تقييم نجاح التغطية اللبية المباشرة للأرحاء الدائمة باستخدام الـ MTA وليزر Er:Yag

*أسعد الحساني ** أ.م.د: عاطف عبدالله

(الايداع:24 تشرين الأول 2021،القبول:10 نيسان 2022)

الملخص:

بسبب مضاعفات علاج القناة الجذرية ، فإن المعالجات المحافظة اللب أصبحت مفضلة. تشير التغطية اللبية المباشرة (DPC) إلى تغطية نسيج اللب المكشوف بواسطة مادة متوافقة حيوياً يمكنها تحسين فرص المحافظة على السن بنسبة 44٪ إلى 95٪. .

هدفت هذه الدراسة إلى مقارنة DPC مع MTA بمفرده وبالاقتران مع الإشعاع بالليزر Er: YAG (ليزر الإيتريوم الألومنيوم المشبع بالإربيوم) (2940 نانومتر)،أجريت هذه التجربة السريرية على 50 مريضًا يبلغ متوسط أعمارهم 20 عامًا (في نطاق 12 إلى 25 عامًا) والذين احتاجوا إلى DPC بعد انكشاف اللب أثناء إزالة النخر العميق. تم تقسيم الأسنان إلى مجموعتين. المجموعة الشاهدة (تشمل 40 عينة) خضعت الأسنان لـ DPC مع MTA بينما، في مجموعة الاختبار (تشمل 40 عينة)

تم تشعيع الأسنان أولاً باستخدام ليزر Er: YAG 2940 نانومتر ثم خضعت لـ DPC باستخدام MTA. تم استدعاء المرضى في 1 و 3 و 6 و 9 أشهر للمتابعة (الفحوصات السريرية والشعاعية) . كانت نسبة النجاح 87.5٪ في مجموعة الليزر و 82.5٪ في مجموعة الشاهدة.

لم توجد فروقات كبيرة بين مجموعة المعالجة بالتغطية اللبية المباشرة بثلاثي الأكاسيد المعدنية وحدها والمجموعة التي تعرضت لتشعيع ب ليزر Er:yag.

الكلمات المفتاحية : تغطية لبية المباشرة ، Er;Yag ليزر ، مجموع ثلاثي الأكاسيد المعدنية .

*طالب دراسات عليا(ماجستير) – اختصاص مداوة الأسنان– جامعة حماة .

** أستاذ مساعد في قسم مداوة الأسنان – جامعة حماة .

"Evaluation of the Success of Permanent Molar`s Direct Pulp Capping Using MTA And Er;Yag laser "

Assad Al Hasaane * **Assist.Prof: Atef Abdullah****

(Received:24 October 2021,Accepted:10 April 2022)

Abstract:

Due to the complications of root canal treatment, conservative modalities to preserve pulp vitality are favorable. Direct pulp capping (DPC) refers to the coverage of the pulp tissue exposed by a biocompatible agent that can improve the prognosis of the tooth by 44% to 95 .This study aimed to clinically compare DPC with MTA alone and in combination with Er:YAG (erbium-doped yttrium aluminium garnet) laser irradiation (2940 nm).

This clinical trial was conducted on 50 patients with a mean age of 20 years (in the range of 12 to 25 years) who required DPC following pulp exposure during deep caries removal. The teeth were divided into two groups. In the control group(includes 40 samples), the teeth underwent DPC with MTA while in the test group(includes 40 samples), the teeth were first irradiated with a 2940 nm Er:YAG laser then underwent DPC with MTA. The patients were recalled at one, 3 ,6 and 9 months for the follow-up (clinical and radiographic examinations). The success rate was 87.5% in the laser group and 82.5% in the control group.

No significant difference was found in terms of the success rate of DPC with MTA alone and in combination with Er:YAG laser irradiation

Keywords: Dental Pulp Capping , Er;Yag Laser ,Mineral Trioxide Agent .

* Postgraduated student (master degree) _ Department of Endodontic and Operative Dentistry _ College of Dentistry .

** Assis.Prof in Operative Dentistry _ Hama University .

1- المقدمة Introduction :

يعتبر علاج اللب الحيوي من التداخلات الهامة في المعالجة السنية ، حيث يهدف هذا العلاج إلى المحافظة على حيوية النسيج اللبي (Komabayashit,2016) .

يحدث انكشاف اللب بسبب النخر أو الرض أو آلياً بسبب التحضير و تتطلب الإجراءات العلاجية إما التغطية اللبية المباشرة أو بتر اللب أو الاستئصال الكامل للب ، وذلك حسب حجم الانكساف ومدة بقاء اللب منكشفا .

التغطية اللبية المباشرة هي إجراءً نقوم به لتغطية اللب المنكشف أو العاج القريب جداً من اللب خوفاً من وصول المخرشات إلى المنطقة اللبية وبالتالي عمل تخريش للب .

يجب أن تكون المواد المستخدمة في التغطية اللبية المباشرة نشطةً بيولوجيا (إي تحرض إصلاح الأنسجة اللبية عن طريق تكوين العاج الثالثي) ، ومضادة للجراثيم وتتحمل القوى عند وضع المادة المرممة عليها (Akhavan et al,2017) .

2- الهدف :

يركز موضوع البحث على دراسة تأثير استخدام ليزر Er:yag (2940 n.m) في تغطية اللبية المباشرة .

- المراجعة النظرية :

- أمراض اللب :

النسيج الضام للب الأسنان محمي ميكانيكيًا من المحفزات المختلفة بوساطة الميناء والعاج والملاط ويحتفظ بصحته وحيويته إذا كان الحاجز الواقي سليما.(Bergenholtz, 1990)

يمكن أن يكون تهيج اللب ناتجًا عن العضويات الدقيقة أو الفيروسات أوالإجراءات الميكانيكية والكيميائية والحرارية. تشمل المهيجات الجرثومية عدة أنواع مثل المكورات العقدية (Streptococcus) و العصيات اللبنية (Lactobacilli) التي تنتج السموم وتخترق اللب من خلال الأنابيب العاجية. (Coil et al ,2004)

قد يؤثر التقدم بل العمرعلى اختيار العلاج لأن تجدد اللب سوف يتأثر بانخفاض إمدادات الأوعية الدموية (Murray et al., 2002, Murray and Garcia-Godoy, 2007).

كذلك يؤثر التقدم بالعمر على خلايا اللب ، وعلى تكاثر الخلايا المصورة للعاج وقدرتها على التمايز (Murray et al., 2000)

نتيجة للإجراءات الترميمية يتم تشكيل عاج ثانوي غير منتظم وعاج ثالثي، إذا كانت الإصابة شديدة تسبب موت الخلايا المصورة للعاج ، فتقوم الخلايا الشبيهة بمصورات العاج بإنتاج عاجً ثالثي تعويضي تحت موقع الإصابة من أجل حماية نسيج اللب (Cox and Bergenholtz, 1986, Mjor et al., 1991)

حيث يحتوي هذا العاج الثالثي على بنية خلوية غير منتظمة ، مما يقلل من نفوذية انتشار العوامل المهيجة .

في حالة الإصابات الخفيفة التي يتعرض لها اللب ،ويتم تحفيز الخلايا المصورة للعاج لإنتاج العاج الثالثي الذي يشبه تركيبة العاج الأولي وله نفس النمط القنوي .(Tziafas, 2003) وكذلك في حال تحضير الحفر السنية ،ستجيب اللب كرد فعل بتشكل عاج ثالثي تعويضي في نهاية الأنابيب العاجية لحماية اللب عن طريق الحد من دخول المنبهات الضارة (Reeves and Stanley, 1966, Pashley, 1996)

بالرغم من التغييرات الخلوية التي تكون علاجية ، تظل الجراثيم هي العامل الرئيسي لأن اختراق الجراثيم هي المسؤولة عن إصابة اللب ، حتى في حالة عدم وجود نخر (About et al., 2001)

في دراسة مقارنة لنفوذية الجراثيم في النخور مقارنة مع نفوذيتها في الحفر السنية المحضرة ، وجد أن الحفر المحضرة ليس له أي تأثير على نفوذية عاج الأسنان في حال وجود الجراثيم على عكس الآفات النخرية

(Bergenholtz et al., 1982)

حيث تزداد نفوذية العاج في الآفات النخرية ذات التقدم السريع. ومع ذلك، لحماية اللب من النخر وتسرب الجراثيم ، تصبح المواد الترميمية مهمة ، فهي تقدم بعدًا علاجيًا جديدا' للحفاظ على حيوية اللب .(Pashley, 1996)

يرغب الطبيب في حماية اللب في الأسنان المصابة بالنخر إما عن طريق إيقاف النخر أو إزالة الآثار الضارة للآفة.

يعتمد اختيار العلاج حاليًا على تقييم الطبيب بالاعتماد على أفضل معرفة للتشخيص المحتمل وشدة الحالة .

(Walton and Torabinejad, 1996. Carrotte, 2004, Cohen et al., 2006)

- التغطية اللبية المباشرة Direct pulp capping

يعتمد معدل نجاح التغطية اللبية المباشرة ، على عمر المريض ، سواء كانت الذروة مفتوحة أو مغلقة ، وعلى الأعراض الموجودة ، وحجم الانكشاف ، ومقدار النزيف اللبي (Murray et al., 2002)

اقترحت دراسات أخرى أنه لا توجد علاقة بين العمر ومعدل نجاح تغطية اللبية المباشرة .

(Haskell et al., 1978, Baume and Holz, 1981)

كان هناك جدل حول العلاقة بين العمر ومعدل النجاح ولا ينبغي أن يكون تقدم بالعمر سببًا لمنع إجراء التغطية اللبية المباشرة .(Hiltn et al., 2013)

لكن كان قد تبيين بعد المراقبة طويلة المدى لإجراءات التغطية اللبية المباشرة ، أنه تم الحصول معدلات نجاح مرتفعة في الأرحاء والمرضى ذو العمر الصغير.

وأشار الباحثون إلى أن اللب في الأعمار الصغيرة يتكون من عدد أكبر من الخلايا ، وخاصة الخلايا المصورة للعاج ، كما يحوي أوعية دموية أكبر التي قد تعزز على قدرته على الدفاع والتجدد.(Lim and Ong, 1989) اقتراح Ricketts أن لغياب التورم والألم المتكرر، و استجابة الطبيعية لاختبار الحيوية الطبيعي ، وغياب الاعراض حول الذروية والحساسية للقرع ، هي عوامل مهمة لنجاح التغطية اللبية المباشرة (Ricketts, 2001)

إن حجم الانكشاف أمر بالغ الأهمية ويجب أن يكون في حده الأدنى مع عدم وجود أعراض في اللب.

(Stockton, 1999)(Cushley H,Duncan M ,2020)

من الصعب تحديد معدل نجاح التغطية اللب المباشر من الأدبيات لأن العديد من الدراسات تفشل في تحديد ما إذا كان التعرض ناتجًا عن رض أو نخر.

بلغ معدل النجاح في التغطية اللبية المباشرة مع رض ميكانيكي 92.2٪ مقارنة بالنجاح لتعرض لنخر بنسبة 33.3٪ ، مما يشير إلى أن تغطية اللبية المباشرة هي العلاج المفضل في حالات الرض الميكانيكي ، بينما ربما يكون علاج القناة الجذرية هو خيار العلاج في الآفات النخرية .(Al-Hiyasat et al., 2006)

- ثلاثي الأكاسيد المعدنية (MTA) :

إنه نوع من الإسمنت البورتلاندي ذو الخصائص النشطة بيولوجيًا ، ويتكون من جزيئات دقيقة ، ممزوجة بالماء المعقم . (Torabinejad et al., 1995, Camilleri, 2008)ينتج بنية غرائية صلبة بقلوية PH=12.5-10 .

(Watts et al., 2007)

يحتوي MTA على هيدروكسيد الكالسيوم و هيدرات سيليكات الكالسيوم ، مما يعطي قلوية عالية

(Lee et al., 2004, Camilleri, 2007, Camilleri, 2008)

يحتوي أيضًا على ثاني أكسيد البزموت بنسبة 4: 1 ويظهر ظليل على الأشعة .

(Torabinejad et al., 1995, Camilleri et al., 2005)

يتكون MTA من 50–70٪ من أكسيد الكالسيوم و15–25٪ من أكسيد السيليكون ،تم تقييم النتيجة السريرية لتغطية اللبية في الأسنان المنخورة الدائمة ،

تم تحديد تفوق MTA على ماءات الكالسيوم في تحريض تشكل الجسر العاجي في حالات التغطية اللبية المباشرة مع أقل التهاب اللب . (Paula et al.2018)

– الإجراءات السريرية الحالية لاستخدام الليزر في التغطية اللبية المباشرة (خطوات العلاج بما في ذلك مزايا وعيوب الليزر):

إن استخدامات الليزر في التغطية اللبية المباشرة محدودة للغاية.

الشكل 1 هو ملخص للإجراءات السريرية لتغطية اللبية المباشرة باستخدام الليزر، ، ويوضح خطوات العلاج. أولاً، الفحص السريري الدقيق، بما في ذلك اختبار حيوية اللب (أمر بالغ الأهمية لتحديد التشخيص). إذا كان التشخيص يتطلب علاجًا مباشرًا لتغطية اللبية، يتم إعطاء التخدير الموضعي للسن واستخدام الحاجز مطاطي. والخطوة التالية هي تحضير العاج المحيط باللب المكشوف والإزالة الكاملة لجميع العاج المنخور عن طريق قبضة عالية أو منخفضة السرعة مع أو بدون أدوات يدوية. يجب أن يتم ذلك بحذر لتجنب الإصابة المفرطة لأنسجة اللبية المنكشفة (لشكل 1 أ)

اعتمادا على وضع الحفرة، يمكن استخدام ليزر Er: yag وEr،Cr: YSGG بالإضافةل لتحضير الميكانيكي حيث يمكن لليزر أن يزيل العاج الملتهب دون ملامسة مباشرة، لذلك يقلل العلاج بالليزر من الضرر الميكانيكي للأنسجة اللبية المنكشفة.(van As G.2004)

بعد التحضير للعاج المحيط بالانكشاف، يتم إجراء الأرقاء وإزالة التلوث من اللب المنكشف، ويحدث استخدام الليزر الأساسي في هذه المرحلة. (الشكل 1 ب) ، تشمل الطرق التقليدية للإرقاء وإزالة التلوث استخدام NAOCL من ثم تطبيق طبقة رقيقة من مادة التغطية اللبية، وفي حال النزف الشديد يتم استخدام كبريتات الحديد موضعيا. (Jeansonne BG, Boggs WS, Lemon RR. 1993)

يتم بعد ذألك استخدام كرية قطنية مغموسة بسالين في منطقة النزف .،في المقابل ، هناك ميزتان رئيسيتان (الإرقاء وإزالة التلوث) يجب أخذها في الاعتبار إذا تم استخدام الليزر في إجراءات التغطية اللبية المباشرة.و من السهل تحقيق للإرقاء وإزالة التلوث من خلال تطبيق الليزر وأقل تطلبًا من الناحية الفنية لأنه يمكن أن يحقق هدف العلاج دون ملامسة موقع النزف ، وكذلك تعقيم الموقع المكشوف والمنطقة المحيطة به في وقت واحد .في حالة عدم الاتصال ، فإن ليزر ثاني أكسيد الكربون لديه القدرة على إيقاف تدفق الدم بسهولة أثناء الإرقاء لأنه يمكن أن يغلق الأوعية الدموية الصغيرة عن طريق التخثر الحراري للأنسجة الرخوة (Kravitz ND, Kusnoto B .2008).(Sutton C1995)

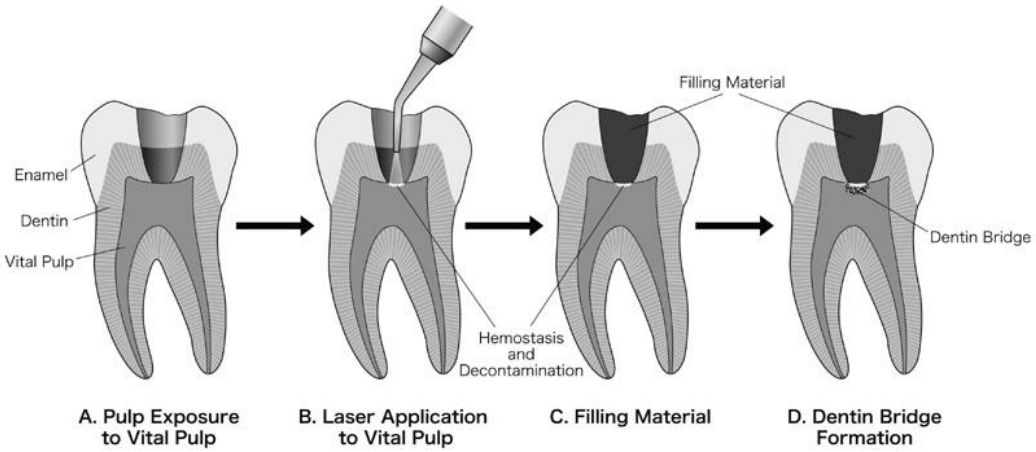
يفتقر ليزر ER: YAGعلى القدرة على تحقيق الإرقاء الكامل بسبب تأثيره الحراري المنخفض.ومع ذلك، حتى إذا لم يتحقق الإرقاء، فإن الإجراء التقليدي الذي يتبع العلاج بالليزر يتحكم في النزيف بسهولة أكبر بعد التشعيع مقارنة بالحالات التي لا يتم فيها إجراء التشعيع.(Olivi G, Genovese MD, Maturo P, Docimo R .2007)

مع ذلك، هناك بعض عيوب استخدام الليزر على سطح اللب المكشوف. اعتمادًا على نوع الليزر المطبق، تتلف أنسجة اللب والعاج المحيط بها حراريًا بسبب التخثر، مما يتسبب في تموت اللب.

إذا تم استخدام طاقة الليزر أو الوقت أو التقنية غير المناسبة، فهناك خطر متزايد من تغيير طبيعة نسيج اللب حراريًا، مما يؤدي إلى التهاب وتموت اللب.(White JM, Frewin CR, Kaur M, Flavel S, McGregor C.1994)

يتم وضع مادة حشو بعد تطبيق الليزر وإنشاء الإرقاء (الشكل 1 ج)

قد تؤدي هذه الفوائد من العلاج بالليزر إلى نجاح أكبر على المدى الطويل لتغطية اللبية المباشرة، مما يجعله بديلًا مفيدًا في المستقبل لطريقة العلاج الحالية.



الشكل رقم (1) خطوات تطبيق ليزر في التغطية اللبية المباشرة

(أ) تعرض اللب الحيوي. (ب) الإرقاء وتطهير أنسجة اللب المكشوفة باستخدام الليزر. (ج) بعد تطبيق الليزر وإنشاء الارقاء، سيتم وضع مادة الحشو. (د) تشكيل جسر العاجي

3- المواد والطرائق: Material and Method

تم إجراء هذه التجربة السريرية على مرضى تم تحويلهم إلى كلية طب الأسنان بجامعة حماة. كانت معايير الإدخال على النحو التالي:

- نخر عميق بمسافة أقل من 1 مم من لب الأسنان (بحسب الصورة الشعاعية).
- عدم وجود ألم عفوي / ليلي، أو ناسور، أو آفة ذرويه أو أي علامة / أعراض لالتهاب لب السن غير القابل للشفاء.
- أسنان دائمة مكتملة الذروة.
- لا يوجد حساسية على القرع.
- لا مشاكل لثوية للأسنان المعالجة.
- ألا يكون سن دعامة لتعويض أو خاضع لحركة تقويمية.
- لا يعاني المريض من صرير.
- لا يخضع المريض لعلاج كيميائي أو شعاعي.

بعد أخذ صورة شعاعية حول الذروة واختبار حيوية الأسنان بواسطة فاحص حيوية الب الكهربائي، تم اختيار المرضى الذين تتراوح أعمارهم بين 12 و25 عامًا للدراسة. تم اطلاعهم على العلاج وخطر الفشل ووقعوا على استمارات الموافقة لبدء العلاج.

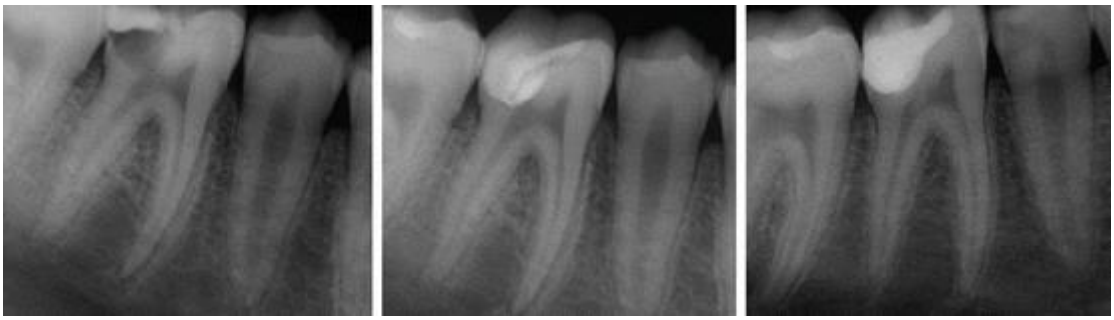
تم تخدير للسن المعالج ومن ثم وضع حاجز مطاطي (Dental Dam، UDG) . تم تحضير الحفرة السنية بواسطة سنبلة ماسية، ثم تمت إزالة الآفات النخرية القريبة من اللب بواسطة سنبلة كربامید. أولاً، من بين 114 سنًا في الدراسة، تعرض اللب لانكشاف كبير في 34 سنًا أثناء إزالة النخر.

تم ترميم الأسنان المتبقية مع طبقة من الإسمنت الزجاجي الشاردي والراتنج المركب. تم التحكم في كمية النزيف أثناء الانكشاف باستخدام حبيبات قطنية مغموسة في هيبوكلوريت الصوديوم بنسبة 2٪. تم تشخيص التهاب لب السن غير الردود فيه إذا لم يتوقف النزيف خلال 10 دقائق واستبعدت هذه الأسنان من الدراسة.

بعد الإرقاء، تم تعيين المريض في مجموعة الليزر أو المجموعة الشاهد. في مجموعة الليزر، تم أولاً تشعيع منطقة التعرض وأرضية الحفرة بالكامل باستخدام ليزر Er: YAG بطول موجي 2940 نانومتر (الطول الموجي 100 mj من الطاقة لكل نبضة، ومعدل تكرار 10 هرتز، و450 نبضة من الثانية) مع أدنى مسافة من موقع التعرض لمدة 10 ثوانٍ في وضع المسح على الموقع مع 0.5 مم من الأنسجة المحيطة. باستخدام جهاز ليزر
(KEY ,KaVo.Germany) Er;YAG

الشكل رقم (2): جهاز KaVo,3 KEY 2940 yag:Er المستخم في البحث

لمنع جفاف الأنسجة، تم إيقاف الهواء والماء. ثم تم تطبيق MTA،(DENTSPLY) على المنطقة المكشوفة لتغطية اللب.
تم خلط مسحوق MTA مع الماء المقطر بنسبة 3: 1 على لوح زجاجي للوصول إلى تناسق كريمي ثم تم تطبيقه على موقع التعرض باستخدام حامل MTA. تم وضع حبيبة قطنية مغموسة في ماء مقطر على MTA ثم ترميم الحفرة بحشوة مؤقتة .
تم تنفيذ نفس الإجراءات في المجموعة الشاهد باستثناء تشعيع الليزر
تم استدعاء المرضى بعد يوم واحد. تمت إزالة الترميم المؤقت وتم تقييم MTA من حيث الصلابة وتغطية موقع التعرض وختم المنطقة. تم انحلال MTA في مريضين (1 من مجموعة التحكم و1 من مجموعة الليزر) قد يعود سبب الانحلال لتعرض طبقة MTA لقوى إطباقية عالية قبل وضع ترميم النهائي، لذلك تم وضع MTA في موقع التعرض لهذين المريضين من جديد.
بعد التأكد البصري من بنية MTA المناسبة وعدم انحلالها ، تم وضع طبقة من أسمنت زجاجي الشاردي GICفوق MTA، بعد تصلب GIC، تم تخريش حواف الميناء ب حمض الفوسفور 30%(Ivoclar vivadent Etchant، Liechtestein) لمدة 15–30 ثانية، وغسلها وتجفيفها. ثم تم وضع طبقة من عامل الترابط من الجيل الخامس (Harvard Bond Te mono، ألمانيا) فوق تجويف كل أسنان المجموعتين وتم نصليها بجهاز تصليب الضوئي بكثافة خفيفة من 1000 ميغاواط / سم 2 لمدة 20 ثانية. تم ملء التجويف بشكل تدريجي بالراتنج المركب (Harvared Ultra Fill، Germany) ومن ثم تصليبه بجهاز تصليب الضوئي (Woodpecker، China) بكثافة ضوئية تبلغ 1000 ميغاوات / سم 2 لمدة 40 ثانية.



الشكل رقم (3) :صور شعاعية لتغطية لبية مباشرة ب MTA مع تشعيع بل ليزر

تمت متابعة المرضى لمدة شهر و3 و6 و9 أشهر . تم إجراء فحص الحيوية بواسطةpluptester (Waldent pulptester ، (china وتم الحصول على صور بالأشعة في جلسات المتابعة (لتقيم بداية تشكل الحسر العاجي أو تحري تشكل أفات حول ذروية). في حالة ملاحظة علامات / أعراض تموت الأسنان خلال فترة المتابعة، تمت إحالة المريض للعلاج اللبي (5 مرضى؛ من مجموعة الليزر و1 من المجموعة الضابطة).

تم تقييم نتائج التغطية اللبية المباشرة :

إما بتشكل جسر عاجي على الأشعة مع اختبار حيوية اللب الكهربائي إيجابي أو عدم تشكل جسر عاجي على الأشعة مع أختار حيوية اللب سلبي .

كم أنه لم يلاحظ تشكل جسر عاجي مع حدوث تموت في اللب يعود ذلك لفترات المتابعة القصيرة نسبياً (9 أشهر).

تم تطبيق اختبار كوكران Q (Cochran's Q الدقيق لمقارنة النسبة المئوية للنجاح بين المجموعتين بمستوى أهمية $P<0.05$.

4- الدراسة الإحصائية التحليلية والنتائج :

تمت مراقبة حالة الجسر العاجي في ثلاث فترات زمنية مختلفة (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد تسعة أشهر) لكل حالة من حالات التغطية اللبّية المباشرة المدروسة في عينة البحث.

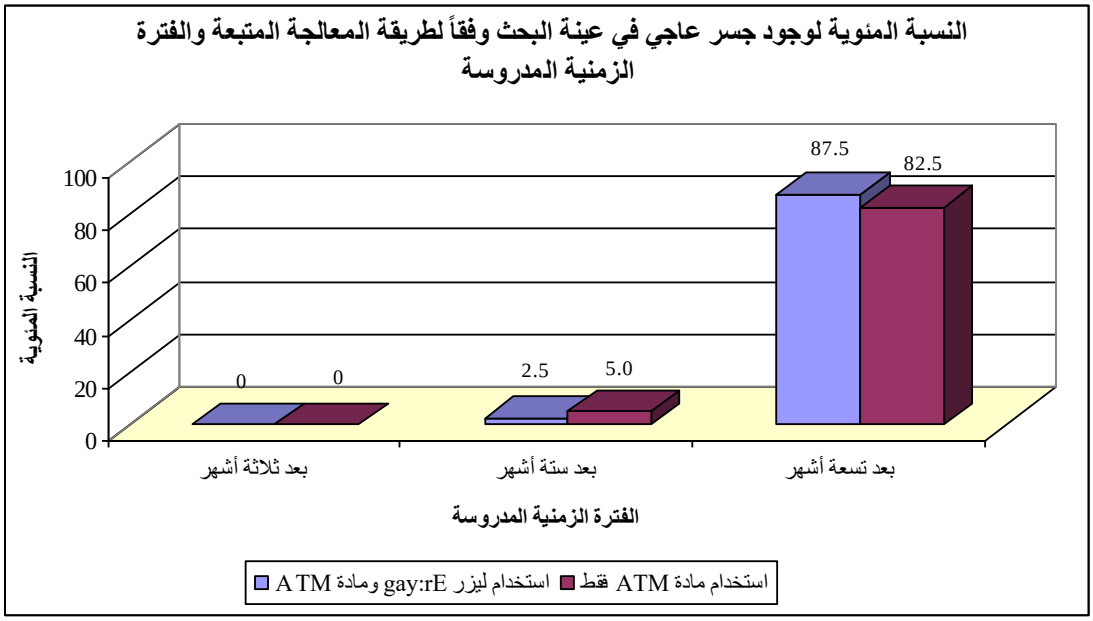
ثم تمت دراسة تأثير كل من طريقة المعالجة المتبعة والفترة الزمنية المدروسة في تكرارات حالة الجسر العاجي في عينة البحث وكانت نتائج التحليل كما يلي:

1. دراسة حالة الجسر العاجي:

- نتائج مراقبة حالة الجسر العاجي في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والفترة الزمنية المدروسة:

الجدول رقم (1) يبين نتائج مراقبة حالة الجسر العاجي في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والفترة الزمنية المدروسة.

الفترة الزمنية	طريقة المعالجة المتبعة	عدد الحالات			النسبة المئوية		
		لا يوجد جسر عاجي	يوجد جسر عاجي	المجموع	لا يوجد جسر عاجي	يوجد جسر عاجي	المجموع
بعد ثلاثة أشهر	استخدام ليزر Er:yag ومادة MTA	40	0	40	100	0	100
	استخدام مادة MTA فقط	40	0	40	100	0	100
بعد ستة أشهر	استخدام ليزر Er:yag ومادة MTA	39	1	40	97.5	2.5	100
	استخدام مادة MTA فقط	38	2	40	95.0	5.0	100
بعد تسعة أشهر	استخدام ليزر Er:yag ومادة MTA	5	35	40	12.5	87.5	100
	استخدام مادة MTA فقط	7	33	40	17.5	82.5	100



المخطط رقم (1) يمثل النسبة المئوية لوجود جسر عاجي في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والفترة الزمنية المدروسة.

➢ **دراسة تأثير طريقة المعالجة المتبعة في حالة الجسر العاجي وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:**

تم إجراء اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات حالة الجسر العاجي بين مجموعة المعالجة باستخدام ليزر Er:yag ومادة MTA ومجموعة المعالجة باستخدام مادة MTA فقط في عينة البحث، وذلك وفقاً للفترة الزمنية المدروسة كما يلي:

- نتائج اختبار كاي مربع:

الجدول رقم (2) يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات حالة الجسر العاجي بين مجموعة المعالجة باستخدام ليزر Er:yag ومادة MTA ومجموعة المعالجة باستخدام مادة MTA فقط في عينة البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

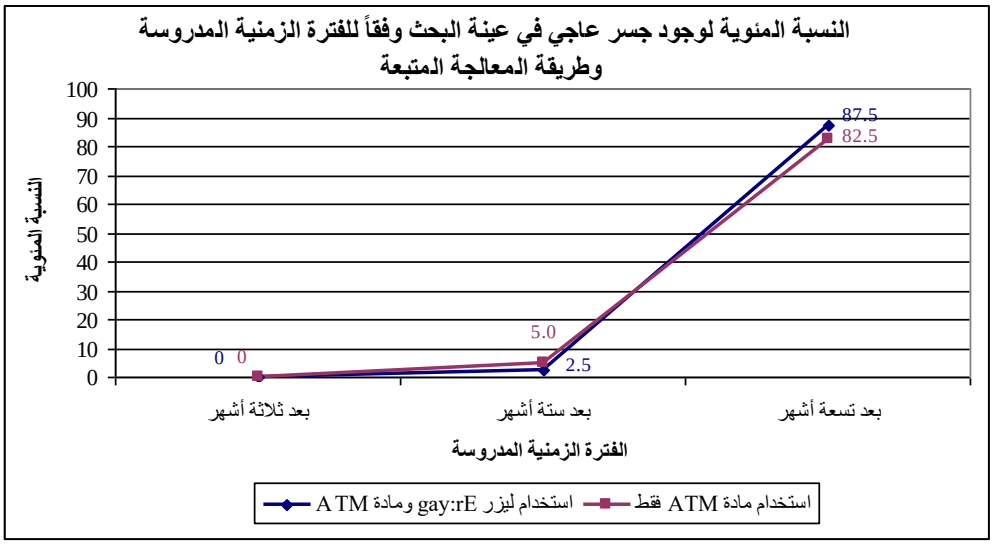
المتغيران المدروسان = حالة الجسر العاجي × طريقة المعالجة المتبعة					
الفترة الزمنية	عدد الحالات	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
بعد ثلاثة أشهر	80	-	-	-	لا توجد فروق دالة
بعد ستة أشهر	80	0.346	1	0.556	لا توجد فروق دالة
بعد تسعة أشهر	80	0.392	1	0.531	لا توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 بعد ستة أشهر وبعد تسعة أشهر، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات حالة الجسر العاجي بعد ستة أشهر وبعد تسعة أشهر بين مجموعة المعالجة باستخدام ليزر Er:yag ومادة MTA ومجموعة المعالجة باستخدام مادة MTA فقط في عينة البحث.

ولم يتم حساب قيمة كاي مربع بعد ثلاثة أشهر لأنه لم يوجد جسر عاجي بعد ثلاثة أشهر في جميع حالات التغطية اللبّية المباشرة في عينة البحث مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة، وبالتالي نقرر أنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات حالة الجسر العاجي بعد ثلاثة أشهر بين مجموعة المعالجة باستخدام ليزر Er: yag ومادة MTA ومجموعة المعالجة باستخدام مادة MTA فقط في عينة البحث.

➢ دراسة تأثير الفترة الزمنية المدروسة في حالة الجسر العاجي في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة:

تم إجراء اختبار Cochran's Q لدراسة دلالة الفروق في تكرارات حالة الجسر العاجي بين الفترات الزمنية الثلاث المدروسة (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد تسعة أشهر) في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة كما يلي:



المخطط رقم (2) يمثل النسبة المئوية لوجود جسر عاجي في عينة البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة وطريقة المعالجة المتبعة.

- **نتائج اختبار Cochran's Q:**

الجدول رقم (3) يبين نتائج اختبار Cochran's Q لدراسة دلالة الفروق في تكرارات حالة الجسر العاجي بين الفترات الزمنية الثلاث المدروسة (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد تسعة أشهر) في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة.

المتغيران المدروسان = حالة الجسر العاجي × الفترة الزمنية المدروسة					
طريقة المعالجة المتبعة	عدد الحالات	قيمة Q	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
استخدام ليزر Er:yag ومادة MTA	40	68.057	2	0.000	توجد فروق دالة
استخدام مادة MTA فقط	40	62.242	2	0.000	توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات حالة الجسر العاجي بين اثنتين على الأقل من الفترات الزمنية الثلاث المدروسة (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد تسعة أشهر) مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة في عينة البحث، وقد تم إجراء اختبار McNemar لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات حالة الجسر العاجي بين الفترات الزمنية الثلاث المدروسة (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد تسعة أشهر) في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة

نتائج اختبار McNemar:

الجدول رقم (4) يبين نتائج اختبار McNemar لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات حالة الجسر العاجي بين الفترات الزمنية الثلاث المدروسة (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد تسعة أشهر) في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة.

طريقة المعالجة المتبعة	المقارنة في حالة الجسر العاجي بين الفترتين:	عدد الحالات	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق الثنائية
استخدام ليزر Er: yag ومادة MTA	بعد ستة أشهر – بعد ثلاثة أشهر	40	1.000	لا توجد فروق دالة
	بعد تسعة أشهر – بعد ثلاثة أشهر	40	0.000	توجد فروق دالة
	بعد تسعة أشهر – بعد ستة أشهر	40	0.000	توجد فروق دالة
	بعد ستة أشهر – بعد ثلاثة أشهر	40	0.500	لا توجد فروق دالة

طريقة المعالجة المتبعة	المقارنة في حالة الجسر العاجي بين الفترتين:	عدد الحالات	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق الثنائية
استخدام مادة MTA فقط	بعد تسعة أشهر – بعد ثلاثة أشهر	40	0.000	توجد فروق دالة
	بعد تسعة أشهر – بعد ستة أشهر	40	0.000	توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 عند المقارنة في تكرارات حالة الجسر العاجي بين الفترة الزمنية (بعد تسعة أشهر) وكل من الفترتين الزمنيتين (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر) على حدة مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في تكرارات حالة الجسر العاجي بين الفترة الزمنية (بعد تسعة أشهر) وكل من الفترتين الزمنيتين (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر) على حدة مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة في عينة البحث، وبدراسة جدول التكرارات والنسب المئوية الموافق (الجدول رقم 28) يُلاحظ أن نسبة وجود الجسر العاجي بعد تسعة أشهر كانت أكبر منها بعد ثلاثة أشهر وبعد ستة أشهر، وذلك مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة في عينة البحث.

أما عند المقارنة بين الفترتين الزمنيتين (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر) مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في تكرارات حالة الجسر العاجي بين الفترتين الزمنيتين المدروستين (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر) مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة في عينة البحث.

5- المناقشة Discussion:

تشير الدلائل إلى أن العلاجات المحافظة على حيوية اللب آخذة في الازدياد.(Assif D, Gorfil .1994)

يتم تعريف DPC على أنه تغطية لب الأسنان بمادة متوافقة حيوياً مثل MTA بعد التعرض بسبب النخر أو الرض الميكانيكي أثناء التحضير.

في الدراسة الحالية، تم إجراء DPC على 80 سنًا مع نخر واسع النطاق، والتي حدث فيها انكشاف لبي بعد إزالة النخر. خضعت هذه الأسنان المنكشفة نقطيا لـ DPC مع MTA وحده أو بالاشتراك مع تشعيع ليزر Er: YAG.

الدراسات حول تطبيق الليزر بأطوال موجية مختلفة لعلاج اللب المحافظة محدودة. يتمتع DPC مع الليزر بمزايا كبيرة مقارنةً بـ DPC التقليدي بما في ذلك:

1. .تأثير التطهير الذي يرجع إلى الخصائص القاتلة للجراثيم لإشعاع الليزر. تمتلك جميع أنواع الليزر هذه الخاصية؛ ومع ذلك، قد تختلف فعالية تطهير الليزر اعتمادًا على الطول الموجي وعمق الاختراق. ليزر ثاني أكسيد الكربون والإربيوم لهما تأثير سطحي أكثر من ليزر الصمام الثنائي وليزر Nd: YAG.
2. .التخثر: يسبب الليزر تموت سطحيًا في المنطقة المصابة بالتهاب لب السن القابل الردود ويؤدي في النهاية إلى تكوين جسر عاجي.
3. الارتفاع غير ملحوظ في درجة الحرارة: ليزر الإربيوم بأطوال موجية من 2780 و 2940 نانومتر لا يزيد بدرجة كبيرة من درجة الحرارة نظرًا لاستخدامها في وضع عدم التلامس.
4. تخفيف الضغط عن الحفرة السنية: تتسبب ليزرات الإربيوم في تخفيف الضغط عن الحفرة السنية وتقليل مخاطر دخول بقايا العاجية المصابة إلى اللب.
5. تأثير التحفيز الحيوي: تتمتع ليزرات الإربيوم بإمكانية عالية لإصلاح وتجديد اللب.

(Olivi G et al,2007)

يتيح ليزر Er: YAG تخثر وتعقيم اللب المكشوف. يمكن التحكم في تأثير التخثر لهذا النوع من الليزر، على عكس الأطوال الموجية الأخرى لليزر، بسبب اختراقه السطحي.(Mortiz A et al,1998) ،بالنظر إلى مزايا الليزر على ل DPC، وخاصة ليزر الإربيوم، بالإضافة إلى الدراسات المحدودة المتاحة حول هذا الموضوع، قمنا بتقييم تأثير تشعيع ليزر Er: YAG على نتيجة DPC باستخدام MTA، نظرًا لأن تحضير الحفرة لم يتم إجراؤه باستخدام الليزر في هذه الدراسة، لم نتوقع تخفيف الضغط أو زيادة طفيفة في درجة حرارة اللب.

تم استخدم الليزر لغرض التخثر وتطهير موقع التعرض. علاوة على ذلك، استخدمنا MTA لـ DPC في كل من مجموعة الليزر ومجموعة التحكم نظرًا لأنه يتمتع بخصائص مثالية مثل قدرة الختم العالية، ودرجة قلوية العالية، والتوافق الحيوي الأمثل، ومنع التسرب الجرثومي، و تحريض تشكيل العاج الثالثي ومعدل النجاح العالي لـ DPC. (Schönenberger) 2004. Göhring .في دراسة أجريت على الحيوانات في عام 2001 ، قام Jayawardena وزملاؤه بتقييم تشريح استجابة اللب لإشعاع ليزر Er: YAG بعد تعرض لانكشاف اللب وخلصوا إلى أن هذا الليزر كان قادرًا بشكل كبير على تحريض جسر العاجي وتكوين العاج الثانوي.(Jayawardena JA, et al. 2001)

كانت نتائجنا متوافقة مع نتائج Olivi et al، الذين أبلغوا عن معدل نجاح بنسبة 75 ٪ في مجموعة ليزر Er: YAG. ومع ذلك، فقد أعدوا الحفرة باستخدام الليزر بينما قمنا بإعداد الحفرة السنية باستخدام السنابل. يوفر تحضير الحفرة السنية بالليزر ظروفًا أفضل لإصلاح اللب.(Olivi G et al,2007) ،كان Santucci et al في عام 1997 أول من استخدم ليزر Nd: YAG لـ DPC في البشر. قارنوا DPC مع ماءات الكالسيوم والليزر من حيث معدل النجاح وأظهروا أن مجموعة الليزر لديها معدل نجاح أعلى. كانت نتائجهم مختلفة عن نتائجنا، والتي قد تكون بسبب استخدام ماءات الكالسيوم بدلاً من MTA. أيضًا، استخدموا ليزر Nd: YAG بدلاً من ليزر Er: YAG.(Santucci PJ. 1997) .في عام 2013، قارن Hilton et alمعدل نجاح DPC مع MTA وماءات الكالسيوم وأفادوا أن معدل نجاح MTA في المتابعة لمدة عامين كان 81٪ بينما كان هذا المعدل 78.5٪ لماءات الكالسيوم. كان معدل نجاح DPC مع MTA 82.5٪ في دراستنا. قد يُعزى هذا الاختلاف الصغير إلى فترات المتابعة المختلفة.(Hilton et al,2013) ،قارن Hasheminia et al تشريحياً DPC مع ليزر Er: YAG وMTA في دراستهم على الحيوانات وأظهروا أن DPC مع MTA وحده وبالاقتران مع تشعيع ليزر Er: YAG يمكن أن يؤدي إلى نتائج مثالية. كانت النتائج التي توصلوا إليها في اتفاق مع نتائجنا.(Hasheminia et al.2010) ،في عام 1995، قام Moritz et al بتقييم نتائج DPC باستخدام ليزر ثاني أكسيد الكربون وأبلغوا عن معدل نجاح لمدة عامين بنسبة 93 ٪ في مجموعة الليزر و68 ٪ في مجموعة هيدروكسيد الكالسيوم . كانت النتائج التي توصلوا إليها مختلفة عن النتائج التي توصلنا إليها، والتي يمكن تفسيرها بأوقات متابعة مختلفة وأنواع مختلفة من تعرض اللب (قاموا بتقييم حالات تعرض اللب العرضي مع عدم وجود آفة نخريه).

في حالة تعرض اللب بعد نخر واسع النطاق، سيكون من الصعب تقييم حالة اللب بدقة. على الرغم من أن تقييم حالة اللب يلعب دورًا مهمًا في نجاح علاج اللب المحافظ، إلا أنه لا توجد أداة دقيقة لتحديد درجة التهاب لب الأسنان. تظهر الأعراض السريرية مثل وجود وشدة الألم والبرودة والحرارة واختبارات اللب الكهربائية فقط استجابة إيجابية أو سلبية. (Matsuo T.et al. 1996) ، أظهرت الدراسات النسيجية أن أنسجة اللب المنكشفة بعد تعرض اللب ليست مصابة دائمًا؛ هذا يعتمد على الوقت المنقضي منذ التعرض للانكشاف وشدة النزف اللبي. (Aguilar P et al. 2011)، يعتقد Matsuo et al أن شدة النزيف بعد أنكشاف اللب هي مؤشر أفضل على شدة التهاب اللب مقارنة بالأعراض السريرية. عادة ما يشير النزيف الحاد، الذي يصعب السيطرة عليه، إلى التهاب حاد في اللب. تم التوصية بعدة طرق للسيطرة على نزيف اللب، الغسل باستخدام

هيبوكلوريت الصوديوم (1.25٪ إلى 6٪) هو الأسلوب الأكثر شيوعًا. إذا لم يتوقف النزيف في غضون 1–10 دقائق، فقد يظهر إزالة غير مكتملة لأنسجة اللب المصابة أو انتشار العدوى في اللب الجذري. (Aguilar P et al .2011)

في الدراسة الحالية، تم إجراء الفحص السريري بواسطة جهاز اختبار حيوية اللب لاستبعاد التهاب لب غير ردود. في حالة انكشاف اللب، حاولنا إيقاف النزيف بوضع قطعة قطن مغموسة في هيبوكلوريت الصوديوم فوق موقع التعرض. إذا لم يتوقف النزيف في غضون 10 دقائق، يتم تشخيص التهاب لب السن الذي غير ردود واستبعاد المريض من الدراسة.

إن الدراسات حول تأثير العمر على نجاح علاج اللب المحافظ نادرة. يُنصح بطريقة العلاج هذه بشكل أكثر شيوعًا للشباب لأنه يُعتقد أن أنسجة لب الشباب لديها قدرة عالية على التجدد. ومع ذلك، لا توجد دراسة سريرية متاحة لتأكيد هذا البيان، وقد استجاب المرضى في الفئة العمرية من 6 إلى 70 عامًا بشكل جيد لعلاج اللب المحافظ. يشير هذا إلى الإمكانات العالية للب الأسنان للتجديد بعد التخلص من العوامل المعدية.

في الدراسة الحالية، كان عمر المرضى بين 12 و25 عامًا (متوسط العمر 19 عامًا). الأسنان التي تعاني من فشل في تغطية اللب تنتمي إلى أولئك الذين تتراوح أعمارهم بين 25 و24 عامًا.

بالنظر إلى نتائج الدراسات السابقة حول التأثير الضئيل لحجم التعرض على نتائج DPC، لم يتم تقييم هذا العامل في دراستنا. بسبب القيود الموجودة، لم يتم إجراء التوزيع العشوائي. غالبية الأسنان في مجموعة الليزر (27 من 40 سنًا) لديها مواقع تعرض كبيرة (> 2 مم) بينما غالبية الأسنان في المجموعة الضابطة (24 من أصل 40 سنًا) لديها مواقع تعرض صغيرة (أقل من 1 مم). أيضًا، حدثت جميع حالات الفشل في مجموعة الليزر في الأسنان ذات مواقع التعرض الكبيرة. لذلك، قد يُفترض أن الحجم الكبير للتعرض قد يكون مسؤولاً عن معدل نجاح أقل في هذه المجموعة.

من ناحية أخرى، كانت فترة المتابعة قصيرة في دراستنا (9 أشهر). بالنظر إلى معدلات النجاح المُبلغ عنها لـ DPC باستخدام الليزر في المتابعة طويلة المدى (أكثر من عامين)، فمن المتوقع أن تستمر العلاجات الناجحة لفترة طويلة في مجموعة الليزر.

وفقًا للنتائج الحالية، حقق DPC مع MTA معدل نجاح بنسبة 82.5 ٪ بينما أظهر DPC مع MTA وليزر Er: YAG معدل نجاح 87.5 ٪. لذلك،

-الإستنتاجات :

كلا الطريقتين مقبولتان للحفاظ على حيوية اللب، لذلك يبدو أن DPC مع MTA وليزر Er: YAG مع المعلمات المستخدمة في هذه الدراسة له تفوق على DPC مع MTA وحده.

6 المقترحات:

- إجراء دراسة سريرية عن تأثير العمر على نجاح التغطية اللبية المباشرة بليزر Er: yag
- إجراء دراسة سريرية عن تأثير حجم الانكشاف اللبي بنجاح تغطية اللبية المباشرة بليزر.
- إجراء دراسة نسيجية خلال فترة متابعة طويلة لنجاح التغطية اللبية المباشرة بليزر (Er:yag (2940n.m

7- التوصيات:

- نوصي باستخدام ليزر (Er:yag (2940 n.m في تشعيع منطقة الأنكشاف اللبي قبل تطبيق MTA .

8- المراجع : References

1. ABOUT, I., BOTTERO, M., J., DE DENATO, P., CAMPS, J., FRANQUIN, J. C. & MITSIADIS, T. A. 2000. Human Dentin Production in Vitro. Exp cell Res, 258(1), 33-41
2. AL-HIYASAT, A. S., BARRIESHI-NUSAIR, K. M. & AL-OMARI, M. A. 2006. The radiographic outcomes of direct pulp-capping procedures performed by dental students: a retrospective study. J Am Dent Assoc (1939), 137(12), 1699-1705.
3. BERGENHOLTZ, G. 1990. Pathogenic mechanisms in pulpal disease. J Endod, 16(2), 98-101.
4. BERGENHOLTZ, G., COX, C. F., LOESCHE, W. J. & SYED, S. A. 1982. Bacterial leakage around dental restorations: its effect on the dental pulp. J Oral Pathol, 11(6), 439-50.
5. BLUTEAU, G., LUDER, H. U., DE BARI, C. & MITSIADIS, T. A. 2008. Stem cells for tooth engineering. Eur Cell Mater, 16, 1-9.
6. CAMILLERI, J. 2007. Hydration mechanisms of mineral trioxide aggregate. Int Endod J, 40(6), 462-70.
7. CAMILLERI, J. 2008. Characterization and chemical activity of Portland cement and two experimental cements with potential for use in dentistry. Int Endod J, 41(9), 791-99.
8. CARROTTE, P. 2004. Endodontics: Part 2 Diagnosis and treatment planning. Brit Dent J, 197, 231-38.
9. COHEN, S., BURNS, R. C., HARGREAVES, K. M. & BERMAN, L. H. 2006. Pathways of the pulp, Elsevier Mosby. 10 ed, chapter 13 and 16, 436-72,540-46.
10. COX, C. F. & BERGENHOLTZ, G. 1986. Healing sequence in capped inflamed dental pulps of Rhesus monkeys (Macaca mulatta). Int Endod J, 19(3), 113-20.
11. COX, C. F., HAFEZ, A. A., AKIMOTO, N., OTSUKI, M., SUZUKI, S. & TARIM, B. 1998. Biocompatibility of primer, adhesive and resin composite systems on non-exposed and exposed pulps of non-human primate teeth. Am J Dent, 11, 55-63.
12. GOLDBERG, M. & SMITH, A. J. 2004. Cells and extracellular matrices of dentin and pulp: a biological basis for repair and tissue engineering. Crit Rev Oral Biol Med, 15(1), 13-27. 224
13. GRONTHOS, S., BRAHIM, J., LI, W., FISHER, L. W., CHERMAN, N., BOYDE, A., DENBESTEN, P., ROBEY, P. G. & SHI, S. 2002. Stem cell properties of human dental pulp stem cells. J Dent Res, 81(8), 531-35.
14. GRONTHOS, S., MANKANI, M., BRAHIM, J., ROBEY, P. G. & SHI, S. 2000. Postnatal human dental pulp stem cells (DPSCs) in vitro and in vivo. Proc Natl Acad Sci USA, , 97(25), 13625-30.

15. HASKELL, E. W., STANLEY, H. R., CHELLEMI, J. & STRINGFELLOW, H. 1978. Direct pulp capping treatment: a long-term follow-up. J Am Dent Assoc, 97(4), 607-12.

16. HORSTED, P., SANDERGAARD, B., THYLSTRUP, A., EL ATTAR, K. & FEJERSKOV, O. 1985. A retrospective study of direct pulp capping with calcium hydroxide compounds. Endod Dent Traumatol, 1(1), 29-34.

17. KURATATE, M., YOSHIBA, K., SHIGETANI, Y., YOSHIBA, N., OHSHIMA, H. & OKIJI, T. 2008. Immunohistochemical analysis of nestin, osteopontin, and proliferating cells in the reparative process of exposed dental pulp capped with mineral trioxide aggregate. J Endod, 34(8), 970-74.

18. LEE, Y. L., LEE, B. S., LIN, F. H., YUN LIN, A., LAN, W. H. & LIN, C. P. 2004. Effects of physiological environments on the hydration behavior of mineral trioxide aggregate. Biomaterials, 25(5), 787-93.

19. LIM, K. C. & ONG, G. H. 1989. Methods of proximal amalgam overhang removal a comparison of different techniques. Ann Acad Med Singapore, 18(5), 599-602.

20. MCLACHLAN, J. L., SMITH, A. J., BUJALSKA, I. J. & COOPER, P. R. 2005. Gene expression profiling of pulpal tissue reveals the molecular complexity of dental caries. Biochem Biophys Acta, 1741(3), 271-81.

21. MJOR, I. A., DAH, E. & COX, C. F. 1991. Healing of pulp exposures: an ultrastructural study. J Oral Pathol Med, 20(10), 496-501

22. SLOAN, A. J. & SMITH, A. J. 2007. Stem cells and the dental pulp: potential roles in dentine regeneration and repair. Oral Dis, 13(2), 151-57.

23.SMITH, A. J. 2003. Vitality of the dentin-pulp complex in health and disease: growth factors as key mediators. J Dent Educ, 67(6), 678-89.

24.SMITH, A. J., CASSIDY, N., PERRY, H., BEGUE-KIRN, C., RUCH, J. V. & LESOT, H. 1995. Reactionary dentinogenesis. Int J Dev Biol, 39(1), 273-80.

25. MODENA, K. C., CASAS-APAYCO, L. C., ATTA, M. T., COSTA, C. A., HEBLING, J., SIPERT, C. R., NAVARRO, M. F. & SANTOS, C. F. 2009. Cytotoxicity and biocompatibility of direct and indirect pulp capping materials. J Appl Oral Sci, 17(6), 544-54.

26. MURRAY, P. E., ABOUT, I., FRANQUIN, J. C., REMUSAT, M. & SMITH, A. J. 2001. Restorative pulpal and repair responses. J Am Dent Assoc, 132(4), 482-91.

27. PASHLEY, D. H. 1996. Dynamics of the pulpo-dentin complex. Critic Revi Oral Biol Mede, 7(2), 104-33.

28. REEVES, R. & STANLEY, H. R. 1966. The relationship of bacterial penetration and pulpal pathosis in carious teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 22(1), 59-65.

29.RICKETTS, D. 2001. Management of the deep carious lesion and the vital pulp dentine complex. Br Dent J, 191(11), 606-10.

30.SCHUURS, A. H., GRUYTHUYSEN, R. J. & WESSELINK, P. R. 2000. Pulp capping with adhesive resin-based composite vs. calcium hydroxide: a review. Endod Dent Traumatol, 16(6), 240-50.

31.TROWBRIDGE, H. O. 1981. Pathogenesis of pulpitis resulting from dental caries. J Endod, 7(2), 52-60.

32.TZIAFAS, D. 2003. The future role of a molecular approach to pulp-dentinal regeneration. Caries Res, 38(3), 314-320. 251

33. van As G (2004) Erbium lasers in dentistry. Dent Clin North Am 48, 1017-1059.

34. . Jeansonne BG, Boggs WS, Lemon RR (1993) Ferric sulfate hemostasis: effect on osseous wound healing. II. With curettage and irrigation. J Endod 19, 174-176.

35.. Sutton C (1995) Power sources in endoscopic surgery. Curr Opin Obstet Gynecol 7, 248-256.

36.. Kravitz ND, Kusnoto B (2008) Soft-tissue lasers in orthodontics: an overview. Am J Orthod Dentofacial Orthop 133, S110-114.

37. . Santucci PJ (1999) Dycal versus Nd:YAG laser and Vitrebond for direct pulp capping in permanent teeth. J Clin Laser Med Surg 17, 69-75.

38. . Olivi G, Genovese MD, Maturo P, Docimo R (2007) Pulp capping: advantages of using laser technology. Eur J Paediatr Dent 8, 89-95.

39. . White JM, Frewin CR, Kaur M, Flavel S, McGregor C (1994) Twenty-four hour ambulatory monitoring of tremor, sweating, skin temperature and locomotor activity in the alcohol withdrawal syndrome. Clin Auton Res 4, 15-18.

40. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. J Prosthet Dent. 1994. ;71(6):565–7

41. Olivi G, Genovese MD, Maturo P, Docimo R. Pulp capping: advantages of using laser technology. Eur J Paediatr Dent. 2007. ;8(2):89–95

42. Moritz A, Schoop U, Goharkhay K, Sperr W. The CO2 laser as an aid in direct pulp capping. J Endod.1998. ;24(4):248–51

43. Schönenberger Göhring K, Lehnert B, Zehnder M. [Uses of MTA, a review. Part 2: Clinical applications]. Schweiz MonatsschrZahnmed 2004. ;114(3):222-34

44. Jayawardena JA, Kato J, Moriya K, Takagi Y Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2001;91(2):222–9.

45. . Santucci PJ. Dycal versus Nd:YAG laser and Vitrebond for direct pulp capping in permanent teeth. J Clin Laser Med Surg. 1999;17(2):69–75

46. Hilton TJ, Ferracane JL, Mancl L. Northwest Practicebased Research Collaborative in Evidence-based Dentistry. Comparison of CaOH with MTA for direct pulp capping: a PBRN randomized clinical trial. J Dent Res. 2013;92(7 Suppl):16S–22S.

47. Hasheminia SM, Feizi G, Razavi SM, Feizianfard M, Gutknecht N, Mir M. A comparative study of three treatment methods of direct pulp capping in canine teeth of cats: a histologic evaluation. Lasers Med Sci.2010;25(1):9–15

48. Matsuo T, Nakanishi T, Shimizu H, Ebisu S. A clinical study of direct pulp capping applied to carious-exposed pulps. J Endod. 1996.

49. Aguilar P, Linsuwanont P. Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: a systematic review. J Endod. 2011;37(5):581–7

50. S. Cushley,H. F. Duncan,M. J. Lappin,P. Chua,A. D. Elamin,M. Clarke,I(2020). A. El-Karim Efficacy of direct pulp capping for management of cariously exposed pulps in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. Journal of Endodontics 37, 581–7

51. Paula AB, Laranjo M, Marto CM et al. (2018)Direct pulp capping: what is the most effective therapy?—Systematic review and meta-analysis. Journal of Evidence-Based Dental Practice 18, 298–314.