ورقة بحثية مجلة مفتوحة الوصول

استخدام الليزر في علاج النسيج الصلب للأسنان والورم الحليمي البشروي

علي حسن فخرو*, محمود سميح الخنوس**, د. محمد أحمد معلا***

*(كلية طب الأسنان ، جامعة المنارة ، البريد لإلكتروني: alifakhrw@hotmail.com)

**(كلية طب الأسنان ، جامعة المنارة ، البريد لإلكتروني: mahmoudalkhnous@gmail.com)

***(كلية طب الأسنان ، جامعة المنارة ، البريد لإلكتروني: mohammad.moualla@manara.edu.sy)

الملخص

نتطرق في هذه المقالة العلمية إلى بعض التطبيقات الهامة والحديثة لاستخدام الليزر في مجال علاج وجراحة النسج ضمن الفم. بينت النتائج التجريبية مدى كفاءة استخدام الليزر في قطع النسج الصلبة وعلاج واستئصال بعض الأورام ضمن الفم مقارنةً بالتقنيات التقليدية. سنقوم بعرض دراستين علميتين لاستخدام الليزر في جراحة الفم. في الدراسة الأولى تم التطرق إلى دراسة تأثير تدفق المياه على النسيج الصلب للأسنان واستئصاله باستخدام ليزر Er:YAG, أما في الدراسة الثانية فقد تم دراسة مدى فعالية علاج الورم الحليمي البشروي باستخدام ليزر Diode Laser.

I. مقدمة

بينت الدراسات الحديثة النظرية والتجريبية مدى كفاءة الليزر بأطوال موجية محددة في مجال طب الأسنان من خلال تطبيقاته العديدة في المداواة السنية والجراحة وطب الفم. يؤمن تفاعل شعاع الليزر مع الهيموغلوبين بنوعيه المؤكسج HbO2 ومنزوع الأكسجين Hb عملية إرقاء للنسيج الدموي وتعقيمه مما يوفر مساحة عمل جافة ونظيفة للطبيب. يمتاز استخدام الليزر بالإضافة إلى ذلك بعدم الحاجة لاستخدام التخدير وبقلة الأعراض الجانبية كالوزمة والانتباج التاليين للعمل الجراحي مقارنةً بالجراحة التقليدية وبعدم الحاجة لاستخدام الغرزات لإغلاق الجرح [1].

تم إجراء العديد من الدراسات العلمية حول تاثير ليزر Er:YAG على النسيج الصلب للأسنان، وحصل من خلالها ليزر Er:YAGعلى اهتمام كبير كبديل للقبضة التقليدية لأنه يجعل العمل على الحفرة الفموية خالياً من الأصوات و الإهتزازات التي قد تشعر المريض بالخوف والتوتر ما يسهل عمل الطبيب, بالإضافة إلى ذلك فقد خفف استخدام الليزر من الحاجة للتخدير الموضعي.

II. خواص الليزر Er:YAG والليزر Laser Diode, LD

يعتبر ليزر Er: YAG ليزر صلب وهو ليزر نبضي بطول موجي يتراوح ما بين 2900–2940nm، أي أن مجال إصداره هو تحت الأحمر البعيد FIR [1]. يمتاز هذا الليزر من بين كل أنواع الليزرات المستخدمة في كافة مجالات طب الأسنان بأنه الأكثر امتصاصاً للماء مقارنةً ببقية انواع الليزرات، بنسبة 10 مرات أكثر من امتصاص ليزرCO2 وما بين15000 إلى20000 مرة أكثر من امتصاص ليزر Nd:YAG للماء، لذلك فإن تفاعل ضوء ليزر Er:YAG مع الأنسجة الحية عالٍ جداً مما يجعل إمكانية استئصال النسيج الصلب وحتى الرخو ممكن (الشكل1).

يحد الإمتصاص العالي للماء من الضرر الناتج عن المفعول الحراري الجانبي للأنسجة المحيطة بالنسيج المستهدف. تكون كمية المياه الموجودة ضمن الأنسجة الصلبة أقل منها في حالة النسج الرخوة مما يؤدي إلى توليد حرارة أعلى منها في حالة النسج الرخوة, ولكن يتم التحكم بها عن طريق التبريد بالماء [1].

الشكل1: جهاز الليزر Er:YAG المستخدم في طب الأسنان.

الشكل2: جهاز الليزر Laser Diode, LD المستخدم في طب الأسنان.

يعرف الديود (الثنائي) الليزري بأنه ليزر نصف ناقل يضخ الطاقة كهربائياً ويكون الوسط الفعال فيه وصلة NP بين نوعين من أنصاف النواقل, أحدها مشوب بشائبة مانحة للإلكترونات N والثاني مشوب بشائبة آخذة للإلكترونات P تصدر الضوء الليزري من خلال عملية اتحاد الإلكترونات مع الثقوب (الشكل2). عادةً ما تعطي ليزرات أنصاف النواقل أطوال موجية طويلة نسبياً تقع في المجال تحت الاحمر, لكن تم تصنيع ليزرات ديود تعطي أطوال موجية متوسطة تقع في المجال المرئي من الطيف الكهرطيسي للضوء [1]. هناك استخدامات عديدة لليزر الديود في مجال طب الأسنان, من أهمها الجراحة الفموية والمداواة اللبية. بما أن الطولان الموجيان الموافقان للأصفر والأخضر في ليزر الديود يتوافقان بشدة مع قمم امتصاص الهيموغلوبين, يمكن استخدام هذه الليزرات في تخثير الدم والأوعية الدموية بالإضافة إلى القدرة على إجراء شق جراحي صغير, كما أنه يستخدم في معالجة الأقنية الجذرية بالإضافة إلى معالجة فرط الحساسية من خلال إغلاق القنيات العاجية المفتوحة. يحد الإمتصاص العالي للماء من الضرر الناتج عن المفعول الحراري الجانبي للأنسجة المحيطة بالنسيج المستهدف. تكون كمية المياه الموجودة ضمن الأنسجة الصلبة أقل منها في حالة النسج الرخوة مما يؤدي إلى توليد حرارة أعلى منها في حالة النسج الرخوة, ولكن يتم التحكم بها عن طريق التبريد بالماء.

III. مواد وطرائق الدراسة

كان الهدف الرئيس للدراسة المنجزة ضمن المقالة العلمية الأولى [2] هو التحري عن تاثير تدفق الماء على النسيج الصلب للاسنان وكيفية استئصال وإزالة هذه الطبقة باستخدام ليزر Er:YAG. أُخذَ بعين الاعتبار كل من تردد الاشعاع الصادر وقابلية امتصاصه من قبل الماء والعاج والميناء والتمددات الحجمية والانفجارات التي يسببها تطبيق الليزر على النسيج الصلب والتي بدورها تؤدي الى ازالة هذا النسيج. تم استئصال أرحاء بشرية سفلية سليمة (بحيث أنها خالية من الأحياء الدقيقة والتنخرات) وتقسيمها إلى قسمين دهليزي ولساني كما تم فرزها الى 18 مجموعة حسب حالة المقاومة للظروف الاشعاعية وتدفق الماء و حسب الطاقة والتكرار النبضي للإشعاع الصادر. تضمنت كل مجموعة 5 عينات مختلفة وتم استخدام التحليل متعدد المتغيرات للتباين (MANOVA) لتحليل آثار معدل تدفق المياه والطاقة ومعدل تكرار النبض على الاستئصال. تم إجراء اختبارات مقارنة متعددة لتحديد الاختلافات بين المجموعات التجريبية.

تم تقسيم حجم تدفق الماء الى ثلاث قيم على النحو الآتي: عالية (13.50 ml/min), متوسطة (6.75 ml/min), منخفضة (1.69 ml/min). طبقت طاقة نبضية تتراوح قيمتها بين 250mJ و 450mJ بتواتر تتراوح قيمته ما بين 5–20Hz.

لمقارنة كفاءة الاجتثاث، تم اختيار المقاييس الكمية وفق المقياس الآتي. **قبل التشعيع**، تم وزن العينات بعد تطبيق رذاذ الماء لمدة 9 ثوان و تجفيفها بحقنة هوائية لمدة 40 ثانية لتقليل أخطاء القياس المحتملة الناتجة عن امتصاص الماء من قبل العينة اثناء تطبيق الرزاز باستخدام قبضة غير تلامسية، مع الحفاظ على بعد حوالي 7mm من سطح السن لتوفير الحد الأدنى لحجم بقعة الإشعاع, تم توجيه تدفق المياه إلى موقع الاستئصال أثناء التشعيع مع تطبيق الشعاع بشكل عمودي على سطح المينا والعاج ثلاث مرات لمدة ثلاث ثوان. **بعد التشعيع**، تم تجفيف العينة باستخدام حقنة هواء لمدة 40 ثانية و وزنت مرة أخرى. تم تحديد مقدار الاستئصال ليكون الفرق في وزن العينة قبل وبعد التشعيع مقسوما على ثلاثة لأن كل عينة تم تشعيعها ثلاث مرات لمدة ثلاث ثوان.

يبين الجدولان 1 و 3 مقدار الاستئصال على العاج و المينا باستخدام طاقات نبضية تتراوح ما بين 250mJ–400mJ، حيث كان مقدار استئصال العاج اكبر منه في الميناء و هذا ما وضحته نتائج اختبار MANOVA Lambda ويلكس عند طاقة نبضية معينة. تَظهر التغيرات الكبيرة في كمية الاستئصال المتعلقة بالماء وجود علاقة قوية بين تدفق المياه ومعدل تكرار النبض عند الطاقة 400mJ يمكن رؤيتها في الجدول 1، ولكن لا وجود لهذا التفاعل عند الطاقة 250mJ في الجدول 2.

TABLE 3. MEAN ABLATION WEIGHT OF ENAMEL AND DENTIN AND STANDARD DEVIATION ACCORDING TO WATER FLOW AND PULSE REPETITION RATE AT PULSE ENERGY OF 400 MJ

Water flow	1.69 mL/min			6.75 mL/min			13.5 mL/min		
Pulse repetition rate	5 Hz	10 Hz	20 Hz	5 Hz	10 Hz	20 Hz	5 Hz	10 Hz	20 Hz
Ablation weight (mg)									
Enamel	4.4	4.3	2.7	5.0	9.0	13.3	4.6	8.2	9.3
	±1.1	±2.4	±0.7	±1.0	±0.8	±1.8	±0.5	±3.1	±2.1
Dentin	6.9	14.2	23.3	5.7	12.7	18.8	6.5	11.7	18.5
	±0.8	±2.5	±2.1	±0.4	±0.9	±1.6	±0.6	±0.5	±2.2

الجدول1: متوسط وزن استئصال المينا وفقاً لتدفق المياه ومعدل تكرار النبضات من اجل طاقة نبضة 400 ميلي جول.

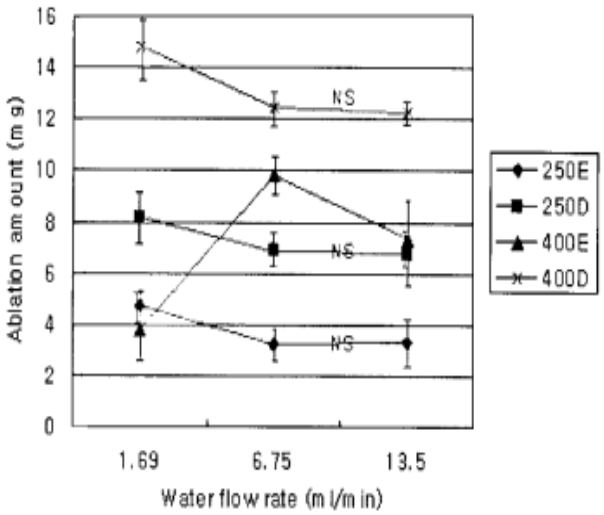
TABLE 1. MEAN ABLATION WEIGHT OF ENAMEL AND DENTIN AND STANDARD DEVIATION ACCORDING TO WATER FLOW AND PULSE REPETITION RATE AT PULSE ENERGY OF 250 MJ

Water flow	1.69 mL/min			6.75 mL/min			13.5 mL/min		
Pulse repetition rate	5 Hz	10 Hz	20 Hz	5 Hz	10 Hz	20 Hz	5 Hz	10 Hz	20 Hz
Ablation weight (mg)									
Enamel	3.46	4.8	5.9	1.8	2.7	5.2	1.9	4.3	3.6
	±1.1	±1.0	±1.8	±0.4	±0.7	±1.9	±0.8	±1.8	±0.6
Dentin	4.3	7.9	12.3	3.5	6.2	10.9	3.2	6.3	10.8
	±0.6	±1.0	±0.8	±0.7	±0.7	±0.8	±0.8	±1.3	±1.1

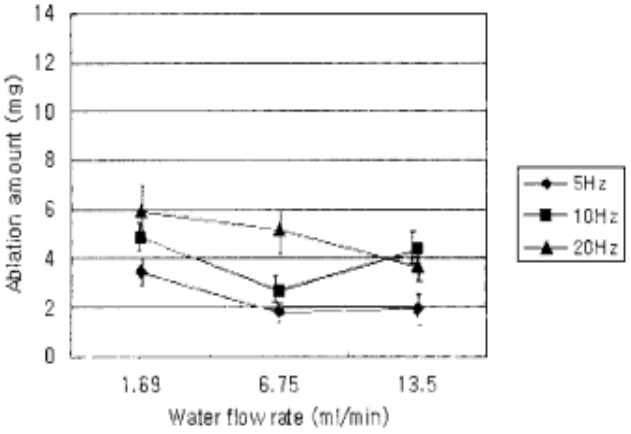
الجدول2: متوسط وزن استئصال المينا وفقاً لتدفق المياه ومعدل تكرار ميلي جول. 250 النبضات من اجل طاقة نبضة

يوضح الشكل 3 التغيرات في كمية الاستئصال من المينا و العاج المتعلقة بتدفق الطاقة والمياه. أزدادت فعالية استئصال المينا عند تطبيق طاقة نبض 400 ميلي جول مع معدل تدفق المياه 6.75 مل/دقيقة, بينما أظهرت فعالية استئصال العاج نتائج مماثلة عند استخدام الطاقة 250 ميلي جول. كما لوحظ انخفاض كمية استئصال المينا بشكل ملحوظ عند معدل تدفق الماء 13.5 مل / دقيقة. تم تسجيل المعدل في الاختبارات اللاحقة لـ MANOVA بين معدل تدفق المياه من 6.75 و 13.50 مل / دقيقة [2].

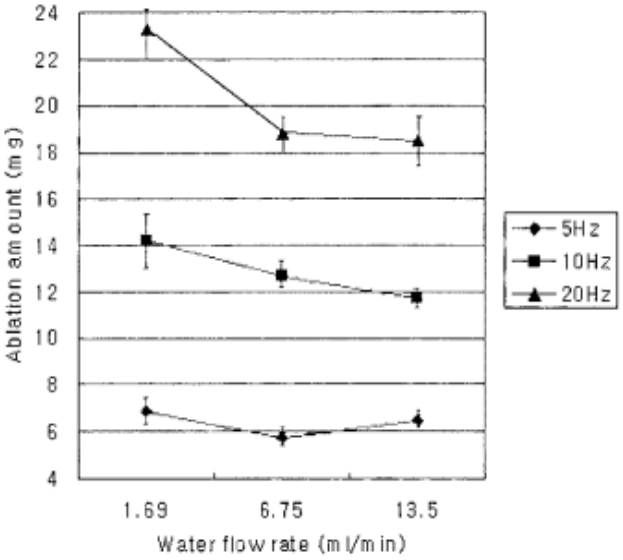
في حين يوضح كل من الشكلين 4 و5 تأثير معدل تكرار النبض (التواتر) في عملية الاستئصال من اجل طاقة 250 ميلي جول و 400 ميلي جول على الترتيب, حيث لوحظ فروق كبيرة في الكمية المستئصلة عند تطبيق الطاقة 400 ميلي جول مقارنةً بالطاقة 250 ميلي جول حيث كانت القيم متقاربة من بعضها البعض [2].



الشكل3: كمية الأنسجة المستأصلة بتابعية تدفق المياه و نبض الطاقة.
يشير المؤشران 250 و 400 إلى قيمة نبض الطاقة المطبق (250mJ–400mJ).



الشكل4: كمية الأنسجة المستأصلة بتابعية تدفق المياه و نبض الطاقة,
من أجل ثلاثة تواترات في حالة 250 ميلي جول.



الشكل5: كمية الأنسجة المستأصلة بتابعية تدفق المياه و نبض الطاقة,
من أجل ثلاثة تواترات في حالة 400 ميلي جول.

أما في الدراسة الثانية [3] فقد تم دراسة مدى فعالية استخدام الديود ليزر في علاج واستئصال الورم الحليمي البشروي. يوجد في التجويف الفموي أنواع مختلفة من الآفات غير الخبيثة التي يسببها فيروس الورم الحليمي, من أهمها: الورم الحليمي الحرشفي والثآليل الشائعة والثآليل التناسلية وفرط التنسج الظهاري البؤري. يعتبر الورم الحليمي الحرشفي الآفة الأكثر شيوعا التي يسببها فيروس الورم الحليمي, له شكل القرنبيط أو الثؤلول ناعم يتدرج لونه بين الأبيض والوردي بحسب درجة التقرن, يقع على اللسان, الحنك الرخو, اللهاة ونادراً مايكون على الغشاء المخاطي للشدق, اللثة, الشفتين. ماتزال المسببات الدقيقة للورم الحليمي الحرشفي غير معروفة لكن الفيروس قادر على غزو خلايا الطبقة الشائكة وبالتالي إحداث سلسلة من التعديلات التكاثرية الي تؤدي لنمو الورم. بشكل عام يحدث عند المرضى الذين تتراوح أعمارهم بين 30–50عام.

تم تسجيل حالة قدوم امرأة تشكو من نمو كتلة في الانسجة الرخوة في الغشاء المخاطي للشدق Jugal mucosa, لوحظ سريرياً زيادة حجم الغشاء المخاطي للشدق مع تدرج باللون بين الأبيض الوردي بقياس 0.5cm وعدم وجود أعراض عند الجس. كانت الأفة طرية ومرنة بناء على ذلك كان الورم الحليمي هو

التشخيص السريري الاولي للآفة وتم التشخيص عن طريق أخذ خزعة. تم استخدام Diode Laser عالي الكثافة بطول موجة 980nm لاستئصال هذه الآفة متضمنة قاعدة الآفة ومنطقة صغيرة من الأنسجة المحيطة لمنع عودته. للحصول على نتائج صحيحة من المهم الانتباه عند استخدام الليزر [4] حيث أن عدم اختيار استطاعة وزمن تعرض مناسبيت قد يحدثان ضرر شديد للأنسجة السليمة المحيطة بالآفة كانثقاب الغشاء المخاطي الذي يغطي الأفة أو تلف الاعصاب أو النخر (موت الخلايا) أو تضيق الغدد.

IV. النتائج

أظهرت الدراسة [2] نتائج واعدة في إزالة الأنسجة الصلبة باستخدام ليزر Er:YAG على الرغم من أن بعض الأطباء أشاروا إلى أن نقص الإحساس باللمس جعل من الصعب السيطرة على عمق التجويف المراد قطعه. الأستئصال بالليزر لديه مزايا واضحة بما في ذلك الحد الأدنى من الاهتزاز والضوضاء والحاجة المثبطة لإدارة التخدير الموضعي التي هي مصدر رئيسي للقلق والرهاب. أفاد العديد من الباحثين أن إضافة الماء أثناء الاستئصال بالليزر يعطي نتائج أفضل. بمجرد أن تكون المياه المتاحة في الأنسجة الصلبة للأسنان قد تبخرت وحدثت كمية صغيرة من الاستئصال, عند عدم توفر مياه إضافية لامتصاص الطاقة يتم التثبيط لإزالة المينا إذا لم يكن هناك زيادة في معدل تكرار النبض، ومعدل الاستئصال بسبب صعوبة دراسة التفاعلات الديناميكية بين العديد من المتغيرات المتعلقة باستئصال الأنسجة الصلبة.

تأثر معدل تدفق المياه على استئصال الأنسجة الصلبة للأسنان باستخدام ليزرEr:YAG بالطاقة والماء والمحتوى العضوي للأنسجة, لذلك يتطلب الاستئصال أن يتوافق معدل تدفق المياه المناسب بشكل صحيح مع ظروف التشعيع. وفقا لهذه الدراسة يمكن اقتراح البارامترات المثلى التالية: معدل تدفق المياه 1.69 مل / دقيقة لاستئصال المينا والعاج عند طاقة نبضية تبلغ 250 مللي جول, ومعدل تدفق المياه 6.75 مل / دقيقة للمينا مع الاستئصال بطاقة نبض تبلغ 400 مللي جول بغض النظر عن معدل تكرار النبض البالغ 5Hz–10Hz–20Hz.

تم تقييم فعالية ليزر الديود في علاج آفات فيروس الورم الحليمي على النحو الآتي: من أصل 170 مريض تم شفاء 95.4% من الحالات بشكل كامل في أول 30 يوم, كما تبين بأن استخدام الليزر في علاج الآفة كان أداة قيّمة ليس فقط لاستئصالها بل أنه قلل من حدوث انتكاس المرض ويعزى هذا النجاح إلى التأثير الحراري الضوئي الذي يعمل بشكل تآزري مسبباً ضرراً للخلية المريضة لارجعة فيه.

V. المناقشة والتوصيات

تجمع الدراستين السابقين على أن استخدام الليزر في طب الأسنان هو خيار جيد جداً مقارنةً باستخدام الطرق التقليدية, فمن جهة يتم اختصار الوقت اللازم لإتمام العملية مع الحفاظ على سلامة النسج السليمة ضمن التجويف الفموي, والأهم من ذلك توفير العناء والتعب على كل من الطبيب المعالج والمريض.

المراجع

[1]. محمد أحمد معلا,"الليزر في طب الأسنان", مجلة جامعة المنارة, المجلد (2), العدد (1), الإصدار الخامس, جامعة المنارة 2022

[2]. محمد أحمد معلا," معايير السلامة عند استخدام الليزر في طب الأسنان", مجلة جامعة المنارة, المجلد (1), العدد (5), جامعة المنارة 2022

[3]. Effects of water Flow on Dental Hard Tissue Ablation Using Er: YAG Laser2022- Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery Volume 21, Number 3. Korea

[4]. Wallena A. ET AL Efficacy of Diode Laser in Treating Oral Papilloma The Open Dentistry Journal (2021), São Paulo, Brazil.