

Απεικονιστικές μέθοδοι στον προεγχειρητικό έλεγχο για τοποθέτηση εμφυτευμάτων

ΧΡ. ΠΑΠΑΔΕΛΗ¹, Γ. ΤΕΖΑΨΙΔΗΣ², ΧΡ. ΤΣΑΜΗΣ³, Α. ΧΡΥΣΑΦΙΔΟΥ⁴, Ν. ΝΤΑΜΠΑΡΑΚΗΣ⁵, Γ. ΤΣΙΤΟΥΡΙΔΗΣ⁶
Εργαστήριο Οδοτοφρατικής Χειρουργικής, Χειρουργικής Εμφυτευματολογίας και Ακτινολογίας,
Οδοντιατρική Σχολή του Α.Π.Θ.

Preimplant radiological examination

CHR. PAPADELI¹, G. TEZAPSIDIS², CHR. TSAMIS³, A. CHRISAFIDOU⁴, N. NTAMBARAKIS⁵, G. TSITOURIDIS⁶
Dept. Dentoalveolar Surgery, Implantology, Radiology, School of Dentistry, Aristotle University of Thessaloniki

Περίληψη

Σκοπός της βιβλιογραφικής αυτής ανασκόπησης είναι να παρουσιαστούν όλες οι απεικονιστικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τον προεγχειρητικό έλεγχο των εμφυτευμάτων με τις ενδείξεις τους, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που η κάθε μια παρουσιάζει. Το οστό μπορεί να μελετηθεί μόνο με τη βοήθεια απεικονιστικών τεχνικών. Η εκτίμηση της σχέσης του οστικού υποστρώματος προς εμφύτευση με το γναθιαίο πόρο, τα γναθιαία άντρα, τις ρινικές κοιλότητες και τον τομικό πόρο είναι κρίσιμα σημεία για τη διατήρηση της καλής υγείας του ασθενούς και την επιτυχία της οστεοενσωμάτωσης. Επίσης, ο προσδιορισμός αυτός προεγχειρητικά είναι απαραίτητος για την επιλογή των βέλτιστων θέσεων και κλίσεων εμφύτευσης όπως, επίσης, και για την επιλογή του εμφυτεύματος με το κατάλληλο μήκος και εύρος.

Οι τεχνικές που παρουσιάζονται είναι οι περιακρορριζικές ακτινογραφίες (συμβατικές και ψηφιακές), η πανοραμική ακτινογραφία, η πλάγια κεφαλομετρική, η συμβατική τομογραφία, η αξονική και η μαγνητική τομογραφία.

Συμπερασματικά, αναδεικνύονται τα κριτήρια επιλογής του κατάλληλου διαγνωστικού μέσου για κάθε περίπτωση που είναι το διαγνωστικό κέρδος, η επιβάρυνση από την ακτινοβολία, η ακρίβεια των μετρήσεων, το πόσο προσβάσιμη είναι η κάθε μέθοδος και το οικονομικό κόστος.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Προεγχειρητικός έλεγχος εμφυτευμάτων, αξονική, μαγνητική τομογραφία.

Summary

The aim of this study is to present a number of diagnostic tools for preimplant radiological examination. Safe implant placement necessitates full knowledge of the shape and quality of the implant site. Incorrect presurgical assessment can at best lead to implant failure, furthermore it can lead to damage to nerves and blood vessels, perforation of the maxillary sinus and other complications. Thus, it is advisable to have tomographic sectional information available in order to achieve correct implant alignment. In the present study periapical radiography, panoramic radiography, conventional x-ray tomography, x-ray computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) are presented, with indications of their advantages and disadvantages in dental implant planning procedures. In conclusion, the criteria for the choice of the suitable diagnostic method for each case are described, taking into consideration the diagnostic profit, radiation dose, accuracy of measurements accessibility of each method and economic cost.

KEY WORDS: Dental implant planning, CT, MRI

Στάλθηκε στις 7.9.2006. Εγκρίθηκε στις 21.11.2006.

- 1 Δρ. Οδοντιατρικής Α.Π.Θ.
- 2 Ακτινολόγος Τεχνολόγος Νοσοκ. «Παπαγεωργίου»
- 3 Μεταπτυχιακός φοιτητής
- 4 Υποψήφια διδάκτορας
- 5 Λέκτορας Οδοντιατρικής
- 6 Διευθυντής Μαγνητικού Τομογράφου Νοσοκομείου «Παπαγεωργίου»

Received on 7th Sept., 2006. Accepted on 21st Nov., 2006.

- 1 Dr Dentist
- 2 Dentist
- 3 Post graduate
- 4 Dentist
- 5 Lecturer
- 6 Director

Εισαγωγή

Τριάντα χρόνια μετά την παρουσίαση από τους Bronemark και συν.¹ (1977) της τεχνικής εμφύτευσης οστεοενσωματούμενων εμφυτευμάτων τιτανίου, τα οστεοενσωματούμενα εμφυτεύματα έχουν τύχει ευρείας αποδοχής στη μόνιμη αντικατάσταση των οδόντων. Τα τελευταία χρόνια η εμφυτευματολογία έχει αποσπάσει ένα σημαντικό τμήμα του ενδιαφέροντος των ειδικών και γενικών οδοντιάτρων, με αποτέλεσμα μια μεγάλη αύξηση των περιστατικών και μια ευρύτερη ποικιλομορφία των περιπτώσεων που μπορούν να αντιμετωπιστούν με οδοντικά εμφυτεύματα.

Τα κυριότερα ανατομικά στοιχεία που ο κλινικός πρέπει να λάβει υπόψη του κατά την εξέταση, πριν την εμφύτευση, προσδιορίζονται από τις παρακάτω μετρήσεις².

Στην άνω γνάθο:

- Απόσταση φατνιακής ακρολοφίας – ιγμορείου
- Απόσταση φατνιακής ακρολοφίας – εδάφους ρινικών κοιλοτήτων.
- Απόσταση μεταξύ των δύο τοιχωμάτων της φλοιώδους μοίρας του οστού.
- Πάχος της φλοιώδους μοίρας του οστού.
- Μελέτη της μορφολογίας και των διαστάσεων του τομικού πόρου.

Στην κάτω γνάθο

- Απόσταση φατνιακής ακρολοφίας – γναθιαίου πόρου
- Απόσταση φατνιακής ακρολοφίας – αγκύλη ανάδυσσης γενεϊακού νεύρου
- Απόσταση μεταξύ των δύο τοιχωμάτων της φλοιώδους μοίρας του οστού
- Πάχος της φλοιώδους μοίρας του οστού.

Το οστόν μπορεί να μελετηθεί, μόνο, με τη βοήθεια απεικονιστικών τεχνικών. Ο προσδιορισμός αυτός προεγχειρητικά είναι απαραίτητος τόσο για να αποφασιστεί, αν ενδείκνυται η θεραπεία με εμφυτεύματα³ όσο και για την επιλογή των βέλτιστων θέσεων και κλίσεων εμφύτευσης όπως, επίσης, και για την εκλογή του εμφυτεύματος με το κατάλληλο μήκος και εύρος⁴.

Στις πλέον συνήθεις απεικονιστικές τεχνικές για τον προεγχειρητικό έλεγχο των γνάθων περιλαμβάνονται: οι περιακρορριζικές ακτινογραφίες⁵, οι ψηφιακές ακτινογραφίες, η πανοραμική ακτινογραφία⁶, η πλάγια κεφαλομετρική, η συμβατική τομογραφία, η αξονική τομογραφία και η μαγνητική τομογραφία.

Οι ενδοστοματικές περιακρορριζικές ακτινογραφίες με την τυποποιημένη παράλληλη τεχνική και ειδικό συγκρατητήρα για το ακτινογραφικό πλακίδιο^{7,8}, δίνουν ένα μέτρο σχετικά σωστό όσον αφορά την απόσταση ακρολοφίας – ανατομικού στοιχείου⁹. Ωστόσο, οι Reynolds και Goldner (2001) αναφέρουν ότι από ερευνητικές εργασίες προκύπτει ότι το κάτω φατνιακό νεύρο εμφανίζεται μόνο στο 25% των ασθενών στους οποίους χρησιμοποιήθηκαν ενδοστοματικές ακτινογραφίες. Δεν προσδιορίζεται, επίσης, η παρειογλωσσική

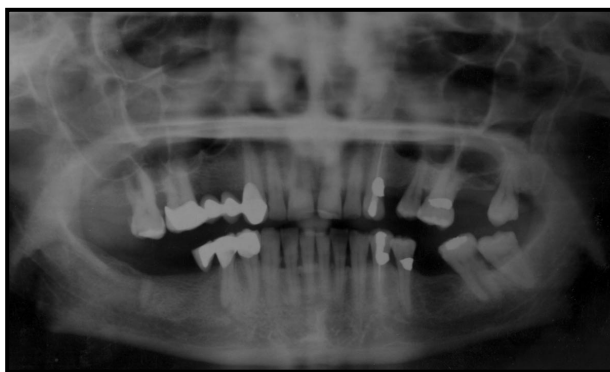
διάσταση του οστού, ούτε η συνολική απεικόνιση της νωδής περιοχής είναι δυνατή¹⁰.

Η ψηφιακή ακτινογραφία βοηθά στην προεγχειρητική αξιολόγηση της οστικής πυκνότητας, με τη χρήση της κλίμακας του γκρι, η οποία αποδίδει με σχετική ακρίβεια την οστική πυκνότητα¹¹. Είναι, ωστόσο, περισσότερο χρησιμοποιήσιμη κατά τη διάρκεια του χειρουργείου στα διάφορα στάδια δημιουργίας του φρεατίου, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις εκείνες, που ανατομικά μορφώματα γειτονεύουν με την περιοχή της επέμβασης και, εκεί, όπου έχουμε αμφιβολίες για την ακρίβεια των μετρήσεων.

Η πλάγια κεφαλομετρική ακτινογραφία δίνει πληροφορίες για τη σχέση άνω και κάτω γνάθου σε οβελιαίο επίπεδο¹². Παρόλο που η παραμόρφωση είναι μικρότερη απ' ό,τι σε άλλες τεχνικές, η αλληλεπικάλυψη των δύο ημιμορίων δεν επιτρέπει τη μέτρηση ανατομικών στοιχείων. Προσφέρει καλή απεικόνιση του γλωσσοπαρειακού εύρους της κάτω γνάθου μόνο στην περιοχή του γενεϊού. Ακριβείς πληροφορίες που αφορούν την εμφυτευματολογία για τα οπίσθια τμήματα των γνάθων, δεν αποκτώνται¹³.

Η πανοραμική ακτινογραφία είναι η βασική ακτινογραφική εξέταση στην οποία θα γίνει η αρχική εκτίμηση της κατάστασης και το πρωταρχικό σχέδιο θεραπείας (Εικ. 1). Ο ορθοπαντομογράφος δίνει μια ολική άποψη της στοματικής κατάστασης και της νωδής περιοχής. Παίρνουμε αρκετές πληροφορίες για την οστική δομή¹⁴. Γίνεται η διαπίστωση ύπαρξης τυχόν ριζών ή άλλων παθολογικών αλλοιώσεων στις νωδές περιοχές της φατνιακής απόφυσης. Η ύπαρξη τέτοιων καταστάσεων υπαγορεύει τη, σε δεύτερη φάση, χειρουργική τοποθέτηση εμφυτευμάτων μετά την αρχική θεραπευτική αγωγή¹⁵.

Αναγνωρίζεται η υπολειπόμενη φατνιακή απόφυση και η ποσότητα οστού τουλάχιστον ως προς το ύψος, πάνω από τον φατνιακό πόρο για την κάτω γνάθο και κάτω από τη ρινική κοιλότητα και το έδαφος του ιγμορείου για την άνω γνάθο. Στην προεγχειρητική εξέταση είναι σημαντικό να μελετηθεί κανείς την έκταση του ιγμορείου και των εκκολπωμάτων του, τα οποία είναι



Εικ. 1. Η πανοραμική ακτινογραφία θεωρείται αναντικατάστατη ως αρχική ακτινογραφική εξέταση.

συχνά ασύμμετρα, τη ρινική κοιλότητα και τον ρινοϋπερώιο πόρο. Η κλινική εμπειρία δείχνει επίσης την ανάγκη να υπάρχει προεγχειρητική πληροφόρηση για τη σκελετική μορφολογία των πλάγιων ρινικών τοιχωμάτων, του ρινικού διαφράγματος και της γναθο-ζυγωματικής περιοχής¹⁶.

Με την πανοραμική ακτινογραφία η απόσταση ακρολοφίας-ανατομικού στοιχείου δεν είναι απολύτως ακριβής¹⁷. Αποτελούν μειονεκτήματα της πανοραμικής ακτινογραφίας η μεγάλη παραμόρφωση¹⁸ και η μεγέθυνση της εικόνας, η οποία διαφέρει μεταξύ των μηχανημάτων των διαφόρων εταιρειών¹⁹, που επηρεάζεται και από τη σωστή ή όχι τοποθέτηση του ασθενούς στο μηχάνημα, κατά τη λήψη ακτινογραφίας²⁰.

Γενικά, η σαφήνεια του ορθοπαντομογραφήματος είναι σχετικά μικρή και έχει σχέση με τη θέση και το εύρος του τομογραφικού στρώματος. Ανατομικά στοιχεία που βρίσκονται έξω από το τομογραφικό στρώμα απεικονίζονται με μεγαλύτερη ασάφεια. Το τομογραφικό στρώμα είναι λεπτότερο στην περιοχή των προσθίων δοντιών και ευρύτερο στην περιοχή των οπισθίων δοντιών^{21,22}. Η σαφήνεια του ορθοπαντομογραφήματος ελαττώνεται με την αύξηση του πάχους του τομογραφικού στρώματος.

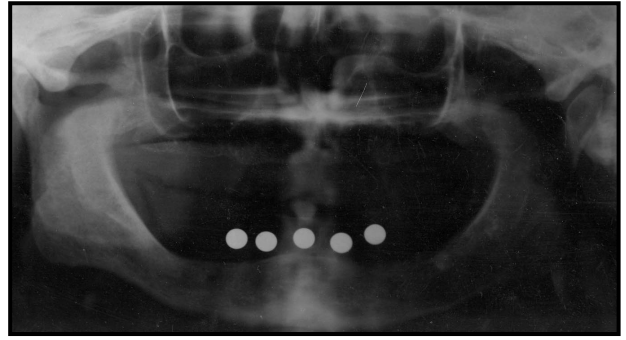
Είναι δύσκολο να γίνουν ακριβείς μετρήσεις με βάση το ορθοπαντογράφημα, λόγω της ανομοιομορφής μεγέθυνσης που προκαλεί στις απεικονιζόμενες δομές²³. Η μεγέθυνση είναι μεγαλύτερη στην περιοχή των οπισθίων, ενώ υπάρχει διαφορά μεταξύ κατακόρυφης και οριζόντιας μεγέθυνσης. Η οριζόντια μεγέθυνση κυμαίνεται στο 30-70%, ενώ η κατακόρυφη στο 0-30%²⁴. Ο Abrahams (1993) προτείνει η συνολική μεγέθυνση σ' ένα ορθοπαντομογράφημα να υπολογίζεται γενικά από τη σχέση:

$$\frac{\text{Μετρούμενη απόσταση στην ακτινογραφία}}{\text{Πραγματική απόσταση}} = 1,25$$

Έχει προταθεί²⁵⁻²⁸ και χρησιμοποιείται ευρύτατα, πλέον, στην κλινική πράξη ακρυλικός νάρθηκας που κατασκευάζεται από τα διαγνωστικά εκμαγεία, πριν από τη λήψη της πανοραμικής ακτινογραφίας. Ο νάρθηκας χρησιμοποιείται, κατά την ακτινογραφική εξέταση, αλλά και κατά τη διάρκεια της επέμβασης, ίσως, και μετεγχειρητικά για την αποκάλυψη διφασικών εμφυτευμάτων.

Ο ακρυλικός οδηγός φέρει σφαιρίδια μεταλλικά 5 mm ή 2 mm ή καρφίδες καθορισμένου μήκους και κλίσης που αντιστοιχούν στις πιθανές θέσεις τοποθέτησης εμφυτευμάτων (Εικ. 2). Τα μεταλλικά αυτά στοιχεία συμβάλλουν στον υπολογισμό της μεγέθυνσης της πανοραμικής ακτινογραφίας. Αν χρησιμοποιηθούν καρφίδες, θα λειτουργήσουν ως οδηγοί στη θέση και την κλίση της χειρολαβής, κατά τη διάνοιξη των φρεατίων στα οστά, την ώρα της επέμβασης.

Βασικό μειονέκτημα της πανοραμικής ακτινογρα-



Εικ. 2. Πανοραμική ακτινογραφία με ακρυλικό νάρθηκα με μεταλλικά σφαιρίδια στις πιθανές θέσεις εμφύτευσης.

φίας είναι η αδυναμία απεικόνισης του παρεογλωσσικού εύρους του οστού της γνάθου²⁹.

Η έλλειψη επαρκούς εύρους οστού για την ένθεση του εμφυτεύματος στην άνω γνάθο δεν αποκαλύπτεται με προεγχειρητική ακτινογραφική εξέταση ρουτίνας³⁰. Αυτό, γιατί τον χειρουργό ενδιαφέρει όχι το συνολικό ύψος της φατνιακής απόφυσης, αλλά το χρησιμοποιήσιμο ύψος, το τμήμα δηλαδή της ακρολοφίας που είναι σε θέση να περιλάβει το μεταλλικό εμφύτευμα και πρέπει να διαθέτει ελάχιστο εύρος 5-6 mm.

Το πρότυπο απορρόφησης της άνω γνάθου διαφέρει από αυτό της κάτω γνάθου. Η υπολειμματική ακρολοφία μπορεί να αποτελείται από ένα μείζον τμήμα από μαλακούς ιστούς και η υπολειμματική φατνιακή απόφυση μπορεί να απορροφάται, όχι μόνο κατά την κατακόρυφη της διάσταση, αλλά και κατά την παρεογλωσσική της διάσταση.

Σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να είναι απαραίτητο να αφαιρεθεί η οξύαιχη φατνιακή απόφυση για να αποκτήσουμε επαρκή παρεογλωσσική διάσταση. Εάν μετά από αυτή τη διαδικασία, το ύψος του υπολειπόμενου οστού δεν είναι επαρκές, το σχέδιο θεραπείας θα πρέπει να διαφοροποιηθεί, εγκαίρως, και να μελετηθεί η χρήση οστικών μοσχευμάτων³⁰.

Στην κάτω γνάθο επίσης, η πανοραμική ακτινογραφία δεν επιτρέπει την εκτίμηση του πάχους του οστού, της κλίσης της φατνιακής απόφυσης σε οβελιαίο επίπεδο στη γενεϊακή σύμφυση και της θέσης του γναθιαίου πόρου σε γλωσσοπαριακό επίπεδο³¹. Επίσης, δεν είναι δυνατή η εκτίμηση υποσκαφών στο σώμα της κάτω γνάθου, πράγμα που μπορεί να διακινδυνεύσει τη διαδικασία εμφύτευσης³².

Υπάρχει η τάση, για λόγους ασφαλείας, να υποεκτιμάται από τους χειρουργούς η ποσότητα του οστικού υποστρώματος, του διαθέσιμου άνωθεν των ανατομικών μορίων, όταν η μοναδική πηγή πληροφόρησης είναι το ορθοπαντομογράφημα³³, με αποτέλεσμα να μη γίνεται η μέγιστη αξιοποίηση του διαθέσιμου οστού της υπολειμματικής ακρολοφίας ή ακόμα και να αποκλείονται περιπτώσεις που θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν με εμφυτεύματα²⁹. Ακόμη και οι έντονα απορροφημένες κάτω γνάθοι έχουν συχνά επαρκή όγκο οστού

παραϊακά του γναθιαίου πόρου για τοποθέτηση εμφυτεύματος³⁴.

Οι εξελίξεις στο χώρο της εμφυτευματολογίας έθεσαν την αναγκαιότητα της λήψης κάθετων τομών στην ακρολοφία για το σαφή προσδιορισμό του ύψους και του πάχους της γνάθου^{35,36}.

Οι συμβατικές τομογραφίες είναι σε θέση να δώσουν κάθετες τομές, όμως, το βασικό μειονέκτημα της συμβατικής τομογραφίας θεωρούνταν η ασαφοποίηση της εικόνας³⁷, λόγω αδυναμίας εξάλειψης των επιπροβολών και σκιάσεων των επιπολής δομών³⁸). Λόγω της χαμηλής σαφήνειας της εικόνας, δεν ήταν δυνατόν να εκτιμηθεί η πυκνότητα του οστού, ούτε η θέση του γναθιαίου πόρου σε παρειογλωσσική διάσταση.

Η εξέλιξη υπήρξε ταχεία στην εφαρμογή της τεχνικής της συμβατικής τομογραφίας περνώντας από τη γραμμική τομογραφία σε συστήματα που επιτελούσαν πιο σύνθετες κινήσεις όπως η κυκλική ή ελλειπτική κ.λ.π. Η τελευταία και πλέον σύγχρονη τεχνική σύνθετης κίνησης είναι η ελικοειδής τομογραφία που πρώτα εφαρμόστηκε από συστήματα όπως το Scanoga και μετέπειτα το Cranex Tome³⁹. Κατά την τεχνική αυτή, η ακτινική δέσμη ακτινοβολεί την περιοχή ενδιαφέροντος με συνεχώς μεταβαλλόμενη γωνία προβολής, δίκην έλικας, με αποτέλεσμα τη δημιουργία απεικονίσεων κάθετων τομών της φατνιακής ακρολοφίας. Κύριο χαρακτηριστικό των κάθετων τομών, οι οποίες γίνονται τόσο λεπτότερες όσο μεγαλύτερο είναι το εύρος της κίνησης, είναι η σαφήνεια της απεικόνισης της εξεταζόμενης περιοχής, απαλλαγμένης από ανεπιθύμητες επιπροβολές και σκιάσεις, σε αντιδιαστολή προς την τεχνική της γραμμικής τομογραφίας⁴⁰.

Ένα άλλο μειονέκτημα που παρουσιάζουν οι συμβατικές τομογραφίες είναι η μεγέθυνση της εικόνας⁴¹, καθώς και η «έλλειψη επαρκών σημείων αναφοράς». Το γεγονός δηλ. ότι δεν υπάρχουν χαρακτηριστικά στοιχεία σε κάθε τομή, ώστε να αναγνωρίζεται η περιοχή από την οποία λήφθηκε^{13,16}. Στα σύγχρονα μηχανήματα οι απεικονίσεις των κάθετων τομών έχουν σταθερή μεγέθυνση, η οποία δίνεται από τον κατασκευαστή. Ο ασθενής, που εξετάζεται, φοράει προκατασκευασμένο οδηγό (νάρθηκα), που φέρει ακτινοσκοπικά υλικά (μεταλλικά σφαιρίδια, στυλεούς ή ραβδία γουταπέρκας) που μαρκάρουν τις πιθανές θέσεις εμφύτευσης και με τα οποία γίνεται η ταυτοποίηση των απεικονίσεων των κάθετων τομών με την αληθή θέση στη φατνιακή ακρολοφία, που ενδιαφέρει τον κλινικό για την τοποθέτηση εμφυτευμάτων⁴², ώστε να υπολογίζεται το οστικό υπόστρωμα και να προστατεύονται οι υποκείμενες ανατομικές δομές.

Η ευκρίνεια των απεικονίσεων των κάθετων τομών εξαρτάται από την απόλυτα σωστή τοποθέτηση του ασθενή, γι' αυτό από παλαιότερα είχαν προταθεί διάφορες παραλλαγές τομογραφικών συστημάτων που είναι εφοδιασμένα με κατάλληλο κεφαλοστάτη^{43,44}.

Τα σύγχρονα συστήματα ελικοειδούς τομογραφίας μπορούν, επίσης, να συνδεθούν με ηλεκτρονικό υπολογιστή, ώστε η λήψη των κάθετων τομών να συνοδεύεται από ψηφιακή επεξεργασία της εικόνας, ακόμα και από εικονική τοποθέτηση εμφυτευμάτων μέσω λογισμικού⁴⁵.

Παρά τις εξελίξεις, ωστόσο, στο χώρο της συμβατικής τομογραφίας, παραμένει βασικός περιορισμός το γεγονός ότι η εξέταση με κάθετες τομές είναι δυνατή σε συγκεκριμένη μόνο περιοχή ανά λήψη. Η εξέταση του συνόλου των γνάθων με την τεχνική αυτή, θα αποτελούσε μια διαδικασία χρονοβόρα και ιδιαίτερα κοπιαστική για τον ασθενή. Ως εκ τούτου, η χρησιμότητά της περιορίζεται στον προεγχειρητικό έλεγχο για τοποθέτηση μονήρων εμφυτευμάτων.

Η αξονική τομογραφία στην εμφυτευματολογία

Η αξονική τομογραφία είναι μια τεχνική απεικόνισης που έχει τη δυνατότητα να εξαλείφει, πλήρως, όλες τις ανεπιθύμητες δομές κάποιας εξεταζόμενης περιοχής⁴⁶ και να παρέχει εικόνες σε εγκάρσιες, στεφανιαίες (κατά μέτωπο) και οβελιαίες τομές με εξαιρετική λεπτομέρεια, όσον αφορά την απεικόνιση των οστικών δομών⁴⁷.

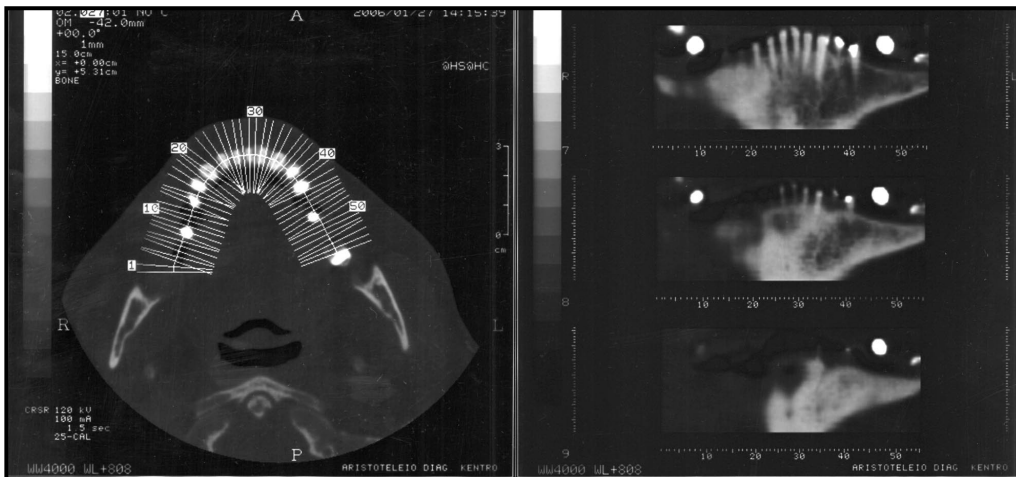
Η άμεση, λήψη, όμως των τομών αυτών είναι αδύνατο να πραγματοποιηθεί για όλες τις θέσεις της άνω ή κάτω γνάθου, λόγω της ανατομικής κατασκευής των γνάθων και της αδυναμίας τοποθέτησης του ασθενούς στη μονάδα σάρωσης (Gantry) του μηχανήματος με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι δυνατή πάντοτε η λήψη των κάθετων τομών. Ωστόσο, η αξονική τομογραφία έχει τη δυνατότητα ανασύνθεσης της εικόνας από τη λήψη των εγκάρσιων τομών, σε επίπεδο κάθετο στη φατνιακή ακρολοφία σε επιλεγμένα, εκ των προτέρων, σημεία⁴⁸⁻⁵¹.

Η τεχνική της ανασύνθεσης χρησιμοποιείται πλέον σε όλες τις εξετάσεις των γνάθων με αξονική τομογραφία, για τη διάγνωση ενδοοστικών βλαβών της φατνιακής ακρολοφίας, συγγενών και αναπτυξιακών κρανιοπροσωπικών ανωμαλιών και κρανιοεγκεφαλικών καώσεων^{23,52}.

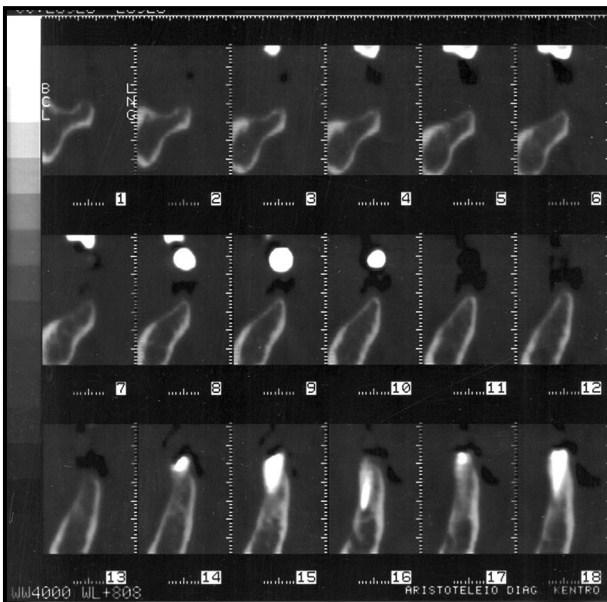
Η αξονική τομογραφία δεν καταργεί τις άλλες ακτινογραφικές μεθόδους, αλλά τις συμπληρώνει με εικόνα που δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί με αυτές. Μόνο η απλή τομογραφία περιττεύει αν χρησιμοποιηθεί αντ' αυτής η αξονική τομογραφία⁵⁴.

Η αξονική τομογραφία με τη βοήθεια των ειδικών λειτουργικών οδοντιατρικών προγραμμάτων έχει τη δυνατότητα της ανασύνθεσης τομών σε επίπεδο κάθετο στη φατνιακή ακρολοφία, οι οποίες απέχουν μόλις 2 mm μεταξύ τους και καλύπτουν ολόκληρη την άνω ή την κάτω γνάθο. Επίσης, είναι δυνατή η απεικόνιση της γνάθου σε πανοραμικές τομές, καθώς και σε τρεις διαστάσεις^{55,56} (Εικ. 3, 4).

Το 1987 παρουσιάστηκαν οι πρώτες εργασίες που



Εικ. 3. Τομή αναφοράς της αξονικής τομογραφίας όπου γίνεται η ανασύνθεση. Διακρίνονται σφαιρίδια γουταπέρκας στις πιθανές θέσεις εμφύτευσης.



Εικ. 4. Εικόνες ανασύνθεσης. Δεν είναι τομές, δεν έχουν πάχος, είναι δισδιάστατες. Διακρίνεται ο δείκτης γουταπέρκας στο μεγαλύτερο μέγεθος του στην εικόνα 9.

αφορούσαν στην εφαρμογή του Denta-scan^{34,57}. Το Denta-scan είναι το πρώτο ειδικό λειτουργικό πρόγραμμα (software) και κατασκευάστηκε αποκλειστικά για τον αξονικό τομογράφο της General Electric. Σύντομα, ανάλογα προγράμματα κατασκευάστηκαν και για τους τομογράφους άλλων εταιρειών όπως το Dental CT για τη Siemens, το Denta CT για τον Elcint CT, το 3D-Dental (Columbia Scientific Inc., Columbia, M.d), το ToothPix (Cimax Inc., Fremont, Calif) κ.ά.

Οδοντιατρικός αξονικός τομογράφος

Τα τελευταία χρόνια κυκλοφορεί στο εμπόριο ο πρώτος υπολογιστικός οδοντιατρικός τομογράφος (QR Newton, Verona Italy), που βασίζεται στην αρχή

της «χαμηλής δόσης κωνικής δέσμης υπολογιστικής τομογραφίας» και είναι σχεδιασμένος για την απεικόνιση μόνο των σκληρών ιστών του σπλαχνικού κρανίου. Το σύστημα σάρωσης του οδοντιατρικού τομογράφου αποτελείται από τη λυχνία σταθερού και υψηλού Kilovoltage (110 Kv) και από έναν επίπεδο αισθητήρα (512x512 pixels) συνδεδεμένο στο άλλο άκρο της λυχνίας. Η αρχή της λειτουργίας του συστήματος διαφέρει από τους ιατρικούς τομογράφους, κυρίως ως προς το ότι δεν απαιτείται η αρχική λήψη των εγκάρσιων τομών για την περαιτέρω ανασύνθεση της εικόνας, αλλά αυτές οι εγκάρσιες τομές δημιουργούνται ψηφιακά (primary reconstruction) από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή του συστήματος, έπειτα από επεξεργασία του ψηφιακού ειδώλου του αντικειμένου που ακτινοβολήθηκε. Ως αποτέλεσμα έχει μικρό χρόνο ακτινοβολίας (17 sec), μειωμένο χρόνο εξέτασης (περίπου 70 sec) και κατά έξι φορές περίπου μικρότερη δόση ακτινοβολίας που δέχεται ο ασθενής (0,6 mSv)⁵⁴.

Διαγνωστικές πληροφορίες των ειδικών λειτουργικών προγραμμάτων

Οι τομές οι κάθετες στη φατνιακή ακρολοφία είναι προϊόντα ανασύνθεσης, δεν έχουν πάχος, είναι δισδιάστατες και από αυτές και μόνο μπορεί να αξιολογηθεί το ακριβές ύψος και πάχος της νωδής άνω ή κάτω γνάθου σε οποιοδήποτε σημείο.

Από τη μελέτη των κάθετων τομών στην ακρολοφία της άνω γνάθου μπορούμε να αξιολογήσουμε με ακρίβεια:

1. Το ύψος και το πάχος του οστού της άνω γνάθου.
2. Την ποιότητα του σπογγώδους τμήματος του οστού.
3. Το οστόν στην περιοχή του γναθιαίου κυρτώματος (που, πολλές φορές, παρέχει ικανοποιητικό υπόστρωμα για εμφύτευση)⁵⁸.
4. Τη μορφολογία και παθολογία⁵⁹ του ιγμορείου

άντρου και τη σχέση του εδάφους του με το υποκείμενο οστού⁶⁰.

5. Το οστού στην περιοχή του κυνόδοντα (που είναι η πιο πλεονεκτική περιοχή της άνω γνάθου για οστεοενσωμάτωση)^{61,62}.
6. Το έδαφος της ρινικής κοιλότητας.
7. Τη μορφολογία και τις διαστάσεις του τομικού πόρου⁶³.

Από τη μελέτη των κάθετων τομών στην ακρολοφία της κάτω γνάθου μπο-ρούμε να αξιολογήσουμε με ακρίβεια:

1. Το ύψος και το πάχος της ακρολοφίας και το σχήμα αυτής.
2. Τη θέση του πόρου του κάτω φατνιακού νεύρου⁶⁴.
3. Την έξοδο του φατνιακού νεύρου από τα γενεϊακά τρήματα.
4. Το πάχος του συμπαγούς πετάλου.
5. Την πυκνότητα της σπογγώδους μοίρας του οστού⁶⁵.

Από τις πανοραμικές τομές ελέγχεται με ακρίβεια:

1. Η παθολογία του ιγμορείου άντρου (παχυβλενογονίτιδα, βλεννώδης κύστη, εκτεταμένη φλεγμονώδης αντίδραση κ.λ.π.).
2. Η μορφολογία και οι διαστάσεις του τομικού πόρου.
3. Η εντόπιση του γναθιαίου πόρου και το ύψος του οστού της γνάθου.
4. Η ακριβής εντόπιση των κάθετων τομών.

Όταν υπάρχουν προεγχειρητικά όλα τα παραπάνω στοιχεία και με τη μέγιστη ακρίβεια συγκριτικά με άλλες απεικονιστικές τεχνικές^{66,67}, μπορεί να προγραμματι-

στεί επέμβαση ανύψωσης του εδάφους του ιγμορείου⁶⁸ και η τοποθέτηση μοσχευμάτων ή η μετατόπιση του αγγειονευρώδους δεματίου του κάτω γναθιαίου πόρου και η επιτυχής τοποθέτηση οστεοενσωματούμενων εμφυτευμάτων^{69,70}, ακόμα και σε περίπτωση ανεπάρκειας οστικού υποστρώματος.

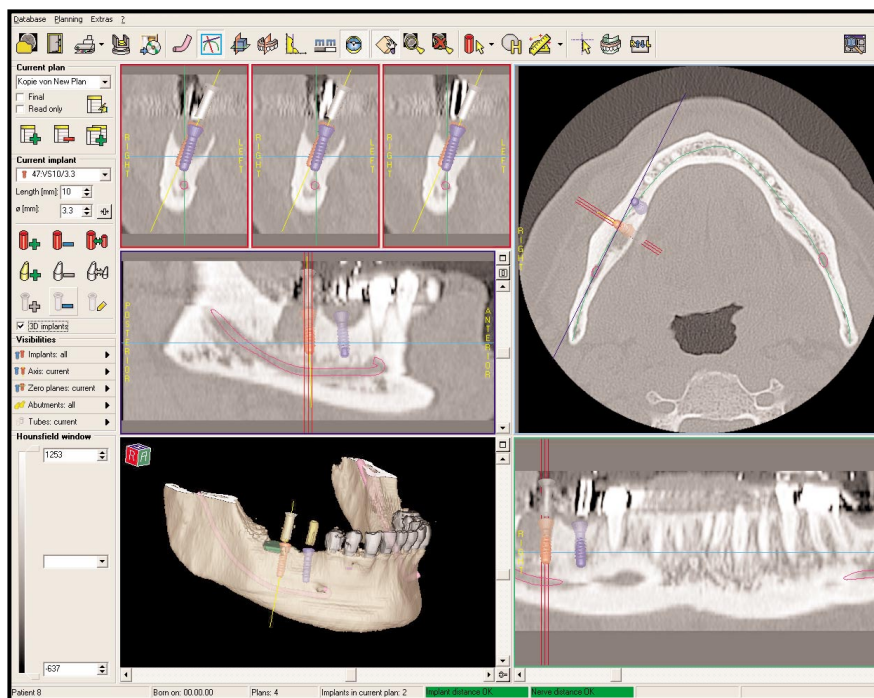
Τρισδιάστατη ανασύνθεση

Η τρισδιάστατη απεικόνιση της γνάθου που εξετάζεται, γίνεται από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή με επίθεση των διαδοχικών τομών που ελήφθησαν σε σειρά η μία πάνω στην άλλη.

Η τρισδιάστατη απεικόνιση είναι περισσότερο χρήσιμη στη μελέτη των οστικών αλλοιώσεων των γνάθων και στη μελέτη των διαταραχών ανάπτυξης, ασυμμετριών ή κρανιοπροσωπικών διαταραχών, καθώς και στην εκτίμηση εκτεταμένου γναθοπροσωπικού τραύματος^{71,72}.

Στον τομέα της χειρουργικής εμφυτευματολογίας αποτέλεσε αντικείμενο έρευνας η προσπάθεια μετατροπής του ακτινογραφικού οδηγού σε χειρουργικό νάρθηκα. Τα ειδικά λειτουργικά προγράμματα Simplant της Materialise και Co-Diagnostix της IVS Solutions συμβάλλουν σ' αυτή την κατεύθυνση.

Στο Co-Diagnostix, ο ασθενής φοράει έναν ακρυλικό ακτινογραφικό νάρθηκα, ο οποίος προκύπτει μετά από διαγνωστική κέρωση, έχει ως δείκτη αρνητικό τον αέρα και κατασκευάζεται σε ειδικό αρθρωτήρα που ορίζει τρία διαφορετικά επίπεδα (Εικ. 5). Γίνεται η λήψη



Εικ. 5. Τρισδιάστατη απεικόνιση αξονικού τομογράφου με ειδικό λειτουργικό πρόγραμμα τοποθέτησης εικονικών εμφυτευμάτων.

της αξονικής τομογραφίας και η επιλογή της αντίστοιχης τομής αναφοράς. Το ειδικό λειτουργικό πρόγραμμα αποδίδει τρισδιάστατη απεικόνιση της γνάθου, τοποθετώντας τα εμφυτεύματα επιλογής του επεμβαίνοντος σε εικονική μορφή και προτείνει ένα πρωτόκολλο με το κατάλληλο μήκος και εύρος για κάθε εμφύτευμα, καθώς και την κατάλληλη γωνίωση. Ο ακτινογραφικός οδηγός μεταφέρεται ξανά στον αρθρωτήρα, όπου διανοίγονται φρεάτια στις κλίσεις που προκύπτουν από το πρωτόκολλο, στα οποία τοποθετούνται μήτρες τιτανίου ως οδηγοί των τρυπανιών. Το αποτέλεσμα είναι ένας χειρουργικός νάρθηκας μεγάλης ακρίβειας.

Το ειδικό λειτουργικό πρόγραμμα Simplant αποδίδει τρισδιάστατη απεικόνιση της γνάθου και η κατασκευή του χειρουργικού νάρθηκα από ακρυλική ρητίνη γίνεται με καθοδήγηση λέιζερ.

Οι τελευταίες εξελίξεις στον τομέα της απεικονιστικής διαγνωστικής αφορούν την προσπάθεια να υπάρξει μεταφορά των ευρημάτων της προεγχειρητικής εξέτασης κατ' ευθείαν στο χειρουργικό πεδίο. Πρόκειται για χειρουργική πλοήγηση υποστηριζόμενη από ηλεκτρονικό υπολογιστή⁷³.

Αξονική τομογραφία και δοσιμετρία

Θα πρέπει κάθε φορά να αξιολογείται ανάλογα με την περίπτωση το διαγνωστικό κέρδος που έχουμε και η επιβάρυνση από την ακτινοβολία της απεικονιστικής τεχνικής που επιλέγουμε⁷⁴. Ο παράγων κινδύνου για τα παιδιά είναι τρεις φορές μεγαλύτερος απ' ότι για ενήλικες.

Η αξονική τομογραφία υπερέρχει στην απεικόνιση των σκληρών και μαλακών ιστών του σώματος. Επειδή η δόση ακτινοβολίας από τον αξονικό τομογράφο δεν είναι ασήμαντη, η CT εξέταση δεν είναι μια απεικονιστική εξέταση ρουτίνας⁷⁵. Θα πρέπει να μπαίνει κάποια λογική στις εξετάσεις των ασθενών με τον αξονικό τομογράφο, οι οποίες θα πρέπει να διενεργούνται μόνον όταν υπάρχει κλινική δικαιολογία⁷⁶.

Με την εισαγωγή της ελικοειδούς τεχνικής (spiral CT) ο χρόνος εξέτασης έχει μειωθεί κατά 40 sec για κάθε γνάθο και η έκθεση στην ακτινοβολία σημαντικών δομών της κρανιοπροσωπικής περιοχής ελαττώθηκε σημαντικά σε σχέση με τους αξονικούς τομογράφους 4ης γενεάς⁷⁷. Ο υπολογιστικός οδοντιατρικός τομογράφος, έχοντας τη δυνατότητα να αποκτά και τις εγκάρσιες τομές μέσω ανασύνθεσης (primary reconstruction) επιβαρύνει τον ασθενή με μια δόση ακτινοβολίας μειωμένη, κατά 6 φορές περίπου.

Στην προσπάθεια ακτινοπροστασίας των ασθενών, σημαντικό ρόλο παίζει η επιλογή του κατάλληλου μέσου διάγνωσης ανάλογα με την περίπτωση. Κατά τους Cohner και συν. (2002) η πανοραμική ακτινογραφία διατηρεί ένα ρόλο αναντικατάστατο στην οδοντιατρική ακτινολογία⁷⁸. Το συμπέρασμα αυτό προέ-κυψε

μετά από ερευνητική εργασία στην οποία συνέκριναν την πανοραμική ακτινογραφία με την αξονική (dental CT) και την ογκομετρική υπολογιστική τομογραφία ως προς τη δόση δέρματος και την απορροφούμενη ακτινοβολία σε ακτινοευαίσθητα όργανα, όπως ο θυρεοειδής και ο φακός του οφθαλμού. Στην έρευνα χρησιμοποιήθηκαν ανθρωπομορφικά Alderson – Rando φάντομ και δοσιμέτρα θερμοφωταύγειας. Η μέγιστη δόση σε mGy ήταν για την πανοραμική 0,65, για την ογκομετρική (DVT) 4,2 και για την αξονική 6,1 mGy αντίστοιχα. Η πανοραμική ακτινογραφία φαίνεται να πλεονεκτεί, τουλάχιστον όσον αφορά την αρχική εκτίμηση της κατάστασης και το πρωταρχικό σχέδιο θεραπείας. Από την άλλη πλευρά, η συμβατική τομογραφία, που επιβαρύνει τον ασθενή με εμφανώς χαμηλότερη δόση ακτινοβολίας από την αξονική, έχει ένδειξη σε περιπτώσεις που εξετάζονται μικρές περιοχές νωδότητας. Όταν, όμως, απαιτείται μια σειρά από τομογραφικές εικόνες για αποκατάσταση μεγαλύτερης νωδότητας και για πιο σύνθετα χειρουργεία, η αξονική τομογραφία με ελικοειδή τεχνική (Spiral CT) αποτελεί το διαγνωστικό μέσο εκλογής⁴².

Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγουν και οι Reynolds και Golner(10) (2001), οι οποίοι σε ερευνητική εργασία συνέκριναν τις δόσεις ακτινοβολίας που αναλογούν σε ενδοστοματικές ακτινογραφίες, στη συμβατική τομογραφία (Scanora) και στην αξονική τομογραφία (spiral).

Σε μεταγενέστερη έρευνα των Ngan και συν.⁷⁹ (2003), όπου χρησιμοποιήθηκαν και πάλι ανθρωπομορφικά Alderson – Rando φάντομ και 36 δοσιμέτρα λιθίου – φθορίου θερμοφωταύγειας, οι δόσεις ακτινοβολίας εμφανίζονται ελαφρώς χαμηλότερες διατηρουμένων, όμως, των αναλογιών μεταξύ τους⁷⁹.

Συνοψίζοντας τα σύγχρονα ερευνητικά δεδομένα, ο παρακάτω πίνακας δίνει μια συγκριτική εικόνα των διαφόρων ειδών ακτινογραφίας που χρησιμοποιούνται κατά τον προεγχειρητικό έλεγχο για τοποθέτηση εμφυτευμάτων και των δόσεων ακτινοβολίας που αναλογούν σε αυτές.

Παρ' όλο που η αξονική τομογραφία θεωρείται το gold-standard στον υπολογισμό του οστικού υποστρώματος για την τοποθέτηση εμφυτευμάτων, βασικά μειονεκτήματα όπως η έκθεση σε σημαντική δόση ακτινο-

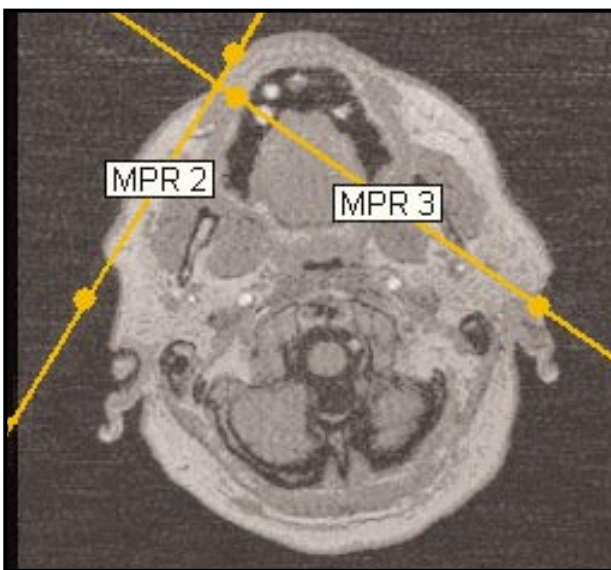
<i>Είδη ακτινογραφιών</i>	<i>Δόσεις ακτινοβολίας σε mSv</i>
Ενδοστοματική ακτινογραφία	0,005-0,001
Ακτινογραφία δήξεως	0,007
Πλάγια κεφαλομετρική ακτινογραφία	0,1
Πανοραμική ακτινογραφία	0,01
Συμβατική τομογραφία (Scanora)	0,05 ανά τομή
Αξονική τομογραφία (spiral)	1,5-2 ανά γνάθο
Αξονική τομογραφία με οδοντιατρικό αξονικό τομογράφο	0,6 άνω+κάτω γνάθο

βολίας και η εμφάνιση artifacts, λόγω οδοντιατρικών αποκαταστάσεων, που δείχνει να επηρεάζει την ακρίβεια των τομών ανασύνθεσης⁸⁰ δημιουργεί την ανάγκη αναζήτησης εναλλακτικής λύσης.

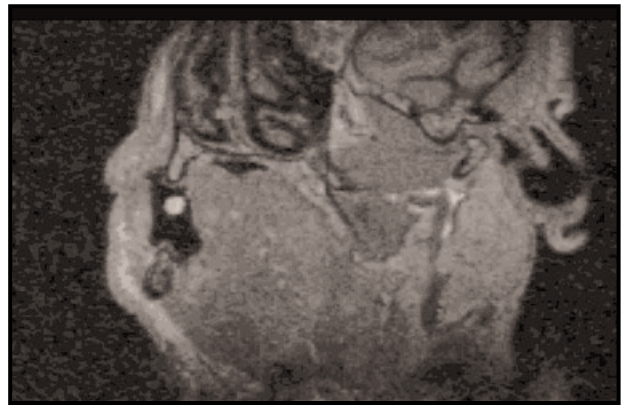
Η μαγνητική τομογραφία αποτελεί την εναλλακτική λύση για άντληση πληροφοριών σε όλες τις διαστάσεις χωρίς τη χρήση ιονίζουσας ακτινοβολίας, εκμεταλλευόμενη την περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που αντιστοιχεί στα ραδιοκύματα-ραδιοσυχνότητες, σε συνδυασμό με ισχυρά μαγνητικά πεδία. Οι Naei και συν.⁸¹ (1999) έλεγξαν την αξιοπιστία των μετρήσεων σε ξηρές γνάθους, με τη χρήση αξονικής και μαγνητικής τομογραφίας, και κατέληξαν ότι τα αποτελέσματα είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους, παρουσιάζουν, ωστόσο, τις ίδιες αποκλίσεις όσον αφορά τη σχέση συμπαγούς και σπογγώδους ουσίας του οστού.

Παρά το σκεπτικισμό με τον οποίο αντιμετωπίστηκε η χρήση της μαγνητικής τομογραφίας στον προεγχειρητικό έλεγχο για εμφυτεύματα⁸², λόγω της έλλειψης σήματος από τους σκληρούς ιστούς και της απουσίας ειδικών λειτουργικών προγραμμάτων, η συνεχιζόμενη έρευνα στο χώρο της οδοντιατρικής ακτινολογίας, έδειξε ότι με τις κατάλληλες ρυθμίσεις των διαφόρων παραμέτρων και ακολουθιών, είναι δυνατή η χρήση της μαγνητικής τομογραφίας στην απεικόνιση του οστού⁸³ και επιπλέον δείχνει να πλεονεκτεί σε περιοχές, όπου χρειάζεται και η διαγράμμιση των μαλακών ιστών για προσθετικούς και αισθητικούς λόγους.

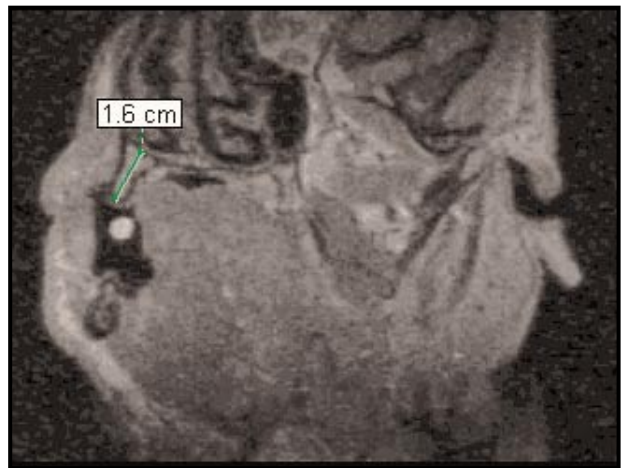
Έχοντας τη δυνατότητα να αποκτήσουμε, μέσω ανασύνθεσης, τομές κάθετες στη φατνιακή ακρολοφία, για συγκεκριμένες τουλάχιστον περιοχές ενδιαφέροντος, μπορούμε να αποκτήσουμε εικόνες διαγνωστικής αξίας τόσο στην άνω όσο και στην κάτω γνάθο⁸⁴ (Εικ. 6, 7, 8).



Εικ. 6. Τομή αναφοράς μαγνητικής τομογραφίας όπου γίνεται ανασύνθεση σε κάθετο επίπεδο στην ακρολοφία στην περιοχή του δείκτη.



Εικ. 7. Εικόνα ανασύνθεσης μαγνητικού τομογράφου κάθετη στη φατνιακή ακρολοφία της άνω γνάθου.

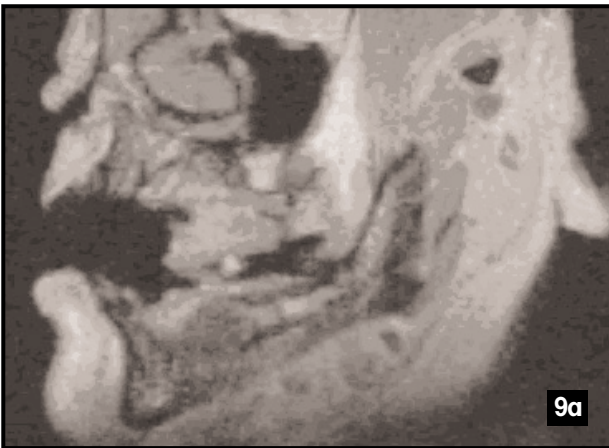


Εικ. 8. Υπολογισμός του ύψους της φατνιακής ακρολοφίας στην περιοχή ενδιαφέροντος με μαγνητική τομογραφία.

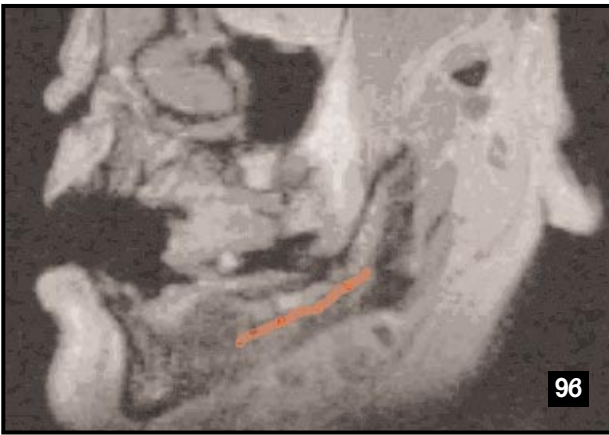
Η εξοικείωση με την εικόνα του μαγνητικού τομογράφου, όπου οι ιστοί εμφανίζονται σχεδόν αντίστροφα απ' ό,τι στην αξονική, αποτελεί μια πεπερασμένη δυσκολία. Το εξωτερικό φλοιώδες πέταλο του οστού εμφανίζεται μαύρο, ενώ η σπογγώδης οστική ουσία έντονα φωτεινή και οι μαλακοί ιστοί σε διάφορες αποχρώσεις του γκριζου, σε T₁ απεικόνιση. Ο πόρος του κάτω φατνιακού και ο τομικός πόρος εμφανίζονται σαν διακριτές μαύρες δομές μέσα στο φωτεινό σπογγώδες οστόν (Εικ. 9 α, β).

Η εικόνα που θα προκύψει από το μαγνητικό τομογράφο θα πρέπει να μεγεθυνθεί για να μελετηθεί και η ποιότητά της εξαρτάται από το μέγεθος του pixel επιλογής⁸⁵.

Με τη μαγνητική τομογραφία μπορούμε να μελετήσουμε με ακρίβεια το διαθέσιμο ύψος, εύρος και την κατάλληλη γωνίωση τοποθέτησης του εμφυτεύματος, με την οποία αποφεύγεται η τρώση σημαντικών ανατομικών μορίων, ενώ παράλληλα αποκτούμε πληροφορίες για το περίγραμμα των ιστών, το πάχος και το σχήμα του βλεννογόνου της φατνιακής ακρολοφίας⁸⁶ (Εικ. 10, 11, 12).



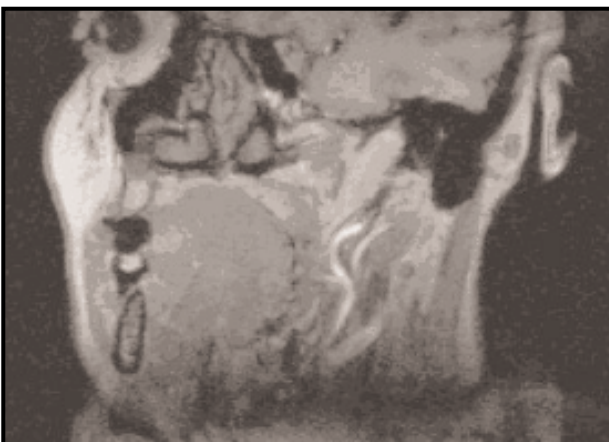
9α



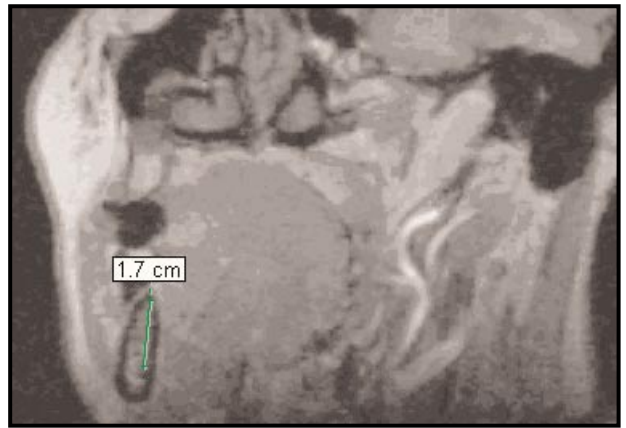
9β

Εικ. 9. Εικόνα μαγνητικού τομογράφου όπου διακρίνεται το κάτω φατνιακό νεύρο.

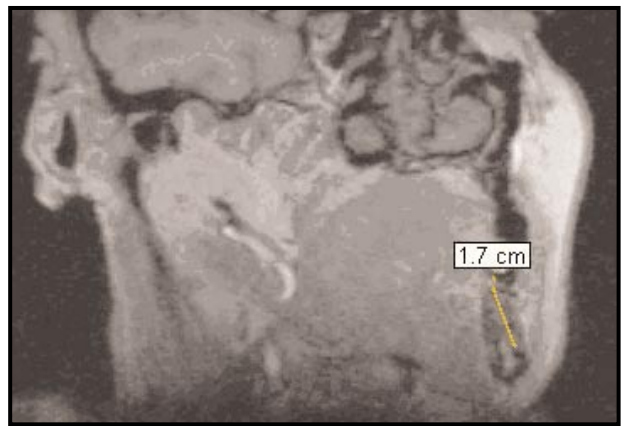
Η μαγνητική τομογραφία δίνει, επίσης, σημαντικές πληροφορίες όσον αφορά την προεγχειρητική εκτίμηση της τρισδιάστατης μορφής του ιγμορείου, της ανατομικότητάς του, αλλά και της παθολογίας του, λόγω της ευελιξίας επιλογής των επιθυμητών τομών και της



Εικ. 10. Εικόνα ανασύνθεσης μαγνητικής τομογραφίας κάθετη στη φατνιακή ακρολογία της κάτω γνάθου. Διακρίνεται ο δείκτης και το κάτω φατνιακό νεύρο.



Εικ. 11. Εικόνα ανασύνθεσης μαγνητικής τομογραφίας. Υπολογισμός του ύψους της φατνιακής ακρολοφίας.



Εικ. 12. Υπολογισμός του ύψους της φατνιακής ακρολοφίας και της γωνίας εμφύτευσης σε εικόνα ανασύνθεσης μαγνητικής τομογραφίας.

λεπτομερούς απεικόνισης των μαλακών ιστών (Εικ. 13). Ενδείκνυται, έτσι, για προ και μετεγχειρητικό έλεγχο επεμβάσεων sinus lift, όπου, λόγω της μη χρήσης ιονίζουσας ακτινοβολίας, είναι δυνατή η λήψη μιας σειράς επαναλήψιμων απεικονίσεων για την ωρίμανση του οστικού μοσχεύματος(87) (Εικ. 14, 15).



Εικ. 13. Εικόνα ανασύνθεσης μαγνητικής τομογραφίας. Υπολογισμός του ύψους της φατνιακής ακρολοφίας σε άνω γνάθο.



Εικ. 14. Εγκάρσια τομή μαγνητικού τομογράφου στο ύψος των ιγμορείων κατόπιν sinus lift.



Εικ. 15. Εικόνα ανασύνθεσης μαγνητικής τομογραφίας κάθετη στη φατνιακή ακρολοφία άνω γνάθου. Στεφανιαία τομή μαγνητικού τομογράφου στο ύψος των ιγμορείων κατόπιν sinus lift. (Διακρίνεται ο δείκτης στην περιοχή ενδιαφέροντος).

Συζήτηση

Οι απεικονιστικές μέθοδοι είναι θεμελιώδους σημασίας για τον προεγχειρητικό έλεγχο τοποθέτησης εμφυτευμάτων. Ανάλογα με την ένδειξη, διάφορες τεχνικές είναι, σήμερα, διαθέσιμες έχοντας η κάθε μια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Όλοι οι ερευνητές συμφωνούν ότι ο υπολογισμός του διαθέσιμου οστικού υποστρώματος απαιτεί τη λήψη τομών κάθετων στην ακρολοφία. Έτσι, η αξονική τομογραφία με τα ειδικά λειτουργικά προγράμματα ανασύν-

θεσης τομών κάθετων στη φατνιακή ακρολοφία θεωρήθηκε το gold-standard για τον προεγχειρητικό έλεγχο.

Η μαγνητική τομογραφία αποτελεί μια εξίσου αξιόπιστη απεικονιστική μέθοδο για τον προσδιορισμό της θέσης των διαφόρων ανατομικών μορίων και τον υπολο-γισμό του διαθέσιμου οστού. Η έλλειψη, όμως, ειδικών λειτουργικών προγραμμάτων για μαγνητικό τομογράφο, σε συνδυασμό με το υψηλό κόστος εξέτασης, αποτελεί σημαντικό ανασταλτικό παράγοντα χρήσης της μεθόδου.

Η πανοραμική ακτινογραφία είναι η ενδεικνυόμενη ως αρχική εξέταση, για τη συλλογή πληροφοριών, ενώ η συμβατική τομογραφία προτείνεται για τον προεγχειρητικό έλεγχο περιοχών περιορισμένης νωδότητας.

Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι το άριστο διαγνωστικό μέσο είναι η σωστή ιεράρχηση των διαφόρων εξετάσεων και η ορθή κλιμάκωσή τους, αξιολογώντας ανάλογα το διαγνωστικό κέρδος, την επιβάρυνση από την ακτινοβολία, την ακρίβεια των μετρήσεων, το πόσο προσβάσιμη είναι η κάθε μέθοδος και το οικονομικό κόστος.

Βιβλιογραφία

1. Brönemark P.I., Hansson BO., Adell R. et al. Osseointegrated implants in the treatment of edentulous jaw: experience from a 10 year period. Scand J Plast Reconstr Surg. 1977 (Suppl 16), σσ. 81-100.
2. Chanavaz M., Tatum H, Veron C., Khoury E.: Débat sur l'implantologie. Conférence CERIB, Paris 1990.
3. Ramez J., Donazzan M., Chanavaz M., Brun J.P., Tardieu Ph. Apport de l'imagerie scanner en chirurgie implantaire et comblement sinusal par la reconstitution orthogonale frontale oblique. Stomatol Chir Maxillofac 1992; 93: 212-4.
4. Abrahams J. The role of diagnostic imaging in dental implantology. Radiol Clin North Am 1993; 31: 163-80.
5. Sewerin I. Identification of dental implants on radiographs. Quintessence int 1992; 23: 611-8.
6. Laney W.R. Selecting edentulous patients for tissue integrated prostheses. Int J Oral Maxillofac Impl 1986; (1):129-38.
7. Strid K.G. Radiographic procedures. Eix Branemark PI., Zarb G.A. and Albrektsson T. Tissue - integrated prostheses Osseointegration in clinical dentistry Quintessence. Chicago 1985; 317-27.
8. Langer B., Sallivan D.Y. Osseointegrations it's impact on the intervelationship of periodontics and restorative dentistry. Part I Int J Periodont Restor Dent 1989; 9: 85-105.
9. Adriaens P.A., De Boever J., Vande Velde F. Comparison of intra-oral long-cone paralleling radiographic surveys and orthopantomographs with special reference to the bone height. Journal of Oral Rehabilitation, 1982; 9: 355-65.
10. Reynolds A. and Goldner S. Planning dental implants - What are the options? Scottish Dentist 2001; 1-5.
11. Τσίρλης Α., Παρίσης Ν. Χειρουργική οδοντικών εμφυτευμάτων. Εκδ. Λίτσας, Θεσσαλονίκη 2001; 39-53.
12. ment of osseointegrated implants. J Prostet Dent 1988; 59: 467-43.

13. Schwarz M.S., Rothman S.L.G., Chafetz N., Rhodes M. Computed tomography in dental implantation surgery. *Dent Clin North Amer* 1989; 33: 555-97.
14. Mattout P., Gallizia C., Sarrat P. Détermination de la densité de l' os alvéolaire sain et pathologique en scanographie. *Journal de Parodontologie*, 1987; 6: 47.
15. Τσιχλάκης Κ. Συμβολή της αξονικής τομογραφίας στη μελέτη της μορφολογίας και παθολογίας των οστών των γνάθων. Ερευνητική Μονογραφία. Αθήνα 1988; 24-46.
16. Eckerdal O. and Kvint S. Presurgical planning for osseointegrated implants in the maxilla. A tomographic evaluation of available alveolar bone and morphological relation in the maxilla. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1986; 15: 722-6.
17. Khoury Elias, Τραχανάς Γ. Αξονικός τομογράφος και εμφυτεύματα. Ελλ. Π. Στομ. Γναθοπροσωπ. Χειρ. 1991; 131-6.
18. Schiff Th., D' Ambrossio J., Glass B.J., Langlais R.P., McDavid W.D. Common positioning and technical errors in panoramic radiography, *JADA* 1986; 113: 422-6.
19. Lund T.M. and Manson – Hing L.R. A study of the focal troughs of three panoramic x-ray machines II. Image dimensions. *Oral Surg* 1975b; (39): 647-53.
20. Gratt B.M. Panoramic radiography. In Goaz PW, White SC. *Oral radiology Principles and interpretation* ST Louis: CV Mosby 1982; 261.
21. Phillips J.E. Principles and function of the orthopantomograph. *Oral Surg* 1967; 24: 41-9.
22. Martinez – Cruz S. and Manson – Hing L.R. Comparison of focal trough dimensions and form by resolution measurements in panoramic radiography *J.A.P.A.* 1987; 114: 639-42.
23. Rowse C.W. Notes on interpretation of the orthopantomogram. *Br Dent J* 1971; 130: 425-34.
24. Spiekermann H. *Implantology* Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York 1995; 102-8.
25. Murell G.A. and Davis W.H. Presurgical prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1968; 59: 447-52.
26. Burns D.R., Crabtree D.G. and Bell D.H. Template for positioning and angulation of intraosseous implants. *J Prostet Dent* 1988; 60: 470-83.
27. Grunder U. and Strub R. Implant – supported suprastructure design. *Int J Periodont Restor Dent* 1990; 10: 19-39.
28. Hadeed J.G., Pipko J.D., Zullo G.T. A method for determining Anterior Mandibular Height Using a Radiographic Paralleling Measuring System. *J Oral Maxillofac Surg* 1986; 44: 188-92.
29. Reddy M.S., Mayfield – Donahoo T., Vanderven F.J.J., Jeffcoat M.K. A Comparison of the diagnostic advantages of panoramic radiography and computed tomography scanning for placement of root form dental implants *Clin Oral Impl Res* 1994; 5: 229-238. Munksgaard 1994.
30. Adell R., Lekholm U., Rockler B., Branemark P.I. A 15 year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981; 10: 387-416.
31. Bruggenkate C.M., Linden L.W.J. and Oosterbeek H.S.: Parallelism of implants visualized on the orthopantomogram. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1989; 18: 213-5.
32. Jeffcoat M., Jeffcoat R.L., Reddy M.S. Planning interactive implant treatment with 3-D computed tomography. *J.A.D.A.* 1991; 122: 40-4.
33. Lam W.N. Ernest, Ruprecht A., Yang J. Comparison of two – dimensional orthoradially reformatting computed tomography and panoramic radiography for dental implant treatment planning. *J Prosthet Dent* 1995; 74: 42-6.
34. Schwarz M.S., Rothman S.L.G., Rhodes M., Chafetz N. Computed tomography: Part II. Preoperative assessment of the maxilla for endosseous implant surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987; 2: 143-8.
35. Fjellstrom C.A., Strom C. CT of the edentulous maxilla intended for osseous implants. *J Cranio Max. Fac Surg* 1987; 15: 45-6.
36. Engstrom H., Svendsen P. Computed tomography of the maxilla in edentulous patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1981; 52: 557-60.
37. Bocage E.M. History of tomography. *Medicamundi* 1974; 19: 106.
38. Littleton J.T. and Vannier M.W. The linear tomogram. Εις Littleton J.T. and Durizch M.L. *Sectional Imaging Methods: A comparison*. MTP Press Ltd., Lancaster England, 1983; 3-13.
39. Σταματάκης Χ. Η Συμβατική τομογραφία ως απεικονιστική μέθοδος κατά τον προεγχειρητικό έλεγχο τοποθέτησης οστεοενσωματούμενων εμφυτευμάτων. Ελληνική Εταιρεία Οδοντικής και Γναθοπροσωπικής Ακτινολογίας. Τεύχος 3 – Δεκέμβριος 2002; 13-20.
40. Yune Y.H. Two dimensional – three dimensional reconstruction computed tomography techniques. *Dental Clinics of North America* 1993; 37 (4): 613-26.
41. Stella J.P., Tharanon W. A precise radiographic method to determine the location of the inferior alveolar canal in the posterior edentulous mandible: Implications for dental implants. Part I: Technique. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1990; 5: 15.
42. Bou Serhal C, Jacobs R, Gijbels F, Bosmans H, Hermans R, Quirynen M, van Steenberghe D. Absorbed doses from spiral CT and conventional spiral tomography a phantom vs cadaver study. *Clin Oral Implants Res* 2001. Oct ; 12 (5) : 473-8.
43. Fernandes R.J., Azarbal M., Ismail YH, Curtin H.D. A cephalometric tomographic technique to visualize the buccolingual and vertical dimensions of the mandible. *J Prosthet dent* 1987; 58: 466-70.
44. Kassebaum P.K., Nummikoski P.V., Triplett R.G. and Langlais R.P. Gross – sectional radiography for implant site assessment. *Oral Surg* 1990; 70: 674-8.
45. Dixon DR, Morgan R, Hollender LG, Roberts FA, O' Neal RB. Clinical application of spiral tomography in anterior implant placement: case report. *J. Periodontol.* 2002 Oct; 73(10): 1209.
46. Seeram E. *Computed Tomography Technology* W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1982; 112-4.
47. Manzione J.V., Kalzberg R.W., Seltzer S.E., Mellins H.Z. Computer tomography of the temporomandibular joint. *Radiology* 1984; 150: 111.
48. Andersson L. and Kurol M. CT scan prior to installation of osseointegrated implants in the maxilla. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1987; 16: 50-5.
49. Lacan A. Nouvelle imagerie dentaire. Scanner – dentascan – IRM. G.P.P. Paris 1993, σσ. 12-34.
50. Williams M.Y.A., Mealey B.L., Hallmon W.W. The role of computerized tomography in dental implantology. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992; 7: 373-9.
51. Yanagisawa K., Friedman C.D., Vining E.M., Abrahams J.J. Dentascan imaging of the mandible and the maxilla.

- Head Neck 1993; 15: 1-7.
52. Gillespie J., Ouayle A., Barker G. et al. Three – dimensional CT reformations in the assessment of congenital and traumatic craniofacial deformities. *Brit J Oral Maxillofac Surg* 1987; 25: 171.
 53. Ray C.E., Mafee M.F., Friedman M., Tahmoressi C. Applications of three – dimensional CT imaging in head and neck pathology. *Εις Mafee M.F.: Radiol Clin North Amer* 1993; 31: 181-94.
 54. Τσιχλάκης Κ. Η χρήση της υπολογιστικής (Αξονικής) τομογραφίας στον προεγχειρητικό έλεγχο των γνάθων για την τοποθέτηση οστεοενσωματούμενων εμφυτευμάτων. *Ελληνική Εταιρεία Οδοντικής και Γναθοπροσωπικής Ακτινολογίας Τεύχος 3 – Δεκέμβριος 2002*, σσ. 34-9.
 55. Shimura M., Babbush B.A., Yanagisawa S. Sairenji E. Presurgical evaluation for dental implants using a reformating program of computed tomography: Maxilla mandible shape pattern analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1990; 5: 175-81.
 56. Sethi A. Precise site location for implants using CT scans: A technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993; 8: 433-8.
 57. Rothman SLG, Chaftez N, Rhodes ML, Schwarz MS. CT in the preoperative assessment of the mandible and the maxilla for endosseous implant surgery. *Radiology* 1988; 168: 171-5.
 58. Tulasne J.F. Implant treatment of missing posterior dentition. *Εις Albrektsson T. and Zarb G.A.: The Branemark Osseointegrated implant*. Quintessence Publishing Co Inc, Chicago, London, Berlin, Sao Paolo, Tokyo and Hong Kong, 1989; 251-63.
 59. Abrahams J.J., Berger B.S. Oral – Maxillary Sinus Fistula (Oroantral Fistula): Clinical Features and Findings on Multiplanar C.T., *A.J.R.* 1995; 165:1273-6.
 60. Arijji Y., Arijji E., Yoshiura K. and Kanda S. Computed tomographic indices for maxillary sinus size in comparison with the sinus volume. *Dentomaxillofac Radiol* 1996; 25 (1): 19-24.
 61. Dandrau J.P. Pharabor G., Bellavoir A. La dentedentologie en implantologie denfaire. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 1992; 93 (4): 263-6.
 62. Desjardins R.P. Tissue – integrated prostheses for edentulous patients with normal and abnormal jaw relationships. *J Prosthet dent* 1988; 59: 180-7.
 63. Andersson J.E., Svartz K., CT-scanning in the preoperative planning of osseointegrated implants in the maxilla. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988; 17: 33-5.
 64. Klinge B., Petersson A., Mally P. Location of the mandibular canal: comparison of macroscopic findings, conventional radiography and computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1989; 4: 327-32.
 65. Lindh C., Nilsson M., Klinge B., Peterson A. Quantitative computed tomography of trabecular bone in the mandible. *Dentomaxillofac Radiol* 1996; 25: 146-50.
 66. Sonick M., Abrahams J., Faiella R.A. A comparison of the accuracy of periapical, panoramic, and computerized tomographic radiographs in locating the mandibular canal. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994; 9: 455-60.
 67. Quiryneen M., Lamoral Y., Dekeyser C. et al. The CT scan standard reconstruction technique for reliable jaw bone volume determination. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990; 5: 384-9.
 68. Regev E., Smith A.R., Perrott H.D., Pogro A. M. Maxillary sinus Complications Related to Endosseous Implants (Int Oral Maxillofac Implants 1995; 10: 451-61.
 69. Kraut R.A. Selecting the precise implant site *J.A.D.A.*, 1991; 122: 59-61.
 70. Jenson O. and Nock D. Inferior alveolar nerve repositioning conjunction with placement of osseointegrated implants. A case report. *Oral Surg* 1987; 63: 263-8.
 71. Marsh J., Vannier M., Bresima S. et al. Applications of computer graphics in craniofacial surgery. *Clin Plast Surg* 1986; 13: 441.
 72. Marsh J., Vannier M., Stevens W. et al. Computerized imaging for soft tissue and osseous reconstruction in the head and neck. *Clin Plast Surg* 1985; 12: 279.
 73. Solar P., Galileitner A. Dental – CT zur planung chirurgischer Eingriffe. *Radiologe* 1999; 39: 1051-63.
 74. Frederiksen L.N. Diagnostic imaging in dental implantology. *Oral Surg Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol Endod* 1995; 80: 540-54.
 75. Christiansen E.L., Moore R.J., Thompson J.R. et al. Radiation dose in radiography, CT and arthrography of the T.M.J. *A.J.R.* 1987; 148: 107-9.
 76. Ekestubbe A., Thilander A., Grondhal K., Grondhal H.G. Absorbed doses from computed tomography for dental implant surgery: comparison with conventional tomography. *Dentomaxillofac Radiology* 1993; 22: 13-7.
 77. Bianchi J., Goggins W, Rudolph M. In vivo, thyroid and lens surface exposure with spiral and conventional computed tomography in dental implant radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio Endod* 2002 Aug; 90 (2): 249-53.
 78. Cohnen M, Kemper J, Mobes O, Pawelzik J, Modder U. Radiation dose in dental radiology. *Eur Radiol* 2002 Mar; 12 (3): 634-7.
 79. Ngan D, Kharbanda O, Geenty J, Darendeliler MA. Comparison of radiation levels from computed tomography and conventional dental radiographs. *A.O.I.* 2003; 19: 67-75.
 80. Kohavi D., Bar-Ziv J., Marmary Y. Effect of axial plane deviation on cross-sectional height in reformatted computed tomography of the mandible. *Dentomaxillofac Radiology* 1997; 26: 189-91.
 81. Breitenscher M., Imhof H. Osteometry of the mandible performed using dental MR imaging. *Am J Neuroradiol* 1999; 20(8): 1221-7.
 82. Taylor T.D. *Int J Oral Maxillofac. Implants* 1991; 6: 329.
 83. Lee H.S., Rao KCVG., Zimmerman R.A. Cranial MRI and CT, 2005; 2: 55-62.
 84. E., Radrikowski T. Magnetic resonance imaging in dental implant planning-an application attempt. In: Fuchihata H., ed. *Oral and Maxillofacial Radiology Today* 2000b; 257-62.
 85. Markiewicz H., Kubani M., Stelmaszczyk W., Spiechowicz E., Radrikowski T. Validation of spiral computed tomography and linear tomography for dental implant planning. In: Fushihata H. ed. *Oral and Maxillofacial Radiology Today* 2000a; 241-5.
 86. Gray F., Redpath T.W., Bainton R., Smith FW., Staff RT. Advanced Imaging: Magnetic resonance imaging in implant dentistry. *Clin Oral Impl Res* 2003; 14: 18-27.
 87. Gray F., Redpath T.W., Smith FW., Staff RT., Bainton R. Assessment of the sinus lift operation by magnetic resonance imaging in implant dentistry. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1999; 37(4): 286-28.