دراسة سريرية وشعاعية لتحري تأثير تطبيق أغشية الفيبرين الغني بالصفيحات (PRF) في تدبير الانكشاف العرضي للب السن:

دجانة رستناوي* أ.د: حسان الحلبية**

(الإيداع: 27 حزيران 2019 ، 16 آيلول 2019)

الملخص:

الهدف: تهدف الدراسة الحالية إلى تقييم تأثير تطبيق أغشية الفيبرين الغني بالصفيحات PRF في مناطق الانكشاف العرضي للب كمادة لبتر اللب الجزئي في الأسنان الدائمة.

المواد والطرق: شملت هذه الدراسة 20 سناً دائماً مع انكشافات عرضية أثناء التحضير لدى 20 مريضاً بحالة صحية جيدة تراوحت أعمارهم مابين 12–18 سنة وزعوا عشوائياً إلى مجموعتين. 1) المجموعة التجريبية (n=10): تمت إزالة 1–2 ملم من اللب وإرقاء النزف ثم تغطية سطح اللب المنكشف بغشاء من PRF وطُبق فوقها إسمنت ثلاثي الأكاسيد المعدنية MTA. 2) المجموعة الشاهدة (n=10): تمت إزالة 1–2 ملم من اللب في مناطق الانكشاف وإرقاء النزف ثم تغطية سطح اللب المنكشف باستخدام MTA فقط. رُممت جميع الأسنان بدرجة من الإسمنت الزجاجي الشاردي والراتنج المركب. تم التقيم السريري والشعاعي بفواصل زمنية (3–6–12) شهراً. تم تحليل النتائج باستخدام الاختبارات الإحصائية الملائمة.

النتائج: أظهرت جميع الأسنان استجابة إيجابية لاختبار حيوية اللب الكهربائي وبين الفحص الشعاعي غياباً للإمراضية حول الذروية مع تشكل الجسر العاجي في مجموعتي التجربة خلال فترات المراقبة.

الاستنتاج: أظهرت النتائج السريرية والشعاعية أنه يمكن استخدام غشاء PRF لبتر اللب الجزئي في حالات الانكشاف العرضي للب السني نظراً لتركيبه الحيوي الفعال الذي يمكن أن يفتح آفاقاً مستقبلية في المحافظة على حيوية اللب السني.

الكلمات المفتاحية: اللب السني، الفيبرين الغني بالصفيحات PRF، التجدد النسيجي، بتر اللب الجزئي، اسمنت ثلاثي الأكاسيد المعدنية MTA.

*طالبة دراسات عليا (دكتوراه) – اختصاص مداواة الأسنان– كلية طب الأسنان – جامعة حماة.

** أستاذ مساعد في قسم مداواة الأسنان – رئيس قسم مداواة الأسنان – عميد كلية طب الأسنان – جامعة حماة.

Clinical and Radioraphic Study to Investigate the Effect of Platelet-rich Fibrin Membranes (PRF) Application in Iatrogenic Exposure of the Dental Pulp:

Dujana Rastanawi * **Asst.Prof: Hassan Alhalabiah** **

(Receivd: 27 June 2019, Accepted:16 september 2019)

Abstract:

Aim: The aim of this study was to evaluate the effect of platelet-rich fibrin (PRF) membranes in iatrogenic exposure of the dental pulp as a partial pulpotomy agent in permenant teeth.

Material and Methods: In this study, 20 permenant teeth from 20 healthy patients aged 12-18 years with exposed pulps were randomly divided into two groups. 1) Experimental group (n=10): after removal of 1-2 mm of pulp and hemostasis, exposed pulp was covered with PRF membrane then a layer of mineral trioxide aggregate cement (MTA) was applied. 2) control group (n=10): after removal of 1-2 mm of pulp and hemostasis, the exposed pulp was covered with MTA. All teeth were restored with glass - ionomer cement and composite resin. Clinical and radioraphic evaluation was undertaken at (3, 6, and 12) months intervals. The results were analyzed using appropriate statistical tests.

Results: All teeth responded positively to pulp sensibility tests, and radiographic examination revealed dentinal bridge formation and absence of periapical pathosis in both groups during follow-up periods.

Conclusion: Clinical and radiological findings showed that the possibility of PRF membrane for partial pulpotomy in cases of iatrogenic exposure of the dental pulp because of its active bio-structure, which could open up future perspectives in maintaining the vitality of the dental pulp.

Key Words: Dental pulp, Platelet-rich Fibrin PRF, Histological regeneration, Partial pulpotomy, Mineral trioxide aggregate cement MTA.

* Postgradguated student (PhD degree) – Department of Endodontic and Operative Dentistry – College of Dentistry.

** Assist.Prof. Head of Endodontic and Operative Dentistry Department/ Dean of College of Dentistry - Hama University.

1.1 المقدمة:

تتعدد الأهداف العلاجية في حقل المداواة اللبية تبعاً لشدة الإصابة المرضية. ويبقى الهدف الأول المحافظة على حيوية المركب اللبي العاجي، من خلال تطبيق تقنيات المحافظة على حيوية لب السن (الحلبية،ح ، 2018).

في الآونة الأخيرة وبسبب الفهم المتزايد للمبادئ الحيوية حول تجدد النسج السنية حدث تغيير كبير في الطرق التقليدية وبسرعة كبيرة(Bansal R, 2015) ، لذلك كانت هنالك نقلة نوعية في بروتوكول المعالجة نحو المعالجات التجددية والإجراءات الحيوية والتي تقدم إمكانية كبيرة لإعادة تشكل النسج الصلبة لهذه الأسنان(Narang I, 2015) . ترتكز إجراءات المعالجة اللبية التجددية على مبادئ حيوية والتي تعالج مسألة تجدد النسج الشبيه باللب السني وبشكل أكثر دقة المركب اللبي العاجي والعاج التاجي المتضرر بسبب الإنكشاف النخري أو بسبب الرض (Shivashankar VY, 2012).

عرفت الجمعية الأمريكية لطب الأسنان المعالجات اللبية التجددية بأنها "عمليات ذات أساس حيوي مصممة لتستبدل وظيفياً البنى السنية المتضررة بما فيها العاج والبنى الجذرية وكذلك خلايا المركب اللبي العاج (AAE, 2015).

للمعالجات اللبية التجددية تارخ طويل يعود لعام 1962 حيث قام الطبيب BW Hermann باستخدام ماءات الكالسيوم في حالة بتر لبي. ثم توالت المعالجات من هذا النوع حيث كان الهدف منها المحافظة على اللب حياً من خلال تطبيق بعض الإجراءات العلاجية كالتغطية اللبية المباشرة وغير المباشرة وبتر اللب الجزئي أو الكلي. لكن هذا النوع من المعالجات اقتصرت على الأسنان ذات الالتهابات اللبية الردودة أما في حال الالتهابات غير الردودة أو التموت اللبي فإن الاستئصال الكامل كان هو الخيار العلاجي الوحيد (Bansal R, 2015).

أظهرت نتائج المراقبات السريرية والشعاعية بأنَ بتر اللب يمكن أن يكون بديلاً للاستئصال اللب الكامل في حال إصابته بالتهاب غير ردود (Asgary & Eghbal, 2010). بتر اللب هو معالجة تحافظ على حيوية اللب السني المنكشف بسبب النخر أو الرض أو نتيجة خطأ في التحضير (Fuks, 2013)، حيث تتم إزالة اللب التاجي جزئيًا أو كليًا ويتم تغطية اللب المتبقي من اللب بمادة تغطية مناسبة. يستند مبدأ هذا النوع من المعالجات إلى أنه بعد بتر اللب التاجي للأسنان الدائمة يكون اللب المتبقي محمياً بواسطة مادة مُحفزة للأنسجة الصلبة تحافظ على حيويته وسلامته (Witherspoon, et al., 2006). إن المواد المستخدمة لحماية اللب يجب أن تكون متقبلة حيوياً وتكون قادرة على تحفيز تشكل الأنسجة الصلبة ومضادة للجراثيم وتؤمن سد محكم طويل الأمد (Witherspoon, 2008).

لقد اقترحت العديد من المواد لبتر اللب منها ماءات الكالسيوم وثلاثي الأكاسيد المعدنية (Nosrat & Nosrat, 1998; Barrieshi-Nusair & Qudeimat , 2006)

تاريخياً كانت ماءات الكالسيوم هي المادة المفضلة لمعالجات اللب الحيوية، وهي عبارة عن مادة قلوية لها خصائص مبيدة للجراثيم موثقة جيدًا ولديها القدرة على تحفيز تشكل الأنسجة الصلبة (Nosrat & Nosrat, 1998)، لكنها تملك العديد من العيوب؛ كالارتباط الضعيف مع العاج وقدرتها الضعيفة في تأمين السد المحكم إضافة لعدم القدرة على التنبأ بإمكانية تشكل الجسر العاجي كما يمكن تحوي هذه الجسور على عيوب نفقية والتي قد تشكل ممرات تسمح بحدوث التسرب الجرثومي (Asgary, et al., 2008) . طور ثلاثي الأكاسيد المعدنية أو ما مايعرف باسم MTA واقترح استخدامها للتغطية اللبية والبتر اللبي ولتشكيل حاجز ذروي في الأسنان ذات الألباب المتموتة والذرى المفتوحة وإصلاح الانثقابات الجذرية وحشو نهاية الجذر بالطريق الراجع وكمادة حشو قنوي(Parirokh. & Torabinejad , 2010) . أظهر استخدامها كمادة في البتر اللب في الأسنان الدائمة نتائج نسيجية وسريرية ممتازة، كما أظهرت تقبلاً حيويًا جيداً وقدرة على تأمين سد محكم وتحريض شفاء النسج اللبية (Witherspoon, et al., 2006) (Eghbal, et al., 2009) ، حيث تعتبر الفعالية الحيوية لماءات الكالسيوم هي المسؤولة عن تقبلها الحيوي ونشاطها المحفز لتشكل النسج السنية وقدرتها على الختم. (Sarkar , et al., 2005) (Nosrat, et al., 2011)، حيث تقوم بتحرير شوارد الكالسيوم أثناء وبعد التصلب

وتتفاعل شوارد الكالسيوم مع الفسفور وتنتج بلورات هيدروكسي أباتيت على سطح MTA والسطح البيني بينها وبين العاج(Asgary, et al., 2009) (Sarkar , et al., 2005).

بالرغم من الفوائد العديدة لهذه المادة فإن لها بعض المآخذ والتي تتضمن؛ وجود عناصر سامة في تركيبها المعدني وسميتها الخلوية العالية عند بداية مزجها وPH المرتفع خلال التصلب وتسببها بتلون السن بلونيها الأبيض والرمادي وارتفاع ثمنها، إضافة لذلك فإن فعالتيها المضادة للجراثيم أقل من ماءات الكالسيوم (Parirokh. & Torabinejad , 2010)، وعلاوة على ذلك فإن MTA يعتمد في تصلبه على الماء لذلك يجب تأمين رطوبة كافية للإسمنت كي يتصلب قبل مواصلة العمل والذي يزيد من وقت العلاج (Torabinejad, et al., 1995) (Chang , 2012). لذلك كانت هنالك حاجة لإيجاد مادة لبتر الب والتي تسمح للب السني بعملية الشفاء ومتقبلة حيوياً وقليلة التكلفة (Patidar, et al., 2017).

في الآونة الأخيرة تم إدخال بروتوكولات سريرية عديدة لإعادة التجدد النسيجي مثل تقنية الخثرة الدموية (Blood Clot (BC))، ولاحقاً نتيجةً للفهم المتزايد للأدوار الوظيفية التي تقوم بها الصفيحات الدموية في شفاء الجروح عند إصابة النسج تم استخدامها كأداة علاجية باستخدام ركازة الصفيحات الدموية بدءاً من تقنية البلازما الغنية بالصفيحات Platelet-rich) Plasma (PRP)) ومن ثم الجيل الثاني من ركازة الصفيحات الدموية تقنية الفيبرين الغني بالصفيحات (Platelet-rich Fibren (PRF)) (Shivashankar VY, 2012) (Narang I, 2015).

طور PRF لأول مرة في فرنسا من قبل Choukroun وزملاؤه (Choukroun, et al., 2001) كان السبب العلمي وراء استخدام مستحضرات الصفيحات يعود لكون PRF يخدم كمخزن للتحرر المستمر لعوامل النمو والتي توجه عملية تجدد العاج، وهو عبارة عن قالب من ألياف الفيبرين حيث تندخل فيه السيتوكينات والصفيحات الدموية والخلايا (Choukroun, et al., 2001)، وتقوم بدور غشاء قابل للإمتصاص بعد تحررها بمدة معينة، ويعتبر مادة حيوية مساعدة على الشفاء واستخدم بداية في الزرع السني، ولاحقاً طبقت في العديد من مجالات طب الأسنان (Hotwani K, 2014).

درس Huang وزملاؤه تأثير PRF على مجموعة من خلايا اللب السني واستنتجوا بأنه يمكن أن يزيد من انقسام وتمايز خلايا اللب السني إن نتائج هذه الدراسات المخبرية توضح دور PRF في تشكل العاج الدفاعي (Huang, et al., 2010). من ثمَ توالت الدراسات التي استخدم فيها كمادة قالب في الأسنان الفتية ذات الألباب المتموتة من أجل التجدد النسيجي (Rudagi & Rudagi, 2012)(Shivashankar VY, 2012) (Keswani & Pandey, 2013) (Narang I, 2015) (Sharma , et al., 2016) (Shivashankar , et al., 2017) (Santhakumar, et al., 2018)، أو كمادة مغطية في الحالات التي يتعرض فيها اللب للانكشاف وتحري دورها في تحريض الشفاء في الأسنان الدائمة مكتملة النضج (Hiremath, et al., 2012) (Pathak, et al., 2014) (Solomon, et al., 2015) (Kumar, et al., 2016)، وفي الأسنان الدائمة الفتية (Keswani , et al., 2014)، وفي الأسنان المؤقتة (Patidar, et al., 2017).

اعتمدت الدراسات التي تناولت استخدام PRF كمادة لبتر اللب على إزالة كامل اللب الحجروي، وهذا الإجراء يعد تعسفياً في حال كان الأنكشاف اللبي قد حدث أثناء التحضير محدود الأبعاد، بناءً عليه اقترحت الدراسة الحالية تقييم فعالية PRF السريرية والشعاعية كمادة لبتر اللب الجزئي لتدبير هذا النوع من الإنكشافات في الأسنان الدائمة.

1.2 هدف البحث:

اختبار ردود فعل اللب السني عند تطبيق الفيبرين الغني بالصفيحات في مناطق الانكشافات العرضية خلال فترات زمنية متتالية (3-6-12 شهراً):

سريرياً: من خلال إجراء الاختبار الكهربائي لتحري حيوية لب السن.

شعاعياً: لتحري تشكل جسر عاجي أو حدوث إمراضية حول ذروية.

1.3 **مواد البحث وطرائقه:**

عينة البحث: تألّفت عيّنة البحث من 20 سناً لدى 20 مريض تراوحت أعمارهم ما بين (12-18) سنة، تم تحويلهم من قسم المداواة الترميمية بعد حدوث انكشافات عَرَضية للألباب أثناء التحضير.

بعد أخذ الموافقة المعلمة من ذوي المرضى على المشاركة في البحث، تم توزيعهم عشوائياً على المجموعات المدروسة إلى مجموعتين فرعيتين حسب المعالجة المقترحة:

1- المجموعة التجريبية: تكونت من (10) سناً طُبقت فيها أغشية PRF مع مادة MTA.

2- المجموعة الشاهدة: تكونت من (10) أسنان طُبقت فيها مادة MTA فقط.

لم يتم استكمال إجراءات المراقبة في حالة واحدة لكل مجموعة بسبب عدم متابعة المرضى ليصبح بذلك عدد العينات:

1- المجموعة التجريبية: تكونت من (9) سناً طُبقت فيها أغشية PRF مع مادة MTA.

2- المجموعة الشاهدة: تكونت من (9) أسنان طُبقت فيها مادة MTA فقط.

مراحل العمل السريري: **في كل المجموعات المدروسة صُمِمَت استمارة تشخيصية تُبيّن حالة المريض الصحية والسنية. تم من خلالها الحصول على الموافقة المعلمة لذوي المريض على تطبيق الإجراءات العلاجية، كما استخدمت هذه الاستمارة في زيارات المتابعة اللاحقة لتقييم الحالة سريرياً وشعاعياً.**

- مراحل العمل في المجموعة الرئيسية (MTA + PRF):

أجريت صورة شعاعية تشخيصية حول ذرويّة رقمية للسن قبل المعالجة. أجري التخدير باستخدام مخدر بدون مقبض وعائي ارتشاحي أو ناحي وفقاً للسن الذي تم تخديره. تم العزل باستخدام الحاجز المطاطي والعازل اللثوي وماصات اللعاب. تمت إزالة الترميمات المؤقتة وتنظيف الحفرة السنية بسنبلة كروية ماسية مزودة بإرذاذ مائي غزير. (الشكل 1). تم غسل اللب المنكشف بمحلول ملحي معقم من ثم تمت إزالة جزء من اللب الحجروي بأبعاد (1-1،5 مم) باستخدام مجرفة عاج يدوية حادة بحيث نحصل على سماكة كافية لتطبيق مادة PRF ومادة الترميم النهائي (الشكل 2). من ثم تم إرقاء النزف بالضغط باستخدام كرية قطنية معقمة مبللة بالماء مع الضغط لمدة 5 دقائق. (Bjørndal, et al., 2010)

تحضير PRF: (Choukroun, et al., 2001) (الشكل 3)

تم سحب 10 ملم3 من دم وريدي في أنابيب لا تحوي على مضادات تخثر. ثُفلت العينات الدموية مباشرة بسرعة 2700 دورة لمدة 12 دقيقة. كانت النتيجة: كريات الدم الحمراء في أسفل الأنبوب، طبقة سطحية فقيرة بالبلازما سائل (تتم إزالتها)، طبقة متوسطة عبارة عن خثرة الفيبرين الغني بالصفيحات. تم استخراج الخثرة من الأنبوب ومن ثم تم ضغطها باستخدام شاش معقم للحصول على الشكل الغشائي (Sunitha Raja & Munirathnam Naidu, 2008) تم أخذ جزء من الغشاء وذلك بقصه بوساطة شفرة جراحية معقمة بما يتناسب وأبعاد منطقة الانكشاف ويُدك فيها بلطف بواسطة مدك. (الشكل 4). من ثم طبقت مادة MTA (الشكل 5)، ثم وضعت طبقة من الاسمنت الزجاجي ثم الراتنج المركب (Nosrat, et al., 2013) (الشكل 6). تم استدعاء جميع المريض بعد 24 ساغة لاجراء التقييم السريري والشعاعي.

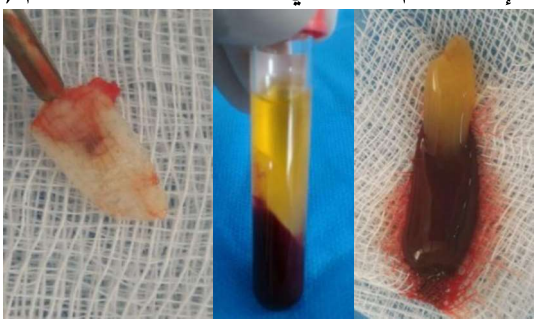
في حال وجود أعراض ألمية شديدة تتم معالجة السن بالطرق التقليدية ويستثنى السن من العينة المدروسة. خضعت جميع الحالات للمراقبة السريرية والشعاعية وفقاً للجدول الزمني المحدد (بعد 3 و6 و12 شهراً). (الشكل 7)

- مراحل العمل في المجموعة الشاهدة (MTA) فقط:

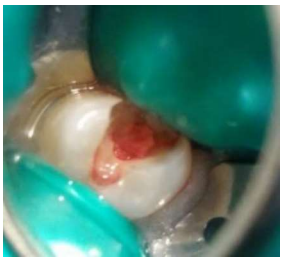
طُبقت نفس مراحل العمل المتبعة في المجموعة الرئيسية لكن دون تطبيق غشاء PRF وبدلاً من ذلك تم الاكتفاء بتطبيق مادة MTA ومن ثم طُبقت نفس المراحل اللاحقة وبنفس المتابعات الزمنية.

الشكل رقم (1): العزل وإزالة الترميم المؤقت في السن 15.

الشكل رقم (2): بتر اللب الجزئي.



الشكل رقم (3): مراحل تحضير خثرة الفيبرين.



الشكل رقم (4): تطبيق غشاء PRF

الشكل رقم (5): تطبيق مادة MTA

الشكل رقم (6): الترميم النهائي

الشكل رقم (7): صور المراقبات الشعاعية خلال 4 فترات زمنية (أ: بعد 3 أشهر، ب: بعد 6 أشهر، ت: بعد 12 شهر)

تقييم نتائج المعالجة:

الفحص السريري: طُبق اختبار اللب الكهربائي على السن السليم النظير أو المجاور للسن المعالج، وسُجلت القيمة العددية واستخدمت هذه القيمة لتحديد عتبة الاستجابة الطبيعية لدى المريض من ثمَ طُبيق الاختبار على السن المعالج وسُجلت القيمة العددية الناتجة وقورنت مع القيمة الطبيعية المسجلة سابقاً. تم إعطاء كل درجة من درجات استجابة السن لاختبار اللبّ الكهربائي في عينة البحث قيمة متزايدة تصاعدياً. (الجدول 1)

الفحص الشعاعي: تمت دراسة الصور الشعاعية حول الذروية لتحري تشكل الجسر العاجي وملاحظة التغيرات حول الذروية وسُجلت النتائج بعد (3 و6 و12 شهراً) لكل سن من الأسنان المدروسة في عينة البحث. وقد تم إعطاء كل درجة من درجات تشكّل الجسر العاجي في عينة البحث قيمة متزايدة تصاعدياً. (الجدول 1)

الجدول رقم (1): يبين الدرجات المعتمدة لكل من استجابة السن لاختبار اللبّ الكهربائي وتشكّل الجسر العاجي شعاعياً المعتمدة في عينة البحث والقيم الموافقة المعطاة لكل درجة.

درجة استجابة السن لاختبار اللبّ الكهربائي	درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً	القيمة الموافقة المعطاة
عدم استجابة اللبّ للكهرباء	لم يتشكّل جسر عاجي مع وجود آفة حول ذروية	0
عتبة استجابة اللبّ للكهرباء أخفض من الطبيعي	لم يتشكّل جسر عاجي	1
استجابة اللبّ للكهرباء طبيعية	تشكّل جسر عاجي منتظم	2
عتبة استجابة اللبّ للكهرباء أعلى من الطبيعي	تشكّل جسر عاجي غير منتظم و/أو تكلّسات منتشرة	3

1.4 **النتائج:**

1. دراسة درجة استجابة السن لاختبار اللبّ الكهربائي:

- تم إجراء اختبار **Mann–Whitney U** لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة استجابة السن لاختبار اللبّ الكهربائي بين المجموعتين التجريبية والشاهدة في عينة البحث، وذلك وفقاً للفترة الزمنية المدروسة كما يلي:

الجدول رقم (2): يبين نتائج اختبار Mann–Whitney U لدراسة دلالة الفروق درجة استجابة السن لاختبار اللبّ الكهربائي بين المجوعتين الشاهدة والتجريبية في عينة البحث، وذلك وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

المتغير المدروس = درجة استجابة السن لاختبار اللبّ الكهربائي						
الفترة الزمنية المدروسة	*طريقة المعالجة المتبعة*	عدد الأسنان	متوسط الرتب	قيمة U	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
قبل المعالجة	تطبيق أغشية PRF مع مادة MTA	9	9.00	36.0	0.647	لا توجد فروق دالة
	تطبيق مادة MTA فقط	9	10.00			
بعد ثلاثة أشهر	تطبيق أغشية PRF مع مادة MTA	9	10.00	36.0	0.638	لا توجد فروق دالة
	تطبيق مادة MTA فقط	9	9.00			
بعد ستة أشهر	تطبيق أغشية PRF مع مادة MTA	9	10.50	31.5	0.331	لا توجد فروق دالة
	تطبيق مادة MTA فقط	9	8.50			
بعد سنة واحدة	تطبيق أغشية PRF مع مادة MTA	9	10.00	36.0	0.539	لا توجد فروق دالة
	تطبيق مادة MTA فقط	9	9.00			

ي ُلاحظ في الجدول أعلاه أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات درجة استجابة السن لاختبار اللبّ الكهربائي بين المجموعتين المدروستين مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة.

- تم إجراء اختبار **Friedman** لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة استجابة السن لاختبار اللبّ الكهربائي بين الفترات الزمنية المدروسة (قبل المعالجة، بعد 3 و6 و12 شهراً) في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة كما يلي:

الجدول رقم (3): يبين نتائج اختبار Friedman لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة استجابة السن لاختبار اللبّ الكهربائي بين الفترات الزمنية المدروسة في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة.

المتغير المدروس = درجة استجابة السن لاختبار اللبّ الكهربائي					
طريقة المعالجة المتبعة	الفترة الزمنية المدروسة	متوسط الرتب	قيمة كاي مربع	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
تطبيق أغشية PRF مع مادة MTA	قبل المعالجة	2.00	8.077	0.044	توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أشهر	2.44			
	بعد ستة أشهر	2.67			
	بعد سنة واحدة	2.89			
تطبيق مادة MTA فقط	قبل المعالجة	2.39	6.000	0.112	لا توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أشهر	2.39			
	بعد ستة أشهر	2.39			
	بعد سنة واحدة	2.83			

يُلاحظ في الجدول السابق أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في درجة استجابة السن لاختبار اللبّ الكهربائي بين الفترات المدروسة. أما بالنسبة للمجموعة التجريبية فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي توجد فروق ذات دلالة إحصائية في درجة استجابة السن لاختبار اللبّ الكهربائي بين اثنتين على الأقل من الفترات الزمنية الأربع المدروسة.

- لمعرفة أي الفترات الزمنية تختلف عن الأخريات في درجة استجابة السن لاختبار اللبّ الكهربائي تم إجراء اختبار **Wilcoxon** للرتب ذات الإشارة الجبرية لدراسة دلالة الفروق الثنائية بين الفترات الزمنية الأربع في المجموعة التجريبية:

الجدول رقم (4): يبين نتائج اختبار Wilcoxon لدراسة دلالة الفروق الثنائية بين الفترات الزمنية المدروسة في المجموعة التجريبية.

المتغير المدروس = درجة استجابة السن لاختبار اللبّ الكهربائي					
طريقة المعالجة المتبعة	الفترة الزمنية (أ)	الفترة الزمنية (ب)	قيمة Z	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
تطبيق أغشية PRF مع مادة MTA	قبل المعالجة	بعد ثلاثة أشهر	-1.414	0.157	لا توجد فروق دالة
		بعد ستة أشهر	-1.732	0.083	لا توجد فروق دالة
		بعد سنة واحدة	-2.000	0.046	توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أشهر	بعد ستة أشهر	-1.000	0.317	لا توجد فروق دالة
		بعد سنة واحدة	-1.414	0.157	لا توجد فروق دالة
	بعد ستة أشهر	بعد سنة واحدة	-1.000	0.317	لا توجد فروق دالة

من الجدول السابق نلاحظ عند المقارنة بين تكرارات درجة استجابة السن لاختبار اللبّ الكهربائي بين الفترتين الزمنيتين (قبل المعالجة، بعد 12 شهر) وجود فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية بين هاتين الفترتين، وبدراسة قيم متوسطات الرتب نستنتج أن درجة استجابة السن لاختبار اللبّ الكهربائي بعد سنة واحدة كانت أعلى منها قبل المعالجة في المجموعة التجريبية. أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية لا توجد فروق ذات دلالة بين الفترات الزمنية المعنية في المجموعة التجريبية.

2. دراسة درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً:

- تم إجراء اختبار **Mann–Whitney U** لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً بين المجموعتين التجريبية والشاهدة، وذلك وفقاً للفترة الزمنية المدروسة كما يلي:

الجدول رقم (5): يبين نتائج اختبار Mann–Whitney U لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً بين المجوعتين التجريبية والشاهدة، وذلك وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

المتغير المدروس = درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً						
الفترة الزمنية المدروسة	طريقة المعالجة المتبعة	عدد الأسنان	متوسط الرتب	قيمة U	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
قبل المعالجة	تطبيق أغشية PRF مع مادة MTA	9	9.50	40.5	1.000	لا توجد فروق دالة
	تطبيق مادة MTA فقط	9	9.50			
بعد ثلاثة أشهر	تطبيق أغشية PRF مع مادة MTA	9	11.00	27.0	0.169	لا توجد فروق دالة
	تطبيق مادة MTA فقط	9	8.00			
بعد ستة أشهر	تطبيق أغشية PRF مع مادة MTA	9	10.28	33.5	0.491	لا توجد فروق دالة
	تطبيق مادة MTA فقط	9	8.72			
بعد سنة واحدة	تطبيق أغشية PRF مع مادة MTA	9	11.06	26.5	0.180	لا توجد فروق دالة
	تطبيق مادة MTA فقط	9	7.94			

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً المجموعتين التجريبية والشاهدة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة.

- تم إجراء اختبار **Friedman** لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً بين الفترات الزمنية الأربع المدروسة في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة كما يلي:

الجدول رقم (6) يبين نتائج اختبار Friedman لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً بين الفترات الزمنية المدروسة في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة.

المتغير المدروس = درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً					
طريقة المعالجة المتبعة	الفترة الزمنية المدروسة	متوسط الرتب	قيمة كاي مربع	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
تطبيق أغشية PRF مع مادة MTA	قبل المعالجة	1.28	20.063	0.000	**توجد فروق دالة**
	بعد ثلاثة أشهر	2.28			
	بعد ستة أشهر	3.06			
	بعد سنة واحدة	3.39			
تطبيق مادة MTA فقط	قبل المعالجة	1.56	17.717	0.001	**توجد فروق دالة**
	بعد ثلاثة أشهر	2.11			
	بعد ستة أشهر	3.17			
	بعد سنة واحدة	3.17			

يُلاحظ في 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 درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً بين اثنتين على الأقل من الفترات الزمنية الأربع المدروسة) وذلك في كلا مجموعتي البحث.

- لمعرفة أي الفترات الزمنية تختلف عن الأخريات في درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً تم إجراء اختبار **Wilcoxon** للرتب ذات الإشارة الجبرية لدراسة دلالة الفروق الثنائية بين الفترات الزمنية الأربع المدروسة:

الجدول رقم (7): يبين نتائج اختبار Wilcoxon للرتب ذات الإشارة الجبرية لدراسة دلالة الفروق الثنائية بين الفترات الزمنية المدروسة:

المتغير المدروس = درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً					
طريقة المعالجة المتبعة	الفترة الزمنية (أ)	الفترة الزمنية (ب)	قيمة Z	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
تطبيق أغشية PRF مع مادة MTA	قبل المعالجة	بعد ثلاثة أشهر	-2.449	0.014	توجد فروق دالة
		بعد ستة أشهر	-2.598	0.009	توجد فروق دالة
		بعد سنة واحدة	-2.598	0.009	توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أشهر	بعد ستة أشهر	-1.890	0.059	لا توجد فروق دالة
		بعد سنة واحدة	-2.333	0.020	توجد فروق دالة
	بعد ستة أشهر	بعد سنة واحدة	-1.414	0.157	لا توجد فروق دالة
تطبيق مادة MTA فقط	قبل المعالجة	بعد ثلاثة أشهر	-1.732	0.083	لا توجد فروق دالة
		بعد ستة أشهر	-2.460	0.014	توجد فروق دالة
		بعد سنة واحدة	-2.460	0.014	توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أشهر	بعد ستة أشهر	-2.121	0.034	توجد فروق دالة
		بعد سنة واحدة	-2.121	0.034	توجد فروق دالة
	بعد ستة أشهر	بعد سنة واحدة	0	1.000	لا توجد فروق دالة

يُلاحظ في الجدول السابق عند المقارنة في تكرارات درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً بين الفترة الزمنية (قبل المعالجة) وكل من الفترات الزمنية (بعد 3 و6 و12 شهراً) ، وعند المقارنة بين الفترتين الزمنيتين (بعد 3 و12 شهراً) في المجموعة التجريبية، وكذلك عند المقارنة في تكرارات درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً بين كل من الفترتين الزمنيتين (قبل المعالجة، بعد 3 أشهر) وكل من الفترتين الزمنيتين (بعد 6 و12 شهراً) على حدة في المجموعة الشاهدة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في تكرارات درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً بين الفترات الزمنية المذكورة في عينة البحث. وبدراسة قيم متوسطات الرتب نستنتج أن درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً في كل من الفترات الزمنية (بعد 3 و6 و12 شهراً) كانت أعلى منها قبل المعالجة، وأن درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً بعد سنة واحدة كانت أعلى منها بعد 3 أشهر في المجموعة التجريبية، وكذلك أن درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً بعد ستة أشهر وبعد سنة واحدة كانت أعلى منها قبل المعالجة وبعد ثلاثة أشهر في المجموعة الشاهدة. أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات درجة تشكّل الجسر العاجي شعاعياً بين الفترات الزمنية المعنية في عينة البحث.

1.5 المناقشة:

تناولت الدراسة الحالية معالجة الأسنان الدائمة مكتملة التطور وكان الخيار العلاجي في تدبير هذه الحالات إجراء بتر اللب بدلاً من استئصاله؛ حيث أن اللب الحي يملك القدرة على تأدية العديد من الوظائف الهامة مثل تشكيل العاج وتأمين الامداد الغذائي للسن والوظيفة الدفاعية وامتلاكه قدرة تجددية فريدة من نوعها.(Solomon, et al., 2015) فقد أظهرت نتائج المراقبات السريرية والشعاعية بأنَ بتر اللب يمكن أن يكون بديلاً لاستئصال اللب الكامل حتى في حال إصابته بالتهاب غير ردود (Asgary & Eghbal, 2010)، حيث أن الخلايا الموجودة في اللب الذي تم تشخيص اصابته سريرياً بالالتهاب قد لا يزال لديها إمكانيات مماثلة لخلايا اللب السليمة وبالتالي قد تكون مصدراً لتجدد اللب الذاتي وبالتالي فمن المفيد الحفاظ على حيوية اللب بدلاً من استبداله بالمواد الحاشية للجذر الخاملة. (Solomon, et al., 2015) وبسبب احتمال اندخال قطع من العاج المؤوف في اللب أثناء تحضير الحفرة والتي تعتبر كنواة مسببة لالتهاب (Hørsted-Bindslev &

(Bergenholtz, 2010 ونظراً لأن الانكشاف اللبي قد حدثت بشكل عرضي أثناء التحضير والأسنان كانت خالية من الأعراض قبل وبعد حدوث الانكشاف فقد قمنا بإزالة بضع ملليمترات من اللب في منطقة الانكشاف وإجراء بتر اللب الجزئي بدلاً من البتر الكامل.

طُرحت العديد من المواد التي اقترح استخدمها كمادة مغطية بعد البتر اللبي؛ منها ماءات الكالسيوم واسمنت MTA ولكن مع التطورات الحديثة في علم المواد أظهرت الدراسات الحديثة وجود عيوب مرتبطة بتطبيق هذه المواد إضافة للسمية الخلوية للمواد المختلفة المستخدمة في التغطية اللبية عند وضعها بتماس مباشر مع اللب. (Prasanthi, et al., 2018) بالتالي هناك حاجة مستمرة إلى تطوير مواد ذاتية المنشأ حيوية لتحييد الآثار الجانبية لهذه المواد وللحد من الالتهاب اللبي وتشجيع الشفاء بشكل أسرع. الفيبرين الغني بالصفيحات PRF أو ما يدعى بالجيل الثاني من مركزات الصفيحات الدموية الذي قدمه Choukroun وزملاؤه يحمل العديد من المزايا والتي تشمل سهولة التحضير والافتقار للمعالجة الكيميائية الحيوية للدم مما يجعل هذا المستحضر ذاتيًا بشكل كامل. (Choukroun, et al., 2001) يتكون PRF من قالب من ألياف الفيبرين ويحوي على كمية كبيرة من السيتوكينات وعوامل النمو والصفيحات والكريات البيض، (Sunitha Raja, et al., 2008) حيث تلعب عوامل النمو دورًا محوريًا في توجيه مراحل تشكل الأنسجة وإصلاحها في المركب اللبي العاجي كما تقوم بتوجيه العديد من الأحداث الرئيسية في تشكل الأسنان وتمايزها كما أن إعادة تمثيل هذه العمليات تسمح بتجدد الأنسجة.(Smith, 2003)

أظهرت الدراسات المطبقة على اسمنت MTA أنه متقبل حيوياً بشكل جيد، وله قدرة ممتازة على الختم، ويُحفز الشفاء في النسج اللبية، لكن عند بداية مزجه يُظهر ارتفاعاً في السمية الخلوية ويمكن أن يعود ذلك إلى ارتفاع درجة الحموضة (Asgary & Eghbal , 2010). لذلك قمنا في هذه الدراسة بفصل MTA عن النسيج اللبي بغشاء PRF للاستفادة من خصائص كلا المركبين؛ حيث يقوم MTA بتأمين الختم المحكم بصرف النظر عن وجود الرطوبة لأنه محب للماء ويحتاج للرطوبة لإتمام تفاعل التصلب وهي ميزة مناسبة عندما يكون هناك احتمال لحدوث تلوث بالرطوبة في بيئة العمل السريرية (Gancedo-Caravia & Garcia-Barbero, 2006). وتم تحضير PRF بالشكل الغشائي حيث أن زمن المعالجة باستخدام الغشاء أقل مقارنة من الشكل الهلامي وأكثر سهولة في التطبيق ويمتلك معدل نجاح مماثل للشكل الهلامي. (Santhakumar, et al., 2018)

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن جميع الأسنان المدروسة في كلا المجموعتين كانت خالية من الأعراض واستجابت بشكل إيجابي لاختبار الحيوية الكهربائي خلال جميع فترات المتابعة (3-6-12شهراً)، كما بين الفحص الشعاعي غياب الإمراضية حول الذروية مع تشكل الجسر العاجي في جميع العينات المدروسة لكلا المجموعتين إلا أن سرعة التشكل في المجموعة التجريبية كانت أفضل منها في المجموعة الشاهدة.

يمكن أن تعزى النتائج السابقة أولاً: إلى حالة النسيج اللبي حيث أشارات الدراسات إلى وجود اختلاف في نسبة نجاح المعالجات بين اللب المنكشف بسبب رضي والمنكشف نتيجة النخر. فمثلا وجد Al-Hiyasat وزملاؤه أن التغطية المباشرة للب المنكشف نتيجة الرض كان ناجحة في 92 ٪ من المعالجات بعد متابعة لمدة 3 سنوات بينما كانت 33٪ فقط في الانكشافات الناتجة عن النخر (Al-Hiyasat, et al., 2006). احتمال سبب فشل المعالجة في الحالة الأخيرة قد يكون اندخال قطع من العاج المصاب في اللب أثناء تحضير الحفرة والتي تعتبر كنواة مسببة لالتهاب غير ردود (Hørsted-Bindslev & Bergenholtz, 2010). وقد اقترح أن إزالة بضع ملليمترات من اللب (بتر اللب الجزئي) قد يزيد من فرص الشفاء وهذا ما تم إنجازه في دراستنا. ثانياً: إلى دور المواد المطبقة في التغطية النسيج اللبي بعد البتر؛ حيث ذكر Hiremath وزملاؤه لأول مرة التطبيق الناجح لمعالجة سن دائم ناضج مصاب بالتهاب لبي غير ردود باستخدام PRF كمادة في بتر للب. (Hiremath, et al., 2012) من ثم ظهرت تقارير الحالات (Pathak, et al., 2014) (Solomon, et al., 2015) (Prasanthi, et al., 2018) وبعض البحوث السريرية والنسيجية (Keswani, et al., 2014) (Kumar, et al.,

(Tabatabayi, et al., 2017) (Patidar, et al., 2017) 2016) التي أشارت إلى الدور المحتمل لتطبيق PRF كمادة مغطية للب السني في الأسنان المؤقتة والدائمة الفتية أو مكتملة التطور مهما كانت حالة النسيج اللبي.

تتفق نتائج الدراسة الحالية مع دراسة Keswani وزملاؤه 2014 من حيث عدم وجود فروق هامة بين تطبيق PRF وMTA في بتر اللب من حيث النجاح السريري في المحافظة على حيوية اللب السني. في حين تختلف من حيث النتائج الشعاعية حيث لم يقوموا بتقييم تشكل الجسر العاجي وتم التقييم الشعاعي بمراقبة اكتمال تطور الجذر والانغلاق الذروي حيث ان العينة المدروسة كانت من الأسنان الدائمة الفتية مفتوحة الذرى، لكن خلصوا على إمكانية استخدام PRF كبديل حيوي واقتصادي مناسب لـ MTA في إجراءات بتر اللب للأسنان الدائمة غير مكتملة التطور. (Keswani, et al., 2014)

تتفق نتائج دراستنا الحالية مع نتائج دراسة Kumar وزملاؤه 2016 حيث لم يجدوا اختلاف بين تطبيقPRF وMTA من حيث النتائج السريرية والشعاعية، لكن تختلف نتائج الدراسة الحالية عن نتائج دراستهم من حيث نسب النجاح؛ حيث وجدوا ان نسبة النجاح السريرية بلغت 85.4٪ ومعدل النجاح الشعاعي الكلي في دراستهم كان أقل بكثير حيث بلغ 39.6٪ بعد 12 شهرًا. (Kumar, et al., 2016) يمكن أن يعزى سبب الاختلاف إلى الحالة اللبية للعينات المدروسة وطريقة المعالجة المتبعة؛ ففي دراستنا كان اللب السني سليماً وتعرض للانكشاف بشكل عرضي في حين كانت الأسنان التي تناولتها دراستهم الأسنان المصابة بالنخر مع وجود أعراض تشير لالتهاب لب غير ردود حيث تعتبر حالة اللب قبل المعالجة عاملاً رئيساً أيضًا في تحديد معدل نجاح هذه التقنية (Ward, 2002) إضافة لذلك فقد قاموا بمعالجة الأسنان ببتر اللب الكامل في حين قمنا ببتر اللب بشكل جزئي فقط في مناطق الانكشاف حيث أن واحدة من مزايا بتر اللب الجزئي بالمقارنة مع ببتر اللب الكامل هو الحفاظ على النسج اللبية التاجية الغنية بالخلايا حيث يمتلك هذا النسيج إمكانات أفضل للشفاء ويمكن أن تحافظ على عملية تشكل العاج الفيزيولوجية في المنطقة التاجية من اللب (Fong & Davis, 2002)، إضافة لذلك تسمح باختبار حيوية اللب السني بفاحص اللب الكهربائي.

كما وتتفق نتائج دراستنا مع نتائج دراسة Patidar وزملاؤه 2017 حيث وجدوا ايضاً أن كلاً من PRF و MTA قد أظهرا نتائج سريرية وشعاعية متشابهة وجيدة؛ فقد بلغت نسبة النجاح العام لمجموعة PRF (90٪) بينما كان بالنسبة لمجموعة MTA (92٪) بعد 6 أشهر من المتابعة، أما انخفاض نسب النجاح في دراستهم مقارنة بدراستنا فيمكن أن يعزى إلى اختلاف نوع الأسنان التي طُبقت عليها المعالجة؛ حيث كانت العينات المدروسة لديهم من الأسنان المؤقتة والتي قد تخضع للامتصاص الفيزيولوجي أثناء فترات المتابعة إضافة لذلك فقد لوحظ امتصاص داخلي في بعض العينات المدروسة في مجموعة MTA قد يعزى السبب للقلوية العالية لاسمنت MTA حيث لا يمكن استبعاد إمكانية الاستجابة المبالغ فيها للب وقد يؤدي الإفراط في التحفيز الناجم عن القلوية العالية إلى حدوث اضطرابات نسيجية داخل اللب يتظاهر بتشكل كاسرات العاج مما أدى لانخفاض نسب النجاح(Patidar, et al., 2017).

كما تتفق نتائج دراسة Tabatabayi وزملاؤه 2017 مع نتائج دراستنا الحالية، حيث قاموا بتقييم القدرة التجددية لـ PRF كمادة مغطية بعد بتر اللب نسيجياً لدى أسنان الكلاب ووجدوا أن الجسر العاجي قد تشكل في جميع العينات المدروسة. لكن جميع العينات التي تناولتها دراستنا لم تظهر أية أعراض سريرية على حدوث التهاب لبي ردود أو غير ردود في حين وجدوا بأن الالتهاب قد حدث بدرجة خفيفة إلى متوسطة في الأنسجة اللبية المغطاة بـ PRF يمكن أن يعود ذلك إلى تركيبه حيث يحوي شبكة كثيفة من ألياف الفيبرين والكريات البيض والسيتوكينات والبروتينات السكرية وعوامل النمو؛ حيث تقوم الكريات البيض بتحرير عوامل النمو التي تلعب دورا حاسماً في توجيه عمليات التشكل والإصلاح في المركب اللبي وأيضاً لها نشاط مضاد للإنتان وهذا ما يفسر والوجود النسبي للالتهاب في النسيج اللبي بعد تطبيق PRF (Tabatabayi, et al., 2017)

1.6 الاستنتاجات والتوصيات:

بناءً على النتائج التي توصلت إليها الدراسة الحالية يمكن أن نستنتج أن PRF يمكن استخدامه بنجاح كمادة مناسبة في بتر اللب الأسنان الدائمة مكتملة التطور في حال إنكشاف اللب بشكل عرضي أثناء التحضير. لكن من الضروري إجراء المزيد من الدراسات مع عدد أكبر من الأسنان ولفترت مراقبة أطول وربطها بدراسات نسيجية تتناول تطبيق PRF لمعرفة التأثير الدقيق له على اللب السني عند تعرضه لإصابات مرضية.

1.7 المراجع:

1- Asgary, S. & Eghbal, M., (2010). A Clinical Trial of Pulpotomy vs. Root Canal Therapy of Mature Molars. *Journal of dental research,* 89(10):1080-1085.

2- AAE,(2015). Available at Online: http://www.aae.org/guidelines/.

3- Aguilar P, L. P., (2011). Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariouslyexposed pulp: A systematic review. *J Endod*, 581–7.

4- Al-Hiyasat, A., Barrieshi-Nusair, K. & Al-Omari , M., (2006). Theradiographic outcomes of direct pulp-capping procedures performed by dental students. A retrospective study. *J Am Dent Assoc,* 137:1699–1705.

5- Asgary, S., Eghbal, MJ; Parirokh, M; Ghanavati, F; RahiMI., (2008). The Properties of a New Endodontic Material. *J Endod,* 34:990-993.

6- Asgary, S., Eghbal, . M., Parirokh , M. & Ghoddusi, J., (2009). Effect of two storage solutions on surface topography of two root-end fillings.. *Aust Endod J,* 35: 147-152.

7- Asgary, S. & Eghbal , M., (2010). A clinical trial of pulpotomy vs. root canal therapy of mature molars. *Journal of Dental Research,* 89,10:80–5.

8- Asgary, S. et al., (2008). A comparative study of histologic response to different pulp capping materials and a novel endodontic cement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,* 5: 609-614.

9- Bansal R, Jain A, (2015). Current overview on dental stem cells applications in regenerative dentistry. HYPERLINK "https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4367063/" *J Nat Sci Biol Med* . 6(1): 29–34.

10- Barrieshi-Nusair , K. & Qudeimat , M., (2006). A prospective clinical study of mineral trioxide aggregate for partial pulpotomy in cariously exposed permanent teeth.. *J Endod,* 32: 731-735.

11- Chang , S., (2012). Chemical characteristics of mineral trioxide aggregate and its hydration reaction. *Restor Dent Endod,* 37:188-193.

12- Choukroun, J., Adda, F., Schoeffler, C. & Vervelle , A., (2001). An opportunity in perio-implantology: the PRF. *Implantodontie*, 42: 55-62.

13- Eghbal, . M. et al., (2009). MTA pulpotomy of human permanent molars with irreversible pulpitis. *Aust Endod J,* 35: 4-8.

14- Fong, C. & Davis, M., (2002). Partial pulpotomy for immature permanent teeth, its present and future. *Pediatr Dent,* 24: 29-32.

15- Fuks, A., (2013). Pediatric Dentistry: Infancy Through Adolescence. In: *Pulp therapy for the primary dentition.* 5th ed. St. Louis, Mo: Elsevier Saunders Co, 331-51.

16- Gancedo-Caravia, L. & Garcia-Barbero, E., (2006). Influence of humidity and setting time on the push-out strength of mineral trioxide aggregate obturations. *Journal of Endodontics,* 32: 894–6.

17- Glossary of Endodontic Terms, 8th edition. Chicago: American Association of Endodontists, , (2012). . *Available from http://www.nxtbook.com/nxtbooks/aae/endodonticglossary/index.php.* [Online].

18- Hiremath, H., Saikalyan, K., Kulkarni , S. & Hiremath, V., (2012). Second-generation platelet concentrate (PRF) as a pulpotomy medicament in a permanent molar with pulpitis: A case report. International Endodontic Journal, 45: 105-112.

19- Hørsted-Bindslev, P. & Bergenholtz, G., (2010). Treatment of vital pulp conditions. In: *Textbook of Endodontology.* 47–72.

20- Hotwani K, S. K., (2014). Platelet rich fibrin - a novel acumen into regenerative endodontic therapy. *Restor Dent Endod*, 1: 1-6.

21- Huang, F., Yang, S., Zhao, J. & Chang , Y., (2010). Platelet-rich fibrin increases proliferation and differentiation of human dental pulp cells.. *J Endod,* 36:628-32.

22- Keswani, D. & Pandey, R., (2013). Revascularization of an immature tooth with a necrotic pulp using platelet-rich fibrin: a case report. *Int Endod J,* 46: 1096-1104..

23- Keswani, D., Pandey, R. K., Ansari, A. & Gupta, S., (2014). Comparative Evaluation of Platelet-rich Fibrin and Mineral Trioxide Aggregate as Pulpotomy Agents in Permanent Teeth with Incomplete Root Development: A Randomized Controlled Trial. *JOE,* 40(5):599–605.

24- Kumar, V. et al., (2016). Comparative evaluation of platelet-rich fibrin, mineral trioxide aggregate, and calcium hydroxide as pulpotomy agents in permanent molars with irreversible pulpitis: A randomized controlled trial. *Contemp Clin Dent,* 7(4): 512–518.

25- Narang I, Mittal N., Mishra N., (2015). A comparative evaluation of the blood clot, platelet-rich plasma, and platelet-rich fibrin in regeneration of necrotic immature permanent teeth: A clinical study. *Contemp Clin Dent* , 6: 63-68.

26- Nosrat , I. & Nosrat, C., (1998). Reparative hard tissue formation following calcium hydroxide application after partial pulpotomy in cariously exposed pulps of permanent teeth. *Int Endod J,* 31 :221-226.

27- Nosrat, A., Peimani, A. & Asgary, S., (2013). A preliminary report on histological outcome of pulpotomy with endodontic biomaterials vs calcium hydroxide. *RDE,* 38(4):227-233.

28- Nosrat, A., Seifi, A. & Asgary, S., (2011). Regenerative endodontic treatment (revascularization) for necrotic immature permanent molars: a review and report of two cases with a new biomaterial. *J Endod,* 37:562-567.

29- Parirokh, M. & Torabinejad , M., (2010). Mineral trioxide aggregate: A comprehensive literature review – Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J Endod,* Issue 36:400-13.

30- Pathak, S., Bansode, B. & Ahire, C. (2014). PRF as a pulpotomy medicament in a permanent molar with pulp. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences,* 10(13):05-09.

31- Patidar, S., Kalra, K., Khatri, A. & Tyagi, R., (2017). Clinical and radiographic comparison of platelet-rich fibrin and mineral trioxide aggregate as pulpotomy agents in primary molars. *J Indian Soc Pedod Prev Dent,* 35:367-73.

32- Prasanthi, N., Simpsy, G. S., Chittem, J. & Sajjan, G. S., (2018). Biological Approach in the Management of Permanent Molars with Irreversible Pulpitis Using Platelet-Rich Fibrin as a Pulpotomy Medicament: Case Reports with 2-Year Follow Up. *Journal of Interdisciplinary Dentistry,* 8(1): 30-34.

33- Rudagi, K. & Rudagi, B., (2012). One-step apexification in immature tooth using grey mineral trioxide aggregate as an apical barrier and autologus platelet rich fibrin membrane as an internal matrix. *J Conserv Dent,* 15: 196-199.

34- Santhakumar, M., Yayathi, S. & Retnakumari, N., (2018). A clinicoradiographic comparison of the effects of platelet-rich fibrin gel and platelet-rich fibrin membrane as scaffolds in the apexification treatment of young permanent teeth.. *J Indian Soc Pedod Prev Dent,* 36: 65-70.

35- Sarkar , . N. et al., (2005). Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod,* 31: 97-100.

36- Sharma , V., Sharma, S., Dudeja, P. & Grover, S., (2016). Endodontic management of nonvital permanent teeth having immature roots with one step apexification, using mineral trioxide aggregate apical plug and autogenous platelet-rich fibrin membrane as an internal matrix: Case series. *Contemp Clin Dent,* 7: 67-70.

37- Shivashankar , VY; Johns, DA; Maroli, RK; Sekar, M; Chandrasekaran, R; Karthikeyan, S; Renganathan, SK, (2017) . Comparison of the Effect of PRP, PRF and Induced Bleeding inthe Revascularization of Teethwith Necrotic Pulp and Open Apex: A Triple Blind Randomized Clinical Trial. *J Clin Diagn Res,* 6: 34-39.

38- Shivashankar VY, Johns AD, Vidyanath S, Kumar M, (2012). apex, Platelet Rich Fibrin in the revitalization of tooth with necrotic pulp and open.] 4:395-8..

39- Smith, . A., (2003). Vitality of the dentin–pulp complex in health and disease: growth factors as key mediators.. *Journal of Dental Education,* 67:678–89.

40- Solomon, R. V. et al., (2015). Coronal Pulpotomy Technique Analysis as an Alternative to Pulpectomy for Preserving the Tooth Vitality, in the Context of Tissue Regeneration: A Correlated Clinical Study across 4 Adult Permanent Molars. *Case Rep Dent,* 2015:1-12.

41- Sunitha Raja, V., Munirathnam Naidu , E. (2008). Platelet-rich fibrin: evolution of a second-generation platelet concentrate.. *Indian Journal of Dental Research,* 19:42–6.

42- Tabatabayi, M. H., Tavakoli2, A. & Ameghani, B. A., (2017). Regenerative property of PRF used as capping material in pulpotomy in dogs. *Biomedical Research,* 28(10):4634-4639.

43- Torabinejad, M., Hong, C., McDonald, F. & Pitt Ford, T., (1995). Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* ,21: 349-353..

44- Ward, J., (2002). Vital pulp therapy in cariously exposed permanent teeth and its limitations. *Aust Endod J,* 28:29–37.

45- Witherspoon, . D., (2008). Vital pulp therapy with new materials: new directions and treatment perspectives–permanent teeth.. *J Endod,* 34:S25-S28.

46- Witherspoon, . D., Small, . J. & Harris , G., 2006. Mineral trioxide aggregate pulpotomies: a case series outcomes assesment. *J Am Dent Assoc,* 137: 610-618.

الحلبية، ح.، (2018).*مداواة الأسنان اللبية* .حماة: منشورات جامعة حماة.

شكر وتقدير:

أتوجه بكامل الشكر والتقدير والاحترام

للأستاذ الدكتور حسان الحلبية

رئيس قسم مداواة الأسنان وعميد كلية طب الأسنان في جامعة حماة لتكرمه على الإشراف على سير هذا البحث.

كذلك أتوجه بالشكر الجزيل إلى كل من ساهم ومد يد العون لإكمال هذا البحث العلمي.