



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Κεφαλομετρική ακτινογραφία : Βασικές αρχές - Γεωμετρία - Κριτήρια
αξιολόγησης - Ψευδενδείξεις - Μετρήσεις/Ανάλυση»**

ΜΑΡΙΟΣ ΚΑΤΣΟΥΛΙΕΡΗΣ Α.Μ. :22017

Επιβλέπων

ΠΕΡΙΚΛΗΣ ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ, PhD

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2024

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

- | | | |
|---|------------------------|--------------------------------------|
| 1 | ΠΕΡΙΚΛΗΣ ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ | Αναπληρωτής Καθηγητής
(Επιβλέπων) |
| 2 | ΜΥΡΣΙΝΗ ΜΠΑΛΑΦΟΥΤΑ | Επίκουρη Καθηγήτρια |
| 3 | ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΜΠΑΚΑΣ | Καθηγητής |

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Κατσουλιέρης Μάριος του Δημητρίου με αριθμό μητρώου (ΑΜ) 22017 φοιτητής του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Σύγχρονες Εφαρμογές στην Ιατρική Απεικόνιση» του Τομέα Ακτινολογίας-Ακτινοθεραπείας του Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών, της Σχολής Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι :

Είμαι συγγραφέας της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας με τίτλο «Κεφαλομετρική ακτινογραφία : Βασικές αρχές - Γεωμετρία - Κριτήρια αξιολόγησης - Ψευδενδείξεις - Μετρήσεις/Ανάλυση» και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.

Ο Δηλών

Μάριος Κατσουλιέρης



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή-Ιστορική αναδρομή.....	7
Κεφάλαιο 2: Ανατομία.....	9
Κεφάλαιο 3: Βασικές Αρχές.....	11
Κεφάλαιο 4:Κεφαλομετρική Ανάλυση.....	17
4.1: Σημεία Ενδιαφέροντος.....	17
4.2: Επίπεδα.....	18
4.3: Γωνιακές Μετρήσεις.....	19
4.4: Έλεγχος σκελετικής ωρίμανσης.....	22
Κεφάλαιο 5: ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΚΑΙ ΨΕΥΔΕΝΔΕΙΞΙΣ.....	23
5.1: Μεγέθυνση.....	23
5.2: Σφάλματα τοποθέτησης.....	26
5.3: Σφάλματα κεφαλομετρικής ανάλυσης.....	28
Κεφάλαιο 6: ΧΡΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΛΙΝΙΚΗ ΠΡΑΞΗ.....	29
Κεφάλαιο 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	30
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	31
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	33

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πλάγια κεφαλομετρική ακτινογραφία αποτελεί απεικονιστική εξέταση που πραγματοποιείται με την χρήση ακτίνων Χ για την απεικόνιση κατά κύριο λόγο του προσωπικού κρανίου και χρησιμοποιείται κυρίως στον τομέα της ορθοδοντικής. Στην παρακάτω βιβλιογραφική έρευνα αναλύονται βασικές αρχές ανατομίας, η διαδικασία τοποθέτησης και πραγματοποίησης της εξέτασης, τα βασικά στοιχεία της κεφαλομετρικής ανάλυσης, καθώς και πιθανά σφάλματα που μπορεί να προκύψουν κατά την διάρκεια της λήψης καθώς και της ανάλυσης.

Λέξεις κλειδιά: κεφαλομετρία, κεφαλομετρική ακτινογραφία, κεφαλοστάτης, κεφαλομετρική ανάλυση, ορθοδοντική

ABSTRACT

The lateral cephalogram is an imaging technique that uses X rays to depict the facial part of the skull and is used mainly in the field of orthodontics. The following essay presents the basic principles of anatomy, the process of positioning and imaging, the basics of cephalometric analysis as well as potential errors that might occur during the imaging or analysis phase.

Key words: cephalometry, cephalogram, cephalometric analysis, cephalostat, orthodontics

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένειά μου για την υποστήριξη τους καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου καθώς και τον κ. Παπαβασιλείου για την βοήθεια που μου προσέφερε κατά την διάρκεια συγγραφής αυτής της έρευνας.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η κεφαλομετρία αποτελεί την επιστήμη της μελέτης της ανθρώπινης κεφαλής και της ανάλυσης οδοντικών και σκελετικών στοιχείων του κρανίου. Η κεφαλομετρική ανάλυση χρησιμοποιείται κυρίως από οδοντιάτρους και ορθοδοντικούς και ο μέθοδος μέσω της οποίας πραγματοποιείται αυτή η ανάλυση είναι η κεφαλομετρική ακτινογραφία. Αν και η λήψη κεφαλομετρικών ακτινογραφιών ξεκίνησε το 1922 από τον AJ Raccini, η συσκευή που χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα για την λήψη για την σταθεροποίηση του εξεταζόμενου, ο κεφαλοστάτης, εφευρέθηκε το 1931 από τον ορθοδοντικό και καθηγητή ορθοδοντικής στο Πανεπιστήμιο του Michigan Holly Broadbent στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, ο οποίος μελέτησε την σχέση μεταξύ της ανάπτυξης των δοντιών και του κρανίου(Rea Ghodasra, Melina Brizuela¹⁶) ενώ ταυτόχρονα και από τον H. Hofarth στην Γερμανία.(Danny Abraham⁴). Ο Broadbent εισήγαγε αρχές και ιδέες η οποίες χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα και η χρήση του κεφαλοστάτη έδωσε την δυνατότητα αναπαραγωγής μίας σταθερής τοποθέτησης της κεφαλής κατά την διάρκεια της εξέτασης. Οι μετρήσεις διαφόρων γωνιών και αποστάσεων πάνω στην ακτινολογική εικόνα αποτέλεσαν την βάση για την κεφαλομετρική ανάλυση. (Χυράκης¹⁹)

Η πρώτη μέθοδος κεφαλομετρικής ανάλυσης αναπτύχθηκε το 1948 από τον William Downs ενώ ανά τα έτη αναπτύχθηκαν πολλές διαφορετικές μέθοδοι: Steiner (1953), Tweed (1954), Sassouni (1955), Harvold (1974), Wits (1975), Rickets (1979), McNamara (1985), Jaraback (1972). (Danny Abraham⁴)

March 3, 1936.

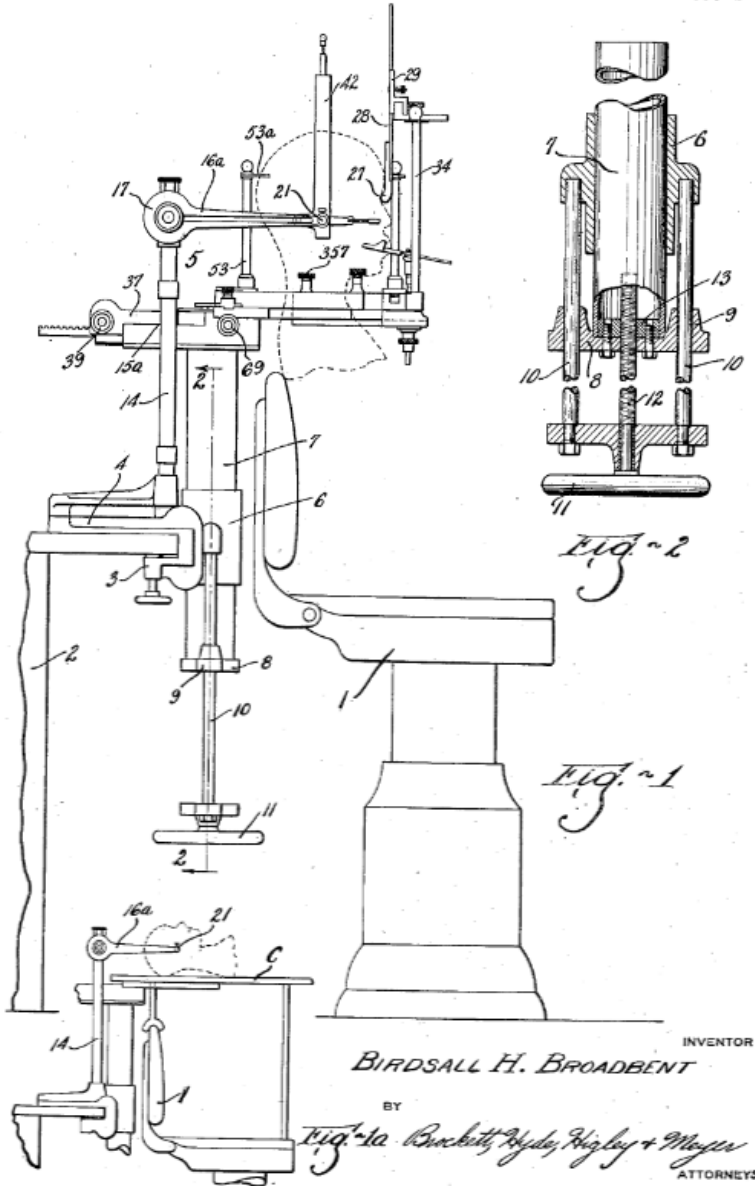
B. H. BROADBENT

2,032,833

MEASURING AND RECORDING APPARATUS

Filed Jan. 27, 1932

5 Sheets-Sheet 1

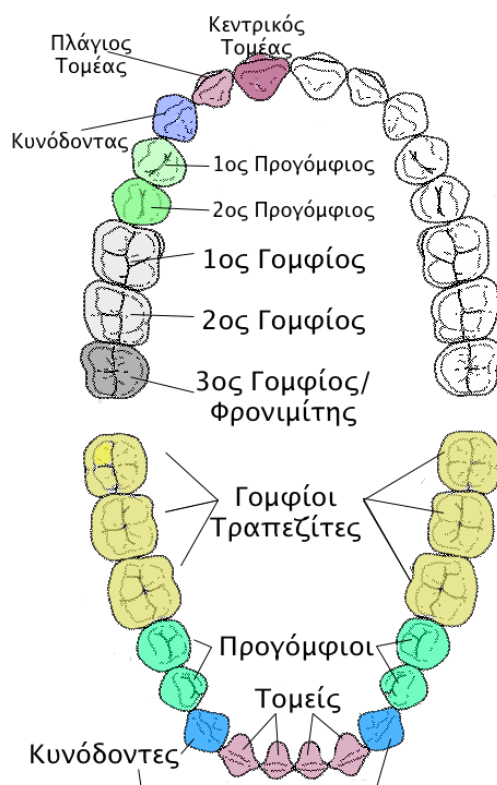


Εικόνα 1: Το μοντέλο κεφαλοστάτη Broadbent

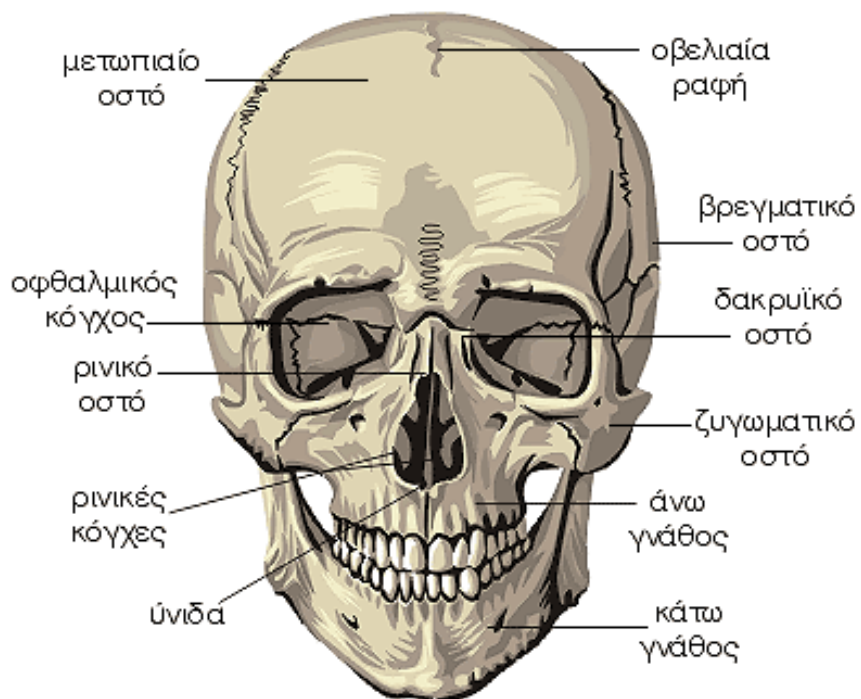
2. ANATOMIA

Η κεφαλομετρική ακτινογραφία χρησιμοποιείται κυρίως για την μελέτη του σπλαχνικού κρανίου. Το σπλαχνικό κρανίο αποτελεί την πρόσθια μούρα του κρανίου και σχηματίζεται από τα οστά του στόματος, δηλαδή τις άνω γνάθους και την κάτω γνάθο, την ρινική κοιλότητα και από τμήμα των οφθαλμικών κόγχων. Οι άνω και κάτω γνάθοι είναι τα οστά που περιέχουν τις κοιλότητες και τα υποστηρικτικά οστά για τα δόντια, τα οποία αποτελούν ένα από τα βασικά αντικείμενα μελέτης της κεφαλομετρικής ακτινογραφίας. Πέρα από αυτά, το σπλαχνικό κρανίο αποτελείται επίσης από το ηθμοειδές οστό, την ύνιδα, τις κάτω ρινικές κόγχες, τα ζυγωματικά, τα υπερώια, ρινικά και δακρυϊκά οστά.

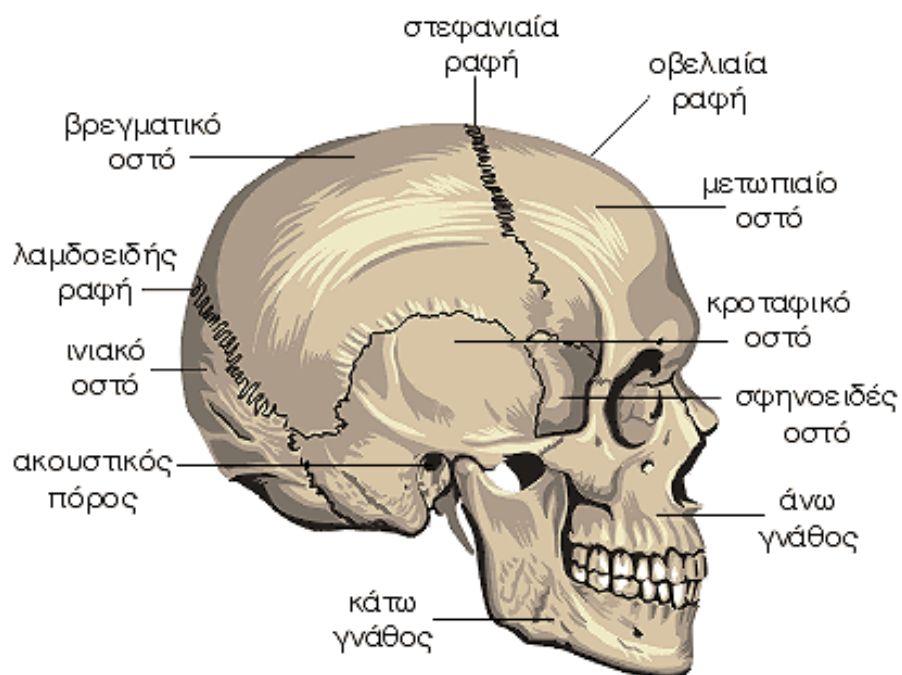
Οι οδόντες αποτελούν ένα ακόμα σημαντικό αντικείμενο μελέτης και βρίσκονται στην στοματική κοιλότητα. Η κύρια λειτουργία τους είναι η μάσηση της τροφής και η άρθρωση κατά την ομιλία. Το κάθε άτομο με δύο ζεύγη οδόντων, τους νεογιλούς και τους μόνιμους. Σε φυσιολογικές συνθήκες υπάρχουν 20 νεογιλοί οδόντες και 32 μόνιμοι. Ανάλογα με την μορφή τους χωρίζονται στις εξής ομάδες: τους τομείς, τους κυνόδοντες, τους προγόμφιους και τους γομφίους. (Keith L. Moore et al¹⁰)



Εικόνα 2: Οδόντες του στόματος



Εικόνα 3: Μετωπιαία προβολή του κρανίου



Εικόνα 4: Πλάγια προβολή του κρανίου

3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Η κεφαλομετρική ακτινογραφία είναι μία ειδική ακτινολογική εξέταση που αφορά την απεικόνιση του προσωπικού κρανίου.(Dr. Issam Aljorani⁷). Κατά κύριο λόγο, ελέγχει την οπισθοπρόσθια και κάθετη σχέση της άνω γνάθου με την κάτω γνάθο και την βάση του κρανίου καθώς και της σχέσεις των άνω και κάτω δοντίων με τα οστά των γνάθων. (Rea Ghodasra and Melina Brizuela¹⁶) Υπάρχουν πολλαπλοί διαφορετικοί τύποι κεφαλομετρικής ακτινογραφίας, η πλάγια, η κατά μέτωπο, η κεφαλομετρική ακτινογραφία βάσης κρανίου και η λοξή κεφαλομετρική ακτινογραφία. Έμφαση όμως θα δοθεί μόνο στην πλάγια κεφαλομετρική ακτινογραφία, καθώς αυτή είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη. Η εξέταση χρησιμοποιείται συνήθως από ορθοδοντικούς και έχει τις εξής λειτουργίες:

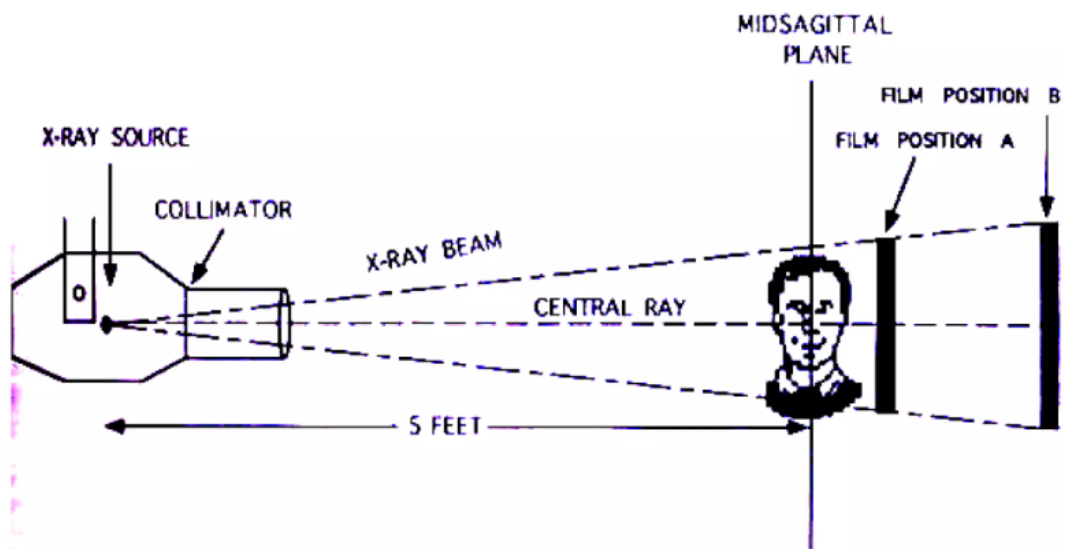
- Αρχική διάγνωση σκελετικών ανωμαλιών ή ανωμαλιών μαλακών μορίων
- Διαμόρφωση του πλάνου θεραπείας
- Έλεγχος κατά την διάρκεια της θεραπείας
- Έλεγχος των τελικών αποτελεσμάτων
- Πρόβλεψη πιθανών μελλοντικών προβλημάτων

(Pocket Dentistry¹⁴) (Dr. Chandrika Katti³)

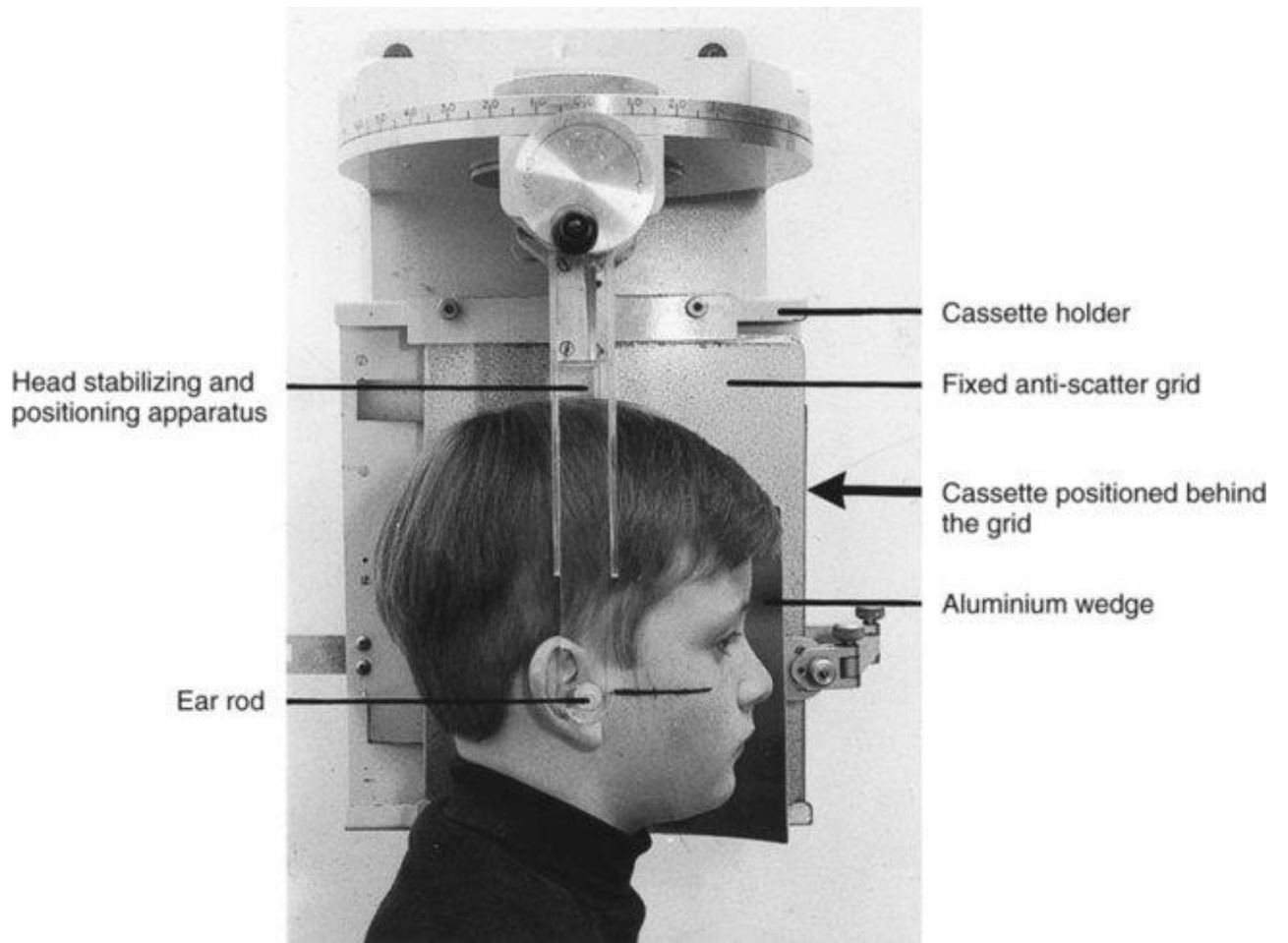
Το ακτινολογικό μηχάνημα που χρησιμοποιείται για την λήψη μίας κεφαλομετρικής ακτινογραφίας αποτελείται από τρία τμήματα, την λυχνία ακτίνων Χ, τον κεφαλοστάτη και τον ανιχνευτή της δέσμης ακτίνων Χ. Η λυχνία βρίσκεται σε σταθερή απόσταση από τον ανιχνευτή, περίπου στα 150-180cm. Ο κεφαλοστάτης είναι το όργανο που εξασφαλίζει την ακινητοποίηση της κεφαλής του εξεταζόμενου κατά την εξέταση και αποτελείται από δύο εξαρτήματα τα οποία τοποθετούνται στους δύο ακουστικούς πόρους και ένα τρίτο που σταθεροποιεί την κεφαλή στο άνω τμήμα της μύτης (ριζορρίνιο). Στο εξάρτημα αυτό περιλαμβάνεται ένας μεταλλικός χάρακας με σκοπό την πραγματοποίηση ακριβών μετρήσεων (ceph analysis). Τα δύο εξαρτήματα αυτά περιέχουν μία ακτινοσκιερή σήμανση το καθένα έτσι ώστε να ελέγχεται η παραλληλότητα του οβελιαίου επιπέδου ως προς τον ανιχνευτή. Ο εξεταζόμενος τοποθετείται με το σώμα σε ευθεία θέση και με τους γομφίους του σε κλειστή θέση. Η επικάλυψη των δύο ακτινοσκιερών σημάνσεων σημαίνει πως έχει επιτευχθεί όσο το δυνατόν σωστότερη τοποθέτηση του ασθενούς, καθώς υπάρχει η πιθανότητα μικρής στροφής της κεφαλής μέσα στον μηχανισμό σταθεροποίησης. Προβλήματα μπορεί να παρουσιαστούν σε ασθενείς

με μη συμμετρικό κρανίο, καθώς τότε απαιτείτε στροφή για την τοποθέτηση και τον δύο σταθεροποιητών. Γι' αυτόν τον λόγο έχει προταθεί η χρήση μόνο ενός σταθεροποιητή, ειδικά σε περιπτώσεις όπου υπάρχει ξεκάθαρη ασυμμετρία του κρανίου.(Bernard Friedland²)

Όσον αφορά τα στοιχεία ακτινοβολήσης, κατά μέσο όρο χρησιμοποιούνται 70-90kVp, 15mA και 0,3 sec. (Rayscan A¹⁵)

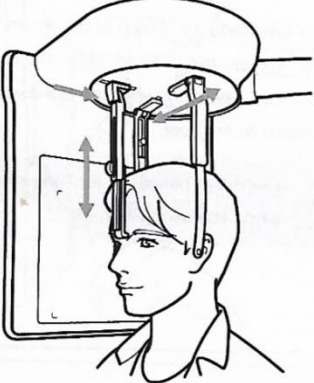


Εικόνα 5: Σχέση Λυχνίας-Εξεταζόμενου-Ανιχνευτή




Εικόνα 6: Τοποθέτηση εξεταζόμενου στον κεφαλοστάτη. Απεικονίζεται ο εξεταζόμενος ακινητοποιημένος με την χρήση του κεφαλοστάτη και ο ανιχνευτής παράλληλα σε αυτόν.

7.2.4.1 CEPH (Lateral) Position Method

No.	Figure	Description
1		<p>Position the patient's head as shown in the figure to the left, with the ala-tragus line parallel to the floor.</p> <p>Note Place detector on the patient's right-hand side.</p>

7.2.4.2 CEPH (PA) Position Method

No.	Figure	Description
1		<p>Turn the Ear Rods as shown in the figure on the left. Fold up the Nasion Bar, then position the patient's head with the ala-tragus line parallel to the floor.</p>

Εικόνα 7: Οδηγίες τοποθέτησης του εξεταζόμενου της εταιρίας Rayscan για την πλάγια και κατά μέτωπο κεφαλομετρική ακτινογραφία.



Εικόνα 8: Πλάγια κεφαλομετρική ακτινογραφία. Είναι ορατά τα εξαρτήματα ακινητοποίησης του εξεταζόμενου και ο μεταλλικός χάρακας. Απεικονίζεται το κρανίο σε πλάγια προβολή καθώς και οι 6 πρώτοι αυχενικοί σπόνδυλοι



Εικόνα 9: Κατά μέτωπο κεφαλομετρική ακτινογραφία. Απεικονίζεται το κρανίο σε κατά μέτωπο προβολή και είναι ορατό το σύστημα ακινητοποίησης του εξεταζόμενου.

4. ΚΕΦΑΛΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

4.1 Σημεία ενδιαφέροντος

Η ανάλυση μίας κεφαλομετρικής ακτινογραφίας πραγματοποιείται με τον εντοπισμό συγκεκριμένων σημείων πάνω στην εικόνα, τα οποία διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Ανατομικά, τα οποία έχουν σχέση με τους σκελετικούς μύες του κρανίου
- Ακτινολογικά, τα οποία σημειώνονται πάνω στις ακτινολογικές τομές και σκιάσεις(Χυράκης²⁰)

Τα κύρια σημεία που χρησιμοποιούνται ως επι το πλείστον στις περισσότερες μεθόδους κεφαλομετρικής ανάλυσης είναι τα εξής:

- **Pg (Pogonion):** το κατώτερο τμήμα της γενειακής σύμφυσης
- **Gn (Gnathion):** το κατώτερο και πρόσθιο σημείο της γενειακής σύμφυσης
- **Me(Menthon):** το κατώτερο σημείο στο περίγραμμα της γενειακής σύμφυσης
- **Go(Gonion):** το χαμηλότερο εξωτερικό σημείο της κάτω γνάθου
- **Bo(Bolton):** το υψηλότερο σημείο της προς τα άνω καμπυλότητας του κάτω μέρους του κρανίου, που βρίσκεται πίσω από τους ινιακούς κόλπους
- **N(Πιζορρίνιο):** στην μετωπορρινική ραφή
- **S(Sela):** το τουρκικό εφίππειο
- **Or(Orbitale):** στο κάτω χείλος του οφθαλμικού κόγχου
- **PNS(Posterior Nasal Spine):** η οπίσθια ρινική άκανθα
- **ANS(Anterior Nasal Spine):** η πρόσθια ρινική άκανθα
- **Po(Porion):** ανώτερο σημείο του έξω ακουστικού πόρου
- **Σημείο A:** το πιο έσω σημείο της καμπυλότητας της φατνιακής απόφυσης
- **Σημείο B:** το το πιο έσω σημείο της κοιλότητας της κάτω γνάθου
- **Ba(Basion):** πρόσθιο σημείο στο χείλος του ινιακού τρήματος
(Χαλαζωνίτης, Κεφαλομετρική Ακτινογραφία ΕΚΠΑ²¹)

4.2 Επίπεδα

Επίπεδα κεφαλομετρικής ανάλυσης ονομάζονται οι ευθείες που ενώνουν τα διάφορα σημεία, καθώς παρ'όλο που πρόκειται για δυσδιάστατη απεικόνιση το κρανίο αποτελεί τρισδιάστατο αντικείμενο.

Τα κυριότερα επίπεδα που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής:

- **Προσωπικό επίπεδο:** ενώνει τα σημεία Nasion και Pogonion
- **Επίπεδο N-A:** ενώνει τα σημεία Nasion και A και χρησιμοποιείται για την μελέτη της προσθοπίσθιας θέσης της άνω γνάθου και της θέσης του άνω τομέα
- **Επίπεδο υπερώας:** ενώνει τα σημεία ANS και PNS
- **Επίπεδο της Φραγκφούρτης:** ενώνει τα σημεία Po και Or. Χρησιμοποιείται συχνά για την σύγκριση της θέσης της κάτω γνάθου με το υπόλοιπο κρανίο.
- **Προσωπικό επίπεδο:** ενώνει τα σημεία Nasion και Pg
- **Επίπεδο βάσεως της κάτω γνάθου:** ενώνει τα σημεία Gn και Go
- **Άξονας αύξησης:** ενώνει τα σημεία S και Gn
- **Οπίσθια κρανιακή βάση:** ενώνει τα σημεία S και Ba
- **S-N:** η πρόσθια βάση του κρανίου, που αποτελείται από τα σημεία S και Nasion. Χρησιμοποιείται συχνά λόγω της ευκολίας του εντοπισμού του στην μελέτη της ανάπτυξης ενός ασθενούς και της προόδου της θεραπείας.

(Χαλαζωνίτης, , Κεφαλομετρική Ακτινογραφία ΕΚΠΑ ²¹)

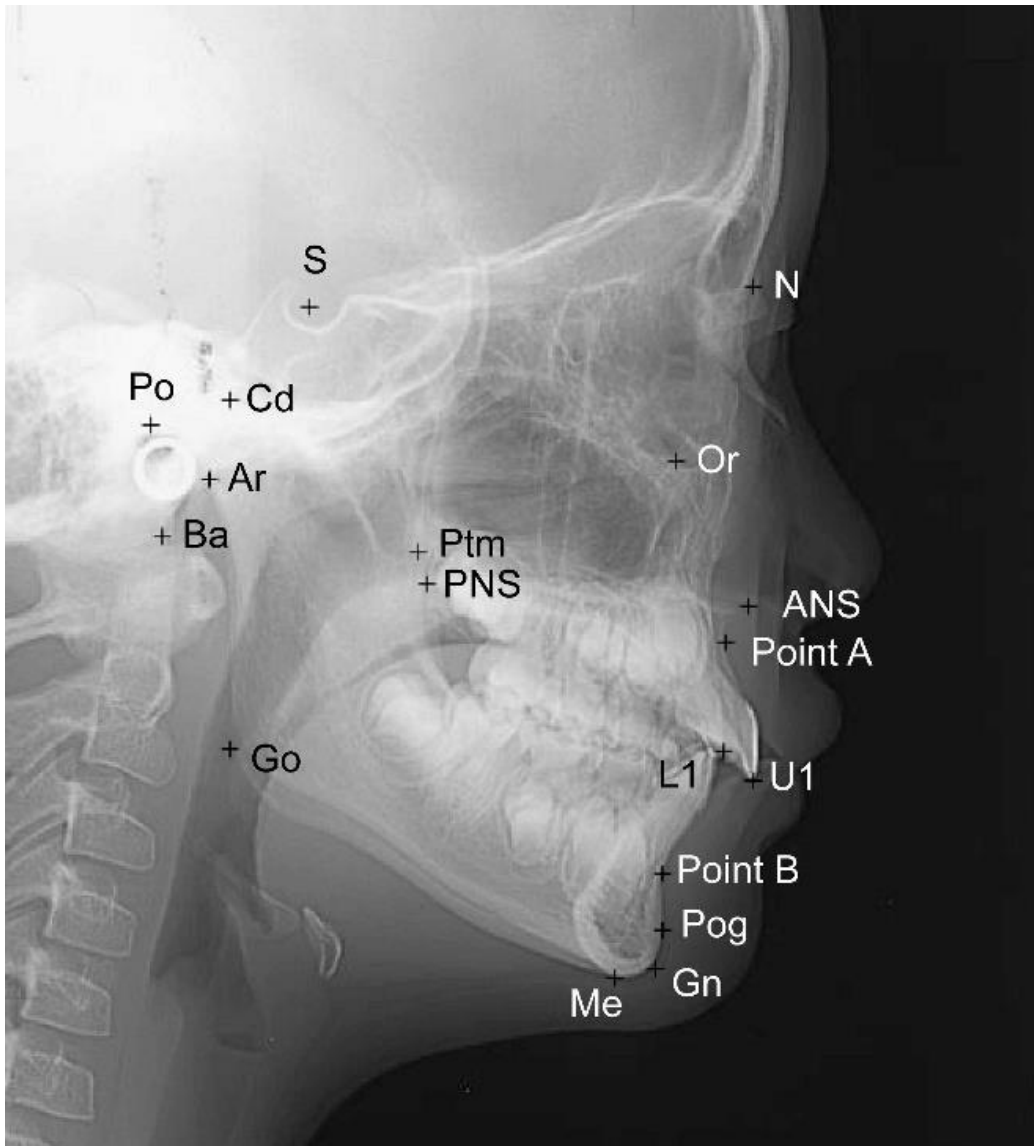
4.3 Γωνιακές μετρήσεις

Οι γωνιακές μετρήσεις χρησιμοποιούνται για την μελέτη του γενικού πληθυσμού, αποτελούν όμως μέσες τιμές οι οποίες δεν λαμβάνουν υπ' όψιν διαφορές που προκύπτουν από το φύλο, την εθνικότητα ή την ηλικία του εξεταζόμενου. Γι' αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε εξεταζόμενου. (Rea Ghodasra and Melina Brizuela¹⁶)

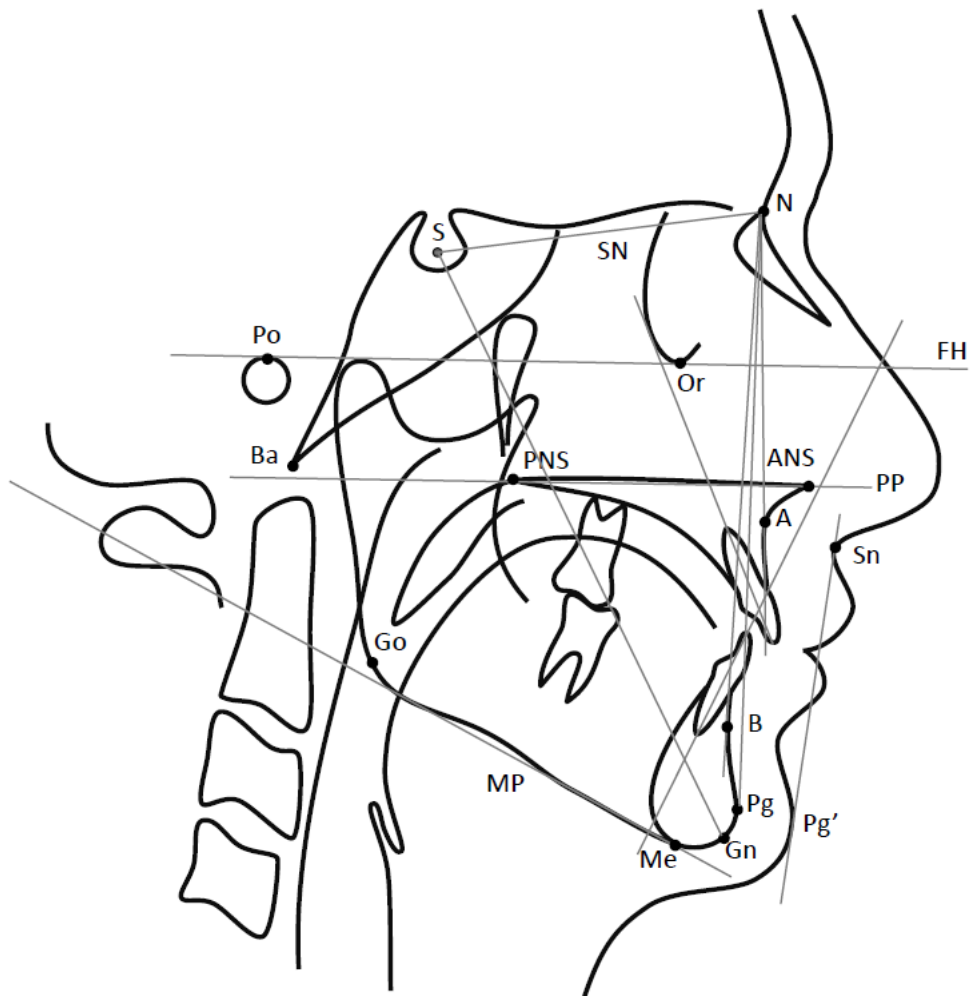
- **Γωνία SNB:** Είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ των σημείων S, N και σημείου B και ελέγχει την προσθοπίσθια σχέση της κάτω γνάθου με την βάση του κρανίου. Η μέση τιμή της είναι 73 +/- 3 μοίρες. Μία αυξημένη τιμή δείχνει ότι η κάτω γνάθος εξέρχεται από την βάση του κρανίου σχετικά με τον μέσο όρο, ενώ μία μειωμένη τιμή δείχνει ότι η κάτω γνάθος βρίσκεται εσωτερικότερα της βάσης του κρανίου σε σχέση με τον μέσο όρο.
- **Γωνία SNA:** Είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ των σημείων S, N και σημείου A και ελέγχει την προσθοπίσθια σχέση του οστού της άνω γνάθου με την βάση του κρανίου. Η μέση τιμή της είναι 81 +/- 3 μοίρες. Μία αυξημένη τιμή δείχνει ότι το οστό της άνω γνάθου εξέρχεται από την βάση του κρανίου σχετικά με τον μέσο όρο, ενώ μία μειωμένη τιμή δείχνει ότι το οστό της άνω γνάθου βρίσκεται εσωτερικότερα της βάσης του κρανίου σε σχέση με τον μέσο όρο.
- **Γωνία ANB:** Είναι η γωνία που ελέγχει την σχέση μεταξύ της άνω και κάτω γνάθου. Υπολογίζεται ως η διαφορά μεταξύ των SNA και SNB γωνιών ($SNA - SNB = ANB$). Η γωνία αυτή καθορίζει τον σκελετικό του εξεταζόμενου. Μία γωνία 2 μοιρών υποδεικνύει σκελετικό τύπο 1, μία γωνία άνω των 4 μοιρών υποδεικνύει σκελετικό τύπο 2 και μία γωνία μικρότερη των 2 μοιρών υποδεικνύει σκελετικό τύπο 3.
- **Προσωπική γωνία:** Είναι η γωνία που ελέγχει την προσθοπίσθια σχέση του πώγωνα με την κατανομή του προσώπου και σχηματίζεται από το προσωπικό επίπεδο και το επίπεδο της Φραγκφούρτης. Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της προσθοπίσθιας θέσης της κάτω γνάθου σε σχέση με το άνω τμήμα του προσώπου
- **Γωνία βάσεως κάτω γνάθου:** Είναι η γωνία που σχηματίζεται από το επίπεδο βάσεως της κάτω γνάθου και το επίπεδο της Φραγκφούρτης.
- **Γωνία επιπέδων υπερώας και κάτω γνάθου:** Είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ των επιπέδων ANS, PNS και του επιπέδου βάσεως της κάτω γνάθου και ελέγχει την σχέση μεταξύ των δύο γνάθων. Η μέση τιμή της γωνίας είναι 27 +/- 4 μοίρες. Μία μεγαλύτερη τιμή δηλώνει

μακρύτερο κατώτερο πρόσωπο και ενώ μία μικρότερη τιμή δηλώνει ένα κοντότερο κατώτερο πρόσωπο. (Rea Ghodasra and Melina Brizuela¹⁶), (Χυράκης²⁰)

- **Γωνία Υ:** Είναι η γωνία που σχηματίζεται από το σημείο ένωσης του επιπέδου S-Gn με το επίπεδο της Φραγκφούρτης. Η μέση τιμή της είναι 59 μοίρες και κυμαίνεται από 53 έως 66 μοίρες. (Karishma Sirimulla⁹)



Εικόνα 10: Σημεία ενδιαφέροντος πλάγιας κεφαλομετρικής ακτινογραφίας. Παρατηρούνται σημειωμένα τα σημεία ενδιαφέροντος Pg, Gn, Me, Go, N, S, Or, PSN, ANS, Σημείο A και B και Ba.



Εικόνα 11: Σχεδιάγραμμα που παρουσιάζει τα επίπεδα και τις γωνίες που μελετούνται σε μία πλάγια κεφαλομετρική ακτινογραφία.

4.4 Έλεγχος σκελετικής ωρίμανσης

Η πλάγια κεφαλομετρική ακτινογραφία αποτελεί, μέσω της μελέτης ωρίμανσης των αυχενικών σπονδύλων, ένα εργαλείο για την μελέτη της σκελετικής ωρίμανσης. Στην ορθοδοντική χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την ακτινογραφία άκρας χειρός, που αποτελεί τον κλασσικό τρόπο υπολογισμού της σκελετικής ωρίμανσης. Μαζί με την σκελετική ηλικίας, χρησιμοποιείται και η χρονολογική και οδοντική ηλικία, που καθορίζεται από τον αριθμό των δοντιών που έχουν ανατείλει καθώς και τον βαθμό ανάπτυξής τους. Υπάρχουν πολλαπλές μέθοδοι εύρεσης της σκελετικής ηλικίας μέσω των αυχενικών σπονδύλων (CVM) καθώς και ημιαυτοματοποιημένα προγράμματα υπολογισμού των σταδίων ανάπτυξης των αυχενικών σπονδύλων μέσω της μεθόδου Bacceti. Πέρα από την χρήση των αυχενικών σπονδύλων, οι μέθοδοι Chen και Mito χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό ανάπτυξης της άνω και κάτω γνάθου αντίστοιχα χωρίς την ανάγκη πραγματοποίησης πολλαπλών λήψεων, τεχνικές ιδιαίτερα χρήσιμες κατά την εφηβική περίοδο.

Οι δύο μέθοδοι ελέγχου σκελετικής ωρίμανσης, η ακτινογραφία καρπού – άκρας χειρός και η πλάγια κεφαλομετρική έχουν βρεθεί να έχουν συγκρίσιμη ικανότητα προσέγγισης με την κεφαλομετρική ακτινογραφία να υπερτερεί από άποψη περιορισμού της δόσης ακτινοβολίας στον εξεταζόμενο, καθώς μέσω της χρήσης της μεθόδου CVM Bacceti είναι δυνατός ο υπολογισμός του επιπέδου της σκελετικής ωρίμανσης με μία μόνο λήψη, μέσω των αυχενικών σπονδύλων 2, 3 και 4. Επίσης, η χρήση της κεφαλομετρικής ακτινογραφίας στον σχεδιασμό ορθοδοντικής θεραπείας σε συνδυασμό με τον υπολογισμό της σκελετικής ωρίμανσης την καθιστά καλύτερη επιλογή από την ακτινογραφία καρπού – άκρας χειρός. (Μαρία-Μαρίνα Χ. Κουκουβίτη et al¹⁹), (Jennifer Haworth and Miesha Virdi⁸)

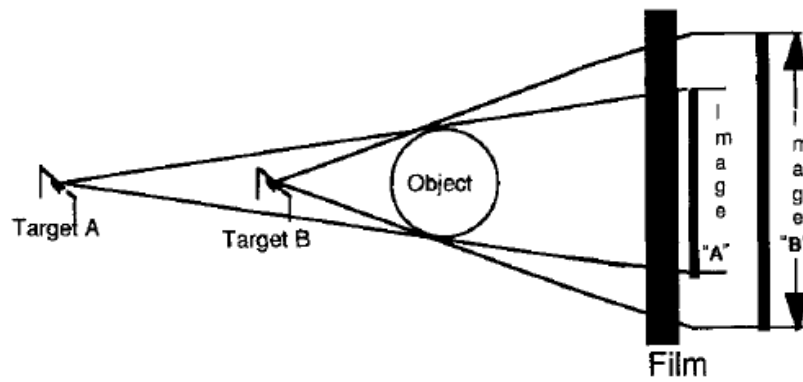
5 ΣΦΛΑΜΑΤΑ ΚΑΙ ΨΕΥΔΕΝΔΕΙΞΙΣ

5.1 Μεγέθυνση

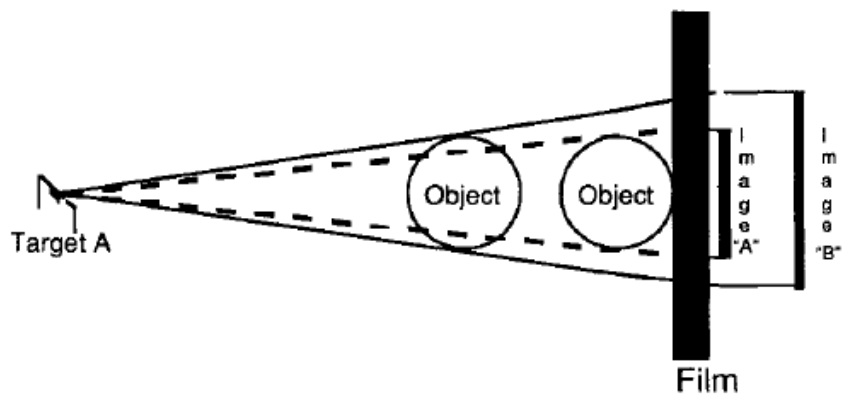
Ένα από τα κύρια προβλήματα που αντιμετωπίζεται στην πλάγια κεφαλομετρική απεικόνιση είναι η μεγέθυνση των απεικονιζόμενων δομών σε σχέση με το πραγματικό τους μέγεθος. Στην ακτινολογία είναι γνωστό ότι όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση της λυχνίας ακτίνων χ από το αντικείμενο απεικόνισης, τόσο μικρότερη είναι η μεγέθυνση. Επίσης, όσο μικρότερη είναι η απόσταση του αντικειμένου απεικόνισης από το φιλμ - ανιχνευτή, τόσο μικρότερη είναι η μεγέθυνση. Καθώς η μεγέθυνση δεν είναι δυνατόν να εξαλειφθεί πλήρως, χρησιμοποιείτε μία σταθερή απόσταση μεταξύ λυχνίας και εξεταζόμενου (150-180cm) και εξεταζόμενου – ανιχνευτή (η οποία συνήθως ορίζεται στα 15cm μεταξύ του μέσου οβελιαίου επιπέδου του εξεταζόμενου και του ανιχνευτή-φιλμ) ώστε να επιτευχτεί η επαναληψιμότητα μεταξύ πολλαπλών απεικονίσεων. Επίσης, κάτι άλλο που πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν είναι ότι, καθώς το αντικείμενο απεικόνισης (σε αυτήν την περίπτωση το κρανίο) είναι τρισδιάστατο αντικείμενο, η πλευρά του που βρίσκεται πιο κοντά στην λυχνία ακτίνων χ παρουσιάζει μεγαλύτερη μεγέθυνση στην τελική εικόνα σε σχέση με την πλευρά που βρίσκεται πιο κοντά στο φιλμ – ανιχνευτή. Αυτό συχνά παρατηρείτε στην κάτω γνάθο, της οποίας η δεξιά πλευρά απεικονίζεται μεγαλύτερη σε σχέση με την αριστερή, καθώς και πιο μακριά σε σχέση με τα ανατομικά στοιχεία στο κέντρο της εικόνας λόγω παραμόρφωσης. (Dr. Deeksha Bhanotia⁶)



Εικόνα 12: Τμήμα πλάγιας κεφαλομετρικής ακτινογραφίας όπου με βέλη αναδεικνύονται η αριστερή και η δεξιά γωνία της κάτω γνάθου και παρατηρείται ότι η δεξιά απεικονίζεται μεγεθυμένη σε σχέση με την αριστερή.



Εικόνα 13: Μεγέθυνση του αντικειμένου ανάλογα με την θέση της λυχνίας

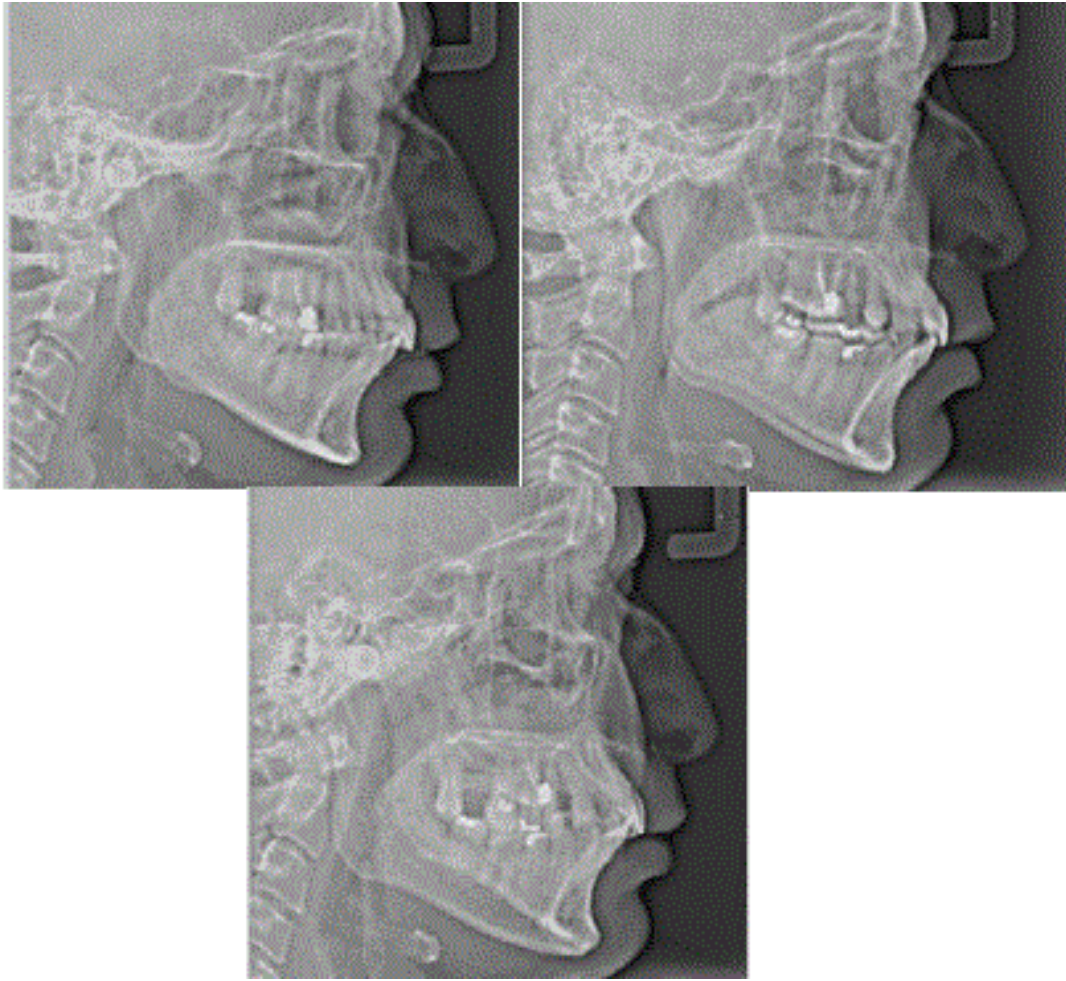


Εικόνα 14: Μεγέθυνση του αντικειμένου ανάλογα με την απόστασή του από τον ανιχνευτή

5.2 Σφάλματα τοποθέτησης

Το πιο συχνό σφάλμα τοποθέτησης που παρατηρείται κατά την εκτέλεση μίας κεφαλομετρικής ακτινογραφίας είναι η περιστροφή της κεφαλής του εξεταζόμενου στο οβελιαίο επίπεδο, κάτι που μπορεί να συμβεί ακόμα και με την χρήση του μηχανισμού ακινητοποίησης του κεφαλοστάτη. Είναι επίσης ένα φαινόμενο που παρατηρείται, όπως προαναφέρθηκε, σε εξεταζόμενους που παρουσιάζουν έντονη ασυμμετρία της κεφαλής, όπου η στροφή ίσως να είναι απαραίτητη για την εισχώρηση και τον δύο εξαρτημάτων ακινητοποίησης στους ακουστικούς πόρους. Η λανθασμένες αυτές τοποθετήσεις της κεφαλής του ασθενούς οδηγούν σε σφάλματα στον εντοπισμό των σημείων και επιπέδων ενδιαφέροντος από τον ορθοδοντικό και δημιουργεί ιδιαίτερα προβλήματα όταν σκοπός της εξέτασης είναι η μελέτη των ασυμμετριών του κρανίου. Σύμφωνα με έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί, οι γραμμικές μετρήσεις και οι υπολογισμοί γωνιών επηρεάζονται από την περιστροφή της κεφαλής, ενώ σε μικρότερο βαθμό επηρεάζονται οι κάθετες γραμμικές μετρήσεις στις πλάγιες κεφαλομετρικές ακτινογραφίες και οι γωνιακές μετρήσεις σε προσθοπίσθιες κεφαλομετρικές ακτινογραφίες. (Siddik Malkoc et al¹⁸). Συγκεκριμένα, έχει αποδειχτεί μέσω ερευνών ότι η λανθασμένη τοποθέτηση της κεφαλής επηρεάζει γραμμικές και γωνιακές μετρήσεις, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις ταυτόχρονης οριζόντιας και κάθετης στροφής της κεφαλής. (Shohini Lala et al¹⁷)

Ένα άλλο σημαντικό σφάλμα που πρέπει να αποφεύγεται κατά την λήψη της κεφαλομετρικής ακτινογραφίας είναι η θέση της κάτω γνάθου. Η κάτω γνάθος πρέπει να βρίσκεται σε κλειστή θέση με τους οπίσθιους γομφίους να ακουμπούν μεταξύ τους (occlusal position). Εξάίρεση μπορούν να αποτελέσουν εξεταζόμενοι που παρουσιάζουν προβλήματα στην μάσηση και το σωστό «κλείσιμο» της κάτω γνάθου (malocclusions). (Dr. Biksha Bhanotia⁶)



Εικόνα 15: Απεικόνιση του ίδιου θέματος με περιστροφή κεφαλής. Η περιστροφή παρατηρείται εντονότερα στην αριστερά και δεξιά γωνία της κάτω γνάθου και δημιουργεί προβλήματα στον εντοπισμό σημείων και επιπέδων και στον υπολογισμό γωνιών.

5.3 Σφάλματα κεφαλομετρικής ανάλυσης

Παρατηρείται ότι τα πιο συχνά σφάλματα που πραγματοποιούνται δεν συμβαίνουν κατά την διάρκεια της λήψης της ακτινολογικής εικόνας, αλλά κατά την διάρκεια της κεφαλομετρικής ανάλυσης, δηλαδή των εντοπισμό σημείων και επιπέδων ενδιαφέροντος. (Michael S. Cooke). Η δυσκολία στον εντοπισμό των σημείων αυτών οφείλεται στο γεγονός ότι το κρανίο αποτελεί ένα τρισδιάστατο αντικείμενο που απεικονίζεται σε μία δισδιάστατη εικόνα και στο γεγονός ότι πολλές φορές δεν λαμβάνεται υπ' όψιν ασυμμετρίες που μπορεί να υπάρχουν σε συγκεκριμένα περιστατικά. Όπως προαναφέρθηκε, λανθασμένη τοποθέτηση του εξεταζόμενου οδηγεί και αυτή σε περεταίρω προβλήματα. Έχει διαπιστωθεί σε γενικό βαθμό ότι σημεία που βρίσκονται σε περιοχές με υψηλή αντίθεση εντοπίζονται πιο εύκολα σε σχέση με σημεία που βρίσκονται σε περιοχές με χαμηλή ανάλυση, ενώ η συμπίεση διαφορετικών δομών όπως οστών και μαλακού ιστού δυσχεραίνουν τον εντοπισμό.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας και η εκτεταμένη χρήση της ψηφιακής απεικόνισης στην κεφαλομετρία έχει αποτελέσει πολύτιμο εργαλείο στην διαδικασία της κεφαλομετρικής ανάλυσης. Μέσω της εύκολης επεξεργασίας της εικόνας που επιτρέπουν τα ψηφιακά συστήματα, τυχόν σφάλματα και προβλήματα έκθεσης μπορούν να διορθωθούν. Τα ψηφιακά συστήματα επίσης επιτρέπουν την αποθήκευση σημείων ενδιαφέροντος καθώς και γραμμικών και γωνιακών μετρήσεων στο αρχείο της εξέτασης για εύκολη πρόσβαση. Ίσως πιο σημαντικό όμως είναι η δυνατότητα των ψηφιακών συστημάτων να πραγματοποιήσουν αυτόματο εντοπισμό των σημείων ενδιαφέροντος καθώς και γραμμικές και γωνιακές μετρήσεις δίνοντας ταυτόχρονα την δυνατότητα στον χρήστη να επεξεργαστεί τα δεδομένα αυτά σε περίπτωση σφάλματος. (Dr. Deeksha Bhanotia⁶), (D .B . Forsynth et al⁵), (Mogeeb Ahmed Ahmed Mosleh et al¹²)

6 ΧΡΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΛΙΝΙΚΗ ΠΡΑΞΗ

Η χρήση της πλάγιας κεφαλομετρικής ακτινογραφίας στην κλινική πράξη είναι αρκετά αμφιλεγόμενη, κυρίως όσον αφορά την ανάγκη επανάληψης κατά την διάρκεια της θεραπείας. Πολλαπλές έρευνες που έχουν διεξαχθεί φαίνεται να δείχνουν πως η λήψη μίας πλάγιας κεφαλομετρικής ακτινογραφίας δεν επηρεάζει σημαντικά το ορθοδοντικό πλάνο θεραπείας στον μεγαλύτερο αριθμό των περιπτώσεων, αν και υπάρχουν εξαιρέσεις όπου αποδείχθηκε σημαντική. Λόγω αυτής της αβεβαιότητας, συνίσταται συνήθως η λήψη μιας μίας ακτινογραφίας στο αρχικό στάδιο της θεραπείας, ενώ κατά την διάρκεια της θεραπείας συνήθως προτιμώνται άλλες τεχνικές, όπως η πανοραμική ακτινογραφία και νεότερες τεχνικές όπως η CBCT τομογραφία. Μετά το πέρας της θεραπείας, αν και η πλάγια κεφαλομετρική ακτινογραφία δεν έχει πλέον θεραπευτικό σκοπό, συνήθως επαναλαμβάνεται η λήψη κυρίως για τον έλεγχο επιτυχίας της θεραπείας και για πιθανές παρενέργειες.

Ένας ακόμα λόγος αποφυγής της εκτέλεσης πολλαπλών λήψεων είναι, όπως και σε όλες της απεικονιστικές διαδικασίες που χρησιμοποιούν ιονίζουσες ακτινοβολίες, είναι η προστασία του εξεταζόμενου. Η περιοχή που ακτινοβολείται περιέχει αρκετά ευαίσθητα όργανα όπως ο θυρεοειδής αδένας, οι σιελογόνοι αδένες και ο εγκέφαλος, και καθώς δεν υπάρχει ελάχιστη ασφαλής δόση, πρέπει πάντα να εφαρμόζεται ο κανόνας της ALARA (As Low As Reasonably Possible) κατά την διάρκεια της θεραπείας. (Louis Devereux et al¹¹), (Narmin M, Helal et al¹³), (Ahmad Abdelkarim and Laurence Jerrold¹)

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η πλάγια κεφαλομετρική ακτινογραφία αποτελεί μία από τις πρώτες και βασικότερες εξετάσεις του τομέα της ορθοδοντικής. Παρότι εκ πρώτης όψεως φαίνεται σαν μία απλή ακτινολογική εξέταση, είναι αρκετά πιο πολύπλοκη όσον αφορά το τομέα της τοποθέτησης και λήψης για την αποφυγή σφαλμάτων αλλά και κατά την διάρκεια της κεφαλομετρικής ανάλυσης από την μεριά του ορθοδοντικού, αν και τα ψηφιακά συστήματα ανάλυσης των τελευταίων ετών έχουν βοηθήσει ιδιαίτερα στον τομέα αυτό. Νεότερες μέθοδοι απεικόνισης όπως η CBCT και η μαγνητική τομογραφία έχουν αντικαταστήσει σε κάποιο βαθμό την κεφαλομετρική ακτινογραφία και υπάρχουν μελέτες που αμφισβητούν την χρησιμότητα της κατά την διάρκεια της λήψης αποφάσεων για την ορθοδοντική θεραπεία του ασθενούς. Παρ' όλα αυτά εξακολουθεί να είναι μία ευρέως χρησιμοποιούμενη απεικονιστική μέθοδος.

Βιβλιογραφία

1. Ahmad Abdelkarim, Laurence Jerrold “Clinical Considerations and potential liability associated with the use of ionizing radiation in orthodontics”
2. Bernard Friedland 1998 “Clinical Radiological Issues in Orthodontic Practice”
3. Dr. Chandrika Katti “Cephalometrics” Navodaya Dental College, Raichur
4. Danny Abraham, 2017 “History of Cephalometric Analysis, Using our Heads” CephX.com
5. D .B . Forsynth, W. C. Shaw, S. Richmond, “Digital Imaging of Cephalometric Radiography part 1: Advantages and Limitations of Digital Imaging
6. Dr Deeksha Bhanotia “ Limitations of Cephalometrics” NIMS University
7. Dr. Issam Aljorani 2017 “Cephalometric Radiography” University of Babylon
8. Jennifer Hawthorn, Miesha Vardi 2022 “Lateral Cephalograms, Why Do We Take Them?” pg 84-99, Orthodontic Update
9. Karishma Sirimulla 2020 “Cephalometrics in Pediatric Dentistry”
10. Keith L. Moore, Arthur F. Dalley, Anne M.R. Agur “Κλινική Ανατομία” 6^η Αγγλική Έκδοση, 2^η Ελληνική Έκδοση
11. Louis Devereux, David Moles, Susan J. Cunningham, Mary McKnightd “How important are lateral cephalometric radiographs in orthodontic treatment planning?”

12. Mogeab Ahmed Ahmed Mosleh, Moht Sabiyan Baba, Sorayya Malek, Rasheed A. Almaktari 2016 , “Ceph X: evelopment and evaluation of 2D Cephalometric System”
13. Narmin M, Helal, Osama A Basri, Hosam A Baeshen “Significance of Cephalometric Radiograph in Orthodontic Treatment Plan Decision”
14. Pocket Dentistry chapter 14: Cephalometric Radiography
(pocketdentistry.com/14-cephalometric-radiography/)
15. Rayscan α-Expert User Manual
16. Rea Ghodasra, Melina Brizuela “Orthodontics, Cephalometric Analysis”
National Library of Medicine
17. Shohini Lala, Donald McGann, Danielle Dorego “The effect of different head positions in cephalometric radiographic analysis”
18. Siddik Malcok, Zafer Sari, Serdar Usumez, Alp Erdin Koyuturk 2005”The effect of head rotation on cephalometric radiographs” European Journal of Orthodontics
19. Μαρία-Μαρίνα Κουκουβίτη, Ιωάννα Μ. Παπαδοπούλου, Αναστάσιος Α. Ζαφειριάδης, Αθήνα Χατζηγιάννη « Η ακτινογραφία καρπού- άκρας χειρός και η πλάγια κεφαλομετρική ακτινογραφία ως εργαλεία εκτίμησης σκελετικής ωρίμανσης. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση» Ελληνική Ορθοδοντική Επιθεώρηση
20. Χυράκης Νικόλαος 2016 «Κεφαλομετρική Ανάλυση Ιγμορίων Άντρων σε ασθενής με δυσχέρεια Ρινικής Αναπνοής» Πανεπιστήμιο Πατρών
21. Χαλαζωνίτης 2020 «Κεφαλομετρική Ακτινογραφία» Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Πίνακας εικόνων

	Περιγραφή εικόνας	Πηγή
1	Το μοντέλο κεφαλοστάτη Broadbent	https://patents.google.com/patent/US2032833A/en
2	Οδόντες του στόματος	https://www.perio-implants.gr
3	Μετωπιαία προβολή του κρανίου	https://www.care.grpost44osta-tis-kefalis-splaxniko-kranio
4	Πλάγια προβολή του κρανίου	https://www.care.grpost44osta-tis-kefalis-splaxniko-kranio
5	Σχέση Λυχνίας-ΕξεταζόμενουΑνιχνευτή	Dr. Chandrika Katti “Cephalometrics” Navodaya Dental College, Raichur
6	Οδηγίες τοποθέτησης του εξεταζόμενου της εταιρίας Rayscan για την πλάγια και κατά μέτωπο κεφαλομετρική ακτινογραφία.	Rayscan α-Expert User Manual
7	Τοποθέτηση εξεταζόμενου στον κεφαλοστάτη. Απεικονίζεται ο εξεταζόμενος ακινητοποιημένος με την χρήση του κεφαλοστάτη και ο ανιχνευτής παράλληλα σε αυτόν.	Faith Surtan, Kituzi Mshindi, Euro Undisa “Cephalometric Radiography”
8	Πλάγια κεφαλομετρική ακτινογραφία. Είναι ορατά τα εξαρτήματα ακινητοποίησης του εξεταζόμενου και ο μεταλλικός χάρακας. Απεικονίζεται το κρανίο σε πλάγια προβολή καθώς και οι 6 πρώτοι αυχενικοί σπόνδυλοι	Case courtesy of Frank Gaillard, Radiopaedia.org

- 9 Κατά μέτωπο κεφαλομετρική ακτινογραφία. Απεικονίζεται το κρανίο σε κατά μέτωπο προβολή και είναι ορατό το σύστημα ακινητοποίησης του εξεταζόμενου. <https://www.oralradiology.grexostomatikes-aktinografies>
- 10 Σημεία ενδιαφέροντος πλάγιας κεφαλομετρικής ακτινογραφίας. Παρατηρούνται σημειωμένα τα σημεία ενδιαφέροντος Pg, Gn, Me, Go, N, S, Or, PSN, ANS, Σημείο A και B και Ba. Chihiro Tanikawa, Taku Yamamoto, Masazaku Yagi, Kenji Takada 2010, "Automatic recognition of anatomic features on cephalograms of preadolescent children"
- 11 Σχεδιάγραμμα που παρουσιάζει τα επίπεδα και τις γωνίες που μελετούνται σε μία πλάγια κεφαλομετρική ακτινογραφία. <https://www.eclass.uoa.gr/modules/units/index.php?course=DENT321&id=5584>
- 12 Τμήμα πλάγιας κεφαλομετρικής ακτινογραφίας όπου με βέλη αναδεικνύονται η αριστερή και η δεξιά γωνία της κάτω γνάθου και παρατηρείται ότι η δεξιά απεικονίζεται μεγεθυμένη σε σχέση με την αριστερή. Dr Deeksha Bhanotia "Limitations of Cephalometrics" NIMS University
- 13 Μεγέθυνση του αντικειμένου ανάλογα με την θέση της λυχνίας Bernard Friedland 1998 "Clinical Radiological Issues in Orthodontic Practice"
- 14 Μεγέθυνση του αντικειμένου ανάλογα με την απόστασή του από τον ανιχνευτή Bernard Friedland 1998 "Clinical Radiological Issues in Orthodontic Practice"

- 15 Απεικόνιση του ίδιου θέματος με περιστροφή κεφαλής. Η περιστροφή παρατηρείται εντονότερα στην αριστερά και δεξιά γωνία της κάτω γνάθου και δημιουργεί προβλήματα στον εντοπισμό σημείων και επιπέδων και στον υπολογισμό γωνιών.
- Shohini Lala, Donald McGann, Danielle Dorego “The effect of different head positions in cephalometric radiographic analysis”