

معايير السلامة عند استخدام ليزر Er: YAG في إزالة قلع الأسنان

د. محمد أحمد معلا

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

المخلص

نتطرق في هذه المقالة إلى أحد تطبيقات الليزر في مجال طب الأسنان، ألا وهو إزالة رواسب الأسنان (القلع) باستخدام طاقة ليزر Er:YAG، حيث بينت النتائج التجريبية أن كفاءة استخدام هذا الليزر في إزالة القلع أفضل منها عند استخدام التقنيات التقليدية كالأموال فوق الصوتية. ومن ثم سنشير إلى تدابير السلامة المتبعة عند استخدام جهاز الليزر في المراكز الطبية المختصة بعلاج الأسنان.

مقدمة

(الشكل 1)، حيث أن استخدام المقلحة اليدوية يستغرق وقت أطول كما أنه يتطلب خبرة. بينت النتائج التجريبية بأن آلية التقطيع التقليدي لا تستطيع إزالة كافة الرواسب البكتيرية الملتصقة بالجزر كما أنه من الصعب الوصول إلى التقعرات والأخاديد الموجودة على سطح الجزر مما يعني وجود قيود على الإجراءات الميكانيكية التقليدية [2].



الشكل 1: مقلحة فوق صوتية لتقليم وكشط الجزر.

من الممكن القضاء على البكتيريا والميكروبات داخل الجيب اللثوي عن طريق المضادات الحيوية، لكن تبقى هناك مشكلة الحساسية للأدوية وزيادة مقاومة البكتيريا للأدوية بفعل الاستخدام المديد للأدوية، لذلك تم اللجوء إلى التطبيق السريري لليزر كطريقة مكملة للعلاج التقليدي في بعض الحالات أو بديلة عنه في حالات أخرى. يمتاز الليزر بقدرته على إبادة الجراثيم

يعتبر استخدام الليزر في طب الأسنان حديث العهد لكنه، وبالرغم من التكلفة العالية، أثبتت فعالية عالية في العلاج من خلال تطبيقاته العديدة والهامة في الجراحة والمداواة السنية وطب الفم، فهو يؤمن مساحة عمل جافة بفعل قدرته على إرقاء النسيج الدموي وتلقيه، كما أنه يمتاز بقدرته على تقليل الأعراض الجانبية كالوزمة والانتباج التاليين للعمل الجراحي مقارنةً بالجراحة التقليدية بالإضافة إلى عدم الحاجة إلى استخدام مواد التخدير أو حتى الغرغرات وتأمين رؤية واضحة لفم المريض لقلّة الأدوات المستخدمة [1].

إن المفهوم الأساسي لعلاج اللثة هو استعادة التوافق الحيوي لأسطح الجذور المصابة بمرض اللثة وتحفيز نسيج اللثة على إعادة الالتصاق بأسطح الجذور. تلتصق طبقة البلاك (Plaque) والقلع بأسطح الجذور وقد تكون ملوثة بمواد ضارة كالبكتيريا السامة وبالتالي ينبغي إزالة هذه المواد السامة الضارة كي يشفى نسيج اللثة المصاب بنجاح. تشكل مناطق القلع الملاصقة لسطح الجزر طبقة بكتيرية تمنع أي تأثير للمضادات الحيوية المعطاة فموياً للمريض وبالتالي فإن الآلية الوحيدة لإزالة هذه الطبقة هي آلية ميكانيكية بحتة.

الطريقة التقليدية لإزالة المواد الضارة من على سطح الجزر هي ما يعرف بتقليم وكشط الجزر (Scaling Root Planing, SRP) باستخدام المقلحة اليدوية أو مقلحة فوق صوتية

والأنسجة الميتة بفعل طاقته العالية ولا يقتصر استخدامه على إزالة القلح فقط، بل يتعدى ذلك إلى تنضير (Debridement) أسطح الجذور.

II. خواص الليزر Er: YAG وآلية تبخير القلح:

يعتبر ليزر Er: YAG ليزر حالة صلبة تم تطويره لأول مرة في العام 1974 وهو ليزر نبضي بطول موجي 2940nm أي أن مجال إصداره هو تحت الأحمر البعيد FIR [1]. يمتاز هذا الليزر من بين كل أنواع الليزر المستخدمة في كافة مجالات طب الأسنان بأنه الأكثر امتصاصاً للماء مقارنةً ببقية أنواع الليزر، بنسبة 10 مرات أكثر من امتصاص ليزر CO₂ وما بين 15000 إلى 20000 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 (الشكل 2). 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 النسيج الرخو مما يؤدي إلى توليد حرارة أعلى منها في حالة النسيج الرخو، ولكن يتم التحكم بها عن طريق التبريد بالماء [2].

القلح هو عبارة عن مادة متكلسة متعددة المسام، وتحتوي على الماء ليس فقط كمكون للمادة ولكن أيضاً داخل مسامها. الآلية الكامنة وراء الاجتثاث هي أولاً من خلال التبخر الحراري الضوئي حيث يتم امتصاص الطاقة الضوئية بواسطة الماء في الأنسجة الصلبة نفسها وفي المواد العضوية الأخرى وثنائياً من خلال مبدأ الاندفاع الصغير المعروف أيضاً باسم مفهوم الانفجار الدقيق حيث يتجاوز تراكم ضغط البخار الناتج عن تبخر الماء عتبة النسيج، وهو ما يشار إليه باسم الاجتثاث الميكانيكي الضوئي (Photomechanical Ablation) أو الاجتثاث الحراري الميكانيكي (Thermomechanical Ablation).



الشكل 2: الليزر Er:YAG في عيادة طبيب أسنان.

في الظروف البيولوجية العادية، يعتبر القلح أحد الأنسجة التي يسهل استئصالها باستخدام ليزر Er: YAG. تم تصميم ليزر أحدث يعتمد على عنصري الإربيوم والكروم Er, Cr: YSGG يعطي ضوء ليزر مشابه لليزر Er: YAG بطول موجة 2.78 ميكرومتر، وقد تم الإبلاغ عن فعالية مماثلة فيما يتعلق بإزالة القلح.

تم تطبيق ليزر Nd: YAG في الأصل لتنضير أسطح الجذور المصابة بمرض النسيج الدائمة. يمتاز الطول الموجي 1064nm الخاص بليزر Nd: YAG بشدة امتصاصه من قبل حوامل اللون الداكنة، وهذا ما تم إثباته سريراً من خلال قدرته على إزالة القلح تحت اللثة داكن اللون. بالرغم من ذلك فإن ليزر Nd: YAG وكذلك ليزر CO₂ غير قادرة على استئصال الأنسجة الصلبة لافتقار هذه الأنسجة إلى الكروموفورات المحددة، وهي اللون الداكن في حالة ليزر Nd: YAG والماء عند استخدام ليزر CO₂. من المعلوم أن استخدام الليزر ذات الخرج المرتفع لإزالة القلح أو لعلاج التهاب اللثة قد يسبب ضرر بفعل المفعول الحراري، كالكربنة وذوبان مينا السن والعاج، لذلك ينصح بالحد الشديد [2]. من ناحية أخرى هناك تقارير تعود للعام 1989 تشير إلى إمكانية استئصال الأنسجة الصلبة باستخدام ليزر Er: YAG.

III. البارامترات الفيزيائية الأمثل لإزالة القلح بالليزر مقارنةً بالأمواف فوق الصوتية:

أظهرت دراسة مخبرية حول مدى كفاءة إزالة القلح باستخدام الليزر، بمستوى طاقة 40mJ/Pulse (كثافة طاقة $14.1\text{J/cm}^2/\text{Pulse}$) وبوتواتر قدره 10Hz ، بأنه يعادل كفاءة إزالة القلح باستخدام الأمواف فوق الصوتية. كما بينت التجارب أن زيادة مدة نبض الليزر المستخدم إلى المجال $20-30\text{pps}$ يزيد من معدل كفاءة إزالة القلح باستخدام الليزر متفوقاً بذلك على العلاج باستخدام الأمواف فوق الصوتية. بالإضافة إلى ذلك فإنه يتم باستخدام ليزر Er: YAG، استئصال القلح بسهولة عند مستوى طاقة منخفض ($11-19\text{J/cm}^2/\text{Pulse}$) مقارنةً بمستوى الطاقة المستخدم لاستئصال الأنسجة الصلبة للأسنان. ينتج عن استخدام الليزر بوجود الماء صوت فرقة ناتج عن استئصال القلح. لا يُظهر سطح القلح المشع بالليزر أي علامة على حدوث ضرر حراري مثل الكربنة أو الذوبان، ويُقترح أن يتفكك القلح ميكانيكياً.

IV. تدابير السلامة والاحتياطات للتطبيق السريري:

1. الفحوصات السابقة لاستخدام الليزر:

ينبغي اختبار مدى جاهزية أجهزة الليزر المستخدمة بصرياً ووظيفياً قبل البدء بالعلاج. حيث أنه ينبغي في البدء توصيل طرف المسبار (Contact Tip) والقبضة (Handpiece) المعقمين بواسطة الأوتوكلاف ومن ثم إجراء فحص لمدى جاهزية الليزر كإخراج الليزر والماء المستخدم للتبريد. في حال كان خرج شعاع الليزر منخفض بشكل غير عادي فإنه ينبغي فحص كافة مكونات جهاز الليزر بدءاً من التوصيلات إلى القبضة وصولاً إلى الاتصال بالتيار الكهربائي، كما أنه ينبغي فحص العدسة المجمعة للضوء. ينبغي فحص رأس المسبار (الملامس للنسيج أثناء العلاج) وتغييره بشكل دوري. ينبغي أن يكون هناك رؤوس احتياطية جاهزة للاستخدام في

حال تلف مسبار السن أثناء العلاج. ينبغي التأكد من جاهزية الليزر عن طريق إطلاق الليزر في فراغ السن بالإضافة إلى اختبار شدة الليزر وحالة رذاذ الهواء قبل الاستخدام الفعلي لليزر ضمن فم المريض [2, 3].

2. الاحتياطات أثناء العملية:

a. **حماية العين بنظارات واقية:** تعتبر أجهزة الليزر أجهزة جديدة فعالة لعلاج الأسنان تختلف اختلاف كبير عن الأجهزة الميكانيكية التقليدية في أن طاقة شعاع الليزر قد تحدث ضرر من مسافة بعيدة بالرغم من عدم ملامسة الجهاز للنسيج الحي. وهذا ما يمكن أن يحدث عن حدوث خطأ في توجيه شعاع الليزر، لذلك ينبغي دوماً تصحيح تصويب شعاع الليزر قبل البدء بعملية العلاج. كما أنه ينبغي على المريض والطبيب والمساعد ارتداء نظارات خاصة واقية (الشكل 3) ذات كثافة بصرية OD (Optical Density) مناسبة لطول موجة شعاع الليزر المستخدم، لحماية العين في هذه الحالة أو من أشعة الليزر المنعكسة عن المرايا والمعادن الموجودة ضمن العيادة الطبية.

b. **ضبط الإعدادات المثالية لليزر المستخدم:** يبلغ قطر تأثير رأس جهاز الليزر حوالي $600\mu\text{m}$ ، لذلك ينبغي ضبط معدل الطاقة على المجال $40-80\text{mJ/Pulse}$ (علماً أن المعيار التقريبي للطاقة المستخدمة هو حوالي 20J/Pulse) وهو ما يكافئ كثافة طاقة $7.1\text{J/cm}^2/\text{Pulse}$ (40 mJ) بمعدل تكرار $10-30\text{pps (Hz)}$. كما ينبغي تحديد المسبار المناسب وفقاً لحالة جيب اللثة وسطح الجذر. أما في ما يتعلق بالتحكم بالحرارة المتولدة أثناء استئصال الأنسجة الصلبة، فإنه من الضروري استخدام رذاذ الماء مع الهواء من خلال ضبط إعدادات حجم الماء والهواء. ينصح عند استخدام الهواء داخل جيب اللثة بخفض

على سطح الجذر، ينبغي استخدام المسبار مع تثبيته بمنحى موازٍ لسطح الجذر أو بزاوية طفيفة تقدر بحوالي 30 درجة كما ينبغي تحريكه دوماً للأعلى وللأسفل أو من اليمين إلى اليسار لتجنب الإفراط في تشيع نقطة معينة من سطح الجذر. قد يتسبب التشيع غير المناسب في استئصال غير مرغوب به وتلف لذلك ينبغي أخذ الحيطة والحذر لتجنب ذلك.

e. تأثير الليزر على النسيج المحيط بالمنطقة المستهدفة:

يمتاز ليزر Er: YAG بأن أثره سطحي بفعل شدة الإمتصاص العالية للماء، مما يعني أن عمق اختراق طاقة الليزر صغير وخطر حدوث تلف غير متوقع للأنسجة العميقة منخفض جداً، وبالتالي فهو آمن للاستخدام السريري في العلاج. بالرغم من ذلك، فإنه من الضروري توقي الحذر لتجنب حدوث أي تأثير حراري على السمحاق. ينبغي تجنب استئصال أنسجة اللثة المتصلة بمنطقة الجيب مثل الحواف السفلية أو الجانبية للجيب. أما في ما يتعلق بالأثر الحراري على لب الأسنان، فمن الممكن تجنب حدوث أي تلف فيه إذا تم استخدام الليزر مع نظام التبريد بشكل صحيح [2].

f. الوقاية من الضرر الناتج عن الخطأ في تصويب شعاع

الليزر: ينبغي الانتباه إلى جميع الأنسجة الواقعة ضمن مجال واتجاه شعاع الليزر المستخدم في العلاج، كما أنه ينبغي حماية الأنسجة غير المستهدفة من خلال حمايتها بدروع أو تدابير أخرى إن اقتضى الأمر. يجب تجنب الخطأ في إطلاق الليزر والناتج عن الضغط غير المقصود على مفتاح القدم، بمعنى أن كل إصدار لشعاع الليزر ينبغي أن يكون متعمد ويتم إطلاقه بعناية تامة.

إعدادات رذاذ الهواء إلى الحد الأدنى أو حتى إيقافه لاحتمال حدوث انتفاخ أسفل الجلد. أما في حالة جراحة اللثة فليس هناك احتمال لتشكل نفاخ أسفل الجلد ولكن يتم الاستعاضة عن الماء المقطر بمحلول ملحي معقم [2, 3].



الشكل 3: نظارات خاصة لوقاية العين من شعاع الليزر.

c. كشف وتحديد القلح: وفقاً للإجراء المعتمد، يتم الكشف

عن القلح داخل الجيب اللثوي باستخدام مسبار الجيب اللثوي. بعد انتهاء الإجراء العلاجي يتم إدخال المسبار مرةً أخرى في الجيب اللثوي للتأكد من إزالة القلح وهو أمر بسيط أثناء عملية الجراحة لقدرة الطبيب المعالج على رؤية سطح الجذر بشكل مباشر. في حالة الجراحة فإن التحذير الموضعي ضروري ولكنه متروك للطبيب في حالة الإجراءات غير الجراحية وذلك استناداً لشدة الحالة ولعتبة الألم عند المريض.

d. اختيار طريقة التشيع المناسبة: من الممكن إزالة القلح

عن طريق تشيع المنطقة بشكل مباشر أو بشكل غير مباشر. عند التشيع بشكل مباشر ليس هناك من داعٍ للضغط على القلح بشدة باستخدام المسبار المصدر لليزر بل على العكس من ذلك ينبغي الحفاظ على المسبار في حالة اتصال خفيف مع منطقة القلح. عند إزالة القلح من

جزء، يتم إجراء التعقيم باستخدام الأوتوكلاف ومن ثم يتم إعادة كل جزء إلى مكانه المخصص للحفظ.

d. الفحص الدوري لأجهزة الليزر: لدى كل شركة تجهيزات طبية مسؤول سلامة الليزر (Laser Safety Officer,) (LSO) معتمد للتأكد من جاهزية الليزر من خلال إجراء فحوصات دورية للجهاز.

المراجع

- [1]. محمد أحمد معلا. "الليزر في طب الأسنان". مجلة جامعة المنارة، المجلد (2)، العدد (1)، الإصدار الخامس. جامعة المنارة 2022
- [2]. Safety for Laser Surgery and Medicine-2011 version, supplement of the Journal of Japan Society for Laser Surgery and Medicine, Vol. 32. Tokyo, Japan.
- [3]. Pamela, J. Piccione, RDA. Dental Laser Safety. The Dental Clinics of North America 48(2004) 795-807. USA.

g. آلية التخلص من الأبخرة الناتجة أثناء العلاج: ينتج عن تفاعل شعاع الليزر مع الأنسجة داخل الجيب تشكل عمود من الدخان بفعل التبخر، بالإضافة إلى الدم والأنسجة المستأصلة، لذلك فإنه ينبغي استخدام جهاز تفرغ الدخان بالإضافة إلى حماية الأفراد باستخدام واقيات الوجه.

h. في حالة وقوع طارئ: عند وقوع حدث ضار بالمريض أو يتعلق بجهاز الليزر المستخدم، فإنه ينصح بإيقاف الإجراء العلاجي فوراً إما بتحرير دواسرة القدم أو بالضغط على زر التوقف في حالات الطوارئ، يلي ذلك تقديم العناية للمريض أو معرفة سبب الخلل في الجهاز. في حال كان انكسار طرف المسبار ضمن جيب اللثة، ينبغي إخراج جميع القطع من الجيب.

3. تدابير ما بعد الجراحة:

a. فحص المنطقة المعالجة: يجب على الطبيب المعالج التحقق من وجود نزيف غير طبيعي أو ألم، كما أنه ينبغي مراقبة درجة الضرر الذي لحق بالأنسجة وما إذا كان هناك تلف مفرط بالأنسجة أم لا، ومن ثم يجب التحقق من الإرقاء الكامل للمنطقة المعالجة.

b. علاج إضافي لسطح الجذر: في الوقت الحاضر، يُعتقد أن العلاجات الميكانيكية أو الكيميائية الإضافية لأسطح الجذور التي يتم استئصالها بالليزر غير ضرورية. ومع ذلك، يُعتقد أن العلاج الكيميائي الذي يتم إجراؤه بعد جراحة اللثة يعزز التئام الجروح بعد الجراحة.

c. تعقيم المعدات المستعملة: بعد انتهاء العلاج، ينبغي إزالة الغطاء الخارجي للمسبار بالإضافة إلى رأس المسبار (الملامس للنسيج أثناء العلاج) من الجهاز، غسله جيداً ومن ثم غمره في مادة حالة للبروتين. بعد تجفيف كل