# تقييم فعالية ليزر Diode في إزالة الحاصرات المعدنية وأثرها على درجة حرارة اللب السني: دراسة مخبرية

*هبة الجنَّان. **أ.م.د. موفق عجاج ***أ.د. أحمد المنديلي

(الإيداع: 20 تموز 2020، القبول: 11 تشرين الثاني 2020)

**الملخص:**

إن إزالة الحاصرات المعدنية بالطرق التقليدية ينتج عنه قوى كبيرة تؤدي إلى صدوع مينائية وألم وانزعاج لدى المريض. فكان الهدف من هذه الدراسة هو تقييم فعالية ليزر Diode في إزالة الحاصرات المعدنية بالمقارنة مع الطرق التقليدية لإزالة الحاصرات.

تم إلصاق الحاصرات المعدنية على السطح الدهليزي ل 60 ضاحكاً أولاً مقلوعاً لأسباب تقويمية وتم تقسيم العينة إلى ثلاث مجموعات: (1) مجموعة شاهدة: تم إزالة الحاصرات فيها بشكل تقليدي باستخدام نازع حاصرات (2) مجموعة التجربة الأولى: تم استخدام ليزر diode في نزع الحاصرات بطول موجة 980 نانومتر وباستطاعة 2.5واط. (3) مجموعة التجربة الثانية: تم استخدام ليزر diode بطول موجة 980 نانومتر وباستطاعة 5 واط. تم تطبيق الليزر لمدة 5 ثواني بحركة دورانية. بعد إزالة الحاصرات تم قياس ارتفاع درجة حرارة الحجرة اللبية.

في مجموعات الليزر كان ارتفاع درجة الحرارة 2.37° ،3.60° في المجموعة الثانية والثالثة على الترتيب، وهذا الارتفاع هو دون درجة الحرارة المسموح بها حسبBenchmark (5.5°).

إن استخدام الليزر فعال في إزالة الحاصرات المعدنية دون أن يسبب ارتفاعاً في درجة حرارة الحجرة اللبية.

**الكلمات المفتاحية:** الحاصرات المعدنية، ليزر ديود، الصدوع المينائية، درجة حرارة الحجرة اللبية.

* طالبة دراسات عليا /جامعة دمشق.

**أستاذ مساعد في كلية طب الأسنان جامعة دمشق قسم تقويم الأسنان والفكين.

***رئيس قسم النسج والتشريح المرضي في كلية طب الأسنان جامعة دمشق.

# Evaluation of The Efficacy of Diode Laser on Deboning Metallic Brackets and Its Effects on Pulpal Temperature: an ex vivo study

**Dr.Hiba Aljannan* Asste. prof. Dr. Mwaffak Ajaj** Prof. Dr. Ahmad Al manadili*****

**(Received: 20 July 2020, Accepted: 11 November 2020)**

**Abstract:**

Deboning of metal brackets by conventional methods produces forces that are high enough to cause enamel scratches, fracture, and patient's discomfort. The aim of this study was to assess the effectiveness of Diode laser in debonding metallic orthodontic brackets compared to conventional debonding method.

Metallic orthodontic brackets were bonded on the buccal surface of sixty intact extracted human premolars teeth which were divided into three groups: (1) control group; conventional bracket debonding (using debonding plier), (2) test group (1): Diode laser (2.5W, 980nm) were used for laser debonding. (3) test group (2): Diode laser (5W, 980nm) were used for laser debonding. The laser was applied for 5 seconds with sweeping movement.

After debonding, the increase in intrapulpal temperature was measured.

the increases in intrapulpal temperature were 2.37°c, 3.60°c in the second and third groups respectively, and these values were significantly below the benchmark of 5.5°c for all the specimens.

Laser-assisted debonding of metallic brackets could reduce the risk of enamel damage, without causing thermal damage to the pulp.

**Keywords:** metal bracket, Diode laser, Enamel cracks, Pulpal temperature.

*Orthodontic department / Faculty of Dentistry/ Damascus university.

** Orthodontic department / Faculty of Dentistry/ Damascus university.

*** Head of department of oral histology and oral pathology- Faculty of Dentistry - Damascus university

**1- المقدمة:**

إن إلصاق الحاصرات يتطلب قوة ارتباط عالية لمقاومة القوى داخل الفموية والقوى التقويمية ولكن قوة الارتباط هذه يجب ألا تكون قوية جداً بحيث تسبب صدوع مينائية عند إزالة الحاصرات(Pignatta, Duarte Júnior, & Santos, 2012).

خلال عملية نزع الحاصرات يحدث كسر في المادة اللاصقة على أحد المستويات التالية(Zanarini et al., 2013):

1- مستوى الميناء - مادة لاصقة (Adhesive – Enamel failure).

2- مستوى الحاصرة – مادة لاصقة (Adhesive – Bracket failure).

3- ضمن المادة اللاصقة نفسها ( Cohesive failure) .

4- مختلطة ( Adhesive + Cohesive failure ) .

ومن العوامل التي تحدد مكان كسر أو نزع الحاصرة: طريقة تحضير السن للإلصاق، نوع المادة اللاصقة بالإضافة إلى نوع الأداة المستخدمة لنزع الحاصرات.

وقد تعددت واختلفت الآراء حول مستوى الكسر الأفضل والأكثر أماناً وحول هذا الموضوع يوجد مدرستان :

الأولى: تفضل خط الكسر على مستوى لاصق/حاصرة وترك اللاصق على سطح الميناء معللين ذلك بأن الكسر على مستوى ميناء/ لاصق سوف يتسبب بصدوع وكسور على سطح الميناء بسبب انتقال قوة نزع أكبر لسطح الميناء ، لكنها تتطلب وقتاً أطول لإزالة المادة اللاصقة .( Bishara & Fehr, 1997; Bishara, Ostby, Laffoon, & Warren, 2008; Knösel, Mattysek, Jung, Kubein-Meesenburg, et al., 2010; Özer, Başaran, & Kama, 2010; Zanarini et al., 2013)

الثانية: تفضل مستوى الكسر عند ميناء /لاصق وعدم بقاء اللاصق على سطح الميناء معللين ذلك بأن عمليات تنظيف السطح وإزالة المادة اللاصقة تتسبب بأذية مينائية، حيث أوردت بعض الدراسات حدوث أذية مينائية بغض النظر عن الطريقة المستخدمة في تنظيف السطح.( Campbell, 1995; Cehreli, Polat-Ozsoy, Sar, Cubukcu, & Cehreli, 2011; Mui, Rossouw, & Kulkarni, 1999; Pont, Özcan, Bagis, & Ren, 2010; Retief & Denys, 1979; Zachrisson & Årthun, 1979)

لهذا نصحت إحدى الدراسات باستعمال لاصق ذي قوة ارتباط ضعيفة؛ يتطلب قوة نزع أقل ويحدث الكسر فيه على مستوى ميناء / لاصق. (Martin & Garcia-Godoy, 1994)

إن الحاصرات الخزفية تسبب عادة ضرر على سطح الميناء ولكن لُوحظ في الآونة الأخيرة حدوث مثل هذا الضرر عند إزالة الحاصرات المعدنية (Zanarini et al., 2013)، كما أن هذا الضرر المينائي الذي ينتج عن إزالة الحاصرات والذي يشمل الصدوع قد يكون من مسببات النخور لذلك يجب أن يعود السطح المينائي لحالته الأولية قبل المعالجة وذلك بعد إزالة بقايا المادة اللاصقة(Katona, 1997).

هناك عدة طرق لإزالة الحاصرات المعدنية والخزفية تتضمن نازع الحاصرات، الأمواج فوق الصوتية، وتطبيق الليزر (Bishara et al., 2008).

هناك أربع أنواع رئيسية لليزر في طب الأسنان وهي تصنف حسب حالتها إما سائلة أو غازية أو صلبة أو أشباه الموصلات (ديود ليزر) (Feldon, Murray, Burch, Meister, & Freedman, 2010) يشار إليه أحياناً بليزر الحقن، يتميز ليزر ديود عن باقي أنواع الليزر في عدة أشياء منها: صغر حجمه وخفة وزنه ومتطلباته للطاقة قليلة(Feldon et al., 2010). استنتج Ghazanfari في مراجعته أن الشعاع المنطلق من ليزر Nd: YAG، Er: YAG، CO2، Tm: Yap، الديود يمكن اعتباره وسيلة فعالة لتقليل قوة ارتباط الحاصرات الخزفية وتقليل زمن إزالة الحاصرات. وبيَّن أن هذه التقنية هي طريقة

آمنة لإزالة الحاصرات الخزفية كما أنها لا تسبب ارتفاعاً في درجة حرارة الحجرة اللبية وضرراً للسطح المينائي( Ghazanfari, Nokhbatolfoghahaei, & Alikhasi, 2016).

كما استنتج Feldon وزملاؤه أن ليزر الديود يقلل من قوة ارتباط الحاصرات الخزفية أحادية البلورة دون زيادة كبيرة في درجة حرارة اللب السني (Feldon et al., 2010).

أظهر Oztoprak وآخرون أن القوة المطلوبة لإزالة الحاصرات الخزفية متعددة البلورات يمكن تقليلها باستخدام Er: YAG laser (Oztoprak, Nalbantgil, Erdem, Tozlu, & Arun, 2010).

بالمقارنة بين الحاصرات المعدنية والخزفية، هناك خطر أكبر على السطح المينائي أثناء إزالة الحاصرات الخزفية ، ولكن كما هو موضح تحت المجهر الالكتروني، هناك خطر على السطح المينائي أثناء إزالة الحاصرات المعدنية أيضًا( Bishara et al., 2008; Rodríguez-Chávez, Arenas-Alatorre, & Belio-Reyes, 2017).

ومع ذلك، لم يقتصر استخدام الليزر في الأدب الطبي على إزالة الحاصرات الخزفية، بل شمل الحاصرات المعدنية أيضاً. وجد Sedky وآخرون أن الإشعاع بالليزر Er، Cr: YSGG كان فعالًا في إزالة الحاصرات المعدنية وتقليل كمية المادة اللاصقة المتبقية(Sedky & Gutknecht, 2018).

كما أظهر Lai et al قيم قوى القص Shear Bond Strength (SBS) أقل بكثير أثناء إزالة الحاصرات المعدنية باستخدام ليزر Nd: YAG(Lai, Wang, Chen, & Liu, 2010) .

وجد lesniak أن استخدام ليزر Yag Er: لم يترافق مع أي ضرر مينائي بعد إزالة الحاصرات المعدنية والخزفية مقارنة بالطرق الميكانيكية (Grzech-Leśniak et al., 2018).

وجد Knaup وآخرون أن إزالة الحاصرات المعدنية باستخدام ليزر ديود 445 نانومتر لا يقلل بشكل كبير من قيم SBS ولا يؤثر على كمية المادة اللاصقة المتبقية على سطح الميناء. وقال إنه لم يكن واضحًا ما إذا كانت الأطوال الموجية المختلفة في أنظمة الليزر قد تؤدي إلى نتائج مختلفة، وهناك حاجة إلى مزيد من البحث في هذا الأمر(Knaup et al., 2020).

ومن هنا كانت الحاجة لإجراء دراسة لتقييم آثار ليزر ديود بطول موجة 980 نانومتر في إزالة الحاصرات المعدنية.

تناولت الأبحاث السابقة فقط مشعر المادة اللاصقة المتبقية (ARI) وأذية السطح المينائي، أما الدراسات التي تناولت بدقة تأثير ليزر ديود على درجة حرارة اللب السني عند إزالة الحاصرات المعدنية كانت قليلة. وعند العودة للأدبيات الطبية المنشورة، لم نجد أي دراسة قيمت فعالية ليزر ديود في إزالة الحاصرات المعدنية وأثرها على سطح الميناء واللب السني.

**2- الهدف من البحث:** هو تحري تأثير ليزر ديود في إزالة الحاصرات المعدنية وأثرها على درجة حرارة اللب السني.

**3- المواد والطرائق:**

تم إجراء هذه الدراسة التداخلية المخبرية في وحدة أبحاث الليزر في كلية طب الأسنان جامعة دمشق.

تألفت عينة البحث من 60 ضاحكاً أولاً مقلوعاً لأسباب تقويمية حيث تم حساب حجم العينة حسب نتائج دراسة Didem Nalbantgil et al (2014) حيث كان حجم الأثر 0.571 والمتوسط 3.2 والانحراف المعياري 1.5 قوة الدراسة 95% وقيمة ألفا 0.05 وذلك باستخدام برنامج.G*Power Version 3. 1.3

**معايير انتقاء العينة:**

1- أن تكون الأسنان مقلوعة حديثاً.

2- أن تكون الأسنان ذات شكلٍ وحجمٍ سليمين.

3- أن يكون السطح الدهليزي خالياً من العيوب والشذوذات كسوء التصنع ونقص التكلس.

4- أن يكون السطح الدهليزي خالياً من النخور والترميمات السنية.

5- لم يسبق أن ألصقت حاصرات على الضواحك المقلوعة.

6- لم تخضع الضواحك لتبيض سني أو مس فلوري قبل أسبوعين على الأقل من القلع.

7- تم استبعاد الضواحك التي تحتوي على صدوع أفقية أو مختلطة، بينما شُملت الضواحك التي تحتوي على صدع عمودي واحد كحد أقصى.

تم تقييم الضواحك بالاعتماد على المكبرة (streoscope) ( Model SKT 41313,Meiji Techn , Japan) الموجودة في قسم علوم الحياة حيث تم فحص السطح الدهليزي للتأكد من تطابق الضواحك مع معايير الإدخال.

تم حفظ الضواحك في درجة حرارة الغرفة وتم وضعها في الماء المقطر لمنع نمو الجراثيم عليها لحين استخدامها تم تنظيف الأسنان وتلميعها باستخدام مسحوق الخفان تم غسل التاج وتجفيفه لمدة 15 ثانية.

تم تخريش السطح الدهليزي بواسطة حمض الفوسفور 37% لمدة 30 ثانية ومن ثم غسله بالماء لمدة 15 ثانية ومن ثم التجفيف بالهواء الخالي من الزيت وبعد ذلك تم وضع المادة الرابطة (Transbond XT_ 3M Unitek, Monrovia, CA) فوق سطح الميناء المخرش وتم تصليبه ومن ثم تم وضع المادة اللاصقة ( Transbond XT adhesive paste (3M (Unitek) وتم وضع الحاصرة في مركز التاج السريري. وبعد ذلك تم إزالة بقايا المادة اللاصقة بواسطة مسبر حاد وتم تصليب المادة اللاصقة 40 ثانية من السطح الطاحن واللثوي والأنسي والوحشي ( 10ثواني لكل سطح) بواسطة جهاز التصليب الضوئي(WoodPecker,UDS-J ,China)

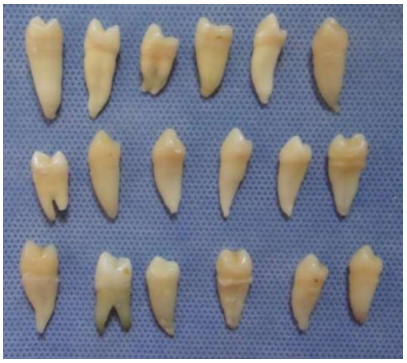
قبل الإلصاق تم تحضير حفرة على السطح الطاحن لتصل للحجرة اللبية أبعادها 2mm بواسطة قبضة التوربين بعد ذلك تم حفظ الأسنان لمدة 24 ساعة في الماء المقطر بدرجة حرارة الغرفة وبعد ذلك تم تطبيق الليزر على مركز الحاصرات وفوق شق الحاصرة المعدنية

كما تم وضع جهاز K type thermocouple (Extech Instruments, Waltham, Mass) داخل الحجرة اللبية وتم قياس درجة الحرارة الصادرة عن جهاز الليزر أثناء إزالة الحاصرات. الشكل (1)

**الشكل رقم (1): K type thermocouple**

**مجموعات التداخل:**

تم تقسيم العينة لثلاث مجموعات وكل مجموعة تحتوي على 20 ضاحكاً الشكل (2).



**الشكل رقم (2): صورة عن ساحة العمل لمجموعة من مجموعات الدراسة.**

المجموعة الأولى (المجموعة الشاهدة) تمت إزالة الحاصرات فيها بواسطة نازع الحاصرات تم استخدام نازع الحاصرات للضغط على الأجنحة وتغيير شكل قاعدة الحاصرة.

المجموعة الثانية: (مجموعة الليزر) تم استخدام ليزر ديود طول موجته 980nm واستطاعته 2.5w

المجموعة الثالثة: تم استخدام ليزر ديود طول موجته 980nm واستطاعته5w

**التحليل الإحصائي:** تم إدخال البيانات إلى الحاسوب وتحليلها باستخدام برنامج (spss 15.5) باستخدام اختبار t-test.

**4- النتائج:**

تم قياس درجة الحرارة في المجموعتين الثانية والثالثة بعد إزالة الحاصرات فيهما بواسطة ليزر Diode حيث كان عدد الضواحك في كل مجموعة 20 ضاحكاً.

المجموعة الثانية: تم استخدام ليزر ديود بطول موجة 980 نانومتر وباستطاعة قدرها 2.5 واط لمدة 5ثوان وكان ارتفاع درجة الحرارة يتراوح بين 0.8° و 4.5°

المجموعة الثالثة: تم استخدام ليزر ديود بطول موجة 980نانومتر وباستطاعة قدرها 5 واط لمدة 5ثوان وكان ارتفاع درجة الحرارة يتراوح بين 1.2° و 7.8°

إن متوسط ارتفاع درجة الحرارة هو 2.37°c درجة مئوية في المجموعة الثانية و3.60°c درجة مئوية في المجموعة الثالثة حيث تم استخدام الليزر. وهذا الارتفاع كان دون درجة الحرارة التي تؤدي إلى أذى في الحجرة اللبية (5.5°c).

يظهر الجدول(1) متوسط درجة حرارة الحجرة اللبية قبل وبعد إزالة الحاصرات.

**الجدول رقم (1): التغيرات في درجة حرارة الحجرة اللبية خلال تطبيق نوعين ليزر Diode عند إزالة الحاصرات المعدنية**

| Groups | Mean | Sd | Lowest | Highest | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diode 2.5 Watt | 2.375 | .9624 | .8 | 4.5 | |
| Diode 5 Watt | 3.605 | 1.8936 | 1.2 | 7.8 | |

نلاحظ من الجدول وجود فرق هام إحصائياً بين المجموعتين حيث كانت درجة الحرارة أعلى عند استخدام جهاز ليزر ديود مع شدة 5 واط وذلك باستخدام اختبار Two sample independent test اختبار t للعينات المستقلة (p=0.015)

تم إجراء اختبار إضافي One sample t-test لمعرفة مقدار بعد متوسط التغير في درجة الحرارة في المجموعتين عن درجة الحرارة المسموح بها(5.5°c)(Zach & Cohen, 1965).

**الجدول رقم ( 2): فرق متوسط التغير في درجة الحرارة في المجموعتين عن درجة الحرارة المسموح بها(5.5°c)**

| Group | | Test Value = 5.5 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | Lower | Upper |
| Diode 2.5w | Temperature variation | -14.522- | 19 | .000 | -3.1250- | -3.575- | -2.675- |
| Diode 5w | Temperature variation | -4.475- | 19 | .000 | -1.8950- | -2.781- | -1.009- |
| *a.* No statistics are computed for one or more split files | | | | | | | |

نلاحظ أن متوسط ارتفاع درجة الحرارة في كلا شدتي الليزر عن درجة الحرارة التي تسبب الأذى اللبي(5.5°c) كان أقل من القيمة المنصوح بها ولكن عند استخدام ليزر ديود مع شدة (2.5 واط) كان متوسط ارتفاع درجة الحرارة أقل.

**5- المناقشة:**

تعتبر الأذية الميتائية التالية للمعالجة التقويمية شائعة الحدوث ويصعب السيطرة عليها بشكل كامل معظم الأحيان، فقد تحدث خلال أي مرحلة أو إجراء من إجراءات المعالجة التقويمية لكنها تتركز بشكل أساسي عند المرحلة النهائية لنزع الحاصرات وتنظيف بقايا المادة اللاصقة(Brosh, Kaufman, Balabanovsky, & Vardimon, 2005).

بما أن عملية نزع الحاصرات أمر لا مفر منه في نهاية المطاف للمعالجة التقويمية فمن الواجب البحث عن أكثر طرق النزع وأدواته سلامة ولطفاً على السطح الميتائي الذي لا يمكن تعويض أي خسارة فيه مهما تناهت في الصغر( Knösel, Mattysek, Jung, Sadat-Khonsari, et al., 2010).

أُجريت هذه الدراسة في محاولة لتقييم أكثر الطرق استخداماً في نزع الحاصرات المعدنية (نازع الحاصرات) ومقارنتها بطريقة لم تتناولها الدراسات بشكل كبير (ليزر ديود) من حيث تأثيرها في درجة حرارة اللب السني.

تم استخدام جهاز المزدوجة الحرارية في هذه الدراسة للتحري عن التغير في درجة الحرارة خلال إزالة الحاصرات بالليزر. استخدمZach و Cohen أسنان القردة واستنتجوا أن ارتفاع الحرارة لل5.5°c داخل الحجرة اللبية سوف يؤدي لأذى على النسيج اللبي وبالنتيجة 15% من الأسنان فقدت حيويتها، اعتبر Goodis وآخرون أن ارتفاع درجة الحراة يعتبر مقبولاً إذا كان دون 5.5°c ، كما بيّن Obata أن إزالة الحاصرات الخزفية بليزر co2 يرفع درجة حرارة الحجرة اللبية 1.4° وذلك باستخدام الليزر مع استطاعة 2واط أما عند استخدام الليزر مع استطاعة 3 واط كان ارتفاع درجة الحرارة 2.1°وهذا الارتفاع في درجة الحرارة خلال درجة التحمل الفيزيولوجي للب السني(Obata et al., 1999)، كما وجد Hayakawa أن ارتفاع درجة حرارة اللب السني نتيجة إزالة الحاصرات الخزفية بواسطة ليزر Nd:YAG لم يتجاوز 5.1°c (Hayakawa, 2005)، وهذا ما يوافق نتيجة دراستنا أنه خلال التعرض لليزر كان ارتفاع درجة الحرارة دون ال5.5°c (2.37° و 3.60° للمجموعة الثانية والثالثة على التوالي)

إن الحركة الدورانية لرأس جهاز الليزر المطبقة في هذه الدراسة من الممكن أن يكون لها دور هام في التحكم في درجة حرارة اللب السني الداخلية لأن هذه الحركة الدورانية تنشر الحرارة على كامل سطح السن.

**6-الاستنتاجات والتوصيات:**

إن نزع الحاصرات بمساعدة ليزر Diode لم يكن له تأثير سلبي على اللب السني، حيث كان ارتفاع درجة الحرارة 2.37° عند استخدام ليزر باستطاعة 2.5w بينما بلغ ارتفاع درجة الحرارة 3.60° عند استخدام ليزر باستطاعة 5w لذلك نوصي باستخدام ليزر ديود باستطاعة 2.5 واط عند إزالة الحاصرات المعدنية لحماية النسيج اللبي.

**7- المراجع:**


1. Bishara, S. E., & Fehr, D. E. (1997). *Ceramic brackets: something old, something new, a review.* Paper presented at the Seminars in orthodontics.
2. Bishara, S. E., Ostby, A. W., Laffoon, J., & Warren, J. J. (2008). Enamel cracks and ceramic bracket failure during debonding in vitro. *The Angle orthodontist, 78*(6), 1078-1083 .
3. Brosh, T., Kaufman, A., Balabanovsky, A., & Vardimon, A. D. (2005). In vivo debonding strength and enamel damage in two orthodontic debonding methods. *J Biomech, 38*(5), 1107-1113. doi: 1/0.1016j.jbiomech.2004.05.025
4. Campbell, P. M. (1995). Enamel surfaces after orthodontic bracket debonding. *The Angle orthodontist, 65*(2), 103-110 .
5. Cehreli, S. B., Polat-Ozsoy, O., Sar, C., Cubukcu, H. E., & Cehreli, Z. C. (2011). A comparative study of qualitative and quantitative methods for the assessment of adhesive remnant after bracket debonding. *The European Journal of Orthodontics, 34*(2), 188-192 .
6. Feldon, P. J., Murray, P. E., Burch, J. G., Meister, M., & Freedman, M. A. (2010). Diode laser debonding of ceramic brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 138*(4), 458-462 .
7. Ghazanfari, R., Nokhbatolfoghahaei, H., & Alikhasi, M. (2016). Laser-aided ceramic bracket debonding: a comprehensive review. *Journal of lasers in medical sciences, 7*(1), 2 .
8. Grzech-Leśniak, K., Matys, J., Żmuda-Stawowiak, D., Mroczka, K., Dominiak, M., Brugnera Junior, A., . . . Sculean, A. (2018). Er: YAG laser for metal and ceramic bracket debonding: an in vitro study on intrapulpal temperature, SEM, and EDS analysis. *Photomedicine and laser surgery, 36*(11), 595-600 .
9. Hayakawa, K. (2005). Nd: YAG laser for debonding ceramic orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 128*(5), 638-647 .

10. Katona, T. R. (1997). Stresses developed during clinical debonding of stainless steel orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist, 67*(1), 39-46 .
11. Knaup, T., Korbmacher-Steiner, H., Braun, A., Wenzler, J.-S., Knaup, I., & Stein, S. (2020). Effects of 445-nm Diode Laser-Assisted Debonding of Metallic Brackets on Shear Bond Strength and Enamel Surface Morphology. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery, 38*(3), 160-166 .
12. Knösel, M., Mattysek, S., Jung, K., Kubein-Meesenburg, D., Sadat-Khonsari, R., & Ziebolz, D .(2010) .Suitability of orthodontic brackets for rebonding and reworking following removal by air pressure pulses and conventional debracketing techniques. *The Angle orthodontist, 80*(4), 649-655 .
13. Knösel, M., Mattysek, S., Jung, K., Sadat-Khonsari, R., Kubein-Meesenburg, D., Bauss, O., & Ziebolz, D. (2010). Impulse debracketing compared to conventional debonding: extent of enamel damage, adhesive residues and the need for postprocessing. *The Angle orthodontist, 80*(6), 1036-1044 .
14. Lai, R.-F., Wang, H.-Y., Chen, T & ،.Liu, X.-N. (2010). Pulsed Nd: YAG laser-aided debonding for removing the metal brackets. *Zhonghua kou qiang yi xue za zhi= Zhonghua kouqiang yixue zazhi= Chinese journal of stomatology, 45*(7), 407-410 .
15. Martin, S., & Garcia-Godoy, F. (1994). Shear bond strength of orthodontic brackets cemented with a zinc oxide-polyvinyl cement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 106*(6), 615-620 .
16. Mui, B., Rossouw, P., & Kulkarni, G. (1999). Optimization of a procedure for rebonding dislodged orthodontic brackets. *The Angle orthodontist, 69*(3), 276-281 .
17. Obata, A., Tsumura, T., Niwa, K., Ashizawa, Y., Deguchi, T., & Ito, M. (1999). Super pulse CO2 laser for bracket bonding and debonding. *The European Journal of Orthodontics, 21*(2), 193-198 .
18. Özer, T., Başaran, G., & Kama, J. D. (2010). Surface roughness of the restored enamel after orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 137*(3), 368-374 .
19. Oztoprak, M. O., Nalbantgil, D., Erdem, A. S., Tozlu, M & ،.Arun, T. (2010). Debonding of ceramic brackets by a new scanning laser method. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 138*(2), 195-200 .
20. Pignatta, L. M. B., Duarte Júnior, S., & Santos, E. C. A. (2012). Evaluation of enamel surface after bracket debonding and polishing. *Dental Press Journal of Orthodontics, 17*(4), 77-84 .

21. Pont, H. B., Özcan, M., Bagis, B., & Ren, Y. (2010). Loss of surface enamel after bracket debonding: an in-vivo and ex-vivo evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 138*(4), 387. e381-387. e389 .
22. Retief, D., & Denys, F. (1979). Finishing of enamel surfaces after debonding of orthodontic attachments. *The Angle orthodontist, 49*(1), 1-10 .
23. Rodríguez-Chávez, J. A., Arenas-Alatorre, J & ،.Belio-Reyes, I. A. (2017). Comparative study of dental enamel loss after debonding braces by analytical scanning electron microscopy (SEM). *Microscopy research and technique, 80*(7), 680-686 .
24. Sedky, Y., & Gutknecht, N. (2018). The effect of using Er, Cr :YSGG laser in debonding stainless steel orthodontic brackets: an in vitro study. *Lasers in Dental Science, 2*(1), 13-18 .
25. Zach, L., & Cohen, G. (1965). Pulp response to externally applied heat. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, 19*(4), 515-530 .
26. Zachrisson, B. U., & Årthun, J. (1979). Enamel surface appearance after various debonding techniques. *American journal of orthodontics, 75*(2), 121-137 .
27. Zanarini, M., Gracco, A., Lattuca, M., Marchionni, S., Gatto, M. R., & Bonetti, G. A. (2013). Bracket base remnants after orthodontic debonding. *The Angle orthodontist, 83*(5), 885-891 .