

# Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ LASER ΣΤΗΝ ΕΝΔΟΔΟΝΤΙΑ

Θ. ΠΟΛΙΤΗΣ\*, Ν. ΑΦΕΝΤΟΥΛΙΔΗ\*\*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Α**πό την ανακάλυψη του laser ρουβιδίου από τον Maiman το 1960 και την πρώτη εφαρμογή των laser στη ενδοδοντία το 1971, έχουν δημοσιευθεί αρκετές μελέτες που αφορούν στις πιθανές εφαρμογές τους στην ενδοδοντία. Σκοπός της εργασίας είναι η ανασκόπηση των εφαρμογών των laser στην ενδοδοντία από τις αρχές της δεκαετίας του 70 μέχρι σήμερα και η παράθεση στοιχείων σχετικά με τη μελλοντική τους χρήση στην ενδοδοντία. Τα τελευταία χρόνια, η εισαγωγή των συσκευών laser στην ενδοδοντία φαίνεται πως παρέχει σημαντικά πλεονεκτήματα, ξεπερνώντας αρκετούς από τους περιορισμούς του παρελθόντος. Τα πλεονεκτήματα των laser είναι ο απόλυτος έλεγχος της δράσης τους και η ικανότητα να κόβουν ιστούς ατραυματικά, επιτυγχάνοντας ταυτόχρονα αποστείρωση και αιμόσταση της περιοχής. Οι εφαρμογές των laser στην ενδοδοντία είναι: η διάγνωση της πολφίτιδας, η αντιμετώπιση της υπερουαισθησίας της οδοντίνης, η έμμεση κάλυψη του πολφού, η πολφοτομή, η επεξεργασία, η αποστείρωση και η έμφραξη των ριζικών σωλήνων και, τέλος, η ακρορριζεκτομή. Ο προβληματισμός των κλινικών για τη χρήση των laser στην ενδοδοντία σχετίζεται με το εάν η αποτελεσματικότητά τους είναι ανάλογη ή καλύτερη από τις κλασικές μεθόδους. Η αυξημένη διάρκεια και το υψηλό κόστος της θεραπείας αυξάνουν τον προβληματισμό. Σε ότι αφορά στην ακίνδυνη χρήση τους, πρέπει να επιλέγονται οι κατάλληλες παράμετροι. Μελλοντικά, το ενδιαφέρον των κλινικών θα αυξηθεί, με την εισαγωγή νέων συσκευών laser με λεπτά εύκαμπτα άκρα-ίνες, ενδοδοντικού τύπου.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από την ανακάλυψη του laser ρουβιδίου από τον Maiman το 1960, οι ερευνητές διερεύνησαν την εφαρμογή των laser στην οδοντιατρική. Η ακτινοβολία laser βασίζεται στο φαινόμενο της ενίσχυσης φωτός με εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας. Οι Stern και Soghaes<sup>1</sup> το 1964 ήταν οι πρώτοι που ερεύνησαν την πιθανή χρήση του laser ρουβιδίου στην οδοντιατρική.

Από το Οδοντιατρικό Τμήμα του Περιφερικού Γενικού Νοσοκομείου Νοσημάτων Θώρακος Αθηνών «Η ΣΩΤΗΡΙΑ».

\* Οδοντίατρος, MSc Sheffield University UK, Σύμβουλος Γ' Πε.Σ.Υ.Π. Αττικής.

\*\* Αναπληρώτρια Διευθύντρια Οδοντιατρικού Τμήματος Περιφερικού Γενικού Νοσοκομείου Νοσημάτων Θώρακος Αθηνών «Η ΣΩΤΗΡΙΑ».

**ΟΡΟΙ ΕΥΡΕΤΗΡΙΑΣΜΟΥ:** Ενδοδοντική θεραπεία, Laser, Πολφός.

Μετά τα αρχικά πειράματα με το laser ρουβιδίου, οι κλινικοί άρχισαν να χρησιμοποιούν άλλα είδη laser, όπως το διοδικό laser, το laser CO<sub>2</sub>, το laser αργού, το He-Ne laser, το Nd:YAG laser και το Er:YAG laser. Η πρώτη εφαρμογή των laser στην ενδοδοντία έγινε το 1971 από τους Weichman και Johnson<sup>2</sup>, οι οποίοι προσπάθησαν να εμφράξουν in vitro το ακρορριζικό τρήμα με τη βοήθεια laser CO<sub>2</sub>. Αν και ο στόχος τους δεν επιτεύχθηκε, αποκτήθηκαν σημαντικές πληροφορίες που ενθάρρυναν την περαιτέρω έρευνα. Στη συνέχεια, το Nd:YAG laser χρησιμοποιήθηκε για την απόφραξη του ακρορριζικού τρήματος το 1972 από τους Watchman και συν.<sup>3</sup> Περισσότερα στοιχεία αποκτήθηκαν στην πορεία για την επίδραση των laser στην οδοντίνη, όμως η εφαρμογή των laser στην ενδοδοντία ήταν πολύ περιορισμένη την περίοδο εκείνη. Από τότε μέχρι σήμερα, αρκετές μελέτες σχετικές με τη χρήση των

laser στην οδοντιατρική έχουν δημοσιευθεί, ενώ το ενδιαφέρον για τις οδοντιατρικές εφαρμογές των laser έχει αυξηθεί τα τελευταία πέντε χρόνια. Παρόλα αυτά, στην ενδοδοντία η εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας παραμένει περιορισμένη από τους κλινικούς, κυρίως λόγω των περιορισμένων ερευνητικών δεδομένων, αλλά και του υψηλού κόστους.

## ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ LASER

### Δοκιμασία ζωτικότητας του πολφού

α) Με τη χρήση του ροόμετρου laser Doppler

Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούνται το laser He-Ne και το GaAlAs διοδικό laser, με χαμηλή ένταση 1-2mW. Το μήκος κύματος του laser He-Ne είναι 632,8nm, ενώ του GaAlAs laser είναι 780-820nm.

Για την αποφυγή αντανάκλασης των ακτινών laser στα γειτονικά ούλα, πρέπει να χρησιμοποιείται ελαστικός απομονωτήρας<sup>4</sup>.

Σε ορισμένα δόντια η αντανάκλαση του laser είναι αρκετά δύσκολη. Στα πρόσθια δόντια, όπου τόσο η αδαμαντίνη όσο και η οδοντίνη είναι λεπτές, η μέθοδος εφαρμόζεται χωρίς πρόβλημα, κάτι που δεν συμβαίνει όμως στους γομφίους. Το βασικό πλεονέκτημα της συσκευής είναι ότι εκτιμάται ανώδυνα η ύπαρξη ή όχι αιματικής ροής. Η τεχνική χρησιμοποιεί μία ακτίνα φωτός από laser He-Ne, η οποία καθώς ανακλάται λόγω της κίνησης των ερυθρών αιμοσφαιρίων, αλλάζει συχνότητα σύμφωνα με την αρχή Doppler. Ένα κλάσμα ανακλώμενου φωτός από τη φωτιζόμενη περιοχή αλλάζει επίσης συχνότητα. Το φως αυτό, αφού ανιχνευθεί και αναλυθεί, παράγει ένα σήμα το οποίο υποδηλώνει τη ρευστότητα των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Η πληροφορία αυτή χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της αιματικής ροής.

Σαν αποτέλεσμα, το laser Doppler ροόμετρο μπορεί να εφαρμοσθεί για τη διάγνωση ζωτικότητας του πολφού σε νεογιλά, σε δόντια με ιστορικό τραύματος και σε ασθενείς επιρρεπείς στον πόνο<sup>4</sup>.

β) Με χορήγηση θερμότητας από πηγή laser

Η δοκιμασία ζωτικότητας του πολφού με θερμή γουταπέρκα τείνει σήμερα να εγκαταλειφθεί, διότι η εκλυόμενη θερμότητα προκαλεί βλάβη στον πολφό. Η χρήση παλμικού Nd:YAG laser έχει αναφερθεί σαν μία εναλλακτική μέθοδος διάγνωσης ζωτικότητας του πολφού. Ο πόνος που προκαλείται στον πολφό από την εφαρμογή του laser αναφέρθηκε μέτριος, ανεκτός από τον ασθενή και παρόμοιος με τον πόνο που προκαλεί ο συμβατικός ηλεκτρικός δοκιμαστήρας ζωτικότητας του πολφού<sup>4</sup>.

### Διαφορική διάγνωση της πολφίτιδας

Όταν ο υγιής πολφός ερεθισθεί από παλμικό Nd:YAG laser εντάσεως 2W και 20 παλμών/sec που ακτινοβολεί το δόντι από απόσταση 10mm, εμφανίζεται ταυτόχρονα μέτριος πόνος που εξαφανίζεται σχεδόν αμέσως με τη διακοπή εκπομπής του laser. Στην περίπτωση της οξείας πολφίτιδας, ο πόνος εμφανίζεται ταυτόχρονα με την έναρξη εκπομπής του laser και συνεχίζεται και μετά τη διακοπή εκπομπής του<sup>4</sup>.

### Υπερευαισθησία της οδοντίνης

Η υπερευαισθησία της οδοντίνης μπορεί να προκληθεί από λανθασμένο τρόπο βουρτσίσματος των δοντιών, από ουλική υφίζηση, από ακατάλληλη δίαιτα, καθώς και από άλλους παράγοντες<sup>5</sup>. Σήμερα είναι γενικά αποδεκτό ότι η αίσθηση του πόνου συνδέεται με την απουσία του λευκού επιχρίσματος από τη ριζική επιφάνεια, που αφήνει ανοικτά τα οδοντοσωληνάκια<sup>5</sup>.

Η σωστή θεραπεία πρέπει να τηρεί ορισμένες προϋποθέσεις, όπως να μην ερεθίζει τον πολφό, να μην προκαλεί πόνο και να είναι γρήγορη και αποτελεσματική για μεγάλο χρονικό διάστημα. Μέχρι σήμερα, τα περισσότερα θεραπευτικά σχήματα απέτυχαν να ικανοποιήσουν μία ή περισσότερες από τις παραπάνω προϋποθέσεις<sup>6</sup>. Τα laser που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία της υπερευαίσθητης οδοντίνης χωρίζονται σε δύο ομάδες: τα laser με χαμηλή ενέργεια εκπομπής (laser He-Ne και laser GaAlAs) και τα laser με μέτρια ενέργεια εκπομπής (Nd:YAG laser και laser CO<sub>2</sub>).

Αρκετοί συγγραφείς συμφωνούν ότι η αποτελεσματικότητα του He-Ne laser στη μείωση της υπερευαισθησίας της οδοντίνης, όταν αυτό εκπέμπει σε μήκος κύματος 632,8nm και με ένταση εκπομπής 6mW για 1-3min, είναι 90%<sup>7-10</sup>.

Το GaAlAs laser, όταν εκπέμπει σε μήκος κύματος 780nm και 830nm με ένταση εκπομπής 30mW για 0,5-3min, μειώνει την υπερευαισθησία της οδοντίνης κατά 80%.

Ανάλογα αποτελέσματα επιτυγχάνονται και με το Nd:YAG laser με μήκος κύματος 1064nm, το οποίο ερευνήθηκε από τους Matsumoto και συν.<sup>11</sup> και αργότερα από τους Renton-Harper και Midda<sup>12</sup>, Gelskey και συν.<sup>13</sup> και Lan και Liu<sup>14</sup>. Οι παραπάνω μελέτες συμφωνούν ότι το Nd:YAG laser με εκλυόμενη ενέργεια 1,8-25J μπορεί να μειώσει την ευαισθησία της οδοντίνης κατά 72%.

Το CO<sub>2</sub> laser έχει χρησιμοποιηθεί με ένταση εκπομπής 0,5-3W για την άρση της υπερευαισθησίας της οδοντίνης, με ποσοστό επιτυχίας 90%<sup>15,16</sup>.

Ο μηχανισμός μείωσης της υπερευαισθησίας της οδοντίνης με τη βοήθεια του laser παραμένει άγνωστος, αλλά είναι διαφορετικός για κάθε τύπο laser<sup>6</sup>.

Στην περίπτωση των laser με χαμηλή ενέργεια εκπομπής (laser He-Ne και laser GaAlAs) ένα μικρό μέρος της εκλυόμενης ενέργειας μεταδίδεται διαμέσου της αδαμαντίνης ή της οδοντίνης στον πολφό.

Έχει υποστηριχθεί ότι η εκπομπή του laser He-Ne είναι δυνατόν να επηρεάσει την ηλεκτρική δραστηριότητα, ενώ δεν επηρεάζει τις περιφερικές A ή C-fiber nociceptors<sup>17,18</sup>.

Το laser GaAlAs όταν εκπέμπει με μήκος κύματος 830nm μπορεί να μειώσει τον πόνο, εμποδίζοντας την εκπόλωση των C-fiber afferents<sup>19</sup>.

Το Nd:YAG laser με ενέργεια εκπομπής 1064nm διαπερνά την οδοντίνη και προκαλεί θερμικά φαινόμενα και αναλγησία του πολφού, χωρίς να προκαλεί βλάβη σε αυτόν<sup>20,21</sup>.

Το laser CO<sub>2</sub> με μέτρια ένταση εκπομπής επιτυγχάνει απόφραξη των οδοντοσωληναρίων και μείωση της διαπερατότητάς τους, δημιουργώντας όμως ρωγμές στην παρακείμενη οδοντίνη<sup>22</sup>. Επειδή η απόφραξη των οδοντο-

σωληναρίων δεν είναι μόνιμη, η μείωση της υπερευαισθησίας της οδοντίνης είναι προσωρινή<sup>22</sup>. Έχει παρατηρηθεί ότι η συνεχής εκπομπή laser CO<sub>2</sub> με ένταση 3W για 2sec δεν προκαλεί πολφικές βλάβες στους σκύλους<sup>23</sup>, σε αντίθεση με τη συνεχή εκπομπή Nd:YAG laser με ένταση 10W για 0,3sec που προκαλεί φλεγμονή του πολφού στα ποντίκια<sup>22</sup>.

Ανακεφαλαιώνοντας, οι διάφοροι τύποι laser παρουσιάζουν υψηλότερη αποτελεσματικότητα σε ότι αφορά στη μείωση της υπερευαισθησίας της οδοντίνης σε σύγκριση με άλλες μεθόδους, αλλά σε σοβαρές περιπτώσεις η αποτελεσματικότητά τους μειώνεται σημαντικά.

### **Κάλυψη του πολφού**

Στα πλήρως διαπλάσμένα μόνιμα δόντια τα πιθανά σχήματα για τη θεραπεία του πολφού περιλαμβάνουν την πολφική κάλυψη και την ενδοδοντική θεραπεία. Το αποτέλεσμα της πολφικής κάλυψης, είτε αυτή είναι άμεση είτε έμμεση, είναι απρόβλεπτο, με ποσοστό επιτυχίας από 44% έως και 97%<sup>6</sup>. Στις περιπτώσεις που αντενδείκνυται η πολφική κάλυψη, επιχειρείται ενδοδοντική θεραπεία. Στα μόνιμα δόντια με αδιάπλαστο ακροριζίο δεν συνιστάται ενδοδοντική θεραπεία, μέχρι τον πλήρη σχηματισμό του αδιάπλαστου ακροριζίου. Για αυτό το λόγο, τοποθετείται ένα στρώμα υδροξειδίου του ασβεστίου στον αποκαλυμμένο πολφό<sup>6</sup>.

Αν χρησιμοποιηθεί η ακτινοβολία laser για την κάλυψη του πολφού, επιτυγχάνεται αποστείρωση της περιοχής, αλλά και έλεγχος της αιμορραγίας, εξαιτίας της ιδιότητας του laser να εξαχνώνει τον ιστό και να προκαλεί την αιμόσταση των μικρών αιμοφόρων αγγείων<sup>4,6</sup>.

Σε ότι αφορά στην έμμεση κάλυψη του πολφού, επιτυγχάνεται έλεγχος της αιμορραγίας με παλμικό Nd:YAG laser έντασης 2W και 20 παλμούς/sec για 1sec. Η θεραπεία με laser γίνεται αφού η οδοντική επιφάνεια έχει καλυφθεί από μαύρο μελάνι και ψύχεται από ρεύμα αέρα για την αποφυγή πολφικών βλαβών από την ενέργεια του laser. Κάτω από τις παραπάνω συνθήκες δεν έχει αναφερθεί πόνος μετά τη θεραπεία<sup>4</sup>.

Αν επιλεγεί το CO<sub>2</sub> laser για την έμμεση κάλυψη του πολφού, τόσο η ενέργεια όσο και ο χρόνος εκπομπής του, πρέπει να κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα. Πριν από τη χρήση του laser πρέπει να γίνεται τοπική αναισθησία, ενώ σε μερικές περιπτώσεις προτείνεται η κάλυψη της οδοντικής επιφάνειας με διάλυμα 38% αμμωνιούχου αργύρου για την αποφυγή πολφικών βλαβών από την ενέργεια του laser<sup>4</sup>.

Όσον αφορά στην άμεση κάλυψη του πολφού, λόγω της ιδιότητας των laser να επιτυγχάνουν αποστείρωση και επαρκή αιμόσταση, η εφαρμογή τους προσελκύει το ενδιαφέρον αρκετών κλινικών. Διάφορες μελέτες έχουν εξετάσει τη χρήση των laser για την άμεση κάλυψη του πολφού, ενώ δεν είναι λίγοι οι ερευνητές που προτείνουν το laser για το σκοπό αυτό<sup>24</sup>.

Από τα εγχειρίδια της ενδοδοντίας είναι γνωστό ότι οι ενδείξεις για άμεση κάλυψη του πολφού είναι εξαιρετικά περιορισμένες. Η διάμετρος της πολφικής έκθεσης δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 2mm και ο πολφός να μην έχει μολυνθεί.

Όταν το laser CO<sub>2</sub> χρησιμοποιηθεί με ένταση εκπομπής 1-2W για την άμεση κάλυψη του πολφού, επιτυγχάνεται αιμόσταση και αποστείρωση της αποκαλυφθείσας περιοχής, αφού προηγουμένως η περιοχή έχει εκπλυθεί εναλλακτικά με υπεροξειδίου του υδρογόνου 3% και υποχλωριώδες νάτριο 8% για 5min<sup>6</sup>. Στη συνέχεια εφαρμόζεται στη περιοχή κονία CaOH<sub>2</sub> και η κοιλότητα εμφράζεται με μία καρβοξυλική κονία. Το ποσοστό επιτυχίας της μεθόδου προσεγγίζει το 89%. Το υψηλό ποσοστό επιτυχίας της μεθόδου, αποδίδεται στον έλεγχο της αιμορραγίας, στην αποστείρωση, στην απολύμανση, στον καυτηριασμό της περιοχής και στην ευαισθητοποίηση των πολφικών κυττάρων<sup>2</sup>.

Η χρήση του Nd:YAG laser, του Er:YAG laser και του laser αργού, είναι ακόμα σε ερευνητικό στάδιο.

### **Πολφοτομή**

Ο έλεγχος της αιμορραγίας και η εκτομή του πολφού με laser χωρίς την πρόκληση βλαβών στον εναπομένοντα πολφό, δεν είναι πάντα εύ-

κολη σε στενούς ριζικούς σωλήνες. Ιστοπαθολογική έρευνα έδειξε ότι τα αποτελέσματα της χρήσης του laser για πολφοτομή δεν είναι πάντοτε θετικά. Στην πολφοτομή, με τη βοήθεια του laser επιτυγχάνεται αιμόσταση και διέγερση των πολφικών κυττάρων. Ο Matsumoto υποστηρίζει ότι μελλοντικά το laser θα μπορεί να αφαιρεί, είτε το μυλικό τμήμα, είτε το μεσαίο ή ακρορριζικό τμήμα του πολφού<sup>4</sup>. Το laser CO<sub>2</sub> χρησιμοποιείται συνήθως με ένταση 1-4W και διακοπτόμενη εκπομπή, για την αποφυγή έκθεσης του πολφού σε υπερβολική ενέργεια. Για την αφαίρεση του ακρορριζικού τμήματος του πολφού απαιτούνται αρκετές εκπομπές laser. Η απανθρακωμένη στρώση του πολφικού ιστού πρέπει να αφαιρείται με διακλυσμό, είτε με διάλυμα 3% υπεροξειδίου του υδρογόνου, είτε 5,25% υποχλωριώδους νατρίου<sup>4</sup>.

Η αποκλειστική χρήση laser CO<sub>2</sub> για πολφοτομή είναι χρονοβόρα και μπορεί να προκαλέσει βλάβες στον πολφό από την ενέργεια εκπομπής του. Βιβλιογραφικά προτείνεται η εφαρμογή του laser CO<sub>2</sub> μόνο για την αιμόσταση, αφού έχει προηγηθεί η αφαίρεση του πολφού με τη βοήθεια ενός κοχλιαρίου ή μιας φρέζας<sup>4</sup>.

Όσον αφορά στο παλμικό Nd:YAG laser, αυτό δεν πρέπει να αντικαθιστά το κοχλιάριο και τη φρέζα για την πολφοτομή. Εξαιτίας του χαμηλού ποσοστού επιτυχίας που έχει παρατηρηθεί σε πειραματόζωα, το παλμικό Nd:YAG laser πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο για την πολφική αιμόσταση, τον έλεγχο της φλεγμονής και τη διέγερση των υπολειπόμενων πολφικών κυττάρων<sup>4</sup>.

### **Τροποποίηση του τοιχώματος των ριζικών σωλήνων**

Η ενδοδοντική θεραπεία με τη χημικομηχανική επεξεργασία προκαλεί αρκετές φορές την εναπόθεση οργανικών προϊόντων στα τοιχώματα των ριζικών σωλήνων. Σαν αποτέλεσμα, δημιουργείται το οδοντινικό ρυπαρό επίχρισμα (smear layer), το οποίο αποφράζει τα στόμια των οδοντοσωληναρίων, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο τη διαπερατότητα της οδοντίνης. Το επίχρισμα αυτό πρέπει να αφαιρείται, αφού συγκεντρώνει τα βακτήρια και τα προϊό-

ντα τους<sup>25</sup>. Η αφαίρεσή του μπορεί να γίνει με τη βοήθεια του laser. Αρκετές μελέτες υποστηρίζουν τη χρήση του Nd:YAG laser με λεπτό άκρο-ίνα σε στενούς ριζικούς σωλήνες<sup>26-30</sup>. Το Nd:YAG laser μπορεί να αφαιρέσει τις εναποθέσεις των ριζικών σωλήνων και το οδοντινικό ρυπαρό επίχρισμα<sup>28-32</sup> και να αυξήσει τη διαπερατότητα της οδοντίνης<sup>33-35</sup>. Ένας άλλος τύπος laser, το Er:YAG laser χρησιμοποιείται in vitro, τόσο για τη διεύρυνση του ριζικού σωλήνα, όσο και για την αφαίρεση του επιχρίσματος και των εναποθέσεων, με θετικά αποτελέσματα<sup>36,37</sup>. Η αποτελεσματικότητά του είναι μεγαλύτερη από αυτήν του Nd:YAG laser και του laser αργού<sup>35</sup>. Μία συσκευή Er:YAG laser, με ένταση εκπομπής 2W, έχει χρησιμοποιηθεί από το Matsumoto για την παρασκευή των ριζικών σωλήνων. Όταν το ακροφύσιο του laser δεν μπορεί να εισαχθεί στο ριζικό σωλήνα, πρέπει να προηγείται η συμβατική χημικομηχανική επεξεργασία και να ακολουθεί η θεραπεία με laser<sup>38</sup>.

Συμπερασματικά, το laser μπορεί να αφαιρέσει το οδοντινικό επίχρισμα και τις εναποθέσεις σε ευθείς ριζικούς σωλήνες. Αντίθετα, η ακτινοβολία με laser των κεκκαμένων ή παράπλευρων ριζικών σωλήνων είναι σχεδόν αδύνατη, εξαιτίας του γεγονότος ότι το laser εκπέμπει πάντα σε ευθεία κατεύθυνση.

#### **Αποστείρωση των ριζικών σωλήνων**

Τα laser εξαιτίας της ενέργειας και του μήκους κύματος με το οποίο εκπέμπουν, έχουν άμεση αντιβακτηριακή δράση. Διάφοροι τύποι laser έχουν χρησιμοποιηθεί για την αποστείρωση των ριζικών σωλήνων, όπως: το Er:YAG laser<sup>39,40</sup> το παλμικό Nd:YAG laser<sup>41,42</sup> το laser CO<sub>2</sub><sup>43</sup> το διοδικό laser<sup>44</sup>. Το παλμικό Nd:YAG laser έχει προταθεί περισσότερο από τα άλλα, εξαιτίας της ευκολίας με την οποία μπορεί να ελεγχθεί τόσο η εκλυόμενη ενέργεια, όσο και το ακροφύσιο του laser. Το ακροφύσιο του συστήματος μπορεί να εισέλθει ακόμα και σε στενούς ριζικούς σωλήνες. Για τη μεγιστοποίηση της αποστείρωσης στο μολυσμένο ριζικό σωλήνα, το Nd:YAG laser ακτινοβολεί το ριζικό σωλήνα με ένταση 2W για 5sec, αφού προηγουμένως έχει γίνει διακλυσμός του ριζικού σω-

λήνα με διάλυμα αμμωνιούχου αργύρου 38%<sup>4</sup> ή εναλλακτικά με διάλυμα 5,25% υποχλωριώδους νατρίου ή 14% EDTA<sup>45</sup>. Οι Rooney και συν.<sup>41</sup> αναφέρουν ποσοστά επιτυχούς αποστείρωσης 80-90%, ενώ άλλοι ερευνητές αναφέρουν ποσοστό αποστείρωσης 60%<sup>4</sup>. Η επιτυχία της αποστείρωσης εξαρτάται από την τεχνική που εφαρμόζεται, τον τύπο συσκευής laser και την κατάσταση των ριζικών σωλήνων. Σε περιπτώσεις κεκκαμένων ή στενών ριζικών σωλήνων η αποστείρωση είναι ανεπιτυχής, ενώ πιθανή είναι και η θερμική βλάβη των περιοδοντικών ιστών. Επιπλέον, ο κίνδυνος εξάπλωσης της βακτηριακής μόλυνσης από το ριζικό σωλήνα στον ασθενή ή τον οδοντίατρο, διαμέσου του καπνού που παράγεται από τη χρήση του laser, είναι υπαρκτός<sup>46,47</sup>. Για το λόγο αυτό, πρέπει να υπάρχει ισχυρή αναρρόφηση<sup>47,48</sup>. Βιβλιογραφικά αναφέρεται ότι μελλοντικά, η αποστείρωση των ριζικών σωλήνων με laser θα συνδυάζεται με την εφαρμογή κάποιων φαρμακευτικών σκευασμάτων<sup>4</sup>.

#### **Προπαρασκευή και διακλυσμός των ριζικών σωλήνων**

Το Nd:YAG laser και το Er:YAG laser μπορούν να αποδώσουν καθαρούς και ίσιους ριζικούς σωλήνες<sup>27,49</sup>. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται για την αποφυγή δημιουργίας σκαλοπατιού στα τοιχώματα του ριζικού σωλήνα και για την αποφυγή διάτρησης του ριζικού σωλήνα. Η χημικομηχανική επεξεργασία των ελαφρά κεκκαμένων και ευρέων ριζικών σωλήνων, μπορεί να γίνει με το συνδυασμό laser και ενός καταιονιστικού διαλύματος. Το παλμικό Nd:YAG laser, το Er:YAG laser ή το Er,Cr:YSGG laser, συνιστώνται με ένταση εκπομπής 2-5W για 2 min, συγχρόνως με τη χρήση διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου 5,25% ή διαλύματος EDTA 14%<sup>4</sup>.

#### **Έμφραξη των ριζικών σωλήνων**

Οι Anic και Matsumoto το 1995 προσπάθησαν να εμφράξουν ριζικούς σωλήνες με κώνους γουταπέρκας που είχαν θερμανθεί από παλμικό Nd:YAG laser<sup>50</sup>. Αποδείχθηκε ότι η εμφραξη ήταν δυνατή, αλλά η τεχνική ήταν χρονοβόρα. Μία νέα μέθοδος εμφραξης του ριζικού σωλή-

να, η οποία χρησιμοποιεί σύνθετη ρητίνη που πολυμερίζεται από laser αργού, είναι ακόμα σε ερευνητικό στάδιο<sup>50</sup>.

### **Ακρορριζεκτομή, ανάστροφη έμφραξη και περιακρορριζική απόξεση**

Όταν τα laser χρησιμοποιηθούν για την ακρορριζεκτομή και την απόξεση των περιακρορριζικών ιστών, επιτυγχάνεται αιμόσταση και αποστείρωση της περιοχής, εξαιτίας της ιδιότητας του laser να εξαχνώνει τον ιστό και να προκαλεί την αιμόσταση των μικρών αιμοφόρων αγγείων<sup>6,51</sup>.

Αρκετές έρευνες έχουν δοκιμάσει τη δράση των laser CO<sub>2</sub><sup>52</sup>, Er:YAG laser<sup>53</sup> και Nd:YAG laser<sup>54</sup>. Μία νέα συσκευή laser, το Er:YSGG laser, έχει αναπτυχθεί και προτείνεται για την ακρορριζεκτομή, την προετοιμασία της επιφάνειας εκτομής και την περιακρορριζική απόξεση.

Παρά το γεγονός ότι η χρήση των laser έχει κάποια αξία, απαιτεί περισσότερο χρόνο από ότι οι συμβατικές μέθοδοι. Οι παράμετροι λειτουργίας των συσκευών laser θα πρέπει να καθορίζονται με βάση το μέγεθος και το μήκος του ακρορριζίου που πρόκειται να αποκοπεί<sup>4</sup>.

### **Έμφραξη του ακρορριζικού τρήματος**

Η ενδοδοντική θεραπεία σημείωσε σημαντικές αλλαγές από τη στιγμή που τα laser μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την έμφραξη του ακρορριζίου. Προκαταρκτικές μελέτες<sup>54</sup> έδειξαν ότι τα μικρά ακρορριζικά τρήματα μπορούν να εμφραχθούν με τη βοήθεια τεμαχισμένων κώνων γουταπέρκας και παλμικού Nd:YAG laser. Η μέθοδος έμφραξης του ακρορριζίου με σύνθετη ρητίνη και laser αργού βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο<sup>4</sup>.

### **Απομάκρυνση πολφικών υπολειμμάτων από το ακρορριζικό τρήμα**

Το παλμικό Nd:YAG laser με ένταση 2W και 20 παλμούς/sec για 1sec έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την απομάκρυνση πολφικών υπολειμμάτων από το ακρορριζικό τρήμα<sup>55</sup>. Η ακτινοβολία της περιοχής του ακρορριζίου πρέπει να είναι διακοπτόμενη και να συνδυάζεται με την εφαρμογή μικρής ποσότητας μαύρου μελανιού, ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος

θερμικής νέκρωσης<sup>35</sup>. Τα αποτελέσματα της ακτινοβολίας του ακρορριζικού τρήματος με laser περιλαμβάνουν αποστείρωση, αφαίρεση των πολφικών υπολειμμάτων, έλεγχο της αιμορραγίας και διέγερση των περιακρορριζικών κυττάρων<sup>4</sup>.

### **Πρόληψη της μικροδιείσδυσης στην ανάστροφη έμφραξη των ριζικών σωλήνων**

Η μικροδιείσδυση μέσω της ανάστροφης έμφραξης των ριζικών σωλήνων είναι μία από τις αιτίες αποτυχίας της ακρορριζεκτομής. Παρά τη βελτίωση των τεχνικών έμφραξης και της ποιότητας των εμφρακτικών υλικών, υπάρχει πάντα η πιθανότητα της μικροδιείσδυσης. Ωστόσο, η χρήση των laser in vitro έδειξε μία μείωση της μικροδιείσδυσης σε περιπτώσεις ακρορριζεκτομών<sup>4</sup>.

Συνιστάται η χρήση του παλμικού Nd:YAG laser και του laser CO<sub>2</sub> με ένταση 1-2W, σε συνδυασμό με διάλυμα αμμωνιούχου αργύρου 38% και κάτω από συνθήκες ψύξης με κρύο αέρα. Η σχηματισμένη κοιλότητα εμφράσσεται με ρητίνη ή με μία συγκολλητική κονία<sup>4</sup>.

### **Αφαίρεση εμφρακτικών υλικών και εργαλείων από τους ριζικούς σωλήνες**

Διάφορες μέθοδοι έχουν εφαρμοσθεί για την αφαίρεση προσωρινών εμφρακτικών υλικών ή σπασμένων εργαλείων από τους ριζικούς σωλήνες, χωρίς όμως να υπάρχει κάποια ιδανική μέθοδος.

Σύμφωνα με πειραματικά αποτελέσματα, προσωρινά εμφρακτικά υλικά από οξειδίο του ψευδαργύρου, ευγενόλη ή γουταπέρκα μπορούν να εξαχνωθούν με τη βοήθεια παλμικού Nd:YAG laser, Er:YAG και Er,Cr:YSGG laser<sup>4</sup>.

Οι σπασμένοι διερυντήρες ή ρίνες μπορούν να αφαιρεθούν μέσα από ελαφρά κεκκαμένους ή ευρείς ριζικούς σωλήνες με παλμικό Nd:YAG και Er:YAG laser<sup>4</sup>. Σε έντονα κεκκαμένους ριζικούς σωλήνες, η εφαρμογή των laser πρέπει να αποφεύγεται, αφού υπάρχει ο κίνδυνος διάτρησης του τοιχώματος του ριζικού σωλήνα.

### **Άλλες εφαρμογές των laser**

Το Nd:YAG laser και το laser CO<sub>2</sub> έχουν δοκιμαστεί για τη θεραπεία καταγμάτων της ρί-

ζας. Παρόλα αυτά, ανεξάρτητα από το είδος του laser, την ενέργεια εκπομπής και τις παραμέτρους λειτουργίας, τα αποτελέσματα δεν είναι ενθαρρυντικά<sup>55</sup>.

Τα laser CO<sub>2</sub> και Nd:YAG έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την αποστείρωση ορισμένων οδοντιατρικών εργαλείων<sup>56-58</sup>. Αποτελεσματική αποστείρωση των εργαλείων επιτυγχάνεται και με το laser αργού με τη χαμηλή ενέργεια του 1W για 2min<sup>56</sup>.

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όταν εξετάζουμε την ακτινοβολία των laser στο ριζικό σωλήνα σε σύγκριση με την παραδοσιακή ενδοδοντική θεραπεία του δοντιού, πρέπει να έχουμε υπόψη τόσο τα πλεονεκτήματα όσο και τα μειονεκτήματά τους.

Τα πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν την αιμόσταση της περιοχής, εξαιτίας της ιδιότητας του laser να εξαχνώνει τον ιστό και να προκαλεί την αιμόσταση των μικρών αιμοφόρων αγγείων και την αποστείρωση της περιοχής, εξαιτίας της ενέργειας και του μήκους κύματος εκπομπής του laser.

Με βάση τα πρόσφατα ερευνητικά στοιχεία, τα αποτελέσματα της χρήσης των laser στην ενδοδοντική θεραπεία είναι ενθαρρυντικά.

Σε μία εργαστηριακή μελέτη που έγινε σε 220 δόντια τα οποία ακτινοβολήθηκαν με Er:YAG laser, αφού προηγουμένως είχαν υποβληθεί σε ενδοδοντική θεραπεία με την κλασική μέθοδο, επιβεβαιώθηκε η αντιβακτηριακή δράση του Er:YAG laser<sup>59</sup>.

Βρέθηκε ότι υπήρχε συσχέτιση της αντιβακτηριακής δράσης του laser με την ενέργεια εκπομπής του. Οι Kesler και συν.<sup>60</sup> χρησιμοποίησαν το Er:YAG laser εργαστηριακά προκειμένου να παρασκευάσουν και να καθαρίσουν το ριζικό σωλήνα, χωρίς να έχει προηγηθεί η προπαρασκευή του με την κλασική μέθοδο. Επιβεβαίωσαν το γεγονός ότι τα λεπτά ακροφύσια του Er:YAG laser μπορούν να παρασκευάσουν και να διευρύνουν πιο γρήγορα και πιο αποτελεσματικά το ριζικό σωλήνα από τις κλασικές μεθόδους. Σε αντίθεση με το παραπάνω συμπέρασμα, κατέληξαν οι Carvalho και

συν.<sup>61</sup>, οι οποίοι υποστήριξαν ότι η ακτινοβολία με Er:YAG laser πρέπει να αποφεύγεται όταν δεν έχει προηγηθεί η προπαρασκευή και η έμφραξη του ριζικού σωλήνα με την κλασική μέθοδο.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στις παραμέτρους εκπομπής, διότι η αλόγιστη χρησιμοποίηση της ακτινοβολίας laser μπορεί να έχει αρνητικά αποτελέσματα. Με τον έλεγχο των παραμέτρων ακτινοβολίας, όπως το μήκος κύματος, η ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας και ο χρόνος ακτινοβολίας, μπορεί να ελεγχθεί με ακρίβεια η συσκευή laser, με καλύτερα αποτελέσματα.

Σε ότι αφορά στα μειονεκτήματα της χρήσης των laser στην ενδοδοντική θεραπεία, αυτά επικεντρώνονται κυρίως στο υψηλό κόστος αγοράς και συντήρησης, καθώς και στον αυξημένο χρόνο θεραπείας.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η χρήση των laser τα τελευταία χρόνια αυξάνει διαρκώς στον οδοντιατρικό χώρο. Υπάρχουν αρκετές βιβλιογραφικές αναφορές που υποστηρίζουν τη χρήση των laser στη θεραπεία του πολφού, λόγω του συνόλου των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν ως χειρουργικά εργαλεία και τον έλεγχο που εξασφαλίζουν στο επεμβατικό επίπεδο.

Οι εφαρμογές των laser στην ενδοδοντία θα αυξηθούν με την ανάπτυξη λεπτών, εύκαμπτων και ανθεκτικών ακροφυσίων των συσκευών.

Σήμερα, η πρόσβαση των κλινικών στις συσκευές laser παραμένει περιορισμένη, εξαιτίας του υψηλού κόστους αλλά και της ελλιπούς γνώσης για τη δράση τους.

Η ιδανική συσκευή laser θα πρέπει να διαθέτει ένα ευρύ φάσμα μήκους κύματος, έτσι ώστε να ανταποκρίνεται ξεχωριστά σε κάθε εφαρμογή με ασφάλεια.

Τα laser μπορούν να δώσουν στον κλινικό την ικανότητα θεραπευτικής παρέμβασης, εφόσον προηγουμένως έχει ολοκληρωθεί η γνώση γύρω από τις παραμέτρους των laser για κάθε σχέδιο θεραπείας.

## SUMMARY

**T. POLITIS, N.AFENTOULIDOU**

### **THE USE OF LASERS IN ENDODONTICS**

STOMATOLOGIA 2004,61(2): 54-63

Since the development of the ruby laser by Maiman in 1960 and the application of the laser for endodontics by Weichman in 1971, a variety of articles on potential applications for lasers in endodontics have been published. Recently, with the introduction of laser devices in dentistry, their use in the endodontics seems to provide many benefits, overcoming many of the past limitations. The advantage of laser is the precise control of its action and the capacity of cutting tissues atraumatically, sterilizing and coagulating the wound surface. The purpose of this paper is to summarize laser applications in endodontics, including their use in pulp diagnosis, dentinal hypersensitivity, pulp capping and pulpotomy, sterilization and drying of root canals, root canal shaping and obturation and apicectomy. The essential question is whether a laser can provide equal or improved treatment over conventional endodontic care. Secondary issues include prolonged treatment duration and high cost / benefit ratio. The article reviews the role of lasers in endodontics since early 1970s and surmises what the future may hold for lasers in endodontics. With the potential availability of many new laser wavelengths and modes much interest is developing in this promising field.

**KEY WORDS:** Laser, Root canal treatment, Pulp.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. STERN RH, SOGNAES RF. Laser beam effect on dental hard tissues. *J Dent Res* 1964,43: 873
2. WEICHMAN JA, JOHNSON FM. Laser use in endodontics. A preliminary investigation. *Oral Surg* 1971,31: 416-420
3. WATCHMAN JA, JOHNSON FM, NITTA ELK. Laser use in endodontics. Part II. *Oral Surg* 1972,34: 828-830
4. MATSUMOTO K. Lasers in Endodontics. *Dent Clin North Am* 2000,44(4): 889-906
5. SCHUURS AHB, WESSELINK PR, EIJKMAN MAJ, DUIVE Van VOORDEN HJ. Dentists views on cervical hypersensitivity and their knowledge of its treatment. *Endodont* 1995,11: 240-244
6. KIMURA Y, WILDER-SMITH P, MATSUMOTO K. Lasers in endodontics: a review. *Int Endodont J* 2000,33: 173-185
7. SENDA A, GOMI A, TANI T. A clinical study on soft Laser 632. A He-Ne low energy medical Laser. *Aichi-Gakuin J Dent Sci* 1985,23: 773-780
8. MATSUMOTO K, NAKAMURA G, TOMONARI H. Study on the treatment of hypersensitive dentine by He-Ne laser irradiation. *Japan J Conserv Dent* 1986,29: 312-317
9. GOMI A, KAMIYA K, YAMASHITA H. A clinical study on soft Laser 632. A He-Ne low energy medical Laser. *Aichi-Gakuin J Dent Sci* 1986,24: 390-399
10. WILDER-SMITH P. The soft laser: therapeutic tool or popular placebo? *Oral Surg* 1988,66: 654-658
11. MATSUMOTO K, FUNAI H, SHIRASUKA T, WAKABATASHI H. Effects of Nd:YAG laser in treatment of cervical hypersensitive dentine. *Japan J Conserv Dent* 1985,28: 760-765
12. RENTON-HARPER P, MIDDIA M. Nd:YAG laser treatment of dentinal hypersensitivity. *Br Dent J* 1992,172: 13-16
13. GELSKEY SC, WHITE JM, PRUTHI VK. The effectiveness of Nd:YAG laser in the treatment of dental hypersensitivity. *J Canad Dent Assoc* 1993,59: 377-386
14. LAN WH, LIU HC. Treatment of dentin hypersensitivity by Nd:YAG laser. *J Clin Laser Med Surg* 1996,14: 89-92
15. MORITZ A, GUTKNECHT N, SCHOOP U. The advantage of CO<sub>2</sub> treated dental necks, in comparison with a standard method: results of an in vivo study. *J Clin Laser Med Surg* 1996,14: 27-32
16. ZHANG C, MATSUMOTO K, KIMURA Y, HARASHIMA T, TAKEDA FH, ZHOU H. Effects of CO<sub>2</sub> laser in treatment of cervical dentinal hypersensitivity. *J Endodont* 1998,24: 352-355
17. ROCHKIND S, NISSAN M, BARR-NEA L, RAZON N, SCHWARTZ M, BARTAL A. Response of peripheral nerve to He-Ne laser: experimental studies. *Lasers Surg Med* 1987,7: 441-443



18. JARVIS D, MACLVER MB, TANELIAN DL. Electrophysiologic recording and thermodynamic modeling demonstrate that He-Ne laser irradiation does not affect peripheral A or C fiber nociceptors. *Pain* 1990,43: 235-242
19. WAKABAYASHI H, HAMB A, MATSUMOTO K, TACHIBANA H. Effect of irradiation by semiconductor laser on responses evoked in trigeminal caudal neurons by tooth pulp stimulation. *Lasers Surg Med* 1993,13: 605-610
20. FUNATO A, NKAMURA Y, MATSUMOTO K. Effects of Nd:YAG laser irradiation on microcirculation. *J Clin Laser Med Surg* 1991,9: 467-474
21. WHITTERS CJ, HALL A, CREANOR SL. A clinical study of pulsed Nd:YAG laser induced pulpal analgesia. *J Dent* 1995,23: 145-150
22. BONIN P, BOIVIN R, POULARD J. Dentinal permeability of the dog canine after exposure of a cervical cavity to the beam of CO<sub>2</sub> laser. *J Endodont* 1991,17: 116-118
23. MELCER J, CHAUMETTE MT, MELCER F. Preliminary reports on the effects of the CO<sub>2</sub> laser beam on the dental pulp of the Macaca Mulatta primate and the beagle dog. *J Endodont* 1985,11: 1-5
24. MORITZ A, SCHOOP U, GOHARKHAY K. The CO<sub>2</sub> laser as an aid in direct pulp capping. *J Endodont* 1998,24: 248-251
25. FOGEL HM, PASHLEY DH. Dentin permeability: effects of endodontics procedure on root slabs. *J Endodont* 1990,16: 442-445
26. LOPES MCS, MATSUMOTO K, WATANABE NS, BNUGNERA A. A comparative study of CO<sub>2</sub> and Nd:YAG laser on dentin layer of human root canals of permanent teeth utilizing scanning electron microscopy. *J Japan Endodont Assoc* 1995,16: 1-5
27. LEVY G. Cleaning and shaping the root canal with a Nd:YAG laser beam: a comparative study. *J Endodont* 1992,18: 123-127
28. BAHCALL JK, MISERENDINO L, WALIA H, BELARDI DW. Scanning electron microscopic comparison of canal preparation with a Nd:YAG laser and hard instrumentation: a preliminary study. *Gen Dent* 1993,41: 45-47
29. GOODIS HE, WHITE JM, MARSHALL GW. Scanning electron microscopic examination of intracanal wall dentin: hard versus laser treatment. *Scan Microsc* 1993,7: 979-987
30. MARQUES JLL, EDUARDO CP, MATSUMOTO K. A study on morphological changes of the root canal walls lased by pulsed Nd:YAG laser. *J Japan Endodont Assoc* 1995,16: 64-69
31. KOKA K. Pulsed Nd:YAG laser application to one-visit treatment of infected root canals. Histopathological and clinical examinations. *J Japan Endodont Assoc* 1995,16: 20-37
32. HARASHIMA T, TAKEDA FH, KIMURA Y, MATSUMOTO K. Effect of Nd:YAG laser irradiation for removal of intracanal debris and smear layer in extracted human teeth. *J Clin Laser Med Surg* 1997,15: 131-135
33. KOKA K, KIMURA Y, MATSUMOTO K. Pulsed Nd:YAG laser application to one-visit treatment of infected root canals in dogs: a histopathological study. *J Clin Laser Med Surg* 1998,16: 217-221
34. KOKA K, KIMURA Y, MATSUMOTO K, TAKEUCHI T, IKARUGI T, SHIMIZU T. A histopathological study of the effects of pulsed Nd:YAG laser irradiation on infected root canals in dogs. *J Endodont* 1999,25: 151-154
35. ANIC I, TACHIBANA H, MATSUMOTO K, QI P. Permeability, morphologic and temperature changes of canal dentine walls induced by Nd:YAG, CO<sub>2</sub> and argon lasers. *Int Endodont J* 1996,29: 13-22
36. MISERENDINO LJ, LEVY GC, RIZOIU IM. Effects of Nd:YAG laser on the permeability of root canal wall dentin. *J Endodont* 1995,21: 83-87
37. KESLER G, GAL R, KESLER A, KOREN R. Histological and scanning electron microscope examination of root canal after preparation with Er:YAG laser microprobe: a preliminary in vitro study. *J Clin Laser Med Surg* 2002,20: 269-277
38. MATSUOKA E, KIMURAY, MATSUMOTO K. Studies on the removal of debris near the apical seats by Er:YAG laser and assessment with a fiber scope. *J Clin Laser Med Surg* 1998,16: 255-261
39. TAKEDA FH, HARASHIMA T, KIMURA Y, MATSUMOTO K. Efficacy of Er:YAG laser irradiation in removing debris and smear layer on root canal walls. *J Endodont* 1998,24: 548-551
40. TAKEDA FH, HARASHIMA T, KIMURA Y, MATSUMOTO K. A comparative study of the removal of smear layer by three endodontics irrigants and two types of laser. *Int Endodont J* 1999,32: 32-39

41. ROONEY J, MIDDHA M, LEEMING J. A laboratory investigation of the bactericidal effect of a Nd:YAG laser. *Br Dent J* 1997,176: 61-64
42. FEGAN SE, STEIMAN HR. Comparative evaluation of the antibacterial effects of intracanal Nd:YAG laser irradiation: an in vitro study. *J Endodont* 1995,21: 415-417
43. ZAKARIASEN KL, DEDERICH DN, TULIP J, DECOSTE S, JENSEN SE, PICKARD MA. Bactericidal action of carbon dioxide laser radiation in experimental dental root canals. *Canad J Microbiol* 1986,32: 942-946
44. MORITZ A, GUTKNECHT N, GOHARKHAY K, SCHOOP U, WERNISCH J, SPERR W. In vitro irradiation of infected root canals with a diode laser: results of microbiologic, infrared spectrometric and stain penetration examinations. *Quint Int* 1997,28: 205-209
45. GOMI K, KOBAYASHI S, NAKANO M. The effects of Er and Nd:YAG laser on disinfection for infected root canals. *Japan J Conserv Dent* 1997,40 800-806
46. ZHANG C, KIMURA Y, MATSUMOTO K. Effects of pulsed Nd:YAG laser irradiation on root canal wall dentin with different laser initiators. *J Endodont* 1998,24 352-355
47. HARDEE MW, MISERENDINO LJ, KOS W, WALIA H. Evaluation of the antibacterial effects of intracanal Nd:YAG laser irradiation. *J Endodont* 1994,20 377-380
48. MCKINLEY IB, LUDLOW MO. Hazards of laser smoke during endodontics therapy. *J Endodont* 1994,20: 558-559
49. MAZEKI K, KOJY R, SAITO K, FUNATO A, MATSUMOTO K. Morphological study on preparation of root canal orifices by Er:YAG laser. *J Japan Endodont Assoc* 1998,19: 5-9
50. ANIC I, MATSUMOTO K. Comparison of the sealing ability of laser-softened, laterally condensed and low-temperature thermo-plasticized gutta-percha. *J Endodont* 1995,21 464-469
51. ANIC I, SHIRASUKA T, MATSUMOTO K. Scanning electron microscopic evaluation of two compaction techniques using a composite resin as a root canal filling material. *J Endodont* 1995,21: 594-598
52. FRIEDMAN S, ROTSTEIN I, MAHAMID A. In vivo efficacy of various retrofills and of CO<sub>2</sub> laser in apical surgery. *Endodont* 1991,7: 19-25
53. KOMORI T, YOKOYAMA K, TAKATO T. Clinical application of erbium:YAG laser for apicectomy. *J Endodont* 1997,23: 748-750
54. STABHOLTZ A, KHAYAT A, WEEKS DA. Scanning electron microscopic study of the apical dentine surfaces lased with Nd:YAG laser following apicectomy and retrofill. *Int Endodont J* 1992,25 288-291
55. KOKA K, KIMURA Y, MATSUMOTO K. A histopathological study of the morphological changes at the apical seat and in the periapical region after irradiation with a pulsed Nd:YAG laser. *Int Endodont J* 1998;31: 415-420
56. ARAKAWA S, COBB CM, RAPLEY JW, KILLOYWJ, SPENCER P. Treatment of root fracture by CO<sub>2</sub> and Nd:YAG lasers: an in vitro study. *J Endodont* 1996,22: 662-667
57. POWELL GL, WHISENANT BK. Comparison of three lasers for dental instrument sterilization. *Lasers Surg Med* 1991,11: 69-71
58. HOOKS TW, ADRIAN JC, GROSS A, BERNIER WE. Use of the carbon dioxide laser in sterilization of endodontic reamers. *Oral Surg* 1980,49: 263-265
59. SCHOOP U, MORITZ A, KLUGER W, PATRUTA S, GOHARKHAY K. The Er:YAG laser in endodontics: results of an in vitro study. *Lasers Surg Med* 2002,30: 360-364
60. KESLER G, GAL R, KESLER A, KOREN R. Histological and scanning electron microscope examination of root canal after preparation with Er:YAG laser microprobe: a preliminary study. *J Clin Laser Med Surg* 2002,20: 269-277
61. CARVALHO CA, VALERA MC, GOWN-SOARES S, De PAULA EDUARDO C. Effects of Nd:YAG and Er:YAG lasers on the sealing of root canal fillings. *J Clin Laser Med Surg* 2002,20: 215-219

**ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ:**

Θεόδωρος Πολίτης

Γρ. Αυξεντίου 36, Ιλίσια

157 71 ΑΘΗΝΑ

# ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΜΕ ΔΥΣΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΣΤΟΜΑΤΟΓΝΑΘΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Ι. ΜΑΛΑΓΑΡΗΣ\*, Β. ΔΡΟΥΚΑΣ\*\*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Η** δυσλειτουργία του στοματογναθικού συστήματος αποτελεί μία συνηθισμένη παθολογική κατάσταση. Το βασικότερο ίσως σύμπτωμα των δυσλειτουργιών είναι ο πόνος στην περιοχή των κραταφογναθικών διαρθρώσεων και των μυών που εμπλέκονται κατά τη λειτουργία του στοματογναθικού συστήματος και η κεφαλαλγία τύπου τάσεως. Ο πόνος συνήθως είναι το σύμπτωμα που αναγκάζει τους συγκεκριμένους ασθενείς να αναζητήσουν θεραπεία. Σκοπός της παρούσας κλινικής έρευνας ήταν η διερεύνηση της μεταθεραπευτικής πορείας ασθενών με δυσλειτουργία του στοματογναθικού συστήματος, οι οποίοι νοσηλεύτηκαν στην Κλινική της Φυσιολογίας του Στοματογναθικού Συστήματος της Οδοντιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών. Το υλικό απετέλεσαν 94 ασθενείς, οι οποίοι νοσηλεύτηκαν κατά τα ακαδημαϊκά έτη 1985-1990. Οι στόχοι της έρευνας ήταν η διερεύνηση της σχέσης συμπτωμάτων - κλινικών σημείων με το φύλο και την ηλικία των ασθενών, καθώς και με τον τρόπο χρήσης του νάρθηκα. Ο νάρθηκας που χρησιμοποιήθηκε για τη θεραπεία των ασθενών ήταν ο νάρθηκας σταθεροποίησης. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν το μεγάλο ποσοστό επιτυχούς θεραπείας που έχει η χρησιμοποίηση του νάρθηκα σταθεροποίησης στην αντιμετώπιση των δυσλειτουργιών του στοματογναθικού συστήματος.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η δυσλειτουργία του στοματογναθικού συστήματος αποτελεί μία συνηθισμένη παθολογική κατάσταση.

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αποδεικνύει ότι η συγκεκριμένη κατάσταση έχει διερευνηθεί σε βάθος από την εποχή του Costen μέχρι και σήμερα.

Από την Οδοντιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Αθηνών, Τομέας Προσθετολογίας, Κλινική Φυσιολογία Στοματογναθικού Συστήματος και Σύγκλεισης.

Μέρος της εργασίας ανακοινώθηκε στο 22ο Πανελλήνιο Οδοντιατρικό Συνέδριο της Ελληνικής Οδοντιατρικής Ομοσπονδίας - Κως, 24-27 Οκτωβρίου 2002.

\* Διδάκτωρ Πανεπιστημίου Αθηνών, Επιστημονικός Συνεργάτης Κλινικής Φυσιολογίας Στοματογναθικού Συστήματος και Σύγκλεισης.

\*\* Αναπληρωτής Καθηγητής Φυσιολογίας Στοματογναθικού Συστήματος και Σύγκλεισης.

**ΟΡΟΙ ΕΥΡΕΤΗΡΙΑΣΜΟΥ:** Δυσλειτουργία στοματογναθικού συστήματος, Θεραπεία.

Κλινικές έρευνες και επιδημιολογικές μελέτες δείχνουν ότι ποσοστά πάνω από 60% των εξετασθέντων ατόμων εμφανίζουν προβλήματα δυσλειτουργίας του στοματογναθικού συστήματος, όπως πόνος από τις κραταφογναθικές διαρθρώσεις και τους μύες, ήχους, μειωμένη κινητικότητα της κραταφογναθικής διάρθρωσης και κεφαλαλγία, αν και η ανάγκη για θεραπεία αυτών των ατόμων, σε ποσοστά, είναι σε πολύ χαμηλότερα επίπεδα<sup>1</sup>.

Το βασικότερο ίσως σύμπτωμα των δυσλειτουργιών είναι ο πόνος στην περιοχή των κραταφογναθικών διαρθρώσεων και των μυών που εμπλέκονται κατά τη λειτουργία του στοματογναθικού συστήματος και η κεφαλαλγία τύπου τάσεως. Ο πόνος συνήθως είναι το σύμπτωμα που αναγκάζει τους συγκεκριμένους ασθενείς να αναζητήσουν θεραπεία.

Στην οδοντιατρική βιβλιογραφία ένας αριθμός ερευνών απέδειξε ότι η θεραπεία των δυσλειτουργιών του στοματογναθικού συστήμα-

τος έχει θετική επίδραση στα σημεία και συμπτώματα που τις χαρακτηρίζουν<sup>2-4</sup>.

Η γνώση λοιπόν που υπάρχει σήμερα, εν μέρει εμπειρική και εν μέρει επιστημονική, είναι ότι ο στοματοπροσωπικός πόνος αποτελεί τελικά σύνηθες υποκειμενικό σύμπτωμα σε ασθενείς με δυσλειτουργία του στοματογναθικού συστήματος και ότι η θεραπεία με ενδοστοματικό νάρθηκα έχει θετικό αποτέλεσμα σε πολλές περιπτώσεις.

Ερευνητικές εργασίες με μακροχρόνιες επανεξετάσεις ασθενών, στους οποίους εφαρμόστηκε θεραπεία με συντηρητικές μεθόδους (νάρθηκας, κινησιοθεραπεία) και διαπιστώθηκε βελτίωση των συμπτωμάτων, είναι λίγες, όπως αυτές των Mejersjo και Carlsson και των Wedel και Carlsson<sup>5-8</sup>.

Σκοπός της παρούσας κλινικής έρευνας ήταν η διερεύνηση της μεταθεραπευτικής πορείας ασθενών με δυσλειτουργία του στοματογναθικού συστήματος, οι οποίοι νοσηλεύτηκαν στην Κλινική της Φυσιολογίας του Στοματογναθικού Συστήματος της Οδοντιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Ειδικότερα, οι στόχοι της έρευνας ήταν:

1. Η διερεύνηση της σχέσης των υποκειμενικών συμπτωμάτων και των κλινικών σημείων δυσλειτουργίας πριν και μετά την ολοκλήρωση της θεραπείας.
2. Η διερεύνηση των υποκειμενικών συμπτωμάτων και κλινικών ευρημάτων των ασθενών μετά τη θεραπεία τους, σε σχέση με τον τρόπο χρήσης του νάρθηκα κατά τη διάρκεια της θεραπείας τους.
3. Ο συσχετισμός φύλου και ηλικίας με τα υποκειμενικά και κλινικά ευρήματα.

## ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

Το υλικό αποτέλεσαν 94 ασθενείς, 15 άνδρες και 79 γυναίκες (16% άνδρες - 84% γυναίκες, αναλογία 1:5), οι οποίοι νοσηλεύτηκαν στην Κλινική της Φυσιολογίας του Στοματογναθικού Συστήματος της Οδοντιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών, κατά τα ακαδημαϊκά έτη 1985 έως 1990.

Από τους ασθενείς αυτούς, 61 είχαν παραπεμφθεί από τη Διαγνωστική Κλινική της

Οδοντιατρικής Σχολής, 19 από ιδιώτες οδοντιάτρους, 9 από Νοσοκομεία και 5 από το ΙΚΑ.

Η ηλικία των 94 ασθενών ομαδοποιήθηκε σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη περιελάμβανε ηλικίες έως και 35 χρόνων και η δεύτερη τις μεγαλύτερες των 35 χρόνων. Η κάθε κατηγορία περιελάμβανε 47 ασθενείς.

Τα κριτήρια επιλογής των ασθενών ήταν τα ακόλουθα:

1. Απουσία συστηματικών παθήσεων (ρευματοειδής αρθρίτις, εκφυλιστικές αρθροπάθειες κλπ).
2. Λήψη αναλγητικών, μυοχαλαρωτικών και ηρεμιστικών φαρμάκων. Σε περίπτωση λήψης παρόμοιων φαρμάκων, ο ασθενής απεκλείετο από την έρευνα.
3. Γενική κατάσταση υγείας καλή, συμπεριλαμβανομένης και της ψυχικής υγείας. Η αξιολόγηση της συγκεκριμένης παραμέτρου (ψυχική υγεία) έγινε με τη συμπλήρωση της κλίμακας άγχους-κατάθλιψης του Hamilton, σε συνεργασία με την Ψυχιατρική Κλινική του Ν.Ι.Μ.Τ.Σ.

Η εξέταση των ασθενών έλαβε χώρα στην Κλινική της Φυσιολογίας του Στοματογναθικού Συστήματος και Σύγκλεισης της Οδοντιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Αρχικά έγινε από τους ασθενείς η συμπλήρωση, στο ειδικό έντυπο της Κλινικής, του αναμνηστικού δείκτη δυσλειτουργίας (Ai) του Helkimo.

Μετά τη συμπλήρωση του αναμνηστικού ιστορικού ακολουθούσε η κλινική εξέταση, σύμφωνα με τη μέθοδο που εφαρμόζεται στην Κλινική της Φυσιολογίας του Στοματογναθικού Συστήματος.

Τα ευρήματα που προέκυψαν από την κλινική εξέταση χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του κλινικού δείκτη δυσλειτουργίας του Helkimo<sup>9</sup>.

Ο δείκτης συγκεντρώνει τις ακόλουθες παραμέτρους: Α: ικανότητα κινήσεως της κροταφογναθικής διάρθρωσης, Β: λειτουργικότητα της κροταφογναθικής διάρθρωσης, Γ: πόνος στην κροταφογναθική διάρθρωση, Δ: μυϊκός πόνος και Ε: πόνος κατά τις κινήσεις της κροταφογναθικής διάρθρωσης.

Με βάση τα αποτελέσματα της κλινικής εξέτασης συμπληρώθηκε η ανάλογη θέση του πίνακα του δείκτη Helkimo, για να εξαχθεί ο δείκτης για κάθε παράμετρο. Ο τελικός δείκτης δυσλειτουργίας Di (0,1,5), υπολογίζεται ως το άθροισμα των επιμέρους δεικτών όλων των παραμέτρων (A + B + Γ + Δ + E).

Οι ασθενείς ταξινομήθηκαν σε τέσσερις κατηγορίες, σύμφωνα με τον κλινικό δείκτη δυσλειτουργίας που παρουσίαζαν: άθροισμα 0 = δείκτης Di0 = ομαλή λειτουργία, άθροισμα 1-4 = δείκτης DiI = ελαφρά δυσλειτουργία, άθροισμα 5-9 = δείκτης DiII = μέτρια δυσλειτουργία, άθροισμα 10-25 = δείκτης DiIII = σοβαρή δυσλειτουργία.

Μετά την αρχική κλινική εξέταση, η οποία περιελάμβανε τη συμπλήρωση του ιστορικού και την ταξινόμηση του ασθενούς σε κατηγορία αναλόγως της βαρύτητας της δυσλειτουργίας, ακολουθούσε η θεραπευτική διαδικασία, που περιελάμβανε την κατασκευή ενδοστοματικού νάρθηκα.

Σε κάθε επανεξέταση των ασθενών επαναλαμβανόταν η κλινική εξέταση που περιγράφηκε προηγουμένως. Τελική επανεξέταση έγινε σε όλους τους ασθενείς, ένα χρόνο τουλάχιστον μετά την ολοκλήρωση της θεραπείας τους. Στην εργασία αυτή αξιολογήθηκαν μόνο τα αποτελέσματα της τελικής επανεξέτασης και συγκρίθηκαν με αυτά της αρχικής εξέτασης.

Οι μεταβλητές που διερευνήθηκαν αφορούσαν στην εικόνα που είχαν οι ασθενείς για το πρόβλημά τους (σύμπτωμα), που χαρακτηρίζεται με Ai (αναμνηστικός δείκτης), και τα στοιχεία που συλλέχτηκαν κατά την κλινική εξέταση (κλινική εικόνα) και χαρακτηρίζονται με Di (κλινικός δείκτης). Τα χαρακτηριστικά Ai, Di είναι ποιοτικές μεταβλητές και διερευνήθηκαν στατιστικά με τη στατιστική μέθοδο  $\chi^2$ .

Ο τύπος του νάρθηκα που χρησιμοποιήθηκε για τη θεραπεία των ασθενών ήταν ο νάρθηκας σταθεροποίησης ή νάρθηκας ολικής επικάλυψης. Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε αυτό το είδος του νάρθηκα είναι, ότι είναι ο καλύτερα τεκμηριωμένος στην οδοντιατρική βιβλιογραφία από την άποψη της ελάττωσης ή και της εξαφάνισης του πόνου σε ποσοστό 70-90% των ασθενών με δυσλειτουργία του στο-

ματογενναθικού συστήματος<sup>10</sup>. Επίσης, ο κίνδυνος επιπλοκών, όπως η αλλαγή της συγκλεισιακής κατάστασης των δοντιών, η επιδείνωση των συμπτωμάτων από τους μύες του στοματογενναθικού συστήματος ή τις κροταφογενναθικές διαρθρώσεις, δεν υφίσταται, με την προϋπόθεση βέβαια της σωστής κατασκευής και ρύθμισης του ενδοστοματικού νάρθηκα σταθεροποίησης.

Ο νάρθηκας σταθεροποίησης που χρησιμοποιήθηκε για τη θεραπεία της δυσλειτουργίας συνδυάστηκε στατιστικά ως προς τον τρόπο χρήσης που ακολούθησαν οι ασθενείς κατά τη διάρκεια της θεραπείας. Όπως είναι γνωστό, η συνηθισμένη οδηγία χρήσης του νάρθηκα από τους ασθενείς είναι τη νύκτα, κατά τη διάρκεια του ύπνου. Ανάλογα με την εξέλιξη της θεραπείας συνιστάται στους ασθενείς, αν το θεωρούν αναγκαίο και έχουν βελτίωση των συμπτωμάτων, να χρησιμοποιούν το νάρθηκα περισσότερες ώρες ημερησίως.

### Στατιστική μεθοδολογία

Η σύγκριση μεταξύ των ασθενών κατά την αρχική εξέταση και την επανεξέτασή τους με βάση τους δείκτες του Helkimo Ai, Di, έγινε με τη δοκιμασία  $\chi^2$  (Yates: 1 βαθμός ελευθερίας)<sup>11</sup>.

Η σύγκριση των μέσων τιμών του κλινικού δείκτη δυσλειτουργίας με τη μορφή βαθμών και του αριθμού των ευαίσθητων μυών που βρέθηκαν κατά την αρχική εξέταση των ασθενών και κατά την επανεξέτασή τους, ως προς την ηλικία, την κεφαλαλγία, και τον τρόπο χρήσης του νάρθηκα κατά τη διάρκεια της θεραπείας των ασθενών, έγινε με τη δοκιμασία t-test. Επίσης, η στατιστική δοκιμασία t-test χρησιμοποιήθηκε για τη στατιστική διερεύνηση της διαφοράς των τιμών των βαθμών Di και του αριθμού των ευαίσθητων μυών των ασθενών, που βρέθηκαν τόσο κατά την αρχική εξέταση, όσο και κατά την επανεξέτασή τους.

Η στατιστική διερεύνηση του Di (κλινική εικόνα) έγινε και με τη μορφή αθροίσματος βαθμών (score). Συγκεκριμένα, διερευνήθηκε η διαφορά του αθροίσματος των βαθμών που σημειώθηκε για κάθε ασθενή πριν τη θεραπεία και κατά την επανεξέταση. Θετική διαφορά σήμαινε βελτίωση του ασθενούς, εφόσον βα-

ρύτερη κλινική κατάσταση σημειώνεται με μεγαλύτερο άθροισμα βαθμών.

Κατά τον ίδιο τρόπο έγινε διερεύνηση και της διαφοράς του αριθμού των μυών που μετέχουν στη λειτουργία του στοματογναθικού συστήματος και βρέθηκαν να είναι ευαίσθητοι κατά την κλινική εξέταση. Ο αριθμός των ευαίσθητων μυών διερευνήθηκε στατιστικά και με την κεφαλαλγία τύπου τάσεως που εμφανίζεται ως σύμπτωμα σε ασθενείς με δυσλειτουργία του στοματογναθικού συστήματος.

Το επίπεδο της στατιστικής σημαντικότητας που χρησιμοποιήθηκε ήταν  $p < 0,05$ , κατά τα διεθνώς παραδεκτά.

Η στατιστική ανάλυση έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS v.8.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### **Συσχέτιση του φύλου των ασθενών με τον αναμνηστικό και τον κλινικό δείκτη δυσλειτουργίας, την κεφαλαλγία και τον τρόπο χρήσης του νάρθηκα**

Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση του φύλου των ασθενών με την κεφαλαλγία, τόσο κατά την αρχική εξέταση, όσο και κατά την επανεξέταση. Τα υπόλοιπα στοιχεία δεν βρέθηκε να συσχετίζονται στατιστικώς σημαντικά (Πίν. 1).

### **Συσχέτιση της ηλικίας των ασθενών με τον αναμνηστικό και τον κλινικό δείκτη δυσλειτουργίας, την κεφαλαλγία και τον τρόπο χρήσης του νάρθηκα**

Διαπιστώθηκε η ύπαρξη στατιστικά σημαντικής εξάρτησης της κεφαλαλγίας από την ηλικία των ασθενών, τόσο κατά την αρχική εξέταση, όσο και κατά την επανεξέτασή τους. Επίσης, βρέθηκε στατιστικά πολύ σημαντική εξάρτηση του τρόπου χρήσης του νάρθηκα από την ηλικία (Πίν. 2).

### **Συσχέτιση του αναμνηστικού δείκτη δυσλειτουργίας Αι με τον αναμνηστικό δείκτη δυσλειτουργίας Αι κατά την επανεξέταση και τον κλινικό δείκτη δυσλειτουργίας Di κατά την αρχική εξέταση και την επανεξέταση**

Στατιστικά πολύ σημαντική εξάρτηση διαπιστώθηκε για τον κλινικό δείκτη δυσλειτουργίας

**Πίνακας 1.** Συσχέτιση του φύλου των ασθενών με τον αναμνηστικό και τον κλινικό δείκτη δυσλειτουργίας, την κεφαλαλγία και τον τρόπο χρήσης του νάρθηκα

Μεταβλητές	$\chi^2$	BE	p
Αι αρχικό	1,536	1	0,231
Αι τελικό	3,947	2	0,139
Di αρχικό	0,537	1	0,464
Di τελικό	6,534	3	0,088
Κεφαλαλγία πριν	7,803	1	0,005
Κεφαλαλγία μετά	7,803	1	0,005
Τρόπος χρήσης νάρθηκα	0,237	1	0,626

**Πίνακας 2.** Συσχέτιση της ηλικίας των ασθενών με τον αναμνηστικό και τον κλινικό δείκτη δυσλειτουργίας, την κεφαλαλγία και τον τρόπο χρήσης του νάρθηκα

Μεταβλητές	$\chi^2$	BE	p
Αι αρχικό	1,389	1	0,239
Αι τελικό	0,707	2	0,702
Di αρχικό	0,000	1	1,000
Di τελικό	4,984	3	0,173
Κεφαλαλγία πριν	3,782	1	0,052
Κεφαλαλγία μετά	3,782	1	0,052
Τρόπος χρήσης νάρθηκα	9,644	1	0,002

**Πίνακας 3.** Συσχέτιση του αναμνηστικού δείκτη δυσλειτουργίας Αι με τον αναμνηστικό δείκτη δυσλειτουργίας Αι κατά την επανεξέταση και τον κλινικό δείκτη δυσλειτουργίας Di (αρχική εξέταση - επανεξέταση)

Μεταβλητές	$\chi^2$	BE	p
Αι αρχικό			
Αι τελικό	1,731	2	0,421
Di αρχικό	2,215	1	0,137
Αι τελικό			
Di τελικό	24,860	6	0,000

που σημειώθηκε κατά την επανεξέταση των ασθενών (Di τελικό), από τον αναμνηστικό δείκτη δυσλειτουργίας, που σημειώθηκε επίσης κατά την επανεξέτασή τους (Αι τελικό) (Πίν. 3).

<b>Πίνακας 4.</b> Συσχέτιση της κεφαλαλγίας με τον αναμνηστικό δείκτη δυσλειτουργίας (Ai) και τον κλινικό δείκτη δυσλειτουργίας (Di)			
Μεταβλητές	$\chi^2$	BE	p
Κεφαλαλγία πριν τη θεραπεία:			
Ai αρχικό	1,612	1	0,204
Di αρχικό	0,047	1	0,828
Κεφαλαλγία μετά τη θεραπεία:			
Ai τελικό	0,547	2	0,761
Di τελικό	1,144	3	0,766

**Συσχέτιση της κεφαλαλγίας με τον αναμνηστικό δείκτη δυσλειτουργίας (Ai), τον κλινικό δείκτη δυσλειτουργίας (Di) και τον αριθμό των ευαίσθητων μυών κατά την ψηλάφηση**

Δεν διαπιστώθηκε εξάρτηση του αναμνηστικού ή του κλινικού δείκτη δυσλειτουργίας από την εμφάνιση κεφαλαλγίας, τόσο κατά την αρχική εξέταση, όσο και κατά την επανεξέταση των ασθενών (Πίν. 4).

Επίσης βρέθηκε στατιστικά πολύ σημαντική διαφορά των μέσων τιμών του αριθμού των ευαίσθητων μυών, σε σχέση με την ύπαρξη ή όχι κεφαλαλγίας κατά την αρχική εξέταση (Πίν. 5). Κατά την επανεξέταση δεν διαπιστώθηκε ανάλογη στατιστική διαφορά (Πίν. 6).

**Συσχέτιση του τρόπου χρήσης του νάρθηκα σταθεροποίησης με τον αναμνηστικό δείκτη δυσλειτουργίας (Ai) και τον κλινικό δείκτη δυσλειτουργίας (Di)**

Στατιστικά σημαντική εξάρτηση του τρόπου χρήσης του νάρθηκα, σημειώθηκε μόνο

<b>Πίνακας 5.</b> Συσχέτιση κεφαλαλγίας και αριθμού ευαίσθητων μυών κατά την ψηλάφηση, κατά την αρχική εξέταση					
Αριθμός ευαίσθητων μυών	Υπαρξη κεφαλαλγίας πριν τη θεραπεία	Ασθενείς	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα
Όχι	33	8,70	4,50	0,78	
t-test 2,694 BE 92 p 0,008					

από τον κλινικό δείκτη δυσλειτουργίας και όχι από τον αναμνηστικό (Πίν. 7).

**Συσχέτιση του κλινικού δείκτη δυσλειτουργίας Di (διαφορά βαθμών) που σημειώθηκε κατά την αρχική εξέταση και κατά την επανεξέταση των ασθενών**

Σημειώθηκε στατιστικά πολύ σημαντική διαφορά των μέσων τιμών του κλινικού δείκτη δυσλειτουργίας, μεταξύ της αρχικής εξέτασης και της επανεξέτασης των ασθενών (Πίν. 8).

**Συσχέτιση του αριθμού των ευαίσθητων μυών του στοματογναθικού συστήματος που σημειώθηκε κατά την αρχική εξέταση και κατά την επανεξέταση των ασθενών**

Επίσης, στατιστικά πολύ σημαντική διαφορά σημειώθηκε μεταξύ των μέσων τιμών των ευαίσθητων κατά την ψηλάφηση μυών, που βρέθηκαν κατά την αρχική εξέταση και την επανεξέταση των ασθενών (Πίν. 9).

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση της μεταθεραπευτικής πορείας 94 ασθενών με δυσλειτουργία του στοματογναθικού συστήματος, οι οποίοι νοσηλεύτηκαν στην Κλινική της Φυσιολογίας του Στοματογναθικού Συστήματος της Οδοντιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών, τις χρονιές 1985 έως 1990.

Το μεγαλύτερο ποσοστό (64,9%) από τους 94 ασθενείς, δηλαδή 61 ασθενείς, είχαν παρα-

<b>Πίνακας 6.</b> Συσχέτιση κεφαλαλγίας και αριθμού ευαίσθητων μυών κατά την ψηλάφηση, κατά την επανεξέταση					
Αριθμός ευαίσθητων μυών	Υπαρξη κεφαλαλγίας πριν τη θεραπεία	Ασθενείς	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα
Όχι	61	3,74	3,72	0,45	
t-test 2,650 BE 92 p 0,792					

**Πίνακας 7.** Συσχέτιση του τρόπου χρήσης του νάρθηκα σταθεροποίησης με τον αναμνηστικό δείκτη δυσλειτουργίας (Ai) και τον κλινικό δείκτη δυσλειτουργίας (Di)

Μεταβλητές	$\chi^2$	BE	p
Ai τελικό	0,027	2	0,987
Di τελικό	8,812	3	0,032

**Πίνακας 8.** Συσχέτιση του κλινικού δείκτη δυσλειτουργίας Di (διαφορά βαθμών) που σημειώθηκε κατά την αρχική εξέταση και κατά την επανεξέταση των ασθενών

Ασθενείς	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	t-test	BE	p
DIFFDI 94	7,9043	5,2035	0,5367	14,727	93	0,000

**Πίνακας 9.** Συσχέτιση του αριθμού των ευαίσθητων μυών του στοματογναθικού συστήματος που σημειώθηκε κατά την αρχική εξέταση και κατά την επανεξέταση των ασθενών

Ασθενείς	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	t-test	BE	p
DIFFDI 94	6,9468	5,7593	0,5940	11,695	93	0,000

πεμφθεί από τη Διαγνωστική Κλινική της Οδοντιατρικής Σχολής. Εάν σε αυτό το ποσοστό προστεθεί και το 20,2% των ασθενών που παραπέμφθηκε από ιδιώτες οδοντιάτρους, συμπεραίνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των 94 ασθενών (85,1%) είχε παραπεμφθεί από οδοντιάτρους και μόνο ένα μικρό ποσοστό (14,9%) από ιατρούς.

Πρέπει να αναφερθεί ότι οι 94 ασθενείς που πήραν μέρος στην έρευνα, εξετάστηκαν, συμπληρώθηκε το ατομικό αναμνηστικό, έγινε η κλινική εξέταση και αποφασίσθηκε η θεραπευτική αντιμετώπισή τους, από διαφορετικούς θεραπευτές οδοντιάτρους. Η επανεξέτασή τους και η συμπλήρωση του ιστορικού έγινε από τον πρώτο εκ των δύο συγγραφέων.

Τονίζεται επίσης εδώ το μειονέκτημα της παρούσας έρευνας, ότι οι 94 ασθενείς, είχαν εξεταστεί και θεραπευθεί από διαφορετικούς ιατρούς. Το μειονέκτημα αυτό όμως μετριάζεται, από το ότι η λήψη και συμπλήρωση του ιστορικού και η θεραπευτική αγωγή που ακολουθήθηκε, έγινε στην ίδια Κλινική και κάτω από την επίβλεψη των προϊσταμένων της Κλινικής. Εξάλλου, το παραπάνω είναι κοινό μειονέκτημα σε όλες τις σχετικές έρευνες που γίνονται σε ανάλογες Πανεπιστημιακές Κλινικές<sup>12</sup>.

Όμως, παρά τις δυσκολίες και τα μειονεκτήματα παρόμοιων ερευνών στο να διαμορφώσουν σαφή αντίληψη και εκτίμηση της έντασης ή του μεγέθους της δυσλειτουργίας του στοματογναθικού συστήματος ως σύνολο και της ανάγκης θεραπείας, ένας τρόπος για να εκτιμηθεί ποσοτικά το μέγεθος του προβλήματος ήταν και είναι η συλλογή, η τυποποίηση και η ταξινόμηση των δεδομένων, όπως ο Helkimo ανέπτυξε από το 1974.

Οι δείκτες αυτοί του Helkimo έχουν το πλεονέκτημα, αφ' ενός να περιορίζουν το λάθος από την υποκειμενική εκτίμηση κάθε εξεταστή, και αφ' ετέρου να συμπεριλαμβάνουν και υποκειμενικά (ατομικός αναμνηστικός δείκτης) και κλινικά κριτήρια (κλινικός δείκτης δυσλειτουργίας).

Η αναλογία μεταξύ ανδρών και γυναικών, όπως αναφέρθηκε, ήταν 1:5 (16% άνδρες - 84% γυναίκες). Επιβεβαιώνεται αυτή η αναλογία και από άλλες έρευνες που αποδεικνύουν το μεγαλύτερο ποσοστό των γυναικών, σε σχέση με τους άνδρες, ή επιβεβαιώνουν ότι η αναλογία μεταξύ ανδρών και γυναικών είναι 1 προς 3 ή 1 προς 4<sup>13-15</sup>.

Οι ποσοστιαίες αυτές διαφορές που παρουσιάζονται μεταξύ των δύο φύλων ενισχύουν την άποψη ότι οι γυναίκες αναζητούν ευκολότερα θεραπεία σε σχέση με τους άνδρες. Πιθανόν αυτό να είναι αποτέλεσμα της προσωπικότητας του ασθενούς, αλλά και ότι ίσως υπόκεινται ή εκτίθενται σε αγχογόνους παράγοντες περισσότερο από άλλες ομάδες ασθενών, που εξαιτίας της καθημερινής επαγγελματικής απασχόλησής τους, είτε αδιαφορούν, είτε αντιμετωπίζουν παρόμοια προβλήματα με διαφορετικό τρόπο (λήψη αναλγητικών)<sup>16-19</sup>.



Ενισχύεται δε αυτή η άποψη και από το γεγονός ότι σε όλες τις ομάδες ενηλίκων που διερευνήθηκαν, η βαρύτητα και οι αρχές που διέπουν τα κλινικά σημεία και τα συμπτώματα δυσλειτουργίας, δεν παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ των δύο φύλων<sup>20</sup>.

Η στατιστική ανάλυση που έγινε για τη διερεύνηση τυχόν εξάρτησης των διαφόρων παραμέτρων που μελετήθηκαν και καταγράφηκαν και του φύλου των ασθενών, έδειξε στατιστικά πολύ σημαντική εξάρτηση της κεφαλαλγίας που ανέφεραν οι ασθενείς, και κατά την αρχική τους εξέταση και κατά την επανεξέταση, με το φύλο (Πίν. 1).

Συνδυάζοντας αυτό το αποτέλεσμα με τη στατιστικά σημαντική εξάρτηση της κεφαλαλγίας ως σύμπτωμα και από την ηλικία των ασθενών, συμπεραίνεται ότι το φύλο και η ηλικία παίζουν σπουδαίο ρόλο στην ύπαρξη ή μη κεφαλαλγίας, ως σύμπτωμα του στοματογναθικού συστήματος. Αυτά τα ευρήματα συμφωνούν με αντίστοιχα άλλων συγγραφέων<sup>21</sup>.

Η συνηθισμένη οδηγία χρήσης του νάρθηκα από τους ασθενείς είναι τη νύκτα, κατά τη διάρκεια του ύπνου. Συστήνεται στους ασθενείς, αν το θεωρούν αναγκαίο και έχουν βελτίωση των συμπτωμάτων, να χρησιμοποιούν το νάρθηκα περισσότερες ώρες ημερησίως.

Η στατιστική διερεύνηση έδειξε στατιστικά πολύ σημαντική εξάρτηση του τρόπου χρήσης του νάρθηκα, ανάλογα με την ηλικία των ασθενών (Πίν. 2).

Αν σκεφθούμε την αναλογία των γυναικών με δυσλειτουργία, σε σχέση με το ποσοστό των ανδρών ασθενών, την ιδιαιτερότητα της γυναικείας προσωπικότητας και της ψυχοσύνθεσής της, που όσο αυξάνεται η ηλικία μεταβάλλεται προς το χειρότερο, (κλιμακτήριος, ανασφάλεια, αίσθημα απόρριψης), ίσως δικαιολογείται η σημαντική εξάρτηση των ηλικιωμένων ασθενών και μάλιστα των γυναικών από το νάρθηκα, σαν ένα μέσο που όχι μόνο θα θεραπεύσει τη δυσλειτουργία του στοματογναθικού συστήματος, αλλά και θα βελτιώσει την εν γένει ψυχική κατάσταση του ατόμου<sup>3,22,23</sup>.

Το αποτέλεσμα της μη στατιστικά σημαντικής εξάρτησης των δεικτών Αι και Δι από το

φύλο και την ηλικία ήταν αναμενόμενο, αφού σημεία και συμπτώματα δυσλειτουργίας παρουσιάζονται σε όλες τις ηλικίες και, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, στην πραγματικότητα δεν παρουσιάζονται διαφορές μεταξύ των δύο φύλων ως προς τις αρχές και τη βαρύτητα που ορίζουν τις δυσλειτουργικές καταστάσεις του στοματογναθικού συστήματος<sup>9,20,24-31</sup>.

Σε ότι αφορά στους δείκτες του Helkimo Αι και Δι, κατά την αρχική εξέταση των ασθενών και κατά την επανεξέτασή τους, βρέθηκε με τη στατιστική δοκιμασία  $\chi^2$ , στατιστικά πολύ σημαντική εξάρτηση μεταξύ αναμνηστικού δείκτη δυσλειτουργίας Αι και κλινικού δείκτη δυσλειτουργίας Δι, μετά την αποθεραπεία των ασθενών (δηλαδή κατά την επανεξέτασή τους). Δεν βρέθηκε εξάρτηση μεταξύ των δεικτών Αι που σημειώθηκαν κατά την αρχική εξέταση των ασθενών και κατά την επανεξέτασή τους, όπως και με τον κλινικό δείκτη δυσλειτουργίας Δι που καταγράφηκε κατά την αρχική εξέταση (Πίν. 3).

Τα αποτελέσματα αυτά ίσως γεννούν ερωτηματικά, εφ' όσον η στατιστικά πολύ σημαντική εξάρτηση Αι τελικού και Δι τελικού δεν συνοδεύεται και από παρόμοια συσχέτιση Αι αρχικού και Δι αρχικού.

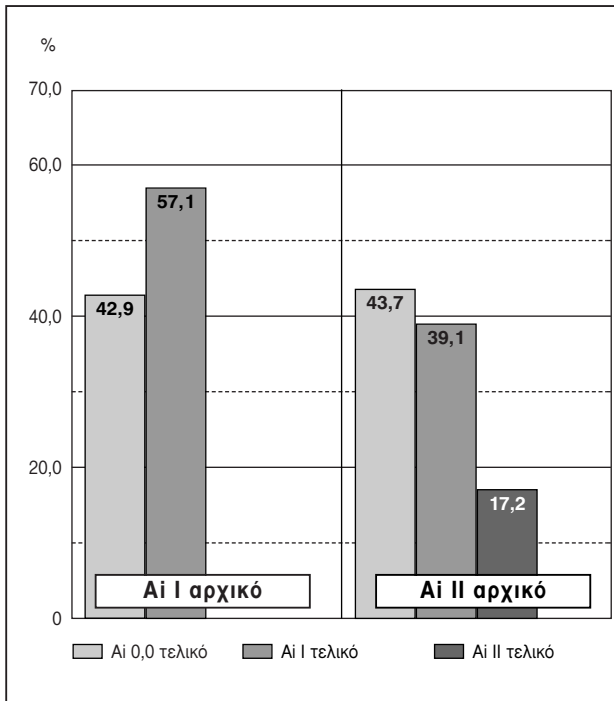
Πιθανή ερμηνεία των συγκεκριμένων αποτελεσμάτων δίνεται, ίσως, με τα παρακάτω:

1. Πολλές φορές οι ασθενείς δυσκολεύονται να περιγράψουν την ποιότητα του πόνου, τα συμπτώματα ή τα ειδικά χαρακτηριστικά τους<sup>32,33</sup>.

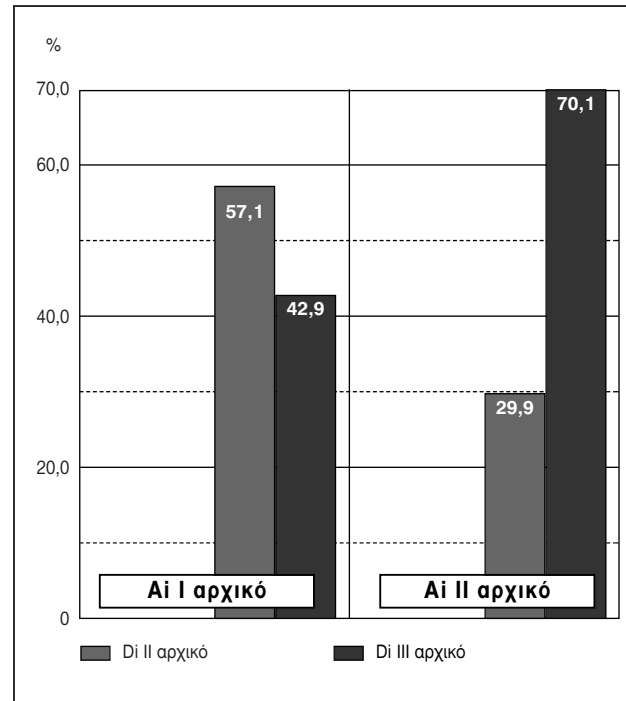
2. Σε περιπτώσεις που ο δυσλειτουργικός πόνος συνυπάρχει με κεφαλαλγία, δυσχεραίνεται σημαντικά ο τρόπος περιγραφής των διαφόρων συμπτωμάτων.

3. Η περιοχή του προσώπου και της κεφαλής είναι επιρρεπής σε ψυχολογική διεγερσιμότητα, η οποία μπορεί να τροποποιεί την αντίληψη, την αίσθηση και την αντίδραση στον πόνο<sup>34,35</sup>.

4. Η μη συσχέτιση Αι και Δι είναι δυνατόν να οφείλεται στο ότι οι ασθενείς, απογοητευμένοι όπως συνήθως συμβαίνει με παρόμοια προβλήματα της περιοχής του στοματογναθικού συστήματος, πιθανόν να κατέληξαν στην



**Εικ. 1.** Η μεταβολή του αναμνηστικού δείκτη δυσλειτουργίας (Ai) των 94 ασθενών, μεταξύ της αρχικής εξέτασης και της επανεξέτασής τους.



**Εικ. 2.** Συσχέτιση του κλινικού δείκτη δυσλειτουργίας (Di) των 94 ασθενών, με τον αναμνηστικό δείκτη δυσλειτουργίας τους (Ai), κατά την αρχική τους εξέταση.

αναζήτηση της συγκεκριμένης θεραπείας μετά από μαραθώνια περιφορά τους σε διάφορες ειδικότητες της ιατρικής και χωρίς θεραπευτικό αποτέλεσμα. Συνέπεια δε όλων αυτών είναι η υπερβολική πολλές φορές εκτίμηση, εκ μέρους των πασχόντων, της κατάστασής τους.

Τονίζεται εδώ όμως, ότι αν και η στατιστική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών απέβη αρνητική, εν τούτοις, μετά την αποθεραπεία τους, ασθενείς με AiI αρχικό, σε ποσοστό 42,9% αναφέρουν απουσία συμπτωμάτων (Ai0 τελικό), και με AiII αρχικό, μόνο 17,2% συνεχίζουν να παραπονούνται για βαριά συμπτώματα (AiII τελικό) (Εικ. 1). Επίσης, από τους ασθενείς με AiI αρχικό, ποσοστό 42,9% κατά την κλινική εξέτασή τους παρουσίασαν DiIII αρχικό και κανείς Di0 αρχικό, από δε τους ασθενείς με AiII αρχικό, ποσοστό 70,1%, κατά την κλινική τους εξέταση, παρουσίασαν DiIII αρχικό (Εικ. 2).

Στην έρευνα δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική εξάρτηση των δεικτών Ai και Di πριν και

μετά τη θεραπεία των ασθενών, όσον αφορά στην κεφαλαλγία, ένα από τα κυριότερα και πλέον συνηθισμένα συμπτώματα σε ασθενείς με δυσλειτουργία του στοματογναθικού συστήματος (Πίν. 4). Πολλές έρευνες με παρόμοιο αντικείμενο αντιθέτως, παρουσίασαν στατιστικά σημαντική συσχέτιση κεφαλαλγίας και δυσλειτουργίας<sup>12,36,37</sup>.

Τα αντίθετα αποτελέσματα ίσως να εξηγούνται με τα παρακάτω:

1. Οι μελέτες αναφέρονται μάλλον σε ποσοστά κεφαλαλγίας που παρουσίαζαν ασθενείς πριν και μετά τη θεραπευτική αντιμετώπισή τους και εδώ ίσως συμφωνούν τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας, εφ' όσον σε αυτήν έχει καταγραφεί το συγκεκριμένο σύμπτωμα πριν τη θεραπεία των 94 ασθενών σε ποσοστό 64,9%, ενώ μετά την αποθεραπεία και κατά την επανεξέτασή τους, βρέθηκε να παρουσιάζουν το ίδιο σύμπτωμα μόνο το 35,1% των εξετασθέντων.

2. Υπάρχει σύγχυση στον τρόπο μελέτης για τη συσχέτιση ή μη της κεφαλαλγίας και δυσλει-

τουργίας του στοματογναθικού συστήματος, είτε διότι δεν έγινε προσδιορισμός του τύπου της κεφαλαλγίας, είτε διότι δεν υπήρχε για σύγκριση ομάδα ελέγχου και μέτρηση της placebo επίδρασης.

Τα παραπάνω βέβαια δεν αιτιολογούν απόλυτα τη μη εύρεση στατιστικής συσχέτισης μεταξύ κεφαλαλγίας και δεικτών Aί και Dί, και ιδιαίτερα κεφαλαλγίας και κλινικού δείκτη Dί.

Επειδή η συγκεκριμένη κεφαλαλγία που εμφανίζεται ως σύμπτωμα δυσλειτουργικών καταστάσεων, είναι κεφαλαλγία τύπου τάσεως (tension headache), δηλαδή αποτέλεσμα μυϊκής υπερλειτουργίας, και πλήθος εργασιών συνδέουν το δυσλειτουργικό πόνο με τη μυϊκή υπερλειτουργία και το μυϊκό κάματο<sup>25,38-48</sup>, έγινε στατιστική διερεύνηση για την εύρεση τυχόν εξάρτησης κεφαλαλγίας και ευαίσθητων μυών κατά την ψηλάφηση.

Η στατιστική διερεύνηση έγινε με τη δοκιμασία t-test και βρέθηκε στατιστικά πολύ σημαντική εξάρτηση του αριθμού των ευαίσθητων μυών (μέση τιμή) με την κεφαλαλγία. Το ίδιο δεν συνέβη και κατά την επανεξέταση, όπου δεν βρέθηκε αντίστοιχη στατιστικά σημαντική εξάρτηση των μέσων τιμών του αριθμού των μυών με την κεφαλαλγία (Πίν. 5 και 6).

Ο τρόπος χρήσης του νάρθηκα ολικής επικάλυψης φαίνεται ότι έχει σχέση με το αποτέλεσμα της θεραπείας, αφού υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τη στατιστική μέθοδο  $\chi^2$  (Πίν. 7). Η συσχέτιση αυτή του τρόπου χρήσης του νάρθηκα με τον κλινικό δείκτη δυσλειτουργίας αλλά και με την ηλικία, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, επιβεβαιώνει αφενός τη θεραπευτική σημασία του νάρθηκα ολικής επικάλυψης, αφετέρου, ότι σε μεγαλύτερους σε ηλικία ασθενείς συνήθως η πολύωρη χρήση του νάρθηκα έχει καλύτερο θεραπευτικό αποτέλεσμα<sup>12,46-51</sup>.

Η στατιστική επεξεργασία της διαφοράς των τιμών του δείκτη δυσλειτουργίας Dί (βαθμοί) και του αριθμού των ευαίσθητων μυών που βρέθηκαν κατά την ψηλάφηση του στοματογναθικού συστήματος στην αρχική εξέταση και στην επανεξέταση των ασθενών, έγινε με την δοκιμασία t-test. Βρέθηκε η πολύ στατιστικά σημαντική διαφορά των τιμών Dί (βαθμοί)

και του αριθμού των ευαίσθητων μυών, που σημαίνει θεαματική βελτίωση και σημαντική μείωση κλινικών σημείων μετά τη θεραπευτική αντιμετώπιση των ασθενών αυτών με νάρθηκα ολικής επικάλυψης (Πίν. 8 και 9).

Άλλωστε, ποσοστό των ασθενών που έλαβαν μέρος στην έρευνα άνω του 90%, σε ερώτηση πριν την επανεξέταση και συμπλήρωση του ιστορικού, απάντησε ότι θεωρεί γενικώς ικανοποιητική τη συγκεκριμένη αντιμετώπισή τους. Ποσοστά που ξεπερνούν το 80% και εμφανίζουν επιτυχή θεραπευτική αντιμετώπιση παρουσιάζονται σε πολλές έρευνες τις τελευταίες δεκαετίες<sup>2,52-54</sup>.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη μελέτη και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων αυτής της έρευνας προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

1. Στο μεγαλύτερο ποσοστό τους, οι ασθενείς που προσέρχονται για θεραπεία στην Κλινική της Φυσιολογίας του Στοματογναθικού Συστήματος της Οδοντιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών, παραπέμπονται από οδοντιάτρους.

2. Η αναλογία ανδρών - γυναικών που ζητούν θεραπεία στην παραπάνω Κλινική είναι 1:5.

3. Υπάρχει σημαντική εξάρτηση μεταξύ των δεικτών Aί και Dί μετά την αποθεραπεία των ασθενών, που σημαίνει ότι τα ευρήματα από την κλινική εξέτάσή τους συμφωνούν με την υποκειμενική εκτίμηση των ασθενών για την πορεία της νόσου και την αποτελεσματικότητα της θεραπείας.

4. Ο τρόπος χρήσης του νάρθηκα εξαρτάται από την ηλικία των ασθενών. Δηλαδή, με την αύξηση της ηλικίας η χρήση του νάρθηκα τείνει να αυξηθεί και να γίνει συχνότερη και όχι μόνο κατά τη διάρκεια της νύκτας. Επίσης, η πολύωρη χρήση του έχει καλύτερο θεραπευτικό αποτέλεσμα, που επιβεβαιώνεται με την κλινική εξέταση.

5. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ασθενών θεωρεί τη θεραπευτική αντιμετώπισή τους από την Κλινική της Φυσιολογίας του Στοματογναθικού Συστήματος ικανοποιητική.

## SUMMARY

J. MALAGARIS, B. DROUKAS

### TREATMENT RESULTS IN PATIENTS WITH TMJ DYSFUNCTION

STOMATOLOGIA 2004,61(2): 64-75

The TMJ dysfunction is a frequent pathological condition. The most important signs of TMJ dysfunction are pain and tension headache. Pain is the main symptom that urges the patient to visit his doctor. The aim of the present study was to investigate the post - therapeutic course of 94 patients with disorders of the stomatognathic system, treated in the Clinic of Physiology of the Stomatognathic System of the Dental School of the University of Athens, during the years 1985-1990. The objective of the research was to correlate the symptoms and clinical signs with age and sex, as well as the treatment applied. A stabilization splint was used for treatment. The results of the present study indicate a great percentage of success when an occlusal splint was used.

**KEY WORDS:** TMJ dysfunction, Occlusal splint, Therapy.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. HELKIMO M. Functional Disturbances of the Temporomandibular Joint. In: ZARB G, CARLSSON G (eds). TMJ Function and Dysfunction. *Munksgaard, Copenhagen, 1979: 175-189*
2. POSSELT U, WOLFF I. Treatment of bruxism by bite guards and bite plates. *J Can Dent Assoc 1963,29: 773-778*
3. GREENE C, LASKIN D. Splint therapy for the MPD syndrome. A comparative study. *JADA 1972,84: 624-628*
4. OKESON J, KEMPER J, MOODY P. A study of the use of occlusion splints in the treatment of acute and chronic patients with cranio-mandibular disorders. *J Prosthet Dent 1982,48: 708-712*
5. MEJERSJO C, CARLSSON G. Long-term effect of treatment of TMJ pain and dysfunction. *J Prosthet Dent 1983,49: 809-815*
6. MEJERSJO C. Long-term development after treatment of mandibular dysfunction and osteoarthritis. A clinical - radiographic follow-up and animal experimental study. *Swed Dent J 1984,22 (Suppl): 1-58*
7. WEDEL A, CARLSSON G. Factors influencing the outcome of treatment in patients referred to a temporomandibular joint clinic. *J Prosthet Dent 1985,54: 420-426*
8. WEDEL A, CARLSSON G. Sick leaves in patients with functional disturbances of the masticatory system. *Swed Dent J 1987,11: 53-59*
9. HELKIMO M. Studies on function and dysfunction of the masticatory system. I. An epidemiological investigation of symptoms of dysfunction in Lapps in the North of Finland. *Proc Finn Dent J 1974a,70: 37-79*
10. CLARK GT. Treatment of jaw clicking with temporomandibular repositioning. Analysis of 25 cases. *J Cran Pract 1984,2: 263-270*
11. ΤΡΙΧΟΠΟΥΛΟΣ Δ. Ιατρική Στατιστική. *Παρισιάνος, Αθήνα, 1975: 68-75*
12. WEDEL A. Heterogeneity of patients with craniomandibular disorders. A longitudinal study. *Thesis, Goteborg, 1988*
13. HELKIMO M. Studies on function and dysfunction of the masticatory system. *Sven Tandlak Tidskr 1974,67: 101-121*
14. DWORKIN SF, Le RESCHE LR, Von KORFF HJ. Epidemiology of signs and symptoms in temporomandibular disorders. I. Clinical signs in cases and controls. *JADA 1990,120: 273-281*
15. SALONEN L, HELLDEN L, CARLSSON G. Prevalence of signs and symptoms of dysfunction in the masticatory system an epidemiological study in an adult Swedish population. *J Craniomand Disord 1990,4: 241-250*
16. CARRARO JJ, CAFFERS RG, ALBANO EA. Temporomandibular joint syndrome. *Oral Surg 1969,28: 54-62*
17. BAKAL D. Headache: a biopsychological perspective. *Psychol Bull 1975,82: 369-382*
18. HELOE B. Demand and need for treatment of myofacial pain-dysfunction (MPD) syndrome. Thesis. *Faculty of Odontology University of Oslo, 1980*
19. De BOEVER J, CARLSSON G. Etiology and differential diagnosis. In: ZARB G, CARLSSON

- G, SESSLE B, MOHL N (eds). Temporomandibular Joint. *Munksgaard, Copenhagen, 1994: 171-187*
20. GREENWOOD LF. Masticatory Muscle Disorders In: ZARB GA, CARLSSON G, SESSLE BJ, MOHL ND (eds): Temporomandibular Joint and Masticatory Muscle Disorders. *Munksgaard, Copenhagen, 1994: 256-270*
  21. OSTERBERG T, CARLSSON G, WEDEL A, JOHANSSON U. Across-sectional and longitudinal study of craniomandibular dysfunction in an elderly population. *J Craniom Disor Facial Oral Pain 1992,6: 283-290*
  22. ΚΟΪΔΗΣ ΠΘ. Συμβολή στη μελέτη της σχέσης μεταξύ άγχους και συμπτωματολογίας του Στοματογναθικού Συστήματος. *Διδακτορική Διατριβή. Θεσσαλονίκη, 1984*
  23. WANMAN A, AGERBERG G. Mandibular dysfunction in adolescents. I. Prevalence of symptoms. *Acta Odont Scand 1986,30: 44-47*
  24. AGERBERG G, CALSSON G. Functional disorders of the masticatory system. I. Distribution of symptoms according to age and sex as judged from investigation by questionnaire. *Acta Odont Scand 1972,30: 597-613*
  25. AGERBERG G, CARLSSON G. Functional disorders of the masticatory system II. Indices for symptoms in relation to impaired mobility of the mandibular as judged from investigation by questionnaire. *Acta Odont Scand 1973,31: 335-347*
  26. INGERVALL B, HEDEGARD B. Subjective evaluation of functional disturbances of the masticatory system in young Swedish men. *Com Dent Oral Epid 1974,2: 149-152*
  27. GROSFELD O, CZARNECKA B. Musculoarticular disorders of the stomatognathic system in school children examined according to clinical criteria. *J Oral Rehabil 1977,4: 193-200*
  28. EGERMARK-ERIKSSON I. Malocclusion and some functional recordings of the masticatory system in Swedish school children. *Swed Dent J 1982,6: 9-20*
  29. NILNER M. Epidemiology of Functional Disturbances and Disease in the Stomatognathic System. Thesis. *University of Malmo, Sweden, 1983*
  30. ΔΡΟΥΚΑΣ Β. Ο πονοκέφαλος σε σχέση με τις λειτουργικές διαταραχές του Στοματογναθικού Συστήματος. *Οδοντοστομ Προοδ 1985,39: 235-244*
  31. ΔΑΜΙΑΝΑΚΟΥ Χ. Μελέτη του επιπολασμού σημείων και συμπτωμάτων δυσλειτουργίας του Στοματογναθικού Συστήματος σε παιδιά με ορθοδοντικά προβλήματα. *Διδακτορική Διατριβή. Αθήνα, 1986*
  32. MERSKEY H. Psychological factors and muscular pain. In: FRICTON JR, AWAD E (eds). *Advances in pain research and therapy. Raven Press, New York, 1990: 213-225*
  33. ΔΡΟΥΚΑΣ Β (ed). Λειτουργία και Δυσλειτουργία του Στοματογναθικού Συστήματος. *Παρισιάνος, Αθήνα, 1996: 166-171*
  34. ALLING C, BURTON H. Differential diagnosis of chronic orofacial pain. *J Prosthet Dent 1974, 31: 66-77*
  35. ΔΡΟΥΚΑΣ Β, ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ Α. Η διαφορική διάγνωση στη δυσλειτουργία του Στοματογναθικού Συστήματος. *Στοματολογία 1988,45: 29-45*
  36. MAGNUSSON T. Mandibular dysfunction and recurrent headaches. Thesis. *University of Goteborg, Goteborg, 1981*
  37. FORSELL H. Mandibular dysfunction and headache. Thesis. Edo. *University of Turku, Finland, 1985*
  38. LOUS J. The importance of referred pain in myogenic headache. *Headache 1976,16: 119-122*
  39. MAGNUSSON T, CARLSSON G. Recurrent in relation to temporomandibular joint pain dysfunction. *Acta Odont Scand 1978,36: 333-338*
  40. MAGNUSSON T, CARLSSON G. Comparison between two groups of patients in respect of headache and mandibular dysfunction. *Swed Dent J 1978,2: 85-92*
  41. HELOE B, HELOE L. Relationship between sociomedical factors and TMJ symptoms in Norwegians with myofacial pain-dysfunction syndrome. *Com Dent Oral Epid 1977,5: 207-212*
  42. KAYER L, MORAN J, FRITZ M. Statistical analysis of an urban population of 236 patients with head and neck pain. II. Patient symptomatology. *J Periododontol 1979,50: 59-60*
  43. CHRISTENSEN L. Facial pain and internal pressure of masseter muscle in experimental bruxism in man. *Archs Oral Biol 1971,16: 1021-1031*
  44. MOHLIN B. Prevalence of mandibular dysfunction and relation between malocclusion and mandibular dysfunction in a group of women in Sweden. *Eur J Orthod 1983,4: 115-123*

45. MOSS R, SULT S, GARRETT J. Questionnaire evaluation of craniomandibular pain factors among college students. *J Craniom Pract* 1984,2: 365-368
46. BERLIN R, DESSNER L. Bruxism and chronic headache. *Lancet* 1960,2: 289-291
47. FRANKS A. Conservative treatment of temporomandibular joint dysfunction: a comparative study. *Dent Pract* 1965,15: 205-210
48. CARRARO J, CAFFESSE R. Effect of occlusal splints on TMJ symptomatology. *J Prosthet Dent* 1978, 40: 563-566
49. WEDEL A, CARLSSON G, DAHLSTROM L et al. Stabiliseringsskema eller avslappningsploot - en jamforelse ellantva typer av bettskenor. *Tandlakartidn* 1981,73: 137-144
50. TSUGA K, AKAGAWA Y, SAKAGUCHI R, TSURU H. A short-term evaluation of the effectiveness of stabilization-type occlusal splint therapy for specific symptoms of temporomandibular joint dysfunction syndrome. *J Prosthet Dent* 1989,61: 610-614
51. SKEIKHOLESLAM A, HOLMGREN K, RIISE C. Therapeutic effects of the plane occlusal splint on signs and symptoms of craniomandibular disorders in patients with nocturnal bruxism. *J Oral Rehabil* 1993,20: 473-482
52. BEARD C, CLAYTON J. Effects of occlusal splint therapy TMJ dysfunction. *J Prosthet Dent* 1980, 44: 324-328
53. HOLMGREN K, SHEIKHOLESLAM A, RIISE C. An electromyographic study of the immediate effect of an occlusal splint on the postural activity of the anterior temporal and masseter muscle in different body position with and without visual input. *J Oral Rehabil* 1985,12: 483-490
54. SHAN S, YUN W. Influence of an occlusal splint on integrated electromyography of the masseter muscles. *J Oral Rehabil* 1991,18: 253-256

---

**ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ:**

Ι. Μαλαγάρης  
Γρηγ. Αυξεντίου 84  
157 71 Ζωγράφου  
ΑΤΤΙΚΗ

# «ΥΒΡΙΔΙΚΗ» ΒΛΑΒΗ ΟΔΟΝΤΟΓΕΝΟΥΣ ΙΝΩΜΑΤΟΣ- ΓΙΓΑΝΤΟΚΥΤΤΑΡΙΚΟΥ ΚΟΚΚΙΩΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΚΑΤΩ ΓΝΑΘΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Π. ΟΙΚΟΝΟΜΟΠΟΥΛΟΥ\*, Π. ΧΑΤΖΗΜΑΝΩΛΗΣ\*\*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Π**ολύχωρη ακτινοδιαγαστική διόγκωση αναπτύχθηκε στην περιοχή κυνόδοντα-γομφίων της αριστερής κάτω γνάθου, σε γυναίκα ηλικίας 64 ετών. Η ιστολογική εξέταση έδειξε ίσες αναλογίες οξιδίων τύπου γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος και στοιχείων οδοντογενούς ινώματος τύπου WHO. Η βλάβη αντιμετωπίστηκε με μερική γναθεκτομή και υποτροπές δεν παρατηρήθηκαν. Ιστός τύπου «γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος» που αναπτύσσεται δευτερογενώς, λόγω αλλοιώσεων, στο υπόστρωμα κεντρικού οδοντογενούς ινώματος κρίνεται ως η πλέον πιθανή παθογένεση. Συνιστάται ολική χειρουργική αφαίρεση σε υγιή όρια μάλλον, παρά απόξεση, ως θεραπεία εκλογής.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το 1992 οι Allen και συν.<sup>1</sup> δημοσίευσαν τρεις περιπτώσεις ενδοοστικής βλάβης των γνάθων με ασυνήθιστη «υβριδική» ιστοπαθολογία. Η ιστοπαθολογία αυτή συνεδύαζε στοιχεία κεντρικού οδοντογενούς ινώματος - γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος και προκάλεσε ερωτηματικά για τη φύση και παθογένεσή της. Οι Allen και συν.<sup>1</sup> πρότειναν ότι τα στοιχεία γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος δεν είναι τίποτε άλλο, παρά μία ασυνήθιστη ιστική αντίδραση σε οδοντογενές ίνωμα, αλλά δεν απέκλεισαν και την πιθανότητα συνύπαρξης δύο ξεχωριστών

οντοτήτων. Αργότερα οι Odell και συν.<sup>2</sup> περιέγραψαν οκτώ περιπτώσεις με ανάλογη ιστοπαθολογία, την οποία και ερμήνευσαν ως παραλλαγή γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος μάλλον, παρά ως συνύπαρξη δύο οντοτήτων. Μία δωδέκατη περίπτωση δημοσιεύθηκε επίσης από τους Mosqueda Taylor και συν.<sup>3</sup>, χωρίς όμως να προάγει τη διασάφηση της παθογένεσης.

Από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω γίνεται φανερό η σπανιότητα και η αινιγματική φύση της «υβριδικής» βλάβης κεντρικού οδοντογενούς ινώματος - γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος. Ως εκ τούτου κρίθηκε σκόπιμη η παρουσίαση μιας νέας περίπτωσης, με στόχο τη συγκριτική αξιολόγηση των κλινικών, ακτινολογικών και ιστολογικών της χαρακτηρισμών, και την ανάλυση των πιθανών παθογενετικών μηχανισμών.

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Γυναίκα ηλικίας 64 ετών, παραπέμφθηκε στην Κλινική της Γναθοπροσωπικής Χειρουργικής του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Ηρα-

Από τον Τομέα Παθολογίας και Χειρουργικής Στόματος του Οδοντιατρικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Αθηνών και το Γναθοχειρουργικό Τμήμα του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Κρήτης.

\* Επίκουρη Καθηγήτρια Στοματολογίας Οδοντιατρικού Τμήματος Πανεπιστημίου Αθηνών.

\*\* Διευθυντής Γναθοχειρουργικού Τμήματος Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Κρήτης.

**ΟΡΟΙ ΕΥΡΕΤΗΡΙΑΣΜΟΥ:** Οδοντογενές ίνωμα, Γιγαντοκυτταρικό κοκκιώμα, Οδοντογενές όγκοι.



**Εικ. 1.** Προεγχειρητική πανοραμική ακτινογραφία. Τα βέλη οριοθετούν το περίγραμμα της βλάβης.



**Εικ. 2.** Μετεγχειρητική πανοραμική ακτινογραφία δείχνει την πλήρη ενσωμάτωση του οστικού αυτομοσχεύματος στην περιοχή του ελλείμματος της κάτω γνάθου.

κλείου Κρήτης, το Σεπτέμβριο του 1999, για διόγκωση στην αριστερή κάτω γνάθο που έγινε αντιληπτή πριν από δύο μήνες. Η ασθενής παρεπαιθείτο για υπαισθησία του αριστερού κάτω χείλους.

Με εξαίρεση φαρμακολογικά ελεγχόμενη υπέρταση, το ιατρικό ιστορικό ήταν ελεύθερο.

Η κλινική εξέταση έδειξε έκπτωση του παρειικού και γλωσσικού οστικού πετάλου διαστάσεων 6x4x3cm με παρεκτόπιση των ζωντανών κυνόδοντα και προγομφίων. Ο υπερκείμενος βλεννογόνος ήταν φυσιολογικός.

Η πανοραμική ακτινογραφία αποκάλυψε ασύμμετρη πολύχρωμη διαύγαση με ποικίλως ασαφή όρια που εκτεινόταν από τον πλάγιο τομέα μέχρι το δεύτερο γομφίο, περιελάμβανε τη φατνιακή απόφυση και εκτεινόταν τοπικά μέχρι το χείλος της κάτω γνάθου (Εικ. 1).

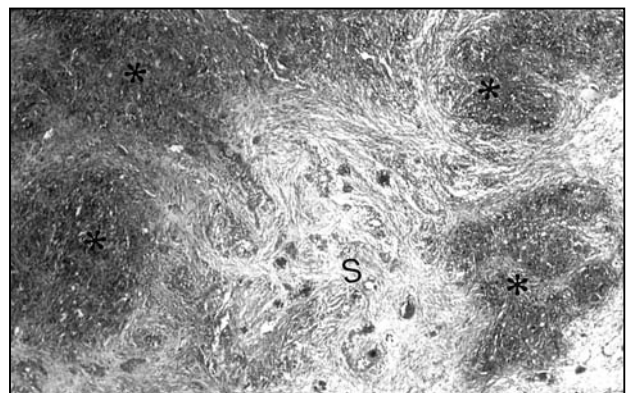
Κατά τη λήψη μερικής βιοψίας, ο όγκος έδειξε ότι ήταν επιθετικός, έχοντας διαβρώσει πλήρως το προστομιακό και γλωσσικό πέταλο της κάτω γνάθου. Η ιστολογική εξέταση που έγινε στο Παθολογοανατομικό Εργαστήριο του Νοσοκομείου δεν κατέληξε σε σαφή συμπεράσματα. Ενώ απέκλεισε την κακοήθεια, ήταν δύσκολο να προσδιορίσει την ακριβή φύση του όγκου και να τον ταυτοποιήσει.

Με βάση την αβεβαιότητα αυτή και συνεκτιμώντας τα κλινικά, ακτινολογικά και χειρουργικά χαρακτηριστικά, κρίθηκε σκόπιμη η υπό γενική αναισθησία μερική γναθεκτομή.

Τοποθετήθηκε μία μεταλλική πλάκα τιτανίου για προσωρινή λειτουργική και αισθητική αποκατάσταση του οστικού ελλείματος.

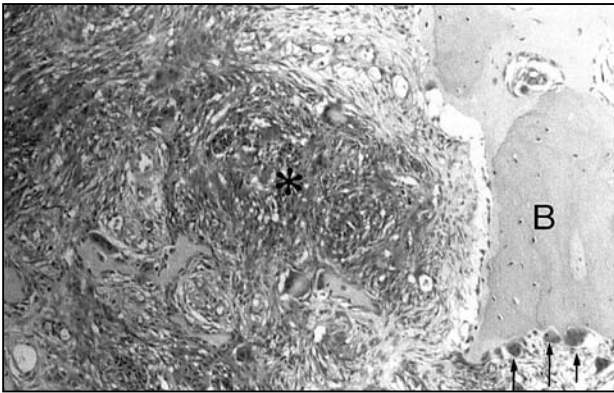
Η μετεγχειρητική πορεία ήταν ομαλή και ένα χρόνο μετά τοποθετήθηκε αυτόλογο οστικό μόσχευμα από τη λαγόνιο ακρολοφία της ασθενούς. Τρία χρόνια μετά την αρχική επέμβαση δεν υπάρχει υποτροπή του όγκου, ενώ η αποκατάσταση της οστικής συνέχειας της κάτω γνάθου είναι πλήρης (Εικ. 2).

Το χειρουργικό παρασκεύασμα μονιμοποιήθηκε σε φορμαλίνη και υποβλήθηκε σε ιστολογική κατεργασία μετά από αφαλάτωση. Αντιπροσωπευτικές τομές χρωματισμένες με αιματοξυλίνη-ηωσίνη, καθώς και αχρωμάτιστες το-



**Εικ. 3.** Μικροφωτογράφημα αντιπροσωπευτικής περιοχής από το κέντρο της βλάβης υπό μικρή μεγέθυνση (x36). Διακρίνονται τα κυτταροβριθή οζίδια (αστερίσκοι) και το ενδιάμεσο στρώμα (S). (Αιματοξυλίνη-ηωσίνη, x36).

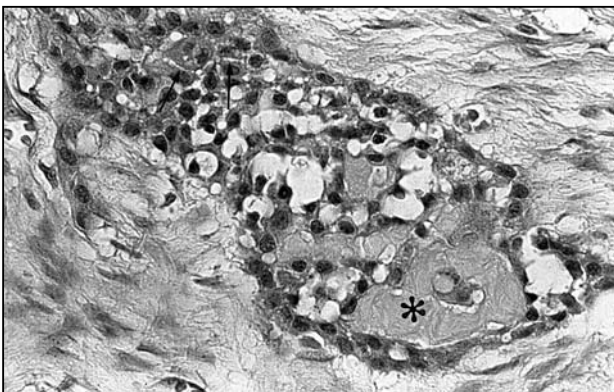




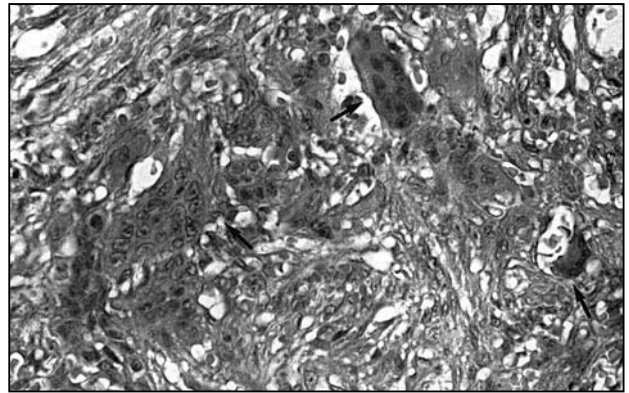
**Εικ. 4.** Αντιπροσωπευτική περιοχή από την περιφέρεια της βλάβης. Κυτταροβριθή οζίδια (αστερίσκος) παρατηρούνται μεταξύ οστικών δοκίδων (B), στην επιφάνεια των οποίων αναγνωρίζονται κατά θέσεις αθροίσματα ευμεγέθων οστεοκλαστών (βέλη). (Αιματοξυλίνη-ηωσίνη, x90).

μές για ειδικές χρώσεις, στάλθηκαν στο Εργαστήριο Στοματολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών για συμβουλευτική αξιολόγηση.

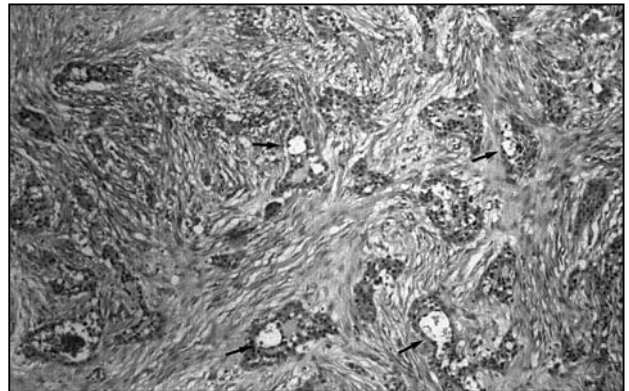
Ιστολογικά η βλάβη παρουσίαζε μίγμα από ποικιλομεγέθεις οζώδεις κυτταροβριθείς περιοχές και ενδιάμεσο χαλαρό στρώμα σε ίση αναλογία (Εικ. 3). Εκσεσημασμένη ασυμμετρία και έλλειψη κάψας χαρακτήριζαν την περιφέρεια της βλάβης. Ειδικότερα, κυτταροβριθή οζίδια διείσδυαν στις μυελοκυψέλες του γειτονικού σπογγώδους οστού, το οποίο παρουσίαζε ποικίλη οστεοκλαστική απορρόφηση (Εικ. 4). Τα κυτταροβριθή οζίδια περιείχαν διάσπαρτα πολυπύρνα γιγαντοκύτταρα του τύπου των οστεοκλαστών, ανάμικτα με αιμορραγία



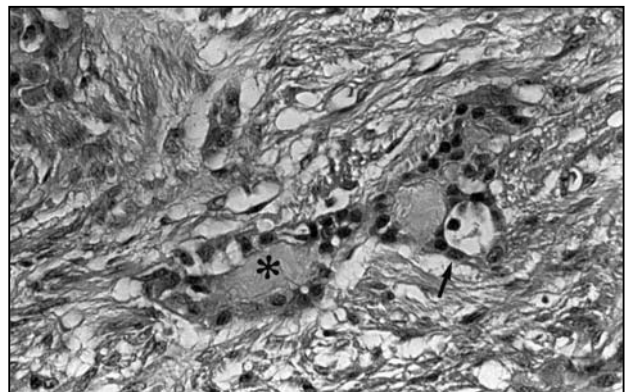
**Εικ. 7.** Επιθηλιακή νησίδα σε μεγάλη μεγέθυνση (x360). Διακρίνονται διευρυσμένοι μεσοκυττάριοι χώροι (βέλη), ένδειξη ελαττωμένης κυτταρικής συνοχής, και άμορφο υλικό (αστερίσκος). (Αιματοξυλίνη-ηωσίνη, x360).



**Εικ. 5.** Ο πληθυσμός των κυτταρικών οζιδίων περιλαμβάνει γιγαντοκύτταρα (βέλη) με πολυάριθμους ελαφροχρωματικούς φυσαλιδώδεις πυρήνες, μικρά πυρήνια, ηωσινόφιλο κυτταρόπλασμα και ποικίλως διακρινόμενα όρια. (Αιματοξυλίνη-ηωσίνη, x360).



**Εικ. 6.** Το μικροφωτογράφημα απεικονίζει χαλαρό συνδετικό ιστό, μέσα στον οποίο αναγνωρίζονται πολυάριθμες νησίδες οδοντογενούς επιθηλίου. Ορισμένες από τις νησίδες περιέχουν ψευδοαδενικούς σχηματισμούς (βέλη). (Αιματοξυλίνη-ηωσίνη, x90).

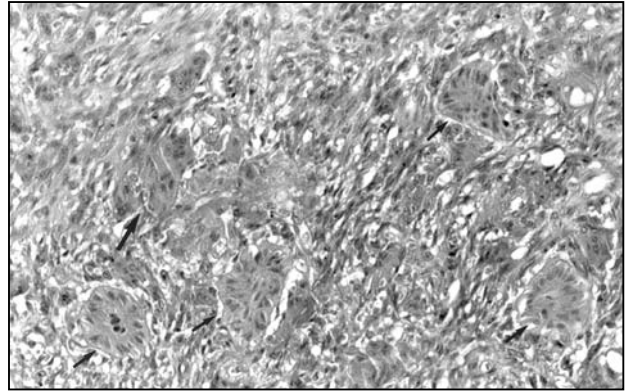


**Εικ. 8.** Ψευδοαδενικός σχηματισμός (βέλος) και άμορφο ηωσινόφιλο υλικό (αστερίσκος) αναγνωρίζονται στο εσωτερικό επιθηλιακής νησίδας. (Αιματοξυλίνη-ηωσίνη, x360).

και πολυάριθμα μονοπύρηννα ωοειδή / ατρακτοειδή κύτταρα με ελαφροχρωματικούς πυρήνες και μεμονωμένες μιτώσεις (Εικ. 5). Κυτταρική ατυπία δεν παρατηρήθηκε. Το ενδιάμεσο στρώμα παρουσίαζε λεπτές κολλαγόνες δεσμίδες, εμφανή μεσοκυττάρια ουσία, και άφθονες ποικιλόσχημες νησίδες και χορδές οδοντογενούς επιθηλίου (Εικ. 6). Οι νησίδες και χορδές συγκροτούνταν συνήθως από απλά κυβοειδή κύτταρα που κατά θέσεις παρουσίαζαν απώλεια της κυτταρικής συνοχής ή σχετιζόνταν με άμορφο ηωσινόφιλο υλικό (Εικ. 7 και 8). Ενίοτε η απώλεια της κυτταρικής συνοχής είχε ως αποτέλεσμα σχηματισμό ψευδοαδενικών δομών που παρομοιάζαν με αυλούς (Εικ. 6 και 8). Το άμορφο ηωσινόφιλο υλικό δεν χρωματιζόταν με ερυθρό του Congo. Επιμελής αντίχνευση απεκάλυψε την παρουσία οδοντογενούς επιθηλίου στο εσωτερικό κυτταροβριθών οζιδίων, σε στενή επαφή με τα μονοπύρηννα κύτταρα ή τα πολυπύρηννα γιγαντοκύτταρα του τύπου των οστεοκλαστών (Εικ. 9).

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η σημειολογία και η ακτινολογία της παρούσας περίπτωσης δεν είναι παθολογικές και ένα φάσμα ενδοοστικών εξεργασιών των γνάθων (π.χ. μύξωμα, κεντρικό γιγαντοκυτταρικό κοκκίωμα) μπορεί να περιληφθεί στη διαφορική διάγνωση. Αντίθετα, η ιστολογία αντιστοιχεί στη χαρακτηριστική «υβριδική» βλάβη κεντρικού οδοντογενούς ινώματος - γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος<sup>1-3</sup>. Οι οζώδεις κυτταροβριθείς περιοχές που βρέθηκαν να περιέχουν πολυπύρηννα γιγαντοκύτταρα τύπου οστεοκλαστών και μονοπύρηννα κύτταρα, εύκολα ταυτίζονται με την τυπική ιστολογία του κεντρικού γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος<sup>4,5</sup>. Οι ενδιάμεσες περιοχές χαλαρού υποστρώματος που βρέθηκε να περιέχουν άφθονο οδοντογενές επιθήλιο με άμορφο ηωσινόφιλο υλικό, πρέπει να διακριθούν από τον ενασβεστιούμενο επιθηλιακό οδοντογενή όγκο<sup>6-9</sup>. Η μη αντίδραση του ηωσινόφιλου υλικού με ερυθρό του Congo και η μη ανεύρεση πολυγωνικών ακανθωτών κυττάρων δεν συνηγορούν υπέρ της διάγνωσης αυτής<sup>10</sup>. Επιπλέον, μέχρι σήμερα δεν έχει



**Εικ. 9.** Το μικροφωτογράφημα απεικονίζει αντιπροσωπευτική περιοχή από το εσωτερικό κυτταροβριθούς οζιδίου. Διακρίνονται αθροίσματα πολυπύρηννων γιγαντοκυττάρων (μεγάλο βέλος) και διάσπαρτα νησίδια οδοντογενούς επιθηλίου. Η διάκριση μεταξύ πολυπύρηννων γιγαντοκυττάρων και νησίδων διευκολύνεται από την παρουσία μεσοκυττάριας ουσίας / ποικίλων ευκρινών κυτταρικών ορίων (μικρά βέλη) ανάμεσα στα επιθηλιακά κύτταρα που συγκροτούν τις νησίδες. (Αιματοξυλίνη-ηωσίνη, x180).

περιγραφεί συσχέτιση ενασβεστιούμενου επιθηλιακού οδοντογενούς όγκου με γιγαντοκυτταρικό κοκκίωμα. Ως εκ τούτου το ενδιάμεσο χαλαρό στρώμα με άφθονο οδοντογενές επιθήλιο θα πρέπει να κριθεί ως ανάλογο κεντρικού οδοντογενούς ινώματος τύπος WHO<sup>10</sup>.

Το ηωσινόφιλο υλικό, η ποικίλη έλλειψη κυτταρικής συνοχής και οι ψευδοαδενικές δομές που αναγνωρίστηκαν στην παρούσα περίπτωση, έχουν επίσης παρατηρηθεί από τους Odell και συν.<sup>2</sup> και χρήζουν περαιτέρω συζήτησης. Το ηωσινόφιλο υλικό είναι δυνατό να αντιπροσωπεύει οδοντινοειδές, οργανικό υπόστρωμα αδαμαντινοειδούς ουσίας ή υλικό βασικής μεμβράνης. Ακριβής χαρακτηρισμός είναι αδύνατος χωρίς ιστοχημική αξιολόγηση και υπενθυμίζεται η έλλειψη ομοφωνίας για τη φύση ανάλογου υλικού σε άλλους οδοντογενείς όγκους<sup>6,8,9,11</sup>. Όσον αφορά στην έλλειψη κυτταρικής συνοχής που οδηγεί στο σχηματισμό ψευδοαδενικών δομών, δεν είναι δυνατό να εξακριβωθεί αν παρομοιάζει με τα ακανθολυτικά φαινόμενα του αδενοειδούς (ακανθολυτικού) ακανθοκυτταρικού καρκινώματος ή αντιπροσωπεύει υποτυπώδεις προσπάθειες δημιουργίας αστεροειδούς δικτύου, όπως στο όργανο της αδαμαντίνης ή το αδαμαντινοβλάστωμα<sup>12</sup>.

Η ιστολογική διάγνωση «υβριδικής» βλάβης κεντρικού οδοντογενούς ινώματος - γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος είναι εύκολη για τον παθολογοανατόμο με εξειδίκευση στην κεφαλή και τον τράχηλο. Ο γενικός παθολογοανατόμος είναι πιθανό να αντιμετωπίσει δυσκολίες, οι οποίες όμως μπορούν να ξεπεραστούν με την παραπομπή ιστολογικού υλικού για συμβουλευτική αξιολόγηση, όπως στην παρούσα περίπτωση.

Η πραγματική πρόκληση δεν είναι τόσο η ιστολογική διάγνωση, όσο η διακρίβωση της φύσης της βλάβης. Οι παρακάτω υποθέσεις θα πρέπει να εκτιμηθούν:

1) η βλάβη αντιπροσωπεύει κεντρικό γιγαντοκυτταρικό κοκκίωμα στο οποίο έχουν παγιδευτεί ενδογενή υπολείμματα οδοντογενούς επιθηλίου.

2) η βλάβη αντιπροσωπεύει ταυτόχρονη συνύπαρξη κεντρικού οδοντογενούς ινώματος και γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος (collision tumour).

3) η βλάβη αντιπροσωπεύει κεντρικό οδοντογενές ίνωμα με εκσεσημασμένη περιφερική οστική απορρόφηση.

4) η βλάβη αντιπροσωπεύει κεντρικό οδοντογενές ίνωμα, στο στρώμα του οποίου έχει αναπτυχθεί αντιδραστική εξεργασία υπό μορφή γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος.

5) πρόκειται περί μίας νέας οντότητας.

Σε μία προσπάθεια να εξαχθούν συμπεράσματα, επιχειρείται παρακάτω ανάλυση των υποθέσεων αυτών. Κρίθηκε ότι συνδυασμένη αξιολόγηση της δημογραφίας, σημειολογίας, ακτινολογικών χαρακτήρων και κλινικής πορείας των περιπτώσεων «υβριδικής» βλάβης κεντρικού οδοντογενούς ινώματος - γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος που έχουν ήδη δημοσιευθεί, θα μπορούσε να συμβάλει στην προσπάθεια αυτή. Τα σχετικά στοιχεία έχουν συγκεντρωθεί στον πίνακα 1.

Είναι γνωστό ότι υπολείμματα οδοντογενούς επιθηλίου ανευρίσκονται στις γνάθους<sup>13,14</sup> και ως εκ τούτου η πιθανότητα παγίδευσής τους σε κεντρικό γιγαντοκυτταρικό κοκκίωμα δεν μπορεί να αποκλεισθεί. Επιθηλιακά έγκλειστα δεν έχουν όμως περιγραφεί σε κλασικά κεντρικά γιγαντοκυτταρικά κοκκιώματα<sup>4,5</sup>. Επιπλέον, η αφθονία οδοντογενούς επιθηλίου που παρατηρήθηκε στην παρούσα περίπτωση και επι-

**Πίνακας 1.** Χαρακτηριστικά 13 περιπτώσεων «υβριδικής» βλάβης οδοντογενούς ινώματος - γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος

Συγγραφείς	Ηλικία	Φύλο	Εντόπιση	Μέγεθος	Ακτινογραφική εικόνα	Μετεγχειρητική πορεία
Allen και συν.	66	Θ	44-47	-	πολύχωρη ακτινοδιαύγαση	όχι υποτροπή (6 μήνες)
Allen και συν.	14	Θ	34-37	3,5cm	ακτινοδιαύγαση	όχι υποτροπή (48 μήνες)
Allen και συν.	30	Θ	34,35	1,5x2cm	πολύχωρη ακτινοδιαύγαση	υποτροπή (14 μήνες)
Odell και συν.	5	Θ	65	-	ακτινοδιαύγαση	όχι υποτροπή
Odell και συν.	11	Α	ΑΓ*	-	ακτινοδιαύγαση	υποτροπή (3 χρόνια)
Odell και συν.	20	Θ	ΚΓ*,4-6	1,5x1cm	μονόχωρη ακτινοδιαύγαση	-
Odell και συν.	21	Θ	ΚΓ*,8	3x2cm	μονόχωρη ακτινοδιαύγαση	-
Odell και συν.	22	Θ	ΚΓ*,5-7	-	ακτινοδιαύγαση	-
Odell και συν.	39	Θ	ΚΓ*,5,6	-	ακτινοδιαύγαση	-
Odell και συν.	43	Θ	ΚΓ*	-	ακτινοδιαύγαση	υποτροπή (3 χρόνια)
Odell και συν.	50	Θ	ΚΓ*,4,5	-	μονόχωρη ακτινοδιαύγαση	-
Mosqueda Taylor και συν.	17	Θ	43-45	2,5x2cm	πολύχωρη ακτινοδιαύγαση	όχι υποτροπή (6 χρόνια)
Οικονομοπούλου Χατζημανώλης	64	Θ	32-37	6x4x3cm	πολύχωρη ακτινοδιαύγαση	όχι υποτροπή (3 χρόνια)

\* ΑΓ: Άνω Γνάθος, ΚΓ: Κάτω Γνάθος

σημαίνεται από τους Odell και συν.<sup>2</sup>, αντικρούει την πιθανότητα αυτή. Υπό το πρίσμα αυτό, η ανάληψη συγκριτικής ανοσοϊστοχημικής μελέτης για δείκτες κυτταρικής βλάστησης (π.χ. Ki67, PCNA) στους διάφορους τύπους κεντρικού οδοντογενούς ινώματος, την «υβριδική» βλάβη κεντρικού οδοντογενούς ινώματος - γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος και σε υλικό με υπολείμματα οδοντογενούς επιθηλίου παρουσιάζει ενδιαφέρον.

Η πιθανότητα «collision tumour» δεν μπορεί να αποκλεισθεί και θα μπορούσε να εξηγήσει την ιδιαίτερη σπανιότητα της βλάβης. Ενδογενικά παραδείγματα «collision» μεταξύ οδοντογενών και εκτομεσεγχυματικών όγκων έχουν δημοσιευθεί<sup>15</sup>, αλλά κρίνονται σήμερα με σκεπτικισμό.

Εκ πρώτης όψεως, η υπόθεση οστεοκλαστικής απορρόφησης στην περιφέρεια του οδοντογενούς ινώματος φαίνεται ελκυστική. Παρόμοια απορρόφηση αναγνωρίσθηκε στην παρούσα περίπτωση (Εικ. 4) και θα μπορούσε επίσης να εξηγήσει τα μικρά αθροίσματα γιγαντοκυττάρων τύπου οστεοκλαστών που έχουν παρατηρηθεί σε άλλους οδοντογενείς όγκους<sup>16-18</sup>. Απλή όμως οστεοκλαστική απορρόφηση δεν είναι συμβατή με την εκσεσημασμένη ανάπτυξη οζιδίων γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος που απεικονίζονται στην εικόνα 3 και η οποία χαρακτηρίζει την «υβριδική» βλάβη<sup>2</sup>.

Κατά τη γνώμη των συγγραφέων, η δευτερογενής ανάπτυξη γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος στο υπόστρωμα οδοντογενούς ινώματος είναι η πλέον πιθανή παθογένεση. Πιθανώς, η πρωταρχική βλάβη είναι ένα κεντρικό οδοντογενές ίνωμα, το υπόστρωμα του οποίου υφίσταται αλλοιώσεις που πυροδοτούν την ανάπτυξη αντιδραστικών οζιδίων γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος. Τα δευτερογενή αυτά οζίδια είναι υπεύθυνα για την ασυμμετρία και το ανώμαλο περίγραμμα της βλάβης, που υποδύεται έτσι «επιθετική» συμπεριφορά υπό μορφή πολύχρωρης ακτινοδιαύγασης / οστεόλυσης (Εικ. 1, Πίν. 1) και διείσδυσης στις γειτονικές μυελοκυψέλες (Εικ. 3). Η συγκριτική αξιολόγηση δημογραφικών στοιχείων ενισχύει την ερμηνεία αυτή. Πράγματι, η μέση ηλικία (30 χρόνια) και η συνήθης εντόπιση (περιοχή προ-

γομφίων της κάτω γνάθου) της «υβριδικής» βλάβης (Πίν. 1) αντιστοιχούν με εκείνες του κεντρικού οδοντογενούς ινώματος<sup>19,20</sup>. Αντίθετα, το κεντρικό γιγαντοκυτταρικό κοκκίωμα αναπτύσσεται συχνότερα στις πρόσθιες περιοχές των γνάθων και σε άτομα μικρότερης ηλικίας<sup>4</sup>. Ιστοχημική / ανοσοϊστοχημική αξιολόγηση μεσοκυττάρων ινών, άμορφης θεμέλιας ουσίας και αντιγονικών επιτόπων οδοντογενούς επιθηλίου στην «υβριδική» βλάβη και το οδοντογενές ίνωμα θα μπορούσε να αποκαλύψει πιθανές αλλοιώσεις του υποστρώματος και να ενισχύσει περαιτέρω την εν λόγω ερμηνεία.

Η ιδέα περί καινούριας οντότητας θα πρέπει να ληφθεί υπόψη μόνο μετά από αποκλεισμό της προηγούμενης υπόθεσης και ειδικότερα μετά από αδυναμία κατάδειξης αλλοιώσεων στο υπόστρωμα οδοντογενούς ινώματος.

Από άποψη θεραπείας, οι προηγούμενες περιπτώσεις «υβριδικής» βλάβης οδοντογενούς ινώματος - γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος αντιμετωπίσθηκαν με χειρουργική απόξεση<sup>1-3</sup>. Η αντιμετώπιση αυτή παρουσιάζει δύο μειονεκτήματα. Το πρώτο μειονέκτημα είναι ότι η απόξεση καταλήγει συνήθως σε συλλογή ιστικών θραυσμάτων που δεν επιτρέπουν αξιολόγηση της ποσοτικής αναλογίας και τοπογραφικής σχέσης των στοιχείων οδοντογενούς ινώματος - γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος. Είναι πιθανό ότι η αδυναμία αυτή προάγει τη δυσκολία κατανόησης της παθογένεσης της βλάβης. Το δεύτερο μειονέκτημα είναι ότι η απόξεση δεν εξασφαλίζει την αφαίρεση παθολογικού ιστού μη ορατού με γυμνό οφθαλμό που έχει διεισδύσει σε γειτονικές μυελοκυψέλες. Υποτροπές είναι αναμενόμενες και σημειώνεται ότι 23% των περιπτώσεων που έχουν δημοσιευθεί, υποτροπίασαν τρία χρόνια μετά την απόξεση (Πίν. 1).

Η ιστολογική μελέτη των υποτροπών αποκάλυψε ότι τα δύο στοιχεία (οδοντογενές ίνωμα, γιγαντοκυτταρικό κοκκίωμα) εμφανίσθηκαν σε αναλογίες παρόμοιες εκείνων της αρχικής βλάβης<sup>1,2</sup>. Η παρατήρηση αυτή θεωρείται σημαντική από άποψη παθογένεσης και πιθανολογεί ότι και τα δύο στοιχεία είναι ουσιώδη και ενδογενή χαρακτηριστικά της βλάβης. Χρειάζεται όμως προσοχή, γιατί δεν είναι δυνατό να εξακριβωθεί αν ο ιστός που παρέμεινε

in situ μετά από απόξεση περιείχε και τα δύο στοιχεία ή συνίστατο μόνο από οδοντογενές ίνωμα που πυροδότησε εκ νέου σχηματισμό γιγαντοκυτταρικού κοκκιώματος, όπως συζητήθηκε παραπάνω.

Ανεξάρτητα πάντως από τις υποθέσεις αυτές, η ανάληψη τοπικά «επιθετικής» συμπεριφοράς από τη βλάβη (υποτροπές, ασυμμετρία, πολύχρωμη ακτινοδιαύγαση) συνηγορεί υπέρ της καθολικής εξαίρεσης με συναφαίρεση υγιούς οστού περιφερικά, ως θεραπεία εκλογής.

### ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οι συγγραφείς αναγνωρίζουν την προσφορά της παθολογοανατόμου Μαρίας Τσαρδή, Επιμελήτριας Β' του Νοσοκομείου Ηρακλείου Κρήτης, για την παραπομπή ιστολογικού υλικού για συμβουλευτική αξιολόγηση.

### SUMMARY

P. ECONOMOPOULOU, P. HATZIMANOLIS

#### «HYBRID» ODONTOGENIC FIBROMA- -GIANT CELL GRANULOMA LESION OF THE MANDIBLE REPORT OF A CASE

STOMATOLOGIA 2004,61(2): 76-83

A female, aged 64 years, presented with a multilocular radiolucent swelling involving the cuspid - molar region of the left mandible. Histologically, the lesion showed an equal ratio of nodules of giant cell granuloma: intervening regions of odontogenic fibroma, WHO type. A partial hemimandibulectomy was undertaken and there is no evidence of recurrence, after three years. Development of giant cell granuloma secondary to changes in the stroma of odontogenic fibroma is a plausible pathogenesis. Complete removal of the lesion with a surrounding rim of healthy bone rather than curettage is advisable.

**KEY WORDS:** Odontogenic fibroma, Giant cell granuloma, Odontogenic tumours.

### BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ALLEN CM, HAMMOND HL, STIMSON PG. Central odontogenic fibroma, WHO type. A report of three cases with an unusual associated giant cell reaction. *Oral Surg* 1992,73: 62-66
2. ODELL EW, LOMBARDI T, BARRETT AW, MORGAN PR, SPEIGHT PM. Hybrid central giant cell granuloma and central odontogenic fibroma-like lesions of the jaws. *Histopathology* 1997,30: 165-171
3. MOSQUEDA TAYLOR A, BERMUDEZ FLORES V, DIAZ FRANCO MA. Combined central odontogenic fibroma and giant cell granuloma-like lesion of the mandible: report of a case and review of the literature. *J Oral Maxillofac Surg* 1999,57: 1258-1262
4. WALDRON CA, SHAFER WG. The central giant cell reparative granuloma of the jaws. *Am J Clin Pathol* 1966,45: 437-447
5. MANGHAM DC. Giant cell tumor of bone and giant cell-containing lesions of bone. In: HELLIWELL TR. Pathology of Bone and Joint Neoplasms. Saunders, Philadelphia, 1999: 304-329
6. KRAMER IRH, PINDBORG JJ, SHEAR M. Histological Typing of Odontogenic Tumours. 2nd ed. Springer, Berlin, 1992: 15-16, 22
7. GARDNER DG. Central odontogenic fibroma current concepts. *J Oral Pathol Med* 1996,25: 556-561
8. MacDONALD DG, BROWNE RM. Tumours of Odontogenic Epithelium. In: ANTHONY PP, MacSWEEN RNM, LOWE DG. Recent Advances in Histopathology. Vol 17. Churchill Livingstone, Edinburg, 1997: 139-166
9. SCIUBBA JJ, FANTASIA JE, KAHN LB. Tumors and Cysts of the Jaw. *Armed Forces Institute of Pathology, Vol 29, Washington DC, 2001: 85-90, 105-108*
10. GARDNER DG. The central odontogenic fibroma: an attempt at clarification. *Oral Surg* 1980,50: 425-432
11. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ Α, ΠΑΠΑΔΑΚΟΥ Α, ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ Α. Ιστοχημική μελέτη των ηωσινόφιλων και ενασβεστωμένων ουσιών του αδενοματωειδούς οδοντογενούς όγκου. *Οδοντοστομ Προοδ* 1989,43: 129-138

12. MacDONALD DG. Tumors of the Oral Cavity. In: FLETCHER CDM. Diagnostic Histopathology of Tumors. Vol 1. 2nd ed. *Churchill Livingstone, London, 2000: 209-229*
13. HODSON JJ. Epithelial residues of the jaw with special reference to the edentulous jaw. *J Anat 1962,96: 16-24*
14. TEN CATE AR. Oral Histology. *The C.V. Mosby Co, St Louis, 1980: 78, 218, 244*
15. HODSON JJ. An intra-osseous tumour combination of biological importance-invasion of a melanotic schwannoma by an adamantinoma. *J Path Bact 1961,82: 257-266*
16. BOSS JH. Giant-cell reactions in the connective tissue septa of ameloblastomas. *Oral Surg 1964,18: 70-76*
17. KAWAKAMI T, ANTOH M, MINEMURA T. Giant cell reaction to ameloblastoma: an immunohistochemical and ultrastructural study of a case. *J Oral Maxillofac Surg 1989,47: 737-741*
18. RICHARD BM, THYVEETIL M, SHARIF H, ATHANASOU NA. Ameloblastoma with stromal multinucleated giant cells. *Histopathology 1994,25: 497-499*
19. HANDLERS JP, ABRAMS AM, MELROSE RJ, DANFORTH R. Central odontogenic fibroma: clinicopathologic features of 19 cases and review of the literature. *J Oral Maxillofac Surg 1991,49: 46-54*
20. KAFFE I, BUCHNER A. Radiologic features of central odontogenic fibroma. *Oral Surg 1994,78: 811-818*

---

**ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ:**

Παναγιώτα Οικονομοπούλου  
Σερρών 6, Χαλάνδρι  
152 31 ΑΘΗΝΑ

# ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ

Π. ΓΚΡΙΤΖΑΛΗΣ\*, Ε. ΚΑΤΣΩΝΗ\*\*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Η** ακτινογραφική εικόνα αποτελεί μία δισδιάστατη επιφάνεια, επί της οποίας είναι αποτυπωμένες τρισδιάστατες ανατομικές δομές του ανθρώπινου σώματος. Η εικόνα δημιουργείται από την αλληλεπίδραση των ακτίνων Χ με τους ιστούς που ακτινοβολούνται. Το ακτινογραφικό φιλμ, στην κλασική ακτινοδιαγνωστική, είναι ένα μέσο καταγραφής και μεταφοράς πληροφοριών στον παρατηρητή. Η άντληση όσο το δυνατόν περισσότερων πληροφοριών από κάθε ακτινογραφική εξέταση αποτελεί απαίτηση. Σημαντική επίσης παράμετρος είναι η ελαχιστοποίηση της δόσης που λαμβάνει ο ασθενής. Ακτινογραφίες χαμηλής ποιότητας έχουν ως αποτέλεσμα επανάληψη των εξετάσεων (αυξημένη δόση για τον εξεταζόμενο) και μερικές φορές οδηγούν σε λανθασμένες διαγνώσεις. Η ακτινογραφική ποιότητα αναφέρεται στην πιστότητα απεικόνισης μιας ανατομικής δομής. Η ποιότητα μιας ακτινογραφικής εικόνας εκτιμάται πρωταρχικά από τον παρατηρητή ιατρό. Ο χαρακτηρισμός του γι' αυτήν είναι υποκειμενικός και εκφράζει κυρίως τη δυνατότητα να συλλέξει χρήσιμες διαγνωστικές πληροφορίες. Υπάρχει όμως και αντικειμενική εκτίμηση της ποιότητας της εικόνας, με βάση τις τιμές ορισμένων φυσικών παραμέτρων. Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της ποιότητας της εικόνας μπορούν να καταταγούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: πρώτον, παράμετροι που αφορούν στην ορατότητα της εικόνας και τέτοιοι είναι η οπτική πυκνότητα, η αντίθεση και ο ακτινογραφικός θόρυβος και, δεύτερον, παράμετροι που αφορούν στην ευκρίνεια της εικόνας και είναι η οξύτητα-σαφήνεια και η παραμόρφωση μεγέθους και σχήματος. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να αναλύσει αυτές τις παραμέτρους, με στόχο την παραγωγή εικόνων ποιοτικά σωστών.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ακτινογραφική εικόνα αποτελεί μία δισδιάστατη επιφάνεια επί της οποίας είναι αποτυπωμένες τρισδιάστατες ανατομικές δομές του ανθρώπινου σώματος<sup>1</sup>.

Η εικόνα δημιουργείται από την αλληλεπίδραση των ακτίνων Χ με τους ιστούς που ακτινοβολούνται. Η δέσμη των ακτίνων Χ που κατευθύνεται προς τον ασθενή δεν περιέχει διαγνωστικές πληροφορίες. Πληροφορίες περιέχονται αφού διαπεράσει τους ιστούς που πα-

ρεμβάλλονται στην πορεία της. Αλληλεπίδραση ακτινοβολίας Χ με την ύλη σημαίνει κάθε αλλαγή, τόσο στην ακτινοβολία που θα περάσει μέσα από την ύλη όσο και στην ύλη από τη διέλευση της ακτινοβολίας<sup>2</sup>. Η ατομική ισορροπία διαταράσσεται και το άτομο προσπαθεί να την επανακτήσει, έτσι εμφανίζονται φαινόμενα όπως η απλή σκέδαση, το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο και το φαινόμενο Compton<sup>3,4</sup>. Δημιουργείται έτσι το σήμα, το οποίο προσπίπτοντας επάνω στο ακτινογραφικό φιλμ και αλληλεπιδρώντας με αυτό, μετά από κατάλληλη επεξεργασία δημιουργεί την ορατή ακτινογραφική εικόνα<sup>5</sup>. Το ακτινογραφικό φιλμ είναι ένα μέσο καταγραφής και μεταφοράς πληροφοριών στον παρατηρητή. Η αποτύπωση των ανατομικών δομών επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση διαφόρων αποχρώσεων-διαβαθμίσεων του γκρι. Στις εικόνες της κλασικής ακτινοδιαγνωστικής, κάθε διαβάθμιση του γκρι αντιστοιχεί σε ορισμένη ποσότητα ακτινοβολίας Χ που

Μέρος της εργασίας ανακοινώθηκε στην ΛΔ' Ετήσια Οδοντοστοματολογική Σύνοδο της Στοματολογικής Εταιρείας της Ελλάδος - Δελφοί, 2-5 Σεπτεμβρίου 1999.

\* Λέκτορας Διαγνωστικής και Ακτινολογίας Οδοντιατρικού Τμήματος Πανεπιστημίου Αθηνών.

\*\* Msc Παθοβιολογίας Στόματος Οδοντιατρικού Τμήματος Πανεπιστημίου Αθηνών.

**ΟΡΟΙ ΕΥΡΕΤΗΡΙΑΣΜΟΥ:** Ακτινογραφική ποιότητα εικόνας, Παράμετροι ορατότητας, Παράμετροι ευδιακρίσιας.

προσπίπτει στο φιλμ<sup>6</sup>. Η ποσότητα αυτή εξαρτάται από την εξασθένηση της αρχικής ακτινοβολίας κατά τη διέλευσή της μέσα από το ανθρώπινο σώμα. Το μαύρο χρώμα και οι διαβαθμίσεις του γκρι που τείνουν προς το μαύρο, υποδηλώνουν πολύ μικρή εξασθένηση της ακτινοβολίας. Αντίθετα, το λευκό και οι ανοικτές διαβαθμίσεις του γκρι αντιστοιχούν σε ολική ή πολύ μεγάλη εξασθένηση αντιστοιχά<sup>2</sup>.

Η άντληση όσο το δυνατόν περισσότερων πληροφοριών από κάθε ακτινογραφική εξέταση αποτελεί απαίτηση. Σημαντική επίσης παράμετρος, είναι η ελαχιστοποίηση της δόσης που δέχεται ο ασθενής. Ακτινογραφίες χαμηλής ποιότητας έχουν ως αποτέλεσμα επανάληψη των εξετάσεων (αυξημένη δόση για τον εξεταζόμενο) και μερικές φορές οδηγούν σε λανθασμένες διαγνώσεις. Η ακτινογραφική ποιότητα αναφέρεται στην πιστότητα απεικόνισης μιας ανατομικής δομής. Η ποιότητα μιας ακτινογραφικής εικόνας εκτιμάται πρωταρχικά από τον παρατηρητή ιατρό<sup>7</sup>. Ο χαρακτηρισμός του γι' αυτή είναι υποκειμενικός και εκφράζει κυρίως τη δυνατότητα να συλλέξει χρήσιμες διαγνωστικές πληροφορίες. Υπάρχει όμως και αντικειμενική εκτίμηση της ποιότητας της εικόνας, με βάση τις τιμές ορισμένων φυσικών παραμέτρων.

Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της ποιότητας της εικόνας μπορούν να καταταγούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Πρώτον, παράμετροι που αφορούν στην ορατότητα της εικόνας και τέτοιοι είναι η οπτική πυκνότητα, η αντίθεση και ο ακτινογραφικός θόρυβος και, δεύτερον, παράμετροι που αφορούν στην ευκρίνεια της εικόνας και είναι η οξύτητα-σαφήνεια και η παραμόρφωση μεγέθους και σχήματος<sup>8</sup>.

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να αναλύσει αυτές τις παραμέτρους, με στόχο την παραγωγή εικόνων ποιοτικά σωστών.

### **ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ**

#### **Οπτική πυκνότητα**

Η οπτική πυκνότητα (optical density, OD) χαρακτηρίζει το βαθμό αμαύρωσης του φιλμ, την ποσότητα δηλαδή του μεταλλικού αργύρου στα

σημεία της επιφάνειας του φιλμ και ορίζεται από το λογάριθμο της αδιαφάνειας του φιλμ στο συγκεκριμένο σημείο του. Δηλαδή:

$$OD = \log(I_0/I)$$

όπου  $I_0$  η ομοιογενής ένταση φωτός που προσπίπτει στη μία πλευρά του φιλμ και  $I$  η ένταση του διερχόμενου φωτός στο σημείο μέτρησης. Οι τιμές της για τα ακτινογραφικά φιλμ κυμαίνονται από 0,1 έως 4. Ποτέ το φιλμ δεν έχει μηδενική οπτική πυκνότητα. Η αμαύρωση που δεν οφείλεται στην ακτινοβολία ονομάζεται ομίχλωση και εξαρτάται από το χρονικό διάστημα και τις συνθήκες αποθήκευσης του φιλμ, την ακτινοβολία περιβάλλοντος και τα χημικά διαλύματα<sup>9</sup>.

Πρωταρχικός παράγοντας ρύθμισης της οπτικής πυκνότητας είναι ο ηλεκτρικός παράγοντας mAs (ολική έκθεση)<sup>10</sup>. Η οπτική πυκνότητα είναι ανάλογη της ολικής έκθεσης και η ολική έκθεση δεν επηρεάζει άλλα χαρακτηριστικά της εικόνας. Μεταβολή στο mAs κατά 30% προκαλεί ορατές αλλαγές της οπτικής πυκνότητας στην εικόνα. Για ουσιώδη όμως μεταβολή, απαιτείται αλλαγή στο mAs περίπου 50%.

Το KVr της λυχνίας επηρεάζει επίσης την οπτική πυκνότητα. Μεταβολή KVr κατά 15% προκαλεί μία μεταβολή στην οπτική πυκνότητα, ίση με τον παράγοντα 2. Ορατές μεταβολές οπτικής πυκνότητας μπορούν να δημιουργηθούν με μεταβολή στο KVr περίπου 5%. Όμως το KVr επηρεάζει και άλλα χαρακτηριστικά της εικόνας και δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για αλλαγές της οπτικής πυκνότητας<sup>8</sup>.

Τριφασικά μηχανήματα είναι δύο φορές πιο αποδοτικά στο να παράγουν οπτική πυκνότητα, η δέσμη είναι πιο διεισδυτική, περισσότερη ακτινοβολία αντιστοιχεί σε κάθε mA. Η χρήση φίλτρων μειώνει την οπτική πυκνότητα, έτσι αυτά χρησιμοποιούνται σε λεπτές ανατομικές δομές. Το μέγεθος πεδίου, όταν μειώνεται, προκαλεί επίσης μείωση της οπτικής πυκνότητας, λόγω ελάττωσης της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας. Το ίδιο συμβαίνει όταν χρησιμοποιούνται αντιδιαχυτικά διαφράγματα, κατευθυντήρες ή άλλοι τρόποι μείωσης της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας. Η διάπλωση του ασθενούς επηρεάζει την οπτική πυκνότητα, όπως και η χρήση ταχύτερων φιλμ και ενισχυτικών πινακίδων<sup>8</sup>.



<b>Πίνακας 1.</b> Συνήθη σφάλματα που έχουν σχέση με την οπτική πυκνότητα
<p>Φιλμ πολύ σκούρο</p> <p>Πιθανές αιτίες:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Υπερέκθεση</li> <li>Υπερεμφάνιση</li> <li>Λεπτοί ιστοί ασθενούς</li> </ul>
<p>Φιλμ πολύ ανοικτό</p> <p>Πιθανές αιτίες:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Υποέκθεση</li> <li>Υποεμφάνιση</li> <li>Μεγάλο πάχος ιστών</li> <li>Αναστροφή πλακιδίου</li> </ul>

Η απόσταση λυχνίας - φιλμ (Target-Focus-Distance, TFD) συνδέεται με την πυκνότητα με το νόμο του αντιστρόφου τετραγώνου. Η TFD χρησιμοποιείται για διόρθωση του mA για δεδομένη οπτική πυκνότητα, όταν οι υπόλοιποι παράγοντες παραμένουν σταθεροί. Η απόσταση αντικειμένου - φιλμ (Object-Focus-Distance, OFD) συνδέεται με την οπτική πυκνότητα. Αύξησή της οδηγεί σε μείωση της οπτικής πυκνότητας, λόγω εξασθένησης της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας. Λοξές προβολές επηρεάζουν την οπτική πυκνότητα έμμεσα, διότι αυξάνεται η TFD.

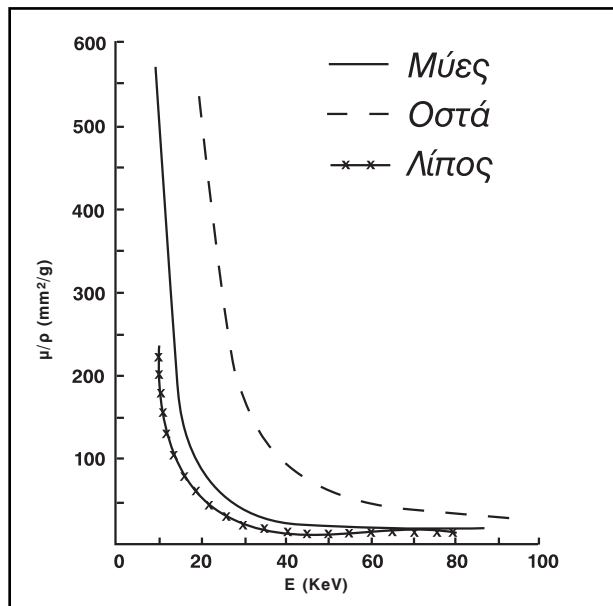
Συνήθη σφάλματα που έχουν σχέση με την οπτική πυκνότητα αναφέρονται στον πίνακα 1.

### Αντίθεση

Η αντίθεση (contrast) εκφράζει τις διαφορές στην ένταση της ακτινοβολίας που αντιστοιχούν σε διάφορες περιοχές της εικόνας, δηλαδή η αντίθεση αποτελεί τη διαφορά αμαύρωσης μεταξύ δύο περιοχών της ακτινογραφίας. Όσο η δυνατότητα διάκρισης της κάθε δομής αυξάνει, τόσο πιο εύκολη είναι η αναγνώριση και μελέτη γειτονικών ανατομικών δομών. Το χαρακτηριστικό αυτό καλείται αντίθεση εικόνας και εξαρτάται από την αντίθεση θέματος και την αντίθεση του φιλμ.

### Αντίθεση θέματος (subject contrast)

Η αντίθεση θέματος ορίζεται σαν το πηλίκο της έντασης Ια ακτινοβολίας που διαπερνά το λεπτό τμήμα του αντικειμένου, δια της έντασης Ιβ ακτινοβολίας που διαπερνά το παχύ

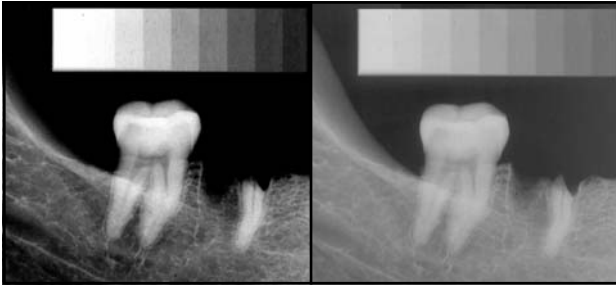


**Εικ. 1.** Μεταβολή του γραμμικού συντελεστή εξασθένησης για οστά, μύες και λίπος. (Από: ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ Α, ΣΑΚΕΜΙΟΥ Λ. Σημειώσεις Υγειοφυσικής. Ιονίζουσες Ακτινοβολίες. Αθήνα, 1992: 27).

του τμήμα. Προκαλείται από την ενέργεια των φωτονίων και η τιμή της εξαρτάται από το εφαρμοζόμενο KVp. Χαρακτηρίζει την άορατη εικόνα, γι' αυτό και καλείται αντίθεση ακτινοβολίας (radiation contrast)<sup>2</sup>.

Μετά την επεξεργασία του φιλμ δημιουργείται η ακτινογραφική εικόνα. Η εικόνα αυτή χαρακτηρίζεται από σημεία διαφορετικής οπτικής πυκνότητας, ανάλογα με την ένταση της ακτινοβολίας που έχει προσβάλλει το αντίστοιχο σημείο. Η διαφορά των οπτικών πυκνοτήτων αυτών των σημείων καλείται αντίθεση εικόνας.

Ο ηλεκτρικός παράγοντας που ελέγχει την αντίθεση θέματος, είναι το εφαρμοζόμενο KVp. Μεταβολές στο KVp οδηγούν σε μεταβολές της αντίθεσης θέματος, μέσω μεταβολών του γραμμικού συντελεστή εξασθένησης<sup>11</sup>. Υψηλότερες τιμές του KVp ελαττώνουν το συντελεστή εξασθένησης και επομένως την αντίθεση θέματος. Στις ενέργειες που χρησιμοποιούνται στην ακτινοδιαγνωστική, οι κύριοι μηχανισμοί εξασθένησης είναι το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο και το φαινόμενο Compton. Σε χαμηλές ενέργειες επικρατεί το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο και είναι εντονότερο σε ιστούς με σχετικά



Εικ. 2. Αριστερά: λήψη με 60 KVp. Δεξιά: λήψη με 70 KVp.

υψηλό ατομικό αριθμό  $Z^{12}$ . Η αντίθεση θέματος μεταξύ οστών και μαλακών μορίων είναι υψηλή, ιδιαίτερα σε συνθήκες φωτοηλεκτρικής απορρόφησης, ενώ μεταξύ μαλακών ιστών και λίπους είναι χαμηλή (Εικ. 1)<sup>13</sup>.

Υψηλές τιμές KVp διαπερνούν περισσότερους τύπους ιστών, περισσότερες γκρι ζώνες είναι ορατές στο φιλμ και έτσι αυξάνεται το εύρος των ανατομικών λεπτομερειών που μπορούν ταυτόχρονα να αποτυπωθούν σε μία ακτινογραφία. Παρέχεται έτσι χαμηλή αντίθεση θέματος και χαρακτηρίζεται σαν αντίθεση ευρείας κλίμακας (long scale contrast). Αντίθετα, δέσμη ακτίνων X από χαμηλή τάση παρέχει υψηλή αντίθεση θέματος και χαρακτηρίζεται σαν αντίθεση μικρής κλίμακας (short scale contrast)<sup>9</sup> (Εικ. 2).

Σε υψηλότερες τιμές KVp επικρατεί το φαινόμενο Compton, που είναι ανεξάρτητο του ατομικού αριθμού, εξαρτάται όμως από την πυκνότητα των ακτινοβολούμενων ιστών. Η αντίθεση σε αυτές τις ενέργειες οφείλεται σε διαφορές πυκνότητας<sup>3</sup>.

Για ενίσχυση της αντίθεσης μεταξύ ιστών που παρουσιάζουν μικρές διαφορές ως προς τη σύστασή τους, οι λήψεις γίνονται με λίγα KVp<sup>14</sup>.

Το πάχος του ακτινοβολούμενου αντικειμένου επηρεάζει την αντίθεση θέματος και απαιτείται διόρθωση KVp. Μυώδεις ασθενείς παρουσιάζουν επίσης μείωση της αντίθεσης, εξαιτίας της αύξησης της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας. Στα υλικά που παρουσιάζουν πολύ χαμηλή εξασθένηση, όπως ο αέρας, το πάχος δεν επιδρά στην αντίθεση.

Η αντίθεση αλλοιώνεται και από τη φύση υπερκείμενων και υποκείμενων ιστών, που προκαλούν εξασθένηση της δέσμης.

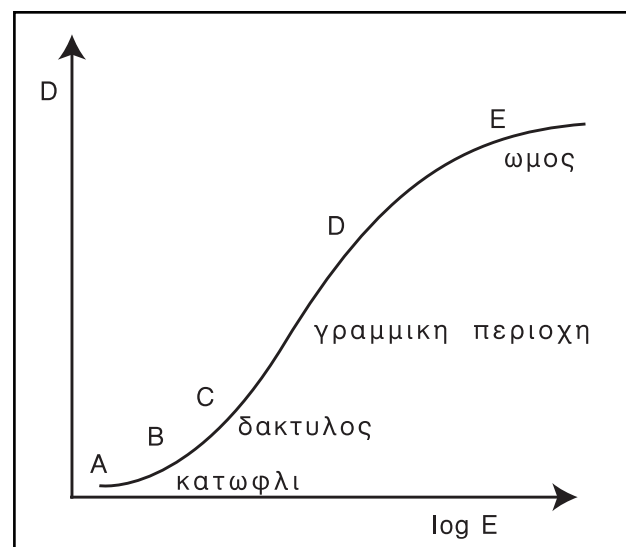
Η σκεδαζόμενη ακτινοβολία επηρεάζει την αντίθεση<sup>15</sup>. Παράγοντες που μεταβάλλουν τη σκεδαζόμενη ακτινοβολία είναι: 1) το μέγεθος πεδίου ακτινοβολίας, 2) η χρήση αντιδιαχυτικών διαφραγμάτων και 3) η μεταβολή της απόστασης αντικειμένου - φιλμ.

Η κίνηση της λυχνίας ακτίνων X ή του ασθενή ή του φιλμ κατά τη διάρκεια της έκθεσης, είναι ο μόνος παράγοντας που επηρεάζει την αντίθεση της εικόνας δίχως να επιδρά στο ποσό της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας στην υπολειπόμενη δέσμη. Όταν η ασάφεια γίνεται μεγάλη, η αντίθεση χάνεται.

Η αντίθεση μπορεί να ενισχυθεί με τη χρήση σκιαγραφικών μέσων<sup>14</sup>.

#### Αντίθεση φιλμ (film contrast)

Η αντίθεση του φιλμ αποτελεί ενδογενή ιδιότητα του φιλμ, ή του ανιχνευτικού συστήματος γενικότερα. Καθορίζεται από την κλίση  $\gamma$  της χαρακτηριστικής καμπύλης, της γραφικής δηλαδή παράστασης της σχέσης της οπτικής πυκνότητας του φιλμ και του δεκαδικού λογάριθμου της σχετικής έκθεσης που την προκάλεσε (Εικ. 3)<sup>2</sup>. Το γραμμικό τμήμα της καμπύλης αποτελεί το διαγνωστικά χρήσιμο τμήμα της. Το μέτρο της αντίθεσης του απεικονιστικού συστήματος υπολογίζεται από τη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του ευθέος τμήματος της καμπύλης, εάν αυτό προεκταθεί ώστε να συναντήσει τον άξο-



Εικ. 3. Χαρακτηριστική καμπύλη του φιλμ. (Από: ΠΑΝΑΠΩΤΑΚΗΣ Γ. Φυσική της Ακτινοδιαγνωστικής. 1995: 72).

**Πίνακας 2.** Πιθανές αιτίες για φιλμ με ακατάλληλη αντίθεση

1. Σφάλματα κατά την επεξεργασία του φιλμ (υποεμφάνιση, υπερεμφάνιση, ανεπαρκής στερέωση, ανάμιξη εμφανιστικού και μονιμοποιητικού διαλύματος)
2. Ομίχλωση λόγω ακατάλληλων συνθηκών αποθήκευσης των φιλμ, χρήσης ληγμένων φιλμ, χρήσης κασετών που επιτρέπουν τη διόδο φωτός, ακαταλληλότητας σκοτεινού θαλάμου
3. Ακατάλληλες ρυθμίσεις ηλεκτρικών παραγόντων

να των εκθέσεων, και του άξονα των εκθέσεων. Όσο μεγαλύτερη είναι η γωνία φ, τόσο μεγαλύτερη είναι η σκιαγραφική αντίθεση του απεικονιστικού συστήματος.

Το εύρος έκθεσης και η σκιαγραφική αντίθεση είναι μεγέθη αντίστροφα. Όσο αυξάνει η σκιαγραφική αντίθεση, τόσο μειώνεται το εύρος έκθεσης και το αντίστροφο. Έτσι, σε φιλμ υψηλής αντίθεσης αντιστοιχεί απότομη καμπύλη H-D (Hurter - Driffield). Επιλέγεται όταν παρουσιάζεται η ανάγκη για σαφή διαχωρισμό δύο δομών που αντιστοιχούν σε παραπλήσιες τιμές έκθεσης και εμπίπτουν στο γραμμικό τμήμα της καμπύλης H-D. Μεγάλου εύρους, άρα χαμηλής αντίθεσης, φιλμ, επιλέγονται για να απεικονίσουν μικρές διαφορές στην απορρόφηση μέσα σε μικρότερες περιοχές<sup>16</sup>. Αντίθεση φιλμ - ανιχνευτικού συστήματος μπορεί να επιδράσει ενισχυτικά ή να υποβαθμίσει την αντίθεση θέματος. Συστήματα που ενισχύουν την αντίθεση θέματος είναι ιδιαίτερα χρήσιμα κατά την απεικόνιση δομών με χαμηλή αντίθεση θέματος. Τέτοια συστήματα έχουν μέση αντίθεση (γ) τουλάχιστον 2,4<sup>9</sup>.

Η αντίθεση του φιλμ επηρεάζεται και από τις συνθήκες επεξεργασίας του, από το μέγεθος των κόκκων του και από το KVp.

Η αντίθεση επηρεάζεται από το ρυθμό αμαύρωσης του φιλμ, δηλαδή από την οπτική πυκνότητα. Οι συνθήκες έκθεσης πρέπει να επιλέγονται έτσι, ώστε δομές διαγνωστικού ενδιαφέροντος, στο ακτινογράφημα να εμφανίζονται στην περιοχή οπτικών πυκνοτήτων όπου το contrast είναι υψηλότερο. Να αποφεύγονται περιοχές που αντιστοιχούν στον πυθμένα του δακτύλου της χαρακτηριστικής καμπύλης (υποέκθεση) ή στον ώμο (υπερέκθεση).

Οι πιθανές αιτίες για φιλμ με ακατάλληλη αντίθεση αναφέρονται στον πίνακα 2.

**Θόρυβος**

Με τον όρο θόρυβος (noise) περιγράφεται κάθε άχρηστη πληροφορία που απεικονίζεται στο φιλμ και μειώνει την ορατότητα της επιθυμητής εικόνας. Ο θόρυβος περιλαμβάνει επίσης την ομίχλωση, το στατικό ηλεκτρισμό και τις ψευδενδείξεις. Οι πληροφορίες που περιλαμβάνονται δεν έχουν διαγνωστική αξία. Η διαγνωστικά χρήσιμη πληροφορία χαρακτηρίζεται συχνά ως σήμα. Μία φυσική παράμετρος που έχει σημασία για την εκτίμηση της ποιότητας της διαγνωστικής εικόνας, είναι ο λόγος σήματος προς θόρυβο (signal to noise ratio - SNR). Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του, τόσο μεγαλύτερο είναι το περιεχόμενο της εικόνας σε διαγνωστική πληροφορία<sup>14</sup>. Η εκτίμηση του θορύβου είναι συχνά υποκειμενική, άλλοτε δε μία πληροφορία μπορεί να εκληφθεί ως θόρυβος και άλλοτε ως σήμα, ανάλογα με το είδος της εξέτασης.

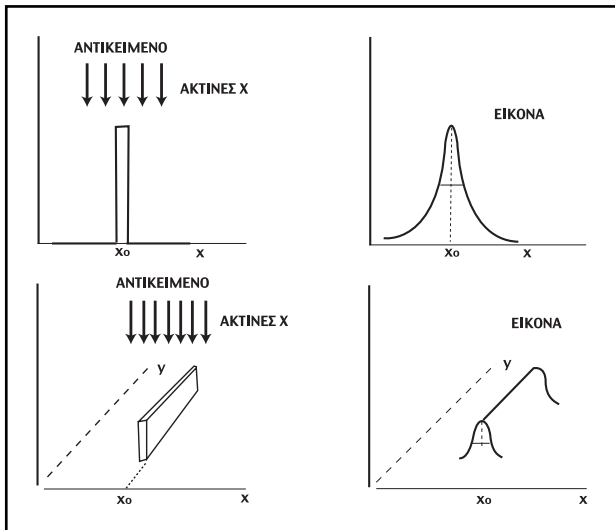
Ως προς τη φύση και την προέλευσή του, ο θόρυβος μπορεί να διακριθεί σε συστηματικό και τυχαίο.

**Συστηματικός θόρυβος**

Συστηματικός θεωρείται ο θόρυβος ο οποίος αναπαράγεται από εικόνα σε εικόνα. Παράδειγμα συστηματικού θορύβου αποτελεί ο θόρυβος ανατομικής δομής (structured noise). Πρόκειται για την ανεπιθύμητη παρεμβολή ορισμένων ανατομικών δομών στην πορεία της δέσμης, με αποτέλεσμα τη συμπίεσή τους μαζί με την ανατομική περιοχή που παρουσιάζει διαγνωστικό ενδιαφέρον. Ο ανατομικός θόρυβος είναι δυνατόν να εξαλειφθεί με διάφορες τεχνικές, π.χ. με επιλογή KVp και mAs, με την κλασική ή υπολογιστική τομογραφία, με την αφαιρετική τεχνική και με εφαρμογή κατάλληλων τεχνικών ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας<sup>2,14</sup>.

**Τυχαίος θόρυβος**

Τυχαίος ή στατιστικός ή ακτινογραφικός θόρυβος, είναι ο θόρυβος που εμποδίζει κυρίως την καθαρή απεικόνιση λεπτομερειών χαμηλής αντίθεσης. Τυχαίος είναι ο θόρυβος ο οποίος υπακούει σε στατιστικούς νόμους, χαρακτηρί-



**Εικ. 4.** Αριστερά ιδανική κατανομή οπτικών πυκνοτήτων. Δεξιά πραγματική κατανομή οπτικών πυκνοτήτων. (Από: ΚΑΝΔΑΡΑΚΗΣ Ι. Φυσικές και Τεχνολογικές Αρχές Ακτινοδιαγνωστικής. Εκδόσεις «Ελλην», 1994: 163).

ζει το ίδιο το απεικονιστικό σύστημα, τις ανομοιογένειες στην αμαύρωση του φιλμ όταν αυτό εκτίθεται μακροσκοπικά σε ομοιογενή δέσμη ακτίνων Χ, ακόμη και στην περίπτωση που στην πορεία της δέσμης δεν έχει παρεμβληθεί αντικείμενο (ασθενής).

Ο ακτινογραφικός θόρυβος αποτελεί συχνά τον κύριο παράγοντα υποβάθμισης της εικόνας, είναι στατιστικής φύσης και χαρακτηρίζεται από δύο βασικά μεγέθη, την ένταση και τη χωρική του συχνότητα. Περιλαμβάνει τον κβαντικό θόρυβο, το θόρυβο δομής ενισχυτικής πινακίδας και το θόρυβο των κόκκων του φιλμ. Σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να ελαττωθεί με τη χρήση ειδικών τεχνικών βελτίωσης της εικόνας, όπως γίνεται σε ψηφιακές εικόνες με την εφαρμογή μεθόδων ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας.

Η ικανότητα ενός συστήματος να απεικονίζει λεπτομέρειες χαμηλής αντίθεσης χαρακτηρίζεται ως διακριτική ικανότητα αντίθεσης (contrast resolution)<sup>8,9,17</sup>.

Πιθανές αιτίες που ευθύνονται για σημάδια στο ακτινογραφικό φιλμ και μπορούμε να αποφύγουμε αναφέρονται στον πίνακα 3.

**Ασάφεια - Οξύτητα**

Η οξύτητα εκφράζει την ευκρίνεια με την οποία μπορεί να απεικονιστεί το όριο μεταξύ

δύο ανατομικών περιοχών διαφορετικής σύστασης (ατομικού αριθμού ή πυκνότητας). Οφείλεται στην ανικανότητα του απεικονιστικού συστήματος να αποτυπώσει με σαφήνεια μία απότομη μεταβολή ενός αντικειμένου, όταν αυτό ακτινοβολείται με ομοιογενή δέσμη ακτίνων Χ (Εικ. 4)<sup>14</sup>. Η κατανομή της οπτικής πυκνότητας ή η μετάβαση από μία τιμή οπτικής πυκνότητας σε μία άλλη γίνεται βαθμιαία. Το όριο έτσι μεταξύ των δύο περιοχών είναι λιγότερο σαφές από ότι στην πραγματική ή ιδανική περίπτωση. Το εύρος της μεταβατικής περιοχής μεταξύ των τιμών οπτικής πυκνότητας ορίζεται ως οξύτητα (sharpness). Συχνά χρησιμοποιείται ο όρος ασάφεια. Παράγοντες που προκαλούν ασάφεια προέρχονται είτε από το απεικονιστικό σύστημα είτε από τον ασθενή και είναι:

**A.** Η παρασκιά (penumbra) ή γεωμετρική ασάφεια. Οφείλεται στις πεπερασμένες διαστάσεις της εστίας ακτίνων Χ. Η ποσοτική εκτίμηση της παρασκιάς δίδεται από τη σχέση:

$$Ug = (h/H \times f) = (M-1)f$$

όπου: Ug = παρασκιά, h = OFD, απόσταση αντικειμένου - φιλμ, H = FOD, απόσταση εστίας - αντικειμένου, M = συντελεστής μεγέθυνσης και f = μέγεθος εστίας.

Η παρασκιά μειώνεται με τη χρήση σημειακών πηγών. Το μέγεθος της πηγής είναι μία παράμετρος που επηρεάζει μόνο την οξύτητα της εικόνας<sup>8</sup>.

Όσο ο λόγος TFD / TOD παραμένει σταθερός, δεν παρατηρούνται μεταβολές στην οξύτητα της εικόνας.

**B.** Η ασάφεια ενισχυτικής πινακίδας. Με τη χρήση ενισχυτικής πινακίδας παρατηρείται μείωση της οξύτητας, σε σχέση με άμεση έκθεση σε φιλμ.

Πίνακας 3. Πιθανές αιτίες για φιλμ με σημάδια	
1.	Λύγισμα κατά την τοποθέτηση στον ασθενή ή το εμφανιστήριο
2.	Απρόσεκτος χειρισμός
3.	Κηλίδες χημικών διαλυμάτων
4.	Ανεπαρκής μονιμοποίηση
5.	Σημάδια από την εμφανιστική μονάδα
6.	Ανεπαρκής ποσότητα εμφανιστικών υγρών

**Πίνακας 4.** Πιθανές αιτίες για φιλμ με ασάφεια

1. Κίνηση ασθενούς ή πλακιδίου ή λυχνίας κατά τη διάρκεια της έκθεσης
2. Φτωχή επαφή φιλμ - ενισχυτικής πινακίδας
3. Ευαισθησία φιλμ
4. Ταχύτητα φιλμ
5. Υπερβολική κάμψη του πλακιδίου κατά τη διάρκεια της έκθεσης

**Γ.** Η ασάφεια λόγω φαινομένου παραλλαγής (parallax).

**Δ.** Η ασάφεια λόγω φαινομένου διασταύρωσης (cross over).

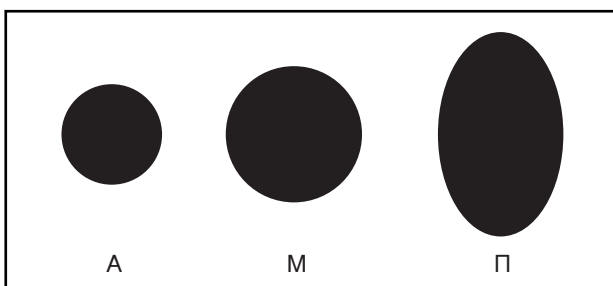
**Ε.** Η ασάφεια λόγω φαινομένου ύλης (nelation).

**ΣΤ.** Η ασάφεια λόγω κίνησης αντικειμένου ή εστίας. Αντιμετωπίζεται με χρήση μικρών χρόνων έκθεσης και μηχανισμούς ακινητοποίησης. Αποτελεί τον πλέον καταστρεπτικό παράγοντα για την οξύτητα.

**Ζ.** Η ασάφεια που οφείλεται στα γεωμετρικά σχήματα των δομών που ακτινοβολούνται.

Η αντίληψη της ασάφειας εξαρτάται από την αντίθεση της εικόνας και από τις διαστάσεις της απεικονιζόμενης ανατομικής λεπτομέρειας.

Χωρική διακριτική ικανότητα (spatial resolution) είναι το μέγεθος που εκφράζει την ικανότητα ενός απεικονιστικού συστήματος να απεικονίζει ως ξεχωριστές οντότητες δύο δομές, πολύ μικρών διαστάσεων, που βρίσκονται πολύ κοντά η μία στην άλλη<sup>18</sup>. Η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να έχουν ώστε να είναι δυνατή η διάκρισή τους ονομάζεται όριο διακριτικής ικανότητας ή διακριτική ισχύς (resolution limit). Η διακριτική ικανότητα επηρεάζεται από την αντίθεση και την ασάφεια. Για τη διάκριση δύο δομών μικρών διαστάσεων απαιτείται μεγάλη



**Εικ. 5.** Διαφορά μεταξύ μεγέθυνσης (M) και παραμόρφωσης (Π) σχήματος, αντικειμένου (Α).

αντίθεση εικόνας με το περιβάλλον τους και μείωση της ασάφειας<sup>14</sup>.

Ο παράγοντας που αντιστοιχεί στο ποσοστό της ωφέλιμης διαγνωστικής πληροφορίας ονομάζεται παράγοντας μεταφοράς διαμόρφωσης (Modulation Transfer Factor, MTF). Αποτελεί ένα μέσο εκτίμησης της πιστότητας ενός απεικονιστικού συστήματος.

Οι πιθανές αιτίες για φιλμ με ασάφεια αναφέρονται στον πίνακα 4.

**Παραμόρφωση**

Η παραμόρφωση που μπορεί να προκύψει στο είδωλο ενός αντικειμένου στο φιλμ, μπορεί να είναι είτε παραμόρφωση του μεγέθους του, είτε παραμόρφωση του σχήματός του.

**Παραμόρφωση μεγέθους**

Ως παραμόρφωση μεγέθους ορίζεται η διαφορά μεταξύ του μεγέθους του αντικειμένου που μετριέται σε όλους τους άξονες και του μεγέθους του ειδώλου του αντικειμένου στο ακτινογράφημα. (Εικ. 5). Για αποφυγή μεγέθυνσης ισχύει γενικά ο κανόνας της χρήσης της μέγιστης δυνατής απόστασης εστίας - φιλμ, TFD. Όταν η ανατομία ενδιαφέροντος μπορεί να έρχεται σε άμεση επαφή με το φιλμ - ανιχνευτικό σύστημα, αυτή η παράμετρος δεν έχει μεγάλη σημασία. Όταν όμως αυτό δεν είναι δυνατόν λόγω ιδιαιτερότητας της περιοχής, μικρές αποστάσεις TFD οδηγούν σε σημαντική μεγέθυνση και ασάφεια. Αύξηση της απόστασης αντικειμένου - φιλμ, OFD, οδηγεί επίσης σε μεγέθυνση της εικόνας. Όσο ο λόγος TFD / TOD παραμένει σταθερός, δεν παρατηρείται μεγέθυνση<sup>2,8,14</sup>. Τεχνικές ακτινογράφησης με μεγέθυνση χρησιμοποιούνται για να εξαλείψουν προβλήματα που δημιουργούν ανατομικά στοιχεία που υπερπιθύνονται και δεν ενδιαφέρουν.

Οι πιθανές αιτίες για φιλμ με παραμόρφωση μεγέθους αναφέρονται στον πίνακα 5.

**Πίνακας 5.** Πιθανές αιτίες για φιλμ με παραμόρφωση μεγέθους

1. Μειωμένη απόσταση TFD
2. Αυξημένη απόσταση OFD
3. Συνδυασμός των παραπάνω παραγόντων

### Παραμόρφωση σχήματος

Ως παραμόρφωση σχήματος ορίζεται η διαφορά ανάμεσα στο σχήμα του πραγματικού αντικειμένου και στο σχήμα του ειδώλου του αντικειμένου στο ακτινογράφημα, συμπεριλαμβανομένης της επιμήκυνσης (elongation) και της σμίκρυνσης (foreshortening) της εικόνας στον ένα άξονα.

Σε αρκετές περιπτώσεις η παραμόρφωση σχήματος αξιοποιείται για την άντληση περισσότερων πληροφοριών από την ακτινογραφική εικόνα. Το ακτινογραφούμενο τμήμα του ασθενούς μπορεί σκόπιμα να απομακρυνθεί από την κεντρική ακτίνα της δέσμης (λοξές προβολές). Με τον τρόπο αυτό μπορεί να επιτευχθεί: 1) αποφυγή της υπέρθεσης δομών του ασθενούς, δηλαδή μείωση του θορύβου δομής, 2) καλύτερη απεικόνιση κάποιας ανατομικής δομής του ασθενούς και 3) ανίχνευση της θέσης της δομής που εξετάζεται σε σχέση με γειτονικές δομές.

Η παραμόρφωση σχήματος εξαρτάται από την ευθυγράμμιση και τη γωνίωση της ακτινικής δέσμης<sup>19</sup>. Δεν εξαρτάται από TFD και TOD, μεταβολή των οποίων, επειδή σχετίζεται με τη μεγέθυνση, απλά κάνει πιο ορατή την παραμόρφωση.

Παραλληλότητα αντικειμένου - φιλμ και καθετότητα αυτών στην κεντρική ακτίνα, ελαχιστοποιεί την παραμόρφωση σχήματος.

Παράγοντες που επιδρούν στην παραμόρφωση σχήματος είναι: 1) το σχήμα και το πάχος του ακτινογραφούμενου αντικειμένου, 2) η επικέντρωση της δέσμης σε σχέση με το ακτινογραφούμενο αντικείμενο, 3) η γωνία μεταξύ της μακριάς διάστασης του αντικειμένου και της κεντρικής ακτίνας και 4) η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του μακριού άξονα του αντικειμένου και της κεντρικής ακτίνας<sup>8</sup>.

Οι πιθανές αιτίες για φιλμ με παραμόρφωση σχήματος αναφέρονται στον πίνακα 6.

Η παραμόρφωση μεγέθους και σχήματος δεν επηρεάζεται από τους ηλεκτρικούς παράγοντες, όπως είναι το mAs και το KVp, τη φάση του μηχανήματος, τη χρήση φίλτρων, καθώς και από μεταβολές του πεδίου που ακτινοβολείται. Η χρήση ενισχυτικών πινακίδων, καθώς και η ταχύτητά τους, δεν επηρεάζει την παραμόρφω-

ση μεγέθους και σχήματος, διότι αυτές βρίσκονται σε άμεση επαφή με το φιλμ. Η ταχύτητα του φιλμ δεν σχετίζεται επίσης με την παραμόρφωση μεγέθους και σχήματος, διότι η εικόνα κατανέμεται μέσα στο γαλάκτωμα. Το μέγεθος της εστίας δεν επηρεάζει την παραμόρφωση σχήματος, διότι δεν σχετίζεται με τη γωνίωση της δέσμης. Η παραμόρφωση μεγέθους είναι ανεξάρτητη από το αν το αντικείμενο ακτινοβολείται από την κεντρική ακτίνα της δέσμης ή από τα πλάγια τμήματά της.

Η ανομοιόμορφη μεγέθυνση μπορεί να προκαλέσει και παραμόρφωση της σχετικής θέσης επιμέρους δομών μέσα στο αντικείμενο. Η παραμόρφωση θέσης μειώνεται με την τοποθέτηση του αντικειμένου όσο το δυνατόν πλησιέστερα στην κεντρική ακτίνα της δέσμης και στο φιλμ. Οι απαιτούμενες προβολές για την άντληση πληροφοριών για το μέγεθος και το σχήμα αντικειμένου, πρέπει να είναι τουλάχιστον δύο, με ορθή γωνία μεταξύ τους. Στην περίπτωση ακτινογραφησης δομής, της οποίας το μέγεθος, το σχήμα και η σχετική θέση είναι άγνωστες, είναι απαραίτητη η λήψη από τον ακτινολόγο, ακτινογραφικών εικόνων από διάφορες οπτικές γωνίες. Η συγκριτική παρατήρηση μπορεί να εξαλείψει τον κίνδυνο λαθεμένης εκτίμησης για το πραγματικό μέγεθος, σχήμα και θέση της δομής.

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στόχος της ακτινογραφικής εικόνας είναι η άντληση όσο το δυνατόν περισσότερων πληροφοριών από κάθε ακτινογραφική εξέταση. Σημαντική επίσης παράμετρος είναι η ελαχιστοποίηση της δόσης που λαμβάνει ο ασθενής.

#### Πίνακας 6. Πιθανές αιτίες για φιλμ με παραμόρφωση σχήματος

1. Το σχήμα και το πάχος του ακτινογραφούμενου αντικειμένου
2. Ακατάλληλη επικέντρωση της δέσμης σε σχέση με το ακτινογραφούμενο αντικείμενο
3. Ακατάλληλη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της μακριάς διάστασης του αντικειμένου και της κεντρικής ακτίνας
4. Ακατάλληλη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του μακριού άξονα του αντικειμένου και του φιλμ

Η γνώση των μηχανισμών δημιουργίας της εικόνας και των χαρακτηριστικών της, είναι οπωσδήποτε πολλαπλής σημασίας. Είναι απαραίτητη για τη ρύθμιση όλων εκείνων των παραμέτρων που θα εξασφαλίσουν ποιοτικές εικόνες.

Οι δομές σε μία ποιοτική εικόνα πρέπει να είναι και ορατές και αναγνωρίσιμες, έτσι ώστε να παρέχουν τις ζητούμενες πληροφορίες. Η ορατότητα των δομών είναι η καλύτερη, όταν η οπτική πυκνότητα είναι επαρκής, η αντίθεση είναι ισορροπημένη και ο θόρυβος της εικόνας ο ελάχιστος δυνατός. Η αναγνώριση των δομών μιας εικόνας είναι καλύτερη, όταν υπάρχει γεωμετρική ακεραιότητα και αυτό συμβαίνει όταν η οξύτητα των καταγραφόμενων λεπτομερειών είναι ενισχυμένη και η παραμόρφωση, τόσο του μεγέθους όσο και του σχήματος, ελαχιστοποιημένη.

Ταυτόχρονα, η εξοικείωση με τα χαρακτηριστικά της ακτινογραφικής εικόνας και τους παράγοντες που επιδρούν σε αυτά, καθιστά δυνατή την αποφυγή αλλά και την αναγνώριση σφαλμάτων που τυχόν περιέχονται και την επιτυχή επιδιόρθωσή τους με τη λιγότερη δυνατή επιβάρυνση του ασθενή.

Καθοριστικής σημασίας αποτελούν και τα χαρακτηριστικά του ακτινογραφικού μηχανήματος, όπως και οι ηλεκτρικοί παράγοντες που εφαρμόζονται σε κάθε εξέταση. Έτσι, η λειτουργία των στοιχείων αυτών συνοψίζεται παρακάτω:

1) Το μέγεθος εστίας επηρεάζει την οξύτητα και τη μεγέθυνση της ακτινογραφικής εικόνας.

2) Η απόσταση TFD και η απόσταση OFD σχετίζονται με την οπτική πυκνότητα, την ασάφεια και την παραμόρφωση μεγέθους και σχήματος της ακτινογραφικής εικόνας.

3) Η γωνίωση της ακτινικής δέσμης σε σχέση με το ακτινοβολούμενο αντικείμενο, η ευθυγράμμιση αυτής και η τοποθέτηση του ακτινογραφικού πλακιδίου, επηρεάζουν την απόδοση της ανατομίας, την παραμόρφωση και την ολική ακτινοβολήση του καταγραφικού μέσου.

4) Το εφαρμοζόμενο KVp ρυθμίζει τη διεισδυτικότητα της ακτινικής δέσμης, επηρεάζει το ποσό της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας, καθορίζει την αντίθεση της εικόνας και το εύρος της

κλίμακας του γκρι και επηρεάζει την οπτική πυκνότητα της ακτινογραφικής εικόνας.

5) Η ολική έκθεση (mAs) καθορίζει την οπτική πυκνότητα του ακτινογραφήματος<sup>20</sup>.

Η πολυπλοκότητα της επιλογής των κατάλληλων ρυθμίσεων για δεδομένο διαγνωστικό ζητούμενο, καθιστά αναγκαία τη γνώση της επιρροής τους στην ακτινογραφική εικόνα.

Η ίδια η φύση της κάθε απεικονιστικής μεθόδου εμπεριέχει θόρυβο. Η πολυπλοκότητα του θορύβου απαιτεί εμπειρία από τον παρατηρητή, ώστε να ανιχνεύει το θόρυβο ανάλογα με τους διαγνωστικούς στόχους. Η επιλογή κατάλληλης ταχύτητας φιλμ, ενισχυτικών πινακίδων, εφαρμοζόμενου KVp και κατάλληλης αντίθεσης στην εικόνα, πρέπει να εξετάζονται και να λαμβάνονται υπόψη σε κάθε ακτινογραφική εξέταση.

Παραλληλότητα αντικειμένου - φιλμ και καθετότητα αυτών στην κεντρική ακτίνα, ελαχιστοποιεί την παραμόρφωση σχήματος. Η αξία των κάθετων προβολών αποδεικνύεται καθημερινά στην κλινική πράξη, με την εφαρμογή της τεχνικής του παραλληλισμού<sup>21</sup>. Η μεγάλη ευκρίνεια των όμορων επιφανειών στις οπισθομυλικές ακτινογραφίες ερμηνεύεται από τις συνθήκες προβολής της τεχνικής. Εξάλλου, η γνώση της τεχνικής λήψης, αν δηλαδή πρόκειται για κάθετη ή λοξή προβολή, αποτελεί προϋπόθεση για τη σωστή ερμηνεία της ακτινογραφικής εικόνας.

Οι ακτινογραφικές εικόνες καλής ποιότητας ενισχύουν την αντίληψη της εικόνας και στη φυσιολογική απεικόνιση, όπως και στην παθολογία. Αποτέλεσμα είναι η ορθολογική αντιμετώπιση του ασθενή.

Η κατανόηση της σχέσης μεταξύ των παραγόντων που επηρεάζουν την ποιότητα της ακτινογραφικής εικόνας εξελίσσεται διαρκώς. Η επιλογή των συνθηκών έκθεσης και των μέσων καταγραφής θα πρέπει να βασίζεται στη γνώση και την εμπειρία, λαμβάνοντας υπόψη την απεικονιστική αποστολή και τις ανάγκες του παρατηρητή της εικόνας. Η εξασφάλιση της ακεραιότητας όλων των παραγόντων που απαρτίζουν την ακτινοδιαγνωστική αλυσίδα, αποτελεί αναγκαιότητα.

Αν και η μελλοντική απεικόνιση προεξοφλείται αρκετά διαφορετική από τη σημερινή, στό-

χος της κάθε μεθόδου θα παραμένει η ποιότητα της εικόνας και η όσο το δυνατόν μικρότερη δόση ακτινοβολίας για τον ασθενή<sup>22</sup>. Όσο περισσότερο γίνει κατανοητή η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων που επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά της εικόνας, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η συμβολή του εξεταστή στη δημιουργία ακτινογραφικών εικόνων υψηλής ποιότητας.

## SUMMARY

P. GRITZALIS, E.KATSONI

### THE ATTRIBUTES OF THE RADIOGRAPHIC IMAGE

STOMATOLOGIA 2004,61(2): 84-94

The radiographic image represents a two dimensional surface on which three dimensional anatomical structures of the human body are imprinted. The image is created by the interaction of x-rays and the exposed tissues. The radiographic film is a way to record and transfer information to the observer in conventional radiology. Pumping of as much as possible information in each radiographic examination constitutes a requirement. A significant factor is to minimize the absorbed radiation dose of the patient. Poor quality radiographs leads to repeat examination (which results in increased radiation) and sometimes wrong diagnosis. The radiographic image quality refers to the representation verity of the anatomical structure. The radiographic image quality is primarily estimated by the observer. His description for the image is subjective and expresses the capability to select useful diagnostic information. However, objective estimation is possible by the use of defined values of physically parameters. The parameters which are used to estimate the radiographic image quality can be classified in two categories: parameters related with the visibility of the image, which are optical density, contrast and radiographic noise, and parameters related with the recognizability of the image, which are sharpness, shape distortion and magnification. The aim of this study is to analyze

these parameters with intention to produce high quality radiographic images.

**KEY WORDS:** Radiographic image quality, Visibility factors, Recognizability factors.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΠΡΟΥΚΑΚΗΣ Χ. Ιατρική Φυσική. Τόμος 1ος. Ιατρική Ακτινοφυσική. Εκδόσεις Παρισιάνου, 1983
2. ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΗΣ Γ. Φυσική της Ακτινοδιαγνωστικής. 1995
3. ΨΑΡΡΑΚΟΣ Κ, ΜΟΛΥΒΔΑ-ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΥ Ε, ΣΙΟΥΝΤΑΣ Α. Ιατρική Φυσική. Στοιχεία Ακτινοφυσικής και Εφαρμογές στην Ιατρική. Ραδιοβιολογία, Ακτινοπροστασία. 3η Έκδ. University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 1997
4. WHAITS E. Essentials of Dental Radiography and Radiology. 2nd Ed. Churchill, Livingstone, 1996
5. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΕΝ. Η Φυσική Σήμερα. Οι Δέκα Κλίμακες της Ύλης. 3η Έκδ. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, 1995
6. HELMROT E, ALM CARLSSON G. Absorbed dose in AgBr in direct film for photon energies (<150 keV): relation to optical density. Theoretical calculation and experimental evaluation. *Acta Radiol* 1996,402(Suppl): 1-50
7. ΜΠΕΝΑΚΗΣ Β. Εισαγωγή στην Ακτινοδιαγνωστική Απεικονιστική. Εκδόσεις Νηρέας, Αθήνα, 1997
8. QUINN BC. Fuchs's Principles of Radiographic Exposure, Processing and Quality Control. 3rd Ed. 1985
9. Introduction to Medical Radiographic Imaging. Eastman Kodak Company, 1993
10. HAGEMANN G. Comments on the topic of determining mean optical density in roentgen images. *Akt Radiol* 1994,4: 298-300
11. HELMROT E, CARLSSON GA, ECKERDAL O. Effects of contrast equalization on energy imparted to the patient: comparison of two dental generators and two types of intraoral film. *Dentomaxillofac Radiol* 1994,23(2): 83-90
12. KAFFE I, LITTNER MM. Influence of soft tissue on density and relative contrast between gutta-percha and dentin images. An in vitro study. *Dentomaxillofac Radiol* 1995,24: 13-16



13. ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ Α, ΣΑΚΕΛΛΙΟΥ Λ. Σημειώσεις Υγιοφυσικής. Ιονίζουσες Ακτινοβολίες. Αθήνα, 1992
14. ΚΑΝΔΑΡΑΚΗΣ Ι. Φυσικές και Τεχνολογικές Αρχές Ακτινοδιαγνωστικής. Εκδόσεις «Έλλην», 1994
15. TETRADIS S, SCAF G, LURIE AG, FREEDMAN ML. Niobium filtration of conventional and high-frequency x-ray generator beams for intraoral radiography. Effects on absorbed doses, image density and contrast, and photon spectra. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Oral Endodon* 1995,80: 232-241
16. TAMBURUS JR, LAVRADOR MA. Radiographic contrast. A comparative study of three dental x-ray films. *Dentomaxillofac Radiol* 1997,26: 201-205
17. CUNNINGHAM IA, WESTMORE MS, FENSTER A. A spatial frequency dependent quantum accounting diagram and detective quantum efficiency model of signal and noise propagation in cascaded imaging systems. *Med Phys* 1994,21: 417-427
18. SHROUT MK, RUSSELL CM, POTTER BJ, HILDEBOLT CF. Spatial resolution in radiometric analysis of enamel loss. A pilot study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Oral Endodon* 1996,81: 245-250
19. SCHULZE R, KRUMMENAUER F, SCHALLDACH F, D' HOEDT B. Precision and accuracy of measurements in digital panoramic radiography. [Record Supplied by publisher]. *Dentomaxillofac Radiol* 2000,29: 52-56
20. LANGLAND EO, SIPPY HF, LANGLAIS R. Textbook of Dental Radiology. 2nd Ed. 1984: 143-151
21. ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ Α, ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΣ Ν, ΤΣΙΧΛΑΚΗΣ Κ. Σύγχρονη Στοματική και Γναθοπροσωπική Διαγνωστική και Ακτινολογία. 3η Έκδ. Αθήνα, 2001: 207-214
22. WHITE SC, YOON DC, TETRADIS S. Digital Imaging: a Vision for the Future. *Section of Oral Radiology, UCLA, School of Dentistry*

---

**ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ:**

Παναγιώτης Γκρίτζαλης  
Αρτέμωνος 22α  
116 36 ΑΘΗΝΑ