استخدام الليزر في كشف الكسور العمودية لجذور الأسنان عبر جهاز Diagnodent «دراسـة مخبريـة»

هبة عودة* عمر حمادة**

الملخص

خلفية البحث وهدفه: يؤلّف تشخيص الشقوق والكسور الجذرية العمودية، تحدياً لطبيب الأسنان، تستخدم طرائق عدّة للكشف عنها، ولكنَّ معظمها غير كافية لتحديد الشقوق أو الكسور الجذرية غير المكتملة. هدفت دراستنا إلى تقييم فعالية جهاز (DIAGNOdent pen, Kavo, Germany) بوصفه جهازاً كاشفاً للكسور العمودية لجذور الأسنان مخبرياً.

مواد البحث وطرائقه: بلغت عينة الدراسة (35) سناً بشرية مقلوعة وحيدة الجذر، قسّمت إلى مجموعتين، وشكّلت كسور جذرية عمودية في إحدى المجموعتين، ومن ثم نظّفت الأسنان جيداً من القلح أو أي ترسبات أخرى، والتأكد من ذلك بفحص الأسنان بالمجهر الضوئي، وفحصت كلتا المجموعتين من الأسنان بجهاز DIAGNOdene pen قبل تلوينها بمحلول أزرق الميتلين وبعده، ثم جرى التعبير عن القيم المسجلة بجهازDIAGNOdent pen عبر اختبار التباين أحادي الجانب ANOVA واختبارPost Hoc.

النتائج: أظهرت نتائج تحليل التباين أحادي الجانب أنَّ قيمة P value أصغر من مستوى المعنوية 5%، ومن ثمّ توجد فروق بين متوسطات القيم بين مجموعات الأسنان، ومن نتائج تحليل Post Hoc تبيّن عدم وجود فرق بين متوسطات القيم عند المقارنة بين مجموعتي الأسنان السليمة والمكسورة الجذر من دون تلوينها بمادة أزرق الميتلين، وقد أظهرت النتيجة أنَّ قيمة P value أكبر من مستوى المعنوية 5%، مّما يدلّ على وجود علاقة ارتباط بين قيم الجهاز ووجود المادة الصباغية (أزرق الميتلين).

الاستنتاج: أظهر جهاز DIAGNOdent pen فعاليةً جيدةً في الكشف عن الكسور الجذرية العمودية بشرط توافر كامل الشروط اللازمة من:التنظيف الجيد للأسنان– واستخدام مادة صباغية لامتصاص طول موجة الليزر– وقوة المادة الصباغية في اختراق الشقوق والكسور غير المكتملة، "وذلك مخبرياً".

كلمات مفتاحية: الكسور الجذرية العمودية، جهاز DIAGNOdent، محلول أزرق الميتلين

* مخبر الليزرات الطبية – المعهد العالي لبحوث الليزر وتطبيقاته – جامعة دمشق.

** أستاذ مساعد– قسم طب الفم – كلية طب الأسنان – جامعة دمشق.

The Use of Laser on Detection of Vertical Root Fractures by Diagnodent «In Vitro Study»

Hiba Odeh* **Omar Hamadah****

Abstract

Background & Objective: diagnosis of cracks and vertical root fractures is a challenge for dentists, several methods are used to detect them but most are not adequate for identification of incomplete fractures or cracks. The aim of this study is to evaluate the efficacy of (DIAGNOdent pen, Kavo, Germany) as a reagent for vertical root fractures in a laboratory.

Methods & Materials: The study was performed on (35 single-root extracted human teeth), divided into two groups and a vertical root fracture was formed in one of them. The teeth were thoroughly cleaned from stains, deposits and calculus and the teeth were examined with a light microscope. The teeth were examined with DIAGNOdene pen before and after staining with methylene blue solution(MB), The recorded values of the DIAGNOdent pen were expressed through the ANOVA and the Post Hoc test.

Results: The results of one-way ANOVA test showed that the P value is smaller than 5%, Therefore, there are differences between the mean values of the dental groups. The results of the Post Hoc test showed that there is no difference between the mean values when comparing between the two groups (non fractured without MB and fractured without MB), The result showed that the P value is greater than 5%, indicating a correlation between the values of the device and the presence of the dyer (blue methylene).

Conclusion: : DIAGNOdent pen has demonstrated good efficacy in detecting vertical root fractures provided that all conditions are met: good cleaning of the teeth - the use of a dyer to absorb the wavelength of the laser - the strength of the dyer to penetrate the cracks and incomplete fractures, "by laboratory".

Keywords: Vertical root fracture, DIAGNOdent, Methylene blue solution(MB).

* Medical Laser Laboratory, Higher Institute for Laser Research and Applications, Damascus University.

**Oral Medicine Department, Faculty of Dentistry, Damascus University, Medical Laser Laboratory, Higher Institute for Laser Research and Applications, Damascus University.

المقدمة:

توصف الكسور العمودية لجذور الأسنان ككسور ممتدة طولياً على الجذر[1]، وهي تحصل عادة خلال المعالجات اللبيّة للأسنان على الرغم من وجودها أحياناً في الأسنان غير المرممة[3,2]، والكسر العمودي ممكن أن يشمل كامل طول الجذر أو جزءاً منه فقط، وممكن أن يشمل جانباً واحداً، أو جانبي الجذر[5,4].

يعدّ تشخيص الكسور العمودية لجذور الأسنان من الأمور الصعبة، لأنّه غالباً تكون العلامات السريرية (تاريخ طويل من الشعور بعدم الراحة[6]، وحدوث نزف في أثناء تكثيف مواد الحشو داخل القناة الجذرية[7]، ووجود انتباج في الأنسجة الرخوة[1]، وغيرها) غير كافية لتأكيد وجود كسر جذري، كما أنَّ الأعراض والعلامات لا تظهر مباشرة بعد إنهاء المعالجة اللبيّة وإنما غالباً تظهر مؤخراً[1]، وقد أظهرت دراسة Gher ME, Dunlap RM أنَّ معدل الوقت بين إنهاء المعالجة اللبيّة وظهور الكسر العمودي للجذر يراوح بين 39 شهراً إلى 52.5 شهراً[8].

عند حدوث انفصال طرفي الكسر من الجذر، يكون الكسر الجذري مرئياً بوضوح شعاعياً[9]، وممكن أن يكون الكسر الجذري على هيئة خط عمودي شاف ممتد عبر الجذر، أو عبر حشوة الجذر[10]، كما أنَّ الكسر الجذري العمودي، يسمح بدخول الجراثيم والمهيجات المرتبطة بها، التي تسبب تخرباً موضعياً للأنسجة حول السنية وفقداناً للعظم في المكان المجاور لموقع الكسر[12,11].

ولكن من الممكن ألا يعطي السن المحتوي على كسر جذري عمودي أي دليل سريري أو شعاعي ومن ثمّ، في كثير من الحالات يكون التشخيص النهائي من الممكن إجراؤه فقط بالكشف الجراحي لسطح الجذر[1]، إمّا بإجراء رفع بسيط للأنسجة الرخوة في المكان المتوقع وجود كسرٍ فيه عبر أداة بلاستيكية، أو إذا كان هذا غير ممكن نلجأ لرفع شريحة صغيرة (miniflap) أو شريحة كاملة الثخانة[13].

فنظراً إلى عدم كفاية معظم الطرائق التشخيصية التقليدية (التشخيص السريري، والتشخيص الشعاعي، والرؤية المباشرة، والكشف الجراحي)[1]، في تحديد الكسور الجذرية وخاصةً الكسور الصغيرة غير المكتملة أو الشقوق الجذرية، بدأ التفكير بتطوير طرائق تشخيصية حديثة ذات قدرة على كشف وجود الكسر الجذري بوضوح ودقة، فلدينا تقنية التصوير المقطعي الضوئي ،وهي تقنية تصوير عالية الدقة، تسمح بالتصوير من نطاق الميكرومتر للأنسجة البيولوجية على مساحات صغيرة [15,14].

أظهرت دراسة Shemesh (دراسة مخبرية) أنَّ التصوير المقطعي الضوئي هو تقنية قوية لتقييم الكسور الجذرية العمودية، وهذه التقنية لديها القدرة على كشف وجود الكسر وتحديد موقعه أيضاً على طول الجذر[16].

كما لدينا جهاز DIAGNOdent وقد أظهرت دراسة Yuichi Kimura وزملائه عام 2009 (دراسة مخبرية) إمكانية استخدام جهاز DIAGNOdent في كشف الكسور العمودية لجذور الأسنان[17].

قُدّم جهاز DIAGNOdent من قبل شركة Kavo عام 1998 للمساعدة في تشخيص النخور الإطباقية كوسيلة متممة للتشخيص البصري والفحص الشعاعي، وأجريت عليه دراسات عدّة، نذكر منها:

دراسة Goal وزملائه عام 2009، التي قام فيها بمقارنة جهاز DIAGNOdent بالطرائق التقليدية لكشف النخور الإطباقية في أرحاء مؤقتة معدَّة للقلع[18]، ودراسة سريرية لـ Novas وزملائه عام 2009، قام فيها بمقارنة جهاز DIAGNOdent pen بالطرائق التقليدية، لكشف النخور الملاصقة[19].

المصدر الضوئي في جهاز DIAGNOdent عبارة عن ديود ليزر، يصدر ليزراً نبضياً بطول موجة 655 نانومتراً، وآلية عمله تعتمد على التألق، فعند طول موجة 655 نانومتراً (ليزر أحمر) يحدث امتصاص بواسطة فلوروفور موجود في المكون العضوي (اللا معدني) من الأنسجة السنية، ومن ثمَّ يقوم هذا الفلوروفور بإعادة إصدار الضوء، ولكن بطول موجة أكبر (التألق)[21,20].

تعتمد آلية عمل الجهاز في تشخيص الكسور الجذرية العمودية على محلول صباغي مثل أزرق الميتلين، يستخدم لامتصاص طول موجة الليزر، ومن ثمّ فإنَّ اختراق المحلول الصباغي لخطوط الكسر هو أمر ضروري[17].

وهذا ما أظهرته دراسة Yuichi Kimura ،كما أعطت آمالاً واعدةً في سبيل استخدام الجهاز سريرياً في تشخيص الكسور الجذرية العمودية من دون الحاجة للجوء إلى الطرائق التشخيصية الشعاعية أو الجراحية[17].

ومن هنا جاءت فكرة بحثنا هذا الذي هدف إلى دراسة فعالية جهاز DIAGNOdent في تشخيص الكسور العمودية لجذور الأسنان.

الهدف من البحث:

أجريت هذه الدراسة بهدف: تقييم فعالية جهاز (DIAGNOdent pen, Kavo, Germany) بوصفه جهازاً كاشفاً للكسور العمودية لجذور الأسنان مخبرياً.

مواد البحث وطرائقه:

_ مواد الدراسة: مسبر استخدم حاملاً للأسنان، وفورمالين بتركيز 10%، وأزرق الميتلين بتركيز 10%، مجهر ضوئي Axioskop 40 الموجود في المعهد العالي لبحوث الليزر وتطبيقاته، جامعة دمشق وجهاز DIAGNOdent pen من شركة Kavo الألمانية والموجود في المعهد العالي لبحوث الليزر وتطبيقاته، جامعة دمشق.

_ حجم العينة: حجم العيّنة عبارة عن 35 سناً بشريةً مقلوعةً وحيدة الجذر.

قسّمت العيّنة إلى مجموعتين:

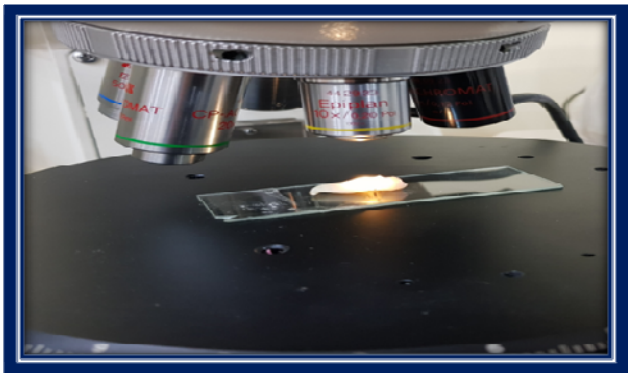
1- أسنان سليمة الجذور، خالية من أي كسر أو تصدُّع عدد (15) سناً.

2- أسنان محتوية على كسور جذرية عمودية عدد (20) سناً (الشكل 1).

الشكل (1): يُظهر عينة الأسنان البشرية المقلوعة المُعدّة للدراسة

_ طريقة العمل:

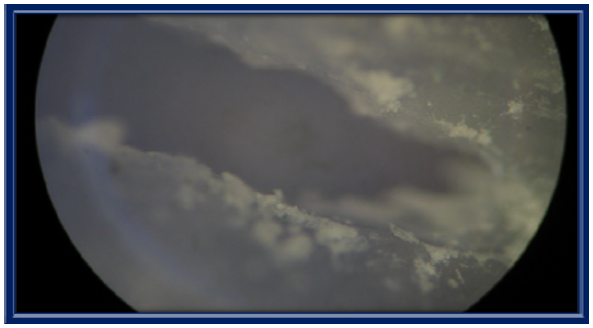
- تخزين 35 سناً بشريةً مقلوعةً وحيدة الجذر من الأسنان الأمامية والضواحك في محلول 10% فورمالين.
- تحضير الأسنان وتنظيف الجذور بأجهزة التلقيح اليدوية وفوق الصوتية.
- التأكد من غياب الشقوق والكسور أو النخور على سطح الجذور عبر المجهر الضوئي (الشكل 2).



الشكل (2): يُظهر فحص الأسنان بالمجهر الضوئي

أجري توسيع لأقنية جذور الأسنان المراد تشكيل كسور عمودية فيها بشكل زائد عبر سنابل Pezoreamer وأبقت العيّنات داخل الفورمالين خلال الدراسة.

- ثم التأكد من تشكل كسور جذرية عمودية عبر المجهر الضوئي (الشكل 3).



الشكل (3): يُظهر كسراً جذرياً عمودياً تحت المجهر الضوئي

- تحضير المحلول المستخدم وهو:
- أزرق الميتلين بتركيز 10%.
- بعدها قسمنا الأسنان عشوائياً إلى مجموعتين:
  - **المجموعة الأولى:** عبارة عن أسنان خالية من الكسور والشقوق، فحصت قبل تلوينها بمحلول أزرق الميتلين وبعده وعددها (15) سناً.
  - **المجموعة الثانية:** عبارة عن أسنان تحتوي على كسور عمودية فحصت قبل تلوينها بمحلول أزرق الميتلين وبعده وعددها (20) سناً.

بعدها قيست كل عيّنة بجهاز DIAGNOdent بواسطة الرأس الأسطواني الشكل المخصَّص للسطوح الإطباقية (الشكل 4).

الشكل (4) يُظهر جهاز DIAGNO dent pen

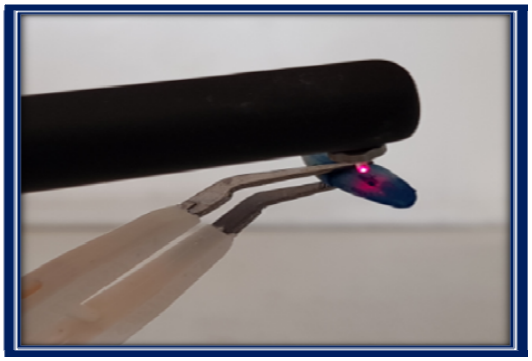
- اذ قمنا بالقياس من منطقتين من موقع الكسر، ولكنَّ المجموعة الأولى خالية من الكسور، لذلك اختيرت منطقتين عشوائياً، وقيست كل منطقة 5 مرات، ومتوسط القيم وعدّ القيمة التمثيلية لتلك المنطقة، وذلك قبل تلوينها بأزرق الميتلين (الشكل 5).

الشكل (5): يُظهر قياس الأسنان قبل تلوينها بمادة (MB)

- بعدها لوّنت كل عيّنة بمحلول أزرق الميتلين مدة دقيقة واحدة، ثم قمنا بغسلها بالماء مدة 20 ثانية وجفّفت بالهواء. الشكل (6)

الشكل (6): يُظهر تلوين الأسنان بمادة (MB)

- قيست العيّنات بعد تلوينها بأزرق الميتلين أيضاً من منطقتين من موقع الكسر، وفي المجموعة الأولى، تمّ اختيرت منطقتان عشوائياً، وقيست كل منطقة 5 مرات، وعدّ متوسط القيم القيمة التمثيلية لتلك المنطقة (الشكل 7).



الشكل (7): يُظهر قياس الأسنان بعد تلوينها بمادة (MB)

_ مكان الدراسة: المعهد العالي لبحوث الليزر وتطبيقاته.

_ الدراسة الإحصائية:

اعتمدنا على اختبار (Anova) في دراسة النتائج التي تم الحصول عليها إحصائياً، واعتمدنا على اختبار (Post Hoc) لدراسة جوهرية الفروق بين المتوسطات الحسابية بين مجموعات الأسنان عند مستوى المعنوية (5%).

النتائج:

_ وصف العينة: تألفت عيّنة البحث من 35 سناً بشريةً مقلوعةً وحيدة الجذر، قسّمت إلى مجموعتين:

- ❖ مجموعة خالية من الكسور الجذرية (15 سناً).
- ❖ مجموعة تحوي كسوراً جذريةً (20 سناً).

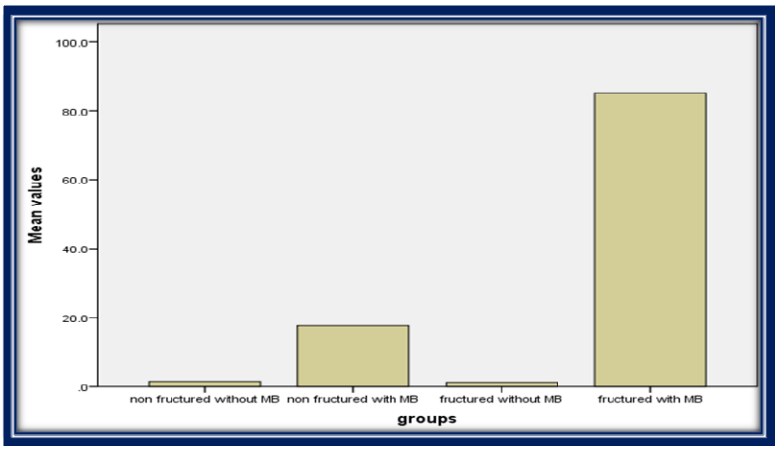
أجري على المجموعتين فحص بواسطة جهاز DIAGNOdent pen قبل تلوينها بالمادة الصباغية أزرق الميتلين وبعده، اذ فحصت كل عيّنة من موقعين 5 مرات، وحسب المتوسط الحسابي للقيم الظاهرة على شاشة الجهاز، فحصلنا على القيم الآتية (الجدول 1).

الجدول (1): يُظهر قيم قياس الأسنان بجهاز DIAGNOdent pen

رقم السن	أسنان سليمة من دون إضافة MB	أسنان سليمة مع إضافة MB	أسنان مكسورة الجذر من دون إضافة MB	أسنان مكسورة الجذر مع إضافة MB
1	3.1	11.7	2.7	90.3
2	1.1	6.8	1.2	90.2
3	1.7	22.8	0.9	94.9
4	2.4	15.4	0.6	96.3
5	1.6	30.4	2.4	92.2
6	1.6	31.7	2	92.4
7	0.6	10.6	0.6	62.1
8	1.7	13.2	0.7	85.6
9	2.2	26.9	1.9	94.5
10	1.6	25.3	0.2	88.1
11	2	18.6	0.4	82.4
12	1.1	16.1	2	74.3
13	1.3	17.2	2.6	80.6
14	1.3	8.8	1.4	70.4
15	0.4	10.4	0.9	88.8
16			0.5	74.2
17			2.7	84
18			1	84.5
19			1.6	87.4
20			0.6	89.8

_ نتائج الدراسة الإحصائية التحليلية:

أجرينا تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة الفروق بين متوسطات القيم في جهاز DIAGNOdent بين مجموعات الأسنان في عيّنة البحث. شكل (8) (الجدول 2)



الشكل (8): يُظهر نتائج اختبار ANOVA

الجدول (2): يُظهر نتائج اختبار One-way ANOVA

	Mean Square	Sig.
Between Groups	30522.935	0.000
Within Groups	36.911	
Total		

يُلاحظ من نتائج هذا الاختبار أنَّ قيمة P value تساوي (0%) وهي أصغر من مستوى المعنوية 5%، أي توجد فروق بين متوسطات القيم بين مجموعات الأسنان.

ولمعرفة أيّ المجموعات تختلف اختلافاً جوهرياً في تكرارات القيم في جهاز DIGNO dent، أجرينا اختبار Post Hoc للمقارنة الثنائية بين مجموعات الأسنان (الجدول 3)

الجدول (3): يُظهر نتائج اختبار Post Hoc

(I)groups	(J)groups	Mean Difference (I-J)	Sig.
Non fractured without MB	Non fractured with MB	-16.1467	0.000
	Fractured without MB	0.2350	0.910
	Fractured with MB	-83.5700	0.000
Non fractured with MB	Non fractured without MB	16.1467	0.000
	Fractured without MB	16.3817	0.000
	Fractured with MB	-67.4233	0.000
Fractured without MB	Non fractured without MB	-0.2350	0.910
	Non fractured with MB	-16.3817	0.000
	Fractured with MB	-83.8050	0.000
Fractured with MB	Non fractured without MB	83.5700	0.000
	Non fractured with MB	67.4233	0.000
	Fractured without MB	83.8050	0.000

- بالمقارنة بين مجموعتي الأسنان السليمة مع أزرق الميتلين ومن دونه، تبين وجود فرق بين متوسط القيم.
- بالمقارنة بين مجموعتي الأسنان مكسورة الجذر مع أزرق الميتلين ومن دونه تبيَّن أيضاً وجود فرق بين متوسط القيم.
- بالمقارنة بين مجموعتي الأسنان السليمة والمكسورة الجذر، دون إضافة أزرق الميتلين تبيَّن عدم وجود فرق بين متوسط القيم، اذ أظهرت النتيجة أنَّ قيمة $P>0.05$.
- بالمقارنة بين مجموعتي الأسنان السليمة والمكسورة الجذر مع إضافة أزرق الميتلين تبيَّن وجود فرق بين متوسط القيم.

المناقشة:

بيّنت الدراسة المقدمة فعالية جهاز DIAGNOdent pen في الكشف عن الكسور الجذرية العمودية، ولكن بتوافر شروط عدّة:

- فهناك شرطٌ أساسيٌّ لجهاز DIAGNOdent، وهو أنَّ الأسنان المراد فحصها، يجب أن تنظّف بحذر، بسبب

حساسية هذا الجهاز تجاه أيّ بقع، أو قلحٍ، أو ترسبات متوضّعة على سطح الجذر.

- المشاركة بين محلول صباغي مثل أزرق الميتلين وجهاز DAIGNOdent لزيادة حساسية هذا الجهاز، لأنَّ محلول أزرق الميتلين يملك درجة امتصاصية عالية لطول الموجة nm644، التي هي قريبة جداً من طول موجة الليزر المستخدم في جهاز DIAGNOdent (nm655).
- قوة المحلول الصباغي المستخدم في اختراق الشقوق الجذرية كلّها الصغيرة منها والكبيرة، والكسور كلّها الجذرية المكتملة منها ،وغير المكتملة.

1- مناقشة نتائج دراسة دلالة الفروق بين متوسطات القيم المعطاة بجهاز DIAGNOdent pen بين مجموعات الأسنان الأربع:

بّينت الدراسة وجود فروق دالة إحصائياً في متوسط القيم لجهاز DIAGNOdent pen بين مجموعات الأسنان في عيّنة البحث كلّها، ولابدَّ من الذكر أنَّ متوسط قراءات الجهاز في تلك المجموعات، يشير إلى ارتفاع واضح في متوسط القيم لمجموعة الأسنان المكسورة الجذر والملونة بمادة أزرق الميتلين، لتليها في الترتيب مجموعة الأسنان السليمة والخالية من الشقوق والكسور الجذرية والملونة أيضاً بمادة أزرق الميتلين لتليها مجموعتا الأسنان السليمة والمكسورة الجذر غير الملونة بمادة أزرق الميتلين، وهذا يشير إلى أهمية مادة أزرق الميتلين في آلية عمل جهاز DIAGNOdent في الكشف عن الكسور الجذرية العمودية.

2- مناقشة نتائج المقارنة بين متوسطات القيم المعطاة بجهاز DIAGNOdent pen لكل مجموعتين من مجموعات الأسنان الأربع على حدة في عيّنة البحث:

بيَّنت الدراسة وجود فروق دالة إحصائياً في متوسطات القيم لجهاز DIAGNOdent pen بين مجموعات الأسنان عند مقارنة كل مجموعتين على حدة، باستثناء المقارنة بين مجموعتي الأسنان السليمة والمكسورة الجذر غير الملونة بمادة أزرق الميتلين.

وهذا يشير إلى أنَّ حساسية جهاز DIAGNOdent في الكشف عن الكسور الجذرية العمودية منخفضة وغير كافية من دون تلوين الأسنان بمادة صباغية، مثل أزرق الميتلين.

وقد توافقت هذه النتيجة مع دراسة Yuichi Kimura وزملائه عام 2009، التي أظهرت أهمية مادة أزرق الميتلين في الكشف عن الكسور الجذرية العمودية، اذ نشرت أنَّ مادة أزرق الميتلين تستخدم أحياناً في الكشف المرئي عن الكسور الجذرية العمودية، من دون استخدام جهاز DIAGNOdent، فهي مفيدة في حالات الشقوق والكسور العاجية[17].

ومن الناحية السريرية فإنّ مادة أزرق الميتلين وعلى الرغم من طبيعتها الحمضية إلاّ أنّ استخدامها بتركيز 10^{-3}% يجعلها مناسبة للتطبيقات داخل الفموية.

فعند مشاركة محلول أزرق الميتلين مع جهاز DIAGNOdent للكشف عن الكسور الجذرية العمودية، فإنَّ تركيز 10^{-3}% لمحلول أزرق الميتلين هو تركيز كافٍ ومفيد بسبب حموضته المنخفضة، ومن ثمّ مناسب جداً للتطبيقات داخل الفموية، وهو أيضاً تركيز متعادل، وممكن تطبيقه داخل الحفرة الفموية.

اذ يمكن تطبيق هذه المادة في الميزاب اللثوي، وفي حال وجود كسر جذري سيحدث ارتشاح للمادة في خط الكسر، وذلك في حالات الأسنان المتوجة أو الحاوية على مادة

حاشية، أمّا إذا كان السن قيد المعالجة اللبية فيمكن حقن المادة داخل القناة اللبية كما في التطبيق المخبري.

ولكن أظهرت هذه الدراسة أيضاً، أنّه من الصعب على هذا المحلول الصباغي اختراق الشقوق الصغيرة والكسور الجذرية غير المكتملة، الأمر الذي يقلل من حساسية هذه التقنية وخصوصيتها في الكشف عن الكسور الجذرية العمودية، لذلك اقترحت إضافة مواد أخرى لتقليل التوتر السطحي، والسماح لمحلول أزرق الميتلين بالاختراق بسهولة للشقوق الصغيرة والكسور الجذرية غير المكتملة[17].

سعت الدراسة المذكورة للبحث في أثر هذه المواد في خصوصية محلول أزرق الميتلين، ومنها:

-Polyoxyethylene (20) Sorbitan monolaurate (Tween 20)

- polyoxyethylene(10)octylphenyl (Triton x-100)

- Sodium Lauryl sulfate (Sodium dodecyl sulfate) (SDS)

وحصلت على نتائج جيدة جداً في قدرة هذه المواد على زيادة فعالية محلول أزرق الميتلين ،وقدرته على اختراق الشقوق والكسور الجذرية غير المكتملة، علماً أنَّ هذه المواد ممكن استخدامها في سياق المعالجة اللبيّة:

- Tween 80 بتركيز 0.5% يستخدم في الإرواء ضمن المعالجة اللبيّة، وهو قادر على اختراق النبيبات العاجية، وأيضاً يستخدم بتركيز 0.05–0.1% لحل الأنسجة والخلايا المتموّتة.

الاستنتاج:

- أظهر جهاز DIAGNOdent pen فعاليةً جيدةً في الكشف عن الكسور الجذرية العمودية بشرط توافر الشروط اللازمة كلّها، ونوصي بمتابعة البحوث والدراسات والتجارب بهدف الوصول إلى استخدام جهاز DIAGNOdent سريرياً في تشخيص الكسور العمودية لجذور الأسنان، كما نقترح:
- إجراء بحوث مخبرية لتقييم فعالية المواد (Tween 80- Tritoon x-100-SDS) في سياق المعالجة اللبيّة.
- إجراء بحوث سريرية لتقييم أثر استخدام المواد (Tween 80- Tritoon x-100-SDS) في سياق المعالجة اللبيّة في سلامة الأنسجة حول السنيّة والعظم السنخي.
- إجراء بحوث سريرية لتقييم فعالية جهاز DIAGNOdent pen سريرياً في تشخيص الكسور الجذرية العمودية.

References

1. Pitts D.L., Natkin E. Diagnosis and treatment of vertical root fractures. J Endod 1983;9:338–46.
2.Yang S.F, Rivera E., Walton R.E. Vertical root fracture in non-endodontically treated teeth. J Endod 1995;21:337-339.
3.Chan C-P, Tseng S-.C, Lin C-P.,*et al.* Vertical root fracture in non-endodontically treated teeth – A clinical report of 64 cases in Chinese patients. J Endod 1998;24:678-681.
4.Holcomb J.Q., Pitts D.L., Nicholls J.I. Further investigation of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. J Endod 1987;13:277-284.
5.Schetritt A., Steffensen B.. Diagnosis and management of vertical root fractures. J Can Dent Assoc 1995;61:607-613.
6.Meister F. Jr, Lommel T.J., Gerstein H. Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1980;49:243-253.
7.Tamse A.. Iatrogenic vertical root fractures in endodontically treated teeth. Endod Dent Traumatol 1988;4:190-196.
8.Gher M.E., Dunlap R.M, Anderson M.H,*et al*. Clnical survey of fractured teeth. J Am Dent Assoc 1987;174-177.
9.Meister F. Jr, Lommel T.J., Gerstein H., *et al.* An additional clinical observation in two cases of vertical root fracture. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1981;52:91-96.
10.Rud J, Ommel KA. Root fractures due to corrosion. Diagnostic aspects. Scand J Dent Res 1970;78:397-403.
11.Walton R.E., Michelich R.J. Smith N.G. The histopathogenesis of vertical root fractures. J Endod 1984;10:48-56.
12.Bender I.B., Freedland J.B.. Adult root fracture. J Am Dent Assoc1983;107:413-418.
13. Alex J., Moule, Bill Kahler. Diagnosis and management of teeth with vertical root fractures. Aust Dent J 1999;44:(2):75-87.
14.Gimbel C. Optical coherence tomography diagnostic imaging. Gen Dent 2008;56(7):750-57.
15.Otis L.L., Colston B.W., Everett M.J., *et al.* Dental optical coherence tomography: A comparison of two in vitro systems. Dento Maxillofac Radiol 2000;29:85-89.
16.Shemesh H., van Soest G., Wu M-K., *et al.* Diagnosis of vertical root fractures with optical coherence tomography. J Endod 200834:739–42.
17. Kimura Y., Tanabe M., Yamazaki N., *et al.* Basic study on diagnosis of root fracture by DIAGNOdent1. Jpn J Conserv Dent 2009;52:12–20.
18.Goel A, Chawla HS, Gauba K, et al. Comparison of validity of DIAGNOdent for detection of occlusal caries in primary molars using the histological gold standard: J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2009Oct-Dec;27(4):227-34.
19.Novaes T.F., Matos R., Braga M.M., *et al.* Performance of a pen-type laser fluorescence device and conventional methods in detecting approximal caries lesions in primary teeth. Caries Res. 2009;43(1):36-42.
20. De Paula A.B., Campos J.A., Diniz M.B., *et al.* In situ and in vitro comparison of laser fluorescence with visual inspection in detecting occlusal caries lesions. Lasers Med Sci. 2011;26(1):1–5.
21. Jablonski-Momeni A., Ricketts D.N., Rolfsen S., *et al.* Performance of laser fluorescence at tooth surface and histological section. Lasers Med Sci. 2011;26(2):171–8.

تاريخ ورود البحث: 2018/01/25.
تاريخ قبوله للنشر: 2018/05/10.