تأثير الارتشاح العاجي لوحيدات تماثر ترميمات الكمبوزيت في الحالة الصحية للب السن: دراسة سريرية ونسيجية

* د . حسان الحلبية

(الإيداع: 15 كانون الثاني 2019 ، القبول: 20 شباط 2019)

الملخص:

يمكن أن تتسبب إجراءات تحضير حفرة النخر وترميمها بآثار جانبية سلبية في حيوية لب السن قد تكون غير ردودة. يتفاوت مستوى التأثير تبعاً لمتغيرات عديدة منها اختراق وحيدات تماثر الترميمات الراتنجية لطبقة العاج المتبقية المغطية للب السن. تهدف هذه الدراسة لتقييم أثر النفوذ العاجي لوحيدات تماثر ترميمات الكمبوزيت في الحالة الصحية للب السن. أجريت الدراسة على أسنان معدة للقلع التقويمي، وروقبت النتائج سريرياً ونسيجياً. قسمت الأسنان إلى (8) مجموعات (n=10) لدراسة تأثير اختلاف ثخانة طبقة العاج المتبقية المغطية للب السن، وطبيعة التخريش العاجي (كامل/ذاتي)، ومدة التصليب الضوئي في الحالة الصحية للب السن. روقبت النتائج سريرياً خلال فترتين: بعد 2 أسبوع وبعد 8 أسابيع، حيث صنفت درجات الألم بشكل متدرج تبعاً لشدته. روقبت حالة اللب نسيجياً بعد مرور 8 أسابيع وتدرجت تبعاً لشدة الارتكاس اللبي. ضبطت المتغيرات المدروسة باستخدام الشواهد السلبية والإيجابية اللازمة. بينت التحاليل الإحصائية ($P<0.05$) وجود فروق جوهرية بين بعض المجموعات المدروسة وارتبط ذلك بثخانة العاج الواقية للب السن بشكل رئيس. أبدت الأسنان المرممة ذات الثخانة العاجية الدنيا المغطية للب وفترة التصليب القصيرة درجات الاضطراب اللبي الأشد خصوصاً عند استخدام تقنية التخريش الكامل. انخفضت درجات الاضطراب اللبي بشكل جوهري في الأسنان المرممة ذات الثخانة العاجية وفترة التصليب المرتفعة وخصوصاً عند استخدام تقنية التخريش العاجي الذاتي. يمكن الاستنتاج أن ثخانة العاج المتبقية المغطية للب السن المنخفضة تستلزم أزمنة تصليب ملائمة لرفع نسب تحويل وحيدات التماثر خلال الترميم للحد من نسبة الارتشاح العاجي بوحيدات التماثر الحرة. يفضل في مثل هذه الحالات اعتماد تقنية التخريش العاجي الذاتي فهي أكثر تقبلاً من قبل اللب نتيجة تحقيقها نفوذية عاجية ملائمة.

الكلمات المفتاحية: وحيدات التماثر، النفوذية العاجية، التخريش الكامل، التخريش الذاتي، اضطراب لب السن.

*أستاذ مساعد – رئيس قسم مداواة الأسنان – عميد كلية طب الأسنان – جامعة حماه

Effect of Dentinal Monomers Infiltration of Composite Restorations on Dental Pulp Healthy Status: Clinical and Histological Study

*Dr. Hassan AL HALABIAH

(Received:15 January 2019 , Accepted: 20 February 2019)

Abstract:

Procedures of preparation and restoration of dental Caries could cause irreversible undesired negative side effects on dental pulp vitality, may be irreversible. The effects acuity are according to several factors such as resin restorations monomers penetration into remaining dentin layer (RDL) protecting dental pulp. The aim of this study is to investigate the influence of some composite restorations variables, on dental pulp healthy status. Human teeth, scheduled for orthodontic extraction, have used, and followed clinically and histologically. The teeth are divided to (8) groups (n=10) to study the effects of (RDL) thickness, dentin etching technique and composite light-curing period, on dental pulp healthy status. Clinically, the results are controlled: after 2 and 8 weeks. Dental pulp pain was classified according acuity characters. Histologically, dental pulp health was controlled after 8 weeks and classified according to pulp disorders. Proper negative and positives controls were used. Statistical Analysis ($P<0.05$) show significant differences between certain studied groups mainly regarding (RDL) thickness. Specimens whose low (RDL) thickness and short light-curing period show the worst pulpal pathologic reactions, especially when total-etch technique was used. In contrast, pulpal pathologic disorders were significantly less in specimens whose high (RDL) thickness and long light-curing period especially when self-etching technique was used. We conclude that low (RDL) thickness requires proper light-curing period, to improve conversion rate of polymerization, in order to avoid free monomers dentinal penetration. It is recommended, in such cases, to use self-etching technique which realizing mild dentin permeability compatible by dental pulp.

Key words: Monomers, Dentinal Permeability, Total-Etch Technique, Self-Etching Technique, Dental Pulp Disorder.

*Dean of Faculty of Dentistry – Hama University

1-المقدمة :

تشكل الأسنان وحدات وظيفية عالية الكفاءة تقوم بوظيفتها ضمن بيئة فموية معقدة. يمكن للأسنان أن تصاب أثناء أدائها الوظيفي باضطرابات ذات طبائع مختلفة ناشئة عن المتطلبات الوظيفية المركبة للحفرة الفموية، كالدورات الجهدية والحرارية وعوامل التآكل والانسحال الميكانيكية والكيميائية والحيوية. يعد نخر الأسنان من الآفات الشائعة التي تؤدي إلى انخساف تمعدن النسج السنية. تؤدي نخور الأسنان المتقدمة إلى فقدان مادي في النسج السنية النبيلة تجعلها تفقد وظيفتها وخصائصها التجميلية. يؤدي عدم إيقاف الآفة النخرية الفعالة وترميم النسج السنية المفقودة إلى التأثير المباشر في حيوية لب السن، ما يجعله عرضة للإصابة بالإنتان مسبباً أشكالاً مختلفة لإصابات النسج حول الذروية. لا تتوقف احتمالات الإصابة اللبية على الآفة النخرية، بل يمكن لإجراءات الترميم غير المنضبطة أن تكون سبباً في ارتكاسات لبية شديدة قد تودي بحيوية لب السن.

تندرج هذه الدراسة ضمن الأبحاث التي تساهم في تحديد تأثير إجراءات تطبيق الترميمات التجميلية في الحالة الصحية للب السن المرمم، في سبيل ضبط هذه الإجراءات خلال إعادة التأهيل الوظيفي والتجميلي للسن.

يعد الكومبوزيت من مواد الترميم الراتنجية، شائعة الاستخدام في حقل الترميم السني. تتكون هذه المواد من قالب راتنجي عضوي قابل للتماثر ومالئات لا عضوية داعمة مرتبطة بالقالب بواسطة عنصر السيلان. تتعدد أنواع وحيدات التماثر المستخدمة في تركيب القالب الراتنجي إلا أن أشهرها:

- Bisphenol A glycerolate dimethacrylate :(Bis-GMA)
- Triethylene glycol dimethacrylate :(TEGDMA)
- 2-Hydroxyethyl methacrylate :(HEMA)
- Urethane dimethacrylate :(UDMA)

يؤمن هذا التركيب الهجين للقالب الراتنجي زيادة التحميل بالجزيئات المالئة وتسهيل التطبيق السريري وتخفيض نسبة التقلص التماثري (Goldberg، 2008). إلا أن إجراءات الترميم بالكومبوزيت لا تخلو من آثار جانبية على المدى القريب أو البعيد. بعد الانتهاء من تطبيق ترميم الكومبوزيت الضوئي، يمكن أن تبقى نسبة من وحيدات تماثر القالب الراتنجي حرة في الطبقة السطحية للترميم، نتيجة التثبيط الأكسجيني، قابلة للتحرر ضمن البيئة الفموية. كذلك يمكن لوحيدات التماثر الحرة المتبقية في الطبقات العميقة من الترميم في قعر الحفرة السنية، أن ترتشح ضمن النسيج العاجي ذو البنية الأنبوبية لتصل نسبة منها إلى لب السن، ما يؤثر سلباً في الحالة الحيوية والوظيفية للمركب اللبي العاجي (Bakir وزملاؤه، 2017). في هذا السياق أثبتت العديد من الدراسات التأثيرات السمية لوحيدات التماثر المذكورة في المزارع الخلوية وذلك فيما يتعلق بالاستقلاب الخلوي والقدرة التطفيرية واضطراب دورة الانقسام الخلوي (About وزملاؤه، 2002)(Bakopoulou وزملاؤه، 2012) (Demirci وزملاؤه، 2008). يشيع حالياً استخدام أنظمة الارتباط العاجي التي تعتمد على التخريش الذاتي للراتنج الرابط وذلك بالاعتماد على خصائص بعض وحيدات التماثر الحامضية مثل:

10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (10-MDP)، يمكن لوحيدات التماثر هذه عندما تكون حرة أن يكون لها تأثيرات سلبية على مختلف الفعاليات الحيوية للب السن (Kim وزملاؤه، 2015).

تحتل نواحي التقبل الحيوي للترميمات السنية اهتماماً متزايداً نتيجة أهميتها الكبرى على العضوية الحية على المستوى الموضعي والجهازي، على المدى القريب والبعيد. يرتبط التقبل الحيوي لمواد الترميم السني بطبيعة العناصر المكونة لهذه المواد، التي يمكن أن تتحرر أو تتدخل ضمن النسج الفموية الرخوة والصلبة. في هذا السياق، يعد التقبل الحيوي لترميمات الكومبوزيت

وأنظمة الربط العاجي من قبل لب السن من المواضيع الجدلية (Moharamzadeh وزملاؤه، 2009) (Yalcin وزملاؤه، 2013). هناك تفاوت كبير في نتائج دراسات التقبل الحيوي لعناصر ترميمات الكومبوزيت وأنظمة الربط العاجي بين المزارع الخلوية مقارنة بالدراسات السريرية. بينت الأبحاث المخبرية الخلوية (*In vitro*) وجود تأثيرات تخريشية مؤكدة في الفعاليات الحيوية الأساسية للخلايا(Barelli وزملاؤه، 2017) (Galler وزملاؤه، 2011) (Kwon وزملاؤه، 2015) (Nocca وزملاؤه، 2014)، بالمقابل تفاوتت نتائج الدراسات السريرية من حيث شدة التأثيرات السلبية في الحالة الصحية للب السن بعد تطبيق ترميمات الكومبوزيت وذلك خلال فترات مراقبة مختلفة (Kouros وزملاؤه، 2013) (Cobanoglu وزملاؤه، 2015) (Nowicka وزملاؤها، 2016) (Saraswati وزملاؤه، 2017).

يعود عدم التوافق بين الدراسات المخبرية والسريرية للتأثيرات السمية للمواد المرممة إلى أن:

- أغلب أنظمة الزرع الخلوي مكونة من نوع خلوي واحد، لا تبدي أنماط التواصل بين الخلوية بشكل طبيعي ما يؤثر سلباً على قدرة التحمل الخلوية العامة.
- بيئة الزرع الخلوي المخبرية ليست مستقرة، إذ لا تتوفر آلية ثابتة لإزالة العناصر السمية، كما في الظروف الخلوية النسيجية للعضوية الحية.

يتمتع لب السن بآليات تناضحية لسوائل القنيات العاجية تعمل على تخفيف التأثيرات الانسمامية لمواد الترميم المطبقة على سطح العاج المغطي للب السن. تشكل الحزمة الوعائية 7 % فقط من حجم اللب الكلي، رغم ذلك يقارب معدل التدفق الدموي اللبي التدفق الدموي الدماغي، حيث يستبدل الدم اللبي بمعدل 14–5 مرة/دقيقة. بناء عليه يبدي لب السن عتبة تحمل معتبرة بفضل طبيعة الدوران اللبي الغزير القادر على تعديل سمَية المواد النافذة عبر العاج باتجاه اللب بفعالية وكفاءة بالنسبة إلى أبعاده وذلك عندما يكون بحالة صحية جيدة. يترافق الدوران الدموي اللبي بنظام لمفاوي وآليات دفاعية تقوم بها الكريات البيضاء متعددة النوى والخلايا البلاسمية والبالعات في سبيل ارتشاف العناصر السامة ضمن عتبة تحمل لب السن وقدرته التلاؤمية التي تتفاوت تبعاً لعوامل ذاتية تجعل النهج الالتهابي اللبي ذو خصوصية فريدة لا توجد في أطباق الزرع الخلوي (Hargreaves & Goodis، 2002). تتفاوت القدرة التلاؤمية للب السن تجاه إجراءات ومواد الترميم تبعاً لعوامل ذاتية من أهمها:

- العمر التطوري والوظيفي للب السن
- الحالة الصحية ومستوى التعب اللبي العام
- ثخانة طبقة العاج المتبقية المغطية للب السن في قعر الحفرة السنية المعدة للترميم.
- الطبيعة البنيوية لطبقة العاج الفاصلة بين لب السن والترميم.

في هذا السياق، يمكن للعوامل غير الذاتية، المتعلقة بمكونات الراتنج الرابط والمرمم وإجراءات التطبيق، أن تفاقم التأثيرات الجانبية السلبية لعملية الترميم، ومن أهمها:

- أنواع وحيدات التماثر الداخلة في تركيب الراتنج الرابط وقالب الراتنج المرمم.
- آلية التخريش العاجي ونظام الارتباط العاجي المطبق.
- فترة وآلية التصليب الضوئي المستخدمة.

تجدر الإشارة إلى دور بعض العوامل في تكريس التأثيرات الحيوية السلبية لترميمات الكومبوزيت منها:

- انعدام الفعالية المضادة للجراثيم.
- التقلص التماثري وتأثيره المباشر في فقدان الختم الحفافي للترميم.
- اختلاف معامل التمدد الحراري لترميم الكومبوزيت مقارنة بالنسج السنية.

تبدي البنية الأنبوبية للنسيج العاجي قابلية لانتشار وحيدات التماثر الراتنجية عبرها إلى مسافات قد تصل حتى الخلايا المصورة للعاج التي تشكل أساس المركب اللبي العاجي. يتفاوت عمق اندخال وحيدات التماثر تبعاً لاختلاف أقطار القنيات العاجية، الذي يتعلق بعمق حفرة الترميم أي بثخانة طبقة العاج المتبقية المغطية للب السن (Lourdes وزملاؤه، 2005) (Castan وزملاؤه، 2013). كذلك ترتبط قدرة العاج الدارئة بطبيعة العاج المتبقي الفاصل بين الترميم ولب السن. يتفاوت عمق ارتشاح وحيدات التماثر عند استخدام أنظمة التخريش الذاتية مقارنة بالتخريش الكامل نتيجة تفاوت شدة النفوذية العاجية (Tay وزملاؤه، 1994) (Yasuda وزملاؤه، 2008). يمكن لمعدل التحويل أن يتفاوت تبعاً لطريقة تطبيق الكومبوزيت وتقنية التصليب الضوئي. تتسبب عملية التماثر غير الكافية ليس فقط في انخفاض وتواضع أداء ترميم الكومبوزيت الوظيفي والتجميلي، وإنما تتسبب أيضاً في ازدياد مخزون وحيدات التماثر الحرة في عمق الترميم، التي من شأنها أن ترتشح عميقاً ضمن القنيات العاجية مسببة تأثيرات انسمامية خطرة في الحالة الصحية الحيوية للب السن (Schweikl وزملاؤه، 2006) (Silva وزملاؤه، 2018).

انطلاقاً من هذه المعطيات فقد تم تصميم هذه الدراسة لاستقصاء تأثير بعض إجراءات الترميم السني، عند استخدام الكومبوزيت الضوئي، في الحالة الصحية للب السن من الناحية السريرية والنسيجية.

تبيان مشكلة البحث

يعد استخدام الكومبوزيت في الترميم السني إجراءاً شائعاً نظراً لتحقيقه العديد من المتطلبات ومن أهمها إعادة التأهيل الوظيفي والتجميلي للسن. رغم التقدم الكبير الذي حققته الترميمات التجميلية، إلا أنها لاتزال تفتقر إلى تحقيق التقبل والتلاؤم الحيوي مع مكونات البيئة الفموية نظراً لطبيعتها الراتنجية. يمكن لترميمات الكومبوزيت أن يكون لها آثار سلبية في الحالة الصحية للب السن المرمم تبعاً للعديد من العوامل. تركز الدراسات على السمية الخلوية لأنظمة الارتباط العاجي وترميمات الكومبوزيت، بينما تعد الأبحاث السريرية والنسيجية قليلة في هذا المجال. يبين هذا البحث تأثير بعض العوامل، الخاصة بعملية الترميم بالكومبوزيت، في الحالة الصحية الحيوية للب السن من خلال المراقبة والمتابعة السريرية والنسيجية.

2- الهدف من البحث

يهدف البحث إلى تقييم أثر النفوذ العاجي لوحيدات تماثر ترميمات الكمبوزيت في الحالة الصحية للب السن، وتحري تأثير بعض المتغيرات في قدرة العاج الدارئة من خلال:

- المراقبة السريرية لأعراض الاضطراب اللبي خلال فترات زمنية محددة.
- الدراسة النسيجية للحالة الصحية للب بعد إنجاز المراقبة السريرية.

3-مواد وطرائق البحث

مواد البحث

- بطاقات استجواب المرضى للقسم السريري
- أدوات تحضير الحفر السنية: سنابل ماسية كروية وشاقة مناسبة القياس(Brasseler, Germany).

- أدوات الترميم السني: أدوات بلاستيكية رفيعة برؤوس قطنية لتطبيق الراتنج الرابط، سنابل إنهاء الكومبوزيت (Brasseler, Germany)، رؤوس التلميع المطاطية (Ivoclar, Vivadent). جهاز تصليب ضوئي (Led) معاير من حيث الشدة الضوئية.
- مواد الترميم: حمض الفوسفور (37%)(N–Etch,)، الراتنج الرابط (Tetric N–Bond, Total Etch)، (Tetric N–Bond, Self–Etch)، الكومبوزيت السيال، الكومبوزيت المرمم (Tetric N–Ceram) (Ivoclar, Vivadent).
- صبغة أزرق الميتيلين (1M)
- مواد إجراء المقاطع النسيجية (ثخانة 4 ميكرون): الفورمالين، الآزوت، شمع البارافين، الكحول بتراكيز مختلفة، الكزيلول، صبغة الهيماتوكسيلن–إيوزين.
- أدوات وأجهزة التقطيع النسيجي: جهاز الإدماج، جهاز التقطيع (ميكروتوم)، الشرائح والسواتر الزجاجية.
- مجهر مزود بكاميرا رقمية لمراقبة وتسجيل درجات الاضطراب اللبي.

طرائق البحث:

يتكون البحث من قسمين سريري ونسيجي، استخدم فيهما 100 ضاحك سليم معد للقلع لأسباب تقويمية، عند 30مريض تراوحت أعمارهم بين 18–11 سنة ويتمتعون بصحة فموية جيدة بدون إصابات رعلية، ويبدون صحة عامة جيدة بدون اضطرابات جهازية أو أمراض عامة.

القسم السريري: الثوابت:

- حفرة صنف أول بأبعاد ثنائية: 2x4 مم
- تطبيق كمبوزيت سيال كطبقة قاعدية + كومبوزيت مملوء بطريقة الطبقات المتتالية الدوَّارة فراغياً

المتغيرات المدروسة:

- تفاوت عمق حفرة الترميم: ثخانة طبقة العاج المتبقية المغطية للب.
- التخريش كامل أو ذاتي
- تفاوت زمن تصليب الكومبوزيت

بناء على هذه المتغيرات أُجري البحث باستخدام 8 مجموعات فرعية كما يلي:

- مج1: ثخانة عاج واقية 0.5 مم + تخريش كامل + زمن التصليب 20 ثانية (n=10)
- مج2: ثخانة عاج واقية 0.5 مم + تخريش ذاتي + زمن التصليب 20 ثانية (n=10)
- مج3: ثخانة عاج واقية 1.5 مم + تخريش كامل + زمن التصليب 20 ثانية (n=10)
- مج4: ثخانة عاج واقية 1.5 مم + تخريش ذاتي + زمن التصليب 20 ثانية (n=10)
- مج5: ثخانة عاج واقية 0.5 مم + تخريش كامل + زمن التصليب 40 ثانية (n=10)
- مج6: ثخانة عاج واقية 0.5 مم + تخريش ذاتي + زمن التصليب 40 ثانية (n=10)
- مج7: ثخانة عاج واقية 1.5 مم + تخريش كامل + زمن التصليب 40 ثانية (n=10)
- مج8: ثخانة عاج واقية 1.5 مم + تخريش ذاتي + زمن التصليب 40 ثانية (n=10)

المجموعات الشاهدة:

- مج9 (الشاهد السلبي): حفرة سطحية + تخريش مينائي فقط + زمن التصليب 40 ثا (n=10).
- مج10 (الشاهد الإيجابي): حفرة بانكشاف لبي نقطي+ تخريش ذاتي+ زمن التصليب 20 ثا (n=10)

استبعاد ظاهرة التسرب الحفافي:

- تمرير السنبلة في المسافة البينية ترميم–نسج سنية ثم ملؤها بالكومبوزيت السيال وتصليبها (40 ثا) لتأمين ختم مؤكد لحواف الترميم.
- الإنهاء والتلميع الجيد بعد مرور 24 ساعة.
- بعد القلع: تم تطبيق اختبار نفوذ الصباغ قبل البدء بإجراءات التقطيع النسيجي، لاستبعاد العينات التي تبدي نفوذ صباغ يصل إلى سطح العاج بعد إجراء التقطيع النسيجي.

المراقبة السريرية: تمت خلال فترتين لكل مجموعة بعد: 2 أسبوع، 8 أسبوع. درجات رد الفعل اللبي الخاصة بسمات الألم المرافق:

- 0: لا يوجد ألم
- 1: ألم مثار، قصير المدة
- 2: ألم مثار، مبهم، متقطع
- 3: ألم عفوي، حاد، مستمر

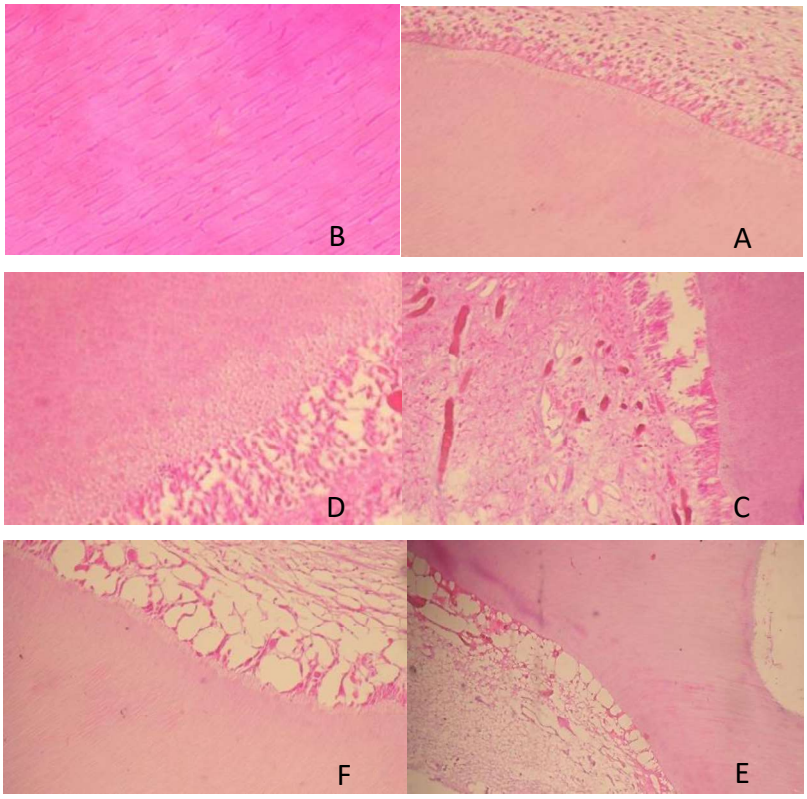
المراقبة النسيجية: تمت بعد إنجاز المراقبة السريرية: بعد 8 أسبوع. حيث قلعت الأسنان ووضعت في الفورمالين لتثبيت لب السن ومن ثم تعرضت لخسف الأملاح المعدنية باستخدام حمض الآزوت لمدة 2 أسبوع. تم إتباع البروتوكول التقليدي لإجراء المقاطع النسيجية التي أجريت طولياً بالاتجاه الدهليزي اللساني بثخانة 4 ميكرون، ومن ثم تم تلوينها بالهيماتوكسيلين–إيوزين. صنفت درجات رد الفعل اللبي النسيجية كما يلي:

- 0: طبيعي
- 1: احتقان لبي: توسع الأوعية الدموية اللبية
- 2: التهاب لبي مزمن: تغيرات استحالية بؤرية ورشاحة التهابية
- 3: التهاب لبي حاد: نتوح مصلية و–أو خراجات بؤرية ورشاحة التهابية

كانت درجة الاضطراب اللبي سريرياً ونسيجياً في مجموعة الشاهد السلبي (0) بينما كانت في مجموعة الشاهد الإيجابي (3)، ما يؤكد أن تفاوت درجة الاضطراب اللبي السريرية والنسيجية كانت تبعاً للمتغيرات المدروسة.

4–النتائج والتحاليل الإحصائية:

يظهر الشكل (1) بعض المقاطع النسيجية لعينات الدراسة التي تنتمي لمجموعات مختلفة، متضمنة درجات متفاوتة من الارتكاس اللبي حسب المتغيرات المدروسة.



الشكل رقم (1): يبين مقاطع نسيجية (H&E: ×100, ×200) لعينات تنتمي لمجموعات الدراسة. (A): اللب في الحالة الطبيعية (شاهد سلبي)، (B): الارتشاح العاجي لوحيدات التماثر، (C): احتقان لبي، (D): التهاب لبي مزمن، يتصف بوفرة اللمفاويات، (E): التهاب حاد، يتصف بوفرة المصوريات، تفجي طبقة الخلايا المصورة للعاج في المنطقة القريبة من قعر حفرة الترميم، (F): تخرب وتفجي طبقة الخلايا المصورة للعاج.

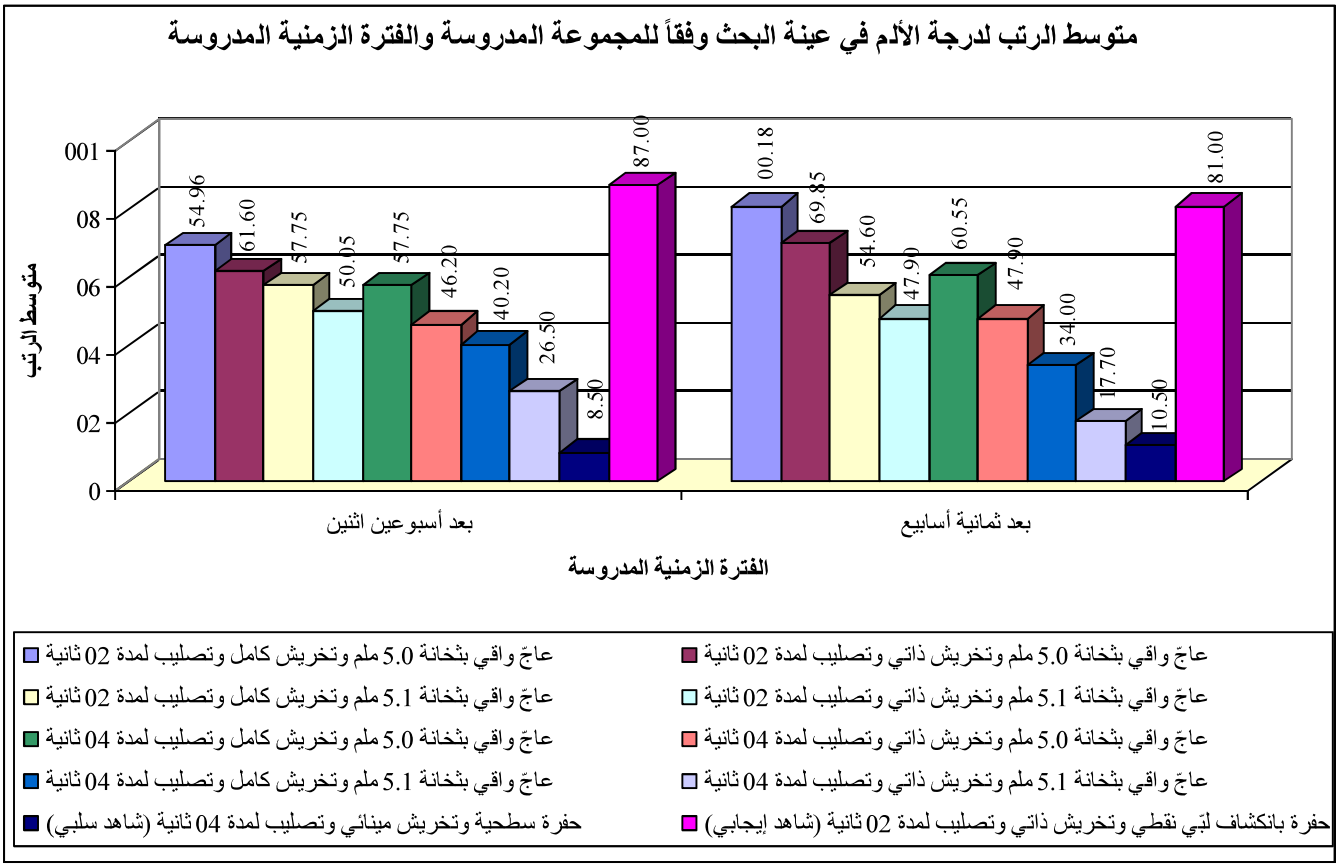
دراسة النتائج السريرية

تم إجراء اختبار Kruskal–Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة الألم بين المجموعات وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

الجدول رقم (1): يبين نتائج اختبار Kruskal–Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة الألم بين المجموعات وفقاً للفترة الزمنية المدروسة

المتغير المدروس = درجة الألم						
الفترة الزمنية	المجموعة المدروسة	عدد الضواحك	متوسط الرتب	قيمة كاي مربع	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
بعد أسبوعين اثنين	عاجّ واقي بثخانة 0.5 ملم وتخريش كامل وتصليب لمدة 20 ثانية	10	69.45	59.567	0.000	**توجد فروق دالة**
	عاجّ واقي بثخانة 0.5 ملم وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 20 ثانية	10	61.60			
	عاجّ واقي بثخانة 1.5 ملم وتخريش كامل وتصليب لمدة 20 ثانية	10	57.75			
	عاجّ واقي بثخانة 1.5 ملم وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 20 ثانية	10	50.05			
	عاجّ واقي بثخانة 0.5 ملم وتخريش كامل وتصليب لمدة 40 ثانية	10	57.75			
	عاجّ واقي بثخانة 0.5 ملم وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 40 ثانية	10	46.20			
	عاجّ واقي بثخانة 1.5 ملم وتخريش كامل وتصليب لمدة 40 ثانية	10	40.20			
	عاجّ واقي بثخانة 1.5 ملم وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 40 ثانية	10	26.50			
	حفرة سطحية وتخريش مينائي وتصليب لمدة 40 ثانية (شاهد سلبي)	10	8.50			
	حفرة بانكشاف لبّي نقطي وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 20 ثانية (شاهد إيجابي)	10	87.00			
بعد ثمانية أسابيع	عاجّ واقي بثخانة 0.5 ملم وتخريش كامل وتصليب لمدة 20 ثانية	10	81.00	69.491	0.000	**توجد فروق دالة**
	عاجّ واقي بثخانة 0.5 ملم وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 20 ثانية	10	69.85			
	عاجّ واقي بثخانة 1.5 ملم وتخريش كامل وتصليب لمدة 20 ثانية	10	54.60			
	عاجّ واقي بثخانة 1.5 ملم وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 20 ثانية	10	47.90			
	عاجّ واقي بثخانة 0.5 ملم وتخريش كامل وتصليب لمدة 40 ثانية	10	60.55			
	عاجّ واقي بثخانة 0.5 ملم وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 40 ثانية	10	47.90			
	عاجّ واقي بثخانة 1.5 ملم وتخريش كامل وتصليب لمدة 40 ثانية	10	34.00			
	عاجّ واقي بثخانة 1.5 ملم وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 40 ثانية	10	17.70			
	حفرة سطحية وتخريش مينائي وتصليب لمدة 40 ثانية (شاهد سلبي)	10	10.50			
	حفرة بانكشاف لبّي نقطي وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 20 ثانية (شاهد إيجابي)	10	81.00			

يبين الجدول (1) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في تكرارات درجة الألم بين اثنتين على الأقل من المجموعات مهما كانت الفترة الزمنية (بعد 2 أسبوع، بعد 8 أسابيع)، ولمعرفة أي من المجموعات تختلف اختلافاً جوهرياً عن باقي المجموعات في تكرارات درجة الألم، تم إجراء اختبار Mann–Whitney U للمقارنة الثنائية في تكرارات درجة الألم بين المجموعات المدروسة في عينة البحث.



المخطط رقم (1): يمثل متوسط الرتب لدرجة الألم في عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة والفترة الزمنية المدروسة

تم إجراء اختبار Wilcoxon للرتب ذات الإشارة الجبرية لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة الألم بين الفترتين الزمنيتين المدروستين وفقاً للمجموعة المدروسة.

الجدول رقم(2): يبين نتائج اختبار Wilcoxon للرتب ذات الإشارة الجبرية لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات درجة الألم بين الفترتين الزمنيتين وفقاً للمجموعة المدروسة

المتغير المدروس = درجة الألم				
المقارنة بين الفترتين	المجموعة المدروسة	قيمة Z	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
بعد ثمانية أسابيع – بعد أسبوعين اثنين	عاجّ واقي بثخانة 0.5 ملم وتخريش كامل وتصليب لمدة 20 ثانية	-2.449	0.014	توجد فروق دالة
	عاجّ واقي بثخانة 0.5 ملم وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 20 ثانية	-2.236	0.025	توجد فروق دالة
	عاجّ واقي بثخانة 1.5 ملم وتخريش كامل وتصليب لمدة 20 ثانية	-0.577	0.564	لا توجد فروق دالة
	عاجّ واقي بثخانة 1.5 ملم وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 20 ثانية	-1.000	0.317	لا توجد فروق دالة
	عاجّ واقي بثخانة 0.5 ملم وتخريش كامل وتصليب لمدة 40 ثانية	-1.732	0.083	لا توجد فروق دالة
	عاجّ واقي بثخانة 0.5 ملم وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 40 ثانية	-1.414	0.157	لا توجد فروق دالة
	عاجّ واقي بثخانة 1.5 ملم وتخريش كامل وتصليب لمدة 40 ثانية	-0.577	0.564	لا توجد فروق دالة
	عاجّ واقي بثخانة 1.5 ملم وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 40 ثانية	-1.342	0.180	لا توجد فروق دالة
	حفرة سطحية وتخريش مينائي وتصليب لمدة 40 ثانية (شاهد سلبي)	0	1.000	لا توجد فروق دالة
	حفرة بانكشاف لبّي نقطي وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 20 ثا (شاهد إيجابي)	0	1.000	لا توجد فروق دالة

يبين الجدول (2) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 للمجموعة الأولى والثانية، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في تكرارات درجة الألم بين الفترتين الزمنيتين (بعد 2 أسبوع، بعد 8 أسابيع) في كل مجموعة على حدة، وبما أن عدد الرتب الموجبة (التي كانت فيها درجة الألم بعد 8 أسابيع > درجة الألم بعد 2 أسبوع) كانت أكبر من عدد الرتب السالبة (التي كانت فيها درجة الألم بعد 8 أسابيع < درجة الألم بعد 2 أسبوع) نستنتج أن درجة الألم بعد 8 أسابيع كانت أعلى منها بعد 2 أسبوع في المجموعة الأولى والثانية. أما بالنسبة لباقي المجموعات فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق دالة إحصائياً في تكرارات درجة الألم بين الفترتين الزمنيتين المدروستين.

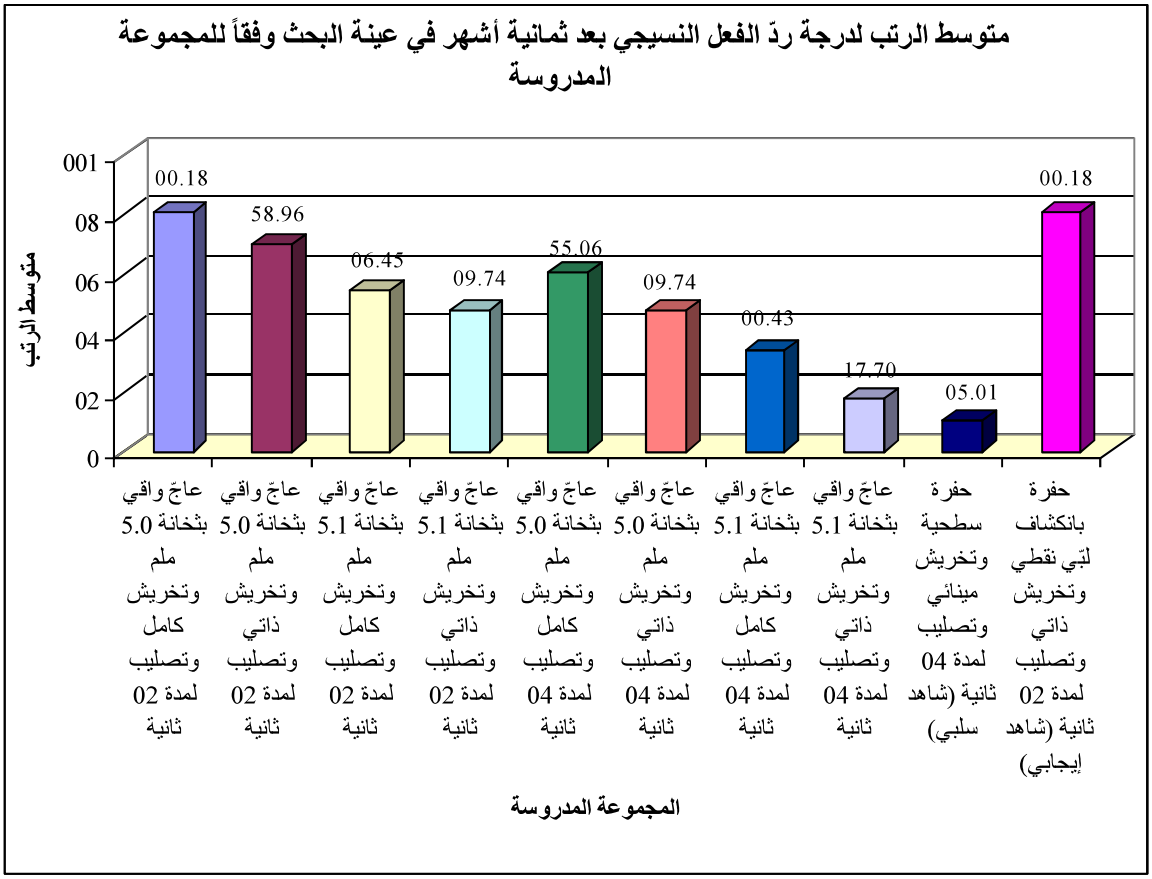
دراسة النتائج النسيجية

تم إجراء اختبار Kruskal–Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة ردّ الفعل النسيجي بعد ثمانية أسابيع بين المجموعات المدروسة.

الجدول رقم (3): يبين نتائج اختبار Kruskal–Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة ردّ الفعل النسيجي بعد 8 أسابيع بين المجموعات المدروسة

المتغير المدروس = درجة ردّ الفعل النسيجي بعد ثمانية أسابيع					
المجموعة المدروسة	عدد الضواحك	متوسط الرتب	قيمة كاي مربع	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
عاجّ واقي بثخانة 0.5 ملم وتخريش كامل وتصليب لمدة 20 ثانية	10	81.00	69.491	0.000	توجد فروق دالة
عاجّ واقي بثخانة 0.5 ملم وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 20 ثانية	10	69.85			
عاجّ واقي بثخانة 1.5 ملم وتخريش كامل وتصليب لمدة 20 ثانية	10	54.60			
عاجّ واقي بثخانة 1.5 ملم وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 20 ثانية	10	47.90			
عاجّ واقي بثخانة 0.5 ملم وتخريش كامل وتصليب لمدة 40 ثانية	10	60.55			
عاجّ واقي بثخانة 0.5 ملم وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 40 ثانية	10	47.90			
عاجّ واقي بثخانة 1.5 ملم وتخريش كامل وتصليب لمدة 40 ثانية	10	34.00			
عاجّ واقي بثخانة 1.5 ملم وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 40 ثانية	10	17.70			
حفرة سطحية وتخريش مينائي وتصليب لمدة 40 ثانية (شاهد سلبي)	10	10.50			
حفرة بانكشاف لبّي نقطي وتخريش ذاتي وتصليب لمدة 20 ثا (شاهد إيجابي)	10	81.00			

يبين الجدول (3) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في تكرارات درجة ردّ الفعل النسيجي بعد 8 أسابيع بين اثنتين على الأقل من المجموعات المدروسة، ولمعرفة أي من المجموعات تختلف اختلافاً جوهرياً عن باقي المجموعات في تكرارات درجة ردّ الفعل النسيجي، تم إجراء اختبار Mann–Whitney U للمقارنة الثنائية وقد تبين أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في تكرارات درجة ردّ الفعل النسيجي بعد ثمانية أسابيع بين المجموعات المدروسة، وبدراسة قيم متوسطات الرتب نستنتج أن درجة ردّ الفعل النسيجي تتفاوت حسب المتغيرات المدروسة كما يبين المخطط (2).



المخطط رقم (2): يمثل متوسط الرتب لدرجة ردّ الفعل النسيجي في عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة.

بناء على المنهجية العلمية والمعايير الخاصة بتصميم الدراسة بقسميها السريري والنسيجي. بينت الجداول والمخططات الإحصائية:

- وجود فروق جوهرية وغير جوهرية للألم بين المجموعات خلال فترات المراقبة السريرية تبعاً لشدة المتغيرات المدروسة.
- وجود فروق جوهرية وغير جوهرية بين مجموعات المراقبة النسيجية تبعاً لشدة المتغيرات المدروسة.
- روقبت أسوأ حالات الاضطراب اللبي في المجموعة الأولى والثانية المرتبطة:
  - بثخانة طبقة عاجية متبقية واقية للب منخفضة
  - فترة تصليب ضوئي للكومبوزيت منخفضة
- أبدت مجموعات الدراسة السابعة والثامنة أفضل حالات الصحة اللبية وارتبط ذلك:
  - بثخانة طبقة عاجية متبقية واقية للب مرتفعة
  - فترة تصليب ضوئي للكومبوزيت مرتفعة
- الشواهد:
  - أبدت المجموعة الشاهدة السلبية حالات صحية طبيعية للب السن (الدرجة 0)
  - أبدت المجموعة الشاهدة الإيجابية حالات اضطراب لبي مرضية شديدة (الدرجة 3)

5–المناقشة

تألفت هذه الدراسة من قسمين: سريري ونسيجي باستخدام 100 ضاحك معد للقلع التقويمي. روقبت الحالات السريرية خلال فترتين زمنيتين: بعد 2 أسبوع وبعد 8 أسابيع، بينما أنجزت المقاطع النسيجية بعد مرور 8 أسابيع وذلك لمراقبة طبيعة الاضطراب اللبي الناجم عن المتغيرات المدروسة. تمحورت الدراسة السريرية والنسيجية حول تأثير ثخانة طبقة العاج المتبقية وطبيعة التخريش العاجي المطبق وفترة التصليب الضوئي في الحالة الصحية للب السن. أظهرت نتائج الدراسة السريرية وجود فروق بين المجموعات المدروسة خلال فترتي المراقبة بعد 2 أسبوع وبعد 8 أسابيع. بالمقابل بينت دراسة المقاطع النسيجية وجود فروق جوهرية بين بعض المجموعات تبعاً للمتغيرات المدروسة. روقبت أسوأ حالات الاضطراب اللبي في المجموعة الأولى والثانية المرتبطة بثخانة منخفضة للطبقة العاجية المتبقية وفترة التصليب الضوئي المنخفضة للكومبوزيت. أبدت مجموعات الدراسة السابعة والثامنة أفضل حالات الصحة اللبية وارتبط ذلك بثخانة مرتفعة للطبقة العاجية المتبقية وفترة تصليب ضوئي مرتفعة للكومبوزيت. أبدى متغير طبيعة التخريش العاجي تأثيراً خاصة في المجموعات ذات الثخانة المنخفضة للطبقة العاجية المتبقية وفترة التصليب الضوئي المنخفضة للكومبوزيت، حيث تسبب التخريش الذاتي بتأثيرات جانبية أقل مقارنة بالتخريش الكامل في الحالة الصحية للب السن. يمكن أن يعزى ذلك لكون تقنية التخريش الكامل تتسبب بزيادة واضحة في النفوذية العاجية يمكن أن يكون لها آثار جانبية أعمق عندما تترافق بثخانة منخفضة للطبقة العاجية المتبقية المغطية للب وفترة التصليب الضوئي المنخفضة للكومبوزيت. هذه الظروف تسهل نفوذ وحيدات التماثر الحرة، الوفيرة نتيجة معدل التحويل المنخفض، في عمق القنيات العاجية ووصولها إلى طبقة الخلايا المصورة للعاج.

بالنتيجة تفاوتت ردود الفعل اللبية من ارتكاس موضعي إلى ارتكاس معمم خصوصاً في حالات استمرار نفوذ وحيدات التماثر ما أثر بشكل جوهري في الحالة الحيوية الوظيفية للمركب اللبي العاجي.

توافقت نتائج هذه الدراسة مع دراسة Nocca وزملاؤها عام 2014 من حيث تأثير مكونات ترميمات الكومبوزيت في الفعالية الاستقلابية لخلايا لب السن. توافقت نتائج هذه الدراسة جزئياً مع دراسة Nowicka وزملاؤها عام 2016 من حيث الأعراض السريرية والنسيجية لتطبيق أحد أنظمة الربط العاجي ذاتية التخريش الذي تسبب في انخفاض الفعالية التصنيعية للب السن وتحريض رد فعل التهابي بدرجة محدودة، حيث اعتمدوا تقنية التغطية اللبية المباشرة. توافقت نتائج هذه الدراسة جزئياً مع دراسة Kim وزملاؤه عام 2015 من حيث تأثير (10–MDP) وهو أحد أنواع وحيدات التماثر، في الفعالية التجددية لخلايا لب السن والتسبب في ردود فعل التهابية.

توافقت نتائج هذه الدراسة مع دراسة Saraswati وزملاؤها عام 2017 الذين بينوا قدرة وحيدات التماثر الحرة على تحريض ردود فعل دفاعية مناعية للخلايا المصورة للعاج. توافقت نتائج هذه الدراسة مع دراسة Kwon وزملاؤه عام 2015 الذين بينوا قدرة وحيدات التماثر على تثبيط القدرة التجددية لخلايا لب السن غير المتمايزة.

لم تتوافق نتائج هذه الدراسة مع دراسة Kouros وزملاؤه عام 2017 الذين لم يجدوا فروقاً في الارتكاس اللبي عند تطبيق أحد أنظمة الارتباط ذاتية التخريش، ربما يعود السبب لاختلاف أعمار المرضى فقد كانت أعمار مرضى دراستهم تتراوح بين 50–40 عاماً بينما تراوحت أعمار مرضى دراستنا بين 18–11 عاماً وبالتالي يمكن أن تكون بنية العاج نتيجة التقدم بالعمر هي من ساهم في تحمل اللب لتطبيق مثل هذه المواد راتنجية الطبيعة.

لم تتوافق نتائج هذه الدراسة مع دراسة Cobanoglu وزملاؤه عام 2017 الذين لم يجدوا اختلافات جوهرية في ردود الفعل الالتهابية اللبية عند تطبيق نوعين من أنظمة الارتباط العاجي ذاتية التخريش مقارنة بالمجموعات الشاهدة. يمكن أن يعود السبب لاختلاف ثخانة طبقة العاج المتبقية المغطية للب السن، التي لم تنخفض عن (1) مم ما جعلها تقوم بدور دارئ خفف شدة الارتكاس اللبي وساهم في شفائه بعد مرور فترة المراقبة (3 أشهر).

6–الاستنتاجات

نستنتج من هذه الدراسة أن تطبيق ترميمات الكومبوزيت الضوئي يمكن أن يتسبب في ردود فعل سلبية فيما يتعلق بالحالة الصحية للب السن والوظائف الحيوية التصنيعية للمركب اللبي العاجي. هذه التأثيرات الجانبية تزداد سوءاً عند انخفاض معدل التحويل لوحيدات التكاثر وانخفاض ثخانة طبقة العاج المتبقية المغطية للب السن واستخدام تقنية التخريش الكامل، التي تزيد النفوذية العاجية وتسهل اندخال وحيدات التماثر الحرة ضمن القنيات العاجية ووصولها إلى الخلايا المصورة للعاج.

7–التوصيات والمقترحات

- المحافظة على ثخانة ملائمة لطبقة العاج المتبقية الواقية للب السن عند الترميم، ما سيحافظ على قدرة دارئة فعالة للعاج تعزز وتحافظ على الحالة الصحية الحيوية الوظيفية للب السن رغم ترميمه.
- اعتماد أنظمة الارتباط العاجي ذاتية التخريش في الحفر العميقة لتسببها بازدياد معتدل في النفوذية العاجية.
- تأمين مصدر تصليب ضوئي لترميمات الكومبوزيت مضبوط من حيث الشدة، وتأمين فترة تصليب ملائمة في سبيل رفع نسب التحويل، ما يحسن التقبل الحيوي لترميمات الكومبوزيت بشكل جوهري.
- إجراء دراسة نسيجية باستخدام حيوانات التجربة لمراقبة ردود فعل النسج اللبية وحول الذروية لحالات تطبيق أنظمة الارتباط العاجية في حالات التغطية اللبية المباشرة وبتر اللب الحيوي.
- إجراء دراسة سريرية نسيجية باستخدام المجهر الالكتروني لربط مقدار الارتشاح العاجي بشدة الأعراض السريرية والموجودات النسيجية للارتكاسات اللبية الناجمة عن ترميمات الكومبوزيت.

8-المراجع

1- About I, Camps J, Mitsiadis T A, Bottero M-J, Butler W, Franquin J-C, Influence of Resinous Monomers on the Differentiation in Vitro of Human Pulp Cells into Odontoblasts. J Biomed Mater Res (Appl Biomater) 2002, 63: 418–423.

2- Bakopoulou A, Leyhausen G, Volk J, Koidis P, Geurtsen W, Effects of resinous monomers on the Odontogenic differentiation and mineralization potential of highly proliferative and clonogenic cultured apical papilla stem cells. dental materials 2012, 28, 327–339.

3- Bakir Ş, Bakir E P, Yildirim Z S, Biocompatibility of Dental Adhesives, 2017, Vol. 4, Issue 4.

4- Barelli-Corbo F, Acciavatti B, Amalfitano A, Arcovito A, Callà C, Cordaro M, Effects of Two Methacrylic Monomers on Pulp Cells Differentiation Capability: A Preliminary In Vitro Study. Mater Sci Eng J. 2017; 1(1): 1003.

5- Castan R, Gato P, Herna N, Rodriguez EG, Silva P, Silva N, Pulpal and Periapical Response After Restoration of Deep Cavities in Dogs' Teeth With Filtek Silorane and Filtek Supreme XT Systems. Operative Dentistry, 2013, 38(1), 73-81.

6- Cobanoglu N, Ozer F, Demirci M, Ozdemir O, Imazato S, Histopathological evaluation of human pulp response to two self-etching resins". Journal of Restorative Dentistry, 2015, Vol. 3, Issue 1.

7- Demirci M, Hiller K-A, Bosl C, Galler K, Schmalz G, Schweikl H, The induction of oxidative stress, cytotoxicity, and genotoxicity by dental adhesives. dental materials 2008, 24, 362–371.

8- Galler K.M., Schweikl H., Hiller K.-A., Cavender A.C., Bolay C., D'Souza R.N., and Schmalz G., TEGDMA Reduces Mineralization in Dental Pulp Cells. J Dent Res 2011, 90(2):257-262.

9- Goldberg M, "In vitro and in vivo studies on the toxicity of dental resin components: a review", Clin Oral Invest 2008, 12:1–8.

10- Hargreaves, Kenneth M. and Goodis, Harold E, Seltzer and Bender's Dental Pulp, Second Ed. Quintessence Publishing Co Inc. (2002).

11- Kim E C, Park H, Lee S-I, Kim S-Y, "Effect of the Acidic Dental Resin Monomer 10-methacryloyloxydecyl Dihydrogen Phosphate on Odontoblastic Differentiation of Human Dental Pulp Cells", Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology, 2015, 117, 340–349.

12- Kouros P, Koliniotou-Koumpia E, Koulaouzidou E, Helvatjoglu-Antoniades M, Tziafas D." Pulp response to dentine adhesives: A study on mature human pulps. Eur J Dent 2013, 7:26-32.

13- Kwon J H, Park H C, Zhu T, Yang H-C," Inhibition of Odontogenic differentiation of human dental pulp cells by dental resin monomers", Biomaterials Research 2015, 19:8.

14- Lourdes M, Accorintea R, Loguerciob A, Reisb A, Muencha A, Arau´jo V C, Adverse effects of human pulps after direct pulp capping with the different components from a total-etch, three-step adhesive system, Dental Materials 2005, 21, 599–607.

15- Moharamzadeh K, Brook I M, Van Noort R, Biocompatibility of Resin-based Dental Materials, Materials 2009, 2, 514-548.

16- Nocca G, Callà C, Martorana G E, Cicillini L, Rengo S, Lupi A, Cordaro M, Gozzo M L, Spagnuolo G, Effects of Dental Methacrylates on Oxygen Consumption and Redox Status of Human Pulp Cells, BioMed Research International, Volume 2014, Article ID 956579, 10 pages.

17- Nowicka A, Aagocka R, Lipski M, Parafiniuk M, Grocholewicz K, Sobolewska E, Witek A, Buczkowska-RadliNska J, Clinical and Histological Evaluation of Direct Pulp Capping on Human Pulp Tissue Using a Dentin Adhesive System, BioMed Research International, Volume 2016, Article ID 2591273, 9 pages.

18- Schweikl H., Spagnuolo G., and Schmalz G., Genetic and cellular toxicology of dental resin monomers, Journal of Dental Research, 2006, Vol. 85, No. 10, pp. 870–877.

19- Saraswati W, Widjiastuti I, Rukmo M, Wahjuningrum D A, The expression of HMGB1 in Dentin Pulp Complex Induced by Resin Monomer HEMA, International Medical Device and Technology Conference 2017.

20- Silva M, Calvo A M, Sipert C R, Dionísio T J, Navarro M F de Lima, Att M T, Santos C F, Dental Pulp Fibroblasts Response after Stimulation with HEMA and Adhesive System. Brazilian Dental Journal 2018, 29(5): 419-426.

21- Tay FR, Pang KM, Gwinnett AJ, Wei SH. Scanning electron microscopic study of the extent of resin penetration into human coronal dentin following a total-etch technique *in vivo*. Cells Mater 1994;4:317-29.

22- Yalcin M, Ulker M, Ulker E, Sengun A, Evaluation of cytotoxicity of six different flowable composites with the methyl tetrazolium test method, European Journal of General Dentistry 2013, Vol. 2, Issue 3.

23- Yasuda Y, Inuyama H, Maeda H, Akamine A, Nor J E, Saito T, Cytotoxicity of one-step dentin-bonding agents toward dental pulp and odontoblast-like cells, Journal of Oral Rehabilitation 2008, 35; 940–946.