

Ministry of Higher Education
and Scientific Research
University of Baghdad
INSTITUTE OF LASER
POSTGRADUATE STUDIES



ULTRASHORT PULSE LASER ABLATION FOR DENTAL MATERIAL

A Thesis

Submitted to the Institute of Laser for Postgraduate Studies,
University of Baghdad in Partial Fulfillment of
Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in
Laser.

By

Balsam Mohammed Mirdan

٢٠٠٩AD

١٤٣٠AH

Abstract

The ablation of dental materials (enamel, dentin and dentin-enamel junction) using 40 psec pulsed laser was investigated, quantitatively and qualitatively.

The surface modification of the irradiated sample was studied as well.

Two frequencies (2nd harmonic and 4th harmonic) of Nd:YAG laser were utilized. To get variable fluences, beam diameters were varied (1mm, 600 μ m, 450 μ m, 350 μ m and 100 μ m).

The effect of single pulse and consecutive pulses were taking into account.

Twenty extracted sound human premolars for the age group (16-20 year) were sectioned to be irradiated.

The samples were divided into three groups, the first group of tooth slices were subjected a 532nm single pulse.

The second group, the samples subjected to 532nm consecutive pulses of two, three, four and five.

The third group, the samples were exposed to a 266nm wavelength.

The morphological observations were investigated under scanning electron microscope (SEM). The depth was measured using laser confocal microscope (LSCM).

Fluorescence and FTIR spectroscopic analysis were done to detect any variation in the chemical structure as a consequence to laser ablation.

The ablation threshold for the enamel was 7J/cm², while for dentin it was 4J/cm² for the frequency doubled Nd:YAG laser. The ablation craters were manifesting rough floor and wall, with the absence of melting signs or cracks.

The created craters in the third group were ablated in selective manner; the intertubular dentin was more affected by laser pulse than peritubular dentin.

The results showed a 532nm, 40 psec pulsed laser is a convenient tool to ablate the tooth structure with no sign of thermal stress or damage. The roughness of the floor and the wall of the ablated crater accompanied by

etching in the outer borders is a candidate to provide the retention mean for the restorative material and the bonding agent. Moreover the repetitive shots increase the crater depth but not the diameter. While the 266nm pulse could be useful to remove initial dental caries and sealing dentinal tubules.



استئصال الماده السنية بليزرات نبضيه قصيرة جداً

أطروحة مقدمة

الى معهد الليزر للدراسات العليا / جامعة بغداد
لأستكمال نيل درجة دكتوراه فلسفة في الليزر

تقدمت بها
بلسم محمد مردان

٢٠٠٩ م

١٤٣٠ هـ

الخلاصة

تمت دراسة كفاءة ليزر النديميوم - ياك بعرض نبضة ٤٠ بيكوثانية وبطول موجي ٥٣٢ نانومتر و ٢٦٦ نانومتر لقشط المادة السننية (الميناء , العاج والنسيج الرابط).

حضرت النماذج لغرض التشعيع بتقطيع عرضي للأسنان السليمة حيث قطعت الضواحك الى مقاطع عرضية بسمك ١ ملليمتر باستخدام القرص الماسي المزود بدوش مائي .

قسمت النماذج المحضرة الى ثلاثة مجاميع :

المجموعة الاولى : عرضت هذه المجموعة لنبضة ليزر مفردة بطول موجي ٥٣٢ نانومتر . قيست حد عتبة القشط لهذه المجموعة بزيادة قطر منطقة التعريض (١٠٠ - ٣٥٠ - ٤٥٠ - ٦٠٠ - ١٠٠٠) مايكروميتر لنفس الطاقة لكل نبضة .

المجموعة الثانية: عرضت نماذج هذه المجموعة لنبضات متعاقبة (١-٢-٣-٤-٥) بالطول الموجي ٥٣٢ نانومتر وبكثاقتي طاقة ١٠ جول / سم^٢ و ١٦ جول / سم^٢ . تم دراسة تأثير النبضات المتعاقبة على قطر وعمق الحفر الناتجة.

المجموعة الثالثة: عرضت النماذج لهذه المجموعة لنبضة مفردة بطول موجي ٢٦٦ نانومتر وبكثافة طاقة (٠.٨ , ٢ , ٨) جول/سم^٢ . قيست حد العتبة لحفر طبقة الميناء وكانت ٧ جول/سم^٢ بينما لطبقة العاج كانت ٤ جول/سم^٢ للطول الموجي ٥٣٢ نانومتر .

اظهرت المنطقة المقشوة خشونة القاع والجدران مع عدم ظهور اي دلالة لتميع او تصدع في المادة السننية. من المتوقع ان خشونة السطوح وتخريشها بعد التشعيع يزيد من قابلية السن في استقبال وزيادة ثبات الحشوة بسهولة.

لم يكن من الممكن حساب حد العتبة لنماذج المجموعة الثالثة المعرضة للطول الموجي ٢٦٦ نانومتر بسبب قلة النماذج بالاضافة الى انه وجد بأن طريقة الاستئصال كانت منتقاة حيث ان منطقة *intertubular dentine* كانت اكثر تائرا من ال *pertubular dentine*

أظهرت النتائج ان الليزر عند الطول الموجي ٥٣٢ نانومتر هو اداة فعالة في قشط المادة السننية وبدون وجود اي دلالة لاجهاد حراري او ضرر بينما الليزر بالطول الموجي ٢٦٦ نانومتر يمكن استخدامه في علاج حساسية الاسنان كاداة لسد ولصق فتحات (*dentil tubules*)

استخدم المايكروسكوب الالكتروني الماسح SEM لدراسة التغير السطحي للسن بعد التشعيع بينما استخدم الميكروسكوب ذو التركيز البؤري LSGM في حساب عمق الحفر .

وظفت اجهزة التحليل الطيفي مثل اجهزة الفلورة و FTIR للكشف عن التغير في التركيب الكيميائي للسن بعد القشط بالليزر .