



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΥΛΙΚΩΝ

Μέθοδοι Και Τεχνολογίες Ανίχνευσης Τερηδόνας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ ΚΩΣΤΗ

Επιβλέπων : Δημήτριος - Διονύσιος Κουτσούρης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.
Συνεπιβλέπων: Ουρανία Πετροπούλου
Ε.ΔΙ.Π. Ε.Μ.Π

Αθήνα, Οκτώβριος 2019



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Μέθοδοι Και Τεχνολογίες Ανίχνευσης Τερηδόνας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ ΚΩΣΤΗ

Επιβλέπων: Δημήτριος - Διονύσιος Κουτσούρης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Συνεπιβλέπων: Ουρανία Πετροπούλου
Ε.ΔΙ.Π. Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή

(Υπογραφή)

.....
Δ. – Δ. Κουτσούρης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

(Υπογραφή)

.....
Π. Τσανάκας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

(Υπογραφή)

.....
Γ. Ματσόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2019

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την Dr. Ανθή Καραγιάννη που μου έδωσε το έναυσμα για την διπλωματική μου εργασία.

(Υπογραφή)

.....
ΚΩΣΤΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών
Ε.Μ.Π.

Copyright © Αλέξανδρος Κωστής, 2019.
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται στον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Η τερηδόνα, είναι μια προοδευτική βακτηριακή βλάβη στα δόντια, είναι μία από τις πιο σοβαρές ασθένειες που εμφανίζεται σε μεγάλο μέρος του πληθυσμού και εξακολουθεί να αποτελεί σημαντική αιτία απώλειας των δοντιών. Τα τελευταία χρόνια, η έγκαιρη διάγνωση της τερηδόνας έχει αποκτήσει μεγάλη σημασία, ειδικά σε μικρότερους σε ηλικία ασθενείς, ο οδοντίατρος θα πρέπει να επικεντρώνεται στην έγκαιρη ανίχνευση της τερηδόνας και στις ελάχιστα επεμβατικές θεραπευτικές επιλογές. Οι συμβατικές μέθοδοι ανίχνευσης της τερηδόνας συχνά αποτυγχάνουν να ανιχνεύσουν τις αρχικές βλάβες του σμάλτου που δεν έχουν προχωρήσει στην σπηλαίωση. Εδώ και αρκετά χρόνια παρατηρείται μεγάλη ερευνητική δραστηριότητα γύρω από τις διαγνωστικές μεθόδους για την αξιολόγηση των αλλοιώσεων της τερηδόνας. Η χρήση τεχνολογιών ως συμπλήρωμα της κλινικής οπτικής εξέτασης για τη διάγνωση της τερηδόνας θα διευκολύνει την προληπτική φροντίδα στην οδοντιατρική για να μειώσει το κόστος και το χρόνο θεραπείας. Αυτή η πτυχιακή περιγράφει τις διάφορες τεχνολογίες που είναι διαθέσιμες στην ανίχνευση και διάγνωση της τερηδόνας στο αρχικό στάδιο του σχηματισμού της, στην εκτίμηση των δραστηριοτήτων της, στην ποσοτική ή ποιοτική παρακολούθηση της βλάβης με την πάροδο του χρόνου. Σκοπός της είναι να δώσει γενικές πληροφορίες σχετικά με τις πρόσφατες μεθόδους ανίχνευσης τερηδόνας και να αναφέρει τα οφέλη τους.

Λέξεις Κλειδιά

Τερηδόνα, έγκαιρη διάγνωση, ανίχνευση τερηδόνας, συσκευές, τεχνολογία

Abstract

Tooth decay is a progressive bacterial damage to the teeth, is one of the most serious diseases that occurs in a large part of the population and is still an important cause of tooth loss. In recent years, early diagnosis of caries has become of great importance, especially in younger patients, the dentist should focus on early detection of caries and minimally invasive treatment options. Conventional caries detection methods often fail to detect the initial damage to enamel that has not caved. There has been a great deal of research on diagnostic methods for assessing carious lesions. The use of technologies as a complement to the clinical examination for the diagnosis of caries will facilitate preventive care in dentistry to reduce the cost and time of treatment. This thesis describes the various technologies available in the detection and diagnosis of caries at the initial stage of their formation, the assessment of their activities, the quantitative or qualitative monitoring of the damage over time. Its purpose is to provide general information on recent methods of caries detection and to report their benefits.

Key Words

Dental caries, caries detection, diagnosis, devices, technology

Πίνακας Περιεχομένων

Μέθοδοι Και Τεχνολογίες Ανίχνευσης Τερηδόνας.....	1
1 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΔΟΝΤΙΟΥ.....	16
1.1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	16
1.2 ΤΑ ΔΟΝΤΙΑ.....	16
1.3 ΑΔΑΜΑΝΤΙΝΗ.....	17
1.3.1 ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	17
1.3.2 ΧΗΜΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ.....	18
1.3.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΑΔΑΜΑΝΤΙΝΗΣ.....	18
1.4 ΟΔΟΝΤΙΝΗ.....	19
1.4.1 ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	20
1.4.2 ΧΗΜΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ.....	20
1.4.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	20
1.5 ΟΔΟΝΤΙΚΟΣ ΠΟΛΦΟΣ.....	21
1.5.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	21
1.6 ΟΣΤΕΙΝΗ.....	21
1.6.1 ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	22
1.6.2 ΧΗΜΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ.....	22
2 ΤΕΡΗΔΟΝΑ.....	23
2.1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	23
2.2 ΤΕΡΗΔΟΝΑ.....	23
2.3 ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ.....	28
2.4 ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ.....	29
2.4.1 ΟΔΟΝΤΙΚΗ ΠΛΑΚΑ ΚΑΙ ΒΙΟΦΙΛΜ.....	29
2.4.2 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΟΔΟΝΤΙΚΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ.....	30

2.5 ΤΥΠΟΙ ΒΛΑΒΩΝ.....	33
2.5.1 ΤΕΡΗΔΟΝΑ ΡΙΖΑΣ.....	33
2.5.2 ΤΕΡΗΔΟΝΑ ΟΠΩΝ ΚΑΙ ΣΧΙΣΜΩΝ.....	34
2.5.3 ΤΕΡΗΔΟΝΑ ΛΕΙΑΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ – ΛΕΥΚΗ ΚΗΛΙΔΑ.....	35
2.6 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ.....	36
2.7 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ.....	38
2.8 ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ.....	41
2.8.1 ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΟΔΟΝΤΙΚΗΣ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ.....	41
2.8.2 ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΗ ΣΤΟΜΑΤΙΚΗ ΥΓΙΕΙΝΗ.....	41
2.8.3 ΤΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΚΕΨΕΙΣ ΣΤΟΝ ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΟ ΚΑΙ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΟΝΤΙΩΝ.....	41
2.8.4 ΥΓΙΕΙΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΣΥΝΗΘΕΙΕΣ.....	42
2.8.5 ΦΘΟΡΙΟ.....	42
2.8.6 ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΜΦΡΑΞΕΙΣ.....	42
2.9 ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ.....	42
2.9.1 ΑΝΑΧΑΙΤΗΣΗ ΑΡΧΟΜΕΝΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ.....	43
2.9.2 ΕΠΑΝΟΡΘΩΣΗ ΔΟΝΤΙΟΥ ΜΕ ΣΦΡΑΓΙΣΜΑΤΑ/ΘΗΚΕΣ.....	43
2.9.3 ΕΝΔΟΔΟΝΤΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ/ΑΠΟΝΕΥΡΩΣΗ.....	44
3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ.....	45
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	45
3.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ.....	49
3.3 ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΤΥΧΕΣ ΤΩΝ ΑΛΛΟΙΩΣΕΩΝ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ.....	51
3.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ.....	52
3.5 ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ.....	53
3.5.1 ΟΠΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ.....	53

3.5.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ICDAS.....	56
3.5.2.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ICDAS.....	57
3.6 ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ.....	63
3.7 ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑ.....	63
3.7.1 ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑ.....	65
3.7.2 ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑ.....	67
3.7.3 ΑΦΑΙΡΕΤΙΚΗ ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑ (DIGITAL SUBTRACTION RADIOGRAPHY).....	71
3.7.4 Διάγραμμα ροής ακτινογραφικής μεθόδου.....	73
3.8 ΜΕΘΟΔΟΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ.....	74
3.8.1 ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΦΩΣ (QLF).....	74
3.8.1.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά και εξαρτήματα QLF.....	77
3.8.1.2 Διάγραμμα ροής μεθόδου QLF.....	84
3.8.2 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ ΛΕΙΖΕΡ (DIAGNOdent ΚΑΙ DIAGNODENT PEN).....	85
3.8.2.1 DIAGNODENT.....	88
3.8.2.2 DIAGNOdent pen.....	91
3.8.3 ΚΑΜΕΡΑ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ (VISTA PROOF).....	93
3.8.4 Διάγραμμα ροής μεθόδου φθορισμού με λέιζερ.....	99
3.9 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ LED (MIDWEST CARIES I.D).....	100
3.9.1 Διάγραμμα ροής μεθόδου LED.....	104
3.10 ΔΙΑΦΩΤΙΣΜΟΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ (FOTI) ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΗ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ (DIFOTI).....	105
3.10.1 Διάγραμμα ροής μεθόδου οπτικών ινών.....	110
3.11 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ (ECM).....	111
3.12 ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΙΚΩΝ ΑΛΛΟΙΩΣΕΩΝ.....	115

3.12.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ.....	115
3.12.2 ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΘΕΡΜΟΓΡΑΦΙΑ (INFRARED THERMOGRAPHY)	117
3.12.3 ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΟΠΤΙΚΗΣ ΣΥΜΒΟΛΗΣ (OCT).....	118
4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	119
4.1 Διαγραμμα διαδικασίας θεραπείας της τερηδονας.....	119
5 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	122

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1-1 : Ιστοί Δοντιού.....	16
Εικόνα 1-2 : Μασητική επιφάνεια παρατηρούνται έντονες αύλακες, οπές και σχισμές, στις οποίες διακρίνεται ο σχηματισμός της τερηδόνας (μαύρες περιοχές).....	19
Εικόνα 2-3:Τερηδόνα.....	23
Εικόνα 2-4:Φυσιολογική ανατομία των δοντιών και ανάπτυξη της οδοντικής βιομεμβράνης. Ο σκληρός ιστός του δοντιού αποτελείται από το σμάλτο, την οδοντίνη και την οστέϊνη.....	25
Εικόνα 2-5:Παθολογικοί και Προστατευτικοί παράγοντες.....	26
Εικόνα 2-6:Συνήθεις παράγοντες που προκαλούν τερηδόνα.....	29
Εικόνα 2-7:Στάδια σχηματισμού βιοφίλμ.....	30
Εικόνα 2-8:Τερηδόνα ρίζας.....	33
Εικόνα 2-9:Τερηδόνα οπών και σχισμών.....	34
Εικόνα 2-10: Λευκές κηλίδες.....	35
Εικόνα 2-11: Στάδια τερηδόνας.....	36
Εικόνα 3-12: (Α) Υγιής μασητική επιφάνεια. (Β-Δ) Η διαδικασία της τερηδόνας σε διαφορετικά στάδια.....	45
Εικόνα 3-13: Ανενεργή τερηδονική βλάβη στην στοματική επιφάνεια.....	47
Εικόνα 3-14 : (Α) Αρχική αλλοίωση στην επιφάνεια. (Β) Ιστολογική τομή μέσω της αλλοίωσης. Το πλούσιο σε φθόριο επιφανειακό στρώμα είναι ανθεκτικό στο οξύ και είναι ορατό. (C) Οδοντική τερηδόνα με κοιλότητα και σκιά. (Δ) Ιστολογική τομή μέσω της αλλοίωσης.....	48
Εικόνα 3-15 : Οπτική εξέταση τερηδόνας.....	53
Εικόνα 3-16: Ορθοδοντικός ελαστικός διαχωριστής.....	54
Εικόνα 3-17 : Αιχμηρός οδοντικός ανιχνευτή.....	55
Εικόνα 3-18: Κλινικά παραδείγματα για κάθε ένα μια από τις κωδικοποιήσεις ICDAS II.....	62
Εικόνα 3-19:Οπισθοφατνιακή ακτινογραφία.....	64

Εικόνα 3-20 : Οπισθομυλική ακτινογραφία.....	64
Εικόνα 3-21: Ανίχνευση αποφρακτικής τερηδόνας. (Α) Κλινική όψη μιας βλάβης σε μια μασητική επιφάνεια. (Β) Ακτινογραφική όψη της βλάβης που διεισδύει στην οδοντίνη - μια τυπική "κρυμμένη τερηδόνα".....	67
Εικόνα 3-22: Ακτινογραφία όπως φαίνεται σε οθόνη υπολογιστή.....	70
Εικόνα 3-23: Αφαιρετική ψηφιακή ακτινογραφία.....	72
Εικόνα 3-24: QLF-clin, Inspektor Research Systems BV.....	75
Εικόνα 3-25 : QLF Inspektor Pro.....	77
Εικόνα 3-26: QLF-D Biluminator.....	79
Εικόνα 3-27:Qraycam-Pro.....	79
Εικόνα 3-28: Qraypen.....	80
Εικόνα 3-29:C4 Research Suite.....	80
Εικόνα 3-30:Q-Ray.....	81
Εικόνα 3-31:Μηχανικός Βραχίονας QLF-D.....	82
Εικόνα 3-32: QLF-D In Vitro Stand.....	82
Εικόνα 3-33: Τύποι Υποδοχής Δειγμάτων QLF-D Biluminator.....	83
Εικόνα 3-34: Πρώτη συσκευή φθορισμού λέιζερ, DIAGNOdent 2095.....	86
Εικόνα 3-35: DIAGNOdent 2190 ή DIAGNOdent pen.....	87
Εικόνα 3-36: Ανιχνευτές που χρησιμοποιούνται από το DIAGNODENT.....	89
Εικόνα 3-37: Οθόνη ένδειξης τιμών.....	90
Εικόνα 3-38: Ανιχνευτές σάρωσης επιφανειών δοντιού Α και F.....	92
Εικόνα 3-39: Ο ανιχνευτής Α μπορεί να αλλάξει κατεύθυνση.....	92
Εικόνα 3-40: VistaProof κάμερα φθορισμού και το DBSWIN λογισμικό.....	94
Εικόνα 3-41 Εξαρτήματα VISTACAM.....	95
Εικόνα 3-42:1.Γραμμή κεφαλίδας, 2. Μενού, 3. Μονάδες, 4. Γραμμή λειτουργιών, 5. Γραμμή κατάστασης.....	97
Εικόνα 3-43: Ανάλυση εικόνας στο DBSWIN.....	98

Εικόνα 3-44 : Midwest Caries I.D.....	100
Εικόνα 3-45: Ανίχνευτής Midwest Caries.....	101
Εικόνα 3-46: Ανίχνευση τερηδόνας με Midwest Caries σε μασητικές και ενδιάμεσες περιοχές.....	102
Εικόνα 3-47: Συσκευή FOTI.....	106
Εικόνα 3-48: Συσκευή DIFOTI.....	108
Εικόνα 3-49:Κάμερα KaVo DIAGNOcam.....	109
Εικόνα 3-50: Συσκευή ECM.....	114
Εικόνα 3-51: Διάγραμμα παραγωγής υπερηχητικών παλμών.....	116
Εικόνα 3-52: Πειραματική συσκευή υπερήχων. Απεικόνιση του δοντιού μετά από επεξεργασία.....	116
Εικόνα 3-53:Παράδειγμα καταγραφής εικόνων από υπέρυθρη θερμογραφία.....	117
Εικόνα 3-54: (a) Παράδειγμα 2-D (B-scan) απεικόνισης OCT υγιούς αδαμαντίνης και (b) καταγραφής της έντασης του ανακλώμενου σήματος.....	118

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1-1 :Χαρακτηριστικά Αδαμαντίνης.....	17
Πίνακας 1-2 : Εξωτερική και Εσωτερική Μορφολογία Αδαμαντίνης.....	18
Πίνακας 1-3 :Χαρακτηριστικά Οδοντίνης.....	20
Πίνακας 2-4: Χρησιμοποιούμενες μέθοδοι.....	39
Πίνακας 2-5: Μέθοδοι διάγνωσης τερηδόνας.....	40
Πίνακας 3-6: Υπολογισμός τιμών ευαισθησίας (Sn) και ακρίβειας (Sp).....	49
Πίνακας 3-7 : Κατηγορίες αλλοιώσεων τερηδόνας.....	50
Πίνακας 3-8 : Το προτεινόμενο σύστημα κωδικοποίησης αποκατάσταση του ICDAS II	58
Πίνακας 3-9: Περιγραφή του δεύτερου ψηφίου που χρησιμοποιείται για την κωδικοποίηση της πρωτογενής τερηδόνας.....	60
Πίνακας 3-10 :QLF μέσω του Inspektor Pro: Τεχνικά χαρακτηριστικά του Inspector pro.....	78
Πίνακας 3-11: Τεχνικά χαρακτηριστικά DIAGNODENT.....	89
Πίνακας 3-12: Ροή Θεραπείας με χρήση του DIAGNODENT.....	91
Πίνακας 3-13: Τεχνικά Χαρακτηριστικά DIAGNODENT PEN.....	93
Πίνακας 3-14: Τεχνικά Χαρακτηριστικά VistaCam.....	96
Πίνακας 3-15: Κλίμακας τιμών.....	98
Πίνακας 3-16: Τεχνικά χαρακτηριστικά Midwest Caries.....	103
Πίνακας 3-17: Τεχνικά χαρακτηριστικά KL 150 LCD.....	107
Πίνακας 3-18: Τεχνικά χαρακτηριστικά KaVo DIAGNOcam.....	109
Πίνακας 3-19: Παράγοντες ηλεκτρικών μετρήσεων.....	113
Πίνακας 3-20: Όργανα μέτρησης ηλεκτρικής αγωγιμότητας.....	113
Πίνακας 3-21: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα ηλεκτρικής Αγωγιμότητας.....	115
Πίνακας 4-22: Χαρακτηριστικά και προοπτικές των μεθόδων.....	121

1 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΔΟΝΤΙΟΥ

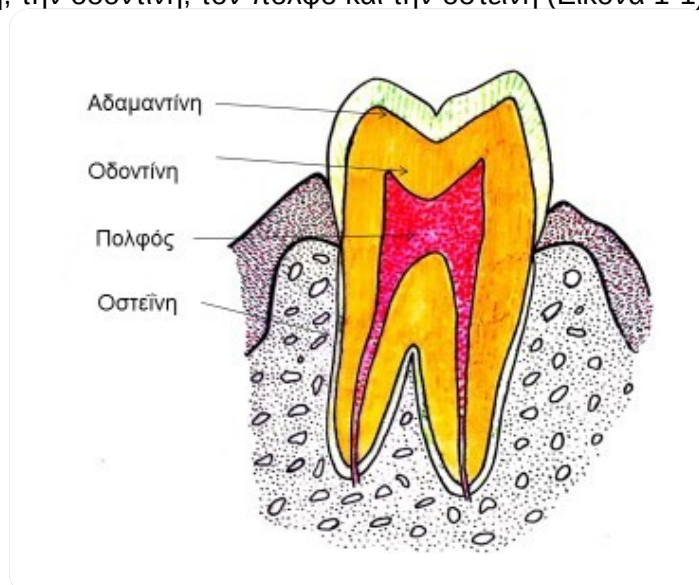
1.1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια σύντομη περιγραφή της μορφολογίας του δοντιού. Θα δοθούν περιγραφές καθώς και κάποιο ορισμοί, ενώ θα επικεντρωθούμε περισσότερο στα σημεία του δοντιού που αφορούν την τερηδόνα.

1.2 ΤΑ ΔΟΝΤΙΑ

Τα δόντια συμπεριλαμβάνονται στα όργανα του γαστρεντερικού συστήματος, βρίσκονται στην κοιλότητα του στόματος και στηρίζονται από την άνω και κάτω γνάθο. Σχηματίζουν σειρές στην άνω και κάτω γνάθο που ονομάζονται οδοντοστοιχίες [1].

Τα δόντια χωρίζονται σε τέσσερις τύπους ανάλογα με την μορφολογία τους και την λειτουργικότητα τους, στους τομείς ή κοπτήρες, στους κυνόδοντες, στους γομφίους και τους προγομφίους. Εξυπηρετούν τις λειτουργίες της ομιλίας, της μάσησης και της κατάποσης. Ενώ η ανατομία των δοντιών χωρίζεται στην μύλη, την ρίζα, τον αυχένα και την πολφική κοιλότητα. Οι ιστοί του δοντιού αποτελούνται από την αδαμαντίνη, την οδοντίνη, τον πολφό και την οστεΐνη (Εικόνα 1-1) [2].



Εικόνα 1-1 : Ιστοί Δοντιού

1.3 ΑΔΑΜΑΝΤΙΝΗ

Η αδαμαντίνη έχει πολύπλοκη και συμπαγή δομή, περιβάλλει τη μύλη του δοντιού και είναι η σκληρότερη ουσία του ανθρωπίνου σώματος και σχηματίζεται όταν ο άνθρωπος είναι ακόμη έμβρυο. Τα κύτταρα όμως που είναι υπεύθυνα για την δημιουργία της αδαμαντίνης παύουν να δημιουργούνται με την ανάδυσή τους από τα ούλα, γι' αυτό και η αδαμαντίνη σαν ιστός του δοντιού δεν ξαναδημιουργείται [10].

1.3.1 ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το πάχος της αδαμαντίνης από δόντι σε δόντι δεν είναι όμοιο. Διαφέρει ανάλογα με τον τύπο του δοντιού, το πάχος στα εξογκώματα της μασητικής επιφάνειας κυμαίνεται στα 2,5 χιλιοστά ενώ στην υπόλοιπη μπορεί να φτάσει τα 2 χιλιοστά.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1-1) φαίνονται κάποιες από τις τιμές της αδαμαντίνης

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΔΑΜΑΝΤΙΝΗΣ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΔΑΜΑΝΤΙΝΗ
ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	2,9 gr/cm ³
ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΝΟΟΡ)	300-350 ΚΗΝ
ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΟΝ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ	10 ΜΡα
ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	80-84 GPa
ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΗ ΘΛΪΨΗ	400 ΜΡα

Πίνακας 1-1 :Χαρακτηριστικά Αδαμαντίνης

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά (Πίνακας 1-1) κάνουν την αδαμαντίνη το σκληρότερο ιστό του ανθρώπινου σώματος. Με την πάροδο των χρόνων η μορφολογία των δοντιών αλλάζει, άλλα αυτό θα συμβεί σταδιακά και χωρίς απότομες αλλαγές στα δόντια.

1.3.2 ΧΗΜΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Η χημική σύσταση της αδαμαντίνης αποτελείται από ανόργανα στοιχεία σε ποσοστό 95% του βάρους της, από οργανικά σε ποσοστό 1%, ενώ το υπόλοιπο 4% είναι νερό.

1.3.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΑΔΑΜΑΝΤΙΝΗΣ

Στην μορφολογία του ιστού της αδαμάντινης παρατηρούνται κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1-2). Σε αυτό το κεφάλαιό θα περιγράψουν κυρίως αυτά που σχετίζονται με την διαδικασία δημιουργίας της τερηδόνας.

Επιφανειακά	Εσωτερικά
Περικύματα	Αυξητική γραμμή Retziu
Γραμμές Pickerill	Ζώνες Hunter-Schreger
Ρωγμές	Αδαμαντινικά πετάλια
Αύλακες	Θύσανοι Αδαμαντίνης
Οπές και σχισμές	Αδαμαντινικές κορύνες

Πίνακας 1-2 : Εξωτερική και Εσωτερική Μορφολογία Αδαμαντίνης

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τα οποία σχετίζονται με την μορφολογία της τερηδόνας είναι οι αύλακες, οι οπές και οι σχισμές και αυτό γιατί σε εκείνες τις περιοχές του δοντιού συγκεντρώνονται μικρόβια και τροφές που είναι υπεύθυνα για - την ανάπτυξη της τερηδόνας (Εικόνα 1-2).



Εικόνα 1-2 : Μασητική επιφάνεια παρατηρούνται έντονες αύλακες, οπές και σχισμές, στις οποίες διακρίνεται ο σχηματισμός της τερηδόνας (μαύρες περιοχές).

1.4 ΟΔΟΝΤΙΝΗ

Η οδοντίνη είναι ένας ιστός ο οποίος βρίσκεται στη μύλη και στη ρίζα των δοντιών, αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του δοντιού και ευθύνεται για το μέγεθος και το σχήμα του. Η οδοντίνη περιβάλλεται από την αδαμαντίνη και την οστεΐνη στην μύλη και την ρίζα αντίστοιχα και δεν εκτίθεται στο περιβάλλον του στόματος. Τα γνωρίσματα της οδοντίνης που την κάνουν να διαφέρει από την αδαμαντίνη είναι η ανάπλαση της και η ευαισθησία της στον πόνο [10]. Όταν τα δόντια προσβληθούν από κάποια πάθηση όπως η τερηδόνα, στα σημεία που έχει προκληθεί ζημιά δίνεται σήμα να διπλασιασθεί η οδοντίνη.

Η οδοντίνη χωρίζεται σε δυο στάδια την πρωτογενή και την δευτερογενή οδοντίνη. Η πρωτογενής οδοντίνη είναι αυτή που ολοκληρώνεται με την εμφάνιση των δοντιών από τα ούλα και είναι αυτή που αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό των δοντιών. Δευτερογενής οδοντίνη ονομάζεται η οδοντίνη που δημιουργείται μετά την εμφάνιση των δοντιών. Με την πάροδο του χρόνου και με την επίδραση βλαβερών ερεθισμάτων του περιβάλλοντος σχηματίζεται οδοντίνη και ονομάζεται τριτογενής οδοντίνη η οποία μπορεί να είναι είτε επανορθωτική είτε αντιδραστική.

1.4.1 ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το σχήμα της οδοντίνης είναι αρκετά όμοιο στην μύλη και τη ρίζα του δοντιού. Το πάχος της οδοντίνης ιδιαίτερα στη μύλη του δοντιού αλλάζει σταδιακά με την πάροδο των χρόνων. Η οδοντίνη είναι λιγότερο σκληρή και ανθεκτική στην θλίψη σε σχέση με την αδαμαντίνη, αλλά υπερέχει στις τιμές ελαστικότητας σε σχέση με τους άλλους ιστούς του δοντιού. Οι τιμές της οδοντίνης φαίνονται στον Πίνακα 1-3 .

Η οδοντίνη είναι ημιδιαφανής ιστός και ο χρωματισμός της είναι συνήθως κίτρινος. Ο δείκτης διάθλασής της είναι 1,54. Επίσης εμφανίζει πορώδη δομή, ενώ τα γνωρίσματα της διαφέρουν στους διαφορετικούς χώρους της μέσα στον ιστό του δοντιού. Η επιφανειακή οδοντίνη είναι σκληρότερη, πυκνότερη και λιγότερο πορώδης σε σύγκριση με τις εσωτερικές στρώσεις. Η σκληρότητα και η πυκνότητά της μειώνονται από την επιφάνεια προς το εσωτερικό.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΟΔΟΝΤΊΝΗ
ΕΙΔΙΚΌ ΒΑΡΟΣ	2,1 gr/cm ³
ΣΚΛΗΡΌΤΗΤΑ (ΜΈΘΟΔΟΣ ΚΝΟΟΡ)	64 ΚΗΝ
ΜΈΓΙΣΤΗ ΑΝΤΟΧΉ ΣΤΟΝ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ	15 MPa
ΜΈΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΌΤΗΤΑΣ	33 GPa
ΜΈΓΙΣΤΗ ΑΝΤΟΧΉ ΣΤΗ ΘΛΊΨΗ	250 MPa

Πίνακας 1-3 :Χαρακτηριστικά Οδοντίνης

1.4.2 ΧΗΜΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Η οδοντίνη αποτελείται από ανόργανα συστατικά σε ποσοστό 70% του βάρους της, από οργανικά σε ποσοστό 20%, ενώ το υπόλοιπο 10% περίπου είναι νερό [10].

1.4.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα μορφολογικά γνωρίσματα της οδοντίνης είναι δύο οι αυξητικές γραμμές και τα μεσοσφαίρια αραιώματα. Οι αυξητικές γραμμές, ή γραμμές του von Ebner,

παρασταίνουν την κατά στρώματα εναπόθεση της πρωτογενούς οδοντίνης. Τα μεσοσφαίρια αραιώματα αποτελούν τις περιοχές που βρίσκονται στο περιφερές τμήμα της περιπορφικής οδοντίνης κυρίως στη μύλη, όπου η σύντηξη των αρχικών κρυστάλλων ενασβεσίωσης δεν είναι ολοκληρωμένη.

1.5 ΟΔΟΝΤΙΚΟΣ ΠΟΛΦΟΣ

Ο οδοντικός πολφός είναι ένας χαλαρός συνδετικός ιστός, ο οποίος βρίσκεται εσωτερικά στο κεντρικό τμήμα του δοντιού. Διακρίνεται στο μυλικό και στο ριζικό πολφό. Ο πολφός αποτελεί ένα ευαίσθητο και εξειδικευμένο όργανο, το οποίο περιλαμβάνει κύτταρα, λεπτά αιμοφόρα αγγεία, νευρικές ίνες και νευρικές απολήξεις, οι οποίες εισέρχονται στην οδοντίνη. Επειδή βρίσκεται σε στενή ανατομική και λειτουργική σχέση με την οδοντίνη, πολλές φορές αναφέρονται και ως ενιαία μονάδα με την ονομασία οδοντικό - πολφικό σύμπλεγμα. Η εμβρυϊκή προέλευση του πολφού είναι ίδια με της οδοντίνης, δηλαδή από το μέσο βλαστικό δέρμα. Οι κύριες λειτουργίες του πολφού είναι η άμυνα, η θρέψη, η διάπλαση, η επούλωση καθώς και η αισθητικότητα.

1.5.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ο πολφός, διαχωρίζεται (τυπικά, όχι ουσιαστικά καθότι αποτελεί ενιαία και συνεχόμενη ανατομική οντότητα) σε μυλικό (που βρίσκεται εντός του μυλικού θαλάμου και αφορίζεται από τα πολφικά τοιχώματα) και σε ριζικό τμήμα (εντός των ριζικών σωλήνων των ριζών του δοντιού) [11].

1.6 ΟΣΤΕΙΝΗ

Αποτελεί ένα λεπτό στρώμα οδοντικού ιστού που καλύπτει όλη την εξωτερική επιφάνεια της ανατομικής ρίζας του δοντιού. Η οστεΐνη ντύνει την οδοντίνη της ρίζας, καλύπτει τα ανοικτά οδοντινοσωληνάκια και στηρίζει το δόντι στο φατνίο¹, επειδή σε αυτήν προσκαλούνται οι ίνες του περιρριζίου.

1

κενό στο κόκκαλο, στο οποίο βρίσκεται η ρίζα του δοντιού

1.6.1 ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το πλάτος της οστεΐνης διαφοροποιείται. Συγκεκριμένα έχει πάχος 10-20μm στον αυχένα του δοντιού, 15-60μm στο μέσο της ρίζας, ενώ μπορεί να φτάσει τα 100-200μm στο ακρορριζίο. Η σκληρότητα της είναι ελαφρά μικρότερη από αυτή της οδοντίνης. Η μικρή σκληρότητα και το λεπτό της πάχος την καθιστούν ιδιαίτερα ευάλωτη και συχνά αποτρίβεται, αφήνοντας εκτεθειμένη τη ριζική οδοντίνη στο στοματικό περιβάλλον. Το χρώμα της οστεΐνης είναι κιτρινωπό, με θαμπή όψη. Η διαπερατότητα της οστεΐνης είναι μεγαλύτερη από αυτή του οστού και της οδοντίνης.

1.6.2 ΧΗΜΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Η οστεΐνη αποτελείται από ανόργανα συστατικά σε ποσοστό 65% του βάρους της, από οργανικά σε ποσοστό 25%, ενώ το υπόλοιπο 10% είναι νερό [22]. Τα ανόργανα συστατικά είναι με τη μορφή κρυστάλλων υδροξυαπατίτη με παρόμοια κρυσταλλική οργάνωση όπως και στο οστό. Τα κύριο οργανικό συστατικό της οστεΐνης είναι το κολλαγόνο τύπου I, αλλά περιέχει και μη κολλαγονούχες ενώσεις. Συνολικά έχουν περιγραφεί τρεις τύποι οστεΐνης: η ενδιάμεση, η ακύτταρη και η κυτταροφόρος. Αυτοί οι τύποι διαφέρουν μεταξύ τους μορφολογικά, όχι όμως και λειτουργικά. Η ενδιάμεση οστεΐνη έχει περιγραφεί ως άμορφο, μη κολλαγονοειδές υλικό, χωρίς κυτταρικά στοιχεία. Αποτελεί το πρώτο στρώμα εναπόθεσης αυτού του ιστού κατά τη διάπλαση, και επενδύει την οδοντίνη, καλύπτοντας τα οδοντινοσωληνάκια. Η ακύτταρη οστεΐνη αποτελεί την κυρίως ποσότητα οστεϊνικού υλικού που σχηματίζεται με την έναρξη της οστεϊνογένεσης, και επενδύει την ενδιάμεση οστεΐνη μέχρι το μέσο τριτημόριο της ρίζας, ενώ πολλές φορές εντοπίζεται και στο ακρορριζικό τριτημόριο. Καθώς προχωρά η εναπόθεση της ακύτταρης οστεΐνης και αυξάνεται το πάχος της, οι οστεϊνοβλάστες εγκλωβίζονται στο εσωτερικό της οστεΐνης σε χώρους που αναφέρονται ως οστεϊνικές κοιλότητες. Οι οστεϊνοβλάστες προοδευτικά μετατρέπονται σε κύτταρα πολυγωνικού σχήματος, με μικρή ποσότητα κυτταροπλάσματος και μειωμένη λειτουργική δραστηριότητα, τα οστεϊνοκύτταρα. Αυτός ο τύπος της οστεΐνης ονομάζεται κυτταροφόρος οστεΐνη, μοιάζει δε πολύ με τον οστίτη ιστό, με τη διαφορά ότι δε διατρέχεται από αγγεία και νεύρα.

2 ΤΕΡΗΔΟΝΑ

2.1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστούν ορισμένες βασικές έννοιες και ορισμοί της οδοντικής τερηδόνας καθώς και τις αιτίες που την δημιουργούν. Θα αναλυθούν οι οροί της τερηδόνας και η τερηδόνα ως ασθένεια της στοματικής κοιλότητάς.

Στόχος είναι η επισκόπηση της τερηδόνας, ως πολύπλοκης, πολυπαραγοντικής και δυναμικά μεταβαλλόμενης ασθένειας. Το κεφάλαιο καλύπτει ένα πλήρες φάσμα των προοπτικών από την επιδημιολογία έως την ποιότητα ζωής - μέσω της παθοφυσιολογίας, της διάγνωσης, της εκτίμησης κινδύνου και της πρόληψης



Εικόνα 2-3: Τερηδόνα

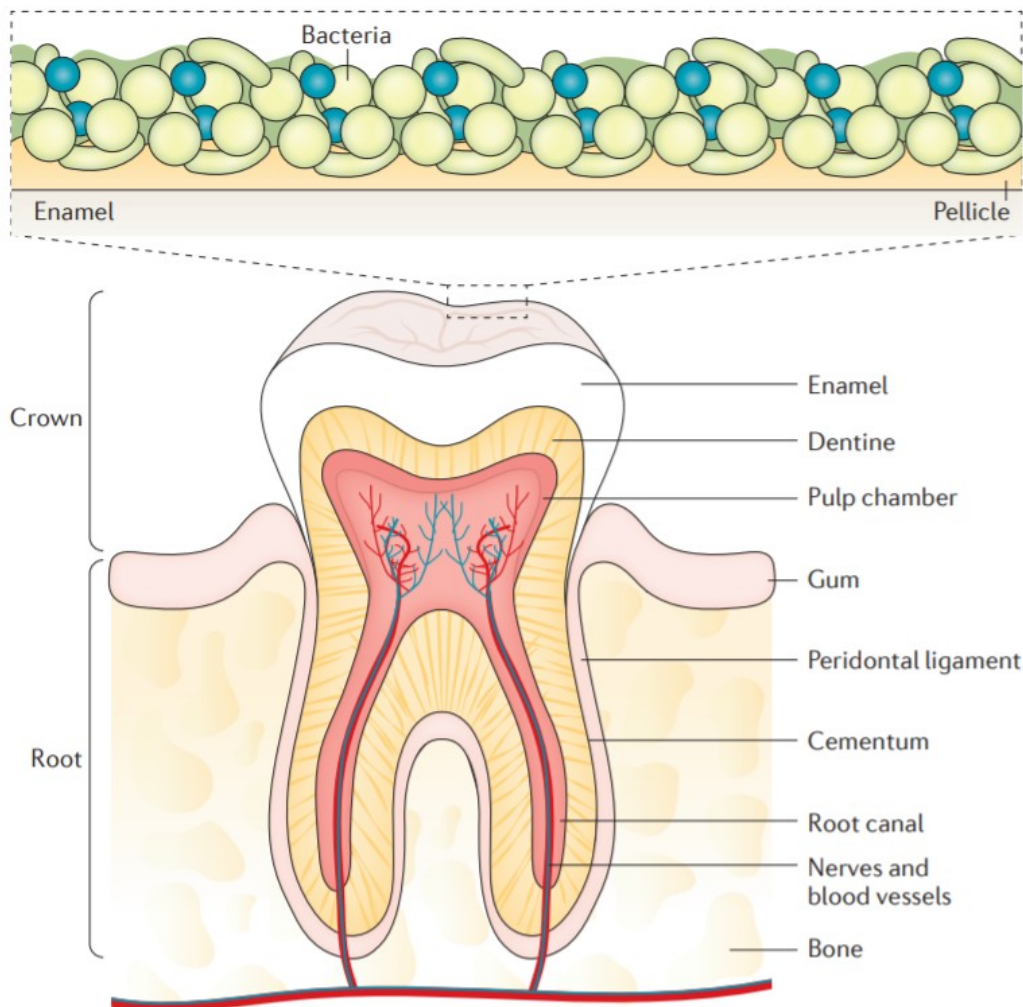
2.2 ΤΕΡΗΔΟΝΑ

Η οδοντική τερηδόνα περιλαμβάνει αλληλεπιδράσεις μεταξύ της οδοντικής δομής, του μικροβιακού βιοφίλμ (biofilm) που σχηματίζεται στην επιφάνεια του δοντιού και των σακχάρων, καθώς επίσης και των σιελογόνων και γενετικών επιδράσεων [3]. Η διαδικασία της τερηδόνας συνίσταται σε ταχέως εναλλασσόμενες περιόδους απομεταλλώσεως και επαναπροσδιορισμού των δοντιών, οι οποίες, αν η καθαρή απομετάλλωση λάβει χώρα σε επαρκή χρόνο, έχει ως αποτέλεσμα την έναρξη συγκεκριμένων αλλοιώσεων τερηδόνας σε ορισμένες ανατομικές θέσεις στα δόντια. Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε τους παθολογικούς και προστατευτικούς παράγοντες που επηρεάζουν την έναρξη και την εξέλιξη της οδοντικής τερηδόνας. Οι

προστατευτικοί παράγοντες προάγουν την επανεμφάνιση και τη διακοπή της βλάβης, ενώ οι παθολογικοί παράγοντες μεταθέτουν την ισορροπία στην κατεύθυνση της τερηδόνας και της εξέλιξης της νόσου [3] (Εικόνα 2-3). Η καθημερινή χρήση οδοντόπαστας θεωρείται ως ο κύριος λόγος για τη μείωση της τερηδόνας παγκοσμίως κατά τις τελευταίες δεκαετίες.

Η κλινική ανίχνευση της τερηδόνας γίνεται παραδοσιακά με λεπτομερή εξέταση των καθαρών δοντιών. Παρόλο που εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται συχνά οδοντικοί ανιχνευτές, παρέχουν ελάχιστα διαγνωστικά οφέλη και μπορούν να προκαλέσουν κάποια βλάβη. Οι ακτινογραφίες ή άλλες διαγνωστικές μέθοδοι απαιτούνται επίσης στην κλινική πρακτική για την ανίχνευση βλαβών που δεν φαίνονται στην οπτική εκτίμηση, ιδιαίτερα αυτές που εντοπίζονται στις επιφάνειες που σχηματίζουν επαφές μεταξύ γειτονικών δοντιών.

Αν και οι βλάβες της τερηδόνας μπορούν να κάνουν τα δόντια να είναι ιδιαίτερα ευάλωτα, από την προοπτική της εξελικτικής βιολογίας, τα ανθρώπινα δόντια είναι ένα πολύτιμο όργανο που ασχολείται με την πρόληψη και την επεξεργασία των τροφίμων και μπορεί επίσης να λειτουργεί στην άμυνα, και στη φωνητική άρθρωση [4]. Η εξωτερική επιφάνεια του δοντιού αποτελείται από το σμάλτο, την πιο σκληρή ουσία στο σώμα (Εικόνα 2-4) και το σάλιο που εκκρίνεται καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Η μορφολογία της σύγχρονης οδοντοστοιχίας έχει εξελιχθεί κυρίως με βάση τις διατροφικές μας προτιμήσεις, οι οποίες έχουν αλλάξει κατά τη διάρκεια των χιλιετιών [4].



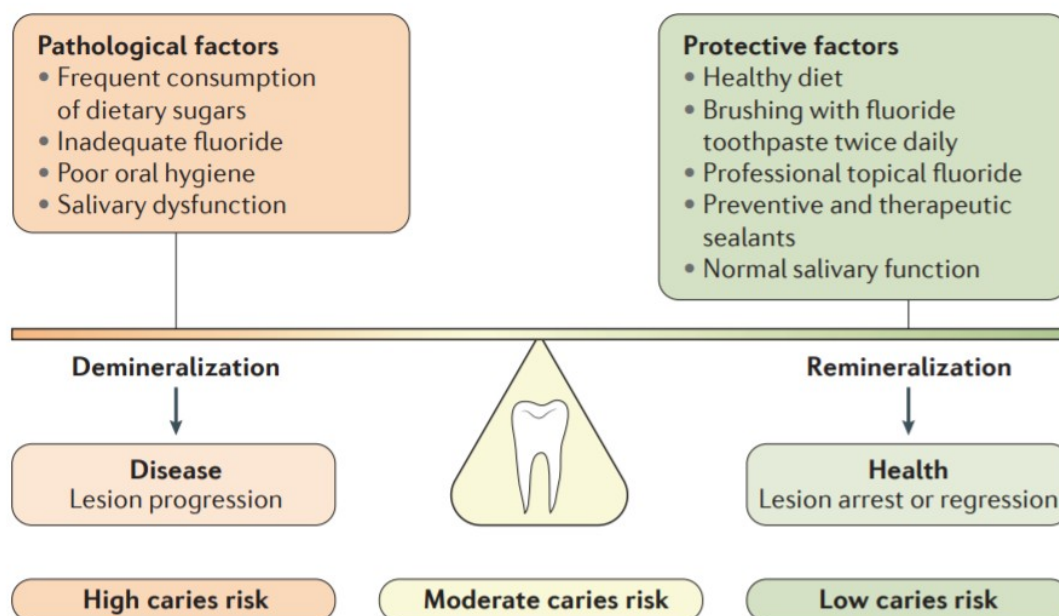
Εικόνα 2-4: Φυσιολογική ανατομία των δοντιών και ανάπτυξη της οδοντικής βιομεμβράνης. Ο σκληρός ιστός του δοντιού αποτελείται από το σμάλτο, την οδοντίνη και την οστεΐνη.

Πολύ συχνά στην περίπτωση της τερηδόνας μπορεί να μη γίνεται αντιληπτός ο πονόδοντος, όμως μπορεί να υπάρχει κάποια λοίμωξη ή σήψη στον πολφό του δοντιού, που μπορούν να οδηγήσουν σε σοβαρά προβλήματα, όπως εξάπλωση της τοπικής μόλυνσης και απώλειας του δοντιού. Θεωρείται ότι είναι η πλέον διαδεδομένη στοματική ασθένεια παγκοσμίως και η κύρια αιτία απώλειας δοντιών [5].

Η τερηδόνα είναι μια βακτηριακή μολυσματική ασθένεια που χαρακτηρίζεται από μια προοδευτική διαδικασία αφαλάτωσης που επηρεάζει τους μεταλλικούς οδοντικούς ιστούς [5].

Με τον όρο τερηδόνα περιγράφουμε τα σημεία, τις συνέπειες τις και τις εμφανίσεις της τοπικής καταστροφής των ενασβεστωμένων οδοντικών ιστών της στοματικής κοιλότητας που προκαλείται από τα οργανικά οξέα που δημιουργούνται

από μικρόβια της οδοντικής πλάκας. Η τερηδόνα είναι μια νόσος που μπορεί να δημιουργηθεί και να αναπτυχθεί στις περιοχές που δημιουργείται η οδοντική μικροβιακή πλάκα και να παραμείνει για κάποια χρονική περίοδο. Η τερηδόνα δεν εκδηλώνεται με την ίδια συχνότητα σε όλες τις οδοντικές περιοχές της στοματικής κοιλότητας ενός ατόμου.



Εικόνα 2-5: Παθολογικοί και Προστατευτικοί παράγοντες

Όσον αφορά την λειτουργία σχηματισμού τερηδόνας, γνωρίζουμε εδώ και 100 χρόνια ότι η τερηδονική αλλοίωση πραγματοποιείται λόγω της ζύμωσης υδατανθράκων από τα βακτήρια της στοματικής κοιλότητας, τα οποία παράγουν οξέα, που διαλύουν τα ανόργανα στοιχεία των οδοντικών ιστών. Τα τελευταία χρόνια, η εμφάνιση και πρόοδος της τερηδόνας αποδίδεται σε περισσότερες αιτίες, όπως η δραστηριότητα των μικροβίων στο σάλιο και της στοματικής λειτουργίας γενικότερα, η σύσταση των ανόργανων στοιχείων του δοντιού, η μικροσκοπική κι εσωτερική δομή των δοντιών, η διαδικασία σχηματισμού των όξινων στοιχείων και της διάχυσή τους στο στόμα, η απομεταλλικοποίηση (διάλυση των μεταλλικών ουσιών του δοντιού από οξέα), η αντίστροφη διαδικασία της απομεταλλικοποίησης που ονομάζουμε επαναμεταλλικοποίηση, όπως και διάφοροι άλλοι παράγοντες που έχουν ως επακόλουθο την αντίστροφη αυτή διαδικασία των αλλοιώσεων [13], [14].

Οι τερηδονικές αλλοιώσεις στο δόντι αποτελούν μία δυναμική διαδικασία και είναι το αποτέλεσμα της μη ισορροπημένης συνύπαρξης των φαινομένων της απομεταλλικοποίησης και επαναμεταλλικοποίησης στην οδοντική επιφάνεια [15]. Οι μυλικές επιφάνειες του δοντιού έρχονται σε συνεχή επαφή με το υγρό περιβάλλον

του στόματος, το οποίο οφείλεται κυρίως στις εκκρίσεις των σιελογόνων αδένων, αλλά και από τις διατροφικές συνθήκες του κάθε ατόμου. Τα δυο αυτά κομμάτια, δηλαδή η οδοντική επιφάνεια και οι χημικές ενώσεις στο σάλιο που την προστατεύουν, αποτελούν ένα σύστημα στερεού – υγρού, το οποίο υπακούει στους νόμους της φυσικοχημείας και βρίσκεται σε μια διαρκή κατάσταση δυναμικής ισορροπίας. Το περιβάλλον της στοματικής κοιλότητας, σε ομαλές συνθήκες, περιέχει ποσότητα ιόντων, ίδιων με αυτά που σχηματίζουν τη χημική σύσταση των ανόργανων στοιχείων της αδαμαντίνης και της οδοντίνης, που είναι αρκετή ώστε το διάλυμα του σάλιου να είναι κορεσμένο σε σχέση με τους δύο αυτούς ιστούς. Υπό αυτές τις συνθήκες, η αδαμαντίνη και η οδοντίνη διατηρούν τη φυσική τους δομή. Υπάρχουν όμως διάφοροι παράγοντες, που αλλάζουν από τη μία τη χημεία του ανόργανου υποστρώματος των δύο αυτών σκληρών ιστών και από την άλλη μεταβάλλουν τη σύσταση των υγρών στοιχείων που τους περιβάλλει με αποτέλεσμα τη διαταραχή της εύθραυστης αυτής ισορροπίας. Τελικά για να αποκατασταθεί ξανά η χημική αυτή ισορροπία, πραγματοποιείται μεταφορά ιόντων, από το υγρό περιβάλλον προς τους οδοντικούς ιστούς, αλλά και τούμπαλιν. Κάθε φορά που έχουμε μεταφορά ιόντων από τους οδοντικούς ιστούς προς το υγρό του στόματος, διαλύεται το ανόργανο υπόστρωμα της αδαμαντίνης ή και της οδοντίνης. Αυτή η χημική διαδικασία είναι που ονομάζεται απομεταλλικοποίηση. Στην περίπτωση, όμως, ύπαρξης άλλων παραγόντων, βοηθητικών αυτή τη φορά, η διαταραχής της ισορροπίας που είδαμε παραπάνω υπάρχει πιθανότητα να ακολουθηθεί από αντιστροφή της εν λόγω διαταραχής. Απόρροια της τελευταίας είναι η επιμέρους ή η συνολική επανάκτηση των χημικών στοιχείων (αλάτων) που είχαν χαθεί από τους ιστούς του δοντιού. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται επαναμεταλλικοποίηση και από αυτήν προκύπτει τελικά η επούλωση της μέχρι τώρα αλλοίωσης. [16] .

Τα βακτήρια της τερηδόνας παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία σχηματισμού και προόδου της αλλοίωσης. Στη στοματική κοιλότητα εντοπίζονται δύο κύριες ομάδες βακτηρίων: οι mutans στρεπτόκοκκοι και οι γαλακτοβάκιλλοι. Οι βακτηριακές αυτές ομάδες μεταβολίζουν μέσω ζύμωσης τους υδατάνθρακες που εισέρχονται στο περιβάλλον του στόματος και παράγουν οργανικά οξέα [16], [17].

2.3 ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ

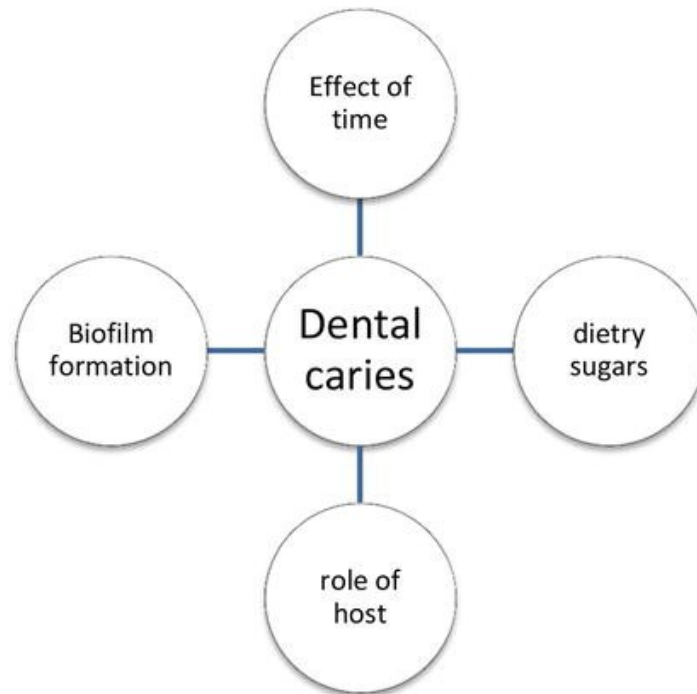
Κατά τη σύγκριση της συχνότητας εμφάνισης και την κατανομή της τερηδόνας έχουμε μπερδεμένα αποτελέσματα σε παγκόσμιο επίπεδο, λόγω διαφορών στα κριτήρια διάγνωσης από τις μελέτες που πραγματοποιούνται. Αν και ο ρυθμός εμφάνισής της έχει μειωθεί αρκετά τον τελευταίο καιρό, ειδικά στις ανεπτυγμένες χώρες, δεν παύει να αποτελεί ένα βασικό πρόβλημα τόσο στους ενήλικες όσο και στους ανηλίκους [19]. Τελευταία βέβαια, παρατηρείται σημαντική μείωση της έκτασης των αλλοιώσεων στις προαναφερθείσες χώρες. Οι αιτίες της μείωσης αυτής, δεν καθορίζονται εύκολα με ακρίβεια, αλλά είναι αρκετά προφανές ότι παίζει ρόλο η αύξηση παγκοσμίως, της χρήσης φθοριούχων παρασκευασμάτων [20]. Ο ρυθμός εξέλιξης της τερηδόνας επίσης μειώνεται σε παγκόσμιο επίπεδο και ιδιαίτερα σε αναλογία με την αύξηση της ηλικίας των ατόμων στα δείγματα.

Ένα άλλο σημαντικό επιδημιολογικό χαρακτηριστικό της νόσου είναι η μεταβολή του τερηδονικού κινδύνου μετά την ανατολή των δοντιών από τα ούλα. Μελέτες δείχνουν ότι η πιο επικίνδυνη περίοδος για την εμφάνιση τερηδόνας στα δόντια είναι το διάστημα, που ακολουθεί μετά την ανατολή των δοντιών [21]. Τις περισσότερες φορές ανιχνεύεται τερηδόνα σε συγκεκριμένους τύπους δοντιών και οδοντικών επιφανειών, τόσο στα δόντια των παιδιών όσο και στα μόνιμα των ενηλίκων. Στα μόνιμα δόντια επίσης παρατηρούμε μείωση της συχνότητας εμφάνισης της νόσου στις λείες και μεσοδόντιες επιφάνειες, σε σύγκριση με τις οπές και τις σχισμές [13].

Παρατηρούμε γενικά μια αύξηση του ρυθμού εμφάνισης στους ηλικιωμένους, αφού όλο και περισσότερα άτομα διατηρούν τα δόντια τους σε όλη τους τη ζωή, χωρίς να καταφεύγουν σε κάποιου τύπου αποκατάσταση. Οι ηλικιωμένοι παρουσιάζουν όμοια ή μεγαλύτερα επίπεδα εμφάνισης καινούριων τερηδονικών αλλοιώσεων από ότι οι ανήλικοι [23]. Άλλες πληθυσμιακές ομάδες που έχουν μεγάλη συχνότητα εμφάνισης τερηδόνας είναι: άτομα με χαμηλή εκπαίδευση ή χαμηλού κοινωνικοοικονομικού επιπέδου, άνθρωποι που ζουν στο όριο της φτώχειας και κάτω, εθνικές μειονότητες, πρόσφατοι μετανάστες, άτομα με φυσικές ανικανότητες, άτομα με HIV ή AIDS, αδύναμα άτομα και γενικά άτομα με διάφορους επικίνδυνους παράγοντες ζωής [18].

2.4 ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ

Η τερηδόνα είναι μια χρόνια, πολυπαραγοντική ασθένεια, η οποία προκαλεί την καταστροφή και την αφαλάτωση των σκληρών ιστών των δοντιών με την παραγωγή οξέων που προκύπτει από τη βακτηριακή ζύμωση των τροφών [5]. Η Εικόνα 2-6 αντιπροσωπεύει τους πιο συνηθισμένους παράγοντες που εμπλέκονται στον σχηματισμό τερηδόνας.

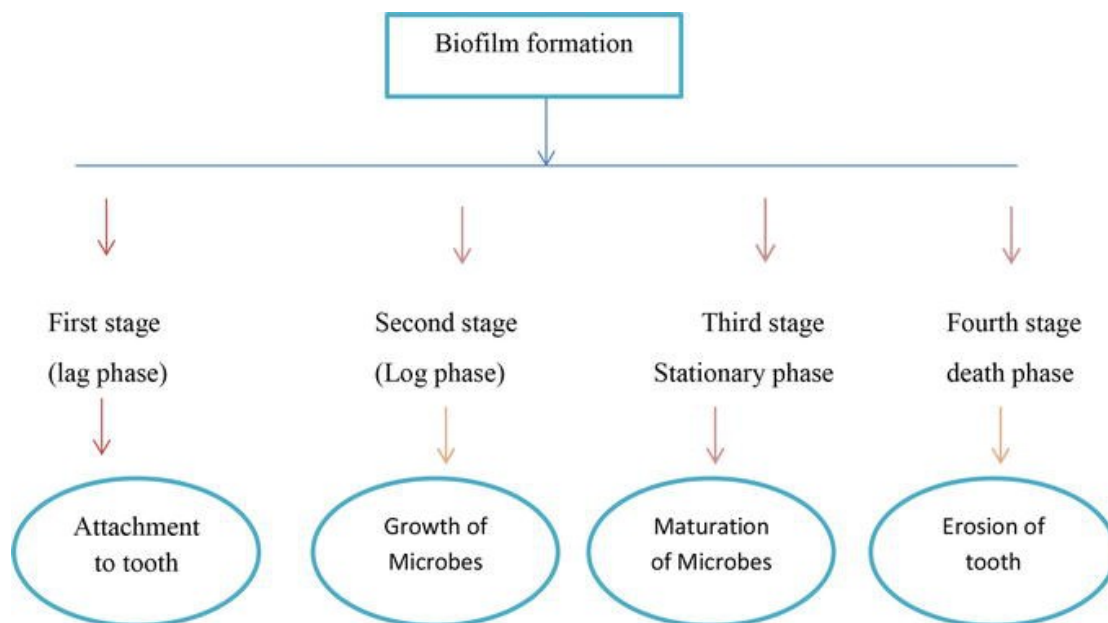


Εικόνα 2-6:Συνήθεις παράγοντες που προκαλούν τερηδόνα.

2.4.1 ΟΔΟΝΤΙΚΗ ΠΛΑΚΑ ΚΑΙ ΒΙΟΦΙΛΜ

Τα βιοφίλμ η βιουμένια συνήθως συνδέονται με την αιτιοπαθογένεια των περιοδοντικών ασθενειών [7]. Προκειμένου να επιβιώσουν σε μια θέση, τα μικρόβια έχουν την ικανότητα να προσκολλώνται στην επιφάνεια των δοντιών και να πολλαπλασιάζονται σε προστατευμένα περιβάλλοντα όπως τα δόντια και οι περιοδοντικοί θύλακες. Αυτή η συσσώρευση μικροβίων στην επιφάνεια του δοντιού ονομάζεται *πλάκα*, η οποία μπορεί να οριστεί ως "μια δομική οντότητα στην οποία τα μικρόβια είναι ενσωματωμένα σε μια εξαιρετικά οργανωμένη ενδοκυτταρική μήτρα". Αυτά τα μικρόβια εμπλέκονται σε διαφορετικές μεταβολικές, φυσικές και μοριακές αλληλεπιδράσεις. Αυτή η κοινοπραξία παρέχει πλεονεκτήματα στα συμμετέχοντα μικρόβια για ανθεκτικότητα σε αντιμικροβιακούς παράγοντες, αυξημένη παθογένεια,

ανάπτυξη και άμυνα του ξενιστή [8]. Τα τέσσερα στάδια που εμπλέκονται στο σχηματισμό βιοφίλμ συνοψίζονται στην Εικόνα 2-7 .



Εικόνα 2-7:Στάδια σχηματισμού βιοφίλμ

Οι πρωτογενείς αποικιστές του δοντιού σχηματίζουν το βιοφίλμ με αυτόματη συσσωμάτωση και συν-συσσωμάτωση με αποτέλεσμα διαφορετικές μορφολογικές δομές. Το μικροπεριβάλλον του βιοφίλμ κινείται από το αερόβιο στο αναερόβιο [7]. Τα βακτήρια πολλαπλασιάζονται και εμφανίζονται στο σχηματισμένο βιοφίλμ. Η ανίχνευση της απαρτίας είναι ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό που παρατηρείται στα βακτήρια που σχετίζονται με το βιοφίλμ, πράγμα που συνεπάγεται τη ρύθμιση συγκεκριμένου γονιδίου. Αυτό συμβαίνει μέσω της συσσώρευσης διαφορετικών ενώσεων που διευκολύνουν τη διακυτταρική επικοινωνία. Αυτό δίνει στο βιοφίλμ τα μοναδικά χαρακτηριστικά τους [9].

2.4.2 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΟΔΟΝΤΙΚΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ

Η αλληλεπίδραση μεταξύ των βακτηρίων και του περιβαλλόμενου επιθηλίου είναι πολύ σημαντική στις βακτηριακές λοιμώξεις. Εάν αφαιρεθεί χωρίς θεραπεία τότε ο πόνος, η μόλυνση και η απώλεια των δοντιών, εξαρτώνται από τη σοβαρότητα της κατάστασης που θα έχει δημιουργηθεί. Η οδοντική πλάκα είναι μια κολλώδης ουσία που κολλά στην επιφάνεια των δοντιών. Θεωρείται ως σύνθετο βιοφίλμ που είναι επίσης η κύρια αιτία της οδοντικής τερηδόνας [24].

Η Δεξτράνη (dextran), που παράγεται από τη ζύμωση σακχαρόζης από τους *Streptococcus mutans* είναι υπεύθυνη για την κολλητικότητα της πλάκας. Ως αποτέλεσμα της ζύμωσης, τα *Streptococcus mutans* παράγουν γαλακτικό οξύ, το οποίο τελικά ξεκινά την αφαλάτωση του σμάλτου. Αυτό παίζει ρόλο στην έναρξη της τερηδόνας. Στην πραγματικότητα, η ανάπτυξη της οδοντικής πλάκας εξαρτάται από το αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης μεταξύ της πρόσφυσης της πλάκας στην επιφάνεια του δοντιού και των φυσικών δυνάμεων διάτμησης που εμπλέκονται στην εκτόπιση και αφαίρεση της πλάκας [25]. Εάν η οδοντική πλάκα δεν αφαιρεθεί σωστά, η τερηδόνα θα ανθίσει [26]. Η ώριμη οδοντική πλάκα είναι ενσωματωμένη σε μια μήτρα βακτηρίων και ένα πλήθος ξενιστών που περιλαμβάνει πρωτεΐνες, DNA που εκκρίνεται από τα κύτταρα και πολυσακχαρίτες [27]. Αυτό παρέχει την προστασία των βακτηριδίων από την άμυνα του ξενιστή και τους θηρευτές, από την αποξήρανση και την αυξημένη αντοχή έναντι των αντιμικροβιακών ενώσεων [28]. *Streptococcus mutans*, *S. mitis*, *S. constellatus*, *S. sanguis*, *S. salivarius*, *S. anginosus*, *S. gordonii*, *S. intermedius* και *S. Oralis* μερικά από τα κύρια βακτήρια που αντέχουν στο οξύ και σχετίζονται με την οδοντική πλάκα [29]. Η συσσώρευση πλάκας στις περιοχές των ούλων και στο εσωτερικό των ουλών τη μικροχλωρίδα από θετικό σε gram (Τα θετικά κατά Gram βακτήρια είναι βακτήρια που δίνουν θετικό αποτέλεσμα στη δοκιμή χρώσης Gram, η οποία παραδοσιακά χρησιμοποιείται για την ταχεία ταξινόμηση των βακτηρίων σε δύο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με το κυτταρικό τοίχωμά τους) σε αρνητικό κατά gram (Τα αρνητικά κατά Gram βακτηρίδια δεν μπορούν να διατηρήσουν την ιώδη κηλίδα μετά το στάδιο αποχρωματισμού). Αυτό μπορεί να προκαλέσει τις περιοδοντικές ασθένειες [30]. Η τερηδόνα συνδέεται με υψηλή αρτηριακή πίεση, διαβήτη, καρδιακές παθήσεις και μερικές φορές πολλαπλή σκλήρυνση μαζί με συνεχή πόνο που επιδεινώνεται από το κρύο, τη ζέστη, τη ζάχαρη και τα ποτά [31].

Τέσσερις κύριοι παράγοντες σχετίζονται με την αιτιολογία της οδοντικής τερηδόνας. Αυτοί οι παράγοντες είναι τα βακτήρια, ο χρόνος, η ευαίσθητη επιφάνεια δοντιών και η ζύμωση υδατάνθρακων [32]. Μαζί με αυτούς τους παράγοντες, υπάρχουν ορισμένοι παράγοντες συμπεριφοράς και κοινωνικοδημογραφίας που είναι πιθανό να αυξήσουν τον κίνδυνο τερηδόνας. Αυτές περιλαμβάνουν την κακή στοματική υγιεινή, την ηλικία, τις κακές συνήθειες βουρτσίσματος των δοντιών, την πλάκα και τα ποτά που περιέχουν ζάχαρη [33].

Η στοματική κοιλότητα του ανθρώπου θεωρείται ως ένα περίπλοκο οικοσύστημα το οποίο έχει τόσο βακτήρια που παράγουν οξύ όσο και βακτήρια ανεκτικά στα οξέα. Σχεδόν 700 διαφορετικά βακτηριακά είδη είναι γνωστό ότι

υπάρχουν στην ανθρώπινη στοματική κοιλότητα [34] και περίπου 200 με 300 είδη έχουν ταυτοποιηθεί για την οδοντική πλάκα [35] χρησιμοποιώντας διαφορετικές τεχνικές που εξαρτώνται από την καλλιέργεια βακτηρίων ή είναι ανεξάρτητες από την καλλιέργεια τους. Τα *S. mutans* θεωρούνται ως ο κύριος μικροοργανισμός που είναι υπεύθυνος για την τερηδόνα. Ορισμένοι παράγοντες όπως η ικανότητα σχηματισμού βιοφίλμ, η ανεκτικότητα σε συχνές και ταχείες περιβαλλοντικές διακυμάνσεις και ο μεταβολισμός των υδατανθράκων θεωρούνται υπεύθυνοι για τη λοιμογόνο δράση αυτών των βακτηρίων [36]. Η σύνθεση των πολυσακχαριτών από *S. mutans* διασπών την σακχαρόζη σε glucosyltransferases (GTFs) και θεωρείται ένας άλλος σημαντικός παθογόνος παράγοντας που προκαλεί τερηδόνα [37]. Αυτό όχι μόνο διευκολύνει την υποχώρηση των ουλών και τη συσσώρευση των μικροοργανισμών στην επιφάνεια του δοντιού, αλλά παρέχει επίσης προστασία έναντι των ανοσοποιητικών άμυνων του ξενιστή παράλληλα με την παροχή αυξημένης αντοχής έναντι των αντιβιοτικών [38]. Αυτός ο συνδυασμός των παθογόνων ιδιοτήτων επιτρέπει στα *mutans* να αποικίσουν στην επιφάνεια του δοντιού και να τροποποιούν τους μη παθογόνους μικροοργανισμούς με αποτέλεσμα την άμεση φθορά του δοντιού και τη δημιουργία τερηδόνας [39].

2.5 ΤΥΠΟΙ ΒΛΑΒΩΝ

2.5.1 ΤΕΡΗΔΟΝΑ ΡΙΖΑΣ

Η τερηδόνα ρίζας σχηματίζει μια δίχρωμη περιοχή μαύρη ή καφέ με άνισα μεγέθη, συνήθως αποτελείται από κοιλότητα και συγκεντρώνεται σε εκτεθειμένες επιφάνειες ριζών, χωρίς να έχει μυλική αλλά μόνο ακρορριζική επέκταση, επίσης, αυξάνεται συνήθως κυκλικά στην επιφάνεια και όχι σε βάθος.

Ο συγκεκριμένος τύπος τερηδονικής αλλοίωσης μοιάζει με αυτόν που παρατηρείται στην αδαμαντίνη, γιατί και στις δύο περιπτώσεις έχουμε απομεταλλικοποίηση σε υποεπιφανειακό επίπεδο, με τη διαφορά ότι στην τερηδόνα ρίζας, η επιφάνεια μπορεί να είναι μαλακή στα πρώτα στάδια της βλάβης. Έχουμε επίσης διείσδυση βακτηρίων νωρίτερα χρονικά απ' ότι συμβαίνει στη μύλη. Η τερηδόνα ρίζας είναι ρηχή βλάβη καθώς το βάθος των κοιλοτήτων δεν ξεπερνά το 1 χιλιοστό.



Εικόνα 2-8: Τερηδόνα ρίζας

2.5.2 ΤΕΡΗΔΟΝΑ ΟΠΩΝ ΚΑΙ ΣΧΙΣΜΩΝ

Στις μασητικές επιφάνειες των δοντιών βρίσκουμε τερηδόνα συνήθως στο βαθύτερο σημείο των οπών και σχισμών, καθώς τα βακτήρια αποικίζουν τα συγκεκριμένα τμήματα της επιφάνειας, κατά την ανατολή των δοντιών ώστε να προστατευούνται καλύτερα από τις μηχανικές λειτουργίες της γνάθου. Η αλλοίωση οπών και σχισμών έχει κωνικό σχήμα. Οι κατευθύνσεις της προόδου της αλλοίωσης είναι τρεις και εξαρτώνται από τη σύσταση της αδαμαντίνης και της οδοντίνης. Τελικά για την έντονη παρουσία τερηδόνας στις οπές και σχισμές ευθύνεται το ίδιο τους το σχήμα. Είναι ιδιαίτερα δύσκολη η κλινική διάγνωση του συγκεκριμένου τύπου τερηδόνας, γιατί η αλλοίωση μπορεί να είναι βαθύτερη απ'ότι φαίνεται στο μικρό άνοιγμα επιφανειακά κατά την οπτική εξέταση. Η τερηδόνα των οπών και σχισμών εξαπλώνεται βαθύτερα και πλατύτερα στο δόντι καθώς διασχίζει την αδαμαντίνη.



Εικόνα 2-9: Τερηδόνα οπών και σχισμών

2.5.3 ΤΕΡΗΔΩΝΑ ΛΕΙΑΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ - ΛΕΥΚΗ ΚΗΛΙΔΑ

Οι αλλοιώσεις λευκών κηλίδων (Εικόνα 2-10), συμβαίνουν ως αποτέλεσμα της αφαλάτωσης του υποστρώματος του σμάλτου που βρίσκεται στις ομαλές επιφάνειες των δοντιών [40]. Είναι το πρώτο στάδιο μια τερηδονικής αλλοίωσης ενώ το σχήμα και το μέγεθός τους καθορίζεται από την έκταση του βιοφίλμ.



Εικόνα 2-10: Λευκές κηλίδες

Ο λόγος που εμφανίζεται η λευκή κηλίδα είναι οι μεταβολές της σκέδασης του φωτός στο αφαλατωμένο σμάλτο [41]. Οι διάφοροι παράγοντες κινδύνου όπως τα βακτήρια που παράγουν οξύ, η ζύμωση υδατάνθρακων και πολλοί παράγοντες του ξενιστή, όπως η κακή στοματική υγιεινή, ο χαμηλός όγκος του σάλιου και η κακή διατροφή, συνεχίζουν την ανάπτυξη αυτών των αρχικών βλαβών [42].

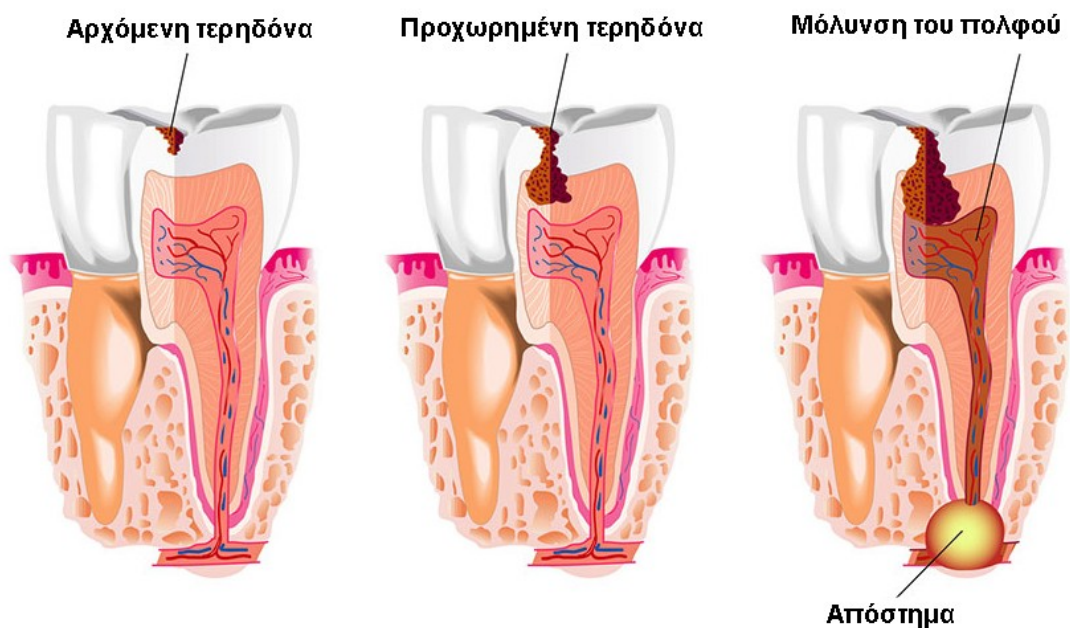
Οι λευκές κηλίδες αναπτύσσονται ως αποτέλεσμα της παρατεταμένης συσσώρευσης πλάκας στην περιοχή των δοντιών, συνήθως λόγω κακής στοματικής υγιεινής [43]. Υπό αυτές τις συνθήκες, τα οξέα διαχέονται στο σμάλτο και η αφαλάτωση συνεχίζεται στο υποδαπέδιο σμάλτο, κατόπιν η άθικτη επιφάνεια του σμάλτου καταρρέει και δημιουργούνται βαθουλώματα [44]. Έχει αποδειχθεί ότι αυτές οι αλλοιώσεις μπορούν να εμφανιστούν μέσα σε 4 εβδομάδες [45].

2.6 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ

Συνήθως, τα συμπτώματα της τερηδόνας γίνονται αντιληπτά μόνο όταν αυτή έχει φθάσει σε προχωρημένο στάδιο. Ωστόσο, ορισμένα σημάδια μπορεί να γίνουν αντιληπτά από έναν οδοντίατρο αρκετά νωρίτερα. Η έγκαιρη διάγνωση διευκολύνει τη θεραπεία και μειώνει τον κίνδυνο εκτεταμένης καταστροφής του δοντιού [46].

Οι κατεστραμμένες περιοχές στη σκληρή επιφάνεια των δοντιών που αναπτύσσονται σε μικρά ανοίγματα ή κοιλότητες ονομάζονται τερηδόνα και προκαλούνται από έναν συνδυασμό παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων των βακτηριδίων στο στόμα, κακή στοματική υγιεινή και διατροφή.

Οι κοιλότητες και η τερηδόνα είναι από τα πιο κοινά προβλήματα υγείας του κόσμου. Είναι ιδιαίτερα συχνές σε παιδιά, εφήβους και ηλικιωμένους. Εάν αυτές οι κοιλότητες δεν υποβληθούν σε θεραπεία, μεγαλώνουν και επηρεάζουν τα βαθύτερα στρώματα των δοντιών. Μπορούν να οδηγήσουν σε σοβαρό πονόδοντο, λοίμωξη και απώλεια δοντιών. Οι τακτικές οδοντιατρικές επισκέψεις και οι καλές συνήθειες βουρτσίσματος των δοντιών συμβάλουν στην προστασία από την δημιουργία κοιλοτήτων, τερηδόνας και της φθορά των δοντιών.



Εικόνα 2-11: Στάδια τερηδόνας

Τα σημεία και τα συμπτώματα των κοιλοτήτων ποικίλλουν ανάλογα με την έκταση και τη θέση τους. Όταν μια κοιλότητα μόλις αρχίζει την εμφάνιση της μπορεί να μην υπάρχουν καθόλου συμπτώματα. Καθώς η αποσύνθεση μεγαλώνει, μπορεί να προκαλέσει σημεία και συμπτώματα όπως [47]:

Ο πονόδοντος, ξαφνικός πόνος ή πόνος που εμφανίζεται χωρίς εμφανή αιτία. Ο πονόδοντος όταν εμφανίζεται σαν σύμπτωμα τερηδόνας, συμβαίνει όταν η μόλυνση έχει φθάσει στον πολφό. Στην αρχή, ο πόνος γίνεται αισθητός τακτικά κατά τη μάσηση όταν ασκείται μεγάλη πίεση στο δόντι, αλλά σταδιακά γίνεται συχνότερος και πιο έντονος. Συνεχής διαπεραστικός πόνος στα δόντια είναι μια καθαρή ένδειξη για ύπαρξη τερηδόνας και επιβάλλεται η άμεση επίσκεψη στον οδοντίατρο.

Ευαισθησία στα δόντια. Η οδοντική υπερευαισθησία είναι ένα σύμπτωμα της τερηδόνας που εμφανίζεται όταν η τερηδόνα φθάσει στην οδοντίνη, με αποτέλεσμα να εκτεθούν τα οδοντικά σωληνάκια που επικοινωνούν με το ζωντανό κεντρικό τμήμα του δοντιού. Ζεστά, κρύα, γλυκά ή ξινά τρόφιμα και ποτά προκαλούν ένα οξύ διαπεραστικό αίσθημα πόνου στο δόντι.

Ήπιος έως οξύς πόνος όταν τρώτε ή πίνετε κάτι γλυκό, ζεστό ή κρύο

Πόνος όταν δαγκώνετε

Η φλεγμονή στον πολφό του δοντιού οδηγεί στη νέκρωση του οστού και την εξάπλωση της μόλυνσης μέσω των ριζικών σωλήνων στην περιοχή γύρω από το άκρο της ρίζας του δοντιού. Συγκεντρώνεται πύον και δημιουργείται το λεγόμενο ακρορριζικό απόστημα. Έντονος παλμικός πόνος σε συνδυασμό με πρήξιμο, και μερικές φορές εκροή πύου στο στόμα, είναι συνήθη συμπτώματα οδοντικού αποστήματος λόγω τερηδόνας.

Ορατές οπές ή κοιλώματα στα δόντια. Όταν η βλάβη στην οδοντίνη γίνει εκτεταμένη, η αδαμαντίνη που την καλύπτει χάνει την στήριξη της και καταρρέει δημιουργώντας μια τρύπα στο δόντι (κοιλότητα). Αν αυτή η τρύπα είναι σε εμφανές σημείο του δοντιού μπορεί να γίνει αντιληπτή και από τον ασθενή σε συνδυασμό με την αλλαγή του χρώματος. Αν, όμως, η τερηδόνα βρίσκεται στο μεσοδόντιο διάστημα και είναι μικρής έκτασης, τότε δύσκολα γίνεται αντιληπτή πριν την οδοντιατρική εξέταση.

Καφέ, μαύρη ή άσπρη χρώση σε οποιαδήποτε επιφάνεια του δοντιού

Πόνος όταν δαγκώνετε

Μπορεί να μην γνωρίζετε ότι σχηματίζεται μια κοιλότητα. Γι 'αυτό είναι σημαντικό να έχετε τακτικά οδοντιατρικούς ελέγχους και καθαρισμούς, ακόμη και όταν το στόμα σας αισθάνεται ωραία. Ωστόσο, εάν αντιμετωπίσετε πονόδοντο ή πόνο στο στόμα, επισκεφθείτε τον οδοντίατρό σας το συντομότερο δυνατό.

2.7 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ

Η διάγνωση, αποτελεί το σύνολο των ενεργειών που πρέπει να γίνου για να δωθούν τα απαραίτητα στοιχεία για τον εντοπισμό των αλλοιώσεων τερηδόνας (σε επιφάνειες και δόντια), το βάθος τους στους σκληρούς ιστούς (αδαμαντίνη ή/και οδοντίνη), τη δραστηριότητα τους (ενεργείς ή στάσιμες), την απώλεια της επιφανειακής ακεραιότητας της αδαμαντίνης (κοιλότητας ή όχι) και τέλος τον τερηδονικό κίνδυνο του ατόμου (χαμηλός, μέσος ή υψηλός). Η διάγνωση ολοκληρώνεται με την κατάλληλη επεξεργασία των στοιχείων και τη κατάταξη των βλαβών σε κάποια από τις ισχύουσες σήμερα κατηγορίες βλαβών[49], για τις οποίες υποδεικνύεται μια συγκεκριμένη αντιμετώπιση. Η διαγνωστική επομένως διαδικασία είναι φανερό ότι είναι η βάση για τον αποτελεσματικό έλεγχο της τερηδόνας σαν νόσου, αφού οδηγεί στην απόφαση και το είδος της παρέμβασής μας και στην οποία κύριο ρόλο έχουν τα διαγνωστικά κριτήρια. Για παράδειγμα, η αξιολόγηση της δραστηριότητας της βλάβης είναι πολύ σημαντική αφού μια ενεργής χωρίς κοιλότητα βλάβη έχει περισσότερες πιθανότητες να εξελιχθεί από ότι μια στάσιμη με κοιλότητα τερηδόνα [50]. Τα διαγνωστικά κριτήρια προσδιορίζουν τα σημεία που κατά συμφωνία ξεχωρίζουν την νόσο από την υγιή κατάσταση, τις βαθμίδες της νόσου μεταξύ τους, την χειρουργική από την προληπτική παρέμβαση κλπ. Τα κυριότερα από τα κριτήρια αυτά για την

Για τον εντοπισμό τερηδόνας στις μασητικές επιφάνειες των δοντιών αλλά και γενικότερα για τη διάγνωση της τερηδόνας σε οπές και σχισμές, οι μέθοδοι διάγνωσης που χρησιμοποιούνται, είναι οι καθιερωμένες συμβατικές όπως φαίνονται στον Πίνακα 2-4.

Οπτική παρατήρηση

Ανιχνευτήρας

Συμβατική ακτινογραφία

Η μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας/ αντίστασης του δοντιού

Η μέτρηση του φθορισμού του δοντιού (QLF, diagnodent, vistaproof, BD-LFS)

Η μέτρηση της σκέδασης των ακτινών στα δόντια (DIFOTI, NIRTI, Caries I.D)

Φωτοθερμική ραδιομετρία (Canary system)

Πίνακας 2-4: Χρησιμοποιούμενες μέθοδοι

Για την εντόπιση και διάγνωση των τερηδόνων οι χρησιμοποιούμενες σήμερα μέθοδοι είναι πολλές (Πίνακας 2-5).

1. Visual examination
2. Tactile Examination
3. **Radiographic Examination**
4. Fibre Optic Transillumination (FOTI)
5. Elastic Band Separation (EBS)
6. Dental Digital Radiography (DDR)
7. Computer aided radiography (CAR)
8. The Digora Image Plate System (DIPS)
9. High Definition Imager (HDI (Visualix intraoral sensor technology)
10. Optical Coherence Tomography (OCT)
11. Polarization Sensitive Optical Coherence Tomography (PS-OCT)
12. Polarized Raman Spectroscopy (PRS)
13. Digital Fibre Optic Transillumination (DiFOTI)
14. Transillumination with Near-Infrared light (TI-NIR)
15. Near-Infrared reflectance imaging (NIR-RI)
16. Terahertz Pulse Imaging (TPI)
17. Multiphoton imaging (MPI)
18. Quantitative Light-induced Fluorescence (QLF)
19. Laser-induced Fluorescence (LF)
20. Diode Laser Fluorescence (DLF)
21. Infrared fluorescence (IRF)

22. Endoscope Filtered Fluorescence (EFI)
23. Time-Correlated Single-Photon Counting Fluorescence Lifetime Imaging (TCSPC FLIM)
24. Electronic Caries Meter(ECM)
25. Electrical Conductance Fixed Frequency (ECFF)
26. Alternating Current Impedance Spectroscopy Technique (ACIST)

Πίνακας 2-5: Μέθοδοι διάγνωσης τερηδόνας

2.8 ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ

Οι κύριοι στόχοι για να πετύχουμε την πρόληψη της τερηδόνας είναι ο έλεγχος της οδοντικής μικροβιακής πλάκας, τακτικές προληπτικές επισκέψεις στον οδοντίατρο και επαγγελματικός καθαρισμός των δοντιών, υγιεινή διατροφή και διατροφικές συνήθειες, φθόριο, προληπτικές εμφράξεις [46],[48].

2.8.1 ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΟΔΟΝΤΙΚΗΣ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ

Ο βασικός παράγοντας στην πρόληψη της τερηδόνας είναι ο έλεγχος της οδοντικής πλάκας, δηλαδή του πληθυσμού των μικροβίων στο στόμα. Μη επιτρέποντας τη δημιουργία μικροβιακής πλάκας στην επιφάνεια των δοντιών, μειώνουμε σημαντικά την παραγωγή των οξέων που προκαλούν την απώλεια ανόργανων αλάτων και την αποδόμηση της αδαμαντίνης.

2.8.2 ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΗ ΣΤΟΜΑΤΙΚΗ ΥΓΙΕΙΝΗ

Η επιμελής τήρηση της στοματικής υγιεινής, δηλαδή του καλού καθαρισμού των δοντιών (βούρτσισμα) και η χρήση οδοντικού νήματος ενδείκνυται για την απομάκρυνση των μικροοργανισμών από την επιφάνεια των δοντιών με επακόλουθο την αναστολή της δράσης τους.

2.8.3 ΤΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΚΕΨΕΙΣ ΣΤΟΝ ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΟ ΚΑΙ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΟΝΤΙΩΝ

Οι τακτικές οδοντιατρικές εξετάσεις κάθε 6 μήνες που περιλαμβάνουν επαγγελματικό καθαρισμό των δοντιών είναι απαραίτητο συμπλήρωμα της καθημερινής στοματικής υγιεινής και προσφέρει τη δυνατότητα να εντοπιστούν έγκαιρα τυχόν ενδείξεις τερηδόνας ώστε να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για να σταματήσει η εξέλιξη της.

2.8.4 ΥΓΙΕΙΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΣΥΝΗΘΕΙΕΣ

Τα βακτήρια της οδοντικής πλάκας δεν μπορούν να παράγουν οξέα χωρίς αρκετή ζάχαρη για τροφή. Μια καλά ισορροπημένη διατροφή με περιορισμένη κατανάλωση αμυλούχων ή ζαχαρούχων τροφών μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της τερηδόνας καθώς στερεί τα βακτήρια από την κύρια πηγή τροφής και μειώνει την παραγωγή οξέων. Η συχνότητα και ο χρόνος που η ζάχαρη παραμένει σε επαφή με τα δόντια είναι επίσης σημαντικός παράγοντας.

2.8.5 ΦΘΟΡΙΟ

Το φθόριο έχει την ικανότητα να προσλαμβάνεται από την αδαμαντίνη και να την κάνει ανθεκτικότερη στην δράση των τερηδογόνων μικροοργανισμών. Η έκθεση των δοντιών στο φθόριο αποτελεί τον σημαντικότερο ίσως παράγοντα που συντελεί στην συνεχή μείωση του επιπολασμού της τερηδόνας στον αναπτυγμένο κόσμο. Η πρόσληψη φθορίου γίνεται από την κατανάλωση φθοριωμένου νερού, την χρήση οδοντόκρεμας με φθόριο, στοματικών διαλυμάτων με φθόριο κτλ.

2.8.6 ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΜΦΡΑΞΕΙΣ

Στα παιδιά κυρίως, οι γομφίοι μπορούν να προστατευθούν από την τερηδόνα με τη χρήση προληπτικών εμφράξεων, δηλαδή με την κάλυψη των οπών και σχισμών στις μασητικές επιφάνειες των δοντιών με ακρυλικό υλικό. Το υλικό αυτό προσφέρει μια προστατευτική επικάλυψη που απομονώνει την επιφάνεια των δοντιών από τη δράση των οξέων που παράγονται από τα βακτήρια της πλάκας. Οι προληπτικές εμφράξεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε ενήλικες.

2.9 ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ

Η τερηδόνα κατά το αρχικό της στάδιο προκαλεί απασβεστίωση της αδαμαντίνης του δοντιού χωρίς να δημιουργεί τερηδονική κοιλότητα. Το αρχικό αυτό στάδιο ονομάζεται αρχόμενη τερηδόνα και χαρακτηρίζεται από τοπική μείωση των ανόργανων συστατικών της αδαμαντίνης και εμφάνιση μιας λευκάζουσας κηλίδας.

Στο στάδιο αυτό η τερηδονική βλάβη μπορεί να αναχαιτιστεί με συντηρητικό τρόπο. Όταν η τερηδονική βλάβη προχωρήσει βαθύτερα και στην οδοντίνη και δημιουργηθεί τερηδονική κοιλότητα, η αντιμετώπιση είναι παρεμβατική [2],[48].

2.9.1 ΑΝΑΧΑΙΤΗΣΗ ΑΡΧΟΜΕΝΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ

Η αναχαίτιση μιας αρχόμενης τερηδόνας περιλαμβάνει την εφαρμογή εξατομικευμένου προληπτικού προγράμματος και, επιπλέον, την χορήγηση φθοριούχων διαλυμάτων για την επανασβέστωση της βλάβης, καθώς και αντιμικροβιακών ουσιών για την μείωση του μικροβιακού φορτίου της στοματικής κοιλότητας.

2.9.2 ΕΠΑΝΟΡΘΩΣΗ ΔΟΝΤΙΟΥ ΜΕ ΣΦΡΑΓΙΣΜΑΤΑ/ΘΗΚΕΣ

Εάν έχει ήδη σχηματιστεί μια κοιλότητα στο δόντι εξαιτίας της τερηδόνας, πραγματοποιείται επεμβατική θεραπεία για την αποκατάσταση του δοντιού. Το κατεστραμμένο τμήμα της αδαμαντίνης και οδοντίνης απομακρύνεται, και κατόπιν γίνεται ανάπλαση του δοντιού με επανορθωτικό υλικό.

1) Οι Εμφράξεις (σφραγίσματα) είναι η πιο κοινή θεραπεία για προβλήματα τερηδόνας. Υλικά όπως το αμάλαμα, χρυσός, ή συνθετική ρητίνη χρησιμοποιούνται για να πληρωθεί η κοιλότητα και να αποκατασταθεί το σχήμα και η λειτουργία του δοντιού.

2) Τα Ένθετα και τα Επένθετα είναι έμμεσες αποκαταστάσεις που κατασκευάζονται στο εργαστήριο. Φτιάχνονται από πορσελάνη και προσφέρουν καλύτερο αισθητικό αποτέλεσμα από τα κοινά σφραγίσματα.

3) Οι Στεφάνες (θήκες) χρησιμοποιούνται όταν υπάρχει μεγάλη έκταση της βλάβης και το εναπομείναν υγιές τμήμα του δοντιού δεν είναι αρκετό για να αντέξει τις πιέσεις της μάσησης με ένα απλό σφράγισμα. Οι στεφάνες κατασκευάζονται από χρυσό, μεταλλικό σκελετό επικαλυμμένο με πορσελάνη, ή εξ ολοκλήρου από πορσελάνη.

2.9.3 ΕΝΔΟΔΟΝΤΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ/ΑΠΟΝΕΥΡΩΣΗ

Κατά την απονεύρωση (ενδοδοντική θεραπεία) ο οδοντίατρος αφαιρεί τον μολυσμένο ιστό από την πολφική κοιλότητα και τους ριζικούς σωλήνες και γεμίζει τον χώρο με ειδικό υλικό (γουταπέρκα). Κατόπιν γίνεται η ανασύσταση του δοντιού με σφράγισμα ή στεφάνη, ανάλογα με την κατάσταση του.

Τέλος, αν η ενδοδοντική θεραπεία δεν καταφέρει να σταματήσει την μόλυνση γύρω από το δόντι, πραγματοποιείται εξαγωγή του δοντιού. Εξαγωγή μπορεί, επίσης, να χρειαστεί αν μετά την απομάκρυνση των μολυσμένων/κατεστραμμένων τμημάτων του δοντιού δεν μείνει αρκετή οδοντική ουσία, καθιστώντας αδύνατη την ανασύσταση του δοντιού. Όταν γίνεται εξαγωγή ενός τερηδονισμένου δοντιού, συνίσταται η άμεση αναπλήρωσή του ώστε να αποφευχθεί η απώλεια οστού και να αποκατασταθεί η λειτουργία και εμφάνιση του στόματος. Η αντικατάσταση γίνεται είτε με γέφυρα είτε με εμφύτευμα δοντιού.

3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τερηδόνα είναι μια προοδευτική διαδικασία που σχετίζεται με τα βακτήρια που βρίσκονται στους σκληρούς ιστούς στην επιφάνεια των δοντιών και των ριζών. Η αφαλάτωση των δοντιών μπορεί να ξεκινήσει αμέσως μετά την εμφάνιση των δοντιών, σε παιδιά με ευαισθησία στην τερηδόνα, χωρίς να αναγνωρίζεται από τους οδοντιάτρους. Η διαδικασία της αφαλάτωσης μπορεί να προχωρήσει περαιτέρω οδηγώντας σε μια τερηδονική βλάβη που είναι η αρχή ή το σύμπτωμα της τερηδονικής διαδικασίας. Η τερηδόνα είναι είναι μια συνεχόμενη διαδικασία που μπορεί να εκτιμηθεί λανθασμένα αν εξεταστεί για μόνο ένα συγκεκριμένο χρονικό σημείο. Η Εικόνα 3-12 δείχνει διαφορετικά στάδια της τερηδονικής διαδικασίας.



Εικόνα 3-12: (A) Υγιής μασητική επιφάνεια. (B-D) Η διαδικασία της τερηδόνας σε διαφορετικά στάδια.

Η διάγνωση της τερηδόνας συνεπάγεται με πολλά περισσότερα από την ανίχνευση των τερηδονικών αλλοιώσεων. Κατά συνέπεια, η διάγνωση της τερηδόνας ως διαδικασία είναι ο προσδιορισμός της παρουσίας και της έκτασης μιας τερηδονικής αλλοίωσης. Επιπλέον, η δραστηριότητά της αποτελεί αναπόσπαστο

μέρος της διάγνωσης. Η διάγνωση της τερηδόνας είναι πολύ σημαντική και πολύ στενά συνδεδεμένη για το σχέδιο θεραπείας που πρέπει να ακολουθήσει ο ασθενής. Έτσι, η διάγνωση πρέπει να περιλαμβάνει μια αξιολόγηση της δραστηριότητας επειδή οι ενεργές βλάβες απαιτούν ενεργή διαχείριση (μη-λειτουργική και χειρουργική θεραπεία). Το πρόβλημα, ωστόσο, είναι η εκτίμηση της δραστηριότητας. Η διαδικασία ανίχνευσης μπορεί να χάσει αλλοιώσεις (ψευδώς αρνητικά αποτελέσματα) ή μπορεί να παραβλέψει τις βλάβες που υπάρχουν (ψευδώς θετικά αποτελέσματα). Η εκτίμηση της δραστηριότητας μπορεί να είναι λανθασμένη. Για την απόφαση της θεραπείας, η διάγνωση πρέπει επίσης να εκφράζει τη δραστηριότητα της τερηδόνας του κάθε ασθενή, η οποία μπορεί να οριστεί ως το άθροισμα των νέων αλλοιώσεων της τερηδόνας και τη διεύρυνση των υφισταμένων αλλοιώσεων κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης χρονικής περιόδου [51]. Πρόκειται για μια σύνθετη διάγνωση που περιλαμβάνει την άμεση εμπειρία της τερηδόνας στο παρελθόν, την εξέλιξη της βλάβης και την κλινική εμφάνιση των αλλοιώσεων. Οι σημαντικότερες παράμετροι για την εκτίμηση της δραστηριότητας της τερηδόνας είναι η κλινική εμφάνιση των αλλοιώσεων και των παραγόντων των ασθενών όπως η ροή του σάλιου, η πρόσληψη ζάχαρης και η στοματική υγιεινή [52]. Έτσι, η δραστηριότητα της τερηδόνας μπορεί να αξιολογηθεί με την εκτίμηση των παραγόντων που σχετίζονται με την παθογένεια της νόσου και με βάση τα στοιχεία που προκύπτουν από την κλινική εξέταση. Μια ενεργή αλλοίωση είναι θαμπή και έχει τραχιά επιφάνεια, δείχνει αιμορραγία στην ανίχνευση της σε έναν ασθενή με κατά τα άλλα υγιείς περιοδοντικές παθήσεις, μπορεί να είναι καλυμμένη με πλάκα και πάνω στις εξωτερικές επιφάνειες να είναι πιο κοντά στο περιθώριο ούλων. Μια ανενεργή αλλοίωση μπορεί να υπάρχει σε μια οδοντοστοιχία με λαμπερή και λεία επιφάνεια και να είναι σε κάποια απόσταση από το περιθώριο των ουλών (Εικόνα 3-13).



Εικόνα 3-13: Ανενεργή τερηδονική βλάβη στην στοματική επιφάνεια.

Η κλινικά οπτική διάγνωση μπορεί να δέχεται διαχρονική παρακολούθηση, ακόμη και αν η αξιολόγηση είναι ποιοτική. Θα ήταν ευκολότερο να έχουμε μια συσκευή που θα ανιχνεύει όχι μόνο την αφαλάτωση αλλά και την ποσοτικοποίησή της. Στη συνέχεια, η παρακολούθηση της εξέλιξης θα ήταν απλή, χρησιμοποιώντας ξανά τη συσκευή και βλέποντας προς ποια κατεύθυνση αλλάζουν οι αριθμοί. Η ιδέα είναι εξαιρετικά ελκυστική, έτσι ερευνητές έχουν κάνει τέτοιες προσπάθειες για να αναπτύξουν, να δοκιμάσουν και να τελειοποιήσουν τέτοιες συσκευές. Όλες αυτές οι μέθοδοι ανίχνευσης της τερηδόνας βασίζονται στην ερμηνεία ενός ή περισσότερων φυσικών σημάτων. Αυτές σχετίζονται αιτιωδώς με ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά των αλλοιώσεων της τερηδόνας. Αρχικά, τα σήματα πρέπει να λαμβάνονται μέσω μιας συσκευής λήψεως και να ταξινομούνται. Η ταξινόμηση ενός σήματος αποτελεί μέρος της διαγνωστικής διαδικασίας στη λήψη αποφάσεων. Ωστόσο, καμία από τις μεθόδους δεν είναι σε θέση να επεξεργαστεί όλα αυτά τα σήματα σε μια κατάσταση που θα μπορούσε να ονομαστεί διάγνωση. Η ικανότητα του εντοπισμού μιας νόσου από τα σημάδια και τα συμπτώματά της είναι μια διαδικασία που δεν μπορεί να αντικατασταθεί από μια μηχανή ή μια συσκευή.

Η μέτρηση της τερηδόνας θα πρέπει να εξεταστεί στο πλαίσιο των στόχων της σύγχρονης κλινικής διαχείρισης της τερηδόνας και της συνέχειας των καταστάσεων της ασθένειας, που κυμαίνονται από υπο-επιφανειακές τερηδονικές αλλοιώσεις έως τις πιο εξελιγμένες αλλοιώσεις (Εικόνα 3-14).



Εικόνα 3-14 : (Α) Αρχική αλλοίωση στην επιφάνεια. (Β) Ιστολογική τομή μέσω της αλλοίωσης. Το πλούσιο σε φθόριο επιφανειακό στρώμα είναι ανθεκτικό στο οξύ και είναι ορατό. (C) Οδοντική τερηδόνα με κοιλότητα και σκιά. (Δ) Ιστολογική τομή μέσω της αλλοίωσης.

Οι έννοιες της μέτρησης μπορούν να εφαρμοστούν σε τρία τουλάχιστον επίπεδα: την επιφάνεια του δοντιού, το άτομο, την ομάδα / πληθυσμό. Η σύγχρονη διαχείριση της τερηδόνας μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από τα παρακάτω βήματα [53]:

- Η ανίχνευση της τερηδόνας.
- Η μέτρηση των βλαβών αξιολογεί τα καθορισμένα στάδια της διαδικασίας της τερηδόνας, λαμβάνοντας υπόψη την ιστοπαθολογική μορφολογία, την εμφάνιση διαφόρων μεγεθών, τους τύπους αλλοιώσεων και του χρησιμοποιούμενου διαγνωστικού κατωφλίου (threshold).
- Η παρακολούθηση της βλάβης με επανειλημμένες μετρήσεις από μια σειρά εξετάσεων χρησιμοποιείται, όταν οι αλλοιώσεις είναι λιγότερο προχωρημένες από το στάδιο που κρίνεται ότι απαιτεί χειρουργική επέμβαση προληπτικής φροντίδας με στόχο, είτε την παύση ,είτε την αναστροφή της βλάβης που πρέπει να αξιολογηθεί.
- Για την ανίχνευση αλλά και για την πρόληψη της τερηδόνας πλέον, χρησιμοποιούνται θεραπείες τόσο προληπτικές όσο και λειτουργικές.
- Ο έλεγχός της τερηδόνας βοηθά την συλλογή και την αξιολόγησή στοιχείων, τα οποία σχετίζονται με τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα της τερηδόνας.

3.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ

Η απόδοση των μεθόδων ανίχνευσης της τερηδόνας θα πρέπει να αξιολογείται λαμβάνοντας υπόψιν δύο σημαντικές παραμέτρους, την αναπαραγωγιμότητα και την εγκυρότητα. Μια αναπαραγωγίμη μέθοδος είναι αυτή που παρουσιάζει παρόμοια αποτελέσματα και δείχνει συμφωνία μεταξύ δύο εξετάσεων, που εκτελούνται σε διαφορετικές στιγμές ή από διαφορετικούς εξεταστές, οι οποίοι χρησιμοποιούν το ίδιο δείγμα. Η αναπαραγωγιμότητα μπορεί να εκτιμηθεί με τη δοκιμασία Kappa του Cohen ή με τον Συντελεστή Συσχέτισης Intraclass (Intraclass Correlation Coefficient / ICC). Η εγκυρότητα είναι η ικανότητα μιας μεθόδου αξιολόγησης, τι πρέπει να αξιολογήθει, υπολογίζεται με την αναλογία των σωστών αποτελεσμάτων, λαμβάνοντας υπόψιν το πρότυπο, το οποίο είναι η οριστική αναφορά διάγνωσης. Χρησιμοποιώντας αυτά τα αποτελέσματα, η εγκυρότητα μιας μεθόδου μπορεί να επιτευχθεί με τον υπολογισμό τιμών εξειδίκευσης και ευαισθησίας. Η εξειδίκευση είναι μία διαδικασία ταξινόμησης, η οποία εξετάζει την αναλογία των περιπτώσεων και την χαρακτηρίζει ως αρνητική, δηλαδή απουσία ασθένειας λαμβάνοντας υπόψιν το σύνολο των περιπτώσεων που δεν ανέπτυξαν ασθένεια. Το συνολικό ποσοστό των σωστά εκτιμώμενων περιπτώσεων που εξετάζουν την παρουσία και την απουσία της ασθένειας αντιπροσωπεύεται από την ακρίβεια. Ο Πίνακας 3-6 συνοψίζει τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να υπολογιστούν οι τιμές ευαισθησίας (Sn) και ακρίβειας (Sp):

	Παρούσα Νόσος (+)	Απούσα Νόσος (-)	
Θετικό test (+)	A	B	Σύνολο θετικών δοκιμών (A + B)
Αρνητικό test (-)	C	D	Σύνολο αρνητικών δοκιμών (C+D)
	Sn%: $A/(A + C)$	Sp%: $D/(B + D)$	Συνολικός αριθμός (A + B + C + D)

Πίνακας 3-6: Υπολογισμός τιμών ευαισθησίας (Sn) και ακρίβειας (Sp)

Όσον αφορά την εγκυρότητα των μεθόδων και τον υπολογισμό των τιμών ευαισθησίας και ακρίβειας, είναι απαραίτητο να καθοριστούν τα όρια για τον ορισμό των όρων, ασθένεια και υγεία. Αυτά τα όρια μπορούν επίσης να ονομαστούν και "σημεία αποκοπής", τα οποία συνδυάζονται σύμφωνα με τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την ταξινόμηση του προτύπου. Για παράδειγμα, οι αλλοιώσεις της τερηδόνας μπορούν να ταξινομηθούν σε 5 κατηγορίες (Πίνακας 3-7).

Κατηγορίες	
0	Χωρίς τερηδόνα
1	Τερηδόνα που εκτείνεται έως το ήμισυ του σμάλτου
2	Τερηδόνα που εκτείνεται στο εσωτερικό μισό του σμάλτου
3	Τερηδόνα σε οδοντίνη
4	Βαθιά τερηδόνα οδοντίνης

Πίνακας 3-7 : Κατηγορίες αλλοιώσεων τερηδόνας

Ως εκ τούτου, τα σημεία αποκοπής μπορούν να οριστούν ως εξής:

- Όλες οι αλλοιώσεις της τερηδόνας μπορούν να θεωρηθούν ως ασθένεια (1, 2, 3 και 4).
- Μόνο οι αλλοιώσεις της τερηδόνας από το εσωτερικό μισό του σμάλτου θεωρούνται ως ασθένεια (2, 3 και 4).
- Μόνο οι αλλοιώσεις της τερηδόνας της οδοντίνης θεωρούνται ως ασθένεια (3 και 4).

3.3 ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΤΥΧΕΣ ΤΩΝ ΑΛΛΟΙΩΣΕΩΝ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ

Η μασητική επιφάνεια χαρακτηρίζεται από τις σχισμές και τις ρωγμές των δοντιών. Επίσης, η είναι μια ευνοϊκή περιοχή στασιμότητας του βιοφίλμ, όπου οι βακτηριακές συσσωρεύσεις λαμβάνουν καλύτερη προστασία από τη λειτουργική / μηχανική φθορά (μάσημα, τριβή, τριβή από το βούρτσισμα, οδοντογλυφίδες). Αυτές οι πτυχές συμβάλλουν στην υψηλή επικράτηση της τερηδόνας στις μασητικές επιφάνειες τόσο στην πρωτογενή όσο και στη μόνιμη οδοντοστοιχία [54].

Η σύνθετη ανατομία των μασητικών επιφανειών απαιτεί ειδική επαγγελματική προσοχή και βαθιά κατανόηση του τρόπου με τον οποίο αναπτύσσονται οι βλάβες στις επιφάνειες αυτές. Είναι γνωστό ότι το βαθύτερο μέρος της σχισμής συνήθως φιλοξενεί βακτήρια [55]. Μια αλλοίωση της τερηδόνας αρχίζει κατά μήκος των κοιλοτήτων και των σχισμών μέσω της διάχυσης οξέων από τον τα βακτήρια στο βιοφίλμ. Η διάχυση γίνεται μέσω των πλευρικών τοίχωμάτων των κοιλοτήτων και των σχισμών, καθοδηγούμενων από την κατεύθυνση των πρισμάτων και τις ραβδώσεις του Retzius. Ιστολογικά, η βλάβη σχηματίζεται σε τρεις διαστάσεις και παίρνει το σχήμα ενός κώνου, με τη βάση της προς τη διασταύρωση σμάλτου-οδοντίνης. Τα οξέα οδηγούν στην αφαλάτωση κάτω από την επιφάνεια του σμάλτου και υπάρχει διεύρυνση στους διακρυσταλλικούς χώρους, αυξάνοντας τη διαπερατότητα του. Με την πάροδο του χρόνου, η πορώδης επιφάνεια αυξάνεται και οδηγεί σε σημαντική αύξηση της αλλοίωσης (αρχίζει να σχηματίζεται μια αλλοίωση κάτω από την επιφάνεια). Η αποκόλληση του αποκομμένου σμάλτου είναι το αποτέλεσμα της αφαλάτωσης, που οδηγεί στο σχηματισμό κοιλοτήτων [56].

Οι αλλοιώσεις στις λεπτές επιφάνειες προκύπτουν από τη συσσώρευση του βιοφίλμ κατά μήκος των περιθωρίων που σχηματίζουν τα ούλα. Αυτές οι βλάβες, χαρακτηριστικά, ακολουθούν τη μορφή του περιγράμματος των ούλων και μπορούν να προχωρήσουν για να σχηματίσουν μια κοιλότητα στο σμάλτο, και στη συνέχεια να επεκταθούν μέσω της οδοντίνης [57]. Η αλλοίωση της λείας επιφάνειας είναι το αποτέλεσμα των συστηματικών μεταβολών της διάλυσης του σμάλτου. Η αλλοίωση αυτή, αντιπροσωπεύει και παρουσιάζει την εξέλιξη των διαδοχικά αυξανόμενων

σταδίων της βλάβης, ξεκινώντας από τη διάλυση του δομικού επιπέδου της επιφάνειας του σμάλτου.[58].

Στις γειτονικές επιφάνειες, η συσσώρευση του βιοφίλμ λαμβάνει χώρα στην περιοχή κάτω από το σημείο επαφής, μεταξύ, της επιφάνειας επαφής και του περιθωρίου των ούλων. Η βλάβη μπορεί να εκτείνεται στη στοματική κοιλότητα και στη γλωσσική επιφάνεια. [57]. Η αρχική βλάβη που συμβαίνει στις γειτονικές επιφάνειες και πιο συγκεκριμένα στην οδοντίνη αλλοιώνει την εξωτερική μορφή στο σημείο ένωσης σμάλτου - οδοντίνης. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι η διάχυση οξέων από τα βακτήρια προσδιορίζεται από την κατανομή του βιοφίλμ και ακολουθεί την κατεύθυνση των πρισμάτων του σμάλτου [56].

Η αλλοίωση της τερηδόνας σε γειτονικές επιφάνειες στα πρώιμα δόντια παρουσιάζει γρήγορο ρυθμό εξέλιξης λόγω των μορφολογικών χαρακτηριστικών των δοντιών, καθιστώντας την ανίχνευσή της δύσκολη. Τα πρώτα δόντια έχουν λεπτότερο σμάλτο και οδοντίνη, χαμηλότερο ποσοστό ανοργανοποίησης, μεγάλες οδοντικές σωληνώσεις και μεγαλύτερες περιοχές επαφής, που επιτρέπουν μεγαλύτερη συσσώρευση βιοφίλμ και συνεπώς οδηγούν στην έναρξη και πρόοδο της τερηδόνας [59,60].

3.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ

Η ανίχνευση των τερηδονικών βλαβών ήταν κατά κύριο λόγο μια οπτική διαδικασία, βασισμένη κυρίως στην κλινική επαφή και την ακτινολογική εξέταση. Οι μέθοδοι ανίχνευσης τερηδόνας πρέπει να είναι ικανές να ανιχνεύουν βλάβες σε πρώιμο στάδιο, όταν η εξέλιξη μπορεί να διακοπεί ή να αντιστραφεί, αποφεύγοντας την θεραπεία των δοντιών με αποκαταστάσεις. Η ανάπτυξη ορισμένων εναλλακτικών μη επεμβατικών μεθόδων ανίχνευσης, όπως οι συσκευές φθορισμού λείζερ (DIAGNOdent και DIAGNOdent pen), ο ποσοτικός φθορισμός που προκαλείται από το φως (QLF), η κάμερα φθορισμού (VistaProof), η τεχνολογία LED (Midwest Caries ID), η οπτική διείδυση οπτικών ινών (FOTI), η ψηφιακή απεικόνιση οπτικών ινών (DIFOTI) και η παρακολούθηση της τερηδόνας μέσω μονιτορ (ECM), μπορούν να προσφέρουν εκτιμήσεις, που οι συμβατικές μέθοδοι ανίχνευσης της τερηδόνας δεν θα μπορούσαν.

3.5 ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ

Οι μέθοδοι ανίχνευσης τερηδόνας πρέπει να είναι ικανές να ανιχνεύουν βλάβες σε πρώιμο στάδιο, όταν η εξέλιξη μπορεί να διακοπεί ή να διατηρηθεί.

Οι συμβατικές μέθοδοι ανίχνευσης των τερηδονικών αλλοιώσεων είναι η παρακάτω. **Οπτική – Απτική εξέταση** έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στις οδοντιατρικές κλινικές για την ανίχνευση τερηδονικών βλαβών σε όλες τις επιφάνειες. **Το Διεθνές Σύστημα ICDAS** ανίχνευσης και αξιολόγησης της τερηδόνας. Το ICDAS είναι ένα διψήφιο σύστημα αναγνώρισης [126].

3.5.1 ΟΠΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ

Οι οπτικές αλλαγές της οδοντικής δομής που προκύπτουν από τη διαδικασία αφαλάτωσης μπορούν να παρατηρηθούν οπτικά κατά την ανάπτυξη της τερηδόνας, όπως η αύξηση της αδιαφάνειας και της τραχύτητας του σμάλτου. Η οπτική εξέταση έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στις οδοντιατρικές κλινικές για την ανίχνευση κακοήθων βλαβών σε όλες τις επιφάνειες. Αυτή η μέθοδος βασίζεται στη χρήση ενός οδοντικού καθρέφτη, ενός αιχμηρού καθετήρα και μιας σύριγγας 3 σε 1 και απαιτεί καλό φωτισμό και μια καθαρή, στεγνή επιφάνεια δοντιού (Εικόνα 3-15)[61].



Εικόνα 3-15 : Οπτική εξέταση τερηδόνας

Η εξέταση βασίζεται κυρίως στην υποκειμενική ερμηνεία των επιφανειακών χαρακτηριστικών, όπως η ακεραιότητα, η υφή, η διαφάνεια, η αδιαφάνεια, η θέση και το χρώμα [55,57]. Ωστόσο, η απτική εξέταση της οδοντικής τερηδόνας έχει επικριθεί λόγω της δυνατότητας μεταφοράς τερηδονικών μικροοργανισμών από τη μια περιοχή στην άλλη, οδηγώντας στο φόβο για περαιτέρω εξάπλωση της νόσου στην ίδια στοματική κοιλότητα. Επιπλέον, η χρήση του μπορεί να προκαλέσει μη αναστρέψιμες βλάβες στην απομεταλλωμένη δομή των δοντιών [62,64,63].

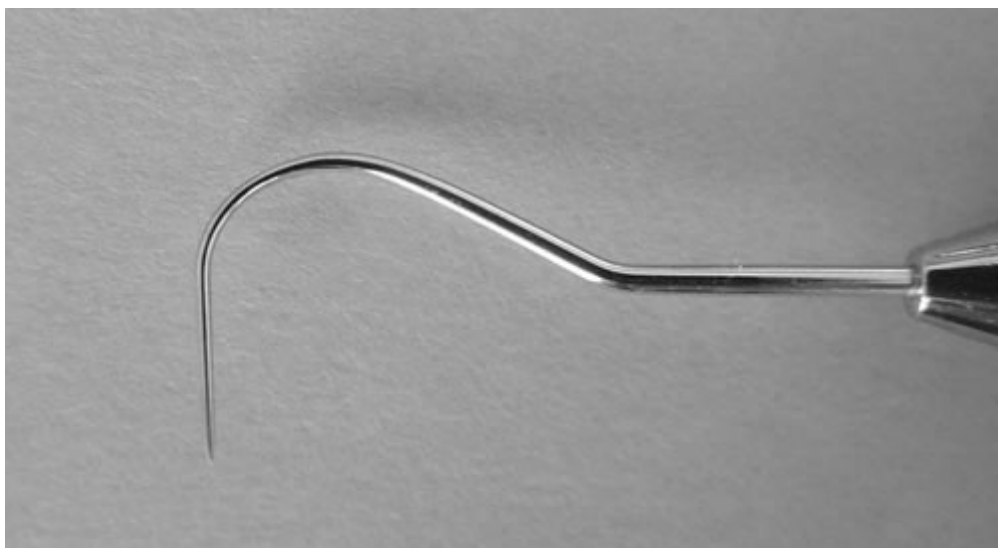
Ο διαχωρισμός των δοντιών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέθοδος για την εξέταση μιας ύποπτης περιοχής στην γειτονική επιφάνεια. Με αυτή την τεχνική μπορεί να εφαρμοστεί ένας ορθοδοντικός ελαστικός διαχωριστής για 2 με 3 μέρες γύρω από τις περιοχές επαφής, διευκολύνοντας τις εξετάσεις ανίχνευσης (Εικόνα 3-16).



Εικόνα 3-16: Ορθοδοντικός ελαστικός διαχωριστής

Ωστόσο, αυτή η μέθοδος μπορεί να προκαλέσει κάποια δυσφορία και απαιτεί μια επιπλέον επίσκεψη [65]. Μελέτες έχουν δείξει ότι ο διαχωρισμός των δοντιών έχει ανιχνεύσει περισσότερες αλλοιώσεις σμάλτου χωρίς σπηλαιώση από ό, τι η οπτική εξέταση χωρίς διαχωρισμό [60,66].

Το σύστημα του Nyvad [57] αποτελεί μια αξιόπιστη μέθοδο για την αξιολόγηση της δραστηριότητας της τερηδόνας για αλλοιωμένες και μη αλλοιωμένες επιφάνειες. Σύμφωνα με αυτό το σύστημα, η εξέταση βασίζεται μόνο στα κλινικά χαρακτηριστικά της επιφάνειας (χρώμα, αδιαφάνεια και παρουσία ασυνεχειών ή κοιλοτήτων), χαρακτηρίζοντας την αλλοίωση ως ανενεργή ή ενεργή. Το αρχικό σύστημα χρησιμοποίησε τη συσσώρευση βιοφίλμ ως δείκτη για τη δραστηριότητα της τερηδόνας και χρησιμοποίησε έναν αιχμηρό οδοντιατρικό εργαλείο για να αξιολογήσει την τραχύτητα της επιφάνειας (Εικόνα 3-17).



Εικόνα 3-17 : Αιχμηρός οδοντικός ανιχνευτή

Εντούτοις, το σύστημα Nyvad τροποποιήθηκε, υιοθετώντας ότι η χρήση ενός συνδυσασμένου ανιχνευτή πρέπει να τραβηχτεί ελαφρά στην επιφάνεια για να εκτιμηθεί η υφή του (ακατέργαστη ή ομαλή) και επίσης να απομακρυνθεί το βιοφίλμ [67]. Εάν η βλάβη είναι ενεργή και με κοιλοότητες, συνιστάται η λειτουργική θεραπεία. Εάν είναι ενεργή και χωρίς κοιλοότητες, συνιστάται μη-λειτουργική, προληπτική θεραπεία [69]. Για την ανίχνευση κακοήθων αλλοιώσεων, η εξέταση πρέπει να βασίζεται κυρίως σε προσεκτική οπτική αξιολόγηση σε καθαρή και στεγνή επιφάνεια. Μια σημαντική πτυχή της ανίχνευσης της τερηδόνας είναι ότι η επιφάνεια πρέπει να είναι στεγνή επειδή το σάλιο μπορεί να καλύψει τις διαφορές στην αντανάκλαση του

φωτός μεταξύ της μη υγιούς και της υγιούς οδοντικής δομής, εμποδίζοντας την παρατήρηση των αλλαγών στο χρώμα, τη φωτεινότητα και στην επιφάνεια του σμάλτου. Τα βαθμολογικά κριτήρια προσδιορίζουν τις ενεργές και ανενεργές πρωτογενείς ή δευτερεύουσες αλλοιώσεις τερηδόνας. Το σύστημα Nyvad έχει δειχθεί ότι έχει καλή αναπαραγωγικότητα και επίσης είναι ένα σύστημα με καλή προγνωστική ισχύ για την αξιολόγηση της δραστηριότητας της τερηδόνας [57,68].

Η οπτική εξέταση έχει δειχθεί ότι έχει υψηλή ειδικότητα αλλά χαμηλή ευαισθησία και αναπαραγωγικότητα [70]. Ως εκ τούτου, έχουν προταθεί διαφορετικά κριτήρια για την παροχή καθορισμένων περιγραφικών χαρακτηριστικών των διαφόρων βαθμίδων βαρύτητας των αλλοιώσεων της τερηδόνας [71,72,57]. Μετά την ανάλυση μιας συστηματικής ανασκόπησης που παρουσιάστηκε σε συνέδριο των ΗΠΑ και στο International Consensus Workshop on Caries Clinical Trials που διεξήχθη στη Σκωτία, συμπεραίνεται ότι η αξιοπιστία και η αναπαραγωγικότητα των διαθέσιμων σήμερα συστημάτων ανίχνευσης / διάγνωσης τερηδόνας, συμπεριλαμβανομένων των οπτικών και των οπτικό-απτικών κριτηρίων, δεν ήταν ισχυρά [70, 73]. Με βάση αυτά τα ευρήματα, έχει εισαχθεί ένα νέο οπτικό κριτήριο για την ανίχνευση της τερηδόνας, το Διεθνές σύστημα ICDAS.

3.5.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ICDAS

Το διεθνές σύστημα ανίχνευσης και αξιολόγησης της τερηδόνας (ICDAS) αναπτύχθηκε και εισήχθη από μια διεθνή ομάδα ερευνητών για την παροχή κλινικών, επιδημιολόγων και ερευνητών με ένα τεκμηριωμένο σύστημα για την ανίχνευση της τερηδόνας [53]. Σύμφωνα με αυτό το σύστημα, γίνεται αντικατάσταση των συμβατικών ανιχνευτών και των αιχμηρών ανιχνευτών με έναν περιοδοντικό ανιχνευτή με στρογγυλεμένη άκρη για την αποφυγή τραυμάτων στις αρχικές αλλοιώσεις [72,75,74]. Μετά από αυτό, αποδίδεται ένας δεύτερος κώδικας για τον προσδιορισμό έξι σταδίων επέκτασης της τερηδόνας, που κυμαίνονται από τις αρχικές αλλαγές που είναι ορατές στο σμάλτο έως την σπηλαίωση στην οδοντίνη [75]. Μερικές μελέτες έχουν δείξει καλή αναπαραγωγικότητα και ακρίβεια της ICDAS για την ανίχνευση της μασητικής τερηδόνας σε διαφορετικά στάδια της νόσου σε μόνιμη βάση [77,75 ,78] και στα πρωτογενή δόντια [79,80,81]. Η βιβλιογραφία έχει υποδείξει ότι τα κριτήρια της ICDAS έχουν δυνατότητες να βοηθήσουν τον προγραμματισμό της θεραπείας [82,83].

Το ICDAS αναπτύχθηκε με σκοπό να καταρτίσει ένα σύνολο διεθνών οπτικών κριτηρίων για την ανίχνευση της τερηδόνας που θα επέτρεπε επίσης την αξιολόγηση της δραστηριότητας της τερηδόνας [75]. Τα κριτήρια αξιολόγησης της δραστηριότητας (Lesion Activity Assessment , LAA) έχουν αναπτυχθεί για χρήση σε συνδυασμό με το σύστημα βαθμολόγησης ICDAS με βάση τη χρήση σταθμισμένων αριθμητικών τιμών για την εμφάνιση αλλοιώσεων (βαθμολογία ICDAS της αλλοίωσης), τη θέση της βλάβης σε σχέση με μια στάσιμη περιοχή όπου προωθείται η ανάπτυξη φθοράς της πλάκας και την επιφανειακή ακεραιότητα με απτική αίσθηση όταν ένας ανιχνευτής με σφαιρικό άκρο τραβιέται απαλά στην επιφάνεια [75,85]. Η αξιολόγηση αυτή περιλαμβάνει τον χαρακτηρισμό της δραστηριότητας της αλλοίωσης της τερηδόνας κατά τη διάρκεια μίας μόνο εξέτασης, σε πραγματικό χρόνο, προκειμένου να καθοριστεί εάν είναι απαραίτητη η παρέμβαση [86]. Η συσχέτιση των κωδικών LAA και ICDAS περιλαμβάνει την ανίχνευση και την κωδικοποίηση της βλάβης, εκτιμώντας έτσι το βάθος ή τη βαρύτητά της και αξιολογώντας τη δραστηριότητά της [67]. Μια μελέτη διαπίστωσε ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ του συστήματος Nyvad και του ICDAS στην εκτίμηση της δραστηριότητας της τερηδόνας στα πρωτογενή δόντια [67]. Ωστόσο, σε μια κλινική μελέτη, το ICDAS-LAA φαίνεται να υπερεκτιμά την αξιολόγηση της δραστηριότητας της τερηδόνας των μασητικών βλαβών σε πρωτογενή δόντια σε σύγκριση με το σύστημα Nyvad [79].

Παρά το γεγονός ότι είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος στην κλινική πρακτική, πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι η οπτική-απτική εξέταση θα πρέπει να συνδέεται με άλλες μεθόδους ανίχνευσης τερηδόνας, ειδικά για την ανίχνευση πρώιμων βλαβών τερηδόνας σε γειτονικές επιφάνειες και για αλλοιώσεις του βάθους των βλαβών σε μασητικές επιφάνειες [87,88].

3.5.2.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ICDAS

Δεδομένου, ότι η τερηδόνα είναι μια εξελικτική διαδικασία, η κατηγοριοποίηση της είναι δύσκολη. Η διαδικασία είναι συνεχής και μπορεί να μετρηθεί σε στάδια που αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη απώλεια οδοντικής δομής, η οποία επί του παρόντος δεν είναι ανιχνεύσιμη χρησιμοποιώντας την τεχνολογία που υπάρχει διαθέσιμη. Επομένως, βασιζόμεστε σε οπτικές ενδείξεις που απεικονίζουν σχετικά τη διαδικασία της τερηδόνας [91,92]. Το ICDAS μετρά τις μεταβολές της επιφάνειας και το πιθανό ιστολογικό βάθος των τερηδονικών βλαβών με βάση τα επιφανειακά χαρακτηριστικά [91,92,93]. Τα κριτήρια ICDAS χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: την τερηδόνα στεφάνης και την τερηδόνα ρίζας. Η κωδικοποίηση ανίχνευσης τερηδόνας και η

κωδικοποίηση της δραστηριότητας της τερηδόνας θα πρέπει να γίνεται ξεχωριστά. Το σύστημα ICDAS II έχει διψήφια κωδικοποίηση για κριτήρια ανίχνευσης της πρωτογενούς τερηδόνας της στεφάνης. Αυτή η κωδικοποίηση παρουσιάζεται στον Πίνακα 3-8 [91,92].

0	Η επιφάνεια δεν αποκαταστάθηκε ή σφραγίστηκε
1	Προληπτική αποκατάσταση οπών και σχισμών που δεν καλύπτει όλη την μασητική επιφάνεια
2	Προληπτική αποκατάσταση οπών και σχισμών που καλύπτει όλη την μασητική επιφάνεια
3	Αποκατάσταση με χρώμα των δοντιών
4	Αποκατάσταση αμαλγάματος
5	Ανοξειδωτή στεφάνη
6	Μεταλλοκεραμική στεφάνη ή ολοκεραμική όψη
7	Αποκατάσταση που έχει σπάσει ή έχει χαθεί
8	Προσωρινή αποκατάσταση
9	Χρησιμοποιείται για τις ακόλουθες συνθήκες: 96 Η επιφάνεια των δοντιών δεν μπορεί να εξεταστεί 97 Λείπει το δόντι λόγω τερηδόνας 98 Το δόντι λείπει για άλλους λόγους από την τερηδόνα 99 Άγνωστη αιτία

Πίνακας 3-8 : Το προτεινόμενο σύστημα κωδικοποίησης αποκατάσταση του ICDAS II

Το δεύτερο ψηφίο κυμαίνεται από 0 έως 6 και χρησιμοποιείται για την κωδικοποίηση της τερηδόνας. Υπάρχουν μικρές παραλλαγές μεταξύ των οπτικών σημείων που συνδέονται με κάθε κώδικα ανάλογα με διάφορους παράγοντες. Επομένως, μια λεπτομερή περιγραφή καθενός από τους κωδικούς που δίδονται κάτω από τις ακόλουθες επικεφαλίδες: οπές και σχισμές, λεία επιφάνεια (εγγύς ή απομακρυσμένη), ελεύθερες ομαλές επιφάνειες και τερηδόνα που συνδέονται με αποκαταστάσεις και σφραγίσματα (CARS). Ωστόσο, η βάση των κωδικών είναι ουσιαστικά η ίδια που παρουσιάζεται στον Πίνακα 3-9 [94]. Οι λεπτές επιφάνειες περιγράφουν τις εγγύς και απομακρυσμένες επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με γειτονικά δόντια και απαιτούν οπτικό έλεγχο στις περιφερειακές, στοματικές και γλωσσικές κοιλότητες. Οι ελεύθερες λεπτές επιφάνειες περιγράφουν τις στοματικές και γλωσσικές επιφάνειες και τις μεσαίες και απομακρυσμένες επιφάνειες που δεν έχουν γειτονικά δόντια και απαιτούν άμεση εξέταση στοματικών, γλωσσικών, μεσαίων και απομακρυσμένων επιφανειών [91,92].

Τα CARS (Caries Associated with Restorations and Sealants) περιγράφουν την τερηδόνα που σχετίζεται με αποκαταστάσεις και τα σφραγίσματα. Συνιστάται να χρησιμοποιείται ο όρος CARS για την πρόληψη επιπλοκών. Αν και τα CARS είναι ανάλογα με την πρωτογενή τερηδόνα ιστολογικά, μερικά από τα χαρακτηριστικά τους μπορεί να οδηγήσουν σε διαγνωστικά προβλήματα. Το κύριο πρόβλημα είναι οι δυσκολίες στη διαφοροποίηση μεταξύ των αποκλίσεων περιθωρίου αποκατάστασης, της δευτερογενούς τερηδόνας και της υπολειμματικής τερηδόνας. Αν υπάρχουν μόνο αποκλίσεις περιθωρίων, είναι επίσης σημαντικό να καταγραφούν, καθώς αυτές οι αποκλίσεις δείχνουν αυξημένο κίνδυνο τερηδόνας. Δύο κατηγορίες θα μπορούσαν να καταγραφούν ανάλογα με το αν ένας οδοντικός ανιχνευτής με σφαιρικό άκρο μπορεί να εισαχθεί σε κενό ανάμεσα στο δόντι και την αποκατάσταση. Εάν παρατηρηθούν οριακές αποκλίσεις και τερηδόνα, η τερηδόνα πρέπει να κωδικοποιηθεί πρώτα [92,95]. Η Εικόνα 3-18 δείχνει ένα παράδειγμα κάθε κωδικοποίησης ICDAS II.

0	Ήχος
1	Πρώτη οπτική αλλαγή στο σμάλτο
2	Διακριτή οπτική αλλαγή στο σμάλτο
3	Τοπική διάσπαση σμάλτου (χωρίς κλινικά οπτικά σημάδια εμπλοκής οδοντίνης)
4	Υποκείμενη σκοτεινή σκιά από την οδοντίνη
5	Διακριτή κοιλότητα με ορατή οδοντίνη
6	Εκτεταμένη ξεχωριστή κοιλότητα με ορατή οδοντίνη

Πίνακας 3-9: Περιγραφή του δεύτερου ψηφίου που χρησιμοποιείται για την κωδικοποίηση της πρωτογενούς τερηδόνας





Εικόνα 3-18: Κλινικά παραδείγματα για κάθε ένα μια από τις κωδικοποιήσεις ICDAS II

Δεν θα πρέπει να υπάρχουν στοιχεία τερηδόνας κατά τη μεταβολή της διαφάνειας του σμάλτου μετά από παρατεταμένη ξήρανση στον αέρα (συνιστώμενος χρόνος στεγνώματος 5 δευτερόλεπτα). Οι επιφάνειες με αναπτυξιακά ελαττώματα, όπως οι υποπλασίες του σμάλτου, η φθορίωση, η φθορά των δοντιών (την τριβή και τη διάβρωση) και οι εξωτερικοί ή οι εσωτερικοί λεκέδες θα καταγραφούν ως ήχοι. Ο εξεταστής θα πρέπει επίσης να βαθμολογήσει μια επιφάνεια με πολλαπλές χρωματισμένες ρωγμές, αν μια τέτοια κατάσταση παρατηρηθεί σε άλλες κοιλότητες και σχισμές, μια κατάσταση που είναι συνεπής με τις μη φυσιολογικές συνήθειες (π.χ. συχνή κατανάλωση τσαγιού).

3.6 **ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ**

Τα νέα διαγνωστικά συστήματα βασίζονται στη μέτρηση ενός φυσικού σήματος, αυτά θεωρούνται ως συμπληρωματικά μέτρα της διαδικασίας της ανίχνευσης της τερηδόνας. Παραδείγματα φυσικών σημάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με αυτόν τον τρόπο περιλαμβάνουν ακτίνες Χ, φως, λέιζερ, ηλεκτρονικό ρεύμα, υπέρηχο και ενδεχομένως επιφανειακή τραχύτητα. Για να λειτουργήσει μια συσκευή ανίχνευσης της τερηδόνας, πρέπει να είναι ικανή να εκκινεί και να λαμβάνει το σήμα καθώς και να μπορεί να ερμηνεύει την ισχύ του σήματος.

3.7 **ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑ**

Η ανακάλυψη ακτινών Χ από τον Wilhelm Conrad Roentgen το 1895 παρείχε σημαντική πρόοδο στη διαγνωστική απεικόνιση. Στον οδοντιατρικό τομέα, ο οδοντίατρος της Βόρειας Αμερικής Edmund Kells άρχισε να πειραματίζεται με την ακτινογραφία το 1986, καθιστώντας τον πρωτοπόρο της οδοντικής ακτινολογίας. Έκτοτε, η χρήση ακτινών Χ και ακτινογραφικών ταινιών υπήρξε καθοριστική στην οδοντιατρικής θεραπείας, καθώς συνέβαλε ουσιαστικά στην κατάκτηση της διάγνωσης. Επιπλέον, οι ακτινογραφικές τεχνικές έχουν τροποποιηθεί ώστε να αποκτήσουν τη βέλτιστη ποιότητα Xray και να αυξήσουν τις διαγνωστικές δυνατότητες, όπως την ανίχνευση αλλοιώσεων της τερηδόνας.

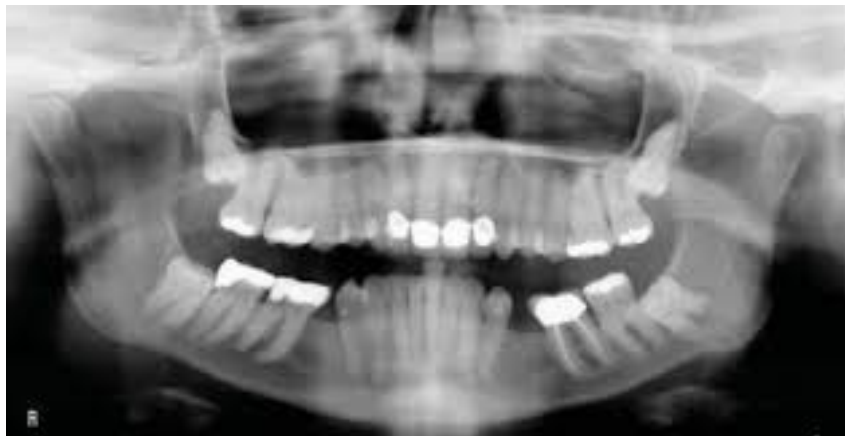
Για τη διάγνωση της τερηδόνας με ακτινογραφία χρησιμοποιούνται δύο τύποι ακτινογραφιών η οπισθοφατνιακή, για έλεγχο των μασητικών επιφανειών, και η οπισθομυλική (μετά πτερυγίου), για τερηδόνα που εμφανίζεται σε γειτονικές επιφάνειες . Η διάγνωση της τερηδόνας γίνεται με τη χρήση τόσο της συμβατικής όσο και της ψηφιακής ακτινογραφίας.

Η οπισθοφατνιακή ακτινογραφία των δοντιών είναι απαραίτητη εξέταση, προκειμένου να έχουμε σωστή διάγνωση, επαρκή τεκμηρίωση κι ακριβή προγραμματισμό της θεραπείας των δοντιών και των ούλων (Εικόνα 3-19).



Εικόνα 3-19:Οπισθοφατνιακή ακτινογραφία

Η οπισθομυλική είναι μια ακτινογραφία που απεικονίζει τις μύλες των δοντιών και των δύο γνάθων στο σημείο της εξέτασης, καθώς και του τμήμα του στηρικτικού οστού που τα περιβάλλει το άνω μέρος του οστού των γνάθων που λέγεται φατνιακό οστό (Εικόνα 3-20).



Εικόνα 3-20 : Οπισθομυλική ακτινογραφία

3.7.1 ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑ

Η ακτινογραφία είναι το η πιο κοινή μέθοδος ανίχνευσης αλλοιώσεων τερηδόνας. Βασίζεται στο γεγονός ότι καθώς προχωρά η πρόοδος της τερηδόνας, μειώνεται η περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα του σμάλτου και της οδοντίνης, με αποτέλεσμα τη μείωση της εξασθένησης της δέσμης ακτίνων Χ, καθώς περνάει μέσα από τα δόντια. Αυτό το χαρακτηριστικό καταγράφεται στον δέκτη εικόνας ως αύξηση της ακτινογραφικής πυκνότητας. Κλινικά, η ανίχνευση τερηδονικών βλαβών βασίζεται στο συνδυασμό της οπτικοαπτικής και της ακτινογραφικής εξέτασης.

Η οπισθομυλική ακτινογραφία έχει χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση και την αξιολόγηση του βάθους των αλλοιώσεων της τερηδόνας, οι οποίες είναι αόρατες ή ελάχιστα ορατές για εξέταση. Έτσι, η ακτινογραφία χρησιμοποιείται κυρίως για την ανίχνευση τερηδονικών βλαβών σε γειτονικές επιφάνειες, αλλά συνιστάται επίσης ως συμπλήρωμα για την ανίχνευση της τερηδόνας. Επομένως, η ακτινολογική εξέταση μπορεί να υποτιμήσει την έκταση των αλλοιώσεων της τερηδόνας [97]. Ωστόσο, τα πειράματα έχουν δείξει ότι όταν μια μασητική βλάβη είναι καθαρά ορατή σε ακτινογραφίες, η ιστολογική εξέταση έχει την ικανότητα να ανιχνεύει ότι η απομετάλλωση έχει επεκταθεί σ' όλη την οδοντίνη ή πάνω από το μισό της οδοντίνης [98]. Επομένως, η ακτινογραφική εξέταση μπορεί να υποτιμά την έκταση των αλλοιώσεων της τερηδόνας [97]. Η οπισθομυλική ακτινογραφία συχνά παρουσιάζει ψευδώς θετικά αποτελέσματα και αυτό θα μπορούσε να οφείλεται στην επίδραση Mach-band. Το mach-band είναι ένα οπτικό φαινόμενο, στο οποίο υπάρχει ένα φάσμα αντίθεσης μεταξύ φωτεινότερης και σκοτεινότερης περιοχής, η σκοτεινή ζώνη οριοθετείται και υποδεικνύει βλάβη [99]. Αυτή η αντίθεση ενισχύει λοιπόν, την οπτική εξέταση αφού η ραδιοσυχνότητα υποδεικνύει αλλοίωση στη σύνδεση σμάλτου οδοντίνης φαινομενικά ,που όμως δεν υπάρχει πραγματική βλάβη [100]. Για τους λόγους αυτούς, οι ακτινογραφίες πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή και απαιτούν συνεχή επανεκπαίδευση, ενημέρωση, εμπειρία και πληροφόρηση των ειδικών [101].

Διάφορα κριτήρια χρησιμοποιούνται για την ταξινόμηση της έκτασης των τερηδονικών βλαβών σε ακτινογραφίες [102], όπως :

- (0) απουσία ραδιοσυχνότητας
- (1) ραδιοσυχνότητα στο εξωτερικό μισό του σμάλτου
- (2) ραδιοσυχνότητα στο εσωτερικό μισό του σμάλτου, η οποία μπορεί να επεκταθεί
- (3) ραδιοσυχνότητα στο εξωτερικό μισό της οδοντίνης
- (4) ραδιοσυχνότητα στο εσωτερικό μισό της οδοντίνης προς τον πολφό.

Όσον αφορά την απόδοση της ακτινογραφίας, οι μελέτες έχουν διαπιστώσει ότι οι ακτίνες Χ δείχνουν υψηλή ευαισθησία (50-70%) στην ανίχνευση αλλοιώσεων της τερηδόνας στην οδοντίνη, τόσο των γειτονικών επιφανειών όσο και των μασητικών επιφανειών, σε σύγκριση με την οπτική ανίχνευση. Εντούτοις, η εγκυρότητα των ανιχνεύσεων βλάβης του σμάλτου περιορίζεται στις γειτονικές επιφάνειες και λιγότερο στις μασητικές επιφάνειες [103]. Η διαφορά αυτή μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι η ακτινογραφία είναι μια δισδιάστατη εικόνα μιας τρισδιάστατης ανατομίας της οδοντικής δομής. Επομένως, μπορεί να μην φανούν αλλαγές στις μασητικές επιφάνειες. Σε μια συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, τα στοιχεία δείχνουν ότι οι ακτινογραφίες έχουν υψηλή ειδικότητα και χαμηλή ευαισθησία στην ανίχνευση της τερηδόνας. Με άλλα λόγια, αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν μεγάλες πιθανότητες η μέθοδος της ακτινογραφίας να παρουσιάζει ψευδώς αρνητική διάγνωση, δηλαδή να εμφανίζει αλλοιώσεις τερηδόνας, ενώ δεν υφίστανται και πολλές φορές παρουσιάζει ψευδώς θετική διάγνωση, δηλαδή ενώ υπάρχει αλλοίωση να μην την εμφανίζει. Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι πολλοί διαφορετικοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν την ικανότητα της ακτινογραφίας να εντοπίζει με ακρίβεια αλλοιώσεις, όπως η τεχνική, η επεξεργασία εικόνας, ο τύπος του δέκτη εικόνας, οι παράμετροι έκθεσης, οι κάθετες και οριζόντιες γωνίες της δέσμης των ακτίνων Χ, η τοποθέτηση του φιλμ, το σύστημα απεικόνισης, οι συνθήκες θέασης, οι πιθανές στρεβλώσεις που προκαλούνται από τις δομές που συνδέονται με τους οδοντικούς ιστούς και οι αποτυχίες ερμηνείας, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε εσφαλμένη διάγνωση [126].

Η ακτινογραφική εξέταση είναι χρήσιμη στην παρακολούθηση της εξέλιξης των αλλοιώσεων της τερηδόνας, δεδομένου ότι οι χωρίς κοιλότητες, οι φθορές μπορούν να αντιστραφούν με μη επεμβατική παρέμβαση, παρέχοντας αλλαγές στην περιεκτικότητα στα μέταλλα των οδοντικών ιστών. Εντούτοις, υπάρχουν περιορισμοί στην ακτινογραφική εξέταση που πρέπει να εξεταστούν, ιδιαίτερα επειδή η συμπεριφορά των αλλοιώσεων έχει αλλάξει, λόγω της σπηλαιώσης που συμβαίνει

πολύ αργότερα [124]. Επομένως, αξίζει να αναφερθεί ότι η ακτινογραφία δεν είναι σε θέση να διαφοροποιηθεί μεταξύ μιας ενεργής και μιας ήδη υπάρχουσας τερηδονικής αλλοίωσης και να γίνει διάκριση ανάμεσα σε μια αλλοίωση με κοιλότητα και σε μια με μη κοιλότητα. Σύμφωνα με τον Ratledge [127], το 50 με 90% των αλλοιώσεων της τερηδόνας που παρατηρούνται ακτινογραφικά στις γειτονικές επιφάνειες μπορεί να παρουσιάζουν σπηλαιώση. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου κλινικά "υγιείς" και φαινομενικά άθικτες μασητικές επιφάνειες μπορεί να αναπτύξουν αλλοιώσεις που εισχωρούν στην οδοντίνη, αυτό ονομάζεται "κρυμμένη" τερηδόνα, η οποία μπορεί να παρατηρηθεί μόνο με ακτινογραφική εξέταση (Εικόνα 3-21).



Εικόνα 3-21: Ανίχνευση αποφρακτικής τερηδόνας. (Α) Κλινική όψη μιας βλάβης σε μια μασητική επιφάνεια. (Β) Ακτινογραφική όψη της βλάβης που διεισδύει στην οδοντίνη - μια τυπική "κρυμμένη τερηδόνα".

Δεν υπάρχουν στοιχεία που να αποδεικνύουν ότι οι ακτινογραφίες ρουτίνας θα ωφελήσουν έναν πληθυσμό χαμηλού κινδύνου τερηδόνας. Στην πραγματικότητα, αυτή η διαδικασία μπορεί να είναι επιβλαβής επειδή μπορεί να προκαλέσει μεγάλο κίνδυνο υπερδιάγνωσης και συνεπώς, υπερβολικής θεραπείας. Η συχνότητα λήψης ακτινογραφιών εξαρτάται από τον ατομικό κίνδυνο τερηδόνας, τη δραστηριότητα της βλάβης και από το ατομικό όφελος για έναν ασθενή [127].

3.7.2 ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑ

Η ψηφιακή ακτινογραφία είναι μια συμπληρωματική μέθοδος που έχει διατεθεί στην οδοντιατρική για περισσότερα από 25 χρόνια, αλλά η ψηφιακή απεικόνιση δεν έχει αντικαταστήσει πλήρως την συμβατική ακτινογραφία με βάση το φιλμ. Μελέτες έχουν δείξει ότι ο αριθμός των οδοντιάτρων που χρησιμοποιούν ψηφιακή

ακτινογραφία στην κλινική πρακτική κυμαίνεται από 11% έως 30%. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στην οικονομική επένδυση που απαιτείται για την αντικατάσταση της συμβατικής ακτινογραφίας με την ψηφιακή και επίσης στη διστακτικότητα χρήσης της νέας τεχνολογίας, καθώς απαιτεί πρόσθετη γνώση και βασικές δεξιότητες πληροφορικής. Από την άλλη πλευρά, ένας επαγγελματίας που ξεκινά τη σταδιοδρομία του δεν θα βρει τεράστιες διαφορές στο κόστος απόκτησης ενός συμβατικού ή ψηφιακού συστήματος ακτινογραφίας. Η συμβατική ακτινογραφία περιλαμβάνει επίσης κόστος για αντικείμενα όπως ακτινογραφικές ταινίες, αναρτήσεις ταινιών, λύσεις επεξεργασίας και χρόνο για τον καθαρισμό του επεξεργαστή ταινιών [107].

Η ψηφιακή ακτινογραφία διαχωρίζεται σε άμεση και έμμεση. Άμεση θεωρείται η ακτινογραφία που λαμβάνεται, από την ακτινοβολία ενός αισθητήρα CCD με ευαισθησία σε ακτίνες-x και καταχωρεί τις διαφορετικές απορροφήσεις της ακτινοβολίας από τους σκληρούς ιστούς. Οι διαφορετικές απορροφήσεις αλλάζουν σε ηλεκτρικό σήμα και παρουσιάζονται με κατάλληλη επεξεργασία ως ακτινογραφική εικόνα, σε οθόνη (βίντεο σήμα) ή οθόνη υπολογιστή(ψηφιακό σήμα), σε κλίμακα του γκρι. Η χρήση λογισμικού βοηθά την επεξεργασία εικόνας για ενίσχυση της ευκρίνειας και της διαγνωστικής αξίας. Η χρήση χαμηλών ποσοτήτων ακτινοβολίας και η δυνατότητα άμεσης παρουσίασης και επεξεργασίας της εικόνας, θεωρούνται πλεονεκτήματα της άμεσης ακτινογραφίας. Η ευαισθησία και η ειδικότητα της ψηφιακής ακτινογραφίας κινείται στα επίπεδα της συμβατικής [106]. Έμμεση είναι η ακτινογραφία που λαμβάνεται με τη συμβατική τέχνη, και στη αργότερα ψηφιοποιείται. Βασικό πλεονέκτημα της τεχνικής έναντι της συμβατικής ακτινογραφίας είναι ότι η εικόνα μπορεί να δεχθεί επεξεργασία και να διορθωθεί ή να ενισχυθεί. Ωστόσο, η διαγνωστική αξία της έμμεσης ψηφιακής ακτινογραφίας δεν είναι μεγαλύτερη έναντι ενός σωστά ληφθέντος συμβατικού ακτινογραφήματος [106].

Μελέτες έχουν δείξει πολλά πλεονεκτήματα της ψηφιακής ακτινογραφίας σε σύγκριση με τη συμβατική ακτινογραφία. Αυτές περιλαμβάνουν τη διαδικασία λήψης εικόνων σε πραγματικό χρόνο, αφού η εικόνα εμφανίζεται αμέσως μετά την έκθεση και δεν απαιτείται να πραγματοποιηθεί καμία επεξεργασία. Άλλα οφέλη της ψηφιακής ακτινογραφίας περιλαμβάνουν μειώσεις στη δόση ακτινοβολίας (μεταξύ 5% και 50% της δόσης που απαιτείται για συμβατική ακτινογραφία) για τη λήψη ποιοτικών διαγνωστικών εικόνων, εξοικονόμηση χρόνου και ψηφιακού χειρισμού της εικόνας για την ενίσχυση της προβολής, αποφεύγοντας περιττές ή επαναλαμβανόμενες ακτινογραφίες. Οι ψηφιακές εικόνες διευκολύνουν την επικοινωνία και τη συζήτηση των περιπτώσεων μεταξύ των οδοντιάτρων, καθώς είναι ένα οπτικό βοήθημα που

παρουσιάζεται στον ασθενή στην οθόνη του υπολογιστή, αυξάνοντας την εμπιστοσύνη και την αξιοπιστία στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Ωστόσο, τα κύρια μειονεκτήματα των ψηφιακών συστημάτων είναι η ακαμψία και το πάχος των αισθητήρων, το υψηλό αρχικό κόστος του συστήματος και η άγνωστη διάρκεια ζωής του αισθητήρα [107,108,109].

Είναι επιτακτική ανάγκη να κατανοήσουμε το σύστημα ψηφιακής ακτινογραφίας για να κατανοήσουμε την αρχή της χειραγώγησης της εικόνας. Μια ψηφιακή εικόνα αποτελείται από ένα σύνολο κελιών που ταξινομούνται σε σειρές και στήλες, σχηματίζοντας ένα πίνακα. Κάθε κελί χαρακτηρίζεται από τρεις αριθμούς:

- τη συντεταγμένη x
- τη συντεταγμένη y
- μια τιμή χρώματος $γκρι$

Η $γκρι$ τιμή είναι ένας αριθμός που αντιστοιχεί στην ένταση του X_{gray} στη θέση αυτή κατά την έκθεση του ψηφιακού αισθητήρα. Τα μεμονωμένα κελιά ονομάζονται "στοιχεία εικόνας" τα οποία μετονομάστηκαν σε "εικονοστοιχεία". Οι αριθμοί που περιγράφουν κάθε εικονοστοιχείο αποθηκεύονται σε ένα αρχείο εικόνας στον υπολογιστή. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι μια ουσιαστική διαφορά μεταξύ των συμβατικών ακτινογραφιών με των ψηφιακών, αφού οι ψηφιακές εικόνες μπορούν να τροποποιηθούν μετά την παραγωγή τους. Έτσι, ο χρήστης μπορεί να εφαρμόσει μαθηματικές λειτουργίες (ειδικούς αλγόριθμους ή φίλτρα) για να τροποποιήσει τις τιμές των εικονοστοιχείων, βελτιώνοντας την ποιότητα της εικόνας και τροποποιώντας άλλα χαρακτηριστικά, όπως το ζουμ, την αντίθεση, την πυκνότητα και τη φωτεινότητα μιας εικόνας. Οι αριθμοί των εικόνων μετατρέπονται σε τιμές χρώματος $γκρι$ και αυτές εμφανίζονται στην οθόνη του υπολογιστή ως αναλογικά δεδομένα. Στη συνέχεια, ο οδοντίατρος μπορεί να αξιολογήσει και να ερμηνεύσει την παραγόμενη ακτινογραφική εικόνα [107,109].

Ένα παράδειγμα χρήσιμου χειρισμού εικόνας είναι η βελτιστοποίηση της αντίθεσης και της φωτεινότητας μιας εικόνας. Αυτή η τεχνική μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διόρθωση της υπερέκθεσης ή της της μειωμένης έκθεσης μιας εικόνας, αν και δεν αποτελεί δικαιολογία για να μην δοθεί προσοχή στις σωστές παραμέτρους έκθεσης. Ο χειρισμός μπορεί να βοηθήσει στην ανάκτηση μιας εικόνας στην οποία οι συνθήκες έκθεσης δεν ήταν βέλτιστες. Αυτή η διαδικασία μπορεί να αποτρέψει την ανάγκη για μια νέα ακτινογραφία, προστατεύοντας τον ασθενή από μια επιπλέον δόση ακτινοβολίας [107].

Η ψηφιακή εικόνα παρουσιάζει χαμηλότερη χωρική ανάλυση σε σύγκριση με την εικόνα που λαμβάνεται με συμβατική ακτινογραφία. Η επέκταση ή η παλέτα για ψηφιακές εικόνες συνήθως περιορίζεται σε 256 αποχρώσεις του γκρι, ενώ για συμβατικές ταινίες ακτίνων Χ μπορεί να εμφανιστούν πάνω από ένα εκατομμύριο αποχρώσεις γκρι (Εικόνα 3-22). Επομένως, μπορεί να θεωρηθεί ότι η απόδοση της ψηφιακής ακτινογραφίας για την ανίχνευση της τερηδόνας δεν είναι εγκυρότερη από εκείνη της συμβατικής ακτινογραφίας. Ωστόσο, η απόδοση της ψηφιακής ακτινογραφίας για την ανίχνευση της τερηδόνας μπορεί να βελτιωθεί με δυνατότητα χειρισμού εικόνας, όπως η τροποποίηση της αντίθεσης. Έτσι, τα ψηφιακά συστήματα ακτινογραφίας φαίνεται να είναι τόσο ακριβή όσο τα συμβατικά συστήματα ακτινογραφίας. Σύμφωνα, με την ανασκόπηση μελετών φάνηκε ότι, η ψηφιακή ακτινογραφία έδειξε υψηλή ευαισθησία για την ανίχνευση βλαβών τερηδόνας στην οδοντίνη (60-80%), με ψευδώς θετικά αποτελέσματα 5-10% [109].



Εικόνα 3-22: Ακτινογραφία όπως φαίνεται σε οθόνη υπολογιστή

Αναμφισβήτητα, καθώς εξελίσσεται η τεχνολογία, προϋποθέτει τη βελτίωση της απόδοσης της ψηφιακής ακτινογραφίας σε σύντομο μέλλον. Η ανάπτυξη διαφορετικών αισθητήρων και λογισμικού θα υποστηρίξει την αξιοπιστία και τη βιωσιμότητα των εφαρμογών ψηφιακής ακτινογραφίας από επαγγελματίες οδοντιάτρους, φέρνοντας αυτή την μέθοδο στην καθημερινή πρακτική.

3.7.3 ΑΦΑΙΡΕΤΙΚΗ ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑ (DIGITAL SUBTRACTION RADIOGRAPHY)

Η αφαιρετική ψηφιακή ακτινογραφία (Digital subtraction radiography, DSR) είναι ένα πιο προηγμένο εργαλείο ανάλυσης εικόνας. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει στους επαγγελματίες να διακρίνουν τις μικρές διαφορές μεταξύ των μετέπειτα ακτινογραφιών οι οποίες δεν θα είχαν παρατηρηθεί εξαιτίας της υπερπροβολής των ανατομικών δομών ή των διαφορών στην πυκνότητα που είναι πολύ μικρές, ώστε να αναγνωρίζονται από το ανθρώπινο μάτι. Η διαδικασία βασίζεται στην αρχή του ότι δύο ψηφιακές ακτινογραφικές εικόνες που λαμβάνονται σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα, με την ίδια γεωμετρία προβολής, ευθυγραμμίζονται χωρικά και πυκνομετρικά χρησιμοποιώντας συγκεκριμένο λογισμικό. Όταν δύο εικόνες είναι καταχωρημένες και οι εντάσεις των αντίστοιχων εικονοστοιχείων αφαιρούνται από τις τιμές της κλίμακας του γκρι, παράγεται μια ομοιόμορφη εικόνα διαφοράς, με αποτέλεσμα μια νέα εικόνα που αντιπροσωπεύει τις διαφορές μεταξύ των δύο, που ονομάζεται αφαιρετική εικόνα. Σε αυτή τη νέα εικόνα, εάν υπάρξει αλλαγή στην ακτινογραφική εξασθένιση μεταξύ της βασικής γραμμής και της επόμενης εξέτασης, όλες οι ανατομικές δομές που δεν μεταβάλλουν τις ακτινογραφίες εμφανίζονται ως ουδέτερο γκριζό φόντο, ενώ οι περιοχές που είχαν απώλεια ή κέρδος μετάλλων παρουσιάζονται ως πιο σκοτεινή ή πιο φωτεινή περιοχή, αντίστοιχα [90,107].

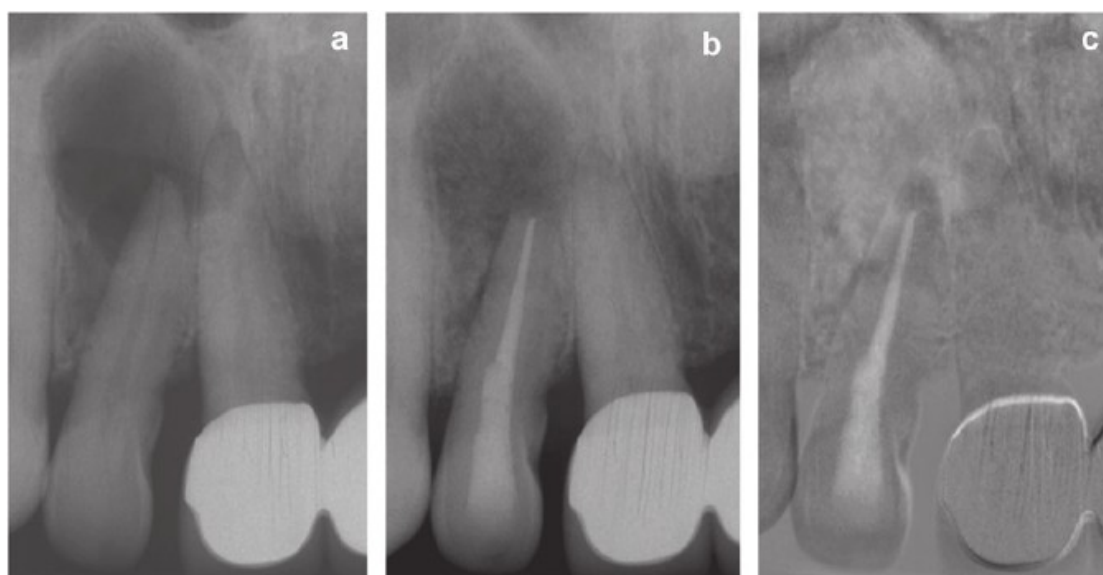
Για μια επιτυχημένη ψηφιακή ακτινογραφία, αναπαραγωγική γεωμετρία έκθεσης, ταυτόσημη αντίθεση και πυκνότητα των σειριακών ακτινογραφιών, είναι απαραίτητες προϋποθέσεις. Η μακρά εμπειρία δείχνει ότι αυτή η τεχνική είναι πολύ ευαίσθητη σε οποιοδήποτε φυσικό θόρυβο που συμβαίνει μεταξύ των ακτινογραφιών και ακόμη και μικρές αλλαγές οδηγούν σε μεγάλα σφάλματα στα αποτελέσματα [110].

Η αφαιρετική ψηφιακή ακτινογραφία έχει χρησιμοποιηθεί στην αξιολόγηση της εξέλιξης των αλλοιώσεων της τερηδόνας. Η αφαιρετική διαδικασία συνίσταται στην αφαίρεση των τιμών των εικονοστοιχείων της αρχικής εικόνας από τις τιμές των εικονοστοιχείων της δεύτερης εικόνας. Εάν, οι δύο ψηφιακές εικόνες είναι ίδιες, αυτή η μέθοδος θα παράγει μια εικόνα χωρίς λεπτομέρειες (το αποτέλεσμα είναι μηδέν). Ωστόσο, αν η τερηδόνα έχει υποχωρήσει ή προχωρήσει στο μέσο χρονικό διάστημα, το αποτέλεσμα θα είναι διαφορετικό από το μηδέν. Όταν υπάρχει υποχώρηση της τερηδόνας, το αποτέλεσμα θα είναι μια τιμή πάνω από το μηδέν (αύξηση των τιμών των εικονοστοιχείων). Σε περίπτωση υποτροπής της τερηδόνας, το αποτέλεσμα είναι αντίθετο και το αποτέλεσμα θα είναι μια τιμή κάτω από το μηδέν (μείωση των τιμών των εικονοστοιχείων)[110].

Λίγες μελέτες βρίσκονται στη βιβλιογραφία που διερευνά το DRS για την ανίχνευση της τερηδόνας. Το σύστημα λειτουργεί καλά για όμορες βλάβες στην οδοντίνη, υποδηλώνοντας ότι αυτή η μέθοδος παρουσιάζει υψηλό δυναμικό για έρευνα της τερηδόνα [105].

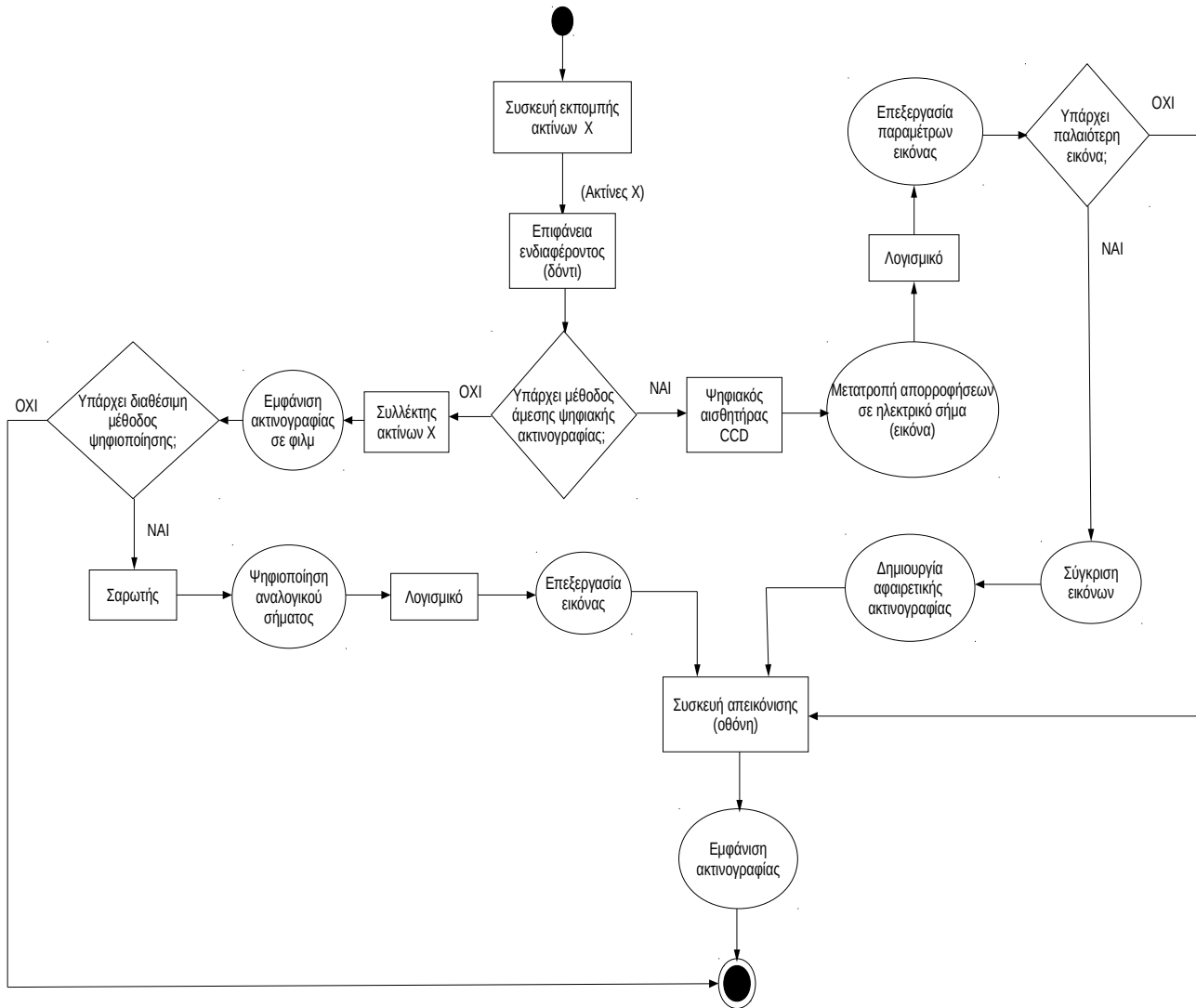
Πρόσφατα, αξιολογήθηκε ένα ακτινογραφικό σύστημα ψηφιακής αφαίρεσης σε επιλεγμένες επιφάνειες [111]. Σε αυτή την *in vitro* μελέτη, η ακρίβεια και η αναπαραγωγιμότητα αφαιρετικής ακτινογραφίας συγκρίθηκε με την οπτική εκτίμηση των ψηφιακών εικόνων στην ανίχνευση μεταβολών της περιεκτικότητας σε μέταλλα εντός των μασητικών κοιλοτήτων. Η ενδοεξέταση και η αναπαραγωγιμότητα μεταξύ των εξεταστών για ανίχνευση της αφαλάτωσης από τις εικόνες αφαίρεσης ήταν σημαντικά καλύτερη από την προβολή των εικόνων δίπλα-δίπλα. Το χρησιμοποιούμενο σύστημα ακτινογραφίας αφαίρεσεως βρέθηκε να είναι πιο ακριβές και αναπαραγώγιμο από την οπτική αξιολόγηση ζευγαρωμένων ψηφιακών εικόνων, παρουσιάζοντας ελπιδοφόρα αποτελέσματα για την παρακολούθηση της εξέλιξης της περιφερικής βλάβης σε κλινικές μελέτες (Εικόνα 3-23).

Είναι σημαντικό να διευκρινιστεί ότι η αφαιρετική ακτινογραφία δεν βελτιώνει την ανίχνευση αλλοιώσης τερηδόνας, αλλά εντοπίζει και παρέχει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με οποιαδήποτε αλλαγή συμβεί με την πάροδο του χρόνου και επομένως είναι κατάλληλη για την παρακολούθηση της δραστηριότητας των αλλοιώσεων. Ως νέα μέθοδος, πρέπει να διεξαχθούν και άλλες μελέτες προκειμένου να επικυρωθεί η χρήση της στην παρακολούθηση των αλλοιώσεων της τερηδόνας.



Εικόνα 3-23: Αφαιρετική ψηφιακή ακτινογραφία

3.7.4 Διάγραμμα ροής ακτινογραφικής μεθόδου



3.8 ΜΕΘΟΔΟΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ

Μια άλλη μέθοδος που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση της τερηδόνας βασίζεται σε οπτικές ιδιότητες υγιών και χαλασμένων οδοντικών ιστών.

Ο φθορισμός είναι ένα φαινόμενο όπου το φως απορροφάτε σε ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος και κατόπιν εκπέμπεται σε ένα μεγαλύτερο μήκος κύματος. Αυτό το χαρακτηριστικό έχει παρατηρηθεί στους οδοντικούς ιστούς, επειδή το σχήμα της απορρόφησης φωτός και της επαναμετάδοσης (φάσμα φθορισμού) των οδοντικών ιστών μεταβάλλεται ανάλογα με το μήκος κύματος της διέγερσης του φωτός [112]. Έτσι, η απορρόφηση του φωτός και η επαναμετάδοση είναι διαφορετικές στο σμάλτο, την οδοντίνη και την οστέινη, καθώς σε υγιείς και με αλλοιώσεις ιστούς. Για το λόγο αυτό, ο φθορισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση και την μεταγενέστερη διάγνωση της τερηδόνας.

Ο φυσικός φθορισμός των σκληρών οδοντικών ιστών έχει μελετηθεί εδώ και πολύ καιρό. Είναι γνωστόν ότι το σμάλτο και η οδοντίνη παρουσιάζουν αυτοφθορισμό. Με τον τρόπο αυτό, οι αλλοιώσεις της τερηδόνας, η οδοντική πλάκα και οι μικροοργανισμοί δείχνουν να έχουν φθορίζοντα συστατικά. Έχει παρατηρηθεί ότι η διαφορά μεταξύ του φυσικού φθορισμού του ήχου και των αλλοιώσεων των οδοντικών ιστών μπορεί να ποσοτικοποιηθεί χρησιμοποιώντας συσκευές εκπομπής φωτός, όπως λέιζερ, xenon ή LED.

3.8.1 ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΦΩΣ (QLF)

Ο ποσοτικός φθορισμός που προκαλείται από το φως (QLF-clin, Inspektor Research Systems BV) (Εικόνα 3-24A) αναπτύχθηκε για την ανίχνευση τερηδόνας και διατίθεται στο εμπόριο για κλινική χρήση. Αυτή η συσκευή αποτελείται από μια ενδοφθάλμια έγχρωμη κάμερα CCD μικροφώνου, διασυνδεδεμένη με προσωπικό υπολογιστή και προσαρμοσμένο λογισμικό (QLFpatient, Inspektor Research Systems BV). Το λογισμικό επιτρέπει την καταγραφή και την ανάλυση in vivo εικόνων του δοντιού κατά την κλινική εξέταση.

Το QLF χρησιμοποιεί λαμπτήρα τόξου xenon 50 watt και οπτικό φίλτρο για να παράγει ένα μπλε φως με μήκος κύματος 290 έως 450 nm, το οποίο μεταφέρεται στο δόντι μέσω ενός οδηγού φωτισμού εξοπλισμένου με οδοντιατρικούς καθρέφτες. Οι εικόνες φθορισμού φιλτράρονται με κίτρινο φίλτρο υψηλής διέλευσης ($\lambda > 540$ nm) και

στη συνέχεια, συλλαμβάνονται από μια έγχρωμη κάμερα CCD[124]. Όταν η επιφάνεια του δοντιού φωτίζεται από μπλε φως υψηλής έντασης, επιτυγχάνεται ο αυτόματος φθορισμός του σμάλτου με τη χρήση ενδοστοματικής κάμερας, όλο το φως διέγερσης ανακλάται ή διαχέεται και απορροφάτε. Όταν υπάρχει μία βλάβη στην επιφάνεια, παρατηρείται αύξηση της σκέδασης του φωτός σε σχέση με το περιβάλλον του σμάλτου. Το αποτέλεσμα της σκέδασης του φωτός αποτυπώνεται σαν σκοτεινή περιοχή σε ανοιχτό πράσινο φόντο όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 3-24) και έτσι γίνεται αντιληπτή η αντίθεση μεταξύ του υγιούς σμάλτου και της τερηδονικής αλλοίωσης[105].



Εικόνα 3-24: QLF-clin, Inspektor Research Systems BV

Για να καταστεί δυνατός ο υπολογισμός της απώλειας φθορισμού ως προς τις αλλοιώσεις που προκαλούνται από την τερηδόνα, ο φθορισμός του υγιούς ιστού που υπήρχε αρχικά στη θέση της αλλοίωσης επιδιορθώνεται με την παρεμβολή του φθορισμού του υγιούς ιστού που βρίσκεται γύρω από τη βλάβη της τερηδόνας. Η διαφορά μεταξύ των τιμών των αλλοιώσεων και των ανακατασκευασμένων τιμών επιτρέπει τον υπολογισμό της απώλειας φθορισμού. Ο εκπεμπόμενος φθορισμός σχετίζεται άμεσα με την περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα του σμάλτου. Έτσι, η εικόνα μπορεί να χρησιμοποιηθεί αργότερα για να ποσοτικοποιήσει το μέγεθος, το βάθος και τον όγκο της τερηδονικής αλλοίωσης που προκύπτουν από τις παραμέτρους που παράγονται από το λογισμικό: η περιοχή βλάβης (σε τετραγωνικά χιλιοστά), το βάθος βλάβης - ΔF (ποσοστό απώλειας φθορισμού) και ο όγκος της

τερηδονικής βλάβης - ΔQ (το προϊόν της περιοχής βλάβης σε mm² και το βάθος βλάβης σε ποσοστό απώλειας φθορισμού) [76]. Μέσω αυτών των παραμέτρων είναι δυνατό να ανιχνευθούν και να διαφοροποιηθούν οι βλάβες της τερηδόνας στο πρώιμο στάδιο της ανάπτυξης της, καθιστώντας αυτή τη μέθοδο υψηλή σε ευαισθησία, όσον αφορά την ποσοτικοποίηση της τερηδόνας του σμάλτου. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι η εικόνα μπορεί να αποθηκευτεί και να χρησιμοποιηθεί, στο ιστορικό του ασθενή και για επιπλέον εξετάσεις. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος είναι πιο περίπλοκη, αφού η χρήση του QLF αποτελείται από τρία βασικά βήματα. Το πρώτο είναι η ανίχνευση βλάβης από τον εξεταστή και η επακόλουθη σύλληψη μιας εικόνας με βλάβη. Δεύτερον, γίνεται η ποσοτική ανάλυση της τερηδόνας στην εικόνα. Τρίτον, η παρακολούθηση των αλλοιώσεων της τερηδόνας στους οδοντικούς ιστούς. Γι' αυτό, είναι απαραίτητο οι εικόνες των επιφανειών των δοντιών να συλλαμβάνονται στην ίδια θέση και γωνία. Για να μπορούν οι εικόνες μεγέθυνσης που λαμβάνονται σε διαφορετικούς χρόνους παρατήρησης να συγκριθούν [125].

Η μέθοδος φθορισμού έχει δείξει ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί αξιόπιστα από διαφορετικούς εξεταστές [126]. Η βιβλιογραφία επιδεικνύει την ποικίλη δυνατότητα εφαρμογής του QLF, όπως η ανίχνευση πρωτογενών, δευτερογενών αλλοιώσεων και ριζικής τερηδόνας σε ομαλές και μασητικές επιφάνειες τόσο σε πρωτεύοντα όσο και σε μόνιμα δόντια. Σημαντικό επίσης να αναφερθεί η ανίχνευση της αφαλάτωσης, η παρακολούθηση των διεργασιών αλλοίωσης της τερηδόνας, η ποσοτικοποίηση της οδοντικής πλάκας, η διάβρωση και φθορίωση, η παρακολούθηση της απομάκρυνσης τερηδόνας και τέλος η ανίχνευση της απομάκρυνσης εξωτερικών λεκέδων μετά από λεύκανση των δοντιών [124,126,76]. Ωστόσο, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η QLF μπορεί να επηρεαστεί από ορισμένους παράγοντες, όπως οι λεκέδες, η οδοντική πλάκα, η οδοντιατρική φθορίωση ή απομετάλλωση. Έτσι, καθώς η παρουσία αυτών των συγχυτικών παραγόντων μπορεί να παράγει εικόνες με παρόμοια εμφάνιση με εκείνη της οδοντικής αφαλάτωσης, είναι σημαντικό οι οδοντίατροι να αναγνωρίσουν αυτούς τους παράγοντες και να τις διαφοροποιήσουν για να κάνουν μια σωστή διάγνωση.

Η συσκευή QLF έχει αποδείξει την πιθανότητα ανίχνευσης και διαμήκους παρακολούθησης αλλοιώσεων της τερηδόνας. Επιπλέον, μπορεί να παρέχει στους οδοντίατρος σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τη σοβαρότητα των αλλοιώσεων που έχουν προκληθεί από την τερηδόνα. Ωστόσο, θα πρέπει να τονιστεί ότι οι πληροφορίες που παρέχονται από την QLF, όπως και σε όλες τις συμπληρωματικές μεθόδους, δεν μπορούν ποτέ να χρησιμοποιηθούν από μόνα τους για υποστήριξη κλινικών αποφάσεων.

3.8.1.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά και εξαρτήματα QLF

Το σύστημα QLF- Inspektor Pro αποτελείται από μια ενδοστοματική κάμερα φθορισμού με Ambient Light Shield (ALS), ένα φορητό καρότσι με υπολογιστή, οθόνη υπολογιστή, λογισμικό συλλογής εικόνων (Framegrabber) και QLF Inspektor Pro 2.0.0.39 (Inspektor Research Systems BV, Netherlands) (εικόνα 3-14).



Εικόνα 3-25 : QLF Inspektor Pro

Το QLF χρησιμοποιεί ένα μη επεμβατικό μπλε ιώδες φως για φωτισμό της στοματικής κοιλότητας, το οποίο μεταδίδεται με μήκος κύματος 405 nm. Ο ενδοστοματικός φακός με συσσωρευμένη φόρτιση της κάμερας (CCD) χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με ένα χαμηλό φίλτρο αποκοπής $\lambda > 520\text{nm}$ (Philips BV, Eindhoven, the Netherlands) και ανιχνεύει μόνο το φθορίζον φως αφήνοντας τα κόκκινα και πράσινα μέρη του φάσματος [από τον Josselin de Jong et al., 1995] . Ο συλλέκτης πλαισίων εμφανίζει τις εικόνες στην οθόνη του υπολογιστή και τις αποθηκεύει στον υπολογιστή.

INSPEKTOR PRO	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ(Μ x Π x Υ)	641 x 596 x 946 mm
ΒΑΡΟΣ	40kg
SYSTEM BOX	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ(Μ x Π x Υ)	400 x 340 x 81 mm
ΒΑΡΟΣ	7.5 kg
ΜΗΚΟΣ ΟΔΗΓΟΥ ΦΩΤΟΣ	2500 mm (98.4 ", 8.2 ')
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ	
CPU	Pentium® IV
ΒΑΡΟΣ (ΧΩΡΙΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ)	7.3 kg (16.1 lbs)
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ	Microsoft Windows XP Professional SP2 Inspektor™ Pro Software Inspektor™ Pro Installation and information CD Inspektor™ Pro Recovery Disk
ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ	Πληκτρολόγιο Ποντίκι Έγχρωμη οθόνη LCD 15 " Διακόπτης ποδιού (2 πετάλια)
ΤΡΟΛΕΪ	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ (Μ x Π x Υ)	641 x 596 x 946 mm (25,2 x 23,5 x 37,2 ")
ΒΑΡΟΣ	20 kg (44,1 lbs)

Πίνακας 3-10 :QLF μέσω του Inspektor Pro: Τεχνικά χαρακτηριστικά του Inspektor pro

QLF-D BILUMINATOR

Το QLF-D Biluminator αποτελείται από μια υψηλής ποιότητας προσαρμοσμένη κάμερα SLR εξοπλισμένη με δύο ομάδες LED: 4 λευκά LED και 12 μπλε LED υψηλής ισχύος. Το φως συγκεντρώνεται στα πεδία θέασης διαμέσου του σωλήνα Biluminator™ που λειτουργεί ως ασπίδα για οποιοδήποτε φως του περιβάλλοντος. Το μικρό κιβώτιο τροφοδοτεί την κάμερα και τα LED και συνδέει το σύστημα με το λογισμικό ελέγχου. Το QLF-D Biluminator μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αφαιρέσει χειροκίνητα τις εικόνες λευκού φωτός και QLF, μπορεί να τοποθετηθεί σε έναν εύκαμπτο βραχίονα ή να στερεωθεί στο QLF-D In Vitro Stand.



Εικόνα 3-26: QLF-D Biluminator

QRAYCAM-PRO

Το Qraycam-Pro είναι διάδοχος του QLF-D Biluminator και είναι ελαφρύ και εύκολο στη χρήση. Το Qraycam έχει σχεδιαστεί για χρήση από το χέρι για τη λήψη εικόνων λευκού φωτός και QLF και χρησιμοποιεί USB για τον υπολογιστή. Όπως και το QLF-D Biluminator το Qraycam-Pro μπορεί να πραγματοποιήσει εικόνες υψηλής ανάλυσης ολόκληρων των δοντιών (π.χ. μετωπιαία, πλευρικά, μασητικά).



Εικόνα 3-27:Qraycam-Pro

QRAYPEN

Το Qraypen χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το Q LF-D Biluminator ή το Qraycam-Pro, για μεγέθυνση σε συγκεκριμένες επιφάνειες και ειδικότερα σε εκείνες που είναι πιο δύσκολο να καταγραφούν με το Qraycam-Pro ή το QLF-D Biluminator. Το Qraypen διαθέτει αυτόματη εστίαση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για λήψη εικόνων λευκού φωτός και QLF.



Εικόνα 3-28: Qraypen

C4 RESEARCH SUITE



Εικόνα 3-29: C4 Research Suite

Το C4 είναι το λογισμικό το οποίο ελέγχει όλες τις παραμέτρους ώστε να διεξαχθούν οι καλύτερες εικόνες από τις συσκευές εισόδου QLF (QLF-D Biluminator, Qraycam-Pro, Qraypen). Ελέγχει την ποσότητα και τον τύπο των εικόνων για κάθε λήψη και για κάθε μία από αυτές τις εικόνες τις εντάσεις φωτισμού, τις ρυθμίσεις της κάμερας και αποθηκεύει αυτές τις ρυθμίσεις για αναπαραγωγή και συνεπή αποτελέσματα. Η λήψη μιας εικόνας μπορεί να ξεκινήσει από το πρόγραμμα ή από την κάμερα και οι εικόνες που προκύπτουν εμφανίζονται σε μια λίστα καταγραφής πριν αποθηκευτούν μόνιμα. Όλα τα δεδομένα των εικόνων και των ρυθμίσεων είναι προσβάσιμα στο χρήστη.

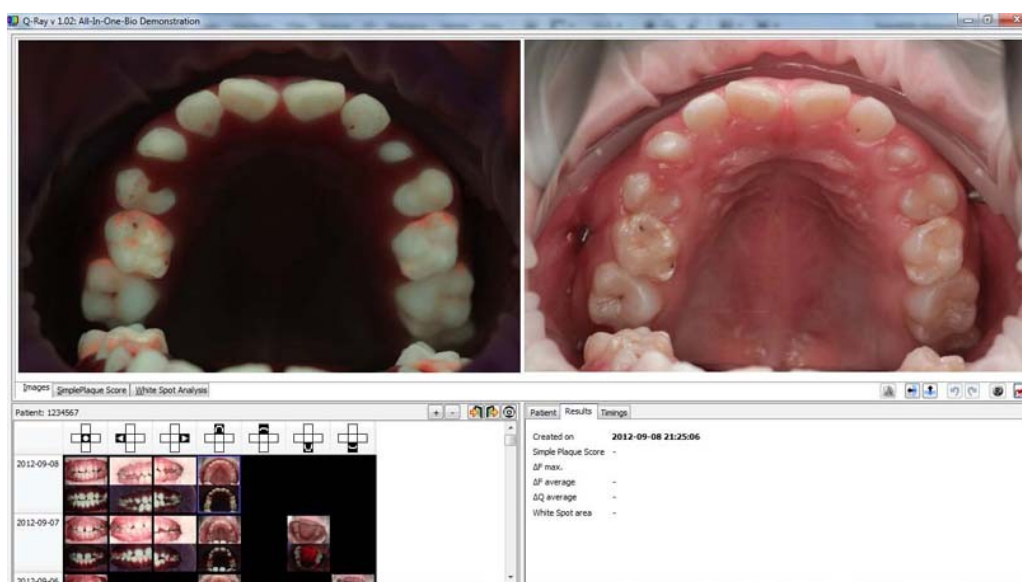
Για ανάλυση των εικόνων, το λογισμικό C4 προσφέρει πολλές επιλογές. Μπορεί να ποσοτικοποιήσει την ένταση του κόκκινου φθορισμού και την απώλεια

φθορισμού σε οποιαδήποτε περιοχή της εικόνας QLF και παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τη βακτηριακή δραστηριότητα και την απώλεια μετάλλων.

Όλα τα δεδομένα οργανώνονται σε φακέλους, επίσης υποστηρίζεται η εξαγωγή δεδομένων για περαιτέρω στατιστική ανάλυση.

Q-RAY

Το λογισμικό Q-Ray σχεδιάστηκε αρχικά για κλινική χρήση και οργανώνει τα δεδομένα του ανά ασθενή. Οι ληφθείσες εικόνες ταξινομούνται και όλα τα δεδομένα, οι εικόνες και οι αναλύσεις αποθηκεύονται σε μια κεντρική βάση δεδομένων.



Εικόνα 3-30:Q-Ray

ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΒΡΑΧΙΟΝΑΣ QLF-D

Οι καλύτερες εικόνες QLF επιτυγχάνονται όταν το QLF-D Biluminator είναι τοποθετημένο σε ειδικά σχεδιασμένο μηχανικό βραχίονα. Αυτό επιτρέπει ευκρινέστερες εικόνες με μεγαλύτερο εστιακό βάθος, βελτιώνει την ισότητα μεταξύ του λευκού φωτός και των εικόνων QLF. Ο μηχανικός βραχίονας είναι είτε σταθερός όπου τοποθετείται στο πάτωμα, στον τοίχο ή στην οροφή, είτε ως κινητός όπου είναι τοποθετημένος σε πλατφόρμα με δυνατότητα μετακίνησης [138].



Εικόνα 3-31:Μηχανικός Βραχίονας QLF-D

QLF-D IN VITRO



Εικόνα 3-32: QLF-D In Vitro Stand

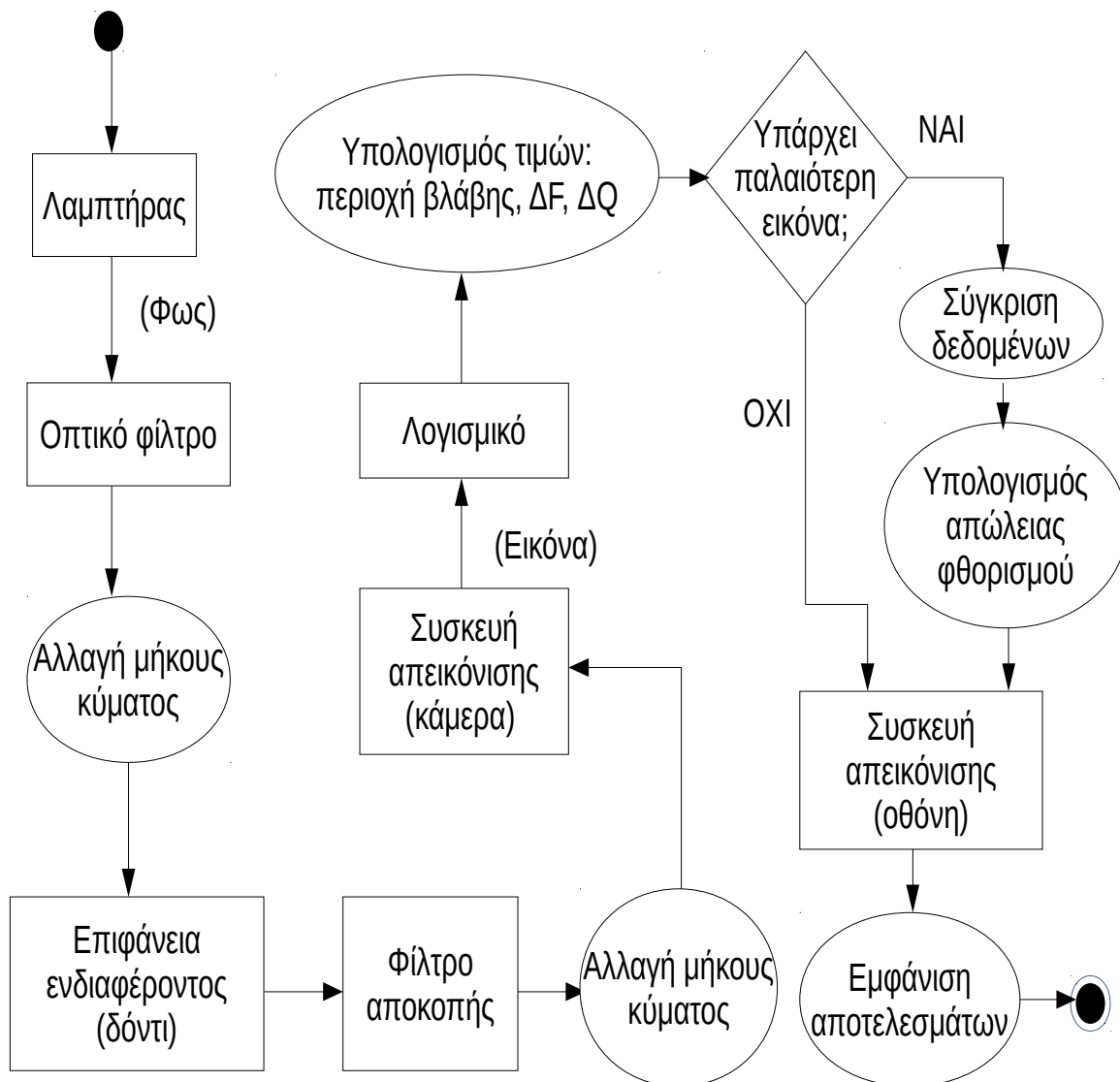
Το QLF-D In Vitro Stand είναι ειδικά σχεδιασμένο για να υποστηρίξει περεταίρω έρευνα σε σμάλτο και οδοντίνη και παρέχει την υψηλότερη ακρίβεια για τη μέτρηση της απώλειας μετάλλων και βακτηριακής δραστηριότητας.

Η βάση διαθέτει κινητό πίδακα (X, Y και Z) όπου τα δείγματα μπορούν να τοποθετηθούν γρήγορα και με ακρίβεια κάτω από το QLF-D Biluminator, χρησιμοποιώντας έναν από τους διάφορους τύπους υποδοχής δειγμάτων (Εικόνα 3-33).



Εικόνα 3-33: Τύποι Υποδοχής Δειγμάτων QLF-D Biluminator

3.8.1.2 Διάγραμμα ροής μεθόδου QLF



3.8.2 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ ΛΕΙΖΕΡ (DIAGNOdent ΚΑΙ DIAGNODENT PEN)

Η συσκευή φθορισμού λέιζερ είναι μια μη επεμβατική και ποσοτική μέθοδος. Η πρώτη συσκευή φθορισμού λέιζερ, DIAGNOdent 2095 (KaVo, Biberach, Germany) αναπτύχθηκε το 1998 (Εικόνα 3-34). Βασίζεται στην ποσοτικοποίηση του εκπεμπόμενου φθορισμού από οργανικά συστατικά των οδοντικών ιστών όταν διεγείρεται από μια δίοδο λέιζερ 655nm (αλουμίνιο, γάλλιο, ίνδιο και φώσφορο - AlGaInP) που βρίσκεται στην κόκκινη περιοχή στο ορατό φάσμα. Το εκπεμπόμενο φως φτάνει στους οδοντικούς ιστούς μέσω ενός εύκαμπτου άκρου. Καθώς το ώριμο σμάλτο είναι πιο διαφανές, αυτό το φως περνά μέσα από αυτόν τον ιστό χωρίς να εκτρέπεται. Σε επαφή με το σμάλτο που έχει προσβληθεί, αυτό το φως διαχέεται και διασκορπίζεται. Το σμάλτο είναι ικανό είτε να διεγείρει το σκληρό οδοντικό ιστό, με τον αυτοφθορισμό ιστού του, είτε με τα φθοροφόρα που υπάρχουν στις αλλοιώσεις της τερηδόνας. Αυτά τα φθοροφόρα προέρχονται από τα προϊόντα του βακτηριακού μεταβολισμού και έχουν ταυτοποιηθεί ως πορφυρίνες² [113]. Ο εκπεμπόμενος φθορισμός από τις πορφυρίνες συλλέγεται από εννέα ομόκεντρες ίνες και μεταφράζεται σε αριθμητικές τιμές, οι οποίες κυμαίνονται από 0 έως 99. Δύο οπτικές άκρες είναι διαθέσιμες: άκρο A για μασητικές επιφάνειες και άκρο B για ομαλές επιφάνειες. Αυτή η συσκευή έχει δείξει καλά αποτελέσματα στην ανίχνευση της τερηδόνας, ωστόσο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως η μόνη μέθοδος για τη λήψη αποφάσεων στη θεραπεία κατά της τερηδόνας [114,78].

2

Οι **πορφυρίνες** είναι ετεροκυκλικές ενώσεις, παράγωγα της πορφίνης. Από αυτές προκύπτουν οι φυσικές χρωστικές ύλες των φυτών και των ζώων. Αποτελούν πρόδρομα μόρια της αιμοσφαιρίνης, της [χλωροφύλλης](#) και των κυτοχρωμάτων και παίζουν σημαντικό ρόλο στο φαινόμενο της αναπνοής. Οι πορφυρίνες όπως και πολλά παράγωγά τους είναι ουσίες πολύ σημαντικές στη χημεία, στην επιστήμη των υλικών, τη φυσική, τη βιολογία και την ιατρική. Δίνουν το κόκκινο χρώμα στο [αίμα](#) ([αίμη](#)), και το πράσινο στα φύλλα ([χλωροφύλλη](#)). Είναι επίσης άριστες στον ρόλο τους ως μόρια προσδέτες (ligands) και μπορούν να συνδεθούν με σχεδόν κάθε μέταλλο του Περιοδικού Πίνακα



Εικόνα 3-34: Πρώτη συσκευή φθορισμού λέιζερ, DIAGNOdent 2095

Πρόσφατα, μια νέα συμπαγή συσκευή - DIAGNOdent 2190 ή DIAGNOdent pen - (KaVo, Biberach, Γερμανία) (Εικόνα 3-24) εισήχθη στην αγορά. Η συσκευή έχει βάρος 140g και χρειάζεται μόνο μία μπαταρία (1,5V). Αυτή η συσκευή λειτουργεί με την ίδια αρχή όπως και πρώτη συσκευή. Για το λόγο αυτό, η νέα συσκευή συμπυκνώθηκε και τροποποιήθηκαν οι άκρες της. Οι άκρες που χρησιμοποιούνται σε αυτή τη συσκευή είναι κατασκευασμένες από ίνες ζαφειριού, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη διάδοση της διέγερσης, για τη συλλογή του φωτός φθορισμού, αλλά και σε αντίθετες κατευθύνσεις και σε διαφορετικά μήκη κύματος [115]. Υπάρχουν δύο άκρες που μπορούν να συζευχθούν σε αυτή τη συσκευή, η μια έχει σχεδιαστεί για λείες επιφάνειες ενώ η άλλη άκρη είναι σχεδιασμένη για οπές και σχισμές. Ωστόσο, η απόδοσή του σε μασητικές επιφάνειες είναι ακόμη περιορισμένη.



Εικόνα 3-35: DIAGNOdent 2190 ή DIAGNOdent pen

Σε διάγνωση τερηδόνας από το DIAGNOdent παρατηρούνται τιμές από το 0 μέχρι το 99. Αυτή η τιμή σχετίζεται με το βάθος της αλλοίωσης. Για την εξήγηση των τιμών, έχουν προταθεί πολλά σημεία αναφοράς, τόσο για το DIAGNOdent όσο και για το DIAGNOdent pen. Αυτά τα σημεία διαφέρουν μεταξύ τους μερικές μονάδες στο σμάλτο και την οδοντίνη. Για το λόγο αυτό, συνιστάται στον οδοντίατρο να καταγραφεί τις τιμές για ένα διάστημα μέχρι να βγει μια διάγνωση και επίσης να συνδυάζει τα κλινικά και τα ακτινογραφικά χαρακτηριστικά για τη σωστή εκτίμηση των αλλοιώσεων της τερηδόνας.

Άλλος παράγοντας που μπορεί να αντιμετωπιστεί είναι η παρουσία λεκέδων που οφείλονται σε αδρανείς αλλοιώσεις ή σ' ένα συγκεκριμένο σύστημα υπολογισμού στις μασητικές επιφάνειες λόγω σφραγίσματος. Και οι δύο μπορούν να οδηγήσουν σε υψηλές τιμές φθορισμού και κατά συνέπεια, σε ψευδώς θετικά αποτελέσματα. Ως εκ τούτου, όπως συνιστάται πριν από την οπτική εξέταση, πρέπει να γίνει καθαρισμός των οδοντικών επιφανειών πριν από τις μετρήσεις φθορισμού λέιζερ. Εξάλλου, μετά από μια επαγγελματική προφύλαξη με χρήση όξινου ανθρακικού ασβεστίου ή διττανθρακικής πάστας, είναι σημαντικό η οδοντική επιφάνεια να

ξεπλυθεί έτσι ώστε η σκόνη ή η πάστα να μην παραμείνουν στη ρωγμή ή στις μικροκοιλότητες. Αυτό θα μπορούσε να επηρεάσει τις μετρήσεις φθορισμού λέιζερ [116,116].

Εν κατακλείδι, ο οδοντίατρος που σκοπεύει να χρησιμοποιήσει βοηθητικά αυτή τη μέθοδο στη διαδικασία ανίχνευσης της τερηδόνας θα πρέπει να γνωρίζει ότι οι διάφοροι παράγοντες μπορεί να παρεμποδίσουν τα αποτελέσματα, όπως η χρώση, το ασβέστιο ή τα υπολείμματα σκόνης ή πάστας τις διαδικασίες βαθμονόμησης και διακύμανσης των σημείων αναφοράς για αλλοιώσεις στο σμάλτο και την οδοντίνη.

Για το λόγο αυτό, το DIAGNOdent ή το DIAGNOdent Pen δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ως κύριες μέθοδοι για την ανίχνευση της τερηδόνας, αλλά ως συμπληρωματικά εργαλεία τόσο για οπτική όσο και για ακτινολογική εξέταση. Ορισμένες καταστάσεις, στις οποίες ο οδοντίατρος αμφιβάλλει σχετικά με την παρουσία αλλοίωσης τερηδόνας σε επιφάνειες χωρίς χρώση, μπορούν να προταθούν ως υποκατάστατα της ακτινολογικής εξέτασης. Εκτός αυτού, στον τομέα της παιδιατρικής οδοντιατρικής, μπορεί να προταθεί η χρήση τους όταν η εξέταση με ακτίνες X δεν είναι δυνατή λόγω της συμπεριφοράς του παιδιού ή κατά την εξέταση ασθενών με ειδικές ανάγκες ή αναπηρίες.

3.8.2.1 DIAGNODENT

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ DIAGNODENT

Μια αλλαγή της ουσίας του δοντιού εκπέμπει μια φθορίζουσα ακτινοβολία όταν ακτινοβολείται με φως συγκεκριμένου μήκους κύματος. Αυτή η φθορίζουσα ακτινοβολία καταχωρείται και αξιολογείται από το Diagnodent. Μια συγκεκριμένη φωτεινή ενέργεια τροφοδοτείται μέσω του κέντρου του αισθητήρα φωτός και προσκρούει στην επιφάνεια του δοντιού.

Σε περίπτωση εμφάνισης ασθενούς ιστού δοντιών, ανιχνεύεται φθορισμός ή ανιχνεύεται μεταβολή στο μήκος κύματος του ανακλώμενου φωτός και διέρχεται μέσω των περιφερειακών δεσμών ινών του ακροδέκτη της χειρολαβής, πίσω στη μονάδα DIAGNOdent για μέτρηση και αξιολόγηση.

Απαιτείται προσεκτική σάρωση στις περιοχές που υπάρχουν ρωγμές για την ανίχνευση των ελαχίστων τερηδονικών βλαβών. Η διάχυση του φωτός που επιτυγχάνεται με μικρές κινήσεις αυξάνει την ακρίβεια της διάγνωσης.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

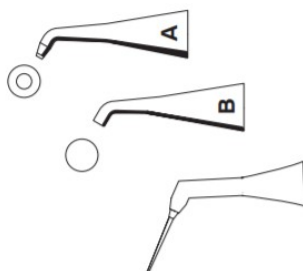
Τεχνικά Χαρακτηριστικά	
Διαστάσεις:	
Πλάτος:	150 mm
Βάθος:	110 mm
Ύψος:	120 mm
Βάρος:	0,6 kg
Τάση:	6 V 3600 mAh Εσωτερική παροχή ενέργειας
Έξοδος φωτός:	≤ 1 Mw
Μήκος κύματος:	655 nm
Κατηγορία λέιζερ:	1
Περιβαλλοντικές συνθήκες Μεταφορά / Αποθήκευση	
Θερμοκρασία:	min -30 ° C max +80 ° C
Υγρασία:	ελάχιστο 5% μέγιστο 95%
Ατμοσφαιρική πίεση:	700 - 1060 hPa

Πίνακας 3-11: Τεχνικά χαρακτηριστικά DIAGNODENT

ΤΥΠΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΤΩΝ DIAGNODENT

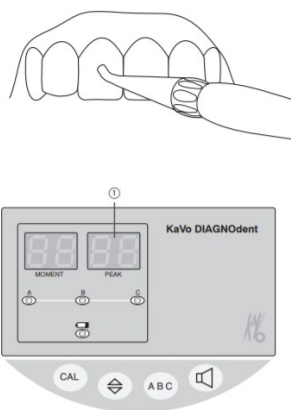
Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τύποι ανιχνευτών (Εικόνα 3-36):

1. Αισθητήρας φωτός A: Κωνικό σχήμα, μικρό εύρος μέτρησης
2. Αισθητήρας φωτός B: Ο αισθητήρας φωτός B διατίθεται ως ανταλλακτικό
3. Περιοδοντικός καθετήρας: διατίθεται ως ανταλλακτικό



Εικόνα 3-36: Ανιχνευτές που χρησιμοποιούνται από το DIAGNODENT

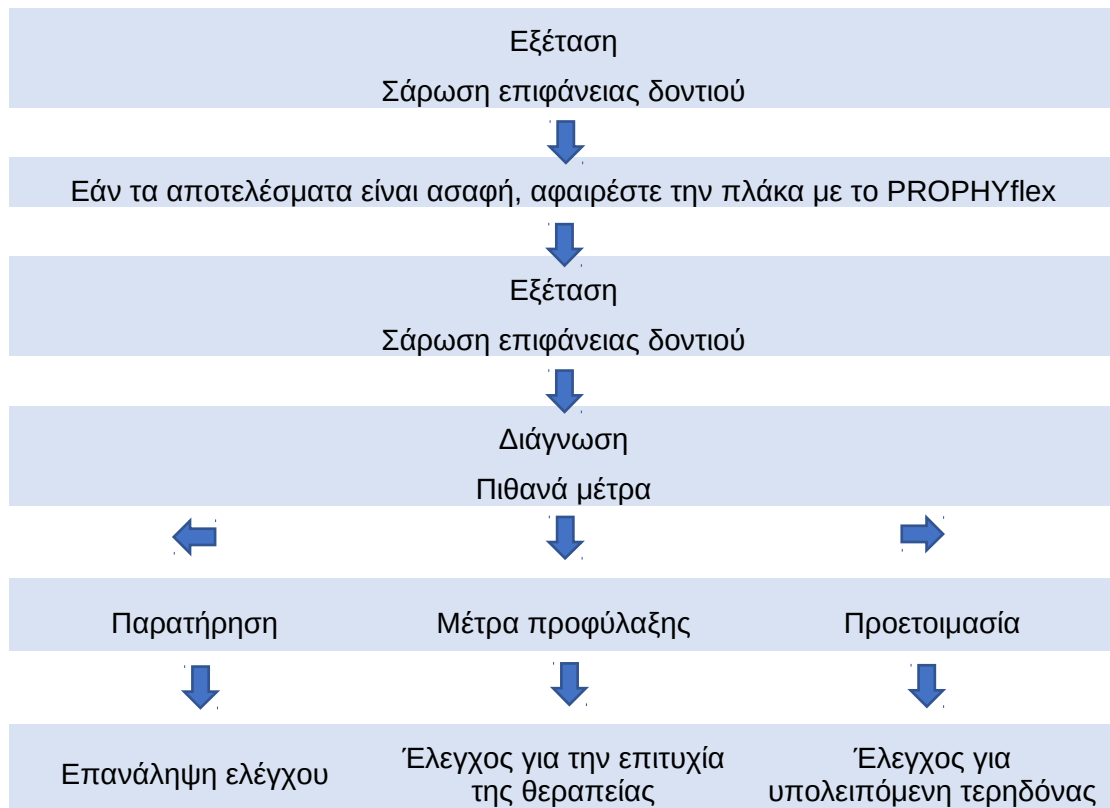
Η χειρολαβή ενεργοποιείται πατώντας τον διακόπτη. Η οθόνη αρχίζει σε τιμές περίπου ± 0 . Ο καθετήρας τοποθετείται πάνω στο δόντι έτσι ώστε να μπορεί να γίνει αισθητή η επαφή με την επιφάνεια του δοντιού. Μέσω των παραλλαγών στις ιδιότητες φθορισμού των ιστών των δοντιών, η συσκευή εμφανίζει συνεχώς τιμές που μπορεί να αποδίδονται άμεσα στην υγιεινή των εν λόγω δοντιών (Εικόνα 3-37). Εκτός από την τερηδόνα ανιχνεύει πλάκα, αποχρωματισμό, πέτρα και σφραγίσματα.



Εικόνα 3-37: Οθόνη ένδειξης τιμών

Το DIAGNOdent αυξάνει την ακρίβεια της ανίχνευσης. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται δεν παρουσιάζει κίνδυνο για την υγεία και συμβάλλει στην επίτευξη αντικειμενικής και ακριβούς διάγνωσης.

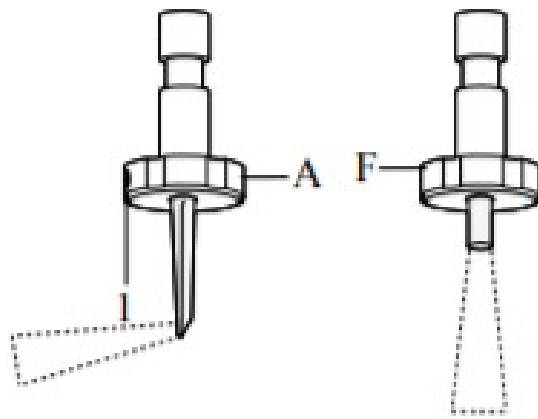
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ



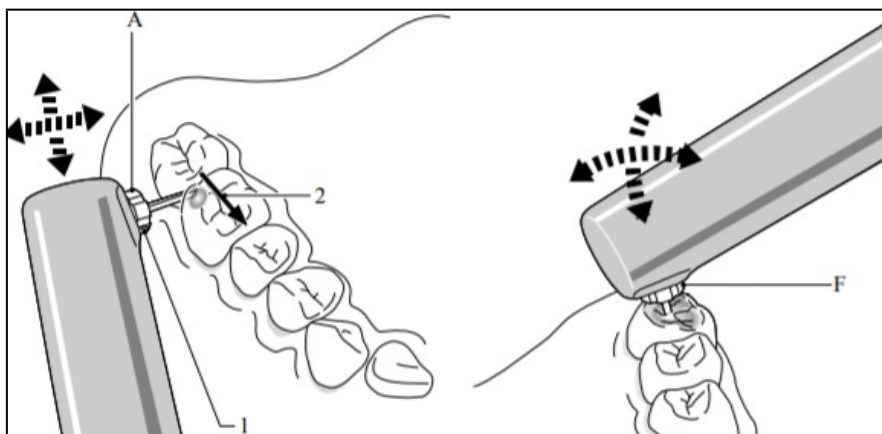
Πίνακας 3-12: Ροή Θεραπείας με χρήση του DIAGNODENT

3.8.2.2 DIAGNOdent pen

Το Diagnodent Pen χρησιμοποιείται για σάρωση της επιφάνειας του δοντιού για να ανίχνευσή την τερηδόνα. Δύο διαφορετικοί ανιχνευτές είναι διαθέσιμοι για την ανίχνευση της τερηδόνας. Ο καθετήρας F χρησιμοποιείται για τη σάρωση ομαλών επιφανειών και σχισμών και ο καθετήρας Prox A για σάρωση των γειτονικών περιοχών (Εικόνα 3-38). Ο καθετήρας Prox A μπορεί να περιστραφεί κατά 360° και να εκτρέπει την ακτίνα λέιζερ μέσω πρίσματος, συνεπώς, η γραμμή όρασης 2 όπως φαίνεται στην εικόνα 3-39, μπορεί να αλλάζει από κοντινή σε απομακρυσμένη κατεύθυνση.



Εικόνα 3-38: Ανιχνευτές σάρωσης επιφανειών δοντιού A και F



Εικόνα 3-39: Ο ανιχνευτής A μπορεί να αλλάξει κατεύθυνση

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τεχνικά Χαρακτηριστικά	
Μήκος περίπου	220 mm
Διάμετρος περίπου	32 mm
Βάρος	110 g
Τάση	1,5 V
Έξοδος φωτός λέιζερ	<1 mW
Μήκος κύματος λέιζερ	655 nm
Δύναμη δέσμης υπέρυθρης διόδου	<140mW / sr
Μήκος κύματος υπέρυθρης διόδου	850 nm - 950 nm
Βαθμός προστασίας IP	44
Θερμοκρασία λειτουργίας	+10 °C έως +30 °C
Θερμοκρασία βαθμονόμησης	+ 22 ° C ± 2 ° C
Υγρασία	30% RH έως 75% RH
Κατανάλωση ρεύματος	<200 mA
Συνθήκες μεταφοράς και αποθήκευσης	
Θερμοκρασία Μεταφοράς και Αποθήκευσης	-10 °C έως +55 °C
Σχετική Υγρασία	5% RH έως 90% RH
Πίεση Αέρα	700 hPa έως 1060 hPa

Πίνακας 3-13: Τεχνικά Χαρακτηριστικά DIAGNODENT PEN

3.8.3 ΚΑΜΕΡΑ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ (VISTA PROOF)

Μια άλλη συσκευή που βασίζεται στο φαινόμενο φθορισμού που προκαλείται από το φως είναι η ενδοστοματική κάμερα VistaProof (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Γερμανία) (Εικόνα 3-40) που βασίζεται σε έξι μπλε GaN-LED που εκπέμπουν φως 405 nm. Με αυτή τη συσκευή είναι δυνατή η ψηφιοποίηση του σήματος του βίντεο από την οδοντική επιφάνεια κατά τη διάρκεια εκπομπής φθορισμού χρησιμοποιώντας έναν αισθητήρα CCD (συσκευή με συσσωρευτή). Σε αυτές τις εικόνες, είναι δυνατόν να δούμε διαφορετικές περιοχές της οδοντικής επιφάνειας που φθορίζουν με πράσινο (υγιή οδοντικό ιστό) και με κόκκινο (τερηδονικά οδοντικό ιστό)[127]. Το λογισμικό DBSWIN χρησιμοποιείται για να αναλύσει τις εικόνες και να μεταφράσει σε τιμές την αναλογία έντασης του κόκκινου και πράσινου φθορισμού. Σύμφωνα με τον κατασκευαστή, οι τιμές αυτές σχετίζονται με την επέκταση της βλάβης. Όσο υψηλότερος είναι ο βακτηριακός αποικισμός, τόσο

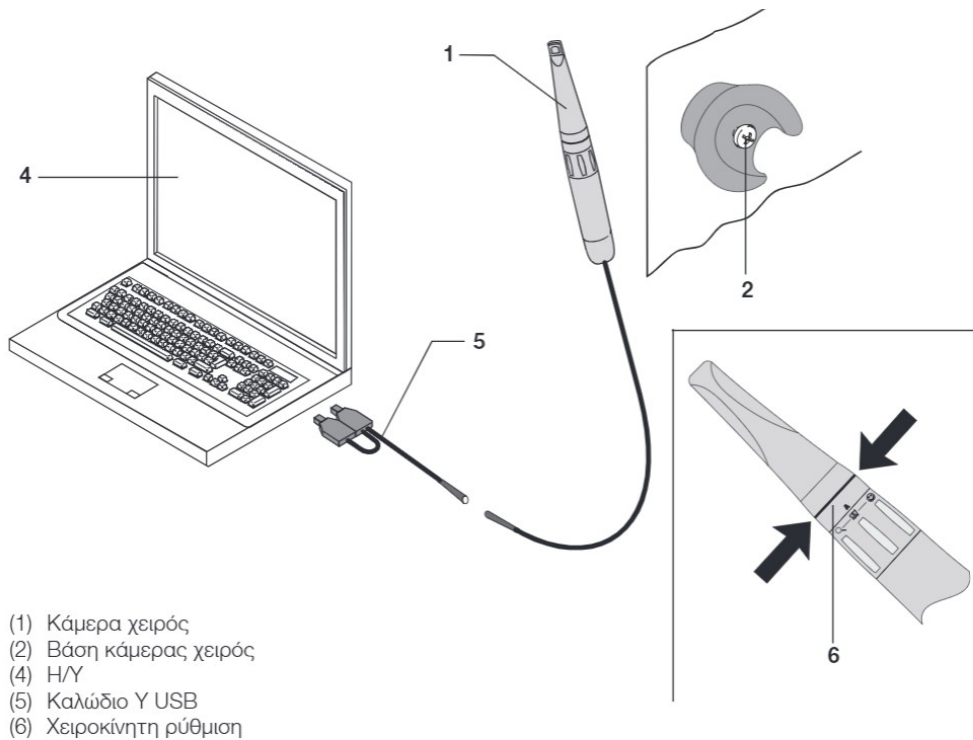
υψηλότερο είναι το κόκκινο φθορίζον σήμα. Το λογισμικό υπογραμμίζει τις βλάβες και τις ταξινομεί σε κλίμακα από το 0 έως το 5, προσδίδοντας έναν προσανατολισμό θεραπείας στην πρώτη αξιολόγηση: παρακολούθηση, ανανέωση ή επεμβατική θεραπεία. Ωστόσο, οι τιμές αυτές πρέπει να προσαρμοστούν [78]. Πρόσφατα, αυτή η συσκευή έδειξε καλή απόδοση στην ανίχνευση και την ποσοτικοποίηση της οδοντικής πλάκας που σχηματίζεται πάνω σε λεπτές επιφάνειες υπό υψηλή έκθεση σε σακχαρόζη [128].



Εικόνα 3-40: VistaProof κάμερα φθορισμού και το DBSWIN λογισμικό

Ένα πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι ο ασθενής μπορεί να δει στην οθόνη του υπολογιστή ολόκληρη την διαδικασία ανίχνευσης τερηδόνας και να απεικονίσει τις περιοχές δοντιών όπου η ασθένεια εμφανίζει πιο σοβαρά σήματα. Αυτή η μέθοδος διευκολύνει την επεξήγηση στον ασθενή σχετικά με την κλινική του κατάσταση και τις πιθανές διαθέσιμες θεραπείες. Εκτός αυτού, είναι δυνατή η παρακολούθηση της εξέλιξης των αλλοιώσεων της τερηδόνας, καθώς οι εικόνες των οδοντικών επιφανειών μπορούν να αποθηκευτούν στον υπολογιστή.

ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ VISTACAM



Εικόνα 3-41 Εξαρτήματα VISTACAM

Η VistaCam (Εικόνα 3-41) αποτελείται από ένα εξάρτημα χειρός (1) με φακό IFC (Iris Focus Control), ένα καλώδιο Y USB και μια βάση εξαρτήματος χειρός. Το εξάρτημα χειρός συνδέεται απευθείας μέσω του καλωδίου Y USB (5) με τον υπολογιστή. Η κάμερα ενεργοποιείται αυτόματα, μόλις αφαιρεθεί από τη βάση της (2). Οι 6 λευκές φωτοдиодοι που είναι ενσωματωμένες στην κάμερα χειρός (1) προσφέρουν επαρκή φωτισμό. Μέσω του οπτικού στοιχείου IFC είναι δυνατή η λήψη ενδοστοματικών και εξωστοματικών εικόνων. Στον μακρο-ενδοστοματικό και ενδοστοματικό τομέα το οπτικό στοιχείο IFC παρέχει υψηλή ευκρίνεια βάθους. Στον εξωστοματικό τομέα το οπτικό στοιχείο IFC διαθέτει υψηλή ένταση φωτισμού. Η εικόνα λαμβάνεται από το οπτικό στοιχείο IFC και ψηφιοποιείται μέσω του ηλεκτρονικού συστήματος στην κάμερα. Στη συνέχεια τα δεδομένα μεταφέρονται μέσω της σύνδεσης USB 2.0 στον Η/Υ (4). Χρησιμοποιώντας τη χειροκίνητη ρύθμιση (6) μπορούμε να παγώσουμε τις εικόνες (σταθερές εικόνες), να αποθηκεύσουμε ή να διαγράψουμε εικόνες και να εγγράψουμε στη θέση τους άλλες (μέσω λογισμικού). Η χειροκίνητη ρύθμιση λειτουργεί μέσω ενός δακτυλίου που ενεργοποιείται με την αφή, και μπορεί να ενεργοποιηθεί σε οποιαδήποτε γωνία της κάμερας με ένα πάτημα των δακτύλων.

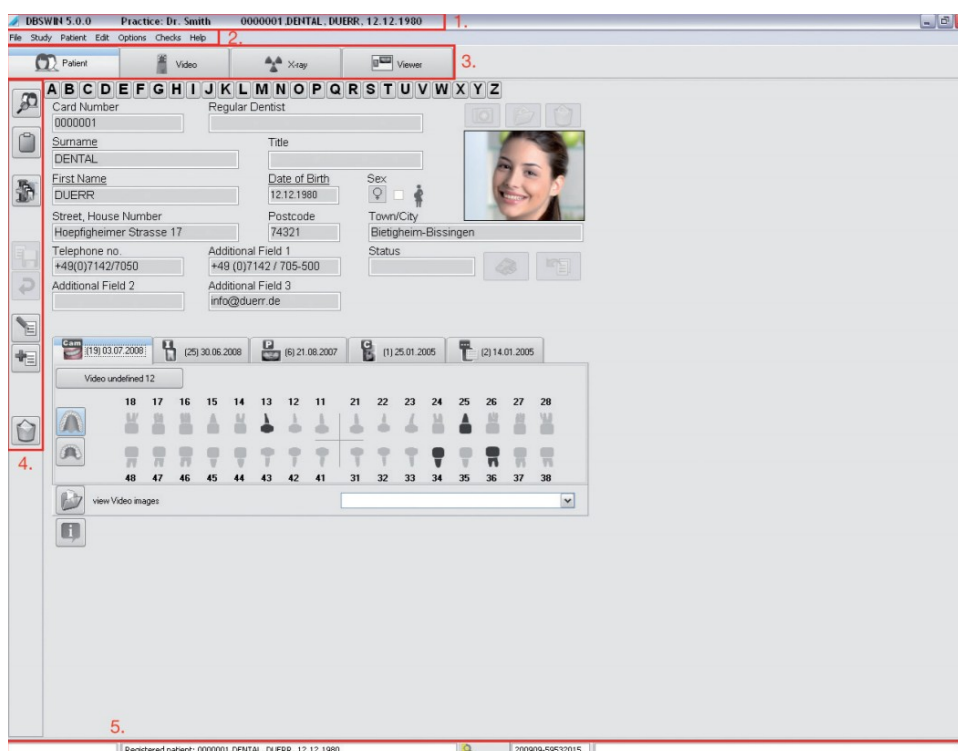
ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ VistaCam

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	
Ηλεκτρικές ονομαστικές τιμές και τιμές σύνδεσης	
Τάση(V)	100 -240
Συχνότητα (Hz)	50-60
Έξοδος σήματος	USB 2.0
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ(mm)	
Σταθμός βάσης (Π x Υ x Β)	83 x 115 x 38`
Τμήμα Χειρός (μήκος/διάμετρος)	213/27
ΒΑΡΟΣ	
Σταθμός Βάσης	180
Τμήματα Χειρός	150
Χαρακτηριστικά συστήματος	
Χρωματικό σύστημα	PAL
Ρυθμιστής φωτεινότητας	Αυτόματα
Ισοστάθμιση λευκού χρώματος ρυθμισμένη σταθερά στο (K)	3400
Περιοχή θερμοκρασιών	
Συσκευή σε λειτουργία (C)	+10 - +40
Αποθήκευση και μεταφορά (C)	+15 - +60
Ηλεκτρονικά κάμερας	
Αισθητήρας εικόνας	1/4" Color Interline Transfer CCD
Κουκκίδες εικόνας PAL	470000
Εικονοστοιχεία ενεργά (PC) YUV οριζόντια x 576 κάθετα	720
Οπτικό σύστημα IFC (Iris Focus Control) Ενσωματωμένος φωτισμός, ελεύθερα εστίασιμος με κινητό δακτύλιο με τρεις σημάνσεις	1.Κυρτός φακός □ Makro 2. Δόντια□ενδοστοματικά 3. Πρόσωπο□ενδοστοματικά

Πίνακας 3-14: Τεχνικά Χαρακτηριστικά VistaCam

ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ DBSWIN

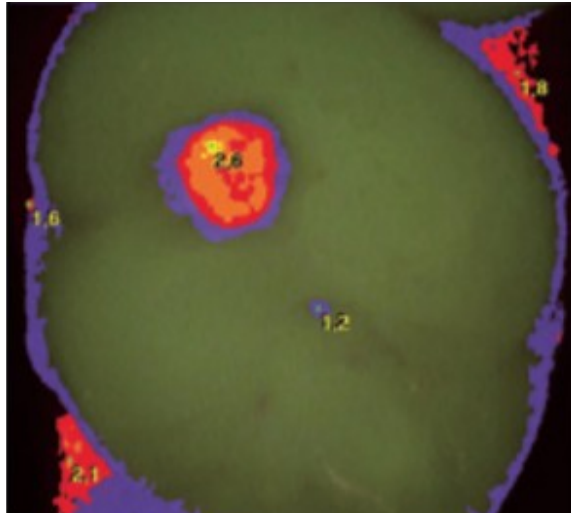
Ο έλεγχος, η τεκμηρίωση και αρχειοθέτηση της προόδου των οδοντικών ασθενειών γίνεται με το λογισμικό DBSWIN. Τα δεδομένα εικόνας μπορούν να αποθηκευτούν κάτω από το όνομα του σχετικού ασθενούς και να εμφανιστούν ξανά όποτε είναι απαραίτητο. Οι κάμερες βίντεο (VistaCam), οι ψηφιακές μηχανές ακτίνων Χ (VistaRay), οι σαρωτές (VistaScan) και οι σαρωτές δέσμης φωτός μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ενεργές πηγές εικόνας. Τα υπάρχοντα δεδομένα εικόνας μπορούν να εισαχθούν και να εξαχθούν σε καθορισμένες γραφικές απεικονίσεις. Τα δεδομένα (ημερομηνία, τύπος εικόνας, πρωτότυπο και δεδομένα ασθενούς) αποθηκεύονται στην αντίστοιχη εικόνα ή μαζί με αυτήν[140].



Εικόνα 3-42:1.Γραμμή κεφαλίδας, 2. Μενού, 3. Μονάδες, 4. Γραμμή λειτουργιών, 5. Γραμμή κατάστασης

Το όνομα της χειρουργικής επέμβασης και ο τρέχων επιλεγμένος ασθενής εμφανίζονται στη γραμμή εργαλείων του μενού. Ο συνδεδεμένος χρήστης και ο τελευταίος καταχωρημένος ασθενής εμφανίζονται στη γραμμή κατάστασης.

Οι εικόνες όπως αναλύονται στο DBSWIN (Εικόνα 3-), στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η απεικόνιση της τερηδόνας.



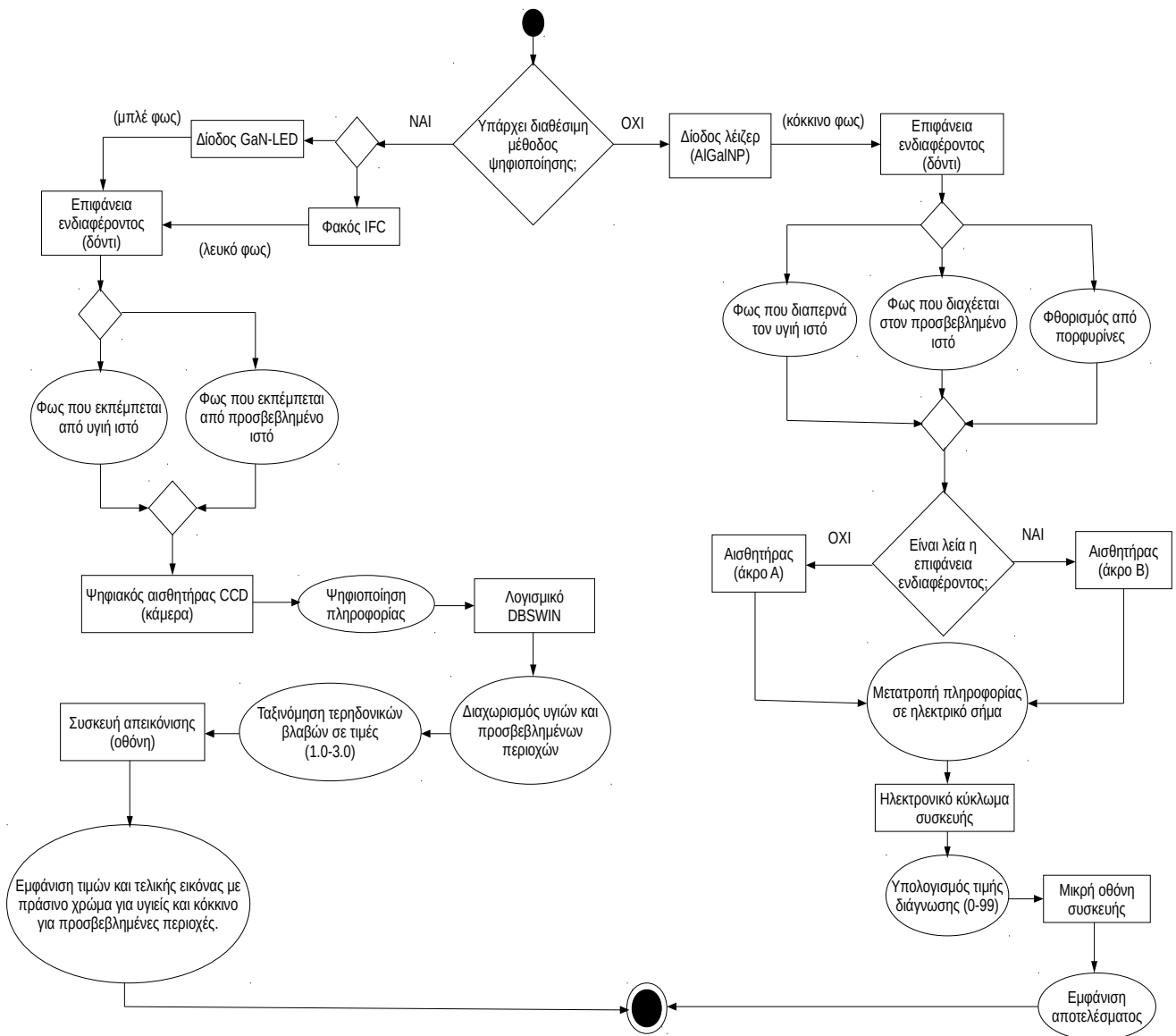
Εικόνα 3-43: Ανάλυση εικόνας στο DBSWIN

Το χρώμα, η κλίμακα και οι αριθμητικές τιμές παρέχουν αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με τις τερηδονικές βλάβες (Πίνακας 3-10):

	1.0	Υγιές σμάλτο
	1.5	Πρώιμο στάδιο τερηδονικής αλλοίωσης
	2.0	Τερηδόνα στην ένωση σμάλτου οδοντίνης
	2.5	Η τερηδόνα έχει ξεπεράσει την οδοντίνη
		Τερηδόνα στο εσωτερικό της οδοντίνης

Πίνακας 3-15: Κλίμακας τιμών

3.8.4 Διάγραμμα ροής μεθόδου φθορισμού με λέιζερ



3.9 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ LED (MIDWEST CARIES I.D)

Πρόσφατα, αναπτύχθηκε μια άλλη συσκευή για την ανίχνευση της τερηδόνας με τεχνολογία LED - Midwest Caries I.D. - (DENTSPLY Professional, York, PA, ΗΠΑ) (Εικόνα 3-44). Η φορητή συσκευή εκπέμπει δίοδο εκπομπής απαλού φωτός (LED) μεταξύ 635 nm και 880 nm και αναλύει την ανακλαστικότητα και τη διάθλαση του εκπεμπόμενου φωτός από την επιφάνεια του δοντιού, η οποία συλλαμβάνεται με οπτικές ίνες και μετατρέπεται σε ηλεκτρικά σήματα για ανάλυση. Ο μικροεπεξεργαστής της συσκευής περιέχει έναν αλγόριθμο βασισμένο σε υπολογιστή που αναγνωρίζει την διαφορετική οπτική υπογραφή (μεταβολές στην οπτική διαφάνεια και την αδιαφάνεια) μεταξύ υγιούς και απομεταλλωμένου δοντιού [129].

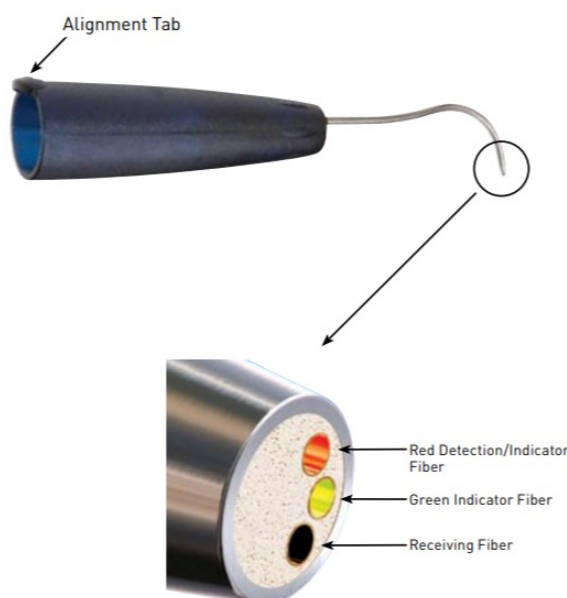


Εικόνα 3-44 : Midwest Caries I.D.

Η αφαλάτωση οδηγεί σε αλλαγή του LED από πράσινο σε κόκκινο με ταυτόχρονη ηχητική σήμανση, η οποία σχετίζεται άμεσα με τη σοβαρότητα των αλλοιώσεων της τερηδόνας. Σύμφωνα με τον κατασκευαστή, όταν υπάρχει μεταβολή στην οπτική διαφάνεια και την αδιαφάνεια των οδοντικών ιστών, το εκπεμπόμενο πράσινο φως μετατρέπεται σε κόκκινο και ακούγεται ένα ακουστικό σήμα. Όσο ταχύτερα το σήμα, τόσο πιο βαθιά είναι η βλάβη.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ

Η χειρολαβή ανίχνευσης Midwest Caries I.D. χρησιμοποιεί το φως που μεταδίδεται μέσω των οπτικών ινών για να βοηθήσει στην ανίχνευση της τερηδόνας. Η μονάδα ανίχνευσης ανιχνεύει την ποσότητα του διάσπαρτου φωτός που ανακλάται για να προσδιοριστεί εάν υπάρχει τερηδόνα. Μια υγιής δομή είναι πιο ημιδιαφανής από μια αφαλατωμένη δομή και διασκορπίζει λιγότερο φως. Η μονάδα ανίχνευσης φιλοξενεί τον κύριο έλεγχο, τις οπτικές ίνες και την πηγή τροφοδοσίας. Ο ανιχνευτής διαθέτει οπτικές ίνες που συμπλέκονται με αυτή τη μονάδα ανίχνευσης για να μεταδίδουν φως από και προς τη δομή των δοντιών.



Εικόνα 3-45: Ανιχνευτής Midwest Caries

Η γενική αρχή της ανίχνευσης της τερηδόνας με τη συσκευή ανίχνευσης Midwest Caries I.D. είναι η αναγνώριση του τρόπου ανάπτυξης της τερηδόνας. Η ανίχνευση τερηδόνας επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας τη διαφορά στις ανακλαστικές ιδιότητες της υγιούς και αποσυντεθειμένης δομής των δοντιών. Μια υγιής δομή δοντιού είναι πιο ημιδιαφανής από μια αφαλατωμένη. Για τη χειρολαβή ανίχνευσης Midwest Caries I.D., το φως που αντανακλάται επιτρέπει στη χειρολαβή να κάνει διάκριση ανάμεσα σε υγιείς και στις λιγότερο διαφανείς δομές. Τα στοιχεία που υπάρχουν μέσα ή πάνω στο δόντι, μπορούν να επηρεάσουν την ανίχνευση.

Όταν η ανίχνευση είναι θετική, το φως στο άκρο αλλάζει σε κόκκινο χρώμα. Η ταχύτητα του ηχητικού σήματος είναι ανάλογη με την ποσότητα της ανίχνευσης που

διασπάται. Μια μεγάλη επιφάνεια θετικής ανίχνευσης υποδεικνύει μια ισχυρή πιθανότητα μεγάλης ποσότητας υποκείμενης αποσύνθεσης. Είναι σημαντικό κατά την ερμηνεία των σημάτων να λαμβάνονται υπόψη και άλλοι παράγοντες κινδύνου τερηδόνας, όπως: ιστορικό τερηδόνας, συχνότητα κατανάλωσης ζάχαρης, παρουσία βακτηριακής πλάκας και παραγωγή σάλιου.

Τα εξεταζόμενα δόντια πρέπει να είναι υγρά και απαλλαγμένα από όλα τα υπολείμματα (καθαριστικό, πάστα, πλάκα) που μπορεί να υπάρχουν στην επιφάνεια για να αποφευχθούν λανθασμένες ενδείξεις.

Ο γιατρός ξεκινά την εξέταση με σάρωση του καθετήρα Midwest Caries I.D. κατά μήκος των κοιλοτήτων και των σχισμών. Η άμεση επαφή με το δόντι πρέπει να διατηρείται, αλλά δεν υπάρχει ανάγκη να ασκείται πίεση στην επιφάνεια του δοντιού. Αν ανιχνευτεί τερηδόνα, γίνεται εστίαση στο σημείο εισόδου και περιστροφή του καθετήρα γύρω από αυτό το σημείο για να καθοριστεί το μέγεθος και η κατεύθυνση.

Η ανίχνευση τερηδόνας στην μασητική επιφάνεια πραγματοποιείται τοποθετώντας την άκρη του καθετήρα απευθείας σε κοιλώματα και σχισμές. Η ανίχνευση τερηδόνας σε ενδιάμεσες περιοχές γίνεται με την τοποθέτηση του άκρου πάνω από την οριακή ράχη κάθετα ή με μια μικρή γωνία προς την εσωτερική περιοχή.

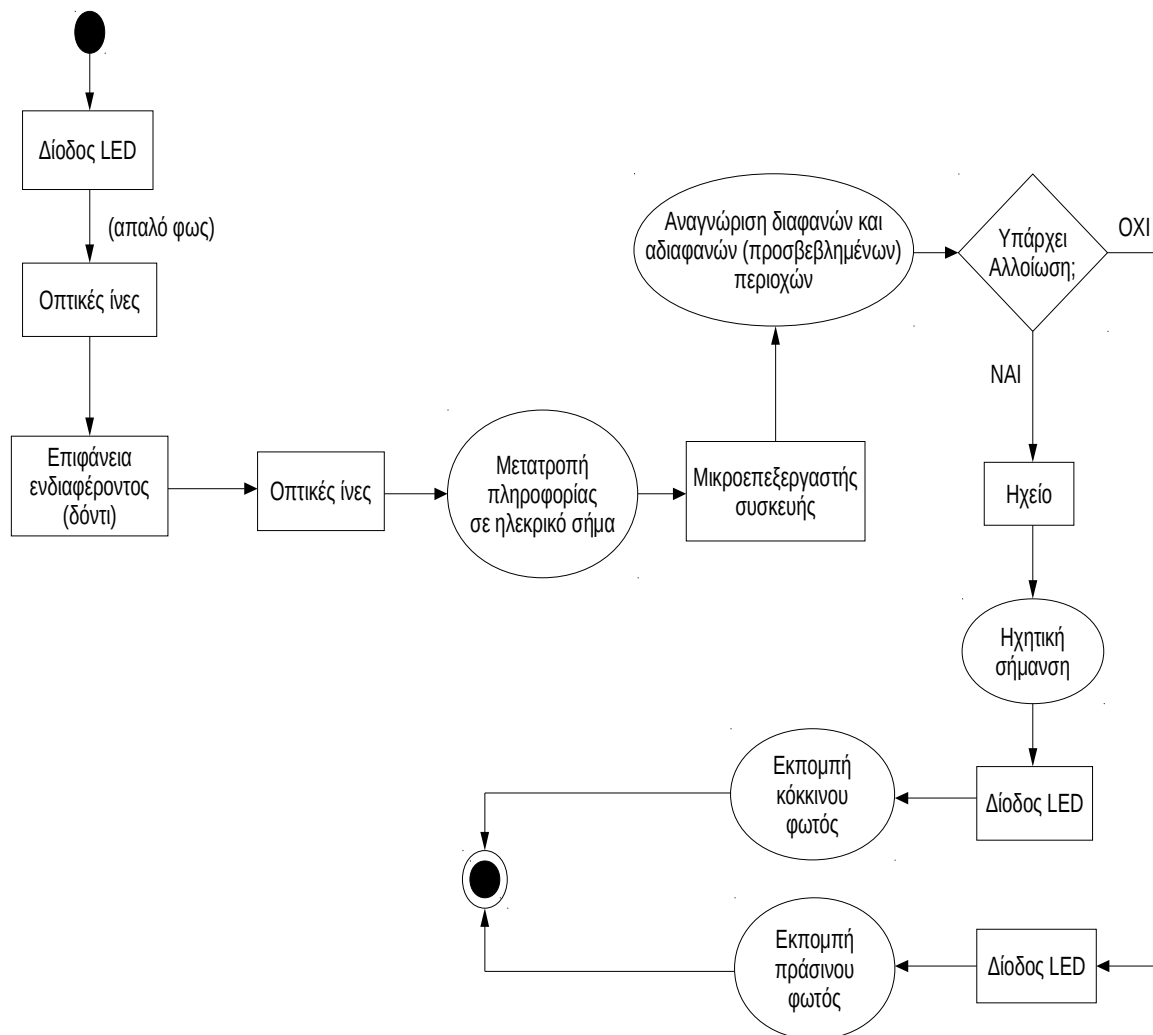


Εικόνα 3-46: Ανίχνευση τερηδόνας με Midwest Caries σε μασητικές και ενδιάμεσες περιοχές

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	
Τάση	1.5 Vdc, AAA format Lithium Batteries
Ρεύμα εισόδου	15uA έως 140mA
Εκπεμπόμενο φως	635 έως 1350 nm
Ένταση	4 - 80 microwatts (στην άκρη του Probe)
Διάμετρος	2 εκ.
Μήκος	22 εκ.
Βάρος	68 g με μπαταρίες
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	
Θερμοκρασία	15 ° έως 30 ° C
Σχετική υγρασία	25% έως 80% χωρίς συμπύκνωση
Ατμοσφαιρική πίεση	700 έως 1060 hPa
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	
Θερμοκρασία	-40 ° έως 55 ° C
Σχετική υγρασία	5% έως 92% χωρίς συμπύκνωση
Ατμοσφαιρική πίεση	500 έως 1060 hPa

Πίνακας 3-16: Τεχνικά χαρακτηριστικά Midwest Caries

3.9.1 Διάγραμμα ροής μεθόδου LED



3.10 **ΔΙΑΦΩΤΙΣΜΟΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ (FOTI) ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΗ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ (DIFOTI)**

FOTI

Η διαπερατότητα οπτικών ινών (FOTI) και η ψηφιακή απεικόνιση οπτικών ινών (DIFOTI) έχουν εισαχθεί για να βελτιώσουν την έγκαιρη ανίχνευση των τερηδονικών επιφανειών και έχουν γίνει αποδεκτοί από τους κλινικούς ιατρούς ως ένα συμπληρωματικό εργαλείο κατά τις κλινικές εξετάσεις. Η συσκευή FOTI (Εικόνα 3-47) είναι μια πρακτική, εύκολη, γρήγορη και φθηνή μέθοδος απεικόνισης των δοντιών με πολλαπλή σκέδαση. Βασίζεται σε αλλαγές στη διάχυση και στο φαινόμενο απορρόφησης των φωτονίων που αυξάνουν την αντίθεση μεταξύ του υγιούς δοντιού και της τερηδόνας στο σμάλτο. Με άλλα λόγια, προκύπτει από μια τοπική μείωση της διαφάνειας λόγω των χαρακτηριστικών της τερηδονικής αλλοίωσης. Ο φωτισμός παρέχεται μέσω οπτικών ινών από μια πηγή φωτός σε μια επιφάνεια δοντιού. Το φως διαδίδεται από τον ακτινοβολητή ίνας διαμέσου του ιστού των δοντιών σε μη φωτισμένες επιφάνειες. Οι προκύπτουσες εικόνες διανομής φωτός στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για τη διάγνωση. Η μετάδοσή του μπορεί να παρατηρηθεί είτε στην αντίθετη πλευρά είτε στις μασητικές επιφάνειες, όταν αναλύονται οι γομφίοι και οι προγόμφιοι. Καθώς η διάχυση φωτός είναι υψηλότερη στο αφαλατωμένο σμάλτο, η βλάβη φαίνεται ως σκοτεινή περιοχή ή σκιά. Εκτός αυτού, η τερηδόνα της οδοντίνης εμφανίζεται πορτοκαλί, καφέ ή γκρι κάτω από το σμάλτο. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στη διαφοροποίηση μεταξύ των βλαβών του σμάλτου και της οδοντίνης. Ωστόσο, έχει αποδειχθεί ότι η διάγνωση FOTI με γυμνό μάτι μπορεί να υποβληθεί σε μεγάλη παραλλαγή μεταξύ και ενδο-εξεταστών [105].



Εικόνα 3-47: Συσκευή FOTI

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ KL 150 LCD

Η μέθοδος FOTI χρησιμοποιεί την συσκευή KL 1500 LCD η οποία είναι μια οικονομική και συμπαγής συσκευή με εξαιρετικές λειτουργίες και πολύ καλές αποδόσεις. Η συσκευή έχει οθόνη ένδειξης για τη θερμοκρασία χρώματος και του τρόπου λειτουργίας, ηλεκτρονικό και μηχανικό έλεγχο φωτισμού, καθώς και μέγιστο επίπεδο φωτισμού. Η σταθερή έξοδος φωτεινής ροής διατηρείται ανεξάρτητα από τις διακυμάνσεις στο δίκτυο τάσης τροφοδοσίας ($\pm 10\%$). Η KL 1500 LCD διαθέτει :

- Εύκολη και αναπαραγόμενη λειτουργία.
- Λειτουργική θήκη λάμπας για γρήγορη αντικατάσταση λαμπτήρων.
- Επιλογή έγχρωμων φίλτρων.
- Αισθητήρα εισόδου ταλάντωσης.
- Εύκολη δυνατότητα στοίβαξης με πρόσβαση σε όλες τις δυνατότητες και λειτουργίες.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ		
Όνομασία τύπου		Γενικά στοιχεία
Διαστάσεις (Π x Β x Υ) (mm) / (ίντσες)		Ca. 200 x 265 x 170
Βάρος (kg)		4.8
Ψύξη Ανεμιστήρας		Χαμηλού θορύβου
Ηλεκτρονικά χαρακτηριστικά		
Τάση λειτουργίας	120 volt version	100 v ~ 50/60 hz, 120 v ~ 60 hz
	230 volt version	220 V ... 240 V ~ 50/60 Hz
Κατηγορία προστασίας		II
Τύπος λάμπας		Λάμπα ανακλαστήρα αλογόνου Τύπος EFR
Τάση τάσης λαμπτήρα (V)		15
Δείκτης ισχύος λαμπτήρα (W)		150
Μέση στάθμη λαμπτήρα 4 (h)		1500
επίπεδο ζωής 5 (h)		150
Δεδομένα φωτισμού		
Φωτεινή ροή (lm)		600
Δεδομένα φωτισμού		Έλεγχος φωτός Ηλεκτρικό και μηχανικό
Ενεργός διάμετρος οδηγού φωτός (mm) / (ίντσα)		Μέγ. 9 / Μέγ. 0,35 "

Πίνακας 3-17: Τεχνικά χαρακτηριστικά KL 150 LCD

DIFOTI

Για να ξεπεραστεί το δίλημμα μεταβλητότητας στη συσκευή FOTI, δοκιμάστηκε μια νέα μέθοδος. Η συσκευή DIFOTI (Εικόνα 3-48) είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιεί ψηφιακή επεξεργασία εικόνας για ποσοτική διάγνωση και πρόγνωση στην οδοντιατρική. Βασίζεται στη διάδοση του φωτός ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του δοντιού και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό του βάθους της βλάβης. Χρησιμοποιεί τη διαπερατότητα οπτικών ινών ασφαλούς ορατού φωτός για την απεικόνιση του δοντιού. Σε αυτό το σύστημα, το φως που παρέχεται από ένα οπτικό ινώδες υλικό συλλέγεται στην άλλη πλευρά του δοντιού με σύστημα καθρέφτη και καταγράφεται με CCD απεικόνιση, στιγμιαία. Έτσι, οι εικόνες DIFOTI μπορούν να αποκτηθούν με επαναλαμβανόμενο τρόπο διατηρώντας την προσαρμογή ενός αριθμού παραμέτρων ελέγχου απεικόνισης. Στη συνέχεια, οι αποκτηθείσες πληροφορίες αποστέλλονται σε έναν υπολογιστή για ανάλυση με

αποκλειστικούς αλγόριθμους. Οι αλγόριθμοι αυτοί παράγουν ψηφιακές εικόνες που μπορούν να προβληθούν από τον οδοντίατρο και τον ασθενή σε πραγματικό χρόνο ή να χρησιμοποιηθούν για μελλοντική αξιολόγηση. Επιπλέον, το σύστημα αυτό μπορεί να χρησιμοποιήσει μεθόδους ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας για να ενισχύσει την αντίθεση ανάμεσα στους ήχους και τους τερηδονικούς ιστούς και να ποσοτικοποιήσει τα χαρακτηριστικά των αρχικών βλαβών των τεχνητών και δευτερευουσών τερηδόνων σε γειτονικές, μασητικές και ομαλές επιφάνειες. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση άλλων αλλαγών στην ανατομία των δοντιών του σώματος, όπως κατάγματα των δοντιών και φθορίωση. Το DIFOTI παρουσιάζει υψηλότερη ευαισθησία στην ανίχνευση πρώιμων βλαβών σε σύγκριση με την ακτινολογική εξέταση και έχει τη δυνατότητα ποσοτικής παρακολούθησης επιλεγμένων βλαβών σε μια χρονική περίοδο [108,131].



Εικόνα 3-48: Συσσκευή DIFOTI

Η κάμερα KaVo DIAGNOcam είναι μια συμπαγής και κινητή συσκευή για την ανίχνευση της τερηδόνας. Χρησιμοποιεί την τεχνολογία DIFOTI (Digital Imaging Fiber Optic Transillumination) για το φωτισμό του δοντιού. Υποστηρίζει τη διάγνωση της τερηδόνας που βρίσκεται στις ενδιάμεσες περιοχές των δοντιών, στις μασητικές επιφάνειες.



Εικόνα 3-49:Κάμερα KaVo DIAGNOcam

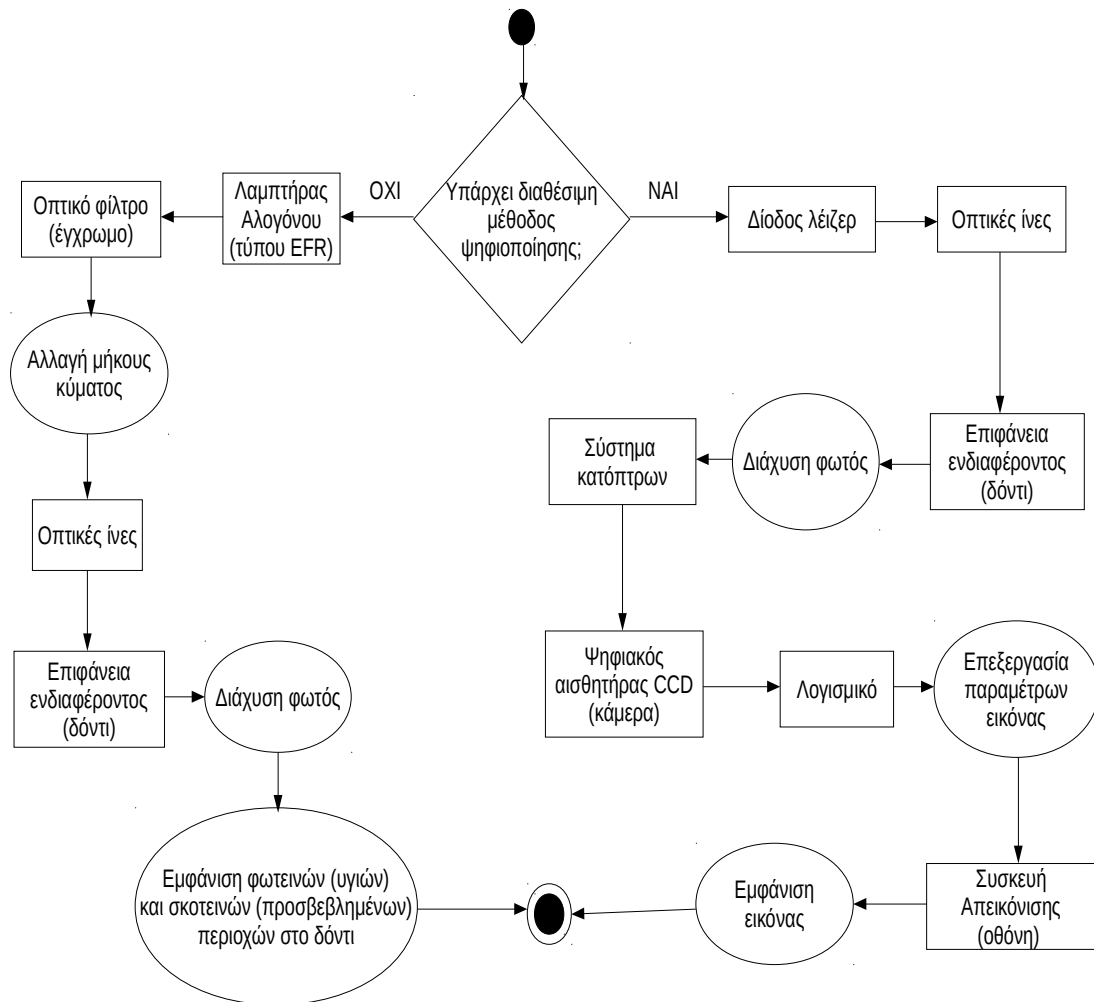
ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	
Κατανάλωση ισχύος	Μέγ. 0,5 A
Τάση τροφοδοσίας	5 V
Μήκος σωλήνα	2,5 μ
Βάρος	190 g
Δίοδος φωτός	Λείζερ
Μήκος κύματος	780 nm
Καλύτερη απόδοση	15 mW σύμφωνα με το DIN EN 60825-1

Πίνακας 3-18:Τεχνικά χαρακτηριστικά KaVo DIAGNOcam

3.10.1

Διάγραμμα ροής μεθόδου οπτικών ινών



3.11 **ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ (ECM)**

Τα συστήματα ανίχνευσης ηλεκτρικού ρεύματος βασίζονται στο ότι η υγιής αδαμαντίνη περιλαμβάνει σημαντική ποσότητα ανόργανων αλάτων, γεγονός που την καθιστούν κακό αγωγό του ηλεκτρικού ρεύματος. Οι συνθήκες υπό τις οποίες αποθηκεύεται το υλικό ή οι φυσικές αλλαγές στη δομή του, έχουν επίδραση σε αυτή την αγωγιμότητα. Καθώς όμως ξεκινά η απασβεστίωση τότε γίνεται πορώδης και οι πόροι αυτοί γεμίζουν με ηλεκτρολύτες, νερό και σάλιο. Η ηλεκτρική αντίσταση της αδαμαντίνης σχετίζεται με την απασβεστίωσή της, επομένως, όσο περισσότερο απασβεστωμένη είναι η αδαμαντίνη τόσο μικρότερη ηλεκτρική αντίσταση εμφανίζει. Το εναλλασσόμενο ρεύμα με που διοχετεύεται από την συσκευή έχει καθορισμένη συχνότητα και μετράει την αντίσταση του δοντιού είτε σε κάποιο σημείο του είτε σε κάποια επιφάνεια. Οι περιοχές της αδαμαντίνης που είναι γεμάτοι με ηλεκτρολύτες εξυπηρετούν ως αρτηρίες διόδου του ηλεκτρικού ρεύματος που διοχετεύεται στη συσκευή. Αυτό που καταχωρεί η συσκευή είναι η τιμή που οδηγεί στην μείωση της ηλεκτρικής αντίστασης και αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας [128].

Η μέθοδος χρήσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας για τη μέτρηση των τερηδονικών βλαβών στα δόντια υιοθετήθηκε για πρώτη φορά στον τομέα της οδοντιατρικής το 1959. Αυτή η διαγνωστική μέθοδος είναι μια νέα εφαρμογή της έννοιας της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας για τη μέτρηση της ανθεκτικότητας των υλικών στα δόντια. Παρ' όλα αυτά, παρέχει στους κλινικούς ιατρούς μετρήσιμα στοιχεία τα οποία επιτρέπουν μια αντικειμενική εκτίμηση της έκτασης της ανάπτυξης της τερηδόνας, κάτι που δεν μπορούσε να γίνει προηγουμένως με απλή οπτική επιθεώρηση.

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει διερευνηθεί η σχέση μεταξύ της έκτασης της τερηδόνας στα δόντια και της ηλεκτρικής αντίστασης. Είναι δυνατόν να εκτιμηθούν οι αλλοιώσεις της τερηδόνας λαμβάνοντας υπόψη διάφορες παραμέτρους, όπως το εμβαδόν επιφανείας επαφής, το πάχος των ιστών του σμάλτου και της οδοντίνης, η θερμοκρασία, το ιοντικό περιεχόμενο των υγρών των οδοντικών ιστών και ο χρόνος ωρίμανσης του δοντιού στο στοματικό περιβάλλον [105].

Παράγοντες που επηρεάζουν τις ηλεκτρικές μετρήσεις (Πίνακας 3-19)

<p>Αραιότητα της ύλης</p>	<p>Η Αραιότητα της ύλης μπορεί να σημαίνει είτε το βάθος των πόρων, τον όγκο των πόρων ή την τρισδιάστατη διαμόρφωση του πόρου, και τα τρία από τα οποία μπορούν να επηρεάσουν τις ιονικές μετακινήσεις στους σκληρούς ιστούς των οδοντοστοιχιών. Η ωρίμανση των δοντιών προκαλεί επίσης αλλαγές στο πορώδες των οδοντικών ιστών, όπως καταδεικνύεται από Schulte και Wang.</p>
<p>Επιφάνεια</p>	<p>Η επιφάνεια της επαφής του ηλεκτροδίου με το δόντι αποδίδει πολύ διαφορετικές ηλεκτρικές μετρήσεις. Οι μετρήσεις που λαμβάνονται μπορούν είτε να είναι ειδικές για κάθε τοποθεσία (ένα σημείο επαφής) είτε να είναι ειδικές για την επιφάνεια, με το καθένα να έχει διαφορετική μέτρηση.</p>
<p>Πάχος των ιστών</p>	<p>Το εύρος πάχους της σχισμής του σμάλτου θα επηρεάσει τις ηλεκτρικές μετρήσεις και μπορεί να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι διαφορετικοί τύποι δοντιών και διαφορετικοί τόποι μέτρησης αποφέρουν διαφορετικές ηλεκτρικές μετρήσεις.</p>
<p>Ενυδάτωση του σμάλτου</p>	<p>Η ενυδάτωση του σμάλτου επηρεάζει τη συγκέντρωση νερού και διαλυτών ηλεκτρολυτών. Πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να μην αφυδατώνετε τα δόντια πριν από την επεξεργασία ροής αέρα και την εφαρμογή του μέσου επαφής και, εάν είναι δυνατόν, να διατηρείτε σταθερή την έκταση της αφυδάτωσης για όλα τα δόντια που μετρούνται.</p>
<p>Θερμοκρασία</p>	<p>Πρόσφατα αποδείχθηκε ότι η θερμοκρασία των δοντιών επηρεάζει τις ηλεκτρικές τιμές που λαμβάνονται, αν και το γεγονός ότι αυτή η επίδραση ήταν γραμμική απλοποιεί της <i>in vitro</i> σε <i>in vivo</i> προεκτάσεις των απόλυτων τιμών των παραμέτρων [118].</p>

Η συγκέντρωση ιόντων στα υγρά οδοντικού ιστού	Υπάρχουν διακυμάνσεις και μεταβολές της συγκέντρωσης ιόντων στους σκληρούς ιστούς των δοντιών in vivo λόγω διατροφής ή πρόσληψης τροφής. Επομένως, ο βαθμός στον οποίο ο παράγοντας αυτός επηρεάζει τις μετρήσεις που λαμβάνονται in vivo είναι δύσκολο να εξαχθεί.
--	---

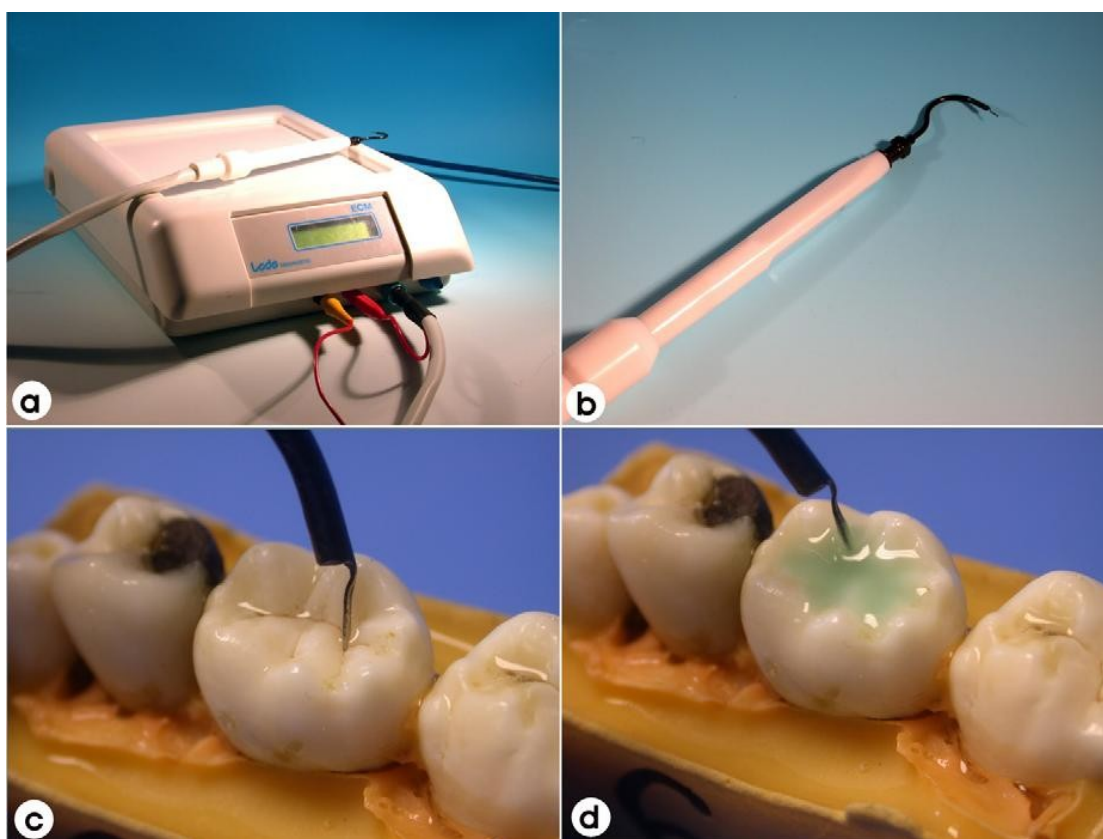
Πίνακας 3-19: Παράγοντες ηλεκτρικών μετρήσεων

Οι μελέτες σχετικά με τη συσκευή ηλεκτρικής παρακολούθησης (ECM) (Εικόνα 3-50) έχουν δείξει διαφορετικά αποτελέσματα αναπαραγωγιμότητας και εγκυρότητας [119,120]. Ορισμένες in vitro μελέτες έδειξαν ότι η παρουσία χρώματος είναι συγγέει τις μετρήσεις ECM. Εκτός αυτού, τα διαφορετικά όρια αποκοπής για βλάβες τερηδόνας σμάλτου και οδοντίνης μπορεί να χρειαστούν για λεκιασμένα δόντια [121,122]. Ως εκ τούτου, η ένδειξη της στην κλινική πρακτική εξακολουθεί να είναι αβέβαιη. Περαιτέρω in vivo μελέτες είναι απαραίτητες προκειμένου να καταστεί αυτή η τεχνολογία χρήσιμη στην πράξη.

Υπάρχουν διάφορα όργανα που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του δοντιού (Πίνακας 3-20). Αυτά τα μέσα έχουν εξελιχθεί κατά τη διάρκεια των ετών και ορισμένα από αυτά δεν χρησιμοποιούνται πλέον ή αντικαταστάθηκαν από άλλα νεότερα και πιο αποδοτικά μοντέλα μέτρησης. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα διάφορα όργανα που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας ενός δοντιού και των διαφόρων κατασκευαστών τους.

The modified AC Ohmmeter
Caries Meter L (G-C International Corp., Leuven, Belgium)
Vanguard Electronic Caries Detector (Massachusetts Manufacturing Corp., Cambridge, Mass., USA)
Electronic Caries Monitor(ECM) I, II, III and IV (LODE Diagnostic, Groningen, The Netherlands)
Modified Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS)
Electrical Impedance Tomography (EIT)

Πίνακας 3-20: Όργανα μέτρησης ηλεκτρικής αγωγιμότητας



Εικόνα 3-50: Συσκευή ECM

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της διαγνωστικής μεθόδου ηλεκτρικής αγωγιμότητας, όπως φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα 3-21.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Η ποσοτικοποίηση των δεδομένων συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση των ανθρώπινων λαθών.	Χαμηλή εξειδίκευση, χαμηλές πιθανότητες αρνητικής εξέτασης μεταξύ ασθενών χωρίς την ασθένεια.
Επιτρέπει αναπαραγωγιμότητα και καταγραφή δεδομένων για μελλοντικές παρακολουθήσεις ή για παρακολούθηση της πρόοδου της τερηδόνας	Χαμηλότερη απόδοση στις επιμέρους μετρήσεις της επιφάνειας
Επιτρέπει την ανίχνευση μη αλλοιωμένων βλαβών	Ο συντονισμός στο παρασκήνιο μπορεί να οδηγήσει σε καρδιακές διαταραχές. Η ελάχιστη συχνότητα δεν πέφτει κάτω από τα 100Hz, έτσι ώστε να μην μιμείται τη συχνότητα της καρδιακής εκκένωσης [123]
ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΠΑΡΕΜΒΑΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ	Το εναλλασσόμενο ρεύμα που χορηγείται μπορεί να παραβιάζει το όριο του πόνου του ασθενούς. Η έντονη διέγερση των νεύρων και των μυών μπορεί να προκαλέσει μυϊκή κόπωση και πόνο. Δεδομένου ότι η συχνότητα του ρεύματος επηρεάζει τις τιμές κατωφλίου, οι in vivo συνθήκες απαιτούν την χρήση εναλλασσόμενου ρεύματος υψηλής συχνότητας για την ασφάλεια και την άνεση

	του ασθενούς. Αυτό μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την ακρίβεια των ληφθέντων μετρήσεων, δεδομένου ότι η συχνότητα του ρεύματος θα πρέπει να είναι κοντά στο μηδέν ιδανικά για να ληφθεί μια ακριβής τιμή για την ηλεκτρική αντίσταση. Ως εκ τούτου, αυτή η τεχνική είναι πιο κατάλληλη για in vitro μετρήσεις [123]
	Η διαγνωστική μέθοδος είναι χρονοβόρα, επομένως δεν είναι δημοφιλής μεταξύ των οδοντιατρικών πρακτικών και χρησιμοποιείται κυρίως στην έρευνα. Ακόμα και τότε, η ανεπαρκής και απρόβλεπτη επαφή του καθετήρα με την περιοχή του δοντιού καθιστά την παρακολούθηση της κακοήθους διαδικασίας ανεπαρκής.

Πίνακας 3-21: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα ηλεκτρικής Αγωγιμότητας

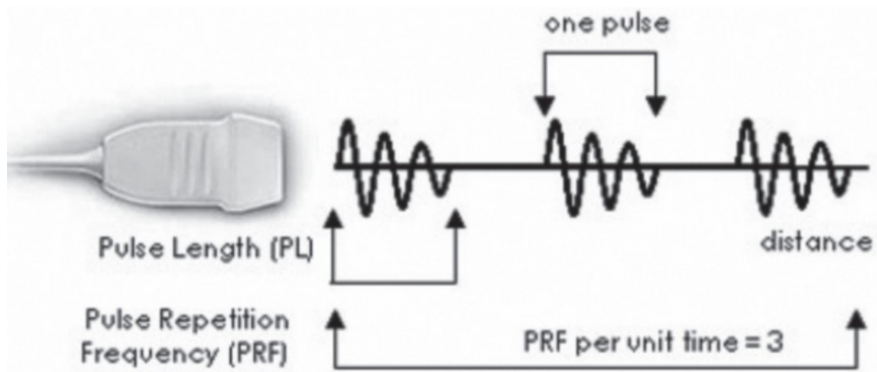
3.12 ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΙΚΩΝ ΑΛΛΟΙΩΣΕΩΝ

3.12.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Η τεχνική των υπέρηχων δεν είναι μια νέα μέθοδος διάγνωσης, οι υπέρηχοι χρησιμοποιούνται εδώ και πολλά χρόνια στους τομείς της ιατρικής, ενώ χρησιμοποιούνται ελάχιστα στην οδοντιατρική. Οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται σε αυτή την μέθοδο είναι μεγαλύτερες των 20KHz [128].

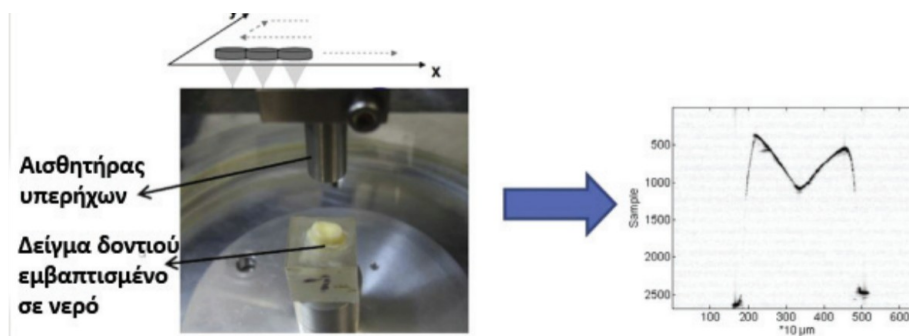
Η αρχή πίσω από την τεχνική είναι ότι τα ηχητικά κύματα μπορούν να περάσουν από τα αέρια, τα υγρά και τα στερεά. Τα σωματίδια των ιστών μπορούν να αποκτηθούν με τη συλλογή των ανακλώμενων ηχητικών κυμάτων. Προκειμένου τα ηχητικά κύματα να φτάσουν στο δόντι, πρέπει να περάσουν πρώτα μέσω ενός μηχανισμού σύζευξης, συνήθως νερού και γλυκερίνης. Στα πλεονεκτήματα των υπέρηχων συγκαταλέγεται το σχετικά μικρό κόστος της συσκευής, η ικανότητα να δίνει άμεση διάγνωση αλλά και ο υπολογισμός διαφόρων χαρακτηριστικών των αντικειμένων που εξετάζονται όπως το μέτρο ελαστικότητας και το μέτρο διάτμησης.

Τα ηχητικά κύματα παλμού (Εικόνα 3-51) υποδηλώνουν ότι κάθε παλμός που παράγεται μεταδίδεται σε ένα δόντι και στη συνέχεια ανακλάται πίσω εάν χτυπά σε οποιαδήποτε ασυνέχεια. Ο ήχος και η αφαλάτωση μπορούν να διαφοροποιηθούν από τη θέση της ηχούς τους.



Εικόνα 3-51: Διάγραμμα παραγωγής υπερηχητικών παλμών

Η αδαμαντίνη και τα περισσότερα στερεά είναι διαπερατά από τους υπερήχους γι' αυτό και μπορούν να απεικονίσουν ρωγμές οι οποίες είναι πολύ δύσκολο να εντοπιστούν με τη συμβατική ακτινογραφία. Η εικόνα 3-52 δείχνει μια απεικόνιση με τη χρήση υπερήχων[134]. Οι συσκευές υπερήχων έχουν εξελιχθεί πολύ τα τελευταία χρόνια, ενώ η χρήση τους στην ιατρική έχει αυξηθεί. Στην εντόπιση όμως τερηδονικών αλλοιώσεων η χρήση τους βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο.

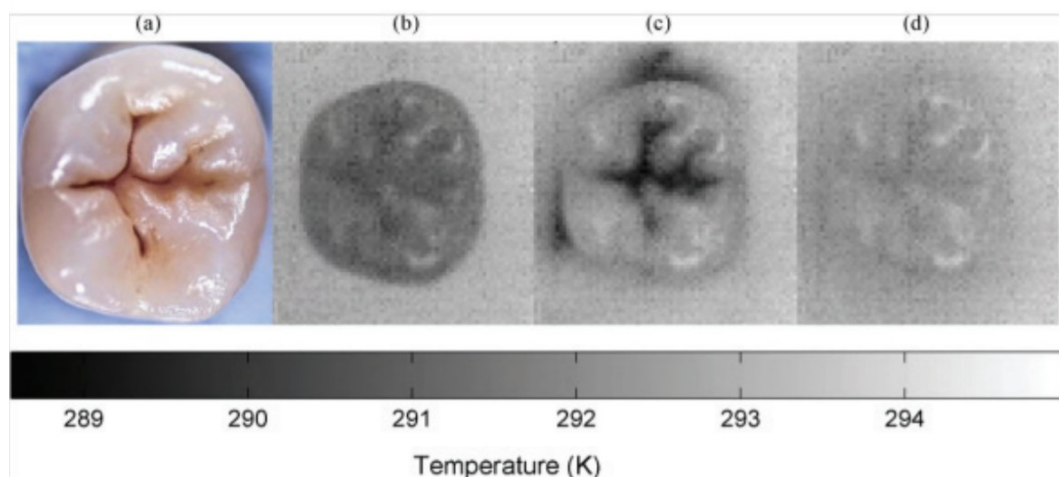


Εικόνα 3-52: Πειραματική συσκευή υπερήχων. Απεικόνιση του δοντιού μετά από επεξεργασία

3.12.2 ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΘΕΡΜΟΓΡΑΦΙΑ (INFRARED THERMOGRAPHY)

Η μέθοδος της υπέρυθρης θερμογραφίας μετρά τη μεταβολή της θερμικής ενέργειας των υγρών που εξατμίζονται από τις τερηδονικές αλλοιώσεις. Λόγω του ότι απασβεστωμένες περιοχές είναι περισσότερο πορώδεις και περιέχουν περισσότερα υγρά, παρατηρείται πτώση θερμοκρασίας από τις επιφάνειες κατά την εξάτμιση από ότι στην υγιή αδαμαντίνη [135]. Η υπέρυθρη θερμογραφία δεν έχει χρησιμοποιηθεί μέχρι στιγμής ενδοστοματικά όπου υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τις μετρήσεις, όπως, η διαφορετικές ενδοστοματικές θερμοκρασίες λόγω της αναπνοής ή την εξάτμιση από κοντινές επιφάνειες. Επίσης η απόσταση του δοντιού από την πηγή του αέρα που έχει χρησιμοποιηθεί στις μελέτες μέχρι τώρα (20 cm) δεν είναι εργονομική για καταγραφές σε οπίσθια δόντια .

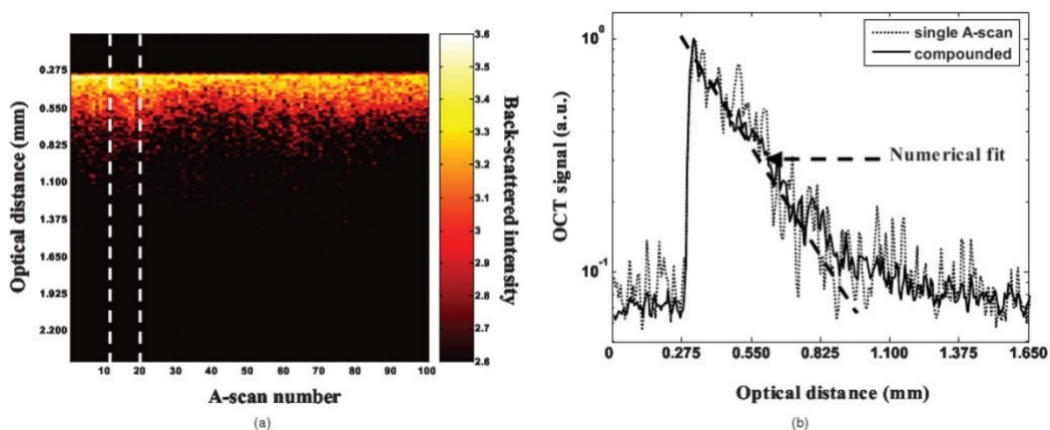
Η συγκεκριμένη μέθοδος φαίνεται να έχει προοπτική στην αναγνώριση τερηδονικών αλλοιώσεων, αν ξεπεραστούν τεχνικά προβλήματα και γίνουν περισσότερες μελέτες για να μπορεί να γίνει χρήση της τεχνικής ευρύτερα.



Εικόνα 3-53: Παράδειγμα καταγραφής εικόνων από υπέρυθρη θερμογραφία

3.12.3 ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΟΠΤΙΚΗΣ ΣΥΜΒΟΛΗΣ (OCT)

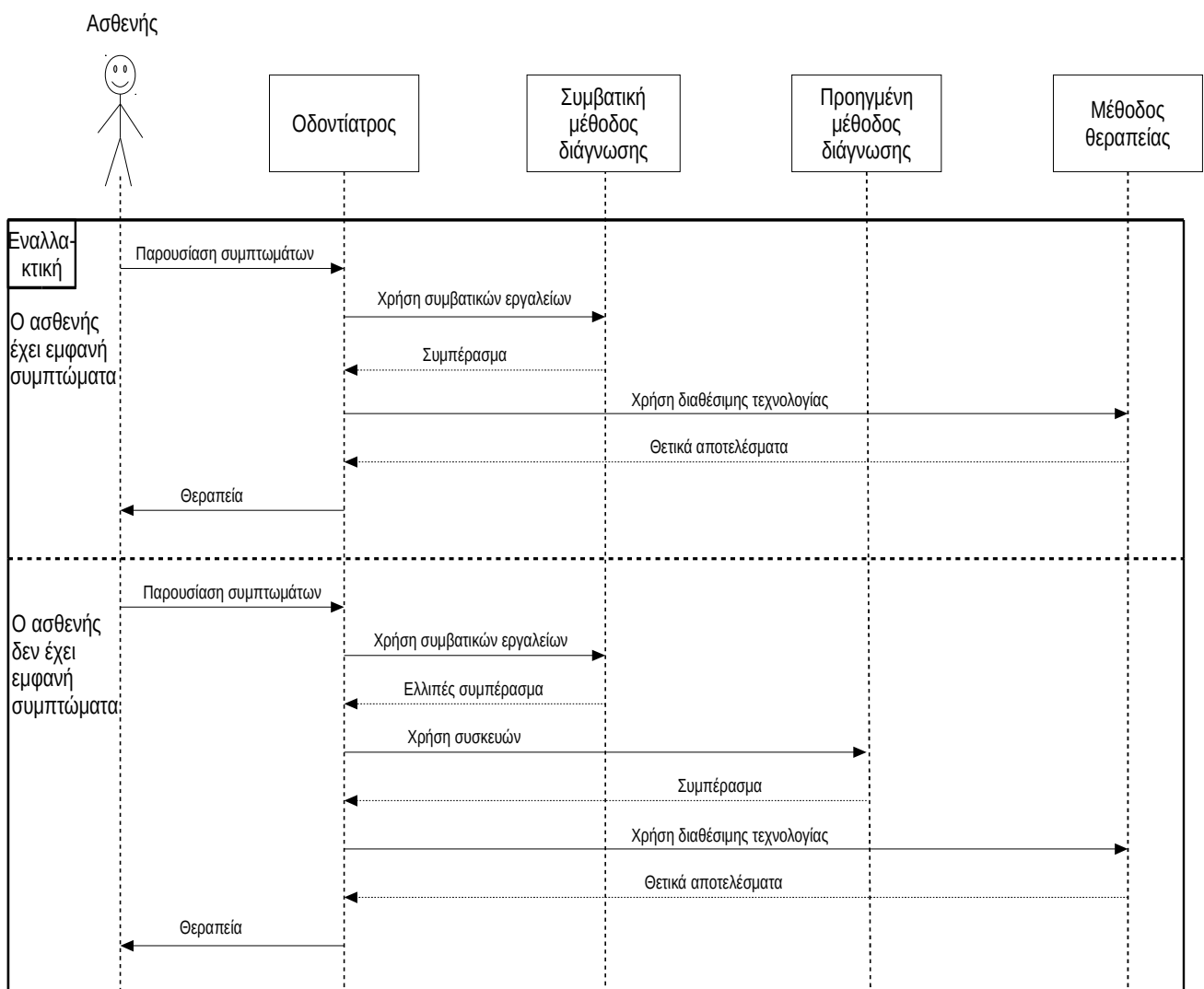
Η OCT είναι μια μέθοδος που δημιουργήθηκε για αξιολόγηση διαφανών και μη υλικών. Χρησιμοποιεί το φωτεινή δέσμη κοντά στην περιοχή του υπέρυθρου (Near Infrared – NIR). Η OCT χρησιμοποιώντας το φαινόμενο της συμβολής των οπτικών κυμάτων καθώς και του συνεστιακού μικροσκοπίου (confocal microscopy) με συμβολομετρία χαμηλής συνοχής (low coherence interferometry) μπορεί να κατασκευάσει εικόνες της μικροδομής της φθοράς που παρουσιάζουν τις δομικές μεταβολές της περιοχής και συνεπώς μπορεί να συγκρίνει ποσοτικά και ποιοτικά γνωρίσματα των περιοχών με ιστολογικές μεθόδους όπως υπολογιστική τομογραφία και εγκάρσια μικροακτινογραφία που είναι ο “χρυσός κανόνας” μέτρησης της απασβεσίωσης [136,137]. Η συσκευή διαχωρίζει μια οπτική δέσμη στα δύο, οι δύο αυτές δέσμες ακολουθούν διαφορετική διαδρομή στο υπό μελέτη υλικό. Στο τέλος της διαδρομής οι δύο ακτίνες συμβάλλουν και η συμβολή αυτή δίνει πληροφορίες για τις ιδιότητες του υλικού που διαπέρασαν[135]. Καθώς η συσκευή μετακινείται σε σχέση με το δόντι, τα πρότυπα συμβολής που δημιουργούνται φτιάχνουν έναν δισδιάστατο μοντέλο του υλικού. Μετά την εξέλιξη του συστήματος να χρησιμοποιεί πολωμένο φως (polarization-sensitive OCT - PS-OCT), η χρήση της στην οδοντιατρική έγινε εντονότερη. Τα αποτελέσματα αυτής της μεθόδου φέρουν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Χρειάζονται στη συνέχεια κλινικές μελέτες που θα πιστοποιήσουν την κλινική αξία της τεχνικής.



Εικόνα 3-54: (α) Παράδειγμα 2-D (B-scan) απεικόνισης OCT υγιούς αδαμαντίνης και (β) καταγραφής της έντασης του ανακλώμενου σήματος

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΤΗΣ ΤΕΡΗΔΟΝΑΣ



Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται η διαδικασία που ακολουθείται σε περίπτωση ύπαρξης τερηδονικών βλαβών σε δόντι ή δόντια ασθενή. Η κάθετη διαδρομή αντιπροσωπεύει την πάροδο του χρόνου, ενώ η οριζόντια αντιπροσωπεύει ενέργειες (με βέλος) και πληροφορία (με διακεκομμένο βέλος). Είναι προφανές ότι οι περισσότεροι οδοντίατροι χρησιμοποιούν συχνότερα τις συμβατικές μεθόδους λόγω ευκολίας, χαμηλού κόστους και εμπιστοσύνης στην προσωπική, επαγγελματική τους εμπειρία, ενώ σε λιγότερες περιπτώσεις, στις οποίες δεν υπάρχει εμφανής βλάβη, καταφεύγουν σε πιο προηγμένες μεθόδους. Οι μέθοδοι και οι τεχνικές επομένως που διατίθενται για την ανίχνευση της τερηδόνας καλύπτονται αρκετά από τις περισσότερες συμβατικές μεθόδους και την ακτινογραφία, όμως τα νέα συστήματα ανίχνευσης των τερηδονικών αλλοιώσεων έχει αποδειχθεί ότι ανιχνεύουν την τερηδονική αλλοίωση σε πρώιμο στάδιο. Βέβαια η αυξανόμενη συχνότητα εμφάνισης και προόδου της τερηδόνας στις μασητικές επιφάνειες έχει καταστήσει τα συμβατικά συστήματα ανίχνευσης, λιγότερο χρήσιμα. Οι μέθοδοι φθορισμού έχουν αποδειχθεί ότι εμποδίζουν την πρόοδο των πρώιμων αλλοιώσεων τερηδόνας.

Τα εργαλεία ανίχνευσης της τερηδόνας αποσκοπούν στην έγκαιρη ανίχνευση της τερηδόνας και στην πρόληψη της εξέλιξής της από την αφαλάτωση σε σπηλαιώση, πράγμα που είναι ιδιαίτερα δύσκολο να γίνει μόνο με τις συμβατικές μεθόδους. Παρόλο που επί του παρόντος δεν υπάρχει κάποια διαγνωστική μέθοδος που να μπορεί να ανιχνεύει αξιόπιστα πρώιμες τερηδονικές βλάβες σε όλες τις επιφάνειες των δοντιών, οι προοπτικές φαίνονται ευνοϊκές, με τη συνεχιζόμενη έρευνα για τις μεθόδους: ψηφιακής ακτινογραφίας, φθορισμού λέιζερ, ποσοτικού φθορισμού, τεχνολογίας λαμπτήρων-διόδων LED και ψηφιακής οπτικής διήθησης από οπτικές ίνες, όπως φαίνεται αναλυτικότερα στον Πίνακα 4-22. Εδώ βλέπουμε επίσης την απόδοση των μεθόδων για ανίχνευση σε διάφορες οδοντικές επιφάνειες, καθώς και τα σύγχρονα μέσα που διαθέτει η καθεμία από αυτές. Η μέθοδος ECM είναι αρκετά παλιά στο χώρο της οδοντιατρικής και δείχνει δύσκολα εξελίξιμη, ενώ πρέπει να ληφθεί υπόψιν και ο παράγοντας του πόνου για τον ασθενή λόγω ρεύματος. Από τις μεθόδους που βρίσκονται ακόμα σε ερευνητικό στάδιο μόνο οι υπέρηχοι παρουσιάζουν κάποιες προοπτικές. Άλλωστε σε άλλους τομείς τις ιατρικής είναι ήδη βασικός παράγοντας της διαγνωστικής διαδικασίας και υπάρχει το κατάλληλο υπόβαθρο εξέλιξής της και για την οδοντιατρική. Η ανάπτυξη νεότερων μεθοδολογιών ανίχνευσης της τερηδόνας είναι ζωτικής σημασίας για τη μείωση της πιθανότητας μιας λανθασμένης διάγνωσης, η οποία τελικά θα οδηγήσει σε λανθασμένη θεραπευτική απόφαση.

Μέθοδος	Ευκολία Χρήσης	Περίπτωση σφάλματος	Ανίχνευση σε βάθος	Μασητικές επιφάνειες	Λείες επιφάνειες	Μεσοδόντιες επιφάνειες	Πρώιμη τερηδόνα
Οπτική εξέταση	●	●		●			
ICDAS II	●	●		●			
Συμβατική ακτινογραφία	●		●		●	●	
Ψηφιακή ακτινογραφία			●		●	●	
Αφαιρετική ακτινογραφία		●	●		●	●	●
QLF		●	●	●	●		●
DIAGNOdent	●	●			●		●
DIAGNOdent pen	●	●				●	●
Vistaproof – Vistacam	●		●	●	●		●
Τεχνολογία LED	●	●		●		●	●
FOTI	●	●		●	●		
DIFOTI				●	●		●
ECM				●			
Υπέρηχοι		●	●		●	●	●
Υπέρυθρη Θερμογραφία							
OCT							

Μέθοδος	Επεξεργαστής	Λογισμικό	Οθόνη	Κάμερα	Χρήση Η/Υ	Ιστορικό	Προοπτικές
Οπτική εξέταση							
ICDAS II							
Συμβατική ακτινογραφία							
Ψηφιακή ακτινογραφία		●	●	●	●		●
Αφαιρετική ακτινογραφία		●	●	●	●	●	
QLF		●	●	●	●	●	●
DIAGNOdent	●		●				
DIAGNOdent pen	●		●				
Vistaproof – Vistacam		●	●	●	●	●	●
Τεχνολογία LED	●						●
FOTI	●		●				
DIFOTI		●	●	●	●	●	●
ECM	●		●				
Υπέρηχοι							●
Υπέρυθρη Θερμογραφία							
OCT							

Πίνακας 4-22: Χαρακτηριστικά και προοπτικές των μεθόδων

5 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1 https://newtech-pub.com/wp-content/uploads/2014/01/003-034-Chapter_1_2009a.pdf
- 2 https://en.wikipedia.org/wiki/Dental_anatomy#cite_ref-1
- 3 Pitts, N. B. & Zero, D. T. White paper on dental caries prevention and management. FDI World Dental Federation [http://www.fdiworlddental.org/sites/default/files/media/documents/2016-fdi_cpp-white_paper.pdf\(2016\)](http://www.fdiworlddental.org/sites/default/files/media/documents/2016-fdi_cpp-white_paper.pdf(2016)).
- 4 Koussoulakou, D. S., Margaritis, L. H. & Koussoulakos, S. L. A curriculum vitae of teeth: evolution, generation, regeneration. *Int. J. Biol. Sci.* 5, 226-243 (2009)
- 5 Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental Caries. *Lancet.* 2007;369(9555):51- 59.
- 6 Costa SM, Martins CC, Bonfim ML, et al. A systematic review of socioeconomic indicators and dental caries in adults. *J Environ Res Public Health.* 2012;9(10):3540-3574.
- 7 Chandki R, Banthia P, Banthia R. Biofilms: A microbial home. *Journal of Indian Society of Periodontology.* 2011;15(2):111
- 8 Lang N, Mombelli A, Attström R. Oral biofilms and calculus. In: *Clinical Periodontology and Implant Dentistry.* Oxford, UK: Blackwell Munksgaard; 2008. pp. 197-205
- 9 Processor J. Quorum sensing in biofilms. In: *Dental Plaque revisited.* Cardiff: Bioline; 1999. pp. 79-88
- 10 Jones, S.J., Boyde, A. (1984). Ultrastructure of Dentin and Dentinogenesis. In: *Dentin and Dentinogenesis.* Vol. I., (Linde A., Ed.) CRC Press, Boca Raton:81.
- 11 https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CE%B4%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CF%80%CE%BF%CE%BB%CF%86%CF%8C%CF%82#cite_note-4
- 12 Butler, W.T., Ritchie, H. (1995). The nature and functional significance of dentin extracellular matrix proteins. *Int. J. Dev. Biol.*, 39, 169-179. <http://www.ijdb.ehu.es/web/paper/7626404/the-nature-and-functional-significanc>.
- 13 Mandel IH. Relation of saliva and plaque to caries. *J Dent Res* 1974;53:246-266.
- 14 Marsh PD. Microbial ecology of dental plaque and its significance in health and disease. *Adv Dent Res* 1994;8:263-271.
- 15 Barberia E, Maroto M, Arenas M, Silva CC. A clinical study of caries diagnosis with a laser fluorescence system. *J Am Dent Assoc.* 2008;139(5):572-9.
- 16 Featherstone JBD Dental caries: a dynamic disease process. *Australian Dental Journal* 2008;53:286-291.
- 17 Loesche WJ. Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiol Rev* 1986;50:353-380.
- 18 Selwitz R. H, Ismail A. I, Pitts N. B. :Dental caries *Lancet* 2007;369:51-59.
- 19 Fejerskov O. Concepts of dental caries and their consequences for understanding the disease. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1997;25(1):5-12.
- 20 Featherstone JBD. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1999;27:31-40.
- 21 Carvalho JC, Ekstrand KR, Thylstrup A. Dental plaque and caries on occlusal surfaces of first permanent molars in relation to stage of eruption. *J Dent Res* 1989;68(5):773-9. 156
- 22 TenCate's. *Oral histology. Development, structure and function.* (2008) Elsevier Publishing, 8th Edition.
- 23 Thomson W M: Dental caries experience in older people over time: what can the large cohort studies tell us?*British Dental Journal* 2004;196:89-92.

- 24 Benson PE, Douglas C, Martin MV. Fluoridated elastomers: Effect on the microbiology of plaque. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004;126(3):325-330
- 25 Roberts A. Bacteria in the mouth. *Dental Update*. 2005;32(3):134-136, 139-140, 142
- 26 Hardie J. Oral microbiology: Current concepts in the microbiology of dental caries and periodontal disease. *British Dental Journal*. 1992;172(7):271-278
- 27 Featherstone J. Dental caries: A dynamic disease process. *Australian Dental Journal*. 2008;53(3):286-291
- 28 Scheie AA, Petersen FC. The biofilm concept: Consequences for future prophylaxis of oral diseases? *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*. 2004;15(1):4-12
- 29 Dye BA, Tan S, Smith V, Lewis B, Barker L, Thornton-Evans G, Eke P, Beltrán-Aguilar E, Horowitz A, Li C. Trends in oral health status: United States, 1988-1994 and 1999-2004. *Vital and health statistics series 11. Data from the National Health Survey*; 2007(248):1-92
- 30 Iwaki K, Koya-Miyata S, Kohno K, Ushio S, Fukuda S. Antimicrobial activity of *Polygonum tinctorium* Lour: Extract against oral pathogenic bacteria. *Journal of Natural Medicines*. 2006;60(2):121-125
- 31 Wright J, Hart T. The genome projects: Implications for dental practice and education. *Journal of Dental Education*. 2002;66(5):659-671
- 32 König K. *Caries and Caries Prevention*. Munich, Germany: Goldmann; 1971. pp. 11-68
- 33 Declerck D, Leroy R, Martens L, Lesaffre E, Garcia-Zattera MJ, Broucke SV, Debyser M, Hoppenbrouwers K. Factors associated with prevalence and severity of caries experience in preschool children. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*. 2008;36(2):168-178
- 34 Paster BJ, Olsen I, Aas JA, Dewhirst FE. The breadth of bacterial diversity in the human periodontal pocket and other oral sites. *Periodontology 2000*. 2006;42(1):80-87
- 35 Islam B, Khan SN, Khan AU. Dental caries: From infection to prevention. *Medical Science Monitor*. 2007;13(11):RA196
- 36 Lemos JA, Burne RA. A model of efficiency: Stress tolerance by *Streptococcus mutans*. *Microbiology*. 2008;154(11):3247-3255
- 37 Loesche WJ. Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiological Reviews*. 1986;50(4):353
- 38 Watnick P, Kolter R. Biofilm, city of microbes. *Journal of Bacteriology*. 2000;182(10):2675-2679
- 39 Jeon J-G, Rosalen P, Falsetta M, Koo H. Natural products in caries research: Current (limited) knowledge, challenges and future perspective. *Caries Research*. 2011;45(3):243-263
- 40 Summitt JB, Robbins JW, Schwartz RS. *Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. 3rd ed. Hanover Park, IL: Quintessence Publishing; 2006. pp. 2-4
- 41 Ogaard B. White spot lesion during orthodontic treatment: Mechanism and fluoride preventive aspects. *Seminars in Orthodontics*. 2008;14:183-193
- 42 Guo L, Shi W. Salivary biomarkers for caries risk assessment. *Journal of the California Dental Association*. 2013;41:107-109; 112-108
- 43 Akin M, Basciftci FA. Can white spot lesions be treated effectively? *The Angle Orthodontist*. 2012;82:770-775
- 44 Kugel G, Arsenault P, Papas A. Treatment modalities for caries management, including a new resin infiltration system. *The Compendium of Continuing Education in Dentistry*. 2009;30(Spec 3):1-10; quiz 11-12
- 45 Ogaard B, Rolla G, Arends J. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 1. Lesion development. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1988;94:68-73
- 46 Λουλουδιάδης Κ. Αιτιοπαθογένεια και πρόληψη της τερηδόνας ρίζας. *Οδοντοστοματολογική Πρόοδος* 1997;51:283-290.
- 47 www.mayoclinic.org/diseases-conditions/cavities/symptoms-causes/syc-20352892
- 48 Featherstone JBD. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1999;27:31-40.

- 49 ICDAS: Coordinating Committee. Rationale and Evidence for the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS II), University of Michigan, Ann Arbor MI, 2005
- 50 Ekstrand KR, Ricketts DN, Kidd EA. Occlusal caries: pathology, diagnosis and logical management. *Dent Update*. 2001; 28(8):380-7
- 51 Wyne, A.H. & Guile, E.E. (1993). Caries activity indicators. A review. *Indian Journal of Dental Research*, Vol.4, No.2, (April-June), pp. 39-46, ISSN 0970-9290
- 52 Lagerlöf, F. & Oliveby, A. (1996). Clinical implications: new strategies for caries treatment. In: *Early detection of dental caries: Proceedings of the 1st Annual Indiana Conference*, Stookey, G.K., pp. 297-321, Indiana University School of Dentistry, ISBN 0-9655 149-2-7, Indianapolis
- 53 Pitts, N.B. (2004). Modern concepts of caries measurement. *Journal of Dental Research*, Vol.83, No. Spec No C, p. C43-C47, ISSN 0022-0345
- 54 Kidd, E.A. & Fejerskov, O. (2004). What constitutes dental caries ? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *Journal of Dental Research*, Vol.83, No. Spec No C, pp. C35-C38, ISSN 0022-0345
- 55 Ekstrand, K.R. & Bjørndal, L. (1997). Structural analysis of plaque and caries in relation to the morphology of the groove-fossa system on erupting mandibular third molars. *Caries Research*, Vol.31, No.5, pp. 336-348, ISSN 0008-6568
- 56 Nyvad, B.; Fejerskov, O. & Baelum, V. (2008). Visual-tactile caries diagnosis. In: *Dental caries: the disease and its clinical management*, Fejerskov, O. & Kidd, E.A.M., pp. 49-69, Blackwell Munksgaard, ISBN 9781405138895, Oxford.
- 57 Nyvad, B.; Machiulskiene, V. & Baelum, V. (1999). Reliability of a new caries diagnostic system differentiating between active and inactive caries lesions. *Caries Research*, Vol.33, No.4, (July-August), pp. 252-260, ISSN 0002-8177.
- 58 Bjørndal, L. & Thylstrup, A. (1995). A structural analysis of approximal enamel caries lesions and subjacent dentin reactions. *European Journal of Oral Sciences*, Vol.103, No.1, (February), pp. 25-31, ISSN 1600-0722
- 59 Mortimer, K.V. (1970). The relationship of deciduous enamel structure to dental disease. *Caries Research*, Vol.4, No.3, pp. 206-223, ISSN 0002-8177
- 60 Pitts, N.B. & Rimmer, P.A. (1992). An in vivo comparison of radiographic and directly assessed clinical caries status of posterior approximal surfaces in primary and permanent teeth. *Caries Research*, Vol.26, No.2, pp. 146-152, ISSN 0002-8177
- 61 Hamilton, J.C. (2005). Should a dental explorer be used to probe suspected carious lesions? Yes - an explorer is a time-tested tool for caries detection. *Journal of the American Dental Association*, Vol.136, No.11, (November), pp. 1526, 1528, 1530, passim, ISSN 0002-8177
- 62 Ekstrand, K.; Qvist, V. & Thylstrup, A. (1987). Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces. *Caries Research*, Vol.21, No.4, pp. 368-374, ISSN 0008-6568
- 63 Stookey, G. Should a dental explorer be used to probe suspected carious lesions? No - use of an explorer can lead to misdiagnosis and disrupt remineralization. *Journal of the American Dental Association*, Vol.136, No.11, (November), pp. 1527, 1529, 1531, ISSN 0002-8177
- 64 Loesche, W.J.; Svanberg, M.L. & Pape, H.R. (1979). Intra oral transmission of *Streptococcus mutans* by a dental explorer. *Journal of Dental Research*, Vol.58, No.8, (August), pp. 1765-1770, ISSN 0022-0345
- 65 Araújo, F.B.; Araújo, D.R.; Santos, C.K. & Souza, M.A. (1996). Diagnosis of approximal caries in primary teeth: radiographic versus clinical examination using tooth separation. *American Journal of Dentistry*, Vol.9, No.2, (April), pp. 54-56, ISSN 0894-8275
- 66 Hintze, H.; Wenzel, A.; Danielsen, B. & Nyvad, B. (1998). Reliability of visual examination, fibre-optic transillumination, and bite-wing radiography, and reproducibility of direct visual examination following tooth separation for the identification of cavitated carious lesions in contacting approximal surfaces. *Caries Research*, Vol.32, No.3, pp. 204-209, ISSN 0002-8177

- 67 Braga, M.M.; Mendes, F.M.; Martignon, S.; Ricketts, D.N. & Ekstrand, K.R. (2009). In vitro comparison of Nyvad's system and ICDAS-II with Lesion Activity Assessment for evaluation of severity and activity of occlusal caries lesions in primary teeth. *Caries Research*, Vol.43, No.5, (September), pp. 405-412, ISSN 0008-6568
- 68 Nyvad, B.; Machiulskiene, V. & Baelum, V. (2003). Construct and predictive validity of clinical caries diagnostic criteria assessing lesion activity. *Journal of Dental Research*, Vol.82, No.2, (February), pp. 117-22, ISSN 0022-0345
- 69 Nyvad, B. (2004). Diagnosis versus detection of caries. *Caries Research*, Vol.38, No.3, (May/June), pp. 192-198, ISSN 0002-8177
- 70 Bader, J.D.; Shugars, D.A. & Bonito, A.J. (2001). Systematic reviews of selected dental caries diagnosis and management methods. *Journal of Dental Education*, Vol.65, No.10, (October), pp. 960-968, ISSN 0022-0337
- 71 Ekstrand, K.R.; Ricketts, D.N. & Kidd, E.A. (1997). Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth on the occlusal surface: an in vitro examination. *Caries Research*, Vol.31, No.3, pp. 224-231, ISSN 0008-6568
- 72 Ismail, A.I.; Sohn, W.; Tellez, M.; Amaya, A.; Sen, A.; Hasson, H. & Pitts, N.B. (2007). The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, Vol.35, No.3, (June), pp. 170-178, ISSN 0301-5661
- 73 Pitts, N.B. & Stamm, J.W. (2004). International Consensus Workshop on Caries Clinical Trials (ICW-CCT) -- final consensus statements: agreeing where the evidence leads. *Journal of Dental Research*, Vol.83, No. Spec No C, pp. C125-C128, ISSN 0022-0345
- 74 Jablonski-Momeni, A.; Stachniss, V.; Ricketts, D.N.; Heinzl-Gutenbrunner, M. & Pieper, K. (2008). Reproducibility and accuracy of the ICDAS-II for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Research*, Vol.42, No.2, (January), pp. 79-87, ISSN 0002-8177
- 75 Ekstrand, K.R.; Martignon, S.; Ricketts, D.J. & Qvist, V. (2007). Detection and activity assessment of primary coronal caries lesions: a methodologic study. *Operative Dentistry*, Vol.32, No.3, (May-June), pp. 225-235, ISSN 0361-7734
- 76 Zandoná, A.F. & Zero, D.T. (2006). Diagnostic tools for early caries detection. *Journal of the American Dental Association*, Vol.137, No.12, (December), pp. 1675-1684; quiz 1730, ISSN 0002-8177
- 77 Diniz, M.B., Rodrigues, J.A.; Hug, I.; Cordeiro, R.C. & Lussi, A. (2009) Reproducibility and accuracy of the ICDAS-II for occlusal caries detection. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, Vol.37, No.5, (October), pp. 399-404, ISSN 0301-5661
- 78 Rodrigues, J.A.; Hug, I.; Diniz, M.B. & Lussi, A. (2008). Performance of fluorescence methods, radiographic examination and ICDAS II on occlusal surfaces in vitro. *Caries Research*, Vol.42, No.4, (July), pp. 297-304, ISSN 0002-8177
- 79 Braga, M.M.; Ekstrand, K.R.; Martignon, S.; Imparato, J.C.; Ricketts, D.N. & Mendes, F.M. (2010). Clinical performance of two visual scoring systems in detecting and assessing activity status of occlusal caries in primary teeth. *Caries Research*, Vol.44, No.3, (June), pp. 300-308, ISSN 0008-6568
- 80 Neuhaus, K.W.; Rodrigues, J.A.; Hug, I.; Stich, H. & Lussi, A. (2010). Performance of laser fluorescence devices, visual and radiographic examination for the detection of occlusal caries in primary molars. *Clinical Oral Investigations*, May 27 (Epub ahead of print).
- 81 Shoib, L.; Deery, C.; Ricketts, D.N. & Nugent, Z.J. (2009). Validity and reproducibility of ICDAS II in primary teeth. *Caries Research*, Vol.43, No.6, (November), pp. 442-448, ISSN 0002-8177
- 82 Diniz, M.B.; Lima, L.M.; Eckert, G.; Zandona, A.G.; Cordeiro, R.C. & Pinto, L.S. (2011). In vitro evaluation of ICDAS and radiographic examination of occlusal surfaces and their association with treatment decisions. *Operative Dentistry*, Vol.36, No.2, (March-April), pp. 133-142, ISSN 0361-7734

- 83 Longbottom, C.; Ekstrand, K. & Zero, D. (2009). Traditional preventive treatment options. *Monographs in Oral Science*, Vol.21, (June), pp. 149-155, ISSN: 0077-0892
- 84 Pitts, N.B. & Richards, D. (2009). Personalized treatment planning. *Monographs in Oral Science*, Vol.21, (June), pp. 128-143, ISSN: 0077-0892
- 85 Varma, S.; Banerjee, A. & Bartlett, D. (2008). An in vivo investigation of associations between saliva properties, caries prevalence and potential lesion activity in an adult UK population. *Journal of Dentistry*, Vol.36, No.4, (April), pp. 294-299, ISSN 0300-5712
- 86 Ekstrand, K.R.; Zero, D.T.; Martignon, S. & Pitts, N.B. (2009). Lesion activity assessment. *Monographs of Oral Science*, Vol.21, (June), pp. 63-90, ISSN 0077-0892
- 87 Lussi, A. (1993). Comparison of different methods for the diagnosis of fissure caries without cavitation. *Caries Research*, Vol.27, No.5, pp. 409-416, ISSN 0002-8177
- 88 Lussi, A.; Hack, A.; Hug, I.; Heckenberger, H.; Megert, B. & Stich, H. (2006). Detection of approximal caries with a new laser fluorescence device. *Caries Research*, Vol.40, No.2, pp. 97-103, ISSN 0002-8177
- 89 Sanden, E.; Koob, A.; Hassfeld, S. Staehle, H.J. & Eickholz, P. (2003). Reliability of digital radiography of interproximal dental caries. *American Journal of Dentistry*, Vol.16, No.3, (June), pp. 170-176, ISSN 0894-8275
- 90 Wenzel, A. (2004). Bitewing and digital bitewing radiography for detection of caries lesions. *Journal of Dental Research*, Vol.83, No. Spec No C, pp. C72-C75, ISSN 0022-0345
- 91 International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) Coordinating Committee. Rationale and Evidence for the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS II) [Internet]Scotland: Dental Health Services Research Unit; 2005. Available from: <http://www.icdas.org> .
- 92 International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) Coordinating Committee. Criteria Manual- International Caries Detection and Assessment System (ICDAS II).[Internet] Scotland: Dental Health Services Research Unit; 2005. Available from: <http://www.icdas.org> .
- 93 Ricketts D, Bartlett D. *Advanced Operative Dentistry, A Practical Approach*. Elsevier: 2011. p. 3.
- 94 Jablonski-Momeni A, Stachniss V, Ricketts DN, Heinzl-Gutenbrunner M, Pieper K. Reproducibility and accuracy of the icdas-ii for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res*. 2008;42(2):79-87. doi: 10.1159/000113160.
- 95 Mjor IA, Toffenetti F. Secondary caries: A literature review with case reports. *Quintessence Int*. 2000;31(3):165-179
- 96 *Int J Clin Pediatr Dent*. 2011 May-Aug; 4(2): 93-100
- 97 Dove, S.B. (2001). Radiographic diagnosis of dental caries. *Journal of Dental Education*, Vol.65, No.10, (October), pp. 985-990, ISSN 0022-0337
- 98 Ricketts, D.N.; Kidd, E.A.; Smith, B.G. & Wilson, R.F. (1995). Clinical and radio graphic diagnosis of occlusal caries: a study in vitro. *Journal of Oral Rehabilitation*, Vol.22, No.1, (January), pp. 15-20, ISSN 0305-182X
- 99 Berry, H.M.Jr. (1983). Cervical burnout and Mach band: two shadows of doubt in radiologic interpretation of carious lesions. *Journal of the American Dental Association*, Vol.106, No.5, (May), pp. 622-625, ISSN 0002-8177
- 100 Espelid, I.; Tveit, A.B. & Fjelltveit, A. (1994). Variations among dentists in radiographic detection of occlusal caries. *Caries Research*, Vol.28, No.3, pp. 169-175, ISSN 0008-6568
- 101 Diniz, M.B.; Rodrigues, J.A.; Neuhaus, K.W.; Cordeiro, R.C. & Lussi, A. (2010). Influence of examiner's clinical experience on the reproducibility and accuracy of radiographic examination in detecting occlusal caries. *Clinical Oral Investigations*, Vol.14, No.5, (October), pp. 515-523, ISSN 1432-6981
- 102 Mejäre, I. & Kidd, E.A.M. (2008). Radiography for caries diagnosis. In: *Dental caries: the disease and its clinical management*, Fejerskov, O. & Kidd, E.A.M., pp. 69-89, Blackwell Munksgaard, ISBN 9781405138895, Oxford.

- 103 Wenzel, A. (1995). Current trends in radiographic caries imaging. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, Vol.80, No.5, (November), pp. 527-539, ISSN 1079-2104
- 104 Ratledge, D.K.; Kidd, E.A. & Beighton, D. (2001). A clinical and microbiological study of approximal carious lesions. Part 1: the relationship between cavitation, radiographic lesion depth, the site specific gingival index and the level of infection of the dentine. *Caries Research*, Vol.35, No.1, (January-February), pp. 3-7, ISSN 0002-8177
- 105 Neuhaus, K.W.; Longbottom, C.; Ellwood, R. & Lussi, A. (2009). Novel lesion detection aids. *Monographs in Oral Science*, Vol.21, (June), pp. 52-62, ISSN: 0077-0892
- 106 Κακαμπούρα Α., Βουγιουκλάκης Γ. Βασικές αρχές Οδοντικής Χειρουργικής. Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης, 2012
- 107 van der Stelt, P.F. (2008). Better imaging: the advantages of digital radiography. *Journal of the American Dental Association*, Vol.139, No. Suppl, (June), pp. 75-135, ISSN 0002-8177
- 108 Bin-Shuwaish, M.; Dennison, J.B.; Yaman, P. & Neiva, G. (2008). Estimation of clinical axial extension of class II caries lesions with ultraspeed and digital radiographs: an invivo study. *Operative Dentistry*, Vol.33, No.6, (November-December), pp. 613-621, ISSN 0361-7734
- 109 Wenzel, A. (1998). Digital radiography and caries diagnosis. *Dentomaxillofacial Radiology*, Vol.27, No.1, (January), pp. 3-11, ISSN 0007-1285
- 110 Hekmatian, E.; Sharif, S. & Khodaian, N. (2005). Literature review: digital subtraction radiography in dentistry. *Dental Research Journal*, Vol.2, No.2, pp. 1-8, ISSN 1735-3327
- 111 Ricketts, D.N.; Ekstrand, K.R.; Martignon, S.; Ellwood, R.; Alatsaris, M. & Nugent, Z. (2007). Accuracy and reproducibility of conventional radiographic assessment and subtraction radiography in detecting demineralization in occlusal surfaces. *Caries Research*, Vol.41, No.2, pp. 121-128, ISSN 0002-8177
- 112 Benedict, H.C. (1928). A note on the fluorescence of teeth in ultra-violet rays. *Science*, Vol.67, No.1739, (April), pp. 442, ISSN 0036-8075
- 113 Hibst, R.; Paulus, R. & Lussi, A. (2001). A detection of occlusal caries by laser fluorescence: basic and clinical investigations. *Medical Laser Application*, Vol.16, No.3, (June), pp. 295-13, ISSN 1615-1615
- 114 Bader, J.D. & Shugars, D.A. (2006). The evidence supporting alternative management strategies for early occlusal caries and suspected occlusal dentinal caries. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, Vol.6, No.1, (March), pp. 91-100, ISSN 1532-3382
- 115 Lussi, A. & Hellwig, E. (2006). Performance of a new laser fluorescence device for the detection of occlusal caries in vitro. *Journal of Dentistry*, Vol.34, No.7, (January), pp. 467-471, ISSN 0300-5712
- 116 Diniz, M.B.; Sciasci, P.; Rodrigues, J.A.; Lussi, A. & Cordeiro, R.C. (2011). Influence of different professional prophylactic methods on fluorescence measurements for detection of occlusal caries. *Caries Research*, Vol.45, No.3, (May), pp. 264-268, ISSN 0008-6568
- 117 Lussi, A. & Reich, E. (2005). The influence of toothpastes and prophylaxis pastes on fluorescence measurements for caries detection in vitro. *European Journal of Oral Sciences*, Vol.113, No.2, (April), pp. 141-144, ISSN 1600-0722
- 118 Huysmans S., El-Ghazaly G., Smets E. (2000) Orbicules: still a well hidden secret of the anther. In: Nordenstam B., El-Ghazaly G., Kassas M. (eds)
- 119 Huysmans, M.C.; Kühnisch, J. & ten Bosch, J.J. (2005). Reproducibility of electrical caries measurements: a technical problem? *Caries Research*, Vol.9, No.5, (September/October), pp. 403-410, ISSN 0002-8177
- 120 Kühnisch, J.; Heinrich-Weltzien, R.; Tabatabaie, M.; Stösser, L. & Huysmans, M.C. (2006). An in vitro comparison between two methods of electrical resistance measurement for occlusal caries detection. *Caries Research*, Vol.40, No.2, pp. 104-111, ISSN 0002-8177
- 121 Côrtes, D.F.; Ellwood, R.P. & Ekstrand, K.R. (2003). An in vitro comparison of a combined FOTI/visual examination of occlusal caries with other caries diagnostic methods and the effect of

- stain on their diagnostic performance. *Caries Research*, Vol.37, No.1, (January-February), pp. 8-16, ISSN 0008-6568
- 122 Ellwood, R. & Côrtes, D.F. (2004). In vitro assessment of methods of applying the electrical caries monitor for the detection of occlusal caries. *Caries Research*, Vol.38, No.1, (January-February), pp. 45-53, ISSN 0002-8177
- 123 Kaczmarek A, Naganowska B, Wolko B. 2007. PRINS and C-PRINS: promising tools for the physical mapping of the lupin genome. *Cellular and Molecular Biology Letters*
- 124 Al-Khateeb, S. ; Ten Cate, J.M. ; Angmar-Månsson, B. ; De Josselin de Jong, E. ; Sundström, G.; Exterkate, R.A. & Oliveby, A. (1997). Quantification of formation and remineralization of artificial enamel lesions with a new portable fluorescence device. *Advances in Dental Research*, Vol.11, No.4, (November), pp. 502-506, ISSN 0895-9374
- 125 Buchalla, W., De Josselin de Jong, E.; Ando, M.; Eggertsson, H.; Lennon, A. & Stookey, G.K. (2001). Video-repositioning - increased repeatability for QLF caries monitoring method. *Journal of Dental Research*, Vol.80, No.1 Suppl, (March), pp. 115, ISSN 0022-0345
- 126 Eggertsson, H. ; Ferreira-Zandoná, A.G. ; Ando, M. ; González-Cabezas, C. ; Fontana, M. ; Martinez-Mier, E.A. ; Waskow-Chin, J.R.; Jackson, R.D.; Eckert, G.J.; Stookey, G.K. & Zero, D.T. (1999). Reproducibility of in vitro and clinical examinations with QLF (Quantitative Light-Induced Fluorescence). Developing guidelines for imaging and analyzing QLF images, and a process for training examiners. In: *Early detection of dental caries III: Proceedings of the 6th Annual Indiana Conference*, Stookey, G.K., pp. 213-228, Indiana University School of Dentistry, ISBN 0-9655 149-2-7, Indianapolis.
- 127 Thoms, M. (2006). Detection of intraoral lesions using a fluorescence camera. *Proceedings of SPIE Lasers in Dentistry XII*, Vol.6137, No.5, pp. 1-7, ISSN 0002-8177
- 128 Raggio, D.P.; Braga, M.M.; Rodrigues, J.A.; Freitas, P.M.; Imparato, J.C. & Mendes, F.M. (2010). Reliability and discriminatory power of methods for dental plaque quantification. *Journal of Applied Oral Science*, Vol.18, No.2, (March-April), pp. 186- 193, ISSN 1678-7757
- 129 Strassler, H.E. & Sensi, L.G. (2008). Technology-enhanced caries detection and diagnosis. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, Vol.29, No.8, (October), pp. 464- 465, 468, 470 passim, ISSN 1548-8578
- 130 Rodrigues, J.A.; Hug, I.; Neuhaus, K.W. & Lussi, A. (2011). Light-emitting diode and laser fluorescence-based devices in detecting occlusal caries. *Journal of Biomedical Optics*, Vol.16, No.10, pp. 107003-1-107003-5, ISSN 1083-3668
- 131 Young, D.A. & Featherstone, J.D. (2005). Digital imaging fiber-optic trans-illumination, Fspeed radiographic film and depth of approximal lesions. *Journal of the American Dental Association*, Vol.136, No.12(December), pp. 1682-1687, ISSN 0002-8177
- 132 Ekstrand K, Ricketts D, Kidd E, Qvist V, Schou S. Detection, diagnosing, monitoring and logical treatment of occlusal caries in relation to lesion activity and severity: an in vivo examination with histological validation. *Caries Res.* 1998;32:247-254.
- 133 Laird WR, Walmsley A Da. Ultrasound in dentistry. Part 1 - biophysical interactions. *J Dent.* 1991;19:14-17.
- 134 Culjat MO, Goldenberg D, Tewari P, Sa SR. A review of tissue substitutes for ultrasound imaging. *Ultrasound Med Biol.* 2010;36:861-873
- 135 Μπερδούσης Η.1 , Ουλής Κ.2 , Λαγουβάρδος Π.3, 2014 Μη συμβατικές μέθοδοι διάγνωσης αρχόμενων μασητικών βλαβών - Αρχές λειτουργίας και αποτελεσματικότητα
- 136 Amaechi B, Podoleanu A, Higham SM, Jackson DA. Correlation of quantitative light-induced fluorescence and optical coherence tomography applied for detection and quantification of early dental caries. *J Biomed Opt.* 2003;8(4):642-647. Available at: <http://dx.doi.org/10.1117/1.1606685>.
- 137 Amaechi B, Podoleanu AG, Komarov G, Higham SM, Jackson DA. Quantification of root caries using optical coherence tomography and microradiography: a correlational study. *Oral Heal Prev Dent.* 2004;2(4):377-382.

138 <https://www.inspektor.nl/irsresearch.html>

139 <https://www.kavo.com/en-uk/dental-instruments/diagnocam-small-devices-0#overview>

140 <https://www.duerrdental.com/en/products/imaging/software/dbswin/>