تقييم دقة تحديد الطول العامل باستخدام التصوير المقطعي المحوسب بالحزمة المخروطية والتصوير الشعاعي الرقمي ومحدد الذروة الإلكتروني: دراسة مخبرية

تمام الراس* أ .د. حسان الحلبية**

(الإيداع: 22 كانون الثاني 2024، القبول: 24 آذار 2024)

الملخص:

تهدف هذه الدراسة المخبرية إلى المقارنة بين دقة تحديد الطول العامل باستخدام التصوير الشعاعي ثلاثي الأبعاد (الشعاعي ثلاثي الأبعاد (3D)، والتصوير الشعاعي الرقمي الذروي ثنائي البُعد (2D)، ومحدد الذروة الإلكتروني. تم اختيار 40 سن وحيد الجذر لهذه الدراسة. بعد تحضير حفرة الوصول تم تحديد الطول العامل الحقيقي باستخدام فرجار دقيق، وتحديد الطول العامل شعاعياً (2D) باستخدام مبرد داخل القناة اللبية. إضافةً إلى استخدام محدد الذروة الإلكتروني، والتصوير الشعاعي (3D). تم مقارنة القياسات وتحليلها إحصائياً باستخدام اختبار T ستيودنت، مستوى ثقة 95%. تبين عدم وجود فروق دالة إحصائياً في قيم الطول العامل المحددة إلكترونياً وشعاعياً (2D) و(3D) ($P > 0.05$). يمكن الاستنتاج أن دقة تحديد الطول العامل باستخدام التصوير الشعاعي ثلاثي الأبعاد تعادل دقة التحديد الإلكتروني والتصوير الذروي الشعاعي (2D) عند أخذ إسقاطين على الأقل.

الكلمات المفتاحية: الطول العامل للقناة الجذرية – التصوير الشعاعي 2D – محدد الذروة الإلكتروني – التصوير الشعاعي CBCT.

*طالب دراسات عليا (ماجستير)–اختصاص مداواة الأسنان–كلية طب الأسنان–جامعة حماه

**أستاذ في مداواة الأسنان–رئيس قسم مداواة الأسنان–كلية طب الأسنان–جامعة حماه

Evaluation of the Accuracy of Working Length Determination Using Cone–Beam Computed Tomography, Digital Periapical Radiography and Electronic Apex Locator: An In–vitro Study

Tammam Alrras* **Prof. Dr. Hassan Al–Halabiah****

(Received: 22 January 2024, Accepted: 24 March 2024)

Abstract:

Introduction: The purpose of this in-vitro study was to compare the accuracy of working length (WL) determination using three demotions (3D) cone-beam computed tomography (CBCT), 2-demotions digital periapical radiographies (2D) and electronic apex locator (EAL). Methods and Materials: A total of 40 human extracted single-rooted teeth were chosen. Access cavity was performed, and actual root canal lengths were measured. Then, a file was advanced into the canal until the WL was detected by digital radiography. Subsequently, the WL was measured using EAL, and CBCT. These three measurements were compared and the data were analyzed using the T-student test. The level of significance was set at 0.05. Results: The mean values for WL determination differences using electronic apex locator, periapical radiograph and CBCT images were not statistically significant (P>0.05). Conclusion: The accuracy of working length determination using 3D images was equal to electronic apex locator and digital radiographic at least with two different angels.

Key words: working length – digital radiographies – electronic apex locator – CBCT

* Postgraduate student (master) – specialist in Endodontics – Faculty of Dentistry – University of Hama.

** Prof, Head of the department of Endodontic and Restorative Dentistry – Faculty of Dentistry – University of Hama.

1–المقدمة والمراجعة النظرية:

تتطلب المعالجة الناجحة للمنظومة اللبية الوصول والتعامل بشكل حريص مع ما يُسمى بالثقبة الذروية (Apical Foramen) أو الملتقى الملاطي–العاجي؛ فقد اعتُبِرَتْ حشوة القناة الجذرية المثالية تلك المنتهية عند التضيق الذروي، مع التأكيد على عدم تجاوز الأدوات اللبية لهذا التضيق كي لا يتخرب ذلك الاصطدام الطبيعي تجاه حشوات الأقنية (Grossman 1982). يتم الحفاظ على التضيق الذروي من خلال التحكم بمدى نفوذ الأدوات ضمن القناة الجذرية عبر تحديد ما يُعرَف بالطول العامل (Working Length) (Grossman 1982)؛ الذي يُعرَّف بأنَّه المسافة بين الحدود الذروية التي تصل إليها نهاية الرأس العامل للأدوات اللبية في أثناء التحضير – الملتقى الملاطي العاجي – ونقطة مأخوذة من تاج السن يُعتَمَد عليها في تحديد ذلك الطول. (Osei 2023)

تاريخياً، تم تحديد الطول العامل عن طريق الصور الشعاعية الذروية، ومع تطور التصوير الشعاعي الرقمي تم التغلب على عدد من مساوئ التصوير التقليدي كتقليل التشوه الحاصل للأفلام أثناء التخزين أو التخلص من المعالجات الكيميائية لإظهار الصورة (Woolhiser et al. 2005)، إلا أنَّ التصوير الرقمي احتفظ بعدد من المساوئ أهمها: تراكب عدد من البنى التشريحية في الصورة ثنائية الأبعاد، ووجود نسبة تكبير تبلغ 5–10% (Khan 2022). لاحقاً، اقترح Sunada أنه يمكن تحديد الثقبة الذروية من خلال تيار كهربائي مباشر، وطوَّرَ أول جهاز تحديد ذروة إلكتروني (Electronic Apex Locator) (Suzuki,1942). مبدأ عمل هذه الأجهزة بسيط ويستند إلى المقاومة الكهربائية فعندما تكتمل الدارة الكهربائية (أي عند تماس ذروة المبرد مع النسج) تنخفض المقاومة بشكل ملحوظ ويبدأ التيار فجأة بالجريان، وتتم الدلالة على هذه الحادثة بصوت طنين، أو ضوء، أو قراءة رقمية، أو علامات أخرى. كانت تعمل النماذج الأولى من أجهزة تحديد الذروة على مبدأ التيار المستمر فعانت من وجود سوائل ناقلة مثل الدم والنتحة أو سوائل الإرواء التي تسمح بمرور التيار وبالتالي إعطاء قراءة خاطئة. اعتمدت الأجهزة الأحدث على مبدأ الممانعة وذلك باستخدام تيار متناوب ذو ترددين مختلفين؛ حيث تقيس وتقارن الممانعة الكهربائية لهذين الترددين وتغيراتها مع تقدم المبرد باتجاه الذروة (Nasiri 2022). تميزت أجهزة تحديد الذروة الإلكترونية بكونها أجهزة محمولة خفيفة الوزن، وسهلة الاستخدام، كما أنها تقلل من الوقت المطلوب لتحديد الطول العامل، وتقلل من تعرض المريض للأشعة (Martins 2014). إلا أنها عانت من عدة عيوب أيضاً، منها: تأثير البطاريات ضعيفة الشحن على دقة القياس، وإعطاء قراءات خاطئة عند تماس الأداة اللبية مع الآفات حول الذروية الواسعة (Marek et al. 2020)، أو عند وجود ترميمات معدنية أو انثقابات جذرية (الحلبية 2018).

تقسم أجهزة تحديد الذروة حالياً إلى ستة أجيال؛ اعتمد الجيل الأول منها على مبدأ قياس مقاومة جريان تيار كهربائي واحد عالي الشدة مما سبب ألم للمريض أثناء تحديد الطول العامل. اعتمد الجيل الثاني من أجهزة تحديد الذروة على آلية عمل تشبه تلك الخاصة بالجيل الأول لكنه استخدم التيار المتناوب عوضاً عن المستمر. حدَّ من استخدام أجهزة الجيلين الأول والثاني دقتها المنخفضة، وحاجتها للقنوات الجافة. أما في الجيل الثالث فقد اعتُمد مبدأ المقارنة بين مقاومتي تيارين متناوبين مختلفين فسمح بإعطاء قراءات أكثر دقة بغض النظر عن نوع الشوارد الموجودة داخل القناة الجذرية (ElAyouti 2002). استخدم نظام الموجة المركبة المؤلفة من تيارين مختلفين في الجيل الرابع والجيل الخامس من أجهزة تحديد الذروة، فتميزت

أجهزة هذين الجيلين بدقة مقبولة أثناء العمل في القنوات الجافة فقط. وأخيراً، ادعى مصنعو أجهزة الجيل السادس بأن هذه الأجهزة تستخدم عملية حسابية دقيقة تمكنها من التكيف مع السوائل الموجودة في القناة الجذرية، وبالتالي هي قادرة على تحديد الطول العامل بدقة في القنوات الجافة والرطبة (Marek et al.,2020).

في أواخر القرن العشرين، تم ابتكار ماسحات التصوير المقطعي المحوسب بالحزمة المخروطية (CBCT) كبديل عن التصوير المقطعي المحوسب التقليدي (CT) والذي يقدم صورة ثلاثية الأبعاد (3D) مع تقليل الجرعة الشعاعية للمريض (Jeger et al. 2012). شكلت تقانة التصوير الشعاعي (3D) ثورة في مجال المعالجات اللبية لأنها تسمح بالحصول على معلومات دقيقة لخصائص التشريح الفراغي لمنظومة القناة الجذرية (D'Assunção et al. 2006)، من شكل الثقبة الذروية إلى موقعها، وامتصاص الجذر، وتشخيص الكسور، والتقييم النهائي للعلاج اللبي (Melius et al. 2002).

يوفر التصوير بالأشعة السينية، بما في ذلك تقنية التصوير الشعاعي (3D) للأسنان، طريقة سريعة وغير جراحية للإجابة على عدد من الأسئلة السريرية. إلا أن تقنية التصوير الشعاعي (3D) تتفوق على الصور الشعاعية الذروية (2D) بتوفير معلومات ثلاثية الأبعاد (3D) بدلاً من المعلومات ثنائية الأبعاد (2D) للبنى السنية؛ مما قد يساعد في التشخيص والتخطيط للعلاج وتقييم حالات معينة، علاوةً على إنتاجها صوراً تحاكي تلك المستخدمة تقليدياً كالتصوير البانورامي (Fayad 2015).

رغم ذلك ترتبط المخاوف المتعلقة باستخدام التصوير الشعاعي (3D) بزيادة التعرض الإشعاعي مقارنةً بالصور الشعاعية الذروية (2D)، خاصةً عند الأطفال والنساء الحوامل، بالإضافة إلى التكلفة المرتفعة نسبياً (Gambarini, 2018).

في هذا الجانب، يجب اختيار أفضل طريقة لتحديد الطول العامل الصحيح أثناء إجراءات المعالجة اللبية وذلك لزيادة نسبة نجاح المعالجة من جهة، وعدم إحداث ضرر للنسج حول الذروية من جهةٍ أخرى.

2-الهدف من البحث:

تهدف الدراسة المخبرية الحالية إلى مقارنة دقة تحديد الطول العامل باستخدام التصوير الشعاعي الرقمي (2D) والتصوير الشعاعي (3D)، وجهاز تحديد الذروة الإلكتروني.

3-المواد والطرائق:

3-1-تحضير العينات:

تم حساب حجم العينة باستخدام برنامج Power 3.1.3 اعتماداً على أن مقدار الاختلاف الدال إحصائياً بين طرائق تحديد الطول العامل (0.5 ملم) عند مستوى الثقة (0.95%). تألفت عينة الدراسة من 40 سن وحيدة الجذر، قُلِعت لأسباب تقويمية أو نتيجةً لأمراض النسج حول السنية؛ مقسمة إلى أربع مجموعات مختلفة تبعاً لتشريح القناة الجذرية (n = 10): المجموعة الأولى: ذات أقنية واسعة مستقيمة، المجموعة الثانية: ذات أقنية ضيقة مستقيمة، المجموعة الثالثة: ذات أقنية منحنية، والمجموعة الرابعة ذات أقنية جانبية. يتم قياس الطول العامل لكل قناة جذرية بطرائق تحديد الطول المدروسة. وتضمنت معايير التضمين والاستبعاد ما يلي:

معايير التضمين:

1. الأسنان ذات قناة جذرية واحدة.
2. أن يكون الجذر مستقيماً بقناة واسعة مستقيمة، أو بقناة ضيقة مستقيمة، أو أن يكون الجذر منحنياً.

معايير الاستبعاد:

1. الجذر الذي يعاني من النخور، أو الكسور أو الصدوع أو العيوب التطورية.

2. حالات ذروة الجذر الممتصة أو المفتوحة.
3. حالات امتصاص الجذر الداخلي أو الخارجي.

تم تطهير مفردات العينة بواسطة محلول هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) بتركيز 2.5% لمدة 12 ساعة، ثم حُفِظت العينات في محلول ملحي بتركيز 0.9% لحين استخدامها. (Faraj 2021)

تم أخذ صور شعاعية ذروية للأسنان بمستويين أنسي–وحشي ودهليزي–لساني للتأكد من تشريح المنظومة القنيوية، ثم وُزِعت الأسنان على مجموعات الدراسة: المجموعة الأولى: ذات أقنية واسعة مستقيمة، المجموعة الثانية: ذات أقنية ضيقة مستقيمة، المجموعة الثالثة: ذات أقنية منحنية، والمجموعة الرابعة ذات أقنية جانبية.

بعد تحديد الطول العامل الحقيقي، تم استخدام أوعية بلاستيكية خاصة وُضِعت فيها كمية كافية من الألجينات وثُبتت الأسنان ضمن هذه الأوعية حتى الملتقى الميناني الملاطي كي يتم أخذ قياس الطول العامل لكافة مجموعات الدراسة بثلاث طرائق.

3–2–تصنيع الأقنية الجانبية في مجموعة القناة الجذرية التي تتضمن أقنية جانبية صنعية:

تم تصنيع ثلاثة أقنية جانبية متصلة مع القناة الجذرية لكل سن من أسنان المجموعة بثلاث مستويات: الثلث التاجي، والثلث الأوسط، والثلث الذروي من القناة الجذرية. استُخدمت الطريقة اليدوية في التصنيع حيث تم ثقب سطح الجذر باستخدام سنبلة كروية خاصة LN drill (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland) قطرها 0.1 ملم بسرعة عالية مع التبريد الشكل رقم (1). تم إيقاف العمل بالسنبلة قبل الوصول للقناة الجذرية، وتم إحداث الاتصال مع القناة الجذرية بواسطة مبرد (K – 10) بحركات تناوبية يدوياً.

الشكل رقم (1): سنبلة LN drill

3–3–تحديد الطول العامل الحقيقي لأسنان العينة:

تم قطع الأسنان إلى ما قبل الملتقى الميناني الملاطي بـ 3 ملم باستخدام سنبلة ماسية قياس 865 مثبتة على قبضة عالية السرعة (Bing®, Tawa, Wellington, New Zealand) مع ارذاذ مائي للتبريد، وذلك من أجل تحديد نقطة مرجعية تاجية ثابتة (Osei–Bonsu 2023). ثم تم التأكد من النفوذية الذروية باستخدام مبرد k قياس 10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). بعد ذلك، سُجلت القياسات الحقيقية للطول العامل مخبرياً بطريقة تجريبية لكل مجموعة على حدة، بعد أن رُقمت الأسنان من 1 إلى 40، وذلك بإدخال مبرد k قياس 15 في القناة الجذرية حتى رؤية طرفه في الثقبة الذروية تحت التكبير، ثم تم سحبه بمقدار 0.5 ملم. اعتُبِرت القيم المُسجلة بين طرف المبرد والمحددة، وهي

النقطة المرجعية، هي الطول العامل الحقيقي للأقنية الجذرية؛ حيث تم تحديدها بواسطة فرجار رقمي يسجل الطول بدقة 0.01 ملم الشكل رقم (2). (Woolhiser 2005)

الشكل رقم (2): تحديد الطول العامل الحقيقي باستخدام الفرجار الرقمي

3–4–قياس الطول العامل بواسطة محدد الذروة الإلكتروني:

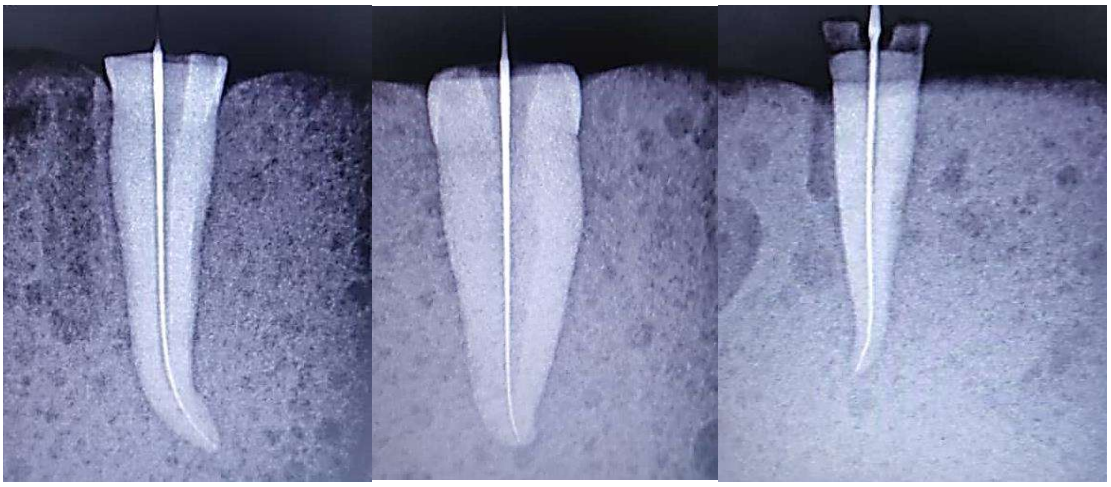
أُخِذَ قياس الطول العامل بواسطة محدد الذروة الإلكتروني (IPex II ™, NSK®, Jaban)، وتعرفه الشركة المصنعة بأنه من أجهزة تحديد الذروة القادرة على قياس الطول العامل في القنوات الجافة والرطبة كونه يستخدم موجة تيار مركبة متعددة الترددات، وبالتالي يندرج ضمن أجهزة الجيل السادس. دونت القياسات خلال ساعتين من تثبيت الأسنان في الألجينات؛ لضمان رطوبة الألجينات وسماحها بمرور التيار الكهربائي. علاوةً على أن الالجينات لا تسمح بحركة السوائل داخل القناة الجذرية وبالتالي تحاكي ما يحصل في الشروط السريرية (Gurel 2017). تم القياس عن طريق استخدام مبارد ستانلس ستيل (K – 15) بإدخالها ضمن الأقنية الجذرية حتى الحصول على القراءة (0.0)، ثم أُزيل المبرد بحذر وتم تحديد القياس بالفرجار وتدوينه الشكل رقم (3). (Gurel 2017)

الشكل رقم (3): تحديد الطول العامل باستخدام محدد الذروة الإلكتروني

3–5–قياس الطول العامل بواسطة التصوير الشعاعي الرقمي الذروي (2D):

تم تسجيل الطول العامل لنفس مجموعات الأسنان بوساطة التصوير الشعاعي الرقمي الذروي (2D) بالمستوى الأنسي–الوحشي والمستوى الدهليزي–اللساني، وذلك بوضع مبرد ستانلس ستيل (K – 15) في السن المراد تسجيل الطول العامل له

وأخذ أكثر من لقطة شعاعية لنفس السن الشكل رقم (4). وُضعت المحددة المطاطية للمبرد بدقة على قمة السن المقطوع التاجية، واعتُبِرت الذروة الشعاعية للجذر هي أعلى قمة ذروية للسن تصل لها ذروة المبرد شعاعياً. تم سحب المبرد بهدوء وحدد الطول العامل بالفرجار.

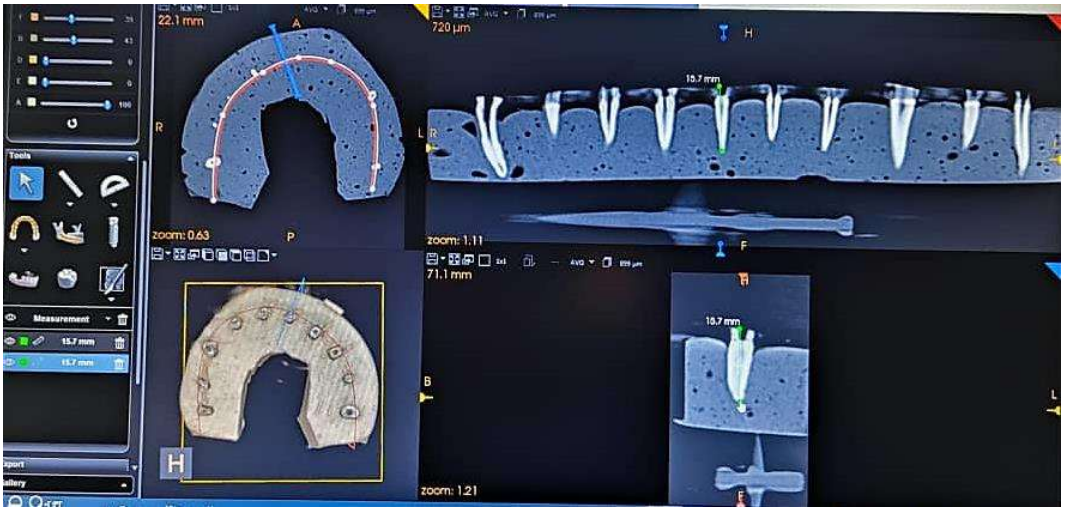


الشكل رقم (4): تحديد طول السن نسبةً لموقع الذروة الشعاعية

3–6–قياس الطول العامل باستخدام التصوير المخروطي المقطعي المحوسب CBCT:

تأتي المرحلة الأخيرة لقياس الطول العامل لمجموعات الأسنان باستخدام التصوير الشعاعي (3D)، وذلك بوضع مجموعات الأسنان على نماذج مخبرية خاصة ثم تصويرها بواسطة جهاز التصوير الخاص بالأشعة المخروطية المقطعية المحوسبة بالمستويين الأنسي–الوحشي والدهليزي–اللساني. (Gambarini 2018)

تم الحصول على الصور والمقاطع المناسبة؛ التي تظهر بها الأقنية واضحة على كامل امتدادها مع وضوح وتحديد الثقبة الذروية الحقيقية، ومن ثم تحديد نقاط مرجعية تاجية لقياس أطوال الأقنية بواسطة برامج قياس خاصة تكون مرفقة مع مقاطع التصوير الشكل رقم (5). (Pietrzycka 2020)



الشكل رقم (5): تحديد الطول العامل بواسطة التصوير الشعاعي (3D)

3-7-الدراسة الإحصائية:

استُخدِم اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق بين الطول العامل المحدد بكل طريقة من الطرائق المدروسة والطول العامل الحقيقي، بالإضافة إلى المقارنة بين طرائق تحديد الطول العامل المدروسة. أما عن تحديد القبول السريري لمقدار الاختلاف في الطول العامل المحدد بكل طريقة من الطرائق المدروسة فقد تمت دراستها باستخدام اختبار McNemar. مستوى الثقة المُعتَمد في الدراسة الحالية 95%.

4-النتائج:

بلغ متوسط مقدار الطول العامل الحقيقي للأسنان ذوات الأقنية الجذرية المستقيمة الواسعة، والأقنية المستقيمة الضيقة، والأقنية المنحنية، والتي تتضمن أقنية جانبية صنعية (20.341، 18.547، 18.108، 16.866 ملم) على الترتيب. يبين الجدول رقم (1) والمخطط البياني رقم (1) قيم الطول العامل للأسنان في عينة البحث تبعاً لنوع القناة الجذرية وطريقة تحديد الطول العامل المُتبعة، بالإضافة إلى دلالة الفروق بين متوسط الطول العامل الحقيقي مع متوسط الطول العامل المحدد بالطرائق المدروسة.

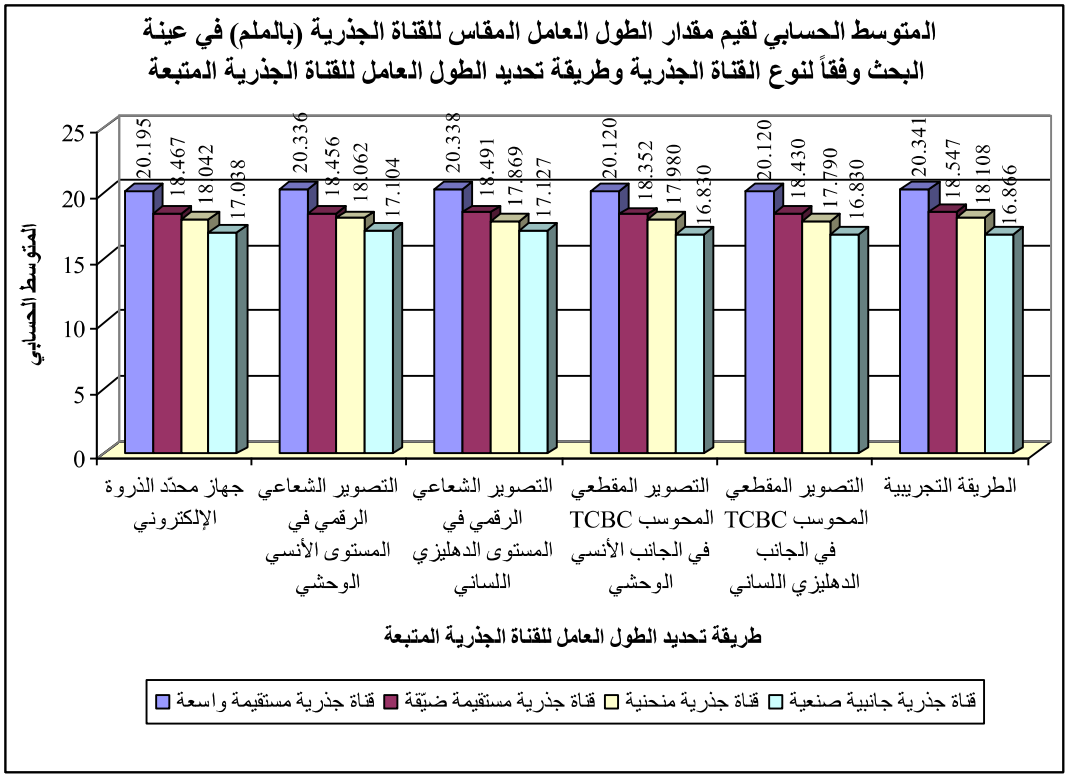
الجدول رقم (1): المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ونتائج اختبار T ستيودنت لمقدار الطول العامل المحدد باستخدام الطرائق المدروسة لكل مجموعة من مجموعات الدراسة.

المتغير المدروس: مقدار الطول العامل المحدد باستخدام الطرائق المدروسة بالمقارنة مع الطول العامل الحقيقي						
نوع القناة الجذرية	طريقة تحديد الطول العامل للقناة الجذرية المتبعة	عدد الأقنية الجذرية	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	نتيجة اختبار T	قيمة مستوى الدلالة
قناة جذرية مستقيمة واسعة	جهاز محدّد الذروة الإلكتروني	10	20.195	2.25	−1.169	0.273
	التصوير الشعاعي الرقمي في المستوى الأنسي الوحشي	10	20.336	2.55	−0.809	0.440
	التصوير الشعاعي الرقمي في المستوى الدهليزي اللساني	10	20.338	2.56	−0.571	0.582
	التصوير المقطعي المحوسب CBCT في الجانب الأنسي الوحشي	10	20.120	2.38	2.098	0.065
	التصوير المقطعي المحوسب CBCT في الجانب الدهليزي اللساني	10	20.120	2.31	−0.032	0.975
قناة جذرية مستقيمة ضيّقة	جهاز محدّد الذروة الإلكتروني	10	18.467	4.31	−0.651	0.531
	التصوير الشعاعي الرقمي في المستوى الأنسي الوحشي	10	18.456	4.63	−0.560	0.589
	التصوير الشعاعي الرقمي في المستوى الدهليزي اللساني	10	18.491	4.53	2.818	**0.020**
	التصوير المقطعي المحوسب CBCT في الجانب الأنسي الوحشي	10	18.352	4.23	−0.020	0.985
	التصوير المقطعي المحوسب CBCT في الجانب الدهليزي اللساني	10	18.430	4.37	−0.460	0.656
قناة جذرية منحنية	جهاز محدّد الذروة الإلكتروني	10	18.042	2.52	−1.634	0.137
	التصوير الشعاعي الرقمي في المستوى الأنسي الوحشي	10	18.062	2.52	2.364	**0.042**
	التصوير الشعاعي الرقمي في المستوى الدهليزي اللساني	10	17.869	2.61	−1.675	0.128
	التصوير المقطعي المحوسب CBCT في الجانب الأنسي الوحشي	10	17.980	2.50	−1.234	0.248
	التصوير المقطعي المحوسب CBCT في الجانب الدهليزي اللساني	10	17.790	2.58	−1.692	0.125
قناة جذرية تتضمن أقنية جانبية صنعية	جهاز محدّد الذروة الإلكتروني	10	17.038	1.64	−0.425	0.681
	التصوير الشعاعي الرقمي في المستوى الأنسي الوحشي	10	17.104	1.71	−1.968	0.081
	التصوير الشعاعي الرقمي في المستوى الدهليزي اللساني	10	17.127	1.68	−1.229	0.250
	التصوير المقطعي المحوسب CBCT في الجانب الأنسي الوحشي	10	16.830	1.69	−2.459	**0.036**
	التصوير المقطعي المحوسب CBCT في الجانب الدهليزي اللساني	10	16.830	1.68	−0.300	0.771

أشار اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة إلى وجود فروق دالة إحصائياً ($P < 0.05$) بين مقدار الطول العامل المحدد باستخدام التصوير الشعاعي الرقمي (2D) في المستوى الأنسي–الوحشي في مجموعة الأقنية الجذرية المنحنية، وبين مقدار الطول العامل المحدد باستخدام التصوير الشعاعي الرقمي (2D) في المستوى الدهليزي–اللساني في مجموعة الأقنية الجذرية

المستقيمة الضيقة، وعند استخدام التصوير الشعاعي (3D) في المستوى الأنسي–الوحشي في مجموعة القناة الجذرية التي تتضمن أقنية جانبية صنعية بالمقارنة مع الطول العامل الحقيقي.

وعند دراسة دلالة الفروق بين الطرائق المدروسة أشار اختبار T ستيودنت إلى أن مقدار الطول العامل المحدد باستخدام التصوير الشعاعي الرقمي أكبر بشكل دال إحصائياً من مقدار الطول العامل المحدد باستخدام التصوير الشعاعي (3D) في مجموعات الأسنان ذوات الأقنية المستقيمة الواسعة، والمنحنية، والتي تتضمن أقنية جانبية صنعية ($P < 0.05$). بينما لم تلاحظ فروق دالة عند المقارنة بين المجموعات الأخرى ($p > 0.05$).



المخطط البياني رقم (1): المتوسط الحسابي لقيم الطول العامل للقناة الجذرية (بالملم) في عينة البحث وفقاً لنوع القناة الجذرية وطريقة تحديد الطول العامل للقناة الجذرية المتبعة.

تم تحديد القبول السريري لمقدار الاختلاف في الطول العامل للسن (بالملم) المقاس باستخدام الطرائق المدروسة عن الطول العامل الحقيقي باعتبار الخطأ المقبول 0.5 ملم أو أقل لكل حالة من حالات القياس المدروسة في عينة البحث. دوِنَّتْ نتائج تحديد القبول السريري لمقدار الاختلاف بين الطول العامل الحقيقي للقناة الجذرية ومقدار الطول العامل للقناة الجذرية المحدد باستخدام الطرائق المدروسة في الجدول رقم (2).

الجدول رقم (2): نتائج تحديد القبول السريري لمقدار الاختلاف في الطول العامل

نوع القناة الجذرية	طريقة تحديد الطول العامل للقناة الجذرية المتبعة	عدد الأقنية الجذرية			النسبة المئوية		
		اختلاف غير مقبول سريرياً	اختلاف مقبول سريرياً	المجموع	اختلاف غير مقبول سريرياً	اختلاف مقبول سريرياً	المجموع
قناة جذرية مستقيمة واسعة	جهاز محدّد الذروة الإلكتروني	2	8	10	20.0	80.0	100
	التصوير الشعاعي الرقمي في المستوى الأنسي الوحشي	2	8	10	20.0	80.0	100
	التصوير الشعاعي الرقمي في المستوى الدهليزي اللساني	2	8	10	20.0	80.0	100
	التصوير المقطعي المحوسب CBCT في الجانب الأنسي الوحشي	2	8	10	20.0	80.0	100
	التصوير المقطعي المحوسب CBCT في الجانب الدهليزي اللساني	1	9	10	10.0	90.0	100
قناة جذرية مستقيمة ضيّقة	جهاز محدّد الذروة الإلكتروني	1	9	10	10.0	90.0	100
	التصوير الشعاعي الرقمي في المستوى الأنسي الوحشي	3	7	10	30.0	70.0	100
	التصوير الشعاعي الرقمي في المستوى الدهليزي اللساني	2	8	10	20.0	80.0	100
	التصوير المقطعي المحوسب CBCT في الجانب الأنسي الوحشي	3	7	10	30.0	70.0	100
	التصوير المقطعي المحوسب CBCT في الجانب الدهليزي اللساني	3	7	10	30.0	70.0	100
قناة جذرية منحنية	جهاز محدّد الذروة الإلكتروني	1	9	10	10.0	90.0	100
	التصوير الشعاعي الرقمي في المستوى الأنسي الوحشي	1	9	10	10.0	90.0	100
	التصوير الشعاعي الرقمي في المستوى الدهليزي اللساني	3	7	10	30.0	70.0	100
	التصوير المقطعي المحوسب CBCT في الجانب الأنسي الوحشي	1	9	10	10.0	90.0	100
	التصوير المقطعي المحوسب CBCT في الجانب الدهليزي اللساني	3	7	10	30.0	70.0	100
قناة جذرية تتضمن أقنية جانبية صنعية	جهاز محدّد الذروة الإلكتروني	1	9	10	10.0	90.0	100
	التصوير الشعاعي الرقمي في المستوى الأنسي الوحشي	2	8	10	20.0	80.0	100
	التصوير الشعاعي الرقمي في المستوى الدهليزي اللساني	3	7	10	30.0	70.0	100
	التصوير المقطعي المحوسب CBCT في الجانب الأنسي الوحشي	1	9	10	10.0	90.0	100
	التصوير المقطعي المحوسب CBCT في الجانب الدهليزي اللساني	2	8	10	20.0	80.0	100

تم إجراء اختبار McNemar لدراسة دلالة الفروق في مقدار القبول السريري بين مجموعات البحث؛ تبين عدم وجود فروق دالة إحصائياً لدى المقارنة بين كافة المجموعات المدروسة ($p > 0.05$).

5-المناقشة والاستنتاجات:

يُعد تحديد الطول العامل بدقة خطوة مهمة أثناء المعالجة اللبية؛ حيث يضمن ذلك تطهيرًا كيميائيًا شبه كامل لنظام قناة الجذر دون الإضرار بالأنسجة المحيطة بالأسنان. كانت الطريقة اللمسية والتصوير الشعاعي (2D) أكثر الطرق شيوعًا في تحديد الطول العامل. ومع ذلك، قد يعطي التحديد الشعاعي لطول الجذر نتائج مضللة، في حين أن الأخطاء الناتجة عن الطريقة اللمسية قد تؤدي إلى زيادة خطر الإفراط في استخدام الأجهزة و / أو الحشو الزائد، مما قد يؤدي إلى أذية النسج حول الذروية (Hasselgren 1994).

ومع التطورات اللاحقة استُخدِمَت وسائل مختلفة لتحديد الطول العامل كمحدد الذروة الإلكتروني أو التصوير الشعاعي (3D). تغلب الجيل الحديث من أجهزة تحديد الذروة IPex II على مشكلة عدم اكتشاف التضيق الذروي الموجودة في الأجيال السابقة (Root ZX II). ومع ذلك، لا توجد أبحاث لتقييم دقة IPex II حتى الآن. وبالتالي، تم اختيار محدد موقع الذروة لهذا الجيل لتقييم دقته في الدراسة الحالية. ذكر (Connert et al. 2014) أنه يمكن استخدام الصور الشعاعية (3D) بحجم 0.2 مم فوكسل لتحديد طول العمل اللبي بدقة. وتم اعتماد ذلك هذه الدراسة للحصول على قراءات التصوير الشعاعي (3D) لأنها تؤمن دقة أعلى للصورة.

لدى المقارنة بين قيم الطول العامل المحددة بكل طريقة خاصة بمجموعات الدراسة تبين أن قيم الطول العامل المحددة باستخدام التصوير الشعاعي (3D) هي الأقرب إلى الطول العامل الحقيقي في كافة المجموعات المدروسة؛ أما الدلالة الإحصائية للاختلاف مع الطول العامل الحقيقي فقد لوحظت في المجموعة التي تتضمن أقنية جانبية صنعية فقط. كما تبين وجود فرق دال إحصائياً في الطول العامل المحدد باستخدام التصوير الشعاعي الرقمي (2D) بالمستوى الأنسي–الوحشي وبالمستوى الدهليزي–اللساني مقارنةً مع الطول العامل الحقيقي في مجموعة الأقنية الجذرية المنحنية والمستقيمة الضيقة على الترتيب. إلا أن التحليل الإحصائي بيَّنَّ أن القبول السريري لكافة طرائق تحديد الطول المدروسة (تصوير شعاعي (2D)، ومحدد الذروة، والتصوير الشعاعي (3D)) كان متوفراً؛ أي أن مقدار الاختلاف في دقة تحديد الطول العامل لا يتجاوز 0.5 ملم بين الطرائق المدروسة.

بينت نتائج الدراسة الحالية أن كل من التصوير الشعاعي (3D) وجهاز تحديد الذروة الإلكتروني طرق تتمتع بنسبة قبول سريري متشابهة في تحديد الطول العامل. تتفق تلك النتائج مع نتائج مراجعة منهجية من قبل (Amin et al, 2019) بينت وجود أدلة ضعيفة تشير إلى أن التصوير الشعاعي (3D) طريقة موثوقاً بها لتحديد الطول العامل، وعند مقارنته مع محدد الذروة الإلكتروني لا يمكن تحديد أيهما الطريقة الأفضل.

تتفق نتائج هذه الدراسة مع دراسة (Üstün et al, 2016) التي بينت عدم وجود فروق دالة إحصائياً في قياسات الطول العامل المحددة باستخدام نوعين من أجهزة تحديد الذروة (Raypex 6; Propex Pixi) والتصوير الشعاعي (3D) في الأسنان التي تعاني من آفات حول ذروية واسعة.

كما تتفق نتائج هذه الدراسة مع دراسة استعادية شملت 35 مريض تبين أن الطول العامل المحدد باستخدام التصوير الشعاعي (3D) لا يختلف عن الطول العامل المحدد باستخدام أجهزة تحديد الذروة، سواء كان اللب حي أو معرض للتموت (Pietrzycka et al, 2020).

واتفقت نتائج هذه الدراسة أيضاً مع دراسة (Pham, 2021) وزملاءه الذين قيموا دقة تحديد الطول العامل باستخدام التصوير الشعاعي (3D) ومحدد الذروة الإلكتروني (ProPex II) على الأرحاء الدائمة مخبرياً، وتبين أن كل من الطريقتين تتمتعان بدقة مقبولة سريرياً في تحديد الطول العامل.

أظهرت دراسة من قبل (Faraj 2021) أن التصوير الشعاعي الرقمي يعطي نتائج دقيقة ومشابهة لتلك المأخوذة من CBCT أثناء تحديد الطول العامل للأقنية الجذرية المنحنية. لم تتفق تلك النتائج مع الدراسة الحالية ربما بسبب الاختلافات التشريحية والفردية للأسنان.

الاستنتاجات:

- إن الطول العامل المحدد باستخدام التصوير الشعاعي (3D) ومحدد الذروة الإلكتروني IPex أكثر دقة من الطول العامل المحدد باستخدام التصوير الشعاعي الرقمي (2D).
- لم تتفوق تقنية التصوير الشعاعي (3D) على محدد الذروة الإلكتروني IPex في دقة تحديد الطول العامل، حيث أن كلا الطريقتين تتمتعان بدقة متشابهة.
- إن كل طرائق تحديد الطول العامل المدروسة (التصوير الشعاعي (3D)، IPex، التصوير الشعاعي الرقمي) تتمتع بنسبة قبول سريري متشابهة إذا تم أخذ أكثر من إسقاط عند التصوير الشعاعي الرقمي (2D).

التوصيات:

- يوصى باستخدام أجهزة تحديد الذروة أو التصوير الشعاعي (3D) في تحديد الطول العامل كونها تعطي نتائج ذات دقة متشابهة.
- يوصى بعدم الاعتماد على الطريقة الشعاعية (2D) فقط في تحديد الطول العامل إلا إذا تم أخذ أكثر من صورة بزوايا إسقاط مختلفة.

المقترحات:

- إجراء دراسة مشابهة للدراسة الحالية لمراقبة تأثير الانحناء من حيث قيمة الزاوية ونصف القطر.
- إجراء دراسات مشابهة للدراسة الحالية ولكن مقارنة بين التصوير الشعاعي (3D) وأنواع مختلفة من أجيال أجهزة تحديد الذروة الإلكترونية.

المراجع

1. الحلبية، حسان. (2018). "مداواة الأسنان اللبية"، جامعة حماه، سوريا، حماة.
2. Amin, Janki, et al. "Comparison of accuracy and reliability of working length determination using cone beam computed tomography and electronic apex locator: a systematic review." *Journal of Contemporary Dental Practice* 20 (2019): 1118-1123.
3. Connert T, Hülber-J M, Godt A, Löst C, ElAyouti A. Accuracy of endodontic working length determination using cone beam computed tomography. Int Endod J 2014; 47:698-703.
4. Custer C. Exact methods for locating the apical foramen, J Natl Dent Assoc 1918.
5. D'Assunção FL, de Albuquerque DS, de Queiroz Ferreira LC. The ability of two apex locators to locate the apical foramen: an in vitro study. J Endod 2006; 32: 560-2
6. ElAyouti A, Weiger R, Löst. The ability of Root ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length. C. *J Endod.* 2002;28:116–119.

7. Fayad MI, Nair M, Levin MD, Benavides E, Rubinstein RA, Barghan S, Hirschberg CS, Ruprecht A. AAE and AAOMR joint position statement: use of cone beam computed tomography in endodontics 2015 update. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2015;120(4):508–12.
8. Faraj, Bestoon Mohammed. "Root canal curvature as a prognostic factor influencing the diagnostic accuracy of radiographic working length determination and postoperative canal axis modification: an in vitro comparative study." *BMC Oral Health* 21 (2021): 1-9.
9. Gambarini G, Ropini P, Piasecki L, Costantini R, Carneiro E, Testarelli L, Dummer PMH. A preliminary assessment of a new dedicated endodontic software for use with CBCT images to evaluate the canal complexity of mandibular molars. Int Endod J. 2018;51(3):259–68.
10. Gurel MA, Helvacioglu Kivanc B, Ekici A. A comparative assessment of the accuracies of Raypex 5, Raypex 6, iPex and iPex II electronic apex locators: An in vitro study. J Istanb Univ Fac Dent. 2017 Jan 2;51(1):28-33. doi: 10.17096/jiufd.61309. PMID: 28955583; PMCID: PMC5573492.
11. Grossman, L.: Endodontics practice.10th ed.,lea&feibiger. 1981; (193-195), (178-179), (212-213), 216.
12. Hasselgren G. Where shall the root filling end? NY St Dent J 1994; 60: 6.
13. Jeger FB, Janner SF, Bornstein MM, Lussi A. Endodontic working length measurement with preexisting cone-beam computed tomography scanning: A prospective, controlled clinical study. J Endod 2012; 38:884-8.
14. Khan SA, Khanna R, Navit S, Jabeen S, Grover N, Pramanik S. Comparison of Radiovisiography, an Apex Locator and an Integrated Endomotor-inbuilt Apex Locator in Primary Teeth Endometrics. Int J Clin Pediatr Dent. 2022;15(Suppl 1):S18-S21. doi: 10.5005/jp-journals-10005-2123. PMID: 35645506; PMCID: PMC9108817.
15. MAREK, E.;LAGOSKA,R.; KOT, K.; WOZNNIAK, K.; LIPSKI, M.The influence of two forms of chlorhexidine on the accuracy of contemporary electronic apex locators.BMS Oral Health, v .20,n 3 ,p. 1-8, 2020
16. Melius B, Jiang J, Zhu Q. Measurement of the distance between the minor foramen and the anatomic apex by digital and conventional radiography. J Endod 2002; 28: 125-6
17. Martins JNR, Marques D, Mata A, Caramês J. Clinical efficacy of electronic apex locators: systematic review. J Endod. 2014;40(6):759–77.

18. Nasiri K, Wrbas KT. Accuracy of different generations of apex locators in determining working length; a systematic review and meta-analysis *Saudi Dent J.* 2022;34:11-20.

19. Osei-Bonsu F, Ampofo PC, Nyako EA, Hewlett SA, Buckman VA, Konadu AB, Blankson PK, Ndanu T. Accuracy of the electronic apex locator, tactile, and radiographic methods in working length determination. J Conserv Dent. 2023 May-Jun;26(3):311-315. doi: 10.4103/jcd.jcd_45_23. Epub 2023 May 16. PMID: 37398858; PMCID: PMC10309118.

20. Pietrzycka, Krystyna, Mateusz Radwański, and Halina Pawlicka. "Evaluation of working length determination based on the analysis of cone-beam computed tomographic images and an electronic apex locator: a retrospective study." *Pomeranian Journal of Life Sciences* 66.4 (2020): 9-13.

21. Suzuki K. Experimental study on iontophoresis.Journal of the Japanese stomatologicalsoviety.1942;16:p.411.

22. Üstün, Yakup, et al. "Evaluation of the reliability of cone-beam computed tomography scanning and electronic apex locator measurements in working length determination of teeth with large periapical lesions." *Journal of endodontics* 42.9 (2016): 1334-1337.

23. Van Pham, Khoa. "Endodontic length measurements using 3D Endo, cone-beam computed tomography, and electronic apex locator." *BMC Oral Health* 21.1 (2021): 1-7.

24. Woolhiser GA, Brand JW, Hoen MM, Geist JR, Pikula AA, Pink FE. Accuracy of film-based, digital, and enhances digital images for endodontic length determination. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005; 99: 499-504.