύξηση της προσλαμβανόμενης τροφής.

Η προσλαμβανόμενη ενέργεια ακολουθεί αντίστοιχα τις ανωτέρω διαφοροποιήσεις, μιας και όλες οι δίαιτες ήταν ισοθερμιδικές ανά kg βάρους, ακόμη όπως είναι γνωστό το 1 γρ. πρωτεΐνης αποδίδει ίσες θερμίδες με 1 gr υδατανθράκων, οι οποίοι την αντικαθιστούν. Η πρόσληψη ενέργειας σε αντίστοιχη έρευνα (20) που πραγματοποιήθηκε και στην οποία η χορηγούμενη διαίτα περιείχε 2% πρωτεΐνη ήταν 22,9 kcal/100 gr βάρους/ημέρα ενώ στην παρούσα μελέτη ήταν 30 kcal/ 100 gr βάρους/ημέρα για την ομάδα 0% πρωτεΐνης. Αυτό σημαίνει ότι η μείωση της προσλαμβανόμενης ενέργειας σε υποπρωτεϊνικές δίαιτες είναι πιθανές.

Σχετικά με την πρόσληψη νερού καταγράφηκε μείωση ομοίως για την ομάδα C, πράγμα που πιθανότατα οφείλεται στη μικρή ποσότητα προσλαμβανομένης τροφής.

Το βάρος των επίμυων, φαίνεται να επηρεάζεται τόσο από την έλλειψη πρωτεΐνης-ενέργειας όσο και από την έλλειψη μόνο της πρωτεΐνης από την χορηγούμενη διαίτα. Έτσι η ομάδα B παρόλο ότι προσλαμβάνει τροφή ενέργειας μεγαλύτερης της ομάδας A και σχεδόν ίση με την ομάδα D, εμφανίζει μικρότερη αύξηση βάρους, πράγμα που συσχετίζεται με την πρωτεϊνική έλλειψη, ενώ για την ομάδα C, η μείωση βάρους αποδίδεται επιπλέον και στην ενεργειακή έλλειψη. Άρα μπορούμε να συμπεράνουμε, ότι και μόνη η έλλειψη πρωτεΐνης μπορεί να επηρεάσει άμεσα την ανάπτυξη, κάτι που συμφωνεί με αντίστοιχες μελέτες (28,25) σε πειραματόζωα αλλά και με επιδημιολογικές μελέτες σε ανθρώπους.

Στο βάρος των λαμβανομένων ιστών, διαπιστώθηκε ελάττωση για το ήπαρ της ομάδας C κάτι που έχει διαπιστωθεί και σε ανάλογη έρευνα (23) όπου το ποσοστό πρωτεΐνης της διαίτας ήταν στο 3%, αναφορικά με το βάρος του εγκεφάλου, δεν παρατηρήθηκε διαφοροποίηση πράγμα που μπορεί να αποδοθεί στο περιορισμένο χρονικό διάστημα του πειράματος.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος παρατηρήθηκαν αλλαγές στη συμπεριφορά των επίμυων της ομάδας C, όπως έντονη νευρική δραστηριότητα, πτώση του τριχώματος και αυξημένη αντοχή στον αέρα κατά τη διαδικασία αναισθητοποίησης των. Παρόμοια πειράματα δεν αναφέρονται στην βιβλιογραφία, ωστόσο μπορούμε να συσχετίσουμε το γεγονός αυτό με ανάλογες καταστάσεις που έχουν καταγραφεί από την επίδραση υποσιτισμού στο νευρικό σύστημα σε παιδιά.

Το βάρος των κοπράνων όπως ήταν πλέον αναμενόμενο ήταν μικρότερο στην ομάδα C που βεβαίως οφείλεται στη μειωμένη πρόσληψη τροφής.

Στις αιματολογικές παραμέτρους η αύξηση που παρατηρήθηκε στα RBC, HGB και HCT για την ομάδα C μπορεί να αποδοθεί στην αφυδάτωση και όχι στο είδος της διαίτας. Ενώ η μειωμένη τιμή για το MCV μπορεί να συσχετισθεί με την μειωμένη πρόσληψη πρωτεϊνών.

Αναφορικά με τις βιοχημικές παραμέτρους η ολική πρωτεΐνη ορού φάνηκε μικρότερη για την ομάδα B και C που ασφαλώς οφείλεται στην μειωμένη πρωτεϊνική πρόσληψη, η οποία δεν ανταποκρίνεται στις ανάγκες της ραγδαίας ανάπτυξης.

Η ουρία του αίματος φαίνεται να επηρεάζεται από τη δραστική ελάττωση της πρωτεϊνικής πρόσληψης της ομάδας C και πιθανώς από τα αυξημένα επίπεδα υδατανθράκων. Αυτό συσχετίζεται με τον πρωτεϊνικό καταβολισμό που συμβαίνει σε ανάλογες φάσεις υποσιτισμού. Η μειωμένη τιμή της ουρίας για την ομάδα D, μπορεί να αποδοθεί στην πιθανότητα ύπαρξης μεγάλου ποσοστού λίπους το οποίο συνεπάγεται χρησιμοποίηση λιπαρών οξέων σαν πηγή ενέργειας και μείωση του πρωτεϊνικού καταβολισμού.

Στην προσπάθεια να συσχετισθεί η έλλειψη πρωτεΐνης με μέταλλα όπως ο P και το Mg δεν διεφάνη κάποια επίδραση πράγμα που από τις μελέτες στον άνθρωπο φαίνεται να ακολουθεί την ίδια μη σχέση.

Ολοκληρώνοντας λοιπόν μπορούμε να εξάγουμε ως συμπέρασμα ότι υπάρχει σχέση ανάμεσα στο ποσοστό πρωτεΐνης στη δίαιτα και στις παραμέτρους ανάπτυξης αλλά και σε κάποιες αιματολογικές και βιοχημικές παραμέτρους. Αρκετά ερωτηματικά παραμένουν όμως αναπάντητα σε ότι αφορά έρευνα και άλλων παραμέτρων αλλά κυρίως μηχανισμών και που δίνουν έναυσμα για συνέχεια της έρευνας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1
Διατροφικές ανάγκες επίλεκτων

Θρεπτικά συστατικά		Σύσταση της διατροφής	
		Ανάπτυξη	Διατήρηση
Πρωτεΐνες	%	12.00	4.20
Λίπη	%	5.00	5.00
Ενέργεια	Kcal/kg	3.800.00	3.800.00
L-συναξία			
Αργινίνη	%	0.60	ND
Ασπαράγινη	%	0.40	ND
Γλουταμικό οξύ	%	4.00	ND
Ισθμίνη	%	0.30	0.09
Ισολευκίνη	%	0.60	0.31
Λευκίνη	%	0.75	0.18
Λυσίνη	%		0.11
Μεθειονίνη	%	0.60	0.23
Φαινυλαλανίνη	%	06.0	0.18
Τυροσίνη			
Προλίνη	%	0.40	ND
Θρεονίνη	%	0.50	0.18
Τρυπτοφάνη	%	0.15	0.05
Βαλίνη	%	0.60	0.23
Μη απαραίτητα	%	0.69	0.46

ND = not determined

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1

Διατροφικές ανάγκες επίμυων

Θρεπτικά συστατικά		Σύσταση της διαίτας	
		Ανάπτυξη	Διατήρηση
Πρωτεΐνες	%	12.00	4.20
Λίπη	%	5.00	5.00
Ενέργεια	Kcal/kg	3.800.00	3.800.00
L-αμινοξέα			
Αργινίνη	%	0.60	ND
Ασπαραγίνη	%	0.40	ND
Γλουταμικό οξύ	%	4.00	ND
Ιστιδίνη	%	0.30	0.08
Ισολευκίνη	%	0.50	0.31
Λευκίνη	%	0.75	0.18
Λυσίνη	%	0.70	0.11
Μεθειονίνη	%	0.60	0.23
Φαινυλαλανίνη	%	08.0	0.18
Τυροσίνη			
Προλίνη	%	0.40	ND
Θρεονίνη	%	0.50	0.18
Τρυπτοφάνη	%	0.15	0.05
Βαλίνη	%	0.60	0.23
Μη απαραίτητα	%	0.59	0.48

ND = not determined

Θρεπτικά συστατικά		Σύσταση της δίαιτας	
Βιταμίνες		Ανάπτυξη	Διατήρηση
A	UI/kg	4.000.00	ND
D	UI/kg	1.000.00	ND
E	UI/kg	30.00	ND
K	μg/kg	50.00	ND
Χολίνη	mg/kg	1.000.00	ND
Φυλλικό οξύ	mg/kg	1.00	ND
Νιασίνη	mg/kg	20.00	ND
Παντοθενικό οξύ	mg/kg	8.00	ND
(Ca)			
Ριβοφλαβίνη	mg/kg	3.00	ND
Θειαμίνη	mg/kg	4.00	ND
Βιταμίνη B6	mg/kg	6.00	ND
Βιταμίνη B12	μg/kg	50.00	ND

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2

Θρεπτικά συστατικά		Σύσταση της δίαιτας	
Μέταλλα		Ανάπτυξη	Διατήρηση
Ca	%	0.50	ND
Cl	%	0.05	ND
Mg	%	0.04	ND
P	%	0.40	ND
K	%	0.36	ND
Na	%	0.05	ND
S	%	0.03	ND
Cr	mg/kg	0.30	ND
Cu	mg/kg	5.00	ND
F	mg/kg	1.00	ND
J	mg/kg	0.15	ND
Fe	mg/kg	35.00	ND
Mn	mg/kg	50.00	ND
Se	mg/kg	0.10	ND
Zn	mg/kg	12.00	ND

Αναφοράς: Second Report of the Ad Hoc Committee on Standards for Nutritional Studies (1980) J. Nutrition 110, 1726. Report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Committee on Standards for Nutritional Studies (1977) J. Nutrition 107, 1340 - 1348

Οι συστάσεις της δεύτερης αναφοράς της επιτροπής Ad Hoc για τα πρότυπα των διαιτητικών αρκούντων συνοψίζονται στα κάτωθι:

1. Θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί μία πιο σταθερή ποσότητα υψηλότερη συγκέντρωση συνθετικής βιταμίνης K και η φόρμουλα θα πρέπει να ονομασθεί AIN - 76A υψηλής καθαρότητας διαίτα.
2. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η χρήση ενός αντιοξειδωτικού.
3. Εάν οι πιθανές παρενέργειες λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε σουκρόζη επηρεάζουν το πειραματικό πρωτόκολλο, ιδίτερα σε μακροχρόνιες μελέτες, οι πηγές/επιμέλδα υδατανθράκων θα πρέπει να τροποποιηθούν.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2

AIN-76A υψηλής καθαρότητας δίαιτα (αρουραίου/ποντίκια)

170481	g/kg
Καζεΐνη	200.00
DL – Μεθειονίνη	3.00
Σουκρόζη	499.99
Άμυλο αραβόσιτου	150.00
Αραβοσιτέλαιο	50.00
Κυτταρίνη (ίνες)	50.00
Μίγμα μετάλλων, AIN –76(170915)	35.00
Μίγμα μετάλλων AIN – 76(40077)	10.00
Διταρταρική Χολίνη	2.00
Εθοξυκίνη (αντιοξειδωτικό)	0.01

Αναφορές: Second Report of the Ad Hoc Committee on Standards for Nutritional Studies (1980) J. Nutrition 110, 1726. Report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Committee on Standards for Nutritional Studies (1977) J. Nutrition 107, 1340 – 1348

Οι συστάσεις της δεύτερης αναφοράς της επιτροπής Ad Hoc για τα πρότυπα των διαιτητικών ερευνών συνοψίζονται στα κάτωθι:

1. Θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί μία πιο σταθερή μορφή και υψηλότερη συγκέντρωση συνθετικής βιταμίνης K και η φόρμουλα θα πρέπει να ονομαστεί AIN – 76A υψηλής καθαρότητας δίαιτα.
2. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η χρήση ενός αντιοξειδωτικού.
3. Εάν οι πιθανές παρενέργειες λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε σουκρόζη επηρεάζουν το πειραματικό πρωτόκολλο, ιδιαίτερα σε μακροχρόνιες μελέτες, οι πηγές/επίπεδα υδατανθράκων θα πρέπει να τροποποιηθούν.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3

Σύσταση δίαιτας αναφοράς (Δίαιτα Α: TD 97390)

	γρμ/χγρμ
Καζεΐνη	200.00
DL – Μεθειονίνη	3.00
Σουκρόζη	351.87
Άμυλο αραβοσίτου	200.00
Μαλτοδεξτρίνη	100.0
Αραβοσιτέλαιο	50.0
Κυτταρίνη	50.0
Εθοξυκίνη (αντιοξειδωτικό)	0.01
Μίγμα βιταμινών, AIN –76A (TD 40077)	10.0
Διταρταρική χολίνη	2.0
Μίγμα μετάλλων, ανεπαρκές σε Ca-P (TD 79055)	13.4
Φωσφορικό ασβέστιο, διβασικό Ca HPO_4	13.62
Ανθρακικό ασβέστιο CaCO_3	6.1

Αυτή η τροποποιημένη φόρμουλα TD 97391 σε σύγκριση με τη φόρμουλα TD 97390, χρησιμοποιεί μισή ποσότητα πρωτεΐνης και μεθειονίνης και αντίστοιχη αύξηση 100 γρ., στους υδατάνθρακες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4

Σύσταση δίαιτας χαμηλή σε πρωτεΐνη (Δίαιτα Β: TD 97391)

	γρμ/χγρμ	
Καζεΐνη	100.00	
DL – Μεθειονίνη	1.5	
Σουκρόζη	406.49	
Άμυλο αραβοσίτου	246.0	
Μαλτοδεξτρίνη	100.0	
Αραβοσιτέλαιο	50.0	
Κυτταρίνη	50.0	
Εθοξυκίνη (αντιοξειδωτικό)	0.01	
Μίγμα βιταμινών, AIN –76A (TD 40077)	10.0	
Διταρταρική χολίνη	2.0	
Μίγμα μετάλλων, ανεπαρκές σε Ca-P (TD 79055)		13.4
Φωσφορικό ασβέστιο, διβασικό Ca HPO ₄	13.62	
Ανθρακικό ασβέστιο CaCO ₃	6.1	

Αυτή η τροποποιημένη φόρμουλα TD 97391 σε σύγκριση με τη φόρμουλα TD 97390, χρησιμοποιεί μισή ποσότητα πρωτεΐνης και μεθειονίνης και αντίστοιχη αύξηση 100 γρ., στους υδατάνθρακες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5

Σύσταση δίαιτας μηδενική σε πρωτεΐνη (Δίαιτα C: TD 97392)

	γρμ/χγρμ
Σουκρόζη	506.14
Άμυλο αραβοσίτου	247.00
Μαλτοδεξτρίνη	100.0
Αραβοσιτέλαιο	50.0
Κυτταρίνη	50.0
Εθοξυκίνη (αντιοξειδωτικό)	0.01
Μίγμα βιταμινών, AIN -76A (TD 40077)	10.0
Διταρταρική χολίνη	2.0
Μίγμα μετάλλων, ανεπαρκές σε Ca-P (TD 79055)	13.4
Φωσφορικό ασβέστιο, διβασικό Ca HPO_4	13.62
Ανθρακικό ασβέστιο CaCO_3	6.1

Αυτή η τροποποιημένη φόρμουλα δεν περιέχει πρωτεΐνη ούτε και μεθειονίνη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

67

DATA	N	Obs	Variable	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev
1	7	PTOT	153.0000000	81.0000000	153.5714286	12.7052803	
		WATERTOT	130.0000000	227.0000000	153.0000000	32.0934554	
		TOTENERGY	547.0000000	682.0000000	543.5714286	48.5755411	
		TOTPECES	9.5000000	10.5000000	10.2714286	1.2405830	
2	7	PTOT	157.0000000	169.0000000	158.5571429	5.5553045	
		WATERTOT	150.0000000	223.0000000	181.4285714	24.8333333	
		TOTENERGY	597.0000000	716.0000000	646.4285714	36.5218753	
		TOTPECES	10.1000000	15.0000000	11.8142857	1.6777252	
3	7	PTOT	56.0000000	58.0000000	55.7142857	10.4676372	
		WATERTOT	65.0000000	148.0000000	107.0000000	28.5472803	
		TOTENERGY	212.0000000	327.0000000	249.5714286	40.5150682	
		TOTPECES	3.1000000	5.3000000	4.1000000	1.0019530	
4	5	PTOT	181.0000000	182.0000000	171.3000000	5.5280033	
		WATERTOT	180.0000000	257.0000000	206.5000000	25.4311749	
		TOTENERGY	611.0000000	682.0000000	650.4000000	37.1725702	
		TOTPECES					

DATA N Obs Variable Minimum Maximum Mean Std Dev

1	7	PTOT	4.8248284
		WATERTOT	12.2151521
		TOTENERGY	15.2512551
		TOTPECES	2.4535585

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

2	7	PTOT	3.543772
		WATERTOT	10.14515
		TOTENERGY	13.8303412
		TOTPECES	2.0241205

3	7	PTOT	3.3323950
		WATERTOT	10.2278542
		TOTENERGY	15.1245521
		TOTPECES	3.4080540

4	5	PTOT	4.3058108
		WATERTOT	11.4000000
		TOTENERGY	16.8240789

NUTR	N Obs	Variable	Minimum	Maximum	Mean	67 Std Dev
------	-------	----------	---------	---------	------	------------

1	7	FTOT	144.0000000	181.0000000	153.5714286	12.7652803
		WATERTOT	130.0000000	227.0000000	183.0000000	32.5934554
		TOTENERY	547.0000000	688.0000000	583.5714286	48.5793411
		TOTFECS	9.9000000	13.5000000	10.9714286	1.2405836
2	7	FTOT	157.0000000	189.0000000	169.8571429	9.6683086
		WATERTOT	150.0000000	223.0000000	181.4285714	24.6093285
		TOTENERY	597.0000000	718.0000000	646.4285714	36.5916983
		TOTFECS	10.1000000	15.0000000	11.8142857	1.6777252
3	7	FTOT	56.0000000	86.0000000	65.7142857	10.4676372
		WATERTOT	65.0000000	148.0000000	107.0000000	28.6472803
		TOTENERY	212.0000000	327.0000000	249.5714286	40.0160682
		TOTFECS	3.1000000	5.3000000	4.1000000	1.0019980
4	5	FTOT	161.0000000	182.0000000	171.2000000	9.6280839
		WATERTOT	180.0000000	237.0000000	206.6000000	25.4911749
		TOTENERY	611.0000000	692.0000000	650.4000000	37.1725705
		TOTFECS				

NUTR	N Obs	Variable	Std Error
------	-------	----------	-----------

1	7	FTOT	4.8248224
		WATERTOT	12.3191682
		TOTENERY	18.3612651
		TOTFECS	0.4688965

2	7	FTOT	3.6542772
		WATERTOT	9.3014519
		TOTENERY	13.8303619
		TOTFECS	0.6341205

3	7	FTOT	3.9563950
		WATERTOT	10.8276542
		TOTENERY	15.1246521
		TOTFECS	0.4090640

4	5	FTOT	4.3058100
		WATERTOT	11.4000000
		TOTENERY	16.6240789

DAYS	N Obs	Variable	Label	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev
2	7	WATERA	rats	25.0000000	52.0000000	38.7142857	9.7930977
		WATERC	rats	25.0000000	50.0000000	38.2857143	10.7504153
		WATERB	rats	25.0000000	50.0000000	32.5714286	11.3850361
		WATER	rats	38.0000000	67.0000000	45.8000000	12.1119775
		FOODA	rats	25.0000000	33.0000000	28.4285714	2.9358215
		FOODB	rats	22.0000000	32.0000000	26.5714286	3.5050983
		FOODC	rats	7.0000000	20.0000000	14.4285714	4.9617585
		FOOD	rats	29.0000000	34.0000000	31.6000000	2.4083189
5	7	WATERA	rats	75.0000000	127.0000000	93.7142857	17.3945804
		WATERC	rats	38.0000000	98.0000000	67.2857143	19.4996947
		WATERB	rats	75.0000000	123.0000000	91.8571429	20.6754973
		WATER	rats	100.0000000	137.0000000	107.4000000	16.5469030
		FOODA	rats	72.0000000	91.0000000	77.4285714	6.5283266
		FOODB	rats	78.0000000	92.0000000	82.5714286	5.3496773
		FOODC	rats	27.0000000	40.0000000	33.2857143	5.0237531
		FOOD	rats	81.0000000	92.0000000	87.2000000	5.6745044
7	7	WATERA	rats	100.0000000	177.0000000	135.1428571	26.0027471
		WATERC	rats	50.0000000	123.0000000	84.8571429	24.8222251
		WATERB	rats	110.0000000	173.0000000	136.1428571	22.1165743
		WATER	rats	143.0000000	187.0000000	166.6000000	21.7324642
		FOODA	rats	108.0000000	135.0000000	114.5714286	9.4491118
		FOODB	rats	116.0000000	139.0000000	125.4285714	7.7858235
		FOODC	rats	42.0000000	61.0000000	49.0000000	7.4833148
		FOOD	rats	120.0000000	137.0000000	129.0000000	8.3066239
9	7	WATERA	rats	130.0000000	227.0000000	183.0000000	32.5934554
		WATERC	rats	65.0000000	148.0000000	107.0000000	28.6472803
		WATERB	rats	150.0000000	223.0000000	181.4285714	24.6093285
		WATER	rats	180.0000000	237.0000000	206.6000000	25.4911749
		FOODA	rats	144.0000000	181.0000000	153.5714286	12.7652803
		FOODB	rats	157.0000000	189.0000000	169.8571429	9.6683086
		FOODC	rats	56.0000000	86.0000000	65.7142857	10.4676372
		FOOD	rats	161.0000000	182.0000000	170.0000000	10.6770783

DAYS N Obs Variable Label Std Error

2	7	WATERA	rats	3.7014430
		WATERC	rats	4.0632750
		WATERB	rats	4.3031392
		WATER	rats	5.4166410
		FOODA	rats	1.1096362
		FOODB	rats	1.3248026
		FOODC	rats	1.8753684
		FOOD	rats	1.0770330

5	7	WATERA	rats	6.5745334
		WATERC	rats	7.3701918
		WATERB	rats	7.8146035
		WATER	rats	7.4000000

DAYS	N Obs	Variable	Label	Std Error
5	7	FOODA	rats	2.4674755
		FOODB	rats	2.0219880
		FOODC	rats	1.8988002
		FOOD	rats	2.5377155
7	7	WATERA	rats	9.8281146
		WATERC	rats	9.3819192
		WATERB	rats	8.3592793
		WATER	rats	9.7190535
		FOODA	rats	3.5714286
		FOODB	rats	2.9427647
		FOODC	rats	2.8284271
		FOOD	rats	3.7148351
9	7	WATERA	rats	12.3191682
		WATERC	rats	10.8276542
		WATERB	rats	9.3014519
		WATER	rats	11.4000000
		FOODA	rats	4.8248224
		FOODB	rats	3.6542772
		FOODC	rats	3.9563950
		FOOD	rats	5.3385391

DAYS	N Obs	Variable	Label	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev
2	7	WEITHA	rats	112.0000000	130.0000000	119.2857143	6.6008657
		WEITHB	rats	112.0000000	135.0000000	120.0000000	8.8881944
		WEITHC	rats	109.0000000	130.0000000	120.4285714	9.8464400
		WEITH	rats	111.0000000	136.0000000	118.2000000	10.1341008
5	7	WEITHA	rats	132.0000000	163.0000000	145.8571429	10.4151904
		WEITHB	rats	131.0000000	156.0000000	138.7142857	8.7123339
		WEITHC	rats	85.0000000	108.0000000	96.7142857	8.8452301
		WEITH	rats	142.0000000	172.0000000	150.6000000	12.2188379
7	7	WEITHA	rats	112.0000000	130.0000000	119.2857143	6.6008657
		WEITHB	rats	112.0000000	135.0000000	120.0000000	8.8881944
		WEITHC	rats	109.0000000	130.0000000	120.4285714	9.8464400
		WEITH	rats	111.0000000	136.0000000	118.2000000	10.1341008
9	7	WEITHA	rats	154.0000000	193.0000000	171.2857143	13.3630621
		WEITHB	rats	155.0000000	181.0000000	163.3333333	10.4817301
		WEITHC	rats	78.0000000	103.0000000	90.7142857	9.3222724
		WEITH	rats	168.0000000	202.0000000	177.2000000	14.1844986

DAYS	N Obs	Variable	Label	Std Error
2	7	WEITHA	rats	2.4948927
		WEITHB	rats	3.3594217
		WEITHC	rats	3.7216045
		WEITH	rats	4.5321077
5	7	WEITHA	rats	3.9365719
		WEITHB	rats	3.2929527
		WEITHC	rats	3.3431827
		WEITH	rats	5.4644304
7	7	WEITHA	rats	.
		WEITHB	rats	.
		WEITHC	rats	.
		WEITH	rats	.
9	7	WEITHA	rats	5.0507627
		WEITHB	rats	4.2791484
		WEITHC	rats	3.5234878
		WEITH	rats	6.3435006

NUTR	N Obs	Variable	Label	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev
1	7	FOOD1	rats	25.0000000	33.0000000	28.4285714	2.9358215
		FOOD2	rats	45.0000000	58.0000000	48.8571429	4.3752551
		FOOD3	rats	35.0000000	44.0000000	37.2857143	3.1471832
		FOOD4	rats	36.0000000	46.0000000	39.2857143	3.2513733
		WATER1	rats	25.0000000	52.0000000	38.7142857	9.7930977
		WATER2	rats	50.0000000	75.0000000	55.0000000	9.5742711
		WATER3	rats	25.0000000	50.0000000	41.4285714	11.8019369
		WATER4	rats	25.0000000	80.0000000	47.8571429	17.7616494
		FECES1	rats	4.6000000	6.9000000	5.6285714	0.7674944
		FECES2	rats	4.9000000	6.6000000	5.3428571	0.5996030
		WEIGHT1	rats	112.0000000	130.0000000	119.2857143	6.6008657
		WEIGHT2	rats	132.0000000	163.0000000	145.8571429	10.4151904
		WEIGHT3	rats	153.0000000	193.0000000	171.0000000	13.5154233
		WBC	rats	5.2000000	15.2000000	7.8142857	3.4834985
		RBC	rats	3.5800000	8.8100000	5.8814286	1.5773124
		HGB	rats	8.9000000	13.4000000	11.7857143	1.4633621
		HCT	rats	24.5000000	58.0000000	39.0714286	9.9145876
		MCV	rats	62.7000000	69.9000000	66.7142857	2.6466511
		MCH	rats	12.6000000	24.9000000	20.9285714	4.0073742
		MCHC	rats	19.1000000	36.3000000	31.3142857	5.6696351
		PLTX1000	rats	176.0000000	1189.00	613.4285714	353.2293198
		GLU	rats	170.0000000	480.0000000	284.5000000	143.1555098
2	7	FOOD1	rats	22.0000000	32.0000000	26.7142857	3.6384193
		FOOD2	rats	48.0000000	65.0000000	55.8571429	5.1455020
		FOOD3	rats	38.0000000	50.0000000	43.1428571	4.4507891
		FOOD4	rats	41.0000000	49.0000000	44.2857143	3.4016803
		WATER1	rats	25.0000000	50.0000000	32.5714286	11.3850361
		WATER2	rats	50.0000000	75.0000000	59.2857143	12.0514769
		WATER3	rats	35.0000000	50.0000000	44.2857143	7.3192505
		WATER4	rats	30.0000000	50.0000000	45.2857143	8.3008892
		FECES1	rats	5.1000000	7.2000000	5.7428571	0.7934254
		FECES2	rats	4.8000000	7.8000000	6.0857143	1.0399176
		WEIGHT1	rats	112.0000000	135.0000000	120.0000000	8.8881944
		WEIGHT2	rats	131.0000000	156.0000000	138.7142857	8.7123339
		WEIGHT3	rats	154.0000000	180.0000000	162.1428571	9.6510547
		WBC	rats	5.2000000	10.0000000	7.1285714	1.5402535
		RBC	rats	4.7000000	8.9500000	6.0600000	1.3438378
		HGB	rats	8.8000000	19.0000000	12.8571429	3.0604233
		HCT	rats	30.4000000	57.9000000	39.4857143	8.5975633
		MCV	rats	60.2000000	67.5000000	64.7428571	2.4744408
		MCH	rats	18.7000000	22.9000000	21.1428571	1.4081396
		MCHC	rats	28.9000000	34.2000000	32.6285714	1.9345234
		PLTX1000	rats	51.0000000	717.0000000	473.5714286	268.3237206
		GLU	rats	97.0000000	449.0000000	245.3333333	160.1782341
3	7	FOOD1	rats	7.0000000	20.0000000	14.4285714	4.9617585
		FOOD2	rats	16.0000000	24.0000000	19.2857143	3.0937725
		FOOD3	rats	13.0000000	21.0000000	15.5714286	2.8199966
		FOOD4	rats	14.0000000	26.0000000	17.1428571	4.0999419
		WATER1	rats	25.0000000	50.0000000	38.2857143	10.7504153
		WATER2	rats	13.0000000	50.0000000	29.0000000	12.1243557

NUTR	N Obs	Variable	Label	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev
3	7	WATER3	rats	10.0000000	25.0000000	17.7142857	6.8972044
		WATER4	rats	15.0000000	30.0000000	23.5714286	4.7559487
		FECES1	rats	1.7000000	2.7000000	2.1666667	0.4273952
		FECES2	rats	1.1000000	3.3000000	1.9333333	0.8453796
		WEIGHT1	rats	109.0000000	130.0000000	120.4285714	9.8464400
		WEIGHT2	rats	85.0000000	108.0000000	96.7142857	8.8452301
		WEIGHT3	rats	78.0000000	103.0000000	90.4285714	9.4137690
		WBC	rats	7.0000000	11.8000000	8.3285714	1.6730355
		RBC	rats	5.7300000	8.6000000	7.6100000	0.9398404
		HGB	rats	13.1000000	16.7000000	15.3428571	1.2039617
		HCT	rats	38.4000000	52.0000000	46.9142857	4.5910887
		MCV	rats	57.4000000	67.0000000	61.8714286	3.2958126
		MCH	rats	18.8000000	22.9000000	20.2714286	1.3610220
		MCHC	rats	29.4000000	34.7000000	32.8000000	1.7935068
		PLTX1000	rats	343.0000000	784.0000000	550.7142857	170.6416462
		GLU	rats	59.0000000	458.0000000	208.0000000	152.2744233
4	5	FOOD1	rats	28.0000000	34.0000000	31.2000000	2.9495762
		FOOD2	rats	52.0000000	58.0000000	55.6000000	3.2863353
		FOOD3	rats	39.0000000	45.0000000	41.4000000	2.5099801
		FOOD4	rats	41.0000000	45.0000000	43.0000000	1.8708287
		WATER1	rats	38.0000000	67.0000000	45.8000000	12.1119775
		WATER2	rats	63.0000000	88.0000000	74.4000000	12.7397017
		WATER3	rats	43.0000000	50.0000000	47.2000000	3.8340579
		WATER4	rats	36.0000000	50.0000000	39.6000000	5.8991525
		FECES1	rats	.	.	.	.
		FECES2	rats	.	.	.	.
		WEIGHT1	rats	111.0000000	136.0000000	118.2000000	10.1341008
		WEIGHT2	rats	142.0000000	172.0000000	150.6000000	12.2188379
		WEIGHT3	rats	167.0000000	201.0000000	176.8000000	13.9176147
		WBC	rats	7.0000000	8.6000000	7.6400000	0.6503845
		RBC	rats	5.0900000	8.1500000	6.0580000	1.2193318
		HGB	rats	12.0000000	13.5000000	12.8200000	0.5761944
		HCT	rats	33.7000000	51.1000000	39.3200000	6.8346178
		MCV	rats	62.5000000	72.5000000	65.2400000	4.1961887
		MCH	rats	16.6000000	24.1000000	21.6600000	3.0344687
		MCHC	rats	26.4000000	38.0000000	33.2000000	4.5227204
		PLTX1000	rats	692.0000000	1038.00	867.6000000	142.5071928
		GLU	rats	163.0000000	200.0000000	186.2500000	16.8002976

NUTR	N Obs	Variable	Label	Std Error
1	7	FOOD1	rats	1.1096362
		FOOD2	rats	1.6536910
		FOOD3	rats	1.1895234
		FOOD4	rats	1.2289036
		WATER1	rats	3.7014430
		WATER2	rats	3.6187343
		WATER3	rats	4.4607129
		WATER4	rats	6.7132725
		FECES1	rats	0.2900856
		FECES2	rats	0.2266286
		WEIGHT1	rats	2.4948927
		WEIGHT2	rats	3.9365719
		WEIGHT3	rats	5.1083498
		WBC	rats	1.3166387
		RBC	rats	0.5961680
		HGB	rats	0.5530989
		HCT	rats	3.7473619
		MCV	rats	1.0003401
		MCH	rats	1.5146451
		MCHC	rats	2.1429206
2	7	PLTX1000	rats	133.5081337
		GLU	rats	58.4429922
		FOOD1	rats	1.3751932
		FOOD2	rats	1.9448169
		FOOD3	rats	1.6822402
		FOOD4	rats	1.2857143
		WATER1	rats	4.3031392
		WATER2	rats	4.5550301
		WATER3	rats	2.7664167
		WATER4	rats	3.1374412
		FECES1	rats	0.2998866
		FECES2	rats	0.3930519
		WEIGHT1	rats	3.3594217
		WEIGHT2	rats	3.2929527
		WEIGHT3	rats	3.6477558
		WBC	rats	0.5821611
		RBC	rats	0.5079229
		HGB	rats	1.1567313
		HCT	rats	3.2495735
		MCV	rats	0.9352507
		MCH	rats	0.5322267
		MCHC	rats	0.7311811
3	7	PLTX1000	rats	101.4168337
		GLU	rats	65.3924902
		FOOD1	rats	1.8753684
		FOOD2	rats	1.1693361
		FOOD3	rats	1.0658585
		FOOD4	rats	1.5496324
		WATER1	rats	4.0632750
		WATER2	rats	4.5825757

NUTR	N Obs	Variable	Label	Std Error
3	7	WATER3	rats	2.6068982
		WATER4	rats	1.7975796
		FECES1	rats	0.1744834
		FECES2	rats	0.3451248
		WEIGHT1	rats	3.7216045
		WEIGHT2	rats	3.3431827
		WEIGHT3	rats	3.5580703
		WBC	rats	0.6323480
		RBC	rats	0.3552263
		HGB	rats	0.4550548
		HCT	rats	1.7352684
		MCV	rats	1.2457001
		MCH	rats	0.5144180
		MCHC	rats	0.6778819
		PLTX1000	rats	64.4964799
		GLU	rats	68.0991924
4	5	FOOD1	rats	1.3190906
		FOOD2	rats	1.4696938
		FOOD3	rats	1.1224972
		FOOD4	rats	0.8366600
		WATER1	rats	5.4166410
		WATER2	rats	5.6973678
		WATER3	rats	1.7146428
		WATER4	rats	2.6381812
		FECES1	rats	.
		FECES2	rats	.
		WEIGHT1	rats	4.5321077
		WEIGHT2	rats	5.4644304
		WEIGHT3	rats	6.2241465
		WBC	rats	0.2908608
		RBC	rats	0.5453018
		HGB	rats	0.2576820
		HCT	rats	3.0565340
		MCV	rats	1.8765927
		MCH	rats	1.3570556
		MCHC	rats	2.0226221
		PLTX1000	rats	63.7311541
		GLU	rats	8.4001488

NUTR	N Obs	Variable	Label	Minimum	Maximum	Mean	Variance
1	7	TP	rats	2.0000000	10.0000000	4.1333333	11.9466667
		UREA	rats	11.0000000	85.0000000	36.6666667	1138.27
		MG	rats	0.2000000	1.6000000	0.4500000	0.3190000
		P	rats	4.1000000	11.1000000	6.4666667	6.9666667
		CREA	rats	0.6000000	1.0000000	0.7000000	0.0300000
		LIVER	rats	7.9000000	10.5000000	9.1142857	0.8214286
		BRAIN	rats	1.5000000	1.8000000	1.6285714	0.0090476
2	7	TP	rats	2.0000000	6.0000000	2.8000000	3.2000000
		UREA	rats	7.0000000	73.0000000	34.8000000	1218.20
		MG	rats	0.2000000	1.5000000	0.4600000	0.3380000
		P	rats	0.5000000	13.0000000	6.7200000	39.0670000
		CREA	rats	0.3000000	1.4000000	0.8000000	0.1520000
		LIVER	rats	8.6000000	10.3000000	9.2285714	0.3457143
		BRAIN	rats	1.5000000	1.7000000	1.6000000	0.0066667
3	7	TP	rats	2.0000000	5.8000000	2.8600000	2.7280000
		UREA	rats	4.9000000	71.0000000	24.0000000	992.6666667
		MG	rats	0	1.5000000	0.4200000	0.3720000
		P	rats	1.2000000	13.0000000	8.2000000	25.0200000
		CREA	rats	0.4000000	1.0000000	0.7400000	0.0680000
		LIVER	rats	3.5000000	4.5000000	3.9142857	0.1647619
		BRAIN	rats	1.4000000	1.7000000	1.5571429	0.0095238
4	5	TP	rats	2.0000000	8.1000000	4.8000000	9.0866667
		UREA	rats	9.0000000	21.0000000	12.0000000	26.0000000
		MG	rats	0.2000000	1.4000000	0.4400000	0.2880000
		P	rats	3.8000000	13.0000000	7.1000000	12.7200000
		CREA	rats	0.8000000	1.5000000	0.9600000	0.0930000
		LIVER	rats	7.7000000	9.4000000	8.3200000	0.4170000
		BRAIN	rats	1.5000000	1.7000000	1.5600000	0.0080000

NUTR	N Obs	Variable	Label	Std Dev	Std Error
1	7	TP	rats	3.4563950	1.4110674
		UREA	rats	33.7382078	13.7735657
		MG	rats	0.5648008	0.2305790
		P	rats	2.6394444	1.0775487
		CREA	rats	0.1732051	0.0774597
		LIVER	rats	0.9063270	0.3425594
		BRAIN	rats	0.0951190	0.0359516
2	7	TP	rats	1.7888544	0.8000000
		UREA	rats	34.9027220	15.6089718
		MG	rats	0.5813777	0.2600000
		P	rats	6.2503600	2.7952460
		CREA	rats	0.3898718	0.1591645
		LIVER	rats	0.5879747	0.2222336
		BRAIN	rats	0.0816497	0.0308607
3	7	TP	rats	1.6516658	0.7386474

NUTR	N Obs	Variable	Label	Std Dev	Std Error
3	7	UREA	rats	31.5066131	15.7533065
		MG	rats	0.6099180	0.2727636
		P	rats	5.0019996	2.2369622
		CREA	rats	0.2607681	0.1166190
		LIVER	rats	0.4059087	0.1534191
		BRAIN	rats	0.0975900	0.0368856
4	5	TP	rats	3.0144098	1.5072049
		UREA	rats	5.0990195	2.2803509
		MG	rats	0.5366563	0.2400000
		P	rats	3.5665109	1.5949922
		CREA	rats	0.3049590	0.1363818
		LIVER	rats	0.6457554	0.2887906
		BRAIN	rats	0.0894427	0.0400000

11:18 Thursday, September 17, 1998

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: TOTREC25

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha=0.05 df=17 MSB=1.51133

Warning: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes=8.631579

Number of Means 2 2

Critical Range 1.818 1.643

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping

A 11.5145 7 2

A 10.5714 7 1

B 4.1000 9 2

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: TOTFECES

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	225.86664286	112.93332143	61.65	0.0001
Error	17	31.14285714	1.83193277		
Corrected Total	19	257.00950000			

R-Square	C.V.	Root MSE	TOTFECES Mean
0.878826	14.70385	1.35348911	9.20500000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	2	225.86664286	112.93332143	61.65	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	2	225.86664286	112.93332143	61.65	0.0001

11:18 Thursday, September 17, 1998 3

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: TOTFECES

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 17 MSE= 1.831933
 WARNING: Cell sizes are not equal.
 Harmonic Mean of cell sizes= 6.631579

Number of Means 2 3
 Critical Range 1.568 1.645

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	11.8143	7	2
A			
A	10.9714	7	1
B	4.1000	6	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: TOTENER

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	736816.00329670	245605.33443223	144.75	0.0001
Error	22	37328.34285714	1696.74285714		
Corrected Total	25	774144.34615385			

R-Square	C.V.	Root MSE	TOTENERY Mean
0.951781	7.869645	41.19153866	523.42307692

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	736816.00329670	245605.33443223	144.75	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	736816.00329670	245605.33443223	144.75	0.0001

13:11 Monday, September 14, 1998 3

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: TOTENER

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the
experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 1696.743
WARNING: Cell sizes are not equal.
Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means	2	3	4
Critical Range	47.89	50.29	51.82

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	650.40	5	4
A			
A	646.43	7	2
B	583.57	7	1
C	249.57	7	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: WATERTOT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	36286.97032967	12095.65677656	15.18	0.0001
Error	22	17530.91428571	796.85974026		
Corrected Total	25	53817.88461538			
R-Square		C.V.	Root MSE	WATERTOT Mean	
0.674255		16.93853	28.22870419	166.65384615	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	36286.97032967	12095.65677656	15.18	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	36286.97032967	12095.65677656	15.18	0.0001

11:16 Monday, September 14, 1998 5

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: WATERTOT

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 796.8597

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means 2 3 4

Critical Range 32.82 34.46 35.51

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	206.60	5	4
A			
A	183.00	7	1
A			
A	181.43	7	2
B	107.00	7	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FTOT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	50886.73846154	16962.24615385	145.38	0.0001
Error	22	2566.80000000	116.67272727		
Corrected Total	25	53453.53846154			
	R-Square	C.V.	Root MSE	FTOT Mean	
	0.951961	7.844676	10.80151505	137.69230769	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	50886.73846154	16962.24615385	145.38	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	50886.73846154	16962.24615385	145.38	0.0001

11:16 Monday, September 14, 1998 4

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: FTOT

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 116.6727

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means	2	3	4
Critical Range	12.56	13.19	13.59

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	171.200	5	4
A			
A	169.857	7	2
B	153.571	7	1
C	65.714	7	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FECES2 rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	61.97295238	30.98647619	43.11	0.0001
Error	17	12.21904762	0.71876751		
Corrected Total	19	74.19200000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	FECES2 Mean	
	0.835305	18.51095	0.84780157	4.58000000	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	2	61.97295238	30.98647619	43.11	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	2	61.97295238	30.98647619	43.11	0.0001

14:22 Thursday, July 9, 1998 1

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: FECES2

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 17 MSE= 0.718768
 WARNING: Cell sizes are not equal.
 Harmonic Mean of cell sizes= 6.631579

Number of Means 2 3
 Critical Range 0.982 1.030

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	6.0857	7	2
A			
A	5.3429	7	1
B	1.9333	6	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FECES1 rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	52.05723810	26.02861905	53.80	0.0001
Error	17	8.22476190	0.48380952		
Corrected Total	19	60.28200000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	FECES1 Mean	
	0.863562	15.02298	0.69556418	4.63000000	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	2	52.05723810	26.02861905	53.80	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	2	52.05723810	26.02861905	53.80	0.0001

14:22 Thursday, July 9, 1998 14

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: FECES1

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 17 MSE= 0.48381
 WARNING: Cell sizes are not equal.
 Harmonic Mean of cell sizes= 6.631579

Number of Means 2 3
 Critical Range .8059 .8454

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	5.7429	7	2
A			
A	5.6286	7	1
B	2.1667	6	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: WEIGHTH3 rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	32451.59010989	10817.19670330	80.36	0.0001
Error	22	2961.37142857	134.60779221		
Corrected Total	25	35412.96153846			
	R-Square	C.V.	Root MSE	WEIGHTH3 Mean	
	0.916376	7.837193	11.60205983	148.03846154	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	32451.59010989	10817.19670330	80.36	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	32451.59010989	10817.19670330	80.36	0.0001

14:22 Thursday, July 9, 1998

14:22 Thursday, July 9, 1998 11

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: WEIGHTH3

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 134.6078

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means 2 3 4

Critical Range 13.49 14.16 14.59

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	176.800	5	4
A			
B A	171.000	7	1
B			
B	162.143	7	2
C	90.429	7	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: WEIGHT1 rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	16.40329670	5.46776557	0.07	0.9755
Error	22	1727.94285714	78.54285714		
Corrected Total	25	1744.34615385			
	R-Square	C.V.	Root MSE	WEIGHT1 Mean	
	0.009404	7.411498	8.86244081	119.57692308	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	16.40329670	5.46776557	0.07	0.9755
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	16.40329670	5.46776557	0.07	0.9755

14:22 Thursday, July 9, 1998 1

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: WEIGHT1

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 78.54286
 WARNING: Cell sizes are not equal.
 Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means	2	3	4
Critical Range	10.30	10.82	11.15

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	120.429	7	3
A			
A	120.000	7	2
A			
A	119.286	7	1
A			
A	118.200	5	4

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: WEIGHT2 rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	12101.23956044	4033.74652015	40.84	0.0001
Error	22	2172.91428571	98.76883117		
Corrected Total	25	14274.15384615			
	R-Square	C.V.	Root MSE	WEIGHT2 Mean	
	0.847773	7.550980	9.93825091	131.61538462	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	12101.23956044	4033.74652015	40.84	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	12101.23956044	4033.74652015	40.84	0.0001

14:22 Thursday, July 9, 1998 11

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: WEIGHT2

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 98.76883
 WARNING: Cell sizes are not equal.
 Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means	2	3	4
Critical Range	11.55	12.13	12.50

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	150.600	5	4
A			
A	145.857	7	1
A			
A	138.714	7	2
B	96.714	7	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: WBC rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	5.12970330	1.70990110	0.36	0.7849
Error	22	105.52914286	4.79677922		
Corrected Total	25	110.65884615			
	R-Square	C.V.	Root MSE	WBC Mean	
	0.046356	28.31628	2.19015507	7.73461538	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	5.12970330	1.70990110	0.36	0.7849
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
IUTR	3	5.12970330	1.70990110	0.36	0.7849

14:22 Thursday, July 9, 1998 13

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: WBC

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 4.796779

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means 2 3 4

Critical Range 2.546 2.674 2.755

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	8.329	7	3
A			
A	7.814	7	1
A			
A	7.640	5	4
A			
A	7.129	7	2

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: RBC rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	13.50349967	4.50116656	2.68	0.0722
Error	22	37.00976571	1.68226208		
Corrected Total	25	50.51326538			
	R-Square	C.V.	Root MSE	RBC Mean	
	0.267326	20.17501	1.29702046	6.42884615	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	13.50349967	4.50116656	2.68	0.0722
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	13.50349967	4.50116656	2.68	0.0722

14:22 Thursday, July 9, 1998 14

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: RBC

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 1.682262
 WARNING: Cell sizes are not equal.
 Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means	2	3	4
Critical Range	1.508	1.583	1.632

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	7.6100	7	3
A			
B A	6.0600	7	2
B A			
B A	6.0580	5	4
B			
B	5.8814	7	1

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: HGB rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	47.66452747	15.88817582	4.42	0.0141
Error	22	79.07085714	3.59412987		
Corrected Total	25	126.73538462			
R-Square		C.V.	Root MSE	HGB Mean	
0.376095		14.32886	1.89581905	13.23076923	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	47.66452747	15.88817582	4.42	0.0141
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	47.66452747	15.88817582	4.42	0.0141

14:22 Thursday, July 9, 1998 15

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: HGB

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 3.59413
 WARNING: Cell sizes are not equal.
 Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means 2 3 4
 Critical Range 2.204 2.314 2.385

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	15.343	7	3
B	12.857	7	2
B	12.820	5	4
B			
B	11.786	7	1

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: HCT rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	298.00403297	99.33467766	1.62	0.2128
Error	22	1346.61942857	61.20997403		
Corrected Total	25	1644.62346154			

R-Square	C.V.	Root MSE	HCT Mean
0.181199	18.92415	7.82368034	41.34230769

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	298.00403297	99.33467766	1.62	0.2128
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	298.00403297	99.33467766	1.62	0.2128

14:22 Thursday, July 9, 1998 16

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: HCT

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 61.20997

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means	2	3	4
Critical Range	9.096	9.551	9.842

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	46.914	7	3
A			
A	39.486	7	2
A			
A	39.320	5	4
A			
A	39.071	7	1

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: MCV rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	85.59761538	28.53253846	2.93	0.0563
Error	22	214.37200000	9.74418182		
Corrected Total	25	299.96961538			
	R-Square	C.V.	Root MSE	MCV Mean	
	0.285354	4.832435	3.12156721	64.59615385	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	85.59761538	28.53253846	2.93	0.0563
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	85.59761538	28.53253846	2.93	0.0563

14:22 Thursday, July 9, 1998 1

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: MCV

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 9.744182
 WARNING: Cell sizes are not equal.
 Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means	2	3	4
Critical Range	3.629	3.811	3.927

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	66.714	7	1
A			
B A	65.240	5	4
B A			
B A	64.743	7	2
B			
B	61.871	7	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: MCH rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	6.00728571	2.00242857	0.28	0.8378
Error	22	156.19771429	7.09989610		
Corrected Total	25	162.20500000			

R-Square	C.V.	Root MSE	MCH Mean
0.037035	12.71868	2.66456302	20.95000000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	6.00728571	2.00242857	0.28	0.8378

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	6.00728571	2.00242857	0.28	0.8378

14:22 Thursday, July 9, 1998 11

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: MCH

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 7.099896

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means 2 3 4

Critical Range 3.098 3.253 3.352

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	21.660	5	4
A			
A	21.143	7	2
A			
A	20.929	7	1
A			
A	20.271	7	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: MCHC rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	12.91252747	4.30417582	0.30	0.8256
Error	22	316.44285714	14.38376623		
Corrected Total	25	329.35538462			
	R-Square	C.V.	Root MSE	MCHC Mean	
	0.039205	11.69443	3.79259360	32.43076923	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	12.91252747	4.30417582	0.30	0.8256
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	12.91252747	4.30417582	0.30	0.8256

14:22 Thursday, July 9, 1998 19

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: MCHC

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 14.38377

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means 2 3 4

Critical Range 4.409 4.630 4.771

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	33.200	5	4
A			
A	32.800	7	3
A			
A	32.629	7	2
A			
A	31.314	7	1

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PLTX1000 rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	486634.55824176	162211.51941392	2.48	0.0874
Error	22	1436556.05714286	65298.00259740		
Corrected Total	25	1923190.61538462			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PLTX1000 Mean	
	0.253035	42.04470	255.53473853	607.76923077	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	486634.55824176	162211.51941392	2.48	0.0874
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	486634.55824176	162211.51941392	2.48	0.0874

14:22 Thursday, July 9, 1998 6

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: PLTX1000

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 65298
 WARNING: Cell sizes are not equal.
 Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means 2 3 4
 Critical Range 297.1 312.0 321.5

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	867.6	5	4
A			
B	613.4	7	1
B			
B	550.7	7	3
B			
B	473.6	7	2

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: GLU rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	28453.36904762	9484.45634921	0.50	0.6892
Error	17	324349.58333333	19079.38725490		
Corrected Total	20	352802.95238095			

R-Square	C.V.	Root MSE	GLU Mean
0.080649	58.43455	138.12815519	236.38095238

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	28453.36904762	9484.45634921	0.50	0.6892

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	28453.36904762	9484.45634921	0.50	0.6892

14:22 Thursday, July 9, 1998 11

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: GLU

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 17 MSE= 19079.39

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 5.106383

Number of Means	2	3	4
Critical Range	182.4	191.3	196.9

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	284.50	6	1
A			
A	245.33	6	2
A			
A	208.00	5	3
A			
A	186.25	4	4

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: TP rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	13.40016667	4.46672222	0.65	0.5970
Error	16	110.70533333	6.91908333		
Corrected Total	19	124.10550000			

R-Square	C.V.	Root MSE	TP Mean
0.107974	72.76390	2.63041505	3.61500000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	13.40016667	4.46672222	0.65	0.5970

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	13.40016667	4.46672222	0.65	0.5970

14:22 Thursday, July 9, 1998

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: TP

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 16 MSE= 6.919083

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 4.897959

Number of Means 2 3 4

Critical Range 3.563 3.737 3.845

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	4.800	4	4
A			
A	4.133	6	1
A			
A	2.860	5	3
A			
A	2.800	5	2

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: UREA rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	2020.86666667	673.62222222	0.79	0.5171
Error	16	13646.13333333	852.88333333		
Corrected Total	19	15667.00000000			
R-Square		C.V.	Root MSE	UREA Mean	
0.128989		106.1970	29.20416637	27.50000000	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	2020.86666667	673.62222222	0.79	0.5171
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	2020.86666667	673.62222222	0.79	0.5171

14:22 Thursday, July 9, 1998 7

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: UREA

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 16 MSE= 852.8833

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 4.897959

Number of Means 2 3 4

Critical Range 39.56 41.49 42.69

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	36.67	6	1
A			
A	34.80	5	2
A			
A	24.00	4	3
A			
A	12.00	5	4

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: CREA rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.19600000	0.06533333	0.73	0.5488
Error	17	1.52400000	0.08964706		
Corrected Total	20	1.72000000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	CREA Mean	
	0.113953	37.42640	0.29941119	0.80000000	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	0.19600000	0.06533333	0.73	0.5488
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	0.19600000	0.06533333	0.73	0.5488

14:22 Thursday, July 9, 1998 13

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: CREA

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 17 MSE= 0.089647

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 5.217391

Number of Means	2	3	4
Critical Range	.3911	.4103	.4223

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	0.9600	5	4
A			
A	0.8000	6	2
A			
A	0.7400	5	3
A			
A	0.7000	5	1

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: MG rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.00442857	0.00147619	0.00	0.9996
Error	17	5.58700000	0.32864706		
Corrected Total	20	5.59142857			
	R-Square	C.V.	Root MSE	MG Mean	
	0.000792	129.4498	0.57327747	0.44285714	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	0.00442857	0.00147619	0.00	0.9996
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	0.00442857	0.00147619	0.00	0.9996

14:22 Thursday, July 9, 1998 10

General Linear Models Procedure

5

Duncan's Multiple Range Test for variable: MG

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 17 MSE= 0.328647

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 5.217391

Number of Means	2	3	4
Critical Range	.7489	.7855	.8085

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	0.4600	5	2
A			
A	0.4500	6	1
A			
A	0.4400	5	4
A			
A	0.4200	5	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: P rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	9.17676190	3.05892063	0.15	0.9270
Error	17	342.06133333	20.12125490		
Corrected Total	20	351.23809524			
	R-Square	C.V.	Root MSE		P Mean
	0.026127	63.26334	4.48567218		7.09047619

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	9.17676190	3.05892063	0.15	0.9270
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	9.17676190	3.05892063	0.15	0.9270

14:22 Thursday, July 9, 1998 11

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: P

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 17 MSE= 20.12125

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 5.217391

Number of Means 2 3 4

Critical Range 5.859 6.146 6.326

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	8.200	5	3
A			
A	7.100	5	4
A			
A	6.720	5	2
A			
A	6.467	6	1

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: BRAIN rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.02310989	0.00770330	0.92	0.4457
Error	22	0.18342857	0.00833766		
Corrected Total	25	0.20653846			
R-Square		C.V.	Root MSE	BRAIN Mean	
0.111891		5.748380	0.09131080	1.58846154	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	0.02310989	0.00770330	0.92	0.4457
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	0.02310989	0.00770330	0.92	0.4457

14:22 Thursday, July 9, 1998 3

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: BRAIN

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 0.008338

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means 2 3 4

Critical Range .1062 .1115 .1149

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	1.62857	7	1
A			
A	1.60000	7	2
A			
A	1.56000	5	4
A			
A	1.55714	7	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LIVER rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	132.29903297	44.09967766	100.44	0.0001
Error	22	9.65942857	0.43906494		
Corrected Total	25	141.95846154			

R-Square	C.V.	Root MSE	LIVER Mean
0.931956	8.727514	0.66261975	7.59230769

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	132.29903297	44.09967766	100.44	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	132.29903297	44.09967766	100.44	0.0001

14:22 Thursday, July 9, 1998 9

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: LIVER

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 0.439065

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means	2	3	4
Critical Range	.7704	.8089	.8335

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	9.2286	7	2
A			
A	9.1143	7	1
B	8.3200	5	4
C	3.9143	7	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FOOD2 rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	6097.50329670	2032.50109890	119.45	0.0001
Error	22	374.34285714	17.01558442		
Corrected Total	25	6471.84615385			

R-Square	C.V.	Root MSE	FOOD2 Mean
0.942158	9.358628	4.12499508	44.07692308

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	6097.50329670	2032.50109890	119.45	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	6097.50329670	2032.50109890	119.45	0.0001

14:22 Thursday, July 9, 1998 7

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: FOOD2

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 17.01558

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means	2	3	4
Critical Range	4.796	5.036	5.189

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	55.857	7	2
A			
A	55.600	5	4
B	48.857	7	1
C	19.286	7	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FOOD4 rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	3280.43956044	1093.47985348	97.11	0.0001
Error	22	247.71428571	11.25974026		
Corrected Total	25	3528.15384615			
	R-Square	C.V.	Root MSE	FOOD4 Mean	
	0.929789	9.483086	3.3555364	35.38461538	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	3280.43956044	1093.47985348	97.11	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	3280.43956044	1093.47985348	97.11	0.0001

14:22 Thursday, July 9, 1998 9

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: FOOD4

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 11.25974

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means 2 3 4

Critical Range 3.901 4.096 4.221

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	44.286	7	2
A			
B	43.000	5	4
B			
B	39.286	7	1
C	17.143	7	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FOOD3 rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	3310.83846154	1103.61282051	96.65	0.0001
Error	22	251.20000000	11.41818182		
Corrected Total	25	3562.03846154			

R-Square	C.V.	Root MSE	FOOD3 Mean
0.929479	9.995003	3.37908003	33.80769231

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	3310.83846154	1103.61282051	96.65	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	3310.83846154	1103.61282051	96.65	0.0001

14:22 Thursday, July 9, 1998 8

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: FOOD3

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 11.41818

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means 2 3 4

Critical Range 3.929 4.125 4.251

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	43.143	7	2
A			
A	41.400	5	4
B	37.286	7	1
C	15.571	7	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: WATER1

rats

KATAHARA2541 vapor 13.8 15.0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	512.16703297	170.72234432	1.43	0.2619
Error	22	2633.37142857	119.69870130		
Corrected Total	25	3145.53846154			
	R-Square	C.V.	Root MSE	WATER1 Mean	
	0.162823	28.56003	10.94069017	38.30769231	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	512.16703297	170.72234432	1.43	0.2619
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	512.16703297	170.72234432	1.43	0.2619

14:22 Thursday, July 9, 1998

14:22 Thursday, July 9, 1998 7

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: WATER1

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 119.6987

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means 2 3 4

Critical Range 12.72 13.36 13.76

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	45.800	5	4
A			
A	38.714	7	1
A			
A	38.286	7	3
A			
A	32.571	7	2

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: WATER2 rats DATA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	6626.02527473	2208.67509158	16.46	0.0001
Error	22	2952.62857143	134.21038961		
Corrected Total	25	9578.65384615			
	R-Square	C.V.	Root MSE	WATER2 Mean	
	0.691749	21.90603	11.58492079	52.88461538	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	6626.02527473	2208.67509158	16.46	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	6626.02527473	2208.67509158	16.46	0.0001

14:22 Thursday, July 9, 1998 8

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: WATER2

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the
experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 134.2104
WARNING: Cell sizes are not equal.
Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means	2	3	4
Critical Range	13.47	14.14	14.57

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	74.400	5	4
B	59.286	7	2
B			
B	55.000	7	1
C	29.000	7	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: WATER3 rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	3632.47472527	1210.82490842	17.74	0.0001
Error	22	1501.37142857	68.24415584		
Corrected Total	25	5133.84615385			
R-Square		C.V.	Root MSE	WATER3 Mean	
0.707554		22.37355	8.26100211	36.92307692	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	3632.47472527	1210.82490842	17.74	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	3632.47472527	1210.82490842	17.74	0.0001

14:22 Thursday, July 9, 1998

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: WATER3

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 68.24416
 WARNING: Cell sizes are not equal.
 Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means	2	3	4
Critical Range	9.60	10.08	10.39

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	47.200	5	4
A			
A	44.286	7	2
A			
A	41.429	7	1
B	17.714	7	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: WATER4 rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	2493.76153846	831.25384615	7.08	0.0017
Error	22	2581.20000000	117.32727273		
Corrected Total	25	5074.96153846			

R-Square	C.V.	Root MSE	WATER4 Mean
0.491385	27.74641	10.83177145	39.03846154

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	2493.76153846	831.25384615	7.08	0.0017

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	2493.76153846	831.25384615	7.08	0.0017

14:22 Thursday, July 9, 1998 1

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: WATER4

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 117.3273
 WARNING: Cell sizes are not equal.
 Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means	2	3	4
Critical Range	12.59	13.22	13.63

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	47.857	7	1
A			
A	45.286	7	2
A			
A	39.600	5	4
B	23.571	7	3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FOOD1 rats

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1075.45824176	358.48608059	25.14	0.0001
Error	22	313.65714286	14.25714286		
Corrected Total	25	1389.11538462			
R-Square		C.V.	Root MSE	FOOD1 Mean	
	0.774204	15.26788	3.77586319	24.73076923	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	1075.45824176	358.48608059	25.14	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NUTR	3	1075.45824176	358.48608059	25.14	0.0001

14:22 Thursday, July 9, 1998

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: FOOD1

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 22 MSE= 14.25714

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 6.363636

Number of Means	2	3	4
Critical Range	4.390	4.610	4.750

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NUTR
A	31.200	5	4
A			
A	28.429	7	1
A			
A	26.714	7	2
B	14.429	7	3

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Anderson DD, Miller LG, Cohen IT.** Programs for Pediatric calorie and Protein requirements.
2. **Shils M.E., Olson J.A. and Moshe Shike,** Modern Nutrition in health and disease. 8th ed Sea and Febiger 1994.
3. **Freeman,E., Klein, R.E., Townsend, J.W. & Lechtig. A** (1980) Nutrition and cognitive development among rural Guatemalan children. Am J Pub Health 70: 1277-1285
4. **Waber, D., P., Vuori-Christiansen, L.,Ortiz, N.,Clement, J.R., Christiansen, N. E., Mora, J.O., Reed, R.B., Herrera, M.G.** (1981). Nutritional supplementation, maternal education, and cognitive development of infants at risk of malnutrition. Am J Clin Nutr 34: 807-813
5. **McKay, H., Sinisterra, L., McKay, A.,Gomez,H. & Lioveda, P.** (1978) Improving Cognitive Ability in Chronically Deprived Children. Science, Vol.200.
6. **Joos, S.K., Pollitt, E., Mueller, W. H. & Albright, D.L.** (1983) The Bacon Chow Study: Maternal nutritional supplementation and infant behavioral development. Child Dev 54: 669-676.
7. **Chavez, A., Martinez, C. & Yaschine, T.** (1975) Nutrition, behavioral development, and mother-child interaction in young rural children. Federation Proceedings, Vol. 34, No 7.
8. **Rush, D., Stein, Z. & Susser, M.** (1980) Diet in pregnancy: a randomized controlled trial of nutritional supplements. Alan R. Liss, Inc., New Yort, NY.
9. **Husaini, M.A., Karyadi, L., Husaini, Y.K., Sandjaja, Karyadi, D & Pollitt, E.** (1991) Developmental effects of short-term supplementary feeding in nutritionally-at-risk Indonesian infants. Am J Clin Nutr 54: 799-804.
10. **Grantham-McGregor, S.M., Powell, C.M., Walker, S.P. & Himes, J.H.** (1991) Nutritional supplementation, psychosocial stimulation, and mental development of stunted children: the Jamaican study. Lancet 338(8758): 1-5.
11. **Fumiaki Yoshizawa, Takashi Nagasawa, Naoyuki Nishizawa and Ryuhei Funabiki.** Protein Synthesis and Degradation Change Rapidly in Response to Food Intake in Muscle of Food - Deprived Mice J. Nutr. 127: 1156-1159 1997.

12. **Isabelle Galibois, Guy Parent and Laurent Savoil.** Effect of Dietary Proteins on Time-Dependent Changes in Plasma Amino Acid Levels and on Liver Protein Synthesis in Rats J. Nutr. 117: 2027-2035, 1987.
13. **Belkacem Azzout, Brigitte Bois – Joulux, Marc Chanez and Jean Peret.** Development of Gluconeogenesis from Various Precursors in Isolated Rat Hepatocytes during Starvation or after Feeding a High Protein Carbohydrate – Free Diet J. Nut 117: 164-169 1987.
14. **Murray O. Keith and J. Milton Bell.** Digestibility of Nitrogen and Amino Acids in Selected Protein Sources Fed to Mice J. Nut 118: 561-568 1988.
15. **Remi De Schrijver.** Cholesterol Metabolism in Mature and Immature Rats Fed Animal and Plant Protein. J. Nutr. 120: 1624-1632 1990.
16. **Nobuko Iritani, Kimiko Nagashima, Hitomi Fukuda, Akihimo Katsurada and Takehiko Tanaka.** Effects of Dietary Proteins on Lipogenic Enzymes in Rat liver. J. Nutr. 116: 190-197, 1986
17. **G. Richard Jansen, Mary B. Schibly, Marc Masor, David A. Sampson and John B. Longenecker.** Free Amino Acid Levels during Lactation in Rats: Effects of Protein Quality and Protein Quantity. J. Nutr. 116: 376-387, 1986
18. **David A. Sampson, Harry A. Hunsaker and G. Richard Jansen.** Dietary Protein Quality, Protein Quantity and Food Intake: Effects on Lactation and on Protein Synthesis and Tissue Composition in Mammary Tissue and Liver in Rats J. Nutr. 116: 365-375, 1986.
19. **Lita Villalon Beatriz Tuchweber and Ibrahim M. Yousef.** Effect of a Low Protein Diet on Bile Flow and Composition in Rats. J. Nut 117-678-683 1987.
20. **Jeremy S. Wilson, Mark A. Korsten and Charles S. Liber.** Protein Deficiency Alters Rat Pancreatic Lipid Composition. J. Nut 116: 2055-2058, 1986
21. **Laurie Livshin, Shoshana Mokady and Uri CoGan.** Protein Malnutrition and the Function and Fluidity of the Intestinal Microvillus Mebrane in Growing Rats. J. Nutr. 117: 684-688, 1987

22. **B. Douglas White, Bin He, Roger G. Dean and Roy J. Martin.** Low Protein Diets Increase Neuropeptide Y Gene Expression in the Basomedial Hypothalamus of Rats. *J. Nut* 124 : 1152 – 1160, 1994.
23. **Keiko Sakuma, Tamami Ohyama, Kazuhiro Sogawa, Yoshiaki Fujii-Kuriyama and Yoshihiro Matsumura.** Low protein – High energy Diet Induces Repressed Transcription of Albumin m RNA in Rat Liver *J. Nut* 117: 1141-1148, 1987
24. **Jean B. Taylor, C. Chris Calvert, R. Lee Baldwin and Roberto D. Sainz.** Effects of Dietary Protein, Fat and Restriction on Body Composition and Energy Balance in Lactating Rats. *J. Nutr* 116: 1519-1528, 1986
25. **R.D. Sainz, C.C. Calvert and R.L. Baldwin,** Relationships among Dietary Protein, Feed Intake and Changes in Body and Tissue Composition of Lactating Rats. *J. Nutr.* 116: 1529-1539, 1986.
26. **Nancy J. Rothwell and Michael J. Stock.** Effect of Environmental Temperature on Energy Balance and Thermogenesis in Rats Fed Normal or Low Protein. *J. Nutr.* 117: 833-837, 1987
27. **Hidehiko Yokogoshi, Tomoko Iwata, Kyoji Ishida and Akira Yoshida.** Effect of Amino Acid Supplementation to Low Protein Diet on Brain and Plasma Levels of Tryptophan and Brain 5-Hydroxyndoles in Rats. *J. Nutr.* 117: 42-47, 1987
28. **Marta L. Fiorotto, Hwai – Ping Sheng, Harlan J. Evans, Adrian D. Leblanc, Phillip C. Johnson and Buford L. Nichols.** Specific Effects of Weight Loss, Protein Deficiency and Energy Deprivation on the Water and Electrolyte Composition of Young Rats. *J. Nutr.* 117: 933-940, 1987
29. **Janet R. Hunt and Luann K. Johnson.** Dietary Protein, as Egg Albumen: Effects on Bone Composition, Zinc Bioavailability and Zinc Requirements of Rats, Assessed by a Modified Broken – Line Model. *J. Nutr.* 122: 161-169, 1992
30. **William J. Carter, Fred H. FAAS, CAROL A. Perry and Mary Lynch.** Comparison of the Effect of a Protein – Free and Restricted High Protein – Low Carbohydrate Diet on Ventricular Myosin ATPase Activity and Isomyosin Profile in Young Rats: Evidence That Protein – Depleted Animals Are Enthyroid *J. Nutr.* 117: 2142-2146, 1987

31. **Mirjam J.F. Verbeek, Gerrit J. Van Den Berg, Arnoldina G. Lemmens and Anton C. Beynen.** High Protein Intake Raises Apparent but Not True Magnesium Absorption in Rats. *J. Nutr* 123: 1880-1887, 1993.
32. **Lee C.H., Kimura. S, Goto A. Furukawa Y, Suzuki H, Komai M.** The Effect of Dietary protein levels on the responses of the taste nerve to sodium chloride in spontaneously hypertensive rats. *Chemical Senses*, 345-348, 1995
33. **National Research Council.** Nutrient requirements of laboratory animals, 3e ed., Washington D.C., Nat. Ac. Sci., 1978; 96 p.
34. **Bricker M.L., Mitchell H.H.** The protein requirement of the adult rat in terms of the protein contained in egg, milk and soy flour *J. Nutr.* 1947; 34: 4911-505
35. **Benditt E.P., Woolbridge R.L., Steffe C.H., Frazier L.E.** The minimum requirements of the indispensable amino acids for maintenance of the well - nourished male albino rat *J. Nutr.* 1950; 40: 335-350
36. **Hundley J.M. Niacin. Dans:** The vitamins, ed par W.H. Sebrell et R.S. Harris. New York, Academic Press 1954; p.551
37. **National Research Council** Nutrient requirements of laboratory animals, 2e ed., Washington D.C., Nat. Ac. Sci, 1972; p.117
38. **Barnes R.H., Fiala G., McGhee B., Brown A.** Prevention of coprophagy in the rat *J. Nutr.*, 1957; 63: 489-498

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΠΡΟ - ΠΤΥ ΔΑΜ
ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ... G13.282

Δ. Δελφός

6028

3635

**ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ**

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

πληρ.Βιβλ/κης Χαροκόπειου Παν/μίου.957705

* 6 0 2 8 *



HU

