

LASER στην Οδοντική Χειρουργική

Τζανακάκης Μάνος

Οδοντίατρος, ΜΔΕ Προσθετολογίας, PhD στα Βιοϋλικά, Υπότροφος ΙΚΥ
Συνεργάτης Οδοντικής Χειρουργικής

E-mail: tzanakak@dent.uoa.gr

ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- 1) 1963 Ρουβίδιο → καταστροφή δομής
- 2) 1980 χρήση σε μαλακούς ιστούς / CO₂ , Nd:YAG
- 3) 1990 προσπάθειες για κοπή οδοντικών ιστών → 1997 Er:YAG

Αρχή λειτουργίας του laser



Κυριότερες ομάδες laser σε σχέση με το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας



LASER κατάλληλα για την Οδοντική Χειρουργική

Είδος	Ενεργό υλικό	Μήκος κύματος
CO ₂	CO ₂	9.3, 9.6, 10.3 & 10.6 μm
Nd:YAG	Yttrium Aluminum Garnet με προσμίξεις ιόντων Neodymium	1064 nm
Er:YAG	Yttrium Aluminum Garnet με προσμίξεις ιόντων Erbium	2,94 μm
Er,Cr:YSGG	Yttrium ,Scandium, Gallium Garnet με προσμίξεις ιόντων Erbium & Chromium	2,78 μm
Excimer	ArF, XeCl	193 nm, 308 nm
Diode	Gal As	800-1000 nm

Είδος Laser	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΟΔΟΝΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ
CO ₂	Αντιμετώπιση υπερευαισθησίας αυχένων, Αφαίρεση τερηδόνων
Nd:YAG	Αντιμετώπιση υπερευαισθησίας αυχένων
Er:YAG	Αφαίρεση τερηδόνων
Er,Cr:YSGG	Αφαίρεση τερηδόνων
Excimer	Αφαίρεση τερηδόνων
Ar +	Ανίχνευση αρχόμενων τερηδόνων, φωτοπολυμερισμός υλικών
KTP(potassium-titanyl-phosphate)	Λεύκανση δοντιών

Χρήσεις των LASER στην Οδοντική Χειρουργική

1. Αποκοπή σκληρών οδοντικών ιστών
2. Αναχαίτιση μικρών τερηδονικών βλαβών
3. Έμφραξη οπών & σχισμών
4. Αντιμετώπιση ευαισθησίας οδοντίνης
5. Αδροποίηση αδαμαντίνης
6. Διάγνωση τερηδονικών βλαβών
7. Φωτοπολυμερισμός
8. Λεύκανση δοντιών
9. Άμεση κάλυψη πολφού

Χρήσεις των LASER σε υλικά Οδοντικής Χειρουργικής/Επανορθωτικής οδοντιατρικής

1. Μέταλλα (Κράματα Τιτανίου, Βασικά κράματα)
2. Κεραμικά (Ζιρκονία)
3. Ρητίνες

Χρήσεις των LASER στην Οδοντική Χειρουργική

1. Αποκοπή σκληρών οδοντικών ιστών

Ανάγκη για αντικατάσταση airotor/micromotor

Αδαμαντίνη

97% ανόργανα και 3% οργανικά ελάχιστο νερό

Υδροξυαπατίτης/κρυσταλλικό πλέγμα

Οδοντίνη

70% ανόργανα 30% οργανικά

Οδοντινοσωληνάρια και μεσοϊνική οδοντίνη

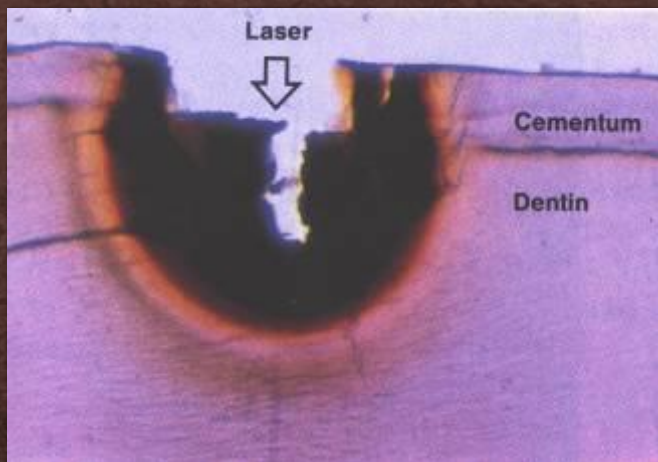
ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ

ΣΚΕΔΑΣΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΠΡΟΚΛΗΣΗΣ ΒΛΑΒΗΣ

- ΦΩΤΟΘΕΡΜΙΚΟΙ
- ΦΩΤΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ
- ΦΩΤΟΧΗΜΙΚΟΙ
- ΦΩΤΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ

Πρώτες προσπάθειες...



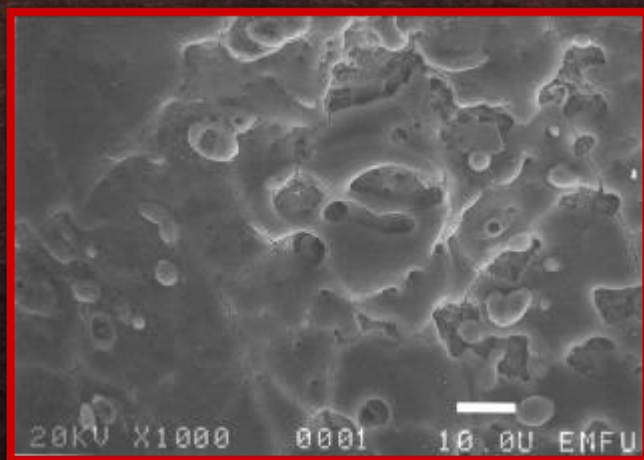
laser CO₂ : 9,3-10,6 μm

Αδ: Ρωγμές και κρατήρες, εξωτερική τηγμένη ζώνη, μεσαία άμορφη βαθύτερη πορώδης

Οδ: απανθράκωση, πιθανή πολφική βλάβη ζώνη ξεσμάτων ανθεκτική στο οξύ ή τηγμένη οδοντίνη- όχι υβριδική ζώνη - (Αδάμ 2005).

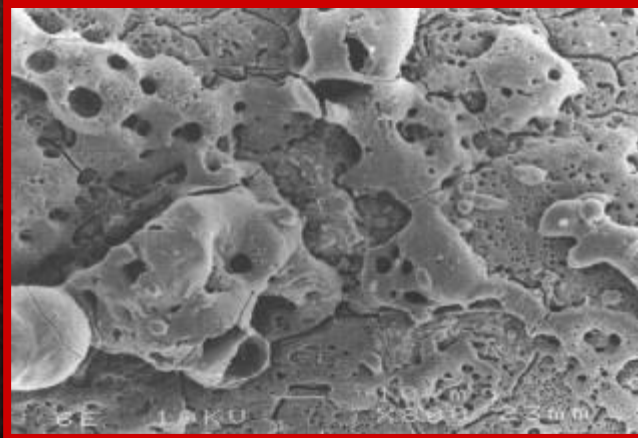
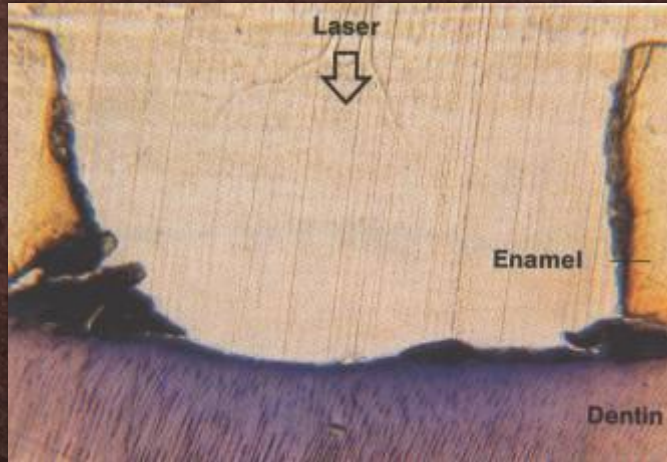
Νερό απορρόφηση/ψυξη: μείωση αποκοπής

Παλμικό: λιγότερη τήξη-πολφική βλάβη
Εγκαταλείπεται...



Αδαμαντίνη ακτινοβολημένη με laser CO₂

Η εξέλιξη...Nd:YAG



Αδαμαντίνη ακτινοβολημένη με laser Nd:YAG

laser Nd:YAG : 1,064 μm

Αδ: μικρή απορρόφηση, υψηλή σκέδαση, κρατήρες, τήξη και φυσαλίδες

Οδ: μεγαλύτερη απορρόφηση, σκέδαση εξάτμιση πολφική νέκρωση, κρατήρες, μικρορωγμές, φυσαλίδες, απόφραξη οδοντοσωληναρίων (Αδαμ 2005).

Τερηδόνα: καλύτερη ικανότητα

Μαύρο μελάνι

Εγκαταλείπεται και αυτό...

Η λύση...Er:YAG και Er: Cr: YSGG

laser Er:YAG :

υψηλή απορρόφηση από το νερό και OH- υδροξυαπατιτη,
φωτομηχανικός αντί φωτοθερμικός

Πορώδες, εξάτμιση, αύξηση πίεσης, έκρηξη (μηχανική διάρρηξη δομής
ιστών → ενυδάτωση → αυξημένη αποκοπή , μείωση θερμικών
φαινομένων

Αδ: 300μm κρατήρες, τραχύτητα

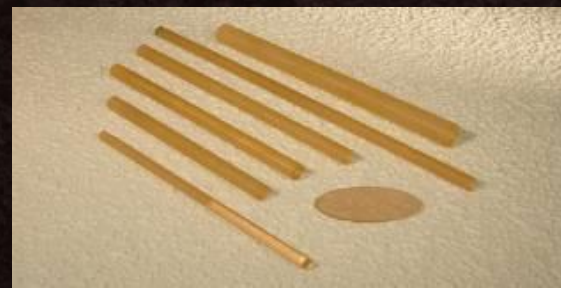
Οδ: 500μm κρατήρες, απουσία ζώνης ξεσμάτων, ανομοιόμορφη
επιφάνεια

Er:Cr:YSGG υδροκινητικό σύστημα, παρόμοια αποτελέσματα με
Er:YAG

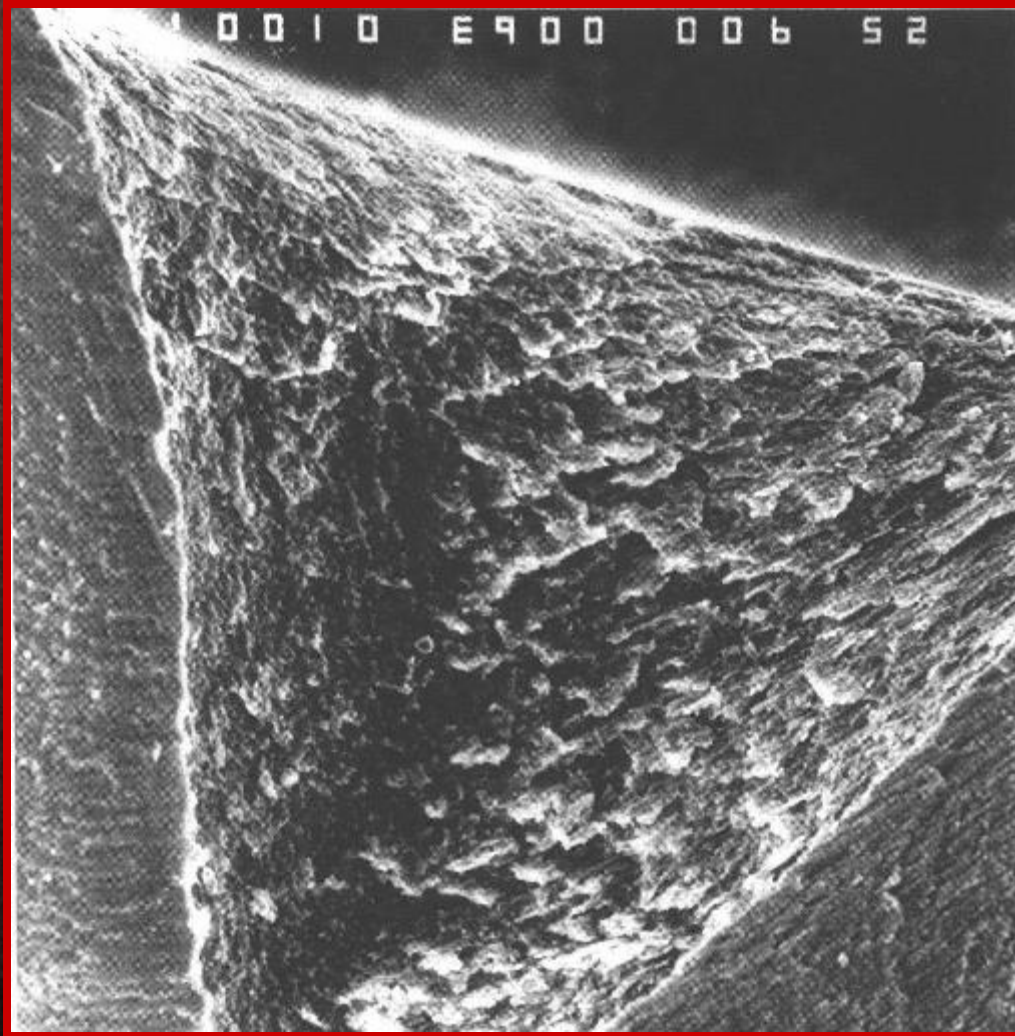
Ακτινοβολία **laser** ενδεικνυόμενη για τη διενέργεια συντηρητικών αποκαταστάσεων

	Ενεργό υλικό	Χημικός τύπος	Μήκος κύματος
Er:YAG	Yttrium Aluminium Garnet με προσθήκη ιόντων Erbium	$\text{Er}_{(x)}:\text{Y}_{(3-x)}\text{Al}_5\text{O}_{12}$ (50% Er)	2,94 μm .
Er,Cr:YSGG	Erbium, Chromium: Yttrium Scandium Gallium Garnet	$(\text{Y,Er})_3\text{Sc}_2\text{Ga}_3\text{O}_{12}$	2,78 μm .

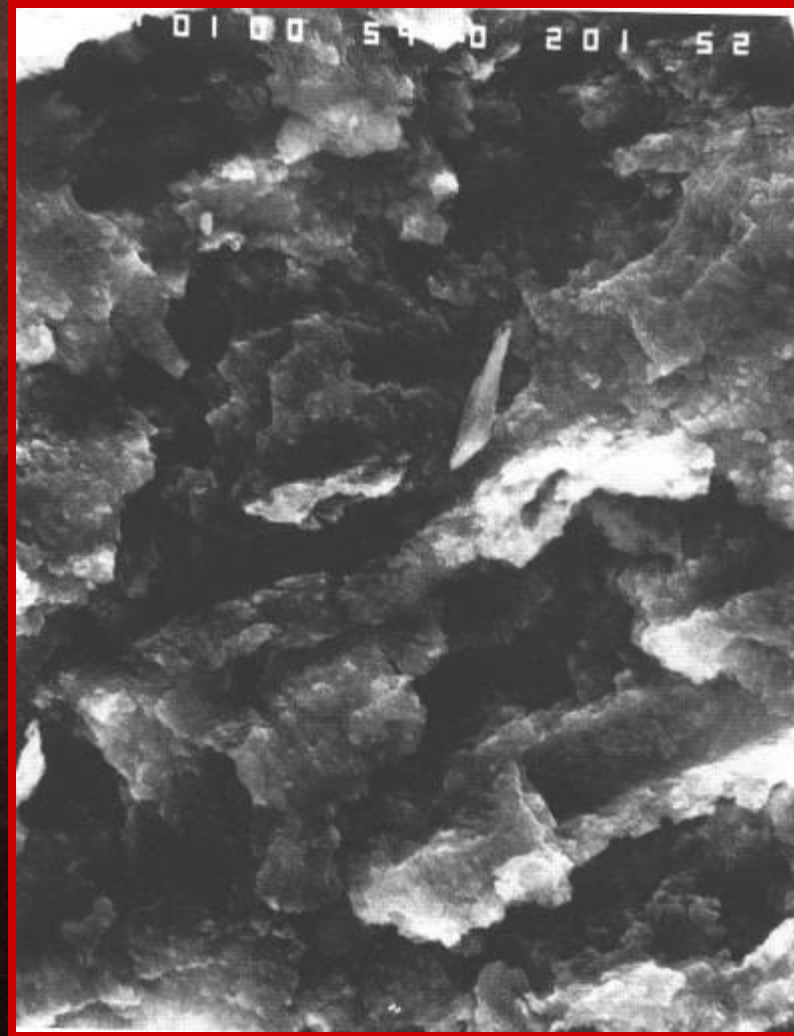
YAG: είδος ημιπολύτιμου λίθου,
χρώματος πορτοκαλί



Η επίδραση του laser Er:YAG στην αδαμαντίνη

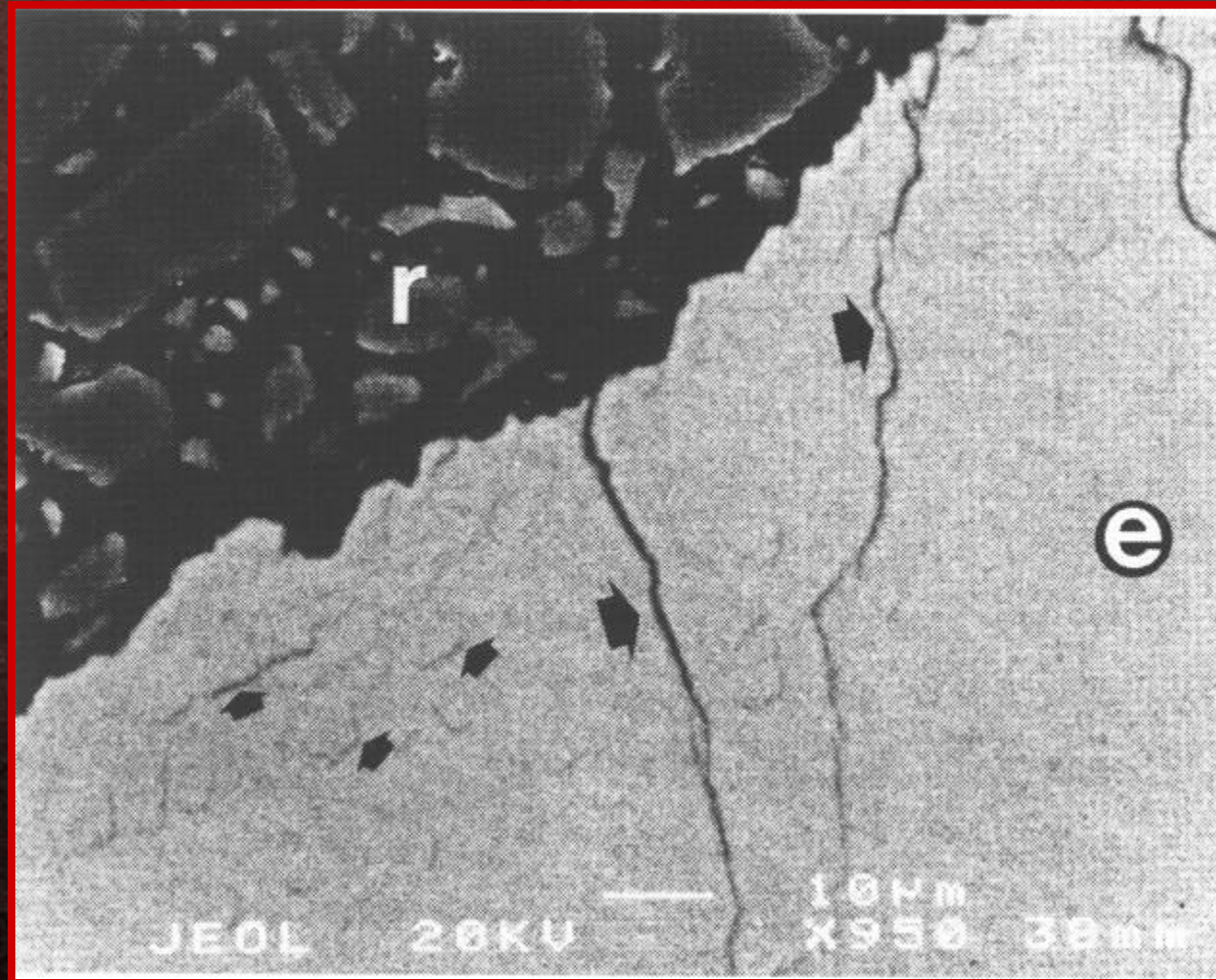


Αδαμαντίνη ακτινοβολημένη με laser Er:YAG :
Άναρχη καταστροφή πρισμάτων αδαμαντίνης, ατελής αποκοπή
Χωρίς όμως θερμικές καταστροφές

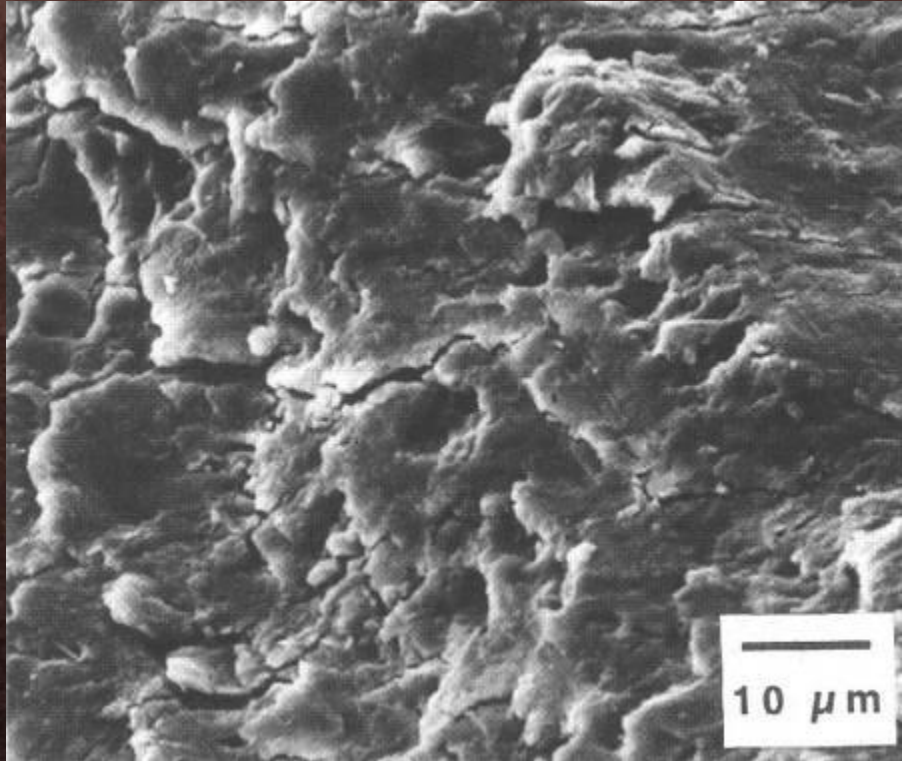


Αδαμαντίνη ακτινοβολημένη με laser Er:YAG
(μεγαλύτερη μεγέθυνση)

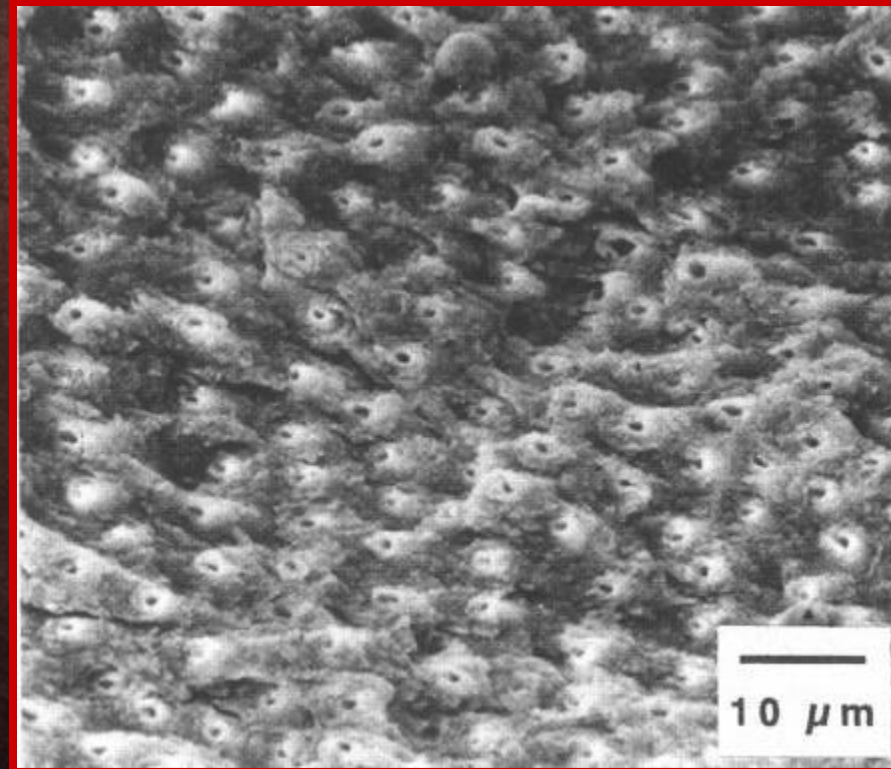
Μεσόφραση αδαμαντίνης ακτινοβολημένης με laser Er:YAG - ρητίνης



Η επίδραση του laser Er:YAG στην οδοντίνη



Οδοντίνη αποκομμένη με μηχανικά μέσα



Οδοντίνη αποκομμένη με laser Er:YAG

Επίδραση της αποκοπής
με laser Er:YAG
στη συγκόλληση
με τους σκληρούς οδοντικούς ιστούς
Ερευνητικό μέρος

Αδάμ Ε, Τζούτζας Ι, Χρυσικόπουλος Σ.
Οδοντοστοματολογική Πρόοδος 59(1) 2005

Εργαστήριο Οδοντικής Χειρουργικής, Οδοντιατρική
Σχολή Πανεπιστημίου Αθηνών

Στόχοι

- ◆ Η παρατήρηση της επιφάνειας της ακτινοβολημένης με laser Er:YAG αδαμαντίνης και οδοντίνης
- ◆ Η στοιχειακή ανάλυση των οδοντικών επιφανειών
- ◆ Η παρατήρηση της μεσόφασης ακτινοβολημένης οδοντικής ουσίας-σύνθετης ρητίνης

Υλικό και μέθοδος

- ◊ 8 ανθρώπινοι τρίτοι γομφίοι, ελεύθεροι τερηδόνας, διατηρημένοι σε water for injection
- ◊ Παρασκευή κοιλοτήτων Vης ομάδας στην παρειακή και γλωσσική επιφάνεια κάθε δοντιού
- ◊ Τα δόντια χωρίστηκαν σε 4 ομάδες

Υλικό και μέθοδος

Για την παρακολούθηση της ακτινοβολημένης αδαμαντίνης και οδοντίνης

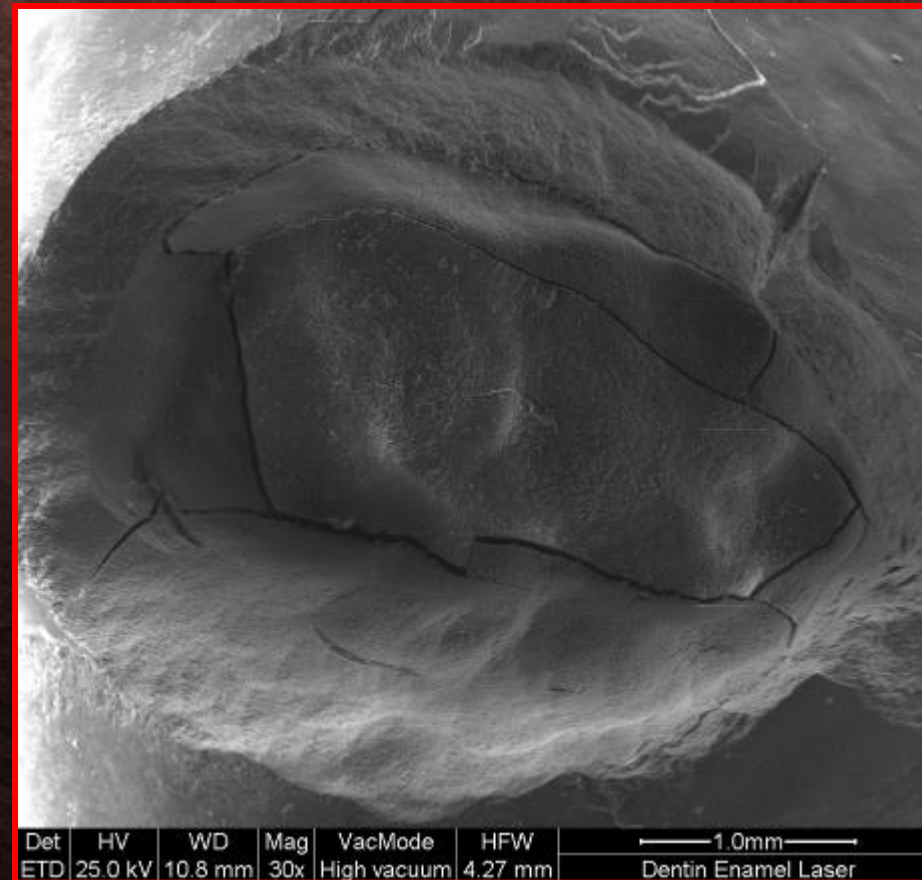
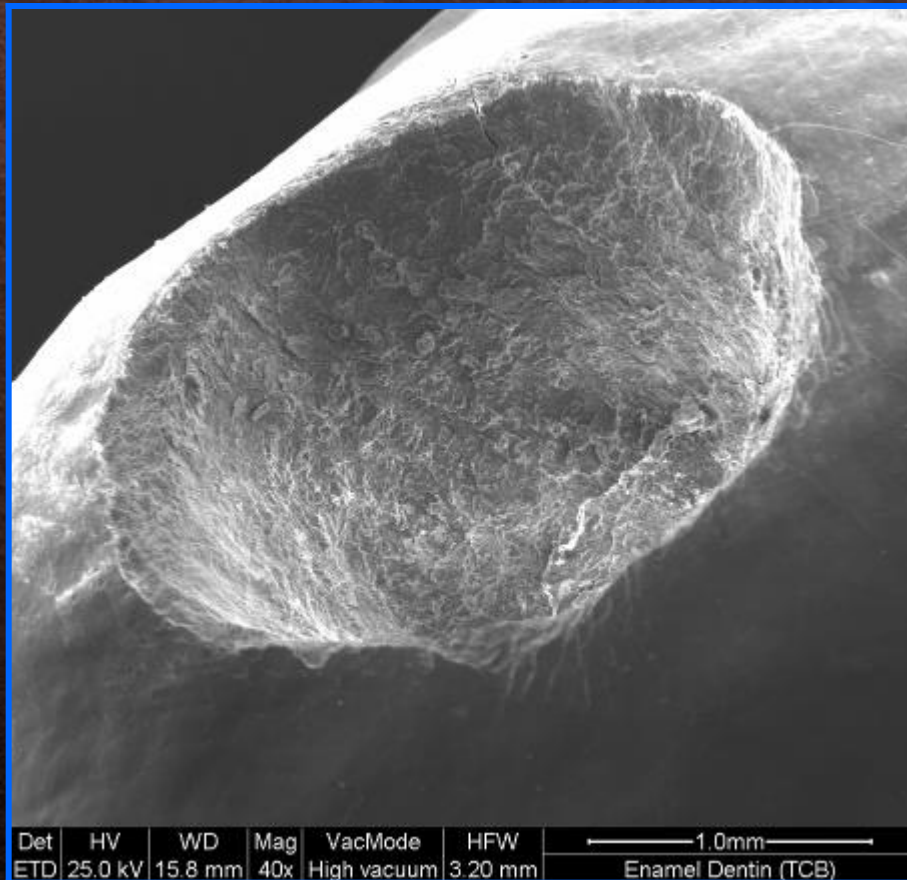
- ◆ Ομάδα 1: Παρασκευή κοιλοτήτων με χειρολαβή υψηλών ταχυτήτων και εγγλυφίδα carbide #245
- ◆ Ομάδα 2: Παρασκευή κοιλοτήτων με laser Er:YAG

Υλικό και μέθοδος

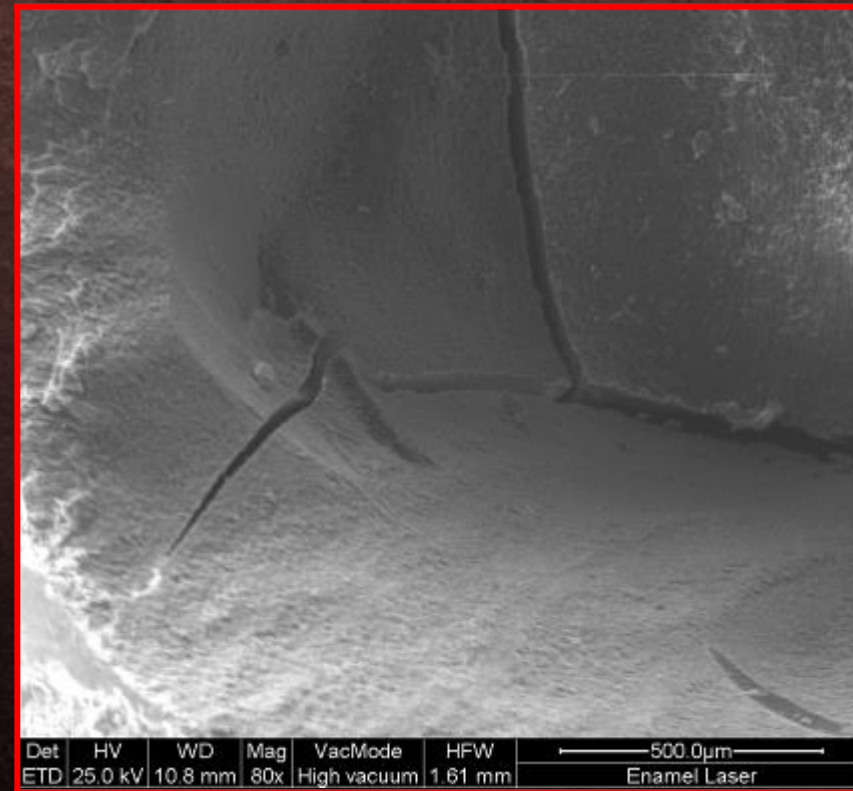
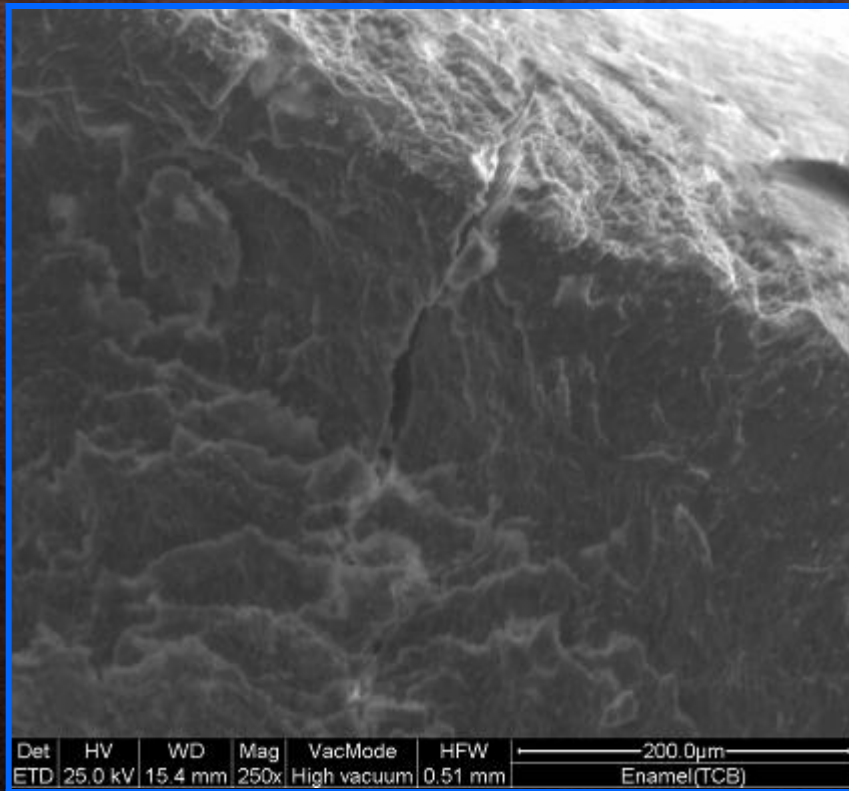
Για την παρατήρηση της μεσόφασης
οδοντικής επιφάνειας-σύνθετης ρητίνης

- ◆ Ομάδα 3: χειρολαβή υψηλών ταχυτήτων.
Παρειακά: H_3PO_4 37% και One Step Plus (Bisco)
Γλωσσικά: Tyrian και One Step Plus (Bisco)
- ◆ Ομάδα 4: laser Er:YAG
Παρειακά: - One Step Plus (Bisco)
- H_3PO_4 και One Step Plus (Bisco)
Γλωσσικά: Tyrian και One Step Plus (Bisco)

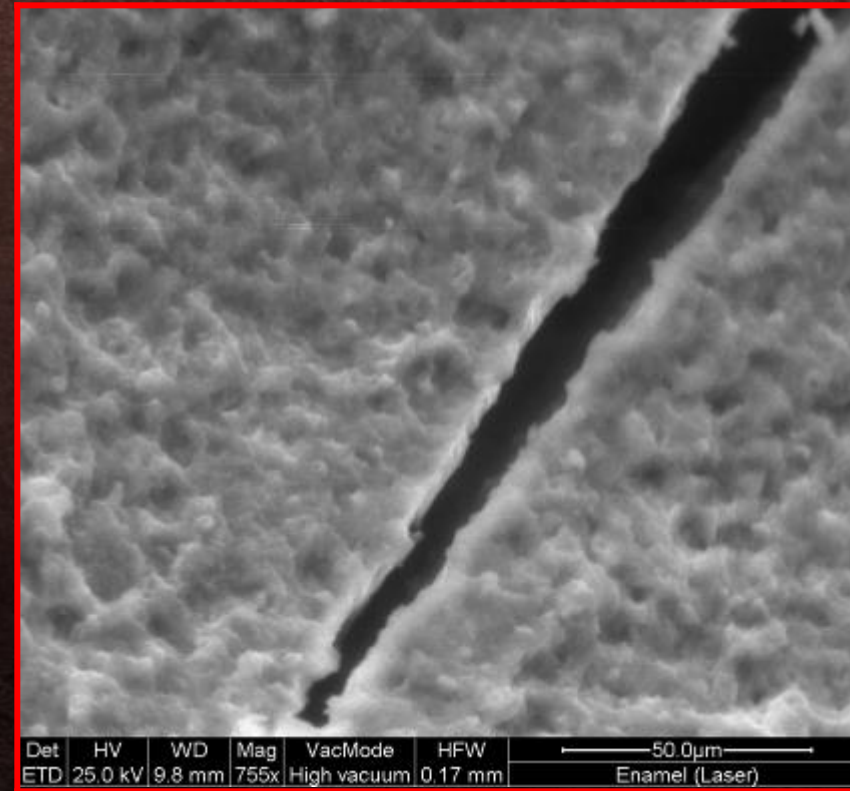
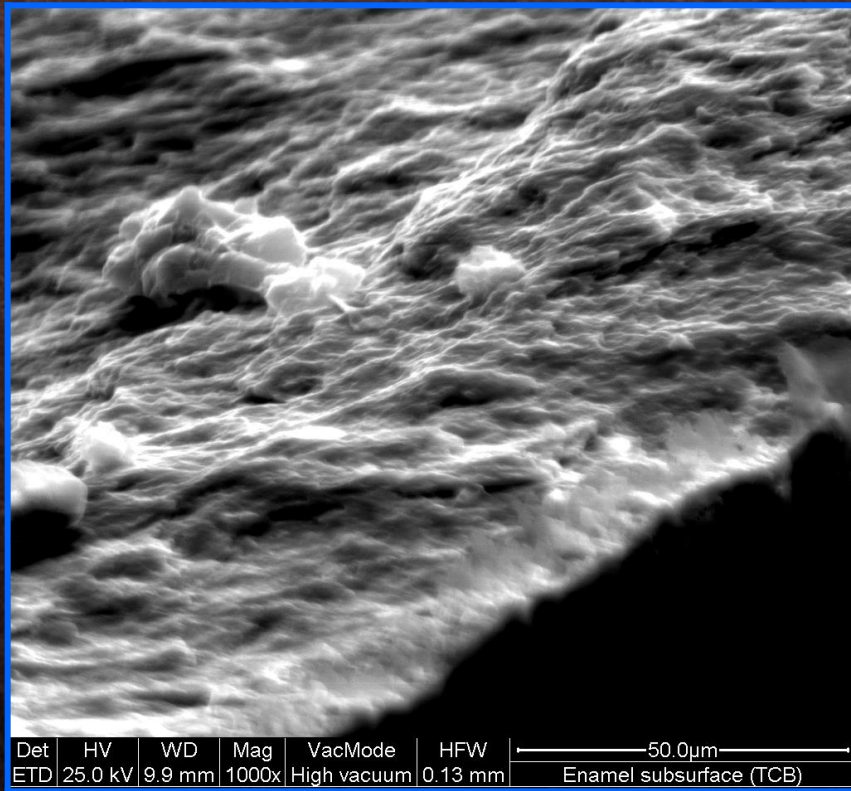
Παρασκευή κοιλότητας με airotor ή laser Er:YAG (500mJ, 15Hz)



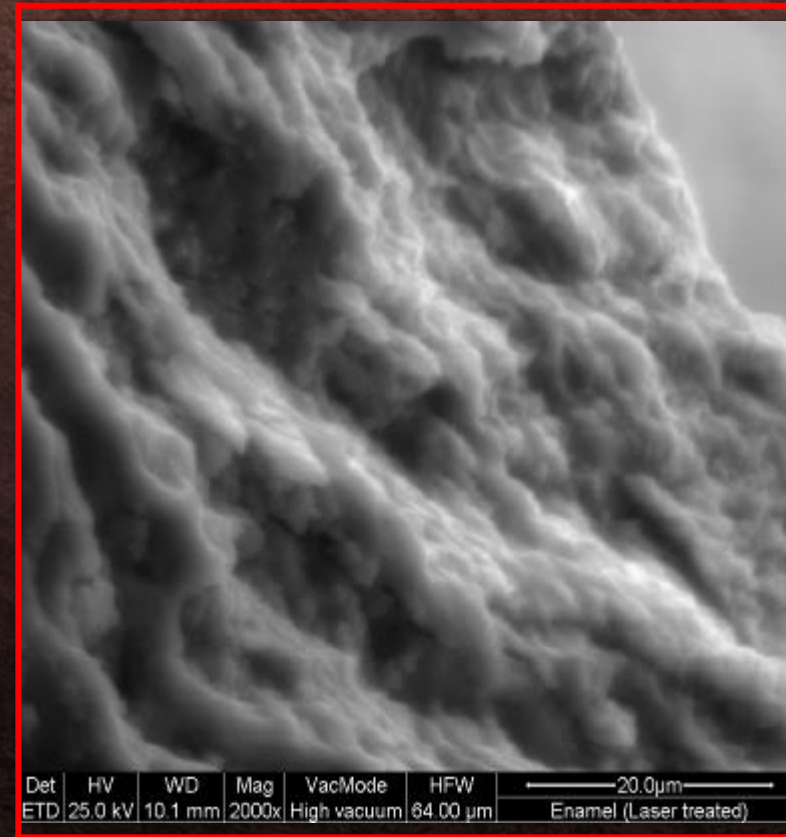
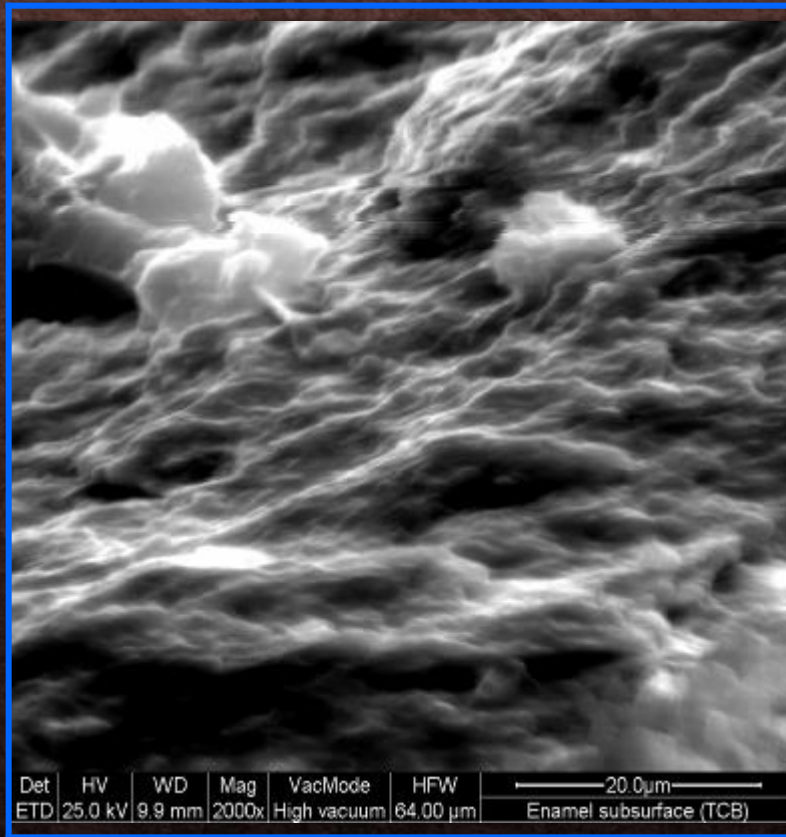
Μορφολογία αδαμαντίνης εστιάζοντας στις ρωγμές



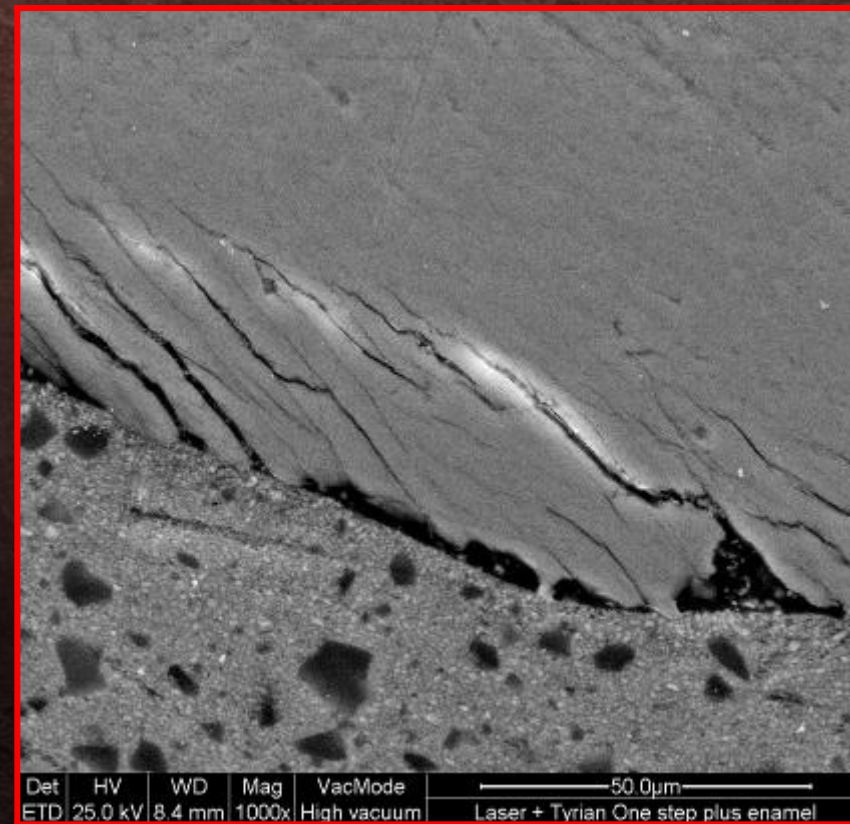
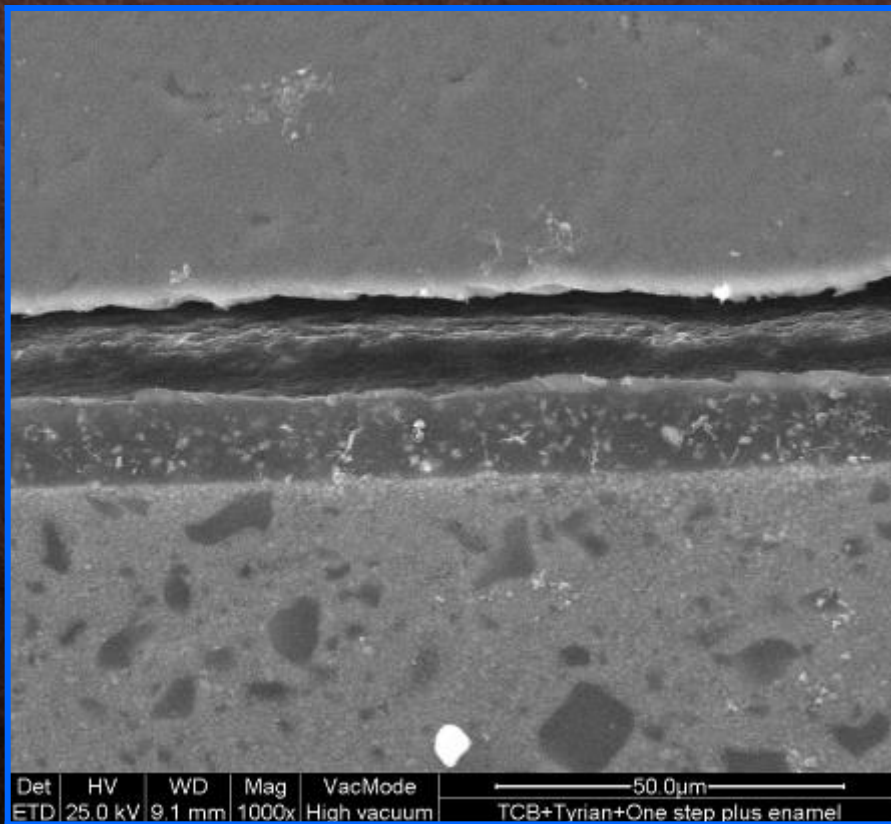
Μορφολογία αδαμαντίνης



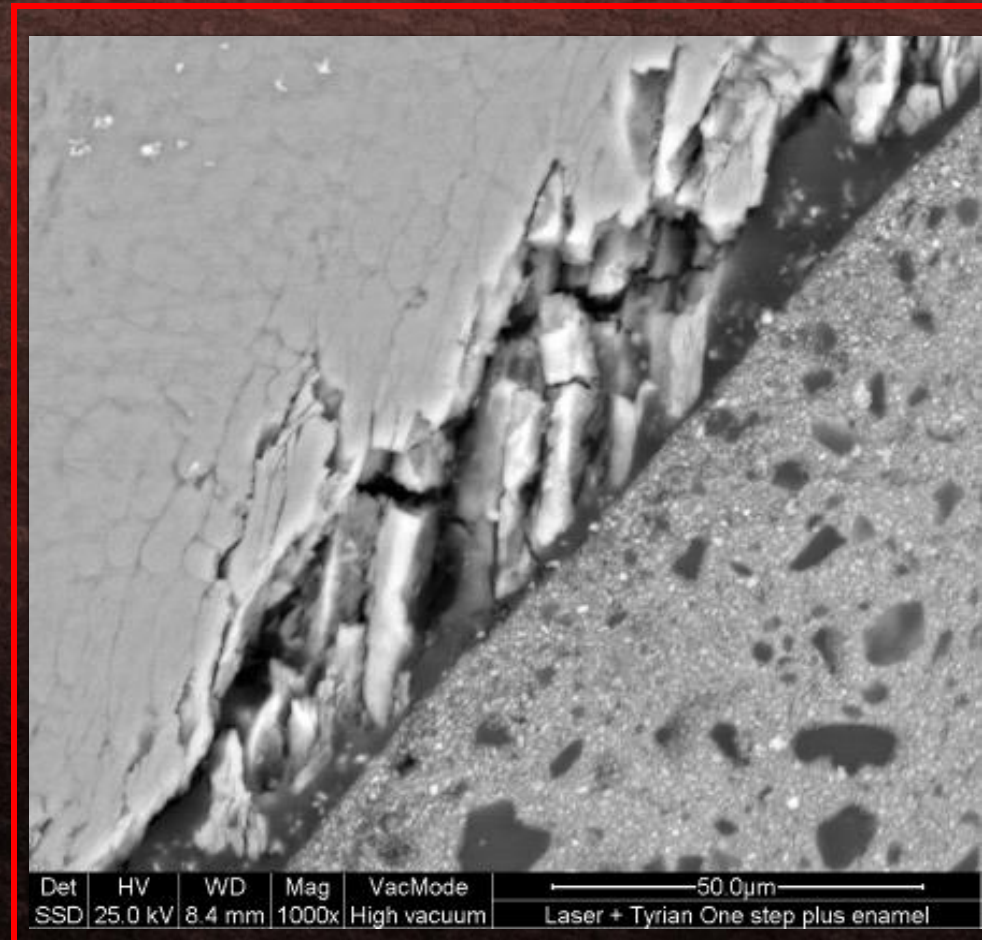
Μορφολογία αδαμαντίνης παραπλήσια επιφάνεια στη μεγαλύτερη μεγέθυνση

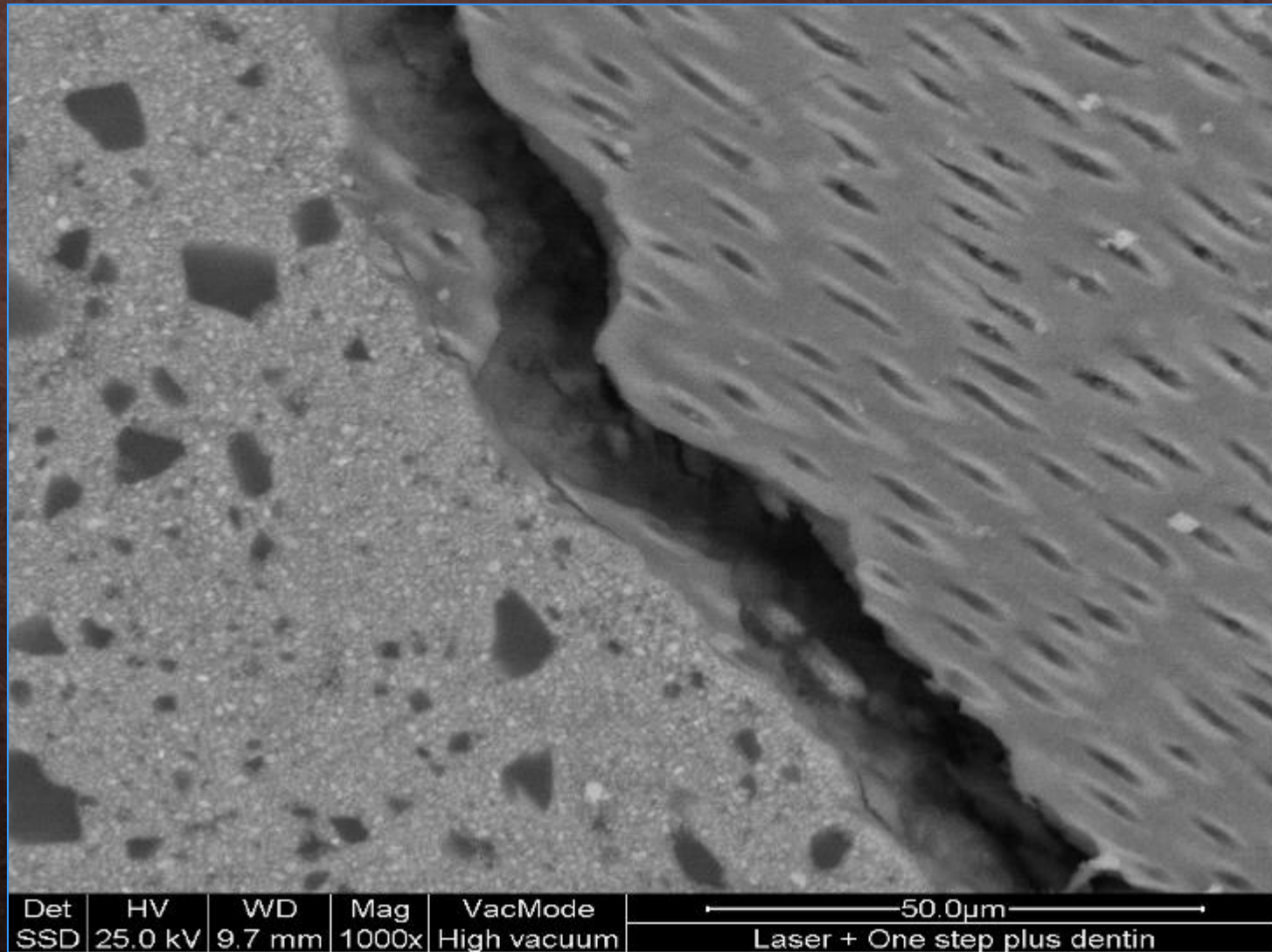


Μεσόφραση αδαμαντίνης- Tyrian-One Step Plus (Bisco)-ΣΡ

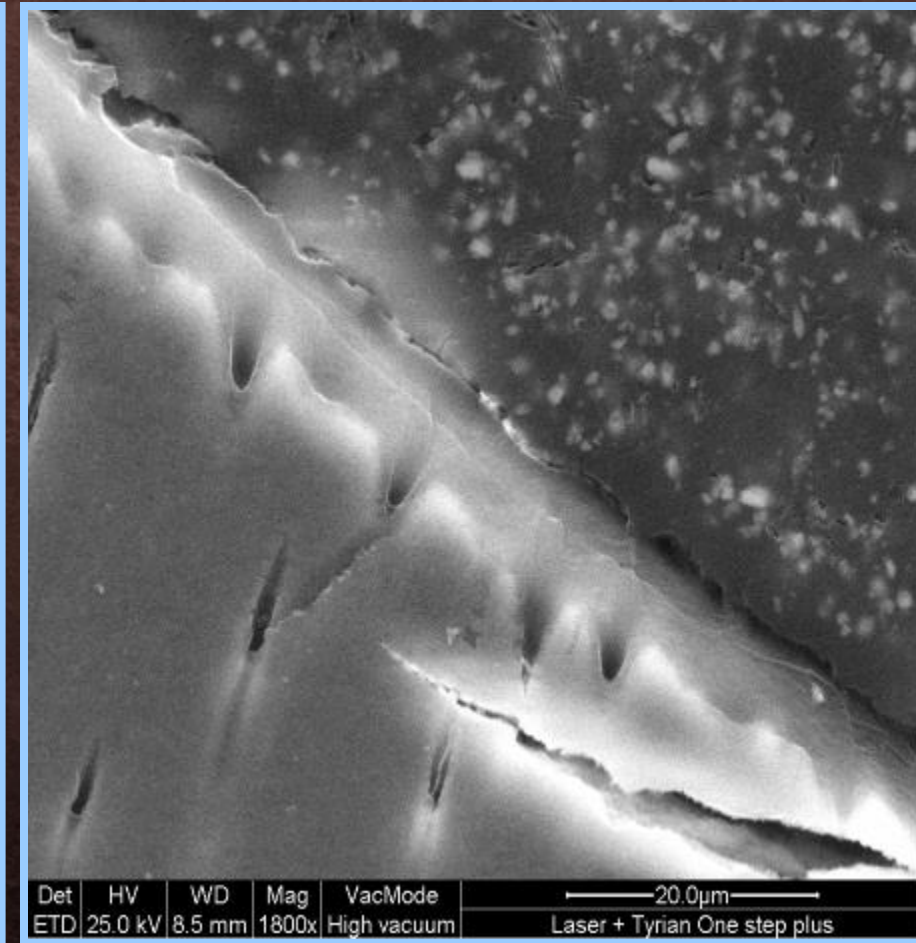
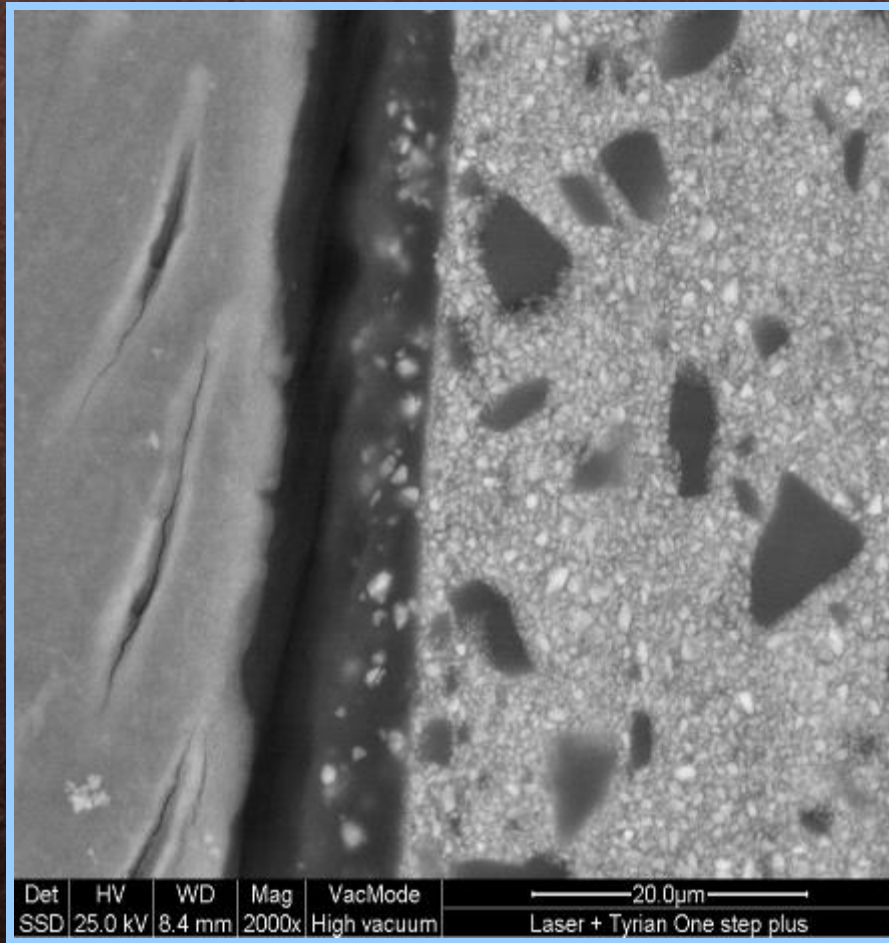


Κατακερματισμός της αδαμαντίνης σε ορισμένες περιοχές

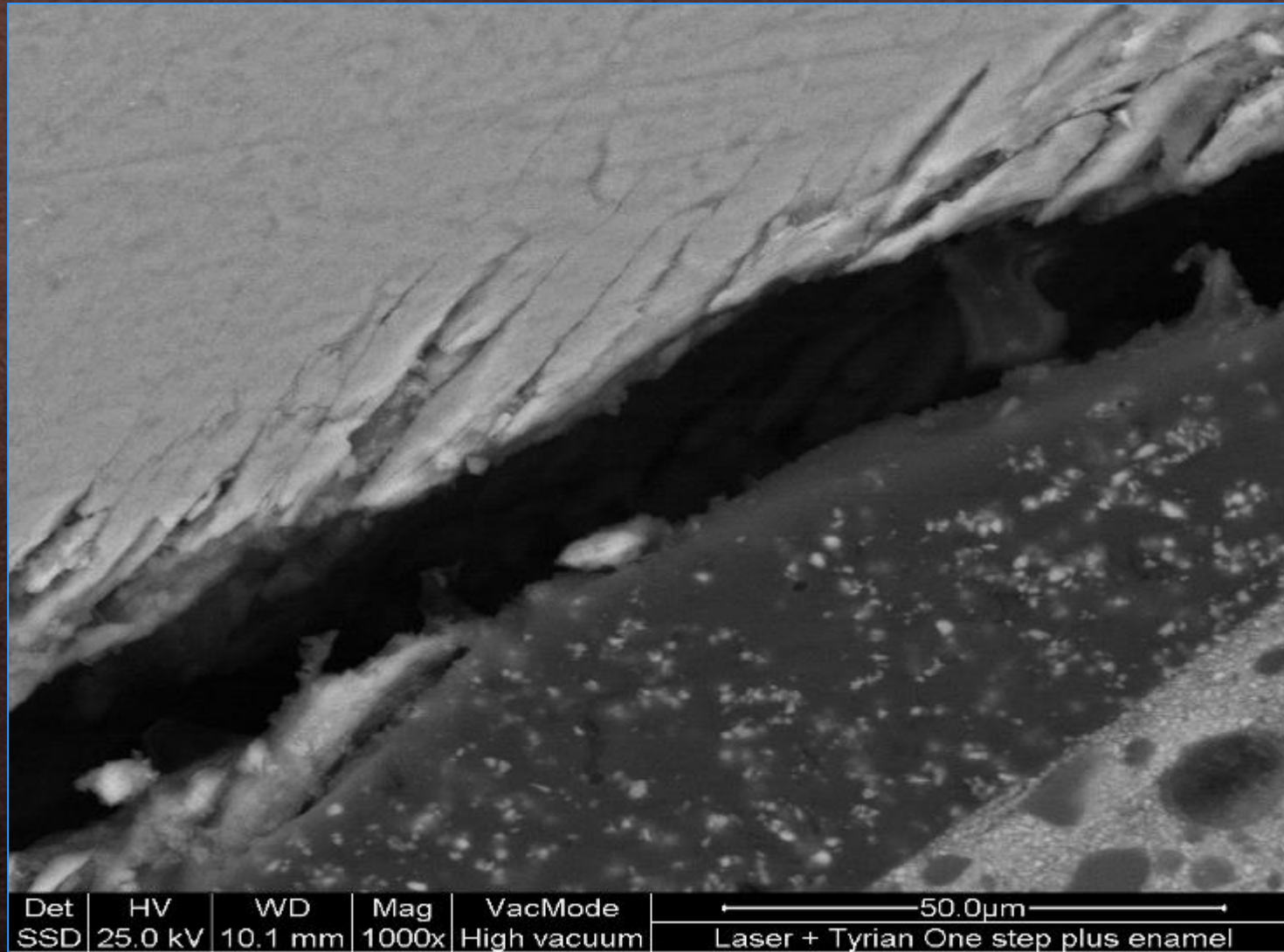




Μεσόφαση Οδοντίνης ακτινοβολημένης με Er:YAG Laser
και Σύνθετης ρητίνης
(Αδάμ, Τζούτζας & Χρυσικόπουλος)



Μεσόφαση Οδοντίνης ακτινοβολημένης με Er:YAG Laser
και Σύνθετης ρητίνης
(Αδάμ, Τζούτζας & Χρυσικόπουλος)

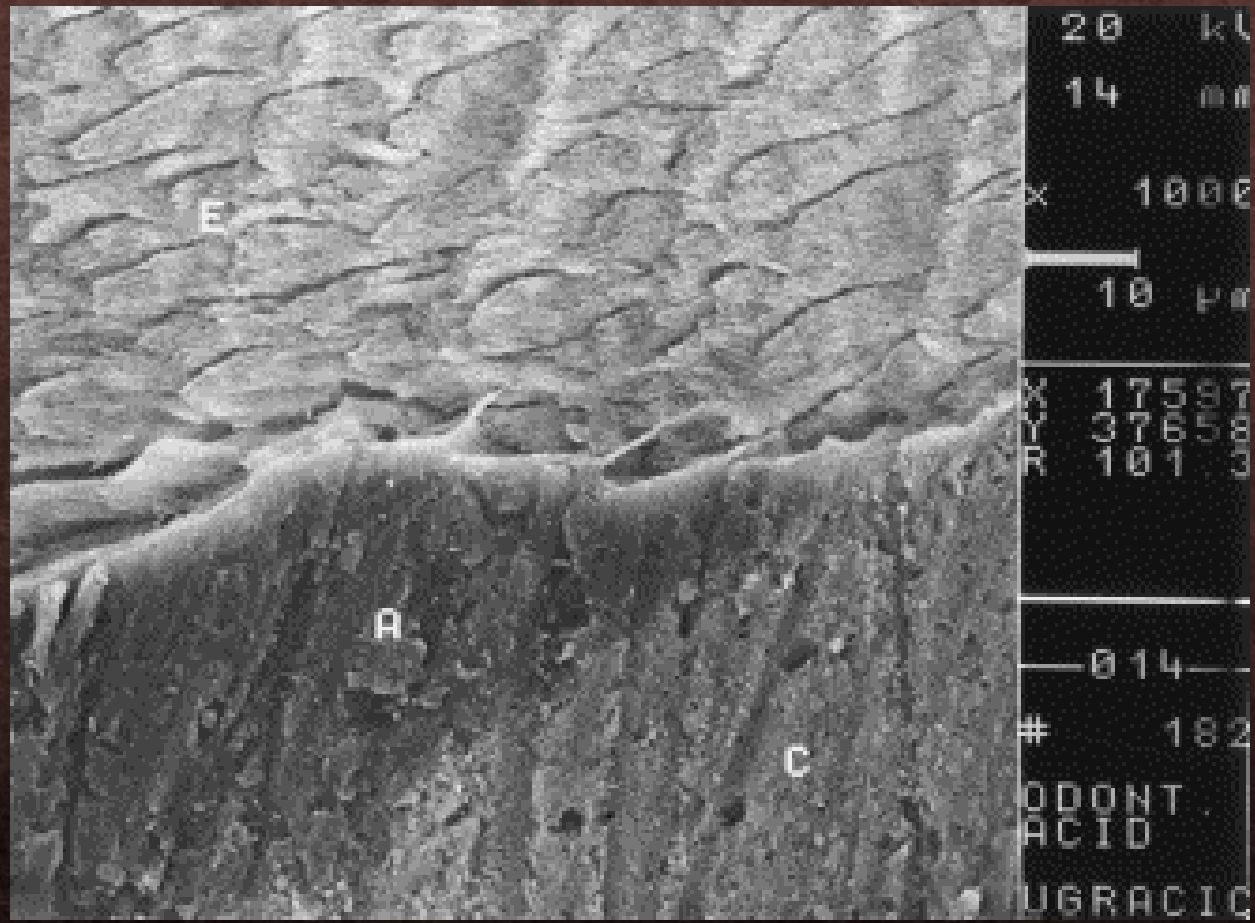


Μεσόφαση Αδαμαντίνης ακτινοβολημένης με Er:YAG Laser
και Σύνθετης ρητίνης
(Αδάμ, Τζούτζας & Χρυσικόπουλος)

Microleakage of composite restorations after acid or Er:YAG laser cavity treatments

Ceballos L. et al, Dent. Mater.,2001(4)

Significance: Laser irradiation of enamel is not a valid alternative to acid-etching pretreatment for resin composite materials adhesion. Acid etching alone gave the lowest microleakage at the occlusal margin.



ΑΔΡΟΠΟΙΗΣΗ ΑΔΑΜΑΝΤΙΝΗΣ/ΡΗΤΙΝΗΣ ΜΕ ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 35%

Χρήσεις των LASER στην Οδοντική Χειρουργική

1. Αποκοπή σκληρών οδοντικών ιστών
2. Αναχαίτιση μικρών τερηδονικών βλαβών
3. Έμφραξη οπών & σχισμών
4. Αντιμετώπιση ευαισθησίας οδοντίνης
5. Αδροποίηση αδαμαντίνης
6. Διάγνωση τερηδονικών βλαβών
7. Φωτοπολυμερισμός
8. Λεύκανση δοντιών
9. Άμεση κάλυψη πολφού

ΑΝΑΧΑΙΤΙΣΗ ΑΡΧΟΜΕΝΩΝ ΤΕΡΗΔΟΝΙΚΩΝ ΒΛΑΒΩΝ

- Αλλαγές στη χημική σύσταση
- Αλλαγές στη κρυσταλλική δομή
- Σχηματισμός μικροχώρων


ΑΝΑΧΑΙΤΙΣΗ ΑΡΧΟΜΕΝΩΝ ΤΕΡΗΔΟΝΙΚΩΝ ΒΛΑΒΩΝ

Μείωση της διαλυτότητας και Μείωση της διαπερατότητας αδαμαντίνης (Laser CO ₂)	Nelson et al 1987
Σχηματισμός πυροφωσφορικών αλάτων (Laser CO ₂)	Fowler & Kuroda 1984
Αλλαγή της κρυσταλλικής δομής & μεγαλύτεροι κρύσταλλοι OH-A (Laser CO ₂)	Ferreira et al 1989
Απώλεια ενδοπρισματικών ορίων λόγω τήξης και επανακρυσταλλοποίησης (Laser CO ₂)	Palamara et al 1992 Ferreira et al 1989
Δημιουργία μικροχώρων που παγιδεύουν ιόντα Ca & P και ίσως να αποθηκεύουν F. (Ar+ Laser)	Oho & Morioka 1990

Χρήσεις των LASER στην Οδοντική Χειρουργική

1. Αποκοπή σκληρών οδοντικών ιστών
2. Αναχαίτιση μικρών τερηδονικών βλαβών
3. Έμφραξη οπών & σχισμών
4. Αντιμετώπιση ευαισθησίας οδοντίνης
5. Αδροποίηση αδαμαντίνης
6. Διάγνωση τερηδονικών βλαβών
7. Φωτοπολυμερισμός
8. Λεύκανση δοντιών
9. Άμεση κάλυψη πολφού

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ ΕΜΦΡΑΞΗ ΟΠΩΝ ΚΑΙ ΑΥΛΑΚΩΝ (ΣΧΙΣΜΩΝ)

<p>Laser CO₂ 1984 Stewart</p>				
<p>Nd: YAG Laser 1994 Bahar</p>				

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ ΕΜΦΡΑΞΗ ΟΠΩΝ ΚΑΙ ΑΥΛΑΚΩΝ (ΣΧΙΣΜΩΝ) σήμερα..

Laser Er YAG				
Laser Er YSSG				

Χρήσεις των LASER στην Οδοντική Χειρουργική

1. Αποκοπή σκληρών οδοντικών ιστών
2. Αναχαίτιση μικρών τερηδονικών βλαβών
3. Έμφραξη οπών & σχισμών
4. Αντιμετώπιση ευαισθησίας οδοντίνης
5. Αδροποίηση αδαμαντίνης
6. Διάγνωση τερηδονικών βλαβών
7. Φωτοπολυμερισμός
8. Λεύκανση δοντιών
9. Άμεση κάλυψη πολφού

Χρήσεις των LASER στην Οδοντική Χειρουργική

1. Αντιμετώπιση ευαισθησίας οδοντίνης

Laser CO₂ : απόφραξη ανοιχτών οδοντοσωληναρίων

Laser Nd:YAG : απόφραξη ανοιχτών οδοντοσωληναρίων

Laser Er:YAG : λιγότερο αποτελεσματικά

Laser Er:Cr:YSSG : πιο αποτελεσματικά από Er:YAG

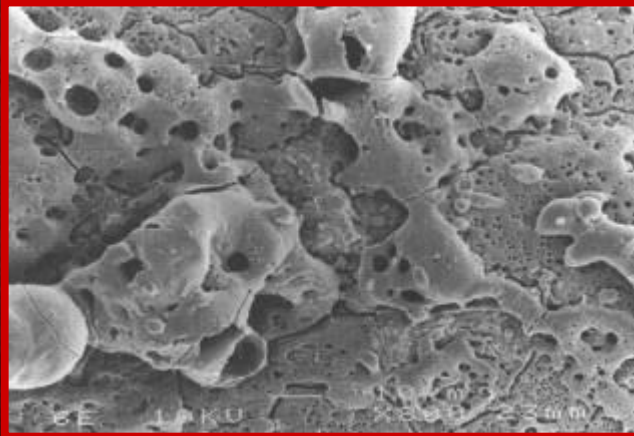
Laser διοδικό : ικανά αποτελεσματικό

Χρήσεις των LASER στην Οδοντική Χειρουργική

1. Αποκοπή σκληρών οδοντικών ιστών
2. Αναχαίτιση μικρών τερηδονικών βλαβών
3. Έμφραξη οπών & σχισμών
4. Αντιμετώπιση ευαισθησίας οδοντίνης
5. Αδροποίηση αδαμαντίνης/οδοντίνης
6. Διάγνωση τερηδονικών βλαβών
7. Φωτοπολυμερισμός
8. Λεύκανση δοντιών
9. Άμεση κάλυψη πολφού

laser Nd:YAG : 1,064 μm

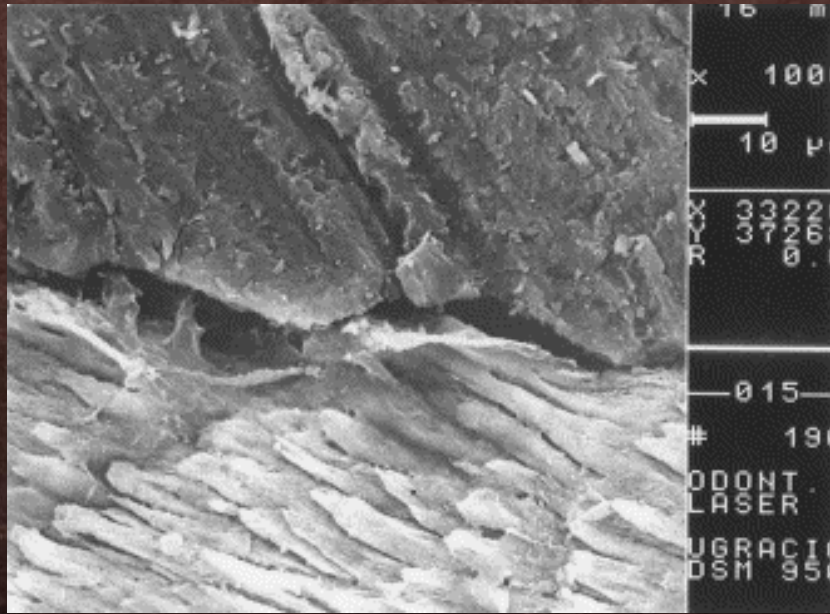
Αδαμαντίνη:Επιφανειακή αδρότητα που οφείλεται σε εξάτμιση και μικροεκρήξεις του νερού του υδροξυαπατίτη διαφορετικά σχήματα ,χειρότεροι δεσμοί από ότι ορθοφωσφορικό (Ariyaratnam et al 1997).



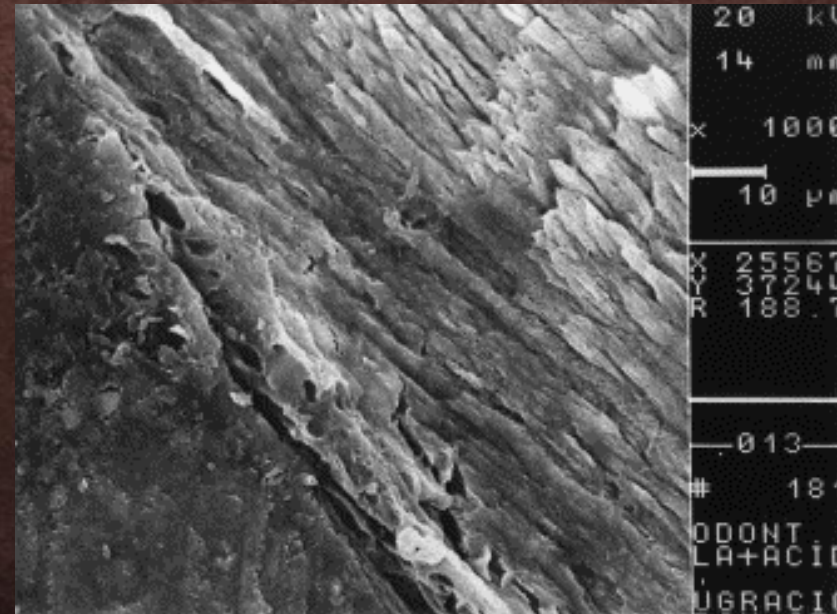
Οδοντίνη: αύξηση αδρότητας, κρατήρες, μικρορωγμές, φυσαλίδες, απόφραξη οδοντοσωληναρίων, εξαφάνιση ζώνης ξεσμάτων (Αδαμ 2005).

Η τροποποίηση της ακτινοβολημένης επιφάνειας (Er:YAG) με ορθοφωσφορικό οξύ ή εφαρμογή υπερήχων οδηγεί σε αποτελέσματα συγκρίσιμα της χημικής αδροποίησης, όσον αφορά στη μικροδιείσδυση.

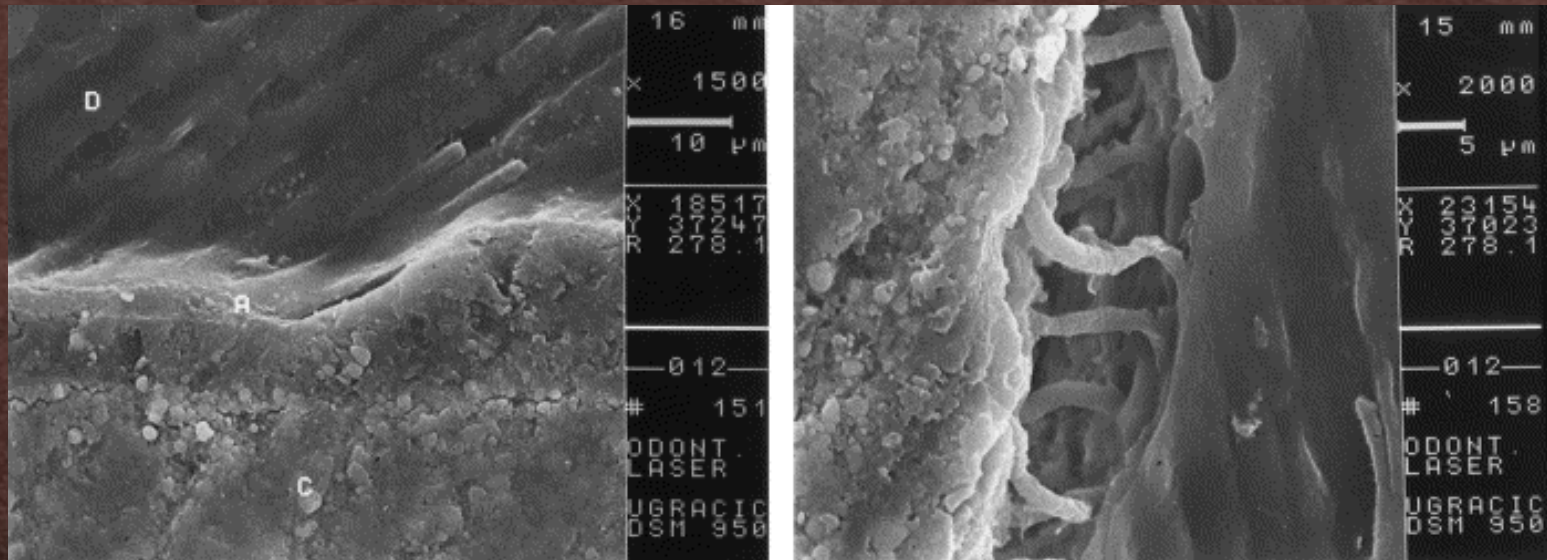
Αναφορά	Ενέργεια	Συχνότητα (Hz)	Διάρκεια παλμού	Είδος ιστού	Συγκολλητικός παράγοντας	Είδος μέτρησης	Αποτελέσματα
Er:YAG							
Ceballos et al, 2001	300mJ	2	250μsec	σωφρο- στήρες	Scotchbond I (3M)	μικροδιείσδυση	-
Roebuck et al, 2001	200/240/300mJ	5	250μsec	προγόμφιοι	Comroglass SCA (5ης γενιάς) (Vivadent)	μικροδιείσδυση	~
Corona et al, 2001	500mJ	5	short-pulsed	σωφρο- στήρες	Single Bond (3M)	μικροδιείσδυση	~
Roebuck et al, 2000	200/240/300mJ	5	Δ.Α.	ανθρώπινη	SMP (3M)	μικροδιείσδυση	~
Setien et al, 2001	150J	10	Δ.Α.	γομφίοι	Single Bond (3M)	μικροδιείσδυση	~
Wright et al, 1993	300mJ	2	Δ.Α.	γομφίοι	bonding agent & Prismafil	μικροδιείσδυση	~
Martinez-Insua et al, 2000	200mJ	4	250μsec	προγόμφιοι	SMP (3M) (4ης γενιάς)	αντοχή στον εφελκυσμό	-
Whitters & Strang, 2000	100/200mJ	5	250μsec	ανθρώπινη	όχι primer	αντοχή στη διάτμηση	~
Moritz et al, 1998	60/180/250mJ	4/2/2	Δ.Α.	γομφίοι	SMP (3M)	αντοχή στη διάτμηση και τον εφελκυσμό	~
Eguro et al, 2001	200mJ	4	250-500μsec	τομείς	Single Bond (3M)/Clearfil Liner Bond II V (Kuraray)	αντοχή στον εφελκυσμό	~
De Munck et al, 2002	120mJ	10	250μsec	γομφίοι	OptiBond FL (Kerr)/Clearfil SE (Kuraray)	αντοχή στον εφελκυσμό	-/~



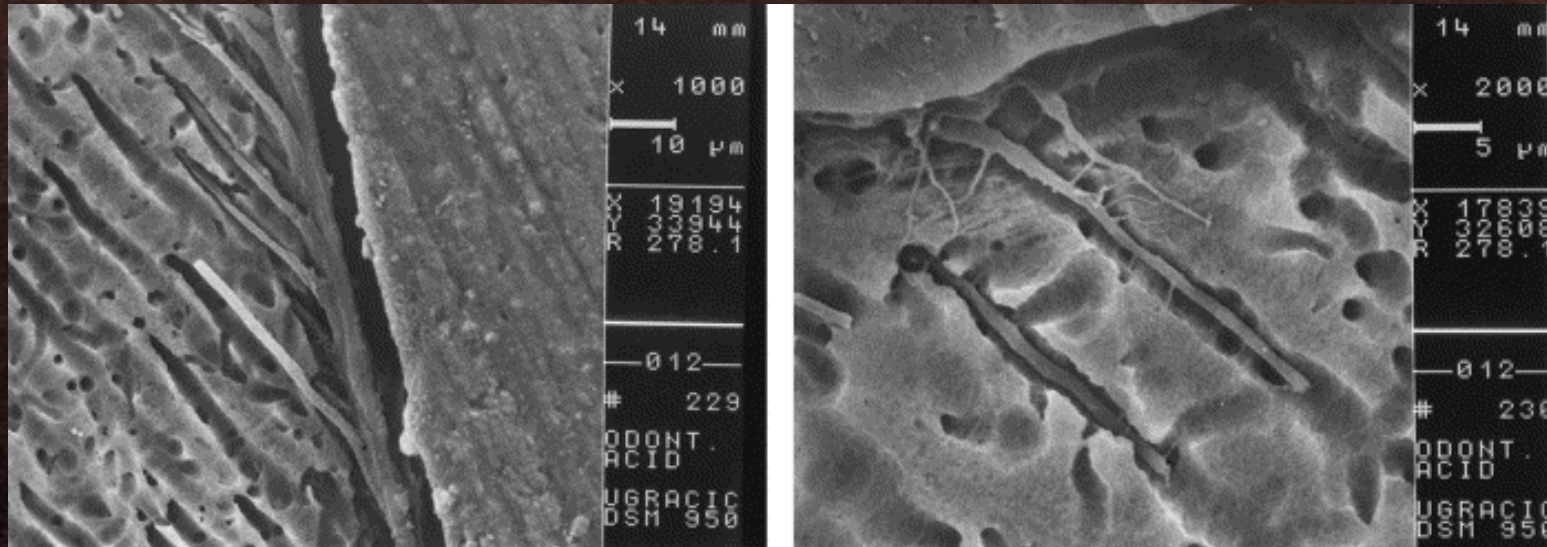
ΑΔΡΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ LASER



ΑΔΡΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ LASER ΚΑΙ ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 35%

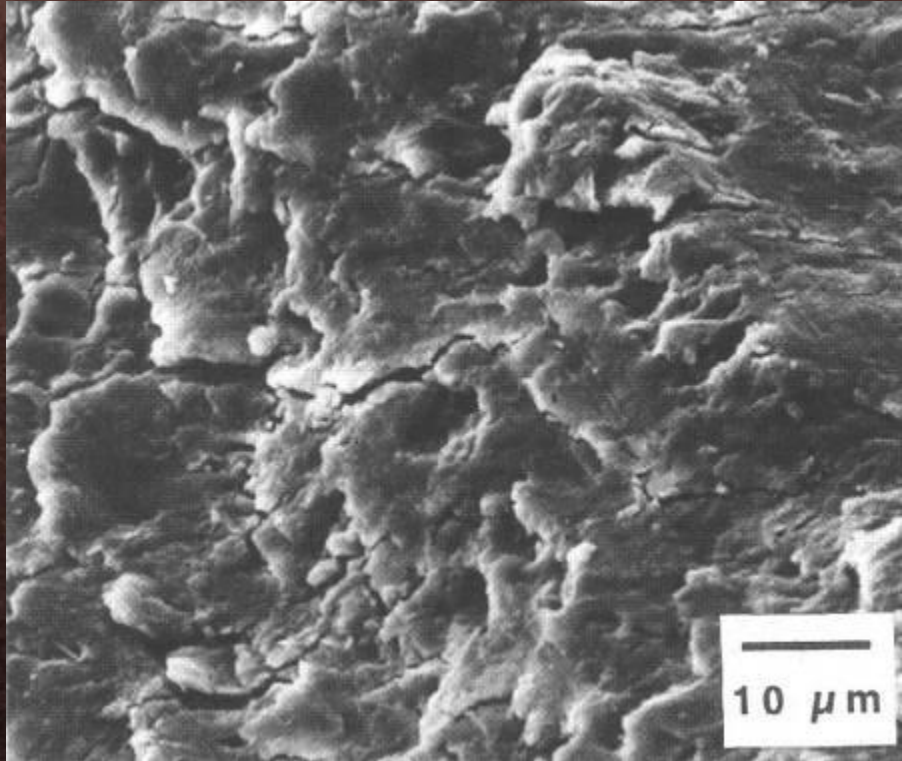


ΜΕΣΟΦΑΣΗ ΟΔΟΝΤΙΝΗΣ / ΡΗΤΙΝΗΣ ΜΕ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ LASER

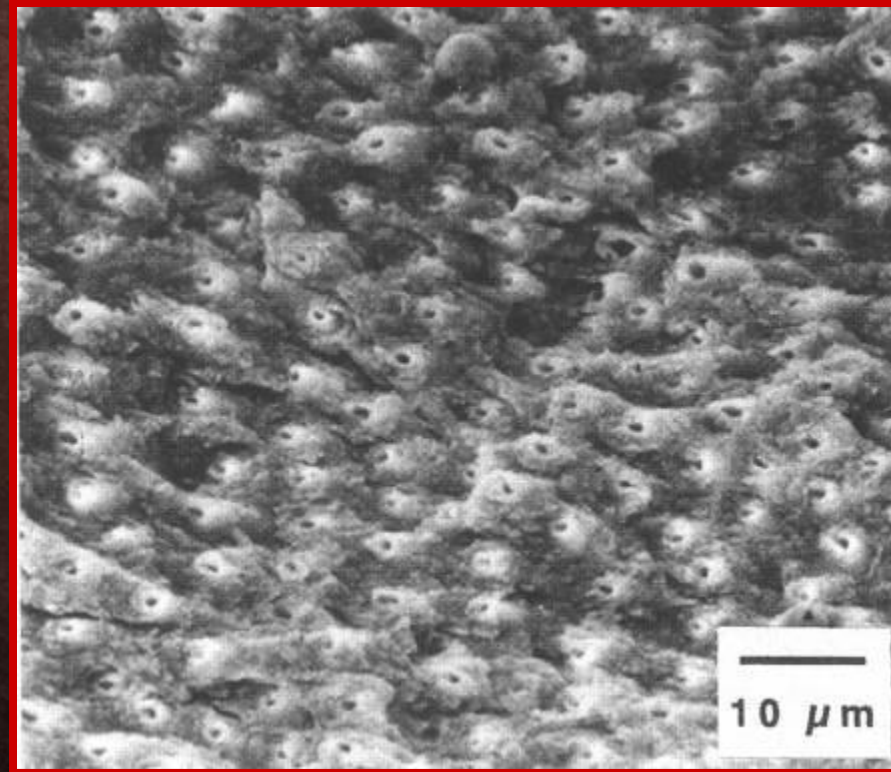


ΜΕΣΟΦΑΣΗ ΟΔΟΝΤΙΝΗΣ / ΡΗΤΙΝΗΣ ΜΕ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΦΩΣΦΟΡΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ

Η επίδραση του laser Er:YAG στην οδοντίνη



Οδοντίνη αποκομμένη με μηχανικά μέσα



Οδοντίνη αποκομμένη με laser Er:YAG

Το laser Er:YAG εξαλείφει τη ζώνη ξεσμάτων, αλλά προκαλεί μετουσίωση των ινών κολλαγόνου. Η μικροδιδείσδυση δεν επηρεάζεται, όμως η αντοχή στη διάτμηση και τον εφελκυσμό δεν είναι ικανοποιητική.

Αναφορά	Ενέργεια	Συχνότητα (Hz)	Διάρκεια παλμού	Είδος ιστού	Συγκολλητικός παράγοντας	Είδος μέτρησης	Αποτελέσματα
Er:YAG							
Ceballos et al, 2001	250mJ	2	250μsec	σωφρονιστήρες	Scotchbond I (3M)	μικροδιδείσδυση	~
Roebuck et al, 2001	200/240/300-100mJ	5	250μsec	προγόμφιοι	Comproglass SCA (5ης γενιάς) (Vivadent)	μικροδιδείσδυση	~
Wright et al, 1993	300mJ	2		γομφίοι	bonding agent & Prismafil	μικροδιδείσδυση	~
Corona et al, 2001	500mJ	5	250μsec	σωφρονιστήρες	Single Bond (3M)	μικροδιδείσδυση	-
Roebuck et al, 2000	200/240/300-100mJ	5	250μsec	ανθρώπινη	SMP (3M)	μικροδιδείσδυση	~
Setien et al, 2001	150J	10	Δ.Α.	γομφίοι	Single Bond (3M)	μικροδιδείσδυση	~
Martinez-Insua et al, 2000	160mJ	4	250μsec	προγόμφιοι	SMP (3M) (4ης γενιάς)	αντοχή στον εφελκυσμό	-
Moritz et al, 1998	60/180/250mJ	4/2/2	Δ.Α.	γομφίοι	SMP (3M)	διάτμηση και τον εφελκυσμό	~
Visuri et al, 1996	350mJ	6	230μsec	σωφρονιστήρες	ProBond (Caulk Dentsply) primer & adhesive	αντοχή στη διάτμηση	+
Ceballos et al, 2002	180mJ	2	25μsec	σωφρονιστήρες	Single Bond (3M)	αντοχή στη διάτμηση	-
De Munck et al, 2002	80mJ	10	250μsec	γομφίοι	OptiBond FL (Kerr)/Clearfil SE (Kuraray)	αντοχή στον εφελκυσμό	-/-

Microleakage or resin based sealants after Er:YAG laser conditioning
Lupi-Perugier L et al., Lasers in Medical Science 22(3) Sept. 2007

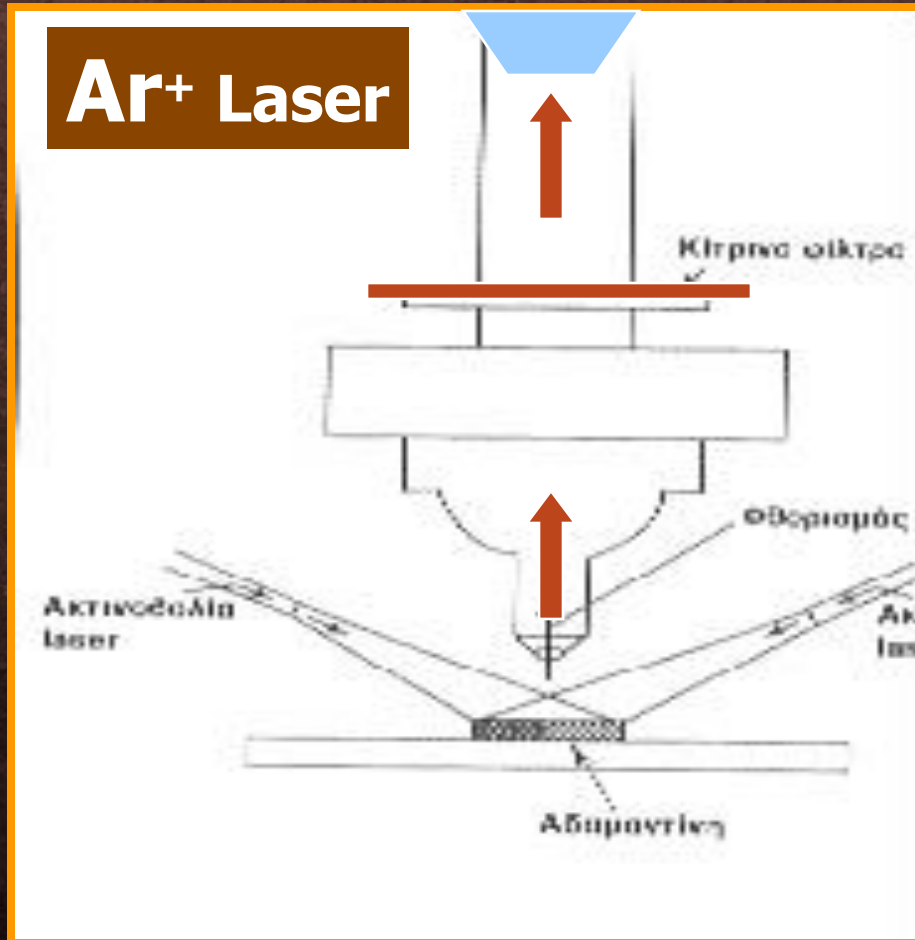
Abstract The aim of this in vitro study was to investigate the effects of Er:YAG laser pretreatment procedures in fissure sealing. The fissures of 90 third molars were prepared in the mesial halves with Er:YAG laser ($\lambda = 2,940$ nm, 250 mJ/pulse, 4 Hz, fluence 32 J/cm^2) and acid etched. They were randomly assigned to three groups, and the fissures in the distal halves were prepared differently according to the group: acid etching alone, bur and etching or Er:YAG laser alone. The fissures were sealed using Clinpro™ sealant (3M). The extent of microleakage was measured with a digital-image analyzer. The sealants prepared with Er:YAG laser alone displayed greater microleakage than the others ($p < 0.05$). Er:YAG laser irradiation does not eliminate the need for etching the enamel surface before sealing.

Keywords Enamel - Er:YAG laser - Pit and fissure sealants - Microleakage

Χρήσεις των LASER στην Οδοντική Χειρουργική

1. Αποκοπή σκληρών οδοντικών ιστών
2. Αναχαίτιση μικρών τερηδονικών βλαβών
3. Έμφραξη οπών & σχισμών
4. Αντιμετώπιση ευαισθησίας οδοντίνης
5. Αδροποίηση αδαμαντίνης/οδοντίνης
6. Διάγνωση τερηδονικών βλαβών
7. Φωτοπολυμερισμός
8. Λεύκανση δοντιών
9. Άμεση κάλυψη πολφού

ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΑΡΧΟΜΕΝΩΝ ΒΛΑΒΩΝ



Φθορισμός Laser

LF και DELF

Τερηδονα σκοτεινή περιοχή ενώ υγιής φωτεινή(λόγω μεγαλύτερης σκέδασης τερηδονικών ιστών)

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Βαθείες αύλακες μασητικής
2. Εναποθέσεις εξωγενείς
3. Οδοντική πλάκα
4. “Αυξημένα” μεγέθη βλαβών
5. Δευτερογενείς τερηδόνες



DIAGNOdent -KaVo



Χρήσεις των LASER στην Οδοντική Χειρουργική

1. Αποκοπή σκληρών οδοντικών ιστών
2. Αναχαίτιση μικρών τερηδονικών βλαβών
3. Έμφραξη οπών & σχισμών
4. Αντιμετώπιση ευαισθησίας οδοντίνης
5. Αδροποίηση αδαμαντίνης/οδοντίνης
6. Διάγνωση τερηδονικών βλαβών
7. Φωτοπολυμερισμός
8. Λεύκανση δοντιών
9. Άμεση κάλυψη πολφού

ΝΕΟΙ ΤΥΠΟΙ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΦΩΤΟΠΟΛΥΜΕΡΙΣΜΟΥ

Νέες συσκευές αλογόνου

Λυχνίες πλάσματος

Συσκευές Laser Αργού/Διοδικά (DPSS)

Λυχνίες LED



ΦΩΤΟΠΟΛΥΜΕΡΙΣΜΟΣ



ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΦΩΤΟΠΟΛΥΜΕΡΙΣΜΟΥ ΤΥΠΟΥ LASER

Φ/ Μ ιδιότητες
(=)

Ποσοστό
μετατροπής C=C
(=) ή (-)

Συστολή (=)

Βάθος πολυμερισμού
(-)

In conclusion, the light sources (LAS and OP) used yielded not much different microhardness and polymerization shrinkage values in the specimens. Therefore, the DPSS laser can be a good light source for light curing dental restorative materials, including flowable resins. Jeong CM, Heo YJ, Jeon YC, Kim HI, Kwon YH. Microhardness and polymerization shrinkage of flowable resins that are light cured using a blue laser. *Lasers Med Sci.* 2012 Jul;27(4):729-33.

Χρήσεις των LASER στην Οδοντική Χειρουργική

1. Αποκοπή σκληρών οδοντικών ιστών
2. Αναχαίτιση μικρών τερηδονικών βλαβών
3. Έμφραξη οπών & σχισμών
4. Αντιμετώπιση ευαισθησίας οδοντίνης
5. Αδροποίηση αδαμαντίνης/οδοντίνης
6. Διάγνωση τερηδονικών βλαβών
7. Φωτοπολυμερισμός
8. Λεύκανση δοντιών
9. Άμεση κάλυψη πολφού

ΛΕΥΚΑΝΣΗ



Laser Ar⁺

Laser

Διοξείδιο Λα

Laser KTP
(Zhang 2007)

Laser Er:YAG





LASER “SMOKE”

Article

Air Quality in a Dental Clinic during Er:YAG Laser Usage for Cavity Preparation on Human Teeth—An Ex-Vivo Study

Angeliki Karveli ¹, Ioannis G. Tzoutzas ², Panagiotis Ioannis Raptis ³, Emmanouil-George C. Tzanakakis ², Eleftherios Terry R. Farmakis ^{4,*} and Constantinos G. Helmis ⁵

¹ Private Practice, 12134 Athens, Greece; angelikakarveli@hotmail.com

² Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, National and Kapodistrian University of Athens, 11527 Athens, Greece; tzoutdent@dent.uoa.gr (I.G.T.); tzanakak@dent.uoa.gr (E.-G.C.T.)

³ Department of Physics, University of Athens, and National Observatory, 11527 Athens, Greece; piraptis@moa.gr

⁴ Department of Endodontics, School of Dentistry, National and Kapodistrian University of Athens, 11527 Athens, Greece

⁵ Division of Applied Physics, Department of Physics, University of Athens, 11527 Athens, Greece; chelmis@phys.uoa.gr

* Correspondence: elefarm@dent.uoa.gr



Citation: Karveli, A.; Tzoutzas, I.G.; Raptis, P.I.; Tzanakakis, E.-G.C.; Farmakis, E.T.R.; Helmis, C.G. Air Quality in a Dental Clinic during Er:YAG Laser Usage for Cavity Preparation on Human Teeth—An Ex-Vivo Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 10920. <https://doi.org/10.3390/ijerph182010920>

Academic Editor: Paul B. Tchounwou

Received: 18 September 2021

Accepted: 12 October 2021

Published: 17 October 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

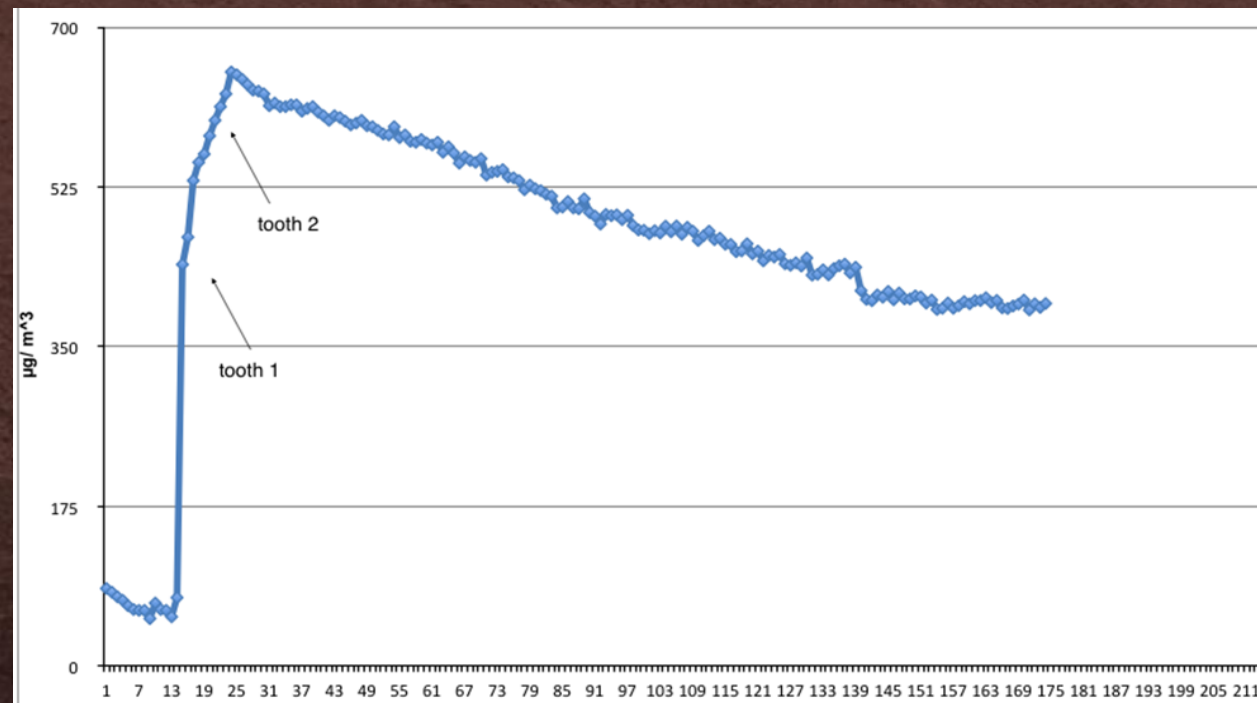
Abstract: Chemical air pollution in dental clinics consists of the emission of gases and particulate matter (PM), both generated by dental equipment and tooth tissues. One basic application of Erbium Laser devices is cavity preparation on human teeth due to its strong affinity to water and hydroxyapatite. The objective of this study was the evaluation of indoor air quality during the application of an Er:YAG laser, as a dentin removal instrument, in a Dental Clinic. Particulate Matter (PM) was measured using the standard method of EN legislation. In order to measure total Volatile Organic compounds (VOCs), a portable monitor was used. In the first experiment, PM10 and PM2.5 concentrations were increased by approximately 10 and 15 times, respectively. From the second experiment it can be concluded that neither of the measured particle concentrations exceeded the recommended indoor limit values while windows were open, although laser influence was still detectable. Within the limitations applied herein, it was found that Er:YAG laser activity for hard dental tissue removal was associated with high PM and TVOCs concentration values in the working environment, under insufficient or no ventilation. Physical ventilation in the aforementioned setting proved to be an important key factor in improving air quality, as both PM and TVOCs concentrations decreased significantly.

Keywords: minimally invasive dentistry; laser; Er:YAG; air quality; volatile organic compounds (VOCs); particulate matter; PM10; PM2.5; working environment

1. Introduction

During the last decades, and more importantly nowadays, in the COVID-19 era, the scientific community has been increasingly interested in the air quality at indoor spaces and its effects on human health [1]. Specific considerations have been raised for dental clinics, due to airborne microbial and chemical air pollutants [2]. Microbial air pollution is related to biological infectious agents [3,4] that can be transmitted via aerosols to patients or dental professionals and has been extensively studied by many researchers [5–7]. Also, investigation has been carried out with respect to the chemical components [8,9]. Chemical air pollution in dental clinics consists of the emission of gases and particulate matter (PM), both generated by dental equipment and tooth tissues.

Some of the gas phase contaminants generated and emitted from various dental procedures are the Volatile Organic Compounds (VOCs). These are organic chemicals that have a high vaporization at ordinary room temperature due to their low boiling point.



Τιμές συγκεντρώσεων TVOC's

Article

Air Quality in a Dental Clinic during Er:YAG Laser Usage for Cavity Preparation on Human Teeth—An Ex-Vivo Study

Angeliki Karveli ¹, Ioannis G. Tzoutzas ², Panagiotis Ioannis Raptis ³, Emmanouil-George C. Tzanakakis ², Eleftherios Terry R. Farmakis ^{4,*} and Constantinos G. Helmis ⁵

¹ Private Practice, 12134 Athens, Greece; angelikarveli@hotmail.com

² Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, National and Kapodistrian University of Athens, 11527 Athens, Greece; tzoutent@dent.uoa.gr (I.G.T.); tzanakak@dent.uoa.gr (E.-G.C.T.)

³ Department of Physics, University of Athens, and National Observatory, 11527 Athens, Greece; piraptis@moa.gr

⁴ Department of Endodontics, School of Dentistry, National and Kapodistrian University of Athens, 11527 Athens, Greece

⁵ Division of Applied Physics, Department of Physics, University of Athens, 11527 Athens, Greece; chelmis@phys.uoa.gr

* Correspondence: elefarm@dent.uoa.gr

Abstract: Chemical air pollution in dental clinics consists of the emission of gases and particulate matter (PM), both generated by dental equipment and tooth tissues. One basic application of Erbium Laser devices is cavity preparation on human teeth due to its strong affinity to water and hydroxyapatite. The objective of this study was the evaluation of indoor air quality during the application of an Er:YAG laser, as a dentin removal instrument, in a Dental Clinic. Particulate Matter (PM) was measured using the standard method of EN legislation. In order to measure total Volatile Organic compounds (VOCs), a portable monitor was used. In the first experiment, PM10 and PM2.5 concentrations were increased by approximately 10 and 15 times, respectively. From the second experiment it can be concluded that neither of the measured particle concentrations exceeded the recommended indoor limit values while windows were open, although laser influence was still detectable. Within the limitations applied herein, it was found that Er:YAG laser activity for hard dental tissue removal was associated with high PM and TVOCs concentration values in the working environment, under insufficient or no ventilation. Physical ventilation in the aforementioned setting proved to be an important key factor in improving air quality, as both PM and TVOCs concentrations decreased significantly.

Keywords: minimally invasive dentistry; laser; Er:YAG; air quality; volatile organic compounds (VOCs); particulate matter; PM10; PM2.5; working environment



Citation: Karveli, A.; Tzoutzas, I.G.; Raptis, P.I.; Tzanakakis, E.-G.C.; Farmakis, E.T.R.; Helmis, C.G. Air Quality in a Dental Clinic during Er:YAG Laser Usage for Cavity Preparation on Human Teeth—An Ex-Vivo Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 10920. <https://doi.org/10.3390/ijerph182010920>

Academic Editor: Paul B. Tchounwou

Received: 18 September 2021

Accepted: 12 October 2021

Published: 17 October 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

During the last decades, and more importantly nowadays, in the COVID-19 era, the scientific community has been increasingly interested in the air quality at indoor spaces and its effects on human health [1]. Specific considerations have been raised for dental clinics, due to airborne microbial and chemical air pollutants [2]. Microbial air pollution is related to biological infectious agents [3,4] that can be transmitted via aerosols to patients or dental professionals and has been extensively studied by many researchers [5–7]. Also, investigation has been carried out with respect to the chemical components [8,9]. Chemical air pollution in dental clinics consists of the emission of gases and particulate matter (PM), both generated by dental equipment and tooth tissues.

Some of the gas phase contaminants generated and emitted from various dental procedures are the Volatile Organic Compounds (VOCs). These are organic chemicals that have a high vaporization at ordinary room temperature due to their low boiling point.

Within the limitations applied herein, it was found that Er:YAG laser activity in a Dental Clinic, for hard dental tissue removal, was associated with **high PM and TVOCs** concentration values. Both experiments yielded greater increase for PM2.5 than PM10, with both of them remaining high above safety limits, for elongated time periods after the completion of laser usage. **When physical ventilation was taking place, it proved to be an important key factor in improving air quality in the aforementioned setting, as both PM and TVOC concentrations decreased significantly.**

Review

The Use of Lasers in Dental Materials: A Review

Emmanouil-George C. Tzanakakis ^{1,*}, Evangelos Skoulas ², Eudoxie Pepelassi ³, Petros Koidis ⁴ and Ioannis G. Tzoutzas ¹

- ¹ Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, National and Kapodistrian University of Athens, 11527 Athens, Greece; tzoudent@dent.uoa.gr
² Institute of Electronic Structure and Laser, Foundation for Research and Technology-Hellas, 70013 Heraklion, Greece; skoulasv@iesl.forth.gr
³ Department of Periodontology, School of Dentistry, National and Kapodistrian University of Athens, 11527 Athens, Greece; epepela@dent.uoa.gr
⁴ Department of Prosthodontics, Aristotle University of Thessaloniki, 54124 Thessaloniki, Greece; pkoidis@dent.auth.gr
* Correspondence: tzanakak@dent.uoa.gr

Abstract: Lasers have been well integrated in clinical dentistry for the last two decades, providing clinical alternatives in the management of both soft and hard tissues with an expanding use in the field of dental materials. One of their main advantages is that they can deliver very low to very high concentrated power at an exact point on any substrate by all possible means. The aim of this review is to thoroughly analyze the use of lasers in the processing of dental materials and to enlighten the new trends in laser technology focused on dental material management. New approaches for the elaboration of dental materials that require high energy levels and delicate processing, such as metals, ceramics, and resins are provided, while time consuming laboratory procedures, such as cutting restorative materials, welding, and sintering are facilitated. In addition, surface characteristics of titanium alloys and high strength ceramics can be altered. Finally, the potential of lasers to increase the adhesion of zirconia ceramics to different substrates has been tested for all laser devices, including a new ultrafast generation of lasers.

Keywords: laser; zirconia; surface texturing; sintering; titanium; surface micro-topography



Citation: Tzanakakis, E.-G.C.; Skoulas, E.; Pepelassi, E.; Koidis, P.; Tzoutzas, I.G. The Use of Lasers in Dental Materials: A Review. *Materials* **2021**, *14*, 3370. <https://doi.org/10.3390/ma14123370>

Academic Editor: Javier Gil

Received: 13 May 2021
 Accepted: 15 June 2021
 Published: 18 June 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



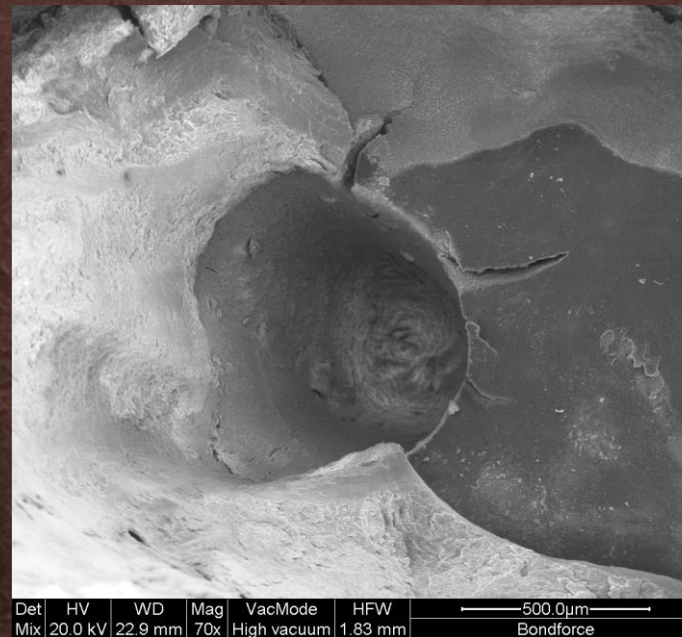
Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

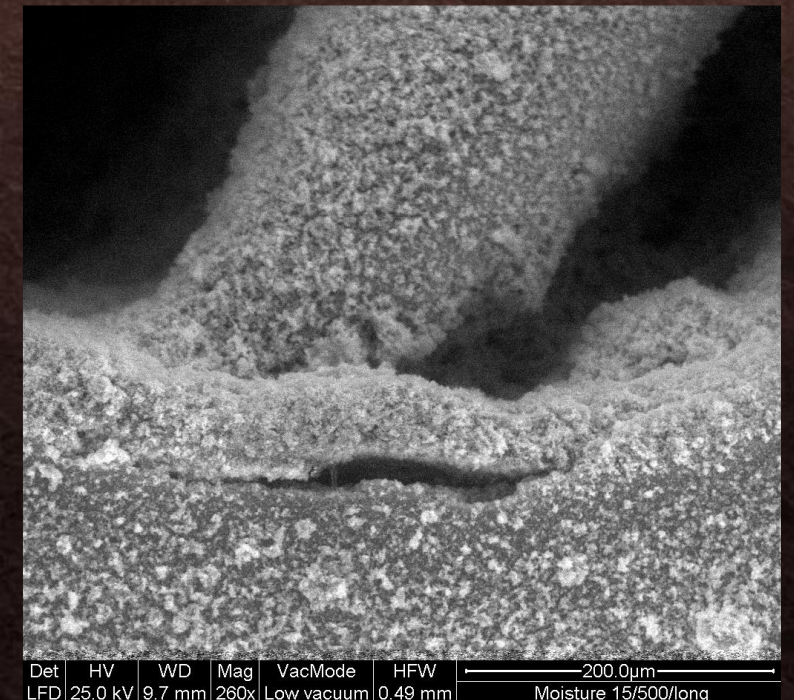
The application of lasers is wide, ranging from basic science and industry, to medicine and manufacturing industry. Nowadays, typical laser source can deliver extreme amounts of energy in such confined spaces, restrained only by the diffraction limit of converging optics and laser frequency. The successful energy deposition, direct on controllable space as well as the independence of the material case, has made lasers a unique and versatile tool for variable applications such as cutting, welding, soldering and surface functionalization [1]. These advancements led the laser utilization on medical materials for clinical applications and research where, so far, remarkable advancements for most medical specialties, and of course dentistry, have been made [2,3].

The use of lasers in dentistry is not a revolutionary method since they have been introduced in almost all dental specialties for more than two decades [2,3], working as a diagnostic tool for the detection of caries, of subgingival calculus, as a cutting tool for hard dental tissues [2] and as a disinfecting tool of root canals [3]. Moreover, the anxiety and dental fear of many patients towards dental rotary cutting devices without employing injectable local anesthesia was minimized when hard dental tissue laser applications were introduced [4].

Nowadays, laser technology is used in clinical applications [5,6], mainly for the management of hard and soft tissues, and in the field of dental materials [7]. Lasers offer new approaches to the elaboration of dental materials, such as metals, ceramics and



Αποκόλληση ορίου ρητίνης κατά την ατελή αφαίρεση με Er:YAG



Αφαίρεση ρητίνης με Er:YAG laser

Review

The Use of Lasers in Dental Materials: A Review

Emmanouil-George C. Tzanakakis ^{1,*}, Evangelos Skoulas ², Eudoxie Pepelassi ³, Petros Koidis ⁴ and Ioannis G. Tzoutzas ¹

- ¹ Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, National and Kapodistrian University of Athens, 11527 Athens, Greece; tzoutdent@dent.uoa.gr
- ² Institute of Electronic Structure and Laser, Foundation for Research and Technology-Hellas, 70013 Heraklion, Greece; skoulasv@iesl.forth.gr
- ³ Department of Periodontology, School of Dentistry, National and Kapodistrian University of Athens, 11527 Athens, Greece; epepela@dent.uoa.gr
- ⁴ Department of Prosthodontics, Aristotle University of Thessaloniki, 54124 Thessaloniki, Greece; pkoidis@dent.auth.gr
- * Correspondence: tzanakak@dent.uoa.gr

Abstract: Lasers have been well integrated in clinical dentistry for the last two decades, providing clinical alternatives in the management of both soft and hard tissues with an expanding use in the field of dental materials. One of their main advantages is that they can deliver very low to very high concentrated power at an exact point on any substrate by all possible means. The aim of this review is to thoroughly analyze the use of lasers in the processing of dental materials and to enlighten the new trends in laser technology focused on dental material management. New approaches for the elaboration of dental materials that require high energy levels and delicate processing, such as metals, ceramics, and resins are provided, while time consuming laboratory procedures, such as cutting restorative materials, welding, and sintering are facilitated. In addition, surface characteristics of titanium alloys and high strength ceramics can be altered. Finally, the potential of lasers to increase the adhesion of zirconia ceramics to different substrates has been tested for all laser devices, including a new ultrafast generation of lasers.

Keywords: laser; zirconia; surface texturing; sintering; titanium; surface micro-topography



Citation: Tzanakakis, E.-G.C.; Skoulas, E.; Pepelassi, E.; Koidis, P.; Tzoutzas, I.G. The Use of Lasers in Dental Materials: A Review. *Materials* **2021**, *14*, 3370. <https://doi.org/10.3390/ma14123370>

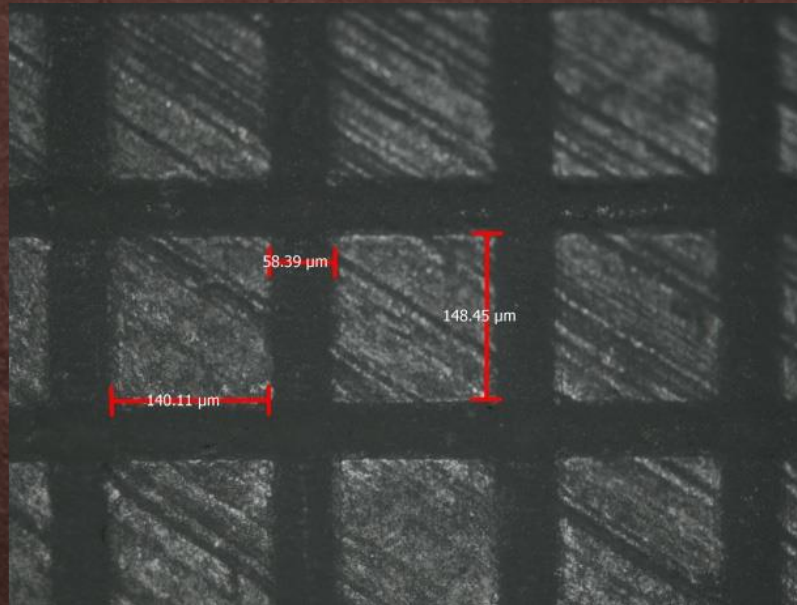
Academic Editor: Javier Gil

Received: 13 May 2021
Accepted: 15 June 2021
Published: 18 June 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Διαφορετικά μοτίβα τροποποίησης επιφάνειας ζιρκονίας με femtosecond lasers (10^{-12})



LASER IN DENTAL MATERIALS

Conclusions

Based on the present review study, the following conclusions can be drawn:

1. Intraoral lasers cover a wide range of applications in clinical dentistry.
2. Cutting of metals, polymers and zirconia ceramics is facilitated by specific laser devices.
3. Metal processing benefits from accurate laser welding procedures.
4. Increased accuracy and reduced working time are the main advantages when manufacturing base metal frameworks by laser sintering procedures.
5. Optimized retentive patterning of titanium and the zirconia surface by laser patterning is thoroughly investigated.

Συμπεράσματα

- ◆ Μειωμένη ανάγκη για αναισθησία
- ◆ Αυξημένη αποδοχή των ασθενών.....
- ◆ Αυξημένος χρόνος εργασίας
- ◆ Αναγκαία η χρήση κλασικών κοπτικών μέσων για το τελείωμα της κοιλότητας
- ◆ Αυξημένο κόστος επένδυσης
- ◆ Ανεπαρκής τεχνολογική υποστήριξη
- ◆ Εκπαίδευση στη χρήση των συσκευών
- ◆ Τήρηση των κανόνων ασφαλείας
- ◆ Δυσάρεστη οσμή

ΣΑΣ ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ

