



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ
ΕΡΕΥΝΗΣ "Ν.Σ.ΧΡΗΣΤΕΑΣ"
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Χ. ΚΟΝΤΖΟΓΛΟΥ**

**Η επίδραση της μακροχρόνιας διαφοροποίησης της
σύστασης της διατροφής στην αύξηση των γνάθων επιμύων**

**ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΣΟΛΑΚΗΣ
ΟΡΘΟΔΟΝΤΙΚΟΣ**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΑΘΗΝΑ 2020



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ
ΕΡΕΥΝΗΣ "Ν.Σ.ΧΡΗΣΤΕΑΣ"
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Χ. ΚΟΝΤΖΟΓΛΟΥ**

**Η επίδραση της μακροχρόνιας διαφοροποίησης της
σύστασης της διατροφής στην αύξηση των γνάθων επιμύων**

**ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΣΟΛΑΚΗΣ
ΟΡΘΟΔΟΝΤΙΚΟΣ**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΑΘΗΝΑ 2020

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Βερούκοκος Χρήστος , Επίκουρος Καθηγητής ΕΚΠΑ (Επιβλέπων)

Μπιτσάνης Ηλίας, Επίκουρος Καθηγητής ΕΚΠΑ

Περρέα Δέσποινα , Ομότιμη Καθηγήτρια ΕΚΠΑ

ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Περρέα Δέσποινα , Ομότιμη Καθηγήτρια ΕΚΠΑ

Βερούκοκος Χρήστος , Επίκουρος Καθηγητής ΕΚΠΑ

Μπιτσάνης Ηλίας, Επίκουρος Καθηγητής ΕΚΠΑ

Ψάρρας Βασίλειος, Επίκουρος Καθηγητής ΕΚΠΑ

Βάρδας Εμμανουήλ, Επίκουρος Καθηγητής ΕΚΠΑ

Φαρμάκης Ελευθέριος-Τέρρυ, Επίκουρος Καθηγητής ΕΚΠΑ

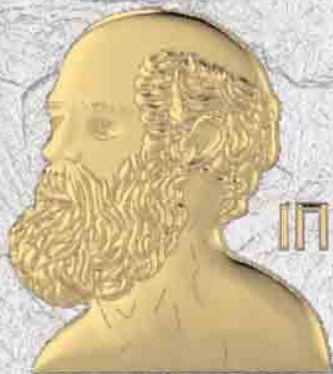
Κύκαλος Στέλιος, Επίκουρος Καθηγητής ΕΚΠΑ

Στη Καθηγήτρια
κ. Δέσποινα Περρέα

Στον Επίκουρο Καθηγητή
κ. Χρήστο Βερούκο

Στους Καθηγητές
κ. Mark G. Hans
κ. J. Martin Palomo
κ. M. Valiathan

Σε όλους αυτούς που με
έκαναν πιο δυνατό....



ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ ΟΡΚΟΣ



Ὅμνυμι Ἀπόλλωνα ἰητρὸν, καὶ Ἄσκληπιόν, καὶ Ὑγίαν, καὶ Πανάκειαν, καὶ θεοὺς πάντας τε καὶ πάσας, ἵστορας ποιεύμενος, ἐπιτελεᾶ ποιήσεις κατὰ δύναμιν καὶ κρίσιν ἐμήν ὄρκον τόνδε καὶ συγγραφὴν τήνδε. ἠγήσασθαι μὲν τὸν διδάξαντά με τὴν τέχνην ταύτην ἴσα γενέτησιν ἐμοῖσι, καὶ βίου κοινώσασθαι, καὶ χρεῶν χρηρίζοντι μετάδοσιν ποιήσασθαι, καὶ γένος τὸ ἐξ οὐτέου ἀδελφοῖς ἴσον ἐπικρινέειν ἄρρῃσι, καὶ διδάξειν τὴν τέχνην ταύτην, ἣν χρηρίζωσι μανθάνειν, ἄνευ μισθοῦ καὶ συγγραφῆς, παραγγελίης τε καὶ ἄκροήσιος καὶ τῆς λοιπῆς ἀπάσης μαθήσιος μετάδοσιν ποιήσασθαι υἱοῖσί τε ἐμοῖσι, καὶ τοῖσι τοῦ ἐμῆ διδάξαντος, καὶ μαθηταῖσι συγγεγραμμένοισί τε καὶ ὠρκισμένοις νόμῳ ἰητρικῷ, ἄλλῳ δὲ οὐδενί. Διαιτήμασί τε χρήσομαι ἐπ' ὠφελείῃ καμνόντων κατὰ δύναμιν καὶ κρίσιν ἐμήν, ἐπὶ δηλήσει δὲ καὶ ἀδικίῃ εἴρῃσιν. Οὐ δῶσω δὲ οὐδὲ φάρμακον οὐδενὶ λιθήσεις θανάσιμον, οὐδὲ ὑφηγήσομαι συμβουλίην τοιήνδε. ὁμοίως δὲ οὐδὲ γυναικὶ πεσσὸν φθορίον δῶσω. Ἄγνῳς δὲ καὶ ὀσίῳς διατηρήσω βίον τὸν ἐμὸν καὶ τέχνην τὴν ἐμήν. Οὐ τεμείω δὲ οὐδὲ μὴν λιθιώντας, ἐκχωρήσω δὲ ἐργάτησιν ἀνδράσι πρήσιος τῆσδε. Ἐς οἰκίας δὲ ὀκόσας ὄν ἐσίῳ, ἐσελεύσομαι ἐπ' ὠφελείῃ καμνόντων, ἐκτὸς ἐὼν πάσης ἀδικίης ἐκούσιης καὶ φθορίης, τῆς τε ἄλλης καὶ ἀφοροδισίῳν ἔργῳ ἐπὶ τε γυναικείῳν σωμάτων καὶ ἀνδρῶν, ἐλευθέρῳν τε καὶ δούλων. Ἄ δ' ἂν ἐν θεραπείῃ ἢ ἴδῳ, ἢ ἀκούσω, ἢ καὶ ἄνευ θεραπιῆς κατὰ βίον ἀνθρώπου, ἃ μὴ χρή ποτε ἐκλαλέεσθαι ἔσω, σιγήσομαι, ἄρρῃτα ἠγεγύμενος εἶναι τὰ τοιαῦτα. Ὅρκον μὲν οὖν μοι τόνδε ἐπιτελεᾶ ποιέοντι, καὶ μὴ συγχεόντι, εἴη ἐπαύρασθαι καὶ βίου καὶ τέχνης δοξαζομένῳ παρὰ πᾶσιν ἀνθρώποις ἐς τὸν αἰεὶ χρόνον. παραβαίνοντι δὲ καὶ ἐπισρκούντι, τάναντία τουτέον

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

I. Φυσιολογία του οστού σε σχέση με τις ασκούμενες τάσεις.....	15
II. Θεωρίες για τους μηχανισμούς που διέπουν την κρανιοπροσωπική αύξηση και ανάπτυξη.....	18
1. Η γενετική θεωρία.....	18
2. Η λειτουργική θεωρία.....	18
3. Σύμπλοκες θεωρίες	19
4. Υποθετικά σχήματα παραγόντων που επηρεάζουν την κρανιοπροσωπική αύξηση.....	20
4.1 Θεωρία των ραφών (Υπόθεση του Sicher).....	20
4.2 Θεωρία του ρινικού διαφράγματος (Υπόθεση του Scott).....	20
4.3 Θεωρία της λειτουργικής μήτρας (Υπόθεση του Moss).....	21
4.4 Θεωρία των Αγγελιοφόρων Ελέγχου (Control Messengers).....	21
4.5 Θεωρία των βιοηλεκτρικών ερεθισμάτων	21
4.6 Θεωρία των μορφογενετικών πεδίων.....	22
5. Αύξηση και ανάπτυξη της κάτω γνάθου εν γένει και του κονδύλου ειδικότερα.....	22
5.1 Τρόποι αυξήσεως και αναπτύξεως της κάτω γνάθου.....	24
5.2 Ο ρόλος του κονδύλου στην αύξηση της κάτω γνάθου.....	27
6. Επίδραση της λειτουργίας του μυϊκού συστήματος στην αύξηση της κάτω γνάθου.....	29
7. Επίδραση της σύστασης της διατροφής στην αύξηση και μορφολογία των οστών των γνάθων.....	32
8. Διατροφή και ανάπτυξη της κροταφογναθικής διάρθρωσης.....	35
III. Κεφαλομετρική ακτινογραφία.....	38
IV. Υπολογιστική τομογραφία κωνικής δέσμης.....	40

V.Βασικές αρχές μορφομετρίας.....	42
1. Παραδοσιακή Μορφομετρία.....	42
2. Γεωμετρική Μορφομετρία.....	44
3. Μέθοδοι Αλληλεπίθεσης.....	48
4. Μέθοδοι Ιεράρχησης.....	49

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

I.Σκοπός της εργασίας.....	51
II.Υλικά και Μέθοδοι.....	52
1. Πειραματική διαδικασία.....	52
2. Μέθοδος και ψηφιοποίηση ακτινογραφίας	55
3. Γραμμικές μετρήσεις σε δισδιάστατη απεικόνιση του κρανίου.....	59
4. Γραμμικές μετρήσεις σε τρισδιάστατη απεικόνιση του κρανίου.....	60
5. Μορφομετρική ανάλυση.....	61
III. Αποτελέσματα.....	70
1. Ανάλυση γραμμικών μετρήσεων σε δισδιάστατη απεικόνιση του κρανίου.....	70
2. Ανάλυση γραμμικών μετρήσεων σε τρισδιάστατη απεικόνιση του κρανίου.....	85
3. Ανάλυση κύριων παραγόντων μορφομετρίας.....	109
4. Στατιστική επεξεργασία και αλληλεπιθέσεις.....	113
5. Ανάλυση του βάρους των επίμυων.....	121
IV. Συζήτηση.....	122
V. Συμπεράσματα.....	125
Περίληψη.....	127
Summary.....	131
Βιβλιογραφία.....	133

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο βαθμός σκληρότητας της τροφής επηρεάζει τις ασκούμενες μασητικές φορτίσεις, τη δραστηριότητα των μυών του γναθομασητικού συστήματος και επομένως τη λειτουργικότητα της κάτω γνάθου (Peyron και συν. 1997). Μετά από χρήση μαλακής τροφής σε πειραματόζωα έχουν παρατηρηθεί τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές μεταβολές στα οστά των γνάθων (Μανροπουλος και συν. 2010, Tiilikainen και συν. 2011). Το 2013 όμως οι Guerreiro και συν. έδειξαν ότι δεν υπάρχει διαφορά κατά την σύγκριση των δύο διαφορετικών ομάδων πειραματοζώων με μαλακή και φυσιολογική διατροφή σχετικά με τη διαμόρφωση της γωνίας της κάτω γνάθου, ενώ το 2014 οι Hichijo και συν. δεν βρήκαν διαφορές στην αύξηση της κάτω γνάθου μεταξύ των ομάδων πειραματοζώων μαλακής και σκληρής διατροφής.

Όλες οι διχογνωμίες στη βιβλιογραφία για την επίδραση της σύστασης της διατροφής στην αύξηση και ανάπτυξη των γνάθων αλλά και η πιθανότητα μεταβολής της αύξησης των γνάθων σε βάθος γενεών μετά από χρήση διαφορετικής διατροφής αποτέλεσαν το ερέθισμα αυτής της έρευνας.

Δουλεύοντας στο Cleveland των Η.Π.Α., υπό την καθοδήγηση των καθηγητών J. Martin Palomo και Mark G. Hans, το θέμα της μεταπτυχιακής εργασίας μου ανέπτυξα ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τα πιθανά αίτια που επηρεάζουν την αύξηση και ανάπτυξη του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος. Παράλληλα ασχολήθηκα με τη χρήση και μελέτη στοιχείων μέσω του υπολογιστικού τομογράφου κωνικής δέσμης από τον οποίο προκύπτει μια τρισδιάστατη απεικόνιση του αντικειμένου που ακτινοβολείται.

Επιστρέφοντας στην Ελλάδα είχα την ιδιαίτερη εύνοια της τύχης να συνεργάζομαι με τον πατέρα μου Απόστολο Τσολάκη, Αναπληρωτή Καθηγητή Ορθοδοντικής, σε θέματα έρευνας ο οποίος αποτέλεσε αρωγός του διδακτορικού μου θέματος. Την ίδια εποχή είχα τη τιμή και την τύχη να γίνω

δεκτός για εκπόνηση διδακτορικής διατριβής από τη Καθηγήτρια κ. Δέσποινα Περρέα στο Εργαστήριο Πειραματικής Χειρουργικής και Χειρουργικής Έρευνας << Ν. Χρηστέας>> του Ιατρικού τμήματος του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Ας μου επιτραπεί να ευχαριστήσω από τα βάθη της καρδιάς μου τη Καθηγήτρια κυρία Δέσποινα Περρέα γιατί συνεισέφερε ουσιαστικά τόσο στην επίτευξη αυτής της έρευνας, όσο και στον τρόπο σκέψης μου για θέματα έρευνας αλλά και τη ζωή γενικότερα.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον Επίκουρο Καθηγητή κύριο Χρήστο Βερούκο, που ήταν ο επιβλέπων της διδακτορικής μου διατριβής, τόσο για τη κριτική του συνεισφορά αλλά και την ουσιαστική του βοήθεια κατά την εκπόνηση της διατριβής μου.

Θερμά ευχαριστώ τον Επίκουρο Καθηγητή κύριο Ηλία Μπιτσάνη για τις εξειδικευμένες συμβουλές του σε προβλήματα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Ευχαριστώ το Καθηγητή Κωνσταντίνο Τσιχλάκη που μου επέτρεψε να χρησιμοποιήσω τον Υπολογιστικό Τομογράφο Κωνικής Δέσμης για την ακτινοβολήση των επιμύων αλλά και για την βοήθειά του στην ακριβή ανάγνωση των ψηφιακών απεικονίσεων.

Ευχαριστώ τη Καθηγήτρια κυρία Ισμήνη Δοντά για την βοήθεια της στη διαδικασία της νάρκωσης και ακτινοβολήσης των επίμυων στο Εργαστήριο Έρευνας Παθήσεων του Μυοσκελετικού Συστήματος << Θ. Γαροφαλίδης>> της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Πολλά ευχαριστώ στον κύριο Παναγιώτη Τσακιρόπουλο και την κυρία Εσμεράλντα Ντούση για την ουσιαστική τους βοήθεια κατά τη διάρκεια του πειράματος μου.

Θα θυμάμαι πάντα τους φίλους και συναδέλφους Δημήτρη Σαμπατζιώτη, Κωνσταντίνο Αποστολόπουλο, Αλίκη Ροντογιάννη και Αλέξανδρο Παπαγιάννη για την απλόχερη βοήθεια που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω θερμά όλους όσους με το τρόπο τους βοήθησαν στην πραγμάτωση αυτής της εργασίας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύγχρονες μελέτες σχετικές με την βιολογία του οστού προσλαμβάνουν το σχηματισμό του οστού ως αποτέλεσμα φόρτισης.

Επιπρόσθετα οι μυϊκές συσπάσεις έχουν ως αποτέλεσμα τη μεταφορά τάσεων στα οστά που είναι υπεύθυνες για την οστική διάπλαση και παραγωγή (bone modeling). Ορισμένες μελέτες καταλήγουν στο συμπέρασμα πως μειωμένη λειτουργικότητα των μασητηρίων μυών έχει ως αποτέλεσμα μορφολογικές διαφοροποιήσεις των μυϊκών ινιδίων των αντίστοιχων μυών(Kiliaridis και συν. 1988, Saito και συν. 2002).

Η αύξηση και ανάπτυξη του κρανιοπροσωπικού συστήματος είναι άμεσα συνδεδεμένη με την λειτουργία και κατ' αυτό τον τρόπο η δράση των μασητηρίων μυών επηρεάζει ουσιαστικά τη μορφολογία των γνάθων. Ο βαθμός σκληρότητας της τροφής επηρεάζει τις ασκούμενες μασητικές δυνάμεις, τη δραστηριότητα των μυών του γναθομασητικού συστήματος και επομένως τη λειτουργικότητα της κάτω γνάθου(Peyron και συν. 1997, Tsai και συν. 2010).

Η πειραματική χρήση διαφορετικής σκληρότητας προσλαμβανόμενης τροφής από διάφορα πειραματόζωα και κυρίως επίμυες έχει χρησιμοποιηθεί ως παράγοντας άσκησης διαφοροποιημένης φόρτισης στις γνάθους ήδη από την πέμπτη δεκαετία του εικοστού αιώνα (Watt και Williams 1951). Μετά από χρήση μαλακής τροφής έχουν παρατηρηθεί τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές μεταβολές στα οστά των γνάθων (Maniopoulos και συν. 2010, Tiilikainen και συν. 2011). Παρ' όλα αυτά το χρονικό διάστημα πειραματισμού, που συνήθως κυμαίνεται γύρω στις 30 ημέρες, κρίνεται ιδιαίτερα μικρό. Γι' αυτό το λόγο υπάρχει η κριτική πως οι παρατηρούμενες μεταβολές είναι κυτταρικές και

βιοχημικές αντιδράσεις σε διαφορετικές φορτίσεις που δεν οδηγούν όμως σε πραγματική οστική αύξηση (Meikle 2007).

Απ' την άλλη πλευρά οι μηχανικές φορτίσεις ρυθμίζουν τη γονιδιακή έκφραση, την κυτταρική διήθηση, διαφοροποίηση και ωρίμανση. Κατ' αυτό τον τρόπο οι μηχανικές φορτίσεις σε συνδυασμό με τη κληρονομικότητα καθορίζουν την αύξηση και ανάπτυξη των οστών (Mao και Nah 2004, Haggarty 2013).

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

I. Φυσιολογία του οστού σε σχέση με τις ασκούμενες τάσεις.

Το οστόν είναι ένας πολύπλοκος ζωντανός ιστός ο οποίος προσαρμόζεται συνεχώς στις διάφορες μεταβολικές και λειτουργικές ανάγκες του οργανισμού, και η γνώση εις βάθος της φυσιολογίας του είναι απαραίτητη για την κατανόηση και αξιολόγηση των ποιοτικών και ποσοτικών μεταβολών, που είναι δυνατόν να παρατηρηθούν στα οστά των γνάθων μετά από χρήση μαλακής τροφής

Το οστόν συνεισφέρει αφ'ενός στην προστασία των ευπαθών (ευγενών) οργάνων, στη στήριξη του οργανισμού και στη βιάδιση, αφ'ετέρου στη μεταβολική του ισορροπία. Διαθέτει ελαστικότητα και μεγάλη δυνατότητα προσαρμογής σε βιολογικά και μηχανικά ερεθίσματα, εξ'αιτίας της ικανότητας αυτό-αναγέννησής του, η οποία οφείλεται στην ύπαρξη ενδογενούς μηχανισμού αυτο-ίασης χωρίς την παρουσία τραυματικών ουλών (Roberts 2000).

Η οστική αναδιαμόρφωση (ανακατασκευή ή ανασχηματισμός) και η οστική παραγωγή (διάπλαση / σχηματισμός) αποτελούν τους δύο φυσιολογικούς μηχανισμούς στους οποίους οφείλεται τόσο η σημαντική ικανότητα προσαρμογής του οστού σε βιολογικές και μηχανικές μεταβολές, όσο και η μοναδική ικανότητα αποκατάστασης του οστού στην αρχική του μορφή μετά από κάταγμα (Λυρίτης 1996, Goltzman D. 2019).

Ως οστική παραγωγή – διάπλαση (modeling) χαρακτηρίζονται οι μεταβολές του οστού που επισυμβαίνουν κατά μήκος των αγγειούμενων εξωτερικών επιφανειών του και οι οποίες συντελούν στην τελική μορφολογία του. Κατά

την οστική παραγωγή / διάπλαση (modeling) δεν παρατηρείται συνέργεια οστεοβλαστών και οστεοκλαστών (uncoupled phenomenon) και η οστική αναπόθεση (anabolic modeling) είναι τελείως ανεξάρτητη από την οστική απορρόφηση (catabolic modeling). Με την οστική παραγωγή / διάπλαση επηρεάζεται το σχήμα, το μέγεθος ή και η θέση των οστών μετά από μηχανική φόρτιση ή και τραυματισμό (Roberts και συν. 2004).

Ως οστική αναδιαμόρφωση (ανακατασκευή ή ανασχηματισμός) (bone remodeling) χαρακτηρίζεται η διαδικασία ανανέωσης των μικρομονάδων των οστών με διαδοχική ενεργοποίηση και λειτουργία των οστεοκλαστών και των οστεοβλαστών (Goltzman D. 2019). Κατά την οστική αναδιαμόρφωση παρατηρείται συνέργεια της οστεοβλαστικής και της οστεοκλαστικής δραστηριότητας (coupled phenomenon), με σκοπό αφ' ενός την επιδιόρθωση των μικροφθορών των οστικών μικρομονάδων, αφ' ετέρου τη μεταβολική ομοιοστασία του ιονισμένου ασβεστίου. Η αναδιαμόρφωση έχει σχέση με την ωρίμανση του οστού, τη διατήρηση του σκελετού και την ιοντική μεταβολική ισορροπία.

Συνοπτικά η οστική διάπλαση / παραγωγή επιτελείται στις εξωτερικές επιφάνειες του οστού και είναι υπεύθυνη για τη διατήρηση της μορφολογίας του οστού, ενώ η οστική αναδιαμόρφωση είναι υπεύθυνη για την ακεραιότητα της δομικής συνοχής αλλά και της μεταβολικής ισορροπίας του οστού. Η οστική διάπλαση – παραγωγή ενεργοποιείται όταν το οστόν υφίσταται καταπονήσεις μεγαλύτερες ή μικρότερες των φυσιολογικών ορίων, ενώ η οστική αναδιαμόρφωση επισυμβαίνει για να αποκαταστήσει τις μικροφθορές που υφίσταται το οστόν υπό φυσιολογικές συνθήκες, αλλά και για να ανακατασκευάσει το οστόν που έχει παρέλθει από την οστική διαμόρφωση.

Ο Frost ανέπτυξε τη θεωρία του “μηχανοστάτη” για να εξηγήσει τις βιολογικές αντιδράσεις των οστών στις διάφορες ασκούμενες τάσεις (Frost 1987). Με τη θεωρία αυτή επιχειρείται η οριοθέτηση της σχέσης μεταξύ του μεγέθους των ασκούμενων τάσεων στο οστόν και της ισορροπίας μεταξύ παραγωγής / διάπλασης οστού (bone modeling) και οστικής ανακατασκευής / αναδιαμόρφωσης (bone modeling). Συμφωνα με τον Frost όταν στα οστά

ασκούνται μικρές τάσεις παρατηρείται απώλεια οστού ως συνέπεια αυξημένης ανακατασκευής. Όταν αυξάνεται η ασκούμενη τάση, τότε αρχίζει ο σχηματισμός του οστού και επιτυγχάνεται θετικό ισοζύγιο στην παραγωγή οστού, το δε παραγόμενο οστόν είναι πεταλιώδες. Περαιτέρω αύξησης τάσης, συντελεί σε σχηματισμό άναρχου ή υφαντού (woven) οστού. Σημαντική, τέλος, υπερφόρτωση του οστού έχει σαν αποτέλεσμα αρνητική ισορροπία στο ισοζύγιο παραγωγής οστού. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η επουλωτική διαδικασία αδυνατεί να ανταποκριθεί στην απαίτηση για αποκατάσταση όλων των μικροκαταγμάτων που έχει υποστεί το οστόν κατά την επενέργεια πολύ μεγάλης τάσης.

Το επίπεδο διαχωρισμού μεταξύ τραυματικών και μηχανικών ερεθισμάτων δεν έχει ακόμη ακριβώς προσδιοριστεί. Η οστική διαμόρφωση εξαρτάται από την καταπόνηση (strain) που υφίσταται το οστόν. Ως καταπόνηση ορίζεται η παραμόρφωση που υφίστανται οι ιστοί ανά μονάδα επιφάνειας, ως αποτέλεσμα της τάσης (stress) που ασκείται στους αντίστοιχους ιστούς. Η καταπόνηση είναι μια παράμετρος που δεν εκφράζεται με διαστάσεις, αλλά ως ποσοστό επί του συνολικού μήκους του οστού. Για παράδειγμα όταν ένα οστόν μήκους 50 mm παραμορφώνεται κατά 1mm τότε η αντίστοιχη καταπόνηση εκφράζεται ως 2% strain, 0,02 strain ή 20.000 microstrain (με). Γενικώς, όμως, τάση μεταξύ 1500-3000με θεωρείται ως η ελάχιστη επαρκής για την παραγωγή πεταλιώδους οστού. Με τάση μεγέθους κάτω των 100-300με ενεργοποιείται ο μηχανισμός ανακατασκευής του οστού, ως αποτέλεσμα λειτουργικής αδράνειας (Frost 1990). Εκτιμάται ότι η μέγιστη ανεκτή παραμόρφωση του οστού ανέρχεται σε 4.000με, και το εύρος φυσιολογικής καταπόνησης, κατόπιν φόρτισης, κυμαίνεται μεταξύ 200 και 2.500με. Σύμφωνα με στοιχεία πεπερασμένης ανάλυσης το φατνιακό οστόν κατά τη διάρκεια της μάσησης είναι δυνατόν να δεχθεί τάσεις μέχρι και 6.000με (Knoell 1977, Daegling και Hylander 1997).

II. Θεωρίες και υποθέσεις για τους μηχανισμούς που διέπουν την κраниοπροσωπική αύξηση και ανάπτυξη.

1. Η γενετική θεωρία

Πολλοί ερευνητές πιστεύουν στο ρόλο του γενετικού προγραμματισμού ως βασικού και καθοριστικού παράγοντα για τον έλεγχο της κраниοπροσωπικής αυξήσεως και αναπτύξεως. (Sicher 1947, Limborgh 1972, Haggarty 2013).

Παρόλα αυτά οι περισσότεροι σύγχρονοι ερευνητές αδυνατούν να αποδώσουν στα γονίδια την αποκλειστική υπευθυνότητα για όλες τις παραμέτρους της αυξήσεως συμπεριλαμβανομένων της ποσοτικής αυξήσεως σε τοπικό επίπεδο, της ταχύτητας της αυξήσεως και των εξειδικευμένων λεπτομερειών της τοπικής μορφολογίας.

Οπωσδήποτε τα γονίδια αποτελούν τον βασικό παράγοντα που διαφοροποιεί τη λειτουργία των κυτταρικών οργανιδίων μετά από το εξωτερικό ερέθισμα και εξειδικεύουν την έκφραση λειτουργίας κάθε κυττάρου.

Επίσης οι γενετικοί παράγοντες είναι εκείνοι που, τουλάχιστον εν μέρει, προκαθορίζουν την αυξητική συμπεριφορά των διαφόρων τύπων ιστών όπως για παράδειγμα του οστού και άλλων συνδετικών ιστών. Η αύξηση, επομένως, των προαναφερόμενων ιστών ελέγχεται, μάλλον ως ένα βαθμό, από γενετικούς προκαθορισμένους κώδικες.

2. Η λειτουργική θεωρία

Το 1892 ο Wolff παρουσίασε τον νόμο σχετικά με την μεταμόρφωση (transformation) των οστών. Ουσιαστικά ο νόμος του Wolff δεν ήταν τίποτα περισσότερο από την εφαρμογή της παλιάς αντιλήψεως πως η λειτουργία και η μορφή αλληλοσχετίζονται. Σύμφωνα με τον προαναφερόμενο νόμο, το οστόν αναπτύσσεται και εξελίσσεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε η αυξητική του πορεία να επηρεάζεται σημαντικά από την συνισταμένη των φυσιολογικών δυνάμεων που ασκούνται στο ίδιο οστόν. Κατ'αυτό το τρόπο η δομή του

οστού προσαρμόζεται στη πολύπλοκη λειτουργία του. Ο Moss το 1960 στηριζόμενος στην αρχή του van der Klaauw (1948, 1951, 1952) σχετικά με την αλληλεπίδραση μορφής της λειτουργίας, διατύπωσε την θεωρία της λειτουργικής μήτρας. Σύμφωνα με την θεωρία του Moss, η προέλευση, αύξηση και διατήρηση όλων των σκελετικών ιστών και οργάνων είναι πάντα δευτερογενείς, αντισταθμιστικές και υποχρεωτικές αντιδράσεις σε προηγούμενα, από απόψεως χρόνου και λειτουργίας, γεγονότα που επισυμβαίνουν κατά την αναπτυξιακή πορεία ιστών, εξαιρουμένου του οστίτη ιστού.

Πιο συγκεκριμένα, ο Moss εισάγει την έννοια του λειτουργικού κρανιακού τμήματος. Κάθε λειτουργικό κρανιακό τμήμα αποτελείται από δύο μέρη:

1. Τη λειτουργική μήτρα και
2. Τη σκελετική μονάδα.

Η μήτρα αποτελείται από όλους τους μύς, τις αρτηρίες, τις φλέβες και τα νεύρα, τα δόντια, το δέρμα, τον λιπώδη και συνδετικό ιστό, που αντιστοιχούν σε κάθε σκελετική μονάδα της γναθοπροσωπικής περιοχής, καθώς και τη γλώσσα, τους σιελογόνους αδένες, τη στοματική και φαρυγγική κοιλότητα (Moss 1970).

3. Σύμπλοκες θεωρίες

Πολλές θεωρίες καταλήγουν στο συνδυασμό των προαναφερθεισών δύο βασικών θεωριών: της γενετικής και της λειτουργικής θεωρίας.

Ο Van Limborgh (1972, 1982) με εκτεταμένες μελέτες του προτείνει την διάκριση των παραγόντων που ελέγχουν τη σκελετική μορφογένεση σε πέντε ομάδες, δηλαδή:

1. ενδογενείς γενετικούς παράγοντες,
2. τοπικούς και γενετικούς επιγενετικούς παράγοντες και
3. τοπικούς και γενετικούς περιβαλλοντολογικούς παράγοντες.

Για παράδειγμα, η χονδρογενής κρανιακή αύξηση ελέγχεται από ενδογενή γενετικό παράγοντα (δυνατότητα για κυτταρικό πολλαπλασιασμό), από γενετικό επιγενετικό παράγοντα (π.χ. ορμόνες) και από γενετικό περιβαλλοντολογικό παράγοντα (π.χ. διατροφή). Στην υμενογενή οστική αύξηση επενεργούν όλοι οι προαναφερόμενοι παράγοντες αλλά οι τοπικοί επιγενετικοί και τοπικοί περιβαλλοντολογικοί παράγοντες (μηχανικές δυνάμεις) παίζουν μεγαλύτερο ρυθμιστικό ρόλο.

4. Υποθετικά σχήματα παραγόντων που επηρεάζουν την κρανιοπροσωπική αύξηση

4.1 Θεωρία των ραφών (Υπόθεση του Sicher)

Ο Sicher (1940) υποστήριξε ότι οι ραφές του κρανίου ήταν υπεύθυνες για το μεγαλύτερο ποσοστό αυξήσεως. Θεωρούσε ως πρωτογενές γεγονός τη διήθηση συνδετικού ιστού μεταξύ των δύο οστών στη περιοχή της ραφής. Όταν ο συνδετικός ιστός της ραφής διηθείται μεταξύ των οστών δημιουργείται χώρος για αύξηση στα απέναντι άκρα των οστών. Πίστευε ότι η διήθηση του συνδετικού ιστού των ραφών του ρινογναθικού συμπλέγματος και του θόλου του κρανίου παρήγαγε δυνάμεις που διαχωρίζουν τα οστά και κατ'αυτό τον τρόπο επέρχονταν αύξηση. Ο Scott πίστευε πως οι ραφές, οι χόνδροι και το περίοστεο ήταν υπεύθυνα για την αύξηση του προσώπου και πως όλα αυτά τα στοιχεία υπόκεινταν σε ενδογενή γενετικό έλεγχο.

4.2 Θεωρία του ρινικού διαφράγματος (Υπόθεση του Scott).

Ο Scott (1948, 1954, 1955), υποστήριξε πως το χονδρογενές ρινικό διάφραγμα ήταν υπεύθυνο για την αυξητική μετατόπιση του μέσου τριτημορίου του προσώπου προς τα εμπρός και κάτω.

Ο Scott στηρίχθηκε στο γεγονός πως ο χόνδρος ανθίσταται στις πιέσεις σε αντίθεση με τις ραφές και πως έχει την ικανότητα να σπρώξει ολόκληρο το ρινικό σύμπλεγμα προς τα κάτω και εμπρός.

Ο Latham (1970) αντέττεινε πως η μεταφορά του ρινογναθικού συμπλέγματος οφείλεται σε έλξη από το διαφραγματικό σύνδεσμο παρά σε ώθηση οφειλόμενη στο ρινικό διάφραγμα.

4.3 Θεωρία της λειτουργικής μήτρας (Υπόθεση του Moss)

Όπως προαναφέρθηκε ο Moss το 1960 εισήγαγε τη θεωρία της λειτουργικής μήτρας όπου πρωτεύοντα ρόλο στην τελική αύξηση και σχηματοποίηση των οστών και των χόνδρων παίζουν οι παρακείμενοι ιστοί (Moss 1960).

Κατά το Moss οι σκελετικοί ιστοί αυξάνουν σε αντισταθμισμα της αύξησης των μαλακών ιστών. Σαν αποτέλεσμα παρατηρείται παθητική μεταφορά των σκελετικών τμημάτων στο χώρο (Moss 1970).

4.4 Θεωρία των Αγγελιοφόρων Ελέγχου (Control Messengers)

Κατά τον Enlow (1990) η τάση του οξυγόνου, τα βιοηλεκτρικά δυναμικά, οι καταλύτες του τύπου των χαλονών, τα επίπεδα του pH, οι δράσεις της θερμοκρασίας, το κυκλικό AMP και ενζυματικοί και ορμονικοί παράγοντες λειτουργούν ως πρωτογενείς αγγελιοφόροι που ενεργοποιούν ευαίσθητους επιφανειακούς υποδοχείς της πρωτοπλασματικής μεμβράνης κάθε κυττάρου. Οι ενεργοποιημένες κατ'αυτό το τρόπο θέσεις εισδοχής της κυτταρικής μεμβράνης ενεργοποιούν τη σύνθεση ειδικών ενζύμων που έχουν σχέση εκλεκτικά με την απορρόφηση ή την εναπόθεση του οστού.

4.5 Θεωρία των βιοηλεκτρικών ερεθισμάτων

Το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο (Frendenberg et al 1970, Zengo et al 1973) σαν παράγοντας που προκαλούσε οστεογένεση ή οστεοαπορρόφηση ήταν η μεγάλη ελπίδα για τον έλεγχο της αύξησης των οστών στη δεκαετία του 1960. Σύμφωνα με τη θεωρία του πιεζοηλεκτρικού παράγοντα, παραμορφώσεις των κρυστάλλων κολλαγόνου στο οστόν, που οφείλονταν σε απειροελάχιστες παραμορφώσεις του οστού εξαιτίας μηχανικής συμπίεσεως, παρήγαγαν βιοηλεκτρικές μεταβολές στην περιοχή της παραμορφώσεως. Τέτοια

μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά δυναμικά έχουν άμεση ή έμμεση σχέση με την πρόκληση παραγωγής ή απορροφήσεως οστού.

4.6 Θεωρία των μορφογενετικών πεδίων

Σύμφωνα με τη θεωρία του μορφογενετικού πεδίου (Spygoroulios 1977, Spygoroulios and Burdi 1978, 1987) δομές που πηγάζουν από τα ίδια μορφογενετικά πεδία είναι δυνατόν να μορφοποιούνται διαφορετικά ανάλογα με περιβαλλοντολογικούς παράγοντες και λειτουργικές ανάγκες. Επίσης μεταβολές σε μια αναπτυξιακή μονάδα επηρεάζουν δομές που πηγάζουν από μορφογενετικά πεδία γειτονικά με αυτή ή που έχουν σχέση με αυτή κατά άμεσο ή έμμεσο τρόπο προκειμένου να επέλθει ισορροπία μεταξύ συστοίχων και αντιστοίχων στοιχείων ενός λειτουργικού συνόλου.

Σαν μορφογενετικό πεδίο (Spygoroulios and Burdi 1987) καθορίζεται μια μονάδα κυττάρων και ιστών, εμβρυικής ή όχι προελεύσεως που αντιδρά μορφογενετικά και η οποία διανύει τις γενετικές και επιγενετικές φάσεις της μορφογενέσεως που οδηγούν σε προσδιοριζόμενα τμήματα ή περιοχές του σώματος.

5. Αύξηση και ανάπτυξη της κάτω γνάθου εν γένει και του κονδύλου ειδικότερα.

Μέχρι πρόσφατα υπήρχαν δύο κύριες θεωρίες που αφορούσαν την αύξηση και ανάπτυξη της κάτω γνάθου.

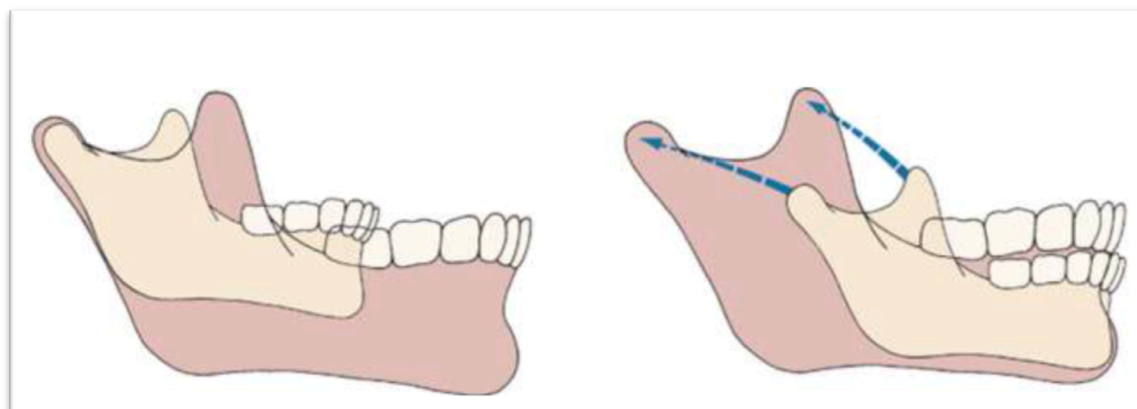
Ο Sicher (1947) υπέθετε ότι η αύξηση της κάτω γνάθου ελέγχεται από κωδικοποιημένες πληροφορίες που προέρχονται από το κονδυλικό κέντρο. Η αύξηση και η κυτταρική διήθηση του κονδύλου έχει ως αποτέλεσμα την ώθηση της κάτω γνάθου προς τα κάτω και εμπρός σε απόσταση από τη βάση του κρανίου. Ο Moss (1960) παρουσίασε τη θεωρία της λειτουργικής αναλύσεως και των λειτουργικών κρανιακών τμημάτων που επικράτησε με τον όρο «υπόθεση της λειτουργικής μήτρας». Κατ'αυτήν, αφ'ενός, η αύξηση

του κόνδylου είναι δυνατόν να μεταβληθεί, αλλά, αφ'ετέρου, η αύξηση του κόνδylου ελάχιστα επηρεάζει την αύξηση της κάτω γνάθου συνολικά.

Το 1986 ο Johnston συνέθεσε τη θεωρία του κόνδυλικού λειτουργικού επανορθωτή (condyle as a functional rectifier), σύμφωνα με την οποία ο κόνδυλος, αφ'ενός, έχει ανεξάρτητη αυξητική δυνατότητα και είναι απαραίτητος για τη φυσιολογική συνολική αύξηση της κάτω γνάθου, αφ'ετέρου, όμως, δεν αναπαράγει από μόνος του δύναμη ικανή για τη μεταφορά της κάτω γνάθου προς τα κάτω και εμπρός και παρουσιάζει προσαρμοστικότητα σε διαφορετικές λειτουργικές συνθήκες. Κατ'αυτό τον τρόπο παρουσιάζεται σαν ένας υπηρέτης της ευκαιριακής σκοπιμότητας.

Είναι ικανός, δηλαδή, να ανθίσταται στην απορρόφηση όταν συμπιέζεται και κατά τον ίδιο χρόνο να αυξάνεται αυτόματα όταν συμπιέζεται.

Κατά τον Johnston (1986) ο κόνδυλος συμπεριφέρεται σαν αυξητικό κέντρο, όμως, ταυτόχρονα, είναι ικανός να αναπαράγει δυνάμεις ανάλογες αυτών των επιφύσεων των μακρών οστών. (Εικ. 1) Πέρα από τα θεωρητικά μοντέλα, είναι δεδομένο πως η αύξηση της κάτω γνάθου είναι αποτέλεσμα εκτεταμένης ταυτόχρονης απορροφήσεως και εναποθέσεως οστού που επισυμβαίνει σε όλα τα τμήματα της κάτω γνάθου καθώς υφίστανται μετατόπιση στο χώρο (Enlow 1973).



Εικ 1. Ο κόνδυλος ως αυξητικό κέντρο

5.1 Τρόποι αυξήσεως και αναπτύξεως της κάτω γνάθου.

Πρώτος ο Hunter (1971) χρησιμοποιώντας χρωστικές ουσίες απέδειξε ότι ο κλάδος της κάτω γνάθου αυξάνεται σε οπίσθια διεύθυνση κατόπιν οστικής εναποθέσεως στο οπίσθιο χείλος του και ταυτόχρονης απορροφήσεως στο πρόσθιο χείλος.

Ο Humphrey (1964) τοποθέτησε μικρούς μεταλλικούς δακτυλίους στο πρόσθιο χείλος του κλάδου της κάτω γνάθου αναπτυσσόμενων χοιριδίων. Παρατήρησε πως οι δακτύλιοι που είχαν εμφυτευθεί στο πρόσθιο χείλος του κλάδου, απορρίφθηκαν διότι παρατηρείται οστική απορρόφηση στην πρόσθια επιφάνεια του κλάδου. Αντίθετα, οι δακτύλιοι που είχαν τοποθετηθεί στο οπίσθιο χείλος του κλάδου, βρέθηκαν περισσότερο εμβυθισμένοι στο οστόν.

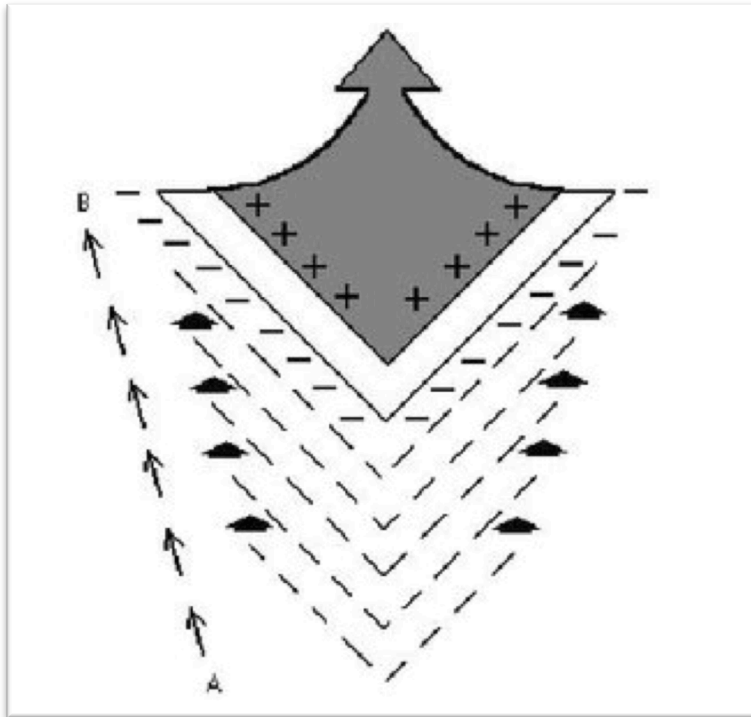
Ο Brach (1933) υποστήριξε πως η αύξηση των οστών είναι ένα επιφανειακό φαινόμενο το οποίο εκδηλώνεται με επιφανειακή εναποθέτηση οστίτη ιστού και επιφανειακή απορρόφηση οστίτη οστού. Μελετώντας την αύξηση της κάτω γνάθου των χοίρων, ο Brach διαπίστωσε πως οστικές επιφανειακές μεταβολές και στις τρεις διαστάσεις του χώρου, δηλαδή την κατακόρυφη, οριζόντια και εγκάρσια διάσταση, συνέβαλαν εξίσου στο φαινόμενο της αυξήσεως. Ο τρισδιάστατος τρόπος αυξήσεως παρατηρείται στις κυριότερες περιοχές αυξήσεως (σύμφυση, φατνία, κλάδος, κόνδυλος, κορωνοειδής απόφυση) και όλες μαζί συντελούν στη σύμπλοκη αύξηση της κάτω γνάθου.

Οι περιοχές αυτές είναι απλά αυξητικές θέσεις που ακολουθούν τις γενικές αρχές της επιφανειακής οστικής εναποθέσεως και απορροφήσεως. Κατ'αυτό τον τρόπο η κάτω γνάθος αυξάνεται σε μήκος εξίσου πρόσθια και οπίσθια. Η εγκάρσια διεύθυνση του αυξανόμενου κόνδυλου προς τα επάνω και πίσω συμβάλλει σημαντικά στο συνολικό μήκος της κάτω γνάθου. Κατά τον Brach (1933) η αύξηση του σώματος της κάτω γνάθου σε βάθος οφειλόταν, κυρίως, στην αύξηση του φατνιακού οστού προς τα επάνω.

Οι Robinson και Sarnat (1955) μελέτησαν την αύξηση της κάτω γνάθου του χοίρου σε εννέα θηλυκά χοιρίδια Hampshire ηλικίας, περίπου, οκτώ εβδομάδων. Ο μέσος χρόνος του πειράματος ήταν δώδεκα εβδομάδες. Εμφυτεύματα από αμάλαμα και διαδοχικές κεφαλομετρικές ακτινογραφίες χρησιμοποιήθηκαν για να μελετηθεί ο τρόπος αυξήσεως της κάτω γνάθου. Παρατήρησαν ότι ο κόνδυλος ήταν η πλέον ενεργός αυξητική θέση της κάτω γνάθου. Το οπίσθιο χείλος του κλάδου ήταν η δεύτερη κατά σειρά πλέον ενεργός αυξητική θέση και συνέβαλε επίσης στο συνολικό μήκος της κάτω γνάθου. Το πρόσθιο χείλος, το έσω χείλος, τα φατνιακά χείλη και οι πλάγιες επιφάνειες της κάτω γνάθου αναφέρονταν ως αυξητικές θέσεις ήσσονος σημασίας.

Ο Bjork (1963) παρουσίασε προκαταρκτικά στοιχεία της αυξήσεως της κάτω γνάθου από ένα δείγμα 45 αρρένων Δανών εθελοντών στους οποίους είχαν εμφυτευθεί καρφίδες ταντάλου στη κάτω γνάθο και οι οποίοι παρακολούθηθηκαν με ακτινογραφίες κάθε χρόνο. Διαπίστωσε πως μια εκτενής περιοχή οστικής αναδιαμορφώσεως επισυμβαίνει μπροστά από τη γωνία της κάτω γνάθου. Η κατεύθυνση της αυξήσεως του κονδύλου κατά το οβελιαίο επίπεδο διέφερε κατά πολύ, αλλά η πιο συχνή διεύθυνση ήταν ελαφρώς πρόσθια σε σχέση με την οπίσθια εφραπτομένη του κλάδου.

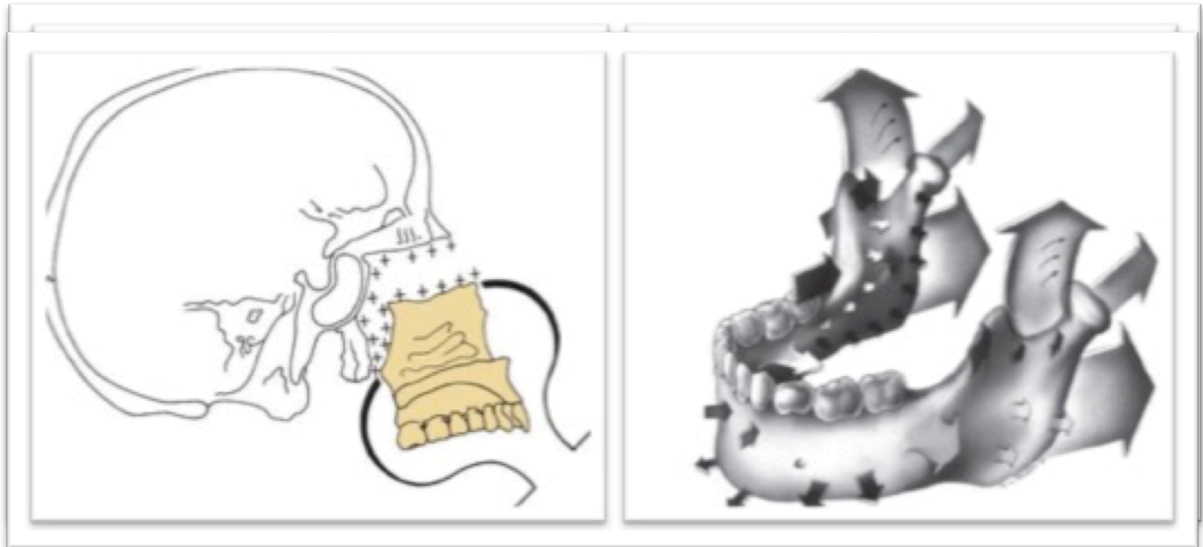
Οι Enlow και Harris (1964) μελέτησαν τις μεταβολές αναδιαμορφώσεως στη κάτω γνάθο του ανθρώπου κατά τη περίοδο της αυξήσεως. Απέδειξαν ότι οι βασικές αρχές αναδιαμορφώσεως, της επανατοποθέτησεως του οστού στο χώρο, της ενέργειας σε περιοχές που προσδιορίζονται από τοπικές αυξητικές κατευθύνσεις, και η αρχή αυξήσεως του ανεστραμμένου λάμβδα («V» principle) επισυμβαίνουν σε όλα τα μέρη της κάτω γνάθου.(Εικ.2) Οι ίδιοι συγγραφείς κατέδειξαν συγκεκριμένες πορείες αναδιαμορφώσεως στον κόνδυλο, την κορωνοειδή απόφυση, τον κλάδο, το σώμα, τον πώγωνα και τις φατνιακές αποφύσεις.



Εικ. 2 Αρχή αυξήσεως του ανεστραμμένου λάμβδα.

Ο Enlow (1975) ανέλυσε με λεπτομερή εξειδίκευση την πορεία αυξήσεως της κάτω γνάθου. Η αναδιαμόρφωση (remodeling) και η επανατοποθέτηση μέσα στο χώρο (displacement ή relocation) είναι οι δύο κύριοι τύποι μετακινήσεως που εμπλέκονται κατά την αύξηση της κάτω γνάθου (Hans and Nojima 2014).

Κατά την μετατόπιση, ολόκληρη η κάτω γνάθος μετακινείται προς τα κάτω και εμπρός μέσα στο χώρο. Κατά την αναδιαμόρφωση, τα επί μέρους τμήματα που συναποτελούν κάθε περιοχή ενός οστού υφίστανται ιστολογικές μεταβολές και μεταφέρονται κατ'αυτό τον τρόπο σε νέες θέσεις για να υποβοηθήσουν στην επιμήκυνση του οστού και τις λειτουργίες του. (Εικ. 2, Εικ. 3) (Cevedanés και συν. 2005)



Εικ. 3 Αναδιαμόρφωση και η επανατοποθέτηση μέσα στο χώρο κατά την αύξηση της άνω και κάτω γνάθου

5.2 Ο ρόλος του κονδύλου στην αύξηση της κάτω γνάθου.

Ο Sicher (1947) υπέθεσε πως η αύξηση της κάτω γνάθου είναι προϊόν της χονδρογενούς αυξήσεως του κονδύλου και της συνεπακόλουθης αντικαταστάσεως του χόνδρου με οστίτη ιστό. Διέκρινε το χόνδρο του κονδύλου από τους χόνδρους των επιφύσεων και των αρθρώσεων και ανέφερε πως ο κόνδυλος της κάτω γνάθου διακρίνεται από έναν άλλο τύπο χόνδρου, που έχει την ικανότητα να αυξάνεται εξίσου δια επιφανειακής εναποθέσεως και εσωτερικής διαιρέσεως και πολλαπλασιασμού. Πίστευε πως η αύξηση της κάτω γνάθου και, πρωταρχικά, η αύξηση του χόνδρου του κονδύλου προσδιορίζουν την ανάπτυξη ολόκληρου του προσώπου. Άτομα ευρυπρόσωπα προφανώς παρουσιάζουν μειωμένη αύξηση του χόνδρου που συντελεί σε μειωμένο ύψος του προσώπου και σε ευρύτερο και χαμηλό πρόσωπο. Άτομα με στενό και μακρύ πρόσωπο κατέχουν χόνδρο που κατά τον Sicher αυξάνεται σχετικά γρήγορα και κατ'αυτό το τρόπο προσδιορίζει τον ειδικό τύπο του σχήματος του προσώπου.

Ο Rushton (1944) αξιολόγησε ασθενείς που είχαν υποστεί τραύμα ή φλεγμονή στη περιοχή του κονδύλου και παρατήρησε συνακόλουθη υποπλασία της κάτω γνάθου. Ανέφερε πως, στα πρώτα χρόνια της ζωής, η λειτουργία του κονδυλικού αυξητικού κέντρου συντελεί στη συνεχή οστική αύξηση και μετατόπιση και επάνω σ' αυτό το οστόν είναι δυνατόν να επισυμβεί υποπεριοριστική αύξηση και αναδιομορφωτικές διεργασίες. Ο ίδιος ερευνητής απέδωσε την υποπλασία αυτή και στο ότι το υποπεριοριστικό οστόν εντοπιζόταν ανώμαλα αντί να είναι ισομερώς διανεμημένο.

Ο Scott (1959) ανέφερε ότι η αύξηση του χόνδρου του κονδύλου ωθεί την κάτω γνάθο προς τα κάτω και εμπρός σε σχέση με την κροταφική γλήνη. Η απορρόφηση οστού στο πρόσθιο χείλος του κλάδου της κάτω γνάθου είναι αντισταθμικός μηχανισμός που επισυμβαίνει για να διατηρείται η κατάλληλη σχέση μεταξύ του ζυγωματικού τόξου και του πρόσθιου χείλους του κλάδου.

Ο Moss (1960) παρουσίασε τη θεωρία της λειτουργικής αναλύσεως και των λειτουργικών κρανιακών τμημάτων. Κάθε κρανιακό λειτουργικό τμήμα αποτελείται από λειτουργική μήτρα και τη σκελετική της μονάδα. Η μήτρα αποτελείται από όλους τους μύες που προσφύονται στην κάτω γνάθο, όλες τις αρτηρίες, τις φλέβες και τα νεύρα της περιοχής, τα δόντια, το λιπώδη και συνδετικό ιστό.

Η κάτω γνάθος κατά τον Moss (1960) δεν είναι ένα μοναδικό βιολογικό αντικείμενο αλλά μάλλον συναποτελείται από διάφορα ανεξάρτητα επί μέρους λειτουργικά κρανιακά τμήματα. Οι σκελετικές μονάδες της κάτω γνάθου που αντιστοιχούν στα προαναφερόμενα λειτουργικά κρανιακά τμήματα είναι οι φατνιακές αποφύσεις, η κορωνοειδής απόφυση, η γωνία της κάτω γνάθου, ο κλάδος της κάτω γνάθου, ο κόνδυλος, το σώμα της κάτω γνάθου και ο πώγωνας. Το πρωταρχικό μορφογενετικό γεγονός στον έλεγχο της αυξήσεως της κάτω γνάθου είναι η ογκομετρική επέκταση του λειτουργικού στοματικού χώρου και της στοματικής μήτρας (Moss and Salentijn, 1971). Η προαναφερόμενη πορεία αυξήσεως συντελεί και στην παθητική μετατόπιση της κάτω γνάθου με λογαριθμική μέθοδο.

Οι μεταβολές στη μορφή (αναδιαμόρφωση) των σκελετικών μονάδων κατά τον Moss, είναι δευτερογενείς, αντισταθμιστικές και μηχανικά υποχρεωτικές. Οι Moss και Salentijn (1969) απορρίπτουν, επίσης, την άποψη ότι οι χόνδροι του κονδύλου της κάτω γνάθου είναι πρωτογενή κέντρα ελέγχου της αυξήσεως της κάτω γνάθου. Οι κόνδυλοι θεωρούνται θέσεις στις οποίες επισυμβαίνει δευτερογενής αντισταθμιστική οστική αύξηση. (Ravosa και συν. 2007)

6. Επίδραση της λειτουργίας του μυϊκού συστήματος στην αύξηση της κάτω γνάθου.

Ο ρόλος της νευρομυϊκής λειτουργίας στην αύξηση του κρανιοπροσωπικού σκελετού έχει προσεχθεί με ιδιαίτερη έμφαση μόλις τα τελευταία χρόνια. Παράγοντες όπως η αύξηση των μυών, η πρόσφυση και η μετανάστευση τους, οι ποικιλομορφίες στη νευρομυϊκή λειτουργία και η μη φυσιολογική λειτουργία (π.χ. στοματική αναπνοή) είναι γνωστό σήμερα πως επηρεάζουν σημαντικά το σχήμα, τη μορφή και την αύξηση του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος (Spygroulos 1990, Tsolakis και συν. 1997, Tsai και συν. 2010).

Η θεωρία της λειτουργικής μήτρας του Moss επηρέασε σημαντικά τους ερευνητές σχετικά με την αύξηση του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος. Κατά τον Moss, συμπερασματικά, η υπόθεση της λειτουργικής μήτρας προϋποθέτει πως η προέλευση, αύξηση και διατήρηση όλων των σκελετικών ιστών και οργάνων είναι πάντα δευτερογενής, αντισταθμική και υποχρεωτική απάντηση σε προκείμενα χρονικά και λειτουργικά συμβάντα κατά την πορεία διεργασιών που επισυμβαίνουν σε ειδικά συσχετισμένους, μη σκελετικούς ιστούς, όργανα για λειτουργικούς χώρους (λειτουργικές μήτρες) (Moss, 1981).

Από τα πρώτα κιόλας στάδια της αυξήσεως του εμβρύου υπάρχει λειτουργικός συσχετισμός μεταξύ των οστών και των μυών στα οποία οι μύες προσφύονται (Spygroulos 1977). Προφανώς όπως τα οστά αυξάνουν, οι μύες πρέπει να μεταβάλλουν το μέγεθός τους. Κατ' αυτό το τρόπο υπάρχει σχέση μεταξύ της συνολικής αυξήσεως ενός οστού και των μυών που

προσφύονται σ' αυτό το οστόύν και προσαρμοστικές μεταβολές μεταξύ μυών και του οστού αποτελούν φυσικό μέρος της αύξησης και της ανάπτυξης.

Ένα από τα επανερχόμενα θέματα είναι πως η στάση του σώματος υπαγορεύει το κατάλληλο σχήμα γι'αυτή τη στάση. Δραστηριότητες σαν τη μάσηση, την κατάποση και την ομιλία είναι μάλλον ελάχιστα πιθανό να προκαλούν σκελετικές προσαρμογές, εκτός και αν οι δυνάμεις είναι υψηλές και επενεργούν για πολύ μεγάλες χρονικές περιόδους (Storey 1988).

Ο Βρουξισμός είναι ένα παράδειγμα δραστηριότητας η οποία προκαλεί δομικές μεταβολές στους μυς, τα δόντια, την οεριοδοντική μεμβράνη και το φατνιακό οστόύν. Αυτή η διασύνδεση λειτουργίας και μορφής, πάντως, λειτουργεί αμφίδρομα: η μορφή είναι δυνατόν να επηρεάσει τη λειτουργία. Για παράδειγμα θεωρείται πως η γλώσσα έχει πρόσθια θέση σε άτομα με αυξημένο πρόσθιο ύψος του προσώπου, το αποκαλούμενο «σύνδρομο μακρού προσώπου» ή «τα πρόσωπα με αμβλεία γωνία της κάτω γνάθου», σαν αποτέλεσμα προσαρμογής της στη μορφολογία του οστού. Κατ' άλλους, όμως, (Moss 1971, Moyers 1988) εκλαμβάνεται η μεταβαλλόμενη μορφολογία του προσώπου σαν συνέπεια της αλλαγής της θέσεως της γλώσσας.

Η προώθηση της γλώσσας σε περιπτώσεις χασμοδοντίας σαν αποτέλεσμα των έξεων των δακτύλων είναι ένα καλό παράδειγμα (Moyers and Carlson 1990).

Μερικοί πιστεύουν (Moyers 1971, Proffit 1979) ότι η χασμοδοντία προέρχεται απο μη φυσιολογική λειτουργία ενώ άλλοι πιστεύουν ότι είναι αποτέλεσμα προσαρμογής στη λειτουργία (Linder Aronson S 1973, 1979). Έτσι φαίνεται πως οι μυικές δυνάμεις που ασκούνται στην κάτω γνάθο αλλά και διαμέσου αυτής, επηρεάζουν, ως ένα σημείο, το βαθμό αλλά και τη συνισταμένη της διευθύνσεως αυξήσεως της κάτω γνάθου. Πολλοί ερευνητές προσπάθησαν τα τελευταία χρόνια να αποδείξουν τις σχέσεις μεταξύ λειτουργίας και μορφής.

Πειραματικές μεταβολές της λειτουργίας των μυών της μασήσεως σε ζώα, με μεταβολή της συστάσεως της διατροφής τους, προκάλεσαν ανάλογες μεταβολές του μεγέθους και του σχήματος της κάτω γνάθου (Watt and Williams 1951, Beecher and Corrucini 1981, Kiliaridis 1989).

Πειραματικοί, επίσης, περιορισμοί της λειτουργίας των μυών με αφαίρεση τους ή με παρατεταμένη αναισθητοποίηση ή καταστροφή των αντίστοιχων νεύρων είχαν παρόμοια αποτελέσματα (Harowitz και Shapiro 1951, Kikuchi και συν. 1978). Επίσης μετά από πειραματική μεταβολή του προσανατολισμού των μυών ως προς τα οστά παρατηρήθηκαν μεταβολές στη μορφολογία αλλά και στη θέση της κάτω γνάθου (Nanda και συν. 1967).

Αν υπάρχει, τελικά μια γενική συμφωνία ότι οι μεταβολές της μυικής λειτουργίας επηρεάζουν σημαντικά τις περιοχές πρόσφυσης των μυών και ότι η ανάπτυξη και η χρήση της οδοντοστοιχίας επηρεάζει τη φατνιακή απόφυση, υπάρχει κάποια αμφιβολία αν, τελικά, η μυική λειτουργία είναι δυνατόν να έχει γενικότερη επίδραση στο σχήμα και το μέγεθος της κάτω γνάθου.

Παρά το γεγονός ότι οι αποδείξεις δεν είναι απόλυτα τεκμηριωμένες, πολλοί ερευνητές πιστεύουν σήμερα ότι η λειτουργία παίζει πρωταρχικό ρόλο στο προσδιορισμό του μεγέθους της κάτω γνάθου (Moyers και Carlson 1990). Εκτεταμένες πειραματικές έρευνες από τον Petrovic και συν. (1982) και τον Carlson και συν. (1982) απέδειξαν ότι ο μασητήρας και ο έξω πτερυγοειδής μυς παίζουν κύριο ρόλο στην αύξηση του κονδυλικού χόνδρου της κάτω γνάθου.

Παρ'όλα αυτά δεν έχει διευκρινιστεί εάν οι μύες επηρεάζουν απευθείας τη κονδυλική αύξηση ή εάν η μυική λειτουργία επηρεάζει την αύξηση του κονδύλου δια μέσου της μεταβολής του εμβιομηχανικού περιβάλλοντος (Nicholson και συν. 2006).

7. Επίδραση της σύστασης της διατροφής στην αύξηση και μορφολογία των οστών των γνάθων.

Στο παρελθόν διάφοροι ερευνητές (Lombardi και Bailit 1972, Corruccini 1984, Lucas 1989) διαπίστωσαν πως υπήρχαν μικρότερου βαθμού ορθοδοντικές ανωμαλίες σε πληθυσμούς που ζούσαν σε αγροτικές περιοχές και διατρέφονταν παραδοσιακά σε σύγκριση με πληθυσμούς που ζούσαν σε αστικές περιοχές και διατρέφονταν με τον σύγχρονο τρόπο δίαιτας, που αποτελείται από πιο μαλακές τροφές. Ως αποτέλεσμα η άνω γνάθος συμβαίνει να είναι πιο στενή σε πληθυσμούς που χρησιμοποιούν μαλακή διατροφή και αυτό οφείλεται μάλλον στη μειωμένη μασητική λειτουργία (Yamamoto 1996).

Σε πειράματα με ζώα, κυρίως επίμυες, με σκοπό τη μελέτη της επίδρασης της μαλακής διατροφής σε σύγκριση με την επίδραση της σκληρής διατροφής διαπιστώθηκαν μειωμένες διαστάσεις της άνω γνάθου στα ζώα που λάμβαναν μαλακή διατροφή και ταυτόχρονα στα ίδια ζώα η διαγναθική απόσταση των γομφίων της άνω γνάθου ήταν μικρότερη (Katsaros και συν. 2002).

Επίσης τα ζώα που διατρέφονταν με μαλακές τροφές παρουσίασαν μικρότερες κάτω γνάθους και μικρότερους κονδύλους, όπως επίσης και μεταβολές στο μεταβολισμό του χόνδρου του κονδύλου (Bouvier και Hylander 1984, Tiilikainen και συν. 2011, Dias και συν. 2011).

Σύμφωνα με τους Abed και συν. (2007) η πειραματική ομάδα των επιμύων που διατρέφονταν με μαλακή τροφή παρουσίασε μειωμένες όλες τις επιμήκειες και εγκάρσιες κраниοπροσωπικές διαστάσεις σε σύγκριση με τις αντίστοιχες διαστάσεις των επιμύων που διατρέφονταν με σκληρή τροφή. Επίσης η μαλακή τροφή συντελεί σε μεταβολή της μορφολογίας της κάτω γνάθου αλλά και σε μεταβολή της αρχιτεκτονικής του φατνιακού οστού (Maniopoulos και συν. 2010).

Επιπρόσθετα η μείωση της σκληρότητας της τροφής συντελεί σε διαφοροποίηση της σύνθεσης των μυικών ινιδίων των μασητηρίων μυών, σε μείωση της διαμέτρου των ινιδίων και σε μείωση του συνολικού βάρους των μασητηρίων μυών (Killiaridis και συν. 1988, Kawai και συν. 2010).

Οι Watt και Williams το 1951 συνέκριναν τις γνάθους των επίμυων που είχαν διατραφεί με μαλακή και σκληρή δίαιτα και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο όγκος, το βάρος και το πάχος της γνάθου της ομάδας των επίμυων που είχαν διατραφεί με μαλακή τροφή ήταν μικρότερα από τις αντίστοιχες παραμέτρους της ομάδας των ζώων που είχαν λάβει σκληρή τροφή.

Οι Beecher και Corruccini επιβεβαίωσαν τα προαναφερόμενα ευρήματα αυτά το 1981. Συνέκριναν επίσης τη μορφολογία της κάτω γνάθου σε αναπτυσσόμενους επίμυες που διατρέφονταν με σκληρή και μαλακή τροφή. Οι ερευνητές, διαπίστωσαν ότι τα ζώα που τρέφονταν με μαλακή τροφή παρουσίαζαν ελαφρώς μικρότερη μάζα σώματος, είχαν μικρότερες γνάθους και κονδύλους και το οστόύν παρουσίαζε πιο πυκνή υφή στα ακτινογραφήματα. Επιπλέον, οι επίμυες που λάμβαναν μαλακή τροφή παρουσίαζαν μικρότερο πλάτος του άνω οδοντικού τόξου και οι μύς τους ήταν μικρότεροι σε μήκος. Τέλος, διαπίστωσαν ότι τα κρανία της ομάδας της μαλακής τροφής ήταν μικρότερα σε μάζα και σε γραμμικές διαστάσεις, αν και δεν παρουσίαζαν σημαντικές διαφορές στο σχήμα.

Το 2008 οι Odman και συν. διαπίστωσαν ότι οι επίμυες που διατρέφονταν με μαλακή τροφή για διάρκεια επτά μηνών που αντιστοιχούσε στην εφηβεία και στις αρχές της ενήλικης ζωής παρουσίαζαν σημαντικές μεταβολές στο σχήμα της κάτω γνάθου σε σύγκριση με την ομάδα των ζώων της σκληρής διατροφής. Η κάτω γνάθος ήταν μικρότερη στην ομάδα με τους υπολειπόμενους μύες σε σύγκριση με την κάτω γνάθο της φυσιολογικής ομάδας. Είναι ενδιαφέρον ότι το μέγεθος της φατνιακής απόφυσης ήταν μικρότερο στην ομάδα με τη φυσιολογική τροφή.

Το 2007 οι Tanaka και συν. μελέτησαν την επίδραση και τις συνέπειες της διατροφής στο βαθμό επιμετάλλωσης (mineralization) της κάτω γνάθου των επιμύων. Βρήκαν ότι ο βαθμός επιμετάλλωσης ήταν σημαντικά χαμηλότερος στο δοκιδώδες οστό από ό, τι στο φλοιώδες οστό. Και στις δύο περιοχές η ομάδα των ζώων που λάμβανε μαλακή τροφή είχε σημαντικά υψηλότερο βαθμό επιμετάλλωσης από την ομάδα των ζώων σκληρής διατροφής. Το δοκιδώδες οστό στον κόνδυλο της ομάδας με σκληρή τροφή είχε σημαντικά μεγαλύτερο βαθμό επιμετάλλωσης σε σύγκριση με την αντίστοιχη περιοχή της ομάδας των ζώων μαλακής διατροφής. Τα αποτελέσματα της έρευνας τους κατέδειξαν τη σημασία της σωστής λειτουργίας των μυών για την φυσιολογική κρανιοπροσωπική ανάπτυξη.

Τέσσερα χρόνια μετά, οι Grunheid και συν. (2011) ακολούθησαν την ίδια ερευνητική υπόθεση, αλλά τα αποτελέσματα τους συνηγορούν στο γεγονός ότι μια μέτρια μείωση στην μασητική λειτουργία δεν επηρεάζει σημαντικά το ρυθμό αναδιαμόρφωσης και το βαθμό επιμετάλλωσης του οστού σε περιοχές της κάτω γνάθου που φορτίζονται κατά τη διάρκεια της μάσησης. Πιο συγκεκριμένα, ο βαθμός επιμετάλλωσης του οστού δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των ζώων που είχαν διατραφεί με σκληρή και μαλακή τροφή σε οποιαδήποτε από τις θέσεις που αξιολογήθηκαν. Ωστόσο, σε κουνέλια που είχαν διατραφεί με μαλακά σφαιρίδια τροφής, τόσο το φλοιώδες οστό στις θέσεις σύνδεσης των μυών κροταφίτη και διγάστορα όσο και το φλοιώδες οστό της φατνιακής απόφυσης παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερο βαθμό επιμετάλλωσης σε σύγκριση με το φλοιώδες οστό στη θέση της κατάφυσης του μασητήρα μυ. Αντίθετα δεν υπήρχαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ αντίστοιχων ανατομικών θέσεων στα ζώα που είχαν διατραφεί με σκληρή τροφή.

8. Διατροφή και ανάπτυξη της κροταφογναθικής διάρθρωσης

Η μελέτη της αύξησης και ανάπτυξης της κροταφογναθικής διάρθρωσης παρουσιάζει ιδιαίτερη σπουδαιότητα γιατί όλες οι φορτίσεις και ασκούμενες δυνάμεις κατά τη λειτουργία της μάσησης μεταφέρονται εις αυτή. Επιπρόσθετα ο χόνδρος του κονδύλου της κάτω γνάθου θεωρείται μια αυξητική θέση έντονης δραστηριότητας. Στην κраниοπροσωπική αύξηση υπήρχαν έντονες επιστημονικές διαμάχες ως προς το γεγονός του χαρακτηρισμού του κονδύλου ως αυξητικού κέντρου που κατευθύνει η συνολική αύξηση της κάτω γνάθου. Έχει επικρατήσει όμως η άποψη πως ο χόνδρος του κονδύλου αντιπροσωπεύει μία αυξητική θέση που συνεισφέρει μαζί με άλλες ανατομικές δομές της κάτω γνάθου στην αύξηση της κάτω γνάθου. Συνεπώς οι διαφορετικού μεγέθους φορτίσεις που δέχεται ο κόνδυλος είναι καθοριστικές για την αύξηση και ανάπτυξη τόσο του ίδιου όσο και της κάτω γνάθου. (Kufley και συν. 2017.)

Περίπου το 10% του πληθυσμού άνω των 18 ετών παρουσιάζει πόνο στην κροταφογναθική διάρθρωση (TMJ) και περίπου 15% των ανθρώπων που εμφανίζουν συμπτώματα πόνου στη κροταφογναθική διάρθρωση έχουν εκφυλιστικές ασθένειες της κροταφογναθικής διάρθρωσης (TMD). (Grünheid et al 2011, LeResche 1997). Η ακριβής αιτιολογία για τις διαταραχές της κροταφογναθικής διάρθρωσης (Temporomandibular disorders - TMD) είναι άγνωστη. Ωστόσο, οι περισσότεροι οδοντίατροι και γιατροί πιστεύουν ότι ο πιο σημαντικός αιτιολογικός παράγοντας για την εμφάνιση διαταραχών της κροταφογναθικής διάρθρωσης είναι η μηχανική φόρτιση που ξεπερνά την προσαρμοστική ικανότητα του ατόμου. (Emshoff et al 2003, Milam 2005). Στη γναθοπροσωπική ορθοπεδική γίνεται προσπάθεια με τη βοήθεια λειτουργικών μηχανισμών να επηρεαστεί η ανάπτυξη της κάτω γνάθου. Ο κύριος στόχος της προσπάθειας αυτής είναι η διέγερση του αυξητικού δυναμικού του χόνδρου του κονδύλου της κάτω γνάθου. Τα πειράματα σε ζώα που εξέτασαν ιστολογικά το χόνδρο του κονδύλου αποκάλυψαν ότι ο χόνδρος ανταποκρίθηκε θετικά στα λειτουργικά μηχανήματα της κάτω γνάθου και ήταν εμφανής η ανάπτυξη του ιστού του χόνδρου (Zarb και Carlsson 1999). Για

τους παραπάνω λόγους πρόσφατες μελέτες επικεντρώθηκαν περισσότερο στην αντίδραση της κροταφογναθικής διάρθρωσης σε μηχανικά ερεθίσματα.

Η κροταφογναθική διάρθρωση σχηματίζεται από τον κόνδυλο και τη κροταφική γλήνη του λεπιδοειδούς οστού. Ο διαχωρισμός αυτών των δύο οστών από την άμεση επαφή είναι ο διάρθριος δίσκος. Σε αντίθεση με άλλες αρθρώσεις, οι οποίες αποτελούνται από υαλώδη χόνδρο, το τμήμα άρθρωσης της κάτω γνάθου αποτελείται από ινοχόνδρο. Ιστολογικά διακρίνονται τέσσερις ζώνες στον χόνδρο του κονδύλου της κάτω γνάθου. Το πιο επιφανειακό στρώμα ονομάζεται αρθρική ζώνη και τα κύτταρα στη ζώνη αυτή χαρακτηρίζονται από την έκφραση του πρωτεογλυκάνων 4 (Prg4). (McNamara και Carlson 1979). Η δεύτερη ζώνη είναι η πολυμορφική ζώνη, η οποία περιέχει τα πρόδρομα κύτταρα. Η τρίτη ζώνη είναι η ζώνη των πεπλατυσμένων κυττάρων. Τα κύτταρα του χόνδρου σε αυτό το στρώμα χαρακτηρίζονται από την έκφραση του κολλαγόνου τύπου II. (Ohto και συν. 2006). Η τέταρτη ζώνη είναι η υπερτροφική ζώνη. Στη ζώνη αυτή, τα χονδροκύτταρα χαρακτηρίζονται από την έκφραση του κολλαγόνου τύπου X (Luder και συν. 1988).

Το 1999 οι Kiliaridis και συν. υποστήριξαν ότι η χαμηλή μασητική λειτουργία οδηγεί σε μειωμένη ανάπτυξη του κονδύλου και σε αλλαγές στο πάχος του χόνδρου. Βρήκαν ότι οι επίμυες που τρέφονται με μια μαλακή διατροφή εμφάνισαν λεπτότερο πάχος χόνδρου στο πρόσθιο μέρος όλων των τμημάτων του κονδύλου. Σε αντίθεση, ο χόνδρος ήταν παχύτερος στην ομάδα των ζώων της μαλακής τροφής στο οπίσθιο τμήμα του κονδύλου. Το μήκος και το πλάτος του κονδύλου στην ομάδα που διατρέφονταν με μαλακή τροφή ήταν σημαντικά μικρότερα.

Οι Chen και συν. (2009) εξέτασαν τις επιδράσεις των εναλλασόμενων τρόπων φόρτισης στην έκφραση των γονιδίων στις διάφορες ζώνες του κονδύλου της κάτω γνάθου. Βρήκαν ότι η εναλλασσόμενη λειτουργική φόρτιση για 2-6 εβδομάδες προκάλεσε σημαντική μείωση στο πάχος του χόνδρου του κονδύλου. Η ανάλυση έκφρασης γονιδίων έδειξε ότι η μεταβολή της λειτουργικής φόρτισης για 4 εβδομάδες προκάλεσε μια σημαντική μείωση

στην έκφραση του SRY-box που περιέχει το γονίδιο 9 (SOX9), στην έκφραση του κολλαγόνου τύπου X (Col X), στην έκφραση του Indian hedgehog (Ihh), στην έκφραση του κολλαγόνου τύπου II (Col II) και στην έκφραση του αγγειακού ενδοθηλιακού αυξητικού παράγοντα (VEGF). Η μεταβολή της λειτουργικής φόρτισης για 6 εβδομάδες προκάλεσε μια σημαντική μείωση στην έκφραση των SOX9, κολλαγόνου τύπου II (Col II), του αγγειακού ενδοθηλιακού αυξητικού παράγοντα (VEGF) και του συνδετικού μορίου του υποδοχέα ενεργοποιητή του πυρηνικού παράγοντα κΒ (Rankl) σε σύγκριση πάντα με την φυσιολογική ομάδα φόρτισης. Εναλλασσόμενη λειτουργική φόρτιση του κονδύλου σε επίμυες για 2-6 εβδομάδες οδηγεί σε απώλεια του χόνδρου του κονδύλου και παροδική απώλεια της πυκνότητας του υποχόνδριου οστού της κάτω γνάθου.

Το 2015 οι Uekita και συν. μελέτησαν τις επιδράσεις της μαλακής διατροφής στο κολλαγόνο και τα χονδροκύτταρα του αναπτυσσόμενου χόνδρου της κροταφογναθικής διάρθρωσης. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι ο χόνδρος των επίμυων που τρέφονταν με μαλακή τροφή είχε ασθενείς ανοσοαντιδράσεις για τρεις τύπους κολλαγόνου. Επιπρόσθετα καταδείχθηκε ότι η μαλακή διατροφή επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα και την ποσότητα του κολλαγόνου του χόνδρου της κροταφογναθικής διάρθρωσης σε αναπτυσσόμενους επίμυες.

Από τη μελέτη της βιβλιογραφίας είναι φανερό πως η διαφοροποίηση της διατροφής επηρεάζει την λειτουργία των μασητηρίων μυών και κατά επέκταση τις ασκούμενες από τους μύες φορτίσεις, τόσο στα οστά των γνάθων, όσο και στο φατνιακό οστού. Κατά αυτό τον τρόπο παρατηρούνται ποιοτικές και ποσοτικές μεταβολές στα οστά των γνάθων επιμύων που έχουν διατραφεί με μαλακές τροφές. Παρόλα αυτά, τα πειράματα που έχουν γίνει σε επίμυες διαρκούν μόνο για 30 ημέρες, χρονικό διάστημα που δεν θεωρείται επαρκές για ασφαλή συμπεράσματα όσον αφορά την πραγματική οστική μείωση ή αύξηση. Επιπρόσθετα επειδή οι μηχανικές φορτίσεις είναι δυνατόν να ρυθμίζουν τη γονιδιακή έκφραση θεωρείται σκόπιμο να μελετηθεί η οστική διαφοροποίηση μετά από μεταβολή της σύστασης της διατροφής τους για

μεγαλύτερο χρονικό διάστημα τόσο στα ίδια ζώα, όσο και στους απογόνους τους.

III. Κεφαλομετρική ακτινογραφία

Το 1931 ο Broadbent δημιούργησε τον κεφαλοστάτη και σύστησε στην επιστημονική κοινότητα την τεχνική της κεφαλομετρικής ακτινογραφίας. Η τεχνική αυτή βοηθά στη μελέτη των ανατομικών και σκελετικών δομών, των μαλακών μορίων του προσώπου και της σύγκλεισης των οδοντικών φραγμών. Η κεφαλομετρική ακτινογραφία, είναι στατική και αναπαριστά σε δύο διαστάσεις τους μαλακούς και σκληρούς ιστούς ενός τρισδιάστατου συστήματος. (Fogle και συν. 2004, Auconí και συν. 2017)

Η κεφαλομετρική ακτινογραφία είναι υπεύθυνη μέχρι και σήμερα για τη διάγνωση αλλά και το πλάνο της θεραπείας των ανωμαλιών του στοματογεννητικού συστήματος. Η τεχνική αυτή μας δίνει τη δυνατότητα να μελετηθεί η αύξηση του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος μέσα στο χρόνο κάνοντας την ένα ισχυρό επιστημονικό στοιχείο.

Η ανάλυση της κεφαλομετρικής ακτινογραφίας μπορεί να γίνει με ποικίλους τρόπους. Οι περισσότερες αναλύσεις στηρίζονται σε γραμμικές μετρήσεις. Κάποιες άλλες μέθοδοι στηρίζονται σε γωνιακές μετρήσεις. Ενώ υπάρχουν αρκετές μέθοδοι που στηρίζονται στο συνδυασμό των γραμμικών και γωνιακών μετρήσεων. Τέλος υπάρχουν αναλύσεις που στηρίζονται στην ανάλυση των τόξων.

Για την επεξεργασία των διάφορων μεθόδων κεφαλομετρικής ανάλυσης απαραίτητο είναι να καθορισθούν και να εντοπισθούν σημεία πάνω στη κεφαλομετρική ακτινογραφία. Η κάθε κεφαλομετρική ανάλυση ξεχωριστά ορίζει και την επιλογή των κεφαλομετρικών σημείων. Ο εντοπισμός των κεφαλομετρικών σημείων ορίζεται πάνω στις ανατομικές δομές που αναπαριστώνται στην κεφαλομετρική ακτινογραφία. Κατ'αυτό το τρόπο για το σωστό ορισμό ενός σημείου πάνω στην ακτινογραφία χρειάζονται ειδικές ανατομικές και ακτινολογικές γνώσεις. Τα κεφαλομετρικά σημεία διακρίνονται

σε τρεις κατηγορίες. Τα σκελετικά που ορίζονται πάνω στις προβολές των οστών, τα οδοντικά που είναι σημεία οδοντικών ιστών και τα σημεία των μαλακών ιστών. Μπορούν να διακριθούν επίσης σε ανατομικά και κατασκευασμένα σημεία.

Κεφαλομετρικές γραμμές ή αλλιώς αποστάσεις ορίζονται αυτές που προκύπτουν από την ένωση δύο κεφαλομετρικών σημείων. Επίσης κεφαλομετρικές αποστάσεις μπορούν να είναι και η απόσταση ενός κεφαλομετρικού σημείου από μία ευθεία ή ακόμα και η απόσταση των προβολών δύο σημείων πάνω σε μία ευθεία στο ιχνογράφημα.

Κεφαλομετρικές γωνίες ορίζονται ως γωνίες που προκύπτουν από την τομή κεφαλομετρικών επιπέδων μεμονωμένων γραμμών ή και σε συνδυασμό των δύο.

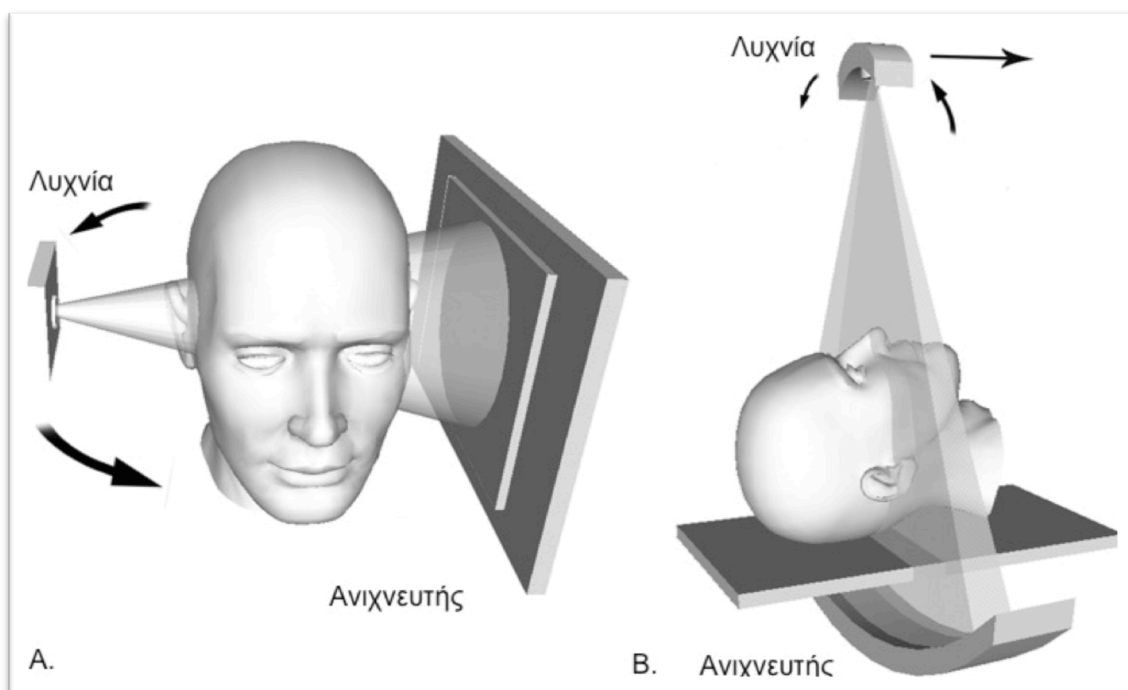
IV. Υπολογιστική τομογραφία κωνικής δέσμης

Η υπολογιστική τομογραφία κωνικής δέσμης είναι η πλέον σύγχρονη απεικονιστική τεχνική του σπλαχνικού κρανίου η οποία έχει χρησιμοποιηθεί σε διάφορους τομείς της ιατρικής (αγγειογραφία, μαστογραφία κ.α.). Η τεχνική αυτή βασίζεται στην αρχή της «χαμηλής δόσης, κωνικής δέσμης, υπολογιστικής τομογραφίας».

Η υπολογιστική τομογραφία κωνικής δέσμης αποτελείται από την ακτινογραφική λυχνία (τροφοδοτικό) που εκπέμπει τη δέσμη των ακτίνων Χ σε κωνικό σχήμα και το σύστημα ανίχνευσης του τομογράφου (ανιχνευτή). Το μηχανικό μέρος του τομογράφου που περιλαμβάνει τη λυχνία και τον ανιχνευτή ονομάζεται σαρωτής. Η κωνική δέσμη ακτίνων Χ είναι το χαρακτηριστικό που κάνει την υπολογιστική τομογραφία κωνικής δέσμης να διαφέρει από την κλασική αξονική τομογραφία που χρησιμοποιεί λεπτή τριγωνική δέσμη. (Εικ. 4)

Η ακτινογραφική λυχνία περιστρέφεται γύρω από το κέντρο της περιοχής ενδιαφέροντος. Κατά την περιστροφή αυτή λαμβάνονται πολλαπλές (150-600+) διαδοχικές προβολές του πεδίου ενδιαφέροντος (field of view, FOV). Η περιστροφή αυτή μπορεί να είναι πλήρης (360°) γύρω από την περιοχή ενδιαφέροντος ή να είναι και μερική (180°). Με τον τρόπο αυτό λαμβάνεται το τρισδιάστατο είδωλο του αντικειμένου που ακτινοβολήθηκε από διαφορετικές γωνίες, το οποίο ονομάζεται ακατέργαστη πληροφορία (Raw Data). Η διαδικασία αυτή ονομάζεται πρωτογενής ανασύνθεση (Primary Reconstruction). Το τρισδιάστατο αυτό είδωλο αποθηκεύεται στη μνήμη του ηλεκτρονικού υπολογιστή και με την εφαρμογή ειδικών αλγορίθμων ο υπολογιστής δημιουργεί από αυτό τις εγκάρσιες τομές σε δεύτερο χρόνο. Το φαινόμενο κατά το οποίο οι εγκάρσιες τομές γίνονται σε δεύτερο χρόνο μέσω του λογισμικού δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας μιας τρισδιάστατης εικόνας με πολύ χαμηλή ακτινοβολία σε σχέση με την ακτινοβολία των ιατρικών αξονικών τομογράφων. (Miracle και Mukherji, 2009).

Η υπολογιστική ακτινογραφία κωνικής δέσμης έχει πολλά πλεονεκτήματα στην κλινική πράξη. Το 2008 ο Ballrick και οι συν. απέδειξαν ότι ο αξονικός τομογράφος κωνικής δέσμης είχε την τάση να υποτιμά την πραγματική απόσταση της μέτρησης. Αυτή η υποτίμηση εμφανίστηκε κατά 94,4% σε όλες τις μετρήσεις. Παρόλα αυτά η υποτίμηση αυτή ήταν μικρότερη από 0,1mm το οποίο χαρακτηρίστηκε ως κλινικά αποδεκτό. Το 2011 ο Kamburoglu και οι συν. απέδειξαν ότι οι μετρήσεις του τρισδιάστατου αντικειμένου που προκύπτει από τον υπολογιστικό τομογράφο κωνικής δέσμης είναι ακριβής.



Εικ. 4. Α. Αρχή λειτουργίας υπολογιστικής τομογραφίας κωνικής δέσμης.
Β. Αρχή λειτουργίας ιατρικής αξονικής τομογραφίας.

V. Βασικές αρχές μορφομετρίας

Η μορφομετρία είναι η επιστήμη κατά την οποία μελετάται η μεταβολή και η αλλαγή είτε στο μέγεθος είτε στο σχήμα των οργανισμών. Εμπεριέχει τόσο μορφολογία όσο και τη στατιστική αλλά και μαθηματική ανάλυση της μορφής (mathematical shape analysis). (Webster M. 2006, Dryden I.L και Mardia KV. 1998, Bookstein FL. 1991)

Η πρώτη χρήση της μορφομετρίας παρατηρείται στις αναλύσεις που έγιναν για τη μελέτη οργανισμών και απολιθωμάτων τους αλλά στις μέρες μας πλέον έχει ευρεία εφαρμογή.

Στόχος της μορφομετρίας είναι ο ποσοτικός προσδιορισμός του σχήματος, κατά τον οποίο επιτρέπεται η σύγκριση σύνθετων σχημάτων με τη χρήση στατιστικών μετρήσεων αποφεύγοντας έτσι το λάθος από την υποκειμενική μέτρηση του ερευνητή.

Η μορφομετρία διαχωρίζεται σε δύο κύριες κατηγορίες:

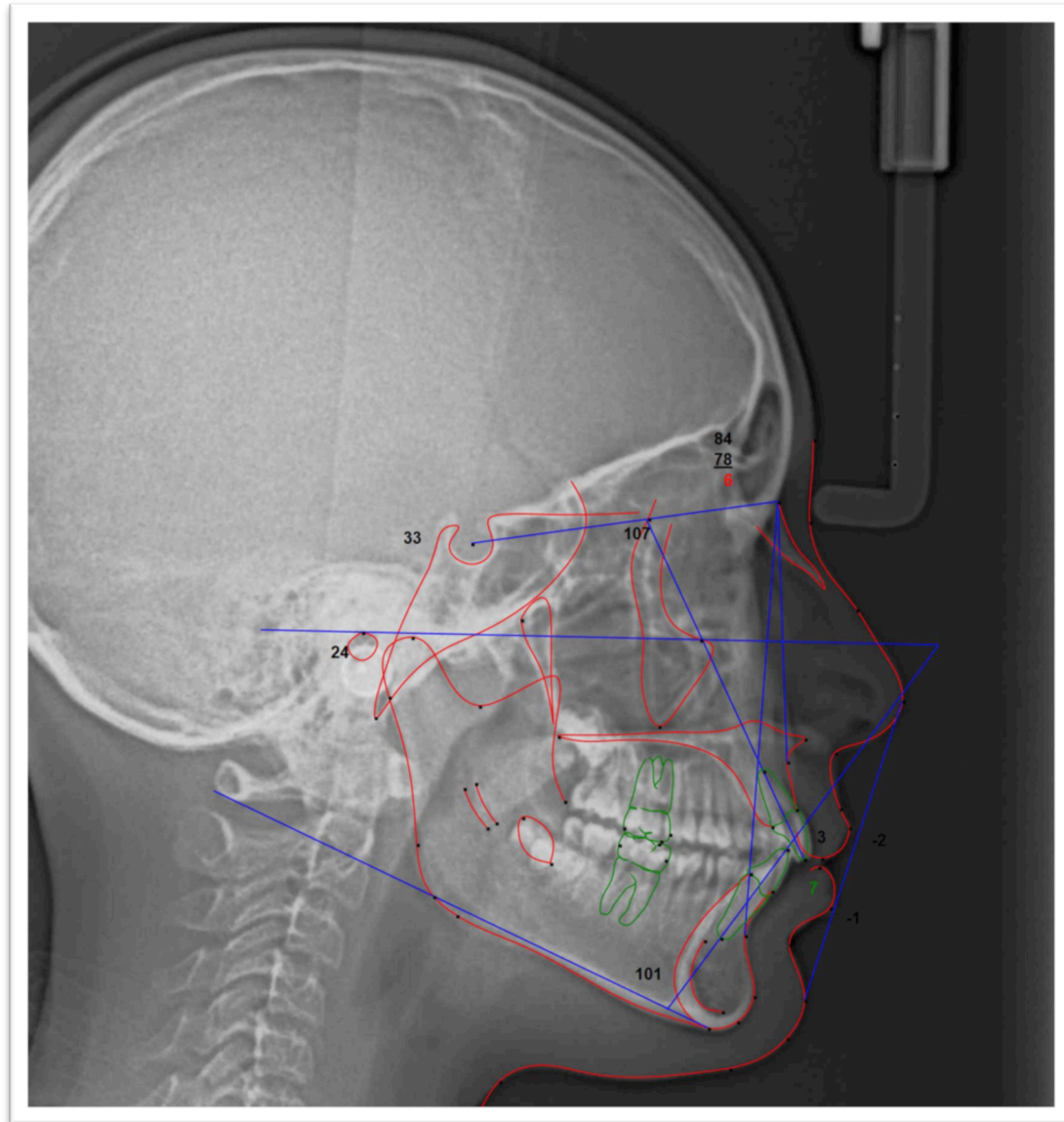
1. Την παραδοσιακή μορφομετρία
2. Τη γεωμετρική μορφομετρία.

Η παραδοσιακή μορφομετρία (Traditional morphometrics) μετρά τις αποστάσεις, τις γωνίες και τις επιφάνειες των οργανισμών ενώ η γεωμετρική μορφομετρία μελετά τη κατανομή σημείων (Landmarks), τα οποία έχουν προσδιοριστεί αυστηρώς πάνω στο σχήμα του οργανισμού. (Marcus LF. 1990).

1. Παραδοσιακή Μορφομετρία

Η παραδοσιακή μορφομετρία (Marcus LF. 1990) ονομάζεται αλλιώς και πολυπαραγοντική μορφομετρία (multivariate morphometrics) (Blakith RE και Rayment RA 1971) και αυτό γιατί την διακρίνει η εφαρμογή πολυπαραγοντικών αναλύσεων σε ζεύγη μορφολογικών μεταβλητών.

Οι Γραμμικές μετρήσεις, οι μετρήσεις γωνιών καθώς και οι αναλογίες αυτών χαρακτηρίζονται ως μεταβλητές.(Εικ.5) Στατιστικές μέθοδοι όπως PCA, CVA, Factor analysis και discriminant function analysis χρησιμοποιούνται για να προσδιορισθεί η ποσοτικοποίηση της συνδιακύμανσης των μορφολογικών μετρήσεων και το σχέδιο της στο δείγμα ή μεταξύ των δειγμάτων.



Εικ. 5. McKee analysis

Η παραδοσιακή μορφομετρία εφαρμόζεται σε μελέτες αύξησης. Κατά την εφαρμογή αυτής της μεθοδολογίας παρατηρούνται αλλαγές στα μεγέθη των γραμμικών μετρήσεων αλλά είναι αδύνατον να χαρτογραφήσουμε το πώς αυτές συντελούνται.

Η μεθοδολογία αυτή έχει όμως και μειονεκτήματα όπως η επιρροή του μεγέθους στο σχήμα και πως διαφέρει το τελικό αποτέλεσμα βάσει των μεθόδων που επιλέγονται για να διορθώσουν το λάθος μέγεθος. Επίσης λόγω της έλλειψης ομόλογων σημείων είναι αδύνατον να προσδιορισθεί η ομολογία γραμμικών μετρήσεων. Ένα ακόμα μειονέκτημα αυτής της μεθοδολογίας είναι η πιθανή λανθασμένη μέτρηση του ίδιου ζεύγους μετρήσεων από δύο διαφορετικά σχήματα. Αρκετές μετρήσεις μεταβάλλονται δημιουργώντας πρόβλημα στη στατιστική ανάλυση. Τέλος λόγω του ότι οι γεωμετρικές σχέσεις των μεταβλητών δε διατηρούνται είναι δύσκολο να γίνει αναπαράσταση του σχήματος χρησιμοποιώντας γραμμικές μετρήσεις.

2. Γεωμετρική Μορφομετρία

Τα μειονεκτήματα που είχαν να αντιμετωπίσουν οι ερευνητές τους οδήγησαν στην ανακάλυψη εναλλακτικών μεθόδων για την ποσοτικοποίηση και τη μορφολογική ανάλυση του περιγράμματος και των συντεταγμένων σημείων. Οι πρώτες γεωμετρικές αναλύσεις μορφής ήταν οι μέθοδοι του περιγράμματος (outline methods). Σύμφωνα με αυτές τις μεθόδους γίνεται ψηφιοποίηση των σημείων ενός περιγράμματος, δημιουργούνται μαθηματικές συναρτήσεις (Fourier analysis) και συγκρίνονται καμπύλες με τη χρήση συντελεστών συναρτήσεων ως μεταβλητές σχήματος σε μια πολυπαραγοντική ανάλυση.

Δυστυχώς όμως και η μορφομετρική ανάλυση του περιγράμματος δεν είναι σε θέση να συγκρίνει ομόλογα σημεία. Απλοποιεί σύνθετα σχήματα περιορίζοντας την ανάλυση στο περίγραμμα και δε λαμβάνει υπ'όψη τις εσωτερικές αλλαγές. Επηρεάζεται από το θόρυβο, δεν είναι εγκυρη στα μωτερα αντικείμενα και η στατιστική επεξεργασία είναι διφορούμενη. (EFA, Eigenshape analysis) (McLeod N. 1999).

Η γεωμετρική μορφομετρία στηρίζεται στη στατιστική ανάλυση του σχήματος πάνω σε συντεταγμένες σημείων στο καρτεσιανό σύστημα. Η μέθοδος αυτή έδωσε λύση σε αρκετά προβλήματα που προέκυπταν από την παραδοσιακή μορφομετρία αλλά δυστυχώς παρουσιάζει αδυναμία στις μετρήσεις

δισδιάστατων δεδομένων. Η αδυναμία αυτή βρίσκεται κυρίως στη λήψη τρισδιάστατων δεδομένων από τους ερευνητές όπως και στον περιορισμό της απεικόνισης των αποτελεσμάτων σε δισδιάστατα μέσα. Η μέθοδος αυτή είναι βασισμένη στην επιλογή και τον καθορισμό σημείων, στον περιορισμό του σχήματος, στην αλληλεπίθεση και τέλος στη στατιστική επεξεργασία.

Η επιλογή σημείων παίζει καθοριστικό ρόλο για τις περαιτέρω αναλύσεις κατά τη γεωμετρική μορφομετρική ανάλυση.

Τα σημεία αυτά διακρίνονται σε 3 ομάδες (Dryden I.L και Mardia KV.1998):

1. Τα μορφολογικά σημεία
2. Τα ψευδοσημεία
3. Τα ημι-μορφολογικά σημεία (semilandmarks)

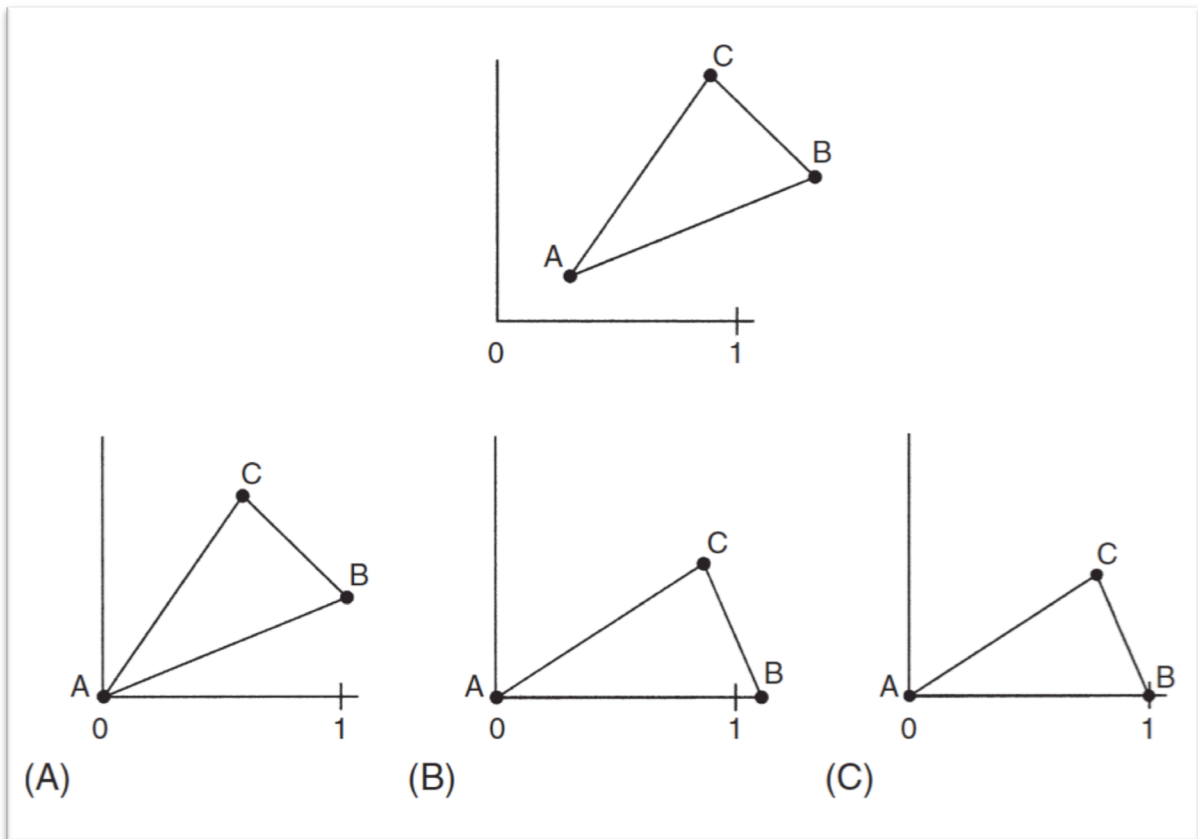
Τα μορφολογικά σημεία αποτελούν ομόλογες ανατομικές περιοχές, οι οποίες δεν αλλάζουν την τοπολογική τους θέση σε σχέση με άλλα σημεία, παρέχουν επαρκή κάλυψη της μορφολογίας, μπορούν να προσδιοριστούν επανειλημμένως με ακρίβεια και βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο αναφοράς. Τα ψευδοσημεία είναι σημεία τα οποία ορίζονται από σχετικές τοποθεσίες, όπως για παράδειγμα το σημείο της μεγαλύτερης καμπυλότητας ενός οστού. Τα ημισημεία είναι αυτά τα σημεία που προσδιορίζονται σε σχέση με άλλα μορφολογικά σημεία.

Το 1991, ο Bookstein, ταξινόμησε τα μορφολογικά σημεία βάσει του βαθμού τυπικού προσδιορισμού αλλά και των επιγενετικών δεδομένων σε τρεις κατηγορίες. Ο πρώτος τύπος αναφέρεται στα σημεία αυτά που ορίζονται από τη θέση και τη σχέση γειτονικών ιστών και επιτρέπουν την αναγνώριση της διεύθυνσης δυνάμεων ή των αποτελεσμάτων διαδικασιών που μετακινούν τα σημεία. Ο δεύτερος τύπος καταδεικνύει τα σημεία που ορίζονται από τη μέγιστη καμπυλότητα και χαρακτηρίζονται από την απουσία πληροφοριών των γειτονικών ιστών. Ο τρίτος τύπος σημείων είναι τα σημεία που ορίζονται ως μέγιστες αποστάσεις από άλλα σημεία. Τα σημεία αυτά αναγνωρίζονται μόνο πάνω σε άξονες της συνολικής δομής γιατί αναφέρονται σε δομές μεγαλύτερης γεωμετρικής κλίμακας.

Η επιλογή των μορφολογικών σημείων στηρίζεται στην ομολογία, δηλαδή τα σημεία αυτά όχι μόνο εκφράζουν την ίδια λειτουργία, αναπτυξιακή καταγωγή αλλά και προσδιορίζονται στην ίδια ανατομική περιοχή μεταξύ οργανισμών. Ένας ακόμα παράγοντας που παίζει ρόλο στην επιλογή των σημείων αυτών είναι η σταθερότητα της σχετικής θέσης. Η σταθερότητα της σχετικής θέσης μπορεί να επηρεαστεί από δραστικές αλλαγές στο σχήμα που έχουν σαν αποτέλεσμα να χάνεται η ακριβής θέση των σημείων. Επίσης σημαντικό είναι η επαρκής κάλυψη της μορφολογίας έτσι ώστε να υπάρχουν τα απαραίτητα δεδομένα για την αναγνώριση αλλά και τον προσδιορισμό των αλλαγών. Τέλος αλλά εξίσου σημαντική είναι η δυνατότητα του εντοπισμού και επαναπροσδιορισμού των σημείων χωρίς σφάλμα (επαναληψιμότητα).

Η μέθοδος της γεωμετρικής μορφομετρίας επηρεάζεται άμεσα από το σχήμα, το μέγεθος αλλά και τη μορφή του αντικειμένου-οργανισμού. Στη μέθοδο αυτή σχήμα ορίζονται όλες οι γεωμετρικές πληροφορίες που απομένουν έπειτα από την αφαίρεση της κλίμακας του μεγέθους, της θέσης και της περιστροφής.(Kendall D.G. και Kendall W.S. 1977). Ο ορισμός αυτός συμπληρώθηκε από τους Kendall και Maria το 1998 οι οποίοι θεώρησαν ως επιπλέον προϋπόθεση την έννοια της ανάκλασης.(Dryden I.L και Mardia KV.1998). Απαραίτητη προϋπόθεση για τη σύγκριση των μορφών είναι η αφαίρεση της κλίμακας του μεγέθους (μεγέθυνση). Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση των σημείων μιας διαμόρφωσης, τόσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος της μορφής και κατά συνέπεια η κλίμακα. Βάσει του ορισμού του σχήματος, το σχήμα καθίσταται διαχωρισμένο από το μέγεθος. Αυτό όμως δε σημαίνει ότι είναι και στατιστικά ανεξάρτητο.(Mosimann J.E. 1970). Η μορφή ενός οργανισμού περιλαμβάνει όλα τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που προκύπτουν από την αφαίρεση της θέσης και της περιστροφής. Ο ορισμός είναι παρόμοιος με αυτόν του σχήματος μόνο που δεν εξαιρεί τη μεταβλητότητα λόγω κλίμακας και χρησιμοποιείται κυρίως από βιολόγους που αμφισβητούν την εφαρμογή του σχήματος σε διάφορα βιολογικά πλαίσια και μελετούν το μέγεθος μαζί με το σχήμα.

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που συντελούν στο σχήμα μπορούν να εφαρμοστούν σε απλές μορφές όπως ένα τρίγωνο $AB\Gamma$ επιτρέποντας τον προσδιορισμό ενός συστήματος συντεταγμένων στο καρτεσιανό. Το σχήμα αυτό μπορεί να μετακινηθεί τοποθετώντας ένα σημείο του στη θέση $(0,0)$. Στη συνέχεια να περιστραφεί έχοντας τη βάση στον άξονα X και να διορθωθεί η κλίμακα έτσι ώστε το σημείο B να προσδιορίζεται από τις συντεταγμένες $(1,0)$. Κατ' αυτό το τρόπο πολλά άλλα ακόμα και διαφορετικά σε σχήμα τρίγωνα μπορούν να συγκριθούν έχοντας κοινό το σύστημα συντεταγμένων δύο σημείων $(0,0)$ και $(0,1)$. (Εικ. 6)



Εικ.6. Α. Μετακίνηση, Β. Περιστροφή, Γ. Κλιμακοποίηση. Zelditch 2004

Το 1991 ο Bookstein απέδειξε ότι η επιλογή της βασικής γραμμής δεν επηρεάζει στατιστικά το αποτέλεσμα. Τα σημεία της βασικής γραμμής δε θα πρέπει να είναι τυχαία αντιθέτως θα πρέπει να προσδιορίζονται εύκολα και να μην βρίσκονται πολύ κοντά για να αποφευχθεί ο θόρυβος στα υπόλοιπα σημεία.

3. Μέθοδοι αλληλεπίθεσης

Προκειμένου να γίνει σύγκριση των σχημάτων- διαμορφώσεις σημείων θα πρέπει να εφάπτονται το ένα πάνω στο άλλο χρησιμοποιώντας μαθηματικές διαδικασίες, οι οποίες δεν μεταβάλλουν το σχήμα. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται αλληλεπίθεση και έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι για την επίτευξη της.

Η μέθοδος Bookstein είναι η αλληλεπίθεση κατα την οποία καθορίζεται ως γραμμή αναφοράς (σταθερός προσανατολισμός και μήκος) η γραμμή μεταξύ δύο σταθερών σημείων (0,0) και (1,0). Ένας ακόμα τρόπος για την επίτευξη της αλληλεπίθεσης είναι η χρήση της καταγραφής της κυλιόμενης γραμμής αναφοράς (SBR, Sliding baseline registration). Αποτέλεσμα αυτής της μεθόδου είναι η γραμμή αναφοράς να μετακινείται στον άξονα X διότι σταθεροποιούνται οι συντεταγμένες Y στο 0 έχοντας τις X συντεταγμένες να μεταβάλλονται έτσι ώστε να τοποθετηθούν οι X συντεταγμένες των κεντροειδών στο 0. Βάσει των δύο αυτών μεθόδων παρατηρείται αυξημένη μεταφερόμενη μεταβλητότητα. Η μέθοδος που φαίνεται να επιλύει το πρόβλημα αυτό είναι η γενικευμένη αλληλεπίθεση προκρούστη (GIS).

Το 1990, ο Rohif περιέγραψε τη μέθοδο GIS, η οποία στηρίζεται στην ελαχιστοποίηση της απόστασης προκρούστη (του αθροίσματος του τετραγώνου των αποστάσεων των αντίστοιχων σημείων) αφαιρώντας τους παράγοντες θέση, κλίμακα και περιστροφή των υπο σύγκριση σχημάτων. Το πρώτο βήμα στην αλληλεπίθεση αυτή είναι το κεντράρισμα κάθε διαμόρφωσης με την αφαίρεση των συντεταγμένων του κεντροειδούς από τις αντίστοιχες (X,Y) συντεταγμένες κάθε σημείου. Έτσι επιτυγχάνεται η μετακίνηση κάθε κεντροειδούς στον ορίζοντα και όλες οι συντεταγμένες αντιπροσωπεύουν την απόκλισή τους από το κεντροειδές. Στο επόμενο βήμα

γίνεται κλιμακοποίηση κάθε διαμόρφωσης. Τέλος επιλέγεται μια διαμόρφωση ως αναφορά και έπειτα γίνεται περιστροφή των διαμορφώσεων στόχων για ελαχιστοποίηση της απόστασης του προκρούστη. Τα βήματα αυτά αποτελούν τη μερική αλληλεπίθεση προκρούστη. Η πλήρης αλληλεπίθεση προκρούστη πρέπει να περιέχει επιπρόσθετα την πλήρη απόσταση προκρούστη, καθώς και την κλιμακοποίηση των διαμορφώσεων στο νέο μέγεθος κεντροειδούς.

Οι Siegel και Benson το 1982 στην προσπάθειά τους να ελαχιστοποιήσουν την ευαισθησία που παρατηρείται σε μεγάλες μετατοπίσεις ορισμένων σημείων κατά τη GLS μέθοδο, δημιούργησαν την RFTRA (resistant fit theta-rho analysis) αλληλεπίθεση. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί επαναλαμβανόμενες μέσες τιμές για τον προσδιορισμό της κλίμακας και περιστροφής που απαιτείται για την αλληλεπίθεση.

4. Μέθοδοι ιεράρχησης

Οι μέθοδοι ιεράρχησης δίνουν τη δυνατότητα στους ερευνητές να περιγράψουν και να προσδιορίσουν τη μεταβλητότητα σχημάτων σε ένα δείγμα. Τέτοιες μέθοδοι είναι η ανάλυση κυρίων συνιστώσων (PCA-principal component analysis) και η ανάλυση κανονικών μεταβλητών CVA (Canonical variate analysis). Οι δύο μέθοδοι στηρίζονται στη δημιουργία νέων μεταβλητών. Οι μεταβλητές αυτές είναι γραμμικοί συνδυασμοί των αρχικών μεταβλητών. Η ανάλυση κυρίων συνιστώσων μπορεί να προσδιορίσει τη μεταβλητότητα μεταξύ ατόμων σε ένα δείγμα ενώ η ανάλυση κανονικών μεταβλητών καταδεικνύει τη σχετική θέση ομάδων σε ένα δείγμα.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Ι.Σκοπός

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να μελετηθεί η επίδραση της μακροχρόνιας χορήγησης μαλακής και σκληρής τροφής σε επίμυες, σε βάθος χρόνου τριών γενεών, όσον αφορά τη μορφοποίηση των γνάθων. Επιπρόσθετα θα μελετηθεί η πιθανή διαφοροποίηση της αύξησης των γνάθων από μακροχρόνια λήψη μαλακής τροφής.

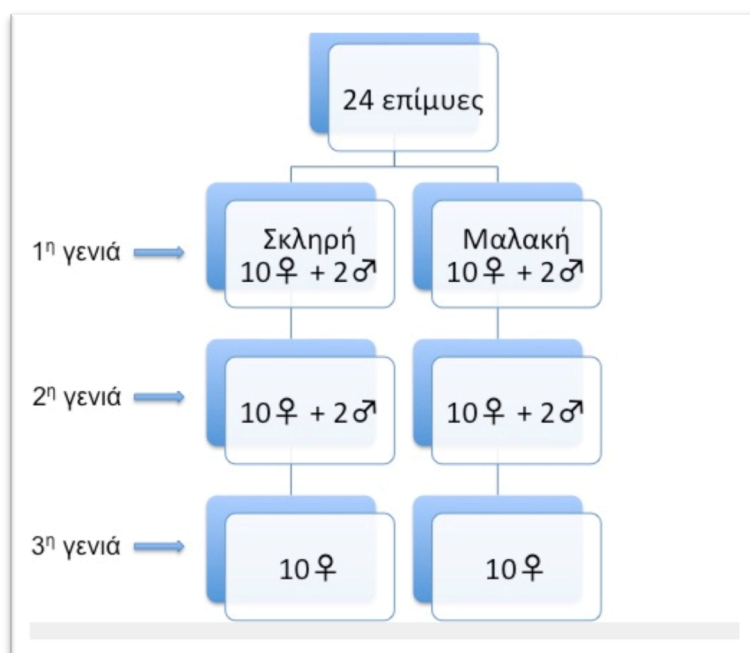
Τα ερευνητικά ερωτήματα που θα απαντηθούν μέσα από την έρευνα αυτή είναι τα ακόλουθα:

1. Ποιά είναι η επίδραση της σκληρής διατροφής στην γναθοπροσωπική μορφολογία σε αναπτυσσόμενους επίμυες σε βάθος 3 γενεών.
2. Ποιά είναι η επίδραση της μαλακής διατροφής στην γναθοπροσωπική μορφολογία σε αναπτυσσόμενους επίμυες σε βάθος 3 γενεών.
3. Ποιά είναι η επίδραση της μακροχρόνιας μεταβολής της σύστασης της διατροφής στην γναθοπροσωπική μορφολογία σε αναπτυσσόμενους επίμυες.
4. Ποιά είναι η σχέση μεταξύ βάρους των επίμυων και της σύστασης της τροφής.

II. Υλικά και μέθοδοι

1. Πειραματική διαδικασία

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν συνολικά εβδομήντα δύο (72) επίμυες wistar. Αρχικά είκοσι (20) θηλυκοί και τέσσερις (4) αρσενικοί επίμυες Wistar αμέσως μετά τον απογαλακτισμό τους αφίχθησαν και εξετάστηκαν στο Εργαστήριο Πειραματικής Χειρουργικής και Χειρουργικής Έρευνας << N. Χρηστέας >> του Ιατρικού τμήματος του Πανεπιστημίου Αθηνών. Έπειτα οι θηλυκοί επίμυες χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες με ίδιο αριθμό ζωϊκών προτύπων (ομάδα 1, ομάδα 3), 10 σε κάθε ομάδα. Η ίδια διαδικασία ακολούθησε και για τους αρσενικούς επίμυες (ομάδα 2, ομάδα 4), 2 σε κάθε ομάδα. Στην ομάδα θηλυκών επιμύων (ομάδα 1) και στη ομάδα αρσενικών επιμύων (ομάδα 2) χορηγήθηκε σκληρή τροφή ενώ στις άλλες δύο ομάδες των θηλυκών και αρσενικών επιμύων (ομάδα 3, ομάδα 4) χορηγήθηκε μαλακή τροφή για 30 ημέρες. Την τριακοστή πρώτη ημέρα του πειράματος οι αντίστοιχες θηλυκές και αρσενικές ομάδες που λάμβαναν την ίδια σύσταση τροφής (ομάδα 1, ομάδα 3 και ομάδα 2, ομάδα 4) διασταυρώθηκαν με σκοπό την αναπαραγωγή ζώων που συνέχισαν να διατρέφονται με την ίδια σύσταση τροφής που διατρέφονταν και οι γεννήτορές τους. Η διαδικασία αναπαραγωγής επαναλήφθηκε με τον ίδιο ακριβώς τρόπο για τις επόμενες δύο γενιές. (Εικ 7)



Εικ. 7 Πειραματική Διαδικασία

Τα ζωικά πρότυπα παρέμεναν σε κλουβιά από ανοξειδωτο χάλυβα (Εικ. 6) σε ομάδες 2-4 ανά κλουβί με σταθερό κύκλο φωτισμού/σκότου (12 ωρών έχοντας ελεύθερη πρόσβαση στο νερό βρύσης αλλά και στην τροφή κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η σκληρή τροφή διακρινόταν από τη τυπική διατροφή εργαστηρίου (τροφή ανάπτυξης της εταιρείας mucedola) και η μαλακή τροφή δημιουργούνταν από την τριμμένη τυπική διατροφή αναμεμιγμένη με νερό σε αναλογία 2:5. Το μίγμα αυτό παρέμενε σε αεροστεγώς κλεισμένο δοχείο για 8 ώρες έτσι ώστε να μην υπάρχουν σκληρά μέρη στην τροφή. Η ποσότητα της τυπικής διατροφής ήταν η ίδια και στις δύο ομάδες (1 δοχείο μεζούρας σε κάθε κλουβί). Η θερμοκρασία του χώρου ρυθμίστηκε μεταξύ 18-22°C και η σχετική υγρασία ήταν 55-66%. Τα ζωικά πρότυπα τοποθετήθηκαν σε κλουβιά ανοιχτής βάσης.

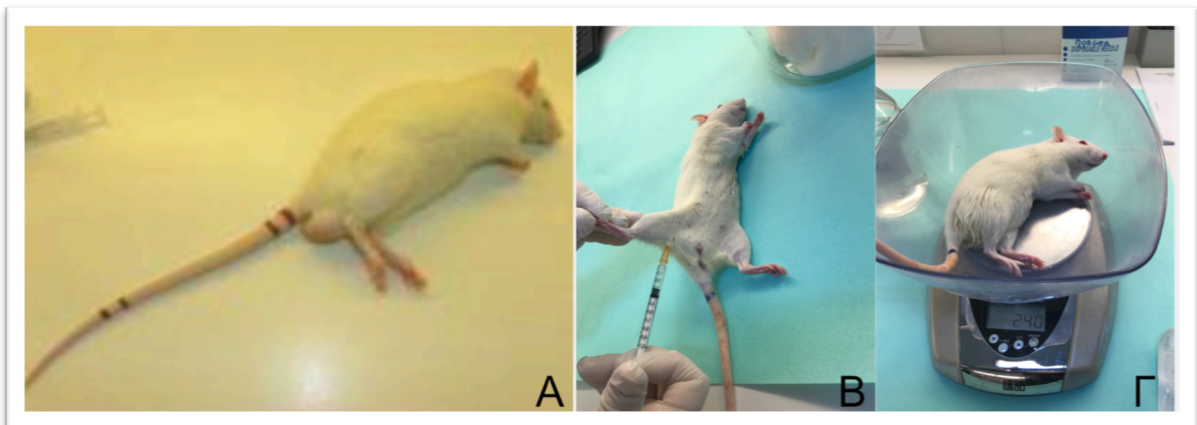
Το ερευνητικό πρωτόκολλο βρισκόταν σε συμφωνία με τις οδηγίες του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Κοινότητας της 24^{ης} Νοεμβρίου 1986 (86/609/EEC) και τις κατευθυντήριες γραμμές του Συμβουλίου της Αμερικάνικης Κοινότητας Ψυχολογίας (1980). Το ερευνητικό πρωτόκολλο έχει εγκριθεί από την επιτροπή Δεοντολογίας και Έρευνας του Ιατρικού Τμήματος του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών καθώς και από τη Διεύθυνση Κτηνιατρικής Υπηρεσίας της Νομαρχίας Αθηνών. Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος ελήφθησαν επαρκή μέτρα ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο πόνος και η δυσφορία των ζωικών προτύπων.

Όλες οι θηλυκές επίμυες κωδικοποιήθηκαν (Πιν. 1). Στην κωδικοποίηση χρησιμοποιήθηκε το "Α" για να προσδιορίσει την πρώτη γενιά το "Β" για να προσδιορίσει τη δεύτερη και το "Γ" για να προσδιορίσει την Τρίτη. Η ομάδα που τρεφόταν με σκληρή τροφή κωδικοποιήθηκε ως "Σ" ενώ αυτή που τρεφόταν με μαλακή τροφή ως "Μ". Φυσικοί αριθμοί χρησιμοποιήθηκαν για να διακρίνουν τους επίμυες των ίδιων ομάδων (1-12). Για τους φυσικούς αριθμούς έγινε σήμανση όλων των πειραματοζώων στην ουρά.(Εικ. 8)

Κατά την ολοκλήρωση του πειράματος, πραγματοποιήθηκε ευθανασία όλων των επίμυων με συνδυασμό διαλύματος κεταμίνης 200mg/kg βάρους σώματος (ενδομυικά) και διαλύματος πεντοθάλης. (Εικ. 9) Τέλος έγινε λήψη του κρανίου αφού αφαιρέθηκε το δέρμα. Τα κρανία παρασκευάσθηκαν και τοποθετήθηκαν για συντήρηση σε φορμόλη 10% μέσα σε ειδικά δοχεία όπου αναγράφονταν η κωδικοποίηση του κάθε ζώου.(Εικ.10)



Εικ. 8 Κλουβιά από ανοξείδωτο χάλυβα σε ομάδες 2-4 ανα κλουβί.



Εικ. 9. Α. Σήμανση των πειραματοζώων στην ουρά. Β. Νάρκωση των επίμυων. Γ. Μέτρηση του βάρους.



Εικ. 10. Δοχεία τοποθέτησης κρανίων

	Σκληρή	Μαλακή
1 ^η γενιά	1ΣΑ, 2ΣΑ, 3ΣΑ, 4ΣΑ, 5ΣΑ, 6ΣΑ, 7ΣΑ, 8ΣΑ, 9ΣΑ, 10ΣΑ	1ΜΑ, 2ΜΑ, 3ΜΑ, 4ΜΑ, 5ΜΑ, 6ΜΑ, 7ΜΑ, 8ΜΑ, 9ΜΑ, 10ΜΑ
2 ^η γενιά	1ΣΒ, 2ΣΒ, 3ΣΒ, 4ΣΒ, 5ΣΒ, 6ΣΒ, 7ΣΒ, 8ΣΒ, 9ΣΒ, 10ΣΒ	1ΜΒ, 2ΜΒ, 3ΜΒ, 4ΜΒ, 5ΜΒ, 6ΜΒ, 7ΜΒ, 8ΜΒ, 9ΜΒ, 10ΜΒ
3 ^η γενιά	1ΣΓ, 2ΣΓ, 3ΣΓ, 4ΣΓ, 5ΣΓ, 6ΣΓ, 7ΣΓ, 8ΣΓ, 9ΣΓ, 10ΣΒ	1ΜΓ, 2ΜΓ, 3ΜΓ, 4ΜΓ, 5ΜΓ, 6ΜΓ, 7ΜΓ, 8ΜΓ, 9ΜΓ, 10ΜΓ

Πίνακας 1. Κωδικοποίηση των θηλυκών επίμυων.

2. Μέθοδος και ψηφιοποίηση ακτινογραφίας

Τα θηλυκά ζώα κάθε ομάδας μετά τον απογαλακτισμό των νεογνών τους και πριν την ευθανασία τους υπεβλήθησαν σε πλάγια κεφαλομετρική ακτινογραφία και υπολογιστική τομογραφία κωνικής δέσμης. Η διαδικασία της νάρκωσης όπως και της ακτινοβόλησης των επίμυων έγινε στο εργαστήριο έρευνας παθήσεων του μυοσκελετικού συστήματος << Θ. Γαροφαλίδης>> Ιατρική Σχολή Πανεπιστημίου Αθηνών στο νοσοκομείο ΚΑΤ. Τα ζώα υπέστησαν νάρκωση έτσι ώστε να τοποθετηθούν σε σταθερή θέση για να ληφθούν οι ακτινογραφίες. Η νάρκωση έγινε με τα ενέσιμα Rompun 25ml και Imalgen 100ml. Ένας ειδικός κεφαλοστάτης

χρησιμοποιήθηκε για τη λήψη των πλάγιων κεφαλομετρικών ακτινογραφιών όπως περιγράφηκε από τους Tsolakis και συν. Αμέσως μετά τη νάρκωση οι επίμυες τοποθετούνταν κατακόρυφα στον ειδικό κεφαλοστάτη με τη κεφαλή τους προς το επάνω. (Εικ. 11). Σε αυτή την πλάγια θέση οι επίμυες στηρίζονταν από τα άνω πρόσθια δόντια τους σε ορθοδοντικό ελαστικό νήμα από καρφίδα που ήταν προσαρμοσμένη στο κατακόρυφο στέλεχος του κεφαλοστάτη, έχοντας τα πλάγια εξαρτήματα τοποθετημένα στους έξω ακουστικούς πόρους. Για τις πλάγιες κεφαλομετρικές ακτινογραφίες χρησιμοποιήθηκε το οδοντιατρικό ακτινογραφικό μηχάνημα Siemens Nanodor1 και αποτυπώθηκαν σε ακτινογραφικά πλακίδια Carestream Insight No4 (3.1 x 4.4 cm). (Εικ.12). Ο χρόνος εκθέσεως κατά την διαδικασία της ακτινοβολήσης ήταν 0.8 δευτερόλεπτα και τα στοιχεία της ακτινοβολήσης ήταν 15 milliamperes και 75 kilovolts. Ο υπολογιστικός τομογράφος κωνικής δέσμης Newtom VGeno™ χρησιμοποιήθηκε για τρισδιάστατη απεικόνιση του κρανίου και των γνάθων ειδικότερα. (Εικ. 13). Το κρανίο των επίμυων τοποθετούνταν στο κέντρο της περιοχής ενδιαφέροντος. Ο χρόνος ακτινοβολήσης ήταν 4 δευτερόλεπτα. Η επαναφορά των επίμυων έγινε με το ενέσιμο Antisedan. Η ευθανασία των επίμυων έγινε στο Εργαστήριο Πειραματικής Χειρουργικής και Χειρουργικής Έρευνας << Ν. Χρηστέας>> του Ιατρικού τμήματος του Πανεπιστημίου Αθηνών. Για την ευθανασία τα ζώα αναισθητοποιήθηκαν. Η αναισθητοποίηση αυτή γινόταν αρχικά με τη τοποθέτηση τους σε ειδική γυάλα με αιθέρα και κατόπιν με ενδομυϊκή χορήγηση υδροχλωρικής κεταμίνης (Imalgen 100ml) σε δόση 30-50mg/kg βάρους σώματος του ζώου. Μετά την ευθανασία έγινε η μέτρηση του τελικού βάρους κάθε πειραματόζωου. Η εμφάνιση των ακτινογραφικών πλακιδίων έγινε σε σκοτεινό θάλαμο. Τα ακτινογραφικά πλακίδια τοποθετούνταν σε υγρό εμφάνισης αραιωμένο με νερό (Kodak- Dental Rapid Developer) για δεκαπέντε δευτερόλεπτα. Έπειτα το ακτινογραφικό πλακίδιο στερεωνόταν για είκοσι δευτερόλεπτα και πλενόταν σε τρεχούμενο νερό για τριάντα δευτερόλεπτα. Πιεσμένος κρύος αέρας χρησιμοποιήθηκε για να στεγνώσουν τα ακτινογραφικά πλακίδια. Η διαδικασία επεξεργασίας των ακτινογραφιών υλοποιήθηκε μέσα από την ψηφιακή ανάλυσή τους. Αρχικά επιτυγχάνονταν η σάρωση των

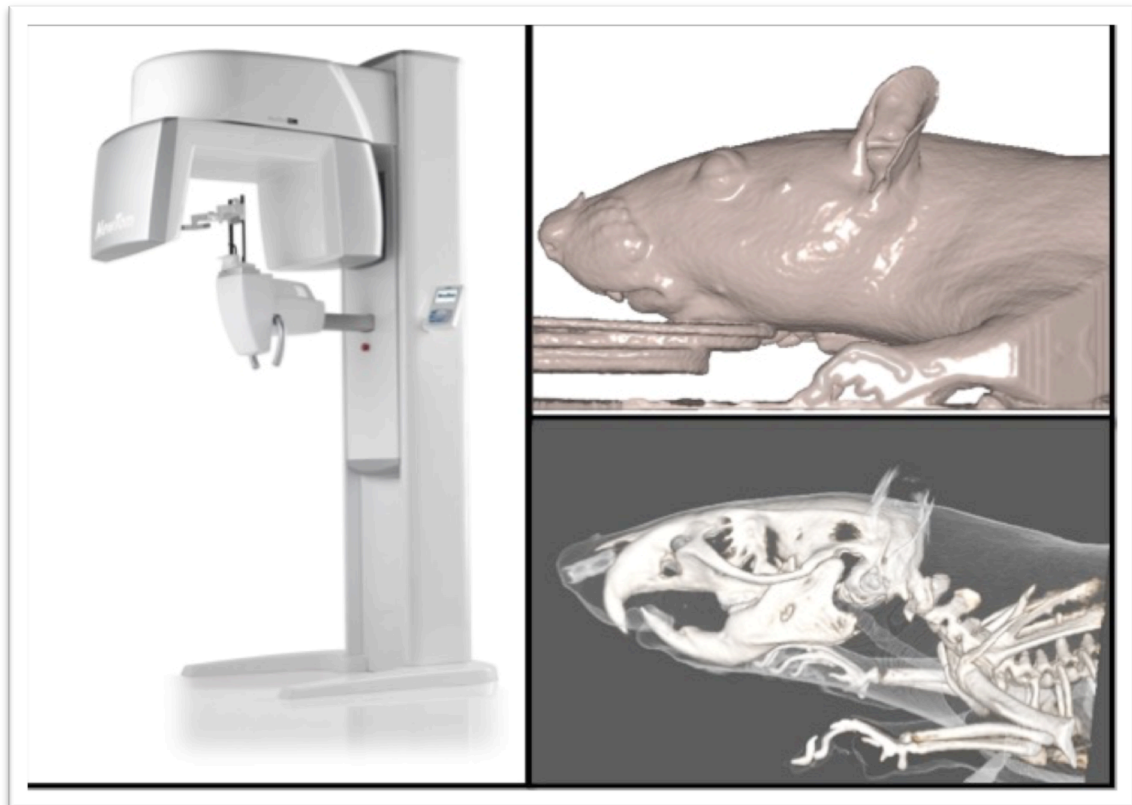
ακτινογραφιών που λήφθηκαν κατά περιόδους με τη χρήση του σαρωτή Epson V750 Pro. Τα τμήματα του συστήματος του σαρωτή ήταν μια πηγή λευκού φωτός, ένα διπλό σύστημα φακών, ένα φωτοενεργό δέκτη CCD και ένα προσωπικό υπολογιστή. (Εικ13) Η σάρωση έγινε σε υψηλό επίπεδο ανάλυσης 800dpi (dots per inch= κουκίδες ανα ίντσα) και 8 bit ασπρόμαυρο.



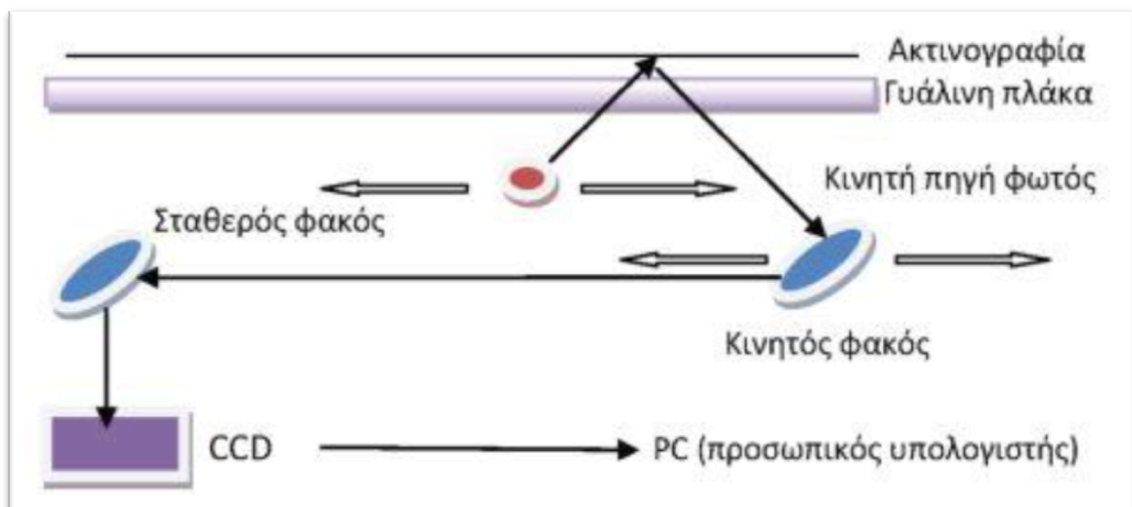
Εικ. 11. Ειδικός κεφαλοστάτης.



Εικ. 12. Α. Ακτινογραφικό μηχάνημα Siemens Nanodor1, Β. Σαρωτής Epson V750 Pro



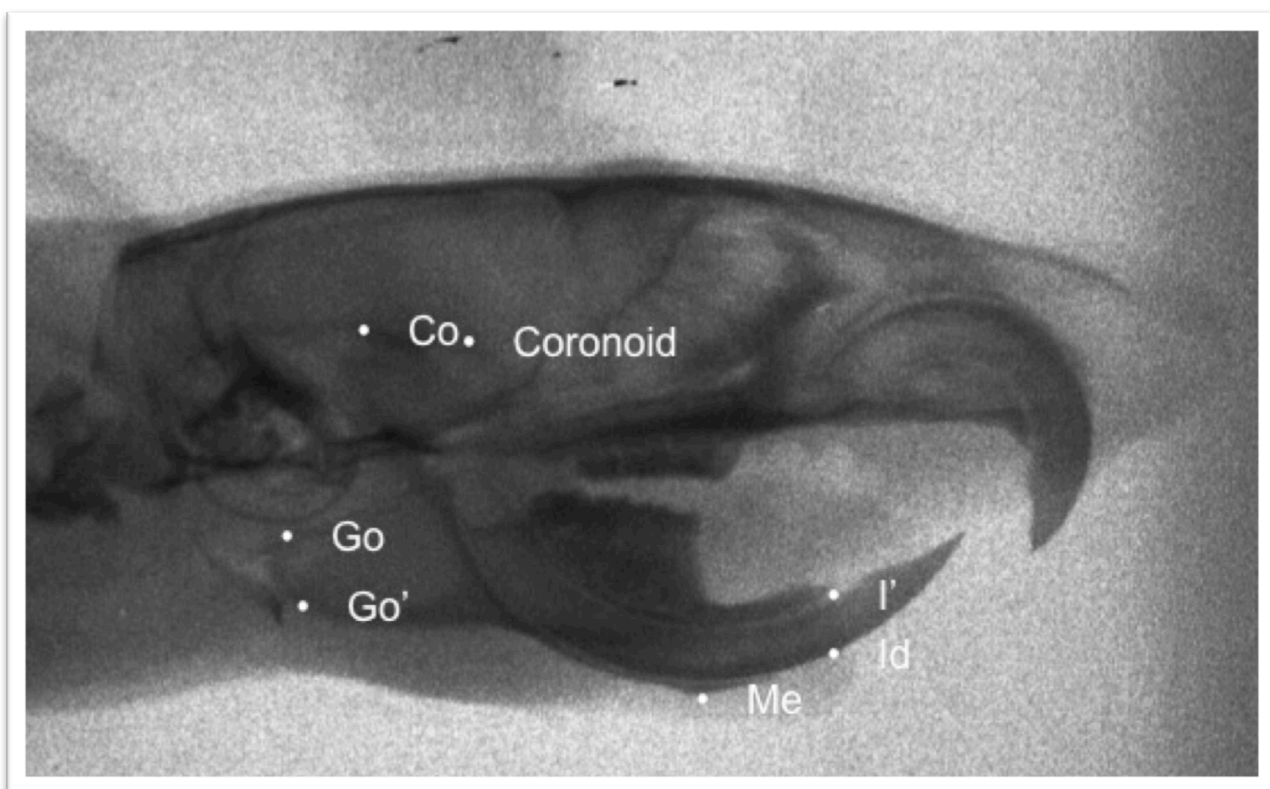
Εικ. 13. Ακτινοβόληση των επίμυων Wistar στον υπολογιστικό τομογράφο κωνικής δέσμης.



Εικ. 14. Σάρωση ακτινογραφιών

3. Γραμμικές μετρήσεις σε δισδιάστατη απεικόνιση του κρανίου

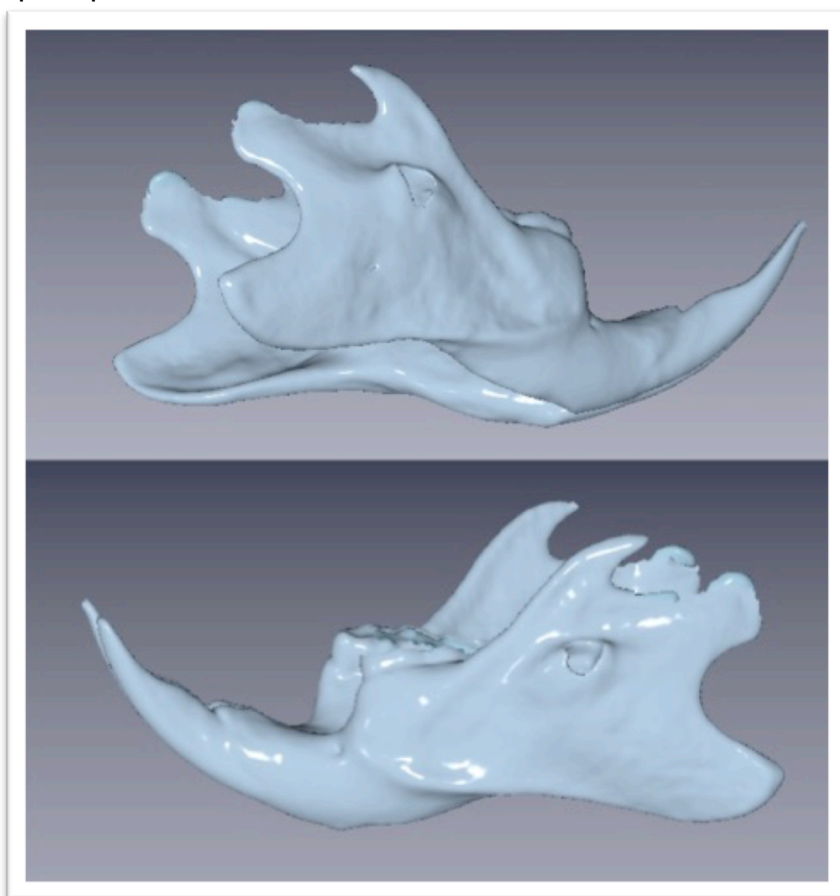
Για την επεξεργασία της δισδιάστατης απεικόνισης του κρανίου επιλέχθηκαν σκελετικά σημεία που ορίζονταν στην κάτω γνάθο. Μέσω των γραμμικών μετρήσεων δίνεται η δυνατότητα να εντοπίσουμε τις ποσοτικές μεταβολές στην κάτω γνάθο. Ο εντοπισμός των σημείων ορίζεται πάνω στις ανατομικές δομές που αναπαρίστανται στη δισδιάστατη απεικόνιση της κάτω γνάθου μέσω της κεφαλομετρικής ακτινογραφίας. Η επεξεργασία της ψηφιακής πλάγιας κεφαλομετρικής ακτινογραφίας έγινε με τη χρήση του προγράμματος Viewbox. Στη συνέχεια ορίστηκαν τα σημεία πάνω στη γνάθο και υπολογίστηκαν οι αποστάσεις μεταξύ των σημείων αλλά και της ευθείας δύο σημείων με ένα άλλο σημείο. Χρησιμοποιήθηκαν 7 σημεία. Εικ. 15



Εικ. 15. Ιχνογράφημα της πλάγιας κεφαλομετρικής ακτινογραφίας

4. Γραμμικές μετρήσεις σε τρισδιάστατη απεικόνιση του κρανίου

Για την επεξεργασία της τρισδιάστατης απεικόνισης του κρανίου επιλέχθηκαν σκελετικά σημεία που ορίζονταν στη κάτω γνάθο. Μέσω των γραμμικών μετρήσεων δίνεται η δυνατότητα να εντοπίσουμε τις ποσοτικές μεταβολές στην κάτω γνάθο. Ο εντοπισμός των σημείων ορίζεται πάνω στις ανατομικές δομές που αναπαριστώνται στην τρισδιάστατη απεικόνιση της κάτω γνάθου. Η επεξεργασία του DICOM αρχείου που προέκυψε από την υπολογιστική ακτινογραφία κωνικής δέσμης έγινε με τη χρήση του προγράμματος Viewbox. Από το αρχείο αυτό δημιουργήθηκε ένα STL αρχείο της κάτω γνάθου των επίμυων. Χρησιμοποιήθηκε η τεχνική color mapping για να απομονωθεί η κάτω γνάθος από το υπόλοιπο αρχείο. Στη συνέχεια ορίστηκαν τα σημεία πάνω στη γνάθο και υπολογίστηκαν οι αποστάσεις μεταξύ των σημείων αλλά και της ευθείας δύο σημείων με ένα άλλο σημείο. Χρησιμοποιήθηκαν 14 σημεία και 2 ευθείες. Η μία ευθεία είναι μεταξύ του Condylion του δεξιού κονδύλου με το δεξί Go' και η δεύτερη μεταξύ του Condylion του αριστερού κονδύλου με το αριστερό Go'. Εικ. 16



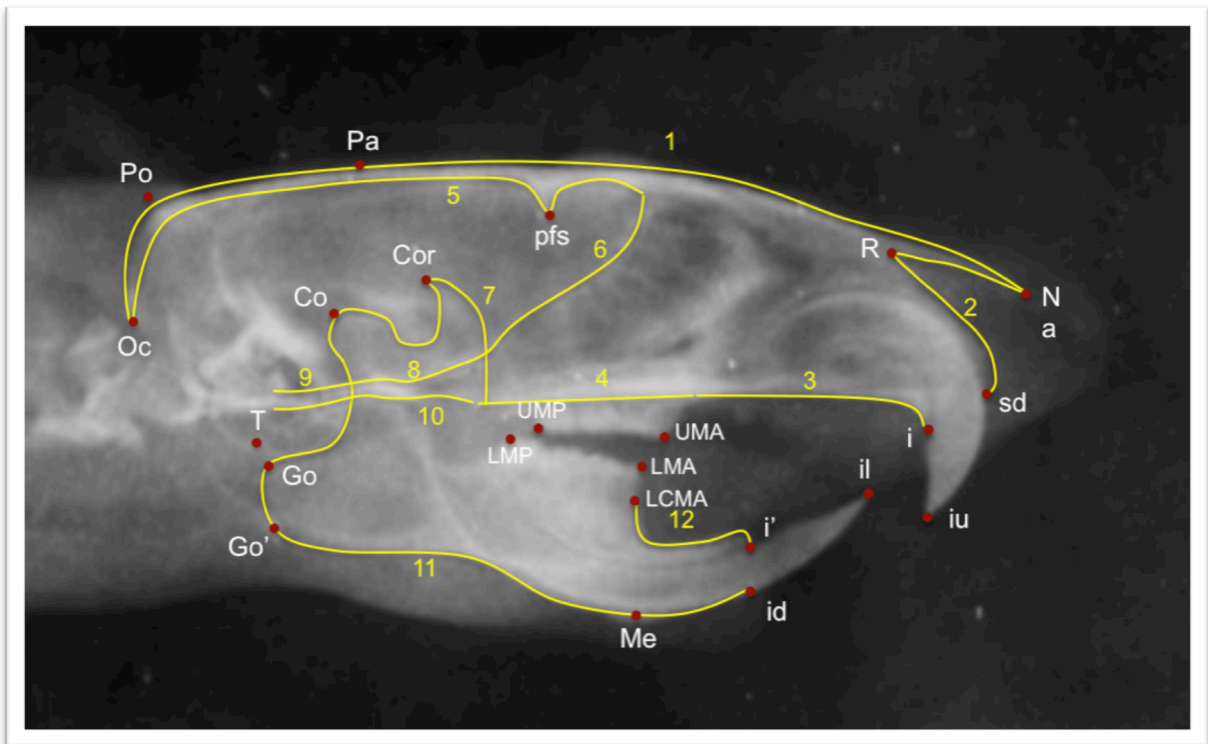
Εικ. 16. Stl αρχείο κάτω γνάθου.

Σκελετικά Σημεία	Χαρακτηρισμός
Condylion right	Το πλέον ανώτερο και οπίσθιο σημείο του δεξιού κονδύλου
Go right	Η πλέον οπίσθια κορυφή της δεξιάς γωνιώδους αποφύσεως
Go' right	Το κατώτερο σημείο της δεξιάς γωνιώδους αποφύσεως
Coronoid right	Η κορυφή της δεξιάς κορωνοειδούς αποφύσεως
Menton right	Το κατώτερο σημείο της δεξιάς γενειακής αποφύσεως
Id right	Το υψηλότερο σημείο της φατνιακής απόφυσης μεταξύ των κάτω τομέων στην δεξιά πρόσθια περιοχή
I' right	Το πλέον πρόσθιο χείλος του φατνιακού πετάλου στη κυρτότητα του δεξιού κάτω τομέα.
Condylion left	Το πλέον ανώτερο και οπίσθιο σημείο του αριστερού κονδύλου
Go left	Η πλέον οπίσθια κορυφή της αριστερής γωνιώδους αποφύσεως
Go' left	Το κατώτερο σημείο της αριστερής γωνιώδους αποφύσεως
Coronoid left	Η κορυφή της αριστερής κορωνοειδούς αποφύσεως
Menton left	Το κατώτερο σημείο της αριστερής γενειακής αποφύσεως
Id left	Το υψηλότερο σημείο της φατνιακής απόφυσης μεταξύ των κάτω τομέων στην αριστερή πρόσθια περιοχή
I' left	Το πλέον πρόσθιο χείλος του φατνιακού πετάλου στην κυρτότητα του αριστερού κάτω τομέα

Πίνακας 2. Σκελετικά σημεία στην τρισδιάστατη απεικόνιση.

5. Μορφομετρική ανάλυση

Χρησιμοποιήθηκε μορφομετρική ανάλυση για να προσδιοριστούν τα πεδία τοπικής αυξήσεως και ανακατανομής των τοπικών αυξητικών διεργασιών οστικής εναποθέσεως και απορροφήσεως του κρανίου και των γνάθων γενικότερα. Η μορφομετρική ανάλυση όπως επίσης και η σύγκριση αυτών έγινε μέσω του προγράμματος Viewbox. Οι βασικές ανατομικές δομές που εμφανίζονται στην πλάγια κεφαλομετρική ακτινογραφία ιχνογραφήθηκαν με τη βοήθεια ενός υποδείγματος που κατασκευάστηκε βασιζόμενο στα σημεία προηγούμενων μελετών. Για να ελαχιστοποιηθούν τα πιθανά λάθη κατά τον προσδιορισμό των κεφαλομετρικών σημείων αλλά και της διαδικασίας της ιχνογράφησης γενικότερα, οι ακτινογραφίες υπέστησαν μεγέθυνση κατά εννέα φορές μέσω του λογισμικού προγράμματος. Το υπόδειγμα αυτό αποτελείται από 12 καμπύλες και 90 σημεία, εκ των οποίων 74 ήταν «ολισθαίνοντα» σημεία και 16 ήταν «σταθερά». (Εικ. 17, Πίν 3, Πιν. 4, Πιν. 5) Οι καμπύλες προσδιορίζονται από το περίγραμμα των πλάγιων κεφαλομετρικών ακτινογραφιών μεταξύ των αντίστοιχων μορφολογικών σημείων. Ακολούθησε αλληλεπίθεση με τη μέθοδο Προκρούστη καθώς και Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών (PCA) για την ανίχνευση και περιγραφή των βασικών μορφών ποικιλότητας του κρανιοπροσωπικού συστήματος και των επιμέρους δομών του (κρανιακή βάση, άνω και κάτω γνάθος). Η σύγκριση έγινε με μη παραμετρικές μεθόδους τυχαίας διάταξης (permutation test, 10,000 διατάξεις χωρίς αντικατάσταση). Κατά την αλληλεπίθεση των ιχνογραφημάτων που προέκυψαν από το μέσο όρο όλων των ιχνογραφημάτων της κάθε ομάδας αναγνωρίστηκαν επακριβώς οι μορφολογικές διαφορές των κρανιοπροσωπικών συμπλεγμάτων τόσο μεταξύ των ομάδων σκληρής και μαλακής τροφής όσο και μέσα στο βάθος τριών γενεών.



Εικ. 17. Υπόδειγμα ιχνογράφησης.

Καμπύλες ολίσθησης	Χαρακτηρισμός
i-UMA	Ανοικτή καμπύλη μεταξύ των i και UMA
Coronoid-id	Ανοικτή καμπύλη μεταξύ των coronoid και id
Ethmoid-occipital	Ανοικτή καμπύλη μεταξύ των ethmoid και occipital
Ethmoid-sphenoid	Ανοικτή καμπύλη μεταξύ των ethmoid και sphenoid
i'-LCMA	Ανοικτή καμπύλη μεταξύ των i' και LMA
LMP-coronoid	Ανοικτή καμπύλη μεταξύ των LMP και coronoid
Nasion-occipital	Ανοικτή καμπύλη μεταξύ των nasion και occipital
Nasion-sd	Ανοικτή καμπύλη μεταξύ των nasion και sd
Sphenoid-basion	Ανοικτή καμπύλη μεταξύ των sphenoid και basion
Sphenoidlow-basionlow	Ανοικτή καμπύλη μεταξύ των sphenoidlow και basionlow
UMA-UMP	Ανοικτή καμπύλη μεταξύ των UMA και UMP
UMP-sphenoidlow	Ανοικτή καμπύλη μεταξύ των UMP και sphenoidlow

Πίνακας 3. Καμπύλες ολίσθησης

Σταθερά Σημεία	Χαρακτηρισμός
Condylion	Το πλέον ανώτερο και οπίσθιο σημείο του κονδύλου
Go	Η πλέον οπίσθια κορυφή της γωνιώδους αποφύσεως
Go'	Το κατώτερο σημείο της γωνιώδους αποφύσεως
il	Το ανώτερο σημείο της μύλης του κάτω τομέα
iu	Το ανώτερο σημείο της μύλης του άνω τομέα
LMP	Το πλέον πρόσθιο σημείο της μύλης του κάτω πρώτου γομφίου
LMA	Το πλέον οπίσθιο σημείο της μύλης του κάτω πρώτου γομφίου
Me	Το κατώτερο σημείο της γενειακής αποφύσεως
Oc	Το πλέον οπίσθιο σημείο της ινιακής αποφύσεως
Pa	Το ανώτερο σημείο του βρεγματικού οστού
pfs	Η εσωτερική καμπύλη στο θόλο του κρανίου
Po	Το πλέον οπίσθιο σημείο του θόλου του κρανίου
R	Το οπισθιότερο σημείο μεταξύ του ρινικού οστού και της άνω γνάθου
T	Το κατώτερο σημείο του τυμπανικού οστού
i	Το πλέον πρόσθιο σημείο της μύλης του άνω τομέα
sd	Το πλέον οπίσθιο σημείο της μύλης του άνω τομέα

Πίνακας 4. Σταθερά σημεία

Ολισθαίντα Σημεία	Χαρακτηρισμός
basion	Μέσο του πρόσθιου χείλους του ινιακού τμήματος
basionlow	Το κατώτερο σημείο του πρόσθιου χείλους του ινιακού τμήματος
coronoid	Η κορυφή της κορωνοειδούς αποφύσεως
Coronoid-id Pt1	Εντοπίζεται στο 6,25% του ύψους της καμπύλης Coronoid-id
Coronoid-id Pt2	Εντοπίζεται στο 12,5% του ύψους της καμπύλης Coronoid-id
Coronoid-id Pt3	Εντοπίζεται στο 18,75% του ύψους της καμπύλης Coronoid-id
Coronoid-id Pt4	Εντοπίζεται στο 25% του ύψους της καμπύλης Coronoid-id
Coronoid-id Pt5	Εντοπίζεται στο 31,5% του ύψους της καμπύλης Coronoid-id
Coronoid-id Pt6	Εντοπίζεται στο 37,5% του ύψους της καμπύλης Coronoid-id
Coronoid-id Pt7	Εντοπίζεται στο 43,75% του ύψους της καμπύλης Coronoid-id
Coronoid-id Pt8	Εντοπίζεται στο 50% του ύψους της καμπύλης Coronoid-id
Coronoid-id Pt9	Εντοπίζεται στο 56,25% του ύψους της καμπύλης Coronoid-id
Coronoid-id Pt10	Εντοπίζεται στο 62,5% του ύψους της καμπύλης Coronoid-id
Coronoid-id Pt11	Εντοπίζεται στο 68,75% του ύψους της καμπύλης Coronoid-id
Coronoid-id Pt12	Εντοπίζεται στο 75% του ύψους της καμπύλης Coronoid-id
Coronoid-id Pt13	Εντοπίζεται στο 81,25% του ύψους της καμπύλης Coronoid-id
Coronoid-id Pt14	Εντοπίζεται στο 87,5% του ύψους της καμπύλης Coronoid-id
Coronoid-id Pt15	Εντοπίζεται στο 93,75% του ύψους της καμπύλης Coronoid-id

	Coronoid-id
Coronoid-id Pt16	Εντοπίζεται στο 100% του ύψους της καμπύλης Coronoid-id
ethmoid	Το ανώτερο και οπίσθιο σημείο του ηθμοειδούς οστού.
Ethmoid-occipital Pt1	Εντοπίζεται στο 10% του ύψους της καμπύλης Ethmoid-occipital
Ethmoid-occipital Pt2	Εντοπίζεται στο 20% του ύψους της καμπύλης Ethmoid-occipital
Ethmoid-occipital Pt3	Εντοπίζεται στο 30% του ύψους της καμπύλης Ethmoid-occipital
Ethmoid-occipital Pt4	Εντοπίζεται στο 40% του ύψους της καμπύλης Ethmoid-occipital
Ethmoid-occipital Pt5	Εντοπίζεται στο 50% του ύψους της καμπύλης Ethmoid-occipital
Ethmoid-occipital Pt6	Εντοπίζεται στο 60% του ύψους της καμπύλης Ethmoid-occipital
Ethmoid-occipital Pt7	Εντοπίζεται στο 70% του ύψους της καμπύλης Ethmoid-occipital
Ethmoid-occipital Pt8	Εντοπίζεται στο 80% του ύψους της καμπύλης Coronoid-id
Ethmoid-occipital Pt9	Εντοπίζεται στο 90% του ύψους της καμπύλης Ethmoid-occipital
Ethmoid-occipital Pt10	Εντοπίζεται στο 100% του ύψους της καμπύλης Ethmoid-occipital
Ethmoid-sphenoid Pt1	Εντοπίζεται στο 20% του ύψους της καμπύλης Ethmoid-sphenoid
Ethmoid-sphenoid Pt2	Εντοπίζεται στο 40% του ύψους της καμπύλης Ethmoid-sphenoid
Ethmoid-sphenoid Pt3	Εντοπίζεται στο 60% του ύψους της καμπύλης Ethmoid-sphenoid
Ethmoid-sphenoid Pt4	Εντοπίζεται στο 80% του ύψους της καμπύλης Ethmoid-sphenoid

Ethmoid-sphenoid Pt5	Εντοπίζεται στο 100% του ύψους της καμπύλης Ethmoid-sphenoid
Ethmoid-sphenoid Pt6	Εντοπίζεται στο 100% του ύψους της καμπύλης Ethmoid-sphenoid
i	Το πλέον πρόσθιο χείλος του φατνιακού πετάλου στην κυρτότητα του άνω τομέα.
i'	Το πλέον πρόσθιο χείλος του φατνιακού πετάλου στην κυρτότητα του κάτω τομέα.
i-LMA Pt1	Εντοπίζεται στο 50% του ύψους της καμπύλης i-LMA
i-UMA Pt1	Εντοπίζεται στο 33,4% του ύψους της καμπύλης i-LMA
i-UMA Pt2	Εντοπίζεται στο 66,7% του ύψους της καμπύλης i-LMA
id	Το υψηλότερο σημείο της φατνιακής απόφυσης μεταξύ των κάτω τομέων στην πρόσθια περιοχή
LMA	Το πλέον πρόσθιο σημείο της μύλης του κάτω πρώτου γομφίου
LMP	Το πλέον οπίσθιο σημείο της μύλης του κάτω πρώτου γομφίου
LMP-coronoid Pt1	Εντοπίζεται στο 25% του ύψους της καμπύλης LMP-coronoid
LMP-coronoid Pt2	Εντοπίζεται στο 50% του ύψους της καμπύλης LMP-coronoid
LMP-coronoid Pt3	Εντοπίζεται στο 75% του ύψους της καμπύλης LMP-coronoid
nasion	Το πλέον πρόσθιο σημείο του ρινικού οστού
Nasion-occipital Pt1	Εντοπίζεται στο 10% του ύψους της καμπύλης Nasion-occipital
Nasion-occipital Pt2	Εντοπίζεται στο 20% του ύψους της καμπύλης Nasion-occipital
Nasion-occipital Pt3	Εντοπίζεται στο 30% του ύψους της καμπύλης Nasion-occipital
Nasion-occipital Pt4	Εντοπίζεται στο 40% του ύψους της καμπύλης

	Nasion-occipital
Nasion-occipital Pt5	Εντοπίζεται στο 50% του ύψους της καμπύλης Nasion-occipital
Nasion-occipital Pt6	Εντοπίζεται στο 60% του ύψους της καμπύλης Nasion-occipital
Nasion-occipital Pt7	Εντοπίζεται στο 70% του ύψους της καμπύλης Nasion-occipital
Nasion-occipital Pt8	Εντοπίζεται στο 80% του ύψους της καμπύλης Nasion-occipital
Nasion-occipital Pt9	Εντοπίζεται στο 90% του ύψους της καμπύλης Nasion-occipital
Nasion-occipital Pt10	Εντοπίζεται στο 100% του ύψους της καμπύλης Nasion-occipital
Nasion-sd Pt1	Εντοπίζεται στο 33,4% του ύψους της καμπύλης Nasion-sd
Nasion-sd Pt2	Εντοπίζεται στο 66,7% του ύψους της καμπύλης Nasion-sd
occipital	Το οπισθιότερο σημείο του ινιακού οστού.
sd	Το χαμηλότερο σημείο της φατνιακής απόφυσης των άνω τομέων στην πρόσθια περιοχή
Sphenoid-basion Pt1	Εντοπίζεται στο 33,4% του ύψους της καμπύλης Sphenoid-basion
Sphenoid-basion Pt2	Εντοπίζεται στο 66,7% του ύψους της καμπύλης Sphenoid-basion
Sphenoid	Το ανώτερο σημείο της διακλάδωσης του σφηνοειδούς οστού και του ακουστικού πόρου
sphenoidlow	Το κατώτερο σημείο της διακλάδωσης του σφηνοειδούς οστού και του ακουστικού πόρου
Sphenoidlow-basionlow Pt1	Εντοπίζεται στο 33,4% του ύψους της καμπύλης Sphenoidlow-basionlow
Sphenoidlow-basionlow Pt2	Εντοπίζεται στο 66,7% του ύψους της καμπύλης Sphenoidlow-basionlow
UMA	Το πλέον πρόσθιο σημείο της μύλης του άνω

	πρώτου γομφίου
UMA-UMP Pt1	Εντοπίζεται στο 33,4% του ύψους της καμπύλης UMA-UMP
UMA-UMP Pt2	Εντοπίζεται στο 66,7% του ύψους της καμπύλης UMA-UMP
UMP	Το πλέον οπίσθιο σημείο της μύλης του άνω πρώτου γομφίου
UMP-sphenoidlow Pt1	Εντοπίζεται στο 33,4% του ύψους της καμπύλης UMP-sphenoidlow
UMP-sphenoidlow Pt2	Εντοπίζεται στο 66,7% του ύψους της καμπύλης UMP-sphenoidlow

Πίνακας 5. Ολισθαίνοντα σημεία

III. Αποτελέσματα

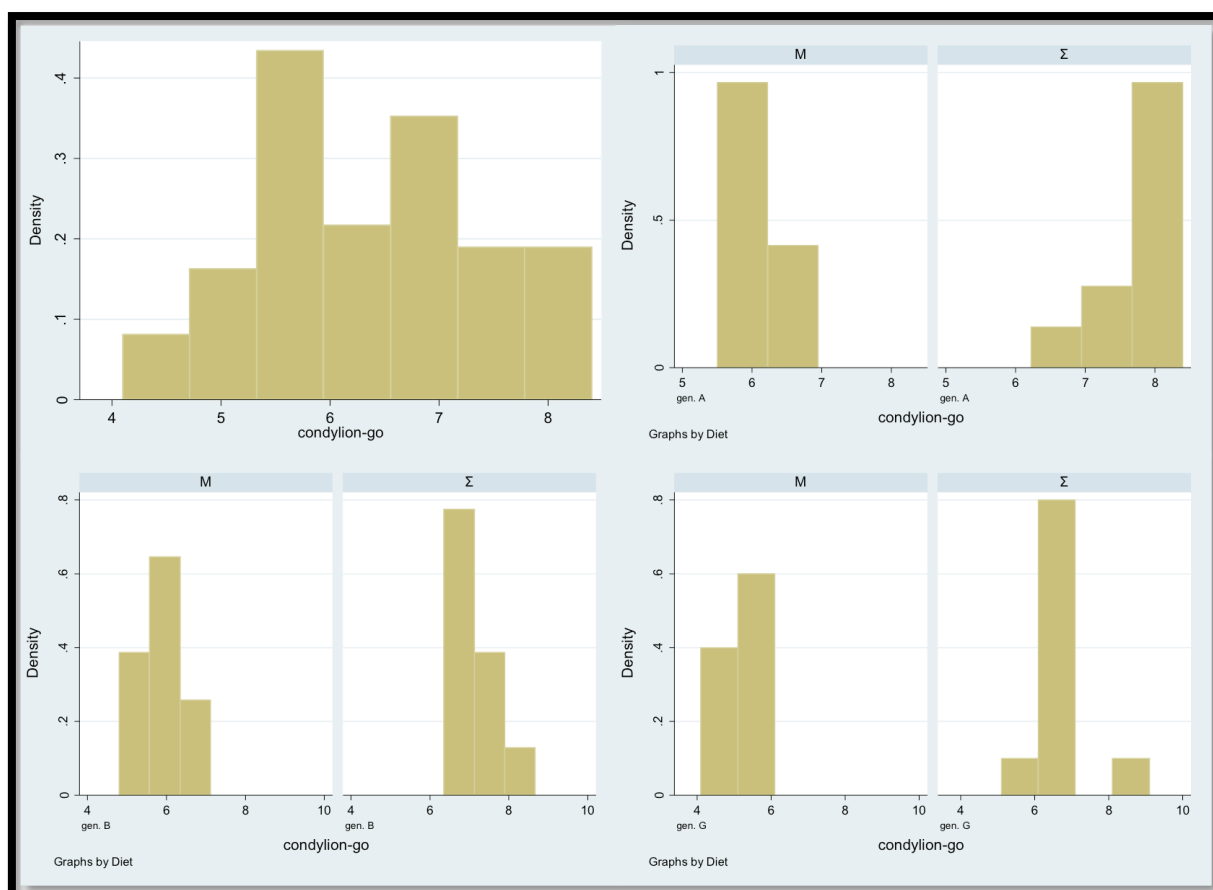
1. Ανάλυση γραμμικών μετρήσεων σε δισδιάστατη απεικόνιση του κρανίου

Οι μέσοι όροι των διαφορών όλων των παραμέτρων της κάτω γνάθου των ομάδων που τρέφονταν με μαλακή και σκληρή διατροφή, που προσδιορίστηκαν από τις κεφαλομετρικές ακτινογραφίες εμφανίζονται στον Πίνακα 6.

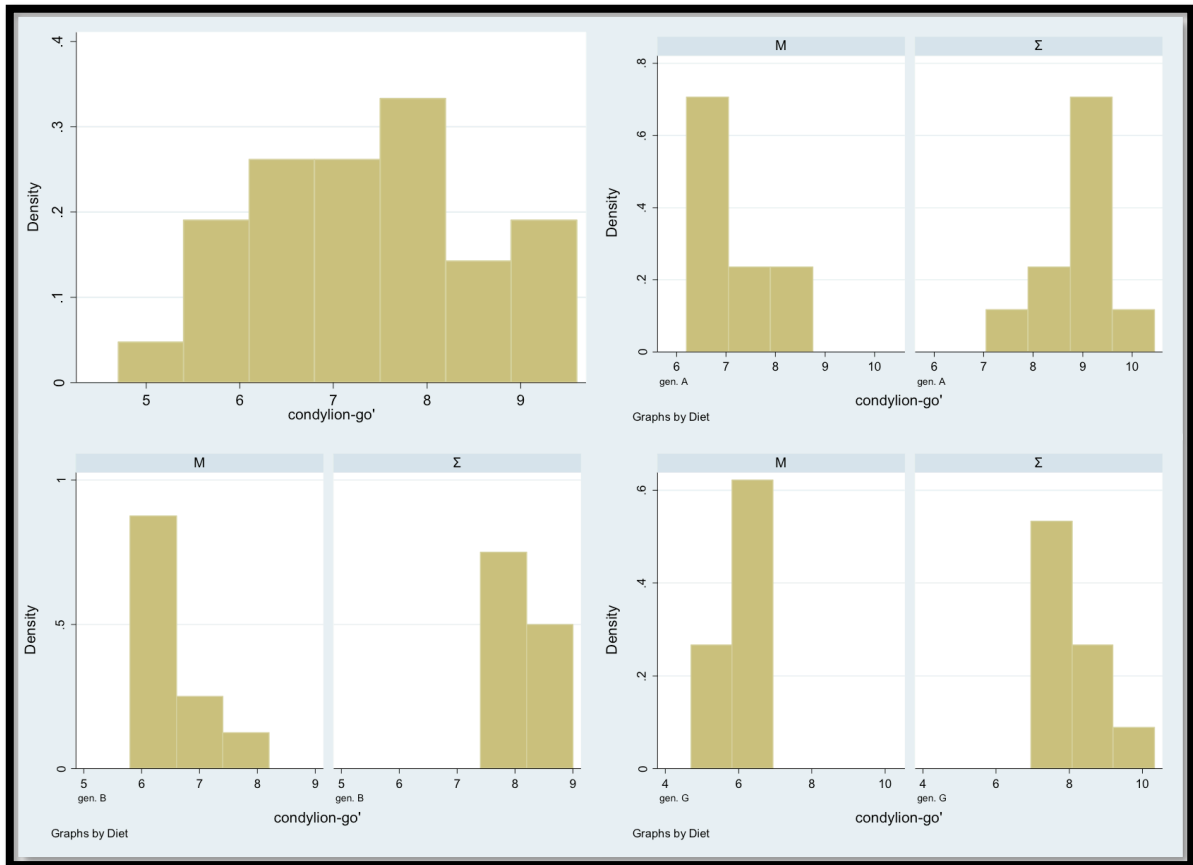
Diet M (Soft)	Generation			
	A (n=10)	B (n=10)	Γ (n=10)	Overall
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Go' - Menton	15.80 (1.86)	14.93 (1.40)	14.58 (0.72)	15.10 (1.46)
Go - Menton	17.38 (1.32)	16.77 (1.05)	15.79 (0.81)	16.65 (1.24)
Coronoid - Menton	13.98 (1.11)	13.47 (0.70)	12.65 (0.67)	13.37 (0.99)
Condylion - Menton	17.43 (1.24)	16.55 (0.67)	15.48 (0.90)	16.49 (1.23)
Condylion - Id	20.59 (1.17)	19.42 (0.87)	18.36 (0.93)	19.46 (1.34)
Condylion - I'	19.84 (1.16)	18.80 (0.97)	17.77 (0.98)	18.80 (1.32)
Condylion - Go	5.91 (0.49)	5.64 (0.64)	5.07 (0.63)	5.54 (0.67)
Condylion - Go'	6.97 (0.69)	6.45 (0.72)	5.95 (0.59)	6.46 (0.77)
Diet Σ (Hard)	Generation			
	A (n=10)	B (n=10)	Γ (n=10)	Overall
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Go' - Menton	18.65 (1.28)	19.44 (0.80)	18.85 (0.56)	18.98 (0.96)
Go - Menton	20.59 (1.42)	21.50 (1.01)	20.85 (0.71)	20.98 (1.12)
Coronoid - Menton	15.74 (1.42)	16.14 (0.29)	16.34 (0.40)	16.07 (0.87)
Condylion - Menton	20.74 (1.56)	20.69 (0.60)	20.27 (0.54)	20.57 (1.00)
Condylion - Id	24.47 (1.53)	24.60 (0.59)	24.40 (0.47)	24.49 (0.96)
Condylion - I'	23.42 (1.47)	23.69 (0.61)	23.49 (0.49)	23.53 (0.93)
Condylion - Go	7.65 (0.55)	7.10 (0.51)	6.77 (0.59)	7.17 (0.65)
Condylion - Go'	8.84 (0.61)	8.27 (0.46)	8.88 (0.74)	8.66 (0.71)

Πίνακας 6. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις των διαφορών των επίμυων που τρέφονταν με μαλακή και σκληρή τροφή

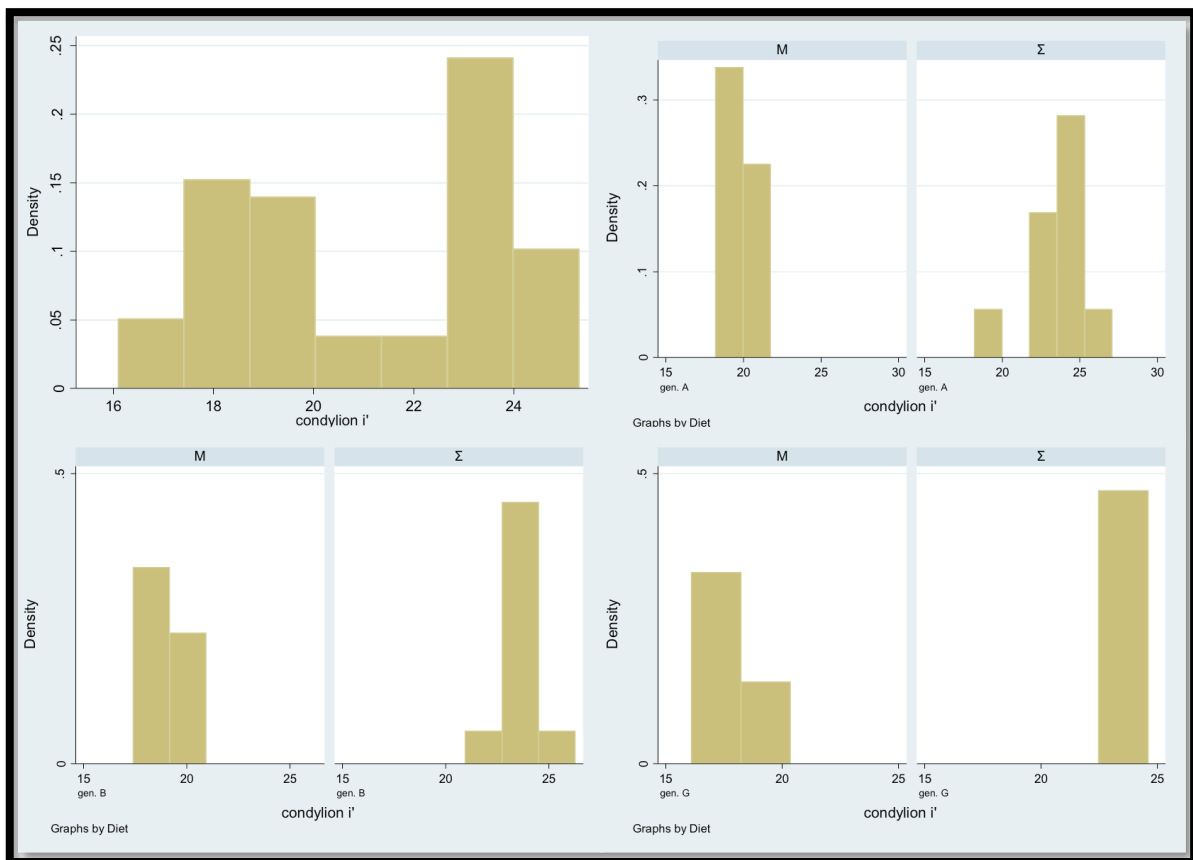
Για τη στατιστική σύγκριση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση παλινδρόμησης (Regression analysis). Κάθε μεταβλητή ήταν ανεξάρτητη στη σύσταση της τροφής και τη γενιά. Το Kolmogorov-Smirnov test χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο κανονικότητας του δείγματος. (Ιστόγραμμα 1-8). Όταν ο έλεγχος κανονικότητας του δείγματος ήταν αρνητικός, χρησιμοποιούνταν η μέθοδος τεταρτημοριακής παλινδρόμησης (quantile regression). Οι συγκρίσεις προσαρμόστηκαν με τη μέθοδο Bonferroni για πολλαπλές συγκρίσεις (Bonferroni method). Για τη στατιστική ανάλυση του δείγματος ο δείκτης "α" ορίστηκε στο 5%.



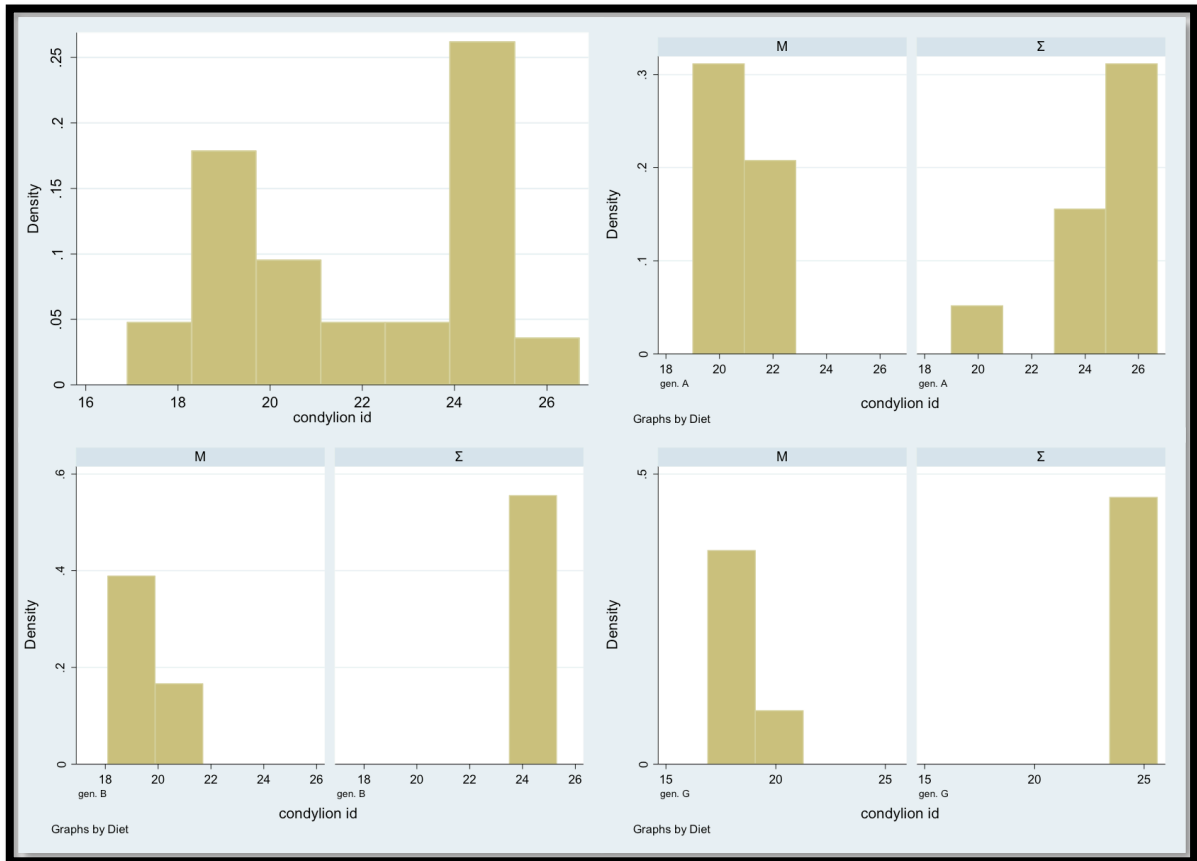
Ιστόγραμμα 1. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Condylion- Go ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



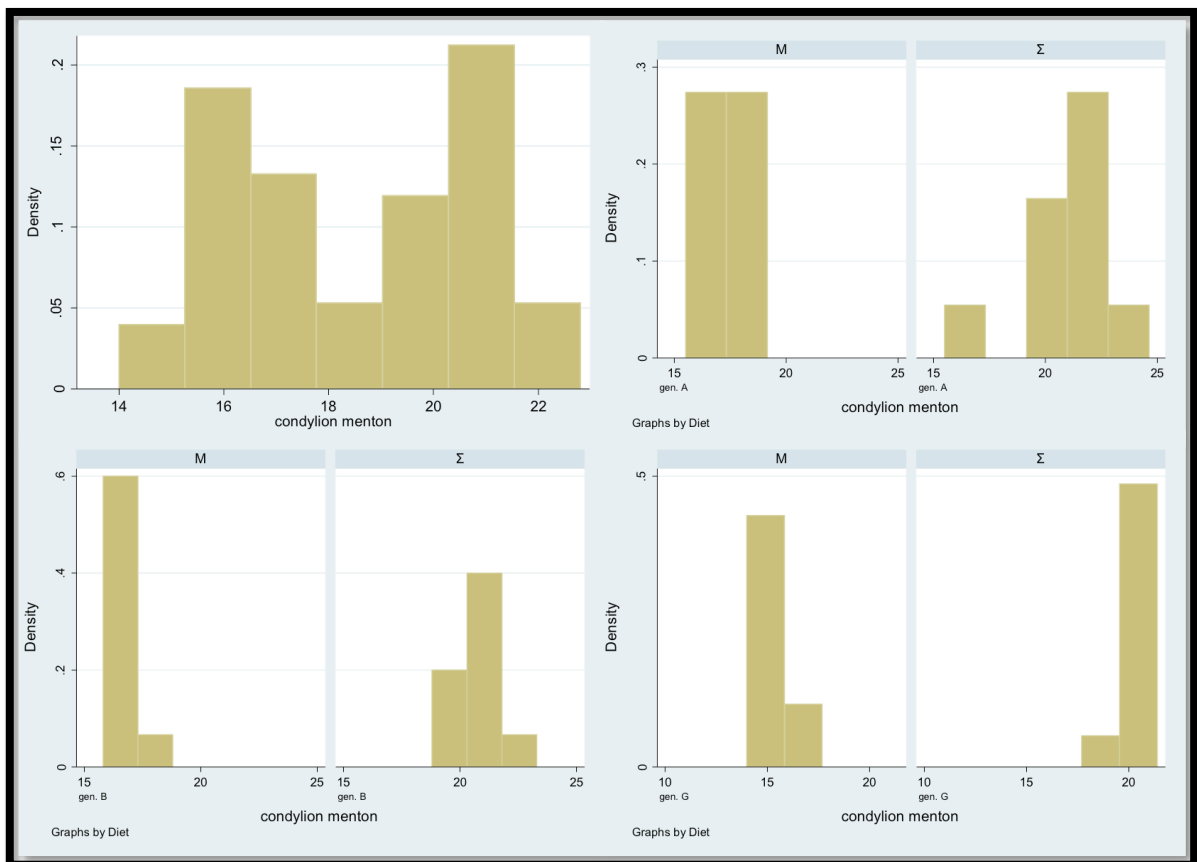
Ιστόγραμμα 2. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Condylian-Go' ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



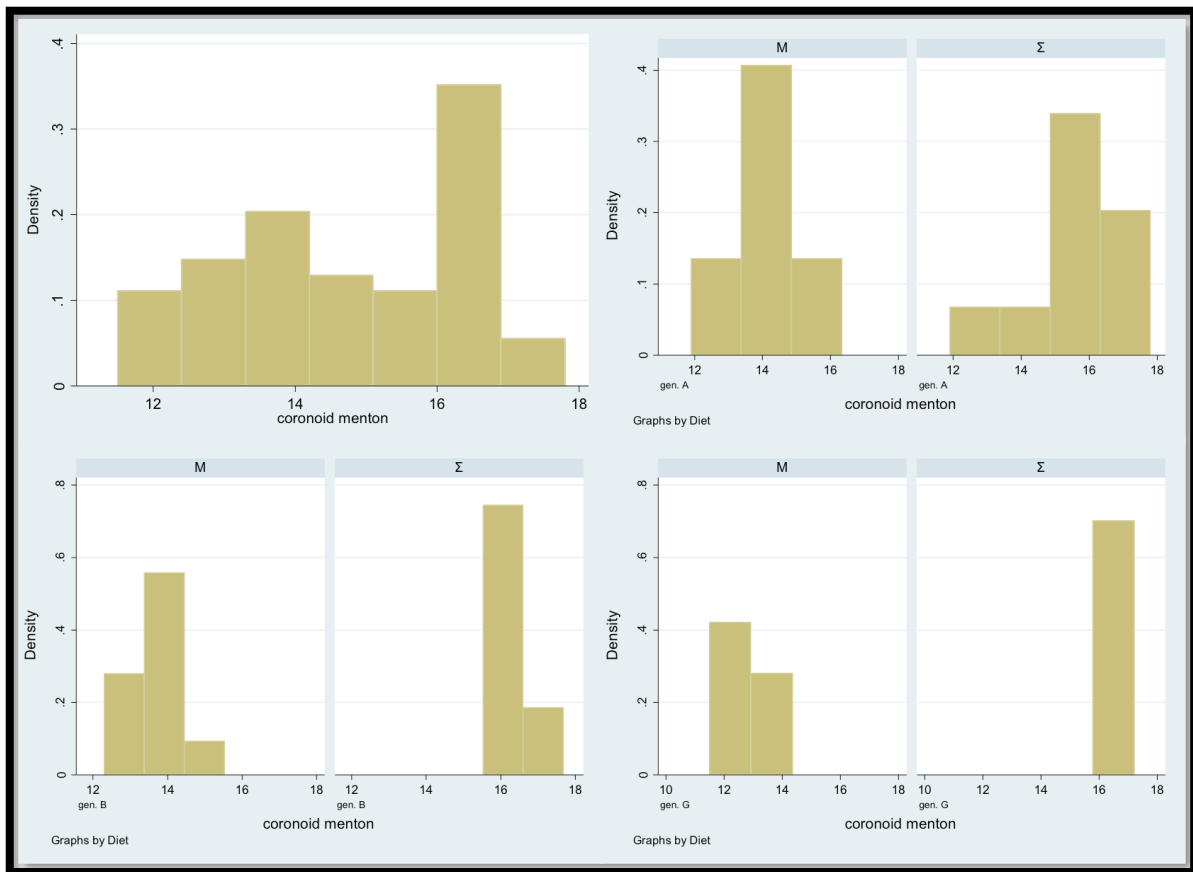
Ιστόγραμμα 3. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Condylian-i' ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



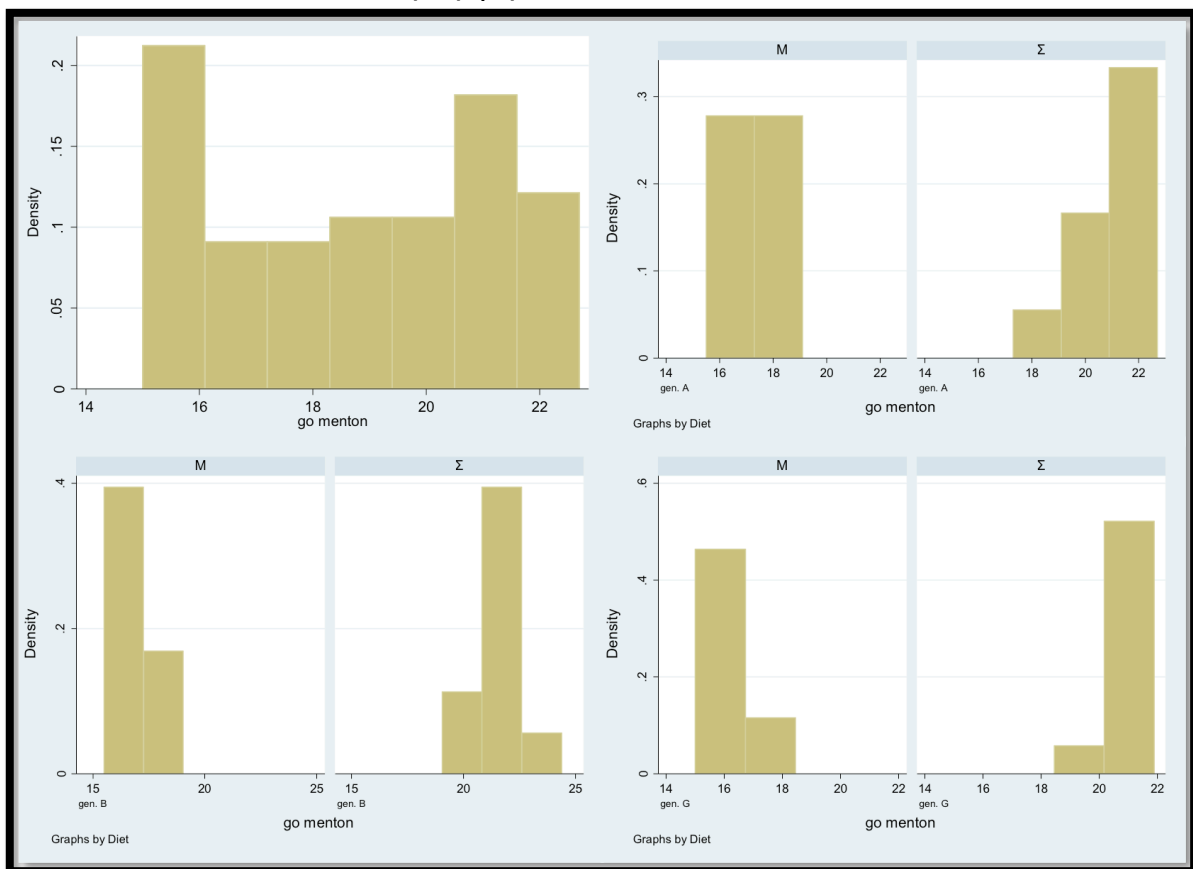
Ιστόγραμμα 4. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Condylion- id ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



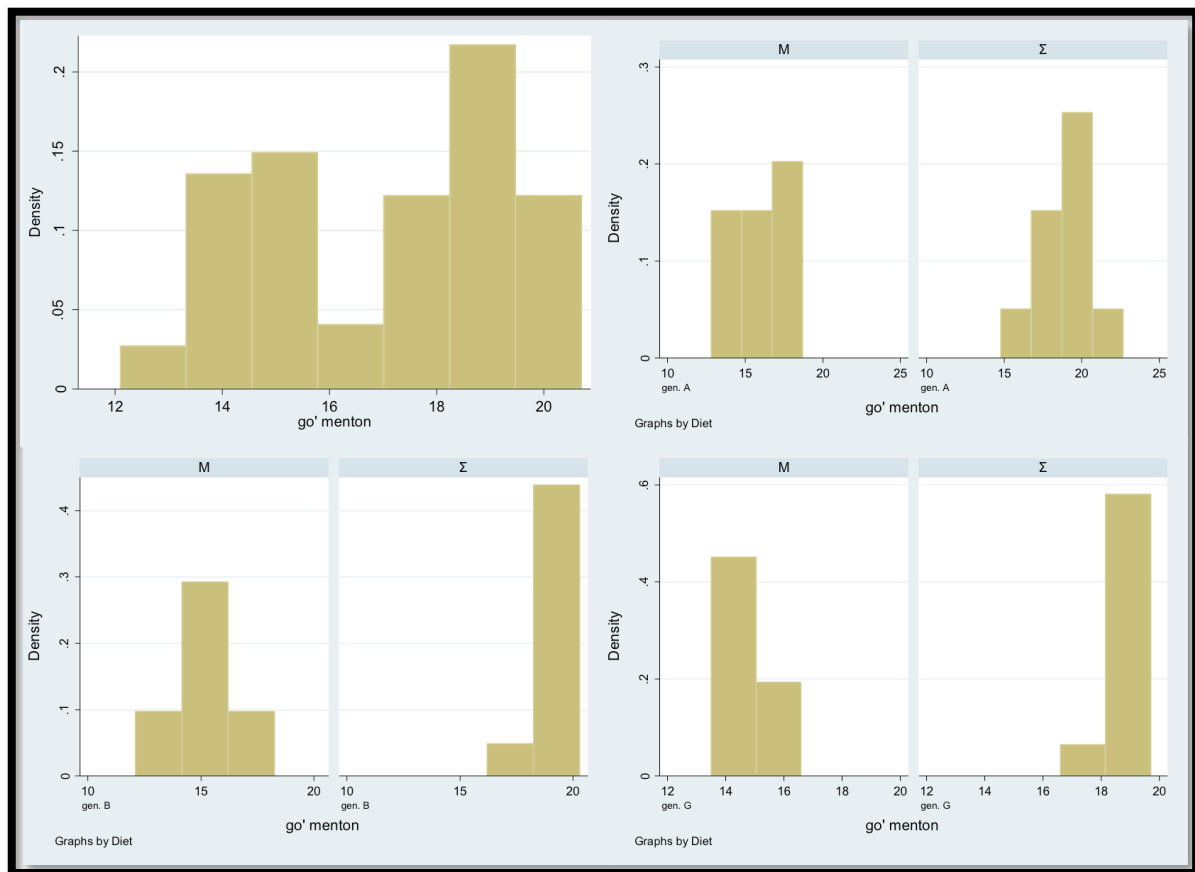
Ιστόγραμμα 5. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Condylion-menton ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



Ιστόγραμμα 6. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Coronoid-menton ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



Ιστόγραμμα 7. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Go-menton ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



Ιστόγραμμα 8. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Go'-menton ανά διατροφή, γενιά και συνολικά

	MA - ΣΑ	MB - ΣΒ	ΜΓ - ΣΓ	MA -MB	MA -ΜΓ	MB -ΜΓ	ΣΑ -ΣΒ	ΣΑ - ΣΓ	ΣΒ - ΣΓ
Go' - Me	<0.001	<0.001	<0.001	0.437	0.105	>0.999	0.580	>0.999	>0.999
Go -Me	<0.001	<0.001	<0.001	0.858	0.007	0.194	0.266	>0.999	0.746
Coronoid - Me	0.001	<0.001	<0.001	0.891	0.002	0.067	>0.999	0.5789	>0.999
Co - Me	<0.001	<0.001	<0.001	0.208	0.004	0.076	>0.999	>0.999	>0.999
Co - Id	<0.001	<0.001	<0.001	0.092	0.003	0.853	>0.999	>0.999	>0.999
Co - I'	<0.001	<0.001	<0.001	0.151	0.006	0.877	>0.999	>0.999	>0.999
Co - Go	<0.001	<0.001	<0.001	>0.999	0.007	0.120	0.144	0.150	0.810
Co - Go'	<0.001	<0.001	<0.001	0.302	0.003	0.348	0.208	0.300	0.718

Πίνακας 7. Bonferroni corrected (multiple comparisons). P values.

1.1 Σύγκριση της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των πλάγιων κεφαλομετρικών ακτινογραφιών μεταξύ της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή αποδείχθηκε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις γραμμικές μετρήσεις. (Πίνακας 10)

	ΜΑ (Mean/SD)	ΣΑ (Mean/SD)	P value
Go' - Menton	15.80 (1.86)	18.65 (1.28)	<0.001
Go - Menton	17.38 (1.32)	20.59 (1.42)	<0.001
Coronoid - Menton	13.98 (1.11)	15.74 (1.42)	0.001
Condylion - Menton	17.43 (1.24)	20.74 (1.56)	<0.001
Condylion - Id	20.59 (1.17)	24.47 (1.53)	<0.001
Condylion - I'	19.84 (1.16)	23.42 (1.47)	<0.001
Condylion - Go	5.91 (0.49)	7.65 (0.55)	<0.001
Condylion - Go'	6.97 (0.69)	8.84 (0.61)	<0.001

Πίνακας 10. Σύγκριση επίμυων της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή με αυτούς που τρέφονταν με σκληρή τροφή

1.2 Σύγκριση της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της δεύτερης γενιάς.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των πλάγιων κεφαλομετρικών ακτινογραφιών μεταξύ της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή αποδείχθηκε πως δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Πίνακας 11)

	MA (Mean/SD)	MB (Mean/SD)	P value
Go' - Menton	15.80 (1.86)	14.93 (1.40)	0.437
Go - Menton	17.38 (1.32)	16.77 (1.05)	0.858
Coronoid - Menton	13.98 (1.11)	13.47 (0.70)	0.891
Condylion - Menton	17.43 (1.24)	16.55 (0.67)	0.208
Condylion - Id	20.59 (1.17)	19.42 (0.87)	0.092
Condylion - I'	19.84 (1.16)	18.80 (0.97)	0.151
Condylion - Go	5.91 (0.49)	5.64 (0.64)	>0.999
Condylion - Go'	6.97 (0.69)	6.45 (0.72)	0.302

Πίνακας 11. Σύγκριση επίμυων της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της δεύτερης γενιάς.

1.3 Σύγκριση της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της τρίτης γενιάς.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των πλάγιων κεφαλομετρικών ακτινογραφιών μεταξύ της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδας της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή αποδείχθηκε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις γραμμικές μετρήσεις εκτός από την απόσταση του κατώτερου σημείου της γωνιώδους αποφύσεως με το κατώτερο σημείο της γενειακής αποφύσεως. (Πίνακας 12)

	ΜΑ (Mean/SD)	ΜΓ (Mean/SD)	P value
Go' - Menton	15.80 (1.86)	14.58 (0.72)	0.105
Go - Menton	17.38 (1.32)	15.79 (0.81)	0.007
Coronoid - Menton	13.98 (1.11)	12.65 (0.67)	0.002
Condylion - Menton	17.43 (1.24)	15.48 (0.90)	0.004
Condylion - Id	20.59 (1.17)	18.36 (0.93)	0.003
Condylion - I'	19.84 (1.16)	17.77 (0.98)	0.006
Condylion - Go	5.91 (0.49)	5.07 (0.63)	0.007
Condylion - Go'	6.97 (0.69)	5.95 (0.59)	0.003

Πίνακας 12. Σύγκριση επίμυων της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της δεύτερης γενιάς.

1.4 Σύγκριση της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της τρίτης γενιάς.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των πλάγιων κεφαλομετρικών ακτινογραφιών μεταξύ της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδας της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή αποδείχθηκε πως δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις γραμμικές μετρήσεις. (Πίνακας 13)

	ΜΒ (Mean/SD)	ΜΓ (Mean/SD)	P value
Go' - Menton	14.93 (1.40)	14.58 (0.72)	>0.999
Go - Menton	16.77 (1.05)	15.79 (0.81)	0.194
Coronoid - Menton	13.47 (0.70)	12.65 (0.67)	0.067
Condylion - Menton	16.55 (0.67)	15.48 (0.90)	0.076
Condylion - Id	19.42 (0.87)	18.36 (0.93)	0.853
Condylion - I'	18.80 (0.97)	17.77 (0.98)	0.877
Condylion - Go	5.64 (0.64)	5.07 (0.63)	0.120
Condylion - Go'	6.45 (0.72)	5.95 (0.59)	0.348

Πίνακας 13. Σύγκριση επίμυων της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της τρίτης γενιάς.

1.5 Σύγκριση της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της δεύτερης γενιάς.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των πλάγιων κεφαλομετρικών ακτινογραφιών μεταξύ της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή αποδείχθηκε πως δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των γραμμικών μετρήσεων. (Πίνακας 14)

	ΣΑ (Mean/SD)	ΣΒ (Mean/SD)	P value
Go' - Menton	18.65 (1.28)	19.44 (0.80)	0.580
Go - Menton	20.59 (1.42)	21.50 (1.01)	0.266
Coronoid - Menton	15.74 (1.42)	16.14 (0.29)	>0.999
Condylion - Menton	20.74 (1.56)	20.69 (0.60)	>0.999
Condylion - Id	24.47 (1.53)	24.60 (0.59)	>0.999
Condylion - I'	23.42 (1.47)	23.69 (0.61)	>0.999
Condylion - Go	7.65 (0.55)	7.10 (0.51)	0.144
Condylion - Go'	8.84 (0.61)	8.27 (0.46)	0.208

Πίνακας 14. Σύγκριση επίμυων της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της δεύτερης γενιάς.

1.6 Σύγκριση της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της τρίτης γενιάς.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των πλάγιων κεφαλομετρικών ακτινογραφιών μεταξύ της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και της ομάδας της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή αποδείχθηκε πως δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των γραμμικών μετρήσεων. (Πίνακας 15)

	ΣΑ (Mean/SD)	ΣΓ (Mean/SD)	P value
Go' - Menton	18.65 (1.28)	19.44 (0.80)	>0.999
Go - Menton	20.59 (1.42)	21.50 (1.01)	>0.999
Coronoid - Menton	15.74 (1.42)	16.14 (0.29)	0.5789
Condylion - Menton	20.74 (1.56)	20.69 (0.60)	>0.999
Condylion - Id	24.47 (1.53)	24.60 (0.59)	>0.999
Condylion - I'	23.42 (1.47)	23.69 (0.61)	>0.999
Condylion - Go	7.65 (0.55)	7.10 (0.51)	0.150
Condylion - Go'	8.84 (0.61)	8.27 (0.46)	0.300

Πίνακας 15. Σύγκριση επίμυων της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της τρίτης γενιάς.

1.7 Σύγκριση της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της τρίτης γενιάς.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των υπολογιστικών τομογραφιών κωνικής δέσμης μεταξύ της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και της ομάδας της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή αποδείχθηκε πως δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των γραμμικών μετρήσεων. (Πίνακας 16)

	ΣΒ (Mean/SD)	ΣΓ (Mean/SD)	P value
Go' - Menton	19.44 (0.80)	19.44 (0.80)	>0.999
Go - Menton	21.50 (1.01)	21.50 (1.01)	0.746
Coronoid - Menton	16.14 (0.29)	16.14 (0.29)	>0.999
Condylion - Menton	20.69 (0.60)	20.69 (0.60)	>0.999
Condylion - Id	24.60 (0.59)	24.60 (0.59)	>0.999
Condylion - I'	23.69 (0.61)	23.69 (0.61)	>0.999
Condylion - Go	7.10 (0.51)	7.10 (0.51)	0.810
Condylion - Go'	8.27 (0.46)	8.27 (0.46)	0.718

Πίνακας 16. Σύγκριση επίμυων της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της τρίτης γενιάς.

1.8 Σύγκριση της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδος της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των πλάγιων κεφαλομετρικών ακτινογραφιών μεταξύ της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή αποδείχθηκε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις γραμμικές μετρήσεις. (Πίνακας 17)

	MB (Mean/SD)	ΣB (Mean/SD)	P value
Go' - Menton	14.93 (1.40)	19.44 (0.80)	<0.001
Go - Menton	16.77 (1.05)	21.50 (1.01)	<0.001
Coronoid - Menton	13.47 (0.70)	16.14 (0.29)	<0.001
Condylion - Menton	16.55 (0.67)	20.69 (0.60)	<0.001
Condylion - Id	19.42 (0.87)	24.60 (0.59)	<0.001
Condylion - I'	18.80 (0.97)	23.69 (0.61)	<0.001
Condylion - Go	5.64 (0.64)	7.10 (0.51)	<0.001
Condylion - Go'	6.45 (0.72)	8.27 (0.46)	<0.001

Πίνακας 17. Σύγκριση επίμυων της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και των επίμυων της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή.

1.9 Σύγκριση της ομάδας της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδος της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των υπολογιστικών τομογραφιών κωνικής δέσμης μεταξύ της ομάδας της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδας της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή αποδείχθηκε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις γραμμικές μετρήσεις. (Πίνακας 18)

	ΜΓ (Mean/SD)	ΣΓ (Mean/SD)	P value
Go' - Menton	14.58 (0.72)	18.85 (0.56)	<0.001
Go - Menton	15.79 (0.81)	20.85 (0.71)	<0.001
Coronoid - Menton	12.65 (0.67)	16.34 (0.40)	<0.001
Condylion - Menton	15.48 (0.90)	20.27 (0.54)	<0.001
Condylion - Id	18.36 (0.93)	24.40 (0.47)	<0.001
Condylion - I'	17.77 (0.98)	23.49 (0.49)	<0.001
Condylion - Go	5.07 (0.63)	6.77 (0.59)	<0.001
Condylion - Go'	5.95 (0.59)	8.88 (0.74)	<0.001

Πίνακας 18. Σύγκριση επίμυων της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και των επίμυων της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή.

2. Ανάλυση γραμμικών μετρήσεων σε τρισδιάστατη απεικόνιση του κρανίου

Οι μέσοι όροι των διαφορών όλων των παραμέτρων της κάτω γνάθου των ομάδων που τρέφονταν με μαλακή διατροφή, που προσδιορίστηκαν από τις υπολογιστικές τομογραφίες κωνικής δέσμης εμφανίζονται στον Πίνακα 7. Οι μέσοι όροι των μετρήσεων και των διαφορών τους όλων των παραμέτρων της κάτω γνάθου των επίμυων που τρέφονταν με μαλακή τροφή που υπολογίστηκαν από τις υπολογιστικές τομογραφίες κωνικής δέσμης φαίνονται στο Πίνακα 8.

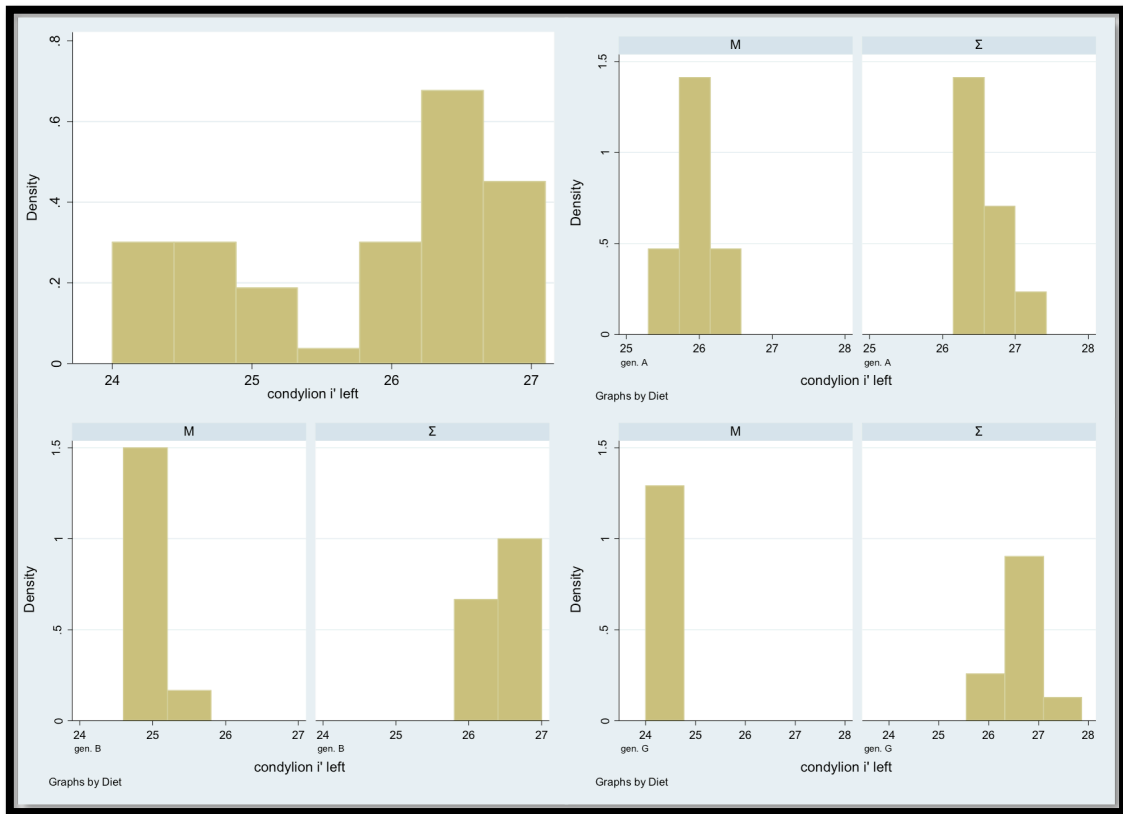
Diet M(Soft)	Generation			Overall
	A (n=10)	B (n=10)	Γ (n=10)	
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Go' - Menton right	18.5 (0.7)	18.3 (0.5)	17.4 (0.2)	18.1 (0.7)
Go - Menton right	21.1 (0.3)	20.8 (0.6)	18.8 (0.3)	20.2 (1.1)
Coronoid - Menton right	18.3 (0.6)	18.2 (0.4)	17.5 (0.2)	18.0 (0.6)
Condylion\go' - Menton right	1.4 (0.3)	1.2 (0.2)	0.9 (0.1)	1.2 (0.3)
Condylion - Menton right	22.8 (0.3)	21.6 (0.5)	20.2 (0.2)	21.5 (1.1)
Condylion - id right	27.0 (0.4)	25.3 (0.4)	24.4 (0.2)	25.6 (1.2)
Condylion - i' right	26.1 (0.2)	25.0 (0.2)	24.3 (0.2)	25.1 (0.8)
Condylion – Go right	5.81 (0.49)	5.44 (0.64)	5.00 (0.63)	5.34 (0.67)
Condylion - Go' right	6.87 (0.69)	6.25 (0.72)	5.75 (0.59)	6.26 (0.77)
Go' - Menton left	19.1 (1.3)	19.8 (0.5)	18.7 (0.2)	19.2 (0.9)
Go - Menton left	20.7 (1.1)	21.0 (0.8)	18.9 (0.2)	20.2 (1.2)
Coronoid - Menton left	18.4 (0.6)	18.4 (0.5)	17.4 (0.2)	18.1 (0.7)
Condylion\Go' - Menton left	1.6 (0.2)	1.2 (0.2)	1.0 (0.2)	1.3 (0.3)
Condylion - menton left	22.8 (0.3)	21.5 (0.6)	19.7 (0.2)	21.3 (1.3)
Condylion - id left	27.1 (0.4)	25.4 (0.4)	24.3 (0.2)	25.6 (1.2)
Condylion - i' left	25.9 (0.3)	24.9 (0.2)	24.3 (0.2)	25.0 (0.7)
Condylion - Go left	5.71 (0.49)	5.34 (0.64)	4.90 (0.63)	5.24 (0.67)
Condylion - Go' left	6.77 (0.69)	6.15 (0.72)	5.65 (0.59)	6.16 (0.77)
Condylion L – Condylion R	17.00 (0.40)	16.62 (0.35)	16.78 (0.32)	16.80 (0.38)
Go' L- Go' R	16.15 (1.07)	15.93 (0.69)	16.23 (0.80)	16.10 (0.85)
Menton L – Menton R	3.33 (0.82)	3.28 (0.54)	3.33 (0.57)	3.31 (0.64)
Id L – Id R	2.05 (0.20)	1.92 (0.25)	2.00 (0.19)	1.99 (0.22)

Πίνακας 7. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις των διαφορών των επίμυων που τρέφονταν με μαλακή τροφή

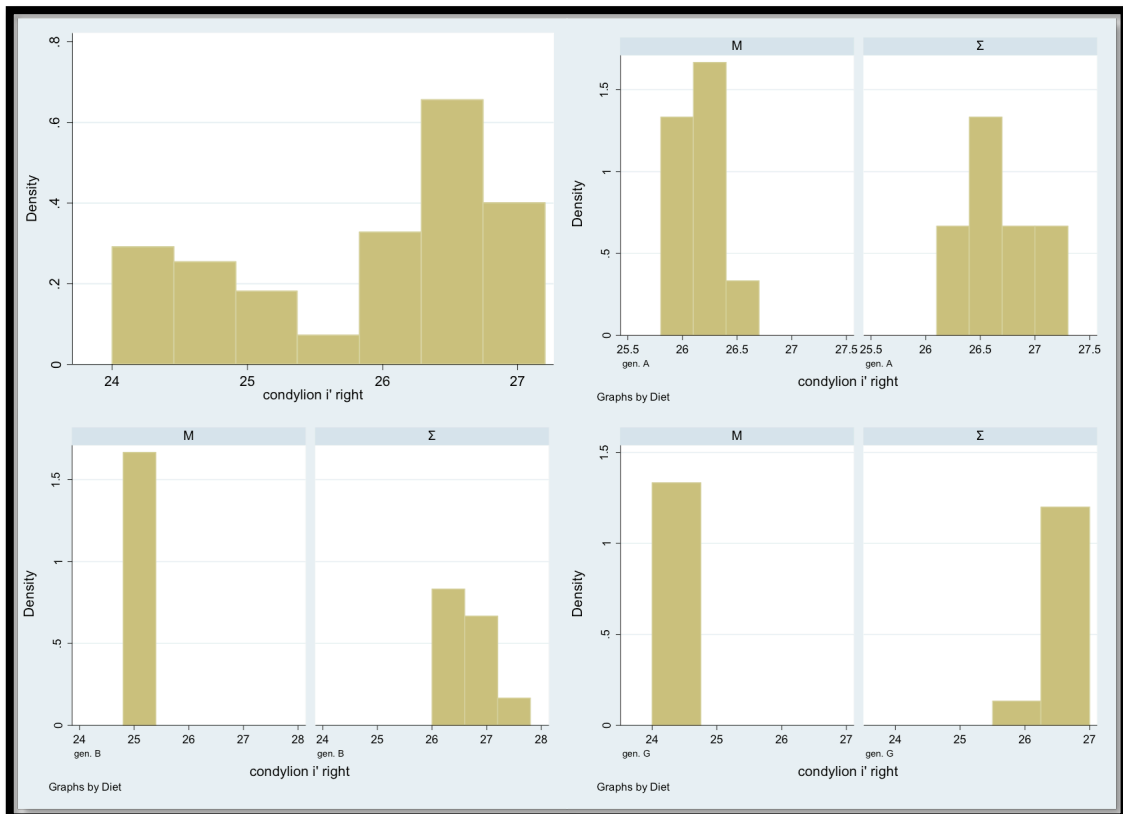
Diet Σ(Hard)	Generation			
	A (n=10)	B (n=10)	Γ (n=10)	Overall
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Go' - Menton right	20.4 (0.7)	20.4 (0.3)	20.4 (0.4)	20.4 (0.6)
Go - Menton right	21.3 (0.6)	21.3 (0.5)	21.3 (0.7)	21.3 (0.6)
Coronoid - Menton right	18.7 (0.3)	18.7 (0.1)	18.7 (0.5)	18.7 (0.3)
Condylion\go' - Menton right	1.8 (0.1)	1.8 (0.5)	1.8 (0.08)	1.8 (0.1)
Condylion - Menton right	23.5 (0.3)	23.5 (0.7)	23.5 (0.07)	23.5 (0.2)
Condylion - id right	27.8 (0.2)	27.8 (0.1)	27.8 (0.3)	27.8 (0.2)
Condylion - i' right	26.6 (0.3)	26.6 (0.6)	26.6 (0.07)	26.6 (0.3)
Condylion – Go right	7.55 (0.55)	7.05 (0.51)	6.67 (0.59)	7.07 (0.65)
Condylion - Go' right	8.74 (0.61)	8.17 (0.46)	8.78 (0.74)	8.56 (0.71)
Go' - Menton left	20.3 (0.7)	20.3 (0.3)	20.3 (0.4)	20.3 (0.6)
Go - Menton left	20.7 (0.6)	20.7 (0.5)	20.7 (0.7)	20.7 (0.6)
Coronoid - Menton left	18.9 (0.3)	18.9 (0.1)	18.9 (0.5)	18.9 (0.3)
Condylion\Go' - Menton left	1.9 (0.1)	1.9 (0.5)	1.9 (0.08)	1.9 (0.1)
Condylion - menton left	23.4 (0.3)	23.4 (0.7)	23.4 (0.1)	23.4 (0.3)
Condylion - id left	27.7 (0.1)	27.7 (0.1)	27.7 (0.2)	27.7 (0.1)
Condylion - i' left	26.6 (0.2)	26.6 (0.3)	26.6 (0.2)	26.6 (0.2)
Condylion - Go left	7.45 (0.55)	7.00 (0.51)	6.57 (0.59)	7.01 (0.65)
Condylion - Go' left	8.64 (0.61)	8.07 (0.46)	8.68 (0.74)	8.46 (0.71)
Condylion L – Condylion R	16.86 (0.32)	16.78 (0.42)	16.74 (0.35)	16.79 (0.36)
Go' L- Go' R	16.15 (1.02)	16.31 (0.26)	16.30 (0.80)	16.25 (0.74)
Menton L – Menton R	3.49 (0.62)	3.05 (0.53)	3.33 (0.57)	3.29 (0.59)
Id L – Id R	1.99 (0.25)	1.92 (0.23)	2.01 (0.16)	1.97 (0.21)

Πίνακας 8. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις των διαφορών των επίμυων που τρέφονταν με σκληρή τροφή.

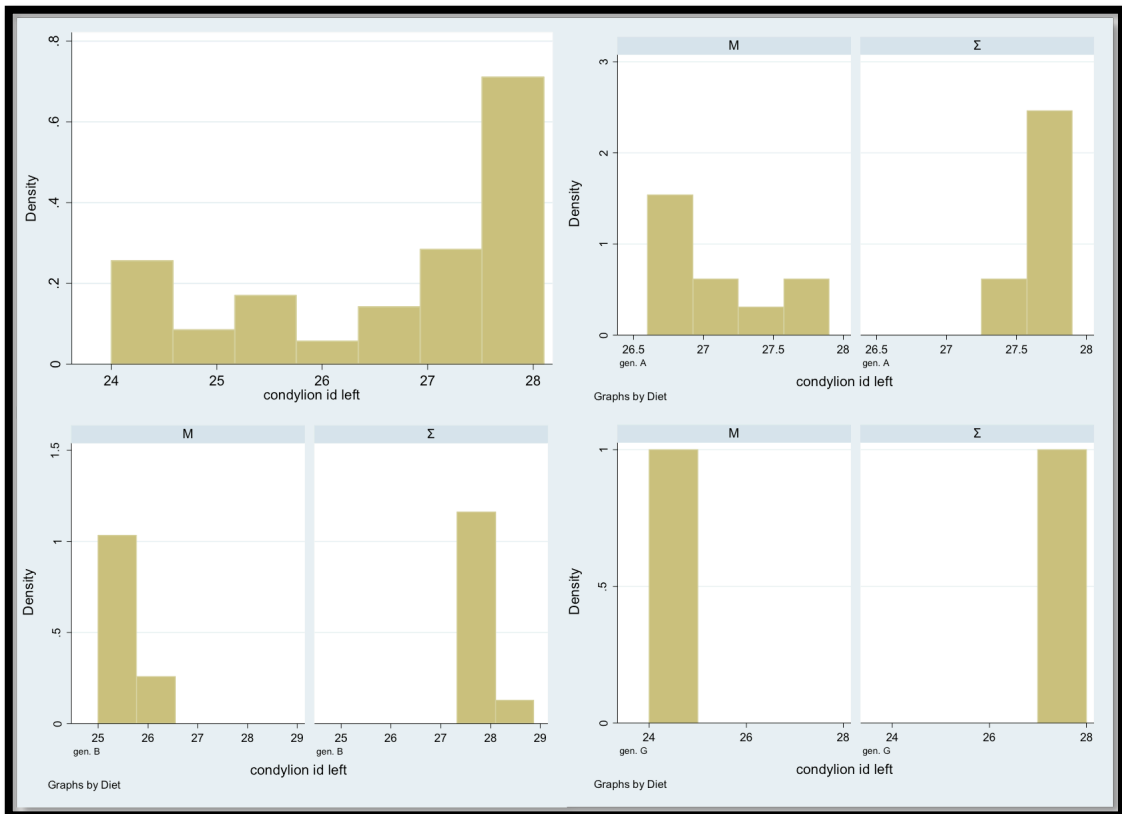
Για τη στατιστική σύγκριση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση παλινδρόμησης (Regression analysis). Το Kolmogorov-Smirnof test χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο κανονικότητας του δείγματος. (Ιστόγραμμα 9-26). Όταν ο έλεγχος κανονικότητας του δείγματος ήταν αρνητικός, χρησιμοποιούνταν η μέθοδος τεταρτημοριακής παλινδρόμησης (quantile regression). Οι συγκρίσεις προσαρμόστηκαν με τη μέθοδο Bonferroni για πολλαπλές συγκρίσεις (Bonferroni method). Για τη στατιστική ανάλυση του δείγματος ο δείκτης "α" ορίστηκε στο 5%.



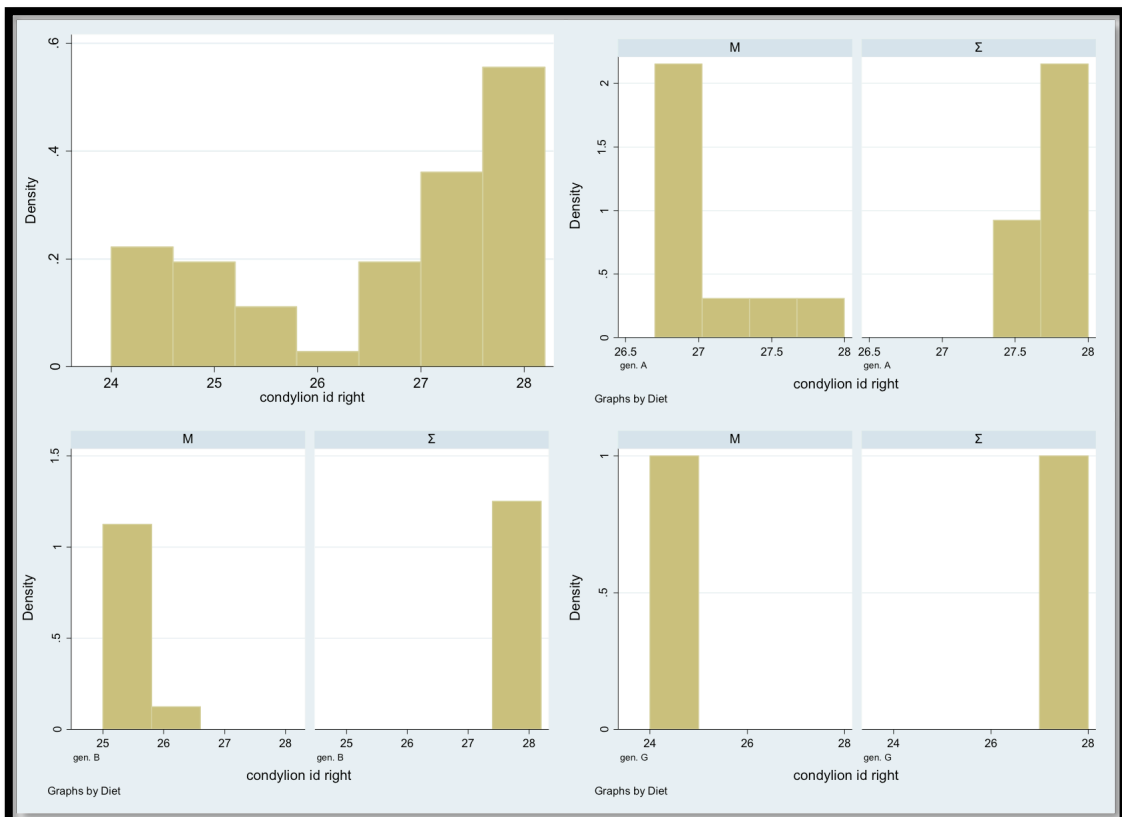
Ιστόγραμμα 9. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Condylion- i' Left ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



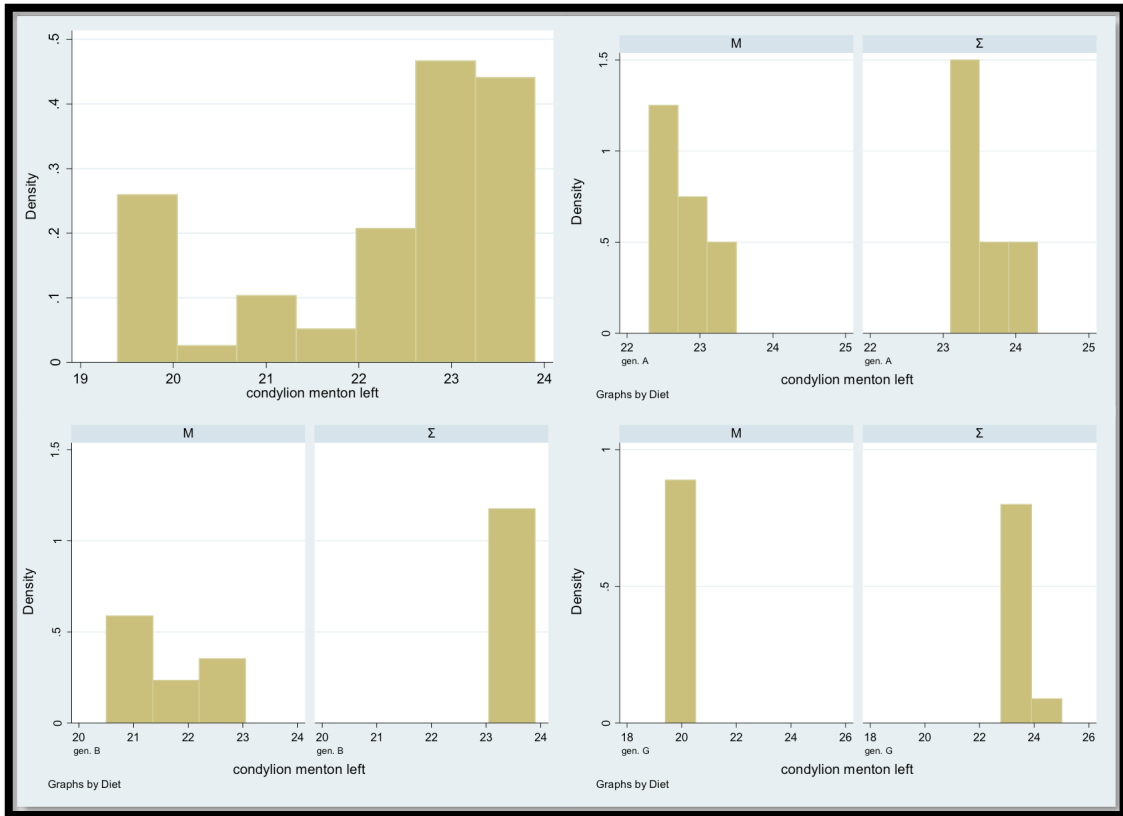
Ιστόγραμμα 10. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Condylion- i' Right ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



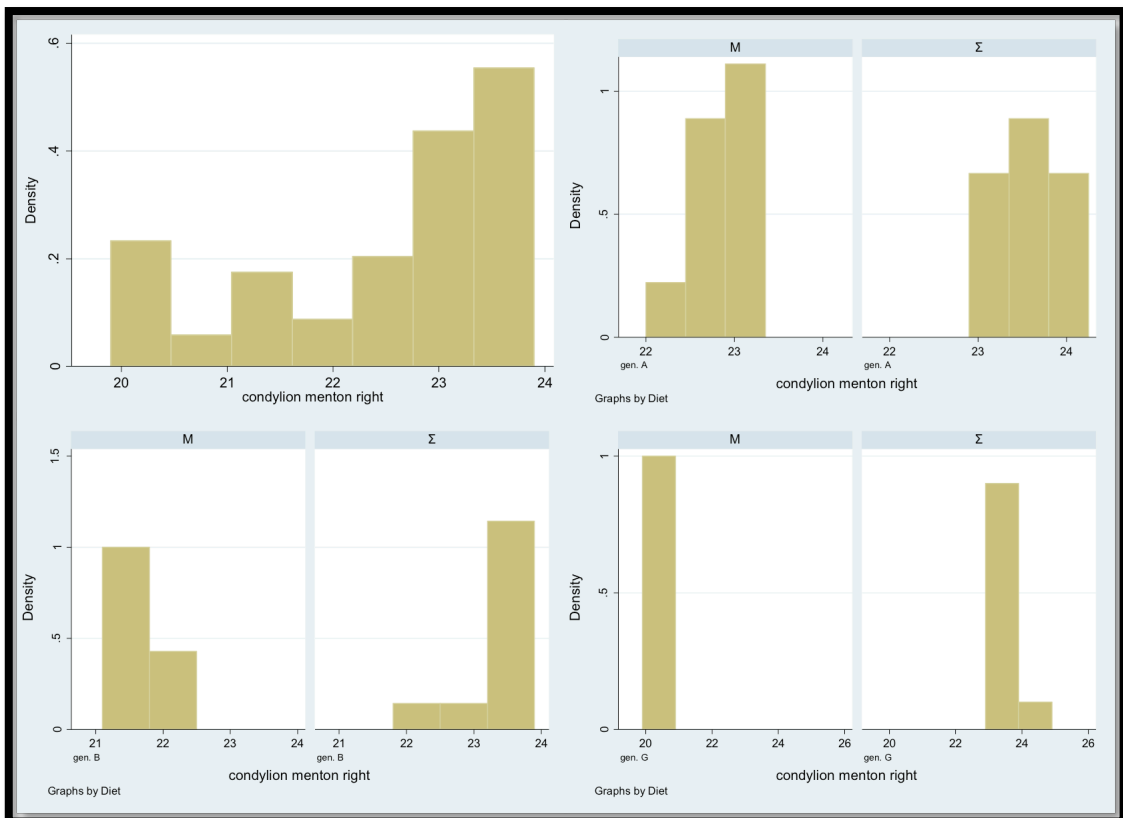
Ιστόγραμμα 11. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Condyion- id Left ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



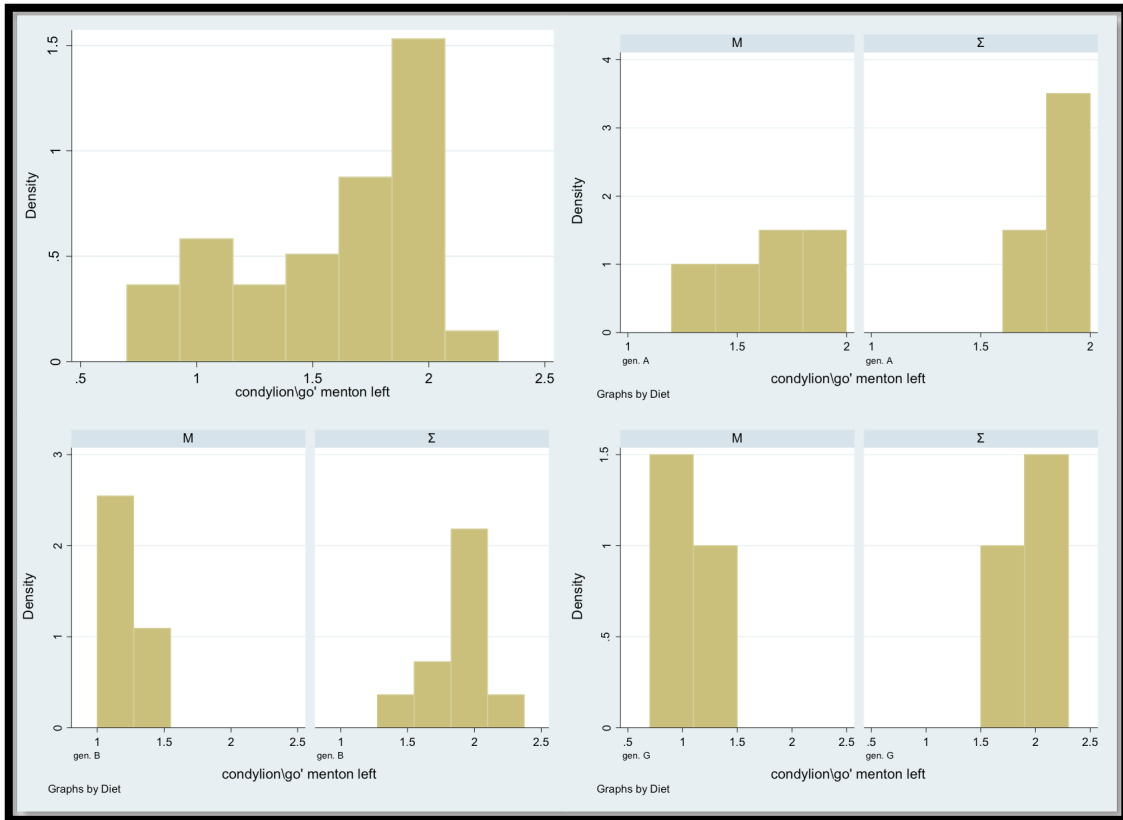
Ιστόγραμμα 12. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Condyion- id Right ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



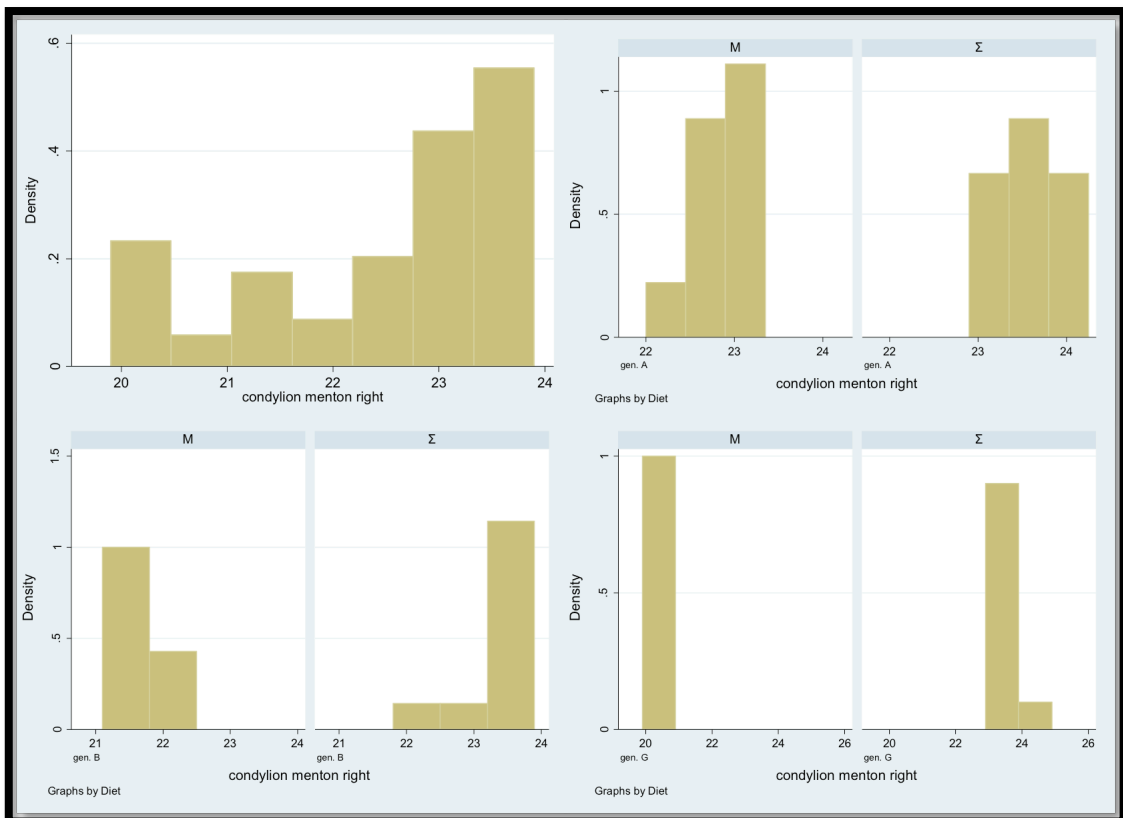
Ιστόγραμμα 13. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Condylion- Menton Left ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



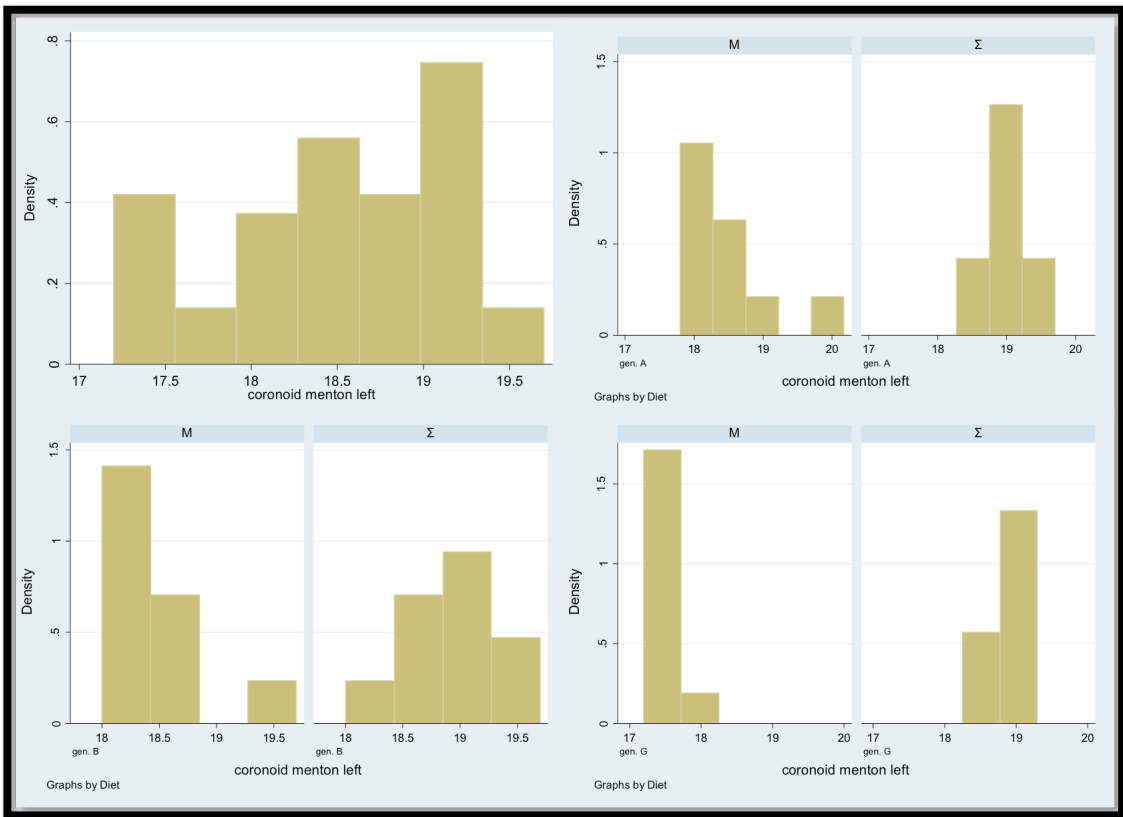
Ιστόγραμμα 14. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Condylion- Menton Right ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



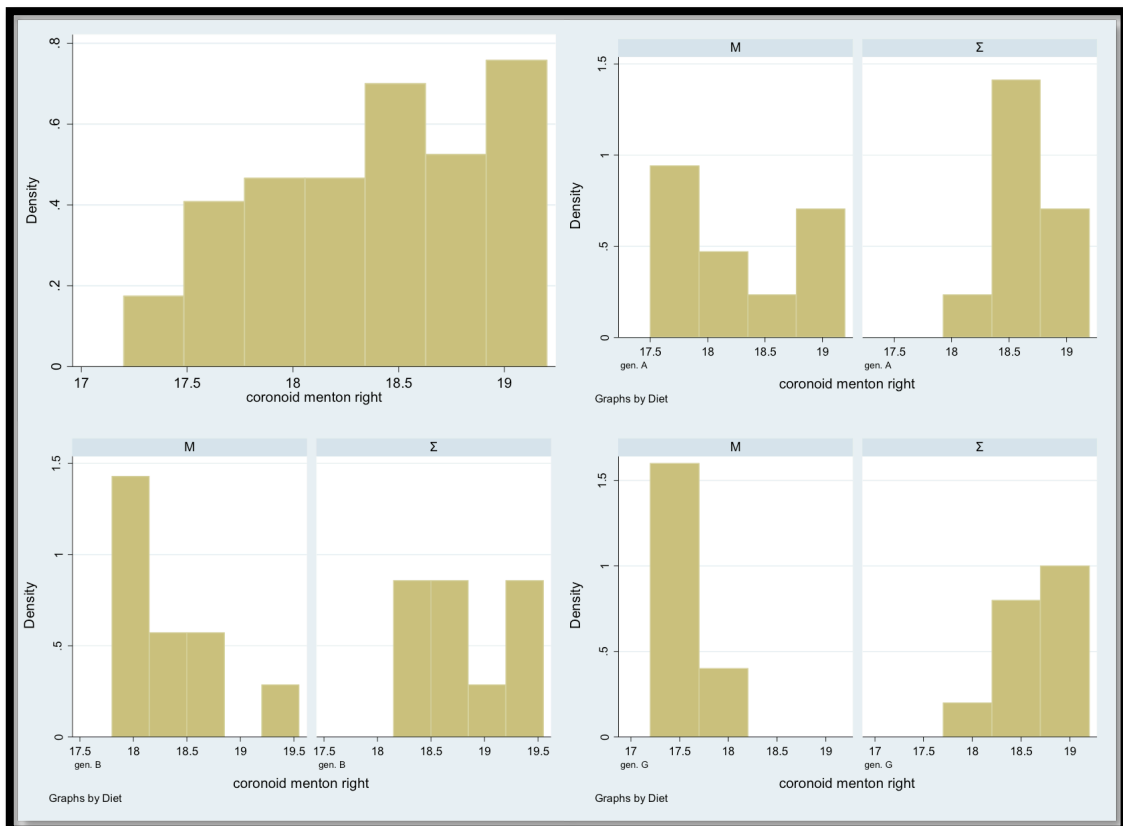
Ιστόγραμμα 15. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Condylion/go' - Menton Left ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



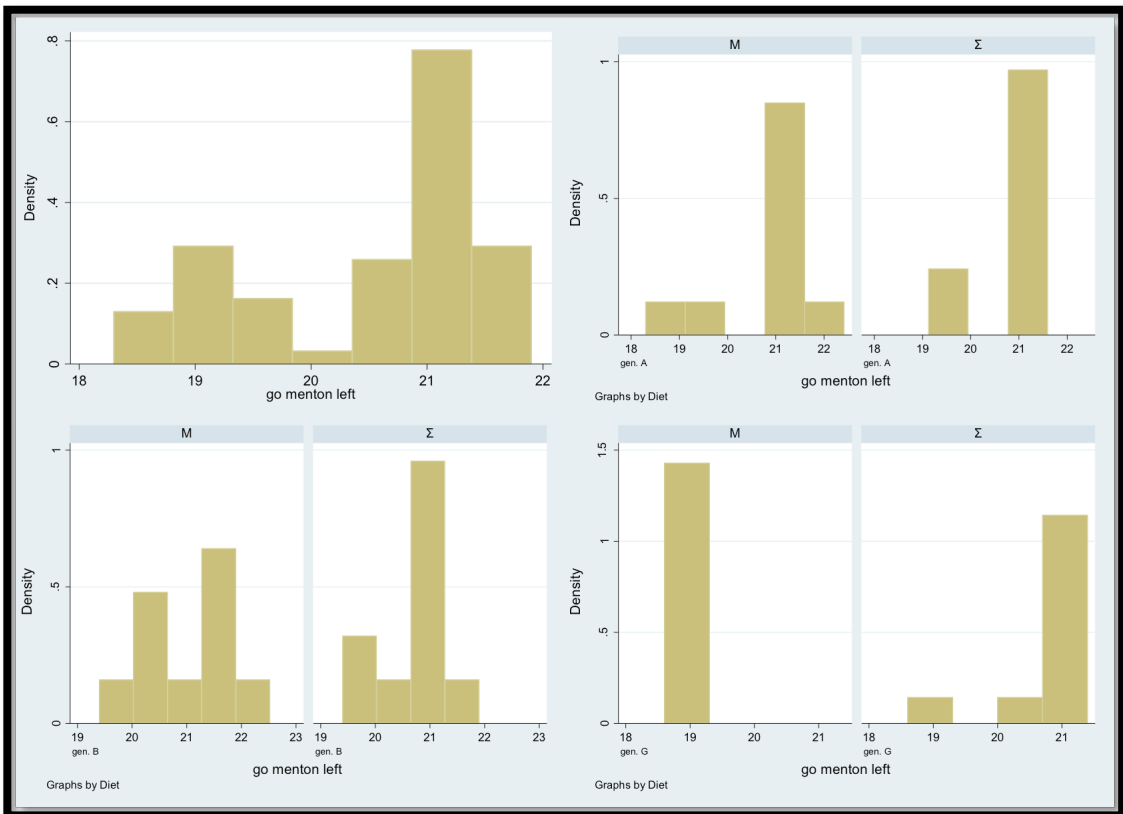
Ιστόγραμμα 16. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Condylion/go'- Menton Right ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



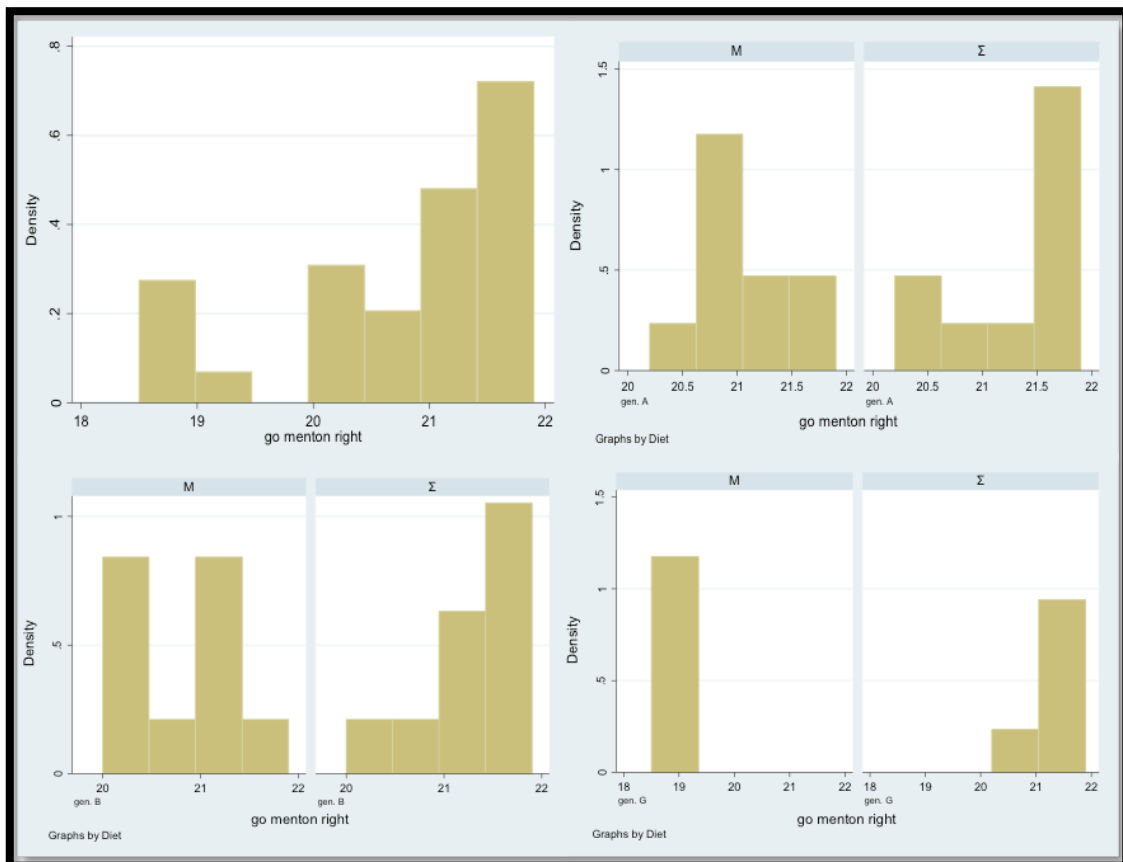
Ιστόγραμμα 17. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Coronoid- Menton Left ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



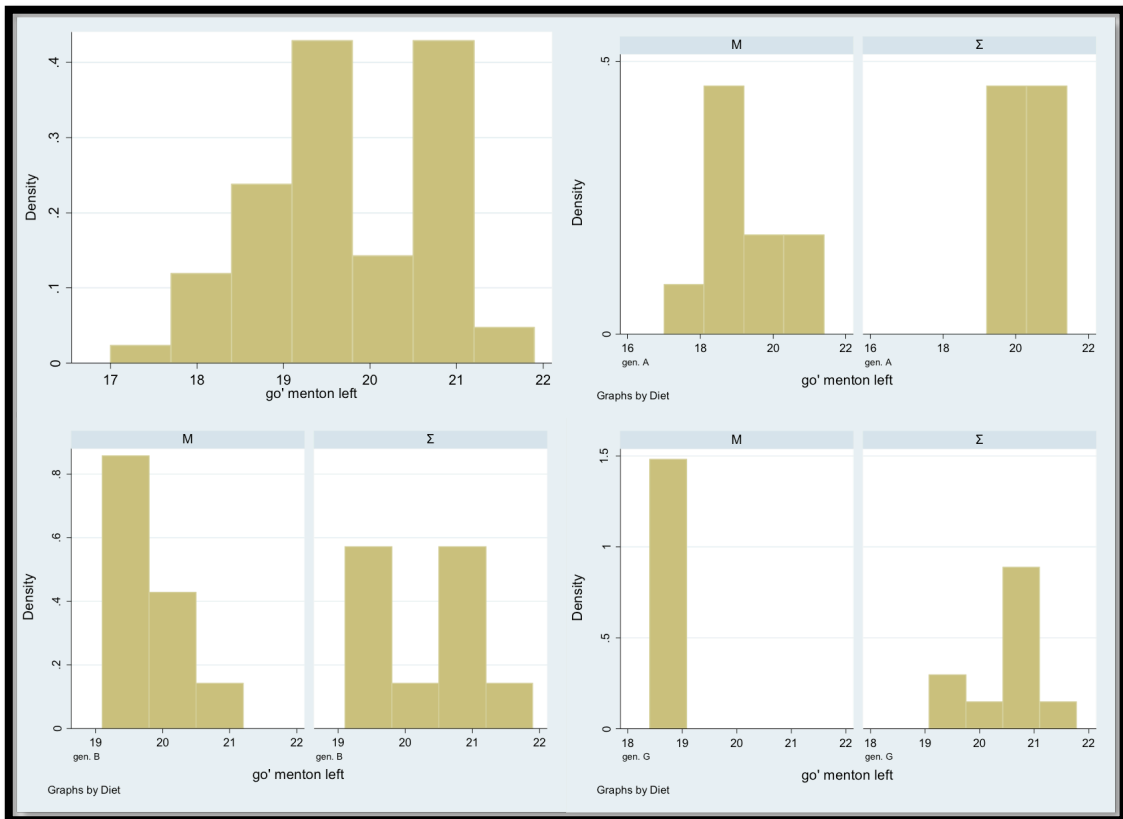
Ιστόγραμμα 18. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Coronoid- Menton Right ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



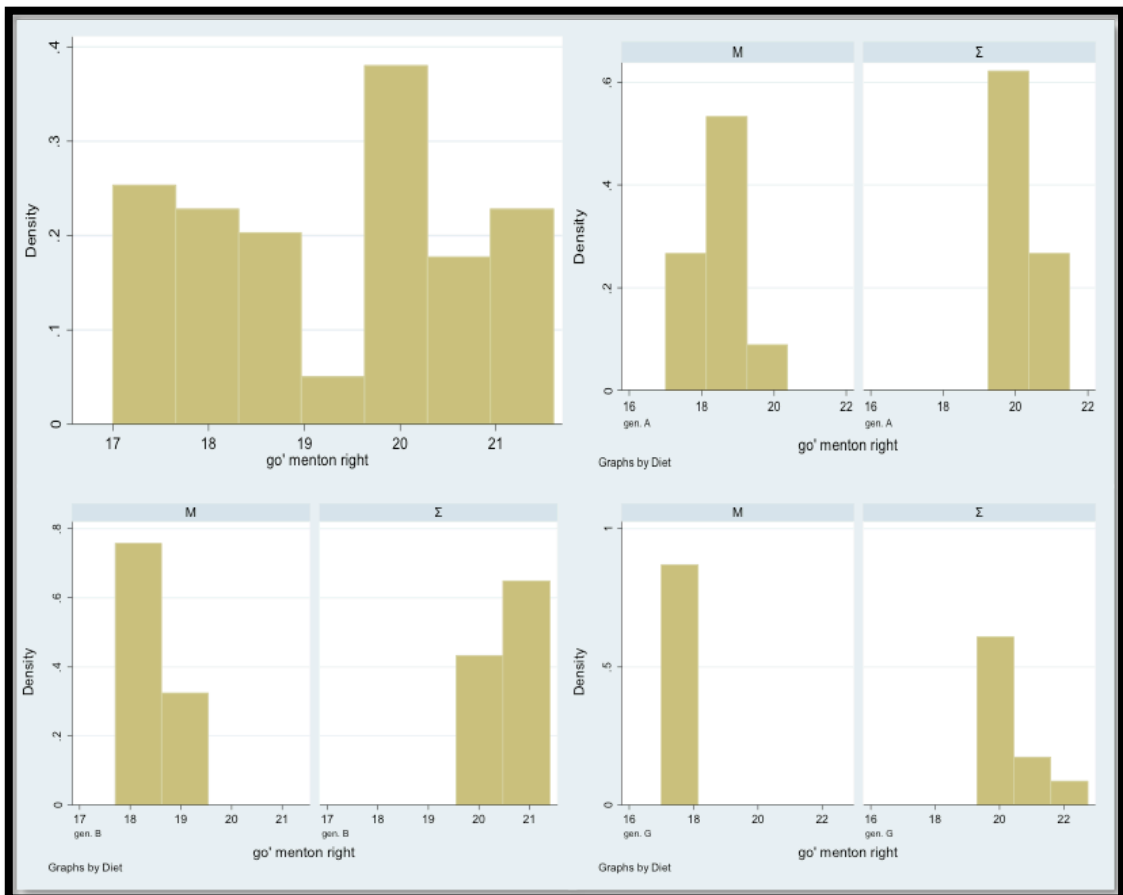
Ιστόγραμμα 19. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Go - Menton Left ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



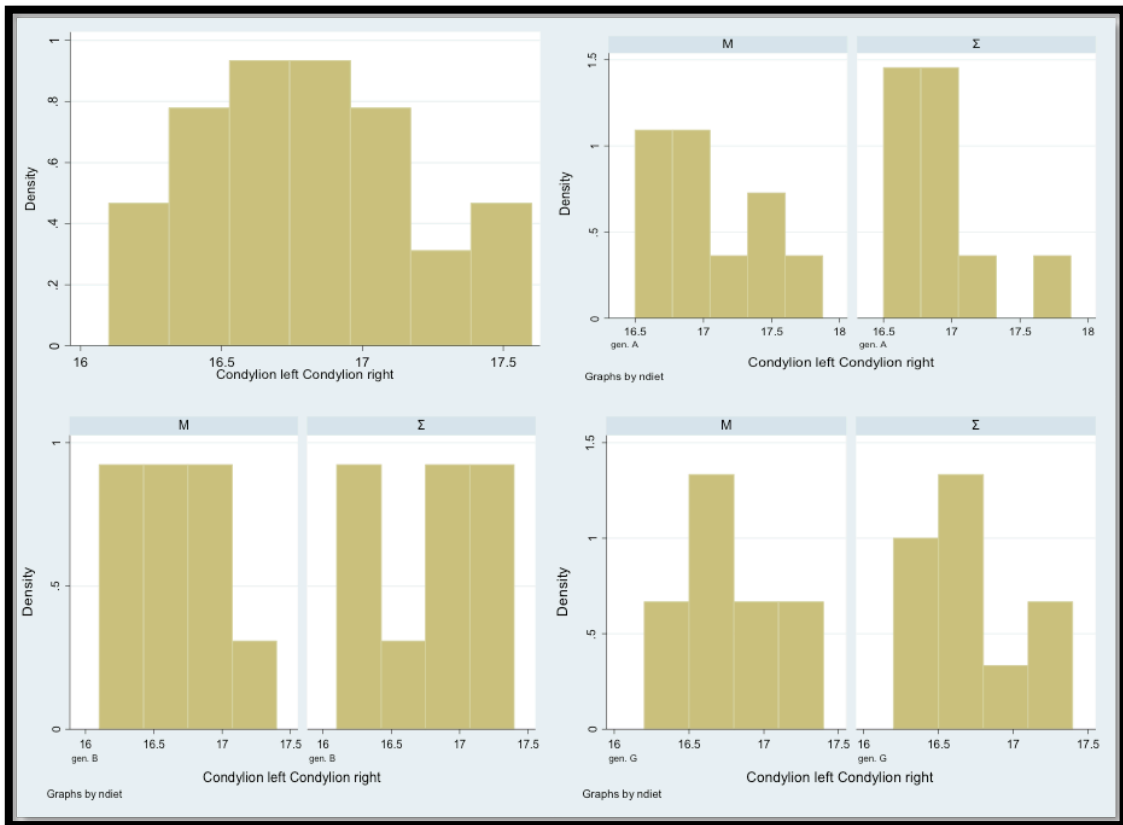
Ιστόγραμμα 20. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Go - Menton Right ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



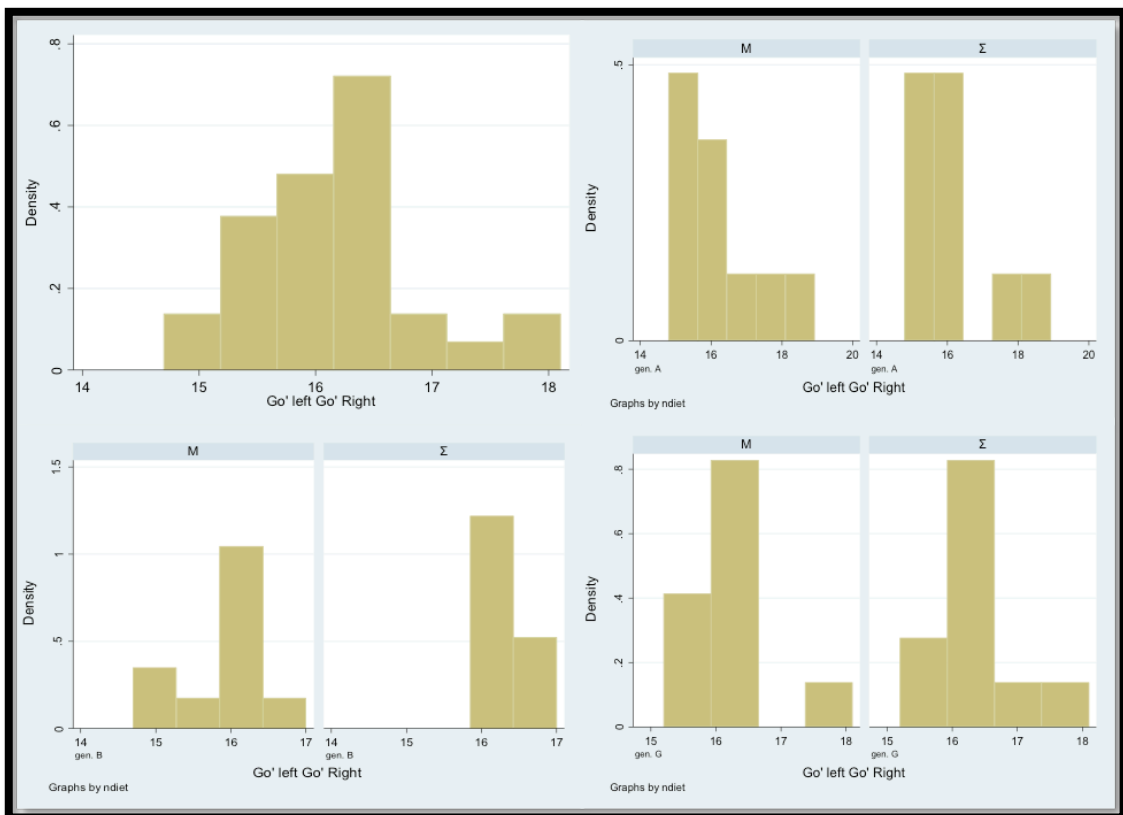
Ιστόγραμμα 21. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Go' - Menton Left ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



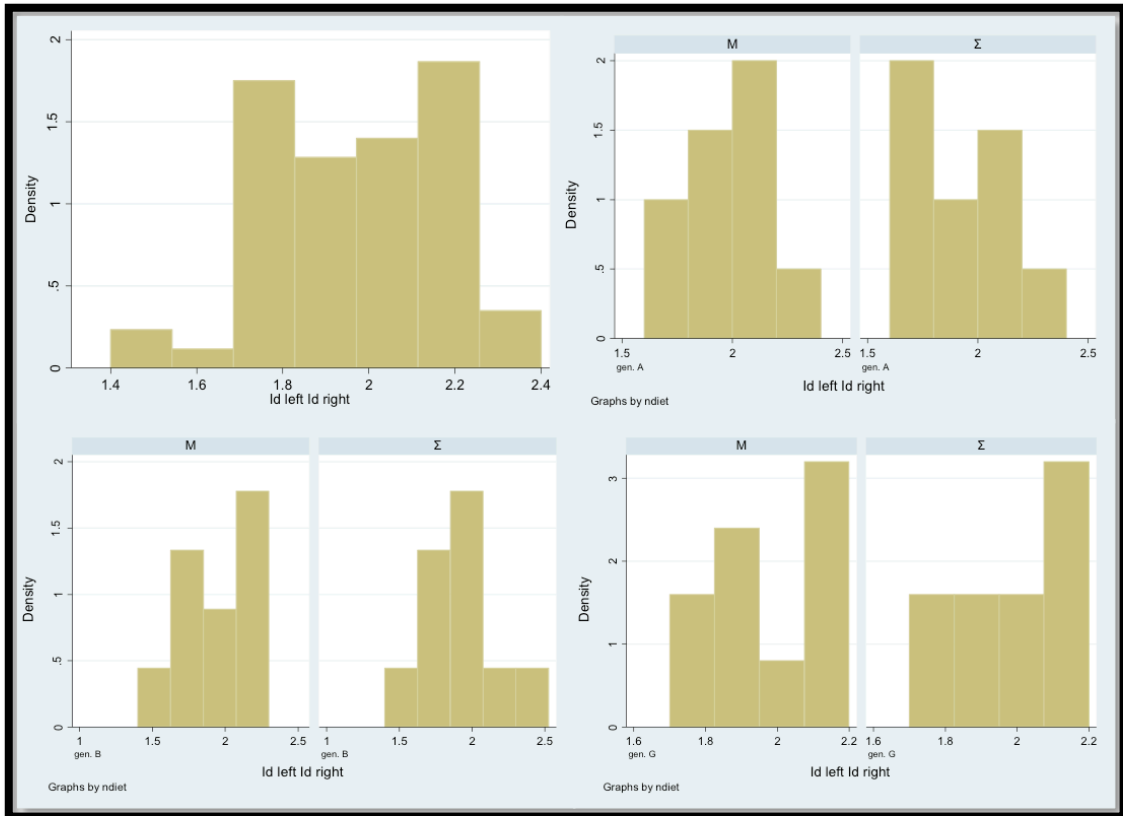
Ιστόγραμμα 22. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Go'-Menton Right ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



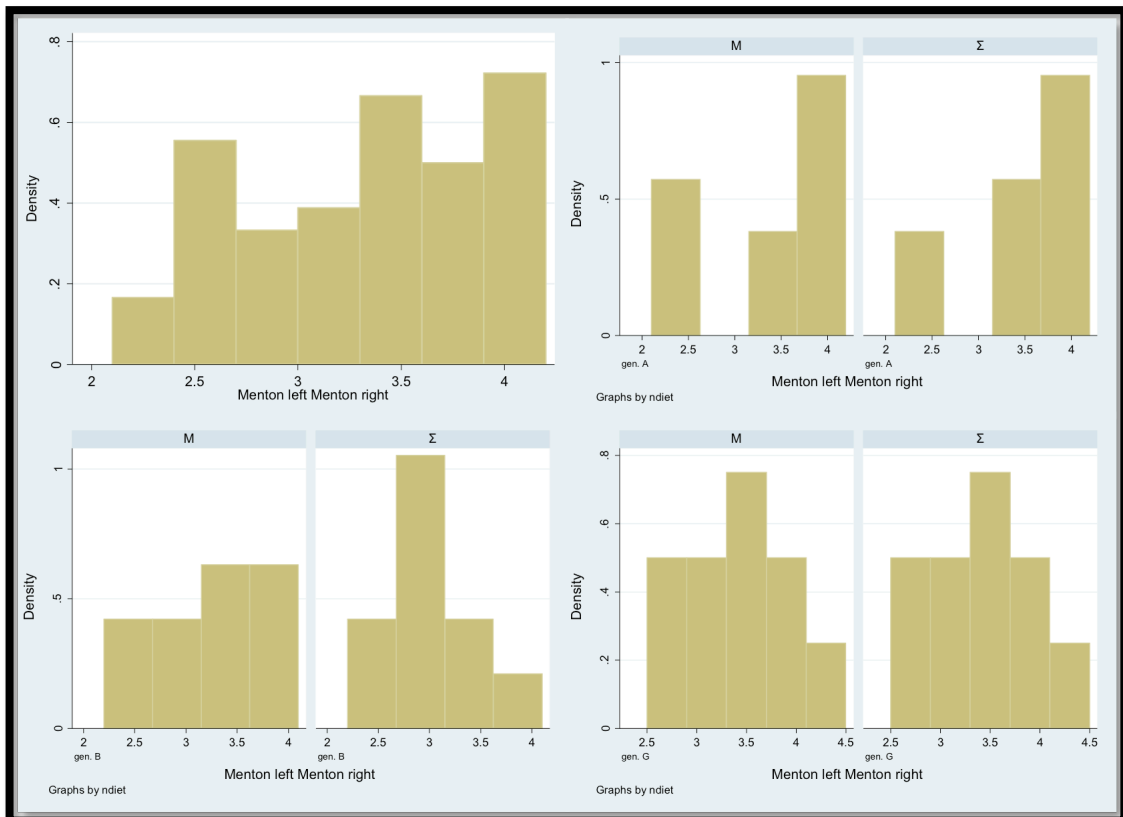
Ιστόγραμμα 23. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Condylion Left - Condylion Right ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



Ιστόγραμμα 24. Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Go' Left- Go' Right ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



Ιστογράμμα 25. Ιστογράμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Id Left-Id Right ανά διατροφή, γενιά και συνολικά



Ιστογράμμα 26. Ιστογράμμα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής Menton Left - Menton Right ανά διατροφή, γενιά και συνολικά

	MA - ΣΑ	MB - ΣΒ	ΜΓ - ΣΓ	MA - MB	MA - ΜΓ	MB - ΜΓ	ΣΑ - ΣΒ	ΣΑ - ΣΓ	ΣΒ - ΣΓ
<i>Right side</i>									
go' menton right	<0.001	<0.001	<0.001	>0.999	0.007	0.006	0.079	0.065	0.137
go menton right	>0.999	0.258	<0.001	>0.999	0.010	0.041	0.080	0.079	0.087
coronoid menton right	0.096	0.036	<0.001	>0.999	0.004	0.027	0.091	0.068	0.15
condylion\go' menton right	0.047	<0.001	<0.001	0.062	0.008	0.062	0.085	0.094	0.093
condylion menton right	<0.001	<0.001	<0.001	0.021	0.011	0.031	0.089	0.088	0.089
condylion id right	<0.001	<0.001	<0.001	0.010	0.026	0.009	0.109	>0.999	0.236
condylion i' right	<0.001	<0.001	<0.001	0.034	0.003	0.013	0.201	>0.999	0.311
Condylion – Go right	<0.001	<0.001	<0.001	>0.999	0.007	0.320	0.204	0.150	0.750
Condylion - Go' right	<0.001	<0.001	<0.001	0.422	0.003	0.248	0.148	0.300	0.781
<i>Left side</i>									
go' menton left	0.001	0.533	<0.001	0.091	0.629	0.005	0.101	0.069	0.143
go menton left	>0.999	>0.999	<0.001	>0.999	0.015	0.028	0.083	0.083	0.093
coronoid menton left	0.008	0.013	<0.001	>0.999	0.007	0.032	0.097	0.072	0.023
condylion\go' menton left	0.005	<0.001	<0.001	0.042	0.012	0.035	0.086	0.096	>0.084
condylion menton left	0.001	<0.001	<0.001	0.036	0.009	0.028	0.090	0.092	0.095
condylion id left	<0.001	<0.001	<0.001	0.008	0.031	0.016	0.123	>0.999	0.242
condylion i' left	<0.001	<0.001	<0.001	0.027	0.005	0.007	0.231	>0.999	0.371
Condylion - Go left	<0.001	<0.001	<0.001	>0.999	0.01	0.240	0.234	0.210	0.624
Condylion - Go' left	<0.001	<0.001	<0.001	0.232	0.004	0.568	0.418	0.420	0.511
Transverse									
Condylion L – Condylion R	>0.999	0.974	>0.999	0.088	0.710	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999
Go' L- Go' R	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999
Menton L – Menton R	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999	0.470	>0.999	>0.999
Id L – Id R	>0.999	>0.999	>0.999	0.7345	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999

Πίνακας 9. Bonferroni corrected (multiple comparisons). P values.

2.1 Σύγκριση της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των υπολογιστικών τομογραφιών κωνικής δέσμης μεταξύ της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή αποδείχθηκε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σχεδόν σε όλες τις γραμμικές μετρήσεις. Οι μόνες μετρήσεις που δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ήταν αυτές μεταξύ της πλέον οπίσθιας κορυφής της γωνιώδους αποφύσεως και του κατώτερου σημείου της γενειακής αποφύσεως τόσο στη δεξιά όσο και στην αριστερή πλευρά. Στο εγκάρσιο επίπεδο δεν βρέθηκαν διαφορές. Ενδιαφέρον παρουσιάζει πως η μέτρηση μεταξύ της κορυφής της δεξιάς κορωνοειδούς αποφύσεως με το κατώτερο σημείο της δεξιάς γενειακής αποφύσεως δεν εμφάνιζε διαφορές ενώ οι διαφορές της αντίστοιχης μέτρησης της αριστερής πλευράς ήταν στατιστικά σημαντικές. (Πίνακας 10)

	ΜΑ (Mean/SD)	ΣΑ (Mean/SD)	P value
<i>Right side</i>			
go' menton right	18.5 (0.7)	20.4 (0.7)	<0.001
go menton right	21.1 (0.3)	21.3 (0.6)	>0.999
coronoid menton right	18.3 (0.6)	18.7 (0.3)	0.096
condylion\go' menton right	1.4 (0.3)	1.8 (0.1)	0.047
condylion menton right	22.8 (0.3)	23.5 (0.3)	<0.001
condylion id right	27.0 (0.4)	27.8 (0.2)	<0.001
condylion i' right	26.1 (0.2)	26.6 (0.3)	<0.001
Condylion – Go right	5.81 (0.49)	7.55 (0.55)	<0.001
Condylion - Go' right	6.87 (0.69)	8.74 (0.61)	<0.001
<i>Left side</i>			
go' menton left	19.1 (1.3)	20.3 (0.7)	0.001

go menton left	20.7 (1.1)	20.7 (0.6)	>0.999
coronoid menton left	18.4 (0.6)	18.9 (0.3)	0.008
condylion\go' menton left	1.6 (0.2)	1.9 (0.1)	0.005
condylion menton left	22.8 (0.3)	23.4 (0.3)	0.001
condylion id left	27.1 (0.4)	27.7 (0.1)	<0.001
condylion i' left	25.9 (0.3)	26.6 (0.2)	<0.001
Condylion - Go left	5.71 (0.49)	7.45 (0.55)	<0.001
Condylion - Go' left	6.77 (0.69)	8.64 (0.61)	<0.001
Condylion L – Condylion R	17.00 (0.40)	16.86 (0.32)	>0.999
Go' L- Go' R	16.15 (1.07)	16.15 (1.02)	>0.999
Menton L – Menton R	3.33 (0.82)	3.49 (0.62)	>0.999
Id L – Id R	2.05 (0.20)	1.99 (0.25)	>0.999

Πίνακας 10. Σύγκριση επίμυων της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή με αυτούς που τρέφονταν με σκληρή τροφή

2.2 Σύγκριση της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της δεύτερης γενιάς.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των υπολογιστικών τομογραφιών κωνικής δέσμης μεταξύ της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή αποδείχθηκε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο στις γραμμικές μετρήσεις μεταξύ του πλέον ανώτερου και οπίσθιου σημείου του κονδύλου με το κατώτερο σημείο της γενειακής αποφύσεως τόσο στη δεξιά όσο και στην αριστερή πλευρά της κάτω γνάθου. Επίσης διαφορές υπήρξαν μεταξύ του πλέον ανώτερου και οπίσθιου σημείου του κονδύλου με το υψηλότερο σημείο της φατνιακής απόφυσης μεταξύ των κάτω τομών και στις δύο πλευρές της κάτω γνάθου. Διαφορές υπήρξαν στις μετρήσεις μεταξύ του πλέον ανώτερου και οπίσθιου σημείου του κονδύλου με το πλέον πρόσθιο χείλος του φατνιακού πετάλου στην κυρτότητα του κάτω τομέα και στις δύο πλευρές. Τέλος δεν υπήρξαν διαφορές στο εγκάρσιο επίπεδο. (Πίνακας 11)

	MA (Mean/SD)	MB (Mean/SD)	P value
<i>Right side</i>			
go' menton right	18.5 (0.7)	18.3 (0.5)	>0.999
go menton right	21.1 (0.3)	20.8 (0.6)	>0.999
coronoid menton right	18.3 (0.6)	18.2 (0.4)	>0.999
condylion\go' menton right	1.4 (0.3)	1.2 (0.2)	0.062
condylion menton right	22.8 (0.3)	21.6 (0.5)	0.021**
condylion id right	27.0 (0.4)	25.3 (0.4)	0.010**
condylion i' right	26.1 (0.2)	25.0 (0.2)	0.034**
Condylion – Go right	5.81 (0.49)	5.44 (0.64)	>0.999
Condylion - Go' right	6.87 (0.69)	6.25 (0.72)	0.422
<i>Left side</i>			
go' menton left	19.1 (1.3)	19.8 (0.5)	0.091
go menton left	20.7 (1.1)	21.0 (0.8)	>0.999
coronoid menton left	18.4 (0.6)	18.4 (0.5)	>0.999
condylion\go' menton left	1.6 (0.2)	1.2 (0.2)	0.042**
condylion menton left	22.8 (0.3)	21.5 (0.6)	0.036**
condylion id left	27.1 (0.4)	25.4 (0.4)	0.008**
condylion i' left	25.9 (0.3)	24.9 (0.2)	0.027**
Condylion - Go left	5.71 (0.49)	5.34 (0.64)	0.01
Condylion - Go' left	6.77 (0.69)	6.15 (0.72)	0.004
Condylion L – Condylion R	17.00 (0.40)	16.62 (0.35)	0.088
Go' L- Go' R	16.15 (1.07)	15.93 (0.69)	>0.999
Menton L – Menton R	3.33 (0.82)	3.28 (0.54)	>0.999
Id L – Id R	2.05 (0.20)	1.92 (0.25)	0.7345

Πίνακας 11. Σύγκριση επίμυων της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της δεύτερης γενιάς.

2.3 Σύγκριση της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της τρίτης γενιάς.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των υπολογιστικών τομογραφιών κωνικής δέσμης μεταξύ της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδας της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή αποδείχθηκε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις γραμμικές μετρήσεις εκτός από την απόσταση του κατώτερου σημείου της αριστερής γωνιώδους αποφύσεως με το κατώτερο σημείο της αριστερής γενεϊακής αποφύσεως και των μετρήσεων στο εγκάρσιο επίπεδο. (Πίνακας 12)

	ΜΑ (Mean/SD)	ΜΓ (Mean/SD)	P value
<i>Right side</i>			
go' menton right	18.5 (0.7)	17.4 (0.2)	0.007**
go menton right	21.1 (0.3)	18.8 (0.3)	0.010**
coronoid menton right	18.3 (0.6)	17.5 (0.2)	0.004**
condylion\go' menton right	1.4 (0.3)	0.9 (0.1)	0.008**
condylion menton right	22.8 (0.3)	20.2 (0.2)	0.011**
condylion id right	27.0 (0.4)	24.4 (0.2)	0.026**
condylion i' right	26.1 (0.2)	24.3 (0.2)	0.003**
Condylion – Go right	5.81 (0.49)	5.00 (0.63)	0.007
Condylion - Go' right	6.87 (0.69)	5.75 (0.59)	0.003
<i>Left side</i>			
go' menton left	19.1 (1.3)	18.7 (0.2)	0.629
go menton left	20.7 (1.1)	18.9 (0.2)	0.015**
coronoid menton left	18.4 (0.6)	17.4 (0.2)	0.007**
condylion\go' menton left	1.6 (0.2)	1.0 (0.2)	0.012**
condylion menton left	22.8 (0.3)	19.7 (0.2)	0.009**
condylion id left	27.1 (0.4)	24.3 (0.2)	0.031**
condylion i' left	25.9 (0.3)	24.3 (0.2)	0.005**
Condylion - Go left	5.71 (0.49)	4.90 (0.63)	0.01
Condylion - Go' left	6.77 (0.69)	5.65 (0.59)	0.004
Condylion L – Condylion R	17.00 (0.40)	16.78 (0.32)	0.710

Go' L- Go' R	16.15 (1.07)	16.23 (0.80)	>0.999
Menton L – Menton R	3.33 (0.82)	3.33 (0.57)	>0.999
Id L – Id R	2.05 (0.20)	2.00 (0.19)	>0.999

Πίνακας 12. Σύγκριση επίμυων της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της δεύτερης γενιάς.

2.4 Σύγκριση της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της τρίτης γενιάς.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των υπολογιστικών τομογραφιών κωνικής δέσμης μεταξύ της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδας της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή αποδείχθηκε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σχεδόν σε όλες τις γραμμικές μετρήσεις. Ενδιαφέρον παρουσιάζει πως η απόσταση της ευθείας, μεταξύ του πλέον ανώτερου και οπίσθιου σημείου του δεξιού κονδύλου με τη πλέον οπίσθια κορυφή της δεξιάς γωνιώδους αποφύσεως, με το κατώτερο σημείο της δεξιάς γενειακής αποφύσεως δε διαφέρει ενώ η αντίστοιχη μέτρηση στην αριστερή πλευρά έχει στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Πίνακας 13)

	MB (Mean/SD)	ΜΓ (Mean/SD)	P value
<i>Right side</i>			
go' menton right	18.3 (0.5)	17.4 (0.2)	0.006**
go menton right	20.8 (0.6)	18.8 (0.3)	0.041**
coronoid menton right	18.2 (0.4)	17.5 (0.2)	0.027**
condylion\go' menton right	1.2 (0.2)	0.9 (0.1)	0.062
condylion menton right	21.6 (0.5)	20.2 (0.2)	0.031**
condylion id right	25.3 (0.4)	24.4 (0.2)	0.009**
condylion i' right	25.0 (0.2)	24.3 (0.2)	0.013**
Condylion – Go right	5.44 (0.64)	5.00 (0.63)	0.320
Condylion - Go' right	6.25 (0.72)	5.75 (0.59)	0.248

<i>Left side</i>			
go' menton left	19.8 (0.5)	18.7 (0.2)	0.005**
go menton left	21.0 (0.8)	18.9 (0.2)	0.028**
coronoid menton left	18.4 (0.5)	17.4 (0.2)	0.032**
condylion\go' menton left	1.2 (0.2)	1.0 (0.2)	0.035**
condylion menton left	21.5 (0.6)	19.7 (0.2)	0.028**
condylion id left	25.4 (0.4)	24.3 (0.2)	0.016**
condylion i' left	24.9 (0.2)	24.3 (0.2)	0.007**
Condylion - Go left	5.34 (0.64)	4.90 (0.63)	0.240
Condylion - Go' left	6.15 (0.72)	5.65 (0.59)	0.568
Condylion L – Condylion R	16.62 (0.35)	16.78 (0.32)	>0.999
Go' L- Go' R	15.93 (0.69)	16.23 (0.80)	>0.999
Menton L – Menton R	3.28 (0.54)	3.33 (0.57)	>0.999
Id L – Id R	1.92 (0.25)	2.00 (0.19)	>0.999

Πίνακας 13. Σύγκριση επίμυων της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της τρίτης γενιάς.

2.5 Σύγκριση της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της δεύτερης γενιάς.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των υπολογιστικών τομογραφιών κωνικής δέσμης μεταξύ της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή αποδείχθηκε πως δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των γραμμικών μετρήσεων. (Πίνακας 14)

	ΣΑ (Mean/SD)	ΣΒ (Mean/SD)	P value
<i>Right side</i>			
go' menton right	20.4 (0.7)	20.4 (0.3)	0.079
go menton right	21.3 (0.6)	21.3 (0.5)	0.080
coronoid menton right	18.7 (0.3)	18.7 (0.1)	0.091
condylion\go' menton right	1.8 (0.1)	1.8 (0.5)	0.085
condylion menton right	23.5 (0.3)	23.5 (0.7)	0.089
condylion id right	27.8 (0.2)	27.8 (0.1)	0.109
condylion i' right	26.6 (0.3)	26.6 (0.6)	0.201
Condylion – Go right	7.55 (0.55)	7.05 (0.51)	0.204
Condylion - Go' right	8.74 (0.61)	8.17 (0.46)	0.148
<i>Left side</i>			
go' menton left	20.3 (0.7)	20.3 (0.3)	0.101
go menton left	20.7 (0.6)	20.7 (0.5)	0.083
coronoid menton left	18.9 (0.3)	18.9 (0.1)	0.097
condylion\go' menton left	1.9 (0.1)	1.9 (0.5)	0.086
condylion menton left	23.4 (0.3)	23.4 (0.7)	0.090
condylion id left	27.7 (0.1)	27.7 (0.1)	0.123
condylion i' left	26.6 (0.2)	26.6 (0.3)	0.231
Condylion - Go left	7.45 (0.55)	7.00 (0.51)	0.234
Condylion - Go' left	8.64 (0.61)	8.07 (0.46)	0.418
Condylion L – Condylion R	16.86 (0.32)	16.78 (0.42)	>0.999
Go' L- Go' R	16.15 (1.02)	16.31 (0.26)	>0.999
Menton L – Menton R	3.49 (0.62)	3.05 (0.53)	0.470
Id L – Id R	1.99 (0.25)	1.92 (0.23)	>0.999

Πίνακας 14. Σύγκριση επίμσων της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της δεύτερης γενιάς.

2.6 Σύγκριση της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της τρίτης γενιάς.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των υπολογιστικών τομογραφιών κωνικής δέσμης μεταξύ της ομάδας της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και της ομάδας της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή αποδείχθηκε πως δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των γραμμικών μετρήσεων. (Πίνακας 15)

	ΣΑ (Mean/SD)	ΣΓ (Mean/SD)	P value
<i>Right side</i>			
go' menton right	20.4 (0.7)	20.4 (0.4)	0.065
go menton right	21.3 (0.6)	21.3 (0.7)	0.079
coronoid menton right	18.7 (0.3)	18.7 (0.5)	0.068
condylion\go' menton right	1.8 (0.1)	1.8 (0.08)	0.094
condylion menton right	23.5 (0.3)	23.5 (0.07)	0.088
condylion id right	27.8 (0.2)	27.8 (0.3)	>0.999
condylion i' right	26.6 (0.3)	26.6 (0.07)	>0.999
Condylion – Go right	7.55 (0.55)	6.67 (0.59)	0.150
Condylion - Go' right	8.74 (0.61)	8.78 (0.74)	0.300
<i>Left side</i>			
go' menton left	20.3 (0.7)	20.3 (0.4)	0.069
go menton left	20.7 (0.6)	20.7 (0.7)	0.083
coronoid menton left	18.9 (0.3)	18.9 (0.5)	0.072
condylion\go' menton left	1.9 (0.1)	1.9 (0.08)	0.096
condylion menton left	23.4 (0.3)	23.4 (0.1)	0.092
condylion id left	27.7 (0.1)	27.7 (0.2)	>0.999
condylion i' left	26.6 (0.2)	26.6 (0.2)	>0.999
Condylion - Go left	7.45 (0.55)	6.57 (0.59)	0.210
Condylion - Go' left	8.64 (0.61)	8.68 (0.74)	0.420
Condylion L – Condylion R	16.86 (0.32)	16.74 (0.35)	>0.999
Go' L- Go' R	16.15 (1.02)	16.30 (0.80)	>0.999
Menton L – Menton R	3.49 (0.62)	3.33 (0.57)	>0.999
Id L – Id R	1.99 (0.25)	2.01 (0.16)	>0.999

Πίνακας 15. Σύγκριση επίμυων της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της τρίτης γενιάς.

2.7 Σύγκριση της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της τρίτης γενιάς.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των υπολογιστικών τομογραφιών κωνικής δέσμης μεταξύ της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και της ομάδας της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή αποδείχθηκε πως δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των γραμμικών μετρήσεων. (Πίνακας 16)

	ΣΒ (Mean/SD)	ΣΓ (Mean/SD)	P value
<i>Right side</i>			
go' menton right	20.4 (0.3)	20.4 (0.4)	0.137
go menton right	21.3 (0.5)	21.3 (0.7)	0.087
coronoid menton right	18.7 (0.1)	18.7 (0.5)	0.15
condylion\go' menton right	1.8 (0.5)	1.8 (0.08)	0.093
condylion menton right	23.5 (0.7)	23.5 (0.07)	0.089
condylion id right	27.8 (0.1)	27.8 (0.3)	0.236
condylion i' right	26.6 (0.6)	26.6 (0.07)	0.311
Condylion – Go right	7.05 (0.51)	6.67 (0.59)	0.750
Condylion - Go' right	8.17 (0.46)	8.78 (0.74)	0.781
<i>Left side</i>			
go' menton left	20.3 (0.3)	20.3 (0.4)	0.143
go menton left	20.7 (0.5)	20.7 (0.7)	0.093
coronoid menton left	18.9 (0.1)	18.9 (0.5)	0.023
condylion\go' menton left	1.9 (0.5)	1.9 (0.08)	>0.084
condylion menton left	23.4 (0.7)	23.4 (0.1)	0.095
condylion id left	27.7 (0.1)	27.7 (0.2)	0.242
condylion i' left	26.6 (0.3)	26.6 (0.2)	0.371
Condylion - Go left	7.00 (0.51)	6.57 (0.59)	0.624
Condylion - Go' left	8.07 (0.46)	8.68 (0.74)	0.511
Condylion L – Condylion R	16.78 (0.42)	16.74 (0.35)	>0.999
Go' L- Go' R	16.31 (0.26)	16.30 (0.80)	>0.999
Menton L – Menton R	3.05 (0.53)	3.33 (0.57)	>0.999
Id L – Id R	1.92 (0.23)	2.01 (0.16)	>0.999

Πίνακας 16. Σύγκριση επίμυων της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή και την αντίστοιχη ομάδα της τρίτης γενιάς.

2.8 Σύγκριση της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των υπολογιστικών τομογραφιών κωνικής δέσμης μεταξύ της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδας της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή αποδείχθηκε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σχεδόν σε όλες τις γραμμικές μετρήσεις. Οι μετρήσεις που δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ήταν αυτές μεταξύ της πλέον οπίσθιας κορυφής της γωνιωδούς αποφύσεως και του κατώτερου σημείου της γενειακής αποφύσεως και στις δύο πλευρές της κάτω γνάθου. Στο εγκάρσιο επίπεδο δε βρέθηκε καμία διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων. (Πίνακας 17)

	MB (Mean/SD)	ΣB (Mean/SD)	P value
<i>Right side</i>			
go' menton right	18.3 (0.5)	20.4 (0.3)	<0.001
go menton right	20.8 (0.6)	21.3 (0.5)	0.258
coronoid menton right	18.2 (0.4)	18.7 (0.1)	0.036
condylion\go' menton right	1.2 (0.2)	1.8 (0.5)	<0.001
condylion menton right	21.6 (0.5)	23.5 (0.7)	<0.001
condylion id right	25.3 (0.4)	27.8 (0.1)	<0.001
condylion i' right	25.0 (0.2)	26.6 (0.6)	<0.001
Condylion – Go right	5.44 (0.64)	7.05 (0.51)	<0.001
Condylion - Go' right	6.25 (0.72)	8.17 (0.46)	<0.001
<i>Left side</i>			
go' menton left	19.8 (0.5)	20.3 (0.3)	0.533
go menton left	21.0 (0.8)	20.7 (0.5)	>0.999
coronoid menton left	18.4 (0.5)	18.9 (0.1)	0.013
condylion\go' menton left	1.2 (0.2)	1.9 (0.5)	<0.001

condylion menton left	21.5 (0.6)	23.4 (0.7)	<0.001
condylion id left	25.4 (0.4)	27.7 (0.1)	<0.001
condylion i' left	24.9 (0.2)	26.6 (0.3)	<0.001
Condylion - Go left	5.34 (0.64)	7.00 (0.51)	<0.001
Condylion - Go' left	6.15 (0.72)	8.07 (0.46)	<0.001
Condylion L – Condylion R	16.62 (0.35)	16.78 (0.42)	0.974
Go' L- Go' R	15.93 (0.69)	16.31 (0.26)	>0.999
Menton L – Menton R	3.28 (0.54)	3.05 (0.53)	>0.999
Id L – Id R	1.92 (0.25)	1.92 (0.23)	>0.999

Πίνακας 17. Σύγκριση επίμυων της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και των επίμυων της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή.

2.9 Σύγκριση της ομάδας της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδος της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους των υπολογιστικών τομογραφιών κωνικής δέσμης μεταξύ της ομάδας της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και της ομάδας της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή αποδείχθηκε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις γραμμικές μετρήσεις. Οι μόνες μετρήσεις που δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ήταν οι μετρήσεις που έγιναν στο εγκάρσιο επίπεδο. (Πίνακας 18)

	MΓ (Mean/SD)	ΣΓ (Mean/SD)	P value
<i>Right side</i>			
go' menton right	17.4 (0.2)	20.4 (0.4)	<0.001
go menton right	18.8 (0.3)	21.3 (0.7)	<0.001
coronoid menton right	17.5 (0.2)	18.7 (0.5)	<0.001
condylion\go' menton right	0.9 (0.1)	1.8 (0.08)	<0.001
condylion menton right	20.2 (0.2)	23.5 (0.07)	<0.001
condylion id right	24.4 (0.2)	27.8 (0.3)	<0.001
condylion i' right	24.3 (0.2)	26.6 (0.07)	<0.001
Condylion – Go right	5.00 (0.63)	6.67 (0.59)	<0.001
Condylion - Go' right	5.75 (0.59)	8.78 (0.74)	<0.001
<i>Left side</i>			
go' menton left	18.7 (0.2)	20.3 (0.4)	<0.001
go menton left	18.9 (0.2)	20.7 (0.7)	<0.001
coronoid menton left	17.4 (0.2)	18.9 (0.5)	<0.001
condylion\go' menton left	1.0 (0.2)	1.9 (0.08)	<0.001
condylion menton left	19.7 (0.2)	23.4 (0.1)	<0.001
condylion id left	24.3 (0.2)	27.7 (0.2)	<0.001
condylion i' left	24.3 (0.2)	26.6 (0.2)	<0.001
Condylion - Go left	4.90 (0.63)	6.57 (0.59)	<0.001
Condylion - Go' left	5.65 (0.59)	8.68 (0.74)	<0.001
Condylion L – Condylion R	16.78 (0.32)	16.74 (0.35)	>0.999
Go' L- Go' R	16.23 (0.80)	16.30 (0.80)	>0.999
Menton L – Menton R	3.33 (0.57)	3.33 (0.57)	>0.999
Id L – Id R	2.00 (0.19)	2.01 (0.16)	>0.999

Πίνακας 18. Σύγκριση επίμυων της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και των επίμυων της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή.

3. Ανάλυση κύριων παραγόντων μορφομετρίας

Η ανάλυση κύριων παραγόντων διευκολύνει τον καθορισμό της μεταβολής του σχήματος. Ωστόσο ο αριθμός των κύριων παραγόντων, ο οποίος περιγράφει μεταβλητότητα σχήματος που είναι σημαντική είναι δύσκολο να προσδιοριστεί. Στην περίπτωση της μορφολογίας του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος των επίμυων χρησιμοποιήθηκαν ως κύρια κριτήρια το Broken-stick, το Avg-Rnd και το Rnd-Lambda.

Το Avg-Rnd και το Rnd-Lambda είναι τυχαιοποιημένες μέθοδοι (1000 permutations). Επτά κύριοι παράγοντες ικανοποίησαν τουλάχιστον δύο από τα παραπάνω κριτήρια και θεωρήθηκαν σημαντικοί για περαιτέρω αξιολόγηση. (Πίνακας 19)

Κύριοι Παράγοντες	Μεταβλητότητα (Variance)	Ποσοστό Μεταβλητότητας (%Variance)	Broken stick (%Variance)	Avg-Rnd (Variance)	Rnd-Lambda (P value)
PC 1	1,4940469E-004	26,7%	3,8%*	3,1584927E-005*	0,00100*
PC 2	9,2060718E-005	16,5%	3,1%*	2,8223702E-005*	0,00100*
PC 3	7,1305873E-005	12,7%	2,8%*	2,6033084E-005*	0,00100*
PC 4	4,3566289E-005	7,8%	2,6%*	2,4280258E-005*	0,00100*
PC 5	3,6949220E-005	6,6%	2,4%*	2,2823830E-005*	0,00100*
PC 6	2,4087874E-005	4,3%	2,2%*	2,1565762E-005*	0,00100*
PC 7	2,0109080E-005	3,6%	2,1%*	2,0443772E-005	0,70400
PC 8	1,6784230E-005	3,0%	2,0%*	1,9404098E-005	1,00000
PC 9	1,3659839E-005	2,4%	1,9%*	1,8489708E-005	1,00000
PC 10	1,0496576E-005	1,9%	1,9%*	1,7640547E-005	1,00000
PC 11	9,8639135E-006	1,8%	1,8%	1,6814386E-005	1,00000
PC 12	8,0110429E-006	1,4%	1,7%	1,6041781E-005	1,00000
PC 13	6,4764553E-006	1,2%	1,7%	1,5309833E-005	1,00000
PC 14	5,4745710E-006	1,0%	1,6%	1,4629501E-005	1,00000

PC 15	5,1289723E-006	0,9%	1,6%	1,3992484E-005	1,00000
PC 16	4,3460922E-006	0,8%	1,5%	1,3389724E-005	1,00000
PC 17	3,6249964E-006	0,6%	1,5%	1,2801534E-005	1,00000
PC 18	3,4017836E-006	0,6%	1,5%	1,2250142E-005	1,00000
PC 19	3,2207039E-006	0,6%	1,4%	1,1711364E-005	1,00000
PC 20	2,8757841E-006	0,5%	1,4%	1,1201179E-005	1,00000
PC 21	2,6851727E-006	0,5%	1,3%	1,0727470E-005	1,00000
PC 22	2,5106776E-006	0,5%	1,3%	1,0262821E-005	1,00000
PC 23	2,1583730E-006	0,4%	1,3%	9,8078582E-006	1,00000
PC 24	1,9464157E-006	0,3%	1,3%	9,3823285E-006	1,00000
PC 25	1,8133517E-006	0,3%	1,2%	8,9661854E-006	1,00000
PC 26	1,7071585E-006	0,3%	1,2%	8,5896342E-006	1,00000
PC 27	1,5597262E-006	0,3%	1,2%	8,1912503E-006	1,00000
PC 28	1,4538766E-006	0,3%	1,1%	7,8341259E-006	1,00000
PC 29	1,3425329E-006	0,2%	1,1%	7,4871373E-006	1,00000
PC 30	1,2633572E-006	0,2%	1,1%	7,1474329E-006	1,00000
PC 31	1,0507894E-006	0,2%	1,1%	6,8229442E-006	1,00000
PC 32	9,6363045E-007	0,2%	1,1%	6,5163932E-006	1,00000
PC 33	8,8562587E-007	0,2%	1,0%	6,2111476E-006	1,00000
PC 34	7,5906830E-007	0,1%	1,0%	5,9149932E-006	1,00000
PC 35	7,3293116E-007	0,1%	1,0%	5,6424572E-006	1,00000
PC 36	6,9854205E-007	0,1%	1,0%	5,3713873E-006	1,00000
PC 37	5,8172606E-007	0,1%	1,0%	5,1028690E-006	1,00000
PC 38	5,4942506E-007	0,1%	0,9%	4,8515805E-006	1,00000
PC 39	4,6693598E-007	0,1%	0,9%	4,6100863E-006	1,00000
PC 40	4,0941137E-007	0,1%	0,9%	4,3698011E-006	1,00000
PC 41	3,8571756E-007	0,1%	0,9%	4,1428846E-006	1,00000
PC 42	3,4260324E-007	0,0%	0,9%	3,9212179E-006	1,00000
PC 43	3,0393198E-007	0,1%	0,8%	3,7098898E-006	1,00000
PC 44	2,7411084E-007	0,0%	0,8%	3,5024326E-006	1,00000
PC 45	2,5863792E-007	0,0%	0,8%	3,3023415E-006	1,00000
PC 46	2,2212184E-007	0,0%	0,8%	3,1164735E-006	1,00000

PC 47	2,0130315E-007	0,0%	0,8%	2,9296340E-006	1,00000
PC 48	1,7508981E-007	0,0%	0,8%	2,7499231E-006	1,00000
PC 49	1,3152936E-007	0,0%	0,8%	2,5709255E-006	1,00000
PC 50	1,3056927E-007	0,0%	0,7%	2,4018768E-006	1,00000
PC 51	1,1488838E-007	0,0%	0,7%	2,2371705E-006	1,00000
PC 52	8,2588355E-008	0,0%	0,7%	2,0768277E-006	1,00000
PC 53	7,3085995E-008	0,0%	0,7%	1,9219307E-006	1,00000
PC 54	6,1384258E-008	0,0%	0,7%	1,7708136E-006	1,00000
PC 55	5,2053157E-008	0,0%	0,7%	1,6155698E-006	1,00000
PC 56	4,6835617E-008	0,0%	0,7%	1,4643071E-006	1,00000
PC 57	3,5229880E-008	0,0%	0,7%	1,3091461E-006	1,00000
PC 58	1,9218714E-008	0,0%	0,6%	1,1518847E-006	1,00000
PC 59	1,6071762E-008	0,0%	0,6%	9,7266544E-007	1,00000
PC 60	1,7079481E-035	0,0%	0,6%	2,1060079E-038*	0,00100*

Πίνακας 19. Ανάλυση Κύριων παραγόντων

Η μεταβλητότητα σχήματος του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος των επίμυων δίδεται από τον πίνακα. Οι δύο πρώτοι κύριοι παράγοντες περιγράφουν σχεδόν το 30% της μεταβλητότητας του σχήματος. (Πίνακας 20)

Κύριοι Παράγοντες	Μεταβλητότητα %	Αθροιστική μεταβλητότητα
PC 1	26,7%	26,7%
PC 2	16,5%	43,2%
PC 3	12,7%	55,9%
PC 4	7,8%	63,7%
PC 5	6,6%	70,3%
PC 6	4,3%	74,6%
PC 7	3,6%	78,2%
PC 8	3,0%	81,2%

PC 9	2,4%	83,7%
PC 10	1,9%	85,5%
PC 11	1,8%	87,3%
PC 12	1,4%	88,7%
PC 13	1,2%	89,9%
PC 14	1,0%	90,9%
PC 15	0,9%	91,8%
PC 16	0,8%	92,6%
PC 17	0,6%	93,2%
PC 18	0,6%	93,8%
PC 19	0,6%	94,4%
PC 20	0,5%	94,9%
PC 21	0,5%	95,4%
PC 22	0,4%	95,8%
PC 23	0,4%	96,2%
PC 24	0,3%	96,6%
PC 25	0,3%	96,9%
PC 26	0,3%	97,2%
PC 27	0,3%	97,5%
PC 28	0,3%	97,7%
PC 29	0,2%	98,0%
PC 30	0,2%	98,2%
PC 31	0,2%	98,4%
PC 32	0,2%	98,6%
PC 33	0,2%	98,7%
PC 34	0,1%	98,9%
PC 35	0,1%	99,0%
PC 36	0,1%	99,1%
PC 37	0,1%	99,2%
PC 38	0,1%	99,3%
PC 39	0,1%	99,4%
PC 40	0,1%	99,5%

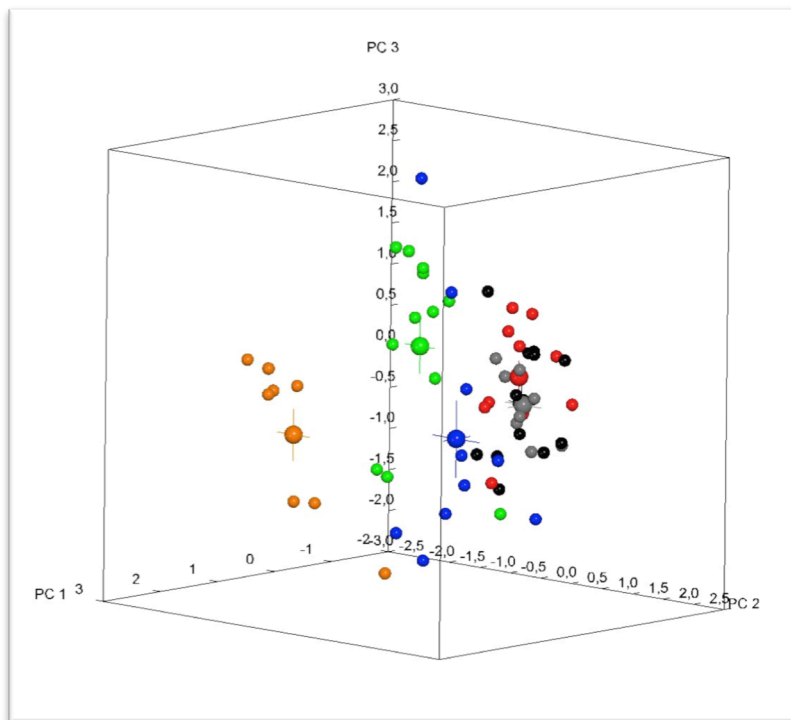
PC 41	0,1%	99,5%
PC 42	0,1%	99,6%
PC 43	0,1%	99,7%
PC 44	0,0%	99,7%
PC 45	0,0%	99,8%
PC 46	0,0%	99,8%
PC 47	0,0%	99,8%
PC 48	0,0%	99,9%
PC 49	0,0%	99,9%
PC 50	0,0%	99,9%
PC 51	0,0%	99,9%
PC 52	0,0%	99,9%
PC 53	0,0%	100,0%
PC 54	0,0%	100,0%
PC 55	0,0%	100,0%
PC 56	0,0%	100,0%
PC 57	0,0%	100,0%
PC 58	0,0%	100,0%
PC 59	0,0%	100,0%
PC 60	0,0%	100,0%

Πίνακας 20. Μεταβλητότητα σχήματος από την ανάλυση των κύριων παραγόντων

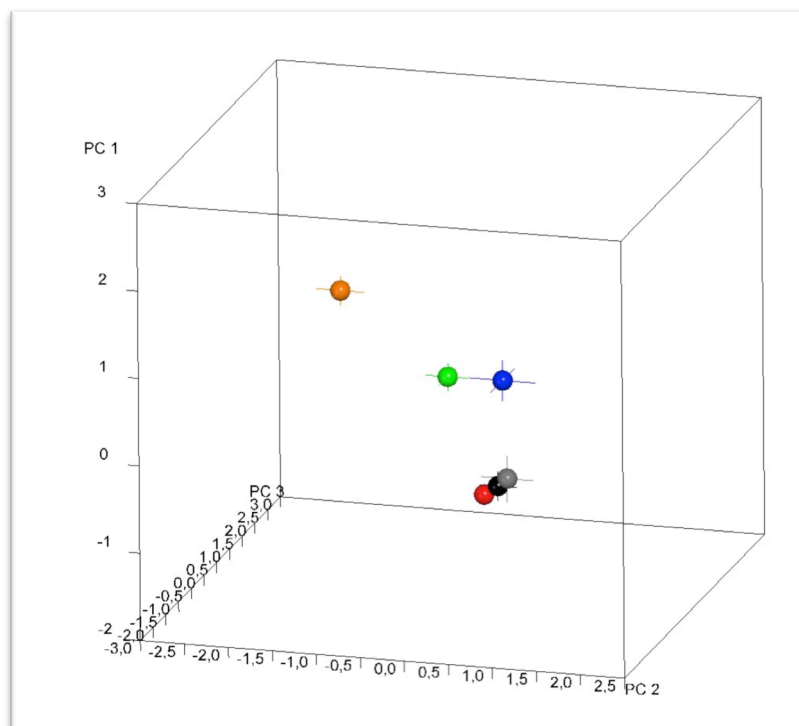
4. Στατιστική ανάλυση και αλληλεπιθέσεις

Έπειτα από την ανάλυση κύριων συνιστώσων (PCA) έγινε η στατιστική σύγκριση των ομάδων (permutation test). Κάθε ομάδα χαρακτηρίστηκε με ένα χρώμα έτσι ώστε να προσδιοριστούν τα δείγματα στον χώρο όπως και οι μέσοι όροι τους. Τέλος τα ίδια χρώματα συνέχιζαν να χαρακτηρίζουν τις ομάδες και στα ιχνογραφήματα που προέκυψαν από το μέσο όρο της κάθε ομάδας. Η ομάδα της πρώτης γενιάς που διατρεφόταν με μαλακή τροφή (MA) χαρακτηρίστηκε από το μπλέ χρώμα ενώ αυτή που διατρεφόταν με σκληρή τροφή (ΣΑ) χαρακτηρίστηκε από το κόκκινο χρώμα. Η ομάδα της δεύτερης γενιάς που διατρεφόταν με μαλακή τροφή (MB) χαρακτηρίστηκε από το

πράσινο χρώμα ενώ αυτή που διατρεφόταν με σκληρή τροφή (ΣΒ) χαρακτηρίστηκε από το γκρί χρώμα. Τέλος η ομάδα της τρίτης γενιάς που διατρεφόταν με μαλακή τροφή (ΜΓ) χαρακτηρίστηκε από το πορτοκαλί χρώμα ενώ αυτή που διατρεφόταν με σκληρή τροφή (ΣΓ) χαρακτηρίστηκε από το μαύρο χρώμα. (Εικ. 18, Εικ.19)

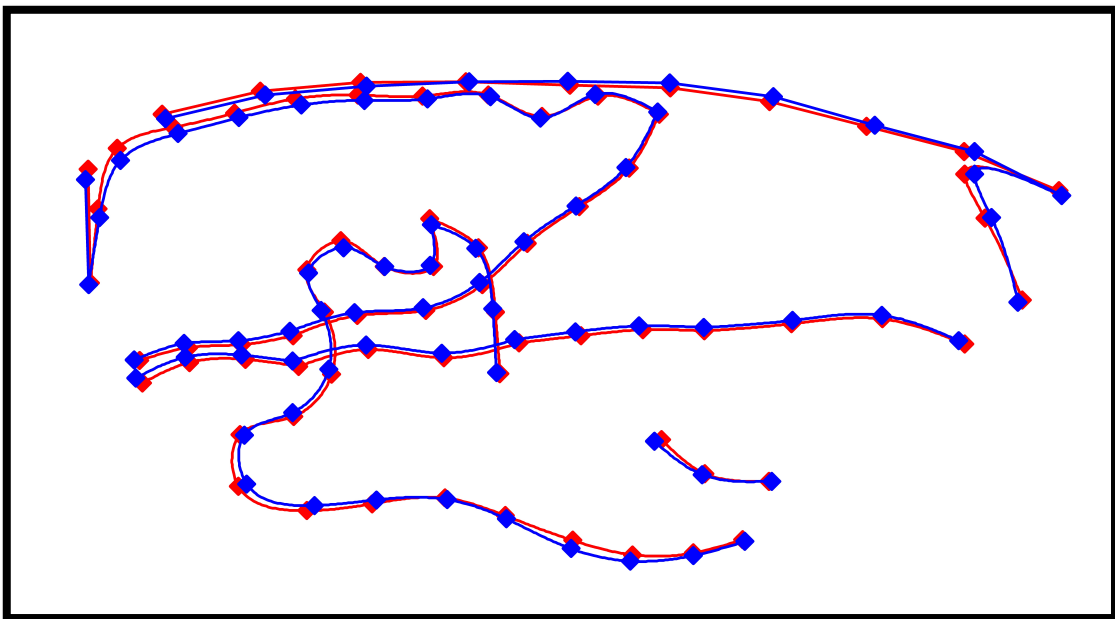


Εικ.18. Το συνολικό δείγμα στο χώρο.



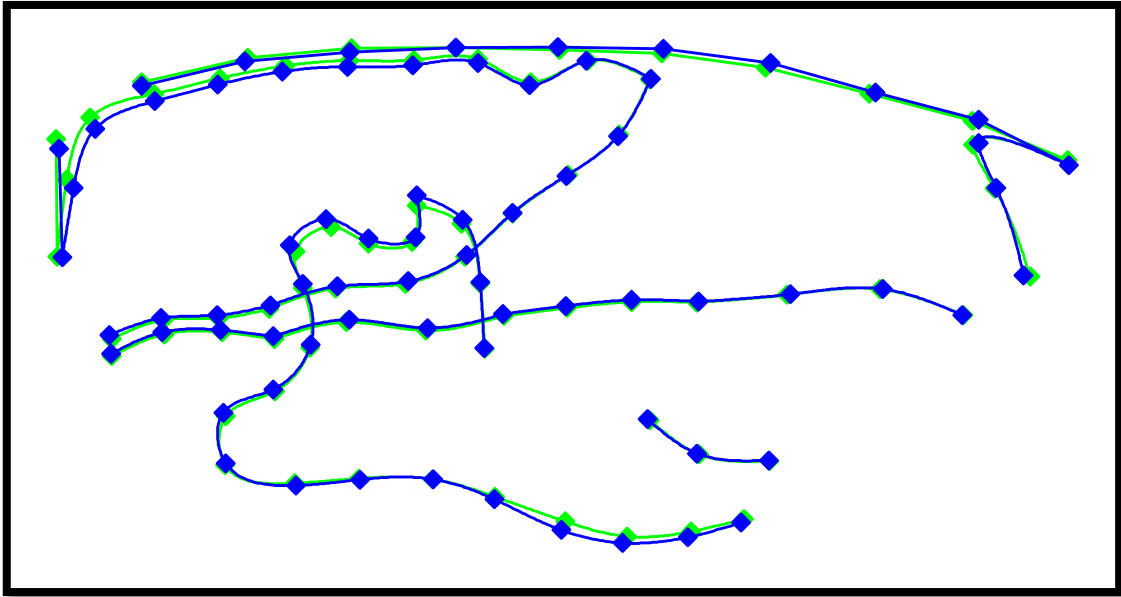
Εικ. 19. Οι μέσοι όροι των ομάδων στο χώρο.

Από τη στατιστική σύγκριση της πρώτης γενιάς που τρεφόταν με μαλακή τροφή και της πρώτης γενιάς που τρεφόταν με σκληρή τροφή προέκυψε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με το δείκτη P να είναι μικρότερος του 0,05 ($P=0,0002$). Η αλληλεπίθεση των μέσων όρων των ιχνογραφημάτων έδειξε διαφορές κυρίως στον κόνδυλο, στη γωνία της κάτω γνάθου, στο θόλο του κρανίου και στο σώμα της κάτω γνάθου. (Εικ. 20)



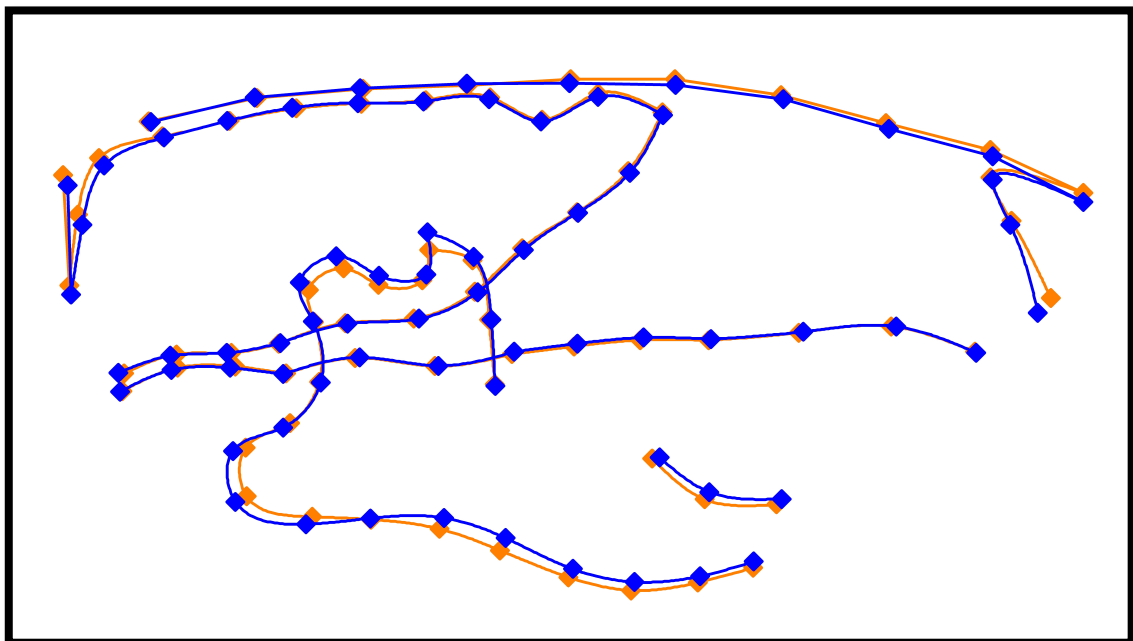
Εικ. 20. Αλληλεπίθεση MA με ΣΑ

Η στατιστική σύγκριση της πρώτης γενιάς που τρεφόταν με μαλακή τροφή και της δεύτερης γενιάς που τρεφόταν με μαλακή τροφή προέκυψε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με το δείκτη P να είναι μικρότερος του 0,05 ($P=0,01$). Η αλληλεπίθεση των μέσων όρων των ιχνογραφημάτων έδειξε διαφορές κυρίως στον κόνδυλο, στην κορωνοειδή απόφυση αλλά και στο σώμα της κάτω γνάθου. (Εικ. 21)



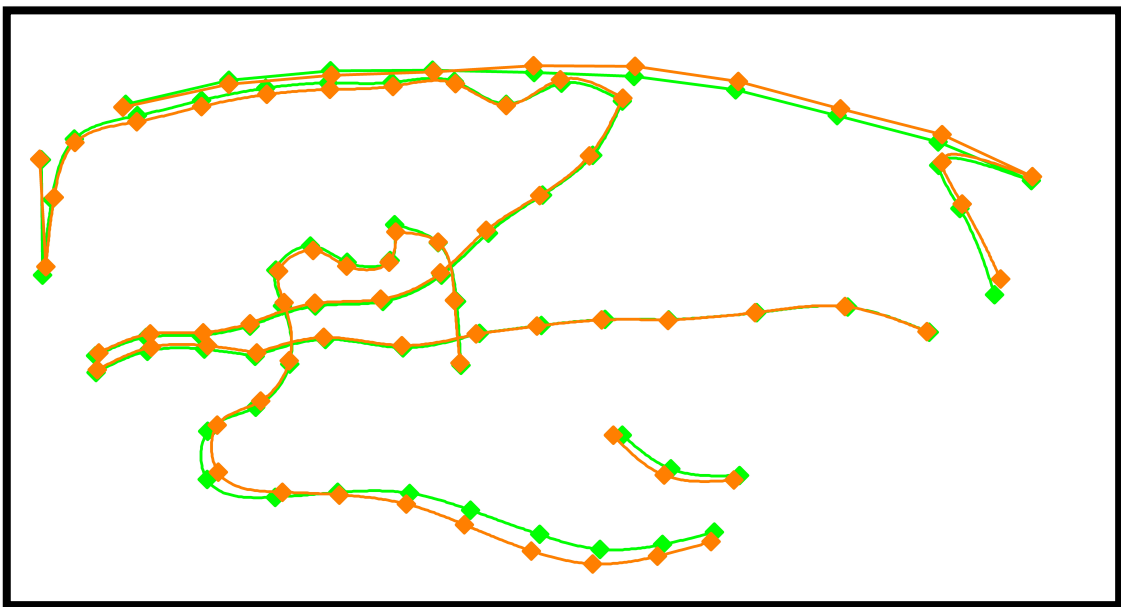
Εικ. 21. Αλληλεπίθεση MA με MB

Από τη στατιστική σύγκριση της πρώτης γενιάς που τρεφόταν με μαλακή τροφή και της τρίτης γενιάς που τρεφόταν με μαλακή τροφή προέκυψε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με το δείκτη P να είναι μικρότερος του 0,05 ($P=0,048$). Η αλληλεπίθεση των μέσων όρων των ιχνογραφημάτων έδειξε διαφορές κυρίως στον κόνδυλο, στην κορωνοειδή απόφυση, στη γωνία αλλά και στο σώμα της κάτω γνάθου. (Εικ. 22)



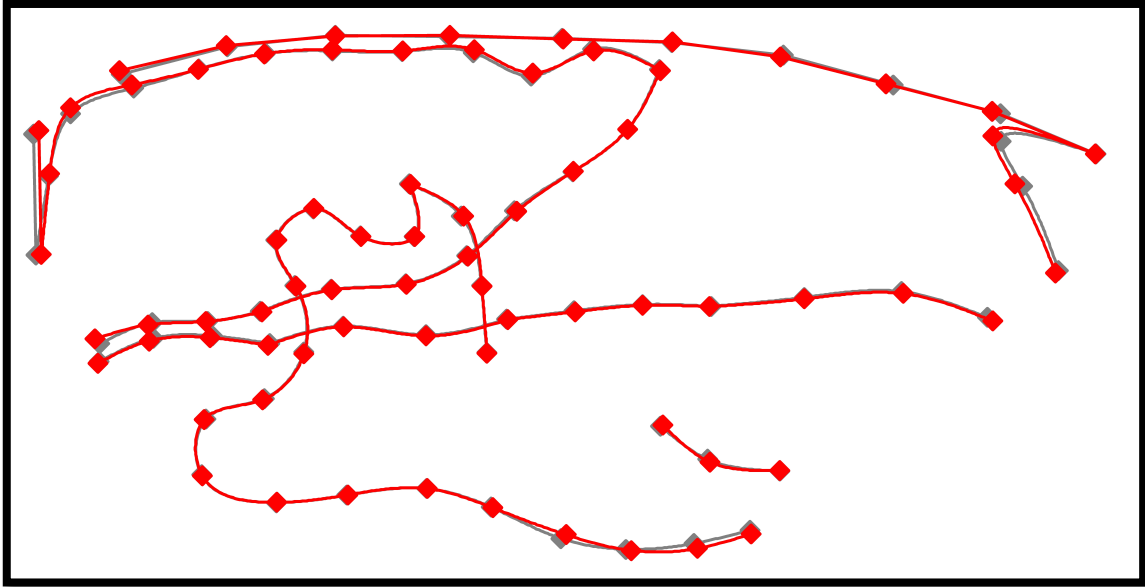
Εικ. 22. Αλληλεπίθεση MA με MF

Η στατιστική σύγκριση της δεύτερης γενιάς που τρεφόταν με μαλακή τροφή και της τρίτης γενιάς που τρεφόταν με μαλακή τροφή προέκυψε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με το δείκτη P να είναι μικρότερος του 0,05 ($P=0,0001$). Η αλληλεπίθεση των μέσων όρων των ιχνογραφημάτων έδειξε διαφορές κυρίως στον κόνδυλο, στην κορωνοειδή απόφυση, στη γωνία αλλά και στο σώμα της κάτω γνάθου. (Εικ. 23)



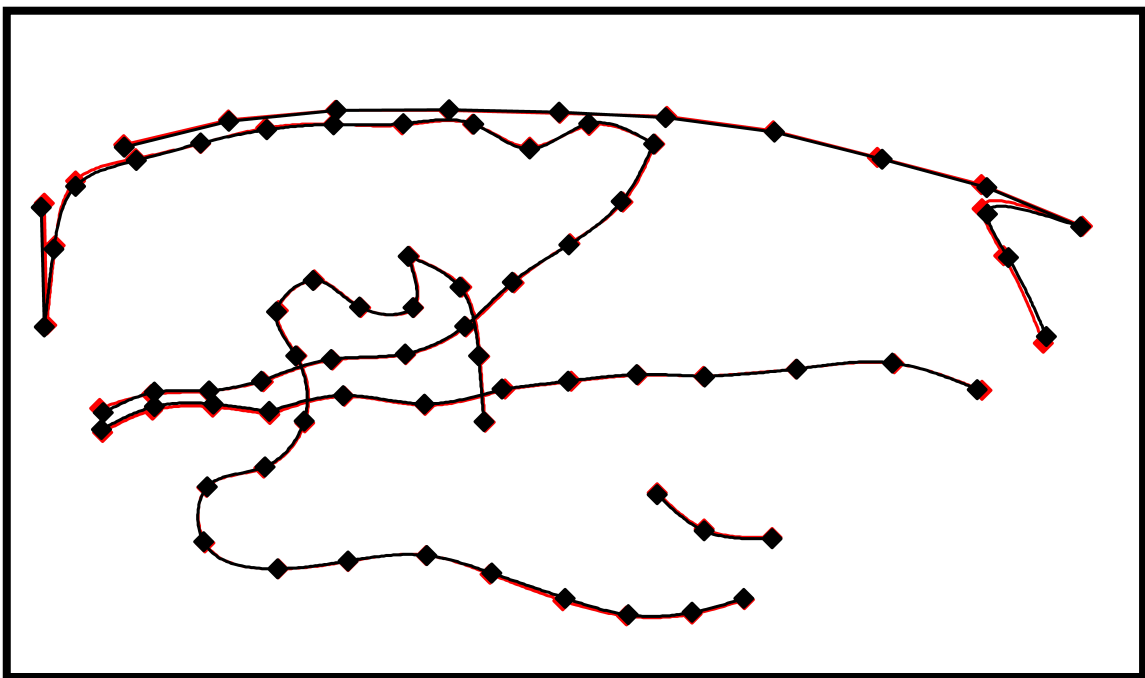
Εικ. 23. Αλληλεπίθεση MB με ΜΓ

Η στατιστική σύγκριση της πρώτης γενιάς που τρεφόταν με σκληρή τροφή και της δεύτερης γενιάς που τρεφόταν με σκληρή τροφή προέκυψε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με το δείκτη P να είναι μεγαλύτερος του 0,05 ($P=0,054$). Η αλληλεπίθεση των μέσων όρων των ιχνογραφημάτων δεν έδειξε ιδιαίτερες διαφορές στο κρανιοπροσωπικό σύμπλεγμα. (Εικ. 24)



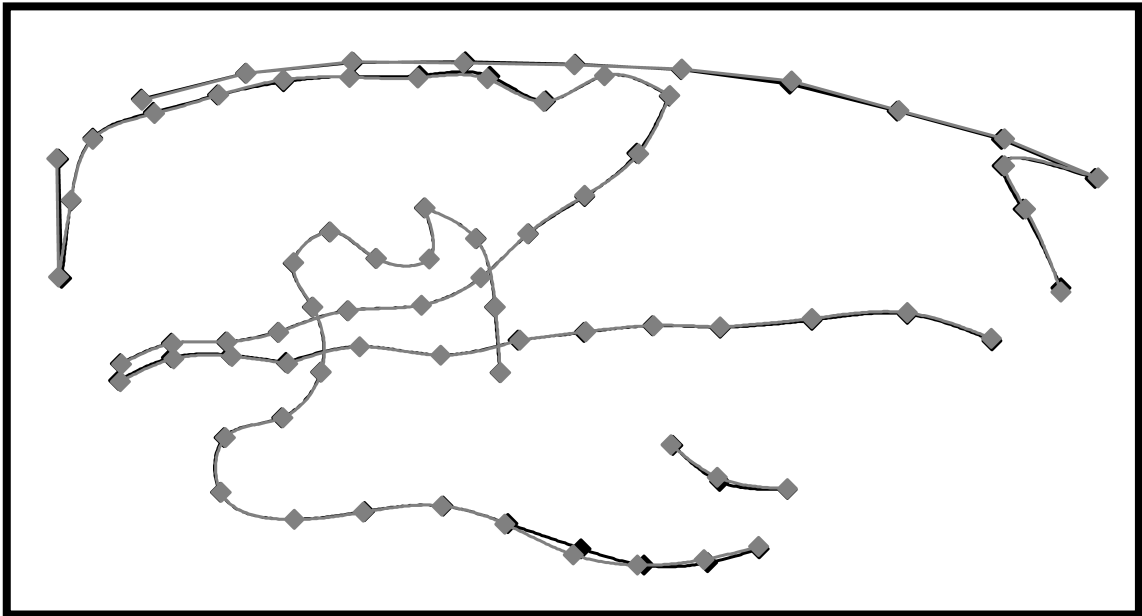
Εικ. 24. Αλληλεπίθεση ΣΑ με ΣΒ

Από τη στατιστική σύγκριση της πρώτης γενιάς που τρεφόταν με σκληρή τροφή και της τρίτης γενιάς που τρεφόταν με σκληρή τροφή προέκυψε πως δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με το δείκτη P να είναι μεγαλύτερος του 0,05 ($P=0,083$). Η αλληλεπίθεση των μέσων όρων των ιχνογραφημάτων δεν έδειξε ιδιαίτερες διαφορές στο κρανιοπροσωπικό σύμπλεγμα. (Εικ. 25)



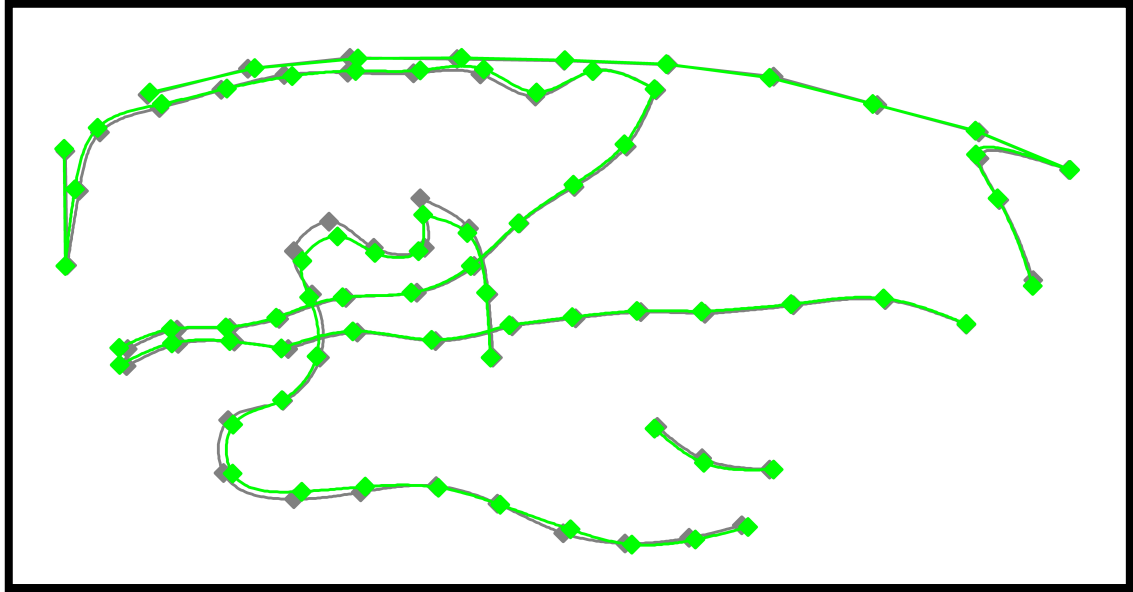
Εικ. 25 Αλληλεπίθεση ΣΑ με ΣΓ

Η στατιστική σύγκριση της δεύτερης γενιάς που τρεφόταν με σκληρή τροφή και της τρίτης γενιάς που τρεφόταν με σκληρή τροφή προέκυψε πως δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με το δείκτη P να είναι μεγαλύτερος του 0,05 ($P=0,41$). Η αλληλεπίθεση των μέσων όρων των ιχνογραφημάτων δεν έδειξε ιδιαίτερες διαφορές στο κρανιοπροσωπικό σύμπλεγμα. (Εικ. 26)



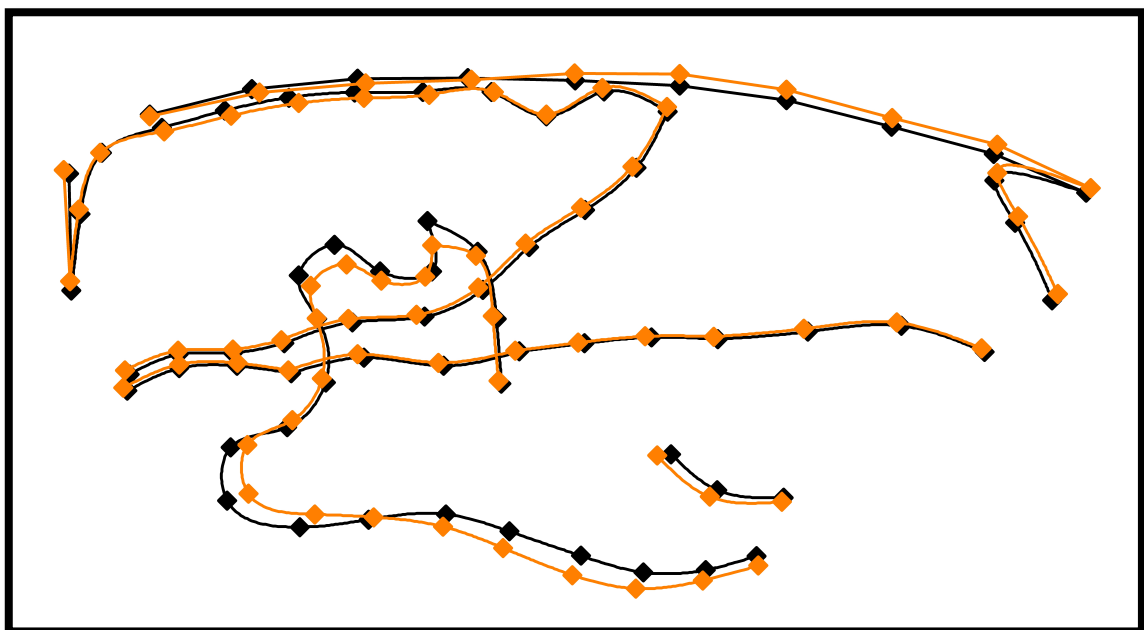
Εικ. 26 Αλληλεπίθεση ΣΒ με ΣΓ

Από τη στατιστική σύγκριση της δεύτερης γενιάς που τρεφόταν με μαλακή τροφή και της δεύτερης γενιάς που τρεφόταν με σκληρή τροφή προέκυψε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με το δείκτη P να είναι μικρότερος του 0,05 ($P=0,001$). Η αλληλεπίθεση των μέσων όρων των ιχνογραφημάτων έδειξε διαφορές στον κόνδυλο, στην κορωνοειδή απόφυση και στη γωνία της κάτω γνάθου. (Εικ. 27)



Εικ. 27 Αλληλεπίθεση MB με ΣΒ

Η στατιστική σύγκριση της τρίτης γενιάς που τρεφόταν με μαλακή τροφή και της τρίτης γενιάς που τρεφόταν με σκληρή τροφή προέκυψε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με το δείκτη P να είναι μικρότερος του 0,05 ($P=0,000$). Η αλληλεπίθεση των μέσων όρων των ιχνογραφημάτων έδειξε ιδιαίτερες διαφορές στον κόνδυλο, στην κορωνοειδή απόφυση, στη γωνία αλλά και στο σώμα της κάτω γνάθου. (Εικ. 28)



Εικ. 28 Αλληλεπίθεση ΜΓ με ΣΓ

4. Ανάλυση του βάρους των επίμυων

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο πριν υποβληθούν οι επίμυες σε ακτινογραφίες, γινόταν η μέτρηση του βάρους τους. Τα βάρη αυτών φαίνονται στον Πίνακα 21. Για τη σύγκριση του βάρους των επίμυων χρησιμοποιήθηκε paired t-test. Η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ομάδες. Αναλυτικά, ο δείκτης P ήταν 0,074 για τη σύγκριση μεταξύ των επίμυων της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και των επίμυων της πρώτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή. Στη σύγκριση των επίμυων της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή και αυτών που τρέφονταν με σκληρή τροφή ο δείκτης P ήταν 0,091. Ανάμεσα στους επίμυες της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή και σκληρή τροφή ο δείκτης P ήταν 0,093. Ο δείκτης P ήταν 0,061 για τη σύγκριση μεταξύ των επίμυων της πρώτης και της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή. Στη σύγκριση των επίμυων της πρώτης και της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με μαλακή τροφή ο δείκτης P ήταν 0,078, ενώ συγκρίνοντας τους επίμυες της δεύτερης και τρίτης γενιάς ο δείκτης P ήταν 0,081. Η σύγκριση των επίμυων της πρώτης και της δεύτερης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή ανέδειξε το δείκτη P να είναι 0,078. Ανάμεσα στους επίμυες της πρώτης και της τρίτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή ο δείκτης P ήταν 0,097. Τέλος ο δείκτης P ήταν 0,802 για τη σύγκριση των επίμυων της δεύτερης και τρίτης γενιάς που τρέφονταν με σκληρή τροφή.

<i>ΜΑ</i>	<i>ΜΒ</i>	<i>ΜΓ</i>	<i>ΣΑ</i>	<i>ΣΒ</i>	<i>ΣΓ</i>
250γρ	228γρ	240γρ	251γρ	240γρ	238γρ
260γρ	252γρ	242γρ	246γρ	238γρ	252γρ
245γρ	246γρ	238γρ	242γρ	264γρ	242γρ
243γρ	248γρ	258γρ	240γρ	238γρ	244γρ
247γρ	258γρ	250γρ	259γρ	252γρ	247γρ
242γρ	247γρ	246γρ	262γρ	257γρ	255γρ
248γρ	254γρ	256γρ	245γρ	260γρ	258γρ
245γρ	249γρ	251γρ	244γρ	248γρ	256γρ
249γρ	250γρ	256γρ	249γρ	251γρ	247γρ
255γρ	243γρ	248γρ	262γρ	259γρ	248γρ

Πίνακας 21. Βάρη επίμυων

IV. Συζήτηση

Στην παρούσα μελέτη προσπαθήσαμε να διερευνήσουμε την επίδραση που έχει η σύσταση της διατροφής στην αύξηση των γνάθων επίμυων. Το πιο αξιοσημείωτο εύρημα μας ήταν ότι υπήρξαν διαφοροποιήσεις στους επίμυες που τρέφονταν με μαλακή τροφή μέσα στο βάθος τριών γενεών. Επιπλέον δε παρατηρήθηκαν ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των επίμυων που τρέφονταν με σκληρή τροφή στο βάθος τριών γενεών. Η σύγκριση των ομάδων σε κάθε γενιά ξεχωριστά έδειξε ενδιαφέρουσες μεταβολές. Τα βάρη των επίμυων φαίνεται να μην επηρεάστηκαν από τη σύσταση της τροφής που χορηγούνταν.

Προηγούμενες μελέτες έχουν να παρουσιάσουν διφορούμενα αποτελέσματα αναφορικά με την επίδραση της σύστασης της διατροφής στην αύξηση των γνάθων επίμυων.

Το 1985 οι Kiliaridis και συν. απέδειξαν ότι η κορωνοειδής απόφυση είναι μεγαλύτερη στους επίμυες που τρέφονταν με σκληρή τροφή ενώ το 2014 οι Hichijo και συν. δεν βρήκαν διαφορές μεταξύ των ομάδων. Στην έρευνά μας βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των ομάδων που τρέφονταν με μαλακή τροφή με αυτών που τρέφονταν με σκληρή τροφή της δεύτερης και της τρίτης γενιάς. Η κορωνοειδής απόφυση ήταν πιο μικρή στους επίμυες που τρέφονταν με μαλακή τροφή. Αντίθετα στην πρώτη γενιά δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των ομάδων. Στη σύγκριση των ομάδων που τρέφονταν με μαλακή τροφή πρώτης, δεύτερης και τρίτης γενιάς τα αποτελέσματα έδειξαν πως η κορωνοειδής απόφυση συνεχίζει να διαφοροποιείται στο βάθος γενεών ενώ το αντίστοιχο δεν γίνεται για τις ομάδες που τρέφονταν με σκληρή τροφή.

Η παρούσα βιβλιογραφία έδειξε να συμφωνεί πως υπάρχουν μεταβολές στους κόνδυλους των δύο ομάδων. Πιο συγκεκριμένα οι Bouvier και Hylander καθώς και οι Bouvier και Zinny κάνοντας μορφομετρικές αναλύσεις έδειξαν πως ο κόνδυλος της ομάδας που τρέφονταν με σκληρή τροφή ήταν μεγαλύτερος από τον κόνδυλο της ομάδας που τρέφονταν με μαλακή τροφή. Το 1985 οι Kiliaridis και συν. συμφώνησαν με αυτή την άποψη

πραγματοποιώντας το πείραμά τους με κεφαλομετρικές μετρήσεις. Η έρευνά μας συμφώνησε με τα παραπάνω ευρήματα καθότι στη σύγκριση των ομάδων όλων των γενεών ξεχωριστά φάνηκε να υπάρχει διαφορά στο μέγεθος του κονδύλου. Ενδιαφέρον είναι πως στη σύγκριση των επίμυων που τρέφονταν με μαλακή τροφή πρώτης, δεύτερης και τρίτης γενιάς φαίνεται ο κονδύλος να συνεχίζει να διαφοροποιείται. Ο κόνδυλος είχε την τάση να γίνει πιο μικρός. Στη σύγκριση όμως των επίμυων που τρέφονταν με σκληρή τροφή δεν υπήρξαν ιδιαίτερες διαφορές στους κονδύλους στο βάθος τριών γενεών.

Η επίπτωση που είχε η σύσταση της τροφής στη διαφοροποίηση της γωνίας της κάτω γνάθου φαίνεται να είναι διαφοροούμενη βιβλιογραφικά. Το 1985 οι Kiliaridis και συν. βρήκαν ότι η γωνία της κάτω γνάθου ήταν μεγαλύτερη σε σε μοίρες στην ομάδα που τρέφονταν με σκληρή τροφή ενώ το 2014 ο Hichijo και οι συν. βρήκαν ακριβώς το αντίθετο. Το 2013 οι Guerreiro και συν. έδειξαν να μην υπάρχει διαφορά στη σύγκριση των δύο ομάδων σε ό,τι αφορά τη γωνία της κάτω γνάθου, Οι τρεις αυτές έρευνες έγιναν με κεφαλομετρικές μετρήσεις. Στην παρούσα μελέτη βρέθηκε να υπάρχουν διαφορές στη γωνία της κάτω γνάθου μεταξύ των δύο ομάδων της δεύτερης και τρίτης γενιάς, ενώ στη πρώτη γενιά δεν υπήρχαν διαφορές. Διαφορές βρέθηκαν και στη σύγκριση των επίμυων που τρέφονταν με μαλακή τροφή της πρώτης με τη τρίτη γενιά όπως επίσης και της δεύτερης με τη τρίτη γενιά. Στις υπόλοιπες συγκρίσεις δε διαφοροποιήθηκε η γωνία της κάτω γνάθου.

Το 2007 οι Abed και συν. κάνοντας κεφαλομετρικές μετρήσεις έδειξαν ότι υπήρχαν διαφορές μεταξύ των ομάδων που τρέφονταν με μαλακή τροφή και σκληρή τροφή στο σώμα της κάτω γνάθου. Οι Kiliaridis και συν. το 1999 και έπειτα οι Odman και συν. το 2008 συμφώνησαν πως υπάρχουν διαφορές στο σώμα της κάτω γνάθου κάνοντας μορφομετρικές αναλύσεις. Στη μελέτη που κάναμε βρέθηκε πως το σώμα της κάτω γνάθου διαφοροποιήθηκε όταν έγινε η σύγκριση των ομάδων της πρώτης γενιάς και της τρίτης γενιάς. Ενδιαφέρον είναι πως δεν παρουσιάστηκαν αλλαγές στο σώμα της κάτω γνάθου στη σύγκριση των ομάδων της δεύτερης γενιάς. Στη μελέτη των αλλαγών μεταξύ των γενεών που τρέφονταν με μαλακή τροφή διαπιστώθηκαν

διαφοροποιήσεις σε όλες τις πιθανές συγκρίσεις. Πιο συγκεκριμένα το σώμα της κάτω γνάθου φαίνεται να διαφοροποιούνται στο κατακόρυφο επίπεδο, αλλάζοντας προς τα κάτω. Αντίθετα δεν υπήρχαν ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις μεταξύ των ομάδων που τρέφονταν με σκληρή τροφή.

Τέλος σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι οι μεταβολές συνέχιζαν να αυξάνονται στις ομάδες που τρέφονταν με μαλακή τροφή ενώ στις ομάδες με σκληρή διατροφή δεν υπήρξαν στατιστικά μεγάλες αλλαγές. Αυτό το φαινόμενο δείχνει πως μάλλον ο κόνδυλος των επίμυων που τρέφονταν με μαλακή τροφή ήταν υποπλαστικός. Ενδιαφέρον αποτελεί πως δεν υπήρξαν μεταβολές στο εγκάρσιο επίπεδο σε καμία από τις δύο ομάδες. Ίσως αυτό να οφείλεται στο ότι οι μασητικές δυνάμεις είναι κυρίως κατακόρυφες και δευτερευόντως οριζόντιες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μεταβληθεί η γνόθως κυρίως στο κατακόρυφο και το οριζόντιο επίπεδο. Επίσης είναι πιθανό να υπήρξαν γενετικές μεταβολές καθώς υπήρξαν σκελετικές διαφοροποιήσεις που διατηρήθηκαν στην επόμενη γενιά.

V. Συμπεράσματα

Από τα ευρήματα της εργασίας αυτής προκύπτουν τα πιο κάτω συμπεράσματα:

1. Η σύσταση της διατροφής επηρεάζει κυρίως την ανάπτυξη της κάτω γνάθου.
2. Τα πειραματόζωα που τρέφονταν με μαλακή τροφή στο βάθος μίας γενιάς απέκτησαν μεταβολές στον κόνδυλο (μικρότερος), στην κορωνοειδή απόφυση (μικρότερη) και στο σώμα της κάτω γνάθου.
3. Τα πειραματόζωα που τρέφονταν με σκληρή τροφή στο βάθος μίας γενιάς δεν παρουσίασαν μεταβολές.
4. Τα πειραματόζωα που τρέφονταν με μαλακή τροφή στο βάθος τριών γενεών παρουσίαζαν κλιμακωτές αλλαγές στον κόνδυλο, στην κορωνοειδή απόφυση, στη γωνία της κάτω γνάθου και στο σώμα της κάτω γνάθου. Όλες οι αλλαγές φαίνεται να είναι στο κατακόρυφο επίπεδο και στο οριζόντιο επίπεδο ενώ δεν υπάρχουν αλλαγές στο εγκάρσιο επίπεδο.
5. Τα πειραματόζωα που τρέφονταν με σκληρή τροφή στο βάθος τριών γενεών δεν παρουσίασαν ιδιαίτερες μεταβολές.
6. Τα πειραματόζωα που τρέφονταν με μαλακή τροφή στο βάθος τριών γενεών φαίνεται να υπέστησαν γενετικές μεταβολές καθώς υπήρξαν σκελετικές διαφοροποιήσεις που διατηρήθηκαν στην επόμενη γενιά.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Πολλές δημοσιευμένες εργασίες έχουν επικεντρωθεί στη μελέτη της σχέσης της μασητικής λειτουργίας και της αύξησης της κάτω γνάθου, εξαιτίας της θεώρησης ότι η αύξηση της κάτω γνάθου εξαρτάται από τις φορτίσεις που ασκούνται από τους μασητήριους μύες. Επιπρόσθετα ο σύγχρονος τρόπος διατροφής με μαλακές τροφές έχει ενοχοποιηθεί για την αύξηση των ορθοδοντικών ανωμαλιών. Ακόμα και στους επίμυες η διατροφή με μαλακή τροφή θεωρείται ένας από τους παράγοντες που συντελεί σε ανωμαλίες της σύγκλισης. Όλες οι δημοσιευμένες εργασίες είναι πειραματικές, κυρίως σε τρωκτικά ζώα, επειδή είναι αδύνατον να εφαρμοσθούν ανάλογες μελέτες σε ανθρώπους σε σύντομο χρονικό διάστημα. Οι περισσότερες πειραματικές μελέτες συμπεραίνουν πως οι μασητικές φορτίσεις επηρεάζουν την οστική μάζα, την ποσότητα του οστού, την πυκνότητα του οστού, το μήκος και το πλάτος του οστού. Έχει διατυπωθεί πως η πυκνότητα των γνάθων επίμυων που είχαν διατραφεί με μαλακή τροφή ήταν μικρότερη από την αντίστοιχη των ζώων που είχαν διατραφεί με σκληρή τροφή. Επίσης οι γνάθοι και οι κόνδυλοι επίμυων που είχαν διατραφεί με μαλακή τροφή ήταν μικρότεροι σε μέγεθος και παρουσιάζουν μικρότερη πυκνότητα σε σύγκριση με τις γνάθους και τους κονδύλους των ζώων ελέγχου. Επιπρόσθετα το μήκος και το πλάτος των κονδύλων των ζώων που είχαν διατραφεί με μαλακή τροφή ήταν μικρότερα από τα αντίστοιχα των κονδύλων των ζώων που είχαν διατραφεί με σκληρή τροφή.

ΣΚΟΠΟΣ: Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να μελετηθεί η επίδραση της μακροχρόνιας χορήγησης μαλακής και σκληρής τροφής σε επίμυες, σε βάθος χρόνου τριών γενεών, καθώς και η πιθανή διαφοροποίηση της αύξησης των γνάθων από μακροχρόνια λήψη μαλακής τροφής.

ΜΕΘΟΔΟΣ: Δείγμα αυτής της μελέτης αποτέλεσαν 60 θηλυκοί επίμυες που διαχωρίστηκαν σε δύο ομάδες με βάση τη σύσταση της διατροφής που τους χορηγούνταν (σκληρή, μαλακή). Αρχικά χρησιμοποιήθηκαν

εικοσιτέσσερις (24) επίμυες wistar ηλικίας 30 ημερών χωρισμένοι σε τέσσερις ίσες ομάδες. Οι δύο ομάδες αποτελούνταν από 10 θηλυκούς επίμυες (ομάδα 1, ομάδα 3) και οι άλλες δύο ομάδες από 2 αρσενικούς επίμυες(ομάδα 2, ομάδα 4). Στην ομάδα θηλυκών επιμύων (ομάδα 1) και στη ομάδα αρσενικών επιμύων (ομάδα 2) χορηγούνταν σκληρή τροφή ενώ στις άλλες δύο ομάδες των θηλυκών και αρσενικών επιμύων (ομάδα 3, ομάδα 4) χορηγούνταν μαλακή τροφή για 30 ημέρες. Την τριακοστή πρώτη ημέρα του πειράματος οι αντίστοιχες θηλυκές και αρσενικές ομάδες που λάμβαναν την ίδια σύσταση τροφής (ομάδα 1, ομάδα 3 και ομάδα 2, ομάδα 4) διασταυρώθηκαν με σκοπό την αναπαραγωγή ζώων που συνέχισαν να διατρέφονται με την ίδια σύσταση τροφής που διατρέφονταν και οι γεννήτορές τους. Η διαδικασία αναπαραγωγής επαναλήφθηκε με τον ίδιο ακριβώς τρόπο για τις επόμενες δύο γενιές. Τα ζώα κάθε ομάδας υπεβλήθησαν σε ευθανασία μετά τον απογαλακτισμό των νεογνών τους. Τα θηλυκά ζώα κάθε ομάδας μετά τον απογαλακτισμό των νεογνών τους και πριν την ευθανασία τους υπεβλήθησαν σε πλάγια κεφαλομετρική ακτινογραφία και υπολογιστική τομογραφία κωνικής δέσμης. Χρησιμοποιήθηκαν 14 σκελετικά σημεία για τις γραμικές μετρήσεις στην τρισδιάστατη απεικόνιση και 2 ευθείες μεταξύ 2 σημείων. Για την ανάλυση και τη σύγκριση των γραμικών μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση παλινδρόμησης και η μέθοδος Benforroni. Οι βασικές ανατομικές δομές που εμφανίζονται στην πλάγια κεφαλομετρική ακτινογραφία ψηφιοποιήθηκαν και ιχνογραφήθηκαν με τη βοήθεια 12 καμπυλών και 90 σημείων, εκ των οποίων 74 ήταν «ολισθαίνοντα» σημεία και 16 ήταν «σταθερά». Ακολούθησε αλληλεπίθεση με τη μέθοδο Προκρούστη καθώς και Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών (PCA) για την ανίχνευση και περιγραφή των βασικών μορφών ποικιλότητας του κρανιοπροσωπικού συστήματος και των επιμέρους δομών του (κρανιακή βάση, άνω και κάτω γνάθος). Η σύγκριση έγινε με μη παραμετρικές μεθόδους τυχαίας διάταξης (permutation test, 10,000 διατάξεις χωρίς αντικατάσταση).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: Η σύσταση της διατροφής επηρεάζει κυρίως την ανάπτυξη της κάτω γνάθου. Τα πειραματόζωα που τρέφονταν με μαλακή

τροφή στο βάθος μίας γενιάς απέκτησαν μεταβολές στον κόνδυλο (μικρότερος), στην κορωνοειδή απόφυση (μικρότερη) και στο σώμα της κάτω γνάθου. Η ίδια ομάδα στο βάθος τριών γενεών παρουσίαζε κλιμακωτές αλλαγές στο κόνδυλο, στην κορωνοειδή απόφυση, στη γωνία της κάτω γνάθου και στο σώμα της κάτω γνάθου. Όλες οι αλλαγές φαίνεται να είναι στο κατακόρυφο και στο οριζόντιο επίπεδο ενώ δεν υπήρξαν αλλαγές στο εγκάρσιο επίπεδο. Τα πειραματόζωα που τρέφονταν με σκληρή τροφή στο βάθος μίας γενιάς όσο και στο βάθος 3 γενεών δεν παρουσίασαν ιδιαίτερες μεταβολές. Τέλος θα μπορούσαμε να υποθέσουμε πως τα πειραματόζωα που τρέφονταν με μαλακή τροφή στο βάθος τριών γενεών φαίνεται να υπέστησαν γενετικές μεταβολές καθώς υπήρξαν σκελετικές διαφοροποιήσεις που διατηρήθηκαν στην επόμενη γενιά.

Summary

INTRODUCTION: Various published studies focused on the relationship between mastication and growth of the mandible because it is considered that mandibular growth is dependent on the loads exerted by the function of the masticatory muscles. Moreover it has been pointed out that the increase of orthodontic anomalies is due to the modern softer diet. Even in rats, soft diet is one of the factors causing malocclusions. All of the studies have been experimental, mainly in rodents, since this research is impossible to be applied on humans in a short period of time. Most experimental studies suggested that occlusal loading affects bone mass, bone amount, bone density, the length and the width of the bone, the degree of mineralization, the genetic expression. It is stated that bone volumes and thickness of the mandible of rats fed with soft diet were smaller when compared to animals fed with hard diet. The mandibles and condyles were smaller and less dense in the rats of soft diet as compared to controls. Furthermore the length and the width of the condyle in the soft diet group of animals were smaller as compared to the condyle of the hard diet group of animals.

AIM: The aim of this study is to evaluate if food consistency affects the jaw growth within one or even three generations.

METHODS: 60 female Wistar were the sample of this research. They were randomly equally separated in two groups. In the first group the wistar had to eat only soft diet and in the second group their diet had hard consistency. Twenty four wistar age of 30 days were the primary sample. They were separated in four groups. Each of the first two groups had 10 female (group 1, group 3) wistar and the other two groups had two male each (group 2, group 4). Group 1 and 2 were eating hard diet and group 3 and 4 were eating soft diet for 30 days. After that group 1 and 2 were mixed together in order to reproduce. Same procedure was followed for

the other 2 groups. The reproduction procedure was followed again for the next 2 generations. The female wistar were separated from their descendants after the ablactation period. At that point X-rays (Lateral cephalometric X-rays, Cone beam computed tomography) were taken and the animals were sacrificed. There were selected 14 craniofacial landmarks and 2 lines connecting two landmarks for the evaluation of linear measurements on the mandibular changes on the digital cephalometric X-rays and on the CBCT files. For their statistical analysis Beferroni test was used. The main craniofacial structures depicted on lateral cephalograms were digitized and traced with 12 curves and 90 landmarks, of which 74 were semilandmarks and 16 were fixed landmarks. These landmarks were subjected to Procrustes superimposition and Principal Component Analysis (PCA) in order to describe shape variability of the cranial base, maxilla and mandible, as well as of the whole craniofacial complex. For statistical analysis, a permutation test was used (10,000 permutations without replacement).

RESULTS: The food consistency affects the jaw growth and specifically the mandible. The wistar of soft diet had significant changes on the condyle (smaller), in the coronoid process (smaller) and on the body of the mandible. The soft diet group appears to have more bone changes within the period of 3 generations as the condyle, the coronoid process and the angle of the mandible was changing. It appears that the most changes were in the vertical dimension. They were not significant changes found on the hard diet group. Finally we can probably assume that they were some epigenetic changes since changes that happen in one generation were followed to the next.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abed GS, Buschang PH, Taylor R, Hinton RJ. 2007. Maturation and functional related differences in rat craniofacial growth. *Arch Oral Biol*; 52: 1018-1025
- Auconi P., Scazzocchio M., Caldarelli G., Nieri M, McNamara J. A., Franchi L. 2017. Understanding interactions among cephalometrics variables during growth in untreated Class III subjects, *European Journal of Orthodontics*, Volume 39, Issue 4, August, Pages 395–401,
- Ballrick J.W, Palomo JM, Ruch E, Amberman BD, Hans MG. 2008. Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone-beam CT machine. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;134:573-82
- Barber CG, Green LJ, Cox GJ. 1963. Effects of the physical consistency of diet on the condylar growth of the rat mandible. *J Dent Res* 42:848–851.
- Beecher RM, Corruccini RS. 1981. Effects of dietary consistency on craniofacial and occlusal development in the rat. *Angle Orthod* 51:61–69.
- Bjork A. 1963. Variations in the growth pattern of the human mandible: Longitudinal radiographic study by the implant method. *J. Dent. Res. Suppl. To No. 1*, 42:400-411
- Blakith R.E. and Rayment R.A. 1971. *Multivariate morphometrics*. Lond Acad Press.
- Bookstein F.L. 1991. *Morphometric tools for landmark Data: Geom Biol Cambr Univ. Press*.
- Booksten F.L. 1996. Combining the tools of geometric morphometrics. In *Advances in morphometrics* pp: 131-151
- Burdi AR and Spyropoulos MN. 1978. Prenatal growth patterns of the human mandible and masseter muscle complex. *Am. J. Orthod.* 74:380-387
- Buvier M. 1988. Effects of Age on the Ability of the Rat Temporomandibular Joint to Respond to Changing Functional Demands. *J Dent Res* 67(9):1206-1212, September,
- Buvier M, Hylander WL. 1984. The effect of dietary consistency on gross and histologic morphology in the craniofacial region of young rats. *Am J Anat*; 170: 117-26
- Buvier M. and Zimny M. L. 1987. Effects of mechanical loads on surface morphology of the condylar cartilage of the mandible in rats. *Acta anat.*129:293-300
- Carlson D.S., Ellis E. III, Schneiderman E.D. 1982. Experimental models of surgical intervention in the growing face: Cephalometric analysis of facial growth and relapse, in McNamara J.A. Jr. Carlson D.S., Ribbens K.A. (eds): *The Effect of Surgical Intervention on Craniofacial Growth*, monograph 12. Craniofacial Growth Series. Ann Arbor, Mich., Center for Human Growth and Development, University of Michigan.

Cevidanes L.H.S., Franco A.A., Gerig G., Proffit W.R., Slice D.E., Enlow D.H., Lederman H.M., Amorim L., Scanavini M. A. , Vigorito J.W. 2005. Comparison of relative mandibular growth vectors with high-resolution 3-dimensional imaging. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 128 (1) , pp. 27-34

Chen J. et al. 2009. Altered functional loading causes differential effects in the subchondral bone and condylar cartilage in the temporomandibular joint from young mice. *Osteoarthritis and Cartilage* 17, 354e361

Corruccini RS. Lee GT. 1984; Occlusal variation in Chinese immigrants to the United Kingdom and their offspring. *Arch Oral Biol*; 29: 779-82

Daegling DJ, Hylander WL. 1997. Occlusal forces and mandibular bone strain: is the primate jaw ‘overdesigned’? *J Hum Evol*; 33: 705-17

Dias GJ, Cook RB, Mirhosseini M. 2011. Influence of food consistency on growth and morphology of the mandibular condyle. *Clinical Anatomy* 24: 590-598

Dontas I., Tsolakis A. I., Khaldi L., Patra E., Lyriritis G.P. 2010. Malocclusion in Aging Wistar Rats. *Journal of the american association for Laboratory Animal Science*; 49: 1-5

Dryden I.L. and Mardia KV. 1998 *Statistical shape analysis*.

Emshoff R, Brandlmaier I, Gerhard S, Strobl H, Bertram S, Rudisch A. 2003. Magnetic resonance imaging predictors of temporomandibular joint pain. *J Am Dent Assoc*;134:705e14.

Enlow DH, 1973. Growth and the problem of the local control mechanist. *Edotorial, Am J. Anat*, 136:403406

Enlow DH. 1975. *Handbook of Facial Growth*. Philadelphia: W.B. Saunders Co.

Enlow DH. 1990. *Handbook of Facial Growth*. Philadelphia W.B. Saunders Co.

Enlow DH and Harris DB. 1964. study of the postnatal growth of the human mandible. *Am. J. Orthod.*, 50:25-50.

Fogle L.L., Southard K.A., Southard T.E., Casco J.S.2004. Treatment outcomes of growing Class II Division 1 patients with varying degrees of anteroposterior and vertical dysplasias, Part 1. Cephalometrics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 125 (4) , pp. 450-456.

Friedenberg Z. B., Andrews E.T., Smolenski BI et al. 1970. Bone reaction to varying amounts of direct current. *Surg. Gynecol Obstet*: 131-894.

Frost HM. 1987. Bone “mass” and the “mechanostat”: A proposal. *Anat Rec*; 219; 1-9

- Frost HM. 1990. Skeletal structural adaptations to mechanical usage(SATMU): Redefining Wolf's law: the bone modeling problem. *Anat Rec*; 226: 403-13
- Goltzman D. 2019. The Aging Skeleton. In: Rhim J., Dritschilo A., Kremer R. (eds) *Human Cell Transformation. Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol 1164. Springer, Cham
- Grünheid T., Langenbach GEJ, Brugman P, Vincent Everts V., Zentner A. 2011. The masticatory system under varying functional load. Part 2: effect of reduced masticatory load on the degree and distribution of mineralization in the rabbit mandible. *Eur. J Orthod.*; 33: 365-371
- Guerreiro Fernanda da Silva, Péricles Diniz, Carvalho Paulo Eduardo Guedes, Ferreira Eduardo Cargnin, Avancini Sandra Regina Paulon, Ferreira-Santos RíveaInês. 2013. Effects of masticatory hypofunction on mandibular morphology, mineral density and basal bone area. *Braz J Oral Sci.* July | September - Volume 12, Number 3
- Haggarty P. 2013. Epigenetic consequences of a changing human diet. *Proc Nutr Soc.* Nov;72(4):363-71.
- Hichijo N., Kawai N., Mori H., Sano R., Ohnuki Y., Okumura S., G. E. J. 2014 Langenbach & E. Tanaka. Effects of the masticatory demand on the rat mandibular development. *Journal of Oral Rehabilitation*41; 581—587
- Horowitz S. L. And Shapiro, H. H. 1951. Modification of mandibular architecture following removal of temporalis muscle in the rat. *J. Dent. Res.* 30:276-280.
- Johnston LE Jr. 1986. The curious case chimerical condyle. In Graber LW editor: *Orthodontics, State of the Art, Essence of the Science.* C. V. Mosby Co., St. Louis.
- Kamburoglu K, Kolsuz E, Kurt H, Kiliç C, Özen T, Paksoy CS. 2011. Accuracy of CBCT measurements of a human skull. *J Digit Imaging.* Oct; 24(5): 787–793
- Katsaros C, Berg R, Kiliaridis S. 2002. Influence of masticatory muscle function or transversal skull dimension in the growing rat. *J Orofac Orthop*; 63: 5-13
- Kawai N, Sano R, Korfage JAM, Nakamura S, Kinouchi N, Kawakami E, Tanne K, Langenbach GEJ, Tanaka E. 2010. Adaptation of rat jaw muscle fibers in postnatal development with a different food consistency: an immunohistochemical and electromyographic study. *J Anat*; 216: 717-723
- Kendall D.G. and Kendal W.S. 1977. Alignments in two-dimensional random sets of points. *Adv Appl Prob* 12: 380-424
- Kiliaridis S. 1989. Muscle function as a determinant of mandibular growth in normal and hypocalcaemic rat, *Europ. J. Orthod.* 11:298-308

Kiliaridis S, Engstrom C, Thilander B. 1985. The relationship between masticatory function and craniofacial morphology. I. A cephalometric longitudinal analysis in the growing rat fed a soft diet. *Eur J Orthod* 7, 273–283.

Kiliaridis S, Engstrom C, Thilander B. 1988. Histochemical analysis of masticatory muscle in the growing rat after prolonged alteration in the consistency of the diet. *Arch Oral Biol* 33, 187–193.

Kiliaridis S., Thilander B., Kjellberg H., Topouzelis N., Zafiriadis A. 1999. Effect of low masticatory function on condylar growth: Amorphometric study in the rat *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;116:121-5

Knoell AC. 1977. A mathematical model of an in vitro human mandible. *J Biomech*; 10: 159-66

Kufley S, Scott JE, Ramirez-Yanez G. 2017. The effect of the physical consistency of the diet on the bone quality of the mandibular condyle in rats. *Arch Oral Biol*. May;77:23-26

LeResche L. 1997. Epidemiology of temporomandibular disorders: implications for the investigation of etiologic factors. *Crit Rev Oral Biol Med*;8:291e305.

Linder-Aronson S. 1973. Effects of adenoidectomy on the dentition and facial skeleton over a period of five years. *Transactions of the Third International Orthodontic Congress, London*, p 85.

Linder-Aronson S. 1979. Naso-respiratory function and craniofacial growth, in McNamara J. A., Jr. (ed): *Naso-Respiratory Function and Craniofacial Growth monograph 9. Craniofacial Growth Series*. Ann Arbor, Mich., Center for Human Growth and Development, University of Michigan.

Lombardi AV, Bailit HL 1972. Malocclusion in the Kwaio, a Melanesian group on Malaito, Solomon Islands. *Am J Phys Anthropol*; 36: 283-94

Luder HU, Leblond CP, von der Mark K. 1988. Cellular stages in cartilage formation as revealed by morphometry, radioautography and type II collagen immunostaining of the mandibular condyle from weanling rats. *Am J Anat*;182:197e214.

Lucas JR. 1989. Dental paleopathology: methods for reconstructing dietary patterns. In: Iscan MY, Kennedy KAR, editors. *Reconstruction of life from the skeleton*. New York: Alan R Liss; p. 261-86

Λυρίτης ΓΠ. 1996 Οστεοπόρωση Press Line Αθήνα

Maki K., Nishioka T., Shioiri E., Takahashi T., Kimura M. 2002 Effects of Dietary Consistency on the Mandible of Rats at the Growth Stage: Computed X-ray Densitometric and Cephalometric Analysis. *Angle Orthod*;72:468–475

Mao JJ, Nah HD. 2004. Growth and development: hereditary and mechanical modulations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*; 125: 676-89

- Marcus LF. 1990. Traditional morphometrics. Univ. Mich Mus Zool. pp: 77-122
- Mark G.H., An interview with Mark G. Hans. 2014. Dental Press J. Orthod. May-Jun;19(3):26-35.
- Mavropoulos A, Odman A, Ammann P, Kiliaridis S. 2010. Rehabilitation of masticatory function improves the alveolar bone architecture of the mandible in adult rats. J Bone 687-692
- McLeon N. 1999. Generalizing and extending the eigenshape method of shape space visualization and analysis. Paleob 25: 107-138
- McNamara J A, Carlson D A 1979. Quantitative analysis of temporomandibular joint adaptations to protrusive function. American Journal of Orthodontics;76 : 593 – 611
- Meikle MC. 2007. Remodeling the dentofacial skeleton: the biological basis of orthodontics and dentofacial orthopedics. J Dent Res 86:12-24
- Milam SB. 2005. Pathogenesis of degenerative temporomandibular joint arthritides. Odontology;93:7e15.
- Miracle AC, Mukherji SK. 2009. Conebeam CT of the head and neck, part 1: physical principles. AJNR Am J Neuroradiol. Jun;30(6):1088-95.
- Mosimann J.E. 1970. Size allometry: Size and shape variables with characterizations of the lognormal and generalized gamma distributions. J. Amer Statist Asso. 65: 930-945
- Moss ML. 1960. Functional analysis of human mandibular growth. J. Prosthet. Dent. 10: 1949-1159
- Moss ML and Young RW 1960. A functional approach to craniology, Am. J. Phys. Anthropol. 18:281-292
- Moss ML and Salentijn L. 1969 a. The primary role of functional matrices in facial growth. Amer. J. Orthod. 55:566-577.
- Moss ML and Salentijn L. 1969 b. The capsular matrix. Amer. J. Orthod. 56:474-490
- Moss ML and Salentijn L. 1971 a. The compensatory role of the condylar cartilage in mandibular growth. Theoretical and clinical implications. Dtsh. Zahn- Mund- Kieferkeilk, 56:5-16
- Moss ML and Salentijn L. 1971 b. The unitary logarithm curve descriptive of human mandibular growth. Acta Anat. 78:532524

Moyers R.E. 1971. Postnatal development of the orofacial musculature . In Patterns of Orofacial Growth and Development, report6. Washington. DC, American Speech and Hearing Association.

Moyers R.E. 1988. Analysis of the Orofacial and Jaw Musculature. In Moyers R.E.: Handbook of Orthodontics, Year Book Medical Publishers, Inc. Chicago

Moyers R.E. and Carlson D.S. 1990. Maturation of the Orofacial Neuromusculature. In Enlow, D.H.: Facial Growth, W.B. Saunders Co., Philadelphia

Nicholson E. K., Stock S. R., Hamrick M. W., Ravosa M. J.. 2006. Biomineralization and adaptive plasticity of the temporomandibular joint in myostatin knockout mice. Arch. Oral Biol. 51:37–49

Odman A., Mavropoulos A., Kiliaridis S. 2008. Do masticatory functional changes influence the mandibular morphology in adult rats. Arch Oral Biol 53:1149-54

Ohno S, Schmid T, Tanne Y, Kamiya T, Honda K, Ohno-Nakahara M, et al. 2006. Expression of superficial zone protein in mandibular condyle cartilage. Osteoarthritis Cartilage 14:807e13.

Petrovic A.G., Stutzman J.J. and Oudet C.L. 1982. Defects in mandibular growth resulting from condylectomy and resection of the pterygoid and masseter muscles. In McNamara J. A., Jr. Carlson, D.S. and Ribbens, K.A. editors: The effect of surgical intervention on craniofacial growth. Monograph 12, Craniofacial Growth Series, Ann Arbor, Mich., Center for Human Growth and Development, University of Michigan.

Peyron MA, Maskawi K, Woda A, Tanguay R, Lund JP. 1997. Effects of food texture and sample thickness on mandibular movement and hardness assessment during biting in man. J Dent Res;76:789–95.

Proffit W. R. 1979. The facial musculature in its relation to the dental occlusion. In Carlson D. S., McNamara J.A., Jr (eds): Naso-Respiratory Function and Craniofacial Growth, monograph 9. Craniofacial Growth Series. Ann Arbor, Mich, Center of Human Growth and Development, University of Michigan

Ravosa, M. J., E. B. Klopp, J. Pinchoff, S. R. Stock, and M. W. Hamrick. 2007. Plasticity of mandibular biomineralization in myostatin deficient mice. J. Morphol. 268:275–282.

Roberts WE, Huja S, Roberts JA 2004. Biomechanics molecular mechanisms and clinical perspectives. Semin Orthod; 10: 123-61

Robinson I. B. And Sarnat B. C. 1955. Growth pattern of the pig mandible. Amer. J. Anat., 96:37-64

Rohlf F.J. 1990. Rotational fit (procrustes) methods. Univ. Mich Mus Zool. pp: 227-236

- Rohif F.J. 1998. On the use of shape spaces to compare morphometric methods. *Hystix NS*. 11: 8-24
- Rushton M. A. 1944. Growth at the mandibular condyle in relation to some deformities. *Brit. Dent. J.*, LXXVI: 57-64
- Saito T, Ohnuki Y, Yamane A, et al. 2002. Effects of diet consistency on the myosin heavy chain mRNAs of rat masseter muscle during postnatal development. *Arch Oral Biol* 47, 109–115.
- Scott J. H. 1951. The comparative anatomy of the jaw growth and tooth eruption, *Dent. Rec.* 71:149-167
- Scott J. H. 1958. Further studies on the growth of the face, *Proc. Roy. Soc Med.* 52:263-268
- Sicher H. 1947. The growth of the mandible. *Am. J. Orthod.* 33:30-35
- Siegel A.F. and Benson R.H. 1982. A robust comparison of biological shapes. *Biom* 38: 341-350
- Spyropoylos M. N. 1977. The morphogenic relationship of the temporal muscle to the coronoid process in human embryos and fetuses. *Am. J. Anatomy* 150:395-410.
- Spyropoylos M. N., Burdi A. R. 1987. Morphogenic fields in craniofacial biology. In «Concepts of morphogenesis and Dymorphogenesis of the Craniofacial Complex» Eds. K. Vig. And A. R. Burdi. *Craniofacial Growth Series*, Univ. Of Michigan.
- Storey A. T. 1988. Maturation of the Orofacial Musculature. In Moyers, R. E.: *Handbook of Orthodontics*. Year Book Medical Publishers, Inc., Chicago
- Tanaka E., Sano R., Kawai N., Langenbach CEJA ,Brugman P, Tanne K., THEO M. G. J. Van Eijden TMGJ. 2007. Effect of Food Consistency on the Degree of Mineralization in the Rat Mandible. *Ann. of Biom. Eng.*;35:1617–1621
- Tiilikainen P, Raustia A, Pirttiniemi P. 2011. Effect of diet hardness on the mandibular condylar cartilage metabolism. *J Orofac Pain*; 25: 68-74
- Tsai CY , Yang LY, Chen KT, Chiu WC. 2010. The influence of masticatory hypofunction on developing rat craniofacial structure. *Int J Oral Maxillofac Surg.* Jun;39(6):593-8.
- Tsolakis A. I., Spyropoulos M. N., Katsavrias E., Alexandridis K. 1997. Effects of altered mandibular function on mandibular growth after condylectomy, *European Journal of Orthodontics*, Volume 19, Issue 1, February, Pages 9–19,
- Uekita H., Takahashi S., Domon T., Yamaguchi T. 2015. Changes in collagens and chondrocytes in the temporomandibular joint cartilage in growing rats fed a liquid diet. *Ann. Anat.*; 202: 78-87

Van Limborgh, J.. 1972. The role of genetic and local environmental factors in the control of postnatal craniofacial morphogenesis. *Acta Morphol. Neerl. Scand.*, 10:37-47

Van Limborgh J., 1982. Factors controlling skeletal morphogenesis. In Dixon A. D., Sarnat B. G. (eds): *The International Conference on Factors and Mechanisms Influencing Bone Growth*. New York, Alan R. Liss 1982.

Watt D, Williams H. 1951. The effects of the physical consistency of food on the growth and development of the mandible and maxilla of the rat. *Am J Orthodont* 37:895–928.

Webster M. 2006. *Introduction to geometric morphometrics*.

Wolff J. 1892. *Das Gesetz de Transformation der Knochen*.

Yamamoto S. 1996. The effects of food consistency on maxillary growth in rat. *Eur J Orthod*; 18: 601-15

Zarb GA, Carlsson GE. 1999. Temporomandibular disorders: osteoarthritis. *J Orofac Pain*;13:295e306

Zengo A. N., Pawluk, R. J., Basset C. A. L. 1973. Stress-induced bioelectric potentials in the dentoalveolar complex. *Am. Orthod.* 64-17