



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ψευδενδείξεις στην Πανοραμική Ακτινογραφία

Μεταπτυχιακός Φοιτητής: Αλέξανδρος Δήμου (21007)

Επιβλέπων Καθηγητής : Περικλής Παπαβασιλείου, PhD Τεχνολόγος Ακτινολόγος

Αθήνα, Ιανουάριος 2024

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Πίνακας Περιεχομένων.....	2
Λίστα Εικόνων και Πινάκων.....	3
Έκφραση Ευχαριστιών.....	5
Εξεταστική Επιτροπή.....	6
Δήλωση Συγγραφέα.....	7
Περίληψη στην ελληνική γλώσσα.....	8
Εισαγωγή.....	9
Περίληψη στην αγγλική γλώσσα.....	11
Κεφάλαιο 1	
1.1 Ανατομία Στόματος.....	12
1.2 Ακτινοπαθολογία Στοματικής Κοιλότητας.....	17
1.3 Ακτινική Επιβάρυνση και Ακτινοπροστασία.....	19
1.4 Διαγνωστική Αξία.....	24
Κεφάλαιο 2	
2.1 Αρχές Λειτουργίας Ορθοπαντομογραφίας.....	28
2.2 Περιγραφή Χαρακτηριστικών Συστήματος.....	29
2.3 Τεχνική Εξέτασης.....	30
Κεφάλαιο 3	
3.1 Έλεγχος Ποιότητας Εικόνας.....	38
3.2 Τεχνητή Νοημοσύνη.....	39
3.3 Σφάλματα/Ψευδενδείξεις.....	42
Αναφορές.....	60

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ

Εικόνα	1	σελ	11
Εικόνα	2	σελ	13
Εικόνα	3	σελ	14
Εικόνα	4	σελ	15
Εικόνα	5	σελ	16
Εικόνα	6	σελ	18
Εικόνα	7	σελ	19
Εικόνα	8	σελ	22
Εικόνα	9	σελ	25
Εικόνα	10	σελ	27
Εικόνα	11	σελ	30
Εικόνα	12	σελ	31
Εικόνα	13	σελ	32
Εικόνα	14	σελ	32
Εικόνα	15	σελ	38
Εικόνα	16	σελ	43
Εικόνα	17	σελ	43
Εικόνα	18	σελ	44
Εικόνα	19	σελ	44
Εικόνα	20	σελ	51
Εικόνα	21	σελ	52
Εικόνα	22	σελ	53
Εικόνα	23	σελ	53
Εικόνα	24	σελ	53
Εικόνα	25	σελ	55
Εικόνα	26	σελ	55

Εικόνα	27	σελ	56
Εικόνα	28	σελ	56
Εικόνα	29	σελ	57
Εικόνα	30	σελ	58
Εικόνα	31	σελ	58
Πίνακας	1	σελ	23
Πίνακας	2	σελ	24
Πίνακας	3	σελ	47
Πίνακας	4	σελ	48
Πίνακας	5	σελ	48
Πίνακας	6	σελ	48
Πίνακας	7	σελ	49
Πρωτόκολλο	4	σελ	35
Πρωτόκολλο	6	σελ	35
Πρωτόκολλο	7	σελ	35
Πρωτόκολλο	8	σελ	36

Ευχαριστίες

Αφιερώνω όλη μου αυτήν την προσπάθεια και θέλω ταυτόχρονα να ευχαριστήσω ιδιαίτερω την οικογένεια μου, τους φίλους μου αλλά και τους συναδέλφους μου που με την ατέρμονη αγάπη τους με υποστήριξαν ψυχολογικά αλλά και έμπρακτα ώστε να μου δώσουν κίνητρο να ξεκινήσω αυτό το νέο κεφάλαιο στην ακαδημαϊκή μου ζωή. Κατά τη διάρκεια με ενθάρρυναν με το δύσκολο έργο που είχα μπροστά μου και μέχρι το τέλος ήταν δίπλα μου υποστηρικτικά, δίνοντάς μου κατάλληλες συμβουλές.

Επιπρόσθετα, δε θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας Περικλή Παπαβασιλείου όπου μου έδωσε το αρχικό έναυσμα κατά το ξεκίνημα και με εξέπληξε θετικά με τη συνέπειά του προς το πρόσωπό μου αλλά και γενικότερα, όπως και για την αφοσίωσή του προς την επιστήμη της ακτινολογίας.

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΙΣΗΓΗΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ

ΥΠΟΓΡΑΦΗ

Περικλής Παπαβασιλείου
Αναπληρωτής Καθηγητής, Υπεύθυνος
Συντονιστής

Γεωργία Οικονόμου
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Αθανάσιος Μπάκας
Αναπληρωτής Καθηγητής

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος ΔΗΜΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ του ΧΡΗΣΤΟΥ, με αριθμό μητρώου 21007 φοιτητής του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ του Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών της Σχολής Υγείας και Πρόνοιας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας 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

ΔΗΜΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εστιάζοντας στις ψευδενδείξεις που μπορούν να παρουσιαστούν κατά τη λειτουργία του ορθοπαντομογράφου για την παραγωγή πανοραμικών ακτινογραφιών αναλύθηκε πλήρως το απεικονιστικό σύστημα ώστε να υπάρχει μία βάση. Στο ερευνητικό κομμάτι πειράματα με ανθρωπόμορφο ομοίωμα επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα των προηγούμενων ερευνών που αφορούσαν τις ψευδενδείξεις της πανοραμικής ακτινογραφίας σε πραγματικούς ασθενείς.

Λέξεις κλειδιά: Panoramic X-Ray, Panoramic X-Ray Machine, Panoramic X-Ray Artifacts, Orthopantomography

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η απεικόνιση των δοντιών εξαιτίας του μικρού τους μεγέθους, της πολυπλοκότητας της περιοχής, των συχνών προβλημάτων έκφυσης και γενικότερα της αυξημένης παθολογίας τους αποτελούσε ανέκαθεν μια μεγάλη πρόκληση. Ως εκ τούτου, βασικό σκοπό διαχρονικά αποτελεί η παροχή εικόνων υψηλής ευκρίνειας σε οδοντιάτρους, ορθοδοντικούς και γναθοχειρουργούς, εξασφαλίζοντας μέγιστη ακρίβεια στη διάγνωση και θεραπεία, όσο το δυνατόν μικρότερη δόση ακτινοβολίας στον ασθενή αλλά και την ελάχιστη δυνατή οικονομική επιβάρυνση. Έτσι, εκτός από τις απλές ενδοστοματικές και εξωστοματικές τεχνικές (οπισθοφατνιακές ακτινογραφίες, ακτινογραφίες δήξεως, μυλικό ακτινογράφημα και ακτινογραφίες γνάθων ή/και κρανίου γενικότερα), διαθέτουμε πλέον νέες τεχνολογίες αιχμής που επιτυγχάνουν θεαματικά αποτελέσματα απεικόνισης και τείνουν να αντικαταστήσουν πλήρως τις παλαιότερες μεθόδους.



UNIVERSITY OF WEST ATTICA

SCHOOL OF HEALTH AND CARE SCIENCES

DEPARTMENT OF BIOMEDICAL SCIENCES – RADIOLOGY AND RADIOTHERAPY

MSc CURRENT APPLICATIONS IN MEDICAL IMAGING

DIPLOMA THESIS

Artifacts in Dental Orthopantomography

Post graduate student Alexandros Dimou (21007)

Supervisor: Periklis Papavasileiou PhD

Athens January 2024

ARTIFACTS IN DENTAL ORTHOPANTOMOGRAPHY

Abstract

Focusing on the false indications that can may occur during the operation of the orthopantomogram for the production of panoramic radiographs, the imaging system was completely analyzed to provide a basis. In the research part, experiments with an anthropomorphic phantom confirm the results of previous studies concerning the false indications of panoramic radiography in real patients.

Key Words: Panoramic X-Ray, Panoramic X-Ray Machine, Panoramic X-Ray Artifacts, Orthopantomography

Introduction

The imaging of teeth due to their small size, the complexity of the area, the frequent eruption problems and their increased pathology in general has always been a great challenge. Therefore, a key objective over time has been to provide high-definition images to dentists, orthodontists and maxillofacial surgeons, ensuring maximum accuracy in diagnosis and treatment, the lowest possible radiation dose to the patient and the lowest possible financial burden. Thus, in addition to simple intraoral and extraoral techniques (posterior and extraoral radiographs, x-rays of the maxillae, muscle x-rays and x-rays of the jaw and/or skull in general), we now have new cutting-edge technologies that achieve spectacular imaging results and tend to completely replace the older methods.

Κεφάλαιο 1: Ακτινολογία - Παθολογία

1.1 Ανατομία του Στόματος

Η ανατομία της στοματικής κοιλότητας περιλαμβάνει τα χείλη στο μπροστινό μέρος της, όπου για αυτόν τον λόγο ονομάζουμε το πρόσθιο επίπεδο «χειλικό». Τα χείλη είναι ινομυώδεις δομές που είναι υπεύθυνα κατά τη λειτουργία της μάσησης της τροφής και την κατάποσή της. Χρησιμεύουν καθοριστικά στην ομιλία επίσης και σε άλλες κοινωνικές συμπεριφορές όπως μορφασμούς. (*Madani et al⁸*) Αντίστοιχα, στο πίσω μέρος συναντάμε τη γλώσσα, όπου σαν οπίσθια κατεύθυνση αναφερόμαστε με τον όρο «γλωσσικό επίπεδο». (*Meesa and Srinivasan⁹*) Στην άνω και την κάτω γνάθο βρίσκουμε τα δόντια, αυτά όπως είναι ευρέως γνωστό στον ενήλικα άνθρωπο απαριθμούνται 32. Από 16 σε κάθε γνάθο, σε σχέση με τα 20 συνολικά που συναντάμε στα νεογιλά μέχρι την ηλικία των 6 ετών. Η ταξινόμησή τους είναι η εξής: μπροστά απαρτίζονται οι 2 κεντρικοί και οι 2 πλάγιοι κοπτήρες, μετά ακολουθούν οι 2 κυνόδοντες, οι 4 προγόμφιοι και οι 6 γομφίοι. Ενώ τα νεογιλά απαρτίζονται από 4 τομείς, 2 κυνόδοντες και 4 γομφίους όπου συνήθως συμπληρώνονται από τα 2 μέχρι τα 3 έτη. Κατά τη μάσηση η διαφοροποίηση της χρησιμότητάς τους κρίνεται ως εξής: οι τομείς τέμνουν την τροφή, οι κυνόδοντες τη σχίζουν, ενώ οι προγόμφιοι και οι γομφίοι την αλέθουν. (Εικόνα 1)



α) Άνω Γνάθος (υπερώια άποψη)

β) Κάτω Γνάθος

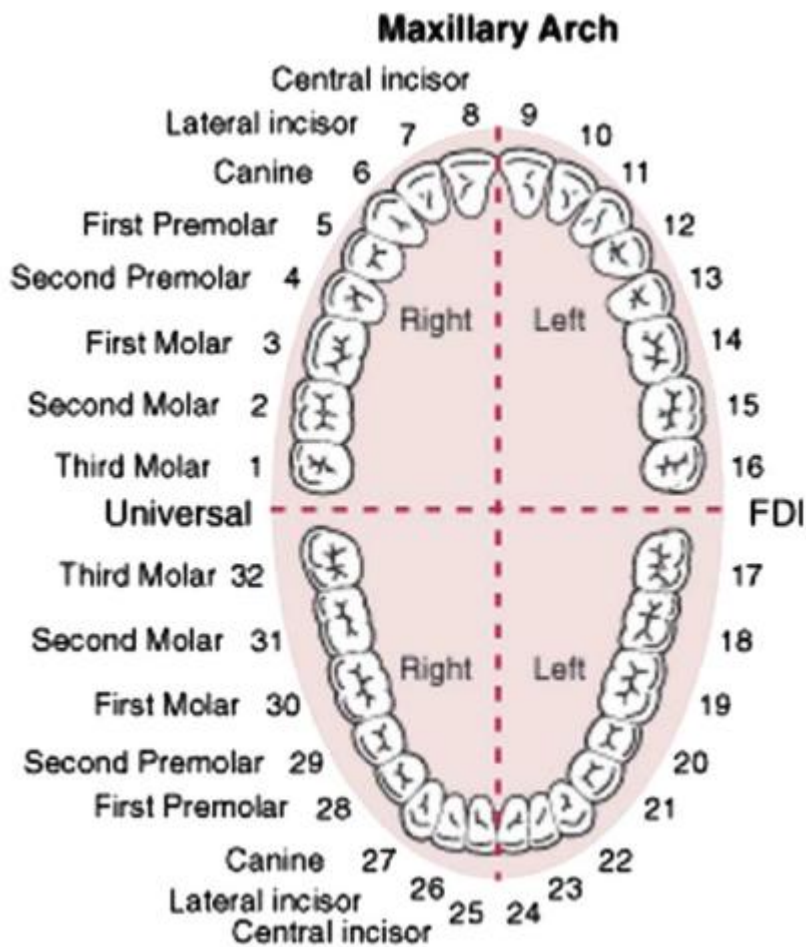
Εικόνα 1. Απεικονιζόμενα αριθμημένα δόντια των άνω και κάτω γνάθων: 1. Τομείς, 2. Κυνόδοντες, 3. Προγόμφιοι και 4. Γομφίοι

Human Anatomy, Photographic Atlas of Systematic and Regional Anatomy (Johanne W. Rohen, Chihiro Yokochi – 3rd Edition – Schattauer (Stuttgart –New York 1993) Μετάφραση : Copyright 1993 Ιατρικές Εκδόσεις ΛΙΤΣΑΣ. <http://www.dentalradiology.com>

Συνεχίζοντας με τη δομή και τη σύσταση των δοντιών, σε κάθε δόντι διακρίνουμε τη μύλη —το τμήμα δηλαδή που προεξέχει από τα ούλα—, τη ρίζα —που σφηνώνεται μέσα στο φατνίο—, και τον αυχένα —που αποτελεί το όριο ρίζας και μύλης. Το εσωτερικό του δοντιού είναι κοίλο και γεμάτο από τον πολφό, μια ουσία όπου αφθονούν αγγεία και νεύρα ενώ ο πολφός περιβάλλεται από την οδοντίνη. Η οδοντίνη με τη σειρά της περιβάλλεται στην περιοχή της μύλης από την αδαμαντίνη, ουσία πολύ σκληρή και στην περιοχή της ρίζας από την οστένη.

Ο χωρισμός τους είναι ισόποσος (συμμετρικός) τόσο αριστερά και δεξιά στην κάθε γνάθο όσο και μεταξύ των δύο γνάθων άνω και κάτω (Εικόνα 2). Υπάρχουν πολλά συστήματα αρίθμησης αλλά το πιο συχνό είναι το Universal από τις ΗΠΑ. Η συγκεκριμένη αυτή αρίθμηση ξεκινάει με το νούμερο 1 από τον δεξιό τελευταίο γομφίο (φρονιμίτη) έως και τον δεξιό κεντρικό κοπτήρα της άνω γνάθου με το νούμερο 8, μετέπειτα συνεχίζεται μέχρι τον τελευταίο αριστερό γομφίο της ίδιας γνάθου με το τελικό νούμερο 16. Στη συνέχεια στην κάτω γνάθο η αρίθμηση συνεχίζεται από την ίδια πλευρά, δηλαδή την αριστερή με τον τελευταίο αντίστοιχο γομφίο και καταλήγει στον δεξιό με το τελικό νούμερο 32.

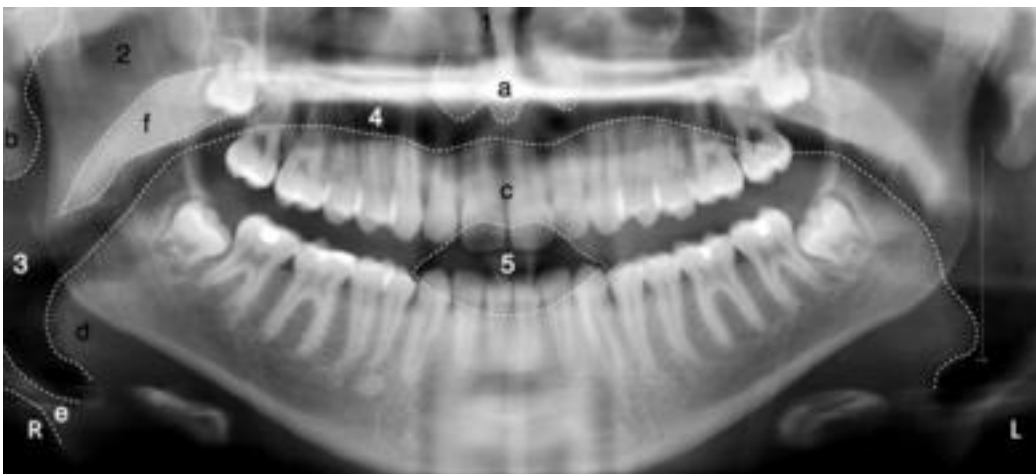
(*Madani et al⁸*)



Εικόνα 2. Αρίθμηση Universal η οποία είναι προτεινόμενη σύμφωνα με τον οργανισμό FDI για τα μόνιμα δόντια. (Yasny JS, Herlich A. Perioperative dental evaluation. Mt Sinai J Med 2012;79:34–45; όπου χρησιμοποιήθηκε κατόπιν άδειας. (Madani et al⁸) <http://dx.doi.org/10.1002/msj.21292>.

Η επιφάνεια της άνω γνάθου που ονομάζεται στοματοφάρυγγας καλύπτεται από τη μαλακή υπερώα προς τη γλωσσική κατεύθυνση ενώ χειλικά από τη σκληρή υπερώα. Οι βασικοί μύες που είναι υπεύθυνοι για τις κινήσεις της στοματικής κοιλότητας είναι η πρόσθια κοιλία του διγαστρικού στον υπογνάθιο χώρο, ο μυλοϋοειδής που χωρίζει τον υπογνάθιο από τον υπογλώσσιο χώρο, ο γενειογλωσσικός και ο γενειοειδής στη ρίζα της γλώσσας, καθώς και ο υογλωσσικός στον υπογλώσσιο χώρο. Ο σημαντικότερος βέβαια μύς του στόματος είναι η γλώσσα, όπου χωρίζεται στα υποτμήματα των ενδογενών και

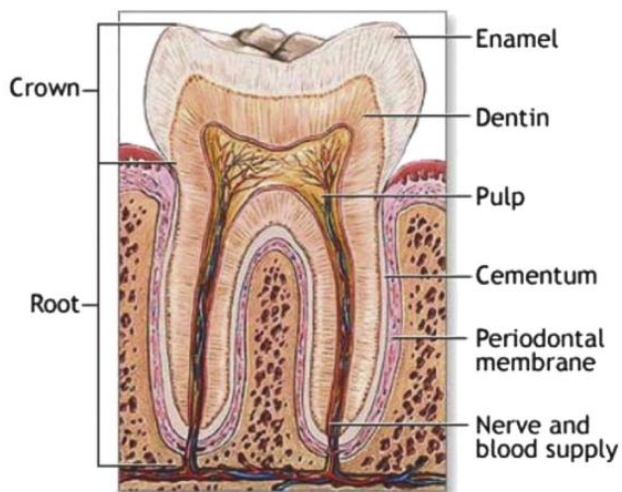
εξωγενών μυών. Στους ενδογενείς ανήκουν οι ανώτεροι και οι κατώτεροι διαμήκεις, εγκάρσιοι, κάθετοι και λοξοί. Ενώ στους εξωγενείς είναι ο γενειογλωσσικός, ο παλατογλωσσικός, ο στυλογλωσσικός και ο υογλωσσικός. Οι δύο αυτές κατηγορίες εξαρτώνται από την κινητική νεύρωση του υπογλώσσιου νεύρου, ενώ ο παλατογλωσσικός λαμβάνει σήμα από το φαρυγγικό πλέγμα. Στο πρόσθιο ή χειλικό τμήμα βρίσκονται τα χείλη, τα οποία αποτελούνται από πολλαπλές μυϊκές ίνες που καταλήγουν από το προσωπικό κρανίο. Επιπλέον, η εσωτερική κοιλότητα καλύπτεται από τα ούλα, τα οποία είναι ο βλεννογόνος των γλωσσικών και παρειακών πτυχών της άνω και κάτω γνάθου. (Meesa and Srinivasan⁹)



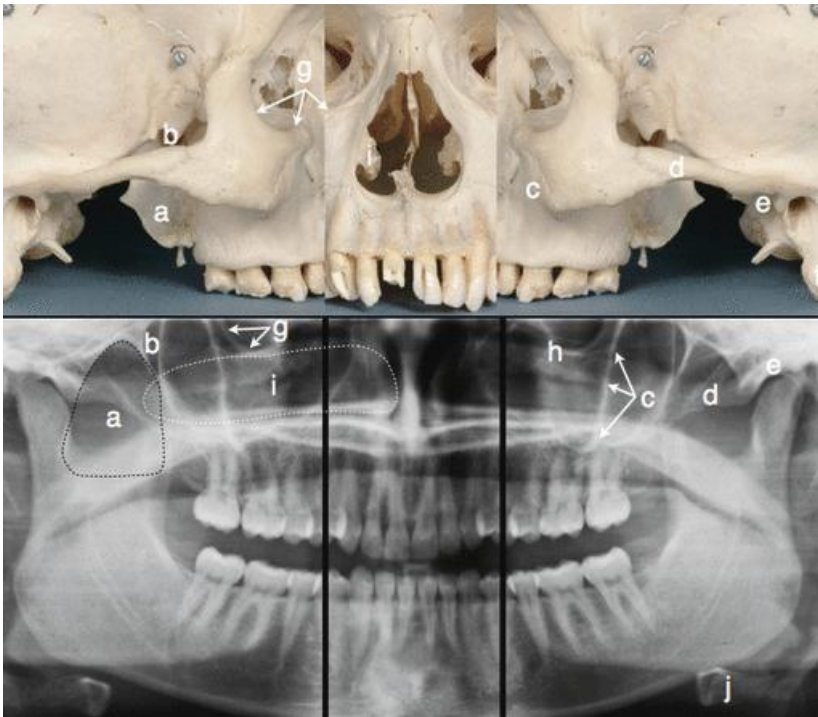
Εικόνα 3. Πανοραμική ακτινογραφία. Ανάδειξη κύριων δομών των μαλακών μορίων (a-f) και των αεραγωγών (1-5). a = εξωτερική μύτη, b = εξωτερικό αυτί, c = γλώσσα, d = γλωσσικές αμυγδαλές στην οπίσθια γλώσσα, e = επιγλωττίδα, f = μαλακή υπερώα, 1 = ρινική μοίρα, 2 = ρινοφάρυγγας, 3 = στοματοφάρυγγας, 4 = στοματική κοιλότητα, 5 = άνοιγμα στόματος. (Perschbacher¹⁵)

Συνεχίζοντας με το περιοδόντιο είναι στην ουσία η υποστηρικτική δομή του δοντιού και περιλαμβάνει τον περιοδοντικό σύνδεσμο, ουλικό ιστό, οστά, αίμα και νεύρα. Ο περιοδοντικός σύνδεσμος αποτελείται από χιλιάδες ίνες οι οποίες στερεώνουν το τσιμέντο της οστικής υποδοχής και το φατνιακό οστό. Η κύρια χρησιμότητά του είναι ότι λειτουργεί σαν αμορτισέρ για τα δόντια. Κάτι το οποίο είναι ιδιαίτερα χρήσιμο, λόγω των

υψηλών δυνάμεων που ασκούνται κατά τη χρήση τους. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι λειτουργεί επίσης θρεπτικά, αισθητηριακά και αναδιαμορφώνει δομές που περιβάλλουν τις ρίζες. Όσον αφορά τη λίπανση και την προστασία των δοντιών, είναι υπεύθυνος ο ουλικός ιστός. Ενώ στη στήριξη των ριζών με ειδικές υποδοχές συμβάλλουν τα κυψελιδικά τμήματα των οστών των γνάθων. Τα διάφορα ερεθίσματα ανταποκρίνονται με μεγάλη ποικιλία χάρη στα νεύρα. Ταυτόχρονα για να διατηρούνται υγιή τα δόντια, μεγάλο ρόλο παίζει η καλή αιμάτωσή τους. (Madani et al⁸)



Εικόνα 4. Anatomy of a tooth. (Από τους Yasny JS, Herlich A. Perioperative dental evaluation. Mt Sinai J Med 2012;79:34–45; με ειδική άδεια. (Madani et al⁸) <http://dx.doi.org/10.1002/msj.21292>.



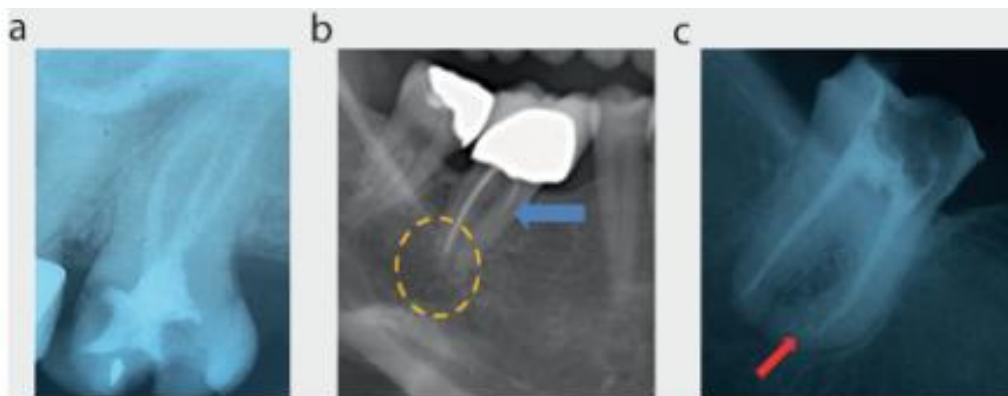
Εικόνα 5. Σκελετός της άνω γνάθου και πανοραμική ακτινογραφία. Πάνω - Σύνθετη φωτογραφία που δείχνει την οστική ανατομία της άνω γνάθου και των γειτνιαζόντων οστών. Χειλική άποψη της πρόσθιας περιοχής προβάλλεται από μπροστά και πλάγια άποψη των πλαγιο-οπίσθιων περιοχών. Κάτω - Μια πανοραμική ακτινογραφία που χωρίζεται ώστε να αντιστοιχεί στις περιοχές που φαίνονται. α) το μαύρο διακεκομμένο περίγραμμα είναι η πτερυγοειδής πλάκα β) πτερυγογναθική σχισμή γ) ζυγωματική απόφυση της άνω γνάθου δ) ζυγωματικό τόξο ε) κροταφικό στοιχείο της κροταφογναθικής άρθρωσης ς) μαστοειδής απόφυση του κροταφικού οστού (δεν φαίνεται στην πανοραμική ακτινογραφία) γ) πλάγιο και κάτω κογχικό χείλος η) υποκόγχιο κανάλι ι) το λευκό διακεκομμένο περίγραμμα είναι το κάτω κογχικό/τουρβινικό οστό j) υοειδές οστό. (Perschbacher¹⁵)

1.2 Ακτινοπαθολογία Στοματικής Κοιλότητας

Η συντηρητική οδοντιατρική επικεντρώνεται κυρίως στην ενδοδοντολογία. Η τερηδόνα είναι μια πολυπαραγοντική νόσος των δοντιών που προκαλείται από σάκχαρα και προκύπτει από εκφυλισμό του σκληρού οδοντικού ιστού. Οι βλάβες εμφανίζονται ως περιγεγραμμένη ελάττωση της οδοντικής στεφάνης, στο βαθμό που υπάρχει κλινικά μη αναστρέψιμη βλάβη στον πολφό. Αντικαθίστανται από πλαστικά σφραγίσματα, όπου συνήθη πλαστικά υλικά πλήρωσης είναι τα αμαλγάματα, τα σύνθετα και το γυαλί με

ιονομερές τσιμέντο που δε διακρίνονται ακτινολογικά από μεταξύ τους. Απαιτείται τακτική κλινική και ακτινογραφική παρακολούθηση λόγω της μέσης διάρκειας ζωής των υλικών που είναι περίπου τα 10 έτη. Εκτός από τη συχνή δευτερογενή τερηδόνα, που ορίζεται ως εμφάνιση τερηδόνας σε υπάρχουσα αποκατάσταση, μία αστοχία υλικού ή άλλες ενδοδοντικές επιπλοκές μπορούν να καταστήσουν αναγκαία την αντικατάσταση του σφραγίσματος. Στην απεικόνιση, ένα σφράγισμα είναι πιο ακτινοσκοπικό από το φυσιολογικό δόντι και δεν έχει γραμμικά όρια. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στη μετάβαση από το υλικό του σφραγίσματος στον σκληρό ιστό του δοντιού, προκειμένου να ανιχνεύεται η δευτερογενής τερηδόνα ως παράγοντας κινδύνου εγκαίρως. Η ενδοδοντολογία επικεντρώνεται στις παθήσεις του συμπλέγματος πολφού-οδοντίνης και του περιακρορριζικού ιστού. Η φλεγμονή αυτών των περιοχών μπορεί να είναι σημαντική πηγή λοίμωξης και μπορεί να επηρεάσει σημαντικά πολλές ιατρικές ή χειρουργικές θεραπείες (ανοσοποιητικές ή βλαστοκυτταρικές, μεταμόσχευση οργάνων κλπ) Η αιτία είναι συνήθως μια βακτηριακή λοίμωξη, καθώς η είσοδος υπάρχει συχνά από ένα τερηδονικό ελάττωμα. Γίνεται διάκριση μεταξύ αναστρέψιμων και μη αναστρέψιμων μορφών. Στην περίπτωση μη αναστρέψιμης πολφίτιδας, ολόκληρο το ενδοδόντιο (στεφάνη και ρίζα πολφού) θεωρείται ότι έχει υποστεί μη αναστρέψιμη βλάβη, έτσι ώστε σε αντίθεση με την αναστρέψιμη πολφίτιδα, η θεραπεία της ρίζας πρέπει εκτελείται. Μετά από τη χημική και μηχανική ριζική θεραπεία, οι ριζικοί σωλήνες γεμίζονται με υλικό πλήρωσης (συνήθως γουταπέρκα), το οποίο καθίσταται ακτινοσκοπικό με τη χρήση μεταλλικών θειικών αλάτων. Ένα σφράγισμα που καταλήγει 0 - 2 mm από την ανατομική κορυφή και είναι στεγανό και συνεχές θεωρείται επαρκές. Η περιακρορριζική φλεγμονή προκύπτει από την εξέλιξη της πολφίτιδας μέσω του ριζικού σωλήνα ή των βαθιών περιοδοντικών θυλάκων προς τη ρίζα. Παρόλο που οι οξείες μορφές μπορεί αρχικά να

είναι δυσδιάκριτες στην απεικόνιση, τις περισσότερες φορές η περιακρορριζική φλεγμονή εμφανίζεται με την πάροδο του χρόνου. Συνεπώς, η οδοντιατρική απεικόνιση αποτελεί σημαντική συνιστώσα της κλινικής ακτινολογίας για την ανίχνευση των παθολογιών των δοντιών και του περιοδοντίου, ώστε να καταστεί δυνατή η έγκαιρη ανίχνευση, η πρόληψη ή η οδοντιατρική θεραπεία. Είναι επομένως σημαντικό να κατανοήσουμε τις οδοντιατρικές παθολογίες όχι μόνο ως τοπικές παθήσεις αλλά και σε σχέση με τις πιθανές παράπλευρες επιπτώσεις. (Masthoff et al¹²)

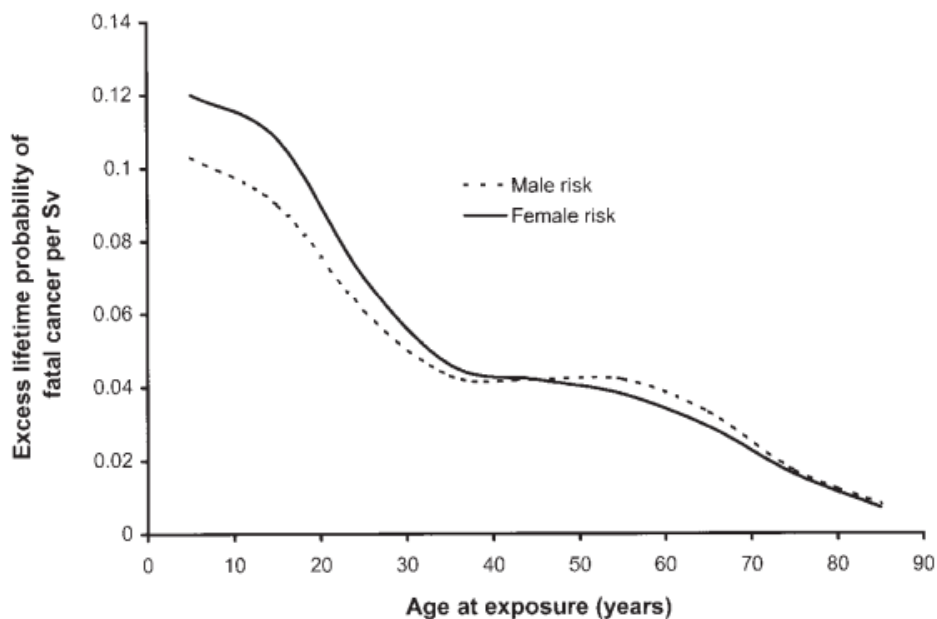


Εικόνα 6. Ενδοστοματικά ακτινογραφήματα απονευρώσεων. α) επιτυχής ριζική θεραπεία (απονεύρωση), β) ανεπαρκής απονεύρωση και γ) φλεγμονή λόγω ανεπιτυχούς απονεύρωσης. (Masthoff et al¹²)

1.3 Ακτινική Επιβάρυνση και Ακτινοπροστασία

Είναι κοινή γνώση το γεγονός ότι η ακτινοβολία X προκαλεί ιοντισμούς στα κύτταρα με αποτέλεσμα να υπάρχει ενδεχόμενο ανάπτυξης κακοήθειας ανάλογα με τη δόση και τον τύπο του ιστού του σώματος. Στην περίπτωση της ακτινικής επιβάρυνσης λόγω της έκθεσης σε πανοραμική ακτινογραφία, αυτές οι πιθανότητες είναι αρκετά χαμηλές. Πιο συγκεκριμένα, η εκτιμώμενη δόση κυμαίνεται από 6,7μSv έως και 26μSv ανάλογα. Με το απεικονιστικό μηχάνημα, τις διαστάσεις του κρανίου, την ηλικία, το φύλο, τα επιλεγμένα

στοιχεία πρωτοκόλλου, η ορθή τοποθέτηση με την ελαχιστοποίηση των επαναλήψεων και οι απαιτήσεις της εξέτασης. (Rushton et al¹⁹) Οι γυναίκες για παράδειγμα, είναι περισσότερο ακτινοευαίσθητες από τους άνδρες λόγω των διαφορών στην ανατομική θέση και των διαφορετικών μεγεθών των ευαίσθητων σε ακτινοβολία X οργάνων. (Pakravan AH et al¹) (Εικόνα 7)



Εικόνα 7. Απεικόνιση του ρίσκου θανάτου από ολόσωμη έκθεση σε ακτινοβολία X των δύο φύλων ανά ηλικιακά έτη ζωής. Martin, C.J. (2007). Effective dose: how should it be applied to medical exposures? The British Journal of Radiology, 80(956), pp.639–647. doi:<https://doi.org/10.1259/bjr/25922439>.

Υπάρχει συσχετισμός της συγκεκριμένης δόσης με πιθανότητα ανάπτυξης νεοπλασίας από 0,21 έως 1,9 περιπτώσεις ανά 1 εκατομμύριο άτομα. Για την ακτινοπροστασία των εξεταζομένων έχουν υπάρξει επιτροπές και έχει συζητηθεί η σημαντικότητα της λογικής συνταγογράφησης των εξετάσεων, η συντήρηση των μηχανημάτων και η αντικατάστασή τους με καινούργια βελτιστοποιημένα μοντέλα που έχουν μειώσει τη δόση που λαμβάνουν οι ασθενείς. Όπως και η επαρκής εκπαίδευση του προσωπικού που εκθέτει

τους ασθενείς στην ακτινοβολία. (*Rushton et al¹⁹*) Η χρήση του πανοραμικού ορθοπαντομογράφου ως εξέταση ρουτίνας αποτελεί ένα κοινό σφάλμα, το οποίο επιβαρύνει τον πληθυσμό χωρίς να υπάρχει ουσιαστικό όφελος για τη διαχείριση του ασθενούς. Σε περιπτώσεις που υπάρχει παθολογία, η μόνη περίπτωση χρησιμότητας είναι αυτή όπου υπάρχουν συμπτώματα. Διαφορετικά σε ασυμπτωματικούς ασθενείς ακόμα και αν αναδεικνύεται παθολογία με την εξέταση, δε διαφέρει η διαχείριση αυτών των περιπτώσεων και υπάρχει άσκοπη επιβάρυνση. Σε μικρότερες ηλικίες όπως αυτές των 8-10 ετών είναι ευρέως κοινή πρακτική η έκθεση των ανηλίκων για ορθοδοντικούς λόγους, ως ένας έλεγχος εξέτασης της ανάπτυξης της στοματικής κοιλότητας, εντόπισης διαφόρων παθολογιών και προγραμματισμού θεραπείας. Βέβαια, στην πραγματικότητα το 65% αυτών των περιπτώσεων προβαίνουν στη λήψη της εξέτασης με αυτές τις προφάσεις, χωρίς εν τέλει να είναι αυτοί οι πραγματικοί λόγοι και να υπάρχουν ουσιαστικά οφέλη. Το ίδιο ισχύει και για περιπτώσεις όπου υπάρχει απουσία δοντιών στον ανήλικο πληθυσμό, η απλή κλινική εξέταση και πρακτική είναι αρκετή. (*Rushton and Horner¹⁸*) Στο Ηνωμένο Βασίλειο, υπολογίζεται ότι διενεργούνται 2,7εκ. πανοραμικές ακτινογραφίες ετησίως. (*Harvey et al⁵*) Σημαντικό θα ήταν να αναφερθεί ότι με γενική συναίνεση, η χρήση ακτινοπροστατευτικών μέσων είναι περιττή επί το πλείστον και ενδέχεται ανά περιπτώσεις να δημιουργήσει και προβλήματα όπως η επανάληψη των λήψεων. Κυρίως συστήνεται σε ευάλωτες ομάδες όπως παιδιά, που είναι ακτινοευαίσθητα για την προστασία του θυρεοειδούς αδένος. Για να συνοψίσουμε, τα τελικά κριτήρια για την εκλογή των εξετάσεων πρέπει να είναι αυστηρά και σε λογικά πλαίσια σύμφωνα με τη γενική ορολογία ALARA (As low as Reasonably Achievable). Με αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιούμε τις αχρείαστες εκθέσεις για τους ασθενείς και το προσωπικό,

περιορίζουμε την κοινωνική ακτινική επιβάρυνση και μειώνουμε το κόστος για τους ασθενείς και τους παρόχους υγείας. (Rushton and Horner¹⁸)

Ακτινογραφική τεχνική	Ενεργός δόση (μSv)	Κίνδυνος θανατηφόρου καρκίνου (ανά εκατομμύριο)
Ενδοστοματική ακτινογραφία (οπισθομυλική/περιακρορριζική)	1-8.3	0.02-0.6
Πρόσθια δήξεως άνω γνάθου	8	0.4
Πανοραμική	3.85-30	0.21-1.9
Πλάγια κεφαλομετρική	2-3	0.34[#]
Εγκάρσια τομογραφία (μία τομή)	1-189	1-14
CT scan (κάτω γνάθου)	364-1202	18.2-88
CT scan (άνω γνάθου)	100-3324	8-242

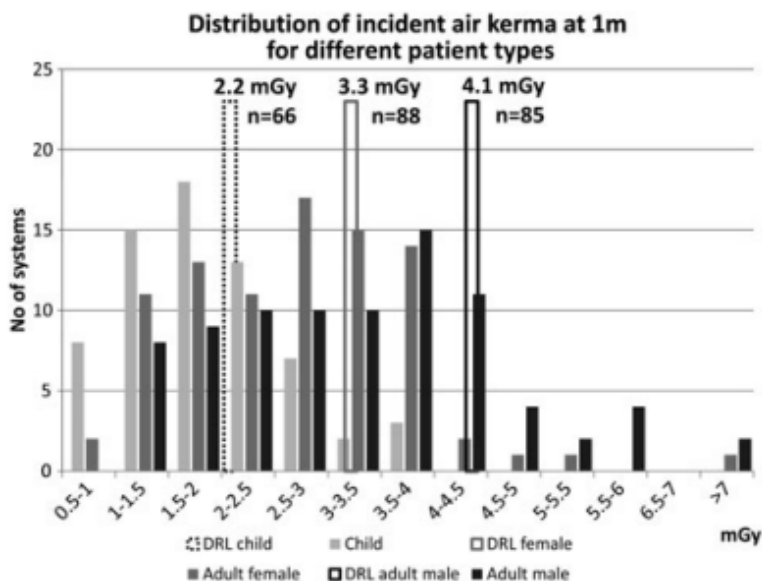
Πίνακας 1. Τιμές ενεργού δόσης και κίνδυνος εμφάνισης θανατηφόρου καρκίνου από τη λήψη απεικονιστικών δεδομένων (ICRP 60).

Χώρα Ευρωπαϊκής Ένωσης	Ετήσιος αριθμός ακτινογραφιών$\times 10^3$ (Μία ακτινογραφία σημαίνει μία έκθεση)	Ετήσιος αριθμός ακτινογραφιών ανά 1.000 άτομα*
Δανία	2.400	449
Γερμανία	22.520	274
Ισπανία	5.515	138
Λουξεμβούργο	191	433
Ολλανδία	2.700	169
Πορτογαλία	986	96
Φιλανδία	1.484	268
Σουηδία	15.000	1.660
Ηνωμένο Βασίλειο	12.500	209

Πίνακας 2. Βασισμένη σε κατανομές του πληθυσμού των Ευρωπαϊκών Κρατών το 2001, σύμφωνα με διαθέσιμα δεδομένα αναγράφονται οι υπολογισμένες οδοντιατρικές ακτινογραφίες κατά έτος.

Σύμφωνα με τα διαγνωστικά επίπεδα αναφοράς (Δ.Ε.Α. ή DRL), η προτεινόμενη δόση για τις τρεις ηλικιακές ομάδες παιδιά, νεαρούς ενήλικες και μέσους ενήλικες είναι 2,2, 3,3, 4,1 mGy. Στην Ελλάδα που έλαβε μέρος η συγκεκριμένη έρευνα των Manousaridis et al το

2015 έδειξε σε τρία συστήματα DR, CR και film, την ελάχιστη τιμή ότι είναι για το ψηφιακό 3,5 mGy, για τα CR συστήματα 4,2 mGy το υψηλότερο και για τα film 3,7 mGy.



Εικόνα 8. Η κατανομή των δόσεων για τις τρεις ηλικιακές ομάδες. (Manousaridis et al¹⁰)

Σημαντική αναφορά για τη μείωση των περιττών πανοραμικών ακτινογραφιών υπήρξε από τη μελέτη των White et al 1984 όπου υποστήριξαν ότι θα μπορούσε να κοπεί 73% αυτών, χωρίς να αλλάξει κάτι στο πλάνο θεραπείας στο 94% των ασθενών. Δυστυχώς στην πράξη αυτό όμως θα ήταν πολύ δύσκολο να συμβεί, καθώς θα απαιτούσε εκτεταμένη εκπαίδευση ακτινοπροστασίας όλων των οδοντιάτρων και αυστηρή τήρηση ασφαλών ορίων και μέτρων. Η επιλογή των ασθενών που θα ακτινοβοληθούν θα έπρεπε να είναι μείζονος σημασίας, αλλά δυστυχώς είναι ένα αρκετά παραμελημένο θέμα. Δεν είναι τυχαίο ότι διάφορες έρευνες έχουν καταδείξει ότι μόνο το 1% των ακτινολογικών εξετάσεων σε πολλές περιπτώσεις επηρεάζει το πλάνο θεραπείας. Οι περισσότεροι ασθενείς που υποβάλλονται στις ακτίνες Χ είναι ασυμπτωματικοί, όπως όσοι κάνουν εξετάσεις ρουτίνας πχ θώρακος ή ΟΜΣΣ για εργασία ή εύρεση σπάνιου παθολογικού

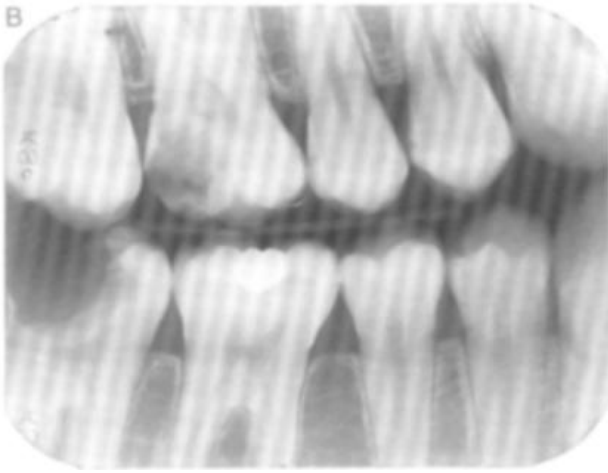
ευρήματος. Η Philips είχε εκτιμήσει ότι αν γινόταν σοβαρή επιλογή κριτηρίων για την παραπομπή ασθενών, οι ΗΠΑ θα εξοικονομούσαν \$240εκ. ανά έτος.

1.4 Διαγνωστική Αξία

Η ερμηνεία μιας πανοραμικής εικόνας ακολουθεί τις ίδιες αρχές με οποιαδήποτε άλλη εικόνα ή σειρά εικόνων. Μια συστηματική και επαναλαμβανόμενη διαδικασία εξασφαλίζει την αναγνώριση όλων των σημαντικών ευρημάτων. Ο θεατής δε μπορεί να βασίζεται σε ανωμαλίες που εμφανίζονται από μόνες τους. Αντίθετα, πρέπει να αξιολογήσει προσεκτικά όλες τις ανατομικές δομές για να διασφαλίσει ότι είναι παρούσες και φυσιολογικές. Στη συστηματική προσέγγιση που συνιστάται εδώ, εξετάζονται πρώτα οι οστικές δομές και οι περιβάλλουσες μαλακές περιοχές. Στη συνέχεια, εξετάζονται οι κυψελιδικές αποφύσεις. Τέλος, αξιολογούνται τα δόντια. Σε σύγκριση με τις ενδοστοματικές ακτινογραφίες, η πανοραμική εικόνα δείχνει μια πολύ μεγαλύτερη περιοχή των ανατομικών δομών της στοματικής και της άνω γνάθου. Ως εκ τούτου, απαιτείται περισσότερος χρόνος για την αξιολόγηση αυτών των δομών. Αλλά μόλις ο κλινικός ιατρός αναπτύξει μια ρουτίνα, θα διαπιστώσει ότι πρόκειται για μια γρήγορη και φυσική διαδικασία. Είναι ζωτικής σημασίας η καλή κατανόηση της φυσιολογικής ανατομίας προκειμένου να εντοπίζονται τυχόν ανωμαλίες. Είναι χρήσιμο να συγκρίνετε την αριστερή και τη δεξιά πλευρά της εικόνας για να προσδιορίσετε αν ένα εύρημα είναι φυσιολογικό, καθώς οι δομές που εμφανίζονται αμφίπλευρα είναι γενικά ανατομικές. Η σύγκριση της αριστερής και της δεξιάς πλευράς μπορεί επίσης να εντοπίσει ασυμμετρίες που μπορεί να υποδηλώνουν ασθένεια ή αναπτυξιακή κατάσταση. *(Perschbacher¹⁵)*

Η χρήση της πανοραμικής ακτινογραφίας για την ανίχνευση της τερηδόνας παραμένει τακτική εξέταση από τους οδοντίατρους και ορθώς έχει αντικαταστήσει τις

ενδοστοματικές τεχνικές καθώς έχει καλύτερα αποτελέσματα ιδίως στην ανίχνευση τερηδόνας. (*Kantor and Slome*⁶) Μάλιστα έχει υπολογιστεί ότι το 68,5% των οδοντιάτρων βασίζεται σε αυτήν για να μη χάσει κάποια βλάβη που δε μπορούν να ανιχνεύσουν με την απλή κλινική εξέταση του στόματος. Παρόλα αυτά, υπάρχουν δεδομένα από δύο μελέτες των Valachovic και Molander που δείχνουν ότι υπάρχει ένα μεγάλο ποσοστό 54% ψευδώς θετικών διαγνώσεων τερηδόνας προς το σύνολο των θετικών διαγνώσεων της, με αποτέλεσμα ορθώς να αμφισβητείται κατά πόσο έχει ουσιαστικά οφέλη για τον ασθενή. Ψευδώς αρνητικά αποτελέσματα είναι επίσης πιθανά, όπως και η απώλεια απεικόνισης μιας παθολογίας. Επίσης, η πανοραμική ακτινογραφία έχει επισημανθεί ότι ενδέχεται να υποτιμήσει τα περιοδοντικά οστικά επίπεδα σε πρώιμα στάδια, ενώ σε χρόνιες περιπτώσεις έχει παραδόξως μεγαλύτερη ακρίβεια. Επιπρόσθετα, έχει καταδειχθεί ότι έχει μεγαλύτερη διαγνωστική αξία σε βλάβες πολλαπλών δοντιών παρά σε ένα μεμονωμένο. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφέρουμε κάποιους ακόμα λόγους όπου η διαγνωστική αξία της χρήσης της πανοραμικής ακτινογραφίας υπερτερεί των αρνητικών αντίκτυπων. Συνίσταται λοιπόν η χρήση της πριν την διεξαγωγή μιας χειρουργικής επέμβασης, κατά την αφαίρεση για παράδειγμα πολλαπλών δοντιών, είτε για ορθοδοντικούς λόγους ώστε να μελετηθεί η ανάπτυξη και η παρουσία/απουσία δοντιών. Από εκεί και πέρα είναι ιδιαίτερα ωφέλιμη να εκτελείται πριν συνταγογραφηθεί οποιαδήποτε έκθεση η κλινική εξέταση, ώστε σε περίπτωση αδυναμίας εξαγωγής ασφαλών συμπερασμάτων να προβαίνουμε σε περαιτέρω ουσιαστικές για όλους ενέργειες. (*Rushton and Horner*¹⁸)



Εικόνα 9. Απεικόνιση που αναδεικνύει την ύπαρξη τερηδόνας. (Rushton and Horner¹⁸)

Η απλουστευμένη ανάλυση της διαγνωστικής αξίας της πανοραμικής ακτινογραφίας μπορεί να γίνει με τη χρήση ορισμένων πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων. Κάποια από τα πλεονεκτήματα είναι η μικρή δόση σε σχέση με άλλες μεθόδους και το μεγάλο εύρος απεικόνισης. Αποτελεί μία γρήγορη, εύκολη και φθηνή τεχνική με την οποία ο θεράπων ιατρός μπορεί να αναγνωρίσει τις περισσότερες παθολογίες. Μπορούν να απεικονιστούν και οι δύο γνάθοι και κόνδυλοι της κάτω γνάθου για να γίνει σύγκριση. Υπάρχει δυνατότητα αποθήκευσης, επεξεργασίας, επανεκτύπωσης και αποστολής των εικόνων. Η παραγόμενη εικόνα είναι εύκολα κατανοητή από τον ασθενή, καθιστώντας εύκολη την επεξήγηση και ενημέρωσή του για τις απαιτήσεις της θεραπείας. Καθώς και δεν απαιτείται ο ασθενής να ανοίξει ολόκληρο το στόμα του, ειδικά σε περιπτώσεις αδυναμίας. Μιας και αναλύθηκαν ορισμένα πλεονεκτήματα, είναι αναγκαίο να αναφερθούν και τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου. Τα σημαντικότερα από αυτά λοιπόν είναι ότι η εικόνα που λαμβάνουμε είναι δισδιάστατη. Επίσης είναι μεγεθυμένη, πιθανόν παραμορφωμένη, υπάρχει έλλειψη οξύτητας και δεν αποδίδονται όλες οι περιοχές με την ίδια ευκρίνεια. Επιπλέον δε μπορούν όλοι να την πραγματοποιήσουν καθώς μη συνεργάσιμοι ασθενείς ή μικρά παιδιά θα έχουν πρόβλημα και ενδεχομένως θα

ακτινοβοληθούν πολλαπλές φορές ώστε να πραγματοποιηθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Για παράδειγμα ασθενείς με ειδικά προβλήματα ή κάτω των 5 ετών παιδιά δε μπορούν να τοποθετηθούν σωστά λόγω των περιορισμών της κατασκευής του συστήματος με αποτέλεσμα η περιοχή που ενδεχομένως να ενδιαφέρει τον θεράποντα ιατρό να μη βρίσκεται ευκρινώς στην εικόνα.

Κατά το ξεκίνημα της ευρείας χρήσης των ορθοπαντομογραφικών συστημάτων, ήταν αρκετά σημαντικό να αναδειχθεί η διαγνωστική τους αξία. Καθώς χωρίς αυτήν δε θα είχε νόημα αυτή η καινούργια τεχνολογία να εισέλθει στον ιατρικό χώρο. Αυτό αποδείχθηκε στην πράξη με επιστημονικές έρευνες που το αποδείκνυαν. Σε μία από αυτές των Kantor και Slomer το 1989, συγκρίνοντας διαφορετικές θεραπευτικές μεθόδους σε ομάδες όπου προήλθαν από χρήση του πανοραμικού μηχανήματος αλλά και χωρίς αυτού. Φάνηκε συνολικά ότι τα πρωτόκολλα θεραπείας των ασθενών που είχαν δεχθεί τη συνεισφορά της πανοραμικής τεχνικής, ήταν πιο κοντά στο βέλτιστο αποτέλεσμα. Παρόλα αυτά τότε η συγκεκριμένη τεχνολογία δεν είχε εξελιχθεί αρκετά ώστε να πείσει εντελώς την επιστημονική κοινότητα να αντικαταστήσει τις παλιότερες τεχνικές.

Κεφάλαιο 2: Ορθοπαντομογραφία

2.1 Αρχές Λειτουργίας Ορθοπαντομογραφίας

Ο ορθοπαντομογράφος είναι ένα απεικονιστικό σύστημα που χρησιμοποιείται για τη λήψη απεικονιστικών δεδομένων της γναθοπροσωπικής ανατομίας. Η λειτουργία του βασίζεται στη χρήση της τεχνικής της κυκλικής τομογραφίας, η οποία επιτρέπει την ανάλυση μιας περιοχής ενός αντικειμένου σε διάφορα επίπεδα. Οι βασικές αρχές λειτουργίας ενός ορθοπαντομογράφου περιλαμβάνουν τα εξής βήματα:

- Τοποθέτηση του ασθενούς: Ο ασθενής τοποθετείται εντός του ορθοπαντομογράφου σε μία θέση που επιτρέπει την απεικόνιση της επιθυμητής περιοχής του σώματος.



Εικόνα 10. Τοποθέτηση ασθενούς στον ορθοπαντομογράφο. (Sams et al²¹)

- Εκπομπή ακτίνων Χ: Ο ορθοπαντομογράφος εκπέμπει δέσμη ακτίνων Χ μέσω μίας πηγής ακτινοβολίας. Οι ακτίνες Χ διαπερνούν το σώμα του ασθενούς και απορροφώνται σε διαφορετικό βαθμό από τα οστά και τα μαλακά μαλλιά. Ανίχνευση της ακτινοβολίας Χ: Οι ακτίνες Χ που διαπερνούν το σώμα του ασθενούς εντοπίζονται από έναν ανιχνευτή που

βρίσκεται απέναντι από την πηγή ακτινοβολίας. Ο ανιχνευτής καταγράφει την ποσότητα της ακτινοβολίας που διαπερνά τον ασθενή.

- Περιστροφή γύρω από τον ασθενή: Το σύστημα λυχνίας και ανιχνευτή περιστρέφονται γύρω από τον ασθενή κατά μικρά βήματα. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιστροφής, λαμβάνονται πολλές εικόνες της περιοχής ενδιαφέροντος από διάφορες γωνίες.
- Απεικόνιση και ανακατασκευή: Οι δεδομένες πληροφορίες από την ακτινοβολία X και τον ανιχνευτή χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία των αναλυτικών εικόνων της περιοχής ενδιαφέροντος. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται ανακατασκευή και επιτυγχάνεται με τη χρήση προηγμένων αλγορίθμων υπολογιστή. Με αυτόν τον τρόπο, ο ορθοπαντομογράφος παρέχει λεπτομερείς εικόνες των οστών και των αρθρώσεων, επιτρέποντας στους ιατρούς να αξιολογήσουν τυχόν παθήσεις ή παθολογικές καταστάσεις στο σώμα του ασθενούς.

2.2 Χαρακτηριστικά Συστήματος

Τα χαρακτηριστικά των συστημάτων ορθοπαντομογραφίας ποικίλουν ανάλογα με το συγκεκριμένο μοντέλο και τις τεχνικές προδιαγραφές. Ωστόσο, υπάρχουν μερικά κοινά χαρακτηριστικά που μπορούν να συναντηθούν σε ένα σύστημα ορθοπαντομογραφίας:

- Κυκλική τομογραφία: Οι ορθοπαντομογράφοι βασίζονται στην κυκλική τομογραφία για τη λήψη διαφορετικών επιπέδων εικόνων μέσα από το σώμα. Αυτό επιτυγχάνεται με την περιστροφή του ορθοπαντομογραφικού συστήματος γύρω από τον ασθενή και τη λήψη σειράς από εικόνες.
- Ακτίνες X: Οι ορθοπαντομογράφοι χρησιμοποιούν ακτίνες X για την απεικόνιση των οστών και των αρθρώσεων. Οι ακτίνες X περνούν μέσα από το σώμα και απορροφώνται σε διαφορετικό βαθμό από τα οστά και τα μαλακά μαλλιά. Ανιχνευτές: Οι ορθοπαντομογράφοι διαθέτουν ανιχνευτές που καταγράφουν την ακτινοβολία X που

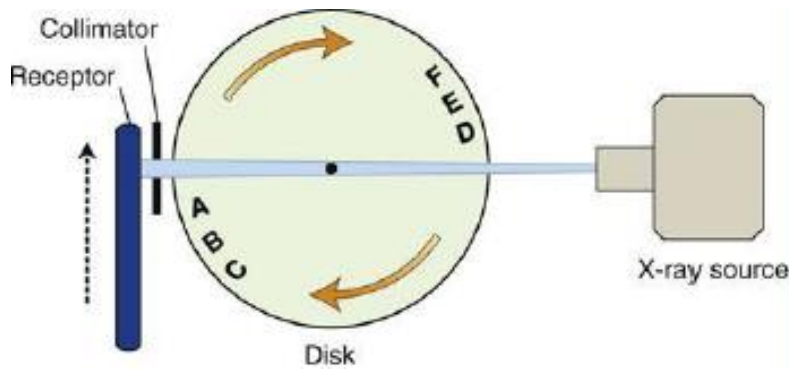
διαπερνά τον ασθενή. Αυτοί οι ανιχνευτές μετατρέπουν τον αριθμό των φωτονίων X που καταγράφονται σε ηλεκτρικά σήματα που μπορούν να επεξεργαστούν οπτικά.

- Ανακατασκευή εικόνας: Οι ορθοπαντομογράφοι χρησιμοποιούν προηγμένους αλγόριθμους υπολογιστή για την ανακατασκευή των δεδομένων από την ακτινοβολία X σε εικόνες. Αυτές οι εικόνες μπορούν να παρέχουν λεπτομερείς πληροφορίες για την ανατομία και την κατάσταση των οστών και των αρθρώσεων.
- Υψηλή ανάλυση και αντίθεση: Οι ορθοπαντομογράφοι προσφέρουν υψηλή ανάλυση και αντίθεση στις εικόνες των οστών και των αρθρώσεων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της βελτιστοποίησης των παραμέτρων λήψης και της επεξεργασίας των εικόνων.

Αυτά είναι μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά που συναντάμε στα συστήματα ορθοπαντομογραφίας. Η τεχνολογία συνεχίζει να εξελίσσεται με νέες και βελτιωμένες δυνατότητες που μπορεί να εισαχθούν στα μοντέλα του μέλλοντος.

2.3 Τεχνική και Πρωτόκολλα Εξέτασης

Το πρώτο βήμα για την κατανόηση της ακτινοανατομίας στην πανοραμική ακτινογραφία είναι η κατανόηση της λήψης δεδομένου ότι η προβολή λαμβάνεται από μια πηγή ακτινών X που περιστρέφεται γύρω από το κεφάλι του ασθενούς. Το δεξιό και το αριστερό οπίσθιο τμήμα της εικόνας αντιπροσωπεύουν πλευρικές όψεις, κοιτάζοντας τον ασθενή από το πλάι, το πρόσθιο τμήμα της εικόνας αντιπροσωπεύει την πρόσθιο-οπίσθια όψη κοιτάζοντας τον ασθενή από μπροστά. Ολόκληρη η πανοραμική εικόνα αντιστοιχεί σε σύνθεση τμημάτων δύο πλευρικών και μίας προσθιοπίσθιας όψης του κρανίου, αλλά χωρίς τόσες πολλές επικαλύψεις. (*Perschbacher*¹⁵)

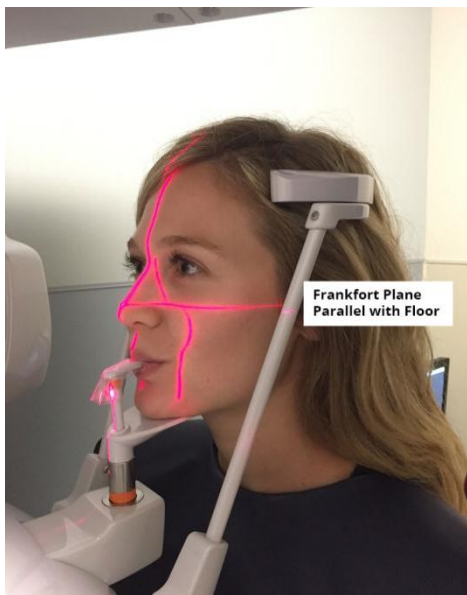


Εικόνα 11. Το σύστημα λυχνία-περιοριστής (collimator) παραμένει ακίνητο και το προς απεικόνιση αντικείμενο το οποίο περιστρέφεται γύρω από ένα σταθερό σημείο O.

Η τεχνική της πανοραμικής επιτρέπει την απεικόνιση ολόκληρης της οδοντοστοιχίας. Χρησιμοποιείται για τη διάγνωση οδοντικών παθήσεων, για σχεδιασμό θεραπειών ή χειρουργικών επεμβάσεων και για την εκτίμηση του αποτελέσματός τους. Η εξέταση πραγματοποιείται με το κρανίο του εξεταζόμενου ακινητοποιημένο. Η ακτινολογική λυχνία περιστρέφεται γύρω από αυτό διαγράφοντας ένα τόξο που καλύπτει ολόκληρη τη στοματική κοιλότητα. (*Masthoff et al¹²*) Η δέσμη της ακτινοβολίας είναι λεπτή και η συνολική ακτινοβολούμενη επιφάνεια είναι συνήθως 720 cm^2 . Ο χρόνος ακτινοβολήσης δεν ξεπερνά τα 15s, ενώ η δόση στον εξεταζόμενο (περίπου $10 \mu\text{Sv}$) είναι μικρότερη από την αντίστοιχη δόση μιας ακτινογραφίας θώρακα (περίπου $40 \mu\text{Sv}$).

Κατά την τοποθέτηση, ο εξεταζόμενος στέκεται όρθιος και πιάνει με τα χέρια του τις χειρολαβές. Ενώ ήδη έχει ρυθμιστεί το μηχάνημα με το κατάλληλο ύψος για τον σωματότυπό του. Ο ασθενής ακουμπά με το πηγούνι του στην υποδοχή και δαγκώνει με τους τομείς το ειδικό πλαστικό εξάρτημα στην εγκοπή του, ενώ το κεφάλι ακινητοποιείται με σφικτήρες εφόσον υπάρχουν. Η επικέντρωση που χρησιμοποιεί ο T.A.A. βασίζεται στο μασητικό επίπεδο της Φρανκφούρτης το οποίο πρέπει να είναι παράλληλο με το δάπεδο. Ο εξεταζόμενος πρέπει να παραμείνει ακίνητος, ενώ προηγουμένως του έχουμε εξηγήσει

τη διαδικασία για να εξασφαλίσουμε από αυτόν την απόλυτη συνεργασία και εμπιστοσύνη.

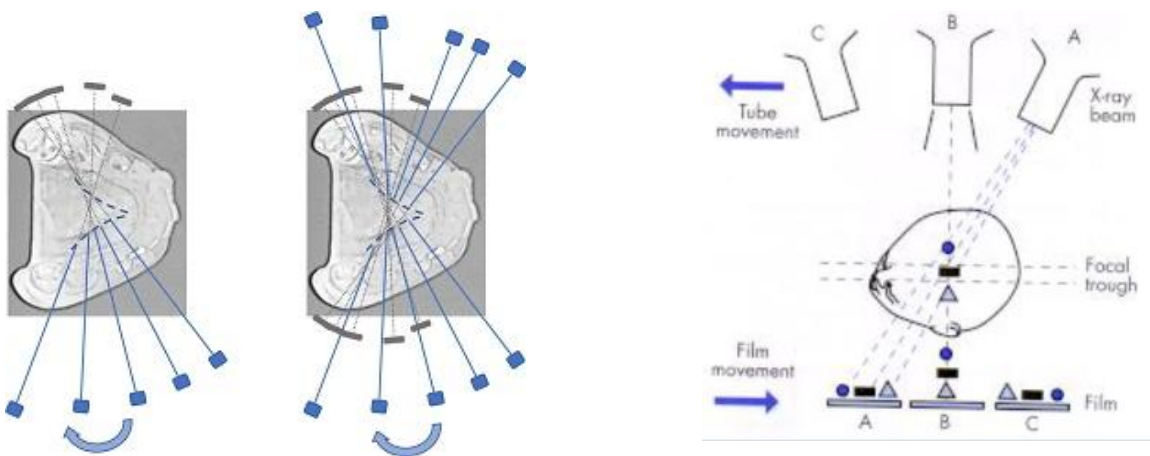


Εικόνα 12. Ενδεικτική τοποθέτηση εξεταζομένου στον ορθοπαντομογράφο με την ευρέως διαδεδομένη τεχνική του επιπέδου της Φρανκφούρτης. Ελεύθερη σε διάθεση εικόνα από το site dentalcare.com

Παραπεμπτικά που εκτελούνται σε τρίτους φορείς και οι εικόνες είναι ανεπαρκείς, συχνά ξανά συνταγογραφούνται καθώς οι γιατροί θέλουν να είναι σίγουροι ειδικά σε περιπτώσεις που απαιτούν χειρουργική επέμβαση. Σε μία μελέτη του Akesson φάνηκε ότι οι νοσοκομειακές πανοραμικές ακτινογραφίες έχουν καλύτερα αποτελέσματα από άλλους εξωτερικούς φορείς πιθανόν γιατί το προσωπικό είναι καλύτερα εκπαιδευμένο. Σε πολλές περιπτώσεις εκτελούνται πανοραμικές από προσωπικό το οποίο έχει ανεπαρκή εκπαίδευση και δικαιοδοσία για να εκτελεί τέτοιες εξετάσεις. Αυτά τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τον Schiff ο οποίος κατέδειξε ότι το καλύτερα εκπαιδευμένο ανθρώπινο δυναμικό παρείχε ποιοτικότερες εικόνες με λιγότερα σφάλματα. (Rushton et al²⁰)

Ειδικότερα, η πανοραμική ακτινογραφία αποτελεί μια τομογραφική τεχνική που βασίζεται στην περιστροφή του συστήματος σωλήνα ακτίνων Χ, του κατευθυντήρα και του

ανιχνευτή γύρω από το κεφάλι του ασθενούς. (McDavid et al⁷) Ο κατευθυντήρας εξασφαλίζει ότι μια στενή δέσμη ακτίνων Χ διέρχεται μέσα από τον ασθενή κατά τη διάρκεια της λήψης εικόνας. Αρχικά, το τόξο περιστροφής ήταν ένα ημικύκλιο. Ωστόσο, αυτό είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση σφαλμάτων προβολής, δεδομένου ότι το περίγραμμα του προσώπου δεν μπορεί να προσεγγιστεί από έναν κύκλο. Επί του παρόντος, η περιστροφή του σωλήνα ακτίνων Χ δεν είναι κυκλική, με το κέντρο περιστροφής (COR) να κινείται σε ολισθαίνουσα τροχιά προκειμένου το τόξο περιστροφής να προσεγγίζει το περίγραμμα του προσώπου του ασθενούς. (Brown et al³) Κατά τη διάρκεια της περιστροφής του ανιχνευτή, ο τελευταίος κινείται επίσης κατά μήκος ενός επιπέδου κάθετου στη γωνία περιστροφής, προκειμένου να σχηματιστεί η πανοραμική εικόνα. (Ogawa et al¹³)



Εικόνα 13 και 14. Περιγραφή της διαδρομής COR καθώς ο σωλήνας/ανιχνευτής ακτίνων Χ περιστρέφεται γύρω από την ανατομία ενδιαφέροντος.

Η διπλή κίνηση της λυχνίας ακτίνων Χ/ανιχνευτή επιτρέπει τη σταθερή εστίαση ενός στενού τόξου (κυκλική τομογραφία) που ονομάζεται εστιακή κοιλότητα. Η υπό εξέταση

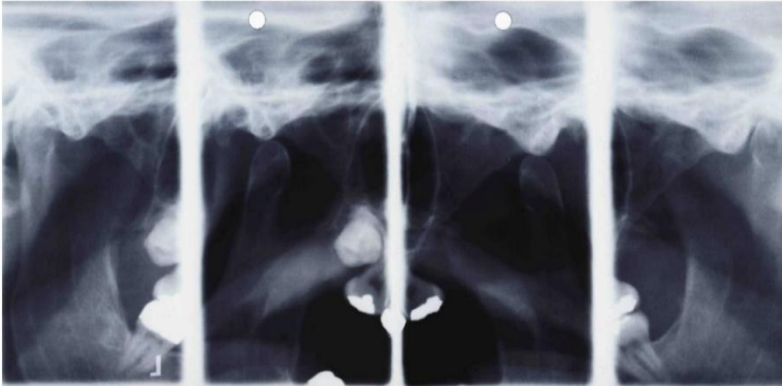
ανατομία πρέπει να τοποθετείται εντός της εστιακής κοιλότητας κατά τη διάρκεια της λήψης. (Ramakrishna and Makdissi¹⁶) Το πλάτος της εστιακής κοιλότητας εξαρτάται από την περιστροφή του συστήματος δέσμης ακτινών Χ/ανιχνευτή, την απόσταση εστιακού ανιχνευτή (FDD), το πλάτος της δέσμης ακτινών Χ και το μέγεθος του εστιακού επιπέδου. (Patel¹⁴) Οι ανατομικές δομές εντός της εστιακής κοιλότητας (που βρίσκονται μεταξύ του κέντρου περιστροφής και του ανιχνευτή) αναλύονται με παρόμοια μεγέθυνση, ενώ οι δομές που βρίσκονται οπίσθια και πρόσθια είναι θολές, καθώς μεγεθύνονται ανομοιόμορφα και παραμορφώνονται. Ο βαθμός της ανομοιόμορφης παραμόρφωσης εξαρτάται από τη θέση της δομής ως προς το εστιακό επίπεδο (πρόσθια ή οπίσθια). Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η συμφωνία μεταξύ του εστιακού επιπέδου του συστήματος και του περιγράμματος του προσώπου του ασθενούς επηρεάζει την ανάλυση και την ευκρίνεια της απεικονιζόμενης ανατομίας. Σε κάθε περίπτωση, η παραμόρφωση της εικόνας αποτελεί γνωστό χαρακτηριστικό της πανοραμικής ακτινογραφίας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στη διάγνωση. (Martinez and Manson¹¹)

Ενώ το σύστημα σωλήνα ακτινών Χ/ανιχνευτή περιστρέφεται γύρω από τον ασθενή, ο τελευταίος πρέπει να ακινητοποιείται όπως και με κάθε άλλο σύστημα απεικόνισης για να αποφεύγεται η υποβάθμιση της διαγνωστικής ποιότητας της πανοραμικής ακτινογραφίας. Η ακινητοποίηση επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενός μπλοκ δαγκώματος που τοποθετείται μεταξύ των άνω και κάτω κοπτήρων. Επιπλέον, ορισμένα μηχανήματα χρησιμοποιούν στηρίγματα κροτάφων, ιμάντες ή μαξιλάρια στο επίπεδο της βάσης της μύτης ή του μετωπιαίου οστού προκειμένου να ακινητοποιήσουν περαιτέρω τον ασθενή. Το επίπεδο Frankfurt (δηλαδή το επίπεδο που διέρχεται από την υπογνάθια γραμμή) πρέπει να είναι παράλληλο με το δάπεδο. Σε όλα τα πανοραμικά συστήματα σημειώνεται μια κάθετη

γραμμή που επιτρέπει αλλαγές στο εστιακό πεδίο, ώστε να προσαρμόζεται καλύτερα στο συγκεκριμένο περίγραμμα του προσώπου του ασθενούς. Η γραμμή αυτή τοποθετείται συνήθως πάνω στον κυνόδοντα της άνω γνάθου, ώστε να διασφαλίζεται ότι όλα τα δόντια της άνω και της κάτω γνάθου βρίσκονται εντός του πεδίου. Το αρχικό σημείο του COR (υποθέτοντας μετακίνηση του COR 3-4 φορές για κάθε λήψη) κατά μήκος του άξονα AP, πρέπει να συμπίπτει με αυτή την κατακόρυφη γραμμή (εξασφαλίζεται με τη χρήση πλευρικού φωτός λέιζερ). Το άνω μέρος του θώρακα του ασθενούς είτε ο ασθενής είναι καθιστός είτε όρθιος, πρέπει να βρίσκεται σε θέση ώστε το στεφανιαίο επίπεδο μέσω της αυχενικής μοίρας της σπονδυλικής στήλης (CS) να είναι πλήρως εκτεταμένο και το μέσο-σαλπγγικό επίπεδο όσο το δυνατόν πιο κάθετο στο δάπεδο.

Πρωτόκολλα

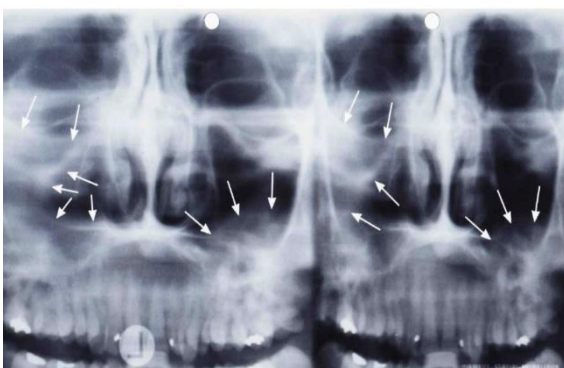
Κάποια από τα συνήθη πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται από τους Τεχνολόγους Ακτινολόγους στον Ορθοπαντομογράφο, έπειτα από παραπομπή Ιατρού είναι τα εξής: i. Τυπική Πανοραμική Ακτινογραφία ρουτίνας, ii. Χωρίς την άνω ή την κάτω γνάθο, iii. Διαγναθική προβολή κροταφογναθικής άρθρωσης, iv. Πλάγια προβολή κροταφογναθικής άρθρωσης με ανοιχτό και κλειστό το στόμα, v. Στην πρόσθια οδοντική περιοχή, vi. Παραρρινίων Κόλπων, vii. Ιγμορείων Άντρων, viii. Ημιμορίου των γνάθων.



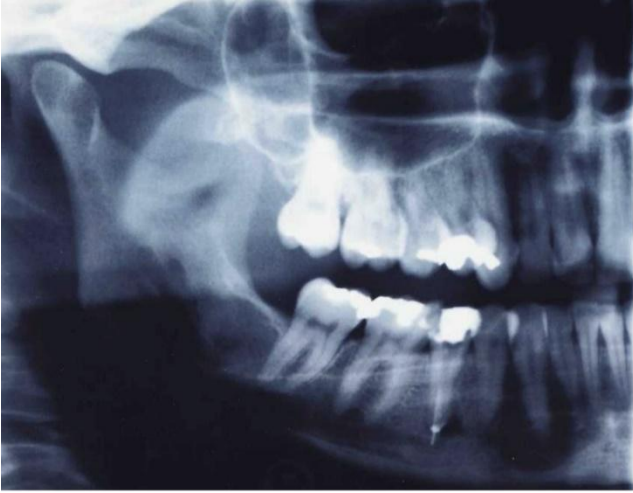
Πρωτόκολλο 4. Εκτεταμένη πρόσπτωση του κονδύλου σε θέση πλήρους κατάσπασης.



Πρωτόκολλο 6. Ανομοιογενής σκίαση σε ολόκληρο το δεξιό ιγμόρειο άντρο και μερική αποσύνθεση του τοιχώματός του σαν αποτέλεσμα καρκινώματος .Δευτερεύον εύρημα είναι η παρεκτόπιση του ρινικού διαφράγματος προς τα αριστερά.



Πρωτόκολλο 7. Ημισφαιρική περιγεγραμμένη σκίαση στη βάση του δεξιού ιγμορείου (βλεννογονίτιδα) και σχεδόν ολοκληρωτική σκίαση του αριστερού ιγμορείου (χρόνια κολπίτιδα).



Πρωτόκολλο 8. Υπερπλήρωση ριζικού σωλήνα με υλικό που εκτείνεται μέχρι τον γναθιαίο πόρο (γουταπέρκα και ενδομεθαζόνη – έμφρακτα ριζικού σωλήνα).

Εικόνες διαθέσιμες από τους Prof. Dr. Gerhard Frenkel, Rainer Rahn, Ingrid Meurer «X-Ray Atlas for use of the Orthopos Plus» SIEMENS, Frankfurt 1991

Κεφάλαιο 3: Ποιότητα εικόνας

3.1 Έλεγχος Ποιότητας Εικόνας

Η παραγωγή της εικόνας είναι μία πολύπλοκη διαδικασία, μέσα από την οποία πολλές φορές προκύπτουν ζητήματα στην ποιότητα της εικόνας. Οι παράμετροι ποιότητας εικόνας είναι η χωρική διακριτική ικανότητα, η αντίθεση, ο θόρυβος και τα σφάλματα/ψευδενδείξεις (artifacts). Αυτοί οι παράγοντες ιδίως όταν οδηγούν σε σφάλματα και ψευδενδείξεις είναι πολύ σημαντικό να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά τη διάρκεια της λειτουργίας ενός τμήματος ώστε να παρέχει όσο το δυνατόν είναι εφικτό ένα άρτιο διαγνωστικό αποτέλεσμα. Οι περιορισμοί που προκαλούν τη μείωση της ποιότητας στην εικόνα έχουν να κάνουν με ένα σύνολο παραμέτρων λόγω της πολυπλοκότητας των ορθοπαντομογραφικών συστημάτων, όπως αναφέραμε και προηγουμένως. Κάποιοι από αυτούς προκαλούνται από τους συνδυασμούς της λυχνίας, των ανιχνευτών, των ανιχνευτικών διατάξεων και των φιλμ (σε πιο παλαιού τύπου κυρίως μηχανήματα), της γναθοπροσωπικής ανατομίας (απονευρώσεις, εμφυτεύματα), λοιπών παραλήψεων ή κακή πρακτική από τον επαγγελματία υγείας. Σύνηθες σφάλμα είναι η παρουσία αέρα ανάμεσα στη γλώσσα και την επαφή της στη σκληρά υπερώα, είτε λόγω μη συνεργασίας του εξεταζομένου ή ελλιπούς ενημέρωσης από τον ΤΑΑ με αποτέλεσμα να υπερεκτεθούν οι ρίζες των δοντιών της άνω γνάθου (Εικόνα 15). (*Rushton and Horner¹⁸⁾*)



Εικόνα 15. (Rushton and Horner¹⁸)

3.2 Τεχνητή Νοημοσύνη

Η τεχνητή νοημοσύνη στο πεδίο της οδοντικής απεικόνισης έχει αποδειχθεί ότι επιτρέπει την ακριβή διαχείριση των ασθενών, τις οδοντιατρικές διαγνώσεις, τις προβλέψεις και τη λήψη αποφάσεων. Η τεχνητή νοημοσύνη αποδείχθηκε ότι είναι μια αξιόπιστη μέθοδος για τη βελτίωση των μελλοντικών επιπτώσεων σε διάφορους τομείς της οδοντιατρικής. Όπως στη διαγνωστική οδοντιατρική, στην προσθετική οδοντιατρική, στην ορθοδοντική, στην ακτινολογία και στην περιοδοντολογία. Επιπροσθέτως, η τεχνητή νοημοσύνη είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο για να γίνει η οδοντιατρική περίθαλψη πιο ομαλή, βελτιωμένη συνολικότερα, με εξοικονόμηση χρόνου, πιο οικονομική και βοηθά να ανταποκρίνονται οι ανάγκες και οι προσδοκίες των ασθενών γενικότερα. Μάλιστα, οι οδοντίατροι μπορούν να χρησιμοποιήσουν την TN για να διασφαλίσουν την ποιότητα της φροντίδας, να βελτιώσουν τα αποτελέσματα της στοματικής υγείας και να επιτύχουν ακρίβεια. Άξιο αναφοράς είναι ότι μπορεί να βοηθήσει στην πρόβλεψη σφαλμάτων σε κλινικά σενάρια και να αποκαλύψει αξιόπιστες λύσεις. Έτσι, διευρύνει το πεδίο εφαρμογής των σύγχρονων μοντέλων στην οδοντιατρική, αλλά βρίσκεται ακόμη υπό ανάπτυξη. Απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για την αξιολόγηση της κλινικής απόδοσης των τεχνικών TN στην οδοντιατρική. Παρόμοια με άλλους τομείς, η τεχνητή νοημοσύνη γίνεται ένας

αναδυόμενος τομέας στην οδοντιατρική. Μπορεί να εκτελέσει μια σειρά από απλές εργασίες της οδοντιατρικής κλινικής με μεγαλύτερη ακρίβεια και λιγότερα λάθη από τους ανθρώπινους συναδέλφους της. Από την κράτηση και τον συντονισμό των τακτικών ραντεβού έως την υποβοήθηση της κλινικής διάγνωσης και του σχεδιασμού της θεραπείας, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να τα κάνει όλα. Η εφαρμογή TN επέδειξε υψηλή ακρίβεια, ευαισθησία, εξειδίκευση και ακρίβεια στην ανίχνευση και ταξινόμηση δυσμορφιών στην ορθοδοντική. Επιπλέον, μπορεί να ανιχνεύσει και να ταξινομήσει αυτόματα οδοντικές προσθέσεις σε πανοραμικές ακτινογραφίες και βοηθά στην ανίχνευση οδοντικών και γναθικών ανωμαλιών όπως την περιοδοντική νόσο, την τερηδόνα της ρίζας, τις οστικές βλάβες, την οστεονέκρωση της γνάθου που προκαλείται από διφωσφονικά που σχετίζεται με εξαγωγή δοντιών και ελαττώματα του προσώπου. Ένας δημοφιλής τομέας της μηχανικής μάθησης είναι η "βαθιά μάθηση", η οποία χρησιμοποιεί πολυστρωματικά (βαθιά) νευρωνικά δίκτυα για την εκμάθηση ιεραρχικών χαρακτηριστικών στα δεδομένα. Η βαθιά μάθηση αναφέρεται στη διαδικασία επανειλημμένης διέλευσης δεδομένων (π.χ. εικόνες) και αντίστοιχων ετικετών (π.χ. "τερηδονισμένο δόντι" ή "συγκεκριμένη περιοχή σε μια εικόνα όπου υπάρχει τερηδονισμένη βλάβη") μέσω του νευρωνικού δικτύου κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης, ρυθμίζοντας επαναληπτικά τις παραμέτρους του μοντέλου για τη βελτίωση της ακρίβειας του μοντέλου. Ένας αλγόριθμος βασισμένος στη βαθιά μάθηση με βάση το νευρωνικό δίκτυο συνελικτικής μάθησης (CNN) έδειξε αξιοσημείωτες επιδόσεις στην ανίχνευση τερηδόνας σε περιακρορριζικές ακτινογραφίες. Βοήθησε επίσης επιτυχώς στην ανίχνευση και ταξινόμηση των προσβεβλημένων υπεράριθμων δοντιών σε ασθενείς με πλήρως εκπτυγμένους μόνιμους κοπτήρες της άνω γνάθου σε πανοραμικές ακτινογραφίες. Το μοντέλο R-CNN με πλήρες βάθος και λεπτή μάσκα έδειξε καλή απόδοση στην αυτόματη

κατάτμηση δοντιών σε πανοραμικές εικόνες. Επίσης χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση ακρορριζικών βλαβών σε πανοραμικές ακτινογραφίες. Πρόσφατα, μια μελέτη έδειξε ότι τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (ΤΝΔ) μπορούν να χρησιμεύσουν ως δεύτερη γνώμη για τον εντοπισμό του ακρορριζικού τρήματος σε ακτινογραφίες και να βελτιώσουν την ακρίβεια του προσδιορισμού του μήκους του. Σε μια άλλη *in vitro* μελέτη, τα ANN βοήθησαν επίσης στον προσδιορισμό του χρώματος, της μονάδας φωτοσκληρυνσης και του λόγου σκληρότητας Vickers των σύνθετων υλικών της κάτω και της άνω γνάθου. Η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει αποδειχθεί χρήσιμη στην υποβοήθηση της πιθανότητας αποκόλλησης των σύνθετων αποκαταστάσεων στην επανορθωτική οδοντιατρική. Επιπλέον, ένα αυτοματοποιημένο ρομποτικό σύστημα μπορεί να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις τυπικών οδοντιατρικών εργασιών με ακριβή, ασφαλή και τρισδιάστατη (3D) προετοιμασία δοντιών. Το AI Convolutional Neural Network (CNN) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ταξινόμηση οδοντικών τόξων και τον σχεδιασμό αφαιρούμενων μερικών οδοντοστοιχιών. Η TN μπορεί να αναλύσει τις επιπτώσεις των ορθογναθικών θεραπειών στην ελκυστικότητα και την εμφάνιση του προσώπου καθώς μεγαλώνουμε. Παρέχει ένα νέο χαρακτηριστικό που επιτρέπει την αντικειμενική και αναπαραγωγίμη αξιολόγηση της ελκυστικότητας του προσώπου και της ορατής ηλικίας. Η αυτοματοποιημένη ενσωμάτωση των εικόνων του προσώπου και των ενδοστοματικών εικόνων των πρόσθιων δοντιών βοηθά τους οδοντιάτρους να αναλύσουν το σχήμα και τη θέση των πρόσθιων δοντιών της άνω γνάθου. Συνοψίζοντας, την τελευταία δεκαετία έχει σημειωθεί τεράστια τεχνολογική πρόοδος στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης και αναμένουμε τα σπουδαία κατορθώματά της να αναδυθούν στα περισσότερα ακτινολογικά εργαστήρια στο μέλλον, ώστε οι ασθενείς να απολαμβάνουν ακόμα υψηλότερα ποιοτικά, ιατρικά και θεραπευτικά αποτελέσματα. (*Ahmed et al²*)

3.3 Σφάλματα και Ψευδενδείξεις

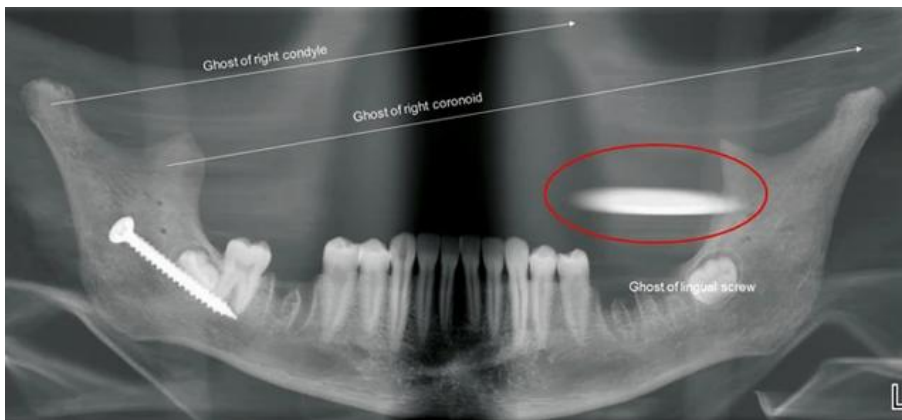
Η πανοραμική ακτινογραφία έχει γίνει μια ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική απεικόνισης στην οδοντιατρική πρακτική και μπορεί να αποτελέσει ένα πολύτιμο διαγνωστικό εργαλείο στη φαρέτρα του οδοντιάτρου. Ωστόσο, η πανοραμική ακτινογραφία είναι μια πολύπλοκη απεικόνιση των γνάθων με πολυάριθμες επαλληλίες και παραμορφώσεις που μπορεί να επιδεινωθούν από τεχνικά σφάλματα κατά την απόκτηση της εικόνας. Επιπλέον, η πανοραμική ακτινογραφία απεικονίζει πολυάριθμες ανατομικές δομές εκτός της γνάθου, γεγονός που περιπλέκει περαιτέρω την ερμηνεία. Η επιτυχής ερμηνεία των πανοραμικών ακτινογραφιών αρχίζει με την κατανόηση της φυσιολογικής ανατομίας της κεφαλής και του τραχήλου και του τρόπου με τον οποίο απεικονίζεται σε αυτόν τον τύπο απεικονιστικής εικόνας. Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο οι οστικές δομές, οι μαλακοί ιστοί, οι χώροι αέρα και οι σκιές-φαντάσματα συμβάλλουν στην τελική πανοραμική εικόνα. (*Perschbacher¹⁵*)

Η κακή τοποθέτηση είναι ο σημαντικότερος παράγοντας για τη δημιουργία σφαλμάτων στην εικόνα, οι διαδικαστικοί περιορισμοί της πανοραμικής ακτινογραφίας καταλήγουν σε φαινόμενα όπως η χαμηλή ευκρίνεια, η ασυνεπής μεγέθυνση, η γεωμετρική παραμόρφωση και χωρικά λανθασμένα ανατομικά αντικείμενα που βγαίνουν εκτός του οπτικού πεδίου. Όλα αυτά αλλοιώνουν την ανατομική πληροφορία που δεχόμαστε από τις εξετάσεις με αποτέλεσμα να γίνεται σύγχυση. Κάθε λανθασμένη τοποθέτηση είτε προς τα πάνω/κάτω το πηγούνι, είτε πρόσθια/οπίσθια/πλάγια/στροφικά το σώμα, προκαλεί παραμόρφωση στις τρεις διαστάσεις του πεδίου ενδιαφέροντος. Παρόλα αυτά, ακόμα και αν η τοποθέτηση γίνει απόλυτα συμμετρικά στα τρία επίπεδα, η ανατομία του εκάστοτε ασθενή με τις ιδιαιτερότητές της μπορεί να προκαλέσει ανομοιομορφίες και σφάλματα

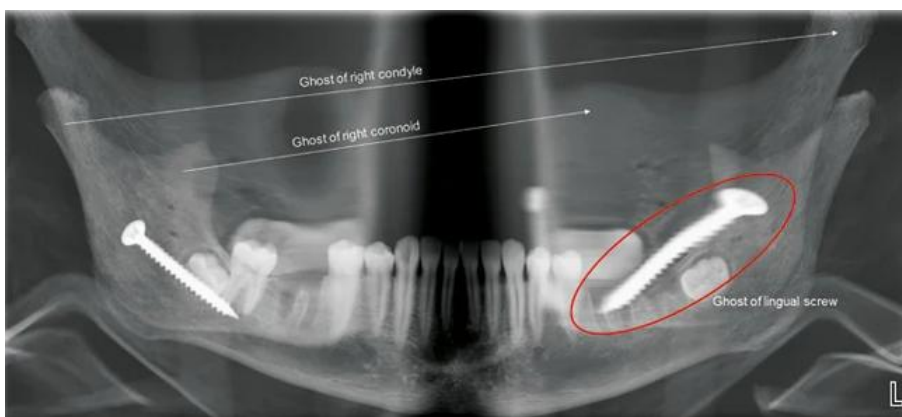
μέσα στο πεδίο απεικόνισης. Αυτό συμβαίνει διότι το σύστημα του ορθοπαντομογράφου και το πεδίο απεικόνισης ενδέχεται να μην ταιριάζουν απόλυτα με την εξατομικευμένη ανατομία του ασθενούς, καθώς αυτά τα συστήματα έχουν δημιουργηθεί με βάση δεδομένων και καλύπτουν κατά προσέγγιση την πλειοψηφία των ασθενών. Σύμφωνα με τα άνωθεν οδηγούμεστε στο συμπέρασμα ότι η πανοραμική ακτινογραφία είναι μία χρήσιμη μέθοδος ρουτίνας, όμως για χειρουργικές επεμβάσεις που απαιτούν ακρίβεια στις τρεις διαστάσεις δε συνίσταται καθώς προκαλούνται συχνά ανατομικές και οπτικές συγχύσεις. (*Riecke et al¹⁷*)

Καθώς η τεχνολογία και η τεχνογνωσία εξελίσσονται, βρισκόμαστε στην ευχάριστη θέση να μπορούμε πλέον με τα ψηφιακά μηχανήματα —όπου έχουν αντικαταστήσει επί το πλείστον τα παλιά συμβατικά— να τροποποιήσουμε άμεσα την εικόνα και να κάνουμε βελτιώσεις ώστε να ελαχιστοποιούνται οι ψευδενδείξεις και η αρνητική επιρροή τους. Τα ειδικά προγράμματα που είναι ενσωματωμένα σε αυτά τα σύγχρονα συστήματα διαθέτουν αρκετές επιλογές και λειτουργίες που διευκολύνουν με απλοποιημένο τρόπο αυτήν τη διαδικασία. Κάποια από αυτά για παράδειγμα είναι τα «Improved Interproximality», «Improved Orthogonality», «Panoramic Bitewing Mode». Βέβαια υπάρχει κίνδυνος με τη χρήση αυτών ανά περιπτώσεις να παρουσιαστούν φαινόμενα «φαντασμάτων» στην εικόνα που ο τεχνολόγος είναι αδύνατον να τα εντοπίσει. Μάλλον το συγκεκριμένο μειονέκτημα έχει οδηγήσει κλινικούς ιατρούς στην παραπομπή παιδιού για CBCT εξέταση άνευ αιτίας. Οπότε η χρήση τους αφενός μπορεί να οδηγήσει στη βελτίωση των παραγόμενων εικόνων και αφετέρου χρίζει προσοχής ως προς την κατάλληλη επιλογή τους. Επιπρόσθετα θα ήταν συνετό να αναγράφεται ότι

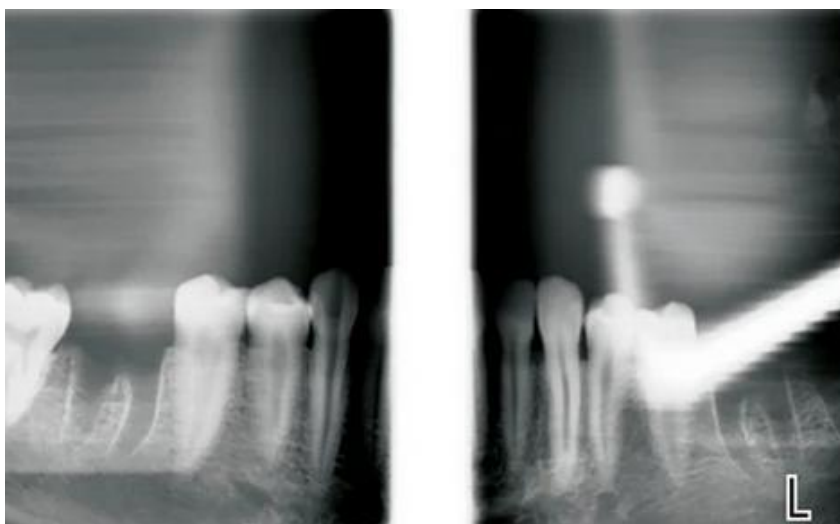
χρησιμοποιήθηκε το ειδικό πρόγραμμα στην τελική εικόνα, ώστε οι γιατροί που θα την εξετάσουν να έχουν επίγνωση αυτού. (Harvey et al⁵).



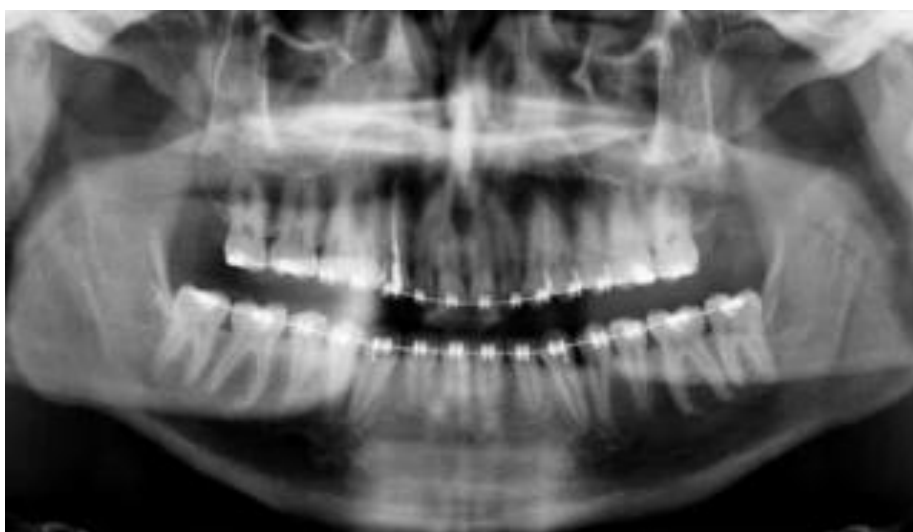
Εικόνα 16. Η βίδα που υπάρχει στη δεξιά κάτω γνάθο απεικονίζεται στην αντίθετη κατεύθυνση πάνω αριστερά σαν θορυβώδης σκίαση. (Harvey et al⁵)



Εικόνα 17. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να διορθωθεί απεικονιστικά με την Improved Orthogonality λειτουργία. (Harvey et al⁵).



Εικόνα 18. Κάποιοι ερευνητές κατέληξαν στο ίδιο συμπέρασμα και για το Panoramic Bitewing Mode. Καθώς ναι μεν αποτελούν εναλλακτική λύση για τις ενδοστοματικές περιακρορριζικές λήψεις, αλλά ενδεχομένως να αντιμετωπίσουμε παρόμοια απεικονιστικά θέματα. (Harvey et al⁵).



Εικόνα 19. Το φαινόμενο ghost απεικονίζεται αμφότερα στην κάτω γνάθο ως περιοχή υπερέκθεσης. Εναλλακτικές ονομασίες είναι η «σκιά φαντάσματος» και η «τεχνητή σκιά». (Harvey et al⁵)

Μια περιορισμένη μελέτη έδειξε ότι οι πανοραμικές ακτινογραφίες είναι εξίσου ή και περισσότερο αποτελεσματικές από τις ενδοστοματικές ακτινογραφίες στον εντοπισμό της τερηδόνας. Η πανοραμική ακτινογραφία ωστόσο, έχει μεγαλύτερη ενδοστοματική επικάλυψη, χαμηλότερη χωρική ανάλυση και γενικά υψηλότερη δόση σε σύγκριση με τις σωστές ενδοστοματικές λήψεις. Η συντριπτική πλειονότητα των επιστημονικών στοιχείων και των κριτηρίων επιλογής δείχνουν ότι οι ενδοστοματικές ακτινογραφίες προτιμώνται για την ανίχνευση τερηδόνας. Όμως η πανοραμική λειτουργία bitewing μπορεί να είναι χρήσιμη σε ασθενείς που δεν ανέχονται τις ενδοστοματικές ακτινογραφίες μετά την κατανόηση των περιορισμών. Τα σφάλματα εδώ δεν αφορούν μόνο έναν κατασκευαστή, γεγονός που υποδηλώνει ότι η τεχνολογία έχει υιοθετηθεί και συμπεριληφθεί ευρέως. (Harvey et al⁵)

Για να αξιολογηθούν σωστά τα συχνά σφάλματα κατά τη χρήση του ορθοπαντομογράφου, πραγματοποιήθηκε μία μεγάλη έρευνα 1.813 πανοραμικών ακτινογραφιών το 1998 στο Εθνικό Σύστημα Υγείας του Ηνωμένου Βασιλείου από τους Rushton et al το 1999. Η ποιότητα αυτών των πανοραμικών αξιολογήθηκε ως εξαιρετικές, επαρκείς και ανεπαρκείς διαγνωστικά. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι μόνο το 0,8% αυτών κρίθηκε ως εξαιρετικές χωρίς σφάλματα, το 66,2% ως επαρκείς καθώς τα σφάλματα δεν επηρέαζαν τη διαγνωστική αξία και το 33% ως ακατάλληλες. Το κλάσμα σφαλμάτων ανά πανοραμική ακτινογραφία ήταν 2,75. Τα πιο συχνά σφάλματα είχαν να κάνουν με παράγοντες όπως η προσθιοπίσθια κατεύθυνση, η χαμηλή πυκνότητα και η χαμηλή αντίθεση. Η κατάληξη για τη βελτίωση αυτών προφανώς και ήταν η μεγαλύτερη έμφαση στην ορθή πρακτική της τεχνικής από τον Τεχνολόγο Ακτινολόγο. Όλα τα τεχνικά σφάλματα που συλλεχτήκαν από αυτήν τη διαδικασία αναγράφονται αμέσως παρακάτω.

Εντυπωσιακό είναι το γεγονός όσον αφορά την τοποθέτηση του ασθενούς, ότι όταν τοποθετήθηκαν από πολλά άτομα υπήρξε κατά 80% κάποιο σφάλμα στην απεικόνιση. Αυτό το ποσοστό έπεσε στο 53% όταν οι τοποθετήσεις πραγματοποιήθηκαν από έναν μόνο επαγγελματία υγείας. (*Rushton and Horner¹⁸*).

3.3.1 Σφάλματα

Οι ψευδενδείξεις στις ιατρικές εικόνες είτε δισδιάστατες είτε τρισδιάστατες, είναι παραμορφώσεις (στο σχήμα ή/και στο μέγεθος) ή σφάλματα που δε σχετίζονται με την ανατομική δομή που μελετάται. Τα σφάλματα στην ορθοπαντομογραφία μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στα εξής:

Σφάλματα που σχετίζονται με τεχνικά ζητήματα. Αυτά λόγω της φυσικής της τεχνικής, δε μπορούν να αποφευχθούν (διπλές εικόνες, εικόνες-φαντάσματα, σφάλματα που σχετίζονται με το εστιακό επίπεδο). Λόγω της φύσης τους, είναι αναπόφευκτα και μπορούν να χαρακτηριστούν ως "φυσιολογικά" σφάλματα. Ωστόσο, είναι ζωτικής σημασίας να αναγνωρίζονται, ώστε να μην επηρεάζουν τη διαγνωστική ποιότητα της πανοραμικής ακτινογραφίας.

Σφάλματα που σχετίζονται με την τοποθέτηση του ασθενούς (artifacts που εξαρτώνται από τον χειριστή). Αυτή η κατηγορία με τα σφάλματα τοποθέτησης (επίπεδο Frankfurt, κλίση/στροφή του θέματος ή της πρόσθιο-οπίσθια θέσης, αέρας στον ουρανίσκου, ποδιά μολύβδου), συμπερίληψη κοσμημάτων και μερικών οδοντοστοιχιών με μεταλλικά μέρη.

Σφάλματα που σχετίζονται με τον ασθενή. Η κίνηση του ασθενούς είναι το συνηθέστερο σφάλμα σε αυτή την κατηγορία, ενώ η ανατομία του ασθενούς (π.χ. κύφωση) μπορεί επίσης να προκαλέσει παραμόρφωση της εικόνας.

Σφάλματα που σχετίζονται με το σύστημα απεικόνισης. Η περιστροφική γεωμετρία του συστήματος λήψης, γρατσουινές στην επιφάνεια του ανιχνευτή και σφάλματα στα λοιπά στοιχεία-μέρη του ανιχνευτή αποτελούν ορισμένες αιτίες.

- Λάθη τοποθέτηση
- Πτωχή λειτουργία ανιχνευτή σήματος
- Παρουσία ξένων σωμάτων με τη σκίαση που δημιουργούν (φαντάσματα – ghost shadows)
- Προσθιοπίσθια σφάλματα τοποθέτησης ασθενούς
- Γωνίωση του μασητικού επιπέδου
- Λανθασμένη οβελιαία τοποθέτηση
- Σκιά της σπονδυλικής στήλης
- Ανύπαρκτη επαφή της γλώσσας στον ουρανίσκο
- Κίνηση ασθενούς
- Απουσία ενδείξεων αριστερού και δεξιού επιπέδου ή λάθος αυτού
- Λοιπά τεχνικά σφάλματα και ανάσυρσης
- Σφάλματα επεξεργασίας εικόνας και ανάπτυξης
- Λαθεμένη πυκνότητα και αντίθεση
- Λεκέδες κασέτας και ανεπαρκής καθαρισμός
- Ψευδενδείξεις πίεσης

Faults	<i>n</i>	%
Tongue not in contact with palate	1,298	71.6
Antero-posterior positioning errors	1,066	58.8
Absence of orientation (left/right) markers	642	35.4
Occlusal plane errors	568	31.3
Incorrect sagittal plane	508	28.0
Slumped position	267	14.7
Foreign objects/ghost shadows	164	9.0
Lower border of mandible off film	164	9.0
Poor film/screen contact	60	3.3
Overlap of upper and lower teeth	56	3.1
Movement artefact	35	2.0

Πίνακας 3. (Rushton *et al*²⁰)

Faults	<i>n</i>	%
Screen artefacts	1,284	70.8
Automatic processor roller marks	752	41.5
Localised film fog	719	39.7
Faults in contrast (too low)	715	39.4
Faults in density (too pale)	659	36.3
Pressure artefacts	377	20.8
Chemical streaks/contamination	271	14.9
Emulsion scratches	248	13.7
Faults in density (too dark)	101	5.6
Generalised film fog	47	2.6
Inadequate fixation/washing	46	2.6
Developer/fixer splashes	16	0.9
Faults in contrast (too high)	6	0.3

Πίνακας 4. (Rushton *et al*²⁰)

<i>Type(s) of Error</i>	<i>No. of Films (%)</i>
None	6 (8.0)
Positioning	36 (48.0)
Technical	2 (2.7)
Both	31 (41.3)
Total films	75

Πίνακας 5. (Glass *et al*⁴)

<i>Positioning Error</i>	<i>Frequency of Errors (%)</i>	<i>Percentage of Films</i>
Chin too high	31 (26.1)	41.3
Too far forward	26 (21.8)	34.7
Tongue not raised	15 (12.6)	20.0
Chin too low	12 (10.1)	16.0
Head tilted	12 (10.1)	16.0
Head turned	8 (6.7)	10.7
Too far back	6 (5.0)	8.0
Slumped position	4 (3.4)	5.3
Lips open	2 (1.7)	2.7
Patient movement	2 (1.7)	2.7
Chin not in rest	1 (0.8)	1.3
Total errors	119	

Πίνακας 6. (Glass et al⁴)

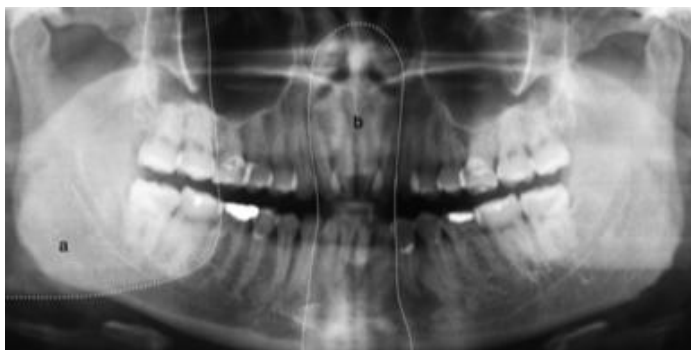
<i>Technical Error</i>	<i>Frequency of Errors (%)</i>	<i>Percentage of Films</i>
Underexposure	18 (41.9)	24.0
Incorrect labeling	9 (20.9)	12.0
Overexposure	3 (7.0)	4.0
Solution residue	3 (7.0)	4.0
Static electricity	2 (4.7)	2.7
Screen damage	2 (4.7)	2.7
Exposure change	2 (4.7)	2.7
Leaded apron showing	1 (2.3)	1.3
Not starting/home base	1 (2.3)	1.3
Film in crooked	1 (2.3)	1.3
Fingerprints	1 (2.3)	1.3
Total errors	45	

Πίνακας 7. (Glass et al⁴)

Φαντάσματα/Σκιές

Οι σκιές ή φαντάσματα είναι σκιές δομών που απεικονίζονται όταν δε βρίσκονται εντός του εστιακού πεδίου. Επειδή αυτές οι δομές βρίσκονται εκτός του εστιακού επιπέδου,

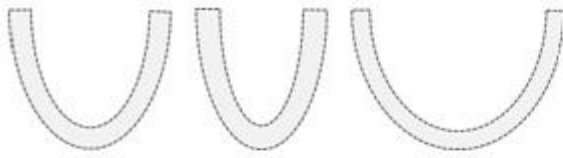
εμφανίζονται όλο και περισσότερο μεγεθυμένες και εκτός εστίασης. Για παράδειγμα, εάν απεικονίζεται η αριστερή πλευρά της κάτω γνάθου, το φιλμ ή ο αισθητήρας θα βρίσκεται κοντά σε αυτή την πλευρά. Ωστόσο, η πηγή ακτινών X βρίσκεται στη δεξιά πλευρά του ασθενούς και η δέσμη πρέπει να διαπεράσει τη δεξιά κάτω γνάθο για να απεικονίσει την αριστερή πλευρά. Δεδομένου ότι η δεξιά πλευρά βρίσκεται σε μεγαλύτερη απόσταση από το φιλμ, η εικόνα της μεγεθύνεται και θολώνει. Ως εκ τούτου, μπορεί να παρατηρηθεί μια σκιά-φάντασμα της δεξιάς κάτω γνάθου που επικαλύπτει την αριστερή κάτω γνάθο σε ελαφρώς υπερυψωμένη θέση και με ανεστραμμένο προσανατολισμό. Το ίδιο ισχύει φυσικά και για την αντίθετη πλευρά. Η αυχενική μοίρα της σπονδυλικής στήλης διακρίνεται ευκρινώς σε μια πανοραμική ακτινογραφία στα οπίσθια τμήματα της εικόνας. Όμως όταν απεικονίζονται τα πρόσθια δόντια, σχηματίζεται μια σκιά της αυχενικής μοίρας της σπονδυλικής στήλης επειδή η δέσμη των ακτινών X πέφτει στο κεφάλι του ασθενούς από πίσω. Αυτό το γεγονός ενδέχεται να επισκιάσει την καθαρή εικόνα της πρόσθιας περιοχής των γνάθων. Εάν ο ασθενής στέκεται όσο το δυνατόν πιο όρθιος και η αυχενική μοίρα της σπονδυλικής του στήλης είναι στο μέγιστο δυνατό βαθμό εκτεταμένη, αυτή η επικάλυψη μπορεί να ελαχιστοποιηθεί. Ξένα αντικείμενα όπως σκουλαρίκια ή κοσμήματα προσώπου, μπορούν επίσης να δημιουργήσουν σκιές-φαντάσματα που μπορεί να εμποδίσουν την προβολή της υποκείμενης ανατομίας εάν δεν αφαιρεθούν. (Perschbacher¹⁵).



Εικόνα 20. Σε αυτή την πανοραμική ακτινογραφία διακρίνονται οι σκιές-φαντάσματα της αντίθετης κάτω γνάθου (a) και της αυχενικής μοίρας της σπονδυλικής στήλης (b). Οι σκιές αυτών των δομών είναι δυσδιάκριτες επειδή βρίσκονται πολύ έξω από το εστιακό πεδίο κατά την έκθεση. (Perschbacher¹⁵)

Εστιακού Επιπέδου

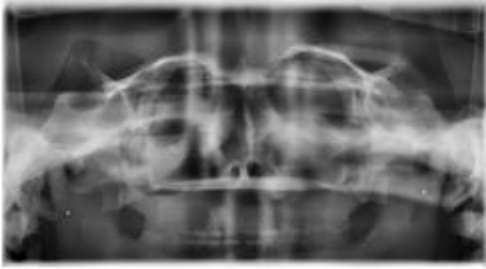
Ένας άλλος τύπος σφάλματος προκύπτει από τη μη συμφωνία μεταξύ της χρησιμοποιούμενης εστιακής κοιλότητας και της μορφολογίας του περιγράμματος του προσώπου του ασθενούς. Στις εικόνες c και d, παρουσιάζονται πανοραμικές ακτινογραφίες ενός τρισδιάστατου ανθρωπόμορφου φαντάσματος (Encerhalon, RTSafe), οι οποίες αποκτήθηκαν με διαφορετικές επιλογές εστιακού επιπέδου. Η θέση του φαντάσματος διατηρήθηκε σταθερή κατά τη διάρκεια της λήψης των εννέα ακτινογραφιών.



a)



b)



c)



d)

Εικόνα 21. Πανοραμικές ακτινογραφίες του τρισδιάστατου ανθρωπόμορφου ομοιώματος Encerhalon με διαφορετικές επιλογές τόξου εστιακού επιπέδου. α) Τρία διαφορετικά τόξα εστιακού επιπέδου που είναι διαθέσιμα στην ορθοπαντομογραφία Durr Vista S (κανονικό, στενό, ευρύ). Πανοραμικές ακτινογραφίες του τρισδιάστατου φαντάσματος που χρησιμοποιούν τα τρία τόξα εστιακού επιπέδου (b-d).

Διπλές Εικόνες

Η δημιουργία διπλών εικόνων είναι σύμφυτη με την απεικόνιση OPG και αφορά ανατομικές δομές που βρίσκονται κατά μήκος του άξονα της γναθοπροσωπικής περιοχής. Η δέσμη των ακτίνων X διέρχεται από ορισμένες δομές (π.χ. υοειδές οστό, αυχενικοί σπόνδυλοι) δύο φορές κατά την περιστροφή του συστήματος σωλήνα/ανιχνευτή γύρω από τον ασθενή. Η διπλή εικόνα (ή κατοπτρική εικόνα) έχει ως αποτέλεσμα η ανατομία να απεικονίζεται σε συμμετρικές θέσεις, ως προς τη μέση γραμμή, και στις δύο πλευρές της πανοραμικής ακτινογραφίας. Η συμμετρία του φαινομένου της διπλής εικόνας εξαρτάται από τη συμμετρική τοποθέτηση του ασθενούς. (Εικόνα 22) Επίσης, η απόσταση της

ανατομικής δομής από το εστιακό τόξο (focal trough) καθορίζει και την απόσταση από τη μέση οβελιαία γραμμή στην οποία απεικονίζεται η δομή.



Εικόνα 22. Είναι εμφανείς οι διπλές εικόνες του υοειδούς οστού και της αυχενικής μοίρας της σπονδυλικής στήλης.

Ξένα Αντικείμενα

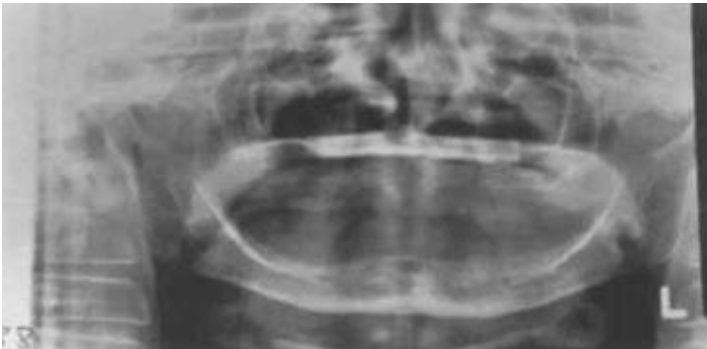


Εικόνα 23. Τα σκουλαρίκια που φορούσε αυτή η ασθενής κατά τη διάρκεια της λήψης της εικόνας, παρήγαγαν σκιές. Το δεξιό σκουλαρίκι προβάλλεται στον αριστερό γναθιαίο κόλπο (λευκό βέλος) και το αριστερό σκουλαρίκι προβάλλεται στο δεξιό ζυγωματικό τόξο (μαύρο βέλος). (Perschbacher¹⁵)

Η ανάλυση αυτών των λαθεμένων τοποθετήσεων φανέρωσε τα σφάλματα και τις ποιοτικές αδυναμίες που αναμένουμε να έχουμε στην εικόνα. Για παράδειγμα, η τοποθέτηση του πηγουνιού πολύ ψηλά ισοπεδώνει το μασητικό επίπεδο και

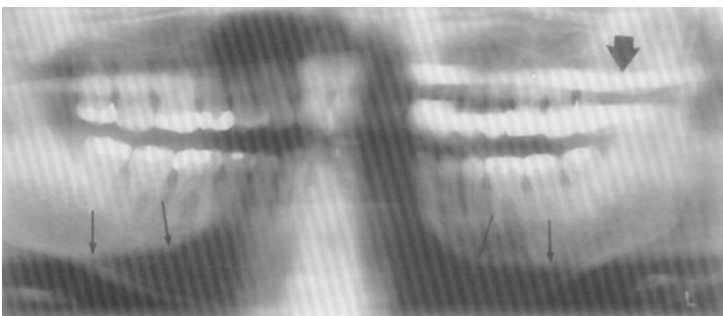
παραμορφώνει τις ρίζες των πρόσθιων δοντιών της άνω γνάθου. Η κάτωθεν εικόνα από τους Glass et al το 1994 απεικονίζει ακριβώς αυτό που περιγράφεται.

Πρόσθια Τοποθέτηση



Εικόνα 24. Με το να τοποθετηθεί ο εξεταζόμενος πολύ μπροστά αλλοιώνονται και οι δύο γνάθοι, τα μπροστινά δόντια, η σπονδυλική στήλη απεικονίζεται εντός του πεδίου ενδιαφέροντος και πιθανών να έχουμε ψευδένδειξη από το πλαστικό μασητικό βοήθημα.

Οπίσθια Τοποθέτηση



Εικόνα 25. Πανοραμική Ακτινογραφία όπου ο εξεταζόμενος τοποθετήθηκε λανθασμένα προς τα πίσω, αυτό δημιούργησε μία διευρυμένη ψευδή εικόνα όπου το κέντρο των γνάθων και των δοντιών απεικονίζεται κενό. (Rushton and Horner¹⁸)

Λοξή Τοποθέτηση

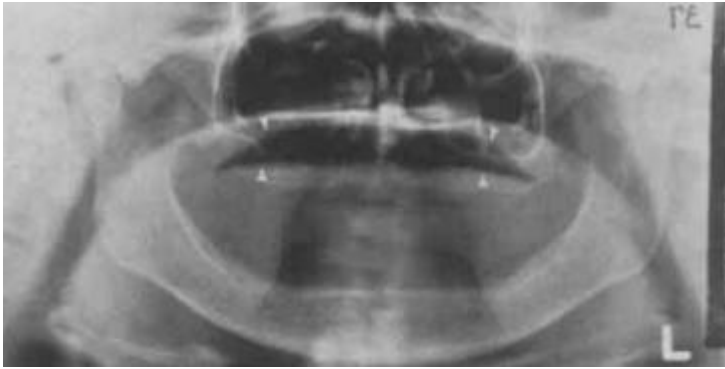
Η ασυμμετρία στην τοποθέτηση του ασθενούς έχει ως αποτέλεσμα την ασυμμετρία στην πανοραμική ακτινογραφία και την παραμόρφωση (μη συμμετρική μεγέθυνση της αριστερής και της δεξιάς πλευράς), δεδομένου ότι οι αντίστοιχες ανατομικές δομές βρίσκονται σε μη συμμετρικές θέσεις εντός του εστιακού επιπέδου (Εικόνα 26).



Εικόνα 26. Περιστροφή του ασθενούς αριστερά και δεξιά μετά τη διόρθωση της θέσης του.

Αέρας

Η θέση της γλώσσας επηρεάζει επίσης τη διαγνωστική ποιότητα και η παρουσία μιας ακτινοδιαυγούς ζώνης στην κορυφή των άνω δοντιών είναι ενδεικτική της ανεπαρκούς επαφής της γλώσσας με την άνω υπερώα. Θα πρέπει να ζητείται από τον ασθενή να τοποθετήσει τη γλώσσα του έτσι ώστε να προσκολλάται στον ουρανίσκο. Εάν η γλώσσα δεν έρχεται σε επαφή με τον ουρανίσκο ή τα χείλη παραμένουν ανοιχτά, η περιοχή στους κοπτήρες μπορεί να καλυφθεί από εναέριο χώρο. Ένας σκοτεινός χώρος αέρα μεταξύ της ράχης της γλώσσας και της σκληρής και της μαλακής υπερώας (παλατογλωσσικός χώρος αέρα) επισκιάζει την άνω περιοχή των δοντιών της άνω γνάθου. Επιπλέον, θα πρέπει να ζητείται από τον ασθενή να μην καταπίνει το σάλιο του κατά τη διάρκεια της λήψης, ώστε να αποφεύγονται τα σφάλματα κίνησης που σχετίζονται με την κίνηση της γλώσσας και η υπερέκθεση του υοειδούς οστού με την κάτω γνάθο.



Εικόνα 27. Στις περιπτώσεις όπου η γλώσσα δεν έχει κάνει καλή επαφή με τον ουρανίσκο, με αποτέλεσμα σε εκείνη την περιοχή να έχουμε συλλογή αέρα και να αμαυρώνει την εικόνα. (Glass et al⁴).

Τριγωνικό Σφάλμα

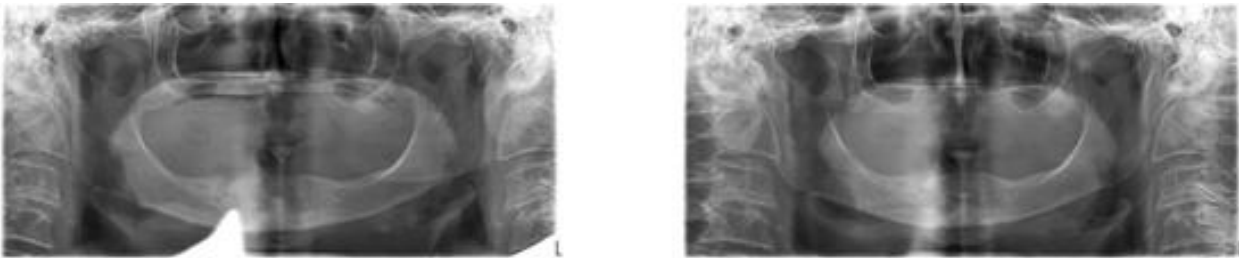


Εικόνα 28. Η τοποθέτηση του πηγουνιού πολύ χαμηλά προκαλεί επίσης παραμόρφωση στα μπροστινά δόντια στην κάτω γνάθο, το τριγωνικό σφάλμα εμφανίζεται σαν σκίαση της ΣΣ.

Μολύβδινη Ποδιά

Η χρήση της μολύβδινης ποδιάς είναι μια συνηθισμένη πρακτική στην οδοντιατρική ακτινολογία ιδίως στις παιδικές ηλικίες. Στην πραγματικότητα, οργανισμοί όπως το Εθνικό Συμβούλιο για την Προστασία από την Ακτινοβολία και τις Μετρήσεις (NCRP) προτείνουν ότι η χρήση μολυβδούχου ποδιάς δεν είναι απαραίτητη. Τα δεδομένα πίσω από αυτή την πρόταση βασίζονται στην παραδοχή ότι η ποδιά χρησιμοποιείται για τη μείωση της γοναδικής δόσης στον ασθενή, η οποία στην πραγματικότητα είναι εξαιρετικά χαμηλή (λιγότερο από 5μGy) στις ενδοστοματικές ακτινογραφίες και στην πανοραμική

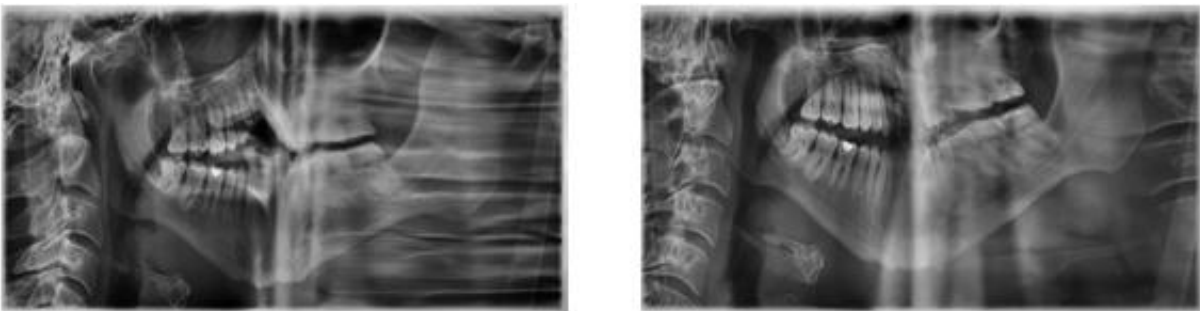
απεικόνιση. Ωστόσο, η NCRP μπορεί μόνο να παρέχει προτάσεις και όχι να νομοθετεί (ειδικά για τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής) και κάθε Πολιτεία είναι υπεύθυνη για τα θέματα αυτά ξεχωριστά. Ωστόσο, θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να μην περιλαμβάνεται στην πανοραμική ακτινογραφία.



Εικόνα 29. Πανοραμικές ακτινογραφίες του ίδιου ασθενούς πριν (αριστερά) και μετά (δεξιά) τη σωστή χρήση της μολύβδινης ποδιάς. Στη δεύτερη ακτινογραφία (δεξιά) η "σκιά" της ποδιάς του μολύβδου είναι ακόμη εμφανής, γεγονός που οφείλεται στην ανατομία του ασθενούς λόγω κύφωσης.

Κίνηση Ασθενούς

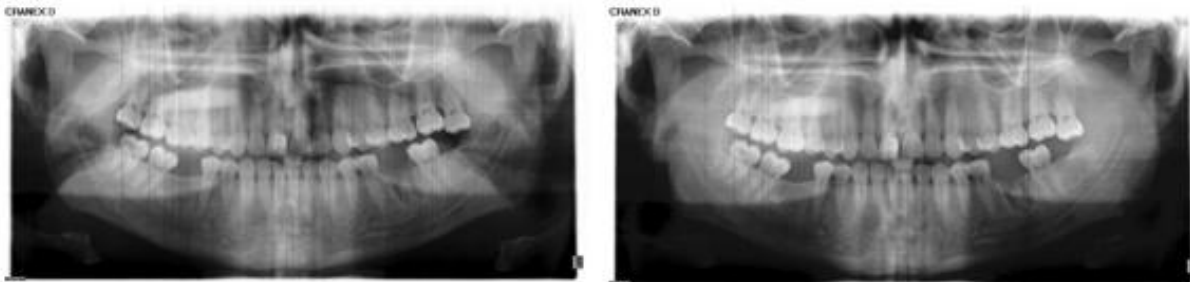
Η κίνηση του ασθενούς είναι συχνή σε μικρά παιδιά και σε εξεταζόμενους με μυϊκές/σκελετικές διαταραχές.



Εικόνα 30. Δύο ακτινογραφίες του ίδιου παιδιού όπου το παιδί δε μπορούσε να παραμείνει σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια της λήψης, με τη γεωμετρική παραμόρφωση να είναι πιο εμφανής στην πρώτη εικόνα αριστερά σε σύγκριση με τη δεύτερη δεξιά.

Σφάλματα του Συστήματος Απεικόνισης

Σφάλματα στη γεωμετρία περιστροφής της λυχνίας ακτινών Χ/ανιχνευτή (δηλαδή όταν η διαδρομή COR αποκλίνει από την επιλεγμένη στην κονσόλα του συστήματος), γρατσουινές στην επιφάνεια του ανιχνευτή και ελαττωματικά στοιχεία του ανιχνευτή (Εικόνα 31). Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις απαιτείται τεχνική παρέμβαση για τη διόρθωση της γεωμετρίας περιστροφής ή τη βαθμονόμηση του ανιχνευτή.



Εικόνα 31. Σφάλματα που αναγνωρίζονται ως γραμμές, λόγω ελαττωμάτων στα στοιχεία του ανιχνευτή.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ (HRS System)

1. A H, P., S M R, A., T, B., M, G. and M, M. (2019). Dosimetry of Occupational Radiation around Panoramic X-ray Apparatus. *Journal of Biomedical Physics & Engineering*, [online] 9(5), pp.525–532. doi:<https://doi.org/10.31661/jbpe.v0i0.466>.
2. Ahmed, N., Abbasi, M.S., Zuberi, F., Qamar, W., Halim, M.S.B., Maqsood, A. and Alam, M.K. (2021). Artificial Intelligence Techniques: Analysis, Application, and Outcome in Dentistry—A Systematic Review. *BioMed Research International*, [online] 2021, p.e9751564. doi:<https://doi.org/10.1155/2021/9751564>.
3. Brown, C.E., Christen, A.C. and Jerman, A.C. (1972). Dimensions of the Focal Trough in Panoramic Radiography. *The Journal of the American Dental Association*, 84(4), pp.843–847. doi:<https://doi.org/10.14219/jada.archive.1972.0146>.
4. Glass, B.J., Seals, R.R. and Williams, E.O. (1994). Common Errors in Panoramic Radiography of Edentulous Patients. *Journal of Prosthodontics*, 3(2), pp.68–73. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1532-849x.1994.tb00131.x>.
5. Harvey, S., Ball, F., Brown, J. and Thomas, B. (2017). ‘Non-standard’ panoramic programs and the unusual artifacts they produce. *British Dental Journal*, [online] 223(4), pp.248–252. doi:<https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2017.707>.
6. Kantor, M.L. and Slome, B.A. (1989). Efficacy of Panoramic Radiography in Dental Diagnosis and Treatment Planning. *Journal of Dental Research*, 68(5), pp.810–812. doi:<https://doi.org/10.1177/00220345890680051101>.
7. McDavid, W.D., Dove, S.Brent., Welander, U. and Tronje, G. (1993). Dimensional reproduction in direct digital rotational panoramic radiography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 75(4), pp.523–527. doi:[https://doi.org/10.1016/0030-4220\(93\)90182-4](https://doi.org/10.1016/0030-4220(93)90182-4).

8. Madani, M., Berardi, T. and Stoopler, E.T. (2014). Anatomic and Examination Considerations of the Oral Cavity. *Medical Clinics of North America*, [online] 98(6), pp.1225–1238. doi:<https://doi.org/10.1016/j.mcna.2014.08.001>.
9. Meesa, I.R. and Srinivasan, A. (2015). Imaging of the Oral Cavity. *Radiologic Clinics of North America*, 53(1), pp.99–114. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rcl.2014.09.003>.
10. Manousaridis, G., Koukorava, C., Hourdakos, C.J., Kamenopoulou, V., Yakoumakis, E. and Tsiklakis, K. (2015). Establishment of diagnostic reference levels for dental panoramic radiography in Greece. *Radiation Protection Dosimetry*, 165(1-4), pp.111–114. doi:<https://doi.org/10.1093/rpd/ncv088>.
11. Martinez-Cruz, S. and Manson-Hing, L.R. (1987). Comparison of focal trough dimensions and form by resolution measurements in panoramic radiography. *Journal of the American Dental Association* (1939), [online] 114(5), pp.639–642. doi:<https://doi.org/10.14219/jada.archive.1987.0139>.
12. Masthoff, M., Gerwing, M., Masthoff, M., Timme, M., Kleinheinz, J., Berninger, M., Heindel, W., Wildgruber, M. and Schülke, C. (2018). Dental Imaging – A basic guide for the radiologist. *RöFo - Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren*, 191(03), pp.192–198. doi:<https://doi.org/10.1055/a-0636-4129>.
13. Ogawa, K., Langlais, R.P., McDavid, W.D., Noujeim, M., Seki, K., Okano, T., Yamakawa, T. and Sue, T. (2010). Development of a new dental panoramic radiographic system based on a tomosynthesis method. *Dentomaxillofacial Radiology*, [online] 39(1), pp.47–53. doi:<https://doi.org/10.1259/dmfr/12999660>.
14. Patel, J.R. (1989). The focal trough of the Autopan panoramic dental x-ray machine. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, [online] 68(1), pp.115–118. doi:[https://doi.org/10.1016/0030-4220\(89\)90125-4](https://doi.org/10.1016/0030-4220(89)90125-4).
15. Perschbacher, S. (2012). Interpretation of panoramic radiographs. *Australian Dental Journal*, 57, pp.40–45. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2011.01655.x>.

16. Ramakrishna Pawar, R. and Makdissi, J. (2014). The role of focal block (trough/plane) in panoramic radiography: Why do some structures appear blurred out on these images? *Radiography*, 20(2), pp.167–170. doi:<https://doi.org/10.1016/j.radi.2013.11.004>.
17. Riecke, B., Friedrich, R.E., Schulze, D., Loos, C., Blessmann, M., Heiland, M. and Wikner, J. (2014). Impact of malpositioning on panoramic radiography in implant dentistry. *Clinical Oral Investigations*, 19(4), pp.781–790. doi:<https://doi.org/10.1007/s00784-014-1295-1>.
18. Rushton, V.E. and Horner, K. (1996). The use of panoramic radiology in dental practice. *Journal of Dentistry*, 24(3), pp.185–201. doi:[https://doi.org/10.1016/0300-5712\(95\)00055-0](https://doi.org/10.1016/0300-5712(95)00055-0).
19. Rushton, V.E., Horner, K. and Worthington, H.V. (1999). Aspects of panoramic radiography in general dental practice. *British Dental Journal*, 186(7), pp.342–344. doi:<https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4800098>.
20. Rushton, V.E., Horner, K. and Worthington, H.V. (1999). The quality of panoramic radiographs in a sample of general dental practices. *British Dental Journal*, 186(12), pp.630–633. doi:<https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4800182>.
21. Sams, C.M., Dietsche, E.W., Swenson, D.W., DuPont, G.J. and Ayyala, R.S. (2021). Pediatric Panoramic Radiography: Techniques, Artifacts, and Interpretation. *RadioGraphics*, 41(2), pp.595–608. doi:<https://doi.org/10.1148/rg.2021200112>.
22. White, S.C., Forsythe, A.B. and Joseph, L.P. (1984). Patient-selection criteria for panoramic radiography. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, [online] 57(6), pp.681–690. doi:[https://doi.org/10.1016/0030-4220\(84\)90294-9](https://doi.org/10.1016/0030-4220(84)90294-9).