Evaluation of relationship between enamel cracks and shear bond strength and ARI index during Er:YAG laser aided debonding of ceramic brackets.

Dr. Fadi Khalil[1]

(Received 11 / 2 / 2019. Accepted 16 / 6 / 2019)

□ ABSTRACT □

The objective of the present study is to evaluate the relationship between shear bond strength and enamel cracks and adhesive remnant index (ARI) during Er:YAG laser aided debonding of ceramic brackets**.**

Materials and methods:: sample of the study consisted of 50 upper first premolar extracted for orthodontic reasons to which ceramic brackets(Orthonet-France MBT 0,22) were attached using (Light Bond ®, Heliosit Ivoclarvivadent). The sample randomly divided into 2 equal groups , The ER:YAG was applied for 5 seconds using the scanning method on one of these groups using the(KaVo KEY LASER III 1243)device. Later, all the specimens were debonded and tested on a testing machine (Tecnotest) in Tishreen University

After de-bonding of the brackets, tungsten carbide bur was used to remove adhesive remnant in all the specimens , examination the buccal surface of all specimens to evaluate enamel cracks caused by removing of the adhesive remnant post debonding of ceramic bracketsStatistical calculations were conducted for research using a program(SPSS version 13.0). Results: there were no statistically significant relationship between shear bond strength and enamel cracks and ARI index during Er:YAG laser aided debonding of ceramic brackets. Conclusion: Enamel cracks in the form of tooth surface during debonding of ceramic brackets are related to several factors.not just on the instrument used to deboned brackets.

Keywords: Ceramic bracket- Er:YAG laser - Shear strength-Bracket debonding- Enamel cracks .

*** Associate Professor, Department of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics, Faculty of Dentistry, Tishreen University,Latakia,Syria.**

www.manaraa.com

دراسة العلاقة بين الصدوع المينائية وقيم قوى القص ومشعر ARI عند نزع الحاصرات الخزفية بمساعدة ليزر (Er:YAG)

د. فادي خليل [2]

(تاريخ الإيداع 11 / 2 / 2019. قُبِل للنشر في 16 / 6 /2019)

□ ملخّص □

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم العلاقة بين الصدوع المينائية و قيم قوى الارتباط المقاومة للقص ومشعر بقايا اللاصق المتبقيARI عند نزع الحاصرات الخزفية عند استخدام ليزر (Er:YAG). ،

المواد والطرق : تتألف عينة البحث من 50 ضاحاً تم قلعه لأسباب تقويمية وتم إلصاق حاصرات خزفية (Orthonet–France MBT 0,22) باستخدام راتنج ضوئي التصلب (Light Bond ®, Heliosit Ivoclarvivadent) .

قسمت العينة إلى مجموعتين متساويتيين عشوائياً ، تم تطبيق أشعة الليزر على إحدى المجموعتين بعد إلصاق الحاصرات بواسطة جهاز (KaVo KEY LASER III 1243) لمدة 5 ثواني ، ومن ثم نزعت جميع العينات بواسطة جهاز الاختبار الميكانيكي Tecnotest في كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين .

ومن ثم أزيلت البقايا باستخدام سنبلة تنغستن كارباید لجميع العينات ومن ثم فحصت السطوح الدهليزية للأسنان بحثاً عن الصدوع المتشكلة عن إزالة بقايا اللاصق بعد نزع الحاصرات الخزفية تم إجراء الحسابات الإحصائية للبحث باستخدام برنامج (SPSS الإصدار 13.0). **النتائج** : لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين قيم مقدار قوة القص SBS (بالنيوتن) وكل من درجة مشعر الصدوع ومشعر ARI عند نزع الحاصرات الخزفية بعد استخدام ليزر Er:YAG . الاستنتاج : ترتبط الصدوع المينائية المتشكلة على سطح السن عند نزع الحاصرات الخزفية بعدة عوامل وليس فقط بطريقة نزع الحاصرات.

الكلمات المفتاحية : حاصرات خزفية – ليزر Er: YAG – قوى القص – نزع الحاصرات – الصدوع المينائية .

* أستاذ مساعد – قسم تقويم الأسنان والفكين– كلية طب الأسنان – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

مقدمة :

يطلب العديد من المرضى المعالجة التقويمية لأغراض تجميلية، ساعدت تقنيات الإلصاق المباشر في مطلعها في صناعة أجهزة أكثر جمالية.

في بداية عام 1970م تم طرح الحاصرات التجميلية كبديل عن الحاصرات المعدنية ولكن سرعان ما فقدت ميزتها نتيجة التلون والتشوه الحاصل فيها. وفي منتصف عام 1980م تم صنع أول حاصرات مصنوعة من monocrystalline sapphire و polycrystalline كحاصرات تجميلية خزفية **[1]**

لم تستطع الحاصرات الخزفية الالتصاق كيميائياً بسبب خمودها الناجم عن أكسيد الألمنيوم الذي تتركب منه وبالتالي استخدم السيلان كوسيط بين قاعدة الحاصرة الخزفية والكمبوزيت اللاصق.

تم التوصل لاحقاً على أن التثبيت الميكانيكي للحاصرات وفَرَ القوة الرابطة الكافية ويظهر أقل ضرر للميناء عند الالتصاق مقارنة بالتثبيت الكيميائي. أغلب الحاصرات الخزفية الآن ذات تثبيت ميكانيكي وقد أقترحت عدت طرق لفك الارتباط لتجنب الصعوبات المرتبطة بنزع الحاصرة الخزفية ومن المنصوح به نزع الحاصرة من منطقة الالتقاء المينائي الحاصري.

تتمتع الحاصرات الخزفية بقوة ارتباط عالية وعلى الرغم من ميزتها التجميلية تمتاز أيضاً بالقساوة (hardness) و القصافة (brittleness) مما يعرضها للكسر و حصول تصدع في ميناء السن أثناء النزع **[1]** ونتيجة للخصائص الهامة التي تتمتع بها الحاصرات الخزفية (القساوة و الهشاشة والقصافة) جعلتها بحاجة إلى أدوات نزع خاصة لحماية الميناء و تجنب حدوث كسر بالحاصرة.

تعرَف الصدوع المينائية بأنها عبارة عن خطوط فصل في الميناء السني [2] ، وإن تعرض السن لمحفزات حرارية يمكن أن يسبب تصدعات في النسج السنية الصلبة نتيجة الاختلاف في الخصائص الحرارية و الميكانيكية بين كل من العاج و الميناء [2]

تنقص الكسور والصدوع المينائية من جمالية الاسنان وربما ستحتاج إلى علاج ترميمي مكلف لاحق ، أما كسر الحاصرات سيحول دون إعادة استخدام نفس الحاصرة لتصحيح موقع الحاصرة

يتم نزع الحاصرات بعيداً قدر الإمكان عن إصابة سطح الميناء. و يتم هذا بإضعاف المادة اللاصقة أو اضعاف الرابط بين الحاصرة واللاصق ومن ثم إزالة اللاصق المتبقي من على سطح السن.[3]

من مخاطر نزع الحاصرات وخصوصاً الخزفية حدوث [4]كسور بالميناء(Fracture) وتصدع(Cracking) وتقشر(Flaking)أو حتى حدوث أذية لبية، كما أن نزع الأطواق قد يؤدي إلى كسر السن.

تعتمد القوة اللازمة لنزع الحاصرات على عدة عوامل : [4]

نوع الحاصرة و آلية تثبيت الحاصرة وطريقة نزع الحاصرة وتركيب مادة الإلصاق و طريقة تهيئة الميناء للإلصاق

وإن استخدام قوة تفوق 13 ميغا باسكال لنزع الحاصرات قد تؤدي لكسور في الميناء خصوصاً إذا كانت موازية للمواشير المينائية [4]

تم اقتراح العديد من الطرق لنزع الحاصرات الخزفية مثل مطاوي خاصة للنزع الميكانيكي ، او سحل الحاصرة الخزفية باستخدام سنابل سريعة خاصة لنزعها، لكن هذا الحل له مشاكله على ميناء السن[5] أو استخدام الأدوات فوق الصوتية والأجهزة الكهروحرارية والليزر ، النزع بالأمواج فوق الصوتية(ultrasonic debonding) ينقص من فرصة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الإضرار بالميناء و الخلل بالحاصرة و يزيل اللاصق المتبقي بنفس الرأس الفوق صوتي. لكن السلبيتين الواضحتين لهذه الطريقة هما التبريد الضروري بعد إزالة الحاصرات و تطبيقها المحدود في العيادة و استهلاكها للوقت [5] ، فيما أن الأجهزة الكهروحرارية تعتمد على تليين اللاصق الراتنجي باستخدام درجة حرارة من 200-150 درجة سيليسيوس مما يسمح بإزالة الحاصرات عند مستوى منخفض من القوة ولكن مع التسبب بضرر وأذى بالنسيج اللبي ،أدى ذلك إلى تناقص في شعبية الطرق الكهروحرارية والتوجه نحو استخدام الليزر [6]

يعتمد الليزر على التفاعل الضوئي الحراري الذي يتسبب بتليين الكومبوزيت فيتم نزع الحاصرات[8-7-6] تم استخدام أطوال موجية مختلفة بشكل تجريبي لنزع الحاصرات الخزفية [9]

تم تجربة العديد من أنواع الليزر لنزع الحاصرات الخزفية منها(CO2-YAG-DIODE)

مع ليزر YAG حوالي 15-26% من الضوء المستخدم يمتص من قبل مادة الإلصاق وتتحول إلى حرارة (Heat)

و 69-75% وصل إلى سطح السن وحصل ضرر في لب السن [10]

يعد عمل ليزر (carbon dioxide) و ليزر (YAG) مشابه لعمل Electrothermal من حيث إحداث نوع من التسخين أو الحرارة(Heat) لتليين المادة اللاصقة إن اقتراح وتطبيق الليزر مازال محدود قيد التجربة بالنسبة للأساليب الأخرى. ولكن المشكلة الرئيسية باستخدامه هو غلاء الجهاز[11]

ليزر Er-YAG :

تسمى ليزرات الايريبيوم بليزرات النسج الصلبة Hard Tissue Lasers نظراً لقدرتها على قطع النسج السنية الصلبة و قد طور في أواخر الثمانينات [12]

بينت دراسات Hibst [14-13] و زملائه أن استخدام ليزر ER:YAG أبدى إجراءً آمناً وفعالاً ومريحاً خاصة عند اختيار الاعدادات الملائمة وتيار تبريد مائي مرافق لعملية التحضير.

وفي اوائل التسعينات تحرت الابحاث عن مدى آمان استخدام ليزر ER:YAG بطوله الموجي 2.94 ميكرون ولقد وجدت أن تطبيق هذا الطول الموجي مع تيار تبريد مائي لا يسبب أذيات [15]

استخدم Er:YAG مؤخراً بطريقة المسح لنزع الحاصرات الخزفية وأظهر فعاليته في نزعها دون إلحاق أي ضرر للميناء أو للأنسجة اللبية [17-16] ، وفي دراسة SUH et al أثبتت أن تطبيق Er:YAG laserفعال لنزع الحاصرات الخزفية عن طريق تثبيط اللاصق من خلال التطرية الحرارية [18]

إن استخدام ليزر Er:YAG لنزع الحاصرات الخزفية متعددة البلورات بطريقة المسح أدى إلى انخفاض قوة الربط بشكل واضح وازدياد في قيمة مشعر بقايا اللاصق [19]

لا توجد دراسات سابقة توضح العلاقة بين الصدوع المينائية و قيم قوى الارتباط المقاومة للقص عند نزع الحاصرات الخزفية

ولذلك تم إجراء هذا البحث لمعرفة وجود علاقة بين قيم قوى القص والصدوع المينائية المتشكلة على السطوح الدهليزية عند نزع الحاصرات الخزفية مع وبدون استخدام ليزر Er:YAG .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

أهمية البحث وأهدافه :

بما أن الحاصرات الخزفية ذات قوة ارتباط عالية وبسبب خاصيتها القصفة فغالبا ما تتعرض للكسر مقارنة مع الحاصرات المعدنية مسببة حدوث تصدع لميناء السن أثناء نزعها .

و تم استخدام الليزر كإحدى الطرق المساعدة في نزع الحاصرات الخزفية والذي بدوره يساهم في إنقاص قوى القص والصدوع الميناائية المتشكلة حسب الأبحاث السابقة وذلك باستخدام أنواع مختلفة من مواد الإلصاق .

ولكن هل يوجد هناك ارتباط بين قيم قوى القص ومشعر ARI والصدوع الميناائية المتشكلة عند نزع الحاصرات أم هناك عامل آخر يجب الانتباه عليه عند نزع الحاصرات الخزفية للتقليل من الصدوع المتشكلة على سطح السن .

هدف البحث : تقييم العلاقة بين الصدوع الميناائية وقيم قوى القص ومشعر ARI عند نزع الحاصرات الخزفية مع وبدون استخدام ليزر (Er:YAG) باستخدام اللاصق الراتنجي(Light Bond ®, Heliosit Ivoclarvivadent)

طرائق البحث ومواده :

تتألف العينة من 50 ضاحكاً بشرياً تتضمن معايير انتقاء العينة الأمور التالية :

1- أن يكون الضاحك مقلوعاً حديثاً لأغراض تقويمية .

2- أن يكون الضاحك غير معرض من قبل لأي عامل تهيئة كيميائي كالتبييض والفلورة.

3- أن تكون ميناء الضاحك و خاصة السطح الدهليزي سليما (خالياً من أي عيب تطوري ،النخور، صدوع أو كسور ميناائية، ترميمات أو حشوات)

غسلت الضواحك بعد قلعها مباشرة بالماء الجاري للتخلص من الدم المتبقي بعد ذلك تم حفظه بالمصل الفيزيولوجي بعد تأمين الضواحك المقلوعة كافة تم التحقق من أن السطوح الدهليزية للأسنان خالية من الصدوع الميناائية وذلك باستخدام المجهر الضوئي بتكبير X10 واستبعدت جميع الأسنان التي أظهرت وجود صدوع على سطحها الدهليزي

غمست الضواحك ضمن الراتنج الإكرايلي ذاتي التصلب بحيث يتوضع كل ضاحك ضمن قالب إكريلي وتم ترقيم القوالب .استخدمت أداة لتنظيف سطوح الأسنان المقلوعة بعد ذلك صقلت السطوح الدهليزية لمدة 10 ثواني لكل سن بمسحوق الخفان ذو الحبيبات الناعمة الخالي من الفلور الممزوج بالماء بواسطة فرشاة تلميع على قبضة ميكروتور بسرعة بطيئة ثم غسلت لمدة 10 ثواني بتيار من الماء ثم جففت

خرشت سطوح الأسنان باستخدام حمض الفوسفور بتركيز 37% لمدة 30 ثانية تم غسلت جيدا بالماء لمدة 20 ثانية و تجفف باستخدام تيار هوائي حتى يتضح المظهر الطبشوري .

تم تطبيق مادة الربط باستخدام فرشاة ناعمة ثم تعريضها لتيار هوائي خفيف بعد ذلك تم تصليبها ضوئياً ثم وضع طبقة رقيقة من كومبوزيت الإلصاق على شبكة الحاصرات الخزفية ووضعها في مركز السن بعدها طبقت الحاصرة وازالة الكومبوزيت الزائد ثم التصليب لمدة 20 ثانية من الناحية الانسية و 20 ثانية من الناحية الوحشية

تم الصاق حاصرات خزفية (Orthonet-France MBT 0,22) باستخدام كومبوزيت إلصاق Light Bond ®, Heliosit Ivoclarvivadent.

وهو كمبوزيت ضوئي معد للاستخدام مع كل الحاصرات المعدنية والخزفية والبلاستيكية.

هو عبارة عن كومبوزيت سيال يتميز بسهولة انسيابيته، زمن العمل القصير نسبيا حيث أنه لايحتاج لتطبيق المبدئ

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

مقدم من الشركة المصنعة على شكل محقنة 2,5 غ.

الشكل [1] يوضح توضع الأسنان ضمن القوالب الإكريلية. **لشكل [2] يوضح اللاصق الراتنجي المستخدم.**

تم تقسيم العينة عشوائياً إلى مجموعتين :

الأولى : تشمل 25 ضاحكا و سيتم النزع بالطريقة الميكانيكية بدون استخدام الليزر

الثانية : تشمل 25 ضاحكا وسيتم النزع بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام الليزر

تم تطبيق أشعة الليزر على نصف العينة المدروسة (ليزر ER:YAG LASER باستخدام قبضة 2060 وفق الإعدادات التالية(الباراميترات):

– الشدة المطبقة 300 ميلي جول بتردد نبضي 15 هرتز على بعد 1سم تقريباً لمدة 8 ثواني على محيط كل حاصرة بعد ذلك حفظت الضواحك بالماء المقطر حتى يتم نزع الحاصرات بواسطة جهاز الاختبار الميكانيكي

تم إجراء اختبار قوى القص shearing test لمحاكاة تأثير القوة الإطباقية للأسنان المقابلة والذي اقترح بأنه الأهم في فشل ارتباط الحاصرات . بواسطة الجهاز(Tecnotest في كلية الهندسة المدنية) جامعة تشرين ، أجري الاختبار لكل عينة على حده وبشكل متتابع بالنسبة لكل المجموعات حيث تم تثبيت القالب الذي تم تصميمه ضمن الفك السفلي للجهاز ثم طبقت قوى القص بواسطة الفك العلوي للجهاز بسرعة 1 ملم/د.

الشكل [3]: الجهاز(Tecnotest) المستخدم في قوى القص

إن الهدف من إجراء الاختبار الميكانيكي لمعرفة أن قوة النزع قد تناقصت بتعريضها لأشعة الليزر مقارنة بتلك التي لم يتم تعريض سطحها لليزر.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفحص المجهري:

تم فحص العينات والتقاط صور بواسطة (السطوح الدهليزية للضواحك) بواسطة المجهر الضوئي (Stereomicroscope) (Nikon,SMZ1000,Japan) لمعرفة وجود تصدع أو كسور في الميناء ،تقط ولمعرفة كمية اللاصق المتبقي على سطح السن (adhesive remnant index)(ARI) لتحديد مكان حدوث الفشل.

عولجت الصور المأخوذة حاسوبياً حيث تمت معاينة الصور الإلكترونية المأخوذة ثم تم حساب المساحة الكلية للمنطقة التي تم تحديدها ومساحة اللاصق المتبق (باستخدام البرنامج الحاسوبي AutoCAD Classic)

وتم حساب نسبة اللاصق المتبق إلى المساحة الكلية لكل عينة من عينات البحث كما في المعادلة التالية:

نسبة مساحة اللاصق المتبق إلى المساحة الكلية = مساحة اللاصق المتبق/المساحة الكلية ×100

حيث صنف مشعر اللاصق المتبق باستخدام مشعر اللاصق المتبق (ARI) من قبل Oliver,1988 [20] لوصف كمية اللاصق المتبقية على الميناء بشكل أكثر دقة بعد فشل الإلصاق:

مشعر اللاصق المتبقي ARI

الدرجة	التصنيف
5	لا يوجد لاصق متبق
4	أقل من 10% متبق على الميناء
3	أكثر من 10 % وأقل من 90% متبق على الميناء
2	أكثر من 90% متبق على الميناء
1	كل اللاصق متبق على الميناء

الشكل [4]حساب مساحة اللاصق المتبقي على سطح السن

بعد ذلك تمت إزلة اللاصق المتبق باستخدام سنبلة تنغستين كرباید (سنبلة جديدة لكل سن) مثبتة على قبضة توربين بوجود التبريد لإزلة اللاصق المتبق عن السطوح الدهليزية للأسنان حتى زوال كامل اللاصق المتبق عند النظر بالعين المجردة ومن ثم تنعيم السطح باستخدام قمع مطاط أبيض (قمع جديد لكل سن) بسرعة منخفضة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الشكل [5]إزالة بقايا اللاصق باستخدام سنبلة تنغستين كارباید ، تنعيم السطح باستخدام قمع مطاطي

بعد الانتهاء من عملية إزلة اللاصق المتبق تم فحص السطوح الدهليزية للأسنانً بحثاً عن الصدوع المينائية تحت المجهر الضوئي

من أجل تحري الصدوع المينائية تم تعديل مشعر الصدوع المطور من قبل Bishara بما يتناسب مع دارستنا [21]

فبحسب دراسة Bishara وزملاؤه تم تقسيم الصدوع إلى نوعين :

1-صدوع ضعيفة وهي الصدوع التي ترى بتكبير 25.4X تحت المجهر الضوئي .

2- صدوع ملاحظة وهي الصدوع التي يمكن مشاهدنها بالعين المجردة تحت إضاءة المصباح العادي وتم تعديل المشعر من قبل الدكتور حسان فرح وإضافة نوع آخر من الصدوع

0 – لايوجد صدوع مينائية

النتائج والمناقشة :

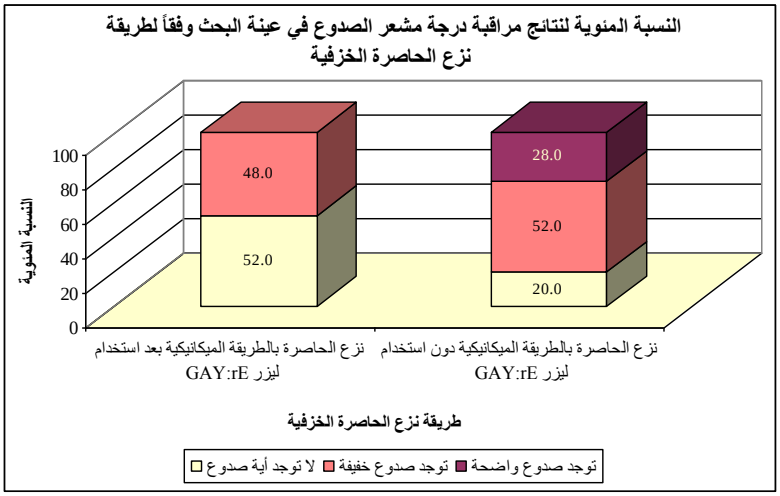
دراسة درجة مشعر الصدوع:

نتائج مراقبة درجة مشعر الصدوع في عينة البحث وفقاً لطريقة نزع الحاصرة الخزفية:

جدول رقم [1]يبين نتائج مراقبة درجة مشعر الصدوع في عينة البحث وفقاً لطريقة نزع الحاصرة الخزفية.

درجة مشعر الصدوع	عدد الضواحك		النسبة المئوية	
	نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزرEr:YAG	نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزرEr:YAG	نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزرEr:YAG	نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزرEr:YAG
لا توجد أية صدوع	13	5	52.0	20.0
توجد صدوع خفيفة	12	13	48.0	52.0
توجد صدوع واضحة	0	7	0	28.0
المجموع	25	25	100	100

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



مخطط رقم [1] يمثل النسبة المئوية لنتائج مراقبة درجة مشعر الصدوع في عينة البحث وفقاً لطريقة نزع الحاصرة الخزفية.

دراسة تأثير طريقة نزع الحاصرة الخزفية في درجة مشعر الصدوع في عينة البحث وفقاً لطريقة النزع:

تم إجراء اختبار Mann–Whitney U لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة مشعر الصدوع بين مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG ومجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG في عينة البحث كما يلي:

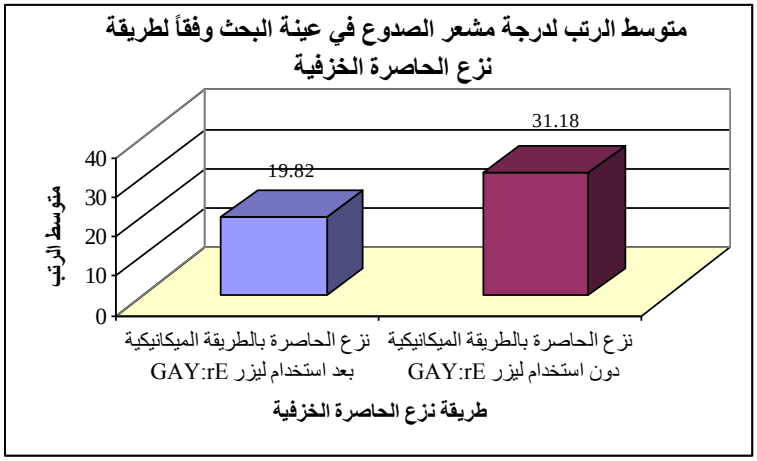
نتائج اختبار Mann–Whitney U:

جدول رقم [2] يبين إحصاءات الرتب ونتائج اختبار Mann–Whitney U لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة مشعر الصدوع بين مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG ومجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG في عينة البحث.

المتغير المدروس = درجة مشعر الصدوع					
طريقة نزع الحاصرة الخزفية	عدد الضواحك	متوسط الرتب	Uقيمة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG	25	19.82	170.5	0.002	توجد فروق دالة
نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG	25	31.18			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات درجة مشعر الصدوع بين مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG ومجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG في عينة البحث، وبدراسة قيم متوسطات الرتب نستنتج أن درجة مشعر الصدوع في مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG كانت أقل منها في مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG في عينة البحث.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



مخطط رقم [2]يمثل متوسط الرتب لدرجة مشعر الصدوع في عينة البحث وفقاً لطريقة نزع الحاصرة الخزفية.

دراسة مقدار قوة القص SBS:

دراسة تأثير طريقة نزع الحاصرة الخزفية في مقدار قوة القص SBS في عينة البحث:

تم إجراء اختبار اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار قوة القص SBS (بالنيوتن) بين مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG ومجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG في عينة البحث كما يلي:

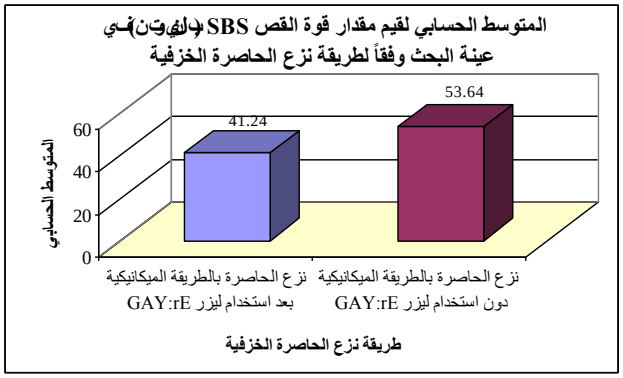
نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة:

جدول رقم [3] يبين الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار قوة القص SBS (بالنيوتن) بين مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG ومجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG في عينة البحث.

المتغير المدروس = مقدار قوة القص SBS (بالنيوتن)									
طريقة نزع الحاصرة الخزفية	عدد الضواحك	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	القيمة المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG	25	41.24	10.61	30	73	-12.40	-3.891	0.000	توجد فروق دالة
نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG	25	53.64	11.89	35	85				

نلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار قوة القص SBS (بالنيوتن) بين مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG ومجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبرية للفرق بين المتوسطين سالبة نستنتج أن قيم مقدار قوة القص SBS (بالنيوتن) في مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG كانت أصغر منها في مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG في عينة البحث.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



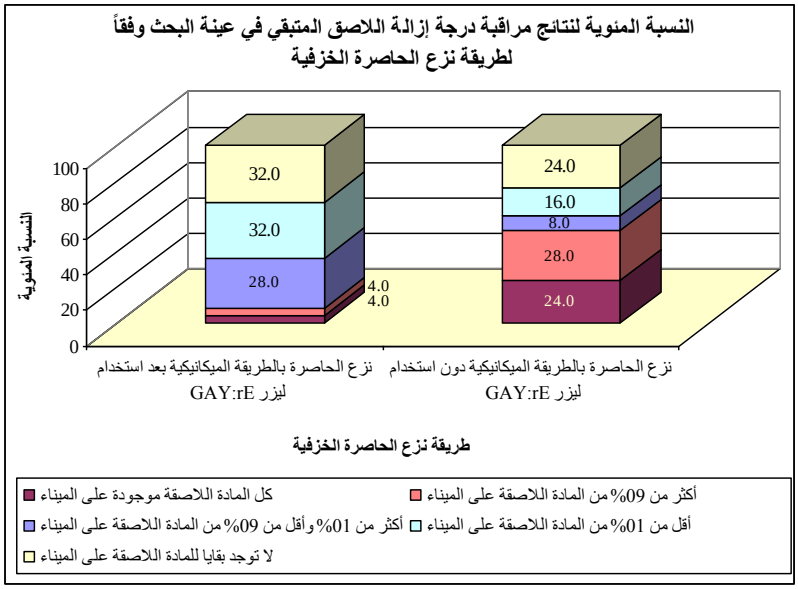
مخطط رقم [3] يمثل المتوسط الحسابي لقيم مقدار قوة القص SBS (بالنيوتن) في عينة البحث وفقاً لطريقة نزع الحاصرة الخزفية.

دراسة درجة إزالة اللاصق المتبقي:

نتائج مراقبة درجة إزالة اللاصق المتبقي في عينة البحث وفقاً لطريقة نزع الحاصرة الخزفية:

جدول رقم [4] يبين نتائج مراقبة درجة إزالة اللاصق المتبقي في عينة البحث وفقاً لطريقة نزع الحاصرة الخزفية

درجة إزالة اللاصق المتبقي	عدد الضواحك		النسبة المئوية	
	نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG	نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG	نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG	نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزرEr:YAG
كل المادة اللاصقة موجودة على سطح السن	1	6	4.0	24.0
أكثر من 90% من المادة اللاصقة على سطح السن	1	7	4.0	28.0
أكثر من 10% وأقل من 90% من المادة اللاصقة على الميناء	7	2	28.0	8.0
أقل من 10% من المادة اللاصقة بقيت على سطح السن	8	4	32.0	16.0
لا توجد بقايا للمادة اللاصقة على سطح السن	8	6	32.0	24.0
المجموع	25	25	100	100



مخطط رقم (4) يمثل النسبة المئوية لنتائج مراقبة درجة إزالة اللاصق المتبقي في عينة البحث وفقاً لطريقة نزع الحاصرة الخزفية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

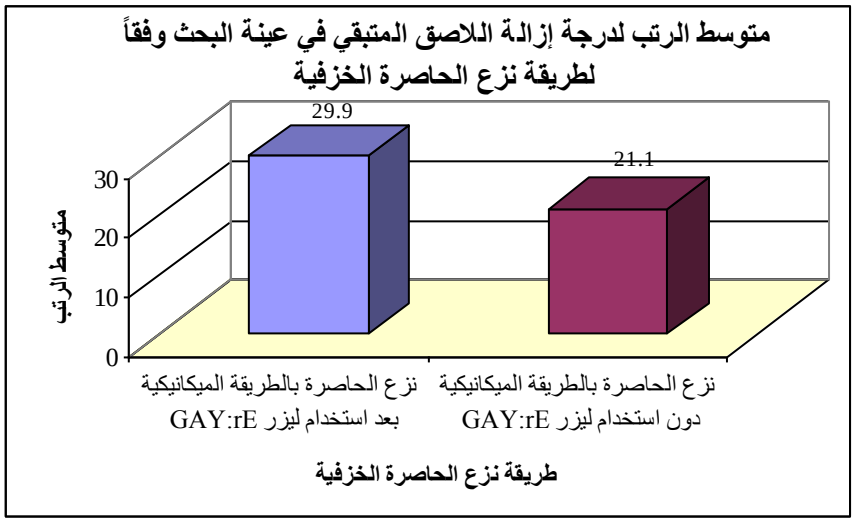
تم إجراء اختبار Mann–Whitney U لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة إزالة اللاصق المتبقي بين مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG ومجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG في عينة البحث كما يلي:

نتائج اختبار Mann–Whitney U:

جدول رقم (5) يبين إحصاءات الرتب ونتائج اختبار Mann–Whitney U لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة إزالة اللاصق المتبقي بين مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG ومجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG في عينة البحث.

المتغير المدروس = درجة إزالة اللاصق المتبقي					
طريقة نزع الحاصرة الخزفية	عدد الضواحك	متوسط الرتب	Uقيمة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG	25	29.9	202.5	0.029	توجد فروق دالة
نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG	25	21.1			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات درجة إزالة اللاصق المتبقي بين مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG ومجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG في عينة البحث، وبدراسة قيم متوسطات الرتب نستنتج أن درجة إزالة اللاصق المتبقي في مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG كانت أعلى منها في مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG في عينة البحث.



مخطط رقم (5) يمثل متوسط الرتب لدرجة إزالة اللاصق المتبقي في عينة البحث وفقاً لطريقة نزع الحاصرة الخزفية.

دراسة طبيعة العلاقة بين قيم مقدار قوة القص SBS وكل من درجة إزالة اللاصق المتبقي ودرجة مشعر الصدوع في عينة البحث وفقاً لطريقة نزع الحاصرة الخزفية:

تم حساب قيم معاملات الارتباط سبيرمان لدراسة طبيعة العلاقة بين قيم مقدار قوة القص SBS (بالنيوتن) وكل من درجة إزالة اللاصق المتبقي ودرجة مشعر الصدوع في عينة البحث وفقاً لطريقة نزع الحاصرة الخزفية كما يلي:

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

نتائج حساب معاملات الارتباط سبيرمان:

جدول رقم (4) يبين نتائج حساب قيم معاملات الارتباط سبيرمان لدراسة طبيعة العلاقة بين قيم مقدار قوة القص SBS (بالنيوتن) وكل من درجة إزالة اللاصق المتبقي ودرجة مشعر الصدوع في عينة البحث وفقاً لطريقة نزع الحاصرة الخزفية.

المتغير الثاني	طريقة نزع الحاصرة الخزفية	المتغير الأول = مقدار قوة القص SBS (بالنيوتن)			دلالة وجود العلاقة	جهة العلاقة	شدة العلاقة
		قيمة معامل الارتباط	عدد الضواحك	قيمة مستوى الدلالة			
درجة مشعر الصدوع	نزع الحاصرة بعد استخدام ليزر Er:YAG	0.022	25	0.916	لا توجد علاقة دالة	-	-
	نزع الحاصرة دون استخدام ليزر Er:YAG	-0.192	25	0.358	لا توجد علاقة دالة	-	-
درجة إزالة اللاصق المتبقي	نزع الحاصرة بعد استخدام ليزر Er:YAG	-0.110	25	0.601	لا توجد علاقة دالة	-	-
	نزع الحاصرة دون استخدام ليزر Er:YAG	0.161	25	0.443	لا توجد علاقة دالة	-	-

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 بالنسبة لجميع معاملات الارتباط المحسوبة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين قيم مقدار قوة القص SBS (بالنيوتن) وكل من درجة إزالة

اللاصق المتبقي ودرجة مشعر الصدوع في كل من مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG ومجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG على حدة في عينة البحث.

المناقشة :

تمت دراسة تأثير ليزرER:YAG المستخدم في نزع الحاصرات التقويمية على سطح السن. حيث أن واحداً من الاهتمامات السريرية عند استخدام الحاصرات الخزفية هو خطر أذية الميناء واحتمال حدوث شروخ ضمن الميناء لإبداء الحاصرات الخزفية قوة ارتباط عالية اثناء النزع. حيث ذكر ذلك في عدة دراسات سريرية [22–23]

تم دراسة المشاكل التي تحصل عند نزع الحاصرات الخزفية في دراسات عديدة سابقة ولعل أهمها حدوث كسر بالحاصرة بنسبة 10–35% أو أذى في الميناء [24–25–26] ويعزى ذلك الى قوة الارتباط العالية للحاصرات الخزفية، حيث أشارت الدراسات السابقة بأنه عند استخدام الحاصرات الخزفية يكون متوسط قوى قص الارتباط mean shear bond strengths أكبر من الحاصرات المعدنية[27–28]. فعندما تتطلب قوة لنزع الحاصرة من سطح الميناء يحصل هناك صدوع على سطح الميناء أو كسر بالحاصرة. لذلك سوف تكون الطريقة المفضلة للنزع هي التقليل من القوة المطلوبة للنزع للحد من خطر أذية سطح الميناء[22]

أظهرت نتائج البحث بأن قيم القوة المطبقة لنزع الحاصرات الخزفية عند استخدام الليزر كانت أقل منها عند عدم استخدام الليزر أي أن الليزر يساعد في عملية نزع الحاصرة وتقليل القوة المطبقة للنزع وهذا يعود الى التليين الحراري الناتج عن تطبيق اشعة الليزر ER:YAG والذي يؤدي الى إنقاص من قيمة القوة اللازمة لنزع الحاصرات الخزفية

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

واتفقنا في ذلك مع [31 ، 30 ، 29]و SABUNCUOĞLU عام 2015 و Ahmed .S عام 2014 و[32]و Oztoprak و أخرون عام 2010 [33] و (Khalil,F.Koja,A) عام 2018 37 بأن ليزر ER:YAG له تأثير في نزع الحاصرات الخزفية عن طريق التليين الحراري بإحداث تسخين(Heat) للمادة اللاصقة مما يؤدي إلى نزع الحاصرة عن سطح السن ،و كذلك أبدى قوة ارتباط أقل(shearbond strength) وكان فعالاً في نزع الحاصرات دون حدوث أي كسر في الحاصرة وسطح الميناء وكانت الصدوع المتشكلة عند استخدام لاصق (Light Bond ®, Heliosit Ivoclarvivadent) أقل من الصدوع المتشكلة عند استخدام (Light Bond ®,Resiliance Orthodontic Products,Inc.USA) وبذلك يكون نزع الحاصرات الخزفية بواسطة التليين الحراري يحدث عند مستويات طاقة منخفضة وتبقى كمية الصدوع المتشكلة على سطح الميناء مرتبطة بنوع اللاصق المستخدم وبقيم قو القص وهنا تتوافق نتائج بحثنا مع معطيات Tocchio,1993 [34] .

حيث يمتص ضوء الليزر ER:YAG بواسطة الراتنج اللاصق الذي يحتوي على تركيب قابل للتبخر مثل الماء أو المونومر المتبقي وهذا يؤدي إلى تفكيك الراتنج بسبب التبخر والتللين الحاصل ولذلك له تأثير ايجابي في إنقاص قوة النزع و ويكون أكثر آماناً وسلامة على سطح السن [35] .حيث أن في الممارسة السريرية تكون القوة المناسبة لنزع الحاصرة بين Mpa 6-8. [36]

كانت درجة مشعر الصدوع في مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG أقل منها في مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG في عينة البحث. واتفقنا في دراستنا هذه مع Farzaneh Ahrari عام 2011 و بعدم وجود صدوع مينائية عند استخدام الليزر لان الليزر يقوم بتليين المادة اللاصقة ويخفف من مقدار القوة اللازمة لنزع الحاصرات بالتالي تتناقص الصدوع المينائية واتفقنا مع SABUNCUOĞLU و عام 2015 و(Khalil,F.Koja,A) عام 2018 بالنسبة لمشعر الصدوع حيث بزيادة مشعر ARI فستكون معظم بقايا اللاصق على الميناء وهذا سيخفف من حدوث الصدوع المينائية ولكنه سيزيد من زمن استخدام السنابل وهذا من شأنه أن يزيد من ارتفاع درجة حرارة اللب لذلك التحقق من حرارة اللب عند استخدام ليزر Er: Yag

وعند دراسة طبيعة العلاقة بين قيم مقدار قوة القص SBS (بالنيوتن) ودرجة مشعر الصدوع ومشعر ARI في عينة البحث وفقاً لطريقة نزع الحاصرة الخزفية فلم نجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين قيم مقدار قوة القص SBS (بالنيوتن) ودرجة مشعر الصدوع ومشعر ARI في كل من مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG ومجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG على حدة في عينة البحث.

على الرغم من أن قيم القوة المطبقة لنزع الحاصرات الخزفية عند استخدام الليزر كانت أقل منها عند عدم استخدام الليزر ودرجة مشعر الصدوع في مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية بعد استخدام ليزر Er:YAG أقل منها في مجموعة نزع الحاصرة بالطريقة الميكانيكية دون استخدام ليزر Er:YAG ومع ذلك لم نجد أي ارتباط بين قيم قوي القص ودرجة مشعر الصدوع ومشعر ARI.

ولتفسير غياب الارتباط بين قيم قوى القص ودرجة مشعر الصدوع كان لابد من تفسير العوامل المؤثرة على قيم مشعر الصدوع وما هي العوامل المساعدة على تشكيل الصدوع والمؤدية إلى ارتفاع درجة حرارة الميناء .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ففي دراسة ل Czoean وزملائه عام 1997 أوضحت أن درجة الحرارة الناتجة عن تطبيق ليزر Er:Yag بوجود تبريد مائي توافق درجة الحرارة الناتجة عن تطبيق السنبلة الماسية وبالتالي فإن درجة الحرارة الناتجة عن تطبيق ليزر Er:Yag تفوق درجة الحرارة الناتجة عن تطبيق سنبلة التنغستين كارباید .

وفي دراسة ل Burkes وزملاؤه عام 1992 أن زيادة عدد نبضات الليزر التي يتعرض لها الميناء تسبب ارتفاع درجة حرارته بالرغم من وجود التبريد المائي وكذلك في دراسة ل Hatton عام 1994 أن كل من الضغط المطبق من قبل الأدوات الدوارة على سطح السن وزمن التماس بين السنبلة والنسج السنية لها علاقة مباشرة مع ارتفاع درجة حرارة السن وفي دراسة لZidan.Abdalsalam عام 2016 وجد بأن هناك علاقة بين مادة الإلصاق وتشكل الصدوع المينائية الناتجة عن عملية إزالة اللاصق المتبقي فهذه الصدوع تتشكل بشكل أكبر عند استخدام اللاصق الراتنجي لإلصاق الحاصرات مقارنة مع الاسمنت الزجاجي الشاردي المقوى بالراتنج وذلك لأنه في مجموعة اللاصق الراتنجي بقيت معظم المادة اللاصقة على سطح السن مما سيؤدي إلى زيادة فترة تماس سنابل الإنهاء مع سطح السن مما ينتج عن ذلك ارتفاع درجة حرارة الميناء وبالتالي ستزداد احتمالية تشكل الصدوع .

ونستنتج مماسبق بأن هناك عدة عوامل أخرى تؤثر على تشكل الصدوع المينائية غير طريقة نزع الحاصرات منها الضغط المطبق من قبل الأدوات على سطح السن وكذلك زمن تطبيق السنابل وكمية بقايا اللاصق المتبقي وحسب نوعية مادة الإلصاق ومشعر ARI يرتبط بعدة عوامل منها طريقة النزع و تصميم قاعدة الحاصرة و نوع المادة اللاصقة المستخدمة وحسب طريقة الإلصاق المستخدمة .

فقد يعود غياب الارتباط بين مشعر درجة الصدوع وقيم قوى القص ومشعر ARI لأن الصدوع المتشكلة مرتبطة بطريقة نزع اللاصق وزمن تماس السنابل الماسية بالميناء فلم يكون من الضروري وجود ارتباط طردي بين قيم قوى القص ومشعر الصدوع عند تطبيق الليزر لأن طريقة نزع الحاصرات لم تكن العامل الوحيد بنشكل صدوع الميناء .

الاستنتاجات والتوصيات :

– استخدام ليزر ER:YAG كان فعالاً في إنقاص قوة الارتباط اللازمة لنزع الحاصرات الخزفية عند مستويات آمنة للميناء.

– استخدام ليزر ER:YAG كان فعالاً في نزع الحاصرات الخزفية دون حدوث كسر بالحاصرة وساعد في التقليل من تشكل الصدوع المينائية المتشكلة على سطح السن .

– عدم وجود ارتباط واضح بين فيم قوى القص والصدوع المتشكلة ومشعر ARI لتدخل عوامل عدة مساهمة في تشكل الصدوع وأهمها طريقة نزع بقايا اللاصق على سطح السن

التوصيات :نوصي باستخدام أشعة ليزر ER:YAG بنزع الحاصرات الخزفية للتقليل من الصدوع .

– نقترح إجراء دراسة حول تأثير سنابل تنغستين كارباید على الصدوع المتشكلة عند نزع بقايا اللاصق مع استخدام أنواع ليزر متعددة للمساعدة في تليين اللاصق ودراسة الضرر الحاصل على اللب السني.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المراجع :

1- BISHARA, S . *Comparison of the debonndig characteristics of two innovative ceramic bracket designs.* Am J Ortho Dentofacial Orthop,Vol.116, 1999,86-92

2-FARAH ,H, . *Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets Following Er-YAG versus Nd-YAG Laser Etching*, A laboratory Study.Tishreen University, Journal for Research and Scientific Studies - Health Sciences Series, 2013, (35) No.

3- PROFFIT, W , *Contemporaray Orthodontics. 4th edition* .CH. 11,2007, 415-417.

4- BISHARA, S. *Text book of orthodontic*,2007

5- XIANGLONG HAN A,B, XIAOLIN LIU C, DING BAI A,B,*, YAO MENG B. Lan Huang b,Elsevier B.V. All rights reserved , 2008.

6- STROBL ,K.*Laser-aided debonding of orthodontic ceramic brackets*,Am J Orthod Dentofacial Orthop ,. (1992) ,152–158.

7- MARANGONI, R. *In vitro comparison of debonding force and intrapulpal temperature changes during ceramic orthodontic bracket removal using a carbon dioxide laser*, Am J Orthod Dentofacial Orthop, (1997) ,203–210.

8-TEHRANCHI, A.*Evaluation of the effects of CO(2) laser on debonding of orthodontics porcelain brackets vs. the conventional method*. Lasers Med Sci, (2010) .

9-TOCCHIO, RM. *Laser debonding of ceramic orthodontic brackets*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, (1993) ,155–162

10-STROBL, K.. *Laser-aided debonding of orthodontic ceramic brackets*,Am J Orthod Dentofacial Orthop ,1992,101(2):152-158.

11- SHAHABI, M. *Effect on shear bond strength and the enamel surface with an enamel bonding agent.* Am J Orthod Dentofacial Orthop, Vol. 137, 2010, 375-8.

12-PAOLO, V. *Surgical approach with Er:YAG laser on osteonecrosis of the jaws (ONJ) in patients under bisphosphonatetherapy (BPT).* Verlag London Limited 2009,63

13-HIBST, R. *Die wirkung gepulster ER:YAG laser strahlung auf zahngewebe*. Laser Med Surg,Vol.4, 1988,163-5

14-HIBST, R. *Experimantal studies of the application of the ER:YAG laser and dental hard substun ces.1. Measurement of the ablation rate*. Lasers Surg Med,Vol.9, 1989,338-44

15-VAN DE, W.P. *ER:YAG laser ablation of enamel and dentin of human teeth: etermination of ablation rates at various fluences and pulse repetition rates.* Laser Surg Med,Vol.12, 1992,625-30.

16-NALBANTGIL ,D. *Effects of different application durations of ER:YAG laser on intrapulpal temperature change during debonding*, Lasers Med Sci, (2010).

17-ZACHRISSON, B.U; SKOGAN, O; HO¨YMYHR, S. *Enamel cracks in debonded, debanded, and orthodontically untreated teeth.* Am J Orthod,Vol.77, 1980,307-19.

18- SUH, C-H ; CHANG, N-Y; CHAE, J-M; CHO, J-H; KIM, S-C; KANG, K-H. Efficiency of ceramic bracket debonding with the ER:YAG laser. Korean J Orthod,Vol.39,No.4,2009,213-224

19-FIDAN ,ALAKUŞ,S. *DEBONDING OF CERAMIC BRACKETS BY ER:YAG LASER*. J Istanbul Univ Fac Dent ,2016. 24-30.

20-OLIVER, R. *The effect of different methods of bracket removal on the amount of residual adhesive*, Am J Orthod Dentofacial Orthop, , 1988,196-200.

21-REYNOLDS ,IR. *A review of direct orthodontic bonding*. Br J Orthod ,1975,171-178

22-AZZEH,E. *Laser debonding of ceramic brackets:A comprehensive review*. Am J Orthop,Vol.123, 2003,70-83

23-ODEGAARD, J. *Shear bond strength of metal brackets comapared with a new ceramic bracket.* AM J Orthod Dentofacial Orthop,Vol.94, 1988,201-6

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

24-JERIOUDI, M.J. *Enamel fracture caused by ceramic brackets*. Am J Orthod Dentofacial Orthop,Vol.99, 1991,97-9
25-VUKOVICH, M.E. *Heat generated by grinding during removal of ceramic brackets*. Am J Orthod Dentofacial Orthop,Vol.98, 1991,263-73.
26-TOCCHIO, R.M. *Laser debonding of ceramic orthodontic brackets*. Am J Orthod Dentofacial Orthoped,Vol.103,1993,155-162.
27-GHAFARI, J. *Problems associated with ceramic brackets suggest limiting use to selected teeth.* Angle Orthod,Vol.62, 1992,145-52
28-VIAZIS, A.D. *Bond strength of ceramic brackets under shear stress :an in vitro report* .Am j Orthod Dentofacial Orthop,Vol. 98,1990,214-221.
29-OZTOPRAK, MO. *Debonding of ceramic brackets by a new scanning laser method*, Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2010,138(2):195-200.
30- TOCCHIO ,RM. *Laser debonding of ceramic orthodontic brackets*, Am J Orthod Dentofacial Orthop ,1993,103(2):155-162.
31- RICKABAUGH, JL. *Ceramic bracket debonding with the carbon dioxide laser*. Am J Orthod Dentofacial Orthop ,1996,110(4):388-393.
32-AHMED,S.JAHJAH.,Y. *Effect of ER:YAG laser used for debonding of Orthodontic brackets on the tooth surface*, Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Health Sciences.
33- OZTOPRAK, M. *Debonding of ceramic brackets by anew scanning laser method*. Am J Orthod Dentofacial Ortho, ,2010,,195-200.
34-TOCCHIO, R.M. *Laser debonding of ceramic orthodontic brackets*, Am J Orthod Dentofacial Orthoped ,1993,155-162.
35- KELLER, U. *future trends in biomedical applications of lasers*, Laser in dentistry, SPIE,Vol.1525 1991,282-8.
36- REYNOLDS, I.R. *A review of direct orthodontic bonding*. Br J Orthod,Vol.2,1975,171-8.
37-KHALIL,F..KOJA,A . *(Er:YAG) laser-aided ceramic orthodontic brackets Debonding: Effects on shear bond strength and enamel surface*. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Health Sciences.,2018 .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com