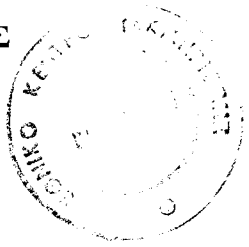
12760
12587

ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΟΡΘΟΔΟΝΤΙΚΗΣ



΄΄Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΖΥΓΩΜΑΤΙΚΟΥ ΤΟΞΟΥ ΣΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΤΟΥ ΚΡΑΝΙΟΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑΤΟΣ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΕ ΕΠΙΜΥΕΣ΄΄

15 ΙΑΝ. 2002

ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ Π. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ
ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΟΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΥΠΟΤΡΟΦΟΣ Ι.Κ.Υ.

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΑΘΗΝΑ 2001

ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Ιωάννης Αδαμίδης	Καθηγητής (Επιβλέπων).
2. Κωνσταντίνος Αλεξανδρίδης	Αναπληρωτής Καθηγητής
3. Ορσαλία Μαραγκού-Παπαϊωάννου	Επίκουρος Καθηγήτρια

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Μερόπη Σπυροπούλου	Καθηγήτρια
2. Γεώργιος Βουγιουκλάκης	Καθηγητής
3. Ιωάννης Αδαμίδης	Καθηγητής
4. Κωνσταντίνος Αλεξανδρίδης	Αναπληρωτής Καθηγητής
5. Ορσαλία Μαραγκού-Παπαϊωάννου	Επίκουρος Καθηγήτρια
6. Μάρκος Κολοκούδιας	Επίκουρος Καθηγητής

Η έγκριση Διδακτορικής Διατριβής από το Οδοντιατρικό Τμήμα του Πανεπιστημίου Αθηνών δεν υποδηλώνει ότι αποδέχεται τις γνώμες του συγγραφέα

(Οργανισμός Πανεπιστημίου Αθηνών, άρθρο 202, παρ.2, νόμος 534

Στους γονείς μου

Πύρρο, Σπυριδούλα, Αντώνη, Μαρία

Στο σύζυγό μου

Σταύρο

Στα παιδιά μου

Αντώνη, Δημήτρη

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕ

Σελίδα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ 10

ΕΙΣΑΓΩΓΗ 13

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι. ΑΥΞΗΣΗ ΤΟΥ ΚΡΑΝΙΟΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑΤΟ

1. Γενικά 16

2. Μηχανισμοί αύξησης των οστών: 18

α. Χονδρογενής οστεογένεση 18

β. Υμενογενής οστεογένεση 20

3. Σχέδιο αύξησης των οστών. 23

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ. ΣΧΕΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΜΟΡΦΗΣ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ

1. Μορφολογία των οστών. 24

2. Σχέσεις οστών-μυών. 25

3. Μηχανισμοί επίδρασης των μυών στην αύξηση των οστών. 27

α. Θεωρία ΄΄λειτουργικών μητρών΄΄ 27

β. Πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο 29

γ. Νευροτροφισμός 30

δ. Θεωρία των αγγελιοφόρων ελέγχου 31

ε. Θεωρία του van Limborgh 31

στ. Θεωρία των μορφογενετικών πεδίων. 32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ. ΡΙΝΟΓΝΑΘΙΑΙΟ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑ

1. Ανατομία του ρινογναθιαίου συμπλέγματος. 33

2. Αύξηση του ρινογναθιαίου συμπλέγματος. 34

ΕΦΑΛΑΙΟ IV. ΤΟ ΖΥΓΩΜΑΤΙΚΟ ΤΟΞΟ

Ανατομία του ζυγωματικού τόξου **37**

Αύξηση του ζυγωματικού τόξου **41**

Εμβιομηχανική του ζυγωματικού τόξου **42**

ΕΦΑΛΑΙΟ V. ΕΠΙΜΥΕΣ

Γενικά **44**

Αύξηση επιμύων **45**

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΣΚΟΠΟΣ **50**

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ **51**

I. Πειραματόζωα **51**

II. Πειραματική διαδικασία **53**

III. Αναισθησία **53**

IV. Χειρουργική τεχνική **54**

V. Μέθοδος ακτινογράφησης **58**

VI. Μέθοδος κεφαλομετρικής ανάλυσης **62**

ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ **69**

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ **71**

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ **73**

ΣΤ. ΣΥΖΗΤΗΣΗ **76**

Ζ. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ **90**

Η. ΠΕΡΙΛΗΨΗ – Summary **92**

Θ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ **97**

Ι. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ **108**

1. ΠΙΝΑΚΕΣ **109**

2. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ **128**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Μεγάλος αριθμός ερευνητικών εργασιών τα τελευταία χρόνια έχει ως θέμα την κρανιοπροσωπι
αύξηση, καθώς και τη λεπτομερή διερεύνηση της σχέσης μεταξύ μορφής και λειτουργίας του οστο
Όσον αφορά όμως στην επίδραση του ζυγωματικού τόξου στην ομαλή ανάπτυξη των οστών τ
κρανίου, η σχετική βιβλιογραφία είναι περιορισμένη, και τα συμπεράσματα αντικρουόμενα ι
ασαφή.

Σκοπός αυτής της ερευνητικής εργασίας είναι να μελετηθούν οι επιδράσεις στην αύξηση τ
κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος μετά από χειρουργική εκτομή μικρού τμήματος του ζυγωματικ
τόξου, να αξιολογηθούν στατιστικά οι μεταβολές και να διερευνηθεί η συσχέτιση της ακεραιότητ
του ζυγωματικού τόξου με τη φυσιολογική ή μη ανάπτυξη του σπλαγχνικού και του εγκεφαλικ
κρανίου.

Η προετοιμασία, η σχεδίαση και τα πειράματα της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκαν σ
Εργαστήριο της Ορθοδοντικής του Οδοντιατρικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Αθηνών και σ
Εργαστήριο Πειραματικής Χειρουργικής και Χειρουργικής Έρευνας της Β' Προπαιδευτικ
Χειρουργικής Κλινικής του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Η εργασία αυτή αποτελείται από:

Εισαγωγή, στην οποία καθορίζονται οι σύγχρονοι προβληματισμοί σχετικά με το θέμα.

Γενικό Μέρος, το οποίο χωρίζεται σε πέντε ενότητες:

Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται γενικά οι σύγχρονες απόψεις σχετικά με την αύξηση τ
κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος και περιγράφονται οι μηχανισμοί και το σχέδιο αύξησης τ
οστών.

Στη δεύτερη ενότητα περιγράφονται οι σχέσεις λειτουργίας και μορφής, δίνοντας ιδιαίτε
βαρύτητα στους μηχανισμούς επίδρασης της λειτουργίας στην αύξηση των οστών.

Στην τρίτη ενότητα μελετάται η αύξηση του ρινογναθιαίου συμπλέγματος.

Στην τέταρτη ενότητα μελετάται ειδικότερα η αύξηση και η εμβιομηχανική του ζυγωματικ
τόξου.

Στην πέμπτη ενότητα περιγράφονται η αύξηση και η ανατομία της κεφαλής των επιμύων, σ
πειραματικών μοντέλων της αντίστοιχης έρευνας.

Ειδικό μέρος που περιλαμβάνει:

Το σκοπό της έρευνας.

Τα υλικά και τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν.

Την πιλοτική μελέτη αξιοπιστίας της μεθόδου.

Τη στατιστική ανάλυση που χρησιμοποιήθηκε.

Τα αποτελέσματα της έρευνας.

Τη συζήτηση, και

Τα συμπεράσματα

Περίληψη (στα Ελληνικά και στα Αγγλικά)

Παράθεση της Βιβλιογραφίας.

Παράρτημα, που περιλαμβάνει πίνακες και διαγράμματα.

Με την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής, είναι χρέος μου να ευχαριστήσω και από τη θέση αυτή, λους όσοι με βοήθησαν σε όλη τη διαδικασία.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ την Επίκουρο Καθηγήτρια κ. Ορσαλία Μαραγκού–Παππαϊωάννου, στην οποία οφείλω τις πρώτες ορθοδοντικές μου γνώσεις και την αγάπη μου για το αντικείμενο. Πρέπει να ω ότι η συμβολή της κ. Μαραγκού αποτέλεσε και το έναυσμα για τη συμμετοχή μου στις εξετάσεις ου Ι.Κ.Υ. για την υποτροφία που αφορούσε στην εκπόνηση διδακτορικής διατριβής στην Ορθοδοντική. Επίσης, καθοριστική ήταν η συνεισφορά της στην επιλογή του θέματος.

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στην Καθηγήτρια κ. Μερόπη Σπυροπούλου, η οποία μου μετέδωσε ερεθίσματα και ερευνητικές εμπειρίες, και διεύρυνε σημαντικά τις γνώσεις μου, όσο στην ορθοδοντική βιβλιογραφία και πρακτική, όσο και στον Ελληνικό και Αγγλικό γραπτό λόγο. Οι πολύτιμες συμβουλές της καθοδήγησαν βήμα προς βήμα τη συγγραφή αυτής της διατριβής.

Θερμά ευχαριστώ τον Καθηγητή κ. Ιωάννη Αδαμίδη, ο οποίος με βοήθησε σημαντικά κατά το στάδιο της συγγραφής, συμβάλλοντας έτσι ουσιαστικά στην πραγματοποίηση αυτής της διατριβής.

Πέρα από ουσιαστική ήταν η βοήθεια του Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Κώστα Αλεξανδρίδη, ο οποίος με την τεχνική του αρτιότητα συνέβαλε σημαντικά στο σχεδιασμό και την πραγματοποίηση των χειρουργικών επεμβάσεων. Ιδιαίτερα τον ευχαριστώ για τις ατελείωτες ώρες που αφιέρωσε στο Πειραματικό Χειρουργείο.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Ηλία Κατσαβριά, ο οποίος σχεδίασε τον ειδικό κεφαλοστάτη για την ακτινογράφηση των επιμύων. Χωρίς τη χρήση της ειδικής αυτής συσκευής και τις πολύτιμες συμβουλές του σε τεχνικά και θεωρητικά ζητήματα δεν θα ήταν

δυνατή η ακτινογράφηση όλων των πειραματόζωων υπό σταθερές συνθήκες, έτσι ώστε
αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα.

Θερμά ευχαριστώ την Επίκουρο Καθηγήτρια κ. Ισμήνη Δοντά για τις πολύτιμες συμβουλές τ
και τη βοήθειά της σε όλα τα στάδια του πειράματος. Επίσης, το προσωπικό της Χειρουργικ
Ερεύνης για την πρόθυμη και ανεκτίμητη βοήθειά του στο χειρισμό των ζώων.

Επίσης, ευχαριστώ τον Καθηγητή κ. Καραγιαννάκο για την παραχώρηση των εγκαταστάσεων τ
παραπάνω εργαστηρίου.

Ευχαριστώ τον Διδάκτορα της Ορθοδοντικής κ. Απόστολο Τσολάκη, ο οποίος πολύ πρόθυμα
βοήθησε στην εύρεση της σχετικής με το θέμα βιβλιογραφίας. Με την εμπειρία του συνέβαλε στ
επίλυση πρακτικών προβλημάτων που προέκυψαν καθόλη τη διάρκεια του πειράματος.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζω στο σύζυγό μου Δρ Σταύρο Γιαννικάκη, ο οποίος παρακολούθη
με κριτικό μάτι κάθε ένα κεφάλαιο, σχεδίασε την στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων, και
ενθάρρυνε συνεχώς, σε όλα τα στάδια της εργασίας μου.

Επίσης ευχαριστώ την αδελφή μου Βασιλική Δημητρίου, αρχαιολόγο που με ικανότητα, υπομο
και κατανόηση ανέλαβε τη φιλολογική επιμέλεια του κειμένου.

Σε όλους τους παραπάνω, αλλά και σε όλους αυτούς που με στήριξαν στην πραγματοποίη
αυτής της Διατριβής, απευθύνω ξανά ένα μεγάλο ευχαριστώ.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το άνω πρόσωπο, όπως το ονομάζουν ορισμένοι συγγραφείς (ή μέσο πρόσωπο κατ' άλλους), κτείνεται από το μεσόφρυο και τα υπερκόγχια τόξα μέχρι τη στοματική σχισμή. Περιλαμβάνει τα στά της άνω γνάθου και της ρινικής κοιλότητας -που μαζί αποτελούν το ρινογναθιαίο σύμπλεγμα-, αθώς επίσης τα υπερώια οστά και τα ζυγωματικά τόξα. Το άνω πρόσωπο διαδραματίζει πρωταρχικό όλο στην εμφάνιση κάθε ατόμου, αλλά ταυτόχρονα αποτελεί καθοριστικό χώρο λειτουργικών και υξητικών δραστηριοτήτων. Η υπανάπτυξη του άνω προσώπου είναι ένα τυπικό εύρημα σε σύνδρομα ε συνοστέωση των οστών του κρανίου, σε σχιστίες και σε διάφορες κρανιοπροσωπικές ανωμαλίες. ο ρινογναθιαίο σύμπλεγμα συνδέεται με τα περισσότερα οστά του κρανίου και παρουσιάζει στενή ξάρτηση από τη βάση του εγκεφαλικού κρανίου. Συνδεόμενο λειτουργικά με την κάτω γνάθο βοηθά τη διαδικασία της μάσησης, της αναπνοής, της ομιλίας, της κατάποσης και συμβάλλει καθοριστικά την έκφραση του προσώπου. Έτσι, λόγω της σχέσης του με τα παρακείμενα οστά και λόγω των ολύπλοκων λειτουργιών που επιτελεί, αποτελεί αντικείμενο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για την ρθοδοντική επιστήμη.

Ερευνητές στο παρελθόν υποστήριξαν ότι η αύξηση του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος είναι τοτέλεσμα πρωτογενούς αυτόνομης δύναμης, που προέρχεται από τις ραφές, Θεωρία του Sicher, icher 1947, 1952, Weinmann και Sicher 1955)[118-120,143] ή το ρινικό διάφραγμα, Θεωρία του Scott. cott 1948, 1953, 1954, 1955, 1957, 1967)[109-114]. Νεώτερα όμως πειραματικά δεδομένα και ωρητικά σχήματα αξιολογούν ότι, αν και το βασικό σχέδιο ανάπτυξης των οστών καθορίζεται από νετικούς παράγοντες, οι μελλοντικά παρατηρούμενες αυξητικές μεταβολές είναι δευτερογενείς και τιστοθμιστικές στην πρωτογενή αύξηση των μαλθακών ιστών και κοιλοτήτων, που σχετίζονται ιτουργικά με τα οστά αυτά. Τα παραπάνω πρεσβεύουν η Θεωρία των λειτουργικών μητρών του oss, (Moss 1957, 1962, 1969, 1972b, 1981, 1983, Moss και Salentijn 1979)[76-89] και η Θεωρία των γγελιοφόρων Ελέγχου του Enlow (Enlow 1982,1990)[27-29].

Το ζυγωματικό τόξο είναι μια οστέινη γέφυρα στο άνω πρόσωπο που αποτελείται από τη νένωση, μέσω ραφών, της ζυγωματικής απόφυσης της άνω γνάθου, του ζυγωματικού οστού και της γωματικής απόφυσης του κροταφικού οστού. Τα ζυγωματικά οστά αποτελούν το υπόστρωμα των λων των παρειών, τα οποία αποδίδουν ιδιαίτερο χαρακτηριστικό στην εμφάνιση κάθε ατόμου και, άλογα με τη μορφολογία τους, προσδίδουν το «βάθος» στην κατά μέτωπο εξέταση του προσώπου.

Το σχήμα και το μέγεθος των ζυγωματικών τόξων εξαρτώνται από το φύλο, τη φυλή και γενετικ παράγοντες του ατόμου.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα της επίδρασης του ζυγωματικού τόξου στην αύξηση σπλαγχνικού κρανίου αποτελεί το σύνδρομο Treacher-Collins. Η κληρονομική απλασία ή έλλειψη ζυγωματικού τόξου επιδρά στη μορφολογία του προσώπου και προκαλεί τη μείωση στην εγκάρ διάστασή του. (Enlow 1982, Argenta και Iacobucci 1989, Munro και Kay 1990)[28,4,92]. Επίσης, ο έρευνες που έχουν γίνει σχετικά με την ορθοπεδική διεύρυνση της υπερώας, παρατηρείται αντίστο κατά τη διάνοιξη της μέσης υπερώιας ραφής, η οποία δεν οφείλεται στην ίδια τη ραφή, αλ αποδίδεται σε γειτονικές δομές, όπως είναι το σφηνοειδές οστούν και το ζυγωματικό τόξο. (We 1968, 1970, 1977)[144-146] Εάν το ζυγωματικό τόξο αποτελεί πηγή αντίστασης κατά τη διεύρυνση άνω γνάθου με μηχανικά μέσα, είναι εύλογο να υποθέσει κανείς ότι η ίδια δομή μπορεί να εξασ περιοριστικές επιδράσεις στην αύξηση της γνάθου. Με βάση τον προβληματισμό αυτό σχεδιάστηκε πείραμα της παρούσας εργασίας.

Η σχετική με το θέμα βιβλιογραφία, αν και περιορισμένη σε εργασίες, όπου πραγματοποιεί εκτομή του ζυγωματικού τόξου, καταλήγει σε αντικρουόμενα συμπεράσματα για το ρόλο του σ αύξηση των οστών του κρανίου και του προσώπου. Οι αντιφατικές απόψεις μάλλον οφείλονται διαφορετική ερευνητική μεθοδολογία, γεγονός που καθιστά ακόμη δυσκολότερη τη συσχέτιση αποτελεσμάτων μεταξύ τους.

Στην εργασία αυτή, για να μελετηθεί η επίδραση του ζυγωματικού τόξου στην αύξηση κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος, σχεδιάσθηκε ένα πείραμα, στο οποίο γίνεται τομή μικ τμήματος του ζυγωματικού τόξου επιμύων. Η περαιτέρω αύξηση του κρανιοπροσωπι συμπλέγματος μελετήθηκε ακτινογραφικά. Η διαφοροποίηση της παρούσας εργασίας από άλ συναφείς πειραματικές μελέτες συνίσταται:

α) στη μελέτη ομάδας πειραματόζωων, στην οποία έγινε χειρουργική επέμβαση χωρίς να γ αφαίρεση τμήματος του ζυγωματικού τόξου (Sham-operated group). Η ομάδα αυτή δημιουργήθ έτσι, ώστε να μελετηθεί η πιθανή επίδραση της επέμβασης στα μαλακά μόρια στην τελική οσ αύξηση.

β) στο ότι μελετήθηκαν οι επιδράσεις της εκτομής του τόξου στο εύρος, στο μήκος, αλλά και ύψος του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος.

Πειραματιζόμενοι κατ' αυτόν τον τρόπο πιστεύουμε πως είναι δυνατόν να βρούμε απαντήσεις αν και πώς επιδρά το ζυγωματικό τόξο στην αύξηση του κρανίου και του προσώπου.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

ΑΥΞΗΣΗ ΤΟΥ ΚΡΑΝΙΟΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑΤΟ

1. Γενικά

Η ανάπτυξη ενός ανεξάρτητου οργανισμού είναι το σύνολο μιας ιδιαίτερα πολύπλοκης σειρ γεγονότων, τα οποία επικαλύπτουν το ένα το άλλο. Με τον όρο ανάπτυξη ή διάπλαση εννοούμε πορεία προς την ωρίμανση των επιμέρους μορίων που συγκροτούν μια οντότητα. Η ανάπτυξη εί μια διαδικασία που διαρκεί ισόβια και αποτελείται από μια σειρά συνεχών μεταβολών προκαθορισμένη διαδοχή. (Αδαμίδης 1995)[2]

Κατά την εμβρυογένεση συμβαίνουν οι εξής αναπτυξιακές διαδικασίες:

I. Η κυτταρική διαφοροποίηση, με την οποία από το μονοκυτταρικό ζυγώτη εξελίσσονται 200 περίπ διαφορετικοί τύποι κυττάρων που υπάρχουν στο ανθρώπινο είδος.

II. Η μορφογένεση (ιστογένεση, οργανογένεση), η διαδικασία δηλαδή με την οποία σχηματίζεται σύνθετο σχήμα του οργανισμού. Στον όρο ανάπτυξη ή διάπλαση εμπεριέχονται τα φαινόμενα διαφοροποίησης και της μορφογένεσης. (Hall 1988)[35]

III. Η αύξηση. Με τον όρο αύξηση εννοούμε κάθε μεταβολή, η οποία είναι μετρήσιμη ως προς μήκος, το βάρος, τον όγκο, τη συγκέντρωση ή την πίεση. (Moss 1972a)[81] Είναι ποσοτικό φαινόμ και γι' αυτό μετράται σε μονάδες. Μετά τη γέννηση παρατηρείται διαρκής αύξηση στο μέγεθος ιστών και των οργάνων, και λειτουργική ωρίμανση. Πολλές φορές ο όρος αύξηση αντικαθίσταται εναλλάσσεται με τον ευρύτερης σημασίας όρο «ανάπτυξη». (Σπυροπούλου 1988)[128]

Το κρανιοπροσωπικό σύμπλεγμα αποτελείται από τρεις συγκεκριμένους τύπους ιστών, οι οπο προέρχονται από τα κύτταρα μιας ή περισσοτέρων από τις τρεις βλαστικές στοιβάδες (εξώδερ ενδόδερμα και μεσόδερμα) του ανθρώπινου εμβρύου. Οι ιστοί αυτοί είναι:

I. Οδοντικοί ιστοί, οι οποίοι περιλαμβάνουν την αδαμαντίνη, την οστεΐνη, τον οδοντικό πολφό και περιοδοντική μεμβράνη.

Μαλακοί ιστοί, οι οποίοι περιλαμβάνουν επιθήλιο, μύες, νεύρα, συνδετικό ιστό και την επιδερμίδα τα προσαρτήματα του δέρματος.

Σκελετικοί ιστοί, οι οποίοι περιλαμβάνουν τα οστά, τους χόνδρους και τους τένοντες. (Stewart 76, Παπανικολάου 1989)[133, 94]

Το πλήρως αναπτυγμένο κρανίο αναπαριστά το άθροισμα των διαφόρων μερών του, η αύξηση των ίων εμφανίζεται με διαφορετικούς ρυθμούς και προς διαφορετικές κατευθύνσεις. Στον άνθρωπο ά τη γέννηση έχει επιτελεστεί το 30-60% της συνολικής αύξησης του κρανιοπροσωπικού μπλέγματος. Το μέγεθος του εγκεφαλικού κρανίου θα αυξηθεί κατά 50% περίπου μετά τη γέννηση, το σπλαγχνικό κρανίο θα αυξηθεί στο διπλάσιο ή και περισσότερο. Η μεγαλύτερη αύξηση στο εθος του σπλαγχνικού κρανίου παρουσιάζεται στο ύψος (200% περίπου), ακολουθεί η αύξηση ά το προσθιοπίσθιο επίπεδο και, τέλος, η μικρότερη αύξηση παρατηρείται στο εύρος (75% ίπου). (Thilander 1995) [136, 137]

Από τη μελέτη διαδοχικών πλάγιων κεφαλομετρικών ακτινογραφιών δίνεται η εντύπωση ότι υμε ένα ομαλό προς τα κάτω και εμπρός σχέδιο αύξησης του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος. τό όμως είναι παραπλανητικό, καθώς είναι γνωστό ότι το πλήρως αναπτυγμένο κρανίο δεν τελεί σε καμιά περίπτωση απλή μεγέθυνση του κρανίου του νηπίου. Το κρανίο του ενήλικα φέρει όχι μόνο στο μέγεθος, αλλά και στη μορφολογία, η τελική του δε μορφή εξαρτάται από τη δικασία της διαφορικής αύξησης στα διάφορα μέρη του. Ο όρος διαφορική αύξηση δηλώνει φορετικό ρυθμό και διαφορετικές αναλογίες αύξησης (Σπυροπούλου 1988, Thilander 1995) [128, 137].

Η αύξηση των μαλακών μορίων παρουσιάζει, επίσης, μεγάλο ενδιαφέρον. Οι μεταβολές που μβαίνουν στους μαλακούς ιστούς και επηρεάζουν την κατατομή του ατόμου, ακολουθούν την ηση των υποκείμενων σκληρών ιστών, χωρίς όμως να βρίσκονται σε άμεση συσχέτιση με τις αβολές των οστών. Έτσι η κυρτότητα του προσώπου αυξάνεται με την ηλικία, καθώς η αύξηση της ός εμφανίζεται κυρίως με διεύθυνση προς τα κάτω και εμπρός, παρά το γεγονός ότι το σκελετικό στρωμα, μη συμπεριλαμβανομένης της κορυφής της ρινός, τείνει να γίνει λιγότερο κυρτό με την οδο της ηλικίας, κυρίως στα αγόρια (Σπυροπούλου 1988, Thilander 1995)[128, 137]

Η διάπλαση, η αύξηση και η ωρίμανση μπορούν να μελετηθούν σε διαφορετικά επίπεδα, όπως σε ιακό, κυτταρικό και σε επίπεδο οργάνων. Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενες σήμερα μέθοδοι για μελέτη της κρανιοπροσωπικής αύξησης περιλαμβάνουν εμβρυολογική έρευνα, καλλιέργειες ιστών οργάνων, έρευνες με πειραματόζωα, έρευνες με διδύμους, μελέτη παθολογικών καταστάσεων σμορφίες εκ γενετής ή επίκτητες) κ.λπ.

Η μελέτη της κρανιοπροσωπικής αύξησης περιλαμβάνει τη διερεύνηση:

1. Των μηχανισμών αύξησης των οστών (οστεογένεση),
2. Του σχεδίου αύξησης (μεταβολές στο μέγεθος και τη μορφολογία του οστού),
3. Του ρυθμού αύξησης (ταχύτητα, με την οποία δημιουργείται το οστό) και
4. Του ρυθμιστικού συστήματος, που ενεργοποιεί και διευθύνει τους τρεις προηγούμε παράγοντες.(Thilander 1995)[137]

2. Μηχανισμοί αύξησης των οστών του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματ

Οστεογένεση.

Τα οστά γενικά, αλλά και ειδικότερα τα οστά του κρανιοπροσωπικού συμπλέγμ σχηματίζονται και αυξάνονται με δύο διαφορετικούς τρόπους, ανάλογα με την περιοχή συνδετικού ιστού, μέσα στην οποία δημιουργούνται.(Moyers 1988, Enlow 1990)[91, 29]

Έτσι διακρίνουμε δύο τρόπους οστεογένεσης:

α) τη χονδρογενή οστεογένεση και

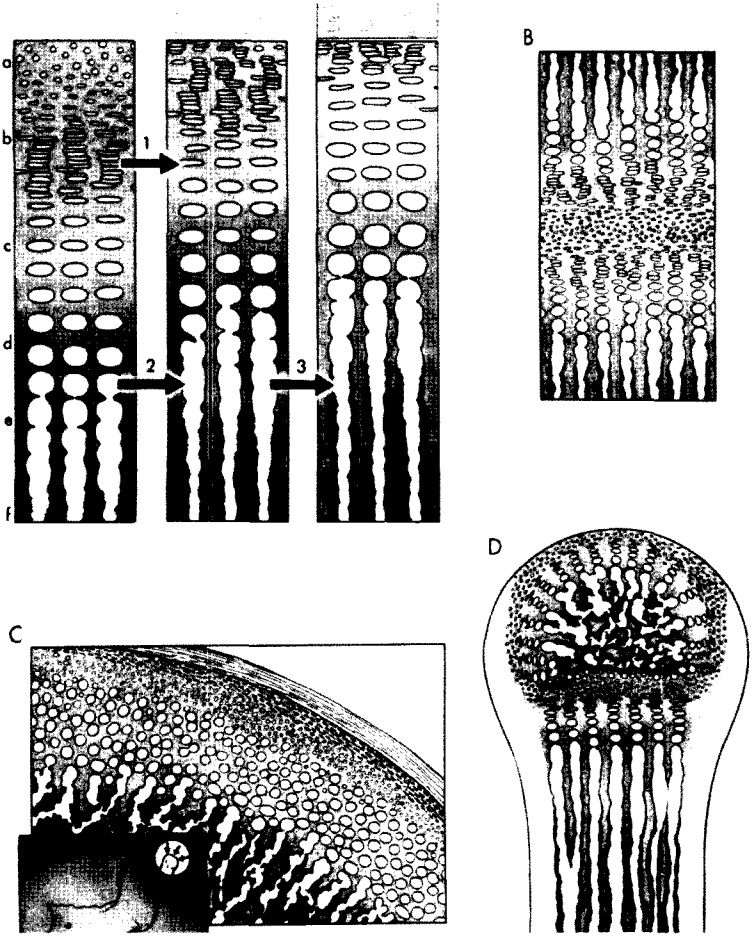
β) την υμενογενή οστεογένεση.

α) Χονδρογενής οστεογένεση.

Η χονδρογενής οστεογένεση παρατηρείται σε περιοχές, οι οποίες υπόκεινται σε υψηλού βα συμπίεση, όπως είναι οι κινητές αρθρώσεις, οι συγχονδρώσεις της βάσης του κρανίου, η περιοχ χόνδρου του ρινικού διαφράγματος και η περιοχή του κονδύλου της κάτω γνάθου. Ο Moyers (19 και ο Enlow (1990)[29] αναφέρουν ότι το οστό δε σχηματίζεται απευθείας από το χόνδρο, αλλά διει στο χόνδρο και τον αντικαθιστά σταδιακά. Η θεμέλια ουσία του χόνδρου δεν περιέχει αιμο αγγεία, αλλά τα θρεπτικά συστατικά και τα προϊόντα του μεταβολισμού διαχέονται κατευθείαν, της μαλακής θεμέλιας ουσίας, προς και από τα κύτταρα. Σε αυτή την ιδιότητα του χόνδρου οφεί η αυξημένη αντοχή του στις πιέσεις, διότι αν υπήρχαν αγγεία, θα συνθλίβονταν και θα αποκλείο οι δίοδοι τροφοδοσίας λόγω πίεσης. Εκτός αυτού, η εύκαμπτη θεμέλια ουσία προστατεύε χονδροκύτταρα.

Κατά τη διαδικασία της χονδρογενούς οστεογένεσης τα μεσεγχυματικά κύτταρα μεταπίπτοι χονδροβλάστες, οι οποίοι με συνεχείς ταχείες διαιρέσεις πολλαπλασιάζονται, σχηματίζοντας επιμ σειρές αποπλατυσμένων χονδροκυττάρων. Ο πολλαπλασιασμός αυτός προκαλεί την επιμήκυνσ

τού. Στη συνέχεια ορισμένα από αυτά τα θυγατρικά χονδροκύτταρα υπερτρέφονται και φυλίζονται, ενώ παράλληλα η μεσοκυττάριος ουσία αποσυντίθεται και απορροφάται μερικώς, ιτρέποντας τη διήθηση της μάζας του χόνδρου από αιμοφόρα αγγεία προερχόμενα από το ριόστεο. Από τα αιμοφόρα αγγεία εξέρχονται αδιαφοροποίητα κύτταρα, τα οποία μεταπίπτουν σε τεοβλάστες, οι οποίοι με τη σειρά τους εναποθέτουν λεπτές δοκίδες οστίτη ιστού στα υπολείμματα υ ενασβεστιωμένου χόνδρου. Η προαναφερθείσα διαδικασία είναι συνεχής και επαναλαμβανόμενη, ι, κατ' αυτόν τον τρόπο, ολόκληρος ο χόνδρος αυξάνεται με γραμμική κατεύθυνση και τικαθίσταται από οστό. (Moyers 1988, Enlow 1990, Proffit 1993)[91,29,102]



Εικ. 1. Χονδρογενής Οστεογένεση Μετασχεδιασμένο από Enlow DH: The Human Face. New York, Hoeber Medical Division, Harper & Row, 1968.

β) Υμενογενής οστεογένεση

Η υμενογενής οστεογένεση συμβαίνει σε περιοχές, όπου παρατηρείται τάση ή όπου το ό συμπίεσης είναι ελάχιστο και πάντως μικρότερο από την πίεση των τριχοειδών αγγείων. Τα οσ στοιχεία που εναποτίθενται από το *περιόστεο*, το *ενδόστεο*, τις *ραφές* και το *περιρρίζιο* προέρχο από υμενογενή οστεογένεση. Αυτός ο τύπος οστεογένεσης έχει πρωτεύοντα ρόλο στην αύξηση θόλου του κρανίου και του σκελετού του προσώπου, και παρατηρείται ακόμη και στην κάτω γν και το σφηνοειδές οστό, όπου ταυτόχρονα συμβαίνει και χονδρογενής οστεογένεση.

Κατά τη διαδικασία της υμενογενούς οστεογένεσης τα αδιαφοροποίητα μεσεγχυματικά κύτ του υμενώδους συνδετικού ιστού διαφοροποιούνται σε οστεοβλάστες και εκκρίνουν οστεο μεσοκυττάρια ουσία. Στη συνέχεια άλατα ασβεστίου εναποτίθενται στη μεσοκυττάρια ου σχηματίζοντας οστικές δοκίδες, οι οποίες αυξανόμενες δημιουργούν τελικά τον οστίτη ι (Σπυροπούλου 1988, Moyers 1988, Enlow 1990, Proffit 1993)[128,91,29,102]

Περιόστεο

Το περιόστεο είναι η ινώδης μεμβράνη, η οποία καλύπτει όλες τις οστικές επιφάνειες, εκτός τις αρθρικές. Κατά την έναρξη της υμενογενούς οστεογένεσης τα μεσεγχυματικά κύτταρα περιοστέου αποκτούν τα χαρακτηριστικά των οστεοβλαστών και εκκρίνουν οστεοειδή μεσοκυττ ουσία. Τα κύτταρα του περιοστέου λόγω της θέσης που κατέχουν, είναι υποκείμενα σε μηχαν επιδράσεις. Αν η μηχανική πίεση που εξασκείται στο περιόστεο, ξεπερνά ένα ορισμένο επίπεδο, ώστε να προκαλεί ελάττωση της κυκλοφορίας του αίματος στα κύτταρά του, τότε η οστεογέν σταματά και εμφανίζονται οστεοκλάστες που προκαλούν απορρόφηση του οστού, μέχρι αποκατασταθεί η κυκλοφορία του αίματος και κατ' επέκταση η βιοχημική ισορροπία. Αν αντίθετ περιόστεο εκτεθεί σε τάση, συμβαίνει εναπόθεση οστού. Το περιόστεο λειτουργεί ως οστεογενής ζ για όλη τη διάρκεια της ζωής του ατόμου, αλλά η αναγεννητική του ικανότητα είναι ιδιαίτερα υψ στη νεαρή ηλικία. Η επίδραση του περιοστέου στις μεταβολές μεγέθους και σχήματος των οστών ε πολύ μεγάλης σημασίας.(Moyers 1988)[91]

ιδόστεο

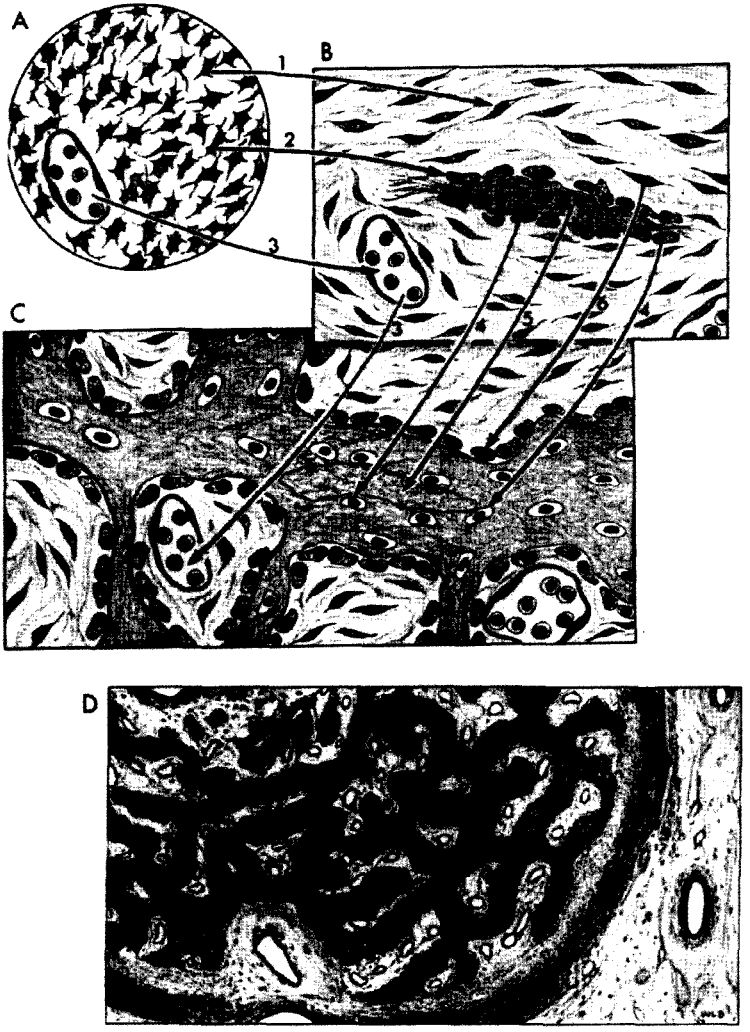
Το ενδόστεο είναι ινώδης μεμβράνη που καλύπτει την εσωτερική επιφάνεια των οστών. Η μιουργία οστού από το ενδόστεο μπορεί να είναι υμενογενής, όπως του περιοστέου, ή χονδρογενής άλογα με την περιοχή του οστού που σχηματίζεται. (Σπυροπούλου 1988, Moyers 1988, Enlow 90)[128, 91, 29]

ιφές

Οι ραφές του κρανίου έχουν διπλή λειτουργία: αφενός επιτρέπουν τις μετατοπίσεις των οστών τά την αύξηση και αφετέρου συνδέουν τα οστά μεταξύ τους. Ο ινώδης συνδετικός ιστός των ραφών ξάνεται με την πάροδο της ηλικίας και δεσμίδες ινών φαίνονται να διασχίζουν σε εγκάρσια διατομή ραφές, αυξάνοντας έτσι την αντοχή τους στις μηχανικές πιέσεις. Όταν η αύξηση ολοκληρώνεται, οι ρισσότερες ραφές οστεοποιούνται. (Persson και Thilander 1977)[97]

ριρρίζιο

Το περιρρίζιο, με τη βοήθεια των κολλαγόνων ινών, διαχέει τις πιέσεις που εξασκούνται στον οντικό φραγμό κατά τη σύγκλειση, στο φατνιακό οστό. Η θέση των δοντιών μέσα στη φατνιακή όφυση μεταβάλλεται κατά την ανατολή και την διαρκή εγγύς μετατόπισή τους, καθώς και κατά την οσαρμογή τους στη συνολική κρανιοπροσωπική αύξηση. Η θέση των δοντιών είναι δυνατόν να ταβληθεί και με την επίδραση ορθοδοντικών δυνάμεων. Αυτές οι μεταβολές θέσης είναι εφικτές με ιδικασίες συνεχούς ανάπλασης και επανασύνδεσης που συμβαίνουν στις κολλαγόνες ίνες, οι οποίες νδέουν το δόντι με τη φατνιακή απόφυση. (Woelfel 1984, Moyers 1988)[148, 91]



Εικ. 2. Υμενογενής Οστεογένεση Μετασχεδιασμένο από Enlow DH: The Human Face. New York, Hoeber Medical Division, Harper & Row, 1968.

Σχέδιο αύξησης των οστών.

Σήμερα, είναι γενικά αποδεκτή η άποψη ότι η αύξηση του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος εται:

με εναπόθεση και απορρόφηση οστού και

με μετατόπιση των οστών στο χώρο.

Η εναπόθεση και η απορρόφηση οστού είναι υπεύθυνες για το μέγεθος, το σχήμα και την καλή ɔσαρμογή του οστού στο χώρο (growth remodeling). Ως μετατόπιση (displacement) ορίζεται η .κή φυσική μετακίνηση του οστού, και διακρίνεται σε πρωτογενή (primary displacement) και σε ɔτερογενή (secondary displacement). Η πρωτογενής μετατόπιση είναι αποτέλεσμα της ανάπτυξης ɔ ίδιου του οστού, ενώ η δευτερογενής εξαρτάται από την αύξηση σε μέγεθος των παρακείμενων τών. Η κλασική θεωρία του Enlow παραθέτει μεν τα αποτελέσματα των διαδικασιών αύξησης, ρίς όμως να ερμηνεύει και τους μηχανισμούς δράσης της.(Enlow 1963, 1982, 1990)[27-29]

Μεταξύ των ερευνητών υπάρχουν διαφωνίες σχετικά με την προέλευση της δύναμης που ɔκαλεί την πρωτογενή μετατόπιση του οστού. Ο τρόπος και ο βαθμός που οι διάφοροι παράγοντες ɪρεάζουν την αύξηση, δεν είναι γνωστός και, γι' αυτό το λόγο, έχουν κατά καιρούς αναπτυχθεί φορες θεωρίες, οι οποίες προσπαθούν να ερμηνεύσουν τα σκοτεινά σημεία της αύξησης. Το αλύτερο ερώτημα είναι, σε τι ποσοστό η αύξηση και η μορφολογία του σκελετού είναι γενετικά ɔκαθορισμένες και σε ποιο βαθμό είναι αποτέλεσμα της επίδρασης περιβαλλοντικών παραγόντων. ɔher 1947, Scott 1953, 1957, 1967, Latham 1968, 1970, Moss 1972a, 1972c, 1977, 1983, ɣropoulos και Burdi 1987) [118,110,113, 114,76,78,81,83,85,89,61,62,127]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

ΣΧΕΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΜΟΡΦΗΣ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ

1. Μορφολογία των οστών.

Είναι γνωστό από χιλιάδες χρόνια ότι με την επίδραση δυνάμεων μπορεί να μεταβληθ μορφολογία των διαφόρων τμημάτων του σκελετού. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν τα κεκαμ πόδια των Κινέζων, τα επιπεδωμένα κρανία των Ινδιάνων της Κολομβίας και τα επιτεύγματα σύγχρονης Ορθοδοντικής και Γναθοχειρουργικής. (Αλεξανδρίδης 1981)[3]

Ένας από τους βασικούς νόμους της βιολογίας είναι η αλληλεξάρτηση μεταξύ κατασκευής λειτουργίας, όπως αναφέρουν οι Shaw και συν.(1978)[117] Η αλληλεπίδραση μεταξύ μυικής αύξ και λειτουργίας, και σκελετικής μορφογένεσης έχει κατά καιρούς απασχολήσει ανθρωπολόγ ανατόμους, ορθοδοντικούς και χειρουργούς. Παρ' όλα αυτά η ακριβής συμβολή των γενετικών περιβαλλοντικών παραγόντων στη ρύθμιση της αύξησης, δομής και θέσης των σκελετικών στοιχ δεν είναι ακόμα απολύτως γνωστή.

Ο πρώτος που ασχολήθηκε με τις μηχανικές ιδιότητες των οστών ήταν ο Galileo (1638) οποίος αναφέρει ότι τα μικρότερα οστά είναι πιο ανθεκτικά από τα μεγαλύτερα. Αργότερ Humphry (1858)[44], με επιμήκεις τομές στο μηριαίο οστό, παρατήρησε ότι το σχήμα του επηρεάζ από τις πιέσεις που δέχεται και οι οστικές δοκίδες του είναι κάθετες μεταξύ τους στην κεφαλή οστού. Το 1867 ο Von Meyer[71] ανακοινώνει τη Θεωρία των Δυναμικών Τροχιών (Trajectorial the σύμφωνα με την οποία οι οστικές δοκίδες αντιπροσωπεύουν δυναμικές γραμμές διευθετημένες τέτοιο τρόπο, ώστε να αντιστέκονται στις δυνάμεις που επιδρούν στα οστά. Η θεωρία των Δυναμ Τροχιών διατυπώθηκε καλύτερα από το Wolff το 1892 στον περίφημο νόμο της Μεταπλάσεως Οστού (Law of Bone Transformation), ο οποίος αναφέρει ότι κάθε αλλαγή στη λειτουργία ενός οσ έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή της διεύθυνσης των δυναμικών γραμμών του.(Wolff 1892)[149]

2. Σχέσεις οστών-μυών.

Οι σκελετικοί μύες έχουν την ικανότητα να επιδρούν σε άλλα όργανα και ιστούς. Η επίδρασή τους οφείλεται στην ιδιότητά τους να εξασκούν τάση περίπου 2 χιλιόγραμμα ανά τετραγωνικό εκατοστό διατομής των ινών τους.(Moss και Salentijn 1979)[87]

Κατά την εμβρυική περίοδο η ανάπτυξη των μασητήριων μυών προηγείται της ανάπτυξης των λειτουργικά συνδεδεμένων σκελετικών μονάδων. Οι μασητήριοι μύες που σχηματίζονται από το πρώτο βραγχιακό τόξο, αρχίζουν να διαφοροποιούνται κατά την έκτη εμβρυική εβδομάδα. Υποστηρίζεται ότι λειτουργούν από την όγδοη και ένατη εβδομάδα, καθώς έχει διαπιστωθεί ότι σε ανθρώπινα έμβρυα αυτής της περιόδου, ο ερεθισμός της περιοχής του στόματος προκαλεί αντανακλαστική ανάσπαση και κατάσπαση της κάτω γνάθου.(Humphrey 1968, 1971, Spyropoulos 1977, Σπυροπούλου 1977) [45, 46, 125, 126,15]

Οι χαρακτηριστικές ιδιότητες του οστού, όπως το πάχος και η εσωτερική δομή του, εξαρτώνται από το βαθμό λειτουργίας του.(Scott 1957, Lanyon 1983, Lanyon και Rubin 1983)[113,59,60] Έχει διαπιστωθεί ότι η καμπυλότητα και η μορφή των μακρών οστών σχετίζεται άμεσα με τη λειτουργία τους. Έτσι, η μορφολογία της διατομής του οστού της κνήμης στον άνθρωπο επηρεάζεται αποκλειστικά από τους πρόσθιους μυς του ποδιού.(Murray 1936)[93] Η παρουσία ή απουσία οστικών προεξοφιών και επαρμάτων στο οστούν της ωμοπλάτης έχει άμεση σχέση με την πρόσφυση και τη λειτουργία των προσκείμενων μυών, όπως έχει δειχθεί πειραματικά, καθώς και σε κλινικό επίπεδο.(Doyle 1977)[24] Εξάλλου οι Siegel και Jones (1975)[121] παρατήρησαν ότι η τροποποίηση δραστηριότητας μυών σε ποντικούς είχε ως αποτέλεσμα σκελετικές μεταβολές.

Ανταπόκριση του οστού στη λειτουργία των μυών εμφανίζεται τόσο στα αναπτυσσόμενα, όσο και στα ενήλικα πειραματόζωα. Οι Horowitz και Shapiro (1951)[40], και ο Avis (1959)[6] παρατήρησαν ελάττωση στο μέγεθος και μεταβολή στη μορφή της κορωνοειδούς απόφυσης, μετά από μερική εκτομή του κροταφίτη. Είναι ενδιαφέρον ότι σε ορισμένες περιπτώσεις, αν και η εξωτερική δομή παραμένει αναλλοίωτη, εμφανίζονται αλλαγές στην εσωτερική δομή του οστού. Έτσι έχει παρατηρηθεί ότι η πυκνότητα των οστικών πετάλων του σπογγώδους οστού αυξάνει, όταν ασκούνται αυξημένες δυνάμεις. Ο Kashima (1965)[52] και ο Endo (1966)[26] σε πειράματά τους με σιρίδια επαλήθευσαν τη θεωρία, ότι η εσωτερική δομή του οστού συνδέεται με τα φορτία που του επιβάλλονται. Ο Lifshitz (1976)[63] μελέτησε τη δομή τόσο του φλοιώδους πετάλου, όσο και της οδοντικής σπογγώδους μοίρας της κάτω γνάθου σε επίμυες, και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η δομή τους είναι λειτουργικά συνδεδεμένη με τις ασκούμενες εξωτερικές δυνάμεις. Υποστηρίζεται ότι

η εξωτερική μορφή του κρανίου αντικατοπτρίζει τις δυνάμεις που συνολικά εξασκούνται σ' αυτό α τους μασητήριους μυς.(Behrents 1985)[10] Έχει βρεθεί από τους Fisher και συν. σε πειράματα χοιρίδια, ότι οι μονάδες τάσης είναι μεγαλύτερες στα κρανία των νηπίων, μικρότερες στους εφήβο και στους ενήλικες ακόμα πιο μικρές.(Fisher 1976a, 1976b)[30,31] Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι α αυξανόμενο κρανίο συμβαίνει συνεχής αναπροσαρμογή της δομής του ανάλογα με τις εξασκούμε από τους μυς δυνάμεις, έως ότου επιτευχθεί μια μορφή ισορροπίας. Στο κουνέλι το μέγεθος τ οστικών οπών της άνω γνάθου, καθώς και η γωνία του σώματος της κάτω γνάθου συνδέονται με διεύθυνση των μυικών δυνάμεων. (Moss και Feliciano 1977)[86] Η πειραματική μικρογλωσσία προκαλ αντισταθμιστικές σκελετικές μεταβολές, σύμφωνα με τους Simard-Savoie και Lamorlette.(1976) Έχει, επίσης, μελετηθεί η σχέση μεταξύ διατροφής και μορφολογίας των γνάθων, καθώς η φυσι σύσταση της τροφής επηρεάζει και τα τρία επιμέρους τμήματα του συμπλέγματος (μυς, δόντια οστά).(Kiliaridis και συν. 1985, Kiliaridis 1986)[53,54] Η χορήγηση τροφής σκληρότερης σύστασ οδηγεί σε αύξηση της δύναμης συστολής των μυών της μάσησης, με συνέπεια αλλαγή της μηχανι φόρτισης του σκελετού του κρανίου και κατ' επέκταση αντισταθμιστικές οστικές διαδικασίες.(Μ 1983)[89] Τέτοια συσχέτιση έχει αποδειχθεί στον πίθηκο από τους Bouvier και Hylander (1981) καθώς και στον άνθρωπο από τους Corruccini και Handler(1980).[20] Ο Ringqvist (1978)[104] παρατήρη ότι η αύξηση της ενέργειας των μασητηρίων μυών προκαλεί ιστοχημικές και ενζυματικές μεταβο στις ίνες των μυών και αυξάνει το μέγεθός τους. Αντίθετα, η μείωση της λειτουργίας, είτε επιλεκτική εκτομή ή αφαίρεση μασητηρίων μυών (Pratt 1943, Horowitz και Shapiro 1951, A 1959)[101,40,6], είτε με παράλυση νεύρων (Howell 1971)[41], είτε με χορήγηση μαλακής δίαιτας (Μο 1965, Kiliaridis και συν. 1985, Kiliaridis 1986)[74,53,54] οδηγεί σε αλλαγή ορισμένων δομικ σκελετικών στοιχείων. Ο Pratt (1943)[101] παρατήρησε ασύμμετρη αύξηση του κρανίου των επιμή μετά από ετερόπλευρη αφαίρεση του μασητήρα.

Με την ακτινογραφική μέθοδο πολλοί ερευνητές παρατήρησαν, ότι οι αλλαγές των δυνάμεων α οστά έχουν ως αποτέλεσμα την αλλαγή στη διεύθυνση των οστικών δοκίδων. (Hilderbrand 1985)[39] Herzberg και Sarnat (1962)[38], παρατήρησαν ακτινογραφικά αλλαγή στη διεύθυνση των οστικ δοκίδων της κάτω γνάθου μετά από κονδυλεκτομή σε νεαρούς πιθήκους. Η αλλαγή της διευθέτησ των οστικών δοκίδων στις χειρουργημένες γνάθους οφειλόταν στη διαφορετική λειτουργία της κό γνάθου, καθώς και στις αλλαγές των δυνάμεων από τους μυς της μάσησης. Ο Howell (1971)[71] μ από πρόκληση ετερόπλευρης παράλυσης των άκρων σε σκυλιά παρατήρησε ακτινογραφικά αύξη του αριθμού των οστικών δοκίδων της υγιούς πλευράς. Τις τελευταίες δεκαετίες, οι δυνάμεις

αναπτύσσονται στα οστά, έχουν επίσης μελετηθεί με μια τεχνική, η οποία βασίζεται στο φαινόμενο ης φωτοελαστικότητας, τα αποτελέσματα της οποίας ενισχύουν και συμπληρώνουν τα ευρήματα της κτινογραφικής μεθόδου. (Αλεξανδρίδης 1981)[3]

Ο Moller (1966)[73] παρατηρεί θετική συσχέτιση μεταξύ ορισμένων μυικών λειτουργιών και υγκεκριμένων μορφών σκελετού του προσώπου. Ο Ringqvist (1973)[103], επίσης, παρατηρεί ανάλογη χέση μεταξύ των ισομετρικών δυνάμεων δήξης και των διαστάσεων του προσωπικού κρανίου. αρομοίως, η μυική δυσλειτουργία συνδυάζεται με μετατροπές στη μορφή και τη στάση του οσωπικού κρανίου.(Harvold 1971)[36]

Τα χαρακτηριστικά του αδενοειδούς προσωπείου πιστεύεται ότι συνδέονται άμεσα με την ίδραση της στοματικής αναπνοής.(Αδαμίδης 1979, Linder Aronson 1979)[1,64] Ο Harvold (1979)[37] και Miller και Vargervik (1979)[72] προκάλεσαν πειραματικά μόνιμη ρινική απόφραξη σε πιθήκους. Η νάγκη διατήρησης της αναπνευστικής λειτουργίας επέδρασε στην ανάπτυξη διαφόρων μυών, με νέπεια μεταβολές στη μορφολογία του άνω χείλους, της γλώσσας και της κάτω γνάθου. υτόχρονα, άλλοι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι η στοματική αναπνοή είναι αποτέλεσμα και όχι αιτία ης υπάρχουσας μορφολογίας του προσώπου. Έτσι, σε επιμήκη πρόσωπα, όπου ο χώρος του νοφάρυγγα είναι περιορισμένος, η αναπνοή από τη μύτη γίνεται με δυσκολία και το άτομο ιταφεύγει στη στοματική αναπνοή.

Μετά από ορθογναθική χειρουργική είναι δυνατό να έχουμε μεταβολή του μήκους των μυών και ταβολή της διεύθυνσης και της έντασης των δυνάμεων που ασκούνται στα οστά. Αυτοί οι ράγοντες φαίνεται ότι διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην υποτροπή που μπορεί να εμφανισθεί τά από μια ορθογναθική χειρουργική επέμβαση.(Mc Namara και συν. 1978)[69]

Μηχανισμοί επίδρασης των μυών στην αύξηση των οστών.

Θεωρία των λειτουργικών μητρών

Ο Van der Klaauw(1948)[140] στην προσπάθειά του να εξηγήσει το μηχανισμό που διέπει την ξηση των οστών, διατυπώνει πρώτος τη Θεωρία των λειτουργικών μητρών. Αργότερα, ο Moss, σε λλές πειραματικές εργασίες του, μελετά τις αντιδράσεις των οστών σε διάφορα είδη μεταβολών των ών που έχουν σχέση με αυτά, και αναπτύσσει περαιτέρω την Θεωρία των λειτουργικών μητρών αμορφώνοντας την "Υπόθεση του Moss" (Moss 1962, 1969, 1971, 1972a, 1972b, 1972c, 1981,

1983)[78-83,88,89]. Σύμφωνα με αυτή την υπόθεση, στα οστά και στο χόνδρο δεν υπάρχουν πρωτογ
δυναμικά αύξησης, όπως υποστήριζαν οι προγενέστερες θεωρίες των Sicher.(1947,1952)[118,119]
Scott.(1948, 1953, 1954, 1955, 1957, 1967)[109,114]

Το αρχικό σχήμα των οστών καθορίζεται αναμφισβήτητα από γενετικούς παράγοντες, ενά
παρατηρούμενες μελλοντικές μεταβολές στις διαστάσεις και το χώρο των οστικών μερών
κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος είναι δευτερογενείς, αντισταθμιστικές και αποτελούν υποχρεωτ
αντίδραση των οστών στην πρωτογενή αύξηση των μαλθακών ιστών και κοιλοτήτων, που σχετίζον
λειτουργικά με τα οστά αυτά. Δηλαδή, ενώ η δομή του αναπτυσσόμενου οργανισμού γίνεται συν
χρόνω όλο και πιο πολύπλοκη, δημιουργούνται καινούριες επιγενείς πληροφορίες
χρησιμοποιούνται ως πηγή νέων ρυθμιστικών μηνυμάτων.

Σύμφωνα με τη θεωρία του Moss, κάθε λειτουργία που επιτελείται από το κρανιοπροσωπ
σύμπλεγμα, εκτελείται από ένα ξεχωριστό τμήμα του συμπλέγματος. Κάθε τμήμα αποτελείται αφε
από ιστούς, όργανα και λειτουργικές κοιλότητες που αποτελούν τη λειτουργική μήτρα, και αφετέ
από οστικά και χόνδρινα τμήματα που σχετίζονται με τη μήτρα και αποτελούν τη σκελετική μονά
Η αύξηση της σκελετικής μονάδας καθορίζεται από τη λειτουργία της μήτρας, όπου οι μαλακοί ι
αυξάνονται και τα οστά με το χόνδρο αντιδρούν αυξανόμενα. Έτσι, σύμφωνα με το Moss, η αύξ
του θόλου του κρανίου οφείλεται στην πίεση που ασκεί ο αυξανόμενος εγκέφαλος, ο οπο
διαχωρίζει τα οστά του κρανίου, και ακολουθεί εναπόθεση οστού στις ραφές. Παραδείγματα
συνηγορούν υπέρ της θεωρίας του Moss είναι τα εξής:

α) Σε έμβρυα που γεννιούνται χωρίς εγκέφαλο, παρατηρείται αδυναμία ανάπτυξης του θόλου
κρανίου.

β) Στην υδροκεφαλία η αυξημένη ενδοκρανιακή πίεση, λόγω συσσώρευσης εγκεφαλικού υγρ
προκαλεί υπερβολική αύξηση του κρανίου.

γ) Στη σκαφοκεφαλία, όπου συμβαίνει πρόωρη συνοστέωση της μέσης οβελιαίας ραφής, το κρα
είναι πολύ στενό. Σε αντιστάθμιση αυτής της αδυναμίας ανάπτυξης στο εύρος, παρατηρείται μεγ
αύξηση κατά το προσθιοπίσθιο επίπεδο.

Σε μια σειρά από άρθρα ο Moss (1957, 1962, 1972a, 1972c, 1983)[76,78,81,83,89] και οι Moss
Salentjin (1979)[87] θεωρούν ότι για την ανάπτυξη της άνω και της κάτω γνάθου αποφασιστι
σημασίας είναι η αύξηση σε μέγεθος της ρινικής και της στοματικής κοιλότητας, η αύξηση
οποίων είναι ανάλογη των λειτουργικών αναγκών. Αργότερα, οι ίδιοι ερευνητές διέκριναν τις μή
σε περιοστικές (periosteal functional matrices) και σε σχηματισμούς κάψας (capsular functi

atrices). Οι πρώτες, σύμφωνα με τους παραπάνω ερευνητές, ενεργούν και καθορίζουν άμεσα την άπτυξη των οστικών τμημάτων τους, ενώ οι δεύτερες επιδρούν έμμεσα με αποτέλεσμα μια υτερογενή εξισορροπιστική μετατόπιση (Displacement) των οστών στον χώρο. Τέλος, η μήτρα σε ορφή κάψας υποδιαιρείται στην νευροκρανιακή (Neurocranial matrix) και στην στοματοπροσωπική ήτρα (Orofacial matrix).

Αδύνατα σημεία της θεωρίας του Moss είναι ότι δεν προσδιορίζονται οι μηχανισμοί δράσης των ιτουργικών μητρών και η θεωρία δεν απαντά στο ερώτημα, αν υπάρχουν περιορισμοί στην ανότητα των σκελετικών μονάδων να αντιδρούν στους λειτουργικούς ερεθισμούς. Επίσης, δεν ηγεί σε έκταση το μηχανισμό των ορμονικών επιδράσεων στις οστικές μονάδες, όπως συμβαίνει π.χ. ις περιπτώσεις της μεγαλακρίας.(Moyers 1988, Enlow1990)[91,29]

Πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο

Η θεωρία του πιεζοηλεκτρικού φαινομένου ως παράγοντα ελέγχου της οστικής αύξησης, φανίστηκε στα μέσα της δεκαετίας του 1960 και προσπάθησε να εξηγήσει πως η μυική λειτουργία θμίζει με μεγάλη ακρίβεια την αναδιαμόρφωση του οστού.(Yasuda 1958, McElhaney 1967, Basset 71)[150,66,8]

Σύμφωνα με την θεωρία του πιεζοηλεκτρικού παράγοντα ή θεωρία των βιοηλεκτρικών εθισμάτων, οι παραμορφώσεις των κρυστάλλων κολλαγόνου στην ενασβεστιωμένη μοίρα του τού, που οφείλονται σε απειροελάχιστες παραμορφώσεις εξαιτίας μηχανικής συμπίεσης (π.χ. μυικές σπάσεις), παράγουν βιοηλεκτρικές μεταβολές στην περιοχή της παραμόρφωσης. Τα μεταβαλλόμενα τά ηλεκτρικά δυναμικά έχουν άμεση ή έμμεση σχέση με την πρόκληση παραγωγής ή απορρόφησης τού.(Zengo 1973, Lanyon και Hartman 1980,Lanyon 1980, Cowin 1981, Roesler 1981, Lanyon και bin 1983, Rubin και Lanyon 1984)[151,58,59,21,106,60,107] Πιο αναλυτικά, όπως εξηγεί και ο Enlow 990)[29], γνωρίζουμε ότι υπάρχουν δύο κατηγορίες στόχων, στις οποίες επιδρούν οι βιολογικές νάμεις, όπως είναι οι μυικές δυνάμεις, η αύξηση των μυών και των μαλακών ιστών, η βαρύτητα και λοι φυσικοί παράγοντες. Αυτές οι δύο κατηγορίες στόχων είναι:

α) Ο συνδετικός ιστός της περιοστικής και περιοδοντικής μεμβράνης.

β) Το ενασβεστιωμένο τμήμα του οστού.

Στο συνδετικό ιστό της περιοστικής και περιοδοντικής μεμβράνης, η άσκηση επιφανειακής σης οδηγεί σε αγγειακή συμπίεση, οστεοκλαστική δραστηριότητα για ανακούφιση από την μπίεση και, τελικά, σε απορρόφηση οστού. Αντίθετα, ο εφελκυσμός προκαλεί ενεργοποίηση των

οστεοβλαστών και εναπόθεση οστού. Η οστεοκλαστική ή οστεοβλαστική δραστηριότητα συνεχίζον μέχρι να επέλθει φυσιολογική και εμβιομηχανική ισορροπία στη μεμβράνη.

Όταν οι δυνάμεις επιδρούν στην ενασβεστιωμένη μοίρα του οστού προκαλούν παραμόρφωση κρυστάλλων κολλαγόνου, δημιουργώντας εντοπισμένες κοιλότητες και κυρτότητες, οι οποίες συνέχεια σχετίζονται με τη δημιουργία θετικών και αρνητικών δυναμικών. Η κοίλη επιφάνεια ε αποτέλεσμα συμπίεσης και δημιουργεί αρνητικό βιοηλεκτρικό φορτίο, το οποίο πιστεύεται πυροδοτεί εναπόθεση οστού. Αντίθετα, η κυρτή επιφάνεια είναι αποτέλεσμα τάσης και δημιουρ θετικό βιοηλεκτρικό φορτίο που προκαλεί τελικά απορρόφηση οστού. Με αυτό τον τρόπο το οστ αναδιαμορφώνεται, μέχρι να επιτευχθεί εμβιομηχανική και βιοηλεκτρική ουδετερότητα.

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι η πίεση στο περιόστεο και την περιοδοντική μεμβρ οδηγεί σε απορρόφηση, ενώ ο εφελκυσμός πυροδοτεί εναπόθεση οστού. Αντίστροφα, η πίεση ενασβεστιωμένο τμήμα του οστού σχετίζεται με εναπόθεση, ενώ ο εφελκυσμός απορρόφηση.(Zengo 1973, Lanyon και Hartman 1980, Lanyon 1980, Lanyon και Rubin 1983, En 1990)[151,58–60,29]

Η θεωρία αυτή εξηγεί ικανοποιητικά την ισοδυναμία που υπάρχει στην αναδιαμόρφωση οστού στην περιοστική και στην αντίθετη ενδοστική επιφάνεια. Παρά τις εργασίες που έχουν γί ορισμένα σημεία παραμένουν αδιευκρίνιστα, όπως π.χ. ποιο επίπεδο δύναμης απαιτείται για πυροδοτήσει τη διαδικασία απορρόφησης ή εναπόθεσης οστού, καθώς επίσης και με ποιο μηχανι διατηρείται η ισορροπία μεταξύ των δυνάμεων που επηρεάζουν την αύξηση μέσω της περιοστι μεμβράνης και αυτών που επιδρούν κατευθείαν πάνω στο οστούν (Enlow 1990) [29].

γ) Νευροτροφισμός

Σύμφωνα με τη θεωρία του νευροτροφισμού, το δίκτυο των νεύρων, κινητικών και αισθητικών, είν πιθανός κρίκος που συνδέει τους μαλακούς ιστούς με τα οστά, με έναν μηχανισμό ανάδρασης. νευροτροφισμός περιγράφεται μία μη υμενογενής μεταγωγική δραστηριότητα, με την οι επέρχονται αλληλεπιδράσεις μεταξύ νευρικών και άλλων κυττάρων, οι οποίες δίνουν το έναυσμα την έναρξη ή τον έλεγχο μοριακών μεταβολών σε άλλα κύτταρα. Όσον αφορά στον έλεγχο αύξησης, υποστηρίζεται ότι γίνεται μεταφορά μηνυμάτων με τα νεύρα που νευρούν τις κάψες τελικούς αποδέκτες τα σπλάγχνα, τα επιθήλια και τους μυς.(Moss 1971, 1972b, 1975)[80,82,84]

Η θεωρία του νευροτροφισμού διατυπώθηκε αρχικά από τον Moss, ο οποίος κάνει αναφορά ορισμένα προγενέστερα πειράματα διασταυρούμενης νεύρωσης του Singer.(1954, 1962)[123,12

inger προκάλεσε την αναγέννηση μυών σε ακρωτηριασμένους βατράχους και άλλα ζώα με την ύξηση της νεύρωσης. Στο ακρωτηριασμένο μέλος προσέθετε επιπλέον νεύρα με παρασκευή και εταφορά τους υποδορίως από κάποιο άλλο σκέλος του ζώου. Σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρήθηκε στογενετική αναγέννηση, και μορφογενετική αναγέννηση στις περισσότερες απ΄ αυτές.

Οι διατυπωθείσες απόψεις περί νευροτροφισμού προσφέρουν σήμερα ορισμένες πιθανές ξηγήσεις και, παράλληλα, εμπλουτίζουν και επεκτείνουν τη θεωρία των λειτουργικών μητρών.

) Θεωρία των αγγελιοφόρων ελέγχου

Ο έλεγχος της αύξησης είναι κατ' ουσίαν μια εντοπισμένη διαδικασία, η οποία συμπληρώνεται με ην υποστήριξη συστεμικών παραγόντων, σύμφωνα με τον Enlow και τη «Θεωρία των αγγελιοφόρων λέγχου». Υπάρχουν οι πρωτογενείς αγγελιοφόροι που ενεργοποιούν ευαίσθητους επιφανειακούς τοδοχείς της πρωτοπλασματικής μεμβράνης κάθε κυττάρου. Οι ενεργοποιημένες κατ' αυτόν τον όπο θέσεις εισδοχής της κυτταρικής μεμβράνης, ενεργοποιούν την καταρρακτώδη σύνθεση ειδικών ζύμων (δευτερογενείς αγγελιοφόροι) που έχουν σχέση με την εναπόθεση ή απορρόφηση οστού. nlow 1990)[29]

Στους πρωτογενείς αγγελιοφόρους ο Enlow κατατάσσει τις μηχανικές δυνάμεις, τα βιοηλεκτρικά ναμικά, την τάση του οξυγόνου και διάφορους ορμονικούς και ενζυματικούς παράγοντες. Στους υτερογενείς αγγελιοφόρους ανήκουν η αδενυλική κυκλάση, το κυκλικό AMP κ.ά.

Στο άμεσο περιβάλλον των οστεοβλαστών και οστεοκλαστών επιδρούν οι πρωτογενείς γελιοφόροι, οι οποίοι ενεργοποιούν την αδενυλική κυκλάση που είναι προσκολλημένη στην ιτταρική μεμβράνη. Η αδενυλική κυκλάση με τη σειρά της επιταχύνει την παραγωγή κυκλικού MP, το οποίο στη συνέχεια ενεργοποιεί την σύνθεση ορισμένων ενζύμων που παίρνουν μέρος στην απόθεση ή την απορρόφηση οστού. Έχει βρεθεί ότι το ένζυμο αλκαλική γλυκεροφωσφατάση ετίζεται με την παραγωγή οστού, ενώ αντίθετα η όξινη φωσφατάση συνδέεται με την απορρόφησή υ. Επίσης, έχει βρεθεί ότι υψηλά επίπεδα αλκαλικής φωσφατάσης εμπλέκονται στη δημιουργία ροξυαπατίτη.(Enlow 1990)[29]

Θεωρία του Van Limborgh

Κατά τις δεκαετίες 1970 και 1980 ο Van Limborgh (1970,1972)[141,142] με τη θεωρία του διακρίνει υς παράγοντες που ελέγχουν τη σκελετική αύξηση, σε δύο μεγάλες κατηγορίες: στους Γενετικούς ράγοντες και στους Περιβαλλοντολογικούς παράγοντες.

Οι Γενετικοί παράγοντες διακρίνονται σε:

α) Ενδογενείς γενετικούς παράγοντες. Πρόκειται για σύμφυτους κληρονομικούς παράγοντες, όπ είναι π.χ. η δυνατότητα για κυτταρικό πολλαπλασιασμό.

β) Τοπικούς επιγενετικούς παράγοντες. Πρόκειται για γενετικά καθορισμένες επιδράσεις από λειτουργία γειτονικών δυνάμεων, όπως είναι η πίεση που ασκείται στο κρανίο από τον αυξανόμε εγκέφαλο.

γ) Γενικούς επιγενετικούς παράγοντες. Είναι γενετικά καθορισμένες επιδράσεις από τη λειτουρ απομακρυσμένων ιστών, όπως π.χ. συμβαίνει με τη δράση των ορμονών.

Οι Περιβαλλοντολογικοί παράγοντες διαχωρίζονται σε:

α) Τοπικούς περιβαλλοντολογικούς παράγοντες. Πρόκειται για μη γενετικούς τοπικής επίδρασ παράγοντες που προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον. Τέτοιοι παράγοντες είναι η άσκη τοπικής πίεσης, οι μυικές ή ορθοδοντικές δυνάμεις.

β) Γενικούς περιβαλλοντολογικούς παράγοντες. Πρόκειται για γενικούς μη γενετικής προέλευσ παράγοντες που προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον και ασκούν γενική επίδραση, όπως είνα διατροφή, το κλίμα, διάφορες ασθένειες, η σωματική άσκηση, η επίδραση ακτινοβολί κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες κ.λπ..

Μεταξύ των ενδογενών και εξωγενών παραγόντων μπορεί να υπάρχει σχέση ανάδρασ (feedback). Τη θεωρία αυτή του Van Limborgh συμπλήρωσαν και τελειοποίησαν και άλλοι ερευνητ (Atchley και συν. 1985, Moyers 1988)[5,91]

ζ) Θεωρία των μορφογενετικών πεδίων.

Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, δομές που πηγάζουν από τα ίδια μορφογενετικά πεδία είναι δυνα να μορφοποιούνται διαφορετικά, ανάλογα με περιβαλλοντολογικούς παράγοντες και λειτουργι ανάγκες. Ως μορφογενετικό πεδίο καθορίζεται μια μονάδα κυττάρων και ιστών, εμβρυικής ή προέλευσης, που αντιδρά μορφογενετικά και η οποία διανύει τις γενετικές και επιγενετικές φάσεις μορφογένεσης που οδηγούν σε προσδιοριζόμενα τμήματα ή περιοχές του σώματος.

Επίσης, μεταβολές σε μια αναπτυξιακή μονάδα επηρεάζουν δομές που πηγάζουν μορφογενετικά πεδία γειτονικά με αυτή ή που έχουν σχέση με αυτή κατά άμεσο ή έμμεσο τρό προκειμένου να επέλθει ισορροπία μεταξύ συστοίχων και αντιστοίχων στοιχείων ενός λειτουργι συνόλου.(Spyropoulos και Burdi 1987)[127]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

ΡΙΝΟΓΝΑΘΙΑΙΟ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑ

Ανατομία του ρινογναθιαίου συμπλέγματος.

Ο σκελετός της κεφαλής ή κρανίο, διαιρείται στο εγκεφαλικό ή κυρίως κρανίο και στο προσωπικό πλαγχνικό κρανίο. Όριό τους είναι η νοητή γραμμή, η οποία ξεκινά εκατέρωθεν από το ριζορρίνιο, συνεχεία φέρεται κατά μήκος του υπερκογχίου χείλους και του ζυγωματικού τόξου μέχρι τον έξω υστικό πόρο. Το εγκεφαλικό κρανίο περικλείει αφενός τον εγκέφαλο, με τις τρεις μήνιγγες που τον ιβάλλουν, αφετέρου την αρχική ενδοκράνιο μοίρα των εγκεφαλικών νεύρων, τα οποία μετά την δυσή τους από τον εγκέφαλο εξέρχονται από τα τρήματα της βάσης του εγκεφαλικού κρανίου. Το σωπικό κρανίο περιέχει την αρχή του πεπτικού και αναπνευστικού συστήματος, γι' αυτό και το μα σπλαγχνικό κρανίο.

Το προσωπικό ή σπλαγχνικό κρανίο απαρτίζεται συνολικά από δεκατέσσερα οστά. Αυτά κρίνονται στα επτά οστά της ρινικής κάψας που συμμετέχουν στο σχηματισμό του κύτους της ς, και στα επτά οστά των γνάθων. Τα οστά της ρινικής κάψης είναι οι δύο κάτω ρινικές κόγχες, τα ρινικά οστά, τα δύο δακρυϊκά οστά και η μονοφυής ύνις. Τα οστά αυτά μαζί με τμήματα του ωπιαίου, του σφηνοειδούς, του ηθμοειδούς, της άνω γνάθου και των υπερωίων οστών συμμετέχουν σχηματισμό του κύτους της ρινός. Τα οστά των γνάθων είναι οι δύο άνω γνάθοι, τα δύο ωματικά οστά, τα δύο υπερώια οστά και η μονοφυής κάτω γνάθος.(McMinn και συν 1974, ρίτσης και Παπαδόπουλος 1983, Berkowitz και συν 1986)[68,51,11]

Το ρινογναθιαίο σύμπλεγμα αποτελείται από το οστό της άνω γνάθου και τη ρινική κοιλότητα, και πίζεται στο μέσο τμήμα του προσώπου που εκτείνεται από το μεσόφρυο και τα υπερκόγχια τόξα ι τη στοματική σχισμή. Πρέπει να τονισθεί ιδιαίτερα το γεγονός ότι το σύμπλεγμα αυτό συνδέεται α περισσότερα οστά του κρανίου και παρουσιάζει στενή εξάρτηση από τη βάση του εγκεφαλικού νίου. Επίσης, συνδέεται λειτουργικά με την κάτω γνάθο και εξυπηρετεί τη μάσηση, την αναπνοή, ομιλία, την κατάποση, την έκφραση του προσώπου κ.ά. Έτσι λόγω της σχέσης του με τα ικείμενα οστά και λόγω των πολύπλοκων λειτουργιών που επιτελεί, δημιουργεί τις προϋποθέσεις

για συμμετοχή διαφόρων παραγόντων στην αυξητική του εξέλιξη.(Σπυροπούλου 1988, Αδα 1995)[128,2]

2. Αύξηση του ρινογναθιαίου συμπλέγματος.

Η αύξηση του ρινογναθιαίου συμπλέγματος γίνεται κυρίως με υμενογενή οστεογένεση στις ρ και το περιόστεο, αλλά και με ενδοχόνδρια οστέωση στην περιοχή του ρινικού διαφράγματ αυξητική φορά του ρινογναθιαίου συμπλέγματος ακολουθεί γενικά μια διεύθυνση προς τα κάτ εμπρός.(Σπυροπούλου 1988, Moyers 1988, Enlow 1990)[91,128,29]

Η άποψη του Scott (1953, 1957)[110,114] ότι το ρινικό διάφραγμα διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο προς τα εμπρός και κάτω αύξηση της γνάθου αμφισβητείται σήμερα από πολλούς ερευν Αντίθετα, σήμερα πιστεύεται ότι το ρινικό διάφραγμα επιδρά σε συνεργασία με δυνάμεις προέρχονται από μαλακούς ιστούς.(Bjork και Skieller 1974, Moss 1977)[12,85] 'Ολες οι ενδοστικέ περιοστικές επιφάνειες της άνω γνάθου καλύπτονται από ένα «μωσαϊκό» περιοχών εναπόθεσ απορρόφησης οστού, οι οποίες, αν και δρουν ουσιαστικά ανεξάρτητα, συνδυάζονται αρμονικά μ τους. Στην περιοχή της κεφαλής και του τραχήλου η μεγαλύτερη ποικιλία στις διαδικασίες αύ εμφανίζεται στο ρινογναθιαίο σύμπλεγμα.(Moyers 1988, Enlow 1990)[91,29]

Οι κλασικές μελέτες των Bjork και Skieller(1974, 1976)[12,13] επιβεβαιώνουν την άποψη, ότι η ύψος αύξηση του ρινογναθιαίου συμπλέγματος συμβαίνει από την προς τα κάτω γενικε μετατόπιση κατά τα τέσσερα ζεύγη των ραφών, δηλαδή της μετωπογναθιαίας, ζυγωματογναθ ζυγωματοκροταφικής και πτερυγοϋπερώιας, καθώς και από την αύξηση των φατνιακών αποφύσε την ανατολή των δοντιών. Συμβαίνει ακόμα εναπόθεση οστού στο έδαφος των οφθαλμικών κόγχ ταυτόχρονη απορρόφηση στην αντίθετη επιφάνεια και, επίσης, το έδαφος της ρινός κατεβαί απορρόφηση οστού και παράλληλη οστική εναπόθεση στη σκληρή υπερώα. Η επιμήκυνσ μετωπιαίας και της ζυγωματικής απόφυσης προκαλεί προς τα κάτω μετακίνηση ολόκληρου του της άνω γνάθου. Τέλος, η διεύρυνση των οφθαλμικών κόγχων και των μετωπιαίων κόλπων επιτρ την αύξηση κατά το κατακόρυφο επίπεδο.(Moyers 1988, Σπυροπούλου 1988)[91,128]

Η αύξηση σε πλάτος του ρινογναθιαίου συμπλέγματος γίνεται κυρίως από τις ραφές του προσώπου (μεσογναθιαία, μεσορρινική) και τις ραφές της υπερώας. Ενδιαφέρον παρουσιάζ γεγονός, ότι η μέση υπερώιος ραφή, η οποία συμβάλλει αποφασιστικά στην κατά πλάτος αύξηc υπερώας, δεν συνοστεώνεται πριν από την ενηλικίωση του ατόμου. Αυτό επιτρέπει τη διεύρυνc άνω γνάθου, με τη μέθοδο της ταχείας διεύρυνσης της υπερώας, για διόρθωση σκελι

σαρμονιών στο εύρος της γνάθου.(Persson και Thilander 1977, Bjork και Skieller 1974, 1976)[12,13,97] ‘αν εφαρμόζεται αυτή η μέθοδος, παρουσιάζεται αντίσταση, η οποία δεν οφείλεται στη μέση ερώια ραφή, αλλά σε παρακείμενες δομές. Έτσι οι πτερυγοειδείς αποφύσεις του σφηνοειδούς τιστέκονται στο διαχωρισμό των υπερώιων οστών κατά το μέσο οβελιαίο επίπεδο και, στη συνέχεια, θώς η άνω γνάθος αρχίζει να διαχωρίζεται, οι ζυγωματικές αποφύσεις αναλαμβάνουν την περαιτέρω τίσταση στη διεύρυνση.(Melsen 1975, Chaconas και Caputo 1982)[70,16]

Σε μικρότερο βαθμό συμβάλλει στη διεύρυνση του ρινογναθιαίου συμπλέγματος η περιοστική ιπόθεση οστού στην εξωτερική επιφάνεια της γνάθου και η ταυτόχρονη απορρόφηση στην ωτερική επιφάνεια. Οι διεργασίες αυτές προκαλούν διεύρυνση της ρινικής κοιλότητας και των ιθιαίων κόλπων. Τέλος, η προς τα κάτω και έξω διαμόρφωση των φατνιακών αποφύσεων συντελεί, τε με την προς τα κάτω αύξησή τους, να αυξάνεται το εύρος της άνω γνάθου. Η εναπόθεση και ορρόφηση οστού στην άνω γνάθο ακολουθεί το σχήμα του κεφαλαίου λάμδα (Λ), δηλαδή τα ρειακά πέταλα του Λ με την εναπόθεση οστού αυξάνουν το πλάτος και το ύψος της άνω ιθου.(Enlow 1990)[29]

Η αύξηση κατά το προσθιοπίσθιο επίπεδο της γνάθου γίνεται με εναπόθεση οστού στα οπίσθια λη των γναθιαίων κυρτωμάτων. Αποτέλεσμα της εναπόθεσης αυτής είναι η επέκταση των τνιακών αποφύσεων προς τα πίσω και η δημιουργία χώρου για την ανατολή των οπισθίων μόνιμων ‘τιών. Άλλοι μηχανισμοί που μεταφέρουν το ρινογναθιαίο σύμπλεγμα προς τα εμπρός μβάλλοντας στην κατά μήκος αύξησή του, είναι η προς τα εμπρός και κάτω συνισταμένη των ρών του προσώπου, η προς τα εμπρός αύξηση της βάσης του κρανίου και η προς τα εμπρός αύξηση ρινικού διαφράγματος. Ταυτόχρονα, στην πρόσθια επιφάνεια της άνω γνάθου ο Enlow (1963)[27] ατήρησε απορρόφηση στο περιόστεο και εναπόθεση οστού στο ενδόστεο. Έτσι, ενώ η άνω γνάθος είται μπροστά, συγχρόνως επέρχεται προς τα πίσω μετακίνηση της ζυγωματικής απόφυσης, λόγω πόθεσης οστού στην πρόσθια και απορρόφησης στην οπίσθια επιφάνειά της αντίστοιχα. Αυτό έχει αποτέλεσμα την επαναδιαμόρφωση των ζυγωματικών τόξων και της πρόσθιας περιοχής του οστού γνάθου, γεγονός που διατηρεί τη σχέση τους σταθερή. (Graber 1972, Moyers 1988, Enlow 0)[34,91,128]

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι οι μεταβολές στις διαστάσεις κατά τη φάση της ησης των οστών του ρινογναθιαίου συμπλέγματος, είναι αρκετά πολύπλοκες. Οι μεταβολές αυτές γορεύονται από διάφορους παράγοντες, όπως γενετικούς, επίδραση μαλακών μορίων,

περιβαλλοντικούς κ.ά. Με το τέλος της ενεργού αυξητικής περιόδου αποκαθίσταται μια δυνα
ισορροπία.

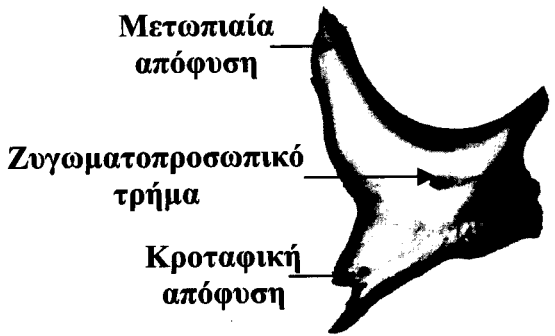
ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

ΤΟ ΖΥΓΩΜΑΤΙΚΟ ΤΟΞΟ

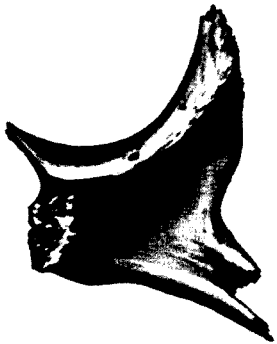
Ανατομία του ζυγωματικού τόξου.

Το ζυγωματικό τόξο αποτελείται από τη ζυγωματική απόφυση του κροταφικού, το ζυγωματικό ούν και τη ζυγωματική απόφυση της άνω γνάθου. Το ζυγωματικό οστούν έχει σχήμα σχεδόν ράπλευρο, με την μεγαλύτερη διάμετρό του προς το οριζόντιο επίπεδο και αποτελεί το υπόθεμα μήλων του προσώπου. Η άνω και έξω γωνία του προεξέχει προς τα άνω και έσω και σχηματίζει μετωπιαία ή μετωποσφηνοειδή απόφυση, η οποία είναι τριγωνική σε διατομή και ενώνει το ωματικό με το μετωπιαίο και το σφηνοειδές οστό. Η κάτω και έξω γωνία του επεκτεινόμενη ματίζει την κροταφική απόφυση, με την οποία το ζυγωματικό ενώνεται με το κροταφικό οστό και ματίζει το ζυγωματικό τόξο. Η κάτω και έσω μοίρα του ενώνεται με την άνω γνάθο. Στο κέντρο σώματος του υπάρχει το ζυγωματοπροσωπικό τρήμα, στην κογχική του επιφάνεια το ωματοκογχικό τρήμα και στην κροταφική του επιφάνεια το ζυγωματοκροταφικό τρήμα. (Εικ. 3α,

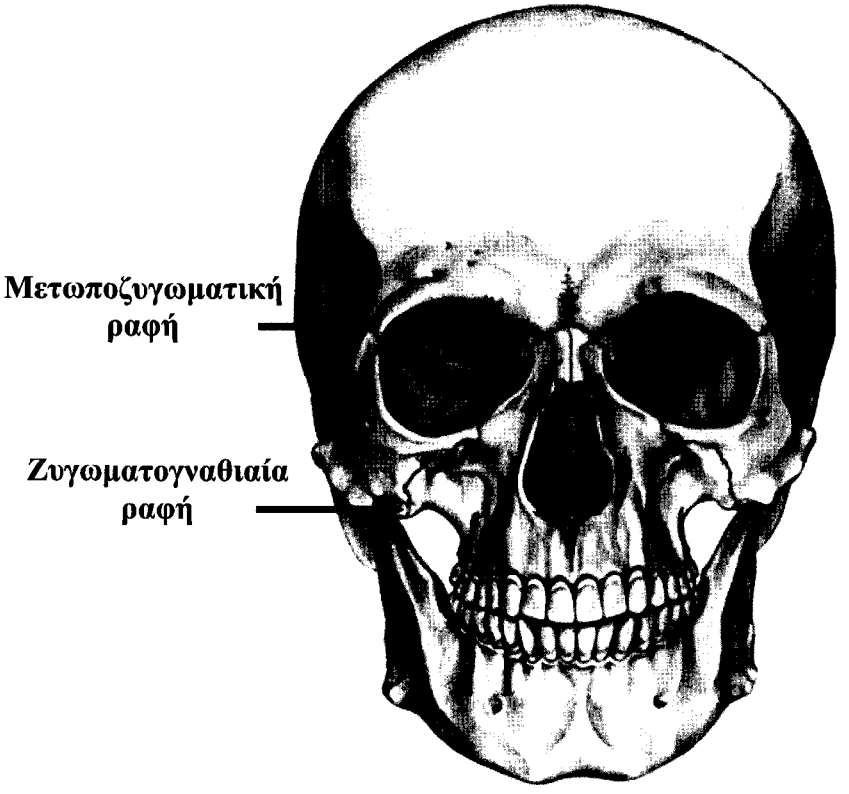
Το ζυγωματικό τόξο ενώνεται με τη ζυγωματική απόφυση της άνω γνάθου, με τη ωματογναθιαία ραφή, με τη ζυγωματική απόφυση του μετωπιαίου οστού, με τη μετωποζυγωματική ή, με τη ζυγωματική απόφυση του κροταφικού οστού, με τη ζυγωματοκροταφική ραφή και παίρνει ος στο σχηματισμό της κάτω και έξω μοίρας του οφθαλμικού κόγχου. (Εικ. 4, 5) (McMinn και συν 4, Κατρίτσης και Παπαδόπουλος 1983, Berkovitz και συν 1986)[68,51,11]



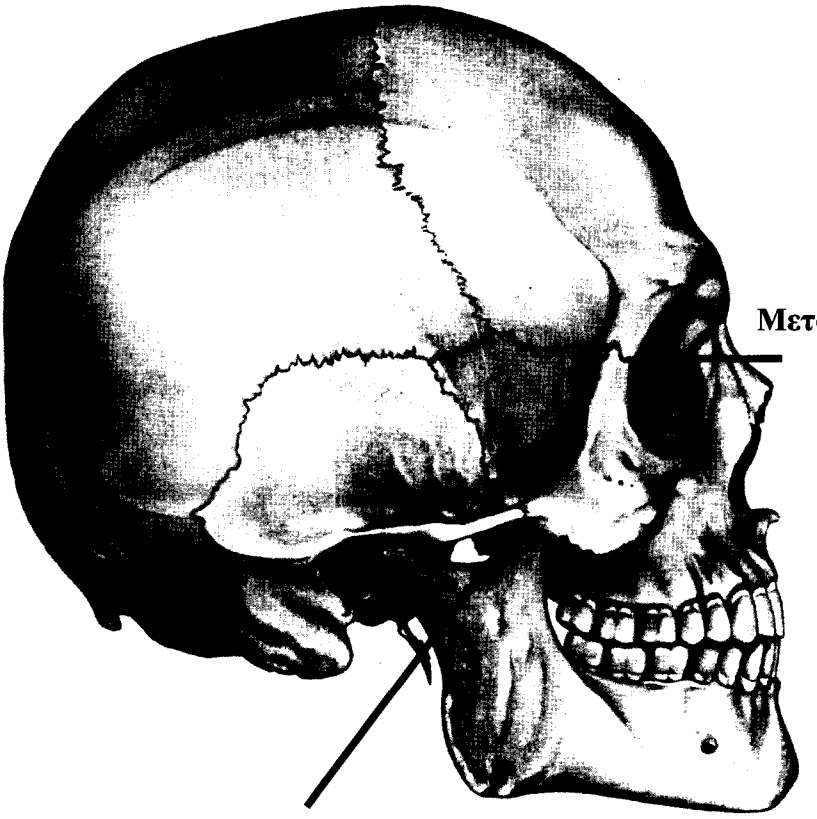
Εικ.3α. Εξωτερική επιφάνεια του ζυγωματικού οστού.



Εικ. 3β. Εσωτερική επιφάνεια του ζυγωματικού οστού



Εικ. 4.Το ζυγωματικό τόξο όπως φαίνεται στην πρόσθια επιφάνεια του κρανίου.



Εικ. 5. Το ζυγωματικό τόξο όπως φαίνεται στην πλάγια επιφάνεια του κρανίου

2. Αύξηση του ζυγωματικού τόξου.

Το ζυγωματικό οστούν μετατοπίζεται προς τα κάτω με εναπόθεση νέου οστού στη μετωποζυγωματική ραφή και προς τα εμπρός με οστική εναπόθεση στη ζυγωματοκροταφική ραφή. Αιτία της αύξησής του θεωρείται η λειτουργική μήτρα και όχι το ρινικό διάφραγμα, όπως πιστευόταν παλαιότερα. Η εναπόθεση οστού στις ραφές υποστηρίζεται σήμερα ότι είναι το αποτέλεσμα και όχι η αιτία της αύξησης.(Enlow 1990)[29]

Το ζυγωματικό τόξο αυξάνεται και μετατοπίζεται προς τα πλάγια και εμπρός, καθώς ολόκληρο το πρόσωπο, ο εγκέφαλος και το κρανίο αυξανόμενα διευρύνονται και καταλαμβάνουν το χώρο που κατείχε το τόξο. Η αύξηση των τόξων σε μέγεθος είναι, επίσης, απαραίτητη, έτσι ώστε να εξοικονομηθεί ο αναγκαίος χώρος για την πρόσφυση των μυών. Η αύξηση του ζυγωματικού τόξου επιτυγχάνεται με προοδευτική εναπόθεση οστού στις πλάγιες και κάτω περιοστικές και ενδοστικές επιφάνειές του, και με παράλληλη απορρόφηση στις αντίθετες εσωτερικές επιφάνειες. Η εσωτερική αυτή απορρόφηση αυξάνει σε μέγεθος τον κροταφικό βόθρο και διατηρεί τα παρειακά οστά σχετικά ευρέα σε σχέση με το μέγεθος του προσώπου, των γνάθων και των μυών της μάσησης. Έτσι κατ' αυτό τον τρόπο το δεξί και το αριστερό ζυγωματικό τόξο αυξάνονται απομακρυνόμενα, καθώς η υπόλοιπη κεφαλή μεγαλώνει ανάμεσά τους. Αυτό βεβαίως προϋποθέτει ότι το ζυγωματικό τόξο και η παρειακή επιφάνεια της άνω γνάθου αυξάνονται σε αρμονία με το ρινογναθιαίο σύμπλεγμα. Το ρινογναθιαίο σύμπλεγμα, όπως έχει αναφερθεί, αυξάνει συνολικά σε μέγεθος και ταυτόχρονα μετατοπίζεται προς τα εμπρός και κάτω, ενώ το ζυγωματικό τόξο λόγω της αύξησής του μετατοπίζεται πρωτογενώς προς τα εμπρός και κάτω. Συνοπτικά, μπορούμε να πούμε ότι το ζυγωματικό τόξο στην αύξησή του συμπίπτει αναλογικά με την άνω γνάθο:

α. στη διεύθυνση και το βαθμό της οριζόντιας και κάθετης αύξησης και

β. στη διεύθυνση και το βαθμό της πρωτογενούς μετατόπισης.

Κατά την παιδική ηλικία τα πλάγια τοιχώματα των οφθαλμικών κόγχων και οι παρειές φαίνονται να είναι σε πιο πρόσθια θέση απ' ό,τι στον ενήλικα, καθώς το υπόλοιπο πρόσωπο είναι ακόμα σχετικά επίπεδο και ευρύ. Αυτή η εντύπωση στο νήπιο υποβοηθείται και από το χαρακτηριστικό υποδερμικό στρώμα λίπους στις παρειές. Παρά το ότι το ζυγωματικό τόξο προεξέχει πιο πολύ στην πρώιμη παιδική ηλικία, εντούτοις δεν είναι περισσότερο εύθραυστο σε σύγκριση με του ενηλίκου.

Η παρειακή απόφυση και το κάτω τμήμα του ζυγώματος αυξάνονται σημαντικά κατά την παιδική ηλικία, αν και κατ' ουσίαν η αύξησή τους έχει διεύθυνση προς τα πίσω. Συχνά, λόγω της αύξησης γειτονικών τμημάτων του προσώπου προς άλλες κατευθύνσεις και με διαφορετικούς ρυθμούς, η

αύξηση του ζυγώματος αποκρύπτεται. Λόγω της προς τα εμπρός τάσης αύξησης της μύτης και τ
άνω τοιχώματος του οφθαλμικού κόγχου στον ενήλικα προσδίδεται περισσότερο έντονα το βάθος τ
προσώπου, με αποτέλεσμα τα ζυγωματικά τόξα να μην προεξέχουν πολύ. Αυτό το χαρακτηριστικ
είναι πιο έντονο στους άντρες.(Enlow 1990)[4]

2. Εμβιομηχανική του ζυγωματικού τόξου.

Η στρατηγική θέση στα όρια νευροκρανίου και σπλαγχνικού κρανίου, αλλά κυρίως η σχέση του μ
ισχυρούς μασητηρίους μυς, καθιστούν τη μελέτη του ζυγωματικού οστού και τόξου αποφασιστική
σημασίας για τη σε βάθος κατανόηση της ανάπτυξης του προσώπου.

Ο μασητήρας μυς, ο οποίος έχει σχήμα τετράπλευρο, προσφύεται με την άνω πλευρά του σ
ζυγωματικό τόξο και με την κάτω πλευρά του στη γωνία της κάτω γνάθου. Η ενέργεια του μυ
συνίσταται σε ισχυρή έλξη (ανάσπαση) της κάτω γνάθου προς τα άνω. Κατά την έλξη αυ
αναπτύσσεται μασητική δύναμη μεταξύ του άνω και κάτω οδοντικού φραγμού, και η μεγαλύτερ
πίεση επιφέρεται στην περιοχή του πρώτου γομφίου. Είναι προφανές ότι κατά τη σύσπαση του μυ
εξασκούνται μεγάλες δυνάμεις στο ζυγωματικό τόξο. Υπάρχουν, επίσης, ενδείξεις ότι οι ίνες τ
κροταφίτη, οι οποίες συγκλίνουν προς τον ανοικτό χώρο μεταξύ του ζυγωματικού τόξου και τ
πλάγιας επιφάνειας του κρανίου, είναι δυνατό να επηρεάσουν την αύξηση του ζυγωματικού τόξο
Είναι πιθανό, αν και δεν έχει αποδειχθεί πειραματικά, η λειτουργία ή η υπερτροφία του κροταφίτη ν
επηρεάζει τη διάμετρο του κροταφικού βόθρου και το σχήμα του ζυγωματικού τόξου, το οποί
αποτελεί το πλάγιο περιοριστικό όριο του μυός.(Enlow 1990)[29]

Η λειτουργία της μάσησης είναι μία επίκτητη συμπεριφορά, την οποία το νήπιο μαθαίνει ν
χρησιμοποιεί μέσω αυτοπαρατήρησης και πειραματισμών. Μόνο αφού το βρέφος γίνει κάτοχος αυτ
της λειτουργίας, ξεκινά η ουσιαστική ανάπτυξη και λειτουργία των μασητήριων μυών. Έτσι, πριν α
την εμπλοκή των ανασπώντων την κάτω γνάθο μυών στη μάσηση και την κατάποση, το ζυγωματικ
τόξο αποτελείται από δύο πολύ λεπτές οστικές αποφύσεις που εκτείνονται ουσιαστικά σε ευθε
γραμμή μεταξύ του ζυγωματικού και του κροταφικού οστού. Στα σημεία ένωσής τους τα οσ
επικαλύπτουν το ένα το άλλο και η σύνδεσή τους γίνεται με χαλαρό συνδετικό ιστό. Μετά τη
ανατολή των νεογιλών τομέων η μετωποζυγωματική ραφή γίνεται πιο συμπαγής και η ζυγωματικ
αντηρίδα, παρατηρούμενη από τα πλάγια, αρχίζει να προσλαμβάνει τοξοειδές σχήμα, με το κάτ
χείλος να παρουσιάζει κοίλη επιφάνεια.

Αν παρακολουθήσει κανείς την άνω επιφάνεια του ζυγωματικού τόξου κατά τη διάρκεια της αύξησής του, παρατηρεί ότι, μετά την ανατολή και σύγκλειση των νεογιλών δοντιών, αυτό αναπτύσσει μία μικρή προς τα πλάγια κυρτότητα. Το σχήμα αυτό είναι ιδανικό, έτσι ώστε το τόξο να αντιστέκεται σε δυνάμεις, όπως είναι αυτές που εξασκούνται από τον μασητήρα μυ. Ακόμα, αυτή η προσαρμογή στη δομή του καθιστά το τόξο ικανό να αντεπεξέρχεται στη λειτουργία του, όταν ταυτόχρονα υφίσταται έως και πενταπλάσια αύξηση στο μήκος του, κυρίως ως αποτέλεσμα της σχετικής μετατόπισης του κροταφικού και του ζυγωματικού οστού διαμέσου της διεύρυνσης του εγκεφαλικού κρανίου. Τελικά, φαίνεται ότι η αύξηση του ζυγωματικού τόξου κατά ένα μέρος επηρεάζεται από την αύξηση του νευροκρανίου, αλλά και από την επίδραση του μασητήρα και του κροταφίτη μυ.(Enlow 1990)[29]

Πολύ ενδιαφέροντα στοιχεία για την επίδραση των βιολογικών δυνάμεων που εξασκούνται στη ζυγωματική περιοχή, προκύπτουν από την ανάλυση των εσωτερικών τάσεων που αναπτύσσονται στα οστά, με τη χρησιμοποίηση φωτοελαστικών υλικών. (Αλεξανδρίδης 1981)[3] Σύμφωνα με τον ερευνητή οι δυνάμεις που δημιουργούνται κατά τη σύγκλειση στον προσωπικό σκελετό, διοχετεύονται διαμέσου του μέσου τριτημορίου του προσώπου στο εγκεφαλικό κρανίο, ακολουθώντας τρεις διαφορετικές τροχιές, τη γνάθο-ρινική, τη γνάθο-ζυγωματική και τη γνάθο-πτερυγοειδή. Η ζυγωματική περιοχή παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον από αρχιτεκτονική και λειτουργική άποψη, διότι είναι το σημείο, όπου συναντώνται δυναμικές γραμμές που αρχίζουν από τον οδοντικό φραγμό λόγω πίεσης κατά τη μάσηση, και δυναμικές γραμμές που οφείλονται στην έλξη του μασητήρα στο ζυγωματικό τόξο. Η ανάλυση των δυναμικών τροχιών αποδεικνύει ότι, σε φυσιολογικές συνθήκες, στο ζυγωματικό τόξο υπάρχει ισορροπία των μασητικών δυνάμεων και των δυνάμεων της σύγκλεισης και έτσι δεν προκαλείται υπερβολική δύναμη κάμψης στο τόξο. Κατά την προσθήκη δυνάμεων σύγκλεισης φαίνεται ότι υπάρχει ισομερής καταμερισμός των δυνάμεων στις διάφορες ραφές του τόξου (ζυγωματογναθιαία, ζυγωματοκροταφική, ζυγωματομετωπιαία), καθώς και συμμετρική κατανομή και ελάττωση των δυνάμεων στις οστικές αποφύσεις (μετωπιαία απόφυση του ζυγωματικού, κροταφική απόφυση του ζυγωματικού, ζυγωματική απόφυση του κροταφικού). (Αλεξανδρίδης 1981)[3]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

ΕΠΙΜΥΕΣ

1. Γενικά.

Για τη μελέτη της αύξησης στον άνθρωπο, θα ήταν ιδανικό να μπορούσε να χρησιμοποιηθ
πειραματικά ο ίδιος ο άνθρωπος. Στην πράξη, όμως, αυτό είναι δύσκολο να εφαρμοσθεί για λόγο
ηθικούς, νομικούς, οικονομικούς, χρόνου και αδυναμίας καταρτισμού ικανοποιητικών ερευνητικά
ομάδων. Έτσι σε τέτοιου είδους έρευνες χρησιμοποιούνται πειραματόζωα, παρά τα μειονεκτήμα
τους. Τα ανώτερα ανθρωποειδή είναι τα ιδανικότερα πειραματόζωα για την έρευνα της ανάπτυξης τ
κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος, λόγω της μεγάλης ομοιότητάς τους με τον άνθρωπο. Έχουν όμ
υψηλό κόστος, σχετικά μακροχρόνια ανάπτυξη και ο χειρισμός τους είναι δύσκολος και κοπιαστικό
Εξαιτίας των ανωτέρω περιορισμών σήμερα στην έρευνα χρησιμοποιούνται ευρύτατα μικρά ζώ
όπως κουνέλια και επίμυες.(Livne και Silberman 1983, McKeown 1983,)[65,67]

Τα πειραματόζωα που έχουν κυρίως χρησιμοποιηθεί τα τελευταία εκατό χρόνια είναι οι επίμυ
που έχουν προέλθει από τον άγριο Νορβηγικό επίμυ (Rattus Norwegicus), ο οποίος ανήκει σ
Μυόμορφα, της τάξης των Τρωκτικών. Οι βασικές κατηγορίες πειραματόζωων που προέρχονται α
τον Νορβηγικό επίμυ, είναι οι επίμυες Wistar, Sprague-Dawley και Long-Evans. Οι επίμυες είναι ζά
με σχετικά χαμηλό κόστος κτήσης και συντήρησης, εύκολα στο χειρισμό, με βραχύ χρόνο ανάπτυξ
και ο σκελετός τους ωριμάζει, όπως και του ανθρώπου, κυρίως μετά τη γέννηση.(Moss 1958, Lan
Petter 1976, Mostafa και Carian 1981)[77,57,90]

Ο άσπρος επίμυς Wistar αναπτύχθηκε αρχικά στο Wistar Institute της Φιλαδέλφειας των Η.Π.Α
και εξαπλώθηκε στα εργαστήρια έρευνας σε όλο τον κόσμο. Προτιμάται ως πειραματόζωο διότι είν
ήσυχο, φιλικό, εύκολο στους χειρισμούς, με μέτρια αυξητική τάση, ανθεκτικό στις λοιμώξεις και μ
μικρή συχνότητα εμφάνισης νεοπλασιών. Το τρίχωμά του είναι άσπρο, τα μάτια του ροζ και η ουρ
του μικρότερη σε μέγεθος από το σώμα του.

Η μελέτη της αύξησης του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος δυσχεραίνεται από τη
πολυπλοκότητα της αρχιτεκτονικής δομής των οστών του, τη διαφορετική εμβρυολογική του
προέλευση και τις πολλαπλές λειτουργίες που το σύμπλεγμα επιτελεί.(Sarnat 1983)[108] Σε γενικ

γραμμές, όμως, οι περισσότεροι ερευνητές που έχουν ασχοληθεί με μικρά πειραματόζωα, συμφωνούν ότι το μεγάλο εύρος της κεφαλής των επιμύων Wistar, ιδιαίτερα των αρσενικών, τους καθιστά κατάλληλο είδος για έρευνες που σχετίζονται με την αύξηση του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος. Για πλεονεκτήματα των επιμύων Wistar που αναφέρθηκαν, φυσικά δεν αναιρούν το γεγονός ότι πρόκειται για πειραματόζωα και, επομένως, τα αποτελέσματα πρέπει να αξιολογούνται πάντα με τη δέουσα προσοχή και επιφυλακτικότητα.(Moss 1958, Park και Nowosielski-Slepowron 1958, Lane-Petter 1976)[77,95,57]

2. Αύξηση επιμύων.

Ο χρόνος κύησης των επιμύων Wistar είναι 21 ημέρες. Τα μικρά κατά τη γέννησή τους ζυγίζουν 5gr περίπου και φθάνουν το βάρος των 35-50gr στην ηλικία των 21 ημερών, οπότε οι περισσότεροι ερευνητές συμφωνούν ότι γίνεται ο απογαλακτισμός. Σε άριστες συνθήκες διαβίωσης τα ζώα μπορούν να ζήσουν 2.5-3 χρόνια. Το κυριότερο πρόβλημα υγείας που παρουσιάζουν είναι αναπνευστικές λοιμώξεις, οι οποίες μειώνουν τον μέσο όρο ζωής τους στο 1.5 έτος.

Τα μεγάλα αρσενικά ζώα μπορεί να ξεπεράσουν τα 500gr, ενώ τα θηλυκά σπάνια φθάνουν τα 350gr. Στην εικόνα 6, παριστάνεται διαγραμματικά η αύξηση του βάρους των επιμύων Wistar ανάλογα με την ηλικία τους σε ημέρες. Επίσης, τα άρρενα ζώα έχουν μακρύτερο κρανίο από τα θήλεα μετά την τριακοστή ημέρα από τη σύλληψη. Η διαφορά αυτή αυξάνει σταθερά και γίνεται στατιστικά σημαντική στην ηλικία των εξήντα ημερών, για να φθάσει το επίπεδο του 7%, όταν το ζώο είναι κατόν σαράντα ημερών.(Hughes και Tanner 1970a, 1970b, Lane-Petter 1976)[42,43,57]

Οι περισσότεροι ερευνητές περιγράφουν τρεις περιόδους αύξησης των επιμύων. Η πρώτη εκτείνεται μέχρι την 17η μέρα μετά τη γέννηση. Σε αυτή συμβαίνει έντονος πολλαπλασιασμός των κυττάρων (υπερπλαστικό στάδιο) και, σε πολύ μικρό βαθμό ή καθόλου, αύξηση του μεγέθους τους. Στη δεύτερη φάση. που διαρκεί από την ηλικία των 17 ημερών μέχρι την ηλικία των 34-48 ημερών, έχουμε προοδευτική ελάττωση της αύξησης του αριθμού των κυττάρων και χαρακτηριστική αύξηση του μεγέθους των κυττάρων. Στην τρίτη φάση ο πολλαπλασιασμός των κυττάρων σταματά, αλλά η αύξηση του μεγέθους στα περισσότερα απ' αυτά συνεχίζεται (υπερτροφικό στάδιο). Τα όργανα μεγαλώνουν λίγο ή καθόλου κατά την περίοδο αυτή.(Moss 1955, Enesco και Le Blond 1962, Winick και Noble 1965, Baume 1968, Pitts και Bull 1977, Pitts 1984,1986)[75,25,147,9,98-100]

Αμέσως μετά τη γέννηση παρατηρείται απότομη αύξηση (growth spurt) του σώματος των επιμύων. Επίσης, αμέσως μετά τον απογαλακτισμό, από την 21η μέχρι την 40ή ημέρα, παρατηρείται

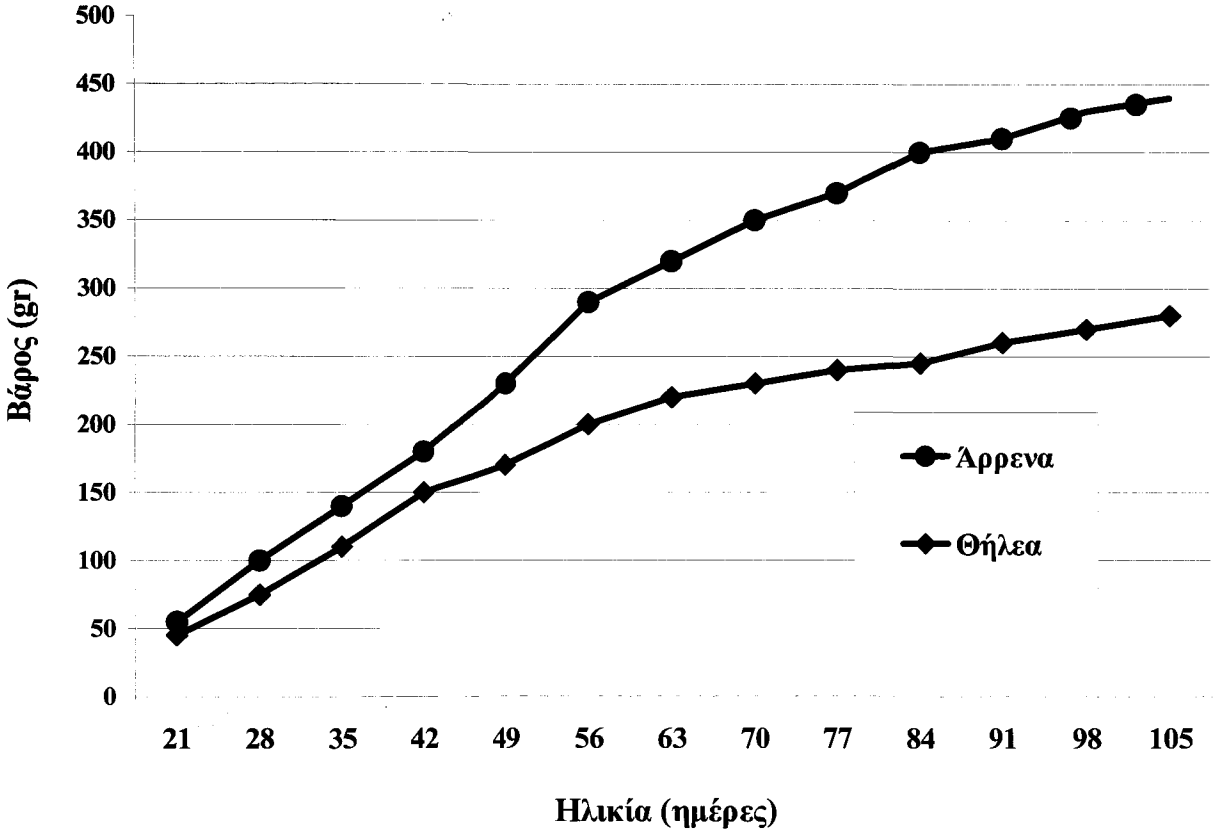
μια δεύτερη εκτίναξη της αύξησης των ζώων, που συνοδεύεται από αυξημένη παραγωγή πρωτεϊ
και DNA. Η περίοδος αυτή συμπίπτει με το χρόνο που το μασητικό σύστημα ενεργοποιείται
έπακρο.(Goedbloed 1972, Kuftinec 1975)[33,56]

Ο σκελετός των επιμύων ωριμάζει κυρίως μετά τη γέννηση, όπως συμβαίνει και στον άνθρω
Κατά τη γέννηση ο σκελετός τους αντιστοιχεί με το σκελετό ανθρώπου πέντε εμβρυικών μηνών
διάρκεια της ανάπτυξης των επιμύων είναι βραχεία και η αύξηση των οστών τους ουσιαστ
τερματίζεται στην ηλικία των 100 ημερών. Μετά την εκατοστή ημέρα και ως τη διακοσιοστή
μεταβολές που συμβαίνουν είναι πολύ μικρές. (Baume 1968)[9]

Η αύξηση του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος των επιμύων εμφανίζει φάσεις που συμπίπτ
με αυτές της συνολικής αύξησης των ζώων. Περίοδοι εκρηκτικής αύξησης παρατηρούνται αμέ
μετά τη γέννηση και μετά τον απογαλακτισμό. Μεταξύ των φάσεων αυτών παρεμβάλλονται περίο
με ήπιες αυξητικές τάσεις. Ο χρόνος εκδήλωσης των τάσεων αυτών διαφέρει μεταξύ των διαφόρ
σκελετικών μερών του ίδιου επίμυος και μεταξύ απογόνων αδελφών. Ο θόλος του κρανίου αυξάνε
ταχύτατα από την 1η έως την 20ή ημέρα, ενώ η αύξηση του προσώπου και της βάσης του κραν
είναι πιο αργή και κορυφώνεται μετά την παύση της κύριας αύξησης του κρανίου. (Park
Nowosielski-Slepowron 1958, Goedbloed 1972)[95,33]

Σε γενικές γραμμές οι επίμυες του τύπου Wistar προσφέρονται για ερευνητικές εργασίες
αφορούν την αύξηση του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος και λόγω ευκολίας χειρισμών, αλλά
ρυθμού-χρόνου ανάπτυξης.

Εικ. 6. Σχέση βάρους και ηλικίας στους επίμυες Wistar



ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Α. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της πειραματικής αυτής εργασίας ήταν να διερευνηθεί και να εκτιμηθεί ο πιθ
ρόλος του ζυγωματικού τόξου στην αύξηση του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος των επιμύων,
από τομή και απομάκρυνση τμήματος του ζυγωματικού τόξου.

Η διαφοροποίηση της εργασίας αυτής από άλλες συναφείς πειραματικές μελέτες συνίστ
στα εξής:

α) στη μελέτη ομάδας πειραματόζωων, στην οποία έγινε χειρουργική επέμβαση, χωρίς να
αφαίρεση τμήματος του ζυγωματικού τόξου (Sham-operated group). Η ομάδα αυτή δημιουργήθ
έτσι ώστε να μελετηθεί η πιθανή επίδραση της επέμβασης στα μαλακά μόρια στην τελική οδ
αύξηση.

β) στο ότι μελετήθηκαν οι επιδράσεις της εκτομής του τόξου στο εύρος, στο μήκος, αλλά κα
ύψος του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος.

Πειραματιζόμενοι κατ' αυτόν τον τρόπο πιστεύουμε πως είναι δυνατόν να βρούμε απαντήσει
αν και πώς επιδρά το ζυγωματικό τόξο στην αύξηση του κρανίου και του προσώπου.

Β. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Πειραματόζωα.

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν 72 επίμυες τύπου Wistar, η προμήθεια των οποίων
νε, τμηματικά, από τον οίκο πειραματόζωων του Ελληνικού Ινστιτούτου Pasteur. Τα πειραματόζωα
ν όλα αρσενικά, στείρα μικροβίων, ηλικίας 30 ημερών, και την ημέρα έναρξης του πειράματος το
ικό τους βάρος κυμαίνονταν από 32 έως 50gr. Από το ινστιτούτο Pasteur μεταφέρονταν στο
αστήριο Πειραματικής Χειρουργικής και Χειρουργικής Έρευνας της Ιατρικής Σχολής του
νεπιστημίου Αθηνών. Εκεί πραγματοποιήθηκαν όλες οι χειρουργικές επεμβάσεις, καθώς και η
αξη των ζώων κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Ο χειρισμός και η διαμονή των ζώων ήταν σύμφωνα με τις αρχές του Προεδρικού διατάγματος
/91, που διέπουν την Προστασία των ζώων που χρησιμοποιούνται για πειραματικούς και άλλους
στημονικούς σκοπούς, σε συμμόρφωση με την Οδηγία 86/609/ΕΟΚ (ΦΕΚ 64/τΑ/1991).

Με την εισαγωγή τους στον οίκο πειραματόζωων, τα ζώα τοποθετήθηκαν ανά εξάδες σε
στικούς αδιαφανείς κλωβούς, διαστάσεων 35x30x16 cm, που καλύπτονταν με μεταλλικό δικτυωτό
γμα, και με στρωμνή από πριονίδι. Οι κλωβοί τοποθετήθηκαν σε θάλαμο με τεχνητά ρυθμιζόμενη
μοκρασία, αερισμό και φωτισμό. Η θερμοκρασία του θαλάμου κυμαινόταν από 20^0 έως 22^0 C. Η
μιση του φωτισμού γινόταν με χρονοδιακόπτη, ώστε να υπάρχουν 12 ώρες φως και 12 ώρες
τάδι. Η ανανέωση του αέρα στον οίκο πειραματόζωων γινόταν δύο φορές την ώρα, ενώ το
οστό της υγρασίας είχε ρυθμιστεί στο 50±5%. Τέλος, ο καθαρισμός των πλαστικών κλωβών και η
νέωση της στρωμνής από ροκανίδια γινόταν δύο φορές την εβδομάδα.

Η τροφή και το νερό χορηγούνταν σε άφθονη ποσότητα. Τα ζώα τρέφονταν με τη συνηθισμένη
μέγεθος, σκληρότητα και περιεκτικότητα σε θρεπτικές ουσίες τροφή για επίμυες του εμπορίου,
ς φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Περιεκτικότητα σε θρεπτικές ουσίες της τροφής των επίμυων.		
	Ελ. Τιμή %	**Μεγ. Τιμή %**
Ολικές πρωτεΐνες	1,8	7
Λίπος	3	7
Ολικές Κυτταρίνες		6
Υγρασία		14
Τέφρα		15
Ασβέστιο	1,5	2
Φωσφόρος	0,8	1,1

Προτιμήθηκαν μόνο αρσενικοί επίμυες για τους εξής λόγους:

α) Για μεγαλύτερη ομοιογένεια του δείγματος, έτσι ώστε να μην υπάρχουν στην ανάλυσ αποτελεσμάτων διαφορές οφειλόμενες στο φύλο.

β) Για να υπάρχει δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων της έρευνας με ανάλογες έρ μελέτης της αύξησης από τη διεθνή βιβλιογραφία, στις οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί ευρύτα αρσενικά πειραματόζωα.

Το δείγμα των επιμύων (72) διαχωρίσθηκε με τυχαίο τρόπο σε τέσσερις διαφορετικές ομάδε απαρτίζονταν από 18 ζώα η κάθε μία. Έτσι δημιουργήθηκαν οι εξής ομάδες:

Ομάδα 1: Ομάδα ελέγχου. Σε αυτή την ομάδα τα ζώα δεν υπέστησαν καμία χειρουργική επέμ (Control group).

Ομάδα 2: Εικονικώς χειρουργημένα πειραματόζωα. Σε αυτή την ομάδα έγινε ετερόπλευ χειρουργική επέμβαση τομής, χωρίς όμως να γίνει αφαίρεση τμήματος του ζυγωματικού τόξου (S operated group).

Ομάδα 3: Ετερόπλευρα χειρουργημένα πειραματόζωα. Σε αυτή την ομάδα έγινε, με χειρουρ επέμβαση, τομή και απομάκρυνση μικρού τμήματος του ζυγωματικού τόξου ετερόπλευρα.*

Ομάδα 4: Αμφοτερόπλευρα χειρουργημένα ζώα. Σε αυτή την ομάδα έγινε, με χειρουρ επέμβαση, τομή και απομάκρυνση μικρού τμήματος του ζυγωματικού τόξου αμφοτερόπλευρα.

*Η επέμβαση έγινε στη δεξιά πλευρά του ζώου και η επιλογή της δεξιάς πλευράς έγινε τυχαία με σκεπτικό, ότι δεν υπάρχει διαφορά στην αύξηση μεταξύ των δύο ημιμορίων του κρανιοπροσωπικού ιπλέγματος.

Πειραματική διαδικασία.

πρώτη ημέρα του πειράματος, που ορίζεται ως χρονική στιγμή T_0, τα ζώα τα οποία είχαν ηλικία ημερών, αρχικά ζυγίζονταν και στη συνέχεια λαμβάνονταν οι αρχικές ακτινογραφίες τους τινογράφηση A_0). Για κάθε πειραματόζωο λαμβάνονταν μία ακτινογραφία βάσεως του κρανίου και πλάγια ακτινογραφία. Την επόμενη μέρα από την ακτινογράφηση πραγματοποιούνταν οι ουργικές επεμβάσεις. Τέσσερις εβδομάδες μετά τη χειρουργική επέμβαση, τη χρονική στιγμή T_1, ν τα ζώα είχαν ηλικία 60 ημερών, λαμβανόταν το δεύτερο ζεύγος ακτινογραφιών (ακτινογράφηση Στη συνέχεια, τέσσερις εβδομάδες μετά τη δεύτερη ακτινογράφηση, οκτώ εβδομάδες δηλαδή ά την επέμβαση, τη χρονική στιγμή T_2, γινόταν η τρίτη ακτινογράφηση (A_2). Η πειραματική οδος διαρκούσε συνολικά οκτώ εβδομάδες και μετά το τέλος της τα ζώα θυσιάζονταν με αιθέρα λικία 90 ημερών.

Οι ακτινογραφήσεις του κρανίου του επίμυος κατά το οριζόντιο και κατά το προσθιοπίσθιο εδο ήταν οι εξής:

τη Ακτινογράφηση	$\mathbf{A_0}$	Χρονική στιγμή	$\mathbf{T_0}$	Πριν από τη χειρουργική επέμβαση.
τερη Ακτινογράφηση	$\mathbf{A_1}$	Χρονική στιγμή	$\mathbf{T_1}$	Τέσσερις εβδομάδες μετά από την επέμβαση.
η Ακτινογράφηση	$\mathbf{A_2}$	Χρονική στιγμή	$\mathbf{T_2}$	Οκτώ εβδομάδες μετά από την επέμβαση.

Αναισθησία.

Η αναισθητοποίηση των ζώων γινόταν αρχικά με τοποθέτησή τους σε γυάλα με αιθέρα και, συνέχεια, με ενδομυική ένεση που περιείχε υδροχλωρική κεταμίνη (Ketalar, Park Davis Co., ce), 50mgr/Kg βάρους σώματος και ξυλαζίνη (Rompun, Bayer Germany), 1mgr/Kg βάρους ατος (Εικ. 7). Η διαδικασία της αναισθητοποίησης πραγματοποιούνταν πριν από την ογράφηση των επιμύων και πριν από την χειρουργική επέμβαση, και ήταν απόλυτα οποιητική, σε βάθος και διάρκεια.

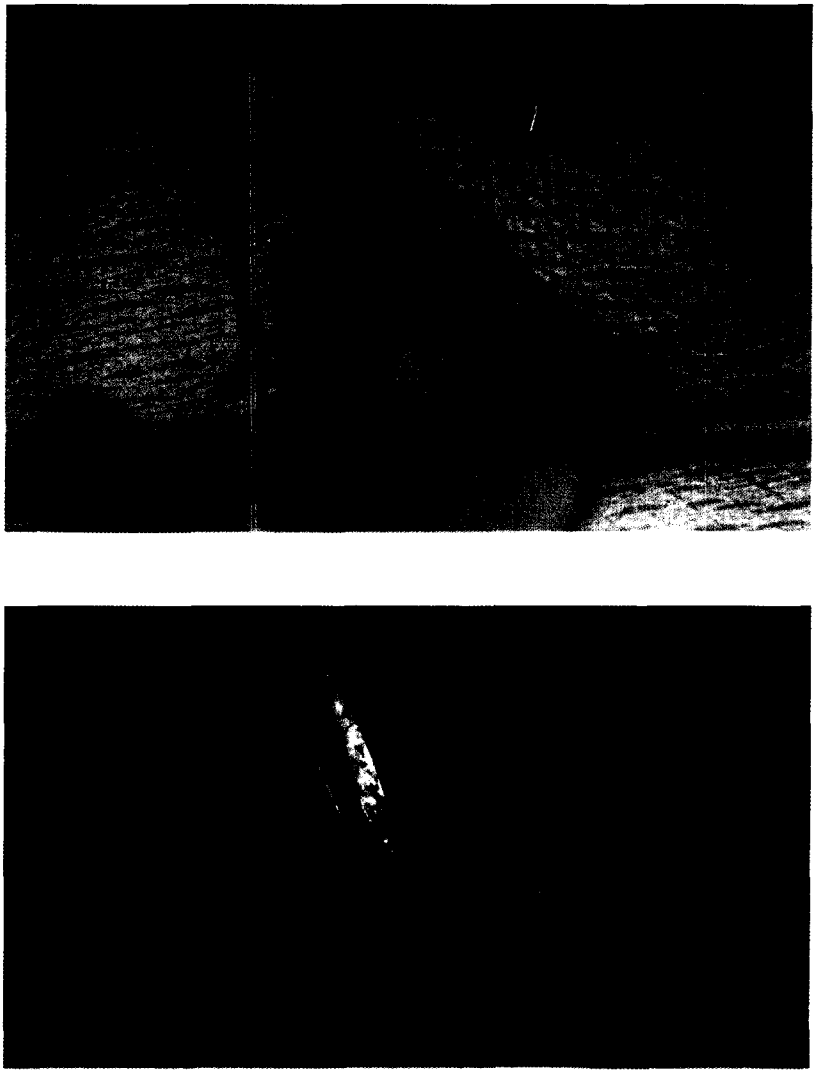
IV. Χειρουργική τεχνική.

Στα ζώα που επρόκειτο να χειρουργηθούν (Δεύτερη, Τρίτη και Τέταρτη Ομάδα), μετά την π αναισθητοποίηση, εντοπιζόταν το ζυγωματικό τόξο με ψηλάφηση της έκφυσης του μασητήρ γινόταν κάθετη τομή κάτω από το κόχγιο έως το ζυγωματικό τόξο (Εικ. 8 α, β).

Στη συνέχεια, στην Τρίτη και Τέταρτη Ομάδα (ετερόπλευρα και αμφοτερόπλ χειρουργημένα πειραματόζωα) μετά από παρασκευή των μαλακών μορίων γινόταν αποκάλυψη ζυγωματικού τόξου και τομή μικρού τμήματος (2mm) από τη μεσαία μοίρα του, χωρίς να αφαιρ τμήμα της ζυγωματογναθιαίας ή της ζυγωματοκροταφικής ραφής (Εικ.9, 10). Η τομή απομάκρυνση του οστού γινόταν με χειρουργική λαβίδα, τα σκέλη της οποίας είχαν απόληξη εύ 2mm. Λαμβανόταν μέριμνα, έτσι ώστε όλες οι ενέργειες να μη θιγούν τα παρακείμενα ανατ μόρια και ακολουθούσε προσεκτική συρραφή της τομής (Εικ. 11). Καθ' όλη τη διάρκει επέμβασης γινόταν ενστάλαξη φυσιολογικού ορού στον οφθαλμό του ζώου για αποφυγή ξήρ του.

Στη Δεύτερη Ομάδα (εικονικώς χειρουργημένα πειραματόζωα) γινόταν κανονικά η τομ τρίχωμα, η παρασκευή των μαλακών μορίων και η αποκάλυψη του τόξου, χωρίς να γίνει ει οστού.

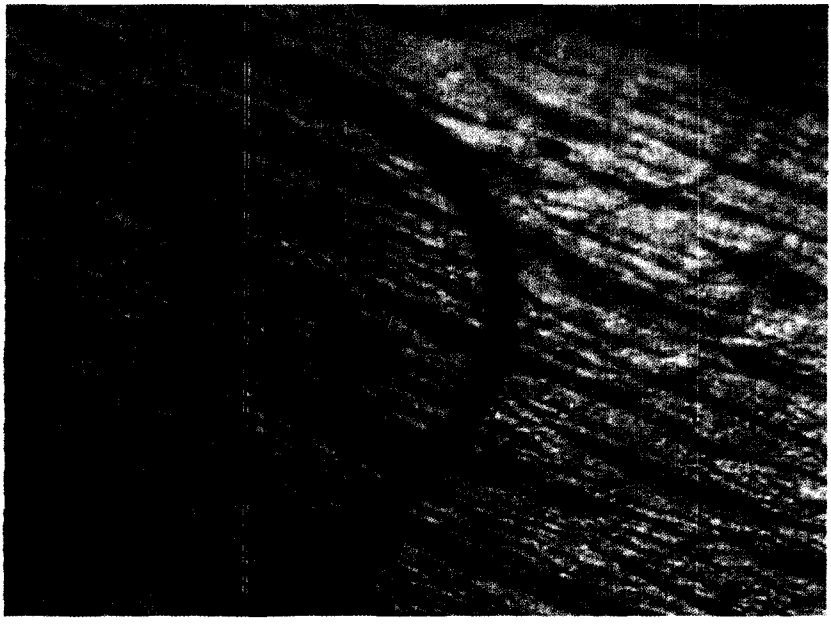
Εικ.7. Τέλεση ενδομυικής ένεσης
για την αναισθητοποίηση του πειραματοζώου



Εικ. 8α, β. Τέλεση της αρχικής τομής στη περιοχή του ζυγωματικού τόξου.

Εικ. 9. Το ζυγωματικό τόξο μετά από την αφαίρεση μικρού τμήματος από την μεσαία μοίρα του.

⟶ Κολοβώματα του ζυγωματικού τόξου.



Εικ. 10. Το αφαιρεθέν τμήμα του ζυγωματικού τόξου, μεγέθους περίπου 2 mm.

Εικ. 11. Η συρραφή της τομής

V. Μέθοδος ακτινογράφησης.

Μεγάλη έμφαση δόθηκε στην τεχνική λήψης των ακτινογραφιών, έτσι ώστε οι συνθήκες να εί σταθερές και επαναλαμβανόμενες με ακρίβεια για όλους τους επίμυες. Είναι γνωστό πως για ακριβή ακτινογράφηση ενός αντικειμένου χωρίς παραμορφώσεις απαιτείται πλήρης ευθυγράμμιση εστίας της ακτινοβολίας, του αντικειμένου και του ακτινογραφικού πλακιδίου. Έτσι, για τη λήψη υπογενειοβρεγματικών και πλάγιων ακτινογραφιών των επιμύων χρησιμοποιήθηκε ειδι κεφαλοστάτης, ο οποίος κατασκευάσθηκε από τον κ. Κατσαβριά στο Εργαστήριο Ορθοδοντικής Πανεπιστημίου Αθηνών (Εικ. 12). Ένας παρόμοιος κεφαλοστάτης είχε επινοηθεί και παρουσιασθεί πρώτη φορά από τον Behrents.(1985)[10] Η τεχνική ακτινογράφησης που ακολουθήθηκε, ήταν η ίδια αυτή που αναφέρεται από τον Τσολάκη στην Διδακτορική Διατριβή του. (Τσολάκης 1993)[138]

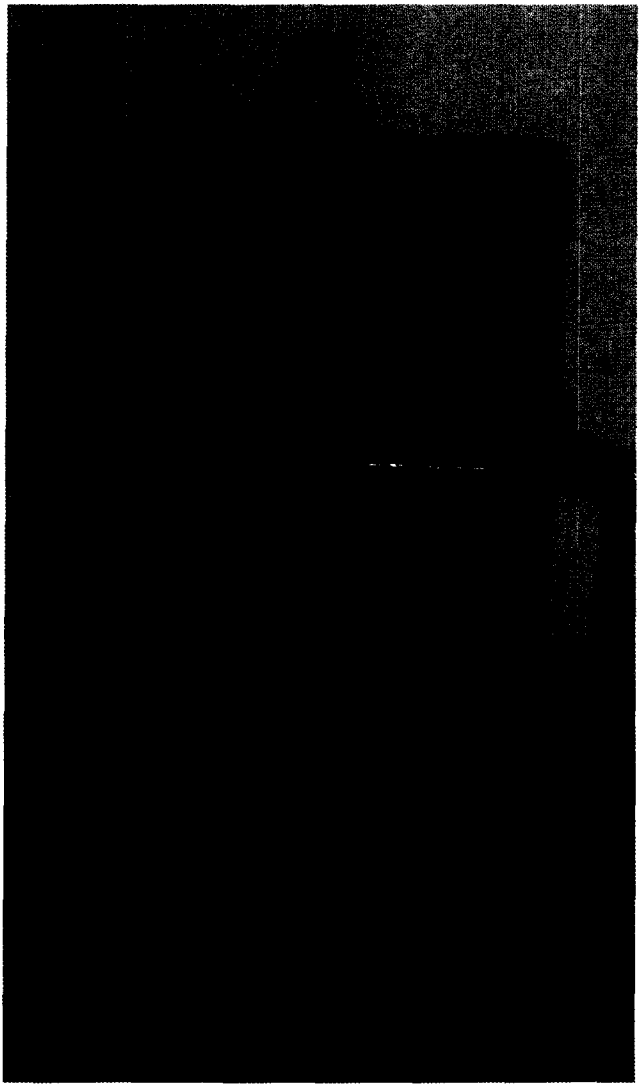
Τα ζώα τοποθετούνταν στον κεφαλοστάτη, αφού είχε προηγηθεί αναισθητοποίησή τους ενδομυική ένεση υδροχλωρικής κεταμίνης και βρίσκονταν στο βαθύτερο σημείο της νάρκωσ εντελώς ακίνητα. Η θέση του ζώου ήταν κατακόρυφη και παράλληλη προς το κάθετο τμήμα κεφαλοστάτη. Χρησιμοποιήθηκε πολύ λεπτό σύρμα για την ανάρτηση του επίμυος από τους τομ της άνω γνάθου σε ειδική καρφίδα, που εξείχε από το κατακόρυφο στέλεχος της συσκευής. ανάρτηση γινόταν σε τέτοιο ύψος, έτσι ώστε οι έξω ακουστικοί πόροι να βρίσκονται στην ίδια ευθ με τα πλάγια εξαρτήματα, που ήταν ειδικά κατασκευασμένα να εισέρχονται σε αυτούς (Εικ. 13, 14)

Ο ειδικός αυτός κεφαλοστάτης προσαρμοζόταν στον κεφαλοστάτη κεφαλομετρικ ακτινογραφικού μηχανήματος Siemens του εργαστηρίου Ορθοδοντικής του Πανεπιστημίου Αθηνώ Κατ' αυτό τον τρόπο, η απόσταση μεταξύ της πηγής και του ακτινογραφικού πλακιδίου ήταν πάντα ίδια (180 cm). Η κεφαλή του ζώου ήταν σε επαφή με το ακτινογραφικό πλακίδιο, το οποίο ήτ τοποθετημένο στην ειδική υποδοχή της συσκευής, έτσι ώστε να μειώνεται στο ελάχιστο παραμόρφωση, η οποία οφείλεται στην απόσταση του ακτινογραφούμενου αντικειμένου από πλακίδιο.

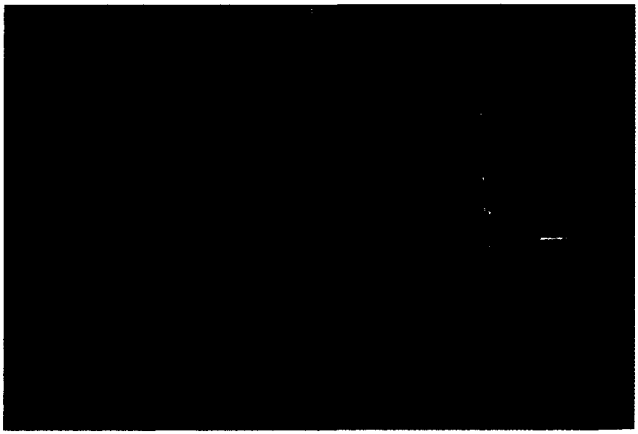
Χρησιμοποιήθηκαν ακτινογραφικά πλακίδια δήξεως (διαστάσεις πλακιδίου 7,5cm x 5,5 cm) Kodak (Kodak N. Y. Rochester) για τη λήψη των ακτινογραφιών κατά τις προκαθορισμένες χρονι στιγμές. Ο χρόνος έκθεσης ήταν 1,2 sec και τα στοιχεία ακτινοβολίας 20 milliamperes και kilovolts. Οι συνθήκες λήψης ήταν σταθερές για όλες τις ομάδες και ανεξάρτητες από τη χρονι στιγμή του πειράματος.

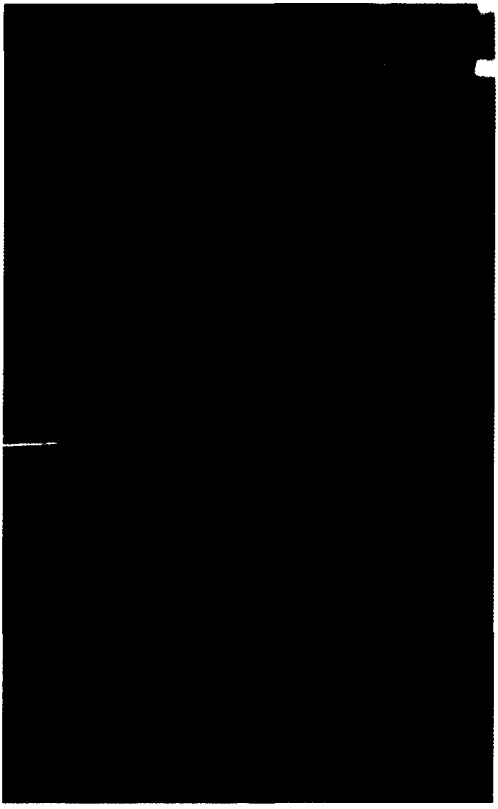
Η εμφάνιση όλων των ακτινογραφικών πλακιδίων έγινε με σταθερό χρόνο παραμονής τους σ εμφανιστικά υγρά (Cronex, Du Pont) 2 πρώτα λεπτά και χρόνο στερέωσης 8 λεπτά. Στη συνέχειο

κτινογραφίες ξεπλένονταν κάτω από τρεχούμενο νερό για 10 λεπτά και στέγνωναν για ένα ικοσιτετράωρο.

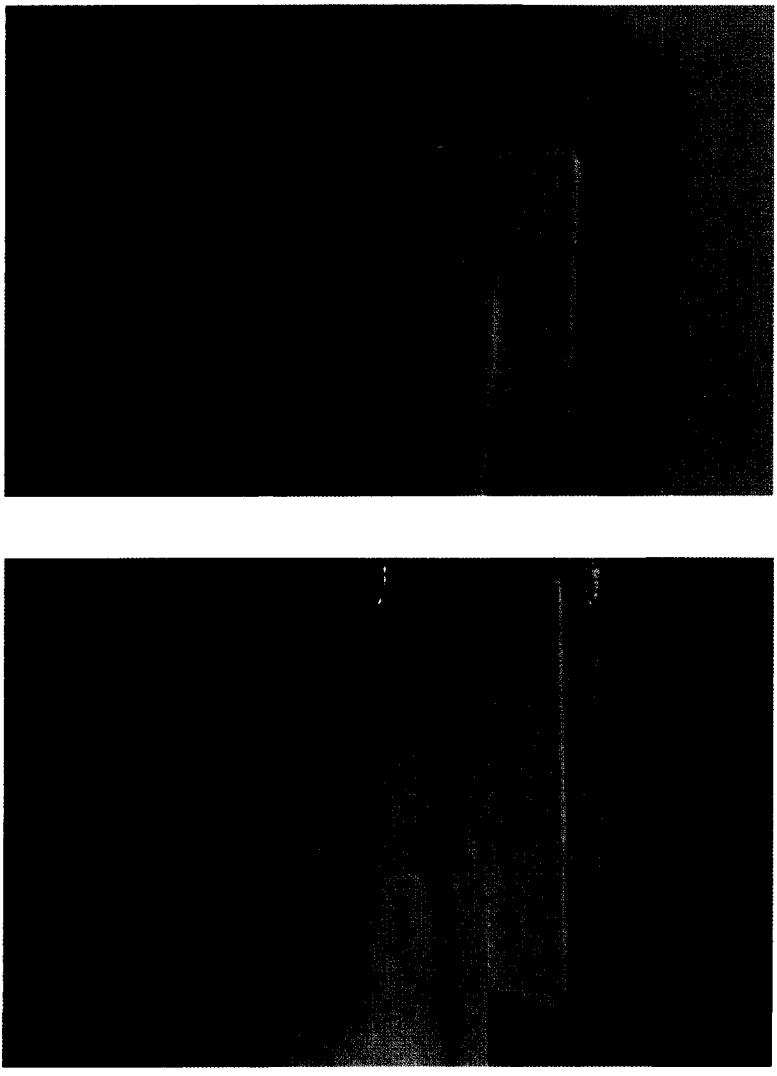


Εικ. 12. Ο ειδικός κεφαλοστάτης για την ανάρτηση και την ακτινογράφηση των πειραματοζώων.





Εικ.13 α, β. Το πειραματόζωο αναρτημένο στον ειδικό κεφαλοστάτη, προκειμένου να ληφθεί η ακτινογραφία βάσεως του κρανίου.



Εικ.14 α, β. Το πειραματόζωο αναρτημένο στον ειδικό κεφαλοστάτη, προκειμένου να ληφθεί η πλάγια ακτινογραφία του κρανίου.

VI. Μέθοδος κεφαλομετρικής ανάλυσης.

Αρχικά προσδιορίστηκαν τα ανατομικά σημεία και οι μετρήσεις των οποίων η επεξεργασία γινόταν στην ανάλυση. Στη συνέχεια, σε όλα τα ακτινογραφήματα (432 συνολικά) σημειώθηκαν λεπτή βελόνη τα προκαθορισμένα ανατομικά σημεία και κατόπιν έγιναν οι μετρήσεις με ηλεκτρονι παχύμετρο (Digital Caliper, Mitutoyo, Tokyo, Japan), το οποίο έχει ακρίβεια +/-0.01mm. Για ελαχιστοποιηθούν τα υποκειμενικά λάθη κατά τον προσδιορισμό των σημείων και τον υπολογισ των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε μεγεθυντικός φακός (μεγέθυνση κατά εννέα φορές). Όλη η εργασ πραγματοποιήθηκε σε σκοτεινό θάλαμο με καλυμμένη την ελεύθερη επιφάνεια του διαφανοσκοπί με μαύρο χαρτόνι. Η μέτρηση της κάθε απόστασης γινόταν τρεις φορές και υπολογιζόταν ο μέσ όρος των τριών μετρήσεων, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί η επίδραση του σφάλματος τ παρατηρητή.

Στην ακτινογραφία βάσεως του κρανίου (υπογενειοβρεγματική) ορίσθηκαν συνολικά ανατομικά σημεία:

1. **Zm&Zm':** Το πλέον οπίσθιο σημείο της εγκοπής που σχηματίζεται στην πρόσθια επιφάνεια τ "ένωσης" της ζυγωματικής απόφυσης με την άνω γνάθο.
2. **Z&Z':**Το πλέον πρόσθιο σημείο του προσθίου περιγράμματος της εσωτερικής επιφάνειας τ ζυγωματικού οστού.
3. **A&A':** Το σημείο τομής της ευθείας Z-Z' και του εξωτερικού περιγράμματος του ζυγωματικ τόξου.
4. **Mpr&Mpr':** Το πλέον εξωτερικό σημείο του περιγράμματος του σώματος της άνω γνάθου.
5. **Zt&Zt':**Το πλέον πρόσθιο σημείο του οπισθίου περιγράμματος της "ένωσης" της ζυγωματικ απόφυσης και του κροταφικού οστού.
6. **B&B':**Το σημείο τομής της ευθείας Zt-Zt' και του εξωτερικού περιγράμματος του ζυγωματικ τόξου.
7. **Ppr&Ppr':**Το πλέον εξωτερικό σημείο του περιγράμματος των βρεγματικών οστών.
8. **Im:**Το μέσον της γραμμής που ενώνει τα πλέον πρόσθια σημεία των άνω τομέων.
9. **M_1:** Το σημείο τομής της καθέτου που φέρεται από το σημείο Im προς την ευθεία Zm-Zm'.
10. **M_2:** Το σημείο τομής της ευθείας Z-Z' και της ευθείας Im-Fmag.
11. **P post:** Το πλέον οπίσθιο σημείο της υπερώας κατά το μέσον του οπισθίου περιγράμματος αυτή
12. **M_3:** Το σημείο τομής της ευθείας Mpr-Mpr' και της ευθείας Im-Fmag.

3. **M_4:** Το σημείο τομής της ευθείας Zt-Zt' και της ευθείας Im-Fmag.

4. **M_5:** Το σημείο τομής της ευθείας Ppr-Ppr' και της ευθείας Im-Fmag.

5. **Fmag.:** Το μέσον του οπισθίου περιγράμματος του ινιακού τρήματος (Foramen magnum).

Στην πλάγια ακτινογραφία ορίσθηκαν 15 ανατομικά σημεία:

6. **Nant:**Το πλέον πρόσθιο σημείο του ρινικού οστού.

7. **UIlab:** Το σημείο ένωσης της εξωτερικής επιφάνειας του άνω τομέα και του προσθίου τμήματος ης άνω γνάθου.

8. **UIli:** Το σημείο ένωσης της εσωτερικής επιφάνειας του άνω τομέα και της υπερώιας επιφάνειας ου προσθίου τμήματος της άνω γνάθου.

9. **UM:** Το σημείο ένωσης της πρόσθιας επιφάνειας του πρώτου άνω γομφίου και της υπερώας.

0. **LIla:** Το σημείο ένωσης του οστού της κάτω γνάθου και της χειλικής επιφάνειας του κάτω τομέα.

1. **LIli:** Το σημείο ένωσης του οστού της κάτω γνάθου και της γλωσσικής επιφάνειας του κάτω ομέα.

2. **LM:** Το σημείο ένωσης της πρόσθιας επιφάνειας του πρώτου κάτω γομφίου και της κάτω γνάθου.

3. **Go:** Το πλέον οπίσθιο σημείο του περιγράμματος της κάτω γνάθου στη γωνία αυτής.

4. **Eoc:** Η κορυφή της εξωτερικής ινιακής ακρολοφίας.

5. **Moc:** Το μέσον της απόστασης των σημείων Eoc και Oc επί του οπισθίου περιγράμματος του ιακού οστού.

6. **Oc:** Το σημείο ένωσης του περιγράμματος του ινιακού κονδύλου και του ινιακού οστού.

7. **Cs:**Το σημείο που αντιστοιχεί στη μετωποβρεγματική ραφή (Coronal suture).

8. **BsPs:** Το σημείο προβολής του σημείου Cs στο επίπεδο που σχηματίζεται από τις άνω επιφάνειες ου βασοσφηνοειδούς και του προσφηνοειδούς οστού (Basisphenoid, presphenoid).

9. **N:** Το σημείο που αντιστοιχεί στη μετωπορινική ραφή.

0. **N_1:** Το πλέον πλησιέστερο σημείο του εξωτερικού περιγράμματος του ινιακού οστού στο σημείο Ili.

Οι μετρήσεις που έγιναν είχαν ως σκοπό να προσδιορίσουν τις μεταβολές της αύξησης του ανιοπροσωπικού συμπλέγματος, όχι μόνον ως σύνολο, αλλά και τμηματικά. Τα επιμέρους τμήματα, ι οποία μελετήθηκαν και ως ανεξάρτητες μονάδες, είναι το σπλαγχνικό κρανίο, ο θόλος του κρανίου αι η κάτω γνάθος (σε πλάγια μόνο ακτινογραφήματα).

Η αξιολόγηση των μεταβολών που συντελέστηκαν κατά την αύξηση του συμπλέγματ βασίστηκε σε 42 μετρήσεις (28 στην ακτινογραφία βάσεως του κρανίου και 14 στην πλά ακτινογραφία).

Οι 28 μετρήσεις που έγιναν στην ακτινογραφία βάσεως του κρανίου (ή υπογενειοβρεγματ ακτινογραφία) είναι:

(1). **Zm-Zm':** Το πρόσθιο εύρος της άνω γνάθου.

(2). **Zm-M_1:** Το πρόσθιο εύρος του αριστερού ημιμορίου της άνω γνάθου.

(3). **Zm'-M_1:** Το πρόσθιο εύρος του δεξιού ημιμορίου της άνω γνάθου.

(4). **Z-Z':** Η πρόσθια μεσοζυγωματική απόσταση.

(5). **Z-M_2:** Η απόσταση του πλέον προσθίου σημείου του προσθίου περιγράμματος εσωτερικής επιφάνειας του αριστερού ζυγωματικού οστού από τη μέση γραμμή.

(6). **Z'-M_2:** Η απόσταση του πλέον προσθίου σημείου του προσθίου περιγράμματος εσωτερικής επιφάνειας του δεξιού ζυγωματικού οστού από τη μέση γραμμή.

(7). **A-A':** Η απόσταση μεταξύ των σημείων τομής της ευθείας Z-Z΄ και του εξωτερι περιγράμματος του ζυγωματικού τόξου.

(8). **A-M_2:** Η απόσταση μεταξύ του σημείου τομής της ευθείας Z-Z' και του εξωτερι περιγράμματος του αριστερού ζυγωματικού τόξου από τη μέση γραμμή.

(9). **A'-M_2:** Η απόσταση μεταξύ του σημείου τομής της ευθείας Z-Z' και του εξωτερι περιγράμματος του δεξιού ζυγωματικού τόξου από τη μέση γραμμή.

(10). **Mpr-Mpr':** Η απόσταση μεταξύ των πλέον εξωτερικών σημείων του περιγράμματος σώματος της άνω γνάθου.

(11). **Mpr-M_3:** Η απόσταση μεταξύ του πλέον εξωτερικού σημείου του περιγράμματος σώματος της άνω γνάθου στο αριστερό ημιμόριο από τη μέση γραμμή.

(12). **Mpr'-M_3:** Η απόσταση μεταξύ του πλέον εξωτερικού σημείου του περιγράμματος σώματος της άνω γνάθου στο δεξιό ημιμόριο από τη μέση γραμμή.

(13). **Zt-Zt':** Η απόσταση μεταξύ των πλέον προσθίων σημείων του οπισθίου περιγράμματος "ένωσης" της ζυγωματικής απόφυσης και του κροταφικού οστού.

(14). **Zt-M_4:** Η απόσταση μεταξύ του πλέον προσθίου σημείου του οπισθίου περιγράμματος "ένωσης" της αριστερής ζυγωματικής απόφυσης και του κροταφικού οστού από μέση γραμμή.

5). **Zt'-M4:** Η απόσταση μεταξύ του πλέον προσθίου σημείου του οπισθίου περιγράμματος της "ένωσης" της δεξιάς ζυγωματικής απόφυσης και του κροταφικού οστού από τη μέση γραμμή.

5). **B-B':** Η απόσταση των σημείων τομής της ευθείας Zt-Zt' και του εξωτερικού περιγράμματος του ζυγωματικού τόξου.

7). **B-M_4:** Η απόσταση του σημείου τομής της ευθείας Zt-Zt' και του εξωτερικού περιγράμματος του αριστερού ζυγωματικού τόξου από τη μέση γραμμή.

5). **B'-M_4:** Η απόσταση του σημείου τομής της ευθείας Zt-Zt' και του εξωτερικού περιγράμματος του δεξιού ζυγωματικού τόξου από τη μέση γραμμή.

). **Ppr-Ppr':** Η μέγιστη απόσταση των εξωτερικών επιφανειών των βρεγματικών οστών.

). **Ppr-M_5:** Η απόσταση μεταξύ του πλέον εξωτερικού σημείου του αριστερού βρεγματικού οστού και της μέσης γραμμής.

). **Ppr'-M_5:** Η απόσταση μεταξύ του πλέον εξωτερικού σημείου του δεξιού βρεγματικού οστού και της μέσης γραμμής.

). **Ppost-M_1:** Το μήκος της βάσης του σπλαγχνικού κρανίου.

). **M_1-M_4:** Η απόσταση μεταξύ του σημείου τομής της καθέτου που φέρεται από το σημείο Im προς την ευθεία Zm-Zm', και του σημείου τομής της ευθείας Zt-Zt' και της ευθείας Im-Fmag

). **M_2-Fmag:** Η απόσταση μεταξύ του σημείου τομής της ευθείας Z-Z΄ και της ευθείας Im-Fmag, και του μέσου του οπισθίου περιγράμματος του ινιακού τρήματος.

). **Ppost-Fmag:** Το μήκος της βάσης της κρανιακής κοιλότητας.

). **M_1-Fmag:**. Το ολικό μήκος του συμπλέγματος στην υπογενειοβρεγματική ακτινογραφία.

). **A-B:** Το μήκος του αριστερού ζυγωματικού τόξου, μετρούμενο από το πλέον πρόσθιο σημείο του προσθίου περιγράμματος της εξωτερικής επιφάνειας του αριστερού ζυγωματικού οστού μέχρι το πλέον πρόσθιο σημείο της "ένωσης" της ζυγωματικής απόφυσης και του κροταφικού οστού.

). **A'-B':** Το μήκος του δεξιού ζυγωματικού τόξου.

Οι 14 μετρήσεις στην ακτινογραφία εκ του πλαγίου ήταν:

). **Nant-N:** Το μήκος του ρινικού οστού.

. **UIli-UM:** Το μήκος της υπερώας μεταξύ των γομφίων και των τομέων οδόντων.

(31). **Nant-UIlab:** Το πρόσθιο ύψος του ρύγχους.

(32). **UIli-N_1:** Το πρόσθιο ύψος του σπλαγχνικού κρανίου.

(33). **UM-N:** Το οπίσθιο ύψος του σπλαγχνικού κρανίου.

(34). **Cs-Bsps:** Το πρόσθιο ύψος της κρανιακής κοιλότητας.

(35). **Eoc-Oc:** Το οπίσθιο ύψος της κρανιακής κοιλότητας.

(36). **Eoc-Cs:** Το πρώτο άνω μήκος της κρανιακής κοιλότητας.

(37). **Cs-N:** Το δεύτερο άνω μήκος της κρανιακής κοιλότητας.

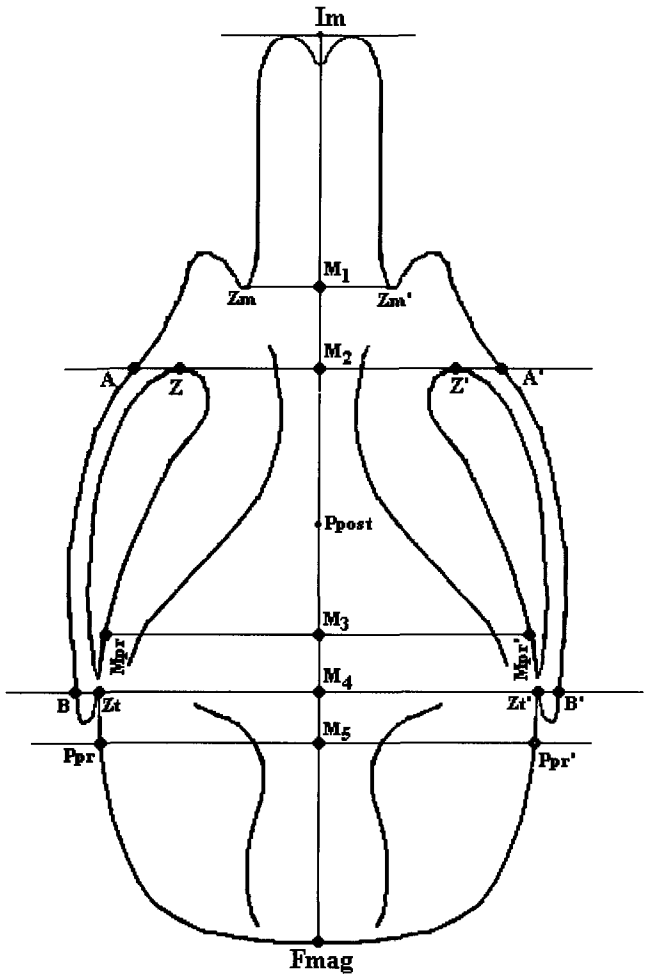
(38). **LIlab-Go:** Το μήκος του οστού της κάτω γνάθου μαζί με τη φατνιακή ακρολοφία.

(39). **LIli-Go:** Το κάτω μήκος του οστού της γνάθου.

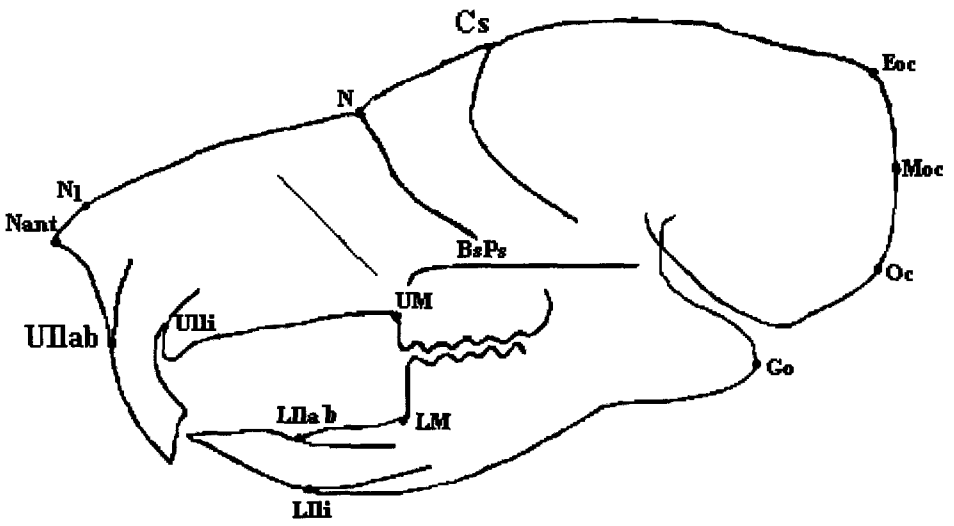
(40). **Nant-Eoc:** Το ολικό άνω μήκος του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος.

(41). **UIlab-Moc:** Το άνω ολικό μέσο μήκος του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος.

(42). **UIli-Oc:** Το ολικό κάτω μήκος του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος.



Σχήμα 1: Τα ανατομικά σημεία και οι αποστάσεις που μελετήθηκανν στην ακτινογραφία βάσεως του κρανίου.



Σχήμα 2: Τα ανατομικά σημεία στην πλάγια ακτινογραφία του κρανίο

. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ (Pilot Study)

ι τον υπολογισμό του σφάλματος των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Dahlberg (1940) :

$$\delta^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N} d_i^2}{2N}$$

τω ότι η πραγματική τιμή μιας απόστασης είναι X και έστω ότι μετρήθηκε η τιμή:

$$Y = X + \varepsilon$$

υ ε είναι ένα τυχαίο σφάλμα (τυχαία μεταβλητή που η μέση τιμή της είναι ε)

$$E(\varepsilon) = 0$$

$$V(\varepsilon) = \delta^2$$

ίναι η αναμενόμενη τιμή (expected value) και V η διασπορά της.

ω τώρα ότι γίνονται δύο ανεξάρτητες μετρήσεις με δεδομένο X (μια απόσταση)

$$y_1 = X + \varepsilon_1$$

$$y_2 = X + \varepsilon_2$$

$$\Rightarrow \quad d = y_1 - y_2 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$$

$$\Rightarrow \quad E(d) = E(\varepsilon_1 - \varepsilon_2) = E(\varepsilon_1) - E(\varepsilon_2) = 0$$

$$V(d) = V(\varepsilon_1 - \varepsilon_2) = V(\varepsilon_1) - V(\varepsilon_2) = 2\delta^2$$

έχουμε N τέτοιες διπλές μετρήσεις τότε η δειγματική διασπορά η οποία είναι :

$$\frac{\sum_{1} d_i^2}{N}$$ εκτιμά το $2\delta^2$

χδή : $$\hat{\delta}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N} d_i^2}{2N}$$

Οσο μικρότερο είναι το δ^2 (η διασπορά δηλαδή) τόσο μεγαλύτερη είναι η ακρίβεια μετρήσεων και μικρότερο το σφάλμα του παρατηρητή (Intraobserver error).

Για τον υπολογισμό του σφάλματος των μετρήσεων στην παρούσα μελέτη, μετρήθηκαν τ διαφορετικές αποστάσεις σε δέκα ακτινογραφίες διαφορετικών πειραματοζώων και σε διαφορετικές χρονικές στιγμές (Πίνακας 1, Παράρτημα). Η επιλογή των συγκεκριμένων αποστάσ έγινε βάσει του σχετικού τους μεγέθους δηλαδή η πρώτη ανήκε στις «μικρές», η δεύτερη «μεσαίες» και η τρίτη στις «μεγάλες» αποστάσεις από αυτές που μελετήθηκαν σε κάθε ακτινογρα Η διασπορά για την πρώτη απόσταση ήταν V= 0.000805, για τη δεύτερη V= 0.001885 και για τρίτη V= 0.003605. Η τιμή της διασπορά ήταν και για τις τρείς μετρήσεις πολύ μικρή, γεγονός δηλώνει ικανοποιητικό βαθμό ακρίβειας στην επανάληψη των μετρήσεων. Επομένως η συμμετοχή σφάλματος του παρατηρητή στο σφάλμα της μεθόδου ήταν πολύ μικρή και πρακτικά αμελητέα γι βιολογικές μεταβλητές που μελετήθηκαν. (Dahlberg 1940, Spyropoulos και Linder-Aro 1997)[22,129]

Πρέπει να σημειωθεί ότι η μέτρηση της κάθε απόστασης στο πείραμα της παρούσας μελ γινόταν τρεις φορές και υπολογιζόταν ο μέσος όρος των τριών μετρήσεων έτσι ώστε ελαχιστοποιηθεί ακόμα περισσότερο η επίδραση του σφάλματος του παρατηρητή.

Δ. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η μελέτη των ακτινογραφιών έγινε με την ανάλυση 42 γραμμικών μετρήσεων που τιπροσώπευαν αποστάσεις μεταξύ δύο ανατομικών σημείων. Οι μετρήσεις αυτές επιλέχθηκαν τάλληλα, για να καλύπτουν τις μεταβολές της αύξησης ολόκληρου του κρανιοπροσωπικού μπλέγματος, αλλά και των επιμέρους τμημάτων του (κρανιακός θόλος, σπλαγχνικό κρανίο και κάτω ίθος).

Για κάθε απόσταση υπολογίστηκε η εκατοστιαία μεταβολή της αύξησης μεταξύ των χρονικών γμών T_1-T_0 και T_2-T_0. Η στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων έγινε σε ηλεκτρονικό υπολογιστή την ανάλυση μεταβλητότητας κατά ένα παράγοντα (one-way analysis of Variance, ANOVA) αξύ των τεσσάρων ομάδων για τις δύο χρονικές στιγμές T_1 και T_2. Προηγήθηκε έλεγχος καλής ρμογής της ANOVA με το τεστ του Levene. Περαιτέρω έλεγχος έγινε με το τεστ πολλαπλών κρίσεων Duncan και επίπεδο σημαντικότητας το 0.05. Το πρόγραμμα (software) που σιμοποιήθηκε ήταν το SPSS 9.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago Ill., USA). (Kinnear 1994)[55]

Στον Πίνακα 2 (Παράρτημα: Χρόνος T_0, Χρόνος T_1, Χρόνος T_2) παρουσιάζεται αναλυτικά η η τιμή, η σταθερή απόκλιση και το πιθανό σφάλμα κάθε απόστασης για όλες τις ομάδες για τις ις χρονικές στιγμές T_0, T_1 και T_2.

Ο Πίνακας 3 (Παράρτημα) μας δίνει τη μέση τιμή (m), τη σταθερή απόκλιση (SD), το πιθανό άλμα (SE) και τη στατιστική σημαντικότητα (P) της διαφοράς των εκατοστιαίων μεταβολών μεταξύ ενδιάμεσων (T_1-T_0) και τελικών (T_2-T_0) τιμών, για κάθε μία από τις 28 αποστάσεις που ετήθηκαν στην ακτινογραφία βάσεως του κρανίου. Όμοια, ο Πίνακας 4 (Παράρτημα) μας δίνει τα στοιχεία για τις 14 αποστάσεις που μελετήθηκαν στην πλάγια ακτινογραφία του κρανίου. Οι ρήσεις που εμφανίζονται με τονισμένα στοιχεία (Bold) είναι αυτές που παρουσιάζουν διαφορά τιστικώς σημαντική στο επίπεδο του 0.05 και ο αστερίσκος υποδηλώνει ποιες ομάδες διαφέρουν αξύ τους.

Οι μεγάλες σταθερές αποκλίσεις που παρατηρούνται στους Πίνακες 3 και 4 (Παράρτημα), είναι καθαρά μαθηματικό φαινόμενο, εξαιτίας του γεγονότος ότι προήλθαν από την ποσοστιαία (%) αβολή κάθε απόστασης στους επιμέρους χρόνους και, επομένως, εμπεριέχουν τη μεταβλητότητα ρυθμό ανάπτυξης κάθε πειραματόζωου. Οι αριθμοί αυτοί σε καμιά περίπτωση δεν σχετίζονται με αξιοπιστία των μετρήσεων. Εξάλλου, ο έλεγχος με το τεστ του Levene έδειξε ότι οι δοκιμασίες της

ανάλυσης μεταβλητότητας κατά ένα παράγοντα που πραγματοποιήθηκαν, πληρούσαν προϋποθέσεις καλής εφαρμογής της ANOVA.[142]

Ε. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑ ΒΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΚΡΑΝΙΟΥ

ΕΥΡΟΣ

Από τις μετρήσεις για τον έλεγχο του εύρους βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική αφορά στη συνολική αύξηση των πειραματοζώων μεταξύ των χρονικών στιγμών (T_1-T_0) και (T_2-T_0) α τις εξής αποστάσεις:

1. Το συνολικό εύρος (απόσταση **A-A΄**) στο πρόσθιο επίπεδο του ζυγωματικού τόξου, παρουσιάζει εγαλύτερη αύξηση στους επίμυες που έχουν υποστεί εκτομή του τόξου (ετερόπλευρα ή μφοτερόπλευρα) με τη διαφορά να είναι στατιστικά σημαντική ($P<0.05$) σε σχέση με την εικονικώς ιρουργημένη ομάδα.

2. Από την μελέτη των μετρήσεων που αφορούν την αύξηση του εύρους του προσθίου επιπέδου υ ζυγωματικού τόξου ανά ημιμόριο φαίνεται ότι η αύξηση του αριστερού ημιμορίου επηρεάζει ρισσότερο την προηγούμενη διαφορά. Ετσι για την απόσταση **(A-M_2)** βρέθηκε ότι οι μφοτερόπλευρα χειρουργημένοι επίμυες περισσότερο και οι ετερόπλευρα λιγότερο, εμφανίζουν γαλύτερο ποσοστό αύξησης από την ομάδα ελέγχου και την εικονικώς χειρουργημένη ομάδα σε θμό στατιστικά σημαντικό ($P<0.05$). Και σε αυτή την μέτρηση όπως και στην προηγούμενη τα κονικώς χειρουργημένα πειραματόζωα παρουσιάζουν το μικρότερο ποσοστό αύξησης.

Στο αντίστοιχο δεξιό ημιμόριο, στην απόσταση (A'-M_2) δηλαδή, τα ποσοστά αύξησης ιρουσιάζουν τα ίδια δυναμικά με τις δύο προηγούμενες μετρήσεις όχι όμως σε βαθμό στατιστικά μαντικό.

3. Στατιστικώς σημαντική διαφορά κατά την δεύτερη μόνο ακτινογράφηση δηλαδή μεταξύ των ονικών στιγμών (T_1-T_0) παρατηρήθηκε στο πρόσθιο εύρος του δεξιού και του αριστερού ημιμορίου ς άνω γνάθου. Στο αριστερό ημιμόριο στην απόσταση **(Zm-M_1)** παρατηρείται μεγαλύτερο ποσοστό ξησης στα ετερόπλευρα και αμφοτερόπλευρα χειρουργημένα πειραματόζωα από τα εικονικώς ιρουργημένα σε βαθμό στατιστικά σημαντικό ($P<0.05$). Στο δεξιό ημιμόριο η απόσταση **(Zm'-M_1)** φανίζεται στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερη στα αμφοτερόπλευρα χειρουργημένα ζώα με $P<$ 001. Γενικά, σε όλες τις μετρήσεις που αφορούν στο πρόσθιο εύρος της άνω γνάθου, (Zm-Zm') και

(Zm-M_1) (Zm'-M_1), το μικρότερο αυξητικό δυναμικό εμφανίζεται στην εικονικώς χειρουργημ
ομάδα ενώ το μεγαλύτερο στην αμφοτερόπλευρα χειρουργημένη ομάδα.

4. Στατιστικώς σημαντική διαφορά κατά τον τρίτο μόνο χρόνο ($P<0.05$) παρατηρήθηκε σ
απόσταση (**Z-M_2**) δηλ στην απόσταση του πλέον προσθίου σημείου του προσθίου περιγράμματος
εσωτερικής επιφάνειας του αριστερού ζυγωματικού οστού από τη μέση γραμμή. Τα αμφοτερόπλει
χειρουργημένα πειραματόζωα (Ομάδα 4) παρουσιάζουν μεγαλύτερη αύξηση στο εύρος αριστερά
τα χειρουργημένα μόνο δεξιά (Ομάδα 3) και από την ομάδα ελέγχου (Ομάδα 1). Η αύξηση
αμφοτερόπλευρα χειρουργημένα είναι μεγαλύτερη και από τα εικονικώς χειρουργημένα (Ομάδα
αλλά όχι σε βαθμό στατιστικά σημαντικό. Στο δεξιό ημιμόριο (Z'-M_2) η αύξηση στα αμφοτερόπλει
χειρουργημένα είναι μεγαλύτερη από τις άλλες ομάδες αλλά όχι σε βαθμό στατιστικά σημαντικό.

ΜΗΚΟΣ

Για τις μετρήσεις που αφορούν στην αύξηση κατά το προσθιοπίσθιο επίπεδο
κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος σημειώθηκαν διαφορές μεταξύ των ομάδων στη συνολική αύξ
για την απόσταση:

1. Το ολικό μήκος του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος (**M_1-Fmag**) κατά τη χρονική στιγμή
παρουσιάζεται στατιστικώς σημαντικά αυξημένο ($P<0.05$) σε όλες τις ομάδες που έχουν υποσ
κάποια επέμβαση σε σχέση με την ομάδα ελέγχου με τα χειρουργημένα στο ζυγωματικό οσ
πειραματόζωα να προηγούνται σε αύξηση και από τα εικονικώς χειρουργημένα.. Επίσης αυξημ
($P<0.05$) κατά τη δεύτερη ακτινογράφηση (T_1) παρουσιάζεται και η απόσταση **M_2-Fmag**
εμπεριέχεται στο ολικό μήκος.

2. Όλα τα πειραματόζωα που έχουν υποστεί κάποιου είδους χειρουργική επέμβαση παρουσιάζ
μεγαλύτερη αύξηση από την ομάδα ελέγχου στο μήκος του ζυγωματικού τόξου στην δεξιά πλευρά
B) και μόνο για την χρονική στιγμή T_1. Αντίθετα στην αριστερή πλευρά (**A'-B'**) η επίδραση
τομών συνεχίζεται και μέχρι τη χρονική στιγμή T_2.

ΛΑΓΙΑ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑ

ΙΗΚΟΣ

1. Το μήκος του ρινικού οστού **(Nant-N)** παρουσιάζει συνολική αύξηση διαφορετική σε βαθμό τατιστικά σημαντικό μεταξύ των ομάδων. Η αύξηση του μήκους του ρινικού οστού εμφανίζεται γαλύτερη στα εικονικώς χειρουργημένα πειραματόζωα από τα χειρουργημένα αμφοτερόπλευρα και ιν ομάδα ελέγχου σε βαθμό στατιστικά σημαντικό ($P<0.05$).

2. Στις μετρήσεις που σχετίζονται με το συνολικό μήκος του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος την πλάγια ακτινογραφία (ολικό άνω, ολικό μέσο, ολικό κάτω μήκος), αν και δεν παρατηρείται τατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όπως συμβαίνει στην ακτινογραφία βάσης του ανίου, η σύγκριση των δυναμικών αύξησης παρουσιάζει τις ίδιες τάσεις. Όλες οι ομάδες που έχουν τοστεί κάποιο είδος επέμβασης εμφανίζουν μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης από την ομάδα ελέγχου.

ΨΟΣ

Οσον αφορά το ύψος στατιστικώς σημαντική διαφορά και για τις δύο χρονικές στιγμές ιφανίζεται στην απόσταση:

1. **(UIli-N_1)** Το πρόσθιο ύψος του σπλαγχνικού κρανίου εμφανίζεται αυξημένο στα ετερόπλευρα ιρουργημένα απ' ότι στις άλλες τρεις ομάδες ($P<0.01$).

Κατά το δεύτερο χρόνο μόνο παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά στην απόσταση:

2. **(Nant-UIlab)** Το πρόσθιο ύψος του ρύγχους παρουσιάζει μεγαλύτερη αύξηση στα δεξιά ιρουργημένα και στα εικονικώς χειρουργημένα πειραματόζωα από αυτή που παρατηρείται στα ιφοτερόπλευρα χειρουργημένα και στην ομάδα ελέγχου ($P<0.05$).

ΣΤ. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο σύνδρομο κρανιοπροσωπικής δυσόστωσης ή σύνδρομο Treacher Collins, η κληρονομ
υποπλασία ή έλλειψη του ζυγωματικού τόξου επιδρά στην μορφολογία του προσώπου και είναι α
που προκαλεί την μείωση στην εγκάρσια διάστασή του. Επίσης στις έρευνες που έχουν γίνει σχετ
με την ορθοπεδική διεύρυνση της υπερώας, οπως πρώτος παρατήρησε ο Wertz (Wertz 1968, 19
Wertz και Dreskin 1977)[144-146] και στη συνέχεια και άλλοι ερευνητές, (Baer και Nanda 1976, Pav
και Vukicevic 1984)[7,96] παρατηρείται αντίσταση κατά τη διάνοιξη της μέσης υπερώϊας ραφής, η οπ
δεν οφείλεται στη ίδια τη ραφή αλλά αποδίδεται σε γειτονικές δομές όπως είναι το σφηνοειδές οστ
και το ζυγωματικό τόξο. Εάν το ζυγωματικό τόξο αποτελεί πηγή αντίστασης κατά την διεύρυνση
άνω γνάθου, με μηχανικά μέσα, είναι εύλογο να υποθέσει κανείς ότι η ίδια δομή μπορεί να ελέγχει
φυσιολογική αύξηση του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος τόσο κατά το προσθιοπίσθιο όσο και κ
το εγκάρσιο επίπεδο. Με τον προβληματισμό αυτό σχεδιάσθηκε το πείραμα της παρούσης εργασ
σκοπός της οποίας ήταν να διερευνηθεί και να εκτιμηθεί ο πιθανός ρόλος του ζυγωματικού τόξου σ
αύξηση του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος.

Το ιδανικό γι'αυτή την έρευνα θα ήταν να χρησιμοποιηθούν ανώτερα θηλαστικά εξαιτίας
στενής σχέσης αναλογίας της κεφαλής τους με αυτή του ανθρώπου. Τα πειραματόζωα όμως,
υπήρχε η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν για τους λόγους που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο V, ή
επίμυες (Wistar rats) η ανατομία της κεφαλής των οποίων τα καθιστά κατάλληλο είδος σε έρευνες
αφορούν την αύξηση του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος. Στο πείραμά μας μελετήθ
ακτινογραφικά η αύξηση του εγκεφαλικού και σπλαγχνικού κρανίου όσον αφορά το εύρος, το μή
και το ύψος σε επίμυς από την ηλικία των 30 ημερών έως την ηλικία των 90 ημερών. Οι τέσσερ
ομάδες επιμυών που δημιουργήθηκαν ήταν οι εξής: ομάδα μαρτύρων (Εικ.15), ομάδα εικονικ
χειρουργημένων ζώων, ομάδα ετερόπλευρα χειρουργημένων ζώων (Εικ.16) και ομά
αμφοτερόπλευρα χειρουργημένων ζώων (Εικ 17). Η ακτινογράφηση περιελάμβανε ακτινογραφία
βάσης του κρανίου και πλάγια ακτινογραφία (Εικ.18) για τους τρεις χρόνους του πειράματος.
σημαντικότατες ανατομικές διαφορές των επιμυών Wistar από τον άνθρωπο καθιστούν τα ευρήμ
απλώς ενδεικτικά και επιβάλλουν αρκετή επιφυλακτικότητα στην αξιολόγησή τους. (Moss 19
Lane- Petter 1976, Park και Nowosielski-Slepowron 1985)[57,77,95] Επίσης σε παρόμοιες έρευνες για

τίδραση του ζυγωματικού τόξου στην αύξηση του σκελετού έχουν χρησιμοποιηθεί διαφορετικά είδη
ειραματοζώων και έχει γίνει διερεύνηση διαφορετικών παραμέτρων. Η μεθοδολογία επίσης διαφέρει
τό μελέτη σε μελέτη με αποτέλεσμα να μπορούν να γίνουν μόνο έμμεσες συγκρίσεις με τη δική μας
γγασία.

Η διαφοροποίηση της παρούσης εργασίας από άλλες συναφείς πειραματικές μελέτες συνίσταται,
ρίως, στο ότι μελετήθηκαν οι επιδράσεις της εκτομής του τόξου και στις τρείς διαστάσεις του
όρου και στη δημιουργία ομάδας στην οποία έγινε χειρουργική επέμβαση χωρίς να γίνει αφαίρεση
μήματος του ζυγωματικού τόξου (εικονικώς χειρουργημένα πειραματόζωα, Sham-operated group)
σι ώστε να μελετηθεί και η πιθανή επίδραση της επέμβασης στα μαλακά μόρια στην τελική οστική
ξηση. Η προσοχή μας επικεντρώθηκε στη λήψη αξιόπιστων αποτελεσμάτων και δόθηκε ιδιαίτερη
φαση στις συνθήκες λήψης των ακτινογραφιών έτσι ώστε να είναι σταθερές και
αναλαμβανόμενες με ακρίβεια καθώς και στη διαδικασία μέτρησης των αποστάσεων έτσι ώστε τα
οτελέσματα να είναι απολύτως συγκρίσιμα.

Ο συνολικός σχεδιασμός της εργασίας δεν θα μπορούσε να μη στηριχτεί σε προγενέστερες
λέτες. Ετσι, ακριβώς επειδή η περιοχή των ραφών είναι μια περιοχή αύξησης πολυπαραγοντικής
τιολογίας και πιθανόν όχι ακριβούς επιστημονικής τεκμηρίωσης, επιλέξαμε την τομή του
γωματικού οστού στο μέσο του και μακριά από τις ραφές, έτσι ώστε να μετρηθεί η αμιγής επίδρασή
υ στην αύξηση του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος. Μια από τις πρώτες μελέτες στο θέμα της
ίδρασης του ζυγωματικού οστού και των ραφών της περιοχής στην αύξηση ήταν και των Zoller και
skin (1969)[152] η οποία επηρέασε καθοριστικά το θέμα της επιλογής του σημείου εκτομής του
γωματικού στη δική μας μελέτη. Οι παραπάνω ερευνητές σε πειράματά τους με χοιρίδια
οσπάθησαν να διευκρινίσουν εάν η αύξηση στην περιοχή της ζυγωματογναθιαίας ραφής οφείλεται
πρωτογενές αυξητικό δυναμικό ή είναι δευτερογενής και εξαρτάται από την ανάπτυξη και τη
ιτουργία γειτονικών δομών όπως ο εγκέφαλος, οι οφθαλμικοί βολβοί, οι συγχονδρώσεις της βάσης
ο κρανίου, το ρινικό διάφραγμα και οι λειτουργίες των μαλακών ιστών. Σκοπός της εργασίας τους
ιν να ελαχιστοποιήσουν την επίδραση των εξωτερικών δυνάμεων στη ραφή και αυτό επιτεύχθηκε
εκτομή τμήματος του ζυγωματικού τόξου κοντά στη ραφή και επικάλυψη των ελεύθερων οστικών
ρων έτσι ώστε να διακοπεί η οστική συνέχεια και να μην είναι δυνατή η επαναπρόσφυση μυών και
ιτονιών. Η επιλογή της ζυγωματογναθιαίας ραφής έγινε λόγω του ιδιαίτερα υψηλού αυξητικού
θμού που παρατηρείται στην περιοχή και διότι εθεωρείτο από προγενέστερους ερευνητές ως ένα
ωτογενές πεδίο αύξησης. Επίσης είναι μία περιοχή με εύκολη πρόσβαση για χειρουργική επέμβαση

και μπορεί να απομονωθεί από την επίδραση του υπόλοιπου αυξανόμενου κρανίου. Κατά χειρουργική επέμβαση στην δεξιά πλευρά των χοιριδίων στην Ιη ομάδα αφαιρέθηκε τμήμα ζυγωματικού τόξου εύρους 1 cm πίσω από τη ραφή, στην ΙΙη ομάδα έγινε η αφαίρεση του οστού τοποθετήθηκε επικάλυμμα στο οπίσθιο ελεύθερο σκέλος του τόξου, ενώ στην ΙΙΙη ομάδα επικάλυμμα τοποθετήθηκε στο πρόσθιο σκέλος. Σε όλα τα ζώα τοποθετήθηκαν εμφυτεύμ αμαλγάματος εκατέρωθεν της ραφής στη δεξιά καθώς και στην αριστερή πλευρά του ζώου η οπ χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας. Η απλή αφαίρεση ζυγωματικού τόξου στην Ιη ομάδα προκάλ ελάττωση της αύξησης κατά 30,9% ενώ όταν γινόταν επικάλυψη του οπισθίου σκέλους η μείωση ή 55,9%. Στην επικάλυψη του προσθίου σκέλους η μείωση έφθασε το 87,5%. Ασυμμετρίες παρατηρήθηκαν στην αύξηση μεταξύ δεξιάς και αριστερής πλευράς. Στην αλληλεπίθεση ακτινογραφιών τα εμφυτεύματα αμαλγάματος φαίνεται ότι μετακινούνται προς τα εμπρός και πλά σε σχέση με τη βάση του κρανίου. Στις περιπτώσεις με ελάχιστη αύξηση στην πλευρά του πειράμ το οπίσθιο εμφύτευμα που ήταν πάνω στο τόξο μετακινείτο προς τα εμπρός με ταχύτερο ρυθμό απ αντίστοιχο στην πλευρά ελέγχου δίνοντας την εντύπωση ότι συμπαρασύρεται από την αύξηση της γνάθου. Σε ιστολογικά παρασκευάσματα διαπιστώθηκε η ζωτικότητα της ραφής σε όλα τα χοιρίδια η συνέχεια του τόξου αποκαταστάθηκε με συνδετικό ιστό στην Ιη ομάδα. Τα αποτελέσματα αυτής έρευνας υποστηρίζουν την θεωρία ότι στις ραφές συμβαίνει προσαρμοστική αύξηση και πρωτογενής, αυτόνομη αύξηση. Εάν οι ραφές αποτελούσαν αυτόνομα αυξητικά κέντρα τότε ο ρυθ αύξησης τους θα έπρεπε να μοιάζει με αυτόν των χονδρογενών επιφύσεων των μακρών οστών κα μην επηρεάζεται από τον αποχωρισμό από το υπόλοιπο κρανίο. Στην Ιη ομάδα η επανένωση οστικών άκρων με συνδετικό ιστό πιθανόν οδήγησε σε ενεργοποίηση των φυσιολογικών δυνάμ που επιδρούν στην αύξηση και γι'αυτό η μεταβολή ήταν μικρή. Το τελικό συμπέρασμα που προκύ είναι ότι αν και οι ραφές έχουν ένα μικρό αυξητικό δυναμικό όπως κάθε ινώδης συνδετικός ιστός δυναμικό αυτό επαυξάνεται από τάσεις που προέρχονται από την αύξηση γειτονικών δομών. Ο ρό των ραφών του κρανίου στην αύξηση είναι αντισταθμιστικός και όχι πρωτογενής όπως απέδειξαν άλλοι ερευνητές. (Moss 1957, 1962, 1972a, 1972c, 1977, 1983, Moss και Feliciano 1977, Moss Salentijn 1979, Zoller και Laskin 1969)[76,78,81,83,85,86,87,89,152]

Εύρος

Οσον αφορά στο εύρος, τα αποτελέσματά μας δείχνουν ότι η εκτομή του ζυγωματικού τό επηρεάζει το εύρος, σε μια περιορισμένη σχετικά περιοχή γύρω από την πρόσθια ρίζα

υγκεκριμένα, για την οπίσθια ρίζα του ζυγωματικού οστού δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς ημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων. Στην πρόσθια ρίζα όμως του ζυγωματικού οστού, τα ειρουργημένα ετερόπλευρα και αμφοτερόπλευρα πειραματόζωα, και για τους δύο χρόνους (T_1, T_2) ιρουσίασαν στατιστικά σημαντική αύξηση στο εύρος (απόσταση A-A΄, A-M_2) (Πίνακας 3, ιάγραμμα 7,8) και μη στατιστικά σημαντική αύξηση για την απόσταση A΄-M_2. Το αποτέλεσμα αυτό είχνει ότι το ζυγωματικό οστό επιδρά εκτός από το μήκος και στο εύρος τουλάχιστον της πρόσθιας ζας του ζυγωματικού τόξου επιβεβαιώνοντας προηγούμενες αναφορές ότι η αντίσταση που ιρατηρείται κατά τη διάνοιξη της μέσης υπερώϊας ραφής αποδίδεται κατά ένα μέρος στο ζυγωματικό όξο. (Wertz 1968,1970, Wertz και Dreskin 1977, Baer και Nanda 1976, Pavlin και Vukicevic 984)[144-146,7,96] Ετσι μπορούμε να πούμε ότι το ζυγωματικό τόξο αποτελεί μια πηγή αντίστασης κατά ην διεύρυνση της άνω γνάθου με ορθοδοντικά μηχανήματα. Σύμφωνα με τα προηγούμενα στα ειραματόζωα που έχει γίνει εκτομή του οστού, η αναχαίτιση που προκαλεί το ζυγωματικό τόξο στην όξηση κατά το εύρος εκλείπει και επιτρέπεται ανεμπόδιστα η περαιτέρω ανάπτυξη προς την ντίστοιχη πλευρά. Αντίθετα ο Umemura (1989)[139]και οι Campo και συν (1995)[23] είχαν υποστηρίξει ι η τομή του ζυγωματικού έχει σαν αποτέλεσμα μικρότερη αύξηση στο εύρος της χειρουργημένης .ευράς.

ήκος

Το σπουδαιότερο ίσως εύρημα που καταδεικνύεται από την παρούσα μελέτη αφορά το μήκος του ανιοπροσωπικού συμπλέγματος και τη σχέση του με το ζυγωματικό τόξο. Συγκεκριμένα, τα μφοτερόπλευρα και τα ετερόπλευρα χειρουργημένα πειραματόζωα παρουσίασαν στατιστικώς μαντικά μεγαλύτερη αύξηση στο ολικό μήκος του συμπλέγματος στην ακτινογραφία βάσεως του ανίου κατά την δεύτερη μόνο ακτινογράφηση (απόσταση M_1-Fmag και M_2-Fmag) (Πίνακας 3, αγράμματα 24, 26) ενώ στο τέλος του πειράματος (χρόνος T_2) οι διαφορές μπορεί να μην είναι ατιστικά σημαντικές, όμως διατηρούνται οι ίδιες τάσεις. Μεγαλύτερη αύξηση επίσης παρατηρείται ι τα χειρουργημένα γενικά πειραματόζωα μεταξύ της πρόσθιας και της οπίσθιας ρίζας του γωματικού τόξου (απόσταση A'-B') (Πίνακας 3, Διάγραμμα 28) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου και ους δύο χρόνους (T_1 και T_2). Αυτό που παρατηρούμε για τη συγκεκριμένη απόσταση είναι ότι η ίδραση της τομής στα μαλακά μόρια (ομάδα 2) έχει εξίσου σημαντική επίδραση (ευνοεί την ξηση). Έχει άλλωστε παρατηρηθεί σε άτομα με ετερόπλευρη παράλυση του προσώπου συγγενούς άλλης αιτιολογίας μεγαλύτερη αύξηση στην προσβεβλημένη πλευρά απ'ότι στην υγιή. Αυτό το

φαινόμενο είναι αποτέλεσμα των ανενεργών μυών οι οποίοι δεν δρούν πλέον ανταγωνιστικά α
αυξητικές δυνάμεις.(Campo και συν (1995)[23] Είναι λογικό και αναμενόμενο ότι μυικές δεσμίδες σ
περιοχή μπορεί να ασκούσαν περιοριστική δράση μέχρι την τομή τους. Η επίδραση αυτή ει
σημαντική για το περιορισμένο τμήμα μεταξύ πρόσθιας και οπίσθιας ρίζας, ενώ εξασθενεί και γίνε
ουδέτερη για μεγαλύτερο τμήμα όπως αυτό που περιγράψαμε προηγουμένως (απόσταση M_1-Fmag
M_2-Fmag). Οι ίδιες τάσεις παρατηρούνται και στην αριστερή πλευρά (απόσταση A-B) μόνο για
χρόνο T_1. Αυτό σημαίνει ότι στην αριστερή πλευρά όπου γίνεται τομή (ζυγωματικό και μαλακά μόρ
μόνο στην ομάδα 4 η επίδραση της τομής μαλακών μορίων της αντίθετης πλευράς έχει επίδρ
περιορισμένη χρονικά.

Επίσης, στην πλάγια ακτινογραφία, στις μετρήσεις που αφορούν στο ολικό μήκος (Nant-B
UILab-Moc, UILi-Oc) (Πίνακας 4, Διαγράμματα 40-42) αν και δεν παρατηρείται στατιστι
σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όπως συμβαίνει στην ακτινογραφία βάσης του κρανίου
σύγκριση των δυναμικών αύξησης παρουσιάζει τις ίδιες τάσεις. Συμπερασματικά για το μή
μπορούμε να πούμε ότι η τομή του ζυγωματικού τόξου ευνοεί την αύξηση, ενισχύοντας την άποψη
το ακέραιο ζυγωματικό τόξο ίσως αποτελεί περιοριστικό παράγοντα στην προσθιοπίσθια αύξηση
κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος. Στην προσιτή σε μας βιβλιογραφία, το βασικό αυτό εύρ
επιβεβαιώνει τρεις προηγούμενες αναφορές.

Συγκεκριμένα, το 1977 οι Jacobs και Kronmann (1977)[50] δημοσίευσαν εργασία όπου γινό
εκτομή τμήματος του ζυγωματικού τόξου σε επίμυες, προκειμένου να εκτιμηθεί ο ρόλος
ζυγωματικού τόξου στην κρανιοπροσωπική αύξηση κατά το προσθιοπίσθιο επίπεδο.
πειραματόζωα, τα οποία ήταν σε ηλικία 30 ημερών στην αρχή του πειράματος, χωρίζονταν σε τέσε
ομάδες: αυτά στα οποία γινόταν εκτομή και απομάκρυνση τμήματος του ζυγωματικού τόξου α
δεξιά πλευρά, αυτά στα οποία η επέμβαση γινόταν στην αριστερή πλευρά, τα αμφοτερόπλε
χειρουργημένα και οι μάρτυρες. Πριν και μετά την επέμβαση καθώς επίσης 4 και 12 εβδομά
αργότερα, λαμβάνονταν ακτινογραφίες βάσεως του κρανίου σε ειδικό κεφαλοστάτη. Σε κ
ιχνογράφημα χαράσσονταν ευθεία μεταξύ των κεντρικών τομέων και του ινιακού τρήματος και,
συνέχεια, φέρονταν κάθετες σε αυτή την ευθεία στο επίπεδο της αδαμαντινοοδοντινικής ένωσης
τομέων, στην πρόσθια και την οπίσθια ρίζα του ζυγωματικού τόξου και στο επίπεδο του ινιο
τρήματος. Ετσι προσδιορίσθηκαν τρείς ζώνες κατά το προσθιοπίσθιο επίπεδο: η πρόσθια, η μεσαία
η οπίσθια και κατ' αυτόν τον τρόπο έγινε σύγκριση της αύξηση μεταξύ δεξιάς και αριστερής πλευ
των πειραματοζώων και όχι μελέτη της συνολικής αύξησης στο μήκος του συμπλέγματος

γκριση της αρχικής με την τελική ακτινογραφία, στην πρόσθια ζώνη, δεν παρατηρήθηκε ιτιστικώς σημαντική διαφορά στην αύξηση μεταξύ των ομάδων. Στην εκτίμηση της αύξησης στη σαία ζώνη φάνηκε ότι στα ετερόπλευρα χειρουργημένα πειραματόζωα η αύξηση μεταξύ της όσθιας και της οπίσθιας ρίζας του τόξου ήταν μεγαλύτερη στη χειρουργημένη πλευρά από την κτη πλευρά. Η διαφορά αυτή ήταν αρκετά μεγάλη και φανερή ακόμα και με απλή επισκόπηση των ινογραφιών πριν γίνουν οι μετρήσεις. Στην οπίσθια ζώνη εμφανίσθηκε μια αντισταθμιστική αβολή στις ομάδες των ετερόπλευρα χειρουργημένων ζώων, έτσι η άθικτη πλευρά έδειξε αλύτερο μέσο όρο αύξησης από την χειρουργημένη. Βασικό συμπέρασμα των Jacobs Kronman 77)[50] ήταν ότι η μεγαλύτερη αύξηση στο μήκος του τόξου που παρουσιάζεται στη χειρουργημένη υρά φαίνεται ότι οφείλεται σε προς τα πίσω μετατόπιση της οπίσθιας ρίζας του ζυγωματικού ου. Αυτό σύμφωνα με τους ερευνητές είναι πιθανόν αποτέλεσμα της φυσιολογικής αυξητικής είας χωρίς τους περιορισμούς που επιφέρει το άθικτο ζυγωματικό τόξο και μπορεί να σχετίζεται με λειτουργία του μασητήρα. Στη δική μας εργασία οι μετρήσεις που αφορούν στο μήκος είναι για αριστερή πλευρά η απόσταση (A-B) και για την δεξιά πλευρά η απόσταση (A'-B'). Οι στάσεις αυτές αντιστοιχούν στο μήκος του αριστερού και του δεξιού ζυγωματικού τόξου και πίπτουν με την μεσαία ζώνη αύξησης των Jacobs και Kronman. Όπως προαναφέρθηκε η σταση (A'-B') (Πίνακας 3,Διάγραμμα 28) που βρίσκεται στη δεξιά πλευρά εμφανίζει στατιστικώς αλύτερη αύξηση σε όλα τα χειρουργημένα πειραματόζωα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου και υς δύο χρόνους (T_1, T_2) ενώ η απόσταση (A-B) (Πίνακας 3, Διάγραμμα 27) στην αριστερή πλευρά λουθεί τις ίδιες τάσεις με τη διαφορά να είναι στατιστικά σημαντική για τον χρόνο T_1. Τα τελέσματα της παρούσας εργασίας επιβεβαιώνουν λοιπόν το εύρημα των Jacobs και Kronman ν αφορά την τοπική αύξηση στο μήκος του ζυγωματικού τόξου.

Επίσης ο Umemura (1989)[139] αναφέρει αφαίρεση του δεξιού ζυγωματικού τόξου σε ποντίκια 30 ρών με σκοπό την μελέτη της επίδρασης του τόξου στην αύξηση των οστών του νιοπροσωπικού συμπλέγματος. Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 128 αρουραίοι εκ των οποίων οι υπέστησαν αφαίρεση 10mm οστού από το δεξί ζυγωματικό τόξο, στους 42 έγινε τομή των ακών μορίων χωρίς αφαίρεση του οστού και 35 ήταν οι μάρτυρες της δοκιμασίας. Τα ζώα ιάσθηκαν από την ηλικία των 60 εως 120 ημέρες. Στην πλάγια κεφαλομετρική ακτινογραφία η φηνοειδής συγχόνδρωση (S) ορίσθηκε ως το σημείο 0 και υπολογίσθηκε η απόσταση από το είο 0 μέχρι το ινιακό τρήμα (Βα). Βρέθηκε ότι η αφαίρεση του ζυγωματικού τόξου δεν είχε σχεδόν ιά επίδραση στην αύξηση όσον αφορά τα συγκεκριμένα σημεία. Παρόμοια αποτελέσματα είχαμε

και στη δική μας μελέτη όπου στην πλάγια ακτινογραφία δεν παρατηρήθηκαν στο μήκος στατισ
σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Στην ακτινογραφία βάσεως του κρανίου όμως
υπολογίσθηκε η απόσταση από το ινιακό οστούν μέχρι τον άνω κεντρικό τομέα, βρέθηκε
αφαίρεση του τόξου προκάλεσε αύξηση του μήκους και καταστολή της αύξησης του εύρους
περιοχή του ζυγωματικού τόξου. Τα δικά μας ευρήματα όσον αφορά το μήκος του κρανιοπροσω
συμπλέγματος συμφωνούν με τα ευρήματα του Umemura (1989)[139] και ενισχύουν την άποψη ό
ζυγωματικό τόξο δρά σαν κατασταλτικός παράγοντας στην προσθιοπίσθια αύξηση
κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος.

Περιοριστική επίδραση του ζυγωματικού τόξου στην αύξηση του μήκους του κρανιοπροσω
συμπλέγματος έχει επίσης αναφερθεί από τους Campo και συν (1995)[23]. Οι συγκεκριμένοι ερευν
ασχολούνται στο Μεξικό με την χειρουργική αποκατάσταση κρανιοπροσωπικών ανωμαλιών
αντιμετωπίζουν αρκετές περιπτώσεις του συνδρόμου Treacher Collins. Στο σύνδρομο
παρατηρούνται ανωμαλίες στη μορφολογία του πτερυγίου του ωτός, των βλεφάρων, της μύτης
παρειών του στόματος και της υπερώας σαν αποτέλεσμα των αμφοτερόπλευρων σχιστιών στο π
και στο δεύτερο βραγχιακό τόξο. Σε σοβαρές περιπτώσεις του συνδρόμου το ζυγωματικό τόξ
υπάρχει και έτσι το πρόσωπο παρουσιάζει ένα υπερβολικά κυρτό προφίλ και ελαττωμένη εγκ
διάτομή. Με ανθρωπομετρικές και κεφαλομετρικές μετρήσεις οι ερευνητές μελέτησαν τις αυξη
μεταβολές στα άτομα με το σύνδρομο και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η προς τα εμπρός αύ
της άνω γνάθου ήταν πιο μεγάλη από το φυσιολογικό μέσο όρο. Βασιζόμενοι σε αυτά τα ευρή
και με την υπόθεση ότι η έλλειψη συνεχείας του τόξου μπορεί να συσχετίζεται με τις διαφοροποι
στην αύξηση κατά το προσθιοπίσθιο επίπεδο του κρανίου των ατόμων με το σύνδρομο, μελέτησ
επιπτώσεις της χειρουργικής αφαίρεσης του τόξου στην αύξηση πειραματοζώων. Τα πειράματα έ
με τρείς ομάδες επίμυων Wistar: την ομάδα των μαρτύρων, την ομάδα όπου έγινε αφαίρεσ
αριστερού ζυγωματικού τόξου και την ομάδα όπου έγινε αφαίρεση του τόξου αμφοτερόπλ
Μετρήσεις σε ξηρά κρανία και κεφαλομετρικές ακτινογραφίες έδειξαν αυξημένη προβολή του μ
του προσώπου και μειωμένη αύξηση του εύρους του στην πλευρά της εκτομής. Από τα αποτελέσ
του πειράματος συνάγεται το συμπέρασμα ότι το ζυγωματικό τόξο δρα σαν "ρυθμιστής"
μορφολογία του προσώπου κάτι που επιβεβαιώνεται απόλυτα και από τη δική μας μελέτη.

ος

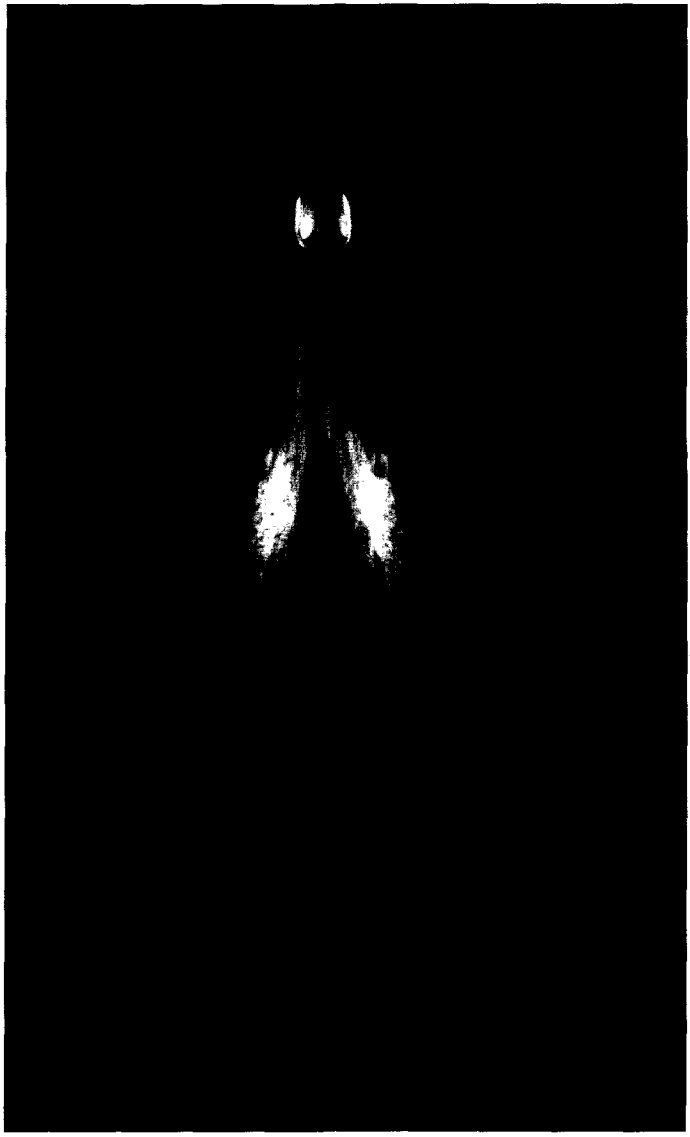
Η εκτομή του ζυγωματικού φαίνεται ότι τελικά επηρεάζει και τις τρεις διαστάσεις του χώρου. ιτό είναι λογικό και αναμενόμενο από τη στιγμή που όλα τα στοιχεία που απαρτίζουν το ανιοπροσωπικό σύμπλεγμα, μαλακά και σκληρά μόρια, είναι συνδεδεμένα στενά μεταξύ τους. Στην άγια ακτινογραφία παρατηρήθηκε στα ετερόπλευρα χειρουργημένα στατιστικώς σημαντικά γαλύτερη αύξηση, και για τις δύο χρονικές στιγμές T1 και T2, στο πρόσθιο ύψος του σπλαγχνικού ανίου (απόσταση Uili-N_1, Πίνακας 4, Διάγραμμα 32). Επίσης το πρόσθιο ύψος του ρύγχους, κατά ν τρίτο χρόνο T_2, παρουσιάζει μεγαλύτερη αύξηση στα εικονικώς και τα ετερόπλυρα χειρουργημένα τόσταση Nant-Uilab, Πίνακας 4,Διάγραμμα 31) Το ύψος στην περιοχή της πρόσθιας ρίζας του ωματικού οστού όπως φαίνεται στην πλάγια ακτινογραφία (απόσταση UM-N, Πίνακας 4, γραμμα 33) εμφανίζεται επίσης αυξημένο στα χειρουργημένα στο ζυγωματικό πειραματόζωα ρίς όμως η διαφορά μεταξύ των ομάδων να είναι στατιστικά σημαντική. Αυτό δείχνει ότι μετά την τομή του ενός ή και των δύο ζυγωματικών τόξων ο μασητήρας έλκει την πρόσθια ρίζα του τόξου ος τα έξω και κάτω. Αυτό ενισχύεται και από την στερεολογική ανάλυση που έγινε στην χιτεκτονική δομή του ζυγωματικού οστού σε χοίρους και έδειξε ότι ο προσανατολισμός των κίδων ήταν διαφορετικός σε κάθε μοίρα του οστού. Στην πρόσθια περιοχή του τόξου όπου υπάρχει πίδραση του μασητήρα μύ, οι δοκίδες ήταν κάθετες προς το μασητικό επίπεδο ενώ στην οπίσθια ρα οι δοκίδες είχαν προσανατολισμό προς τα πλάγια και έσω.(Teng και συν. 1997)[134] Είναι γνωστό οι δοκίδες στο οστό διατάσσονται με φορά που να ανθίστανται στις δυνάμεις.(Enlow 1990)[29] Η δραση του μασητήρα έχει διεξοδικά περιγραφεί από τους Hylander και Johnson (1997)[49] οι οποίοι έτησαν in vivo τις τάσεις που αναπτύσσονται κατά μήκος του ζυγωματικού τόξου σε πιθήκους ους macaca και τη σημασία τους για την ερμηνεία της διαμόρφωσης του κρανιοπροσωπικού πλέγματος σε σχέση με τη λειτουργία. Οι ερευνητές παρατήρησαν απότομη και βαθμιαία αβολή των τιμών των τάσεων κατά μήκος του τόξου. Οι υψηλότερες τιμές καταγράφονται στην σθια περιοχή του τόξου όπου προσφύεται ο μασητήρας μυς, μέσες τιμές εμφανίζονται στο μεσαίο μα του και οι χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται στην οπίσθια μοίρα του τόξου. Οι παρατηρήσεις ές για τις διαφορετικές τιμές των τάσεων που αναπτύσσονται σε γειτονικά σημεία του ωματικού τόξου συμφωνούν με άλλες εργασία των ίδιων συγγραφέων (Hylander 1981, Hylander συν. 1991)[47,48] όπου φαίνεται ότι στο σύνολο του προσωπικού σκελετού οι δυνάμεις που πτύσσονται κατά τις διάφορες λειτουργίες (π.χ. μάσηση) είναι πολύ διαφορετικές από το ένα

σημείο του προσώπου στο άλλο. Σύμφωνα με τα προηγούμενα, είναι δύσκολο να ισχυρισθεί κανεί
ο γναθοπροσωπικός σκελετός των θηλαστικών είναι διαμορφωμένος αποκλειστικά κατά τέτοιο τρ
έτσι ώστε να αντιμετωπίζει και να διαχέει τις μασητικές δυνάμεις, διότι, αν αυτό συνέβαινε
γειτονικά σημεία του ίδιου οστού θα έπρεπε οι αναπτυσσόμενες δυνάμεις να είναι παρόμ
Φαίνεται ότι σε περιοχές όπου εξασκούνται χαμηλές τάσεις, η ποσότητα της οστικής μ
καθορίζεται από παράγοντες που δεν έχουν σχέση με την "λειτουργική αναδιαμόρφωση" του οσ
Στη παρούσα μελέτη η αύξηση στο εύρος στην περιοχή της προσθίας ρίζας του τόξου (απόστασ
Α΄) για τα χειρουργημένα στο ζυγωματικό πειραματόζωα όπως έχει αναφερθεί στην προηγού
παράγραφο, μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός που περιγράφουν οι Hylander και Johnson, γι
αυξημένες τάσεις που παρατήρησαν στο πρόσθιο τμήμα του ζυγωματικού τόξου και που απέδω
στην επίδραση της έκφυσης του μασητήρα μύ.

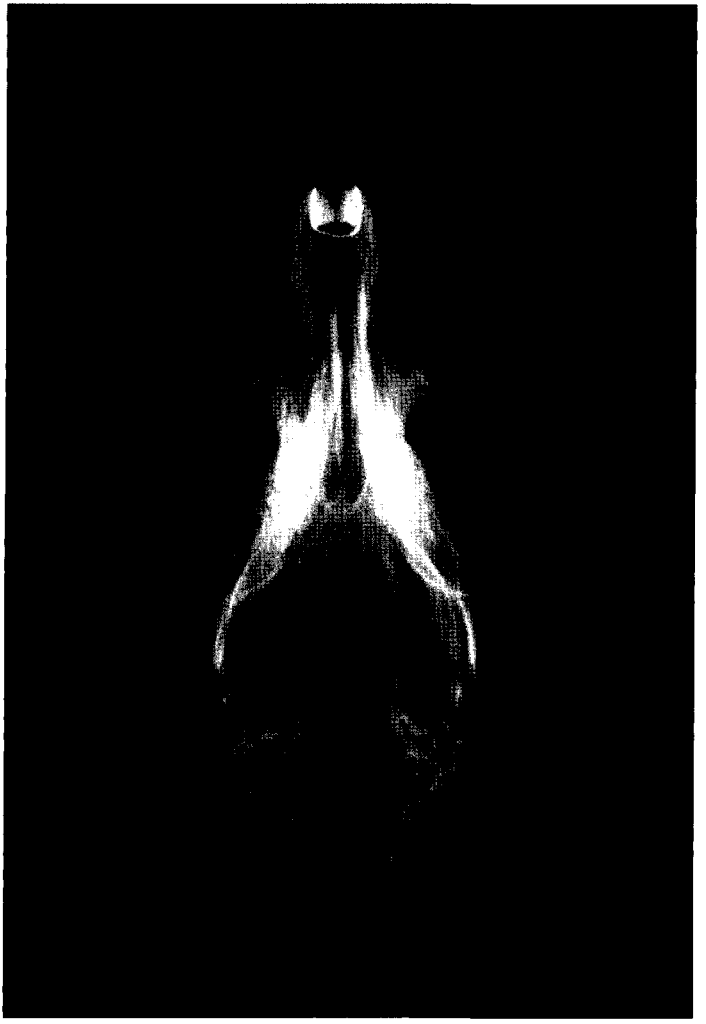
Οσον αφορά στην επίδραση του χρόνου κατά τη διάρκεια του πειράματος, σε ορισμ
αυξητικές μεταβολές που παρατηρήθηκαν στην παρούσα διατριβή, εμφανίζονται στατιστ
σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων, κατά την δεύτερη (χρόνος T_1) μόνο ακτινογράφησ
οποίες στη συνέχεια απαλείφονται (χρόνος T_2). Φαίνεται ότι η επίδραση του εξωγενούς παράγ
επηρεάζει τοπικά την αύξηση για περιορισμένο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια επέρχ
εξισορρόπηση και η επίδραση της επέμβασης εξασθενεί. Πιθανόν οι αντισταθμιστικές μεταβολέ
αύξησης των οστών που προαναφέρθηκαν να είναι υπεύθυνες για το τελικό αποτέλεσμα. Α
ακριβώς φαίνεται να επιβεβαιώνει προηγούμενη αναφορά των Thimaporn και συν.(1990)[135] πο
πείραμά τους σε ινδικά χοιρίδια δύο εβδομάδων προκαλώντας ετερόπλευρα ακινητοποίηση με
του ζυγωματικού τόξου και της άνω γνάθου με κυανοκακρυλικό συγκολλητικό παράγοντα μελέτ
την επίδραση της πρόωρης συνένωσης της ζυγωματογναθιαίας ραφής στην αύξηση του ρινογναθ
συμπλέγματος. Η επίδραση της πρώιμης συνένωσης μελετήθηκε με τη χρήση οστικών εμφυτευμ
σε κεφαλομετρικές ακτινογραφίες και ιστολογικά παρασκευάσματα. Από τα αποτελέσματα
μετρήσεων στις ακτινογραφίες φαίνεται ότι η ετερόπλευρη ακινητοποίηση αναχαιτίζει την προ
εμπρός και κάτω μετατόπιση του αντίστοιχου ημιμορίου της άνω γνάθου και του ζυγωματικού ο
και παρατηρείται ασυμμετρία στην αύξηση μεταξύ της πλευράς με την πρόωρα συνοστεωμένη μ
και της φυσιολογικής. Παρ΄ όλα αυτά δεν ανιχνεύεται ασυμμετρία στο κρανιοπροσωπικό σύμπλ
ως σύνολο. Αυτό οφείλεται, σύμφωνα με τις ιστολογικές παρατηρήσεις των ερευνητών
επανορθωτικές μεταβολές που αφορούν σε περιοστική εναπόθεση οστού στην περιοχή σύνδεσης
πλευρά που έχει υποστεί τη συγκόλληση της ραφής και ταυτόχρονη περιοστική απορρόφηση ο

ό τα αντίστοιχα σημεία της άθικτης πλευράς. Φαίνεται δηλαδή ότι οι προσαρμοστικές μεταβολές ν οστών που πραγματοποιούνται μετά από πρώιμη σύμπτυξη της ζυγωματογναθιαίας ραφής τισταθμίζουν την αυξητική ασυμμετρία που μπορεί να επέλθει και έχουν σαν αποτέλεσμα την μμετρία του συνόλου του ρινογναθιαίου συμπλέγματος.

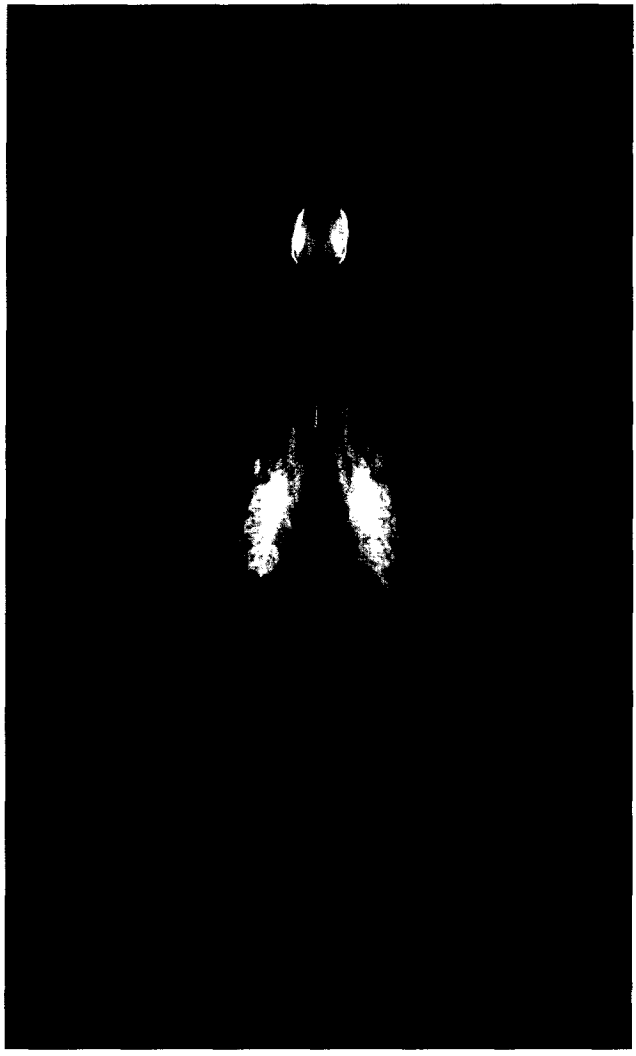
Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι, η παρούσα μελέτη επιβεβαιώνει την καθοριστική μασία του ζυγωματικού τόξου για την ανάπτυξη του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος. Βρίσκεται ένα κομβικό σημείο για την ανάπτυξη, συνδέεται με ραφές με άλλα οστά του κρανίου και οστηρίζει μύς και μαλακά μόρια του προσώπου. Ο ρόλος του εμφανίζεται να είναι καθαρά ημιστικός με μάλλον περιοριστική δράση. Πιθανόν συντονίζει την ανάπτυξη με άλλα σπουδαία για περιοχή οστά όπως η άνω γνάθος και το ρινικό οστό. Η περιοριστική του δράση μάλλον τουργεί ανταγωνιστικά ή επικουρικά κατά τη διάρκεια της Ορθοδοντικής θεραπείας που αφορά δίως την άνω γνάθο. Πιστεύουμε ότι λόγω της πολυπαραγοντικότητας που παρουσιάζουν παρόμοιες λέτες αλλά και λόγω έλλειψης ικανού αριθμού δεδομένων χρειάζεται περαιτέρω έρευνα που θα ιχειοθετήσει με μεγαλύτερη ακρίβεια το ρόλο του.



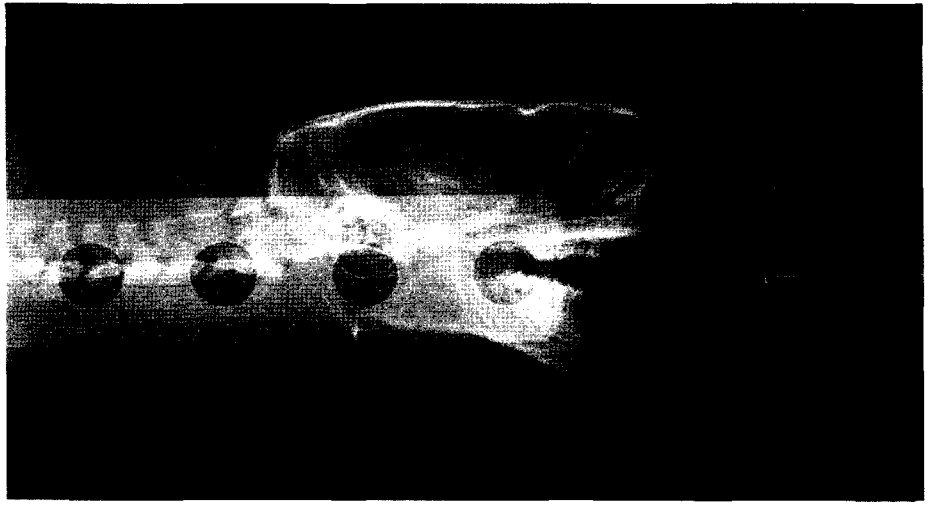
Εικ. 15. Τελική ακτινογραφία βάσεως του κρανίου πειραματοζώου μάρτυρα



Εικ.16. Τελική ακτινογραφία βάσεως του κρανίου πειραματοζώου που είχε υποστεί ετερόπλευρη εκτομή του ζυγωματικού τόξου.



Εικ. 17. Τελική ακτινογραφία βάσεως του κρανίου πειραματοζώου που είχε υποστεί αμφοτερόπλευρη εκτομή του ζυγωματικού τόξου.



Εικ. 18. Τελική πλάγια ακτινογραφία εικονικώς χειρουργηθέντος πειραματοζώου .

Ζ. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με τους περιορισμούς που μπορεί να έχουν οι μελέτες αυτού του είδους, προκύπτουν τα πιο κά συμπεράσματα:

1. Το ζυγωματικό τόξο φαίνεται ότι δρά ως περιοριστικός παράγοντας όσον αφορά την αύξηση εύρους στην περιοχή της ζυγωματικής απόφυσης της άνω γνάθου. Αυτό συμπεραίνεται διότι αφαίρεση μικρού τμήματος οστού από το ζυγωματικό τόξο επιδρά σημαντικά στην συνολική αύξη του εύρους στο πρόσθιο επίπεδο του τόξου. Το συνολικό πρόσθιο εύρος του τόξου παρουσιάζε αυξημένο στους επίμυες που έχουν υποστεί εκτομή οστού, ετερόπλευρα ή αμφοτερόπλευρα, σε σχέ με την εικονικώς χειρουργημένη ομάδα και την ομάδα των μαρτύρων.

2. Το πλέον πρόσθιο σημείο του προσθίου περιγράμματος της εσωτερικής επιφάνειας του αριστερ ζυγωματικού οστού κατά τις μεταβολές που επιφέρει η αύξηση, φαίνεται ότι απομακρύνεται από μέση γραμμή, περισσότερο στα αμφοτερόπλευρα χειρουργημένα πειραματόζωα από τα χειρουργημέ μόνο δεξιά και από την ομάδα ελέγχου.

3. Η ακεραιότητα του ζυγωματικού τόξου επιδρά περιοριστικά στην αύξηση του μήκους κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος όπως φαίνεται από το γεγονός ότι όλες οι ομάδες που είχαν υποσ κάποιου είδους χειρουργική επέμβαση παρουσιάζουν μεγαλύτερη αύξηση στο ολικό μήκος συμπλέγματος. Αυτό παρατηρείται κατά την δεύτερη μόνο ακτινογράφηση και όχι κατά την τελι γεγονός που υποδηλώνει ότι η επίδραση της επέμβασης επηρεάζει τοπικά την αύξηση περιορισμένο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια εξασθενεί. Η ίδια τάση εμφανίζεται και στην πλά ακτινογραφία του κρανίου.

4. Η χειρουργική επέμβαση που εκτελείται επηρεάζει το μήκος του ζυγωματικού τόξου σ αντίστοιχη πλευρά. Έτσι όλα τα πειραματόζωα που έχουν υποστεί κάποιου είδους επέμβ παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερη αύξηση μεταξύ της πρόσθιας και της οπίσθ ρίζας του ζυγωματικού τόξου από την ομάδα ελέγχου.

Η χειρουργική επέμβαση στο ζυγωματικό τόξο επηρεάζει την αύξηση του ύψους του σπλαγχνικού ρανίου. Μεγαλύτερη αύξηση στο ύψος του ρύγχους, στο πρόσθιο και το οπίσθιο ύψος του πλαγχνικού κρανίου παρατηρείται στα ετερόπλευρα και εικονικώς χειρουργημένα πειραματόζωα.

Η. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

«Η επίδραση του ζυγωματικού τόξου στην αύξηση του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος.»

Είναι γνωστό ότι η κληρονομική υποπλασία ή έλλειψη του ζυγωματικού τόξου, η οπ παρατηρείται στο σύνδρομο κρανιοπροσωπικής δυσόστωσης (σύνδρομο Treacher Collins), επι στην μορφολογία του προσώπου και είναι αυτή που προκαλεί την μείωση στην εγκάρσια διάστ του. Επίσης στις έρευνες που έχουν γίνει σχετικά με την ορθοπεδική διεύρυνση της υπερά παρατηρείται αντίσταση κατά τη διάνοιξη της μέσης υπερώϊας ραφής, η οποία δεν οφείλεται στη τη ραφή αλλά αποδίδεται σε γειτονικές δομές όπως είναι το σφηνοειδές οστούν και το ζυγωματ τόξο. Εάν το ζυγωματικό τόξο αποτελεί πηγή αντίστασης κατά την διεύρυνση της άνω γνάθου, μηχανικά μέσα, είναι εύλογο να υποθέσει κανείς ότι η ίδια δομή ενδέχεται να ελέγχει, τη φυσιολογ αύξηση του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος τόσο κατά το προσθιοπίσθιο όσο και κατά το εγκάρ επίπεδο.

Σκοπός της πειραματικής αυτής εργασίας ήταν να διερευνηθεί και να εκτιμηθεί ο πιθανός ρό του ζυγωματικού τόξου στην αύξηση του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος των επιμυών, μετά τομή και απομάκρυνση τμήματος του ζυγωματικού τόξου.

Υλικά και μέθοδος. Στην πειραματική αυτή εργασία χρησιμοποιήθηκαν 72 αρσενικοί επίμ τύπου Wistar η προμήθεια των οποίων έγινε από το Ελληνικό Ινστιτούτο Pasteur. Η προετοιμασί σχεδίαση και τα πειράματα της εργασίας αυτής πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Ορθοδοντικής του Οδοντιατρικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Αθηνών και στο Εργαστή Πειραματικής Χειρουργικής και Χειρουργικής Ερευνας της Β΄ προπαιδευτικής Χειρουργι Κλινικής του Πανεπιστημίου Αθηνών. Δημιουργήθηκαν οι εξής τέσσερεις ομάδες:

Ομάδα 1: Ομάδα ελέγχου. (Τα ζώα δεν υπέστησαν καμία χειρουργική επέμβαση.)

Ομάδα 2: Εικονικώς χειρουργημένα πειραματόζωα. (Ετερόπλευρη χειρουργική επέμβαση τομής χα αφαίρεση τμήματος του ζυγωματικού τόξου.)

Ομάδα 3: Ετερόπλευρα χειρουργημένα πειραματόζωα. (Τομή και απομάκρυνση μικρού τμήματος ζυγωματικού τόξου ετερόπλευρα.)

Ομάδα 4: Αμφοτερόπλευρα χειρουργημένα ζώα. (Τομή και απομάκρυνση μικρού τμήματος ζυγωματικού τόξου αμφοτερόπλευρα.)

αύξηση των πειραματοζώων μελετήθηκε με την ανάλυση 42 γραμμικών μετρήσεων που γτιπροσώπευαν αποστάσεις μεταξύ δύο ανατομικών σημείων σε ακτινογραφίες της βάσης του ρανίου και σε πλάγιες ακτινογραφίες.

ι ακτινογραφήσεις έγιναν: πριν την επέμβαση (πρώτη ακτινογράφηση A_0, χρονική στιγμή T_0), ίσσερεις εβδομάδες μετά από την επέμβαση, (δεύτερη ακτινογράφηση A_1 χρονική στιγμή T_1) και ετώ εβδομάδες μετά την από επέμβαση (τρίτη ακτινογράφηση A_2 Χρονική στιγμή T_2)

α τη λήψη των υπογενειοβρεγματικών και πλάγιων ακτινογραφιών των επιμυών χρησιμοποιήθηκε δικός κεφαλοστάτης έτσι ώστε οι συνθήκες να είναι σταθερές και επαναλαμβανόμενες με ακρίβεια α όλους τους επίμυες.

Στατιστική ανάλυση. Η στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων έγινε με την ανάλυση εταβλητότητας κατά ένα παράγοντα (one-way analysis of Variance) μεταξύ των τεσσάρων ομάδων ι το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Duncan.

Αποτελέσματα. Από τις εικοσιοχτώ αποστάσεις που μελετήθηκαν στην ακτινογραφία βάσης του ρανίου στις εννέα παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων. Στην πλάγια τινογραφία παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά σε τρεις από τις δεκατέσσερεις οστάσεις.

Συμπεράσματα. Με τους περιορισμούς που μπορεί να έχουν οι μελέτες αυτού του είδους, οκύπτουν τα πιο κάτω συμπεράσματα:

Το ζυγωματικό τόξο φαίνεται ότι δρά ως περιοριστικός παράγοντας στην αύξηση του εύρους στην περιοχή της ζυγωματικής απόφυσης της άνω γνάθου.

Το πλέον πρόσθιο σημείο του προσθίου περιγράμματος της εσωτερικής επιφάνειας του αριστερού ζυγωματικού οστού κατά τις μεταβολές που επιφέρει η αύξηση, φαίνεται ότι απομακρύνεται από τη μέση γραμμή, περισσότερο στα αμφοτερόπλευρα χειρουργημένα πειραματόζωα από τα χειρουργημένα μόνο δεξιά και από την ομάδα ελέγχου.

Η ακεραιότητα του ζυγωματικού τόξου επιδρά περιοριστικά στην αύξηση του μήκους του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος.

Η χειρουργική επέμβαση που εκτελείται επηρεάζει το μήκος του ζυγωματικού τόξου στην αντίστοιχη πλευρά.

Το ύψος του σπλαγχνικού κρανίου, εμφανίζει τάση μεγαλύτερης αύξησης σε όλα τα πειραματόζωα που έχουν υποστεί κάποιου είδους χειρουργική επέμβαση.

Σύμφωνα με τα προηγούμενα μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι η συνέχεια ή όχι του ζυγωματι
τόξου επηρεάζει την αύξηση του κρανιοπροσωπικού συμπλέγματος τόσο κατά το εύρος όσο και κ
το μήκος και ύψος. Η συμβολή αυτή φαίνεται ότι οφείλεται, κυρίως, σε μια περιοριστική δράση
άθικτου ζυγωματικού τόξου.

SUMMARY

«A study of growth and development of craniofacial complex following experimental excision of the zygomatic arch.»

tatement of problem. Hereditary hypoplasia or absence of the zygomatic arch that has been bserved in Treacher-Collins syndrome (mandibulofacial dysostosis) is considered to cause decrement i the transversely dimension of the face. In orthopedic expansion of the maxilla also, resistance is bserved when opening up the midpalatal suture that is attributed to adjacent structures like the)henoid bone and the zygomatic arch.

urpose. The aim of this study was to investigate the influence of the zygomatic arch on the growth of le craniofacial complex by experimental excision of the arch.

laterials and Methods. Seventy two, thirty day old male Wistar rats were used in this study. The :periments took place in the Experimental Laboratory of the Second Preparatory Clinic of Surgery of e Medical School of the University of Athens. The radiographic study and the evaluation of the sults were performed in the Orthodontic Department of the Dental School of the University of thens.

The animals were divided into four groups consisting of eighteen animals each, as follows:

roup 1: included 18 rats that were not subjected to any operation. (Control)

roup 2: included 18 rats that were sham operated in the right side but no excision of the zygomatic ch was accomplished.

roup 3: included 18 rats in which unilateral excision of the zygomatic arch was performed on the ght animal side.

roup 4: included 18 rats in which bilateral excision of the zygomatic arch was performed.

Growth was studied by analyzing forty two linear distances which represented the space between o anatomic points on sequential radiographs of the base of the skull and on lateral radiographs. adiographs were taken on three ocassions: before the operation, four weeks later and eight weeks er.

Statistical analysis. A one-way analysis of variance (ANOVA) and Duncan's multiple comparis test as post hoc analysis was performed for growth data.

Results. From the twenty eight distances that were studied on the base of the skull, nine exhibitec statistical significant difference between the four groups. In the lateral radiographs three distan showed statistical significant difference between the four groups.

Conclusions

Under the limitations of this study the following conclusions can be drawn:

1. The zygomatic arch seems to act as a restrictive factor in the regional growth of the width of zygomatic process of the maxilla. This can be concluded because the total anterior width of arch shows statistically significant higher growth rates for the rats that have undergone unilateral bilateral excision of the arch than the control group and the sham-operated group. The restrain action of the zygomatic arch possibly ceases when ostectomy is accomplished.
2. During growth transitions, the most anterior point of the internal surface of the left zygom bone, draws away from the medial line more in the bilaterally operated group than in the con group. This is due to higher rates of width growth of the maxilla because the restrain of zygomatic arch does not exist.
3. The integrity of the zygomatic arch limits the length growth of the craniofacial complex. Thi concluded since all the rats that have undergone any kind of surgical intervention show hig growth rates in the total length of the complex.
4. The surgical operation affects the length of the arch on the side of resection.
5. Higher tendency in hight growth appears in all operated groups compared with the control grou

Clinical implications

The results of the experimental excision of the zygomatic arch in the same experimental anir reinforce the theory that the zygomatic arch acts as a "moderator" in the morphologic developmer the face.

Θ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αδαμίδης ΙΙΙ (1979) Μελέτη των επιπτώσεων του υπερτροφικού λεμφαδενικού ιστού του ρινοστοματοφάρυγγα στη διάπλαση και αύξηση του προσώπου και την πρόληψη των οδοντογναθικών ανωμαλιών. Διατριβή επί υφηγεσία.

Αδαμίδης ΙΙΙ (1995) Διαχρονική μελέτη της αυξήσεως του ρινογναθιαίου συμπλέγματος σε παιδιά με σχιστίες. Ερευνητική μονογραφία.

Αλεξανδρίδης Κ (1981) Ανάλυση βιολογικών δυνάμεων εξασκούμενων στα οστά του προσωπικού κρανίου. Αθήνα. Διδακτορική διατριβή.

Argenta LC, Iacobucci J (1989) Treacher Collins Syndrome: Present concepts of the disorder and their surgical correction World J Surg 13: 401.

Atchley W, Plummer AA, Riska B (1985) Genetic Analysis of Size-Scaling Patterns in the Mouse Mandible. Genetics 111:579-595.

Avis V (1959) The relation of the temporal muscle to the form of the coronoid process. Am J Phys Anthropol 17: 99-104.

Baer MM, Nanda SK (1976) A commentary on the growth and form of the cranial base In JF Bosma (ed) Symposium on development of the basicranium. DHEW publication no. (NIH) 77-989, Bethesda Maryland, 515-540.

Basset AC (1971) Biophysical principles affecting bone structure. The Biochemistry and Physiology of Bone. Ed Bourne G 2nd Ed., Academic Press Inc., New York.

Baume LJ (1968) Patterns on Cephalofacial Growth and Development: A comparative study of the Basicranial Growth Center in Rat and Man. Int Dent Jour 18:489-513.

Behrents RG (1985) Growth in the Aging Craniofacial Skeleton, monograph 17. Ann Arbor, Mich, Center of Human Growth and Development, University of Michigan. Craniofacial growth Series.

Berkovitz BKB, Holland GR, Moxham BJ (1986) A Colour Atlas & Textbook of Oral Anatomy. 4th impression, Wolfe Medical Publications Ltd , London. p61-73

Bjork A, Skieller V (1974) Growth in the width of the maxilla studied by the implant method. Scand J Plast Reconstruct Surg 8:26.

13. **Bjork A, Skieller V** (1976) Postnatal growth and development of the maxilary complex, ir Namara J A Jr (ed):Factors Affecting the Growth of the Midface, monograph 6. Craniof Growth Series.Ann Arbor, Mich, Center for Human Growth and Development, Universit Michigan.

14. **Bouvier M, Hylander WL** (1981) Effect of bone strain on cortical bone structure in Maca (macaca mulatta) J Morphol 167:1-12.

15. **Burdi AR and Spyropoulos MN** (1978) Prenatal growth patterns of the human mandible masseter muscle complex. Am J Orthod. 74: 380-387.

16. **Chaconas SpJ, Caputo AA** (1982) Observation of orthopedic force distribution produce maxillary orthodontic appliances. Am J Orthod 82: 492-501.

17. **Copray JC, Jansen HWB, Duterloo HS** (1983) Growth of the mandibular condylar cartila the rat in serum-free organ culture. Arch Oral Biol. 28:967-974.

18. **Copray JC** (1986) Growth of the nasal septal cartilage of the rat in vitro. J Anat 144:99-111.

19. **Copray JC, Jansen HW, Duterloo HS** (1986) Growth and growth pressure of mandil condylar and some primary cartilages of the rat in vitro. Am J Orthod Dentofacial Orthoped 9(28.

20. **Corruccini RS, Handler JS** (1980) Temporomandibular joint size decrease in American Bl Evidence from Barbados. J Dent Res 59:15-28.

21. **Cowin SC** (1981) Continum models of the adaptation of bone to stress, Mechanical Properti bone.AMD-Vol 45. Presented at The Joint ASME-ASCE Applied Mechanics, Fluids Engine and Bioengineering Confererence. Boulder, Colorado. Eds SC Cowin, Tulane University.

22. **Dahlberg G** (1940) Statistical methods for medical and biological students. Intersci Publications, New York.

23. **Del Campo AF, Elizondo MM, Magnelli LM, Valadez AS, Ontiveros DS** (1995) Craniof development in rats with early resection of the zygomatic arch. Plast Reconstr Surg, Vol 9 486-495.

24. **Doyle WJ** (1977) Functionally induced alteration of adult scapular morphology. Acta 99:173-177.

25. **Enesco M, Le Blond CP** (1962) Increase in cell number as a factor in growth of the organs tissues of the young male rat. J Embryol Exp Morphol, 10:530-565.

Endo B (1966) Experimental studies on the mechanical significance on the form of the human facial skeleton. J Foc Sci Univ. Tokyo Sec. V. 3: 1-106.

Enlow DH (1963) Principles of bone remodeling. CC Thomas, Springfield.

Enlow DH (1982) Handbook of Craniofacial Growth, 2nd ed, Philadelphia, WB Saunders Co.

Enlow DH (1990) Facial Growth 3rd ed, Philadelphia WB Saunders Co.

Fisher JL, Godfrey K, Stephans RI (1976 a) Experimental strain analysis of infant, adoloscent and adult miniature swine skulls subjected to stimulated mastication forces. J Biomech 9:333-338.

Fisher JL, Stephans RI, Godfrey K (1976 b) Experimental strain analysis of miniature swine skulls under masticatory loadings. J Dent Res 55:527-532.

Galileo GL (1638) Αναφέρεται από τον Evans, Streess and Strain in Bones, Charles C Thomas, Springfield I11, 1957, p111.

Goedbloed JF (1972) The embryonic and postnatal growth of the rat and mouse I. The embryonic and early postnatal of the whole embryo. A model exponential growth and sudden changes in growth rate. Acta Anat, 82: 305-336.

Graber TM (1972) Orthodontics: Principles and Practice, WB Saunders Co, Philadelphia.

Hall BK (1988) Mechanisms of craniofacial development. In craniofacial Morphogenesis and Dysmorphogenesis. Craniofacial Growth Monograph Series Ann Arbor, Michigan, Center for Human Growth and Development.

Harvold EP (1971) Skeletal and dental irregularities in relation to neuro muscular dysfunction. Am Sp Hear Assoc Report, 6:58-65.

Harvold EP (1979) Neuromuscular and morphological adaptations in experimentally induced oral respiration. In Naso-Respiratory Function and Craniofacial Growth. J. A. Mc Namara, Jr(ed), Monograph No.9, Craniofacial, Growth Series, Center for Human Growth and Development, The University of Michigan Ann Arbor.

Herzberg F, Sarnat BG (1962) Radiographic changes in the bony trabecular pattern in the mandible of growing Macaca rhesus monkeys following condylar resection. Anat Rec, 144:129-134.

Hilderbrand M (1985) Functional vertebrate morphology Cambridge, Mass: Belknap Press of Harvard University Press.

Horowitz SL, Shapiro HH (1951) Modifications of mandibular architecture following removal of temporalis muscle in the rat. J Dent Res, 30:276-280.

41. **Howell JA** (1917) An experimental study of the effect of stress and strain on bone develop
Anat Rec 13: 233-252.
42. **Hughes PCR, Tanner J** (1970a) Longtitudinal study of the growth of the black-hooded
methods of measurement and rates of growth for skull, limbs,pelvis, nose, rump and tail leng
Anat 2: 349-370.
43. **Hughes PCR, Tanner J** (1970b) The assessment of skeletal maturity in the growing rat. J
106: 371.
44. **Humphry GM** (1858) A treatise of the human skeleton, Cambridge. Αναφέρεται από τον E
Stress and Strain in Bones, Charles C. Thomas. Springfield, I11.1957:111.
45. **Humphrey T** (1968) The development of mouth opening and related reflexes involving the
area of human fetuses. *Alabama J Med Sci 5:126-157.*
46. **Humphrey T** (1971) Development of oral and facial motor mechanisms in human fetuses and
relation to craniofacial growth. J Dent Res 50 : 1428-1441.
47. **Hylander WL** (1981) Patterns of strees and strain in the Macaque mandible, in Carlson DS (
Craniofacial Biology, monograph 10. Craniofacial Growth Series. Ann Arbor Mich, Cente
Human Growth and Development, Univ of Michigan.
48. **Hylander WL, Johnson KR** (1993) Modelling relative masseter force from su
electromyograms during mastication in non human primates. Arch Oral Biol 38(3):233-240.
49. **Hylander WL, Johnson KR** (1997) In vivo bone strain patterns in the zygomatic arc
macaques and the significance of these patterns for functional interpretations of craniofacial f
Am J Phys Anthropol 102 (2): 203-32.
50. **Jacobs B, Kronman JH** (1977) The zygomatic arch and its possible influence on craniof
growth and development. Angle Orthod. Vol 47(2) : 136-140.
51. **Κατρίτσης ΕΔ, Παπαδόπουλος ΝΙ** (1983) Μαθήματα ανατομικής του ανθρώπου. Εκδόσεις
Λίτσας, Αθήνα .
52. **Kashima T** (1965) Morphological significance of the human skull based upon masticatory str
distribution, especially on the relation between the stress distribution and arrangement of the s
line. Bull. Tokyo Dent Col.6: 43-67.
53. **Kiliaridis S, Engstrom C, Thilander BL** (1985) The relationship between masticatory fun
and craniofacial morphology. I. A cephalometric longitudinal analysis in the growing rat fed a
diet.Eur J Orth 7: 273-283.

Kiliaridis S (1986) The eruption pattern of the incisors in the growing rat fed a soft diet. Eur J Orth 8:71-79.

Kinnear PR, Gray CD (1994) SPSS for Windows Made Simple. Erlbaum(UK) Taylor & Francis. 121-137.

Kuftinec MM and Miller SA (1975) Bone growth in the neonatal rat II Biochemical aspects of bone mineral incorporation. Calc Tiss Res 17: 183-188.

Lane-Petter W (1976) The Laboratory Rat. The UFAW Handbook on the Management of Laboratory Animals. Edited by the UFAW. 5th edition. Churchill Livingstone, London.

Lanyon LE, Hartman W (1980) Strain related electrical potentials recorded in vitro and in vivo. Calc. Tiss.Res., 22:315-327.

Lanyon LE (1980) The influence of function on the development of bone curvature.An experimental study on the rat tibia. J Zool Lond, 192:457-466.

Lanyon LE, Rubin CT (1983) Regulation of bone mass in response to physical activity. Osteoporosis, A multi-disciplinary Problem. Ed. A. St.J. Dixon, R.G.G. Russel and T.C.B. Stamp, Royal Society of Medicine International Congress and Symposium Series No.55, published jointly by academic Press Incn (London) Ltd., and the Royal Society of Medicine.

Latham RA (1968) A new concept of the early maxillary growth mechanism. Trans Europ Orthod Soc : 53-59.

Latham RA (1970) Maxillary development and growth: the septomaxillary ligament. Journal Anatomy London 107:471-78.

Lifshitz J (1976) Comparative anatomic study of mandibular growth in rats after bilateral resections of superficial masseter, posterior temporal and anterior digastric muscles. J Dent Res 55: 854-858.

Linder-Aronson (1979) Naso-respiratory function and craniofacial growth. In "Naso respiratory function and craniofacial growth" Ed J. McNamara Jr. Monograph No 9. Craniofacial Growth Series, Univ of Michigan.

Livne E, Silberman M (1983) Changes in the Structure and Chemical Composition of the Mandibular Condylar Cartilage of the Neonatal Mouse. Archs Oral Biol. Vol 28: No9 : pp 805-812.

Mc Elhaney JH (1967) The charge distribution on the human femur due to load. J. Am Bone Joint Surg 49:1561-71.

67. **Mc Keown M** (1983) Animal Cephalometry. Practical Considerations. Austr Orth. J

68. **Mc Minn RMH, Hutchings RT, Logan BM** (1974) Head and Neck Anatomy. 4th impres Wolfe Medical Publications Ltd , London.p53-59.

69. **Mc Namara, Carlson, Yellich, Hendricksen** (1978) Musculoskeletal Adaptations Follo Orthognathic Surgery. In Muscle Adaptation in the craniofacial region. Eds DS Carlson an McNamara. Monograph No 8. Craniofacial Growth Series, Univ of Michigan.

70. **Melsen B** (1975) Palatal growth studied on human autopsy material. A histological m radiographocal study. Am J Orthod 68:42-48.

71. **Meyer H von** (1867) Die architektur der Spongiosa. Arch Anat. Physio, 34: 615-628. Αναφέ από Αλεξανδρίδη Κ (1981). Ανάλυση βιολογικών δυνάμεων εξασκούμενων στα οστά προσωπικού κρανίου. Αθήνα. Διδακτορική διατριβή.

72. **Miller AJ, Vargervik K** (1979) Recruitment of craniofacial muscles in oral respiration. J Res 58 (Special Issue A):334.

73. **Moller E** (1966) The chewing apparatus. Acta physiol. Scand. 69 (Suppl 280): 1-229.

74. **Moore WJ** (1965) Masticatory function and skull growth. J Zool 146:123-131.

75. **Moss ML** (1955) Morpghological Changes in the Growing Rat Skull Following Administratic Cortisone Acetate. Proc Soc Exp Biol Med 89: 648-650.

76. **Moss ML** (1957) Experimental alteration of sutural area morphology. Anat Rec127:59-69.

77. **Moss ML** (1958) Rotations of the cranial components in the growing rat and their experim alterations. Acta Anat.(Basel), 32:65-68.

78. **Moss ML** (1962) The functional matrix. In Kraus BL, Riedel RA, editors. Vistas in orthodo Lea and Febiger, Philadelphia.

79. **Moss ML** (1969) The primary role of functional matrices in facial growth. Am J Orthod 55: 5

80. **Moss ML** (1971) Neurotrophic process in orologic growth. J Dent Res 50: 1492-1502.

81. **Moss ML** (1972 a) The regulation of skeletal growth. in "Regulation of Organ and tissue Gro p 127-142. Edited by R.J.- Goss, Academic Press, New York.

82. **Moss ML** (1972 b) An introduction to the neurobiology of orofacial growth. Acta Biotheo 236-259.

83. **Moss ML** (1972 c) Twenty years of functional analysis. Am J Orth 62:479-484.

Moss ML (1975) Neurotrophic regulations of craniofacial growth, in Mc Namara JA Jr (ed) : Control Mechanisms in Craniofacial Growth, monograph 3. Craniofacial Growth Series.Ann Arbor, Mich, Center for Human Growth and Development, University of Michigan.

Moss ML (1977) The role of the nasal septal cartilage in midfacial growth. In McNamara JA Jr, editor. Factors affecting the growth of the midface. Craniofacial Growth Series, Vol 6. Craniofacial Growth Series.Ann Arbor, Mich, Center for Human Growth and Development, University of Michigan.

Moss ML, Feliciano M (1977) A functional analysis of fenestrated maxillary bone of the rabbit. Abl Vet Med C Anat Hist Embryol. 6: 167-187.

Moss ML, Salentijn L (1979) The muscle bone interface: An analysis of a morphological boundary. In Carlson D. S. and McNamara J. A. Jr. editors: Muscle adaptation in the craniofacial region, Monograph Number 8. Craniofacial Growth Series. Ann Arbor, Michigan, Center for Human Growth and Development, University of Michigan.

Moss ML (1981) Genetics, Epigenetics and causation. Am J Orthod; 80: 366-375.

Moss ML (1983) The functional matrix concept and its relationship to temporomandibular joint dysfunction and treatment. Dent Clin North Amer, 27(3) :445-455.

Mostafa AY, Carian PA (1981) A Cephalostat for Small Animals. Angle Orth, 51:241-245 .

Moyers RE (1988) Handbook of Orthodontics 4th Edit. Year Book Medical Publishers, Inc. Chicago, London, Boca Raton p 39,40.

Munro IR, Kay PB (1990) Craniofacial Syndromes. In JG McCarthy (Ed), Plastic Surgery. Philadelphia, Saunders.

Murray PDF (1936) Bones. Cambridge Univ.Press. Cambridge.

Παπανικολάου ΣΙ (1989) Εμβρυολογία και Ιστολογία του στόματος. Εκδόσεις Ζήτα, Αθήνα.

Park WA, Nowosielski-Slepowron JA (1985) Postnatal Somatometry of the rat: Facial Skeleton. Acta. Morph. Neerl -Scand. 23:1-33.

Pavlin D, Vukicevic D (1984) Mechanical reactions of facial skeleton to maxillary expansion determined by laser holography.Am J Orthod, 85: 498-506.

Persson M,Thilander B (1972) Palatal suture closure in man from 15to 35years of age.Am J Orthodont 72: 42-52.

Pitts GC, Bull LS (1977) Exersize, dietary obesity, and growth in the rat. Am J Physiol 232:38-44.

99. **Pitts GC** (1984) Body composition in the rat: interactions of exercize, age, sex, and diet. A Physiol 246:495-501.

100. **Pitts GC** (1986) Cellular aspects of growth and catch-up growth in the rat: A reevaluat Growth 50: 419-436.

101. **Pratt LW** (1943) Experimental masseterectomy in the laboratory rat. J Mammal, 24:294-211.

102. **Proffit WR** (1993) Contemporary Orthodontics 2nd ed. The CV Mosby Co St Louis.

103. **Ringqvist M** (1973) Isometric bite force and its relation to dimensions of the facial skeleton. A Odont Scand.31:35-42.

104. **Ringqvist M** (1978) Histochemical studies of the human masseter muscle. In : Muscle adap in craniofacial region. Eds D.S. Carlson and J.A. Mc Namara Jr. Monograph Nr 8, Craniofa Growth Series.Ann Arbor, Mich, Center for Human Growth and Development, Universit Michigan.

105. **Roberts GJ, Lucas VS** (1994) Growth of the nasal septum in the snell strain of hypopitui dwarf mouse. Eur J Orthod 16: 138-48.

106. **Roesler H** (1981) Some historical remarks on the theory of cancelllous bone structure (Wc Law). Mechanical Properties of Bone AMD- Vol 45. Presented at The Joint ASME-A Applied Mechanics, Fluids Engineering and Bioengineering Confererence. Boulder, Colora Eds. S.C. Cowin, Tulane University.

107. **Rubin CT, Lanyon LE** (1984) Regulation of bone formation by applied dynamic load. J E Joint Surg 66a: 397-402.

108. **Sarnat BG** (1983) Normal and abnormal Craniofacial Growth. Some Experimental and Clir Considerations. Angle Orth 53;4: 263-289.

109. **Scott JH** (1948) Studies in the growth of the upper jaw. Dent Rec 68: 277-291.

110. **Scott JH** (1953) The cartilage of the nasal septum. Brit. Dent.J. 95:37-43.

111. **Scott JH** (1954) The growth of the human face Proc R Soc Med 47: 91.

112. **Scott JH** (1955) Craniofacial regions: Cintributions to the study of facial growth. Dent Prac 208.

113. **Scott JH** (1957) Muscle growth and function in relation to skeletal morphology. Am J F Anthropol, 15:197-234.

114. **Scott JH** (1967) Dentofacial development and growth. Pergamon Press, London.

15.**Selman AJ, Sarnat BG** (1955) Sutural bone growth of the rabbit snout: A gross and serial roentgenographic study by means of metallic implants. Amer J Anat 97: 395-408.

16.**Selman AJ, Sarnat BG** (1957) Growth of the rabbit snout after extirpation of the frontonasal suture:a gross and serial roentgenographic study by means of metallic implants. Am J Anat. 101: 273-281.

17.**Shaw JH, Sweeney EA, Cappuccino CC** (1978) Textbook of Oral Biology, W.B. Saunders Company Philadelphia p.55-109.

18.**Sicher H** (1947) The growth of the mandible. Am J Orthod Oral Surg33: 30-35.

19.**Sicher H** (1952) Oral Anatomy. The CV Mosby Co St Louis.

20.**Sicher H, Du Brul** (1990) Oral Anatomy. 8th Edition, Ishiyaku EuroAmerica,Inc. St. Louis-Tokyo. p21-30

21.**Siegel MI, Jones CL** (1975) The skeletal correlates of behavioral modification in the laboratory mouse (Mus musculus).Am J Phys Anthrop 42:141-144.

22.**Simard Savoie S, Lamorlette D** (1976) Effect of experimental microglossia on craniofacial growth. Am J Orthod, 70: 304-315.

23.**Singer M** (1954) Induction of regeneration of the forelimb of the postmetamorphic frog by augmentation of the nerve supply. J Exp Zool 126: 419-424.

24.**Singer M** (1962) Nervous control of the regrowth of bodyarts in vertebrates. Symposium on the Effect of Use and Disuse on Neuromascular Functions. Elsevier Publ. Co. Amsterdam.

25.**Spyropoulos MN** (1977) The morphogenetic relationship of the temporal muscle to the coronoid process in human embryos and fetuses. Am J Anat, 150:395-410.

26.**Σπυροπούλου Μ** (1977) Η καταβολή και εμβρυική διάπλασις του μασητήρος μυός εν σχέση προς την διάπλασιν και μορφολογίαν της κάτω γνάθου. Αθήναι Διατριβή επί υφηγεσία.

27.**Spyropoulos MN, Burdi AR** (1987) Morphogenic fields in craniofacial biology. In "Concepts Of Morphogenesis and Dysmorphogenesis of the Craniofacial Complex" Eds K. Vig and A. R. Burdi. Craniofacial Growth Series, Univ. of Michigan .

28.**Σπυροπούλου Μ** (1988) Βασικές αρχές Ορθοδοντικής. Τόμος Ιος Το κρανιοπροσωπικό σύμπλεγμα. Αθήνα.

29.**Spyropoulos MN, Linder-Aronson S** (1997) Evaluation of facial features in two groups of cleft lip and palate patients receiving centralized and non centralized treatment regimes. Eur J Orthod,19: 411-422.

130. **Spyropoulos MN, Tsolakis AI, Katsavrias E, Alexandridis K** (1997) Effects of experime unilateral condylectomy followed by altered mandibular funtion on the maxilla and zygoma. E Orthod 19: 205-210.

131. **Stenstrom S, Thilander B** (1970) Effects of nasal septal cartilage resection on young gui pigs. Plast Reconstr Surg , 45: 160-70.

132. **Stenstrom SJ, Thilander BL** (1972) Healing of surgically created defects in the septal cartil of young guinea pigs. Plast Reconstr Surg 49: 194-199.

133. **Stewart RE** (1976) Genetic factors in craniofacial morphogenesis. In Oral Facial Genetics. E Stewart RE, Prescott GH The C.V. Mosby Co., St Louis.

134. **Teng S, Choi IW, Herring SW, Rensberger JM** (1997) Stereological analysis of b architecture in the pig zygomatic arch. Anat Rec 248 (2): 205-13.

135. **Thimaporn J, Goldberg JS, Enlow DH** (1990) Effects of unilateral premature fusion of zygomaxillary suture on the growth of nasomaxillary complex. Oral Maxillofac Surg, 48 (8) :8 41.

136. **Thilander B,Carlsson GE, Ingervall B** (1976) Postnatal development of the hu temporomandibular joint. Acta Odontol Scand :117-26.

137. **Thilander B** (1995) Basic mechanisms in craniofacial growth. Acta Odontol Scand. 53:144-15

138. **Τσολάκης AI** (1993) Μελέτη της αυξήσεως της κάτω γνάθου μετά από πειραμα κονδυλεκτομή και προολισθησή της. Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα.

139. **Umemura S** (1989) Experimental study of the influence of removal of the zygomatic arcl craniofacial growth and development.[Abstract] Shikwa Gakuho May; 89(5):981-1019.

140. **Van der Klaauw CJ** (1948) Size and position of the functional components of the skull. A Neerl Zool -1952, 9: 1-176,177-368,369-559.

141. **Van Limborgh J** (1970) A new view on the control of the morphogenesis of the skull. A Morphol Neerl Scand, 8: 143-152.

142. **Van Limborgh J** (1972) The role of genetic and local enviromental factors in the contrc craniofacial morphogenesis. Acta Morphol Neerl Scand, 10: 37-49.

143. **Weinmann JP, Sicher H** (1955) Bone and Bones. The CV Mosby Co, 2nd ed, St Louis.

144. **Wertz RA.** (1968) Changes in nasal airflow incident to rapid maxillary expansion. Angle Ori 38: 1.

45. **Wertz RA.**(1970) Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. Am J Orthod, 58: 41-65.

46. **Wertz RA, Dreskin M** (1977) Midpalatal suture opening: A normative study. Am J Orthod, 71: 367-381.

47. **Winick M, Noble A** (1965) Quantitive Changes in DNA, RNA, and protein during prenatal and postnatal growth in the Rat. Develop Biol, 12:451-466.

48. **Woelfel JB** (1984) Dental Anatomy. Lea & Febiger, Philadelphia.p298-305

49. **Wolff J** (1892) Das Gesetz de Transformation der Knochen. Berlin. Αναφέρεται από Αλεξανδρίδη Κ (1981) Ανάλυση βιολογικών δυνάμεων εξασκούμενων στα οστά του προσωπικού κρανίου. Αθήνα. Διδακτορική διατριβή.

50. **Yasuda I** (1958) The charge distribution on the human femur due to load. J Bone Joint Surg, 49A: 1561-1571.

51. **Zengo AN, Powluk RJ, Basset CAL** (1973) Stress induced bioelectric potentials in the dento alveolar complex. Am J Orthod , 64:17-27.

52. **Zoller RM, Laskin DM** (1969) Growth of the Zygomaticomaxillary suture. J Dent Res 48: 573.

Ι. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1. Υπολογισμός της τιμής της διασποράς σε τρεις αποστάσεις για προσδιορισμό του σφάλαματος του παρατηρητή. (Intraobserver error)

Απόσταση 2 : Zm-M$_1$				
Α/α Πειραματοζώου	**T_1**	**t_2**	**d**	**d^2**
Πειραματόζωο 1	2.63	2.67	0.04	0.0016
Πειραματόζωο 2	2.92	2.93	0.01	0.0001
Πειραματόζωο 3	2.43	2.39	0.04	0.0016
Πειραματόζωο 4	2.58	2.58	0	0
Πειραματόζωο 5	2.46	2.45	0.01	0.0001
Πειραματόζωο 6	2.91	2.92	0.01	0.0001
Πειραματόζωο 7	2.75	2.72	0.03	0.0009
Πειραματόζωο 8	2.37	2.28	0.09	0.0081
Πειραματόζωο 9	2.57	2.57	0	0
Πειραματόζωο 10	2.97	3.03	0.06	0.0036

Το άθροισμα των τετραγώνων των διαφορών είναι $\Sigma d^2 = 0.0161$.

Ετσι η διασπορά $V = 0.000805$.

Απόσταση 7 : A-A΄				
Α/α Πειραματοζώου	**t_1**	**t_2**	**d**	**d^2**
Πειραματόζωο 1	13.47	13.35	0.12	0.0144
Πειραματόζωο 2	13.07	13.12	0.05	0.0025
Πειραματόζωο 3	12.92	12.94	0.02	0.0004
Πειραματόζωο 4	13.30	13.27	0.03	0.0009
Πειραματόζωο 5	13.20	13.27	0.07	0.0049
Πειραματόζωο 6	13.53	13.59	0.06	0.0036
Πειραματόζωο 7	13.33	13.28	0.05	0.0025
Πειραματόζωο 8	13.42	13.42	0	0
Πειραματόζωο 9	13.53	13.44	0.09	0.0081
Πειραματόζωο 10	13.29	13.27	0.02	0.0004

θροισμα των τετραγώνων των διαφορών είναι $\Sigma d^2 = 0.0377$

η διασπορά $V = 0.01885$.

Απόσταση 26 : M_1-Fmag				
Α/α Πειραματοζώου	t_1	t_2	d	d^2
Πειραματόζωο 1	26.58	26.50	0.08	0.0064
Πειραματόζωο 2	24.83	24.75	0.08	0.0064
Πειραματόζωο 3	25.58	25.58	0	0
Πειραματόζωο 4	26.10	25.92	0.18	0.0324
Πειραματόζωο 5	25.70	25.73	0.03	0.0009
Πειραματόζωο 6	23.81	23.80	0.01	0.0001
Πειραματόζωο 7	25.07	25.08	0.01	0.0001
Πειραματόζωο 8	24.34	24.29	0.05	0.0025
Πειραματόζωο 9	24.25	24.12	0.13	0.0169
Πειραματόζωο 10	25.74	25.66	0.08	0.0064

ροισμα των τετραγώνων των διαφορών είναι $\Sigma d^2 = 0.0721$

η διασπορά $V = 0.003605$.

Πίνακας 2. Η μέση τιμή (Mean), η σταθερή απόκλιση (SD) και το πιθανό σφάλμα (SE) της κάθε μέτρησης για όλες τις ομάδες στους τρεις χρόνους T_0, T_1, T_2 .

Χρόνος (T_0)

		Ομάδα 1			Ομάδα 2			Ομάδα 3			Ομάδα 4		
		Mean	SD	SE	Mean	SD	SE	Mean	SD	SE	Mean	SD	SE
1	(Zm-Zm')	5.93	0.46	0.11	5.98	0.47	0.11	5.61	0.37	0.09	5.64	0.39	0.09
2	(Zm-M_1)	2.86	0.24	0.06	3.01	0.26	0.06	2.63	0.18	0.04	2.71	0.26	0.06
3	(Zm'-M_1)	2.94	0.25	0.06	2.92	0.24	0.06	2.85	0.30	0.07	2.74	0.26	0.06
4	(Z-Z')	9.19	0.54	0.13	9.35	0.67	0.16	8.85	0.36	0.08	8.84	0.44	0.10
5	(Z-M_2)	4.58	0.36	0.08	4.63	0.37	0.09	4.36	0.24	0.06	4.35	0.34	0.08
6	(Z'-M_2)	4.52	0.30	0.07	4.57	0.39	0.09	4.38	0.20	0.05	4.34	0.32	0.07
7	(A-A')	13.43	0.90	0.21	13.55	1.17	0.27	12.73	0.53	0.12	12.58	0.66	0.16
8	(A-M_2)	6.70	0.51	0.12	6.74	0.62	0.14	6.26	0.37	0.09	6.24	0.43	0.10
9	(A'-M_2)	6.61	0.47	0.11	6.65	0.60	0.14	6.37	0.28	0.07	6.22	0.41	0.10
10	(Mpr-Mpr')	14.18	0.77	0.18	14.37	0.88	0.21	13.77	0.53	1.12	13.44	0.71	0.17
11	(Mpr-M_3)	7.15	0.39	0.09	7.01	0.64	0.15	6.86	0.28	0.07	6.62	0.50	0.12
12	(Mpr'-M_3)	6.92	0.45	0.11	7.13	0.56	0.13	6.80	0.35	0.08	6.66	0.36	0.08
13	(Zt-Zt')	14.41	0.82	0.19	14.59	0.88	0.20	14.01	0.50	0.12	13.82	0.59	0.14
14	(Zt-M_4)	7.20	0.49	0.12	7.22	0.40	0.09	6.94	0.28	0.07	6.81	0.38	0.09
15	(Zt'-M_4)	7.10	0.50	0.12	7.23	0.49	0.11	6.97	0.35	0.08	6.84	0.35	0.08
16	(B-B')	17.26	1.23	0.29	17.52	1.28	0.30	16.39	0.69	0.16	16.32	0.86	0.20

17	(B-M_4)	8.63	0.67	0.16	8.66	0.63	0.15	8.12	0.37	0.09	8.08	0.55	0.13
18	(B'-M_4)	8.49	0.65	0.15	8.71	0.70	0.17	8.14	0.40	0.09	8.06	0.38	0.09
19	(Ppr-Ppr')	14.59	0.63	0.15	14.85	0.72	0.17	14.45	0.37	0.09	14.32	0.50	0.12
20	(Ppr-M_5)	7.22	0.40	0.09	7.32	0.37	0.09	7.10	0.19	0.05	6.96	0.36	0.09
21	(Ppr'-M_5)	7.16	0.48	0.11	7.34	0.43	0.10	7.16	0.30	0.07	7.15	0.28	0.07
22	(Ppost-M_1)	6.89	0.56	0.13	6.52	0.81	0.19	6.31	0.63	0.15	6.43	0.54	0.13
23	(M_1-M_4)	13.37	0.93	0.22	13.24	1.09	0.26	13.08	1.11	0.26	12.99	0.54	0.13
24	(M_2-Fmag)	22.64	1.19	0.28	22.58	1.29	0.30	21.92	1.08	0.26	21.53	0.87	0.21
25	(Ppost-Fmag)	18.25	1.06	0.25	18.50	1.14	0.27	17.90	0.88	0.21	17.43	0.62	0.15
26	(M_1-Fmag)	25.27	1.53	0.36	25.16	1.62	0.38	24.23	1.36	0.32	23.97	1.00	0.24
27	(A-B)	11.08	0.69	0.16	11.20	0.56	0.13	10.80	0.84	0.20	10.84	0.52	0.12
28	(A'-B')	10.86	0.69	0.16	11.01	0.57	0.13	10.82	0.91	0.22	10.63	0.54	0.13
29	(Nant-N)	11.39	0.75	0.18	10.73	0.86	0.20	10.72	0.87	0.21	10.76	0.66	0.16
30	(UIli-UM)	8.28	0.55	0.13	8.28	0.45	0.11	8.06	0.59	0.14	8.17	0.46	0.11
31	(Nant-Uilab)	3.21	0.42	0.10	3.18	0.33	0.08	3.12	0.43	0.10	3.33	0.54	0.13
32	(ULli-N_1)	5.87	0.34	0.08	5.95	0.40	0.09	5.64	0.43	0.10	5.87	0.35	0.08
33	(UM-N)	7.89	0.47	0.11	7.76	0.50	0.12	7.54	0.52	0.12	7.54	0.45	0.11
34	(Cs-BsPs)	7.32	0.43	0.10	7.42	0.35	0.08	7.04	0.51	0.12	7.17	0.45	0.11
35	(Eoc-Oc)	4.94	1.03	0.24	5.32	0.79	0.19	4.94	0.89	0.21	4.94	0.54	0.13
36	(Eoc-Cs)	16.62	1.08	0.25	16.87	1.26	0.30	16.19	0.96	0.23	16.18	0.83	0.20
37	(Ca-N)	5.54	0.63	0.15	5.59	0.44	0.10	5.35	0.75	0.18	5.72	0.43	0.10
38	(LIlab-Go)	16.23	1.29	0.30	16.36	1.31	0.31	15.63	0.97	0.23	15.73	0.66	0.16
39	(LIlin- Go)	18.04	1.17	0.28	17.70	1.70	0.40	17.12	0.93	0.22	16.22	1.86	0.44

40	(Nalit-Esc)	33.24	1.71	0.40	32.91	2.10	0.50	32.05	1.72	0.41	32.19	1.69	0.40
41	(Ullab-Moc)	33.00	1.72	0.40	32.78	1.86	0.44	31.65	1.84	0.43	31.76	1.18	0.28
42	(Ullin-Oc)	30.56	1.46	0.34	30.30	1.92	0.45	29.48	1.51	0.36	29.63	1.65	0.39

Χρόνος (T_1)

		Ομάδα 1			Ομάδα 2			Ομάδα 3			Ομάδα 4		
		Mean	SD	SE	Mean	SD	SE	Mean	SD	SE	Mean	SD	SE
1	(Zm-Zm')	6.83	0.31	0.07	6.72	0.35	0.08	6.45	0.29	0.07	6.62	0.24	0.06
2	(Zm-M_1)	3.32	0.16	0.04	3.35	0.22	0.05	3.13	0.16	0.04	3.17	0.19	0.04
3	(Zm'-M_1)	3.43	0.20	0.05	3.25	0.20	0.05	3.25	0.31	0.07	3.32	0.18	0.04
4	(Z-Z')	10.84	0.68	0.16	11.10	0.52	0.12	10.41	0.27	0.06	10.59	0.52	0.12
5	(Z-M_2)	5.44	0.39	0.09	5.62	0.39	0.09	5.15	0.18	0.04	5.19	0.24	0.06
6	(Z'-M_2)	5.32	0.34	0.08	5.34	0.31	0.07	5.19	0.19	0.05	5.23	0.37	0.09
7	(A-A')	16.51	1.07	0.25	16.31	1.08	0.25	16.11	0.51	0.12	15.84	0.60	0.14
8	(A-M_2)	8.27	0.57	0.13	8.10	0.56	0.13	7.97	0.38	0.09	7.93	0.46	0.11
9	(A'-M_2)	7.88	1.03	0.24	8.09	0.61	0.14	8.02	0.30	0.07	7.75	0.34	0.08
10	(Mpr-Mpr')	15.83	1.02	0.24	16.24	1.08	0.25	15.47	0.77	0.18	14.90	0.91	0.21
11	(Mpr-M_3)	7.88	0.54	0.13	7.92	0.67	0.16	7.70	0.39	0.09	7.38	0.53	0.12
12	(Mpr'-M_3)	7.85	0.59	0.14	8.14	0.65	0.15	7.65	0.50	0.12	7.57	0.38	0.09
13	(Zt-Zt')	16.16	0.97	0.23	16.35.	1.00	0.24	15.63	0.58	0.14	15.35	0.70	0.16
14	(Zt-M_4)	7.98	0.53	0.13	8.02	0.46	0.11	7.70	0.30	0.07	7.55	0.43	0.10
15	(Zt'-M_4)	8.06	0.55	0.13	8.17	0.65	0.15	7.78	0.47	0.11	7.68	0.33	0.08
16	(B-B')	19.93	1.09	0.26	20.37	1.37	0.32	19.14	0.49	0.12	19.17	0.89	0.21
17	(B-M_4)	9.81	0.67	0.16	10.14	0.81	0.19	9.53	0.36	0.08	9.41	0.53	0.13
18	(B'-M_4)	10.00	0.49	0.11	10.12	0.78	0.18	9.50	0.35	0.08	9.56	0.41	0.10
19	(Ppr-Ppr')	14.98	0.55	0.13	15.11	0.68	0.16	14.79	0.28	0.06	14.82	0.70	0.16
20	(Ppr-M_5)	7.44	0.40	0.09	7.54	0.38	0.09	7.41	0.19	0.05	7.27	0.37	0.09

21	(Ppr'-M_5)	7.44	0.25	0.06	7.32	0.42	0.10	7.33	0.29	0.07	7.43	0.43	0.10
22	(Ppost-M_1)	8.77	0.69	0.16	8.70	0.78	0.18	8.52	0.54	0.13	8.48	0.56	0.13
23	(M_1-M_4)	16.65	0.88	0.21	17.14	0.86	0.20	16.89	1.08	0.26	16.54	0.62	0.15
24	(M_2-Fmag)	25.92	1.06	0.25	26.45	1.05	0.25	25.51	0.98	0.23	25.32	0.56	0.13
25	(Ppost-Fmag)	20.50	0.82	0.19	21.03	0.80	0.19	20.42	0.85	0.20	20.08	0.64	0.15
26	(M_1-Fmag)	29.44	1.35	0.32	29.97	1.34	0.32	29.18	1.23	0.29	28.75	0.90	0.21
27	(A-B)	13.39	0.60	0.14	14.04	0.41	0.10	13.32	0.84	0.20	13.07	0.73	0.17
28	(A'-B')	13.21	0.69	0.16	13.98	0.69	0.16	13.36	0.94	0.22	13.47	0.75	0.18
29	(Nant-N)	15.03	0.70	0.16	14.69	0.74	0.17	14.79	0.73	0.17	14.17	0.97	0.23
30	(UIli-UM)	10.73	0.80	0.19	10.77	0.46	0.11	10.54	0.59	0.14	10.35	0.55	0.13
31	(Nant-UIlab)	4.43	0.55	0.13	4.65	0.39	0.09	4.74	0.73	0.17	4.71	0.50	0.12
32	(ULli-N_1)	7.40	0.38	0.09	7.52	0.34	0.08	7.45	0.33	0.08	7.39	0.49	0.12
33	(UM-N)	9.70	0.61	0.14	9.80	0.56	0.13	9.39	0.45	0.11	9.45	0.42	0.10
34	(Cs-BsPs)	8.61	0.48	0.11	8.76	0.31	0.07	8.53	0.31	0.07	8.47	0.55	0.13
35	(Eoc-Oc)	5.87	0.84	0.20	6.40	0.97	0.23	5.88	0.60	0.14	5.91	0.44	0.10
36	(Eoc-Cs)	18.41	0.66	0.15	18.51	0.77	0.18	18.50	0.68	0.16	18.20	0.61	0.14
37	(Ca-N)	6.75	0.58	0.14	7.06	0.55	0.13	6.87	0.65	0.15	7.12	0.53	0.13
38	(LIlab-Go)	20.24	1.06	0.25	19.96	0.75	0.18	19.71	0.97	0.23	19.48	1.07	0.25
39	(LIlin- Go)	21.86	1.02	0.24	21.85	0.95	0.22	21.11	1.12	0.26	19.60	2.68	0.63
40	(Nant-Eoc)	39.75	1.60	0.38	40.06	1.26	0.30	39.16	1.80	0.42	38.97	1.31	0.31
41	(UIlab-Moc)	40.02	1.65	0.39	39.88	1.40	0.33	38.91	1.64	0.39	38.52	1.11	0.26
42	(UIlin-Oc)	36.21	1.55	0.36	36.60	1.66	0.39	35.71	1.47	0.35	35.45	0.96	0.23

Χρόνος (T_2)

		Ομάδα 1			Ομάδα 2			Ομάδα 3			Ομάδα 4		
		Mean	SD	SE	Mean	SD	SE	Mean	SD	SE	Mean	SD	SE
1	(Zm-Zm')	7.34	0.31	0.07	7.28	0.27	0.06	6.90	0.41	0.10	7.06	0.34	0.08
2	(Zm-M_1)	3.55	0.21	0.05	3.63	0.23	0.05	3.35	0.15	0.03	3.51	0.32	0.08
3	(Zm'-M_1)	3.70	0.22	0.05	3.56	0.20	0.05	3.51	0.34	0.08	3.47	0.20	0.05
4	(Z-Z')	11.53	0.69	0.16	11.7	0.56	0.13	10.93	0.33	0.08	11.36	0.65	0.15
5	(Z-M_2)	5.72	0.32	0.08	5.89	0.42	0.10	5.43	0.24	0.06	5.73	0.33	0.08
6	(Z'-M_2)	5.76	0.39	0.09	5.74	0.42	0.10	5.49	0.32	0.07	5.57	0.45	0.11
7	(A-A')	17.84	1.04	0.24	17.50	0.96	0.23	17.53	0.63	0.15	17.08	0.56	0.13
8	(A-M_2)	8.91	0.55	0.13	8.74	0.59	0.14	8.67	0.35	0.08	8.72	0.50	0.12
9	(A'-M_2)	8.81	0.61	0.14	8.69	0.49	0.12	8.75	0.42	0.10	8.21	0.42	0.10
10	(Mpr-Mpr')	16.70	1.09	0.26	17.17	0.82	0.19	16.10	0.76	0.18	15.65	0.83	0.20
11	(Mpr-M_3)	8.31	0.48	0.11	8.51	0.50	0.12	8.06	0.32	0.08	7.66	0.47	0.11
12	(Mpr'-M_3)	8.37	0.63	0.15	8.59	0.49	0.12	8.05	0.51	0.12	7.79	0.57	0.13
13	(Zt-Zt')	16.85	0.99	0.23	17.11	0.78	0.18	16.27	0.68	0.16	15.82	0.75	0.18
14	(Zt-M_4)	8.33	0.49	0.12	8.46	0.45	0.11	8.07	0.30	0.07	7.77	0.44	0.10
15	(Zt'-M_4)	8.47	0.49	0.11	8.55	0.45	0.11	8.28	0.63	0.15	8.01	0.42	0.10
16	(B-B')	20.80	0.97	0.23	21.32	1.18	0.28	20.12	0.45	0.11	20.01	0.10	0.23
17	(B-M_4)	10.24	0.57	0.13	10.54	0.61	0.14	9.96	0.39	0.09	9.73	0.50	0.12
18	(B'-M_4)	10.44	0.50	0.12	10.64	0.68	0.16	10.08	0.27	0.06	10.18	0.58	0.14
19	(Ppr-Ppr')	15.22	0.58	0.14	15.38	0.69	0.16	15.13	0.42	0.10	15.16	0.99	0.23
20	(Ppr-M_5)	7.60	0.50	0.12	7.72	0.37	0.09	7.61	0.26	0.06	7.48	0.41	0.10

21	(Ppr'-M_5)	7.70	0.34	0.08	7.72	0.40	0.09	7.53	0.43	0.10	7.69	0.63	0.13
22	(Ppost-M_1)	10.08	2.20	0.52	9.67	0.36	0.08	9.37	0.28	0.07	9.16	0.52	0.12
23	(M_1-M_4)	17.97	0.75	0.18	18.31	0.89	0.21	17.99	0.92	0.22	17.92	0.94	0.22
24	(M_2-Fmag)	27.28	0.91	0.21	27.78	0.64	0.15	26.89	0.77	0.18	26.81	0.55	0.13
25	(Ppost-Fmag)	21.62	0.83	0.20	21.78	0.63	0.15	21.40	0.88	0.21	21.21	0.55	0.13
26	(M_1-Fmag)	31.34	1.17	0.27	31.58	0.79	0.19	30.96	1.03	0.24	30.58	0.65	0.15
27	(A-B)	14.17	0.55	0.13	14.99	0.53	0.12	14.19	0.79	0.19	14.22	0.81	0.19
28	(A'-B')	13.96	0.52	0.12	14.78	0.61	0.14	14.07	0.84	0.20	14.60	0.87	0.20
29	(Nant-N)	16.51	0.58	0.14	16.45	0.69	0.16	15.94	0.56	0.13	15.50	0.72	0.17
30	(Ulli-UM)	11.60	0.63	0.15	11.87	0.36	0.09	11.70	0.36	0.09	11.34	0.59	0.14
31	(Nant-Ullab)	4.85	0.46	0.11	5.31	0.43	0.10	5.25	0.51	0.12	5.05	0.54	0.13
32	(ULli-N_1)	7.95	0.33	0.08	8.18	0.30	0.07	8.11	0.27	0.06	8.02	0.51	0.12
33	(UM-N)	10.54	0.51	0.12	10.57	0.30	0.07	10.25	0.24	0.06	10.40	0.61	0.14
34	(Cs-BsPs)	9.29	0.63	0.15	9.38	0.40	0.09	9.06	0.35	0.08	9.12	0.52	0.12
35	(Eoc-Oc)	6.66	0.98	0.23	7.35	0.99	0.23	7.43	1.75	0.41	6.83	1.18	0.28
36	(Eoc-Cs)	19.13	0.52	0.12	19.19	0.55	0.13	19.02	0.69	0.16	18.88	0.48	0.11
37	(Ca-N)	7.41	0.77	0.18	7.81	0.75	0.18	7.58	0.42	0.10	7.86	0.67	0.16
38	(LIlab-Go)	21.64	1.16	0.27	21.20	0.86	0.20	21.09	0.69	0.16	20.57	1.01	0.24
39	(LIlin- Go)	23.52	1.20	0.28	23.35	0.89	0.21	22.87	0.80	0.19	21.11	2.29	0.54
40	(Nant-Eoc)	42.44	1.49	0.35	42.97	0.65	0.15	42.06	1.21	0.29	41.71	1.01	0.24
41	(Uilab-Moc)	42.81	1.51	0.36	42.51	0.92	0.22	41.41	1.17	0.28	40.90	1.06	0.25
42	(UIlin-Oc)	38.52	1.30	0.31	38.76	1.05	0.25	38.06	0.86	0.20	37.68	1.17	0.28

ίνακας 3. Η μέση τιμή (m), η σταθερή απόκλιση (SD), το πιθανό σφάλμα (SE) και η πιθανότητα :θους (P) των εκατοστιαίων μεταβολών μεταξύ των χρονικών στιγμών (T_1-T_0) και (T_2-T_0) για τις 28 :οστάσεις που μελετήθηκαν στην ακτινογραφίας βάσεως του κρανίου. Με τονισμένα στοιχεία οι τρήσεις που παρουσιάζουν διαφορά στατιστικώς σημαντική στο επίπεδο του 0.05.

Απόσταση	Ομάδα	Δ_1 (T_1-T_0)		Δ_2 (T_2-T_0)	
		m ± SD	**SE**	**m ± SD**	**SE**
	Ομάδα 1	15.73± 8.18	1.93	24.28 ± 9.11	2.15
1	Ομάδα 2	12.69± 5.73	1.35	21.15 ± 9.37	2.20
Zm - Zm')	Ομάδα 3	15.19± 6.10	1.44	23.43 ± 9.99	2.36
	Ομάδα 4	17.93± 8.92	2.10	25.90± 11.51	2.71
		P=0.21 P>0.05		P=0.55 P>0.05	
		1 2 3 4			
2	Ομάδα 1	**16.69 ± 8.80**	2.07	26.43 ± 10.08	2.37
(Zm - M_1)	Ομάδα 2	**11.54 ± 7.62**	1.80	23.23 ± 11.58	3.05
	Ομάδα 3	**19.39± 7.07 ***	1.67	28.13 ± 9.65	2.28
	Ομάδα 4	**17.85± 10.71 ***	1.80	30.21 ± 14.08	3.31
		P= 0.047 P<00.5		P=0.23 P>0.05	
		1 2 3 4			
3	Ομάδα 1	**15.67 ± 8.75**	2.06	26.30± 9.73	2.29
Zm' - M_1)	Ομάδα 2	**11.71 ± 6.08**	1.43	22.39 ± 10.01	2.36
	Ομάδα 3	**17.58 ± 5.85**	1.38	24.27 ± 15.07	3.55
	Ομάδα 4	**22.15± 13.79 * * ***	3.25	27.74± 15.12	3.56
		P= 0.0044 P<0.01		P=0.61 P>0.05	
	Ομάδα 1	17.97 ± 5.48	1.29	25.59 ± 6.90	1.63
4	Ομάδα 2	19.10 ± 6.01	1.42	25.67 ± 8.93	2.11
(Z - Z')	Ομάδα 3	17.76 ± 4.69	1.10	23.65 ± 5.71	1.35
	Ομάδα 4	19.93 ± 6.84	1.61	28.76 ± 9.14	2.15
		P=0.65 P>0.05		P=0.27 P>0.05	
				1 2 3 4	
5	Ομάδα 1	18.86 ± 7.04	1.66	**25.72 ± 8.37**	1.97
(Z-M_2)	Ομάδα 2	21.53 ± 6.64	1.57	**28.12 ± 7.30**	1.72
	Ομάδα 3	18.27 ± 5.37	1.27	**25.05 ± 6.05**	1.42
	Ομάδα 4	20.07 ± 9.77	2.30	**32.10 ± 8.16 * ***	1.92
		P=0.56 P<0.05		**P=0.028 P<0.05**	

Απόσταση	Ομάδα	Δ_1 (T_1-T_0)		Δ_2 (T_2-T_0)	
		m ± SD	SE	m ± SD	SI
	Ομάδα 1	19.20 ± 6.99	1.64	28.80 ± 8.75	2.0
6	Ομάδα 2	18.54 ±5.92	1.40	27.11 ± 10.10	2.5
(Z'- M_2)	Ομάδα 3	19.32 ± 5.34	1.26	26.57 ± 7.45	1.7
	Ομάδα 4	22.08 ± 9.48	2.23	30.06 ± 13.14	3.1
		P=0.46 P>0.05		P=0.73 P>0.05	
		1 2 3 4		**1 2 3 4**	
7	Ομάδα 1	**23.07 ± 5.13**	1.21	**33.07 ± 6.37**	1.5
(A-A')	Ομάδα 2	**20.75 ± 7.73**	1.82	**29.81 ± 10.51**	2.4
	Ομάδα 3	**26.73 ± 5.17 ***	1.22	**37.97 ± 7.75 ***	1.8
	Ομάδα 4	**26.16 ± 6.40 ***	1.51	**36.09 ± 7.98 ***	1.8
		P=0.016 P< 0.05		**P=0.024 P<0.05**	
		1 2 3 4		**1 2 3 4**	
8	Ομάδα 1	**23.64 ± 5.96**	1.41	**33.36 ± 8.08**	1.9
(A-M_2)	Ομάδα 2	**20.72 ± 8.99**	2.12	**30.46 ± 12.72**	2.3
	Ομάδα 3	**27.50 ± 7.08 ***	1.67	**38.81 ± 8.87 ***	2.0
	Ομάδα 4	**27.52 ± 9.25 ***	2.18	**40.30 ± 12.34 ***	2.1
		P=0.03 P>0.05		**P=0.02 P>0.05**	
	Ομάδα 1	23.01± 9.76	2.30	33.74 ± 10.86	2.5
9	Ομάδα 2	22.61 ± 7.87	1.85	31.39 ± 10.82	2.4
(A'- M_2)	Ομάδα 3	26.13 ± 6.11	1.44	37.56 ± 8.48	1.1
	Ομάδα 4	25.17 ± 10.58	2.49	32.77 ± 13.30	3.1
		P=0.57 P>0.05		P=0.38 P>0.05	
	Ομάδα 1	11.64 ± 5.31	1.25	17.85 ± 6.61	1.4
10	Ομάδα 2	13.07 ± 4.56	1.07	19.71 ± 5.07	1.1
(Mpr-Mpr')	Ομάδα 3	12.39 ± 4.68	1.10	17.02 ± 4.74	1.1
	Ομάδα 4	10.87 ± 4.62	1.09	16.50 ± 5.39	1.2
		P=0.55 P>0.05		P=0.32 P>0.05	

Απόσταση	Ομάδα	Δ_1 (T_1-T_0)		Δ_2 (T_2-T_0)	
		m ± SD	SE	m ± SD	SE
11 (Mpr- M_3)	Ομάδα 1	10.24 ± 6.83	1.61	16.29 ± 6.96	1.65
	Ομάδα 2	13.10 ± 4.58	1.08	19.42 ± 6.81	1.60
	Ομάδα 3	12.34 ± 6.04	1.42	17.59 ± 6.19	1.46
	Ομάδα 4	11.57 ± 5.92	5.66	15.86 ± 6.33	1.49
		P=0.51 P>0.05		P=0.37 P>0.05	
12 (Mpr'- M_3)	Ομάδα 1	13.60 ± 6.41	1.51	21.07 ± 8.24	1.94
	Ομάδα 2	14.41 ± 7.49	1.76	20.82 ± 6.23	1.47
	Ομάδα 3	12.45 ± 6.11	1.44	18.32 ± 5.13	1.21
	Ομάδα 4	13.86 ± 6.94	1.64	17.12 ± 6.96	1.64
		P=0.84 P>0.05		P=0.23 P>0.05	
13 (Zt-Zt')	Ομάδα 1	12.19 ± 4.10	0.97	16.97 ± 5.28	1.24
	Ομάδα 2	12.13 ± 4.43	1.04	17.49 ± 4.76	1.12
	Ομάδα 3	11.59 ± 3.65	0.86	16.16 ± 4.10	0.97
	Ομάδα 4	11.14 ± 4.97	1.17	14.54 ± 4.72	1.11
		P=0.87 P>0.05		P=0.27 P>0.05	
14 (Zt-M_4)	Ομάδα 1	10.96 ± 6.70	1.58	15.98 ± 6.68	1.57
	Ομάδα 2	11.20 ± 5.03	1.19	17.35 ± 5.88	1.39
	Ομάδα 3	11.20 ± 5.99	1.41	16.55 ± 7.02	1.65
	Ομάδα 4	10.99 ± 4.55	1.07	14.25 ± 6.30	1.48
		P=0.99 P>0.05		P=0.53 P>0.05	
15 (Zt'-M_4)	Ομάδα 1	13.76 ± 6.20	1.46	19.70 ± 8.18	1.93
	Ομάδα 2	13.05 ± 6.13	1.45	18.53 ± 5.58	1.31
	Ομάδα 3	11.68 ± 5.76	1.36	18.89 ± 9.27	2.19
	Ομάδα 4	12.53 ± 6.36	1.50	17.34 ± 7.12	1.68
		P=0.77 P>0.05		P=0.83 P>0.05	
16 (B-B')	Ομάδα 1	15.67 ± 4.44	1.05	20.80 ± 5.42	1.28
	Ομάδα 2	16.30 ± 2.65	0.63	21.87 ± 3.79	0.89
	Ομάδα 3	16.89 ± 4.38	1.03	22.96 ± 5.35	1.26
	Ομάδα 4	17.56 ± 3.94	0.93	22.76 ± 5.62	1.32
		P=0.52 P>0.05		P=0.57 P>0.05	

Απόσταση	Ομάδα	Δ_1 (T_1-T_0)		Δ_2 (T_2-T_0)	
		m ± SD	SE	m ± SD	SE
17 (B- M_4)	Ομάδα 1	13.89 ± 5.38	1.27	18.86 ± 5.20	1.23
	Ομάδα 2	17.11 ± 3.64	0.86	21.94 ± 4.17	0.98
	Ομάδα 3	17.59 ± 4.63	1.09	22.85 ± 6.21	1.46
	Ομάδα 4	16.68 ± 4.53	1.07	20.75 ± 5.99	1.41
		P=0.08 P>0.05		P=0.16 P>0.05	
18 (B'-M_4)	Ομάδα 1	18.07 ± 5.55	1.31	23.44 ± 7.71	1.82
	Ομάδα 2	16.22 ± 4.10	0.97	22.32 ± 5.15	1.21
	Ομάδα 3	16.94 ± 5.18	1.22	24.06 ± 5.67	1.34
	Ομάδα 4	18.69 ± 4.25	1.00	26.33 ± 6.35	1.50
		P=0.42 P>0.05		P=0.28 P>0.05	
19 (Ppr-Ppr')	Ομάδα 1	2.69 ± 2.05	0.48	4.36 ± 2.84	0.67
	Ομάδα 2	1.82 ± 1.09	0.26	3.61 ± 2.18	0.51
	Ομάδα 3	2.41 ± 1.31	0.31	4.66 ± 2.63	0.62
	Ομάδα 4	2.79 ± 1.83	0.43	4.37 ± 2.18	0.51
		P=0.28 P>0.05		P=0.67 P>0.05	
20 (Ppr-M_5)	Ομάδα 1	3.08 ± 1.96	0.46	5.19 ± 2.89	0.68
	Ομάδα 2	3.05 ± 1.73	0.41	5.48 ± 3.40	0.80
	Ομάδα 3	4.36 ± 3.02	0.71	7.29 ± 4.48	1.06
	Ομάδα 4	4.50 ± 3.38	0.80	7.34 ± 3.98	0.94
		P=0.18 P>0.05		P=0.17 P>0.05	
21 (Ppr'- M_5)	Ομάδα 1	4.31 ± 2.44	1.28	7.98 ± 4.71	1.82
	Ομάδα 2	2.48 ± 1.65	0.39	5.23 ± 2.87	0.68
	Ομάδα 3	2.41 ± 1.59	0.38	5.18 ± 3.06	0.72
	Ομάδα 4	4.50 ± 2.45	1.28	7.65 ± 4.20	1.93
		P=0.24 P>0.05		P=0.34 P>0.05	
22 (Ppost- M_1)	Ομάδα 1	27.54 ± 7.35	1.73	39.58 ± 8.55	2.02
	Ομάδα 2	34.52± 11.34	2.67	40.07 ± 15.48	3.65
	Ομάδα 3	35.80 ± 11.04	2.60	46.55 ± 12.96	3.05
	Ομάδα 4	36.45 ± 11.34	2.67	48.66 ± 10.04	2.37
		P=0.49 P>0.05		P=0.28 P>0.05	

Απόσταση	Ομάδα	Δ_1 (T_1-T_0)		Δ_2 (T_2-T_0)	
		m ± SD	**SE**	**M ± SD**	**SE**
	Ομάδα 1	24.78 ± 6.54	1.54	34.78 ± 7.40	1.74
23	Ομάδα 2	29.93 ± 6.87	1.61	37.90 ± 10.24	2.41
(M_1-M_4)	Ομάδα 3	29.36 ± 5.08	1.20	38.02 ± 7.83	1.84
	Ομάδα 4	31.45 ± 5.66	1.33	38.10 ± 7.75	1.83
		P=0.058 P<0.05		P=0.46 P>0.05	
		1 2 3 4			
24	Ομάδα 1	**14.58 ± 2.34**	0.55	20.64 ± 3.75	0.88
(M_2-Fmag)	Ομάδα 2	**17.28 ± 3.01** *	0.71	23.29 ± 5.14	1.21
	Ομάδα 3	**16.45 ± 2.52**	0.59	22.84 ± 4.10	0.97
	Ομάδα 4	**17.72 ± 3.42** *	0.81	24.69 ± 5.29	1.25
		P=0.0083 P<0.05		P=0.078 P>0.05	
	Ομάδα 1	12.46 ± 4.46	1.05	18.68 ± 6.24	1.47
25	Ομάδα 2	13.87 ± 4.06	0.96	18.01 ± 5.56	1.31
Ppost- Fmag)	Ομάδα 3	14.13 ± 2.62	0.62	19.62 ± 3.90	0.92
	Ομάδα 4	15.28 ± 3.47	0.82	21.86 ± 5.52	1.30
		P=0.16 P>0.05		P=0.16 P>0.05	
		1 2 3 4			
26	Ομάδα 1	**16.65 ± 3.26**	0.77	24.25 ± 4.78	1.13
(M_1-Fmag)	Ομάδα 2	**19.29 ± 3.43** *	0.81	25.86 ± 5.88	1.39
	Ομάδα 3	**20.56 ± 3.64** *	0.86	27.10 ± 4.89	1.15
	Ομάδα 4	**20.05 ± 3.38** *	0.80	27.77 ± 5.62	1.32
		P=0.0052 P<0.05		P=0.13 P>0.05	
		1 2 3 4			
27	Ομάδα 1	**21.09 ± 5.16**	1.22	28.18 ± 5.84	1.37
(A-B)	Ομάδα 2	**25.47 ± 4.98** *	1.17	34.25 ± 9.56	2.54
	Ομάδα 3	**23.62 ± 5.66**	1.33	31.84 ± 8.18	1.92
	Ομάδα 4	**25.61 ± 5.49** *	1.29	31.20 ± 6.93	0.63
		P=0.026 P<0.05		P=0.15 P<0.05	

Απόσταση	Ομάδα	Δ_1 (T_1-T_0)		Δ_2 (T_2-T_0)	
		m ± SD	**SE**	**m ± SD**	**SE**
		1 2 3 4		**1 2 3 4**	
28	Ομάδα 1	**21.83 ± 5.64**	1.33	**28.87 ± 6.52**	1.54
(A'-B')	Ομάδα 2	**25.20 ± 7.18 ***	1.69	**34.57 ± 9.36 ***	2.20
	Ομάδα 3	**25.75 ± 5.41 ***	1.28	**34.54 ± 8.43 ***	1.98
	Ομάδα 4	**26.94± 7.39 ***	1.45	**37.51± 6.60 ***	1.55
		P=0.04 P<0.05		**P=0.0061 P<0.05**	

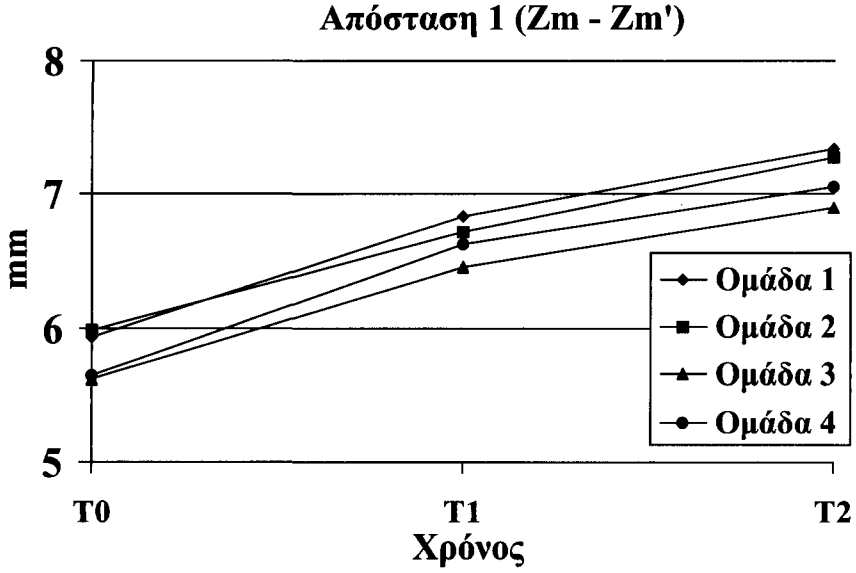
[ίνακας 4. Η μέση τιμή (m), η σταθερή απόκλιση (SD), το πιθανό σφάλμα (SE) και η πιθανότητα άθους (P) των εκατοστιαίων μεταβολών μεταξύ των χρονικών στιγμών (T_1-T_0) και (T_2-T_0) για τις ποστάσεις που μελετήθηκαν στην πλάγια ακτινογραφίας του κρανίου. Με τονισμένα στοιχεία οι ετρήσεις που παρουσιάζουν διαφορά στατιστικώς σημαντική στο επίπεδο του 0.05.

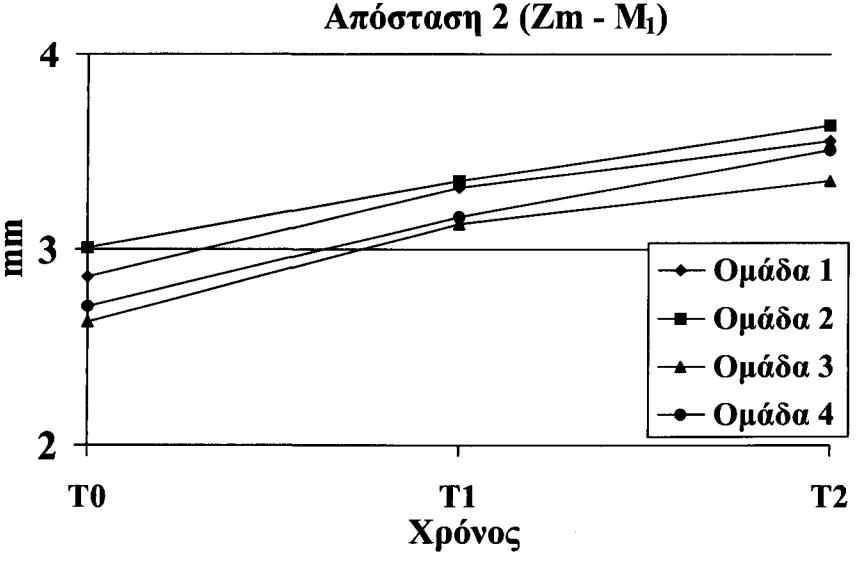
Απόσταση	**Ομάδα**	**Δ_1 (T_1-T_0)**		**Δ_2 (T_2-T_0)**	
		m ± SD	**SE**	**m ± SD**	**SE**
				1 2 3 4	
29	Ομάδα 1	32.16 ± 5.49	1.29	**45.34 ± 8.00**	1.89
(Nant- N)	Ομάδα 2	37.58 ± 11.23	2.65	**54.27 ± 13.71** * *	3.23
	Ομάδα 3	38.74 ± 11.88	2.80	**49.57 ± 11.53**	2.72
	Ομάδα 4	31.99 ± 10.48	2.47	**44.10 ± 10.17**	2.40
		P=0.09 P>0.05		**P=0.03 P<0.05**	
	Ομάδα 1	29.67 ± 6.93	1.63	40.35 ± 7.54	1.78
30	Ομάδα 2	30.26 ± 6.75	1.59	43.61 ± 7.47	1.76
(UIli- UM)	Ομάδα 3	30.94 ± 4.51	1.06	45.82 ± 11.04	2.60
	Ομάδα 4	26.90 ± 5.61	1.32	39.06 ± 7.04	1.66
		P=0.21 P>0.05		P=0.07 P>0.05	
				1 2 3 4	
31	Ομάδα 1	40.34 ± 25.62	6.04	**53.26 ± 23.04**	5.43
Nant-Uilab)	Ομάδα 2	47.44 ± 17.54	4.13	**68.55 ± 22.93** * *	5.41
	Ομάδα 3	52.91 ± 21.60	5.09	**70.34 ± 20.82** * *	4.91
	Ομάδα 4	43.42 ± 18.08	4.26	**53.55 ± 16.11**	3.80
		P=0.31 P>0.05		**P=0.0049 P<0.05**	
		1 2 3 4		**1 2 3 4**	
32	Ομάδα 1	**26.15 ± 3.91**	0.92	**35.68 ± 5.23**	1.23
(ULIi-N_1)	Ομάδα 2	**26.88 ± 6.69**	1.58	**38.06 ± 8.17**	1.93
	Ομάδα 3	**32.48 ± 7.01** * * *	1.65	**44.36 ± 9.90** * * *	2.33
	Ομάδα 4	**25.10 ± 6.82**	1.61	**36.86 ± 6.91**	1.63
		P=0.0067 P<0.05		**P=0.0062 P<0.05**	
	Ομάδα 1	23.07 ± 4.51	1.06	33.91 ± 7.13	1.68
33	Ομάδα 2	26.35 ± 5.31	1.25	36.55 ± 6.54	1.54
(UM-N)	Ομάδα 3	24.85 ± 6.58	1.55	36.55 ± 8.54	2.01
	Ομάδα 4	25.52 ± 6.91	1.63	38.26 ± 9.95	2.34
		P=0.4 P>0.05		P=0.4 P>0.05	

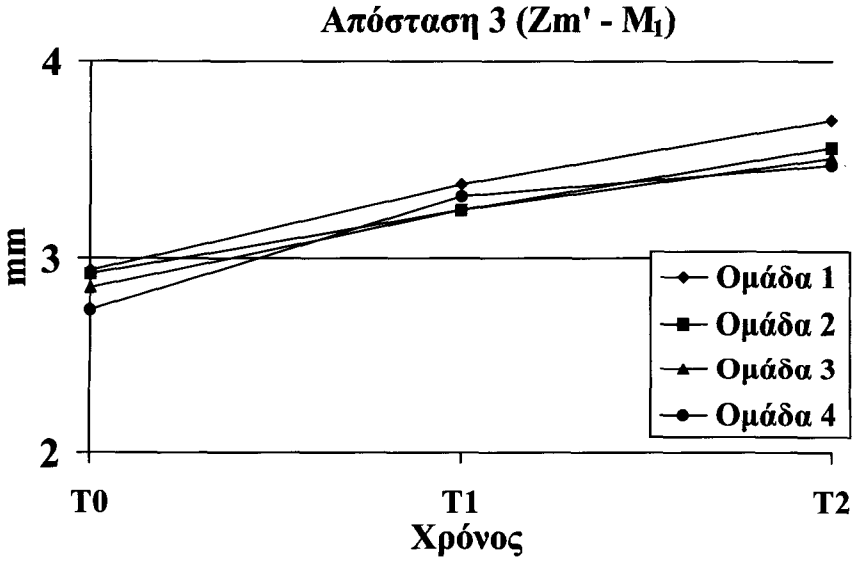
Απόσταση	Ομάδα	Δ_1 (T_1-T_0)		Δ_2 (T_2-T_0)	
		m ± SD	SE	m ± SD	SE
34 (Cs-BsPs)	Ομάδα 1	17.73 ± 5.21	1.23	27.11 ± 8.20	1.93
	Ομάδα 2	18.13 ± 5.65	1.33	26.60 ± 7.21	1.70
	Ομάδα 3	21.63 ± 8.04	1.89	29.18 ± 8.64	2.04
	Ομάδα 4	18.31 ± 7.04	1.66	27.67 ± 12.60	2.97
		P=0.26 P>0.05		P=0.9 P>0.05	
35 (Eoc-Oc)	Ομάδα 1	20.76 ± 13.51	3.18	37.26 ± 16.61	3.92
	Ομάδα 2	21.08 ± 14.72	3.47	39.25 ± 15.87	3.74
	Ομάδα 3	21.42 ± 16.43	3.87	40.97 ± 23.69	5.58
	Ομάδα 4	20.70 ± 14.28	3.37	38.98 ± 23.83	5.62
		P=0.99 P>0.05		P=0.17 P>0.05	
36 (Eoc-Cs)	Ομάδα 1	11.11 ± 5.86	1.38	15.53 ± 7.10	1.67
	Ομάδα 2	10.06 ± 6.18	1.46	14.27 ± 8.10	1.91
	Ομάδα 3	14.67 ± 8.99	2.12	17.89 ± 9.03	2.13
	Ομάδα 4	12.74 ± 6.18	1.27	16.98 ± 6.33	1.49
		P=0.21 P>0.05		P=0.51 P>0.05	
37 (Cs-N)	Ομάδα 1	22.66 ± 12.47	2.94	34.62 ± 15.86	3.74
	Ομάδα 2	26.55 ± 9.11	2.15	40.05 ± 12.70	2.99
	Ομάδα 3	29.41 ± 10.89	2.57	43.93 ± 18.40	4.34
	Ομάδα 4	24.73 ± 8.90	2.10	44.14 ± 12.84	3.03
		P=0.2 P>0.05		P=0.21 P>0.05	
38 (Lilab-Go)	Ομάδα 1	25.11 ± 7.03	1.66	33.87 ± 9.26	2.18
	Ομάδα 2	22.49 ± 7.73	1.82	30.10 ± 8.40	1.98
	Ομάδα 3	26.42 ± 8.29	1.95	35.30 ± 7.71	1.82
	Ομάδα 4	23.99 ± 7.28	1.72	30.85 ± 5.64	1.33
		P=0.46 P>0.05		P=0.16 P>0.05	
39 (Liii-Go)	Ομάδα 1	22.05 ± 5.71	1.35	30.71 ± 7.68	1.81
	Ομάδα 2	23.26 ± 7.09	1.67	33.04 ± 14.15	3.34
	Ομάδα 3	24.05 ± 5.66	1.33	33.82 ± 6.52	1.54
	Ομάδα 4	20.66 ± 6.76	1.59	30.61 ± 10.18	2.40
		P=0.41 P>0.05		P=0.7 P>0.05	

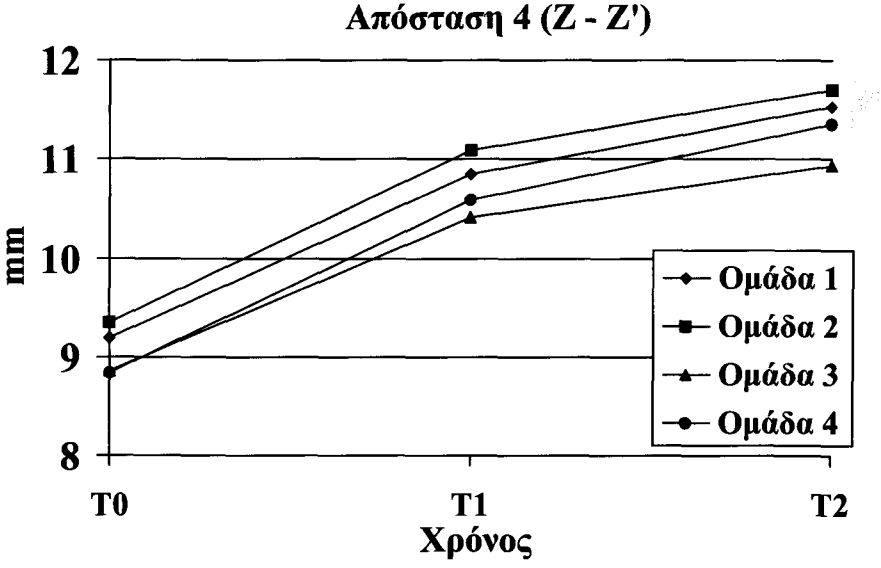
Απόσταση	Ομάδα	Δ_1 (T_1-T_0)		Δ_2 (T_2-T_0)	
		m ± SD	**SE**	**m ± SD**	**SE**
	Ομάδα 1	19.66 ± 3.16	0.74	27.83 ± 4.60	1.08
40	Ομάδα 2	22.01 ± 5.02	1.18	30.99 ± 7.43	1.75
(Nant-Eoc)	Ομάδα 3	22.30 ± 3.52	0.83	31.50 ± 5.58	1.31
	Ομάδα 4	21.12 ± 3.75	0.88	29.65 ± 3.92	0.93
		P=0.18 P>0.05		P=0.20 P>0.05	
	Ομάδα 1	21.37 ±3.34	0.79	29.86 ± 4.28	1.00
41	Ομάδα 2	21.79 ± 3.10	0.73	29.94 ± 4.90	1.15
(Uilab-Moc)	Ομάδα 3	23.09 ± 3.26	0.74	31.12 ± 5.41	1.28
	Ομάδα 4	24.34 ± 3.14	0.55	31.96 ± 3.78	0.89
		P= 0.32 P<0.05		P=0.54 P>0.05	
	Ομάδα 1	18.55 ± 2.87	0.89	26.17 ± 3.46	0.82
42	Ομάδα 2	20.93 ± 3.81	0.72	28.25 ± 6.19	1.46
(Uili-Oc)	Ομάδα 3	21.23 ± 3.34	0.79	29.35 ± 5.37	1.27
	Ομάδα 4	21.88 ± 5.35	1.26	29.44± 5.99	1.41
		P=0.000 P<0.05		P=0.13 P>0.05	

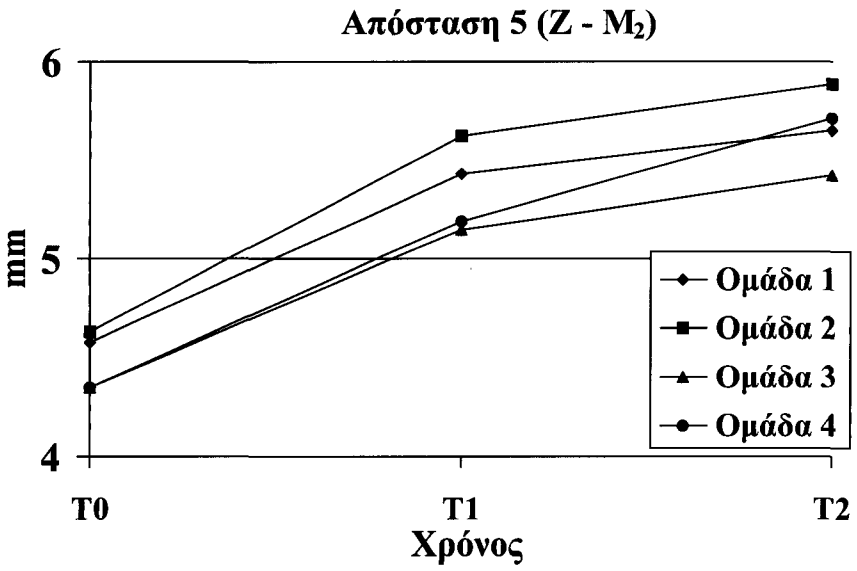
2. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

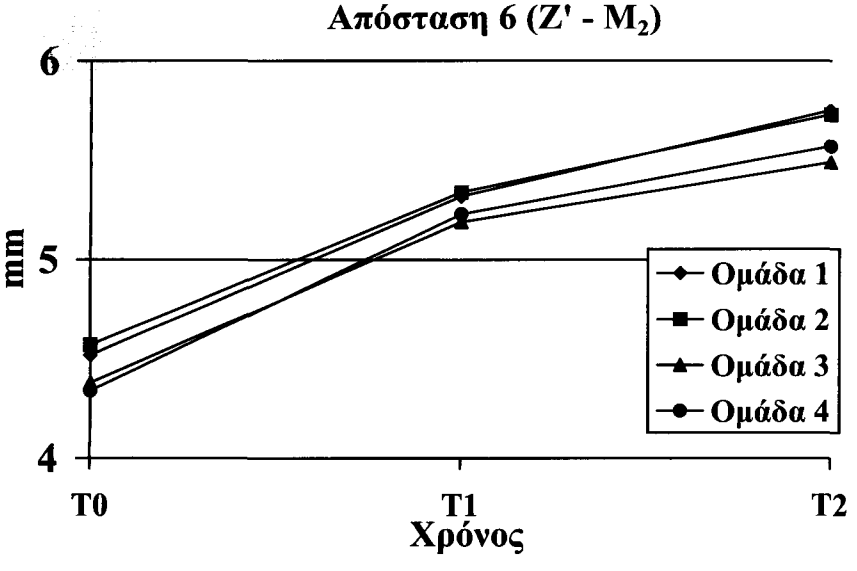

Απόσταση 1 (Zm - Zm')
8
7
6
5
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

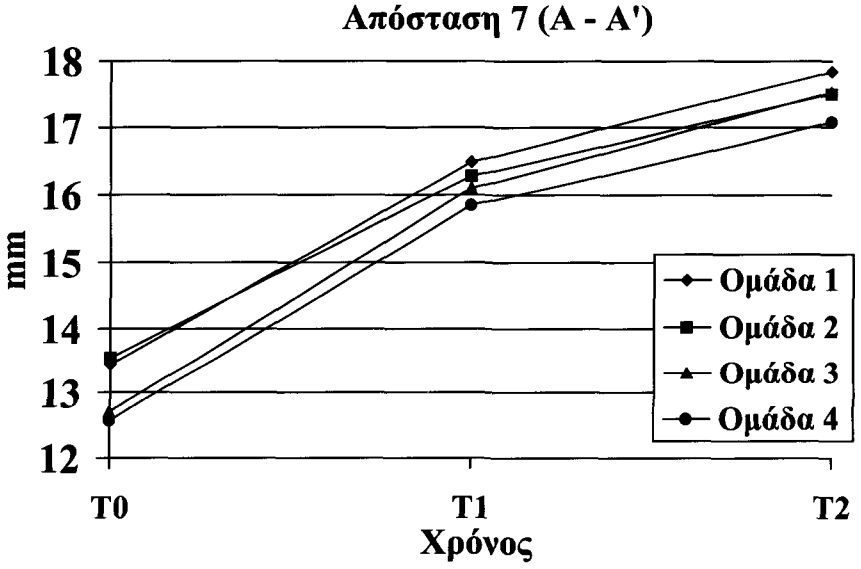

Απόσταση 2 (Zm - M1)
4
3
2
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

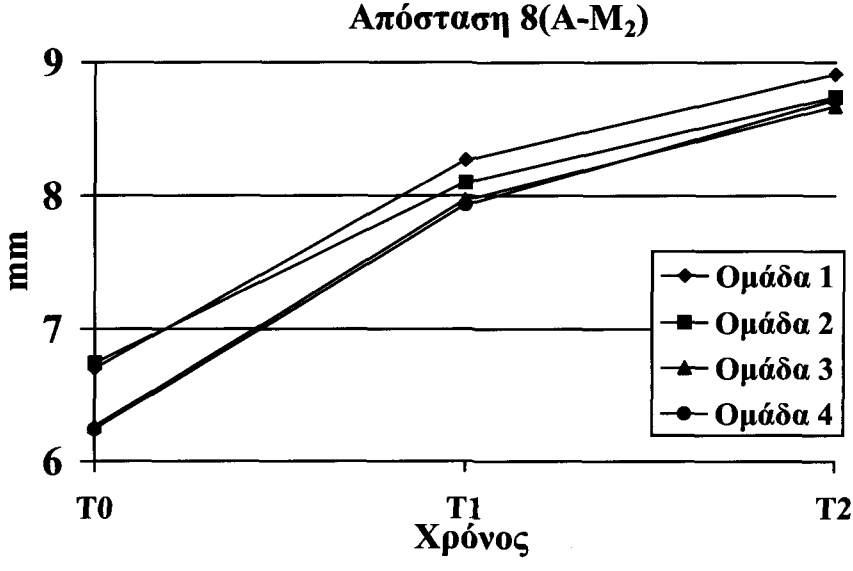

Απόσταση 3 (Zm' - M1)
4
3
2
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

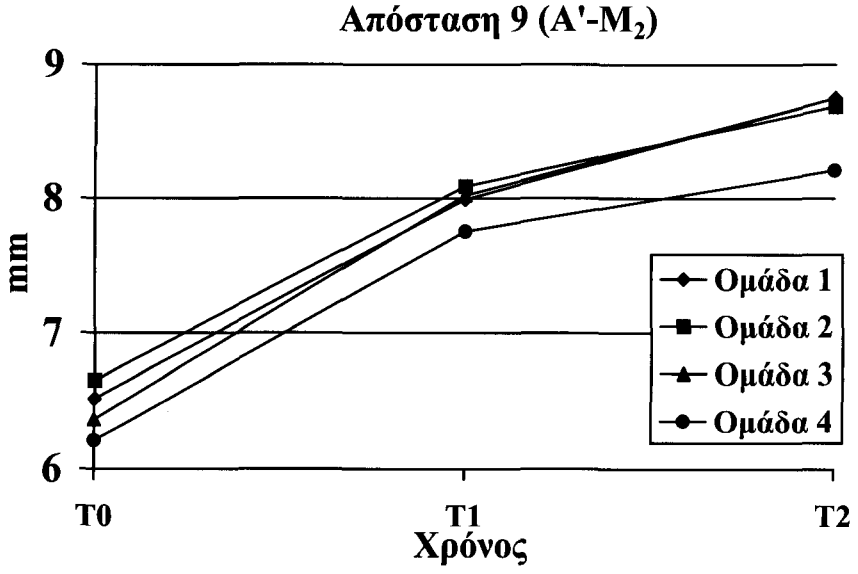

Απόσταση 4 (Z - Z')
12
11
10
9
8
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

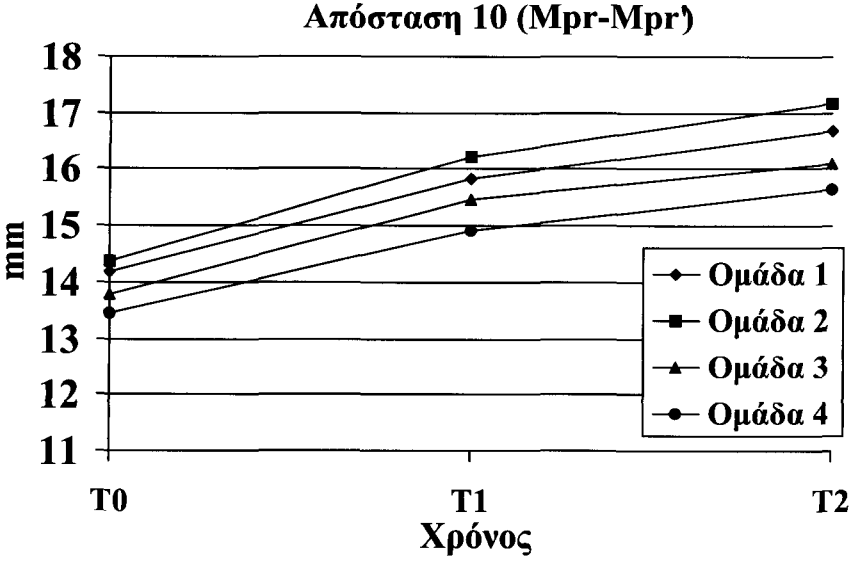

Απόσταση 5 (Z - M2)
6
5
4
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος

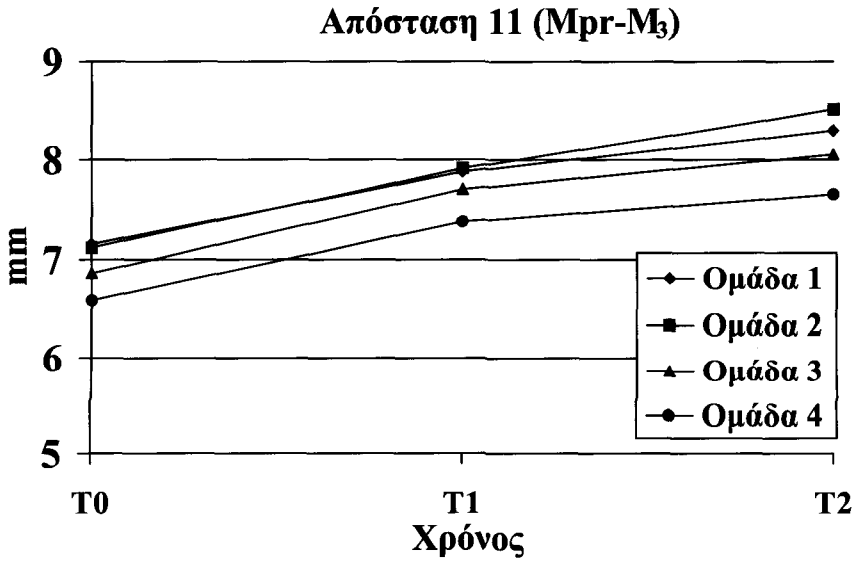

Απόσταση 6 (Z' - M2)
6
5
4
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος

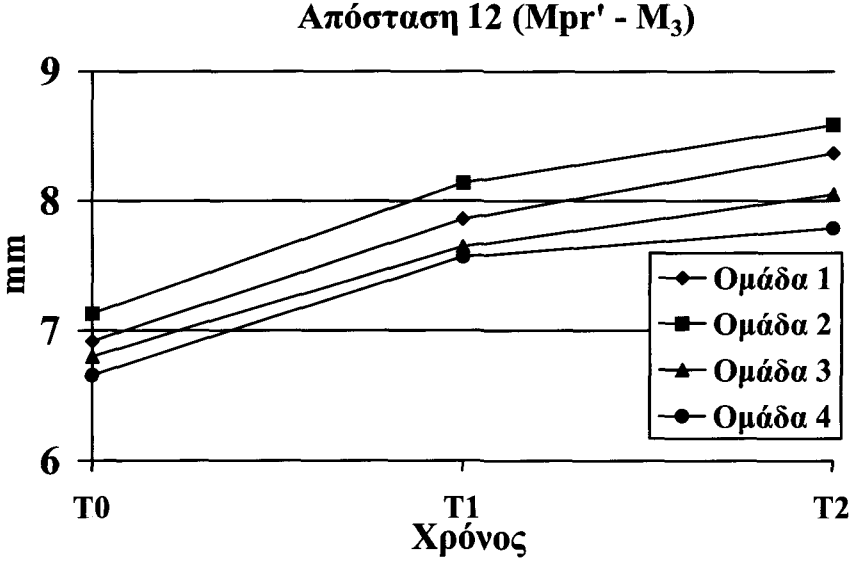

Απόσταση 7 (A - A')
18
17
16
15
14
13
12
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος

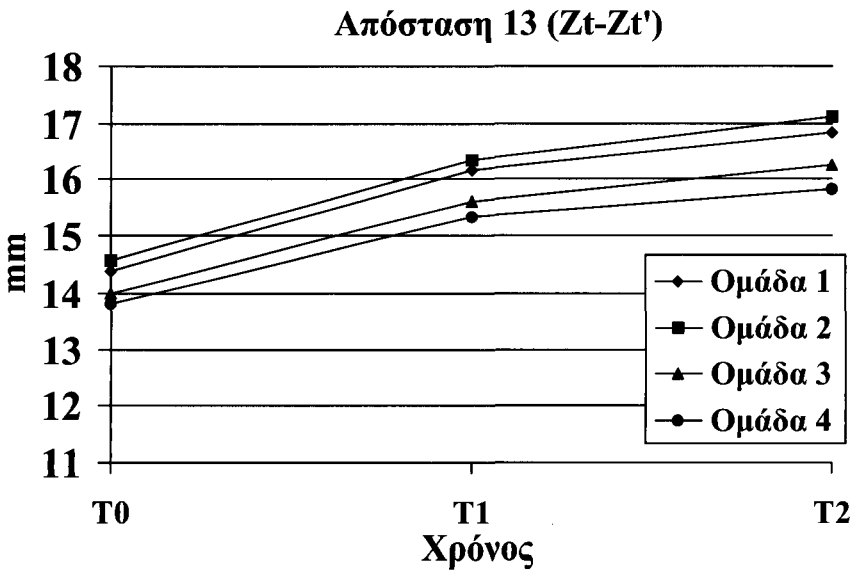

Απόσταση 8(A-M2)
9
8
7
6
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος

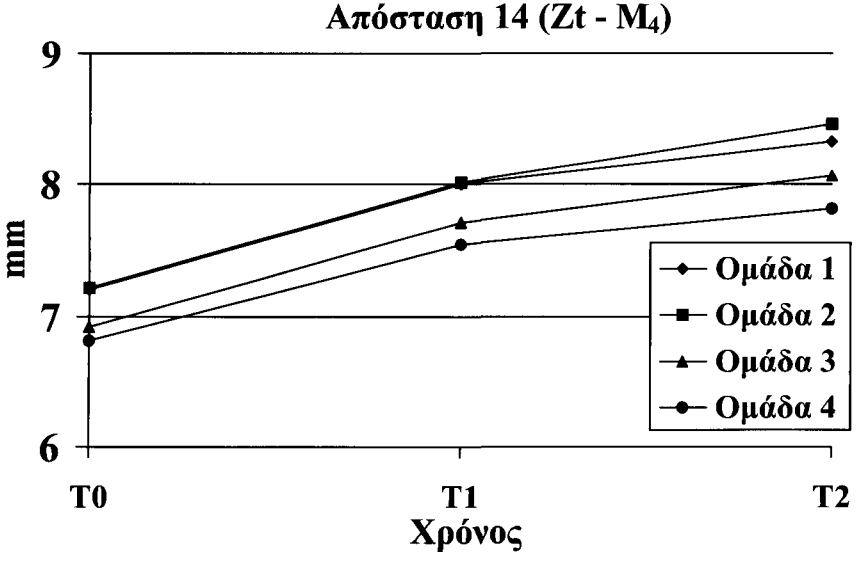

Απόσταση 9 (A'-M2)
9
8
7
6
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

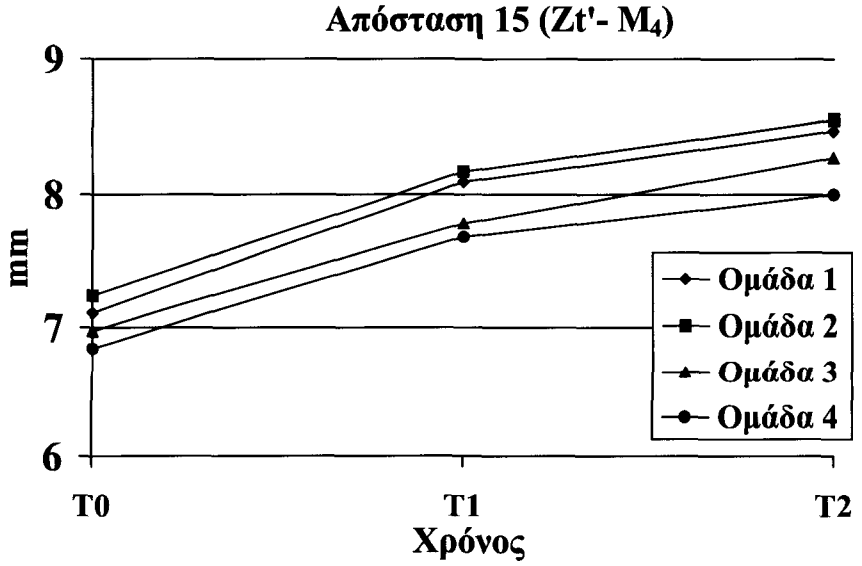

Απόσταση 10 (Mpr-Mpr')
18
17
16
15
14
13
12
11
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

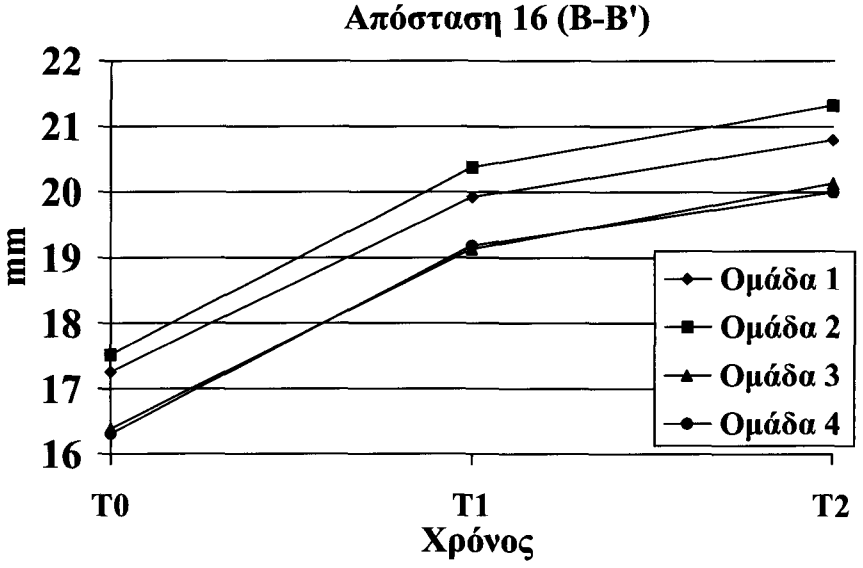

Απόσταση 11 (Mpr-M3)
9
8
7
6
5
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

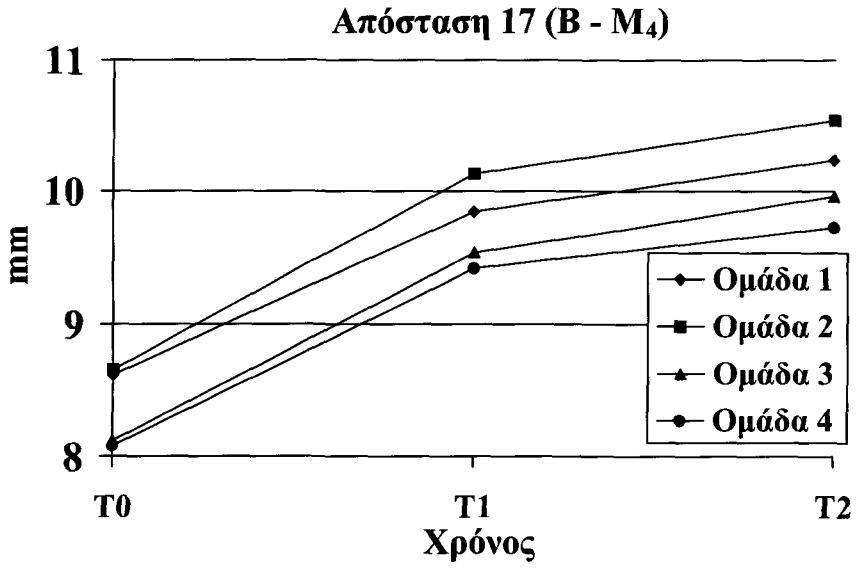

Απόσταση 12 (Mpr' - M3)
9
8
7
6
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

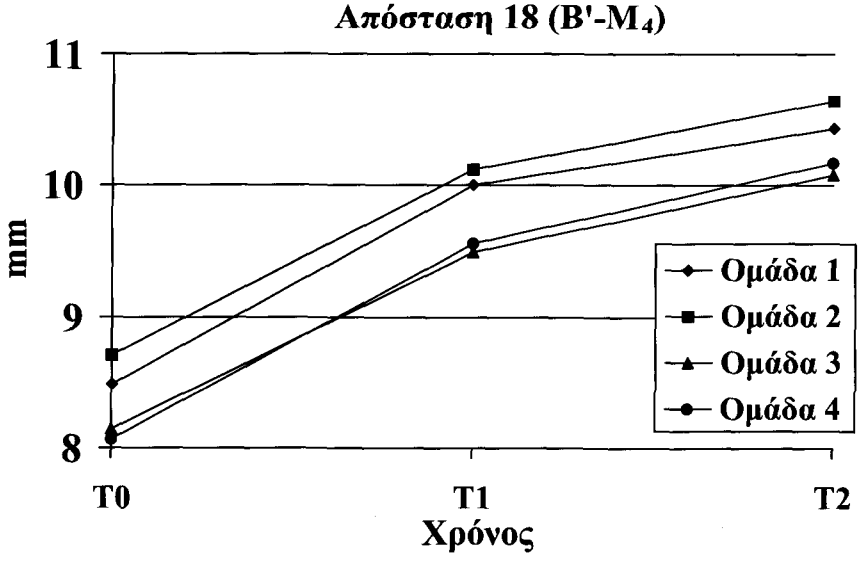

Απόσταση 13 (Zt-Zt')
18
17
16
15
14
13
12
11
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος

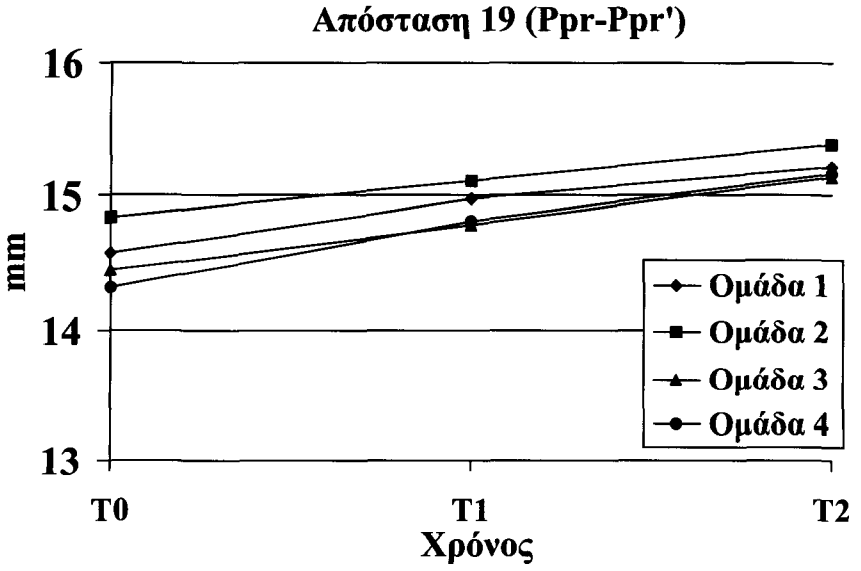

Απόσταση 14 (Zt - M4)
9
8
7
6
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος

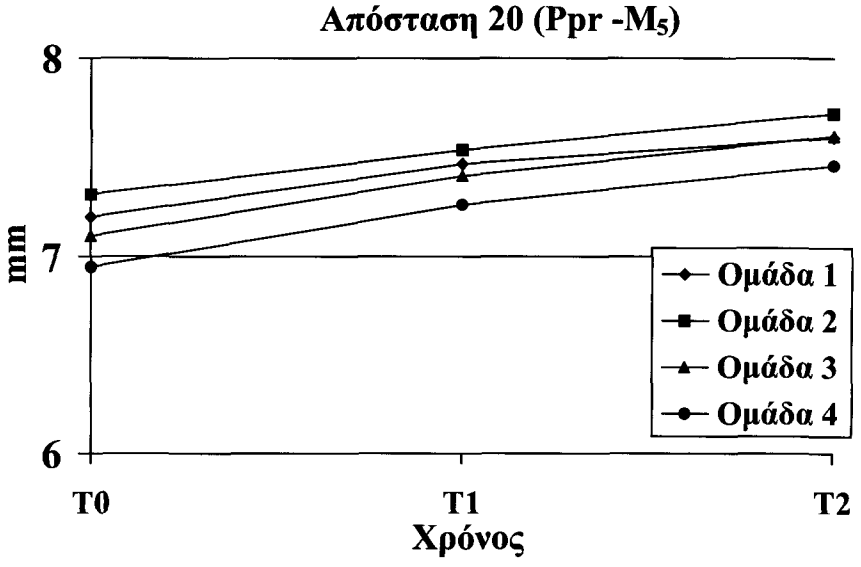

Απόσταση 15 (Zt'- M4)
9
8
7
6
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

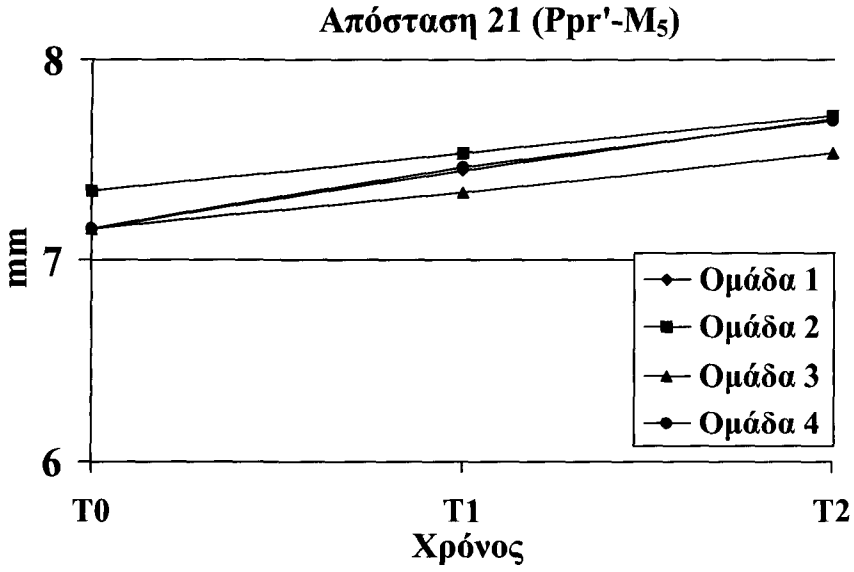

Απόσταση 16 (B-B')
22
21
20
19
18
17
16
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

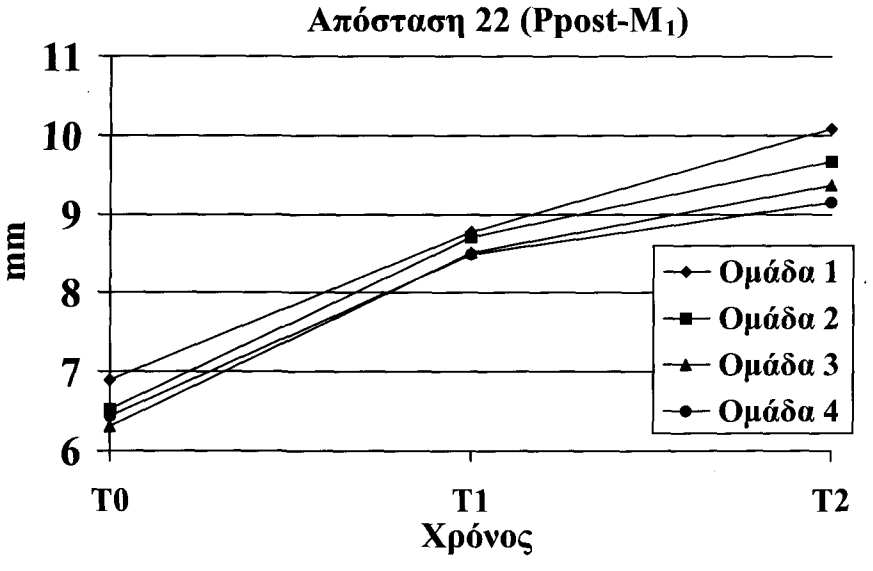

Απόσταση 17 (B - M4)
11
10
9
8
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

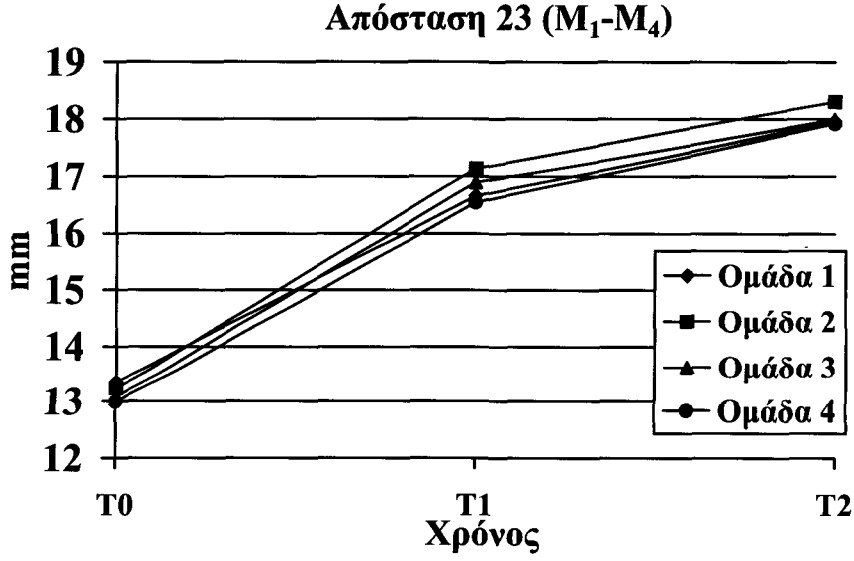

Απόσταση 18 (B'-M4)
11
10
9
8
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

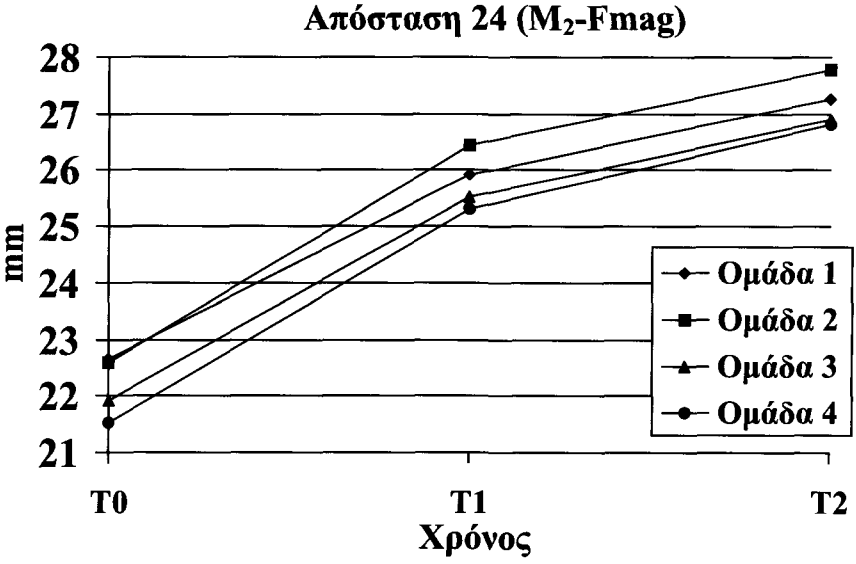

Απόσταση 19 (Ppr-Ppr')
16
15
14
13
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος

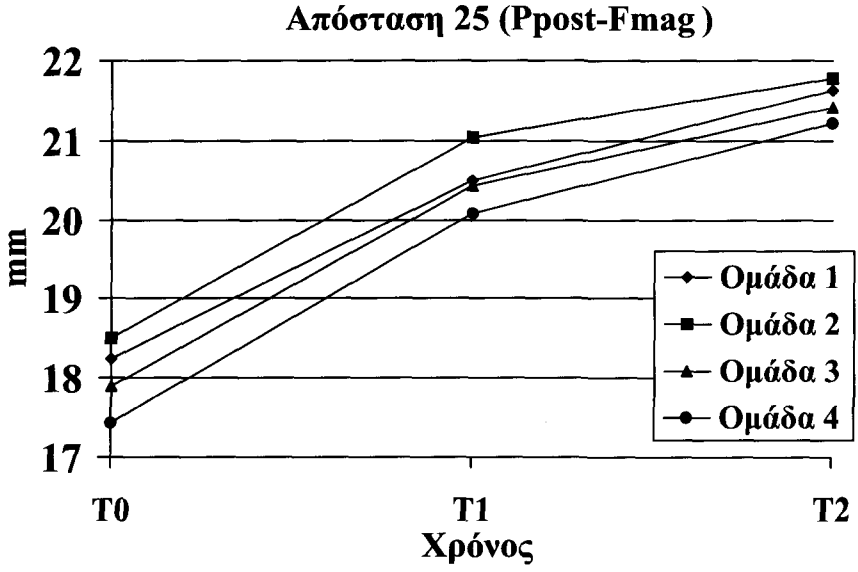

Απόσταση 20 (Ppr -M5)
8
7
6
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος

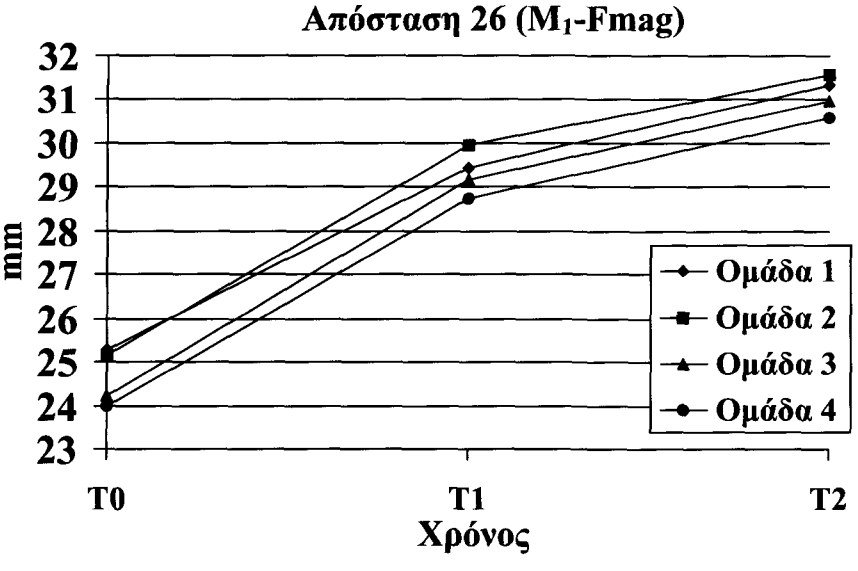

Απόσταση 21 (Ppr'-M5)
8
7
6
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

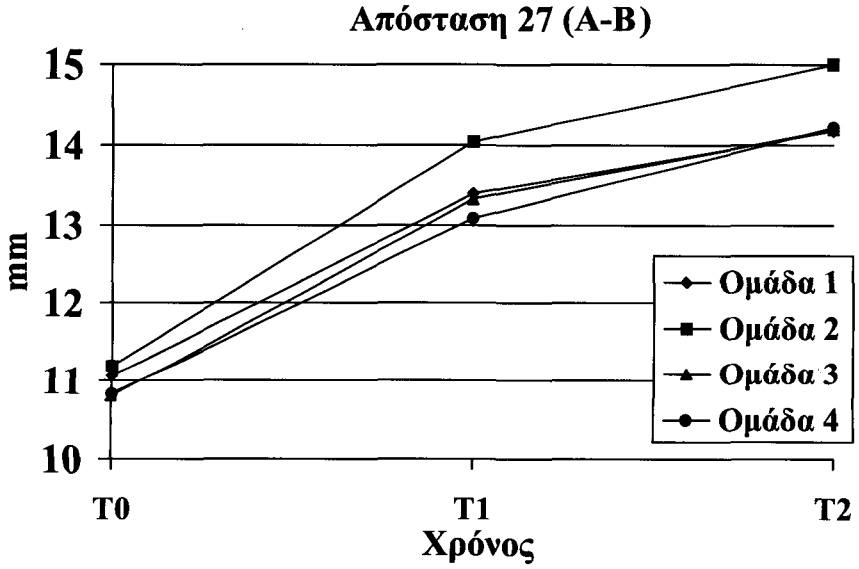

Απόσταση 22 (Ppost-M1)
11
10
9
8
7
6
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

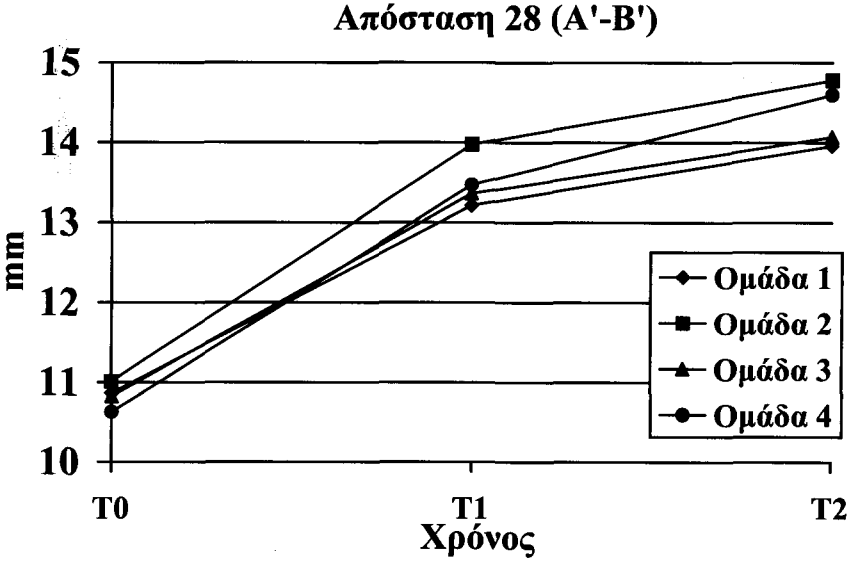

Απόσταση 23 (M1-M4)
19
18
17
16
15
14
13
12
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος

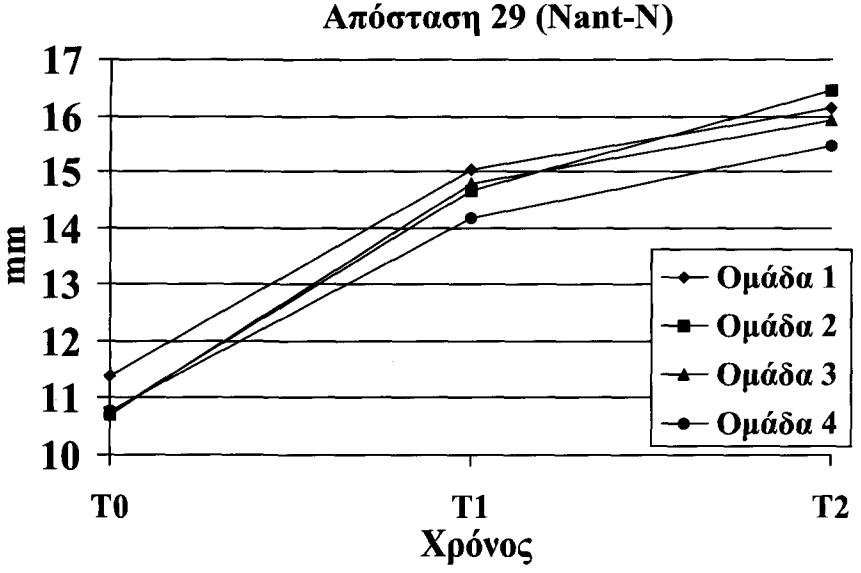

Απόσταση 24 (M2-Fmag)
28
27
26
25
24
23
22
21
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος

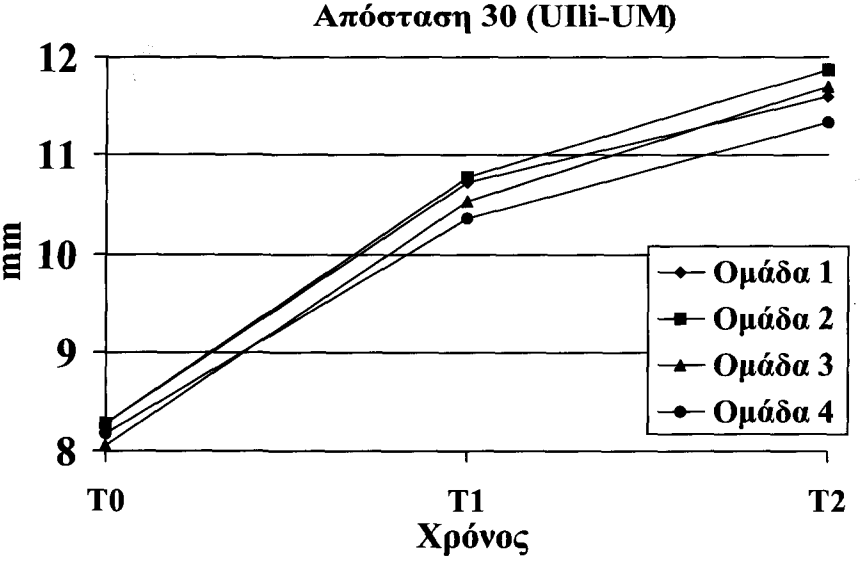

Απόσταση 25 (Ppost-Fmag)
22
21
20
19
18
17
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος

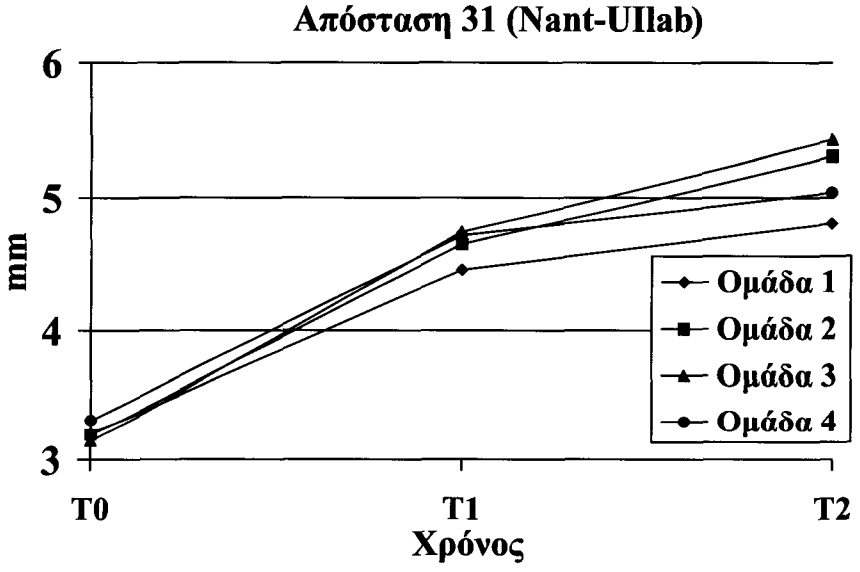

Απόσταση 26 (M1-Fmag)
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος

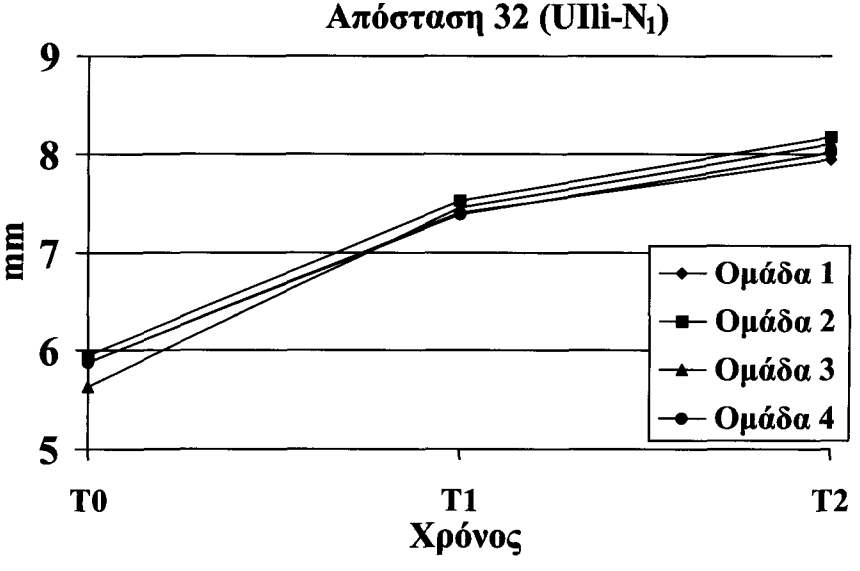

Απόσταση 27 (A-B)
15
14
13
12
11
10
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

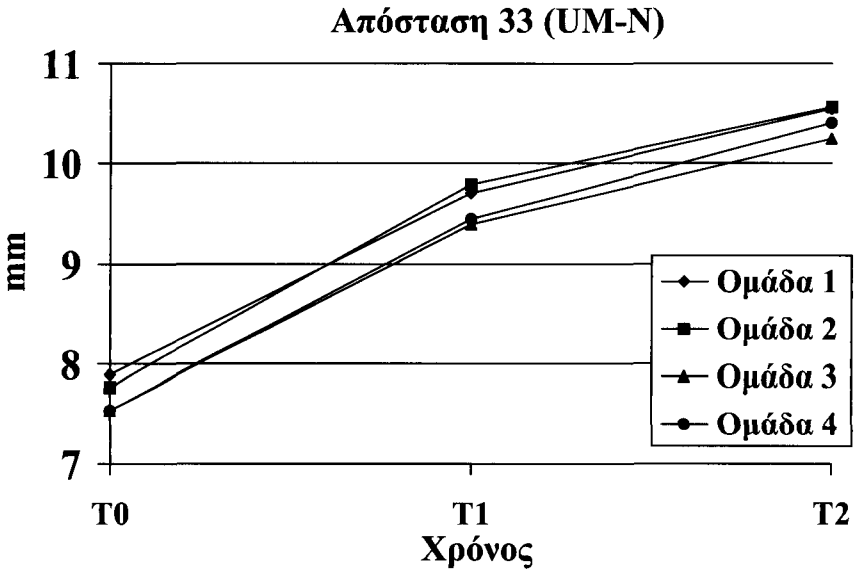

Απόσταση 28 (A'-B')
15
14
13
12
11
10
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

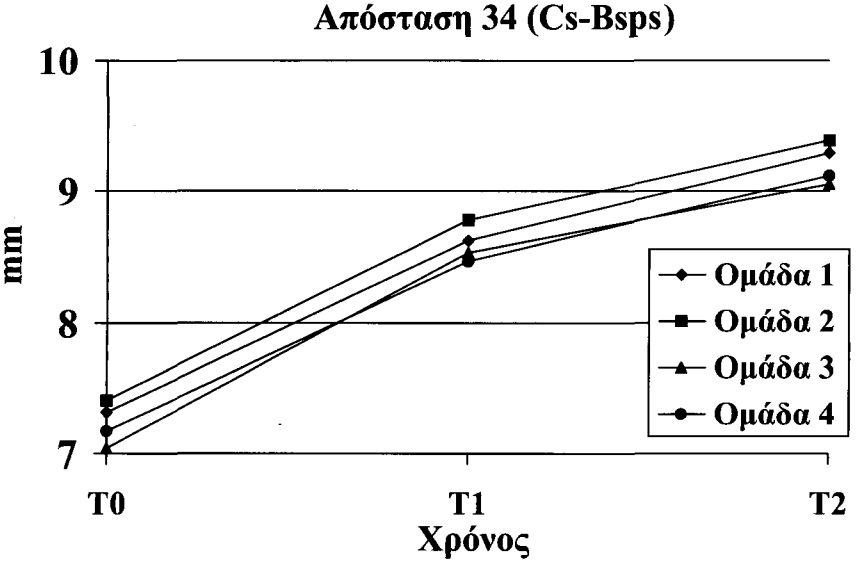

Απόσταση 29 (Nant-N)
17
16
15
14
13
12
11
10
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος

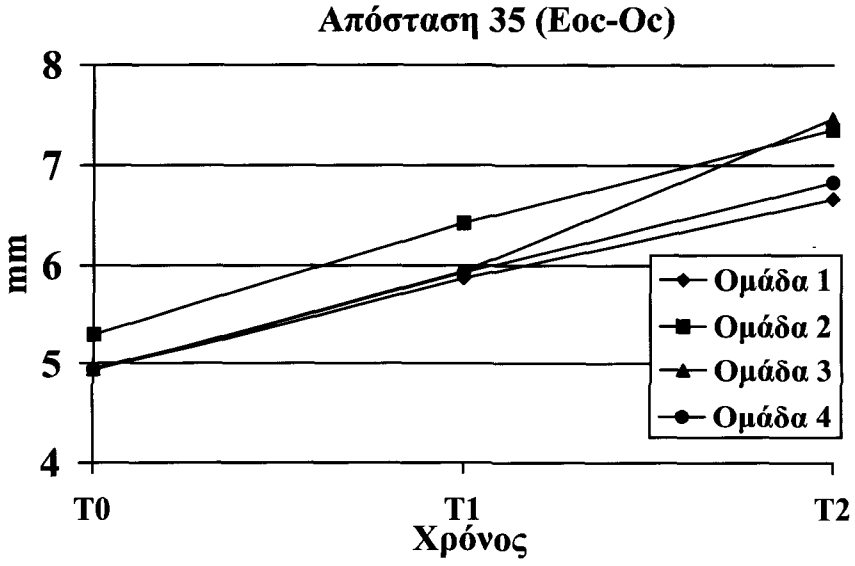

Απόσταση 30 (UIli-UM)
12
11
10
9
8
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος

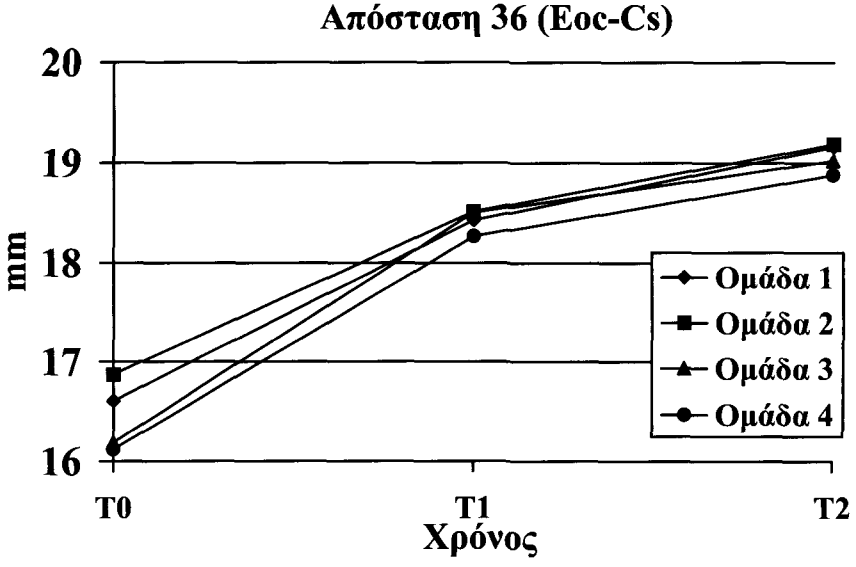

Απόσταση 31 (Nant-Ullab)
6
5
4
3
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος

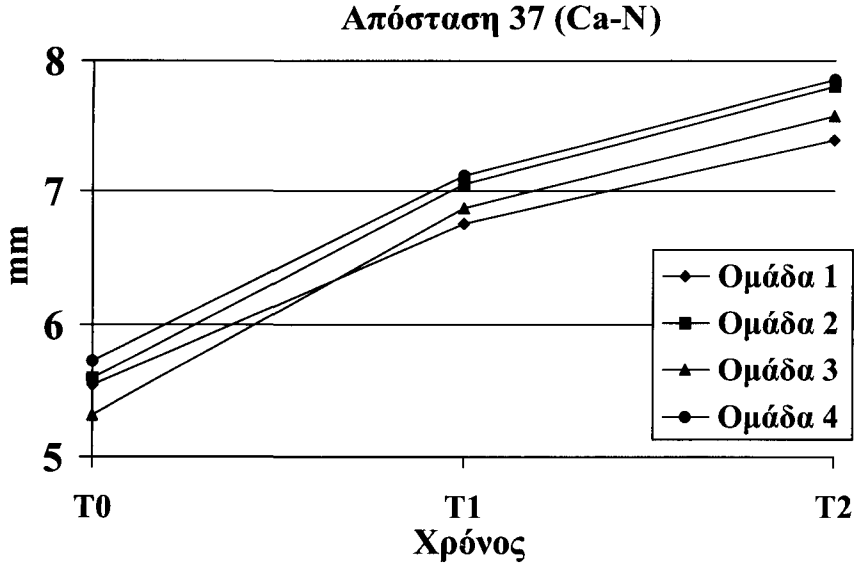

Απόσταση 32 (Ulli-N1)
9
8
7
6
5
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος

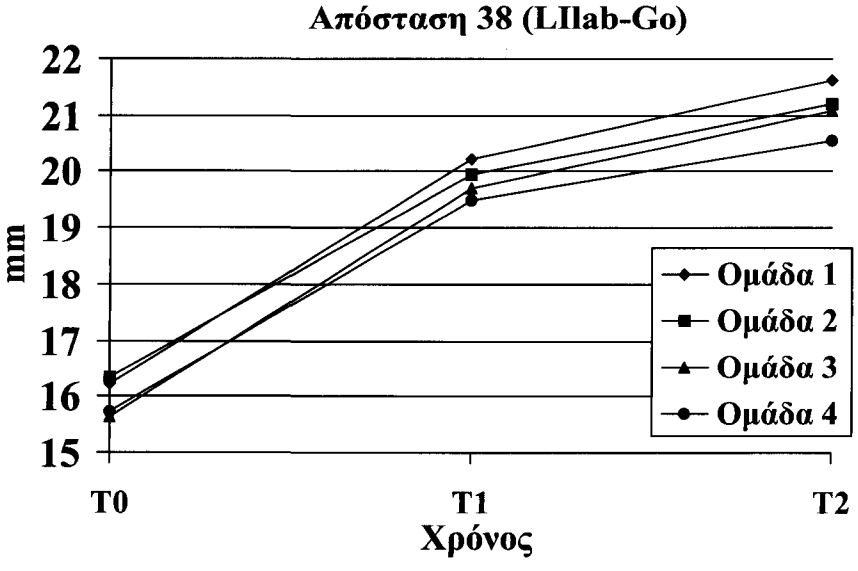

Απόσταση 33 (UM-N)
11
10
9
8
7
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

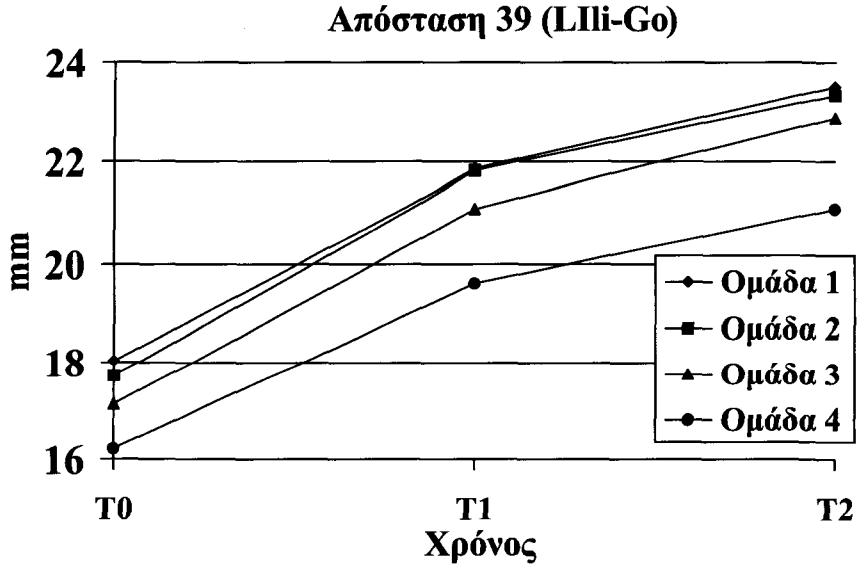

Απόσταση 34 (Cs-Bsps)
10
9
8
7
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

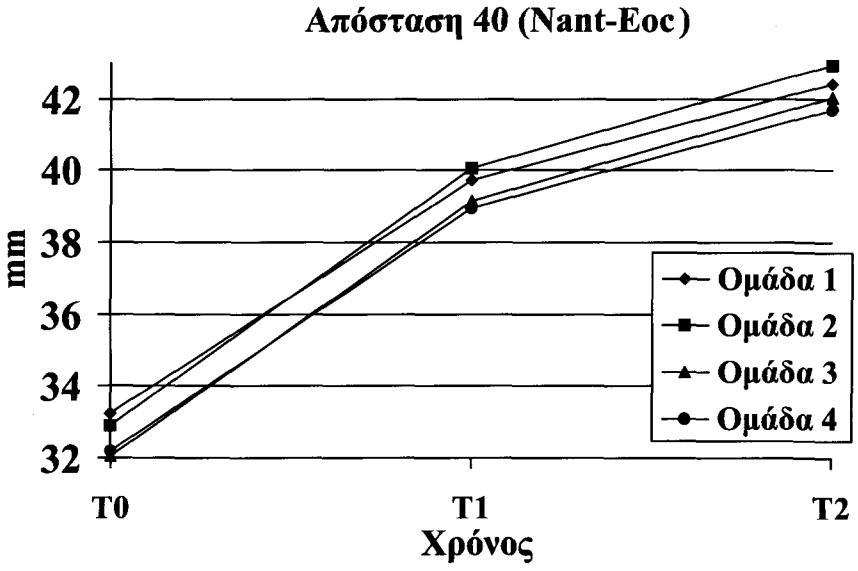

Απόσταση 35 (Eoc-Oc)
8
7
6
5
4
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

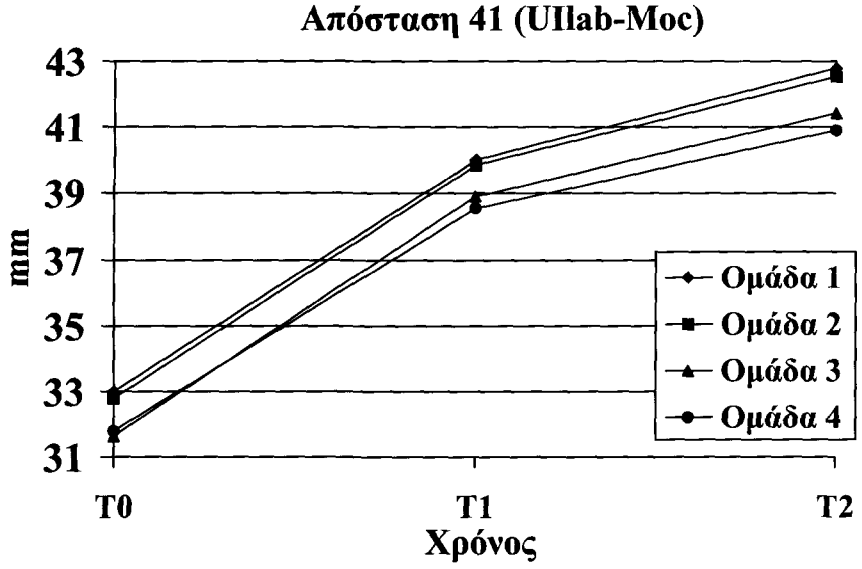

Απόσταση 36 (Eoc-Cs)
20
19
18
17
16
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4

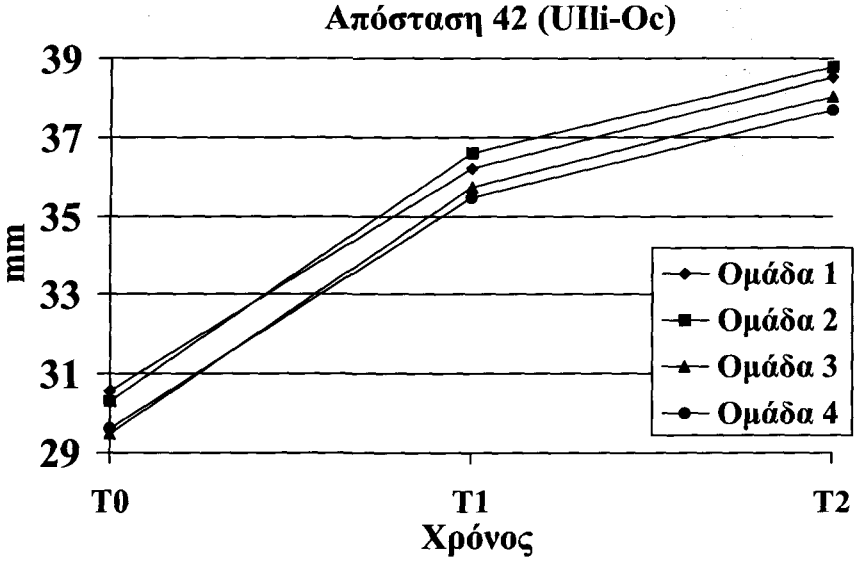

Απόσταση 37 (Ca-N)
8
7
6
5
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4


Απόσταση 38 (LIlab-Go)
22
21
20
19
18
17
16
15
mm
T0
T1
T2
Χρόνος
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4


Απόσταση 39 (LIli-Go)
24
22
20
18
16
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος


Απόσταση 40 (Nant-Eoc)
42
40
38
36
34
32
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος


Απόσταση 41 (UIlab-Moc)
43
41
39
37
35
33
31
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος


Απόσταση 42 (UIli-Oc)
39
37
35
33
31
29
mm
Ομάδα 1
Ομάδα 2
Ομάδα 3
Ομάδα 4
T0
T1
T2
Χρόνος