التطبيقات الطبية لليزر ثاني اوكسيد الكاربون النبضي والمستمر

بهاء طعمه جياد وجنان فاضل مهدي

قسم الفيزياء-كلية العلوم-جامعة بغداد

الخلاصة

ليزر ثاني أكسيد الكربون CO_2 هي واحدة من أهم الشركات في الطب، وخاصة في التداخل الجراحي بسبب الخصائص الفريدة -اعلى طول موجي 10.6 مايكروميتر (وهذا يعني، أن لديها الطاقة الحرارية العالية، فضلا عن قابلية امتصاص العاليةللماء عند هذا الطول الموجي). في هذه الدراسة تم استخدام ليزر CO_2 لدراسة عن الحد الأقصى، وعمق الاختراق والتأثير الحراري، وكذلك حساب معامل الامتصاص. وقد استخدم ليزر ثاني اوكسيد الكاربون النبضى ذو القدرة من 5-20واط من ترددات مختلفة (10، 20،30،40،50) هرتز لدراسة معمقة من شعاع الليزر على اختراق النسيج بالليزر . عمق الاختراق يزداد بزيادة القدرة في وللجميع الترددات، وكذلك، على عمق تغلغل يتزايد عند نفس القدرة من خلال زيادة التردد.ليس هناك فرق في التأثيرات الحرارية في للقدرة (1، 1.5) واط عند تردد (5، 10، 20، 30) هرتز. بينما عند قدرة اكبر من 1.5 واط يبين بوضوح تأثير الليزر على النسيج. نجد أن يتم حرق الانسجة نتيجة تأثير شعاع الليزر كما يبدو من ملاحظة حافة الأنسجة، والتي تظهر اسوداد الذي يمثل الكربون من الاحتراق الى الوراء، فضلا عن تغيير لون النسيج.

الكلمات المفتاحية: الليزر, التطبيقات الطبية, التردد, ثاني اوكسيد الكاربون.

Medical application of laser pulse (Pw Mode) and continuous (cw Mode) carbon dioxide

Baha T.Chiad and Jinan Fadhel Mahdi

Department of Physics, College of Science, University of Baghdad

E-Mail: jinanf2008@yahoo.com

Abstract

The laser carbon dioxide CO_2 is one of the most important in medicine, particularly in the overlap for surgical owned because of the unique characteristics of higher long wavelength 10.6 μm (that is, it has a high thermal energy, as well as that of the high water absorption viability of this wavelength).In this study CO_2 laser was used to study the threshold limit, depth of penetration and thermal effects, as well as the absorption coefficient calculation. Laser pulse (Pw Mode) carbon dioxide of power (5-20) watt of different frequencies (10, 20, 30, 40, 50) Hz was used to study the depth of penetration laser beam to the tissue. Penetration depth measured note that at increase the power increase the depth of penetration for all frequenciesas well as the depth of penetration is increasing at the same power by increasing the frequency. There is no difference in the thermal effects lasers at power (1, 1.5) watt at frequency (5, 10, 20, 30) Hz. While at power more than 1.5 wattclearly shows the impact of lasers at the tissue.We find that the impact of laser beam in the tissue is burned in the textile as itseems Note edge of tissue, which appear blackening which represents the carbon from the combustion backward as well as changing the color of the fabric.

المقدمة Introduction

تعد فرضية استخدام تأثير الاشعاع المحفز (Stimulated emissian) التي وضعت لاول مرة من قبل العالم انشتاين عام 1917 الاساس العلمي لمبدأ عمل الليزرات بشكل عام، ان الانتشار و النجاح اللذين تحققا باستخدام الليزر في حقل الطب جعله اداه فعالة بيد الطبيب في جميع الاختصاصات . وان التطور الحاصل في حقول فيزياء الليزر جعل من امكانية تطوير اجهزة الليزر المتقدمة في مجال الطب تناسب احتياجات الاطباء كافة اذ اصبح من الممكن للجراحين ان يمسكون المشرط التقليدي بيد و الليزر باليد الاخرى، الامر الذي جعل كل من التشخيص ، العلاج و التدخل الجراحي بوساطة الليزر هي الطريقة المثلى في كثير من الأحوال.

يعد الباحث (Maiman) اول من استطاع ان يرى الاشعاع المحفز في الجزء المرئي من الطيف بتهيج قضيب من الياقوت (Ruby Red) بموجات مكثفة من مصباح و مضي (Flash Lamp) [5]. في تموز عام 1961 م تمكن الباحث (Maiman) من تصنيع اول جهاز ليزر طبي يولد اشعاعا ذا لون احمر ذهبي [6] وقد استخدم هذا الجهاز عام 1963 للسيطرة على نزف الشبكية ,ومن ثم تم اكتشاف ليزر ايون الاركون الاخضر المزرق اذ اخذ مكان ليزر الياقوت واصبح الليزر المفضل في الاستخدام من قبل اطباء العيون .وفي عام 1961 م تمكن الباحث (Johnson) من تصنيع ليزر انديوم ياك [8] ولكنه لم يمكن ليعمل بالنمط المستمر بل بالنمط النبضي ومن ثم اوجد اول جهاز ليزر (Nd-YAG) يعمل بالنمط المستمر (CW) عام 1975 م [9] واستخدم هذا الجهاز لتنظير القناة الهضمية و السيطرة على النزف المعوي الحاد .تمكن (Javan) وجماعته في عام 1961 م [2]من تصنيع اول جهاز ليزري غازي مستخدما مزيجا من غازي الهليوم و النيون اذ تمكن من الحصول على حزمة حمراء ضعيفة لا تكفي للتفاعلات الحرارية و لكنها تعد حزمة مناسبة للترصيف و التسديد (Aiming Beam) مع الليزرات غير المرئية و المنظومات البصرية.

اما ليزر ثاني اوكسيد الكاربون فتمكن الباحث (Paltel) عام 1964 م [11,10] من تصنيع اول منظومة ليزر الذي اصبح بعد ذلك اكثر الليزرات المعروفة استخداما في الطب في العقدين الماضيين و لاسيما في الاستخدامات الجراحية .

1-انواع الليزرات الطبية

فكما هو معروف ان انواع الليزرات تستخدم في مجال الطب في الغالب تكون محصورة بين منطقة الاشعة الفوق البنفسجية (UV) و منطقة الاشعة تحت الحمراء (IR) .

غير ان الاختلاف في انواع الليزر هذا جعل منها ذات فائدة كبيرة فكل ليزر من هذه الليزرات قد يؤدي العديد من الوظائف بحسب طوله الموجي ، وميكانيكية تفاعله مع النسيج ، فمنها ما يتفاعل مباشرة مؤديا الى الازالة و اخر يودي الى الحث البيولوجي و هكذا و الجدول (1) يوضح انواع هذه الليزرات و نمط التشغيل و طولها الموجي المنبعث و بعض تطبيقاتها

جدول (1) يوضح انواع الليزرات الطبية ونمط التشغيل و طولها الموجي و تطبيقاتها

الوسط الفعال	الطول الموجيμm	نمط التشغيل	*بعض التطبيقات*
ArF الاكسايمر	0.193 U.V	نبضي، مدة التعريضnsec(10-20)	العيون Ophthalmology
KrF الاكسايمر	0.248 U.V	نبضي، مدة التعريض nsec(10-20)	العيون Ophthalmology
XeF الاكسايمر	0.351 U.V	نبضي مدة التعريض nsec (-20 300)	العيون Ophthalmology

N_2 النايتروجين	0.337 U.V	نبضي (Pulsed)	ديناميكية العلاج الضوئي Photodynamic Therapy
Ar ايون الاركون	0.488-0.514 مرئية	مستمر(CW)	ديناميكية العلاج الضوئي Photodynamic Therapy
Dye ليزر الصبغة	0.456-0.700 مرئية	نبضي (Pulsed) مستمر (cw)	ديناميكية العلاج الضوئي Photodynamic Therapy
He-Ne هليوم –نيون	0.6328 مرئية	نبضي (Pulsed) مستمر (cw)	بالتحفيز البيوليوجي (Biostimulation)
Ruby الياقوت	0.694 مرئية	مستمر (cw) نبضي pulsed مدة التعريض nsec (1-250)	جلدية (Dermatology)
Diode laser شبه الموصل	0.6-0.810-0.905 مرئية IR–	مستمر (cw) نبضيpulsed مدة التعريض nsec (200)	جلدية (Dermatology) جراحة (Surgery) والتحفيز البيولوجي (Biostimulation)
صلبة Nd-YIE	1.053 IR	نبضي (pulsed) مدة التعرض nsec (100-250	جراحة Surgery
صلبة Nd-YAG	1.064 IR	نبضي (pulsed) مدة التعرض nsec (100)	جراحة اسنان Surgery Dentistry
صلبة Er-YAG	2.9 IR	نبضي (pulsed)	جراحة Surgery
غازي CO_2	10.6 IR	مستمر (cw) نبضي pulsed	جراحة Surgery

ليزر ثاني اوكسيد الكاربون CO_2

يعد ليزر ثاني اوكسيد الكاربون من اهم الليزرات المستخدمة في الطب ولاسيما في التداخل الجراحي لما يمتلكه من خصائص فريدة بسبب طوله الموجي العالي (10.6 µm) أي انه يمتلك طاقة حرارية عالية فضلا عن ان للماء قابلية امتصاص عالية لهذا

الطول الموجي . و لما كان الماء يمثل اغلب مكونات خلايا الانسجة لذلك يمكن ان يتعامل هذا الليزر مع النسيج مباشرة دون وجود أي صبغة او محلول مضاف قبل اجراء العمليات، كما يفضل على الليزرات البقية كما في ليزر ايون الاركون مثلا و من مزاياه انه لا يتشتت داخل الانسجة مختلفا عن ليزر الانديوم –ياك اذ ان هذه الظاهرة تميزه بجعله مثالي لعمليات القطع بسبب صغر مساحة القطع .

يستخدم ليزر ثاني اوكسيد الكاربون في علاج الامراض النسائية اكثر من غيره من الليزرات فيستخدم في تبخير الورم الباطني الرحمي (Endometeriomas) و فصل الالتصاقات في انابيب فالوب دون التداخل الجراحي التقليدي، و كذلك المبايض دون حدوث النزف الباطني. و يستخدم في علاج الاكياس البطنية (Abdominal cysts)

ويستخدم ليزر ثاني اوكسيد الكاربون في علاج السرطان داخل الطلائي لعنق الرحم (CIN) , وذلك الجدول (2) يمثل انواع CIN

مرحلة المرض	الاسم	نوع التغير
CIN I	Mild dysplasia	تغير قليل في الخلايا
CIN II	Moderate dysplasia	تغير متوسط في الخلايا
CIN III	Severe dysplasia and Carcinoma in situ	تغير شديد في الخلايا

وقد وجد ان 70 % من الامراض التي تصيب عنق الرحم هي من نوع CIN I و الباقي يمثل CIN II, CIN III

2- سرطان عنق الرحم Cervical canser

ويحصل عندما تكون هناك تغيرات خلوية تطابق موصفات الخلايا السرطانية مثلا (تغيرات في النواة ،معدل الانقسام الخلوي)

معالجة CIN

تعالج امراض CIN جميعها بطرائق عدة منها مثلا:-

CIN I, CIN II يعالج بوساطة الكوي الحراري Thermal caurzation او بوساطة التبريد الزمهرير Cryosurgeryاو CO_2 laser.

الا انه في حالة الـ CIN III (carcinoma in situ)و التي تمثل خلايا سرطانية غير منتشرة يجري علاجها اما بعملية استئصال الرحم بالكامل او بقطع عنق الرحم المخروطي

يقتضي تخريط عنق الرحم أي ازالة جزء من العنق مخروطي يتناسب مع حجم الضرر و موقعه باستخدام منظار عنق الرحم (Cloposcopy) . و يعد تبخير عنق الرحم افضل من الكي و التخريط (Conization) بالمشرط او العلاج بالتبريد (الزمهرير) Cryosurgeryاذ يترك الرحم بحالة اكثر حيوية و دون تضيق او تندب فيه بحيث لا تؤثر على خصوبة المريضة [48] .

امراض عنق الرحم الذي يستخدم فيها CO_2 ليزر

1- CIN (Cerical Intraepitheliel Neoplasia)

وهي الامراض التي يكون فيها تغيرات خلوية تسبق مرحلة الاورام السرطانية (Cerical Intraepitheliel Neoplasia) يحدث في منطقة الالتقاء (T_z) (Transmit ion zone) . و الجدول (2) يمثل انواع CIN.

تفاعل الليزر مع الأنسجة

يمتاز تفاعل الليزر مع الأنسجة بكونه ذا تأثير موضعي عال ويتم التفاعل تحت ظروف معينة يحددها نوع النسيج و كثافة تركيبه و خصائصه البصرية و الحرارية و كذلك الوسط الذي تجري فيه عملية التفاعل . ليتم بعد ذلك تحديد الليزر الواجب استخدامه اذ يوصف شعاع الليزر بطوله الموجي و القدرة التي تحملها فوتوناته و النمط الذي نبعث به و الزمن الذي يستغرق نبضاته (عند النمط النبضي) و مساحة مقطع حزمته،و كثافة قدرته [16،15]

لكي تكون الاشعة ذات تأثير في نسيج ما يجب ان تمتص من قبل ذلك النسيج ،اما اذا نفذت او انعكست فلا تأثير لها فيه . وفي حالة تشتت الاشعة فهذا يعني امتصاصها من مساحة اكبر من النسيج.

و ينتج عن التشعيع بالليزر تاثيرات حرارية و اخرى غير حرارية

التأثير الحراري Photo Thermal Effect

ان التأثير الحراري لليزر في الانسجة الطبيعية يعتمد بالدرجة الأساسية على تفاعل حزمة الليزر مع محتويات النسيج الحي الأساسية . و بالتحديد مع الصبغات الملونة (Chromophores) بسبب قابلية هذه الصبغات على امتصاص طاقة الضوء الساقط عليها . وهذه المحتويات هي الماء ,و الهيوغلوبين و الميلانين
ان التأثيرات في الانسجة الحية المشار اليها سابقا تعتمد على
1- معامل امتصاص و معامل استطارة (Scattering) النسيج للحزمة الساقطة
2-كثافة القدرة (Power Density) للحزمة الساقطة .
3-مدة التعريض (Duration) لحزمة الليزر .
4- حجم المنطقة المتعرضة للإشعاع (Spot Size)
5-قابلية تبريد المنطقة من خلال الدورة الدموية.

ان معدل تحويل طاقة الاشعاع الساقط الى طاقة حرارية هو محصله مجموع التغيرات المذكورة في أعلاه.
ان معظم تركيب الانسجة ما عدا العظم تتركب من الماء بنسبة (80-95)% وبما ان ليزر CO_2يمتص بالكامل من قبل الماء الموجود داخل الخلايا وبينها فان هذا الليزر ممكن ان يستخدم لقطع الانسجة . و تفسر ميكانيكية التلف بالانتقال السريع للحرارة من الشعاع الى الخلية اذ ان سقوط شعاع الليزر على النسيج يعمل على حركة جزيئاته بحركة دورا نية او اهتزازية داخل النسيج مما يؤدي الى رفع درجة حرارته.

جدول رقم (2) يوضح التأثير الحراري لحزمة الليزر في الأنسجة و التغيرات الحاصلة بعد ذلك

درجة حرارة النسيج(مْ)	التغيرات الفلسجية	مظهر النسيج كما يرى في الناظور	النتيجة النهائية
45	موت الخلية, توسع وعائي	احمرار Erythema	موت الخلية .التهاب
80-60	تخثر البروتينيات, تقلص ألياف	تحول لون النسيج الى رمادي او ابيض و تحول لون الدم الى الاسود	موت و انسلاخ و تقرح يتبعه أصلاح repair
100	تبخر ماء الخلية	ثقوب او تقرحات في النسيج	استئصال النسيج Ablated
210	احتراق الانسجة المجففة	توقد glowو اختفاء الانسجة المسودة و ربما تنشا شرارةspark	استئصال النسيج Ablated

الجزء العملي:
استخدام ليزر ثاني اوكسيد الكاربون موديل
والمصنع فى ايطاليا(Biltz 50SV, Gode. OMO 54 G01 ASA)
من المعروف ان ليزر ثاني اوكسيد الكاربون يبعث حزمة ليزرية بطول موجي (10.6 µm) في المنطقة تحت الحمراء البعيدة وهذا يعني انها حزمة اشعة غير مرئية هذا يستلزم وجود ليزر لاغراض التوجيه و تحديد منطقة التعرض و لهذا الغرض استخدم ليزر هليوم – نيون بقدرة (1mW) بطول موجي (0.632 µm).

و الجدول (2-1) يبين مواصفات الليزرين المستخدمين في المنظومة.

CO_2 laser

القيمة Value	المواصفة Type
10.6 µm	الطول الموجيWavelength
2 mrad	الانفراجيةDivergence
6 mm	قطر الحزمة الخارجة

Output beam diameter	
output mode نمط الخرج	TEM_{oo} Prevlent
القدرة الخارجة لنمط المستمر Output power level in cw mode	From 1 watt to 50 watt step 1 w
Max output power اقصى قدرة خارجة	70 Watt Max
Max pulse length اقصى زمن نبضة	500 msec
التردد للنمط النبضي Frequency in pw mode	1 Hz –100 Hz

He –Ne Laser

المواصفة	القيمة
Type	Value
الطول الموجي Wavelength	632.8 nm
الانفراجية Divergence	2 mrad
قطر الحزمة الخارجة Output beam diameter	0.61 mm
القدرة الخارجة Output power level	1.0 mW

لصعوبة تحريك جهاز الليزر و توجيهشعاع مباشر الى المنطقة المطلوبة لكبر حجمه و لتاثير الحركة فيه لذلك تستخدم الاذرع المفصلية (Articulate) و النواظير المرنة (flex able endoscopes) و الاجزاء اليدوية (hand pieces) لنقل الشعاع من الجهاز الى المكان المطلوب اذ يكمن السيطرة على هذه الادوات و تحريكها بحريه.

ليزر ثاني اوكسيد الكاربون المستخدم في الدراسة يستخدم بالنمط المستمر (CW) و النمط النبضي (pw) اعتماداً على طبيعة النسيج يمكن ان نعمل بالنمط المستمر كما في حالة القطع او الثقب . و يمكن ايضا ان يشتغل هذا الليزر بالنمط النبضي اذ يكون الانبعاث بشكل متقطع ، و بشكل نبضات قصيرة .

يمكن تحديد نمط التشغيل من خلال لوحة السيطرة المرافقة مع الجهاز و تحديد زمن النبضة .

ان معدل القدرة المجهزه بالنمط النبضي لا يمكن ان يتم اختياره مباشره اذ انها تعتمد على طول مدة الانبعاث وعلى معدل التكرار لهذه النبضات باستخدام مفتاح القدم.

نظام مفتاح القدم يعمل بتقنية الكتروميكانيكي Electromechanical Shutter وهي ذات تقنية عالية لفتح و غلق و تحديد مدة انبعاث ليزر CO_2 اعتمادا على الوقت الذي يحتاجه من قبل المشغل وبعد تحديد قدرة الجهاز المراد استخدامها و المدة اللازمة للعلاج يضغط المشغل على مفتاح القدم لبدء التعريض وان حدث اي

عارض واراد المشغل ايقاف التعريض فعلية رفع قدمه عن مفتاح القدم ، وعند زوال العارض يضغط المشغل بقدمه على مفتاح القدم ، لاكمال التعريض للمدة المحددة سابقا . وفي حالة انتهاء المدة المحددة يقف الانبعاث اليا ايضا على الرغم من استمراره بالضغط على مفتاح القدم.

.

تهيئة مقاطع الانسجة المستخدمة في البحث

1-تم اجراء التطبيقات العملية بمستشفى اليرموك التعليمي الردهة النسائية.

وجرى اعتماد 23 عينة و يتم الحصول على عينات عنق الرحم بعد انتهاء عملية رفع الرحم الكامل . اذ يفصل عنق الرحم من بقية اجزاء الرحم بوساطة المشرط الجراحي.

2-تم تعريض النماذج كافة الى حوالي (115) ضربة ليزرية ، اذ كان عدد الضربات لكل نموذج تتراوح بين 4-6 ضربة .

3-معظم العينات اخذت بعد استئصال الرحم مباشرة و تم تجفيفها بوساطة مناديل ورقية لازالة ما علق بها من دم او مواد ومن ثم جرى تعرضها الى ليزر CO_2 مباشرة (في صالة العمليات في المستشفى).

اما العينات الاخرى التي لم يتم تعرضها مباشرة الى ليزر CO_2 وذلك بسبب ظروف العمل الموجود في المستشفى فقد وضعت في مادة الفورمالين لمدة وجيزة من الزمن لكي يحافظ عليها . و يتم تجفيفها قبل تعرضها الى الليزر .

4- في الغرفة المخصصة لاستخدام جهاز الليزر CO_2 في صالة العمليات تم تعريض العينات الى CO_2 ليزر على وفق خطة عمل قد حددت مسبقا، اذ تمت مرحلة التعريض في وسط الهواء باسقاط اشعة عمودية على سطح النسيج المذكور بمساعدة ماسك، و كان سقوط الاشعة مباشرة على العينات باستخدام عدسة لتركيز الاشعة وفي بعض العينات استخدم الماسك ايضا و على ارتفاعات مختلفة 2cm,1cm 3cm, لتغير مساحة البقعة الليزرية على النسيج.

7- بعد انتهاء عملية التعريض الليزري ، وضعت العينات في حاويات صغيرة تحوي سائل الفورمالين و مرقمه على وفق جدول التعريض و ذلك لحفظ العينة. وتعد هذه المرحلة بداية عملية تحضير الشرائح النسيجية من العينات.

تم تحضير الشرائح المجهرية للفحص المجهري لغرض دراسة التغيرات التي قد تحدث لها عند تعرضها لاشعة الليزر و التي لا يمكن دراستها عند فحص المقطع النسيجي كاملا و بالعين المجردة .وهي طريقة غالبا ما يعول عليها عند الفحوصات النسيجية في اغلب العلوم البايولوجية و الطبية.

لتهيئة الخلايا و الانسجة للفحص المجهري هناك بشكل عام طريقتين الطريقة اللامقطعية مثل المسحات (Smears) ، و السحق (squashing) والنشر (Spreading) او الطريقة المقطعية التي استخدمت في هذه الدراسة فهي تشتمل على القطعات الشمعية و القطعات الثلجية التي تستخدم لاغراض الدراسات و التركيبية و الهستوباثولوجية والهستوبيولوجية كيمياء الخلايا و الانسجة . و الطريقة المقطعية تقتضي قطع العينات بوساطة المشراح(Microtome) الى شرائح رقيقة جدا و شفافة و صبغها بصبغات متخصصة بحسب نوع الدراسة ومن ثم فحصها تحت المجهر و تصويرها عند الحاجة و من ميزات الطريقة المقطعية هي الحفاظ على الخلايا بالشكل الطبيعي و المواد البينية و تركيبها.

و يتم قطع العينات بطريقتين هما:-

1- **بوساطة التبريد :** غالبا ما تستعمل النتروجين السائل الذي يكون عند درجة حرارة ($77^{o}K$) اذ توضع العينة فية ثم تدخل الى المشراح المبرد cryostat (15-20) مْ .

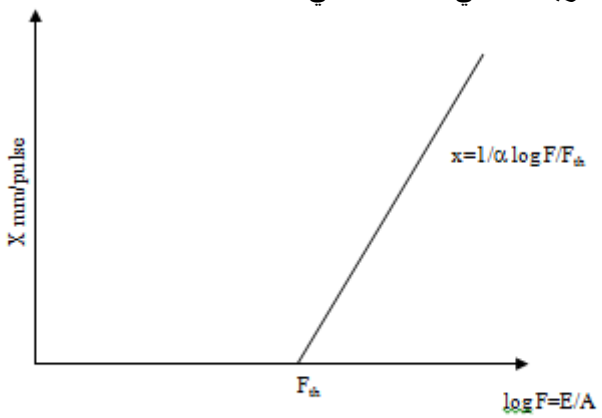
2- طريقة الطمر: ويتم ذلك بطمر العينة بشمع البرافين Paraffin Wax الذي يزيد العينة صلابة لتسهل عملية القطع بوساطة المشراح و تجهيزها للفحص بالمجهر الضوئي ويتم قطع العينة الى شرائح رقيقة تبلغ (5-10) ميكرون .

الفحص المجهري للشرائح النسيجية

تمت عملية الفحص المجهري للشرائح النسيجية باستخدام المجهر الضوئي Light Microscope الذي يمكن من خلاله رؤية عمق الاستئصال وقطره للاشعه الليزرية النافذة داخل الانسجة .اذ تمت عملية قياس طول الاستئصال (العمق) و عرض (القطر) باستخدام وصف عيني عند قوة تكبير (X 10) .

حساب معامل الامتصاص لانسجة عنق الرحم

ظهر ان هناك تدفقا لاستئصال الانسجة يبدأ عند حد العتبة ويكون بنسبة قليلة جدا و تزداد نسبة تدفق استئصال الانسجة فوق حد العتبة و بصورة سريعة كما في المخطط الأتي:



المخطط يمثل العلاقة العامه بين الشدة وعمق الاختراق

من قانون بير لامبرت Bear Lambert تم حساب معامل الامتصاص (α)

$I=I_o\, e^{-\alpha x}$

حيث ان

$X= 1 / \alpha \log F/F_{th}$

X : عمق اختراق اشعة الليزر للنسيج ablation depth

F : طاقة الليزر الساقط

F_{th}: طاقة حد العتبة Ablation threshold

F/F_{th}: هي نسبية طاقة الليزر الساقط / نسبة طاقة حد العتبة

وانه كلما زاد زمن تعريض الليزر المسلط على الانموذج كان التاثير اكبر. استخدم ليزر ثاني اوكسيد الكاربون النبضي و المستمر لدراسة الاعلومات المطلوبة لهذه الدراسة.

النتائج والمناقشه

1-النمط النبضي (PW Mode)

أ)ايجاد حد العتبة

تناولت هذه الدراسه ايجاد اقل طاقة يمكن ان تنجز فيها حزمة الليزر تاثيراً ملحوظاً في النسيج اذ تم اعتماد ترددات مختلفة بطاقات مختلفة و تبين انه عند الترددات (30,20,10,5) هرتز لم يظهر وجود أي اثر حراري في الانموذج باعتماد

القدرة (1 , 1.5) واط بينما ظهر هناك الاثر الحراري واضحا عند زيادة القدرة الى (2 , 2.5) واط. الجدول (1) يمثل الاثر الحراري كدالة للتردد عند قدرة ليزر(2 ,2.5) واط .

جدول (1) يبين تغير تردد الخرج الليزري عند قدرة 1.5, 2 ، 2.5 واط و تاثيراته في نسيج عنق الرحم بزمن تعرض بمقدار ثانية واحدة.

الاثر الحراري mm^2	قطر الضربة من الاسفل mm	قطر الضربة من الاعلى mm	العمق X- mm	التردد f- Hz	القدرة W
لا يوجد أي اثر حراري على النسيج					1.5
فقط اثر حراري بسيط جدا				5	2
فقط اثر حراري بسيط جدا				10	
0.0125	0.125	0.175	0.75	20	
0.05	0.25	0.375	0.8	30	
0.025	0.075	0.125	1.125	5	
0.025	0.075	0.125	1.375	10	2.5
0.05	0.25	0.375	1.625	20	
0.055	0.25	0.375	1.75	30	

ب)عمق اختراق الليزر

لغرض التعرف على عمق اختراق حزمة الليزر للنسيج المدروس تم استخدام ليزر ثاني اوكسيد الكاربون بقدرة من 5-10 واط لترددات مختلفة (50,40,30,20,10) هرتز.ويبين الجدول (2) عمق الاختراق المقيس .

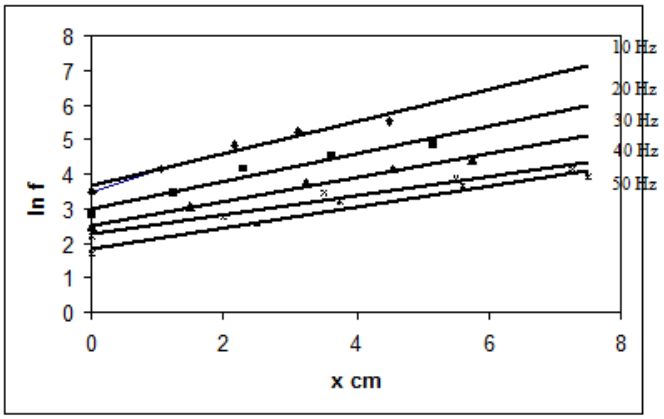
جدول (2) يوضح العلاقة بين عمق الاختراق كدالة لقدرة الليزر بقطر حزمة (cm0.05) مع التردد.

الاثر الحراري mm^2	P(watt)	X-mm	f - Hz
اثر حراري بسيط جدا	5	1.05	10
0.05	10	2.15	

0.075	15	3.125	
0.075	20	4.5	
اثر حراري بسيط جدا	5	1.25	20
0.05	10	2.3	
0.075	15	3.625	
0.125	20	5.15	
0.075	5	1.5	30
0.125	10	3.25	
0.125	15	4.55	
0.125	20	5.75	
0.125	5	2.0	40
0.125	10	3.5	
0.15	15	5.5	
0.15	20	7.25	
0.125	5	2.5	50
0.125	10	3.75	
0.15	15	5.6	
0.155	20	7.5	

ج)حساب معامل الامتصاص

من الشكل (3-1) الذي يمثل العلاقة بين الشدة و عمق الاختراق وتبين ان معامل الامتصاص النسيج المدروس كان $(0.7438)\ cm^{-1}$.



الشكل(3-1) يمثل العلاقة بين الشدة Flounce وعمق ablation depth

امكن حساب القيمة الحرجة للطاقة التي عندها تتفاعل حزمة اشعة الليزر مع النسيج وبترددات مختافة كما موضح من الجدول (3).

الجدول (3) يوضح قيم شدة العتبة و معامل الامتصاص لترددات مختلفة

f- Hz	α - cm^{-1}	F_{th}- (J/cm^2)
10	5.0	33.11
20	***3.57***	17.28
30	3.38	12.18
40	3.11	9.02
50	3.33	5.47

د) التأثيرات الحرارية

اخذت قدرات مختلفة و بترددات مختلفة من (10-50) هرتز, ووجد ان زيادة قدرة الليزر تزيد من ظهور التاثيرات الحرارية الجانبية عند حافة النسيج المخترق .هذه التاثيرات تقل كلما ابتعدنا عن حافة النسيج باتجاه داخل النسيج لغرض دراسة تاثير كثافة قدرة الليزر في النسيج ثم تغير مساحة بقعة الليزر الساقطة على النسيج من خلال زيادة بعد فتحة خروج الليزر عن النسيج وقد تبين ان زيادة مساحة البقعة تؤدي الى انخفاض تاثير حزمة الليزر في النسيج و كما هو واضح من الجدول (4).

جدول (4) يوضح زيادة مساحة البقعة

ا- عند ارتفاع 1 سم عن النموذج عند زمن 1 ثانيه وقدرة 10 واط

الاثر الحراري	قطرهـــــا مـــــن	قطرهـــــا مـــــن الاعلىmm	X- mm	F Hz

mm^2	الاسفلmm			
0.15	1.25	1.25	0.25	5
0.025	1.5	1.5	0.75	10

ب-عند ارتفاع 2 سم عن النموذج عند زمن 1 ثانيه وقدرة 10 واط

الاثر الحراري mm^2	قطرها من الاسفل mm	قطرهـــــا مـــــن الاعلىmm	X-mm	f Hz
لا يظهر اثر للضربة				5
0.015	1.5	1.5	0.25	10

هـ) شكل مسار حزمة الليزر داخل النسيج

اذ يبدو من الجدول ان اكبر قطر دخول لحزمة الليز كان بحدود (0.75) ملم عند الترددات العالية للقدرات العالية و ايضا تبين ان عمق الاختراق يزداد بزيادةقدرة الخرج الليـــــــزري و لتـــــــــرددات مختلفـــــــــة .

كما هو معروف من الدراسات السابقة فانه لكي يكون تاثير حزمة الليزر في السطح في اثناء القطع جيدا يفترض ان تكون عملية الازالة اسطوانية الشكل و عملية التخثير مخروطية الشكل .

ان للتردد تاثيرا في سعه زيادة طول الاسطوانة و المخروط مع زيادة القدرة ، كما موضح في الجدول (5)

جدول (5) يمثل تغير قطر الانموذج من الاعلى و الاسفل و عمق الاختراق و تغير التردد كدالة لتغير القدرة

جدول (5) يمثل تغير قطر الانموذج من الأعلى والأسفل وعمق الاختراق وتغير التردد كداله تغير القدرة

قطرهـا مـن الاسـفل (mm)	قطرهـــــا مـــــن الاعلىmm	X- mm	f Hz	P(watt)
0.235	0.375	1.05	10	5
0.25	0.5	1`.25	20	
0.325	0.625	1.5	30	
0.425	0.7	2.0	40	

0.425	0.7	2.5	50	
0.375	0.4	2.15	10	10
0.375	0.682	2.3	20	
0.375	0.72	3.25	30	
0.375	0.75	3.5	40	
0.375	0.75	3.75	50	
0.25	0.425	3.125	10	15
0.25	0.5	3.625	20	
0.375	0.5	4.55	30	
0.375	0.5	5.5	40	
0.375	0.5	5.6	50	
0.25	0.5	4.5	10	20
0.25	0.5	5.15	20	
0.375	0.7	5.75	30	
0.55	0.75	7.25	40	
0.55	0.75	7.5	50	

2- النمط المستمر

أ) تاثير قدرة الليزر على عمق الاختراق

كما بينا سابقا ان لقدرة الليزر اثرا في عمق الاختراق لهذا تناولنا هذه الاعلومة بالدراسة اذ تم تغير قدرة الليزر وحساب عمق الاختراق عند كل قدرة وبازمان مختلفة وكما موضح في جدول (6).

جدول (6) يمثل تاثير زمن التعريض في الاثر الحراري و عمق الاختراق كدالة للقدرة

الاثر الحراري mm^2	العمقX-mm	t sec	P Watt
0.025	1.2	0.5	10
0.025	1.45	1	

	2	2.25	0.025
	2.5	3	0.03
	3	3.75	0.03
20	0.5	1.5	0.025
	1	1.75	0.025
	2	2.75	0.03
	2.5	3.5	0.037
	3	4.5	0.04
30	0.5	2.75	0.03
	1	3.1	0.03
	2	3.68	0.025
	2.5	4.15	0.04
	3	4.75	0.045
40	0.5	3	0.035
	1	3.15	0.04
	2	4.3	0.045
	2.5	4.95	0.047
	3	5.8	0.05
50	0.5	3.5	0.05
	1	3.75	0.05
	2	4.625	0.07
	2.5	5.25	0.075
	3	6.5	0.075

ب) التاثيرات الحرارية

لاحظنا ان زيادة القدرة تؤدي الى زيادة عمق الاختراق وكذلك فان زيادة القدرة تؤدي الى زيادة الانتقال الحراري عبر النسيج الامر الذي كما بينا سابقا يؤدي الى غلق الأوعية الدموية نتيجة تخثير الدم كما في حالة الليزر النبضي .ووجدنا ايضا ان طريقة حفظ العينة لمدة زمنية قبل تعرضها لحزمة اشعة الليزر في مادة الفورمالين تؤدي الى تقليل تأثيراته الحرارية وذلك بسبب ان مادة الحفظ ممكن ان تنتشر داخل النسيج الامر الذي يؤدي الى هذا التغير.

اخذنا ايضا كثافة القدرة في نظر الاعتبار من خلال زيادة ارتفاع نقطة خروج الليزر عن العينة واخذت عند ارتفاعات 1 سم ، 2 سم وجد انه بزيادة الارتفاع ينخفض تاثيرات حزمة الليزر في النسيج و كما موضح في الجدول (7).

جدول (7) يوضح زيادة مساحة البقعة تؤدي الى انخفاض تاثير حزمة الليزر في النسيج.

At high =1 cm time=1.0 sec constant

الاثـــر الحـــراري mm^2	قطرهـا مـن الاعلـى mm	قطرهـا مـن الاسـفل mm	العمقX mm	P (watt)
فقط اثر سطحي للضربة				5
0.015	0.75	1.375	0.875	10

At high =2 cm tim=1.0 sec constant

الاثـر الحـراري mm^2	قطرهـا مـن الاعلـى mm	قطرهـا مـن الاسـفل mm	العمقX mm	P (watt)
فقط اثر سطحي للضربة				5
0.0125	540.	1.75	3250.	10

ج) شكل مسار حزمة الليزر على النسيج

ان تاثير قدرة الليزر المستخدم على شكل المسار موضح في الجدول (8) و الذي يبين من خلاله ان زيادة قدرة الليزر تؤدي الى زيادة قطر ارتفاع اسطوانة لازالة (القطع) اذ ان اكبر قطر دخول لحزمة الليزر كان بحدود (0.625) عند القدرات العالية و لمدة زمنية (3) ثانية.

جدول (8) يمثل تغير قطر الانموذج من الاعلى و الاسفل لتغير زمن التعرض كدالة لتغير القدرة

قطره من الاسفل mm	قطره من الاعلى mm	زمن التعرض T =sec	P Watt
0.375	0.375	0.5	10
0.375	0.375	1	

	2	0.5	0.375
	2.5	0.5	0.375
	3	0.5	0.375
20	0.5	0.375	0.375
	1	0.375	0.375
	2	0.375	0.375
	2.5	0.5	0.375
	3	0.5	0.375
30	0.5	0.375	0.25
	1	0.375	0.25
	2	0.375	0.25
	2.5	0.375	0.25
	3	0.5	0.375
40	0.5	0.4	0.25
	1	0. 5	0.25
	2	0.5	0.25
	2.5	0.5	0.25
	3	0.55	0.35
50	0.5	0.5	0.25
	1	0.625	0.25
	2	0.625	0.25
	2.5	0.625	0.375
	3	0.625	0.375

النتائج العملية للقطع

4. عند استخدام القدرات الواطئة والترددات الواطئة تؤدي الى ظهور

حروق حرارية بسيطة على السطح ولكنه بزيادة التردد تؤدي

انتشارا حراريا يبدأ بالازدياد بزيادة التردد والقدرة .

5. ان للتردد تاثيرا في سعة زيادة طول الاسطوانة والمخروط مع زيادة القدرة

6. أن زيادة كثافة القدرة يؤدي إلى زيادة التأثيرات الحرارية.

7. ان زيادة القدرة تؤدي الى زيادة الانتقال الحراري في النسيج ، وكذلك تزيد من ظهور التاثيرات الحرارية الجانبية عند حافة النسيج المخترق وتقل كلما ابتعدنا عن حافة النسيج باتجاه داخل النسيج

8. ان طريقة حفظ العينة لمدة زمنية قبل تعرضها لحزمة اشة الليزر تؤدي الى تقليل التاثيرات الحرارية بسبب انتشار مادة الحفظ داخل النسيج.

اعتمادا على نتائج الدراسات السابقة المذكورة في فقرتي النمط النبضي و المستمر تم احذ عينة لعنق الرحم و قطعها بشكل مخروطي اذ تم تحديد موقع القطع بنقاط متعددة باستخدام النمط النبضي بقدرة حوالي (20 واط) عند تردد 40 هرتز ثم استخدم النمط المستمر بقدرة حوالي (50) واط لإيصال بين النقاط المشار اليها في النمط النبضي و بذلك امكن الحصول على القطع المخروطي .

الاستنتاجات

استخدم في هذه الدراسة ليزر CO_2 وبنمطيه النبضي والمستمر لدراسة حد العتبه وعمق الاختراق والتاثير الحراري وكذلك حساب معامل الامتصاص وتبين الاتي

1. ان حد العتبه كان عند قدرة (1.5) واط ولترددات مختلفة (30, 20, 10, 5) هرتز.
2. ان الاثر الحراري كان واضحاً عندما زادت قدرة الخرج الليزري الى (2.5 , 2) واط واترددات مختلفة .
3. ان القيمة الحرجة للطاقة التي عندها يتفاعل الليز مع النسيج (f_{th}) تقل كلما زاد التردد.

المصادر

1-أشعه الليزر تأليف مجموعه من الاساتذه د 0عباس حمادي الوتار, د.حسنحمادي, د.عبد المهدي طالب .وزاره التعليم العالي والبحث العلمي جامعه بغداد 1991

2-A.fuller Terry 'Fundamentals of Laser in Surgery and medicine ''Edited by :Dixon, J.A.Surgical application of laser. 2nd.edition, printed in USA by Yearbook medical publishers Inc. Chapter (2)

3-د.سهام قندلا،فيزياء الليزر وبعض تطبيقاتها العمليه .وزاره التعليم العالي والبحث العلمي .جامعه بغداد 1989

4-
C.Rosemberg,Y.Tadir,D.Braslavsky,B.Fish,Z. Karni and J.Ovadia"Endometrial laser ablation in rabbit comparative study of the laser types",laser surgery Mod 1:66,1990

5-M.Beesley, Laser and Their Applications Taylor and Framcis Lc d, London 1976.

6-W.J.Witteman springer, The CO_2 laser, Verl Berlin, Heidelbery, Newyork, 1987

7- Albertk, L.E.Vine, lasers, Vol.3, Marcel D.Ekker, NewYork, 1971

8-Cervical cancer vonsortrium, htm,(from internet),Feb,2000

9-A.Guyu, laser applications in oral and Maxillofacail surgery,W.B,saunders company,1997

10-A.Siham Kandela, laser physics in Medicine, Al-Nahrin College of medicine, 1991.