



الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق كلية طب الأسنان
قسم مداواة الأسنان

تقييم ارتفاع حرارة سطح الجذر الخارجي أثناء استخدام
الرؤوس فوق الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة من
الأقنية الجذرية (دراسة مخبرية)

**Evaluation of temperature rise on the
external root surface during the removal
of separated instruments from the root
canals using ultrasonic tips (in vitro
study)**

أطروحة قدمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير في كلية طب الأسنان في
اختصاص مداواة الأسنان

إعداد الباحث: معتز سمير العيد

إشراف م. د : محمد الطيان

ماجستير

2015 م / ١٤٣٦ هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"وما أوتيتم من العلم إلا قليلاً"

تصريح

"لا يوجد أي جزء من هذه الأطروحة تم أخذه بالكامل من عمل آخر أو أنجز للحصول على

شهادة أخرى في هذه الجامعة أو في أية جامعة أخرى أو أي معهد تعليمي"

الإهداء

والدي الحبيب إلى من كلله الله بالهيبة والوقار . . إلى من أحمل اسمه بكل افتخار

والدتي الحبيبة إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي إلى أغلى الحبايب

بكل الحب . . إلى رفيقة دربي . . إلى من سارت معي نحو الحلم . . خطوة بخطوة زوجتي الحبيبة

أخوتي إلى من هم اقرب إليّ من روحي

صهري الغالي منك تعلمنا أن للنجاح قيمة ومعنى . . . ولك الفضل في نجاحي

أهل زوجتي إلى من الله أهلاً لي وكانوا عوناً لي

أصدقائي إلى من تحلو بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء

ابنتي الغالية إلى أجمل شيء في حياتي . . ومن أجلك نذرت حياتي

إلى كل من له علي فضل في إتمام هذه الأطروحة

أهدي هذا العمل المتواضع

شكر

الشكر الجزيل المقرون بأسمى آيات التقدير والاحترام أرفعه أولاً لأستاذي الجليل الأستاذ الدكتور محمد الطيان ، باعتباره صاحب الفضل الأول في متابعتي أثناء إعداد هذا البحث حتى اكتمل . .

والشكر موصول ومبذول مهدياً لأعضاء لجنة التحكيم الأستاذ الدكتور أسامة الجبان والأستاذ الدكتور وائل مهدي لقبولهما تحكيم هذه الأطروحة وتحملهما عناء التدقيق والتنقيح .

كما أتوجه بالشكر إلى أساتذتي في كلية طب الأسنان وأساتذتي في قسم مداواة بشكل خاص الذين لم يخلوا علي وأعطوني من علمهم ومعرفتهم . وأخص بالشكر رئيس قسم مداواة الأسنان الأستاذ الدكتور هشام العفيف لما قدمه من جهد وتعب في إدارة القسم ولما قدمه لي من علم خلال سنواتي الدراسية .

مع عظيم الشكر وكثير الامتنان لعميدة كلية طب الأسنان في جامعة دمشق الأستاذة الدكتورة رزان خطاب التي لا تدخر جهداً في تسهيل العمل البحثي . والشكر الجزيل للكادر الإداري في كلية طب الأسنان وبشكل خاص الأستاذ الدكتور إياد الشعراني نائب العميد للشؤون العلمية والأستاذ الدكتور ياسر مدلل نائب العميد للشؤون الإدارية .

١ - الفهرس (المحتويات):Contents:

7	 المقدمة
1١	 Aim of study الهدف من البحث
١٣	 Literature Review المراجعة النظرية
١٤	 ١ - ١ : آلية حدوث الكسر
١٥	 ٢-١ : الأسباب الرئيسية لكسر أدوات النيكل تيتانيوم الدوارة
١٧	 ٣-١-العوامل المؤهبة للكسر
١٧	 ١-٣-١ العزم
١٨	 ٢-٣-١ سرعة الدوران
١٨	 ٣-٣-١ انحناء القناة
١٩	 ٤-٣-١ تصميم المبارد
٢١	 ٥-٣-١ إجراءات التصنيع
٢١	 ٦-٣-١ الخليطة المعدنية
٢١	 ٧-٣-١ عدد مرات الاستخدام
٢٢	 ٨-٣-١ التعقيم
٢٢	 ٩-٣-١ إجراءات التحضير
٢٤	 ١٠-٣-١ حركة الأدوات الدوارة
٢٥	 ١١-٣-١ مهارة الطبيب
٢٦	 ٤-١-الوقاية من حدوث الكسر
٢٧	 ٥-١-إنذار الأسنان التي كسرت فيها أدوات
٢٨	 ٦-١-العوامل التي تؤثر في نجاح إخراج الأدوات المكسورة
٢٨	 ١-٦-١ مكان توضع الأداة المكسورة ضمن القناة

٢٩	١-٦-٢- نوع الأداة المكسورة وطولها
٢٩	١-٦-٣- تماس الأداة مع جدران القناة
٣٠	١-٦-٤- مقطع القناة العرضي
٣٠	١-٧-٧- تقنيات إخراج الأدوات
٣٠	١-٧-١- استخدام المطاوي والملاقط الرفيعة
٣١	١-٧-٢- استخدام الـ Evicrol
٣١	١-٧-٣- الإرواء الغزير
٣٢	١-٧-٤- تعليق الأداة المكسورة بأداة لينة
٣٢	١-٧-٥- تفتيت الأداة المكسورة
٣٢	١-٧-٦- تقنيات Microtube
٣٧	١-٧-٧- التقنية فوق الصوتية
٤٤	١-٨- ارتفاع درجة حرارة داخل الأتنية الجذرية
٤٩	١-٩- المجهر العملياتي السريري
٤٩	١-٩-١- الإضاءة في المجهر
٥٠	١-٩-٢- التكبير في المجهر
٥١	الباب الثاني: المواد والطرائق Materials and Methods
٥٢	٢-١ عينة البحث
٥٢	٢-٢ المواد و الأجهزة المستخدمة في الدراسة
٥٣	٢-٣ الطرائق
٦١	الباب الثالث: النتائج Results
٦٢	٣-١- إحصاءات وصفية
٦٤	٣-٢- الدراسة الإحصائية
٦٤	٣-٢-١- اختبار توزيع العينة

٦٤	٣-٢-٢- دراسة الفروق في ارتفاع درجة الحرارة بين القناتين المدروستين
٦٦	٣-٢-٣- دراسة الفروق في ارتفاع درجة الحرارة في القناة الأنسية
٧٠	٣-٢-٤- دراسة الفروق في ارتفاع درجة الحرارة في القناة الوحشية
٧٦	الباب الرابع: المناقشة Discussion
٨٤	٤-١- دراسة الفروق في ارتفاع درجة الحرارة بين القناتين المدروستين
٨٥	٤-٢- دراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة حرارة السطح في مجموعات الدراسة (ثلث تاجي - ثلث متوسط - ثلث ذروي) في كل فترة على حدة
٨٦	٤-٣- دراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة حرارة السطح في الأزمنة الأربعة في كل ثلث على حدة
٨٧	الباب الخامس: الاستنتاجات Conclusions
٨٩	الباب السادس: المقترحات والتوصيات Suggestions and Recommendation
٩١	الباب السابع : المراجع References
	الملخص (عربي - أجنبي) Abstract
	الملاحق Appendices

2. قائمة بالجدول: List of Tables

٥٨	الجدول (١-٢) : يوضح توزع العينات على مجموعة الدراسة ونوع الرأس فوق الصوتي المستخدم لكل مجموعة .
٦٢	جدول (١-٣) : يوضح المتوسط الحسابي و الانحراف المعياري لمجموعات الدراسة في الثانية ٣٠
٦٢	الجدول (٢-٣) : يوضح المتوسط الحسابي و الانحراف المعياري لمجموعات الدراسة في الثانية ٦٠
٦٣	الجدول (٣-٣) : يوضح المتوسط الحسابي و الانحراف المعياري لمجموعات الدراسة في الثانية ٩٠
٦٣	الجدول (٣-٤) : يوضح المتوسط الحسابي و الانحراف المعياري لمجموعات الدراسة في الثانية ١٢٠
٦٤	الجدول (٣-٥) : نتائج اختبار T ستودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط

	مقدار ارتفاع حرارة السطح الخارجي للجذر للقتاتين المدروستين في الثانية ٣٠
٦٤	الجدول (٦-٣) : نتائج اختبار T ستودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار ارتفاع حرارة السطح الخارجي للجذر للقتاتين المدروستين في الثانية ٦٠
٦٥	الجدول (٧-٣) : نتائج اختبار T ستودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار ارتفاع حرارة السطح الخارجي للجذر للقتاتين المدروستين في الثانية ٩٠
٦٥	الجدول (٨-٣) : نتائج اختبار T ستودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار ارتفاع حرارة السطح الخارجي للجذر للقتاتين المدروستين في الثانية ١٢٠ .
٦٦	جدول (٩-٣) : يبين نتائج اختبار (ANOVA) لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذور الأنسية في المستويات الثلاثة في كل فترة على حدة .
٦٦	جدول (١٠-٣) : يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة (Post-hoc) (Sheffe) لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذور الأنسية في المستويات الثلاثة في كل فترة على حدة
٦٨	جدول (١١-٣) : يبين نتائج اختبار (ANOVA) لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذر الأنسي بين الأزمنة الأربعة في كل ثلث على حدة .
٦٩	جدول (١٢-٣) : يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة (Post-hoc) (Sheffe) لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذر الأنسي بين الأزمنة الأربعة في الثلث التاجي
٦٩	جدول (١٣-٣) : يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة (Post-hoc) (Sheffe) لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذر بين جميع الأزمنة المدروسة لمجموعة الأدوات المكسورة في الثلث المتوسط
٧٠	جدول (١٤-٣) : يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة (Post-hoc) (Sheffe) لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذر بين جميع الأزمنة المدروسة لمجموعة الأدوات المكسورة في الثلث الذروي
٧١	جدول (١٥-٣) : يبين نتائج اختبار (ANOVA) لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذور الوحشية في المجموعات الثلاثة في كل فترة على حدة
٧١	جدول (١٦-٣) : يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة (Post-hoc) (Sheffe) لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذور الوحشية في المستويات الثلاثة في كل فترة على حدة
٧٣	جدول (١٧-٣) : يبين نتائج اختبار (ANOVA) لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة

	الحرارة في الأفضية الوحشية بين الأزمنة الأربعة في كل ثلث على حدة
٧٣	جدول (١٨-٣) يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة (Sheffe) Post-hoc لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذر الوحشي بين الأزمنة الأربعة في الثلث التاجي
٧٤	جدول (١٩-٣) يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة (Sheffe) Post-hoc لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذر الوحشي بين الأزمنة الأربعة في الثلث المتوسط
٧٤	جدول (٢٠-٣) يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة (Sheffe) Post-hoc لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذر الوحشي بين الأزمنة الأربعة في الثلث الذروي

٣. قائمة بالأشكال: List of Figures

١٣	الشكل ١-١ : الشقوق التي تظهر على سطح معدن الأداة
١٤	الشكل ٢-١: بعض العيوب التي تظهر على مبادر النيكل تيتانيوم الدوارة
١٥	الشكل ٣-١ : كسر ناتج عن العزم الزائد في دراسة تجريبية
١٥	الشكل ٤-١ : كسر ناجم عن التعب الدوري في دراسة تجريبية
١٦	الشكل ٥-١ : كسر ناتج عن التعب الدوري خلال الاستخدام السريري
١٦	الشكل ٦-١ : كسر ناتج عن العزم الزائد خلال الاستخدام السريري
١٧	الشكل ٧-١: تشوهات ضمن المبارد نتيجة العزم الزائد
٣١	الشكل (٨-١) : مطاوي Steiglitz forceps (Pulpdent Corporation, Watertown, MA)
٣٣	الشكل (٩-١) : تقنية Roig-Greene
٣٣	الشكل (١٠-١) : Tube and Glue
٣٤	الشكل (١١-١) : مجموعة Maserrann
٣٥	الشكل (١٢-١) : الأنبوب المجوف في تقنية Spinal Tap Needle
٣٧	الشكل (١٣-١) : نظام IRS
٣٧	الشكل (١٤-١) : نماذج مختلفة من الأجهزة فوق الصوتية
٤٠	الشكل (١٥-١) : الرأس فوق الصوتي ET25 satelec
٤١	الشكل (١٦-١) : الرأس فوق الصوتي ET40 satelec

٤١	الشكل (١-١7) : مجموعة رؤوس CPR
٤٢	الشكل (١-١٨) : سنابل Gates – Gliden المعدلة
٤٢	الشكل (١-١٩) : الرأس فوق الصوتي في وضعية العمل بجانب الأداة المكسورة
٤٧	الشكل (١-20a) : صورة سريرية لمكان الحرق بعد ٧ أسابيع من الإصابة
٤٧	الشكل (١-20b) : صورة شعاعية لمكان الحرق بعد ٧ أسابيع من الإصابة
٤٨	الشكل (١-20c) : صورة سريرية لمكان الحرق بعد ١٥ اسبوعاً من الإصابة
٤٨	الشكل (١-20d) : صورة بعد قلع القواطع العلوية ب ١٠ شهور
٤٩	الشكل (١-٢١) : نماذج مختلفة للمجهر الجراحي
٥٤	الشكل (٢-١) : صورة لعينة البحث
٥٤	الشكل (٢-٢) : مبرد بروتينبر آلي
٥٥	الشكل (٢-٣) : الرؤوس فوق الصوتية : A- الرأس ET 25 ، B- الرأس ET40
٥٥	الشكل (٢-٤) : جهاز قياس الحرارة مع المسلك الحراري (TESTBOY TV 325)
٥٦	(الشكل ٢-٥) : بوند ذاتي التخریش -Tetric N-Ceram bond self-etch
٥٦	الشكل (٢-٦) : كومبوزيت Ivoclar Vivadent – Tetric N-Ceram
٥٧	الشكل (٢-٧) : صورة لجهاز الأمواج فوق الصوتية المستخدم
٥٩	الشكل (٢-٨) : الأسنان مثبتة ضمن العلب البلاستيكية
٥٩	الشكل (٢-٩) : سنبله GG المعدلة
٦٠	الشكل (٢-١٠) : جهاز التحضير الآلي للأقنية الجذرية
٦٠	الشكل (٢-١١) : المجهر العملياتي المستخدم في البحث

المقدمة

إن انكسار أدوات المعالجة اللبية داخل الأقنية اللبية هو أمر ممكن الحدوث أثناء تنظيف القناة الجذرية وتحضيرها (Madarati et al., 2008, Tzanetakis et al., 2008b).

أظهرت دراسات المراجعات النظرية الحديثة أن أكثر الأدوات انكساراً هي أدوات نيكل تيتانيوم (Madarati et al., 2008b). إن معظم أسباب انكسار الأدوات هي : الاستخدام غير المناسب - المحدودية في الخصائص الفيزيائية - عدم تأمين مدخل مناسب للأداة - تشريح القناة الجذرية - عيوب في التصنيع (COHEN'S, 2011). وأكثر الأسباب شيوعاً لانكسار الأدوات الجذرية هو الاستخدام غير المناسب. و هذا يتضمن الاستخدام المفرط للأداة و عدم استبدالها بواحدة جديدة عند الحاجة مما قد يؤدي لانكسار الأداة في أي مستوى من القناة الجذرية (Gutmann JL, 2006).

استخدمت تقنيات و أجهزة عديدة من أجل إزالة الأدوات المكسورة (Coutinho Filho et al., 1998, Fors and Berg, 1983, Hulsman, 1993, Masserann, 1971). وقد أظهرت الدراسات أن استخدام الأمواج فوق الصوتية في إزالة الأدوات المكسورة يعتبر تقنية ناجحة ، مما أدى إلى شيوع استخدام هذه التقنية بين أطباء الأسنان بشكل عام و أخصائيي اللبية بشكل خاص (Madarati et al., 2008b). تتضمن هذه التقنية بشكل رئيسي استخدام رؤوس مصممة خصيصاً لحفر العاج حول الأداة المكسورة ثم تطبيق اهتزازات من رأس الجهاز إلى الأداة المكسورة لقلقلتها و تحريكها ثم إزالتها في نهاية الأمر (Ruddle, 2004b). وإن مثل هذا الاجراء يمكن أن يؤدي إلى زيادة حدوث اختلاطات مثل الإزالة الزائدة للبنية العاجية (Ward et al., Souter and Messer, 2005, 2003) و انتقاب الجذر (Shen et al., 2004, Terauchi et al., 2007) و حدوث انكسار ثانوي في الجزء المكسور و خروج الأداة المكسورة من ذروة الجذر (Shen et al., 2004, Suter et al., 2005, Terauchi et al., 2006).

لقد تم مؤخراً الأخذ بعين الاعتبار احتمال حدوث ارتفاع في درجة حرارة السطح الخارجي للجذر عند استخدام الرؤوس فوق الصوتية لحفر العاج حول الأدوات المكسورة (Madarati

(Hashem, 2007et al., 2008a) خاصة أنها تستخدم بدون وجود سائل مبرد من أجل تأمين رؤيا واضحة .

أظهرت الدراسات السابقة أن ارتفاع حرارة السطح الخارجي للجذر فوق ١٠ درجات مئوية فقط لمدة دقيقة (Eriksson and Albrektsson, 1983) يمكن أن يؤدي إلى أذية شديدة في النسيج حول السنينة عند الأرانب .

هناك العديد من العوامل التي يمكن أن تؤثر في ارتفاع درجة الحرارة مثل ثخانة العاج ، نوع الرأس فوق الصوتي ، الطاقة المطبقة ، مدة التطبيق (Madarati et al., 2008a) ، (Hashem, 2007) .

إن معظم الباحثين نصحوا باستخدام الرؤوس فوق الصوتية بدون تبريد عند إزالة الأدوات المكسورة من أجل تحسين الرؤية (Souter and Messer, 2005, Ruddle, 2004b) ، (Ward et al., 2003, Shen et al., 2004, Suter et al., 2005) .

يمكن أن يحدث ارتفاع الحرارة داخل القناة الجذرية نتيجة الاحتكاك بين الرؤوس فوق الصوتية مع العاج أو مع الأداة المكسورة ، وهذا يمكن أن يؤدي إلى زيادة احتمال حدوث عواقب أخرى مثل احتراق العاج في جدران الأقنية الجذرية أو ارتفاع حرارة الرؤوس فوق الصوتية أو ارتفاع حرارة الأداة المكسورة المراد إزالتها مما قد يتسبب في تفتتها . (Madarati et al., 2009a) .

وعلى الرغم من أن معظم الدراسات أثبتت أن أكبر نسبة لانكسار الأدوات المكسورة تكون في الجذور الأنسية الدهليزية للأرجاء الأولى السفلية (HulsmannWard et al., 2003) ، (and Schinkel, 1999) إلا أن معظم الدراسات كانت على الثنايا السفلية معللة بأن البعد الأنسي الوحشي للجذر أصغر من البعد الدهليزي اللساني و هذا مشابه لما هو موجود في الجذور الدهليزية الأنسية للأرجاء الأولى السفلية (Madarati et al., 2008a) ، (Madarati et al., 2009a) ولكن معظم الجذور الأنسية الدهليزية للأرجاء السفلية تحوي على انحناء على عكس جذور الثنايا السفلية التي غالباً ما تكون مستقيمة و هذا يؤدي إلى

اختلاف كمية العاج المزال حول الأداة المكسورة والذي قد يؤثر في انتقال الحرارة إلى السطح الخارجي للجذر .

ومن هذا فقد كانت فكرة هذا البحث هي تقييم الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر أثناء استخدام الرؤوس فوق الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة من الأقنية الأنسية الدهليزية للأرجاء السفلية في كل من الثلث التاجي و المتوسط و الذروي .

الهدف من البحث

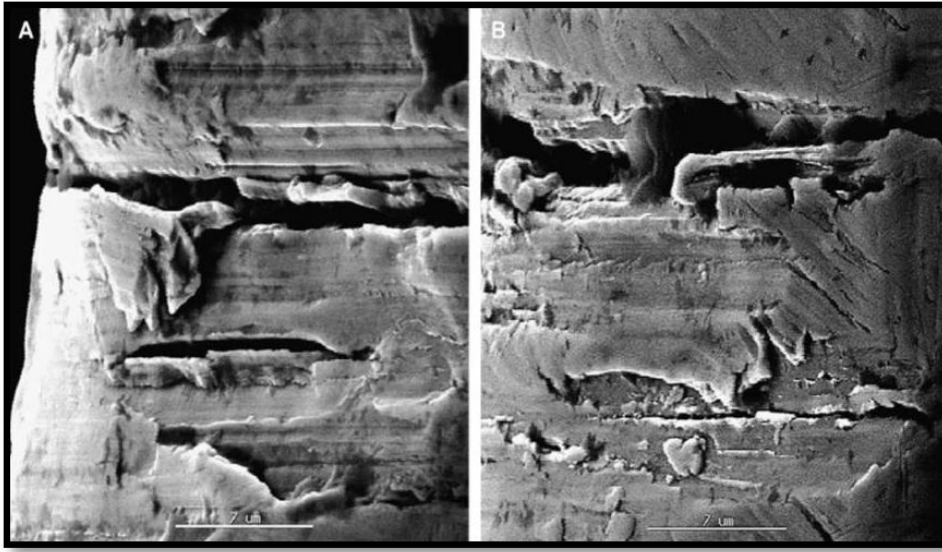
AIM OF THE STUDY

١. تقييم الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر عند استخدام الرؤوس فوق الصوتية (ET25 – ET40) أثناء إزالة الأدوات المكسورة من الأقنية الجذرية للأرحاء السفلية في أزمنة مختلفة (٣٠ - ٦٠ - ٩٠ - ١٢٠ ثانية) .
٢. مقارنة الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر عند استخدام الرؤوس فوق الصوتية أثناء إزالة الأدوات المكسورة من الأقنية الأنسية الدهليزية ومن الأقنية الوحشية للأرحاء السفلية .
٣. مقارنة الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر عند استخدام الرؤوس فوق الصوتية أثناء إزالة الأدوات المكسورة في ثلاثة مستويات من القناة الجذرية (تاجي - متوسط - ذروي) .

الباب الأول
المراجعة النظرية
LITERATURE REVIEW

١ - ١ : آلية حدوث الكسر Dynamic of Fracture:

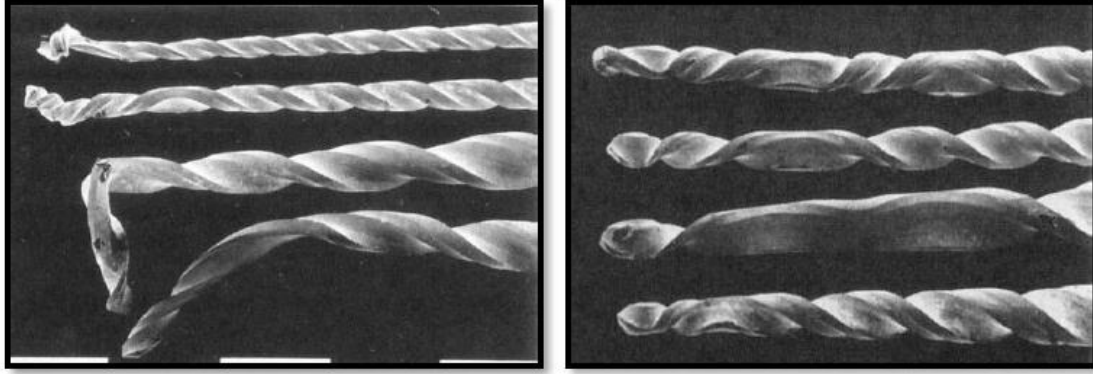
إن ظهور التشققات و الصدوع على سطح المعدن و تطورها غالباً ما تؤدي إلى إضعاف المعدن (الشكل ١-١) ، حيث يتركز الضغط في قاعدة هذه الشقوق و تتعرض هذه الشقوق لضغوط متزايدة ، و تتجمع القوى في نقطة واحدة بدلاً من أن تنتشر على السطح الأملس مما يسبب إضعاف المعدن و حدوث الكسر لاحقاً . (Ross, 1995)



الشكل ١-١ : الشقوق التي تظهر على سطح معدن الأداة (Ross, 1995)

١-١-١ : يوجد تصنيفين أساسيين لكسر المعادن :

- أ- كسر مرن ductile fracture : يحدث تشوه مرن للمادة قبل كسرها .
- ب- كسر قصف brittle fracture : يحدث تشوه مرن قليل أو قد لا يحدث أي تشوه مرن ، و يحدث هذا الكسر عادة في المعادن ضعيفة المرونة (Askeland et al., 2010) .



الشكل ٢-١: بعض العيوب التي تظهر على مبادر النيكل تيتانيوم الدوارة (Parashos and Messer, 2006)
 إن التوسيع في الأقفنية المنحنية باستخدام أدوات النيكل تيتانيوم الدوارة و لفترة طويلة يجعلها تتعرض لقوى شد و ضغط متكررة بحيث يتعرض السطح الداخلي للأداة للانضغاط ، بينما يكون السطح الخارجي عرضة لقوى الشد و بذلك يحدث إجهاد للمعدن و تشكل للتصدعات التي تؤدي لاحقاً لحدوث كسر (Parashos and Messer, 2006) (الشكل ٢-١) .

٢-١ : الأسباب الرئيسية لكسر أدوات النيكل تيتانيوم الدوارة :

Main Causes of Rotary NiTi Instruments Fractures

هناك سببان رئيسيان لانكسار مبادر المعالجة اللبية :

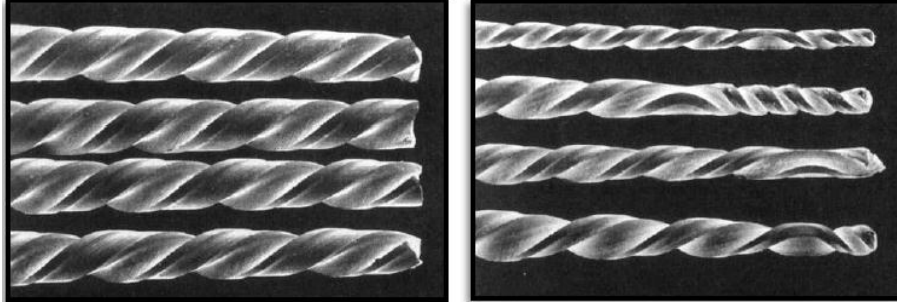
أ- الكسر الناجم عن تطبيق العزوم الزائدة Torsional Fatigue :

يحدث بسبب انحصار رأس الأداة أو أي جزء منها ضمن القناة بينما تستمر الشفرات بالدوران ، حيث يحدث تشوه مرن للأداة ثم تتكسر ، أي بمعنى آخر إجبار المبرد على الاستمرار بالحركة الدورانية ضمن القناة مع اتجاه عقارب الساعة على الرغم من إعاقته في جزء معين ضمن القناة مما يسبب زيادة عبء على الأداة و تجاوز حدود المرونة فيها elastic limits و بالتالي تفكك الارتباط بين شفرات الأداة و في النهاية ينكسر المبرد (Campbell et al., 2014) (الشكل ٣-١)

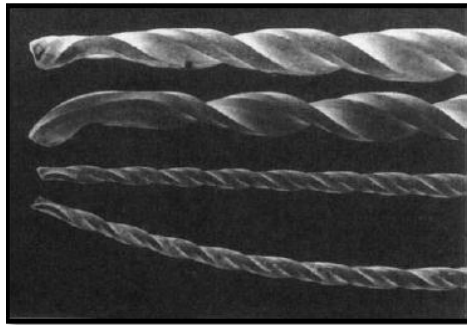
ب- الكسر الناجم عن إجهاد الأداة Cyclic Fatigue :

هو الكسر الناجم عن تكرار استعمال الأدوات . يحدث هذا النمط من الكسر بسبب التعب الدوري و الذي ينتج عن التحضير في الأقفنية الجذرية المنحنية ، حيث تدور

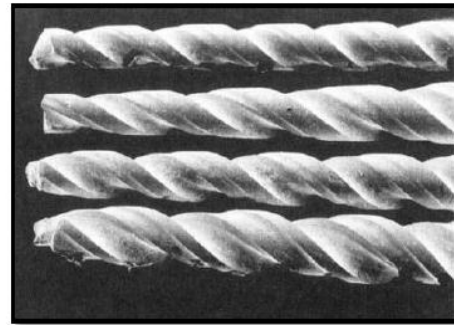
الأداة بحرية في القناة المنحنية و في منطقة الانحناء فإنها تنتثي حتى تنكسر في النقطة الأكثر انحناءً (Pruett et al., 1997) (الشكل ١-٤) .



الشكل ١-٣ : كسر ناتج عن العزم الزائد في دراسة تجريبية (Campbell et al., 2014)
 الشكل ١-٤ : كسر ناتج عن التعب الدوري في دراسة تجريبية (Pruett et al., 1997)



الشكل ١-٦ : كسر ناتج عن العزم الزائد خلال الاستخدام السريري (Campbell et al., 2014)



الشكل ١-٥ : كسر ناتج عن التعب الدوري خلال الاستخدام السريري (Pruett et al., 1997)

وُجِدَ أن تطبيق العزم الزائد مسؤول عن حدوث الكسر بنسبة (٥٥.٧ %) في أدوات النيكل تيتانيوم الدوارة بينما التعب الدوري مسؤول عن حدوث كسر بنسبة (٤٤.٣ %) (Sattapan et al., 2000a) .

١-٣-العوامل المؤهبة للكسر : Factors predisposing to Fracture

١-٣-١ العزم Torque :

يعتبر البعض أن العزم المتولد خلال تحضير الأتنية الجذرية الضيقة أكبر من العزم المتولد في الأتنية الواسعة (Sattapan et al., 2000b) ، فعند وصول العزم إلى مستويات حرجة فإن الأدوات تتعرض لتعب بنيوي ينتج عنه حدوث الكسر (Gambarini, 2001) (الشكل ١-٧) .



الشكل ١-٧: تشوهات ضمن المبارد نتيجة العزم الزائد (Gambarini, 2001)

أحياناً عندما تكون الأدوات ذات فاعلية أقل فإن الطبيب يطبق قوة على المبارد ضمن القناة مما يؤدي لحدوث تشوه فيها و حدوث كسر فيما بعد ، و مع وجود انحناء ضمن القناة فإن المبارد ذات القياس الصغير تتعرض للتعب في أقل عزم مطبق كما هو حال المبارد في الأتنية ذات الانحناء الشديد (Berutti et al., 2004) ، و قد وجد (Gambarini, 2001) أن المبارد التي تستخدم في الأجهزة ذات العزم المنخفض (1N.cm (newton.cm)) أكثر مقاومة للكسر من المبارد التي تستخدم في الأجهزة ذات العزم المرتفع ($>3\text{N.cm}$) .

إن استخدام الجهاز ذي العزم الأقل يقلل من الأذى السريري للأدوات و يقلل من التعب الدوري (Gambarini, 2001) ، ومن ناحية أخرى وجد (Berutti et al., 2004) و زملاؤه أن أدوات النيكل تيتانيوم الدوارة تعمل بشكل أفضل بوجود عزم أكبر على اعتبار أن الفعل الذاتي العكسي عند وجود عزم أقل ربما يسبب تخزيناً للجهود وهذا يقلل من فترة الاستخدام السريري للأدوات .

كما لاحظ (Yared et al., 2002) وزملاؤه أن العزم الزائد هو آمن بالنسبة للأطباء ذوي الخبرة و أن المبتدئين سيستفيدون بشكل أكبر عند استخدام الجهاز المضبوط ذي العزم الأقل .

١-٣-٢- سرعة الدوران speed of Rotation :

يرى بعض الباحثين (Poulsen et al., 1995, Gabel et al., 1999) أن السرعة التقليدية ليس لها أي تأثير في حدوث الكسر ، وهذا لا يتفق مع دراسات أخرى (Martin et al., 2003, Yared et al., 2001, Grossman, 1969, Gabel et al., 1999). و ربما يكون ذلك بسبب تنوع ظروف العمل و اختلاف الباحثين و اختلاف نوعية الأدوات ولذلك فإن تأثير السرعة غير محدد . لابد من الالتزام دائماً بالسرعة الموصى بها من قبل الشركة المصنعة لكل نظام تحضير ، و أحياناً لكل مبرد (Martin et al., 2003, Grossman, 1969,).

بينت دراسة (Martin et al., 2003) أن انكسار مبرد المداواة اللبية الدوارة يحدث بنسبة هامة عندما تكون سرعة الدوران عالية 300-350rpm ، بينما أظهرت دراسة أخرى (Karagoz-Kucukay et al., 2003) عدم وجود أي تأثير لاختلاف سرعات الدوران في حدوث انكسار المبرد الدوارة .

قيم (Gabel et al., 1999) تأثير سرعة الدوران على تعب أدوات النيكل تيتانيوم الدوارة ، ووجدوا أن هذه الأدوات تميل لحدوث تشوه ضمنها وانكسارها ٤ مرات أكثر عند وجود سرعة عالية (333rpm) مقارنة بسرعة دوران منخفضة (167rpm) .

١-٣-٣- انحناء القناة canal curvature :

إن أحد العوامل المؤهبة لكسر المبرد اللبية هي انحناء القناة و نصف قطر الانحناء حيث تزداد قابلية كسر المبرد كلما زاد التعقيد في الألفية الجذرية من الناحية التشريحية (Iqbal et al., 2006). يزداد كسر المبرد بنسبة عالية في

الأرجاء و بشكل خاص في الجذور الأنسية للأرجاء السفلية (Ward et al., 2003Hulsmann and Schinkel, 1999).

تزداد حوادث كسر مبراد التحضير الدوارة ضمن الأقفنية الجذرية المنحنية بازدياد زاوية الانحناء (Haikel et al., 1999Li et al., 2002)، و هذا ما أكدته كل من (Zelada et al., 2002) و (Martin et al., 2003) من خلال أبحاث تناولت تحضير الأقفنية في الأرجاء المقلوعة حيث كسرت المبراد في الأقفنية شديدة الانحناء و بزاوية انحناء أكبر من ٣٠ درجة .

١-٣-٤ - تصميم المبراد : Design of Files

يعتبر كل من (قياس الأدوات و الاستدقاق و المقطع العرضي) عوامل هامة تؤثر في العزم و الانتشاء لمبراد التحضير الدوارة (Chaves Craveiro de Melo et al., 2006Yao et al., 2002).

١. قياس المبراد : size of files

تعتبر المبراد ذات القياس الصغير ضعيفة تجاه قوى العزم Torsional forces ولكنها مقاومة للتعب الدوري ، بينما تكون المبراد الأكبر حجماً أكثر مقاومة لقوى العزم و لكنها سريعة التأثير بالتعب الدوري cyclic fatigue و بذلك فإن المبراد ذات الاستدقاق الكبير و نصف القطر الكبير سريعة التأثير بالتعب الدوري (Haikel et al., 1999).

تحدث معظم حالات الفشل في المبراد ذات القياس الصغير و التي لا تبدي مقاومة كبيرة للكسر الناتج عن العزم حيث تستخدم هذه المبراد لتوسيع المنطقة الذروية وبالتالي فإن الانتشاء قد يحدث بالقرب من رأس الأداة ، بينما المبراد ذات القياس الكبير لا تتكسر بسبب العزم الزائد و ذلك بسبب الكتلة الكبيرة و الاستدقاق الكبير لهذه الأدوات والتي تحتاج إلى عزم كبير ليحدث الكسر (Sattapan et al., 2000b).

٢. المقطع العرضي cross section :

يؤثر كلاً من المقطع العرضي للمبرد و تصميمه في مقاومة المبرد للكسر و ذلك عندما تتعرض لقوى العزم الزائد و إجهاد الشبي (Turpin et al., 2000).

بالنسبة لشكل المقطع العرضي فإن المبرد ذات المقطع العرضي البيضوي أكثر مرونة من المبرد ذات المقطع العرضي المثلثي ولكنها أقل مقاومة لقوى العزم (Berutti et al., 2003) ، حيث تتوزع القوى ضمن مبرد protaper ذات المقطع العرضي المثلثي بشكل أكبر من مبرد profile ذات المقطع العرضي البيضوي و بذلك فإن مبرد protaper أكثر قوة بسبب قدرتها على مقاومة القوى الخارجية بشكل أكثر فاعلية (Berutti et al., 2003).

وجد (Schafer et al., 2003) وزملاؤه في دراستهم عن العلاقة بين المقطع العرضي للأداة و المرونة من خلال المقارنة بين خمسة من أنظمة التحضير الدوارة (profile , K3 , Race , FlexMaster , Hero642) أن أدوات profile و Race كانت أكثر مرونة ، بينما أدوات k3 ذات المقطع العرضي الكبير كانت أكثر صلابة .

٣. الاستدقاق Taper :

وهو الزيادة مع كل ملليمتر من طول المبرد. وجد yao (Yao et al., 2006) وزملاؤه في دراسة تناولت التعب الدوري المسؤول عن كسر أدوات مختلفة من النيكل تيتانيوم أن المبرد ذات الاستدقاق (0.06) أقل مقاومة للكسر من المبرد ذات الاستدقاق (٠.٠٤) .

قارن (Shen et al., 2006) أنواع العيوب التي تتعرض لها أدوات النيكل تيتانيوم ذات التصاميم المختلفة ولاحظوا حدوث كسر للمبرد ذات الاستدقاق الأكبر (protaper) تدريجياً بنسبة مئوية عالية (٢٠ %) و نسبة مئوية منخفضة (٧%) للمبرد ذات الاستدقاق الأصغر (ProFile) .

١-٣-٥ - إجراءات التصنيع Manufacturing procedures :

إن أهم ما يميز هذه المرحلة هو تنوع الجزيئات المندخلة ضمن الخليطة مثل الجزيئات المتأكسدة التي تتحد مع المعدن و تؤدي إلى ضعفه من خلال تشكل فراغات صغيرة ضمن سطوح مبادر النيكل تيتانيوم ناتجة عن وجود كميات صغيرة من الأوكسجين و النيتروجين و الكربون و الهيدروجين منحلة في الخليطة المعدنية من رواسب مختلفة (Alapati et al., 2005) .

أظهرت بعض الدراسات وجود عيوب تصنيعية على سطح الأدوات اللبية الجديدة ، و لذلك لابد من الفحص المرئي الأدوات قبل استعمالها ضمن الألفية الجذرية (Alapati et al., 2005) .

١-٣-٦ - الخليطة المعدنية Metal Alloy :

لقد حدث تنوع كبير في الخلائط المعدنية الداخلة في تركيب أدوات المعالجة اللبية مما أدى إلى تنوع في خصائص هذه الأدوات ، كما اختلفت هذه الأدوات في طريقة قطعها للعاج و فعاليتها ، و لذلك فإن مقاومتها للتشوه الحاصل و للكسر تختلف أيضاً (Grossman, 1969) .

وجدت مبادر الفولاذ اللاصدئ لتكون أفضل من أدوات الكربون اللاصدئ في هذا المجال (Grossman, 1969) ، بينما ظهرت مبادر النيكل تيتانيوم لتكون أقوى و أكثر مرونة و ذات مقاومة أعلى للكسر الناتج عن قوى العزم من مبادر الفولاذ اللاصدئ (Walia et al., 1988) .

١-٣-٧ - عدد مرات الاستخدام Frequency of use :

بشكل عام لا يوجد اتفاق في الأبحاث و الدراسات السريرية بخصوص عدد مرات الاستخدام المرتبطة بحدوث الكسر ، إن العامل الأهم في هذا السياق هو طريقة الاستخدام ضمن الألفية الجذرية . يعتبر انكسار المبادر اللبية مشكلة سريرية

متعددة العوامل ، و لذلك لا يمكن توقع عدد الحالات أو حتى عدد الأفضية التي يمكن تحضيرها باستخدام مبرد واحد (Parashos et al., 2004) .

ينصح بعدم استخدام المبرد اللبية ذات القياس الصغير أكثر من مرتين (Zelada et al., 2002) ، و مع ذلك فإن الأدوات ذات القياسات الصغيرة لا يمكن استخدامها عدة مرات بدون خوف من إمكانية حدوث الكسر و خاصة عند وجود تشوه مرئي (Alomairy, 2009) .

وجد الباحث (Arens et al., 2003) في دراسة أجريت على ٧٨٦ مبرد تحضير دوار مستخدم سريريا مرة واحدة أن (٤٠ %) من المبرد أظهرت عيوباً مختلفة و سبعة مبرد (٩ %) تعرضت للكسر ، و بذلك فإنه حتى مع الاستخدام الوحيد للمبرد فإنها تبقى عرضة لحدوث عيوب مختلفة فيها ، و هذه العيوب هي نقاط تجمع و تركيز للجهود التي ستتشكل فيها الشقوق لاحقاً وينتج عنها فيما بعد حدوث الكسر (Cheung Peng et al., 2005) , (et al., 2005).

١-٣-٨- التعقيم Sterilization:

أظهرت بعض الدراسات أن التعقيم لا يؤثر بشكل سلبي في الأدوات اللبية (Hilt et al., 2000, Silvaggio and Hicks, 1997) ، بينما بينت دراسات أخرى تأثيرات سلبية للتعقيم في المبرد اللبية و أن هذه التأثيرات ليس لها أهمية سريرية (Roulet, 1983, Canalda-Sahli et al., 1998) ، ومن ناحية أخرى أظهرت بعض الدراسات زيادة مقاومة المبرد للتعيب بعد تعرضها للتعقيم (Viana et al., 2006) .

١-٣-٩- إجراءات التحضير preparation procedures :

(١) توسيع فوهة القناة و تأمين النفوذ Canal Orifice Enlargement
: and Access Preparation

إن توسيع فوهة القناة يسهل تحضير الجزء الذروي من القناة الجذرية وبخاصة في الأسنان متعددة الجذور ذات الأفنية المنحنية (Leeb, 1983) .

استخدم (Leeb, 1983) في دراسته أرحاء مقلوعة علوية و سفلية ليثبت أنه بعد توسيع فوهات الأفنية فإن المبارد تخترق بسهولة و بذلك تؤمن مدخلاً أسهل للمبارد الدوارة إلى القناة الجذرية دون أن تسبب حدوث التواء شديد و الذي قد يؤدي إلى حدوث تعب معدني للمبارد ، فعند نفوذ المبارد بسهولة ضمن القناة الجذرية فإن جهود الالتواء و الانثناء تقل و تقل معها إمكانية حدوث الكسر ، كما أن تأمين نفوذ الأفنية الجذرية باستخدام المبارد اليدوية يسمح باستخدام أكبر عدد ممكن من مبارد التحضير الدوارة قبل حدوث الكسر .

٢) الغسل و سوائل الإرواء Irrigation and irrigants :

إن استخدام سوائل الإرواء خلال المعالجة اللبية يسهل عمل المبارد ضمن الأفنية الجذرية ، حيث يقلل الغسل ضمن الأفنية الجذرية من الاحتكاك بين الأجسام الصلبة (Parashos et al., 2004) .

ولكن بينت دراسة (Darabara et al., 2004) حول نتائج الاحتكاك بين الأجسام الصلبة و وجود تأثيرات سلبية لسوائل إرواء مختلفة و تراكيز مختلفة للسوائل نفسها على الخصائص الميكانيكية للمبارد اللبية ، كما أظهرت دراسة (Stokes et al., 1999) درجات مختلفة من التآكل على سطوح الأدوات والتي تعتبر مناطق ضعف تتطور تحت الإجهاد إلى عيوب مثل الشقوق.

يعتبر هيبوكلوريت الصوديوم Naocl من أكثر سوائل الإرواء المستخدمة شيوعاً ، و قد درس تأثيره في المبارد اللبية كثيراً ، و إن وجود هذا العامل مع العوامل الأخرى قد ينتج عنه تعب معدني ضمن المبارد يجعلها عرضة للكسر (Berutti et al., 2006) .

٣) البرادة العاجية Dental Debris :

تؤدي البرادة العاجية المتوضعة ضمن شفرات المبرد اللبية إلى حدوث تعب بنيوي لهذا المبرد ، حيث تعمل هذه البرادة على تركيز الجهود وبذلك تؤدي إلى حدوث الفشل السريري لمبرد التحضير القنيوي الدوارة (Filip, 2001) .

٤) تقنية التحضير Preparation Technique :

تناولت دراسة مقارنة قام بها (Blum et al., 1999) تقنيتي تحضير الألفية الجذرية Crown-Down و Step-Back باستخدام مبرد النيكل تيتانيوم على القواطع السفلية وقد وجدوا أنه مع تقنية Crown-Down كانت قوى العزم و القوى العمودية أقل و أن احتكاك رؤوس المبرد مع العاج كان أقل ، و هذا هام جداً حيث أوضحت إحدى دراسات كسر مبرد النيكل تيتانيوم الدوارة أن الكسر يميل للحدوث بالقرب من رأس المبرد (Sattapan et al., 2000a) .

١-٣-١٠ - حركة الأدوات الدوارة Rotary instrument manipulation :

تعتبر الحركة الدورانية المحورية لمبرد التحضير الدوارة خلال التحضير هامة في منع حدوث الكسر (Dederich and Zakariasen, 1986) ، و كذلك أشار الباحثون إلى أن حركة النقر pecking مع قوى ذروية بسيطة حركة هامة في منع تعرض المبرد للانحناء وتوليد العزم الزائد و التعب الدوري (Sattapan et al., 2000b) .

اختبر (Li et al., 2002) التعب الدوري لمبرد النيكل تيتانيوم الدوارة باستخدام حركة نقر ذروية و وجدوا أنه عند زيادة مسافة النقر pecking distance يزداد الزمن اللازم لحدوث الكسر .

وجد (Yared et al., 2003) أنه عند استخدام حركة نقر ذروية بسيطة مع مبارد النيكل تيتانيوم الدوارة خلال تحضير أفنية جذرية لأرجاء مقموعة لا يحدث كسر للمبارد نتيجة عدم توليد عزم زائد .

١-٣-١١ - مهارة الطبيب Operator proficiency :

أظهرت الدراسات أن المعدلات العالية من كسر المبارد الدوارة تحدث مع الأطباء عديمي الخبرة مقارنة بالأطباء أصحاب الخبرة (Yared Karagoz-Kucukay et al., 2003 , et al., 2002).

بينت إحدى الدراسات السريرية لاختصاصي المداواة اللبية في أربع دول مختلفة (أستراليا - المملكة المتحدة - أمريكا - سويسرا) (Parashos et al., 2004) أن العامل الأكثر أهمية في حدوث انكسار الأدوات اللبية هو الطبيب ، و هذا يرتبط بالمهارة السريرية للطبيب أو قراره استعمال الأدوات حتى حد معين أو حتى ظهور العيوب بشكل واضح على الأدوات .

أكد (Yared et al., 2002, Yared et al., 2001, Yared et al., 2003) في العديد من الاستقصاءات الشاملة أن التدريب المسبق لاستخدام أنظمة التحضير الدوارة من خلال تحضير الأفنية الجذرية في الأسنان المقموعة ضروري لتجنب حدوث كسر . بينت الدراسات (Di Fiore et al., 2006a, Di Fiore et al., 2006b) , السريرية و المخبرية الحديثة أنه عندما يكون الأطباء على حذر من إمكانية حدوث الكسر و تطبيق الإجراءات الممكنة لمنع حدوث الكسر ، فإن حوادث الكسر تتناقص بمقدار (٤ %) .

١-٤- الوقاية من حدوث الكسر prevention of fracture :

يمكن تلخيص الوقاية من حدوث كسر مبادر النيكل تيتانيوم الدوارة بإتباع مايلي (Di Fiore, 2007) :

- ✗ استخدام أنظمة التحضير الدوارة بحسب تعليمات الشركة المصنعة و تجنب تعريض مبادر النيكل تيتانيوم لجهود زائدة .
- ✗ استخدام المبادر حسب تسلسل استخدامها .
- ✗ تقييم انحناء القناة شعاعياً و النفوذ ضمن هذه الأقنية بحذر .
- ✗ التأكد من ملائمة مدخل التحضير و تأمين نفوذ مستقيم ابتداءً من القسم التاجي حتى القسم الذروي قبل استخدام مبادر النيكل تيتانيوم الدوارة .
- ✗ توسيع فوهة القناة الجذرية قبل البدء بتحضيرها .
- ✗ تحضير الأقنية باستخدام مبادر يدوية دقيقة عند وجود تعقيدات تشريحية ضمن القناة الجذرية قبل البدء باستخدام مبادر النيكل تيتانيوم الدوارة .
- ✗ جعل سرعة الدوران و العزم بمستويات منخفضة .
- ✗ استخدام تقنية crown – down في تحضير الأقنية الجذرية .
- ✗ غسل القناة و إروائها واستخدام السوائل المزلفة خلال التحضير .
- ✗ استخدام مبادر النيكل تيتانيوم الدوارة بحركة نقر وعدم تطبيق قوة كبيرة .
- ✗ فحص المبادر بشكل مستمر واستبعاد أي مبرد تظهر عليه علامات تشوه .
- ✗ في حال عدم وجود خبرة سابقة في استخدام أنظمة التحضير الدوارة ، فلا بد من التدريب المسبق على استخدام هذه المبادر .

١-٥- إنذار الأسنان التي كسرت فيها أدوات :

Prognosis of teeth with instruments

يرتبط معدل نجاح المعالجة اللبية بوجود الإنتان ضمن القناة الجذرية ، حيث إن الأداة المكسورة قد لا تكون السبب المباشر لفشل المعالجة اللبية (Simon et al., 2008) .
إن إزالة العوائق داخل القناة الجذرية قد يسبب أذى للسن و النسيج المحيطة ، و إن حدوث تخريب كبير للنسيج السنية سيعقد من المعالجة الترميمية للسن و هذا بدوره سيقبل من الإنذار الكلي للسن (Fors and Berg, 1986) .

حيث يعتمد إنذار هذه الحالات بشكل أساسي على وضع النسيج حول الذروية قبل المعالجة (Grossman, 1968; Crump and Natkin, 1970) ، و يعتبر الفحص الشعاعي وسيلة سريرية هامة لتقييم حالة النسيج حول الذروية ولكنه ليس أكيداً في العديد من الحالات ، فالآفة حول الذروية يمكن أن توجد نسيجياً لكن لا يمكن تمييزها شعاعياً حتى وصولها إلى مرحلة معينة ، أي إن غياب الآفة حول الذروية شعاعياً لا ينفي بشكل قاطع وجودها (Wong, 2004) .

إن الحالة السريرية (وجود الإنتان أو غيابه) و الفترة الزمنية خلال المعالجة اللبية تؤثر بشكل كبير في إنذار الحالة ، فعند حدوث كسر الأداة في نهاية مرحلة تشكيل القناة الجذرية و تطهيرها فإن القناة قد يتم حشوها بشكل تقليدي و دمج القطعة المكسورة مع مادة الحشو ، و في هذه الحالة يكون الإنذار مقبولاً ، و من ناحية أخرى إذا حدث كسر في الأدوات في وقت مبكر من المعالجة اللبية تقل الفرصة لتطهير القناة الجذرية حيث إن وجود الأداة المكسورة ضمن القناة الجذرية بالإضافة إلى تشريح القناة يعوق عملية التحضير و الإرواء ، و بالتالي فإن الإنتان قد يبقى في جزء من القناة و يكون مسؤولاً بشكل مباشر عن فشل المعالجة (Kerekes and Tronstad, 1979).

أظهرت دراسة (Spili et al., 2005) تضمنت ٨٤٦٠ سنناً أن وجود أدوات مكسورة ضمن الألفية الجذرية لا يؤثر بشكل كبير في نجاح المعالجة اللبية : (٩١.٨ %) في حال وجود أدوات مكسورة ، مقابل نسبة نجاح (٩٤.٥ %) في حال عدم وجود أدوات مكسورة .

وجد (Grossman, 1981) أن إنذار الأسنان يكون جيداً نسبياً عندما يكون توضع الأداة المكسورة في الثلث الذروي من القناة ، و أضاف آخرون أنه من أجل إنذار أفضل فإن الأداة المكسورة يجب أن تكون على تماس جيد مع الجدران العاجية المحيطة ، ولا تبرز خارج المنطقة الذروية (Lovdahl and Gutman, 1997).

وجد (Strindberg, 1956) أن إنذار الأسنان التي كسرت فيها أدوات أسوأ من تلك التي لم تكسر فيها أدوات ، و أن نسبة الفشل (١٩ %) تكون أعلى في الحالات التي كسرت فيها أدوات مقارنة بتلك التي لم يكسر فيها أدوات .

١-٦-العوامل التي تؤثر في نجاح إخراج الأدوات المكسورة :

Factors influencing the success of removal of Broken

Instruments

هناك العديد من العوامل التي تؤثر في نجاح إخراج الأدوات المكسورة بغض النظر عن التقنية المستخدمة، وهذه العوامل هي:

١-٦-١- مكان توضع الأداة المكسورة ضمن القناة:

Localization of the broken instrument:

إن القدرة على النفوذ غير الجراحي و إزالة الأداة المكسورة يتأثر بقطر الأداة و طولها وموقعها ضمن القناة ، و يلعب هذا العامل دوراً هاماً في نجاح إزالة الأدوات المكسورة حيث إن إنجاز نفوذ مستقيم إلى مكان الأداة المكسورة يعتبر مفتاح نجاح أي إجراء متبع ، كما أن تحديد مكان الأداة المكسورة (الثلث التاجي - المتوسط - الذروي) يعتبر الخطوة الأولى في عملية إزالتها ، و بشكل عام إذا كان ثلث الطول الكلي للأداة يمكن كشفه فإنه عادة تتم إزالة الأداة المكسورة (Ruddle, 2002) .

الأدوات المكسورة التي تتوضع في الأجزاء المستقيمة من القناة (الثلث التاجي أو المتوسط) يمكن إزالتها ، أما الأدوات التي تتوضع بشكل جزئي حول منطقة الانحناء فعادة أكثر صعوبة ، وغالباً لا تتم إزالتها إلا إذا تم تأسيس نفوذ مستقيم حتى الجزء التاجي للأداة (Ruddle, 1997).

في حال توضع الأداة المكسورة ذروبياً بالنسبة للانحناء ، و عدم التمكن من تأسيس نفوذ مستقيم ، فإن إزالتها غير ممكنة وهنا يجب أن نحاول أن نتجاوزها . و في

حال وجود أعراض و علامات ولم نتمكن من إزالة الأداة أو تجاوزها فيستطب بالجراحة أو القلع (Blaskovic-Subat, 1991).
 قال (Grossman, 1981) إنه لا يزيل أداة مكسورة عندما تكون متوضعة في التلث الذروي من القناة وقريبة بشكل كاف من الذروة أو عندما يكون من الممكن توسيع القناة وإزالة الإنتان وختم القناة الجذرية.

١-٦-٢- نوع الأداة المكسورة و طولها :

Kind and length of broken instrument:

إن إزالة أدوات النيكل تيتانيوم الدوارة تميل لأن تكون أصعب من إزالة الأدوات اليدوية و ذلك بسبب انكسارها بطول قصير ، و احتمال انكسارها بالاتجاه الذروي بشكل أكبر وحول منطقة الانحناء في الأقفنية الضيقة ، و بسبب الحركة الدورانية لها فإنها تميل للانحشار ضمن القناة و التعشق بجدرانها مغلقة بذلك للمعة الداخلية للقناة (Ward et al., 2003) .

مبارد الفولاذ اللاصدئ لا يحدث كسر ثانوي لها خلال إجراءات الإزالة ، بينما النيكل تيتانيوم يمكن أن تتكسر مرة أخرى (Ruddle, 2002) .
 إن الأدوات المكسورة بطول أقل من (٥ ملم) ذات معدل نجاح أقل مقارنة بالأدوات المكسورة بطول أكبر من (٥ ملم) حيث تزداد إمكانية الوصول إلى الجزء التاجي من الأداة ، بشكل عام نقول: إن طولاً كافياً للأداة المكسورة ضمن القناة يسهل إخراجها (Hulsmann and Schinkel, 1999).

١-٦-٣- تماس القسم المكسور من الأداة مع جدران القناة

:with canal walls

يعني ذلك كون الأداة عالقة بشدة (wedged) أو حرة (loosen) ضمن القناة ، فالأدوات الحرة يمكن إخراجها بسهولة مقارنة بالأدوات المعشقة بقوة ضمن العاج (Wong and Cho, 1997) .

١-٦-٤- مقطع القناة العرضي Canal cross-section:

خلال تحضير القناة الجذرية و بسبب عدم الانتظام في المقطع العرضي للقناة من جهة و المقطع العرضي للأداة من جهة أخرى ، فإن جزءاً من محيط الأداة قد يصبح على تماس مع جدران القناة تاركاً كمية معتبرة من القناة غير مغلقة ، و بذلك فإنه من النادر أن تغلق الأداة المكسورة لمعة القناة بشكل كامل (Feldman et al., 1974) ، أي إن المقطع العرضي غير المدور يسمح للأدوات أن تنفذ من جانب الأداة المكسورة (bypass) و يعتبر النفوذ من جنب الأداة المكسورة عاملاً هاماً للنجاح في العديد التقنيات .

لا يمكن تمييز المقطع العرضي للقناة شعاعياً ، لكن الدراسات التشريحية المخبرية أعطت فكرة عما هو شائع في المقاطع العرضية ، مثلاً : الأقنية البيضوية تكون شائعة في القواطع السفلية و الضواحك العلوية ذات القناة الواحدة و الأرحاء السفلية ذات القناة الواحدة في الأنسي ، و إلى حد ما الأقنية الأنسية الدهليزية للأرحاء العلوية و تعتبر مفضلة لعملية النفوذ من جانب الأداة (Wu et al., 2000) .

١-٧-٧- تقنيات إخراج الأدوات Retrieval Techniques :

في معظم الحالات تكون إزالة الأدوات المكسورة من القناة أمراً صعباً ، وحتى هذا اليوم لا يوجد إجراء قياسي للإزالة الآمنة للأدوات المكسورة على الرغم من تنوع التقنيات و الأجهزة المستخدمة . و من التقنيات المستخدمة في هذا المجال :

١-٧-١- استخدام المطاوي والملاقط الرفيعة Use of pliers and tapered**:forceps**

تستخدم المطاوي والملاقط ذات الرؤوس الرفيعة لإمساك الأداة (Ahmad et al., 1994) وسحبها خارج القناة، تستطب هذه الطريقة عند توضع الأداة المكسورة قرب فوهة القناة بحيث يسمح تشريح القناة بتوسيع جيد يمكن من إدخال رأس المطواة أو الملقط. (Feldman et al., 1974) (الشكل ١-٨) .



الشكل (٨-١) : مطاوي Steiglitz forceps (Pulpdent Corporation, Watertown, MA) بزاوية رأس ٩٠ و ٤٥ درجة

١-٧-٢- استخدام الـ Evicrol:

وهي مادة لصق خاصة اقترحت للصق الأداة التي كسرت ضمن القناة مع القسم الذي خرج من القناة، وهي تستطب في الحالات التي تكون فيها الأداة المكسورة قريبة من فوهة القناة ، حيث توضع نقطة من لاصق Evicrol على فوهة القناة ثم يدخل جزء الأداة الخارجي ضمن المادة اللاصقة وعلى تماس صميمي مع الأداة المكسورة ، وبعد تصلب المادة اللاصقة يلتحم جزء الأداة المعدنيين مع بعضهما مما يمكن من إخراجهما معاً (Sekletov, 1994).

١-٧-٣-الإرواء الغزير Abundant irrigation:

وهو محاولة جعل الأداة تطفو وتخرج مع سائل الإرواء، وقد نصح (Stewart, 1986) باستخدام (RC-Prep (Root Canal Preparation Cream مع هيبوكلوريت الصوديوم لإزالة الأدوات المكسورة.

١-٧-٤- تعليق الأداة المكسورة بأداة لينة Engaging the fragment:

وتقتضي هذه الطريقة إدخال مبرد واحد بجانب الأداة المكسورة وإخراجها بحركة برد للخارج، بحيث تعلق شفرات الأداة المكسورة مع شفرات المبرد المستخدم (حيث يفضل استخدام مبرد هيدستروم) وبالتالي إخراج الأداة (Schäfer, 1997)، وهذه الطريقة تتطوي على مخاطرة كبيرة في حصول انثقاب أو كسر ثانوي في المبرد المستخدم .

يمكن أيضاً إدخال عدة مبرد هيدستروم من جانب الأداة المكسورة ثم تجدل مع بعضها وتسحب بحركة واحدة خارج القناة إما بواسطة اليد أو بحامل إبر جراحي (Suter, 1998)، وتسمى هذه الطريقة Braiding technique، وهي تستطب على الأغلب في إزالة أقماع الفضة والأدوات المكسورة المتوضعة في الثلث التاجي .

١-٧-٥- تفتيت الأداة المكسورة: Fragmentation of the broken**instrument**

وهي تفتيت الأداة المكسورة وإزالتها مباشرةً بواسطة مثقب طويل الساق، حيث توجه ذروة المثقب مباشرة إلى الأداة المكسورة، وتستخدم هذه الطريقة عندما تقش كل الطرق المعروفة ولا تستخدم إلا بوجود المجهر الجراحي وعندما تكون الأداة المكسورة في الثلث التاجي (Wong and Cho, 1997) .

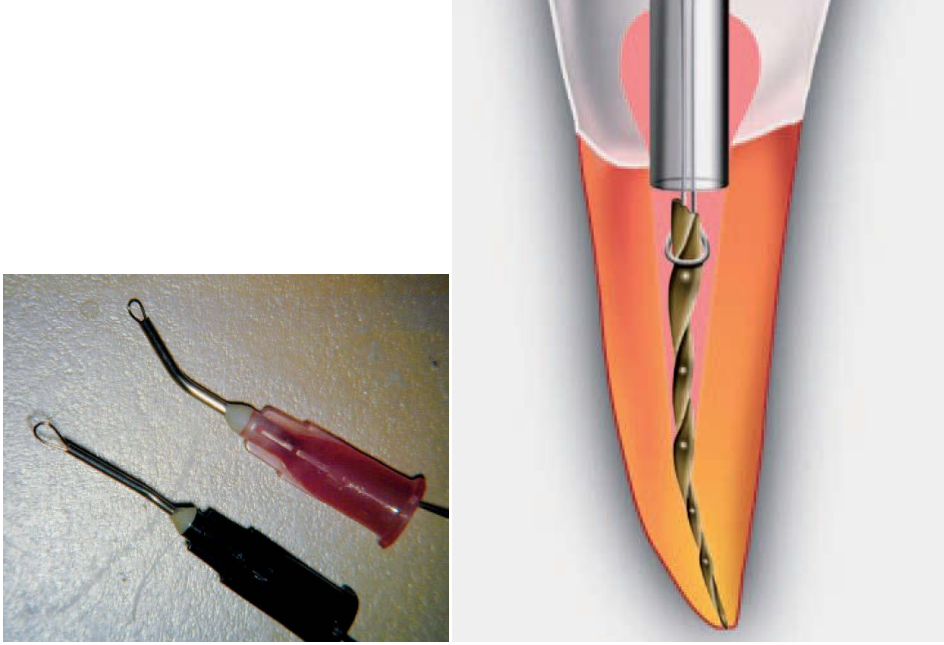
١-٧-٦- تقنيات Microtube :

هناك العديد من التقنيات القديمة والحديثة، والتي صممت خصيصاً لتدبير العوائق داخل القناة مثل الأدوات المكسورة، ولا بد من فهم هذه التقنيات بشكل كامل لأنها تتطلب غالباً إزالة شديدة لعاج، ومن هذه التقنيات :

١- تقنية Roig-Greene:

في هذه التقنية يتم اختيار أنبوب مجوف بقياس ملائم و يمرر السلك من خلال الأنبوب ثم يربط بإحدى نهايتيه ثم يعاد تمريره خلال الأنبوب و بذلك تتشكل حلقة

(loop) يمكن أن تمسك بالجزء التاجي المكشوف من الأداة المكسورة ، و عند النجاح بعمل ذلك ، يتم دفع الأنبوب ذروباً بينما يحدث بشكل آني سحب لنهايتي السلك تاجياً (Roig-Greene, 1983) (الشكل ٩-١) .



الشكل (٩-١) : تقنية Roig-Greene

٢- تقنية Tube and Glue :

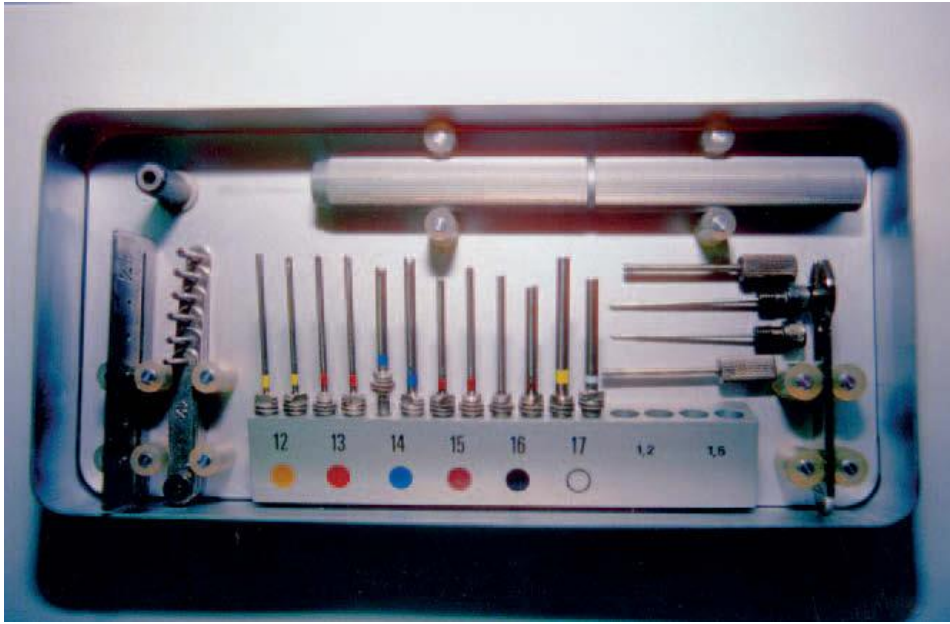
تحتوي مجموعة نوازع (SybroEndo, California) Cancellier على أربعة أنابيب مجوفة microtubes بقياسات مختلفة و بقطر خارجي (0.80 , 0.70 , 0.60 , 0.50) ملم و يجب أن يكون الأنبوب مناسباً بحيث يغطي القطر الداخلي الجزء التاجي المكشوف من الأداة و يتم إلصاق الأنبوب مع الأداة المكسورة بواسطة لاصق مثل لاصق الأوتاد ، ولابد من الحذر من استخدام اللاصق بكمية كبيرة لأنه يسبب إغلاق القناة (Berman et al., 2010) (الشكل ١٠-١) .



الشكل (١٠-١) : Tube and Glue

٣- تقنية ماسيران: Maserrann technique

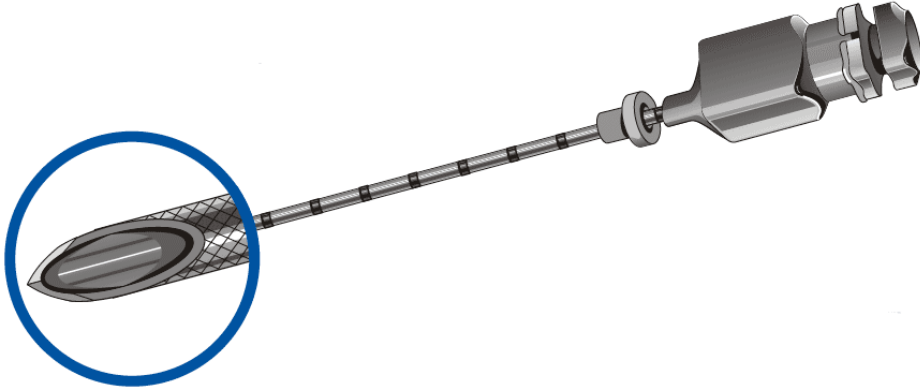
استخدمت هذه التقنية لأكثر من ثلاثين عاماً كوسيلة لإزالة الأدوات المكسورة و تتألف علبة ماسيران من مجموعة من المثاقب المنشارية التي تزود بنفوذ يسمح للنازع بالوصول إلى لأداة المكسورة ، ونازعات أنبوبية تدخل ضمن الفراغ المحدث من قبل المثقب بحيث تتمكن من الإمساك بالأداة المكسورة و سحبها (Masserann, 1972) (الشكل ١-١١) .



الشكل (١-١١) : مجموعة Maserrann

٤- تقنية Spinal Tap Needle :

تعتبر (Ranfac, Avon, Massachusetts) Spinal Tap Needle تقنية أخرى اقترحت لإزالة الأدوات المكسورة (Ruddle, 2004a). تتضمن هذه التقنية أنابيب مجوفة Microtubes بأقطار خارجية (0.60 , 0.80 1.00) ملم ، ويتم اختيار مبرد هيدستروم بقياس صغير ويوضع ضمن الأنبوب على كامل الطول حتى يعلق بين الأداة المكسورة و اللعة الداخلية للأنبوب ، و تكون هذه التقنية فعالة عند إزالة العوائق من الأفتنية الواسعة (Cohen and Burns, 1998) (الشكل ١-١٢) .



الشكل (١-١٢) : الأنبوب المجوف في تقنية **Spinal Tap Needle**

٥- نظام النازع الليبي Meisinger rMeitrac/ Endo Extractor :

إن نظام Endo Extractor و نظام Meisinger Meitrac الحديث له القدرة على الارتباط الميكانيكي القوي مع الأداة المكسورة ، حيث تقوم أداة Meitrac بالحفر حول الأداة المكسورة ليأتي بعد ذلك دور نزع (Extractor) و الذي يتوفر بقطر خارجي تقريباً (١.٥) ملم ، وهذا القطر بحد من الاستخدام العملي للأداة في الأجزاء التاجية من الأقفنية الواسعة (Ruddle, 2004c).

٦- نظام إزالة الأدوات (IRS) Instrument Removal System :

يزود نظام IRS بتقنية ميكانيكية لإزالة العوائق داخل القناة مثل أقمار الفضّة و الأدوات المكسورة (Ruddle, 2004a)، و يستخدم هذا النظام عندما تكون إجراءات التقنية فوق الصوتية غير ناجحة ، و تتألف كل أداة من أنبوب ذي لون خاص و برغي ، و كل أنبوب له

مقبض بلاستيكي بقياس صغير لتعزيز الرؤية خلال العمل و نافذة جانبية و نهاية مشطوية بمقدار ٤٥ درجة لالتقاط الجزء التاجي من الأداة المكسورة ، فالأداة ذات اللون الأسود قطرها الخارجي ١ ملم مصممة للعمل في الجزء التاجي من الأقنية الواسعة ، بينما الأدوات ذات اللون الأحمر و الأصفر قطرها الخارجي (٠.٦ - ٠.٨) ملم على الترتيب و تستخدم في مناطق أعمق ضمن الأقنية الضيقة .

في البداية تستخدم الرؤوس فوق الصوتية لإزالة العاج المحيط بالأداة المكسورة و كشف جزء من الأداة والذي يتوضع في الجزء المستقيم من القناة و يتم اختيار أنبوب IRS بحيث يدخل إلى القناة قبل التحضير و يصل إلى الجزء المكشوف من الأداة و يتم توجيه النهاية المشطوبة باتجاه الجدار الخارجي للقناة لالتقاط رأس الأداة المكسورة ثم يتم إدخال برغ من لون الأنبوب نفسه حتى يتماس مع الأداة المكسورة من خلال تدوير بسيط لقبضة البرغي مما يؤدي إلى التشابك و إزاحة رأس الأداة المكسورة من خلال نافذة الأنبوب (Ruddle, 2004a) (الشكل ١-١٣) .



الشكل (١٣-١) : نظام IRS

١-٧-٧ التقنية فوق الصوتية Ultrasonic Technique :

خلال العقود الماضية تحسنت نتائج المعالجة اللبية نتيجة تطور العديد من الأجهزة والتقنيات مثل المجهر العملياتي (Operating Microscope) و التقنية فوق الصوتية (Ultrasonic Technique) ، و أصبحت لا غنى عنها في العديد من الإجراءات السنية ، فتنوع استخدامها في المعالجات اللبية من تأمين نفوذ إلى فوهات الأقمية الجذرية و تطهير و تشكّل و حشو للأقمية الجذرية و إزالة للعوائق داخل الأقمية الجذرية إلى استخدامها في الجراحة اللبية (Plotino et al., 2007) (الشكل ١٤-١) .



الشكل (١٤-١) : نماذج مختلفة من الأجهزة فوق الصوتية

تتضمن التقنية فوق الصوتية في المداواة اللبية مجموعة من التجهيزات الخاصة بها ، و تتألف بشكل رئيسي من الوحدة فوق الصوتية بالإضافة إلى الرؤوس و المبارد الخاصة (Plotino et al., 2007) .

أنواع الوحدات فوق الصوتية Types of Ultrasonic unit :

١- وحدات الضغط الكهربائي piezo-electric :

تعتمد مبدأ الضغط الكهربائي وتتكون من مادة السيراميك ceramic أو الكريستال crystal والتي تتغير أبعادها عند تطبيق الشحنة الكهربائية و هذا التغير يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية بأقل ضياع ممكن للطاقة على شكل حرارة و تتولد طاقة اهتزازية بقوة (٣٠-٤٠) كيلو هرتز ، و تعمل رؤوس هذه الوحدات بخط ذهاب و إياب و تدعى حركة (piston-like) والتي تعد مثالية في المداواة اللبية (Stock, 1991) .

٢- وحدات التنشيط المغناطيسي Magnetostriction units :

طورت من قبل Martin and Kanighham وسوقت تجارياً عام 1976 (Johnson and Zelikow, 1987) ، حيث يتم تحويل الطاقة المغناطيسية الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية ، و تتألف من عدد من الأشرطة المعدنية المغناطيسية ضمن القبضة للحصول على حقل مغناطيسي مستمر و متناوب ، و نتيجة لذلك تتولد الاهتزازات والتي تتراوح (٢٠ - ٣٠) كيلو هرتز ، و الحركة الناتجة عن هذه الوحدات هي حركة إهليلجية ، و التي لا تعتبر حركة مثالية في المداواة اللبية بالإضافة إلى مساوئ هذه الوحدات من توليد الحرارة ولذلك تتطلب تبريداً كافياً .

ونلاحظ من خلال المقارنة أن وحدات piezo-electric أكثر قوة مقارنة بوحدات Magneto-strictive و أكثر فعالية (Ahmad et

1993 (al.,)، بالإضافة إلى أن وحدات piezo-electric تولد اهتزازات ذات طبيعة محورية أكثر مما يساعد على التقليل من كسر الأدوات .

المبارد فوق الصوتية Ultrasonic Files:

وهي من نموذج kerr يمكن استخدامها في كلا النظامين فوق الصوتيين الكهربائي الضغطي والمغناطيسي وسميت بالمبارد فوق الصوتية (Scott and Walton, 1986)، والبعض الآخر استخدم مبارد يدوية (نموذج كير أو هيدستروم) بعد إزالة قبضاتها وإدخالها إلى قبضة المجموعة فوق الصوتية (Cameron, 1986). أظهرت المبارد فوق الصوتية اتساعاً في الاهتزاز تبعاً لقياسها ، فالمبارد ذات القياس الأصغر أظهرت اتساعاً في الاهتزاز مقارنة بالمبارد ذات القياس الأكبر (Ahmad et al., 1993) ، و كمعظم الأدوات اللبية فإن المبارد فوق الصوتية عرضة للكسر الذي يحصل نتيجة للاهتزاز الشديد لا سيما في المبارد ذات القياسات الصغيرة وعندما تكون قوة الجهاز عالية ولفترة طويلة ، لهذا ينصح باستخدام المبارد لفترة زمنية قصيرة مع استخدام ضبط قوة الجهاز (Ahmad et al., 1987) .

الرؤوس فوق الصوتية Ultrasonic Tips:

يوجد أنواع مختلفة من الرؤوس ذات تصاميم مختلفة ووظائف مختلفة ، و أول استخدام لهذه الرؤوس كان في الجراحة الذروية، إلا أن نطاق استخدامها توسع بسرعة مع إدخال رؤوس ذات تصاميم خاصة في التعويضات لإزالة الأوتاد الجذرية، وأخيراً أدخلت رؤوس تشبه أدوات التكتيف الجانبي لإزالة الأدوات والتكلسات القنوية وأيضاً لتكتيف الكوتابيركا (Nagai et al., 1986) أدخلت شركة Satelec الفرنسية رؤوساً تستخدم في المداواة اللبية Endodontic Treatment (ET) لإزالة الأدوات المكسورة وهي متوفرة بطولين ١٥ ملم مثل (ET20) و ٢٥ ملم مثل (ET40) (الشكل ١-١٥) وهي ذات شكل مخروطي و سطح أملس وهي

مصنوعة إما من الفولاذ اللاصدي فقط و إما من الفولاذ المغطى بالماس DC tips (Hülsmann et al., 2005).

رؤوس فوق صوتية أخرى Proultra Endo tips من تصميم الدكتور Ruddle ولها قياسات من ١-٨ ، وهي ذات تصميم مميز وزاوية مضاعفة وجدران متوازية ومغطاة كلها بالزركونيوم نتريد Zirconium nitride (Ruddle, 2004a) .

أدخلت شركة سبارتان Spartan الأمريكية تصاميم مختلفة من الرؤوس فوق الصوتية أسمتها رؤوس (CPR) (الشكل ١-١٧) وهي تتألف من (٨) رؤوس، من (١-٥) صنعت من خليطة من الفولاذ اللاصدي المغطى بنتريد الزركونيوم (Zirconium Nitride) بينما الرؤوس من ٦-٨ فهي مصنوعة من خليطة النيكل تيتانيوم وهذه الرؤوس متوفرة بأطوال مختلفة من (١٧-٢٥ ملم) بالنسبة للرؤوس من (١-٥) بينما هي ذات طول (٢٠ ملم - ٢٣ ملم - ٢٦ ملم) بالنسبة للرؤوس (٦-٧-٨) على الترتيب ، و هذه الرؤوس ليست مخروطية إنما متوازية الجدران ، و تستخدم بحركة عكس اتجاه عقارب الساعة و إلى عمق (١.٥ - ٢ ملم) و بوحدة تستخدم نظام الضغط الكهربائي .



الشكل (١-١٥) : الرأس فوق الصوتي ET25 satelec



الشكل (١٦-١) : الرأس فوق الصوتي ET40 satelec

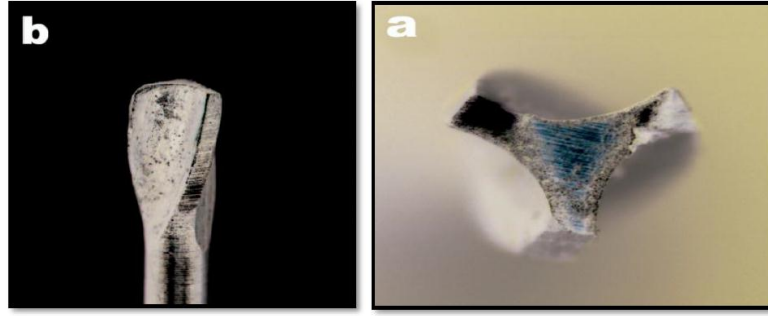


الشكل (١٧-١) : مجموعة رؤوس CPR

إزالة الأدوات المكسورة بالطريقة فوق الصوتية:

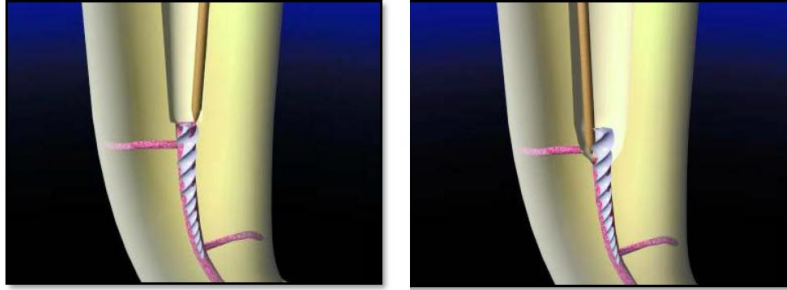
ultrasonic removal of fractured instruments:

لابد أولاً من استخدام سنابل (GG) Gates – Gliden (الشكل ١٨-١) للحصول على نفوذ كاف إلى مكان الأداة المكسورة ، ثم تأسيس رصيف ارتكاز staging platform ، الهدف منه إزالة العوائق التاجية و تزويدنا بنفوذ مستقيم straight access إلى مكان الأداة المكسورة (Ruddle, 1997) ، ويتم تشكيل هذا الرصيف باستخدام سنبل GG المعدلة قياس رقم ٣، و يتم تعديلها من خلال قطع الجزء العامل منها من محيطه الأعظمي بقرص كاربوراندوم (Cohen et al., 2011) .



الشكل (١-١٨) : سنابل Gates – Gliden المعدلة

يتم اختيار القياس الملائم من الرؤوس فوق الصوتية ، بحيث يتم اختياره بطول مناسب ليصل إلى مستوى الأداة المكسورة ، و بقطر يتناسب مع قطر القناة ، ويوضع الرأس بتماس مع الأداة المكسورة و يتم تنشيطه . و يتطلب العمل بالرأس فوق الصوتي وسطاً جافاً ليؤمن للطبيب رؤية جيدة للرأس المنشط باتجاه الأداة المكسورة ، و يقوم الرأس المنشط بالحفر حول الأداة المكسورة و يكشف القليل من الجزء التاجي للأداة . حيث تعمل الاهتزازات المتولدة على فك ارتباط الأداة المكسورة و تعشقها بالجدران العاجية للقناة الجذرية (Nagai et al., 1986) .



الشكل (١-١٩) : الرأس فوق الصوتي في وضعية العمل بجانب الأداة المكسورة

عند توضع الأداة المكسورة في مكان عميق ضمن القناة الجذرية ، فإن استخدام الأمواج فوق الصوتية يصبح محدوداً و مقيداً بسبب شكل الجذر وكتلته ولذلك يتم اختيار رأس أطول و بقطر أصغر لتحقيق الإزالة الآمنة للأداة المكسورة (Nagai et al., 1986). أحياناً عند الموازنة بين الفائدة و الاختلاط المتوقع حدوثه ، فإن استخدام الأمواج فوق الصوتية قد يكون غير مجدٍ في بعض الحالات ، وهنا يجب اللجوء إلى تقنية أخرى لإزالة الأداة المكسورة . إن كشف (٢-٣) ملم من الجزء التاجي للأداة المكسورة أو ثلث طولها الكامل سيعطي النتائج المطلوبة .

عندما يحقق الطبيب نفوذاً تاجياً و جذرياً جيداً و يكون قادراً على تمييز الأداة المكسورة وكشفها ، فإنه يستخدم الأمواج فوق الصوتية و يتمكن من فك ارتباط الأداة مع جدران القناة و تحريرها ، وقد تصبح التقنية غير آمنة لمتابعة الحفر حول الأداة المكسورة بسبب نقص في الرؤية أو تعقيدات تشريحية وفي هذه الحالات تستخدم مبرد يدوية صغيرة مع سوائل خالصة لزجة أو سائلة لمرور بجانب الأداة المكسورة (bypass) أو إزالتها (retrieval) .

عندما تكون تقنية الإزالة غير ناجحة ، فإن الفراغ الصغير المتشكل على جزء من الطول الكامل للأداة المكسورة قد يفيد في إزالة الأداة المكسورة من خلال نزع مقبض مبرد الفولاذ اللاصدئ التقليدية ، و وضع ساق الأداة ضمن أداة تدعى File Adapter - Sybroendo Orange California و يوضع File Adapter ضمن قبضة فوق صوتية و يوضع في الفراغ المتشكل كما و يوضع مبرد يدوي باستدقاق (٠.٠٢) بعد ثنيه داخل القناة أيضاً ، و تستخدم بأقل طاقة فوق صوتية لإزالة الأداة المكسورة . تعتبر هذه التقنية مفيدة عندما يكون الجذر رفيعاً و رقيقاً أو عند توضع جزء من الأداة ذروباً بالنسبة لانحناء القناة (D'Arcangelo et al., 2000).

يوجد تحدٍّ آخر للطبيب عند محاولة إزالة مبرد نيكل تيتانيوم مكسور متوضع جزئياً حول انحناء القناة ، في هذه الحالة من البديهي أن رأس مبرد النيكل تيتانيوم المكسور سيتوضع عادة باتجاه السطح الخارجي للجذر ، حتى بعد إجراء الحفر بواسطة الرؤوس فوق الصوتية ، وحتى عند فك ارتباط الأداة فإن الزاوية المتشكلة بين الجزء التاجي للقناة و رأس الأداة المكسورة ستمنع غالباً إزالة الأداة ، وفي هذه الحالات تستخدم تقنيات microtube في الإزالة (Cohen et al., 2011) .

حتى مع التقنية فوق الصوتية فإن جدران القناة الجذرية ستصبح رقيقة نتيجة إزالة العاج لتشكيل الرصيف العاجي staging platform بالإضافة إلى أن كمية أخرى من العاج ستزال عند حفر الرأس فوق الصوتي حول الأداة المكسورة و بذلك هناك خطورة إمكانية حدوث انثقاب للقناة أو كسر للجذر (Madarati et al., 2009b) ، كما أن أدوات النيكل تيتانيوم المكسورة ضمن الأفنية قد تنكسر مرة أخرى و بشكل أعمق ضمن القناة عند تطبيق

التقنية فوق الصوتية و ذلك بسبب ارتفاع درجة الحرارة ، و لهذا فإن عملية الحفر حول الأداة المكسورة يجب أن تتم بدقة و تزال أداة النيكل تيتانيوم بطاقة منخفضة low-power setting للجهاز فوق الصوتي مع الإرواء المائي الغزير بين كل استخدام و آخر و الذي يعتبر ضرورياً لتخفيض درجة الحرارة (Hashem, 2007).

١-٨- ارتفاع درجة الحرارة داخل الأقفنية الجذرية Temperature riae in

:root canals

إن أحد الاختلاطات التي قد ترافق إجراءات المعالجة اللبية هي ارتفاع درجة الحرارة داخل الأقفنية الجذرية والتي قد تنتقل إلى السطح الخارجي للجزر مسببة أذية للنسج السنية و النسج حول السنية (Cameron, 1988). إن ارتفاع الحرارة داخل الأقفنية يمكن أن يحدث في كثير من الأحيان مثل : (عند الحشو الحراري للأقفنية الجذرية - عند استخدام الأمواج فوق الصوتية بدون تبريد داخل الأقفنية الجذرية - عند استخدام سنابل GG بدون تبريد) (Cameron, 1988) .

لقد أثبتت الدراسات على الأرانب أن ارتفاع حرارة سطح الجزر ١٠ درجات مئوية فقط يمكن أن يؤدي إلى أذية شديدة في النسج حول السنية (Eriksson and Albrektsson, 1983) .

قام (Atrizadeh et al., 1971) بتوليد حرارة داخل الأقفنية الجذرية لأسنان القروود باستخدام رؤوس جراحية كهربائية و وجد مناطق محددة متموتة في النسج حول السنية في الأيام الثلاثة الأولى . و خلال ستة أشهر حدث امتصاص و التصاق .

كما قام (Line et al., 1974) بدراسة تأثير درجة الحرارة المرتفعة داخل القنوات الجذرية للقروود واستخدم لحام الحديد الساخن ، و لاحظ نشاط كاسرات العظم بشكل ملحوظ في اليوم السادس ، في حين شوهد نشاط امتصاص للعظم و الجزر في اليوم ٢١ ، ثم لوحظ التصليح بالالتصاق في اليوم ٣١ .

شاهد (Eriksson and Albrektsson, 1983) تغيرات حرارية غير ردودة في النسج حول السنية للأرانب بعد تعرض الجزر لمدة دقيقة واحدة لدرجة حرارة 47°C . وأشار إلى

أن النتائج يمكن أن تنطبق على البشر أيضا . وفي دراسة أخرى أجراها الباحثون أنفسهم (Eriksson and Albrektsson, 1984) وجدوا انخفاضا كبيرا في تكوين العظام بعد تعرضها لدرجة حرارة (47°C أو 50°C) لمدة ١ دقيقة. من ناحية أخرى، لم يلاحظ أي تغييرات كبيرة بعد تعريضها لدرجة حرارة 43°C لمدة ١ دقيقة.

فهناك قلق دائم حول كمية الحرارة المنتقلة للنسج الرباطية و العظم المجاور خلال الإجراءات المختلفة داخل الأقفنية الجذرية . لذلك كان هناك العديد من الدراسات التي درست الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر ومنها :

• (Madarati et al., 2008a, Madarati et al., 2009a ,

Hashem, 2007) حيث قامت هذه الدراسات بتقييم الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر عند استخدام الأمواج فوق الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة .

• (Madarati and Watts, 2014) حيث قام بقياس الحرارة المنتشرة على سطح الجذر الخارجي عند استخدام سنابل GG لإنشاء رصيف ارتكاز staging platform في سياق إزالة الأدوات المكسورة من الأقفنية الجذرية .

• (Ulusoy et al., 2015) حيث قاست هذه الدراسة الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر عند استخدام جهاز الـ system b في حشو الأقفنية التي تعاني من امتصاص داخلي.

• (Budd et al., 2005) قيمت هذه الدراسة الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر عند استخدام الرؤوس فوق الصوتية لإزالة الأوتاد الجذرية .

١-٨-١ ارتفاع درجة حرارة داخل الأقفنية الجذرية عند استخدام الرؤوس فوق

الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة :

لقد تم مؤخراً الأخذ بعين الاعتبار احتمال حدوث ارتفاع في درجة حرارة السطح الخارجي للجذر عند استخدام الرؤوس فوق الصوتية لحفر العاج حول الأدوات

المكسورة (Madarati et al., 2008a, Hashem, 2007), خاصة أنها تستخدم بدون وجود سائل مبرد من أجل تأمين رؤية واضحة (Ruddle, 2004b, Souter and Messer, 2005, Ward et al., 2003, Shen et al., 2004, Suter et al., 2005).

هناك العديد من العوامل التي يمكن أن تؤثر في ارتفاع درجة الحرارة مثل ثخانة العاج ، نوع الرأس فوق الصوتي ، الطاقة المطبقة ، مدة التطبيق (Madarati et al., 2008a, Hashem, 2007).

يمكن أن يحدث ارتفاع الحرارة داخل القناة الجذرية نتيجة الاحتكاك بين الرؤوس فوق الصوتية مع العاج أو مع الأداة المكسورة ، وهذا يمكن أن يؤدي إلى زيادة احتمال حدوث عواقب أخرى مثل احتراق العاج في جدران الأقنية الجذرية أو ارتفاع حرارة الرؤوس فوق الصوتية و ارتفاع حرارة الأداة المكسورة المراد إزالتها. (Madarati et al., 2009a).

وجد (Madarati et al., 2009a) حدوث ارتفاع في درجة الحرارة (1.1 ± 12.2) (1.2 ± 10.3) (2.1 ± 8.7) عند تطبيق الرؤوس فوق الصوتية لمدة ٢٠ ثانية لإزالة الأدوات المكسورة من الثلث (الذوي - المتوسط - التاجي) على الترتيب من الأقنية الجذرية للثنايا السفلية. كما وجد (Madarati et al., 2008a) ارتفاع درجة الحرارة (3.5 ± 12.6) (2.7 ± 9.9) (2.4 ± 7.3) (1.4 ± 4.5) عند تطبيق الرؤوس فوق الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة من الثلث الذروي من الأقنية الجذرية للثنايا السفلية لمدة (١٢٠ - ٩٠ - ٦٠ - ٣٠) ثانية على الترتيب .

نشر (Walters and Rawal, 2007) حالة حرق وإصابة بالغة في العظم السنخي و اللثة و الغشاء المخاطي حدثت نتيجة تطبيق أدوات المعالجة اللبية فوق الصوتية على ثنية علوية و أدت في النهاية إلى قلع القواطع العلوية (الشكل ١ - ٢٠).



الشكل (١-20a) : صورة سريرية لمكان الحرق بعد ٧ أسابيع من الإصابة



الشكل (١-20b) : صورة شعاعية لمكان الحرق بعد ٧ أسابيع من الإصابة



الشكل (1-20c) : صورة سريرية لمكان الحرق بعد ١٥ أسبوعاً من الإصابة

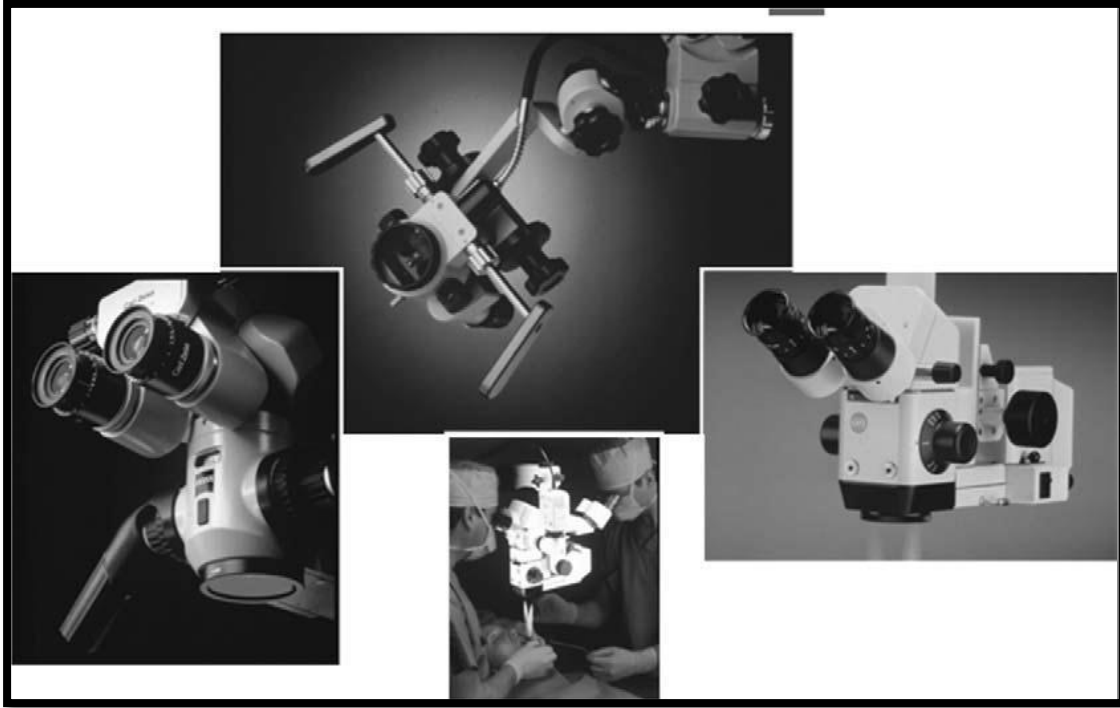


الشكل (1-20d) : صورة بعد قلع القواطع العلوية بـ ١٠ شهور

وقد نشرت دراسة ثلاث حالات لإصابات حروق خطيرة حدثت نتيجة تطبيق
الأمواج فوق الصوتية لفترات طويلة داخل الأذن الجذرية (Gluskin et al.,
2005) و أدت في النهاية إلى قلع الأسنان المصابة .

١-٩- المجهر العملياتي السريري : Operating Microscope

استخدم المجهر في المجال الطبي منذ أكثر من خمسين عاماً ، ففي البداية استخدم في مجال طب الأذن و الحنجرة و ذلك في عام ١٩٥٠ ، ثم استخدم في العمليات الجراحية عام ١٩٦٠ ، وفي بداية عام ١٩٩٠ استخدم في المداواة اللبية ، وكان لدخول المجهر في المداواة اللبية تأثيرات كبيرة في أسلوب أداء المعالجة اللبية وقد أحدث تغييرات في المداواة اللبية بشكل جوهري و لهذا فإن جمعية طب الأسنان الأمريكية American Dental Association أوصت باستخدام المجهر في المداواة اللبية (Kim and Baek, 2004) (الشكل ٢١-١) .



الشكل (٢١-١) : نماذج مختلفة للمجهر الجراحي

١-٩-١ الإضاءة في المجهر : Illumination in Microscope

إنَّ الإضاءة من أهم ميزات المجهر العملياتي السريري ، و لأول مرة في طب الأسنان تكون الإضاءة محورية مع خط الرؤية مما يضمن إزالة لأي ظل موجود ، و مصدر الإضاءة عبارة عن مصباح هالوجين طاقته (١٠٠-١٥٠) واط ، و

يتصل مع المجهر بواسطة أسلاك من الألياف البصرية عالية الفعالية ، و يمر الضوء من خلال عدسات مكثفة (سلسلة من المواشير) ثم عبر عدسات خاصة objective إلى موقع العمل و يتم التحكم بشدة الضوء لتأمين الرؤية المناسبة أثناء العمل (Khayat, 1998).

١-٩-٢- التكبير في المجهر : Magnification in Microscope

تستخدم أجزاء عينية في المجهر لإجراء التكبير و الذي يتراوح بين ($3x - 24x$) و يتراوح التكبير الأكثر استخداماً بين ($10x-12.5x$) ، و بشكل عام هناك مجموعة من مجالات التكبير حسب نوع المعالجة (Khayat, 1998) :

- ✓ مجال تكبير ($2.5x-8x$) يستخدم للعمل الجراحي .
 - ✓ مجال تكبير ($10x-12.5x$) يستخدم للعمل السني بشكل عام و ٩٠% من استخدامات المجهر تستخدم هذا المجال من التكبير .
 - ✓ مجال تكبير عال ($20x-30x$) يستخدم لفحص النهائي للعمل .
- إن الإضاءة القوية و التكبير العالي اللذين يؤمنهما المجهر الجراحي ساعدا الأطباء في تدبير الأقفية المتكلسة و الكشف عن توضع الأقفية المفقودة و تدبير الانتقابات و إجراء الفحص النهائي للأقفية المحضرة و إزالة الأدوات المكسورة وبأقل الخسائر في العاج المحيط ، و اليوم و نتيجة التطور التقني فإن الأدوات المكسورة يمكن إخراجها بوجود المجهر الذي يسمح للممارسين برؤية معظم الأدوات المكسورة ، و مما عزز إزالة الأدوات المكسورة بشكل آمن و بأقل ضرر مشاركة المجهر العملياتي السريري مع التقنية فوق الصوتية (Wu et al., 2000) .

الباب الثاني

مواد وطرق البحث

MATERIALS & METHODS

١-٢ عينة البحث :

تكونت عينة البحث من ثلاثين رحي سفلية مقلوعة ، تم اختيارها على أن تكون الجذور الوحشية أقل انحناءاً من الجذور الأنسية . و تم استبعاد أي سن حاوية على تكلسات ، امتصاصات صدوع ، نخور جذرية نافذة ، معالجة لبية سابقة.

٢-٢ المواد و الأجهزة المستخدمة في الدراسة:

١. سنابل ماسية (Mani , Japan)
٢. مبرد K ستانلس ستيل قياس 10#، 15#، 20#، 25#، 30# (tg , Germany)
٣. صوديوم هيبوكلورايد ٥,٢٥ % (Clorox)
٤. سنابل (GG(Gates – Glidden) من شركة (Mani , japan)
٥. جهاز فوق صوتي (Satelec , france) Suprasson P5 Booster (الشكل ٧-٢) .
٦. رؤوس فوق صوتية ultrasonic tips (Satelec ET40 , Satelec ET25) (الشكل ٣-٢)
٧. مجهر سريري (Surgical Operative Microscope, D.F.) (VASCONCELLOS BARAZIL (الشكل ١١-٢) .
٨. جهاز لقياس درجة الحرارة (TESTBOY TV 325: Infrared laser) (thermometer, CANADA (الشكل ٤-٢) .
٩. مسلك حراري مرفق مع جهاز قياس الحرارة .
١٠. مبرد آلية ProTaper Universal (DENTSPLY , Switzerland) (الشكل ٢-٢) .
١١. جهاز تحضير آلي X-smart (Dentsply Maillifer, Switzerland) (الشكل ١٠-٢) .
١٢. بوند ذاتي التخریش (bond self-etch Tetric N-Ceram- Ivoclar) (Vivadent, United States (الشكل ٥-٢)
١٣. كومبوزيت (Tetric N-Ceram – Ivoclar Vivadent, United States) (الشكل ٦-٢) .

٢-٣ الطرائق :Methods

تصميم الدراسة :Study Design

دراسة مخبرية تم من خلالها تقييم الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر عند استخدام الرؤوس فوق الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة من الأقنية الأنسية الدهليزية و الوحشية للأرحاء السفلية في كل من الثلث التاجي و المتوسط و الذروي .

مكان الدراسة : Study Setting

عيادات مداواة الأسنان ومخابر كلية طب الأسنان في جامعة دمشق.

جمع العينة :

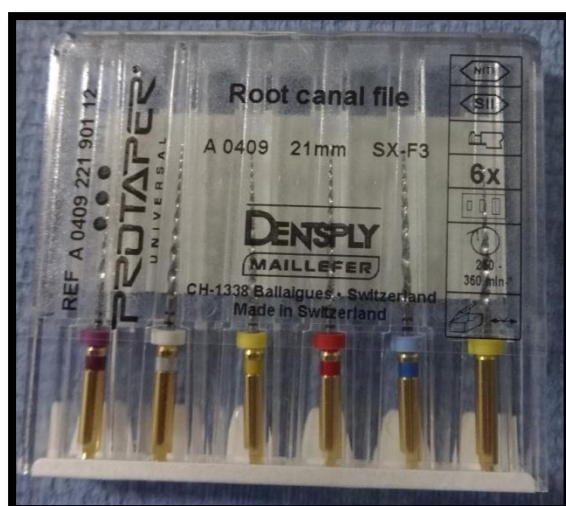
تمت الدراسة على ثلاثين رضى سفلية بشرية حديثة القلع . و بعد إزالة النسيج الرخوة العالقة بها و تنظيفها وضعت كل الأسنان المقلوعة في الفورمولين ١٠% بشكل أولي بعد القلع لمدة ٢٤ ساعة (George et al., 2006)، ثم وضعت في الماء المقطر طوال الإجراءات التجريبية حتى إجراء التجربة (مع الأخذ بعين الاعتبار ألا تتجاوز المدة بين القلع و إجراء التجربة الشهرين) . (Alomairy, 2009).

تم فحص الجذور تحت المجهر من أجل التأكد من سلامتها وعدم وجود أي كسر أو صدع فيها .

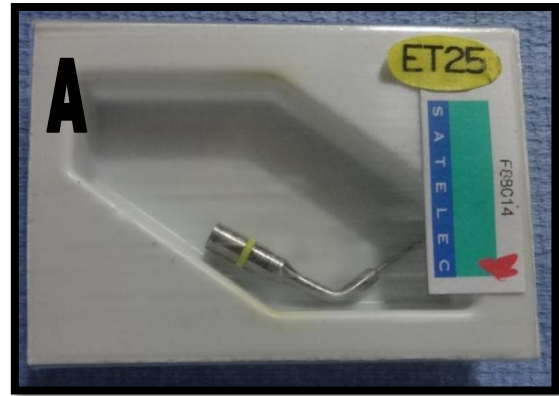
و تم إجراء صور شعاعية للأسنان قبل العمل عليها و استبعاد أي سن معالجة لبياً أو تحوي اختلاطات مرضية و ١ أو علاجية المنشأ مثل الامتصاصات أو الانتقابات . (Alomairy, 2009)



الشكل (١-٢) : صورة لعينة البحث



الشكل (٢-٢) : مبارد بروتبير آلي



الشكل (٢-٣) : الرؤوس فوق الصوتية :

A- الرأس ET 25 ، B- الرأس ET40



الشكل (٢-٤) : جهاز قياس الحرارة مع المسلك الحراري (TESTBOY TV 325)



(الشكل ٢-٥) : بوند ذاتي التخريش bond الشكل (٢-٦) : كومبوزيت Tetric N-

Ceram – Ivoclar Vivadent

self-etch Tetric N-Ceram- Ivoclar

Vivadent

مخطط العمل :

تم فتح الحجرة اللبية لجميع العينات و سبر الأقنية ، حتى النفوذ التام باستخدام مبرد K-File قياس ١٠ ، و تم تحديد الطول العامل باستخدام مبرد K-File قياس ١٠ بعد معاينة خروجه من النقبة الذروية ، ثم طرح ١ ملم . بعدها تم تحضير الأقنية الأنسية الدهليزية حتى قياس 20# ثم تحضير القناة حتى قياس بروتيفر F1 ، ثم تم تقسيم العينة إلى ثلاث مجموعات رئيسية (كل مجموعة تحوي ١٠ عينات) ، حيث تم إحضار مبرد بروتيفر F1 (Protaper Universal – Dentsply) و تثليمه على بعد ٣ ملم من رأس المبرد و تم إدخاله داخل القناة الأنسية الدهليزية MB و داخل القناة الوحشية D و فتلّه يدوياً عكس عقارب الساعة حتى ينكسر المبرد بشكل قسري ، و اختلف موقع الكسر حسب المجموعة :

المجموعة ١ : تم كسر المبرد فيها في الثلث التاجي . تتكون من عشر أرحاء سفلية ، و تنقسم إلى مجموعتين فرعيتين :

- المجموعة M1 :** تم العمل فيها على الأقفنية الأنسية الدهليزية MB .
- المجموعة D1 :** تم العمل فيها على الأقفنية الوحشية D .
- المجموعة II:** تم كسر المبرد فيها في الثلث المتوسط . تكونت من عشر أرحاء سفلية و تنقسم إلى مجموعتين فرعيتين :
- المجموعة M2 :** تم العمل فيها على الأقفنية الأنسية الدهليزية MB .
- المجموعة D2 :** تم العمل فيها على الأقفنية الوحشية D .
- المجموعة III:** تم كسر المبرد فيها في الثلث الذروي . تكونت من عشر أرحاء سفلية ، و تنقسم إلى مجموعتين فرعيتين :
- المجموعة M3 :** تم العمل فيها على الأقفنية الانسية الدهليزية MB .
- المجموعة D3 :** تم العمل فيها على الأقفنية الوحشية D .
- تم توزيع العينات بشكل عشوائي على المجموعات .



الشكل (٧-٢) صورة لجهاز الأمواج فوق الصوتية المستخدم

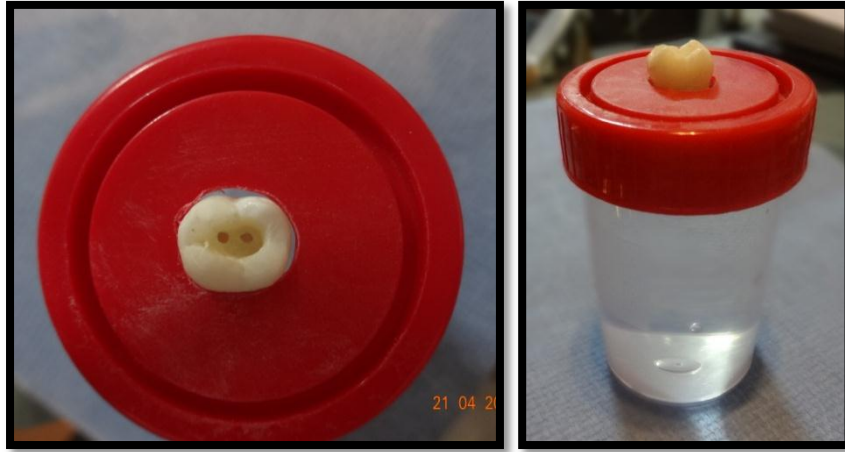
و بهذا كان ملخص العينات على الشكل التالي :

المجموعات الرئيسية	المجموعات الفرعية	موقع الأداة المكسورة	حجم العينة	الرأس فوق الصوتي المستخدم
المجموعة الأولى	M1	في الثلث التاجي	١٠ أفنية	ET 40
	D1		١٠ أفنية	
المجموعة الثانية	M2	في الثلث	١٠ أفنية	ET40
	D2	المتوسط	١٠ أفنية	
المجموعة الثالثة	M3	في الثلث الذروي	١٠ أفنية	ET25
	M3		١٠ أفنية	

الجدول (٢-١) : يوضح توزيع العينات على مجموعة الدراسة ونوع الرأس فوق الصوتي المستخدم لكل مجموعة .

ثبت مسلك حراري موصول بجهاز قياس حرارة (الشكل ٢-٤) (TESTBOY TV 325: Infrared laser thermometer, CANADA) على السطح الخارجي للجزر لرجى عينة البحث ، حيث يتم وضعه عند مستوى القسم التاجي من الأداة المكسورة على السطح الخارجي للجزر. تم الإلصاق باستخدام الكومبوزيت ، حيث تم تحضير سطح الجزر باستخدام بوند ذاتي التخریش (bond self-etch Tetric N-Ceram- ivoclar) (الشكل ٢-٥) و تصليبه باستخدام جهاز تصليب ضوئي لمدة ١٥ ثانية (لم يتم تصليبه بشكل كامل حتى نتمكن من فك المسلك الحراري بسهولة عند الانتهاء من العينية) ، ثم تم الإلصاق باستخدام كومبوزيت (الشكل ٢-٦) (Tetric N-Ceram) ثم تصليبه لمدة ٣٠ ثانية .

تم تثبيت الأسنان ضمن علب بلاستيكية جاهزة و تم ملؤها بالماء بحيث غمر الماء جذر السن و كانت درجة حرارة الماء هي نفسها درجة حرارة الغرفة .



الشكل (٨-٢) : الأسنان مثبتة ضمن العلب البلاستيكية

استخدمت سنابل (GG) Gates – Gliden للحصول على نفوذ كاف إلى مكان الأداة المكسورة ، لتأسيس رصيف ارتكاز staging platform ، الهدف منه إزالة العوائق التاجية و الحصول على منفذ مستقيم straight access إلى مكان الأداة المكسورة (Ruddle, 1997) ، حيث تم تشكيل هذا الرصيف باستخدام سنبله GG المعدلة قياس ٣ ، وتم تعديلها من خلال إزالة دليل الإرشاد و قطع الرأس العامل لسنبله GG من محيطه الأعظمي بقرص كاربوراندوم (Cohen et al., 2011) (الشكل ٨-٢) .



الشكل (٩-٢) : سنبله GG المعدلة

بعدها تم الحفر حول الأداة باستخدام رأس فوق صوتي بدون تبريد عكس عقارب الساعة بواسطة جهاز فوق صوتي (Satelec , france) Suprasson P5 Booster ، حيث استخدم الرأس فوق الصوتي (ET40- satelec) للمجموعتين الأولى و الثانية (التلثين التاجي و المتوسط) واستخدم الرأس فوق الصوتي (ET25- satelec) للمجموعة

الثالثة (التلث الذروي) ، و تم تثبيت شدة الرأس فوق الصوتي على الشدة ٥ وتم تفعيله بشكل متواصل بحيث تم تسجيل ارتفاع الحرارة في كل من الأزمنة التالية: ٣٠-٦٠-٩٠ - ١٢٠ ثانية بشكل متوالي .

استخدام البرنامج الإحصائي SPSS الإصدار ٢٠ لإجراء الدراسة الإحصائية .



الشكل (١٠-٢) : جهاز التحضير الآلي للأقنية الجذرية



الشكل (١١-٢) : المجهر العملياتي المستخدم في البحث

الباب الثالث

النتائج

RESULTS

٣-١ - إحصاءات وصفية :

تكونت عينة البحث من ثلاثين رحي سفلية ، تم حساب المتوسط الحسابي و الانحراف المعياري لفروق الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر الأنسي و الوحشي للأرحاء السفلية في كل ثلث من القناة (ثلث تاجي و متوسط و ذروي) وفي الأزمنة التالية (٣٠-٦٠ - ٩٠ - ١٢٠ ثانية) ، و كانت النتائج كما هو موضح في الجداول (٣-١) (٣-٢) (٣-٣) (٣-٤) .

30s					المجموعة
Std. Deviation	Mean	Maximum	Minimum	N	
.38312	5.4700	6.00	5.00	10	M1
.20248	6.9100	7.20	6.50	10	M2
.83140	7.1700	8.30	6.10	10	M3
.28206	5.3800	5.90	4.90	10	D1
.32677	6.4700	6.90	6.00	10	D2
1.01111	7.2700	8.70	5.90	10	D3

الجدول (٣-١) : يوضح المتوسط الحسابي و الانحراف المعياري لمجموعات الدراسة في الثانية ٣٠

60s					المجموعة
Std. Deviation	Mean	Maximum	Minimum	N	
.33066	8.5400	8.90	8.10	10	M1
.88040	11.1200	12.20	9.70	10	M2
1.67146	12.5600	14.40	10.10	10	M3
.33417	8.3500	9.00	7.90	10	D1
.47329	10.1200	11.00	9.50	10	D2
.94098	10.4900	11.70	8.70	10	D3

الجدول (٣-٢) : يوضح المتوسط الحسابي و الانحراف المعياري لمجموعات الدراسة في الثانية ٦٠

90s					المجموعة
Std. Deviation	Mean	Maximum	Minimum	N	
.43970	13.4000	13.90	12.60	10	M1
.44272	13.4400	13.90	12.50	10	M2
1.14256	14.1900	15.60	12.30	10	M3
.40000	12.9000	13.80	12.40	10	D1
.42740	12.7600	13.20	12.10	10	D2
1.20116	14.0500	15.80	12.10	10	D3

الجدول (٣-٣) : يوضح المتوسط الحسابي و الانحراف المعياري لمجموعات الدراسة في

الثانية ٩٠

120s					المجموعة
Std. Deviation	Mean	Maximum	Minimum	N	
.29136	14.6600	15.10	14.20	10	M1
.94804	15.8900	16.90	14.30	10	M2
.99493	16.5900	18.10	15.10	10	M3
.40014	14.6700	15.40	14.00	10	D1
.42960	15.4700	15.90	14.80	10	D2
1.42455	16.4400	18.00	14.10	10	D3

الجدول (٣-٤) : يوضح المتوسط الحسابي و الانحراف المعياري لمجموعات الدراسة في

الثانية ١٢٠

٣-٢-٢ - الدراسة الإحصائية :٣-٢-١ - اختبار توزيع العينة :

أجري اختبار Kolmogorove Smirnov لاختبار توزيع البيانات ، و بين أن جميع بيانات البحث توزعت بشكل طبيعي .

٣-٢-٢ - دراسة الفروق في ارتفاع درجة الحرارة بين القناتين المدروستين :

تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار ارتفاع حرارة السطح الخارجي للجرر بين الأفنية الأنسية و الأفنية الوحشية في كل فترة على حدة كما هو موضح في الجداول (٣-٥) (٣-٦) (٣-٧) (٣-٨) .

		الثلث التاجي	الثلث المتوسط	الثلث الذروي
قناة أنسية	mean	5.4700	6.9100	7.1700
قناة وحشية	mean	5.3800	6.4700	7.2700
	p-value	.557	.002	.812

الجدول (٣-٥) : نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار ارتفاع حرارة السطح الخارجي للجرر للقناتين المدروستين في الثانية ٣٠

		الثلث التاجي	الثلث المتوسط	الثلث الذروي
قناة أنسية	mean	8.5400	11.1200	12.5600
قناة وحشية	mean	8.3500	10.1200	10.4900
	p-value	.217	.005	.003

الجدول (٣-٦) : نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار ارتفاع حرارة السطح الخارجي للجرر للقناتين المدروستين في الثانية ٦٠

		الثلاث التاجي	الثلاث المتوسط	الثلاث الذروي
قناة أنسية	mean	13.4000	13.4400	14.1900
قناة وحشية	mean	12.9000	12.7600	14.0500
p-value		.016	.003	.792

الجدول (٣-٧) : نتائج اختبار T ستودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار ارتفاع حرارة السطح الخارجي للجذر للقناتين المدروستين في الثانية ٩٠ .

		الثلاث التاجي	الثلاث المتوسط	الثلاث الذروي
قناة أنسية	mean	14.6600	15.8900	16.5900
قناة وحشية	mean	14.6700	15.4700	16.4400
p-value		.950	.218	.788

الجدول (٣-٨) : نتائج اختبار T ستودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار ارتفاع حرارة السطح الخارجي للجذر للقناتين المدروستين في الثانية ١٢٠ .

يلاحظ في الجداول السابقة (٣-٥ ، ٣-٦ ، ٣-٧ ، ٣-٨) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة (0.05) بالنسبة لمتوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة في الثلاث التاجي في الثانية ٩٠ ، و في الثلاث المتوسط و ذلك في الأزمنة (٣٠-٦٠-٩٠ ثانية) ، و في الثلاث الذروي في الثانية ٦٠ .

أي إنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذر في الثلاث التاجي في الثانية ٩٠ ، و في الثلاث المتوسط و ذلك في الأزمنة (٣٠-٦٠-٩٠ ثانية) ، و في الثلاث الذروي في الثانية ٦٠ و ذلك بين القناتين الأنسية و الوحشية للأرحاء السفلية .

أما بالنسبة لباقي القيم المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة ٠.٠٥ أي إنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذر بين الأقنية الأنسية و الوحشية للأرحاء السفلية .

٣-٢-٣- دراسة الفروق في ارتفاع درجة الحرارة في القناة الأنسية :

أ- دراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة حرارة السطح في المجموعات الثلاثة (

ثلاث تاجي - ثلاث متوسط - ثلاث ذروي) في كل فترة على حدة :

أجري اختبار تحليل التباين أحادي الجانب (ANOVA) لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة حرارة السطح الخارجي للجذور الأنسية في المجموعات الثلاثة

(ثلاث تاجي - ثلاث متوسط - ثلاث ذروي) في كل فترة زمنية على حدة (الجدول

٣-٩) .

	٣٠ ثانية	٦٠ ثانية	٩٠ ثانية	١٢٠ ثانية	
ثلاث تاجي	mean	5.4700	8.5400	13.4000	14.6600
ثلاث متوسط	mean	6.9100	11.1200	13.4400	15.8900
ثلاث ذروي	mean	7.1700	12.5600	14.1900	16.5900
p-value	.00٠	.000	.081	.000	

جدول (٣-٩) : يبين نتائج اختبار (ANOVA) لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذور الأنسية في المستويات الثلاثة في كل فترة على حدة .

مدة تطبيق الرأس فوق الصوتي	مكان الأداة المكسورة (١)	مكان الأداة المكسورة (٢)	فروق المتوسطات الحسابية	الخطأ المعياري	قيمة p-value
الثانية ٣٠	الثلاث التاجي	الثلاث المتوسط	-1.44000°	.24207	.000
		الثلاث الذروي	-1.70000°	.24207	.000
	الثلاث المتوسط	الثلاث الذروي	-.26000	.24207	.568
الثانية ٦٠	الثلاث التاجي	الثلاث المتوسط	-2.58000°	.49519	.000
		الثلاث الذروي	-4.02000°	.49519	.000
	الثلاث المتوسط	الثلاث الذروي	-1.44000°	.49519	.025
الثانية ٩٠	الثلاث التاجي	الثلاث المتوسط	-.04000	.33613	.993
		الثلاث الذروي	-.79000	.33613	.081
	الثلاث المتوسط	الثلاث الذروي	-.75000	.33613	.102
الثانية ١٢٠	الثلاث التاجي	الثلاث المتوسط	-1.23000°	.36273	.008
		الثلاث الذروي	-1.93000°	.36273	.000
	الثلاث المتوسط	الثلاث الذروي	-.70000	.36273	.175

جدول (٣-١٠) : يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة (Post-hoc (Sheffe) لدراسة دلالة الفروق في متوسط

ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذور الأنسية في المستويات الثلاثة في كل فترة على حدة

يلاحظ أنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذور الأنسية للأرجاء السفلية عند كل من التلث التاجي و المتوسط و الذروي في الثانية ٩٠ .

أما بالنسبة لباقي القيم المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أقل بكثير من القيمة ٠.٠٥، أي إنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذور الأنسية للأرجاء السفلية عند كل من التلث التاجي و المتوسط و الذروي في الثانية ٣٠ - ٦٠ - ١٢٠ . ولمعرفة هذه الاختلافات تم إجراء المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Scheffe ، وقد بين جدول Scheffe (الجدول ٣-١٠) بعد دراسة قيمة مستوى الدلالة ومقارنتها بالقيمة ٠.٠٥ وبعد دراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات ودلالة الفروق أنه عند مستوى الثقة ٩٥% :

- متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة في الثانية ٣٠ في التلث الذروي كان الأكبر تلاه التلث المتوسط ثم التلث التاجي بفروق دالة إحصائية بين (التلثين التاجي و المتوسط) و (التلثين التاجي و الذروي) بينما لم يكن هناك فروق دالة إحصائية بين التلثين المتوسط و الذروي . و كان متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة يزداد من المنطقة التاجية و حتى الذروة .
- متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة في الثانية ٦٠ في التلث الذروي كان الأكبر تلاه التلث المتوسط ثم التلث التاجي بفروق دالة إحصائية بين المناطق الثلاثة عند مقارنتها بشكل ثنائيات . و كان متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة يزداد من المنطقة التاجية و حتى الذروة .
- متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة في الثانية ١٢٠ في التلث الذروي كان الأكبر تلاه التلث المتوسط ثم التلث التاجي بفروق دالة إحصائية بين (التلثين التاجي و المتوسط) و (التلثين التاجي و الذروي) بينما لم يكن هناك فروق دالة إحصائية بين التلثين المتوسط و الذروي . و كان متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة يزداد من المنطقة التاجية و حتى الذروة .

ب- دراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة حرارة السطح في الأزمنة الأربعة في كل ثلث على حدة :

أجري اختبار تحليل التباين أحادي الجانب (ANOVA) لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة حرارة السطح الخارجي للجذور الأنسية بين الأزمنة الأربعة في كل ثلث على حدة (الجدول ٣-١١) .

p-value	١٢٠ ثانية mean	٩٠ ثانية mean	٦٠ ثانية mean	٣٠ ثانية mean	
.00.	14.6600	13.4000	8.5400	5.4700	ثلث تاجي
.00.	15.8900	13.4400	11.1200	6.9100	ثلث متوسط
.00.	16.5900	14.1900	12.5600	7.1700	ثلث ذروي

جدول (٣-١١) : يبين نتائج اختبار (ANOVA) لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذر الأنسي بين الأزمنة الأربعة في كل ثلث على حدة

يُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أقل بكثير من القيمة ٠.٠٥ ، أي إنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذور الأنسية للأرحاء بين الأزمنة الأربعة (٣٠ ثانية - ٦٠ ثانية - ٩٠ ثانية - ١٢٠ ثانية) في كل من الثلث التاجي و الثلث المتوسط و الثلث الذروي . و لمعرفة هذه الاختلافات تم إجراء المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Scheffe ، وقد بينت جداول Scheffe (٣-١٢) (٣-١٣) (٣-١٥) بعد دراسة قيمة مستوى الدلالة ومقارنتها بالقيمة ٠.٠٥ وبعد دراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات ودلالة الفروق أنه عند مستوى الثقة ٩٥% :

كان متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة في جميع المناطق (الثلث التاجي و الثلث المتوسط و الثلث الذروي) هو الأكبر في الثانية ١٢٠ و تلاه في الثانية ٩٠ ثم في الثانية ٦٠ ثم في الثانية ٣٠ و بفروق دالة إحصائية بين الأزمنة الأربعة عند

مقارنتها بشكل ثنائيات. وكان متوسط ارتفاع درجة الحرارة يزداد من الثانية ٣٠ حتى الثانية ١٢٠ .

مدة تطبيق الرأس فوق الصوتي (١)	مدة تطبيق الرأس فوق الصوتي (٢)	فروق المتوسطات	الخطأ المعياري	p- value
الثانية ٣٠	الثانية ٦٠	-3.07000^{*}	.16345	.000
	الثانية ٩٠	-7.93000^{*}	.16345	.000
	الثانية ١٢٠	-9.19000^{*}	.16345	.000
الثانية ٦٠	الثانية ٩٠	-4.86000^{*}	.16345	.000
	الثانية ١٢٠	-6.12000^{*}	.16345	.000
الثانية ٩٠	الثانية ١٢٠	-1.26000^{*}	.16345	.000

جدول (٣-١٢) : يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة (Post-hoc (Sheffe)
لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذر
الأنسي بين جميع الأزمنة المدروسة لمجموعة الأدوات المكسورة في الثلث التاجي

مدة تطبيق الرأس فوق الصوتي (١)	مدة تطبيق الرأس فوق الصوتي (٢)	فروق المتوسطات	الخطأ المعياري	p- value
الثانية ٣٠	الثانية ٦٠	-3.07000^{*}	.16345	.000
	الثانية ٩٠	-7.93000^{*}	.16345	.000
	الثانية ١٢٠	-9.19000^{*}	.16345	.000
الثانية ٦٠	الثانية ٩٠	-4.86000^{*}	.16345	.000
	الثانية ١٢٠	-6.12000^{*}	.16345	.000
الثانية ٩٠	الثانية ١٢٠	-1.26000^{*}	.16345	.000

جدول (٣-١٣) : يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة (Post-hoc (Sheffe)
لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذر
الأنسي بين جميع الأزمنة المدروسة لمجموعة الأدوات المكسورة في الثلث المتوسط

مدة تطبيق الرأس فوق الصوتي (١)	مدة تطبيق الرأس فوق الصوتي (٢)	فروق المتوسطات	الخطأ المعياري	p- value
الثانية ٣٠	الثانية ٦٠	-3.07000^{*}	.16345	.000
	الثانية ٩٠	-7.93000^{*}	.16345	.000
	الثانية ١٢٠	-9.19000^{*}	.16345	.000
الثانية ٦٠	الثانية ٩٠	-4.86000^{*}	.16345	.000
	الثانية ١٢٠	-6.12000^{*}	.16345	.000
الثانية ٩٠	الثانية ١٢٠	-1.26000^{*}	.16345	.000

جدول (٣-١٤) : يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة (Sheffe) Post-hoc

لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذر
الأنسي بين جميع الأزمنة المدروسة لمجموعة الأدوات المكسورة في الثلث الذروي

٣-٢-٤ - دراسة الفروق في ارتفاع درجة الحرارة في القناة الوحشية :

أ - دراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة حرارة السطح في المجموعات

الثلاثة (ثلث تاجي - ثلث متوسط - ثلث ذروي) في كل فترة على حدة :

أجري اختبار تحليل التباين أحادي الجانب (ANOVA) لدراسة دلالة
الفروق في متوسط ارتفاع درجة حرارة السطح الخارجي للجذور الوحشية
في المجموعات الثلاثة (ثلث تاجي - ثلث متوسط - ثلث ذروي) في كل
فترة زمنية على حدة (الجدول ٣-١٥) .

١٢٠ ثانية	٩٠ ثانية	٦٠ ثانية	٣٠ ثانية		
14.6700	12.9000	8.3500	5.3800	mean	ثلث تاجي
15.4700	12.7600	10.1200	6.4700	mean	ثلث متوسط
16.4400	14.0500	10.4900	7.2700	mean	ثلث ذروي
.001	.001	.000	.00٠	p-value	

جدول (٣-١٥) : يبين نتائج اختبار (ANOVA) لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذور الوحشية في المجموعات الثلاثة في كل فترة على حدة

مدة تطبيق الرأس فوق الصوتي	مكان الأداة المكسورة (١)	مكان الأداة المكسورة (٢)	فروق المتوسطات الحسابية	الخطأ المعياري	قيمة p- valeur
الثانية ٣٠	الثلث التاجي	الثلث المتوسط	*-1.09000	.28386	.003
		الثلث الذروي	*-1.89000	.28386	.000
	الثلث المتوسط	الثلث الذروي	*-.80000	.28386	.031
الثانية ٦٠	الثلث التاجي	الثلث المتوسط	*-1.77000	.28532	.000
		الثلث الذروي	*-2.14000	.28532	.000
	الثلث المتوسط	الثلث الذروي	-.37000	.28532	.442
الثانية ٩٠	الثلث التاجي	الثلث المتوسط	.14000	.34501	.921
		الثلث الذروي	*-1.15000	.34501	.010
	الثلث المتوسط	الثلث الذروي	*-1.29000	.34501	.004
الثانية ١٢٠	الثلث التاجي	الثلث المتوسط	-.80000	.39783	.152
		الثلث الذروي	*-1.77000	.39783	.001
	الثلث المتوسط	الثلث الذروي	-.97000	.39783	.068

جدول (٣-١٦) يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة (Sheffe) Post-hoc لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذور الوحشية في المستويات الثلاثة في كل فترة على حدة

يُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة في جميع مجموعات الدراسة أقل بكثير من القيمة ٠.٠٠٥، أي إنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذور الوحشية للأرجاء السفلية عند

كل من الثلث التاجي و المتوسط و الذروي في الثانية ٣٠ - ٦٠ - ٩٠ - ١٢٠ . ولمعرفة هذه الاختلافات تم إجراء المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Scheffe (الجدول ٣-١٦) ، وقد بين جدول Scheffe بعد دراسة قيمة مستوى الدلالة ومقارنتها بالقيمة ٠.٠٥ وبعد دراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات ودلالة الفروق أنه عند مستوى الثقة ٩٥ % :

- كان متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة في الثانية ٣٠ في الثلث الذروي هو الأكبر تلاه الثلث المتوسط ثم الثلث التاجي بفروق دالة إحصائياً بين المناطق الثلاثة عند مقارنتها بشكل ثنائيات . و كان متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة يزداد من المنطقة التاجية و حتى الذروة .
- متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة في الثانية ٦٠ في الثلث الذروي كان الأكبر تلاه الثلث المتوسط ثم الثلث التاجي بفروق دالة إحصائياً بين (الثلثين التاجي و المتوسط) و (الثلثين التاجي و الذروي) بينما لم يكن هناك فروق دالة إحصائياً بين الثلثين المتوسط و الذروي . و كان متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة يزداد من المنطقة التاجية و حتى الذروة .
- متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة في الثانية ٩٠ في الثلث الذروي كان الأكبر تلاه الثلث المتوسط ثم الثلث التاجي بفروق دالة إحصائياً بين (الثلثين الذروي و المتوسط) و (الثلثين التاجي و الذروي) بينما لم يكن هناك فروق دالة إحصائياً بين الثلثين المتوسط و التاجي . و كان متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة يزداد من المنطقة التاجية و حتى الذروة .
- متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة في الثانية ١٢٠ في الثلث الذروي كان الأكبر تلاه الثلث المتوسط ثم الثلث التاجي بفروق دالة إحصائياً بين (الثلثين التاجي و الذروي) و (الثلثين التاجي و المتوسط) و (الثلثين الذروي و المتوسط و التاجي و المتوسط) . و كان متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة يزداد من المنطقة التاجية و حتى الذروة .

ب- دراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة حرارة السطح في الأزمنة الأربعة في كل ثلث على حدة :

أجري اختبار تحليل التباين أحادي الجانب (ANOVA) لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة حرارة السطح الخارجي للجذور الوحشية بين الأزمنة الأربعة في كل ثلث على حدة (الجدول ٣-١٧) .

p-value	١٢٠ ثانية mean	٩٠ ثانية Mean	٦٠ ثانية mean	٣٠ ثانية mean	
.00	14.6700	12.9000	8.3500	5.3800	ثلث تاجي
.00	15.4700	12.7600	10.1200	6.4700	ثلث متوسط
.00	16.4400	14.0500	10.4900	7.2700	ثلث دروي

جدول (٣-١٧) يبين نتائج اختبار (ANOVA) لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة في الأفنية الوحشية بين الأزمنة الأربعة في كل ثلث على حدة

مدة تطبيق الرأس فوق الصوتي (١)	مدة تطبيق الرأس فوق الصوتي (٢)	فروق المتوسطات	الخطأ المعياري	قيمة p- value
الثانية ٣٠	الثانية ٦٠	-2.97000*	.15990	.000
	الثانية ٩٠	-7.52000*	.15990	.000
	الثانية ١٢٠	-9.29000*	.15990	.000
الثانية ٦٠	الثانية ٩٠	-4.55000*	.15990	.000
	الثانية ١٢٠	-6.32000*	.15990	.000
الثانية ٩٠	الثانية ١٢٠	-1.77000*	.15990	.000

جدول (٣-١٨) يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة (Sheffe) Post-hoc لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذور الوحشي بين الأزمنة الأربعة في الثلث التاجي

مدة تطبيق الرأس فوق الصوتي (١)	مدة تطبيق الرأس فوق الصوتي (٢)	فروق المتوسطات	الخطأ المعياري	قيمة p- value
الثانية ٣٠	الثانية ٦٠	-3.65000^{*}	.18682	.000
	الثانية ٩٠	-6.29000^{*}	.18682	.000
	الثانية ١٢٠	-9.00000^{*}	.18682	.000
الثانية ٦٠	الثانية ٩٠	-2.64000^{*}	.18682	.000
	الثانية ١٢٠	-5.35000^{*}	.18682	.000
الثانية ٩٠	الثانية ١٢٠	-2.71000^{*}	.18682	.000

جدول (٣-١٩) يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة (Sheffe) Post-hoc
لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذر
الوحشي بين الأزمنة الأربعة في الثلث المتوسط

مدة تطبيق الرأس فوق الصوتي (١)	مدة تطبيق الرأس فوق الصوتي (٢)	فروق المتوسطات	الخطأ المعياري	قيمة p- value
الثانية ٣٠	الثانية ٦٠	-3.22000^{*}	.51865	.000
	الثانية ٩٠	-6.78000^{*}	.51865	.000
	الثانية ١٢٠	-9.17000^{*}	.51865	.000
الثانية ٦٠	الثانية ٩٠	-3.56000^{*}	.51865	.000
	الثانية ١٢٠	-5.95000^{*}	.51865	.000
الثانية ٩٠	الثانية ١٢٠	-2.39000^{*}	.51865	.001

جدول (٣ - ٢٠) يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة (Sheffe) Post-hoc
لدراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة الحرارة على السطح الخارجي للجذر
الوحشي بين الأزمنة الأربعة في الثلث الذروي

يُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أقل بكثير من القيمة ٠.٠٠٥ ، أي إنه عند مستوى الثقة ٩٥%
توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة على السطح
الخارجي للجذور الوحشية للأرجاء بين الأزمنة الأربعة (٣٠ ثانية - ٦٠ ثانية - ٩٠ ثانية

– ١٢٠ ثانية) في كل من التلث التاجي و التلث المتوسط و التلث الذروي . و لمعرفة هذه الاختلافات تم إجراء المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Scheffe ، وقد بين جدول Scheffe (٣-١٨) (٣-١٩) (٣-٢٠) بعد دراسة قيمة مستوى الدلالة ومقارنتها بالقيمة ٠.٠٥ وبعد دراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات ودلالة الفروق أنه عند مستوى الثقة ٩٥%:

متوسط فروق ارتفاع درجة الحرارة في جميع المناطق (التلث التاجي و التلث المتوسط و التلث الذروي) كان الأكبر في الثانية ١٢٠ و تلاه في الثانية ٩٠ ثم في الثانية ٦٠ ثم في الثانية ٣٠ و بفروق دالة إحصائياً بين الأزمنة الأربعة عند مقارنتها بشكل ثنائيات . وكان متوسط ارتفاع درجة الحرارة يزداد من الثانية ٣٠ حتى الثانية ١٢٠ .

الباب الرابع

المناقشة

DISCUSSION

إن إزالة الأدوات المكسورة هو إجراء صعب في معظم الحالات . فعلى الرغم من التنوع الهائل في الأجهزة و التقنيات المتوفرة في إزالة الأدوات المكسورة ، لا يوجد حتى الآن طريقة قياسية آمنة لإزالة أدوات المعالجة اللبية المكسورة داخل الأفنية الجذرية . إن معظم التقنيات المستخدمة حالياً أظهرت نجاحاً محدوداً و في بعض الأحيان سببت أذى في النسيج الجذرية المتبقية (Mezawa et al., 1999) .

يعتبر استخدام الرؤوس المنشطة بالأمواج فوق الصوتية من التقنيات الأوسع انتشاراً لإزالة الأدوات المكسورة (Madarati et al., 2008b)، و لكن استخدام الأمواج فوق الصوتية يمكن أن يترافق مع العديد من الاختلاطات منها : خسارة زائدة في النسيج العاجية القنيوية الجذرية - حدوث درجة - حدوث انتقاب - اندفاع الأداة إلى خارج الثقبة الذروية (Ward et al., 2003, Suter et al., 2005, Shen et al., 2004) .

مؤخراً تم التنبيه لخطورة ارتفاع درجة الحرارة عند استخدام الأمواج فوق الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة (Madarati et al., 2007, Hashem, 2008a, Madarati et al., 2009a, Ulusoy et al., 2015, Madarati and Watts, 2014, Madarati, 2014) .

إن العمل في الوسط الجاف خلال إزالة الأدوات المكسورة بالأمواج فوق الصوتية يعد ضرورياً لتحسين الرؤية تحت المجهر الجراحي . و مع ذلك ، فإن الاهتزازات عالية التردد و الاحتكاك بين الرأس فوق الصوتي و كل من العاج و الأداة المكسورة يولد حرارة (Plotino et al., 2007) .

هناك العديد من العوامل التي تؤثر في انتقال الحرارة إلى سطح الجذر الخارجي و منها (Madarati et al., 2008a) :

١. حجم سطح الرأس فوق الصوتي وطبيعته.

٢. الانتشار الحراري .

٣. ناقلية العاج .

إن العاج هو ناقل ضعيف للحرارة ، و بالتالي يساعد على حماية النسيج حول السننية من ارتفاع درجة الحرارة داخل الأقنية الجذرية . و هذه الوظيفة تعتمد على ثخانة العاج (Brown et al., 1970).

إن أعلى نسبة انكسار لأدوات المعالجة اللبية تكون عموماً في الجذور الأنسية الدهليزية للأرحاء الأولى السفلية (Hulsmann and Schinkel, 1999 , Ward et al., 2003). وأظهرت الدراسات أن ثخانة الجدار حول هذه القنوات ليست هي نفسها (Kessler et al., 1983, Lim and Stock, 1987).

قيمت الدراسة الحالية الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي عند استخدام الرؤوس فوق الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة من الأقنية الأنسية الدهليزية و الأقنية الوحشية للأرحاء السفلية . و نقصت الدراسة تأثير موقع الأداة المكسورة في انتشار الحرارة على السطح الخارجي للجذر و لذلك تم قياس الحرارة في ثلاثة مستويات (ثلث تاجي - ثلث متوسط - ثلث ذروي) .

إن معظم الدراسات السابقة التي درست الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر عند إزالة الأدوات المكسورة كانت على الثنايا السفلية معللة بأن البعد الأنسي الوحشي للجذر أصغر من البعد الدهليزي اللساني و هذا مشابه لما هو موجود في الجذور الدهليزية الأنسية للأرحاء الأولى السفلية (Madarati et al., 2008a , Madarati et al., 2009a, Madarati and Watts, 2014)، كما أجريت دراسة أخرى على الثنايا العلوية (Hashem, 2007) .

ولكن معظم الجذور الأنسية الدهليزية للأرحاء السفلية تحوي انحناءات على عكس جذور الثنايا السفلية التي غالباً ما تكون مستقيمة ، و هذا قد يسبب إزالة كميات غير متساوية من العاج حول الأداة المكسورة ضمن الأقنية المنحنية و الذي بدوره قد يؤثر في توزيع انتقال الحرارة على السطح الخارجي للجذر عند استخدام الرؤوس فوق الصوتية لإزالتها . لذلك قيمت هذه الدراسة الحرارة المنتشرة على السطح

الخارجي للجزور الوحشية ومقارنتها مع الجذور الأنسية (حيث إن الجذور الوحشية في عينة البحث كانت مستقيمة ولا تحوي انحناءات) في ظروف العمل نفسها من أجل الحصول على نتائج أدق و مقارنة النتائج بالدراسات السابقة التي جرت على أفنية مستقيمة .

وقد بذلت جهود لمحاكاة الحالة السريرية لذلك استخدمت الرؤوس فوق الصوتية بدون مادة مبردة لتحقيق التصور الأمثل (Suter et Shen et al., 2004 , Ruddle, 2004b, 2005, al.,). وبالتالي، ينبغي أن تعكس نتائج هذه الدراسة أسوأ سيناريو سريري في إزالة الأدوات المكسورة من الأفنية الجذرية من منظور تأثيرها على ارتفاع درجة السطح الخارجي للجزر .

استخدم في هذه الدراسة نوعان من الرؤوس فوق الصوتية (تم استخدامها حسب تعليمات الشركة المنتجة) : الأول (ET40) في المجموعات التي كانت الأداة المكسورة فيه في الثلثين التاجي و المتوسط ولم يستخدم مع الأدوات المكسورة في الثلث الذروي و ذلك بسبب كبر حجم هذا الرأس مما قد يؤدي إلى تخريب قسم كبير من النسيج الجذرية العاجية عند استخدامه في المنطقة الذروية (Hashem, 2007). الرأس الثاني (ET25) و استخدم مع المجموعة التي كانت الأداة المكسورة فيها في الثلث الذروي و ذلك بسبب صغر حجم هذا الرأس .

لقد تم اختيار الرأس ET40 بالاعتماد على دراسة سابقة بينت أن الرأس ET40 قام بنشر حرارة أقل عند مقارنته بالرأس CPR5 (Obtura-Spartan, Fenton, MO) (Madarati et al., 2009a) و ذلك عند قياس الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للثنايا السفلية عند استخدام الرؤوس سابقة الذكر لإزالة الأدوات المكسورة من الأفنية الجذرية.

لم ينصح Hashem باستخدام الرأس ET40 لمدة ٦٠ ثانية بشكل متواصل و بدون تبريد لإزالة الأدوات المكسورة من الثلث الذروي للثنايا العلوية عند وضع شدة طاقة الرأس فوق

الصوتي على الشدة ٥ ، و ذكر أن الرأس ET40 (الطاقة ٥) و غيرها من الرؤوس التي تعادلها حجماً يجب أن تخصص للمناطق الأكثر تاجية من الجذر (Hashem, 2007).
اعتبرت الدراسات السابقة أن ارتفاع درجة الحرارة 10°C هي عتبة قد تحدث بعدها إصابة بالعظم (Eriksson and Albrektsson, Eriksson et al., 1984 , 1983).

بينت نتائج الدراسة الحالية أن متوسط ارتفاع درجة الحرارة عند استخدام الرؤوس فوق الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة من الأقنية الأنسية عند الأزمنة : ٣٠ - ٦٠ - ٩٠ - ١٢٠ ثانية كان في كل من : الثلث التاجي ($5.47^{\circ}\text{C} - 8.54^{\circ}\text{C} - 13.4^{\circ}\text{C} - 14.66^{\circ}\text{C}$) ، و في الثلث المتوسط ($6.91^{\circ}\text{C} - 11.12^{\circ}\text{C} - 13.44^{\circ}\text{C} - 15.89^{\circ}\text{C}$) ، و في الثلث الذروي ($7.17^{\circ}\text{C} - 12.56^{\circ}\text{C} - 14.19^{\circ}\text{C} - 16.59^{\circ}\text{C}$) على الترتيب.

كما بينت نتائج الدراسة الحالية أن متوسط ارتفاع درجة الحرارة عند استخدام الرؤوس فوق الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة من الأقنية الوحشية عند الأزمنة : ٣٠ - ٦٠ - ٩٠ - ١٢٠ ثانية كان في كل من : الثلث التاجي ($5.38^{\circ}\text{C} - 8.35^{\circ}\text{C} - 12.9^{\circ}\text{C} - 14.67^{\circ}\text{C}$) و في الثلث المتوسط ($6.47^{\circ}\text{C} - 10.12^{\circ}\text{C} - 12.76^{\circ}\text{C} - 15.47^{\circ}\text{C}$) ، و في الثلث الذروي ($7.27^{\circ}\text{C} - 10.49^{\circ}\text{C} - 14.05^{\circ}\text{C} - 16.44^{\circ}\text{C}$) على الترتيب.

إن متوسطات الحرارة المرتفعة عند استخدام الرأس ET40 لإزالة الأدوات المكسورة في المجموعة M1 كانت 8.54°C في الثانية ٦٠ . و تجاوزت الحرارة المرتفعة عتبة الـ 10°C في الثانية ٩٠ و ١٢٠ (13.4°C و 14.66°C على الترتيب) .

في المجموعة D1 كانت النتائج مشابهة حيث كانت متوسطات الحرارة المرتفعة 8.35°C في الثانية ٦٠ . و تجاوزت الحرارة المرتفعة عتبة الـ 10°C في الثانية ٩٠ و ١٢٠ (12.9°C و 14.67°C على الترتيب) .

ومن هنا نستنتج أنه لا يمكن استخدام الرأس فوق الصوتي ET40 لإزالة الأدوات المكسورة في الثلث التاجي بدون تبريد أكثر من ٦٠ ثانية عند تطبيقه بشكل مستمر .

كما أن متوسطات ارتفاع درجات الحرارة عند إزالة الأدوات المكسورة في المجموعتين M2 و D2 كانت مختلفة عن المجموعتين السابقتين (M1 و D1) ، على الرغم من استخدام الرأس فوق الصوتي (ET40) نفسه و في ظروف العمل نفسها إلا أن الأدوات المكسورة هنا كانت في الثلث المتوسط . ففي المجموعة M2 كان متوسط ارتفاع درجة الحرارة 6.91°C في الثانية ٣٠ ، و تجاوزت الحرارة المرتفعة عتبة الـ 10°C في الثانية 60 و ٩٠ و ١٢٠ (11.12°C و 13.44°C و 15.89°C على الترتيب) . و في المجموعة D2 كان متوسط ارتفاع درجة الحرارة 6.47°C في الثانية ٣٠ ، و تجاوزت الحرارة المرتفعة عتبة الـ 10°C في الثانية 60 و ٩٠ و ١٢٠ (10.12°C و 12.76°C و 15.47°C على الترتيب) .

و منه نستنتج أنه لا يمكن استخدام الرأس فوق الصوتي ET40 لإزالة الأدوات المكسورة في الثلث المتوسط بدون تبريد أكثر من ٣٠ ثانية عند تطبيقه بشكل مستمر .

في المجموعات M3 و D3 استخدم الرأس فوق الصوتي ET25 لإزالة الأدوات المكسورة . و كانت متوسط ارتفاع درجات الحرارة في المجموعة M3 7.17°C في الثانية ٣٠ ، و تجاوزت الحرارة المرتفعة عتبة الـ 10°C في الثانية 60 و ٩٠ و ١٢٠ (12.56°C و 14.19°C و 16.59°C على الترتيب) . و كانت متوسط ارتفاع درجات الحرارة في المجموعة D3 7.27°C في الثانية ٣٠ ، و تجاوزت الحرارة المرتفعة عتبة الـ 10°C في الثانية 60 و ٩٠ و ١٢٠ (10.49°C و 14.05°C و 16.44°C على الترتيب) .

ومنه نستنتج أنه لا يمكن استخدام الرأس فوق الصوتي ET25 لإزالة الأدوات المكسورة في الثلث الذروي بدون تبريد أكثر من ٣٠ ثانية عند تطبيقه بشكل مستمر .

نلاحظ أن المدة المسموحة لتطبيق الرأس فوق الصوتي بشكل مستمر في المجموعات التي حوت على أداة مكسورة في الثلث المتوسط (M2 و D2) و المجموعات التي حوت على أدوات مكسورة في الثلث الذروي (M3 و D3) نفسها ، على الرغم من اختلاف حجم الرأس فوق الصوتي المستخدم ، فحجم الرأس ET40 (المستخدم في المجموعتين M2 و D2) أكبر من الرأس ET25 (المستخدم في المجموعتين M3 و D3) فكما نعلم أنه كلما كبر حجم الرأس فوق الصوتي زادت الحرارة المنتشرة (Madarati et al., 2008a) بسبب زيادة سطح الاحتكاك . و يعود السبب في تساوي المدة المسموحة لتطبيق الرؤوس فوق الصوتية بين هذه المجموعات إلى أن كمية العاج المتوضعة حول الأدوات المكسورة في الثلث المتوسط أكبر من كمية العاج المتوضعة حول الأدوات المكسورة في الثلث الذروي ، و بالتالي تنتقل الحرارة بشكل أكبر في الثلث الذروي إلى السطح الخارجي للجذر على الرغم من صغر حجم الرأس فوق الصوتي المستخدم .

على النقيض من ذلك ، فقد اختلفت المدة المسموحة في تطبيق الرأس فوق الصوتي بشكل مستمر في المجموعات التي حوت أداة مكسورة في الثلث التاجي (M1 و D1) و المجموعات التي حوت أداة مكسورة في الثلث المتوسط (M2 و D2) على الرغم من استخدام الرأس فوق الصوتي (ET40) نفسه في جميع المجموعات سابقة الذكر . ويعود السبب في اختلاف المدة المسموحة أيضاً إلى اختلاف كمية العاج المتوضعة حول الأدوات المكسورة ، حيث أن كمية العاج المتوضعة حول الأدوات المكسورة في الثلث التاجي أكبر من كمية العاج

المتوضعة حول الأدوات المكسورة في الثلث المتوسط، فوجود كمية أكبر من العاج يقلل من الحرارة التي تنتشر على السطح الخارجي للجذر .

اتفقت نتائج دراستنا مع دراسة Hashem حيث قاس الحرارة المرتفعة على السطح الخارجي للجذر عند استخدام الرأس فوق الصوتي (ET40) لإزالة الأدوات المكسورة من الثلث الذروي للثنايا العلوية فكانت الحرارة المنتشرة في الثانية ٦٠ عند استخدام هذه الرؤوس بشكل مستمر 11.5°C عند إعداد الطاقة على الشدة ٥ (Hashem, 2007).

و اختلفت نتائج دراستنا مع نتائج أخرى في الدراسة السابقة نفسها حيث نصح باستخدام الرأس CPR5 لمدة ١٢٠ ثانية (الحرارة المرتفعة 5.6°C) . و قد يعود السبب في اختلاف هذه النتائج إلى أن معايرة طاقة الجهاز في دراسة Hashem كانت على الشدة ١ بينما كانت طاقة الرأس فوق الصوتي في دراستنا (٥) حسب تعليمات الشركة المنتجة (Hashem, 2007)، و بالتالي حدث اختلاف في كفاءة قطع العاج و بالتالي اختلاف في توليد الحرارة (Nicoll and Peters, 1998, Paz et al., Dominici et al., 2005) ، (2005).

كما اختلفت نتائج هذه الدراسة مع دراسة Madarati حيث كان متوسط ارتفاع درجة الحرارة عند استخدام الرؤوس فوق الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة من الثلث التاجي في الثانية ٣٠ و ٦٠ و ٩٠ و ١٢٠ (7°C ، 10.1°C ، 13.9°C ، 17.5°C) على الترتيب (Madarati et al., 2008a) ، قد يعود هذه الاختلاف إلى اختلاف عينة الأسنان المدروسة حيث أن دراسة Madarati كانت على الثنايا السفلية ، بينما دراستنا كانت على الألفية الدهليزية الأنسية للأرجاء السفلية .

بالعودة إلى جداول الإحصاء الوصفي (في النتائج) نجد أن أعلى قيمة للانحراف المعياري Std. Deviation كانت (1.6) و معظم القيم كانت تحت القيمة (١) ، بينما وصلت قيمة الانحراف المعياري في دراسة سابقة (Hashem, 2007) إلى ٣.٢ و في دراسة أخرى

(Madarati et al., 2008a) إلى 4.6 . قد يعود هذا الاختلاف إلى الطريقة التي تم فيها تثبيت المسلك الحراري على السن ، ففي دراستنا اعتمدنا على الكومبوزيت في تثبيت المسلك الحراري من أجل ضمان ثبات قوي و عدم حدوث أي حركة أثناء العمل ، بينما اعتمدت الدراسات السابقة على الشمع أثناء العمل و كما نعلم فإنه يحدث تغير في أبعاد الشمع عند ارتفاع درجات الحرارة مما قد يغير مكان المسلك الحراري و بالتالي يؤثر في دقة النتائج .

٤-١ دراسة الفروق في ارتفاع درجة الحرارة بين القناتين المدروستين :

كانت أحد أهداف هذا البحث هي مقارنة الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر أثناء استخدام الرؤوس فوق الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة من الأقمية الأنسية الدهليزية والوحشية للأرحاء السفلية في كل من الثلث التاجي و المتوسط و الذروي . وكما ذكرنا سابقاً فإن معظم الدراسات المشابهة السابقة لهذا البحث التي قيمت الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي عند استخدام الرؤوس فوق الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة كانت على القواطع العلوية (Hashem, 2007) أو القواطع السفلية (Madarati et al., 2009a, Madarati et al., 2008a) ، وكما نعلم فإن جذور القواطع تكون مستقيمة على العكس من جذور الأرحاء التي غالباً ما تعاني من انحناء و بما أن غالبية الأدوات المكسورة في الأقمية الجذرية تكون في الأقمية الدهليزية الأنسية للأرحاء السفلية كونها الأكثر انحناءً (Hulsmann and Schinkel, 1999, Ward et al., 2003) ، كان لابد من إجراء دراسة على هذه الأقمية ، ومن أجل التمكن من مقارنة النتائج بالأبحاث التي جرت على الأقمية المستقيمة بدقة تم إجراء التجربة نفسها على الأقمية الوحشية في ظروف العمل نفسها .

لقد بينت النتائج أن هناك فروقاً ذات دلالة إحصائية بين متوسطات ارتفاع درجات الحرارة بين القناتين الأنسية و الوحشية و ذلك في الثلث التاجي في الثانية ٩٠ ، وفي الثلث المتوسط و ذلك في الأزمنة (٣٠ - ٦٠ - ٩٠ ثانية) ، و في الثلث الذروي في الثانية ٦٠ .

أي إنه هناك فروق هامة في قيم الحرارة التي تنتشر إلى السطح الخارجي عند استخدام الرؤوس فوق الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة و ذلك عند مقارنة الأقفنية الأنسية الدهليزية للأرحاء السفلية و الأقفنية الوحشية للأرحاء السفلية . و يعود السبب في الاختلاف إلى أن كمية العاج المتوضعة حول الأداة المكسورة تختلف بين الأقفنية المستقيمة و الأقفنية المنحنية ، و هذا قد يسبب إزالة كميات غير متساوية من العاج حول الأداة المكسورة الذي بدوره قد يؤثر في توزيع انتقال الحرارة على السطح الخارجي للجذر . وقد يعود سبب وجود فارق إحصائي بين القناتين في عدة أزمنة (٣٠-٦٠-٩٠ ثانية) في الثلث المتوسط إلى وجود انحناءات بنسبة أكبر في هذا الثلث و الذي قد يسبب إزالة كميات غير متساوية من العاج الجذري .

ومنه نستنتج أن نتائج الدراسات التي تجري على الأقفنية المستقيمة لا يمكن تطبيقها بدقة على الأقفنية الأنسية الدهليزية للأرحاء السفلية ، و من أجل دقة النتائج لابد من إجراء دراسات منفصلة على الأرحاء السفلية .

٢-٤ دراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة حرارة السطح في مجموعات الدراسة)

ثلث تاجي - ثلث متوسط - ثلث ذروي) في كل فترة على حدة :

أبدت الدراسة الحالية عدم وجود فرق واضح بين متوسطات الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر بالنسبة لمجموعات الأدوات المكسورة في الثلث المتوسط و مجموعة الأدوات المكسورة في الثلث الذروي في معظم الأزمنة المدروسة و قد يعود السبب في ذلك إلى

نقص في ثخانة الجذور في الثلث المتوسط مما قد أعطى نتائج مشابهة لنتائج الثلث الذروي وذلك في كل من الأفنية الأنسية و الوحشية المدروسة .

على العكس من ذلك فقد أبدت الدراسة الحالية وجود فرق واضح بين متوسطات الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر بالنسبة لمجموعات الأدوات المكسورة في الثلث التاجي و مجموعة الأدوات المكسورة في الثلث الذروي في معظم الأزمنة المدروسة و قد يعود السبب في ذلك إلى نقص في ثخانة الجذور في الثلث الذروي مما قد أعطى نتائج مختلفة لنتائج الثلث التاجي وذلك في كل من الأفنية الأنسية و الوحشية المدروسة .

ومنه نستنتج أنه لا يمكن تطبيق نتائج الدراسات التي تجري على الأدوات المكسورة في الثلث التاجي على الأدوات المكسورة في الثلث المتوسط و الذروي ، وللحصول على نتائج دقيقة يفضل إجراء دراسات في كل ثلث على حدة .

٤-٣ دراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة حرارة السطح في الأزمنة الأربعة في

كل ثلث على حدة :

أنت نتائج هذه الدراسة بشكل متوافق مع الدراسات السابقة من حيث أن الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر تزداد كلما زادت مدة تطبيق الرأس فوق الصوتي (Budd et al., 2005, Hashem, 2007, Madarati et al., 2008a, Madarati et al., 2009a).

كما توافقت نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسات سابقة بأن أكبر ارتفاع للحرارة المنتشرة يكون في الثلث الذروي للجذر يليه في الثلث المتوسط ثم الثلث التاجي تباعاً (Hashem, 2007, Madarati et al., 2008a, Madarati et al., 2009a).

الباب الخامس
الاستنتاجات
CONCLUSIONS

في حدود إمكانيات هذه الدراسة يمكن أن نستنتج مايلي :

١. يمكن تطبيق الرأس فوق الصوتي (ET40) بأمان و بدون تبريد لمدة ٦٠ ثانية في الثلث التاجي و لمدة ٣٠ ثانية في الثلث المتوسط عند إزالة الأدوات المكسورة من الأقنية الجذرية عموماً للأرحاء السفلية ولا ينصح بتطبيقه أكثر من ذلك .
٢. يمكن تطبيق الرأس فوق الصوتي (ET25) بأمان و بدون تبريد لمدة ٣٠ ثانية في الثلث الذروي عند إزالة الأدوات المكسورة من الأقنية الجذرية للأرحاء السفلية ولا ينصح بتطبيقه أكثر من ذلك .
٣. لوحظ وجود اختلاف في كمية الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر عند إزالة الأدوات المكسورة من الأقنية الأنسية الدهليزية و الأقنية الوحشية للأرحاء السفلية .
٤. لوحظ وجود اختلاف في كمية الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر عند المقارنة بين إزالة الأدوات المكسورة في الثلث التاجي و الثلث المتوسط و الثلث الذروي من الأقنية الجذرية للأرحاء السفلية .
٥. كان أكبر انتشار للحرارة على السطح الخارجي للجذر في الثلث الذروي يليه في الثلث المتوسط ثم في الثلث التاجي .
٦. لوحظ وجود اختلاف في كمية الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر عند إزالة الأدوات المكسورة من الأقنية الجذرية عند المقارنة بين الأزمنة التالية (٣٠-٦٠-٩٠-١٢٠ ثانية) حيث كانت الحرارة المنتشرة تزداد مع ازدياد الزمن .

الباب السادس
المقترحات والتوصيات
**Suggestions &
Recommendations**

١. يوصى باستخدام الرؤوس فوق الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة من التلث التاجي بأمان لمدة ٦٠ ثانية و بدون تبريد .
٢. يوصى باستخدام الرؤوس فوق الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة من التلثين المتوسط و الذروي بأمان لمدة ٣٠ ثانية و بدون تبريد .
٣. نقترح إجراء دراسة لتأثير الانحناء على الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر عند إزالة الأدوات المكسورة من الأقنية الأنسية الدهليزية المنحنية للأرحاء السفلية .
٤. نقترح إجراء دراسة لمقارنة الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر عند إزالة الأدوات المكسورة من الأقنية الأنسية الدهليزية باستخدام أنواع مختلفة من الرؤوس فوق الصوتية و بشدات مختلفة .

الباب السابع المراجع

REFERENCES

- AHMAD, M., PITT FORD, T. J. & CRUM, L. A. 1987. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J Endod*, 13, 490-9.
- AHMAD, M., ROY, R. A. & KAMARUDIN, A. G. 1994. Variations in power output of the Piezon-Master 400 ultrasonic endodontic unit. *Int Endod J*, 27, 26-31.
- AHMAD, M., ROY, R. A., KAMARUDIN, A. G. & SAFAR, M. 1993. The vibratory pattern of ultrasonic files driven piezoelectrically. *Int Endod J*, 26, 120-4.
- ALAPATI, S. B., BRANTLEY, W. A., SVEC, T. A., POWERS, J. M., NUSSTEIN, J. M. & DAEHN, G. S. 2005. SEM observations of nickel-titanium rotary endodontic instruments that fractured during clinical Use. *J Endod*, 31, 40-3.
- ALOMAIRY, K. H. 2009. Evaluating two techniques on removal of fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals: an in vitro study. *J Endod*, 35, 559-62.
- ARENS, F. C., HOEN, M. M., STEIMAN, H. R. & DIETZ, G. C., JR. 2003. Evaluation of single-use rotary nickel-titanium instruments. *J Endod*, 29, 664-6.
- ASKELAND, D., FULAY, P. & WRIGHT, W. 2010. *The Science and Engineering of Materials*, Cengage Learning.
- ATRIZADEH, F., KENNEDY, J. & ZANDER, H. 1971. Ankylosis of teeth following thermal injury. *J Periodontal Res*, 6, 159-67.
- BERMAN, L. H., HARGREAVES, K. M. & COHEN, S. R. 2010. *Cohen's Pathways of the Pulp Expert Consult*, Elsevier Health Sciences , page 530.
- BERUTTI, E., ANGELINI, E., RIGOLONE, M., MIGLIARETTI, G. & PASQUALINI, D. 2006. Influence of sodium hypochlorite on fracture properties and corrosion of ProTaper Rotary instruments. *Int Endod J*, 39, 693-9.
- BERUTTI, E., CHIANDUSSI, G., GAVIGLIO, I. & IBBA, A. 2003. Comparative analysis of torsional and bending stresses in two mathematical models of nickel-titanium rotary instruments: ProTaper versus ProFile. *J Endod*, 29, 15-9.
- BERUTTI, E., NEGRO, A. R., LENDINI, M. & PASQUALINI, D. 2004. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *J Endod*, 30, 228-30.
- BLASKOVIC-SUBAT, V. 1991. [Frequency and most common localisation of root canal curvature]. *Acta Stomatol Croat*, 25, 109-15.
- BLUM, J. Y., MACHTOU, P. & MICALLEF, J. P. 1999. Location of contact areas on rotary Profile instruments in relationship to the forces developed during mechanical preparation on extracted teeth. *Int Endod J*, 32, 108-14.
- BROWN, W. S., DEWEY, W. A. & JACOBS, H. R. 1970. Thermal properties of teeth. *J Dent Res*, 49, 752-5.
- BUDD, J. C., GEKELMAN, D. & WHITE, J. M. 2005. Temperature rise of the post and on the root surface during ultrasonic post removal. *Int Endod J*, 38, 705-11.
- CAMERON, J. A. 1986. The use of sodium hypochlorite activated by ultrasound for the debridement of infected, immature root canals. *J Endod*, 12, 550-4.
- CAMERON, J. A. 1988. The effect of ultrasonic endodontics on the temperature of the root canal wall. *J Endod*, 14, 554-9.
- CAMPBELL, L., SHEN, Y., ZHOU, H. M. & HAAPASALO, M. 2014. Effect of fatigue on torsional failure of nickel-titanium controlled memory instruments. *J Endod*, 40, 562-5.

- CANALDA-SAHLI, C., BRAU-AGUADE, E. & SENTIS-VILALTA, J. 1998. The effect of sterilization on bending and torsional properties of K-files manufactured with different metallic alloys. *Int Endod J*, 31, 48-52.
- CHAVES CRAVEIRO DE MELO, M., GUIOMAR DE AZEVEDO BAHIA, M. & LOPES BUONO, V. T. 2002. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod*, 28, 765-9.
- CHEUNG, G. S., PENG, B., BIAN, Z., SHEN, Y. & DARVELL, B. W. 2005. Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: fractographic examination. *Int Endod J*, 38, 802-9.
- COHEN, S. & BURNS, R. C. 1998. *Pathways of the Pulp*, Mosby , chapter 9 .
- COHEN, S., HARGREAVES, K. M. & BERMAN, L. H. 2011. *Cohen's pathways of the pulp*, St. Louis, Mo., Mosby Elsevier.
- COHEN'S 2011. *PATHWAYS OF THE PULP, Tenth Edition*, ELSEVIER , page 899.
- COUTINHO FILHO, T., KREBS, R. L., BERLINCK, T. C. & GALINDO, R. G. 1998. Retrieval of a broken endodontic instrument using cyanoacrylate adhesive. Case report. *Braz Dent J*, 9, 57-60.
- CRUMP, M. C. & NATKIN, E. 1970. Relationship of broken root canal instruments to endodontic case prognosis: a clinical investigation. *J Am Dent Assoc*, 80, 1341-7.
- D'ARCANGELO, C., VARVARA, G. & DE FAZIO, P. 2000. Broken instrument removal--two cases. *J Endod*, 26, 368-70.
- DARABARA, M., BOURITHIS, L., ZINELIS, S. & PAPADIMITRIOU, G. D. 2004. Susceptibility to localized corrosion of stainless steel and NiTi endodontic instruments in irrigating solutions. *Int Endod J*, 37, 705-10.
- DEDERICH, D. N. & ZAKARIASEN, K. L. 1986. The effects of cyclical axial motion on rotary endodontic instrument fatigue. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 61, 192-6.
- DI FIORE, P. M. 2007. A dozen ways to prevent nickel-titanium rotary instrument fracture. *J Am Dent Assoc*, 138, 196-201; quiz 249.
- DI FIORE, P. M., GENOV, K. A., KOMAROFF, E., LI, Y. & LIN, L. 2006a. Nickel-titanium rotary instrument fracture: a clinical practice assessment. *Int Endod J*, 39, 700-8.
- DI FIORE, P. M., GENOV, K. I., KOMAROFF, E., DASANAYAKE, A. P. & LIN, L. 2006b. Fracture of ProFile nickel-titanium rotary instruments: a laboratory simulation assessment. *Int Endod J*, 39, 502-9.
- DOMINICI, J. T., CLARK, S., SCHEETZ, J. & ELEAZER, P. D. 2005. Analysis of heat generation using ultrasonic vibration for post removal. *J Endod*, 31, 301-3.
- ERIKSSON, A. R. & ALBREKTSSON, T. 1983. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit. *J Prosthet Dent*, 50, 101-7.
- ERIKSSON, A. R., ALBREKTSSON, T. & ALBREKTSSON, B. 1984. Heat caused by drilling cortical bone. Temperature measured in vivo in patients and animals. *Acta Orthop Scand*, 55, 629-31.
- ERIKSSON, R. A. & ALBREKTSSON, T. 1984. The effect of heat on bone regeneration: an experimental study in the rabbit using the bone growth chamber. *J Oral Maxillofac Surg*, 42, 705-11.

- FELDMAN, G., SOLOMON, C., NOTARO, P. & MOSKOWITZ, E. 1974. Retrieving broken endodontic instruments. *J Am Dent Assoc*, 88, 588-91.
- FILIP, P. 2001. Titanium-Nickel Shape Memory Alloys in Medical Applications. *Titanium in Medicine*. Springer Berlin Heidelberg.
- FORS, U. G. & BERG, J. O. 1983. A method for the removal of broken endodontic instruments from root canals. *J Endod*, 9, 156-9.
- FORS, U. G. & BERG, J. O. 1986. Endodontic treatment of root canals obstructed by foreign objects. *Int Endod J*, 19, 2-10.
- GABEL, W. P., HOEN, M., STEIMAN, H. R., PINK, F. E. & DIETZ, R. 1999. Effect of rotational speed on nickel-titanium file distortion. *J Endod*, 25, 752-4.
- GAMBARINI, G. 2001. Cyclic fatigue of nickel-titanium rotary instruments after clinical use with low- and high-torque endodontic motors. *J Endod*, 27, 772-4.
- GEORGE, S. W., PICHARDO, M. R., BERGERON, B. E. & JEANSONNE, B. G. 2006. The effect of formalin storage on the apical microleakage of obturated canals. *J Endod*, 32, 869-71.
- GLUSKIN, A. H., RUDDLE, C. J. & ZINMAN, E. J. 2005. Thermal injury through intraradicular heat transfer using ultrasonic devices: precautions and practical preventive strategies. *J Am Dent Assoc*, 136, 1286-93.
- GROSSMAN, L. I. 1968. Fate of endodontically treated teeth with fractured root canal instruments. *J Br Endod Soc*, 2, 35-7.
- GROSSMAN, L. I. 1969. Guidelines for the prevention of fracture of root canal instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 28, 746-52.
- GROSSMAN, L. I. 1981. *Endodontic practice ,10thed*, Philadelphia, Lea and Febiger.
- GUTMANN JL, D. T., LOVDAHL PE . 2006. Problem solving in endodontics: prevention, identification, and management , ed 4 .
- HAIKEL, Y., SERFATY, R., BATEMAN, G., SENGHER, B. & ALLEMANN, C. 1999. Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod*, 25, 434-40.
- HASHEM, A. A. 2007. Ultrasonic vibration: temperature rise on external root surface during broken instrument removal. *J Endod*, 33, 1070-3.
- HILT, B. R., CUNNINGHAM, C. J., SHEN, C. & RICHARDS, N. 2000. Torsional properties of stainless-steel and nickel-titanium files after multiple autoclave sterilizations. *J Endod*, 26, 76-80.
- HULSMANN, M. 1993. Methods for removing metal obstructions from the root canal. *Endod Dent Traumatol*, 9, 223-37.
- HULSMANN, M., PETERS, O. A. & DUMMER, P. M. H. 2005. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*, 10, 30-76.
- HULSMANN, M. & SCHINKEL, I. 1999. Influence of several factors on the success or failure of removal of fractured instruments from the root canal. *Endod Dent Traumatol*, 15, 252-8.
- IQBAL, M. K., KOHLI, M. R. & KIM, J. S. 2006. A retrospective clinical study of incidence of root canal instrument separation in an endodontics graduate program: a PennEndo database study. *J Endod*, 32, 1048-52.
- JOHNSON, T. A. & ZELIKOW, R. 1987. Ultrasonic endodontics: a clinical review. *The Journal of the American Dental Association*, 114, 655-657.

- KARAGOZ-KUCUKAY, I., ERSEV, H., ENGIN-AKKOCA, E., KUCUKAY, S. & GURSOY, T. 2003. Effect of rotational speed on root canal preparation with Hero 642 rotary Ni-Ti instruments. *J Endod*, 29, 447-9.
- KEREKES, K. & TRONSTAD, L. 1979. Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *J Endod*, 5, 83-90.
- KESSLER, J. R., PETERS, D. D. & LORTON, L. 1983. Comparison of the relative risk of molar root perforations using various endodontic instrumentation techniques. *J Endod*, 9, 439-47.
- KHAYAT, B. G. 1998. The use of magnification in endodontic therapy: the operating microscope. *Pract Periodontics Aesthet Dent*, 10, 137-44.
- KIM, S. & BAEK, S. 2004. The microscope and endodontics. *Dent Clin North Am*, 48, 11-8.
- LEEB, J. 1983. Canal orifice enlargement as related to biomechanical preparation. *J Endod*, 9, 463-70.
- LI, U. M., LEE, B. S., SHIH, C. T., LAN, W. H. & LIN, C. P. 2002. Cyclic fatigue of endodontic nickel titanium rotary instruments: static and dynamic tests. *J Endod*, 28, 448-51.
- LIM, S. S. & STOCK, C. J. 1987. The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filing compared with the stepback technique. *Int Endod J*, 20, 33-9.
- LINE, S. E., POLSON, A. M. & ZANDER, H. A. 1974. Relationship between periodontal injury, selective cell repopulation and ankylosis. *J Periodontol*, 45, 725-30.
- LOVDAHL & GUTMAN 1997. *Problems in nonsurgical root canal retreatment*, ST Louis Mosby.
- MADARATI, A. A. 2014. Temperature rise on the surface of NiTi and stainless steel fractured instruments during ultrasonic removal. *Int Endod J*.
- MADARATI, A. A., QUALTROUGH, A. J. & WATTS, D. C. 2008a. Factors affecting temperature rise on the external root surface during ultrasonic retrieval of intracanal separated files. *J Endod*, 34, 1089-92.
- MADARATI, A. A., QUALTROUGH, A. J. & WATTS, D. C. 2009a. Efficiency of a newly designed ultrasonic unit and tips in reducing temperature rise on root surface during the removal of fractured files. *J Endod*, 35, 896-9.
- MADARATI, A. A., QUALTROUGH, A. J. & WATTS, D. C. 2009b. A microcomputed tomography scanning study of root canal space: changes after the ultrasonic removal of fractured files. *J Endod*, 35, 125-8.
- MADARATI, A. A. & WATTS, D. C. 2014. Temperature rise on the external root surface during removal of endodontic fractured instruments. *Clin Oral Investig*, 18, 1135-40.
- MADARATI, A. A., WATTS, D. C. & QUALTROUGH, A. J. 2008b. Opinions and attitudes of endodontists and general dental practitioners in the UK towards the intracanal fracture of endodontic instruments. Part 2. *Int Endod J*, 41, 1079-87.
- MARTIN, B., ZELADA, G., VARELA, P., BAHILLO, J. G., MAGAN, F., AHN, S. & RODRIGUEZ, C. 2003. Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J*, 36, 262-6.
- MASSERANN, J. 1971. "Entfernen metallischer Fragmente aus Wurzelkanalen" (Removal of metal fragments from the root canal). *J Br Endod Soc*, 5, 55-9.

- MASSERANN, J. 1972. [New method for extracting metallic fragments from canals]. *Inf Dent*, 54, 3987-4005.
- MEZAWA, S., KAWATO, T., YOSHIDA, K., NOZAKI, H., SAITO, T., TAMURA, K. & ONOZAWA, M. 1999. Evaluation of human tooth structure with the ultrasonic imaging technique. *J Oral Sci*, 41, 191-7.
- NAGAI, O., TANI, N., KAYABA, Y., KODAMA, S. & OSADA, T. 1986. Ultrasonic removal of broken instruments in root canals. *Int Endod J*, 19, 298-304.
- NICOLL, B. K. & PETERS, R. J. 1998. Heat generation during ultrasonic instrumentation of dentin as affected by different irrigation methods. *J Periodontol*, 69, 884-8.
- PARASHOS, P., GORDON, I. & MESSER, H. H. 2004. Factors influencing defects of rotary nickel-titanium endodontic instruments after clinical use. *J Endod*, 30, 722-5.
- PARASHOS, P. & MESSER, H. H. 2006. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J Endod*, 32, 1031-43.
- PAZ, E., SATOVSKY, J. & MOLDAUER, I. 2005. Comparison of the cutting efficiency of two ultrasonic units utilizing two different tips at two different power settings. *J Endod*, 31, 824-6.
- PENG, B., SHEN, Y., CHEUNG, G. S. & XIA, T. J. 2005. Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: longitudinal examination. *Int Endod J*, 38, 550-7.
- PLOTINO, G., PAMEIJER, C. H., GRANDE, N. M. & SOMMA, F. 2007. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod*, 33, 81-95.
- POULSEN, W. B., DOVE, S. B. & DEL RIO, C. E. 1995. Effect of nickel-titanium engine-driven instrument rotational speed on root canal morphology. *J Endod*, 21, 609-12.
- PRUETT, J. P., CLEMENT, D. J. & CARNES, D. L., JR. 1997. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod*, 23, 77-85.
- ROIG-GREENE, J. L. 1983. The retrieval of foreign objects from root canals: a simple aid. *J Endod*, 9, 394-7.
- ROSS, R. B. 1995. *Investigating Mechanical Failures: The metallurgist's approach*, Springer US.
- ROULET, J. F. 1983. Dynamic fracture of conventional endodontic instruments versus experimental files. *J Endod*, 9, 12-6.
- RUDDLE, C. J. 1997. Micro-endodontic nonsurgical retreatment. *Dent Clin North Am*, 41, 429-54.
- RUDDLE, C. J. 2002. Broken instrument removal. The endodontic challenge. *Dent Today*, 21, 70-2, 74, 76 passim.
- RUDDLE, C. J. 2004a. Nonsurgical endodontic retreatment. *J Calif Dent Assoc*, 32, 474-84.
- RUDDLE, C. J. 2004b. Nonsurgical retreatment. *J Endod*, 30, 827-45.
- RUDDLE, C. J. 2004c. Nonsurgical Retreatment. *Journal of Endodontics*, 30, 827-845.
- SATTAPAN, B., NERVO, G. J., PALAMARA, J. E. & MESSER, H. H. 2000a. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod*, 26, 161-5.
- SATTAPAN, B., PALAMARA, J. E. & MESSER, H. H. 2000b. Torque during canal instrumentation using rotary nickel-titanium files. *J Endod*, 26, 156-60.

- SCHÄFER, E. 1997. Root canal instruments for manual use: a review. *Dental Traumatology*, 13, 51-64.
- SCHAFER, E., DZEPINA, A. & DANESH, G. 2003. Bending properties of rotary nickel-titanium instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 96, 757-63.
- SCOTT, G. L. & WALTON, R. E. 1986. Ultrasonic endodontics: The wear of instruments with usage. *Journal of Endodontics*, 12, 279-283.
- SEKLETOV, G. A. 1994. [A method for extracting broken endodontic instruments left in immediate proximity to the root canal opening]. *Stomatologiya (Mosk)*, 73, 66.
- SHEN, Y., CHEUNG, G. S., BIAN, Z. & PENG, B. 2006. Comparison of defects in ProFile and ProTaper systems after clinical use. *J Endod*, 32, 61-5.
- SHEN, Y., PENG, B. & CHEUNG, G. S. 2004. Factors associated with the removal of fractured NiTi instruments from root canal systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 98, 605-10.
- SILVAGGIO, J. & HICKS, M. L. 1997. Effect of heat sterilization on the torsional properties of rotary nickel-titanium endodontic files. *J Endod*, 23, 731-4.
- SIMON, S., MACHTOU, P., TOMSON, P., ADAMS, N. & LUMLEY, P. 2008. Influence of fractured instruments on the success rate of endodontic treatment. *Dent Update*, 35, 172-4, 176, 178-9.
- SOUTER, N. J. & MESSER, H. H. 2005. Complications associated with fractured file removal using an ultrasonic technique. *J Endod*, 31, 450-2.
- SPILI, P., PARASHOS, P. & MESSER, H. H. 2005. The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment. *J Endod*, 31, 845-50.
- STEWART, G. G. 1986. Chelation and flotation in endodontic practice: an update. *The Journal of the American Dental Association*, 113, 618-622.
- STOCK, C. J. 1991. Current status of the use of ultrasound in endodontics. *Int Dent J*, 41, 175-82.
- STOKES, O. W., FIORE, P. M., BARSS, J. T., KOERBER, A., GILBERT, J. L. & LAUTENSCHLAGER, E. P. 1999. Corrosion in stainless-steel and nickel-titanium files. *J Endod*, 25, 17-20.
- STRINDBERG, L. Z. 1956. *The dependence of the results of pulp therapy on certain factors; an analytic study based on radiographic and clinical follow-up examinations. [Tr. from the Swedish manuscript]*, Stockholm.
- SUTER, B. 1998. A new method for retrieving silver points and separated instruments from root canals. *J Endod*, 24, 446-8.
- SUTER, B., LUSSI, A. & SEQUEIRA, P. 2005. Probability of removing fractured instruments from root canals. *Int Endod J*, 38, 112-23.
- TERAUCHI, Y., O'LEARY, L., KIKUCHI, I., ASANAGI, M., YOSHIOKA, T., KOBAYASHI, C. & SUDA, H. 2007. Evaluation of the efficiency of a new file removal system in comparison with two conventional systems. *J Endod*, 33, 585-8.
- TERAUCHI, Y., O'LEARY, L. & SUDA, H. 2006. Removal of separated files from root canals with a new file-removal system: Case reports. *J Endod*, 32, 789-97.
- TURPIN, Y. L., CHAGNEAU, F. & VULCAIN, J. M. 2000. Impact of two theoretical cross-sections on torsional and bending stresses of nickel-titanium root canal instrument models. *J Endod*, 26, 414-7.

- TZANETAKIS, G. N., KONTAKIOTIS, E. G., MAURIKOU, D. V. & MARZELOU, M. P. 2008. Prevalence and management of instrument fracture in the postgraduate endodontic program at the Dental School of Athens: a five-year retrospective clinical study. *J Endod*, 34, 675-8.
- ULUSOY, O. I., YILMAZOGLU, M. Z. & GORGUL, G. 2015. Effect of several thermoplastic canal filling techniques on surface temperature rise on roots with simulated internal resorption cavities: an infrared thermographic analysis. *Int Endod J*, 48, 171-6.
- VIANA, A. C., GONZALEZ, B. M., BUONO, V. T. & BAHIA, M. G. 2006. Influence of sterilization on mechanical properties and fatigue resistance of nickel-titanium rotary endodontic instruments. *Int Endod J*, 39, 709-15.
- WALIA, H. M., BRANTLEY, W. A. & GERSTEIN, H. 1988. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod*, 14, 346-51.
- WALTERS, J. D. & RAWAL, S. Y. 2007. Severe periodontal damage by an ultrasonic endodontic device: a case report. *Dent Traumatol*, 23, 123-7.
- WARD, J. R., PARASHOS, P. & MESSER, H. H. 2003. Evaluation of an ultrasonic technique to remove fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals: an experimental study. *J Endod*, 29, 756-63.
- WONG, R. 2004. Conventional endodontic failure and retreatment. *Dent Clin North Am*, 48, 265-89.
- WONG, R. & CHO, F. 1997. Microscopic management of procedural errors. *Dent Clin North Am*, 41, 455-79.
- WU, M. K., R'ORIS, A., BARKIS, D. & WESSELINK, P. R. 2000. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 89, 739-43.
- YAO, J. H., SCHWARTZ, S. A. & BEESON, T. J. 2006. Cyclic fatigue of three types of rotary nickel-titanium files in a dynamic model. *J Endod*, 32, 55-7.
- YARED, G., BOU DAGHER, F. & KULKARNI, K. 2003. Influence of torque control motors and the operator's proficiency on ProTaper failures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 96, 229-33.
- YARED, G. M., BOU DAGHER, F. E. & MACHTOU, P. 2001. Influence of rotational speed, torque and operator's proficiency on ProFile failures. *Int Endod J*, 34, 47-53.
- YARED, G. M., DAGHER, F. E., MACHTOU, P. & KULKARNI, G. K. 2002. Influence of rotational speed, torque and operator proficiency on failure of Greater Taper files. *Int Endod J*, 35, 7-12.
- ZELADA, G., VARELA, P., MARTIN, B., BAHILLO, J. G., MAGAN, F. & AHN, S. 2002. The effect of rotational speed and the curvature of root canals on the breakage of rotary endodontic instruments. *J Endod*, 28, 540-2.

الملخص
باللغتين
العربية والانجليزية

خلفية البحث وهدفه : تعتبر رؤوس الأمواج فوق الصوتية من الأدوات الشائعة في تدبير الأدوات المكسورة في الأفنية الجذرية . لذلك كان هدف هذا البحث هو تقييم الحرارة المنتشرة على السطح الخارجي للجذر أثناء استخدام الرؤوس فوق الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة من الأفنية الجذرية للأرجاء السفلية .

مواد البحث وطرقه: تكونت عينة البحث من ٣٠ رحي سفلية مقلوعة غير معالجة لبياً . تم تحضير الأفنية في جميع العينات حتى مبرد F1 (Dentsply - ProTaper) و تم كسر أداة F1 (Dentsply - ProTaper Universal) بشكل قسري في كل من الأفنية الأنسية الدهليزية والوحيشية وفي ثلاث مستويات مختلفة . قسمت العينة إلى ثلاث مجموعات بالاعتماد على موقع كسر الأداة كل مجموعة تكونت من ١٠ عينات : المجموعة I: حوت على مجموعتين فرعيتين M1 و D1 كسرت الأداة في الثلث التاجي ، المجموعة II : حوت على المجموعتين M2 و D2 ، كسرت الأداة في الثلث المتوسط ، المجموعة III : حوت على مجموعتين M3 و D3 كسرت الأداة في الثلث الذروي . تمت معالجة سطح الجذر الخارجي ببوند ذاتي التخريش ، ثم تم إلصاق مسلك حراري موصول بجهاز قياس الحرارة (TESTBOY TV 325, Canada) بواسطة الكومبوزيت عند الجزء التاجي من الأداة المكسورة . تم وضع الأسنان في علب بلاستيكية خاصة و غمر جذر السن بالماء . ثم تم الحفر حول الأداة باستخدام رؤوس فوق صوتية ، حيث استخدم الرأس فوق الصوتي (ET40-satelec) في المجموعتين الأولى و الثانية و الرأس (ET25-satelec) في المجموعة الثالثة . تم الحفر حول الأداة بدون تبريد و بشكل مستمر و تم قياس درجة الحرارة الناجمة عن هذا الإجراء و تسجيلها عند الأزمنة التالية على التوالي : ٣٠ - ٦٠ - ٩٠ - ١٢٠ ثانية . و تم إجراء الاختبار الإحصائي ANOVA لدراسة دلالة الفروقات بين مجموعات الدراسة .

النتائج : كانت متوسطات ارتفاع درجات الحرارة عند استخدام الرؤوس فوق الصوتية لإزالة الأدوات المكسورة عند الأزمنة : ٣٠ - ٦٠ - ٩٠ - ١٢٠ ثانية في الأفنية الأنسية عند كل من : الثلث التاجي (5.47°C-8.54°C-13.4°C-14.66°C) ، و في الثلث المتوسط (6.91°C-11.12°C-13.44°C-15.89°C) ، و في الثلث الذروي (7.17°C-12.56°C-14.19°C-16.59°C) على الترتيب . و أما في الأفنية الوحيشية : كانت في

الثلاث التاجي ($5.38^{\circ}\text{C}-8.35^{\circ}\text{C}-12.9^{\circ}\text{C}-14.67^{\circ}\text{C}$) ، و في الثلاث المتوسط ($6.47^{\circ}\text{C}-10.12^{\circ}\text{C}-12.76^{\circ}\text{C}-15.47^{\circ}\text{C}$) ، و في الثلاث الذروي ($7.27^{\circ}\text{C}-10.49^{\circ}\text{C}-14.05^{\circ}\text{C}-16.44^{\circ}\text{C}$) على الترتيب. أظهرت الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية ($p < 0.05$) عند دراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة حرارة السطح بين الأقفية الأنسية والوحشية في معظم الأزمنة المدروسة . كما أظهرت وجود فروق ذات دلالة إحصائية ($p < 0.05$) عند دراسة دلالة الفروق في متوسط ارتفاع درجة حرارة السطح بين مجموعة الأدوات المكسورة في الثلاث التاجي و مجموعة الأدوات المكسورة في الثلاث الذروي في معظم الأزمنة المدروسة .

الاستنتاجات : بالاعتماد على هذه الدراسة فإنه يمكن تطبيق الرأس فوق الصوتي (ET40) بدون تبريد بأمان لمدة ٦٠ ثانية فقط في الثلاث التاجي و لمدة ٣٠ ثانية فقط في الثلاث المتوسط. و ينصح بتطبيق الرأس فوق الصوتي (ET25) بدون تبريد لمدة ٣٠ ثانية فقط في الثلاث الذروي .

Abstract :

Aim of the study : Ultrasonic Tips is considered one of the common tools used in the management of separated instruments in the root canal, This research aimed to evaluate the temperature rise of the outer surface of the root when using ultrasonic tips to remove separated instruments from mesiobuccal canal of lower molars .

Materials and methods : The sample consisted of 30 untreated extracted lower molars . In each molar , each canal were prepared until F1(ProTaper Universal) and F1 ProTaper Universal instrument was forced to be separated in the mesiobuccal and distal canal . The sample divided into three group(with 10 samples in each group) in accordance to the position of the separated instrument : Group A :was divided to subgroups M1 and D1 with the separated instrument at the coronal third of the canal , Group B : was divided to subgroups M2 and D2 with the separated instrument at the middle third and Group C : was divided to subgroups M3 and D3 with the separated instrument at the apical third . The outer surface of the root was managed with self etched bond in order to stick the thermal cable of the temperature measuring device (TESTBOY TV 325, Canada) by composite which was fitted opposite to the coronal part of the separated instrument . Teeth were then placed in special plastic cans and the root was submerged with water. Ultrasonic tips were used to drill around the Broken instruments ; (ET40- satelec , France) tips were used for both groups A and B whereas (ET25- satelec , France) tips were used in group C . The drilling was done continuously and without cooling liquid . The temperature was assessed at the following times : 30 , 60 , 90 and

120 seconds . The data were statistically analyzed with one-way ANOVA .

Results : The mean of temperature rise that resulted from using ultrasonic tips to remove separated instruments at times : 30 , 60 ,90 and 120 seconds were in the mesial canal as follows : at the coronal third(5.47°C – 8.54°C – 13.4°C – 14.66°C), at the middle third (6.91°C – 11.12°C – 13.44°C – 15.89°C) and at the apical third (7.17°C – 12.56°C – 14.19°C – 16.59°C) respectively ,while in the distal canal were : at the coronal third(5.38°C – 8.35°C – 12.9°C – 14.67°C), at the middle third (6.47°C – 10.12°C – 12.76°C – 15.47°C) and at the apical third (7.27°C – 10.49°C – 14.05°C – 16.44°C)respectively. There were statistically significant differences ($p < 0.05$) in the temperature rise means between the mesial and distal canals at most times , and also statistically significant differences were detected between coronal third groups and apical third groups in the mean of temperature rise at most times.

Conclusion :Ultrasonic Tip(ET40) could be used safely without cooling at no more than 60 seconds at coronal third , and no more than 30 seconds at middle third , while Ultrasonic Tip(ET25) could be used safely without cooling at no more than 30 seconds at apical third .

الملاحق
Appendixes

النتائج التفصيلية لعينة البحث :

القناة	التلث	مقدار ارتفاع درجة الحرارة في الثانية			
		٣٠ ثا	٦٠ ثا	٩٠ ثا	١٢٠ ثا
الأنسية	التاجي	5.1	8.2	13.2	14.4
الأنسية	التاجي	5.2	8.3	13.5	14.4
الأنسية	التاجي	5	8.1	12.6	14.2
الأنسية	التاجي	5.9	8.9	13.5	15
الأنسية	التاجي	5.5	8.6	13.6	14.8
الأنسية	التاجي	5.6	8.8	13.7	14.9
الأنسية	التاجي	5.5	8.7	13.5	14.6
الأنسية	التاجي	6	8.9	13.9	15.1
الأنسية	التاجي	5.9	8.8	13.8	14.7
الأنسية	التاجي	5	8.1	12.7	14.5
الأنسية	المتوسط	6.8	10.9	13.5	15.9
الأنسية	المتوسط	7	11.5	13.6	16.4
الأنسية	المتوسط	6.9	11.9	13.5	16.5
الأنسية	المتوسط	7.1	12.1	13.9	16.8
الأنسية	المتوسط	6.8	11	13.4	14.9
الأنسية	المتوسط	6.5	10.5	13.4	14.8
الأنسية	المتوسط	7.2	12.2	13.9	16.9
الأنسية	المتوسط	7.1	11.5	13.8	16.8
الأنسية	المتوسط	6.9	9.9	12.9	15.6
الأنسية	المتوسط	6.8	9.7	12.5	14.3
الأنسية	الذروي	8.3	14.4	15.1	17.7
الأنسية	الذروي	6.1	10.1	12.3	15.1
الأنسية	الذروي	7.7	13.5	15.6	17.5
الأنسية	الذروي	7.1	13.1	15.2	17
الأنسية	الذروي	8	14.1	15	18.1
الأنسية	الذروي	6.5	11.5	13.5	15.8
الأنسية	الذروي	6.2	10.5	12.9	15.5
الأنسية	الذروي	6.3	10.7	13.1	16

16.7	14.7	13.9	7.7	الذروي	الأنسية
16.5	14.5	13.8	7.8	الذروي	الأنسية
15	13	8.4	5.3	التاجي	الوحشية
14.4	12.5	8	4.9	التاجي	الوحشية
14.5	12.9	8.2	5.1	التاجي	الوحشية
14.9	13	8.6	5.5	التاجي	الوحشية
15	13.1	8.7	5.5	التاجي	الوحشية
14.5	12.5	7.9	5.2	التاجي	الوحشية
14	12.4	8.2	5.3	التاجي	الوحشية
15.4	13.8	9	5.9	التاجي	الوحشية
14.5	12.9	8.2	5.6	التاجي	الوحشية
14.5	12.9	8.3	5.5	التاجي	الوحشية
15.3	12.3	9.7	6.2	المتوسط	الوحشية
14.9	12.1	9.7	6.1	المتوسط	الوحشية
15.8	12.9	10	6.5	المتوسط	الوحشية
15.9	13.1	10.2	6.9	المتوسط	الوحشية
15.4	13	10	6.2	المتوسط	الوحشية
15.7	13.1	10.8	6.8	المتوسط	الوحشية
15.1	12.8	10.1	6.7	المتوسط	الوحشية
15.9	13	10.2	6.5	المتوسط	الوحشية
14.8	12.1	9.5	6	المتوسط	الوحشية
15.9	13.2	11	6.8	المتوسط	الوحشية
14.1	12.1	8.7	5.9	الذروي	الوحشية
16.5	13.9	10.1	7	الذروي	الوحشية
17.9	15.7	11.5	8.5	الذروي	الوحشية
14.5	12.7	9.5	6.1	الذروي	الوحشية
17.1	14.4	11	7.7	الذروي	الوحشية
18	15.8	11.7	8.7	الذروي	الوحشية
14.9	13	9.9	6.1	الذروي	الوحشية
17	14.2	10.5	7.1	الذروي	الوحشية
16.9	14.1	10.9	7.5	الذروي	الوحشية
17.5	14.6	11.1	8.1	الذروي	الوحشية

