الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كليّة طبّ الأسنان
قسم مداواة الأسنان

دراسة مخبريه مقارنة لثلاثة أنظمة تحضير آلي للأقنية الجذرية

An In Vitro Comparative Study of three Rotary Systems For Root Canal Preparation

بحث علمي أُعد لنيل درجة الماجستير في علوم طب الأسنان
اختصاص مداواة الأسنان اللبية

إعداد الباحث:
أنس بزرة

إشراف :
الأستاذ الدكتور
محمد سالم ركاب
أستاذ مداواة الأسنان – جامعة دمشق

ماجستير
2013م - 1434هـ

الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا رقم /٢٩٠٦/ المتخذ بالجلسة رقم /٢١/ تاريخ ٢٠١٣/٧/٨

اطلع مجلس البحث العلمي والدراسات العليا على قرار مجلس كلية طب الأسنان رقم/ ٥٣٨/ تاريخ ٢٠١٣/٦/٢٣

وبعد الرجوع إلى اللائحة التنفيذية لقانون تنظيم الجامعات الصادرة بالمرسوم /٢٥٠/ لعام ٢٠٠٦ .

قرار مجلس جامعة دمشق رقم / ١١٣٣٥/ص تاريخ ٢٠١٠/١٠/٣ بشأن الموافقة على تسجيل رسالة الطالب

وبنتيجة المذاكرة قرر مجلس البحث العلمي والدراسات العليا :

الموافقة على تأليف لجنة الحكم على رسالة الماجستير في قسم مداواة الأسنان التي أعدها الطالب **أنس بزرة** بعنوان : ((دراسة مخبرية مقارنة لثلاثة أنظمة تحضير آلي للأقنية الجذرية)) بكلية طب الأسنان من السادة الأساتذة :

د. محمد التيناوي	الأستاذ في قسم طب أسنان الأطفال	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص: طب أسنان الأطفال	عضواً
د. محمد سالم ركاب	الأستاذ في قسم مداواة الأسنان	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص : مداواة الأسنان	عضواً مشرفاً
د. محمد أسامة الجبان	الأستاذ المساعد في قسم مداواة الأسنان	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص: مداواة الأسنان	عضواً

وذلك وفق ما هو وارد في قرار مجلس الكلية آنف الذكر،،،

ملاحظة: يرجى إرسال نسخة عن الإعلان الخاص بتحديد موعد المناقشة فور صدوره إلى مكتب نائب رئيس الجامعة لشؤون البحث العلمي والدراسات العليا.

SYRIAN ARAB REPUBLIC
Damascus University
School of Dentistry

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الأسنان

قرار لجنة الحكم على رسالة الماجستير

الإخوة الزملاء –أخواتي الطلبة

بناءً على قانون تنظيم الجامعات الصادر بالقانون رقم /٦/ تاريخ ٢٠٠٦/١/٤ وعلى المادة/١٦٤/من اللائحة التنفيذية لقانون تنظيم الجامعات الصادر بالمرسوم /٢٥٠/ تاريخ٢٠٠٦/٧/١٠ وعلى قرار مجلس التعليم العالي رقم /٦٨/تاريخ ٢٠٠٦/١١/١٦ وقرار مجلس الجامعة رقم ٨/١٤٣٧ تاريخ ٢٠١٠/١/١٥(المتضمن إجراءات القيد في الدراسات العليا وتشكيل لجان الحكم وإجراءات المناقشة العلنية للرسائل و الأطروحات والدفاع عنها ومنح الدرجات العلمية) والمادة الأولى من نظام الدراسات العليا لكلية طب الأسنان التي تهدف "إلى إعداد المختصين في مختلف ميادين طب الأسنان وتأهيل الطلاب وتزويدهم بمستوى عال من المعرفة في مجال اختصاصهم والنهوض والمشاركة بالبحوث العلمية في مجالات طب الأسنان وفي هذه المناسبة نقدم إليكم موضوع رسالة الماجستير للباحث انس بزرة من مواليد **دمشق** ١٩٧٧م حيث تخرج من كلية طب الأسنان جامعة **البعث** عام ٢٠٠٠م، وانتسب الى الدراسات العليا عام ٢٠٠٧م ، وسجل موضوع الماجستير في عام ٢٠١٠م، جامعة **دمشق** وقضى **سنتين ونصف** في تحضير رسالته وكان خلال فترة دراسته مثالا للطالب النشيط الذي يتابع أموره بكل دقة ومهارة.

((قرار لجنة الحكم))

بناء على قرار مجلس الشؤون العلمية في جامعة دمشق رقم /٢٩٠٦/ تاريخ ٢٠١٣/٧/٨م المتخذ بجلسة رقم /٢١/ بالموافقة على تأليف لجنة الحكم على رسالة الماجستير للسيد الباحث انس بزرة

وذلك من السادة الأساتذة التالية أسماؤهم:

١- **الأستاذ الدكتور محمد التيناوي** **(عضواً)**
٢- **الأستاذ الدكتور محمد سالم ركاب** **(مشرفاً)**
٣- **الاستاذ المساعد الدكتور محمد اسامة الجبان** **(عضواً)**

وبعد أن تمت مناقشة هذه الأطروحة والاطلاع عليها و الدفاع عنها بحضور أساتذة و طلاب الدراسات العليا في كلية طب الأسنان وعدد من المهتمين بالبحث العلمي، وذلك في تمام الساعة **الحادية عشرة صباحاً** من يوم **الخميس** الواقع في تاريخ ٢٠١٣/٨/١م على مدرج كلية طب الأسنان بجامعة دمشق

((عنوان البحث))

دراسة مخبرية مقارنة لثلاثة أنظمة تحضير آلي للأقنية الجذرية

وبعد أن تداولت اللجنة في تقويم الأطروحة و الدفاع عنها ، فقد قررت اللجنة بالإجماع ما يلي

تقييم الأطروحة(٤٥)	العرض والدفاع (٤٥)	نشر البحث (٥)	براءة اختراع (٥)	المجموع (١٠٠)
٤٢/٦	٤٣/٤	X	X	٨٧

١-منح السيد الباحث أنس بزرة من مواليد عام **١٩٧٧م** درجة الماجستير في اختصاص **مداواة الأسنان** بتقدير **جيد جداً**
وعلامة قدرها **٨٧** جيد جداً

٢- يرفع هذا القرار إلى المجالس المختصة للمصادقة عليها أصولا

الأستاذ المساعد الدكتور	الأستاذ الدكتور	الأستاذ الدكتور
محمد اسامة الجبان	محمد سالم ركاب	محمد التيناوي

أَعُوذُ بِٱللَّهِ مِنَ ٱلشَّيۡطَٰنِ ٱلرَّجِيمِ

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

﴿ وَقُل رَّبِّ زِدۡنِي عِلۡمًا ﴾

صدق الله العظيم

سورة طه الآية: ١١٤



«لا يوجد أيّ جزء من هذه الأطروحة تمّ أخذه بالكامل من عملٍ آخر أو أنجز للحصول على شهادةٍ أخرى في هذه الجامعة أو في أيّة جامعةٍ أخرى أو أيٍّ معهدٍ تعليميٍّ» .

الإهداء

Dedication

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وَقُلِ ٱعۡمَلُواْ فَسَيَرَى ٱللَّهُ عَمَلَكُمۡ وَرَسُولُهُۥ وَٱلۡمُؤۡمِنُونَۖ ﴾

صدق الله العظيم

سورة التوبة الآية: ١٠٥

إلى من كلل العرق جبينه . . وشققت الأيام يديه

إلى من علمني أن الأعمال الكبيرة لا تتم إلا بالصبر والعزيمة والإصرار

والدي الحبيب

رحمك الله

إلى من نذرت عمرها في أداء رسالة

صنعتها من أوراق الصبر

وطرزتها في ظلام الدهر

على سراج الأمل

بلا فتور أو كلل

رسالة تعلم العطاء كيف يكون العطاء

وتعلم الوفاء كيف يكون الوفاء

أمي الغالية

أطال الله بعمرك

بكل الحب . . إلى رفيقة دربي

إلى من سارت معي نحو الحلم . . خطوة بخطوة

بذرناه معاً . . وحصدناه معاً

وسنبقى معاً . . بإذن الله

جزاك الله خيراً

زوجتي الغالية

إلى من شاركني مسيرة حياتي

إلى من آثروني على أنفسهم

إخـوتي

إلى القلوب الطاهرة الرقيقة

والنفوس البريئة إلى رياحين حياتي

أولادي

إلى الذين قضيت معهم أحلى فترات العمر

إلى من لمست منهم الصدق والإخلاص

أصدقائي وأحبائي

إلى من كان لي بمثابة الأب

وكان لي المثل والقدوة

عمي الأستاذ : سمير الشماع

رحمك الله

كلمة شكر

Acknowledgment

أتوجه بالشكر الجزيل لأساتذتي الأفاضل الذين كرّسوا وقتهم و جهدهم في سبيل الارتقاء بالعلم و العمل .

وفي البدء أودّ أن أتقدّم بالشكر الجزيل والعرفان الكبير لأستاذي المشرف :

الأستاذ الدكتور : محمد سالم الركاب

أستاذ مداواة الأسنان – جامعة دمشق

لتكرمه بالإشراف على هذا البحث، والذي احتضنني، وخصني باهتمامه البالغ، حيث كان مثالاً للأستاذ والأب الحنون برعايته وتوجيهاته القيمة، التي قومت وصححت مسار هذا العمل حتى يخرج بالصورة اللائقة المرجوة....فجزاك الله عني كلَ خير.

وأقدم عميق شكري وامتناني ***للأستاذ الدكتور محمد تيناوي***

أستاذ طب أسنان الأطفال-جامعة دمشق

والذي شرفني بالمشاركة في تحكيم هذا البحث، فله مني كل الشكر والتقدير

وكل الشكر ***للأستاذ المساعد الدكتور محمد أسامة الجبّان***

أستاذ مساعد في قسم مداواة الأسنان- جامعة دمشق

الذي مدّ إليّ يد العون بكل محبّةٍ وإخلاص ، وها هو اليوم يشرّفني في المشاركة في تحكيم هذه الرسالة، فلك منّي كلّ الشكر و الامتنان.

كما أتقدّم بالشكر الجزيل لجميع **أعضاء الهيئة التدريسيَّة والتعليميّة** في قسم مداواة الأسنان في جامعة دمشق وأخصُّ منهم **الأستاذ الدّكتور هشام العفيف** رئيس قسم مداواة الأسنان والذي أعطاني من وقته وعلمه الكثير طوال سنوات الاختصاص فلك مني كل الشكر .

وأوجه شكري واحترامي **لإدارة كلِّيّة طبِّ الأسنان** في جامعة دمشق مُتمثّلة بـــــ: **الأستاذة الدّكتورة رزان خطاب** عميد كلية طب الأسنان **والأستاذ الدكتور إياد الشعراني** نائب عميد الكلية للشؤون العلمية **والأستاذ المساعد الدكتور ياسر مدلل** نائب عميد الكلية للشؤون الإدارية.

كما أشكر أيضاً **كافة القائمين على شؤون الديوان** في كُلّيّة طبّ الأسنان في جامعة دمشق لمِا قدَّموه من مساعدات و تسهيلات عديدة .

كما أتقدّم بالشكر العميق إلى **طلاب الدراسات العليا** في قسم مداواة الأسنان لعونهم ومساندتهم وأخص بالذّكر **د. أنس عبده ، د. محمد دكّاك ، د.معتز العيد** .

وأتقدم بالشكر الخالص **للأستاذة هالة الشماع** لجهودها في البحث.

وأخيراً الشكر لكل من قدّم شيئاً بغرض إنجاح هذا البحث وفاتني ذكرُ اسمه ...

قائمة المحتويات

List of Contents

قائمة المحتويات : List of Contents

	الصفحة
❖ المقدمة Introduction	13
❖ الهدف من البحث Aim of Study	17
الباب الأول : المراجعة النظرية Literature Review	**19**
1. لمحة تاريخية عن تطور أدوات تحضير الأقنية الجذرية.....	**20**
2. التحـــضير القنـــوي.....	**25**
1.2. أهداف تحضير الأقنية الجذرية.....	25
2.2. المفهوم الحديث للتحضير القنوي.....	25
3.2. مبادئ تحضير الأقنية الجذرية	26
2-3-1. المبـــادئ الميكانيكيـــة	26
2-3-2. المبـــادئ البيولوجيـــة	26
2-4. اعتبارات عامة في تحضير الأقنية الجذرية.....	27
2-5. التقنيات المتبعة في تحضير الأقنية الجذرية.....	29
2-5-1. الطرائق الذروية التاجية	29
2-5-1-1. الطريقة التقليدية	29
2-5-1-2. تقنيـــة التحـــضير المتـــدرج	30
2-5-1-3. تقنية القوى المتوازنـــة.....	31
2-5-2. الطرائق التاجية الذرويـــة	32
2-5-2-1. تقنيـــة Step Down.....	33
2-5-2-2. تقنية الانفتاح المـــضاعف	33
2-5-2-3. تقنية Crown Down	34

	الصفحة
3. التحضير القنـــوي الآلـــي.....	**35**
3-1. خليطـــة النيكـــل –تيتـــانيوم	35
3-1-1. ميزات خليطة النيكل –تيتانيوم.....	38
3-1-2. آلية عمل أدوات النيكل –تيتـــانيوم	39
3-1-2-1. اجهادات الفتل	39
3-1-2-2. اجهادات الثنـــي	41
4. طرق تقييم عملية التحضير القنـــوي.....	**42**
4-1. القوالب البلاســـتيكية.....	42
4-2. التحليـــل الـــشعاعي	42
4-3. طريقة المقاطع العرضـــية.....	43
4-4. المسح الالكتروني المجهري.....	43
4-5. التحليل المحوسب للتصوير المقطعي.....	43
4-6. تقنية الأسنان الـــشفافة.....	44
5. اختلاطات التحـــضير القنـــوي.....	**45**
5-1. نقـــص الطـــول العامـــل.....	46
5-1-1. انسداد منظومة القناة الجذريـــة.....	46
5-1-2. تـــشكل الدرجـــة.....	46
5-1-3. انكسار الأدوات في الأقنية الجذرية.....	47
5-2. التحضير غير الملائم للقناة الجذرية.....	48
5-2-1. التجـــاوز بـــالأدوات	48
5-2-2. فرط التحـــضير	48
5-2-3. نقص التحضير	48

	الصفحة
5-3. الانزياح عن شكل القناة الأصلي	48
5-3-1. الانثقاب الشريطي	48
5-3-2. الانثقابات الذروية	49
5-3-3. نقـــل الـــذروة	49
6. لمحة تــشريحية للأقنيــة الجذريــة	**52**
6-1. انحناء الأقنية الجذريــة	52
6-2. الأقنية شــديدة الانحنـــاء	52
6-3. الثلث الـــذروي	52
6-3-1. التضيق الذروي	53
6-3-2. الملتقى الملاطي العاجي	53
6-3-3. الثقبة الذروية	54
6-3-4. الطـــول العامـــل	54
6-3-5. شكل الأقنية الجذرية	55
7- شرح لبعض أنظمة التحضير الآلي والمستخدمة في الدراسة.....	**57**
7-1. نظام التحضير الآلـــي REVO S	57
7-2. نظام التحضير الآلي Lightspeed	60
7-3. نظام التحضير الآلي Safesider	65
8. التصوير الطبقي المحوري وتطبيقاته في طــب الأســنان	**71**
8-1. التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية	71
8-2. تطبيقات الـــ**(CBCT)** في مجال مداواة الأسنان اللبية	73
8-3. مبادئ التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية.....	76
8-4. تقييم تحضير الأقنيــة الجذريــة.....	76

	الصفحة
الباب الثاني: المواد والطرائق Methods & Materials.....	**80**
1. المـــــواد.....	**81**
2. طريقة العمــل.....	**93**
الباب الثالث: الدراسة الإحصائية والنتائج Results & Analysis Statistical..	**104**
1. وصف العينة:	**105**
2. الدراسة الإحصائية التحليلية.....	**107**
1 – دراسة زاوية انتقـــال الـــذروة (بالـــدرجات)	108
2 – دراسة تغير الطول العامل للقنـــاة (بـــالملم).....	111
3– دراسة تغير شكل القنـــاة.....	117
4 – دراسة تـــشوّه الأدوات	122
5– دراســـة كـــسر الأدوات	124
الباب الرابع: المناقشة Disccusion.....	**127**
الباب الخامس: الاستنتاجات Conclusions.....	**138**
الباب السادس:المقترحات والتوصيات Suggestions and Recommendations.	**140**
1. المقترحات : Suggestions:.....	**141**
2. التوصـــــيات : Recommendations:.....	**142**
الباب السابع: المراجع References.....	**143**
الملخص باللغة العربية Arabic Abstract.....	
الملخص باللغة الإنكليزية English Abstract.....	
الملاحـــــق Appendix.....	

قائمة الجداول List of Tables

رقم الجدول	مضمون الجدول	الصفحة
جدول رقم (1)	يبين توزع الأقنية الجذرية في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.	105
جدول رقم (2)	يبين توزع المقاطع في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم والمقطع المدروس.	106
جدول رقم (3)	يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لزاوية انتقال الذروة (بالدرجات) في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.	108
جدول رقم (4)	يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط زاوية انتقال الذروة (بالدرجات) بين مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام Lightspeed في عينة البحث.	109
جدول رقم (5)	يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط زاوية انتقال الذروة (بالدرجات) بين مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام Lightspeed في عينة البحث.	109
جدول رقم (6)	يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى للطول العامل للقناة (بالملم) في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم والمرحلة المدروسة.	111
جدول رقم (7)	يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانبANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط الطول العامل للقناة (بالملم) بين مجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Lightspeed في العينة وفقاً للمرحلة المدروسة.	112
جدول رقم (8)	يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى للطول العامل للقناة (بالملم) في عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة ونظام التحضير المستخدم.	113
جدول رقم (9)	يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق في متوسط الطول العامل للقناة (بالملم) بين المرحلتين المدروستين (قبل المعالجة، بعد المعالجة) في عينة البحث، وذلك وفقاً لنظام التحضير المستخدم.	113

رقم الجدول	مضمون الجدول	الصفحة
جدول رقم (10)	يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار التغير في الطول العامل للقناة (بالملم) في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.	115
جدول رقم (11)	يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار التغير في الطول العامل للقناة (بالملم) بين مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام Lightspeed في عينة البحث.	116
جدول رقم (12)	يبين نتائج مراقبة تغير شكل القناة في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم والمقطع المدروس.	117
جدول رقم (13)	يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات تغير شكل القناة بين مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام Lightspeed في عينة البحث، وذلك وفقاً للمقطع المدروس.	118
جدول رقم (14)	يبين نتائج اختبار كاي مربع ANOVA لدراسة دلالة الفروق في تكرارات تغير شكل القناة بين مجموعة المقطع 2 ملم ومجموعة المقطع 4 ملم ومجموعة المقطع 6 ملم في عينة البحث، وذلك وفقاً لنظام التحضير المستخدم.	121
جدول رقم (15)	يبين نتائج مراقبة تشوّه الأدوات في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.	122
جدول رقم (16)	يبين نوع الأدوات المشوّهة في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.	122
جدول رقم (17)	يبين نتائج Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات حدوث تشوّه الأدوات بين مجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Lightspeed في عينة البحث.	123
جدول رقم (18)	يبين نتائج مراقبة كسر الأدوات في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.	124
جدول رقم (19)	يبين نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات حدوث كسر الأدوات بين مجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Lightspeede في عينة البحث.	125
جدول رقم (20)	مقدار نقل الذروة بالدرجات (وفق برنامج AutoCad)	ملاحق
جدول رقم (21)	مقدار تغير الطول العامل وفق برنامج (AutoCad)	ملاحق

رقم الجدول	مضمون الجدول	الصفحة
جدول رقم (22)	مقدار تغير الطول العامل وفق برنامج (AutoCad)	ملاحق
جدول رقم (23)	مقدار تغير الطول العامل وفق برنامج (AutoCad)	ملاحق
جدول رقم (24)	مقدار تغير عرض القناة (د،ل-أ،و) قبل و بعد التحضير	ملاحق
جدول رقم (25)	مقدار تغير عرض القناة (د،ل-أ،و) قبل و بعد التحضير	ملاحق
جدول رقم (26)	مقدار تغير عرض القناة (د،ل-أ،و) قبل و بعد التحضير	ملاحق
جدول رقم (27)	مقدار تغير عرض القناة (د،ل-أ،و) قبل و بعد التحضير	ملاحق
جدول رقم (28)	مقدار تغير عرض القناة (د،ل-أ،و) قبل و بعد التحضير	ملاحق
جدول رقم (29)	مقدار تغير عرض القناة (د،ل-أ،و) قبل و بعد التحضير	ملاحق
جدول رقم (30)	مقدار تغير عرض القناة (د،ل-أ،و) قبل و بعد التحضير	ملاحق
جدول رقم (31)	مقدار تغير عرض القناة (د،ل-أ،و) قبل و بعد التحضير	ملاحق
جدول رقم (32)	مقدار تغير عرض القناة (د،ل-أ،و) قبل و بعد التحضير	ملاحق
جدول رقم (33)	مقدار تغير مقطع عرض القناة قبل و بعد التحضير وفق Gambi	ملاحق
جدول رقم (34)	مقدار تغير مقطع عرض القناة قبل و بعد التحضير وفق Gambil	ملاحق
جدول رقم (35)	مقدار تغير مقطع عرض القناة قبل و بعد التحضير وفق Gambil	ملاحق
جدول رقم (36)	تأثير نوع النظام المستخدم في التحضير على حدوث كسر و تشوه الأداة	ملاحق
جدول رقم (37)	قياس التضيق الذروي للأسنان	ملاحق
جدول رقم (38)	أبعاد الثلث الذروي بكافة الاتجاهات	ملاحق

قائمة المخططات البيانية
List of Diagrams

رقم المخطط	مضمون المخطط	الصفحة
مخطط رقم (1)	يمثل النسبة المئوية لتوزع الأقنية الجذرية في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.	105
مخطط رقم (2)	يمثل النسبة المئوية لتوزع المقاطع في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم والمقطع المدروس.	106
مخطط رقم (3)	يمثل المتوسط الحسابي لزاوية انتقال الذروة (بالدرجات) في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.	108
مخطط رقم (4)	يمثل المتوسط الحسابي للطول العامل للقناة (بالملم) في العينة وفقاً لنظام التحضير المستخدم والمرحلة المدروسة.	111
مخطط رقم (5)	يمثل المتوسط الحسابي لمقدار التغير في الطول العامل للقناة (بالملم) في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.	115
مخطط رقم (6)	يمثل النسبة المئوية لحدوث تغير شكل القناة في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم والمقطع المدروس.	117
مخطط رقم (7)	يمثل النسبة المئوية لحدوث تغير شكل القناة في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم والمقطع المدروس.	120
مخطط رقم (8)	يمثل النسبة المئوية لتشوه الأدوات في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.	122
مخطط رقم (9)	يمثل النسبة المئوية لحدوث كسر الأدوات في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.	124

قائمة الأشكال
List of Figures

رقم الشكل	مضمون الشكل	الصفحة
الشكل رقم (1)	قبضة التحضير اللآي والتي كانت تستخدم للتحضير الآلي للأقنية الجذرية في بداية القرن العشرين.	22
الشكل رقم (2)	Cursor-handpiece from (W&H) 1928	22
الشكل رقم (3)	قوى الانضغاط والشد	ملاحق
الشكل رقم (4)	تكدس البرادة العاجية في نهاية القناة.	ملاحق
الشكل رقم (5)	تشكل الدرجة	ملاحق
الشكل رقم (6)	مقارنة مجهرية بين المبارد المصقولة فقط(يمين) والمبارد المفتولة والمصقولة كهربائياً (يسار) حيث تلاحظ التصدعات المجهرية.	ملاحق
الشكل رقم (7)	نقل الذروة	ملاحق
الشكل رقم (8)	تشريح الثلث الذروي	ملاحق
الشكل رقم (9)	تلاحظ الامتدادات الدهليزية اللسانية في الجذر الوحشي للرحى السفلية بعد التحضير الآلي بالنيكل نيتانوم	ملاحق
الشكل رقم (10)	تصوير الأقنية الجذرية قبل التحضير وبعده بواسطة micro-CT حيث اللون الأخضر يشير للقناة قبل التحضير والأحمر بعد التحضير	ملاحق
الشكل رقم (11)	المقطع العرضي لمبارد نظام REVO-S™	58
الشكل رقم (12)	آليّة عمل مبارد نظام REVO-S™	59
الشكل رقم (13)	رأس أداة الـ Lightspeed	ملاحق
الشكل رقم (14)	نلاحظ البقايا اللبية في امتدادات القناة البيضوية بعد التحضير الآلي بنظام Protaper	ملاحق
الشكل رقم (15)	نظام التحضير الآلي Self-Adjusting File	ملاحق
الشكل رقم (16)	نظام التحضير الآلي Self-Adjusting File داخل القناة	ملاحق
الشكل رقم (17)	نقل الذروة الناتج عن ميل أدوات النيكل تيتانيوم للاستقامة أثناء التحضير بسبب الذاكرة للشكل (Shape Memory)	ملاحق
الشكل رقم (18)	مبارد نظام HyFlex™ من النيكل تيتانيوم ذات ميزة الذاكرة الشكلية المضبوطة	ملاحق
الشكل رقم (19)	الفرق بين البكسل والفوكسل	76
الشكل رقم (20)	القناة قبل وبعد التحضير	78
الشكل رقم (21)	REVO S Rotary kit-	81

رقم الشكل	مضمون الشكل	الصفحة
الشكل رقم (22)	نظام التحضير الآلي Lightspeed	81
الشكل رقم (23)	Safesider instruments kit	82
الشكل رقم (24)	جهاز التحضير الآلي Xsmart	82
الشكل رقم (25)	نظام التحضير الآلي lightspeed	83
الشكل رقم (26)	Safesider handpiece (EDS)	84
الشكل رقم (27)	محرك ميكروموتور كهربائي تركّب عليه قبضة التحضير EDS	84
الشكل رقم (28)	الاكريل الشفاف من VERTEX	85
الشكل رقم (29)	المكعبات البلاستيكية المستخدمة في انتاج القالي السلكوني	85
الشكل رقم (30)	مادة النسخ السلكونية المستخدمة لانتاج قالب صب الاكريل	86
الشكل رقم (31)	القالب السلكوني الخاص بعينة الدراسة .	86
الشكل رقم (32)	المكعب الحاوي على السن موضوع ضمن الجهاز المصمم.	87
الشكل رقم (33)	المكعب في مكانه مع قمع الاشعة.	87
الشكل رقم (34)	جهاز التصوير الشعاعي	88
الشكل رقم (35)	الحساس الرقمي (Sensor)	88
الشكل رقم (36)	القوالب البلاستيكية	89
الشكل رقم (37)	جهاز الـCBCT (Scanora 3D)	89
الشكل رقم (38)	pleezer™	90
الشكل رقم (39)	مزلق الأقنية	90
الشكل رقم (40)	الأقماع الورقية	90
الشكل رقم (41)		91
الشكل رقم (42)	قياس انحناء الجذر وفق برنامج AutoCAD	92
الشكل رقم (43)	مبرد النفوذ الأولي	93
الشكل رقم (44)	العينة	93
الشكل رقم (45)	إجراء التصوير الطبقي المحوري للعينة	94
الشكل رقم (46)		95
الشكل رقم (47)		98
الشكل رقم (48)	إدخال الصور الشعاعية قبل وبعد التحضير لمعالجتها على برنامج AutoCAD	98

رقم الشكل	مضمون الشكل	الصفحة
الشكل رقم (49)		99
الشكل رقم (50)		100
الشكل رقم (51)		100
الشكل رقم (52)		101
الشكل رقم (53)		101
الشكل رقم (54)		102
الشكل رقم (55)		103
الشكل رقم (56)	تشوه أداة الـــ Lightspeed	ملاحق

المُقَدّمَة

Introduction

المقـدمـة
Introduction

تعتبر المعالجات اللبية من أدق وأصعب فروع طب الأسنان لما فيها من مداخلات كثيرة ولما تستوجبه من الخبرة والمهارة والكثير من الصبر في تدبير وعلاج الحالات المختلفة.

وكان للمداواة اللبية الحظ الأوفر من التطور السريع والملحوظ الذي طرأ على جميع اختصاصات طب الأسنان.

يعرّف (أ.د البني وأ.د ركاب) مداواة الأسنان اللبية بأنها مجموعة الإجراءات المتخذة للمحافظة على السن سواءً أكان حياً أو متموتاً ضمن القوس السني ، حيث يتم التعامل مع المؤثرات المؤذية والأمراض الحاصلة لتلك الأجزاء غير الظاهرة من السن والتي تشتمل على اللب والأقنية الجذرية والنسج المحيطة بالذروة. (البني، ركاب 1998).

إن الهدف الأساسي من المعالجة اللبية هو إزالة محتويات القناة الجذرية لتسهيل عملية حشوها، هذا يعني إزالة كل البقايا النسيجية والمواد الالتهابية والبكتريا بالاضافة إلى تحضير جدران القناة الجذرية لتستقبل المواد الحاشية وتؤدي إلى سد محكم للذروة، وهناك مرادفات عديدة لمصطلح تحضير الأقنية الجذرية وهي البرد والتوسيع ، التحضير الميكانيكي والكيميائي، التهيئة القنوية أما المفهوم الحديث لهذه العملية فهو التنظيف والتشكيل القنوي ((Cleaning & Shaping (Cohen S, 1991) .

ويرى Cohen أن الهدف من تشكيل القناة الجذرية (Shaping) (Cohen S, 1991).

هو خلق شكل للقناة يؤمن عملية الحشو القنوي الفعال ثلاثي الأبعاد وبالتالي فان سوء تحضير القناة الجذرية سيؤدي حتماً إلى صعوبة حشوها وبالتالي حدوث فشل للمعالجة اللبية.

وبما أن تشريح القناة الجذرية معقد ومتغير في أغلب الأحيان ، فقد فرض ذلك على الممارس تحديات كبيرة ، هذه التحديات دفعت الباحثين والمنتجين إلى تطوير الأدوات

المستخدمة في المـــداواة اللبيـــة ، فاختلفـــت أشـــكالها والخلائـــط التـــي تـــصنع منهـــا وطرق استخدامها .

وقد أجمع الكثير من الباحثين على أهمية التحضير القنوي الجيد للحـــصول علـــى معالجة قنوية جذرية ناجحة، لكن عملية تشكيل وتنظيف الاقنية الجذريـــة ليـــست ســـهلة خاصة في الاقنية المنحنية، إذ تحدث الكثير من الاختلاطات الجذرية مثل تشكل الدرجات (Ledges) ، والانثقابات الذرويـــة أو الجانبيـــة (Perforations) ، وانتقـــال الـــذروة (Apical transportation) وذلك بسبب قابلية وميل المبارد والموســـعات المـــستخدمة والمصنوعة من مادة الفولاذ اللاصدئ للاستقامة داخل الاقنية الجذرية وبالتـــالي تغييـــر الشكل التشريحي لهذه الأقنية بسبب إزالة العاج من الجدران الداخلية للقناة الجذرية بشكل غير متساوي.(Briseno and Sonnabend, 1991)

ومن هنا كان اللجوء إلى استخدام خليطة النيكل تيتانيوم في تصنيع الأدوات اللبيـــة اليدوية والآلية والتي أحدثت ثورة في عالم المداواة اللبية ، نظـــرا لمرونتهـــا العاليـــة ، وتفوقها الحيوي ، كما أظهرت مصداقية عالية في المحافظة على الشكل الأصلي للقناة ، وتخفيض خطر نقل الذروة وثقب الجذر خصوصاً قي الأقنية المنحنية ، وهذا ما دفع إلى استخدامها في تصنيع الأدوات الآلية الدوارة التي شكلت بدورها قفزة نوعية أخرى فـــي عالم المداواة اللبية من خلال اختصارها للوقت والجهد .

ولكن يجب الأخذ بعين الاعتبار بأن كل أنظمة التحضير الآلي تمتلك مزايا ونقـــاط ضعف في آن واحد ، ولا يوجد أي نظام آلي يلبي كل احتياجات تحضير الأقنية المختلفة وحده (Ingle JI, 2002) ، ففي أغلب الأحيان يمكن أن يستخدم مترافقاً مـــع التحـــضير اليدوي ، كما في تقنية التحضير الهجينة، للاستفادة من مزايا كل مـــن تقنيـــة التحـــضير اليدوي والآلي على حده ، وتلافي نقاط ضعف كل منهما.

إن الفعالية الحركية الدورانية لمبارد النيكل – تيتانيوم الدوارة ، والمرونة العاليـــة (Memory Shape) التي تتمتع بها وذاكرة الشكل (Super Elasticity).

هذه الخواص قد أدت إلى فعل قطع دوراني غير اختياري على طول جدران القناة وخاصة في الثلث التاجي والمتوسط ، وبالنتيجة بدلاً عن تحقيق توسيع بـــشكل مطـــابق

تشريحياً لشكل القناة ، فإن الاستدقاق المتزايد للأدوات المستخدمة والحركـــة الدورانيـــة سيؤديان لخلق قناة لها نفس شكل الأداة المستخدمة وتؤدي إلى إحداث توسيع بشكل قمعي مع قاعدة دائرية. (Renato de Toledo Leonardo, Oct 8, 2009)

وكنتيجة لذلك ، فقد ظهرت حديثاً بعض الآراء التي تعتقـــد أن تحـــضير الأقنيـــة الجذرية ذات المقطع العرضي غير الدائري بالأنظمة الدوارة غير فعال ويمكن أن يكون ضاراً وذلك بخلق مناطق ضعف ناتجة عن التحضير الزائد لمناطق معينة من القناة حيث يكون العاج رقيقاً ، وأيضا ترك نسج متموتة وعاج مؤوف في مناطق أخرى ضمن القناة والتي لم يصلها التنظيف الميكانيكي الحيوي ، يعتبر هذا العجز في تنظيف وتشكيل الأقنية الجذريـــة مـــن أهـــم الأســـباب الرئيـــسة للفـــشل فـــي المعالجـــات اللبيـــة. (Renato de Toledo Leonardo, Oct 8, 2009)

ومن هنا كان اتجاه بعض الباحثين مؤخرا في العودة لمبـــارد الفـــولاذ اللاصـــدئ (Stainless Steel) مع إجراء بعض التعديلات سواء في شكل الأدوات المـــستخدمة أو في طريقة استخدامها لتحضير الاقنية الجذرية.

الهدف من البحث

Aim of Study

الهدف من البحث
Aims of Study

إن تزايد انتشار أنظمة التحضير القنوي المصنوعة من النيكل– تيتانيوم واختلاف تصاميم أدواتها رافقه الكثير من الأبحاث التي اختبرت مدى فعالية هذه الأنظمة وصحة ادعاءات الشركات المصنعة لها بالإضافة إلى الاتجاهات الحديثة لدى بعض الباحثين بالعودة إلى مبارد الفولاذ اللاصدئ مع إجراء بعض التعديلات سواءً في شكل الأداة أو بطرق الاستخدام داخل الأقنية الجذرية.

جاءت هذه الدراسة بهدف تقييم ما يلي :

1- المقارنة مخبرياً بين ثلاثة أنظمة تحضير آلي للأقنية الجذرية وهي:

A. نظام التحضير الآلي من النيكل – تيتانيوم REVO-S من شركة MICRO – MEGA الفرنسية.

B. نظام التحضير الآلي من النيكل – تيتانيوم LightSpeed LSX من شركة Discus-Dental – الأمريكية .

C. نظام التحضير الآلي الهجين من الفولاذ اللاصدئ (Stainless- Steel) والنيكل تيتانيوم EZ Fill SafeSiders من شركة EDS - الأمريكية.

وذلك من أجل تقييم مقدرة كل نظام على : المحافظة على الشكل التشريحي للقناة ودراسة تغيرات الطول العامل وعملية انتقال الذروة (Transportation).

2- تحديد النظام الأكثر فاعلية (Efficiency) في التحضير .

3- الوقوف على مدى صحة الادعاءات بشأن استخدام مبارد الفولاذ اللاصدئ بأمان في الأقنية المنحنية من حيث المحافظة على الشكل التشريحي الطبيعي للقناة.

4- تحديد النظام الأكثر أمانا من ناحية انكسار أدواته ضمن القناة الجذرية.

الباب الأول

المراجعة النظرية

1

Literature Review

1ــ لمحة تاريخية عن تطور أدوات تحضير الأقنية الجذرية :

- يتضمن تحضير منظومة القناة الجذرية توسيع و تشكيل الفراغ اللبي المعقد بالإضافة لإجراءات التطهير المرافقه. تم تطوير العديد من التقنيات والأدوات المستخدمة في هذا المجال الدقيق من عملية المعالجة اللبية.

وعلى الرغم من كثرة الأبحاث التي تتحدث عن تحضير الأقنية الجذرية فما زال الغموض يعتري التطبيقات العملية لهذه الأبحاث.ربما يعود ذلك لمشاكل منهجية في هيكل هذه الأبحاث مما يجعل من عملية المقارنة بين هذه الأبحاث صعباً إن لم يكن مستحيلاً (HU¨ LSMANN, 2005)

- يعتبر تحضير الأقنية الجذرية من أهم مراحل المعالجة اللبية للقناة الجذرية (Schilder, 1974)

فهي تتضمن إزالة النسج اللبية الحية والمتموتة من فراغ القناة الجذرية مع إجراء التطهير المناسب، أما في حالات إعادة المعالجة فتتضمن المعالجة اللبية إزالة الموجودات المختلفة العائدة لمادة حشوة القناة من فراغ القناة الجذرية (Ruddle, 2002).

وهي تهدف لتحضير القناة الجذرية وذلك بغرض تسهيل عملية التطهير بسوائل الإرواء والضمادات داخل القنوية ، ولذلك يعتبر تحضير القناة الجذرية المرحلة الأهم من المعالجة لأنها تزيل الإنتان من فراغ القناة الجذرية وتؤمن التطهير المناسب ، بينما يؤمن حشو المنظومة القنوية الجذرية الكتيم بالإضافة للترميم التاجي المناسب عدم عودة الانتان لفراغ القناة الجذرية.

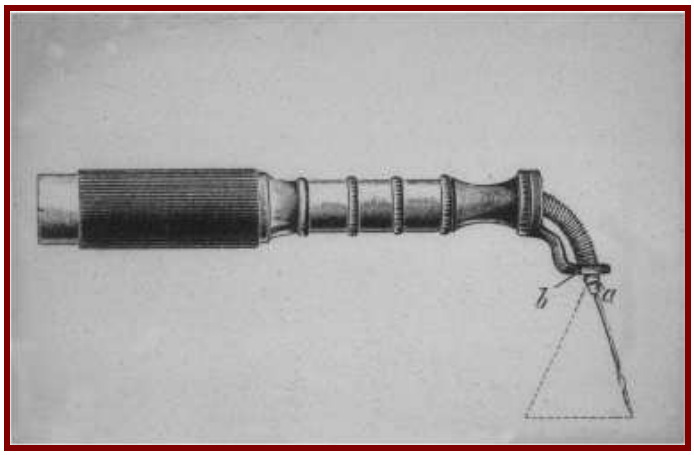
- وفي هذا السياق لا يمكن الفصل بين مصطلحي التحضير الميكانيكي والتطهير الكيميائي عن بعضهما وغالباً ما يشار لهما بمصطلح التحضير الميكانيكي الكيميائي او التحضير الميكانيكي الحيوي (chemomechanical or biomechanicalpreparation).. وسيتم الحديث في هذا البحث عن الجانب الميكانيكي لتحضير القناة الجذرية.

- يعتبر Fauchard (HU¨ LSMANN, 2005) أحد مطوري طب الأسنان الحديث حيث وصف في كتابه الفرنسي (Le chirurgien dentiste')عدة أدوات كانت تستخدم لثقب الأسنان وتحضير الأقنية الجذرية بالإضافة لطرق كي اللب السني في ذلك الوقت.

- وبنظرة عامة للأدوات اللبية منذ عام 1800 – قام الباحث Lilley (HU¨ LSMANN, 2005) بوصف هذه الأدوات وهي عبارة عن أدوات يدوية بدائية ومجارف وبعض الأدوات المعدنية التي كانت تستخدم لعمليات كي اللب السني ، بالإضافة لتوفر بعض الأدوات الرفيعة الخاصة بالمعالجة اللبية.
- في الواقع يعود الفضل ل Edward Maynard في تطوير أول الأدوات اليدوية للمعالجة اللبية ،حيث كان يعتمد تصنيع أدوات المعالجه اللبية آنذاك على تثليم او تحزيز سلك دائري في البداية كان عبارة عن نابض ساعة يدوية ، ومن ثم سلك البيانو حيث يتم بذلك صناعة ابر صغيرة تستخدم لاستئصال نسيج اللب .
- وفي عام 1852 استخدم آرثر مبارد صغيرة بدائية لتوسيع القناة الجذرية .
- في أواسط القرن التاسع عشر كانت توصي المؤلفات آنذاك بتوسيع الأقنية الجذرية بالابر الشائكة بهدف إعطائها شكلاً منتظماً .
- وفي عام 1885 تم تطوير سنابل غيتس – غليدن (Gates Glidden)
- وفي عام 1915 تم إنتاج أول مبرد من نوع File – K
- وعلى الرغم من أن توحيد مقاسات الأدوات اللبية قد اقترح من قبل Trebitsch عام 1929 ومن ثم من قبل Ingle عام 1958 ، إلا أن هيئة المواصفات والمقاييس العالمية للأدوات اللبية (ISO) لم تقم بتوحيد مقاسات الأدوات اللبية حتى عام 1974 .
- ويعود وصف الاستخدام الأول للأدوات الدوارة لـــ Oltramare ،حيث أوصى باستخدام ابر رفيعة ذات مقطع عرضي مستطيل يمكن تركيبها على قبضة خاصة بهذه الأدوات ومن ثم يتم إدخال هذه الادوات بحيادية تامة الى منطقة الذروة ثم يصار الى تدويرها.

  فقد كان يدعي أنه باستخدام هذه الطريقة يمكن إزالة الكتلة الرئيسية للب الجذري (القنوي) من القناة الجذرية مباشرة ، وكان ينصح باستخدام الأدوات الرفيعة في الأقنية المنحنية خوفاً من كسر هذه الأدوات .
- وفي عام 1889 قام **William H. Rollins** بتطوير أول قبضة يدوية للتحضير الآلي للأقنية الجذرية ، حيث كان يستخدم مبارد خاصة يتم تركيبها على القبضة الموافقة وتدار بدوران كامل بسرعة دوران لا تتعدى 100 دورة بالدقيقة لتفادي كسر الأدوات.

-ومن ثم تم في السنوات التالية تطوير عدة أنظمة دوارة باستخدام مبادئ مشابهة. (الشكل 1) .



الشكل 1. قبضة التحضير اللآي والتي كانت تستخدم للتحضير الآلي للأقنية الجذرية في بداية القرن العشرين

- وفي عام 1928 قامت شركة (W&H) النمساوية بتطوير قبضة التحضير الآلي الخاصة بها (Cursor filing contra-angle)

حيث تم دمج الحركة الشاقولية مع الحركة الدورانية للمبرد أثناء دورانه.(الشكل 2)



الشكل 2. Cursor-handpiece from (W&H) 1928 .

- لقد أصبحت القبضات الآلية لتحضير الأقنية الجذرية شائعةً بأوربا وذلك بعد تطوير شركة (W&H) لقبضتها RACER عام 1958 والتي كانت تعمل بحركة شاقولية فقط .
- وفي عام 1964 تم تطوير قبضة (Giromatic) من قبل شركة (MicroMega, Besancon. France) ، والتي تعمل بحركة تبادلية بزاوية 90 درجة حيث تعتبر بداية العهد الحديث للتحضير الآلي للأقنية الجذرية.

- تم تطوير العديد من قبضات التحضير الآلي مثل قبضة (ENDOLIFT) والتي تعمل بحركة دورانية مع حركة شاقولية. من قبل شركة (KERR) ، وكانت المبارد المستخدمة للتوسيع الآلي في هذه القبضات مصنوعة من مادة الفولاذ الاصدئ، وكان الطبيب يستطيع التحكم بمدى الحركة الدورانية والعمودية عن طريق تحريك القبضة فقط.

- بدأ جيل جديد من قبضات التحضير الآلي المعدلة بإنتاج نظام (CANAL FINDER SYSTEM) من قبل Levy وتعتبر أول قبضة تحضير آلي تتميز بمرونة جزئية.

- ومن ثم تم تطوير قبضة (EXCALIBUR) من شركة (W&H) والتي تتميز بوجود حركة تذبذبية (تبادلية) جانبية .

- وصف Richman استخدام الأجهزة فوق الصوتية في تحضير الأقنية الجذرية ، ولكن على ما يبدو يعود الفضل في ذلك الى (Martin & Cunningham) في السبعينات من القرن الماضي مما سهل من انتشار هذه الاجهزة.

- تم تسويق أول جهاز فوق صوتي لتحضير الأقنية الجذرية في عام 1980 واول جهاز صوتي في عام 1984.

- ومنذ عام 1971 جرت عدة محاولات لاستخدام أشعة الليزر في تحضير وتطهير الأقنية الجذرية.

- تم وصف عدة تقنيات لتحضير الأقنية الجذرية دون استخدام الموسعات والمبارد مثل الأجهزة (ENDOX) التي تعتمد على التشريد الكهربائي الالكتروني مثل جهاز وأيضاً تقنية تهيئة الأقنية بدون استخدام أدوات المعالجة اللبية (non-instrumental technique (NIT)) وذلك باستخدام مضخة التفريغ (a vacuum pump) والتي تخلق ضغطاً منخفضاً وتستخدم السوائل المطهرة لتطهير الأقنية وحل النسج العضوية.

- تم استخدام خليطة النيكل–تيتانيوم في صناعة المبارد والموسعات اليدوية لأول مرة من قبل Walia وزملائه عام 1988والتي كان لها أثر كبير في تحضير الأقنية الجذرية (Walia et al., 1988)

- وبعد ذلك تم تطوير مبارد النيكل– تيتانيوم للتوسيع الآلي والتي تعمل على أجهزة التحضير الآلي الدوارة بدوران كامل وبسرعة منخفضة باستخدام نفس المبادئ التي تكلم عنها .Rollins قبل 100 عام.

- وعلى الرغم من استمرار استخدام المبارد اليدوية حتى الآن إلا أن مبارد التحضير الآلي من النيكل–تيتانيوم قدمت وجهات نظر جديدة لتحضير الأقنية الجذرية والتي كان لها الفضل في تفادي وتجنب الوقوع في العديد من مشاكل وعيوب طرق التحضير التقليدية للأقنية الجذرية. (HU¨ LSMANN, 2005)

2- التحضير القنوي :

2-1 أهداف تحضير الأقنية الجذرية :

يتطلب إجراء المعالجة اللبية من الطبيب المعرفة الكاملة بتشريح الأقنية –بالإضافة لعلوم المناعة–والعلوم الحيوية وأيضاً المعرفة السريرية الكاملة. (Cohen S, 2011)

- تعتبر عملية التحضير القنوي الحلقة الأقوى ضمن سلسلة حلقات المعالجة اللبية ،حيث إن تشكيل القناة يحدد جودة وكفاءة الإجراءات اللاحقة ، وأيضاً يساعد في تأمين فراغ مناسب من أجل تطبيق سوائل الإرواء خلال المعالجة والضمادات داخل القنوية، وأيضاً يحسن من الشكل الهندسي للقناة من اجل تأمين الحشو المثالي المناسب .(Abbott, 2004)
- ولكن للأسف يتأثر تحضير الأقنية الجذرية بشكل سلبي بالاختلاف التشريحي الكبير لهذه الأقنية .(Peters et al., 2003b).(Hubscher et al., 2003a)

ولهذا كان لابد من دراسة تشريح الأقنية الجذرية بعمق لارتباطها بعملية التحضير.

-ويرى Cohen أنه حتى الآن لا نستطيع الإشارة الى طريقة معينة لإنجاز التحضير القنوي لمختلف الحالات ، ولذلك لابد أن يكون الطبيب على بينة بمبادئ وأساسيات التحضير القنوي بشكل عام ليتمكن من خلال ذلك من اختيار الطرق أو الطريقة الأنسب للحالة الأنسب.(Cohen S 1984)

2-2 المفهوم الحديث للتحضير القنوي :

- ادخل **Schilder** (Schilder, 1974) منذ اكثر من ثلاثين عام مفهوما التنظيف والتشكيل والذين يشكلا المبدأ الحديث للتحضير القنوي CLEANING AN SHAPPING والذي بدوره يشكل الأساس لنجاح المعالجة اللبية القنوية ..
- يتضمن مصطلح التنظيف (.Cleaning..) إزالة كل محتويات القناة قبل وأثناء التشكيل ، وإزالة النسج المخموجة بالإنتان والجراثيم ونتاجاتها والحصيات اللبية والمواد الحاشية القديمة والفضلات العاجية المتشكلة أثناء إجراءات تشكيل القناة.

وتستلزم هذه العملية الإزالة الميكانيكية لمحتويات القناة وكذلك الإزالة الكيميائية، أي أن هذه العملية تستوجب استعمال المبارد والموسعات لإزالة محتويات القناة ميكانيكياً وأيضاً استعمال المحاليل وسوائل الإرواء لإزالة محتويات القناة كيميائياً والتي لا يمكن للمبارد والموسعات الوصول اليها وبالتالي الوصول لتطهير القناة الجذرية..

- أما مصطلح التشكيل (Shaping) فيتضمن إعطاء شكل لمنظومة القناة الجذرية بحيث يؤمن فراغاً ملائماً لتطبيق الضمادات داخل القنوية ، وفي النهاية الحشو الثلاثي الأبعاد لمنظومة القناة الجذرية ... هذا وتتضمن مبادئ تحضير الأقنية الجذرية مبادئ ميكانيكية وأيضاً بيولوجية..

2-3 : مبادئ تحضير الأقنية الجذرية:

2-3-1 المبادئ الميكانيكية :

1- تأمين شكل مخروطي مستمر للقناة الجذرية يشابه الشكل الأصلي للقناة

2- جعل القناة متضيقة ذروياً مع جعل القطر الأصغر للمقطع العرضي للقناة في نهاية القناة.

3-جعل التحضير بمستويات متعددة.

4-عدم نقل الذروة .

5-إبقاء الثقبة الذروية أصغر ما يمكن.

2-3-2-: المبادئ البيولوجية :

- تحديد التحضير ضمن الأقنية قدر الإمكان.
- عدم دفع البقايا اللبية وخاصة المتموتة إلى خارج الذروة .
- إزالة كل البقايا النسيجية اللبية و العاجية الناتجة عن التحضير.

- السماح بإيصال سائل الغسيل عبر رأس السرنغ بشكل حيادي لعمق القناة الجذرية ، وهذا ما يحسن بالتالي من تنضير وتطهير الأقنية الجذرية وخاصة الثلث الذروي منها.(Cohen S, 2011).

4-2 : اعتبارات عامة في تحضير الاقنية الجذرية :

General considerations in the preparation of the root canals:

لخص كل من (Walton &Torabinejad)، (Walton and Torabinejad, 2002) المبادئ الأساسية الواجب تطبيقها عند تحضير منظومة القناة الجذرية بغض النظر عن طريقة التحضير القنوي المتبعة سواءً أكانت يدوية او آلية كما يلي :

- يجب أن تكون القناة الجذرية مليئة بسائل الإرواء أثناء عملية البرد ، كما يجب أن يكون الإرواء غزيراً بين كل مبرد والذي يليه .
- إجراء سبر القناة الجذرية بأصغر مبرد يصل إلى الطول العامل للتأكد من نفوذية القناة وشكلها التشريحي.
- التوسيع المبكر للثلث التاجي لتأمين مدخل جيد للأداة حتى تصل إلى الطول العامل الصحيح.
- التوسيع التدريجي للقناة باستخدام التسلسل التدريجي للأدوات.
- إزالة البرادة العاجية خارج القناة الجذرية .
- الحذر أثناء إدخال المبرد إلى داخل القناة الجذرية كي لا ينحشر او يزيل عاج أثناء دخوله، بل يجب أن يقطع العاج ويزال أثناء عملية إخراجه من القناة الجذرية كما يجب عدم تطبيق أي ضغط ذروي على المبرد حتى لا تدفع البرادة العاجية خارج الذروة.
- يجب أن تتم عملية التوسيع بحركة نوسانية (WATCH WINDING) وذلك بفتل الأداة لليمين واليسار حتى تدور بحرية باتجاه عقارب الساعة وهكذا حتى تصل إلى الطول العامل.
- تتم عملية برد العاج لتسويته وتنعيمه عند عملية اخراج الأداة بتطبيق حركة فتل ثم سحب للأداة.
- تنظف شفرات الأداة من البرادة العاجية والبقايا العالقة بها بعد كل عملية فتل واخراج للأداة من داخل القناة الجذرية ،وذلك بمسحها بقطعة شاش مشبعة بالكحول .

-إن عملية تنظيف القناة الجذرية في الأماكن الصعبة والضيقة ليست سهلة ونستطيع التأكد من أنها نظفت بفعالية كبيرة فقط اذا لامست الأداة جدران القناة بسلاسة.

-يجب ألا تتم أي عملية برد أو فتل لمبرد النفوذ (PATENCY FILE) عند إدخاله فوظيفته تكمن فقط في المحافظة على تفوذية القناة لاستعادة الطول العامل الصحيح وازالة البرادة العاجية المتروكة.

-يجب أخذ الاحتياطات اللازمة عند تحضير الأقنية الجذرية الشديدة الانحناء والمتضيقة وذلك لصعوبة تحضيرها وكثرة الاختلاطات الناجمة عن عملية تحضيرها.

-إن المبالغة في توسيع الأقنية الجذرية الشديدة الانحناء يؤدي الى حدوث اختلاطات بسبب ميل المبارد للاستقامة داخل الأقنية الجذرية المنحنية.

-إن المبالغة في تحضير جدران القناة في اتجاه مفترق الجذور يؤدي الى إضعاف هذه الجدران وترققها وهذه المنطقة تعرف بمنطقة الخطر (DANGER ZONE) وقد يسبب ذلك حدوث انثقابات شريطية(STRIP PERFORATION).

-إن إزالة بعض التعرجات والدرجات البسيطة والتي نتجت عن عملية التحضير ليست ضرورية.

-إن اندفاع اي مادة سواءً (البرادة العاجية أو سوائل الإرواء أو المواد الحاشية) من خلال الثقبة الذروية يعتبر مهيجاً فيزيائياً او كيميائياً وقد يؤدي الى حدوث التهابات وبالتالي فشل المعالجة اللبية.

-إن محاولة خلق توقف ذروي لثقبة ذروية واسعة في الأصل يعتبر مستحيلاً ، حيث أن استخدام أدوات كبيرة لهذا الغرض قد يؤدي الى توسيع الثقبة الذروية ، لذلك يجب عمل سدادة ذروية بحرص أو باستخدام كوتابركا ذات قمعية مناسبة.

-عدم محاولة استخدام قوة لفتل المبرد المشتبك بجدران القناة سواءً باتجاه عقارب الساعة أو بعكس اتجاه عقارب الساعة.

2-5 التقنيات المتبعة في تحضير الأقنية الجذرية :

يمكن تقسيم التقنيات المتبعة في تحضير الأقنية الجذرية إلى مجموعتين رئيسيتين :

- الطرائق الذروية التاجية
- الطرائق التاجية الذروية

2-5-1 : الطرائق الذروية التاجية :

يتم تحديد الطول العامل في هذه الطرائق أولاً ثم بعد ذلك يتم تحضير كامل القناة ، ونذكر من هذه الطرائق:

- الطريقة التقليدية Standardized technique
- طريقة التحضير المتدرج Step- back technique
- طريقة القوى المتوازنة Balanced force technique

2-5-1-1 : الطريقة التقليدية : Standardized technique

لقد كانت هذه الطريقة ثمرة توحيد قياس أدوات المعالجة اللبية ، وقد قدمت هذه الطريقة من قبل (Ingle) عام 1961 (Ingle and Bakland, 1994) حيث تعتمد هذه الطريقة على تحضير الأقنية الجذرية باستخدام أدوات التحضير اليدوية القياسية وبشكل متسلسل إلى كامل الطول العامل وبذلك تكون نتيجة التحضير قناة لها نفس شكل وحجم واستدقاق آخر أداة تم التحضير بها.

يرى كل من Sshilder (Schilder, 1974) وJungmann (Jungmann et al., 1975) أن تطبيق هذه الطريقة صعب وحتى مستحيل في حالات الأقنية المنحنية وعلى كلٍ فقد بينت العديد من الدراسات صعوبة هذه الطريقة وارتفاع نسب الأخطاء الإجرائية (Procedures Errors) المصادفة وبشكل خاص في الأقنية المنحنية مما حد كثيرا من اتباعها . (Schneider, 1971).

2-1-5-2 : تقنية التحضير المتدرج Step-Back technique

وصفت هذه الطريقة لأول مرة من قبل الباحث Clem (Clem, 1969) حيث تهدف إلى تأمين شكل مستدق للقناة مع المحافظة على مركزية القناة .

لقد استطاعت هذه الطريقة إعطاء القناة شكلاً مستدقاً من الجزء الذروي وحتى الجزء التاجي ويمكن اعتبارها الطريقة الأكثر استخداما عند الممارسين (Klayman and Brilliant, 1975) و(Blum et al., 1999)

أهداف هذه الطريقة :

1- الحفاظ على الجزء الذروي صغيراً قدر الامكان وتأمين الشكل المستدق للقناة

2- تحضير الجزء الذروي للقناة بحيث نحصل على توقف ذروي Apical Stop

3- إزالة طبقة متساوية من العاج من جميع جدران القناة بهدف المحافظة على مركزية القناة.

محاسن تقنية التحضير المتدرج : Step- Back

يحدد Ingle (Ingle and Bakland, 1994) محاسن هذه التقنية على النحو التالي :

1-إن هذه التقنية تؤدي لاحتمال أقل لحدوث الانثقاب أو الدرجات

2-تؤدي إلى إزالة الفضلات من القناة بشكل أفضل.

3-الحصول على تحضير ناعم ومستدق

4-تؤدي الى توسيع ملائم لشكل القناة

5-تسمح بتكثيف جيد للكوتابركا في الجزء الذروي للقناة.

ويرى Grossman (Grossman et al., 1988) أن من مزايا هذه التقنية التقليل من خطر رض الأنسجة حول الذروية والسماح بدك الكوتابركا بشكل جيد دون دفع المادة الحاشية خارج الذروة.

ويرى Ingle (Ingle and Bakland, 1994) أن من فوائد هذه الطريقة تقليل نسب حدوث الانثقابات والدرجات ، بالإضافة لإزالة الفضلات ونواتج التحضير بشكل جيد.

ويرى Cohen (Cohen S 1998a) أن هذه التقنية هي الأكثر فعالية في خلق شكل قمعي مستدق باتجاه الذروة لدى تحضير القناة الجذرية ‘، ولاحظ بأنها تحسن من زيادة السيطرة على استخدام الأدوات داخل القناة وعلى عملية الحشو.

ويرى Baumgartner و زملاؤه (Baumgartner and Cuenin, 1992) انه يمكن اعتبار تقنية Step-Back تقنية معيارية ، وأن المبارد المستخدمة في تحضير الجزء الذروي ذات أحجام (قياسات) صغيرة وتتمتع بمرونة أكبر من المبارد اللاحقة المستخدمة لتحضير باقي القناة حيث تزداد صلابتها بازدياد قياساتها.

إلا ان Buchanan(Sakoda et al., 2001) أوضح أن طريقة Step-Back تحتاج الى وقت طويل ويستخدم فيها كثير من الادوات (68 حركة و18 اداة)

2-5-1-3 : تقنية القوى المتوازنة : Balanced force technique

تعتبر من أكثر الطرق فعالية من حيث قطع العاج وهي تنسب إلى Roan (Roane et al., 1985) وتسمى باسمه ، وتستخدم مع هذه التقنية مبارد Flex R ذات المقطع العرضي المثلثي والتي تمتاز بمرونتها وتمتلك رأس غير عامل يعمل موجهاً للأداة داخل القناة المنحنية.

ونصح Roan باستخدام المبارد ذات المقطع العرضي المثلثي مع هذه التقنية لأنها أفضل من المبارد ذات المقطع العرضي المعين او المربع وذلك لاحتواء المقطع المثلثي على ثخانة معدنية أقل وبالتالي فإن مرونتها تكون أكبر.

- بينت العديد من الدراسات أفضلية طريقة القوى المتوازنة في المحافظة على مركزية القناة وأوجدت شكلاً نهائياً دائرياً للقناة كما أوجدت توازناً جعل الأداة تبقى متمركزة تماماً في محور القناة الجذرية المنحنية دون الحاجة الى ثنيها مسبقاً (Baumgartner et al., 1992). (Blum et al., 1997)

وكان الهدف من تطوير هذه التقنية هو ايجاد منطقة ذروية محضرة تعمل كمسندة لتكثيف الكوتابركا بشكل جيد وتمنع في الوقت نفسه نفوذها خارج الذروة ، وتسمى هذه المنطقة المحضرة بمنطقة التحكم الذروية (Apical control zone)

حيث تعتمد هذه التقنية على إيجاد تحضير ذروي مسبق التصميم وفق قياسات محددة مسبقاً وهي قياس 45 للأقنية الضيقة ، وقياس 60 للأقنية المتوسطة ، وقياس 80 للأقنية الواسعة ، وبذلك يتميز التحضير في منطقة السيطرة الذروية باستدقاقه الكبير .

أجريت العديد من الدراسات حول هذه التقنية مثل (Southard et al., 1987) (Sabala et al., 1988) حيث وجد من خلال هذه الدراسات ان هذه التقنية تؤمن تحضيراً ذروياً أفضل مع وجود احتمال أقل لتغيير مسار القناة.

ووجد كل من (McKendry, 1990) و (Reddy and Hicks, 1998) أن تقنية القوى المتوازنة تسبب اندفاع اقل للبرادة العاجية عبر الثقبة الذروية من تقنية Step- Back .

2-5-2 : الطرائق التاجية الذروية :

يتم في هذه الطرائق تحضير الجزء التاجي من القناة قبل تحديد الطول العامل (W.L) حيث تحضر القناة بالتعاقب بدءاً من المنطقة التاجية حتى كامل الطول العامل ، ويعتقد أن هذه الطرائق هي الأفضل لما تتمتع به من مزايا.

محاسن الطرائق التاجية الذروية (Cohen S 1998b) :

1- الإزالة المبكرة للفضلات من الجزء التاجي والذي يحتوي بدوره على الجزء الأكبر من الفضلات العضوية والجرثومية ، مما ينقص من خطر دفع هذه المواد عبر الذروة .

2- إن التوسيع المبكر يؤمن نفوذ أفضل لسوائل الإرواء ، مما يقلل من خطر انسداد الأقنية بالبرادة العاجية .Blockage

3- إن تحضير القسم التاجي سوف يقصر الطول العامل للقناة ، وبالتالي فإن تحديد الطول العامل بعد هذا التوسيع سيقلل من مشكلة تغير الطول العامل خلال التحضير القنوي.

4- إن التحضير بهذا الاسلوب سوف يعزز من الاحساس اللمسي Tactile Sensation وبالتالي يقلل من التجاوز الذروي للأدوات ، ويؤمن الوصول الى علاقة دقيقة مع التضيق الذروي Apical Construction .

نذكر من هذه الطرائق :

1- تقنية Step- Down technique

2- تقنية الانفتاح المضاعف Double Flare technique

تقنية Crown Down

2-5-2-1 : تقنية : Step – Down

تعتبر هذه التقنية كتعديل لتقنية Step- Back (Walton and Torabinejad, 1996).

قدمت هذه التقنية من قبل Goerig(Goerig et al., 1982) حيث تبدأ بتنظيف وتشكيل الجزء التاجي من القناة الجذرية ومن ثم التقدم تدريجياً نحو الذروة حيث تكون آخر جزء في التحضير ،وهي بذلك تتبع المبدأ الطبي الذي يوصي بتنظيف الجرح قبل سبره حسب رأي Cohen (Cohen S 1998b).

تعتمد هذه الطريقة على استخدام سنابل Gates- Glidden في توسيع الثلث التاجي والمتوسط من القناة الجذرية ، ومن ثم استخدام تقنية Step- Back في تحضير الثلث الذروي.

وكخلاصة نستطيع القول بأن هذه التقنية تقلل من اندفاع البرادة العاجية نحو المنطقة الذروية وتؤمن سيطرة جيدة على الأدوات وتقلل من خطر انكسارها داخل القناة.

2-5-2-2 : - تقنية الانفتاح المضاعف : Double flare technique

تم شرح هذه التقنية من قبل Fava (Fava, 1983) حيث يمكن القول بأن هذه التقنية هي دمج لتقنيتي Step -Back و Step-Down.

ويجري تطبيق هذه التقنية وفق ثلاث مراحل وصفها Fava كما يلي :

1-التحضير التاجي.

2-منطقة التوقف الذروي

3-مرحلة التحضير الراجع Step-Back

بينت عدة دراسات أفضلية هذه الطريقة في المحافظة على شكل القناة بالمقارنة مع طريقة Step- Back (Jardine and Gulabivala, 2000) ، (Saunders and Saunders, 1992) .

3-2-5-2 : تقنية Crown –Down

تتبع هذه الطريقة المبدأ الطبي الذي يوصي بتنظيف الجرح قبل سبره (Cohen S 1998b) ولذلك فهي تبدأ بتنظيف وتشكيل الجزء التاجي من القناة الجذرية ومن ثم التقدم تدريجياً نحو الذروة حيث تكون عملية تنظيف وتشكيل وتطهير المنطقة الذروية هي الخطوة النهائية في عملية التحضير القنوي، ويرى Goerig (Goerig et al., 1982) . (George et al., 1987) بأن هذه الطريقة تؤدي الى تحضير قمعي الشكل للقناة نهايته الصغرى ذروية ونهايته العريضة تاجية.

تعتمد هذه الطريقة على استخدام سنابل Gates-Glidden في الثلث التاجي والمتوسط من القناة ، وتحضير الثلث الذروي بطريقة Step-Back . (Zuolo et al., 1992) .

وقد اكد Buchanan (Buchanan, 2001) على فعالية هذه التقنية حيث قللت من دفع البرادة العاجية نحو الذروة وأمنت سيطرة جيدة على المبارد داخل القناة الجذرية بسبب التوسيع المبكر للثلث التاجي.

ويرى Barroso (Barroso et al., 2005) أنه من المهم جداً توسيع الثلث التاجي ثم المتوسط من القناة الجذرية قبل الثلث الذروي ، حيث يساعد ذلك على تحديد قطر القناة الجذرية عند التضيق الذروي وبالتالي يساعد في تحديد حجم الأداتين المناسبتين الأولى والنهائية.

ويرى (Buchanan, 1989) بأن هذه التقنية ترفع من فعالية عملية الإرواء وتؤمن قناة نظيفة بشكل جيد ، كما تسهل عملية التكثيف أثناء حشو القناة الجذرية.

3- التحضير القنوي الآلي :

- تم تطوير التحضير الآلي للأقنية الجذرية لأول مرة عام 1899 من قبل الباحث Rollins حيث لاحظ أن المحرك قلل الوقت والجهد المبذول لتحضير الأقنية الجذرية.
- وفي عام 1964 تم تقديم قبضة Rasps بسرعة دوران 100 دورة/دقيقة وذلك للتقليل من عملية انكسار الأدوات حيث تسمح هذه القبضة للأدوات بحركة تشبه حركة المكبس Piston like movement .
- يعتبر اكتشاف نظام Geromatic فاتحة العهد التاريخي للتحضير الآلي بشكل عام حيث تعمل قبضة ال Geromatic (Micro mega,Besuncon ,France) بحركة تبادلية أفقية بمقدار (90) ربع دورة الى اليمين واليسار ويمكن استخدامها مع العديد من المبارد مثل Rasps والابر الشائكة ومبارد K و H (Turek and Langeland, 1982).
- وفي الثمانينات من القرن الماضي ظهرت طرق التحضير القنوي الصوتي وفوق الصوتي ولكنها لم تغن عن استخدام الأدوات اليدوية في التحضير القنوي الجذري بل فضل الكثير من الباحثين استخدامها مع الأدوات اليدوية (Torabinejad) (Torabinejad, 1994).

3-1 خليطة النيكل تيتانيوم :

- ومع ظهور خليطة النيكل تيتانيوم ، ونظراً لما تتمتع به هذه الخليطة من مرونة فائقة وعزم لي منخفض مقارنةً بخليطة الفولاذ اللاصدئ (Stainless Steel) ، فقد تم تصنيع أدوات تحضير آلية من مادة النيكل تيتانيوم ذات استدقاقات (Taper) تراوحت بين 0.02 و 0.12 ملم /ملم متبعة بذلك مبادئ Crown Down في التحضير وتعمل هذه الأدوات على قبضات ذات سرعة منخفضة وعزم مرتفع. (Smith and Edmunds, 1997)(Smith).
- يعتبر Walia(Walia et al., 1988) أول من صنع أدوات المعالجة اللبية من خليطة النيكل تيتانيوم وأكد على مدى مرونة هذا المعدن وقابليته للثني والفتل وصعوبة انكساره مقارنة بالمبارد المصنوعة من الفولاذ اللاصدئ.

-وتتكون خليطة النيكل تيتانيوم من 55% نيكل و 45% تيتانيوم حسب الوزن (Lautenschlager and Monaghan, 1993) (Lautenschlager)، وفي بعض الأحيان يستبدل 2% من وزن معدن النيكل بمادة الكوبالت.

-ومن ميزات خليط معدن النيكل تيتانيوم أنه يمتلك طبيعة تمكنه من تغيير بنيته الذرية عند تعرضه للحرارة او الإجهاد ، وبالتالي يؤدي الى تغيير خصائصه الميكانيكية وتغيير التركيب البلوري لهذا المعدن ، بمعنى آخر يستطيع هذا المعدن الانتقال من حالة الاستقرار الذري (Austenite) الى حالة الاثارة (Martensite) عند تعرضه للإجهاد ثم يعود الى حالته الأولى عند زوال الجهد وهذا مايسمى بالذاكرة الشكلية (Shape Memory) والمرونة الفائقة (Super Elasticity) ، ويسمى الجهد المبذول للتتحول من حالة الاستقرار الذري الى حالة الإثارة بجهد التحول (Transformation Stress) وهي أهم مؤشر للمرونة في المداواة اللبية .(Bahia et al., 2005)

- تسمح أعلى مرونة لهذا الخليط المعدني بتشوه إجهادي بنسبة 8-10% ليعود إلى حالته الأصلية مقارنة بمعدن الفولاذ اللاصدئ والذي لا تزيد أعلى نسبة تغير له عن 1% .(Ingle and Bakland, 2002)

-كما بينت العديد من الدراسات أن خلائط النيكل تيتانيوم تتمتع بمقاومة التشوه الزاوي Angular deflection بحيث أنها تتكسر بعد دورتين ونصف عكس اتجاه الحركة (بحدود 900 =360 درجة * 2.5) بالمقارنة مع 540 درجة فقط تتحملها خلائط الفولاذ اللاصدئ (Stainless Steel) . (Al-Fouzan, 2003) .

وبالمقارنة مع خلائط الفولاذ اللاصدئ (Stainless Steel) فإن القوة اللازمة لثنيها حتى 45 درجة أقل بمقدار 50%من القوة اللازمة لثني نفس الأداة المصنوعة من الستانلس ستيل ، مما يعني مرونة اكثر وقدرة أكبر على العمل داخل الأقنية المنحنية. (Bergmans et al., 2003)

-كما بينت دراسات أخرى بأن أدوات النيكل تيتانيوم تستطيع توسيع وتحضير الأقنية المنحنية في الوقت الذي تستطيع معه المحافظة على شكل القناة. (Lautenschlager and Monaghan, 1993).

-كما لاحظ (Zmener) (Zmener and Banegas, 1996) . بأن ادوات النيكل تيتانيوم ذات فاعلية في إنقاص اختلاطات تحضير الأقنية المنحنية.

-وكخلاصة نستطيع القول بأن العديد من الدراسات لاحظت تفوق التحضير الآلي بأدوات النيكل تيتانيوم للمنظومة القنوية الجذرية مقارنةً مع الطرق اليدوية في المحافظة على مركزية القناة وانخفاض نسب حدوث نقل الذروة وتشكل الدرجات بالإضافة لتوفير الوقت اللازم لإتمام عملية التحضير مقارنة مع المبارد اليدوية المصنوعة من الفولاذ اللاصدئ. (Marroquin et al., 2004)، (Berutti et al., 2003).

-ولكن تكمن مآخذ الأدوات الآلية بانكسارها المفاجئ بعد إجهادها ، لذلك فقد أوصى العديد من الباحثين بتوخي الحذر أثناء تحضير الأقنية ذات الانحناء الشديد او الأقنية ذات الانحناء المفاجئ ، ويفضل عندها استعمال أدوات التحضير اليدوية كما أشار الى ذلك (Ingle JI, 2002).

-عند تطبيق قوى ضغط على خليطة النيكل تيتانيوم تكون النتيجة حدوث تشوه نسبي ، ولكن يبقى هذا التشوه دون تغير لحين تطبيق جهود إضافية ووصولها لمستوى محدد، وهو ما يسمى بعتبة التحمل.

-وفي نهاية المطاف فإن تطبيق جهود إضاقية ستتسبب بالطبع بتشوه إضافي والذي بدوره سيزداد تدريجياً حتى انكسار المبرد.

-إن هذه الخاصية المميزة للنيكل تيتانيوم هي نتيجة التحول للمرحلة البللورية الجزيئية.

- فالضغوط الخارجية المطبقة تحول البنية الذرية المستقرة للنيكل تيتانيوم إلى بنية بلورية مثارة والتي تستطيع بدورها تحمل المزيد من الضغوط دون حدوث زيادة في التشوه.

- وما زالت المحاولات مستمرة لتطوير خليطة النيكل تيتانيوم حيث اشارت دراسات حديثة إلى أن خلائط النيكل تيتانيوم المطورة حديثاً أكثر مرونة بخمسة اضعاف من الخلائط التقليدية. (Cohen S, 2011).
- تعتبر عيوب السطح المجهرية عاملاً مساهماً لانتشار الشقوق وبالتالي كسر الأداة ،- ولذلك تجري محاولات كثيرة لتحسين خصائص السطح عن طريق الصقل الكهربائي، الطلاءات السطحية ، وزرعات السطح والتي تشمل الأرغون والنتروجين مع أفضلية لاستخدام الأرغون . (Wolle et al., 2009)

3-1-1: ميزات خليطة النيكل تيتانيوم :

- تعتبر خليطة النيكل تيتانيوم من الإنجازات الحديثة في عالم المعادن والسبائك(السبيكة عبارة عن خليط من معدنين او اكثر) وهي تسمى اصطلاحاً بالسبائك أو الخلائط الذكية وذلك لما تتمتع به من خصائص فريدة تختلف بها عن أي سبيكة او معدن آخر.
- المميز في هذه السبائك الذاكرة للشكل أي قدرتها على الرجوع إلى شكلها الاصلي عندما تتعرض للتشكيل(التشكيل عبارة عن تغير دائم في الشكل مثل الثني أو اللي) وهذا ما يميزها عن الخلائط الاخرى مثل الفولاذ اللاصدئ التي تتأثر بالتشوه وتحتفظ بتغير الشكل بشكل دائم . (Buehler W.J, 1963).

-كما تمتاز هذه الخلائط بالمرونة العالية (Super elasticity) (اي قابلية السحب العالية) وهي قابلية الأجسام لتغيير شكلها بتأثير قوى خارجية مطبقة عليها، والعودة لحالتها الأصلية بزوال هذه القوى.ولكن بتجاوز حد المرونة لهذا الجسم(والذي هو أعلى قيمة من الإجهاد يمكن أن يتعرض له الجسم ومن ثم العودة إلى الشكل الأصلي بزوال هذه القوة)عندها لا يمكن العودة إلى الشكل الأصلي. (Berutti et al., 2003)

ولو قارنا بين سلكين الأول من الفولاذ اللاصدئ والثاني من النيكل تيتانيوم لهما نفس المقطع العرضي لوجدنا بأنه عند تطبيق قوة على سلك الفولاذ اللاصدئ والتي تؤدي إلى إحداث انحناءٍ فيه بمقدار (80) ْ ولمدة دقيقة واحدة فقط سنجد أن الانحناء سيبقى

بمقدار (60)° أما إذا طُبقت نفس القوة وبنفس الزمن على سلك النيكل تيتانيوم فسنجد أن الإنحناء الحاصل لا يزيد عن (5)° (Walia et al., 1988).

- بالإضافة لهذه الخصائص تتصف خليطة النيكل تيتانيوم بالقوة (Strength) حيث أظهر Walia (Walia et al., 1988) وCamps (Camps and Pertot, 1995b) أن مبارد النيكل تيتانيوم تملك مقاومة أكبر لقوى الفتل مع عقارب الساعة وبعكسها مقارنة مع مبارد الفولاذ اللاصدئ وهذا بدوره مهد لتصنيع مبارد النيكل تيتانيوم الدوارة.

3-1-2 : آلية عمل أدوات النيكل- تيتانيوم

- لفهم آلية عمل الأدوات المصنوعة من خليطة النيكل تيتانيوم لا بد من دراسة الإجهادات الناجمة عن عملها ، حيث يتحدد التشوه الحاصل في أدوات النيكل تيتانيوم بنمطين أساسيين من الإجهادات: إجهادات الفتل و إجهادات الثني.

3-1-2-1 : إجهادات الفتل: Torsional stress

- تعتبر إجهادات الفتل من القوى المؤذية جداً إذا زادت شدتها عن حد معين لإمكانية حدوث الكسر وهذا ما يحصل في 3 حالات:

1- عندما يحتك سطح كبير من الأداة وبشكل شديد مع جدران القناة (Taper lock).

2- عندما يكون قياس ذروة الأداة أكبر من مقطع القناة العرضي التي سيتم تحضيرها.

3- عند تطبيق قوة ضغط كبيرة على القبضة، فالضغط المطبق الزائد لإدخال الأدوات قسرياً ضمن الأقنية لا ينتقل لذروة الأداة فلا فائدة منه بل يعرض الأداة للتشوه والانكسار (Kobayashi et al., 1997).

لذا لا بد من النفوذ الأولي اليدوي للأقنية الجذرية قبل استخدام الأدوات الدوارة.

- وبعكس إجهادات الثني التي لا يمكن السيطرة عليها (لأنها على علاقة بالشكل التشريحي للقناة) فإن إجهادات الفتل يمكن السيطرة عليها من خلال الاستخدام الصحيح للأدوات.

يجب التنويه هنا إلى عاملين أساسين في إجهادات الفتل:

أ- سطح التماس:

فكلما ازداد سطح تماس الأداة مع الجدران ازداد عزم الدوران المطلوب لتحضير المنظومة القنوية (Morgan and Montgomery, 1984) ، لذا دائماً يوصى بالتحضير وفق مستويات متدرجة وبحسب مبدأ Crown down

ويزداد التماس بتراكم البقايا العاجية والبرادة بين شفرات الأداة أثناء التحضير وبالتالي سينحشر هذا الطين العاجي (dentinal mud) بين الشفرات وبكميات كبيرة ليزداد التماس شيئاً فشيئاً وبالتالي ازدياد إجهادات الفتل وبدوره حدوث الكسر المفاجئ.

لذا لابد من التنظيف الجيد للأداة بعد كل دخول في القناة وخصوصاً كلما ازداد الاستدقاق.

ب- رأس الأداة وعرض القناة:

إن معظم أدوات النيكل تيتانيوم الدوارة ذات رأس غير عامل أو قاطع معدل: (Non-cutting or Moderately-cutting) وذلك لمنع تشكل الدرجات (Ledges) أو الأقنية الكاذبة (False paths) أو نقل الذروة (Foramen transportation).

إلا أنه في الأقنية الضيقة سيكون تقدم الأداة ذات الرأس الغير العامل صعباً جداً وبالتالي قد يزيد الممارس الضغط على الأداة فتزداد إمكانية حدوث الانكسار (Blum et al., 1999) بالإضافة إلى التعقيدات في شكل القناة لذا سيكون من الضروري خلق طريق مزلَّق لرأس الأدوات وخاصةً مع ازدياد الاستدقاق، مع التحضير اليدوي الأولي للقناة والذي سيسمح بـ:

- تقليل إجهادات الفتل .
- الاستدلال الأولي على الشكل التشريحي للقناة. (Ruddle, 2001)

وتجدر الإشارة إلى أنه تزداد مقاومة المبارد لهذا النوع من الانكسار بازدياد حجمها، وذلك لزيادة كتلة المعدن.

3-1-2-2 : إجهادات الثني: Bending stress أو Cyclic Fatigue

- إن إجهادات الثني هي السبب الرئيس للتشوه الحاصل في الأدوات و ترتبط بشكل مباشر بالشكل التشريحي الأصلي للقناة الجذرية وانحنائها والتي ستُجبر الأدوات على الانحناء أثناء المرور ضمنها.

تتعلق اجهادات الثني (Cyclic Fatigue) بنصف قطر الإنحناء وزاوية الإنحناء، وحجم الأداة (Pruett et al., 1997) .

يتألف إجهاد الثني من جزئين:

قوة الانضغاط (Compression stress): على السطح الداخلي لانحناء الأداة .

قوة الشد (Tensile stress): على السطح الخارجي لانحناء الأداة وفي جزئها المركزي. الشكل 3. لذا يجب عدم إيقاف الأداة الدوارة أثناء تحضير الأقنية المنحنية بل نقوم بحركة إدخال وإخراج حتى لا تتركز الجهود في نقطة أو سطح معين، كما ويجب إدخالها إلى الأقنية وهي تدور فنتجنب بذلك خلق أماكن ضعف في الأداة (Turpin et al., 2001)

ملاحظة: كلما ازداد انحناء القناة يجب أن يقل استدقاق الأداة الواصلة للذروة لتجنب توسيع المنطقة الذروية بشكل كبير (zipping) أو نقل الذروة أو كسر الأداة .

كما تجدر الإشارة إلى أنه تزداد مقاومة المبارد لهذا النوع من الانكسار بتناقص حجمها ، وذلك بسبب تناقص كتلة المعدن وبالتالي زيادة المرونة.

4 – طرق تقييم عملية التحضير القنوي:

4-1- القوالب البلاستيكية : (Plastic Blocks)

تتوفر هذه القوالب تجارياً بانحناءات مختلفة وتسمى شبيهات الأقنية الجذرية (Resin Simulated canals) وكان (Weine et al., 1975) ومساعدوه أول من صنع قوالب خاصة بهم من مادة الراتنج. كما قام (Eldeeb and Boraas, 1985) بصنع قوالبهم الخاصة باستخدام أدوات تم ثنيها بانحناء ثابت ومعروف.

تكمن فائدة هذه القوالب البلاستيكية الشفافة في كون الانحناء القنوي وقطر الأقنية وطولها يكون ثابتاً ومعروفاً مسبقاً ، ويمكن مشاهدة عملية البرد والتوسيع بالعين المجردة كما يمكن تصوير الأقنية قبل وبعد الانتهاء من عملية التحضير .ولكن يكمن القصور في استخدام القوالب الراتنجية في أن قساوتها وقابليتها للانسحال تختلف تماما عما هي عليه في عاج السن الطبيعي.

وعلى الرغم من ذلك فقد قام العديد من الباحثين مثل (Bryant et al., 1998) بدراسات عديدة مستخدمين شبيهات الأقنية الجذرية لتقييم طريقة التحضير القنوي لانظمة تحضير دوارة مختلفة مصنوعة من خليطة النيكل تيتانيوم حيث تم اعتبار هذه الدراسات مقياساً للمقارنة بين أنظمة التحضير الآلي المختلفة.

4-2- التحليل الشعاعي (Radiographic Analysis)

يمكننا ايضاً تقييم فعالية المبارد وطرق التحضير المختلفة بمقارنة الصور الشعاعية قبل وبعد عملية التحضير القنوي (Sepic et al., 1989) ، كما يمكن ايضاً قياس التغير الحاصل في زاوية الانحناء باستخدام شفافية ومطابقة الصور الشعاعية (Radiographic Tracing).

3-4- طريقة المقاطع العرضية (Sectioning Methods)

حيث يتم تقطيع الجذر السني إلى مقاطع عديدة وتسمح هــذه الطريقــة بالمــشاهدة المباشرة لشكل القناة وموقعها من حواف الجذر السني (Post –instrumentation sectioning)

فقد تمكن (Schneider, 1971) من وصف شكل القناة الجذرية ومكانها باستخدام المقاطع العرضية .كما تمكن (Hill and del Rio, 1983) من دراسة سماكة العــاج المتبقي حول القناة الجذرية وإمكانية انتقال الذروة في اتجاهــات معينــة مــن المركــز الأصلي للقناة .

يكمن القصور في هذه الطريقة في امكانية مشاهدة القناة الجذرية فــي عــدد مــن المقاطع فقط حيث تغيب عن باقي المناطق الغير مشاهدة وعدم امكانية معرفــة الــشكل الأصلي للقناة قبل التحضير .

4-4- المسح الالكتروني المجهري :

(Scanning Electron Microscopy {SEM})

حيث تزود الباحث بصور مقطعية مجهرية الكترونيــاً ، وهــي طريقــة مناســبة للدراسات الوصفية ولقياس قطر الأقنية الجذرية كما استخدمت لدراســة وجــود البــرادة العاجية بعد عملية التحضير القنوي ولا تصلح هذه الطريقة لدراسة التغيرات الحاصلة في مكان وشكل الأقنية الجذرية بعد عملية التحضير القنوي.(Brantley et al., 1994)

5-4- التحليل المحوسب للتصوير المقطعي

(Analysis computerized tomography)

تعتبر هذه الطريقة الأكثر حداثة والأقل خسارة وإتلافاً للعينات المدروسة حيث يتم دراسة الشكل الثلاثي الأبعاد للعينة ومن ثم المقارنة بين الصور المأخوذة للعينــات قبــل

وبعد عملية التحضير القنوي ، ومن ميزات هذه الطريقة أنها تزود الباحث بمعلومات دقيقة وصحيحة .وقد استخدمها عدد من الباحثين لتقييم التغيرات الحاصلة في أبعاد القناة الجذرية (Peters et al., 2001a) .

4-6- تقنية الاسنان الشفافة :(Technique of Translucent Teeth)

استخدمت هذه الطريقة في عدد من الدراسات وذلك لتقييم الشكل التشريحي القنوي أو لتقييم حشو الأقنية الجذرية ومن مميزات هذه الطريقة أنها سهلة التنفيذ وغير مكلفة

وهي مفيدة في إظهار أخطاء طريقة التحضير القنوي المستخدمة (Robertson et al., 1980) .

5- اختلاطات التحضير القنوي:

Root canal instrumentation complications

إن من أهم أهداف معالجة الأقنية الجذرية هو تنظيف المنظومة القنوية الجذرية وتوسيعها للحصول على شكل قابل لاستقبال الحشوة القنوية وذلك بإزالة أقل كمية ممكنة من العاج السليم وبأقل اختلاطات ممكنة.ولكن من الصعب تحقيق هذا الهدف عند تحضير الأقنية الجذرية المنحنية والمتضيقة ، وخصوصاً عند استخدام أدوات الفولاذ اللاصدئ حيث أظهرت العديد من الدراسات قصور أدوات الفولاذ اللاصدئ في تأمين التحضير الكامل والآمن لكافة أشكال الأقنية الجذرية ولاسيما المنحنية منها . (Thompson and Dummer, 2000)

ويذكر (Paque et al., 2005) بأنه عندما تنحني الأداة اللبية المستقيمة أصلا داخل القناة المنحنية يتطور ضمن هذه الأداة قوى تدعى قوى المرونة (Elastic Forces)

تحاول هذه القوى إعادة الأداة الى شكلها الاصلي ، وهذه القوى هي المسؤولة عن استقامة الأقنية المنحنية ، فهي تؤثر على جدران القناة أثناء التحضير القنوي ، وتؤثر على كمية العاج المزال من هذه الجدران .

إن عدم الإلمام بمعرفة وماهية الشكل التشريحي للقناة وعدم إتباع الطرق المنهجية في استخدام الأدوات وتوصيات الشركة المصنعة سيؤدي إلى الوقوع ببعض الاختلاطات التحضيرية والتي قد تكون في بعض الأحيان غير قابلة للتصحيح لذا فإن أفضل وسيلة هي تجنبها.

وقد جمعها (Gutmann, 2011) في ثلاث مجموعات رئيسة وهي :

أ ــ نقص الطول العامل

ب ــ التحضير الغير ملائم للقناة الجذرية.

ج ــ الانحراف عن الشكل التشريحي الأساسي للقناة

5-1 : نقص الطول العامل :(Loss of working length):

وهو من الأخطاء الإجرائية الشائعة ،وغالباً ما يتم التعرف إلى المشكلة أثناء إجراءات التنظيف والتحضير عندما لا يصل المبرد الذروي الرئيس (MAF) إلى كامل الطول العامل.

وفي بعض الحالات يعزى نقص الطول إلى الزيادة السريعة في حجم المبرد المستعمل وتكدس البرادة العاجية في الثلث الذروي.

أما في الحالات الأخرى فيعزى إلى قلة الاهتمام بالتفاصيل ، مثل المحددات الموضوعة بشكل غير سليم أو مائل على المبرد ، تغيير نقاط العلام المرجعية ، سوء الصور الشعاعية وتقنياتها ، والاستعمال غير الملائم للأدوات.

كما يمكن لبعض الأخطاء الإجرائية الأخرى كالانسداد ، الدرجات وانكسار الادوات أن تسبب نقص الطول العامل.

5-1-1: -انسداد منظومة القناة الجذرية :(Blockage):

الانسداد هو وجود عائق في قناة كانت نافذة سابقاً ، وهذا العائق يمنع دخول المبرد إلى التضيق الذروي ، وتعزى الانسدادات غالباً إلى تكدس وانحشار البرادة العاجية ، البقايا اللبية ، مواد الحشو المختلفة ، والمواد الأخرى مثل القطن والأقمشة الورقية أو الأدوات المكسورة ضمن القناة. (Portenier et al., 1998) . الشكل 4.

5-1-2- تشكل الدرجة :(Ledge Formation):

ويعتبر من أكثر الاختلاطات تواتراً أثناء إجراء التحضير القنوي حسب رأي الباحثين ، ويحصل هذا الاختلاط نتيجة التداخل غير المناسب داخل الأقنية الجذرية في منطقة الثلث الذروي وخاصة في الأقنية المنحنية.

وتعرف على أنها خلق شذوذ في جدار القناة الجذرية يمنع وصول الأداة اللبية إلى الذروة ، وسببه إدخال أدوات غير محنية بشكل مسبق أقصر من الطول العامل مع تطبيق ضغط ذروي زائد والنتيجة ستكون الانحراف عن مسار القناة أو خلق قناة كاذبة.شكل 5

5-1-3- انكسار الأدوات في الأقنية الجذرية : Broken Instruments

إن انكسار الأدوات ضمن منظومة القناة الجذرية يعد خطراً كامناً أثناء المعالجة اللبية ، واحتمال انفصال جزء من الأداة يزداد بشكل ملحوظ عندما تستعمل الأدوات بشكل غير صحيح حيث يمكن أن تنكسر هذه الأدوات نتيجة التمادي باستعمالها بشكل يزيد عن قدرة احتمالها وخاصةً في الأقنية المنحنية أو عند استعمالها وإعادة تعقيمها لعدد كبير من المرات وتراكم الجهد فيها.

إن ادوات النيكل تيتانيوم الدوارة ذات الاستدقاقات الكبيرة تبدي ميلاً أكبر وأسرع للإهتراء في الأقنية المنحنية من الأدوات الأصغر. (Hubscher et al., 2003b) .

وقد تحدث أذيات في أدوات النيكل تيتانيوم وحتى بعد استخدام وحيد، إذ لوحظ وجود تصدعات مجهرية (Microcracks) في (25ـ100)% من الأدوات الدوارة والتي تزداد مع ازدياد فترة وعدد مرات الاستخدام.(Arens et al., 2003)

يمكن أن يتطور الكسر ببطء بشكل غير ملحوظ على الأداة مع امتداد وانتشار هذه التصدعات. الشكل 6.

يتجسد مفتاح الوقاية من كسر الأدوات بالنقاط التالية:

- إيجاد مدخل كاف ومستقيم قدر الإمكان للأدوات اللبية في مداخل الأقنية الجذرية.
- السبر اليدوي للأقنية الجذرية قبل البدء بالتحضير.
- تجنب إجهاد الأدوات بشكل زائد وتشوهها وفي حال حدث ذلك يجب استبعادها.
- مراقبة عدد مرات الاستخدام.
- تحري وجود تشوه في الأداة قبل استخدامها والتخلص منها في حال وجود مثل هذه التشوهات.
- إتباع إجراءات تعقيم وحفظ مناسبة للأدوات.
- ضبط سرعة وعزم الدوران بحيث لا تحدث تغيرات مفاجئة فيهما و اتباع تعليمات كل شركة في ذلك.
- استخدام نظام تحضير مناسب. (McGuigan et al., 2013)

5-2 : التحضير غير الملائم للقناة الجذرية

(Inadequate preparation of the root canal)

5-2-1 : التجاوز بالأدوات (Over Instrumentation)

يقصد بتجاوز الأدوات وصول الأدوات اللبية إلى خارج التضيق الـذروي ، ممـا يؤدي إلى رض الرباط السني السنخي والعظم السنخي، وهذا يؤدي إلى فقـدان التـضيق الذروي وبقاء الذروة مفتوحة ، مما يزيد من احتمال تجاوز سـوائل الإرواء المـستخدمة أثناء المعالجة وأيضاً تجاوز مواد الحشو كما يسبب الألم وعدم الـشعور بالراحـة لـدى المريض.(Gutmann, 2011)

5-2-2 : فرط التحضير او التحضير الزائد (Over preparation):

ويقصد به الازالة الزائدة من بنية القناة الجذرية ،ويمكن أن يسبب فرط التحـضير في الثلث الذروي انفتاحا بشكل دلتا (Zipping) وحصول انثقاب في التضيق الـذروي. (Leonardo et al., 2004) .

كما أن المبالغة في فتح الجدران نحو الخارج(Flaring) يزيد من احتمال الانثقاب الشريطي للقناة في الثلثين التاجي والمتوسط. (Imura et al., 2001) .

5-2-3: نقص التحضير(Under Preparation):

وهو فشل في إزالة كامل اللب السني ، البقايا العاجية ، والجراثيم مـن المنظومـة القنوية وبالتالي لا يتم تحضير منظومة القناة الجذرية بطريقة ملائمة ، والشكل النهـائي الناتج عن التحضير سيمنع أو يعيق الحشو الثلاثي الأبعاد. (Gutmann, 2011) .

5-3 : الانزياح عن شكل القناة الأصلي

(Deviation from the normal canal anatomy)

5-3-1 : -الانثقاب الشريطي: (Stripping or lateral perforation)

ينسب الانثقاب الشريطي الى ترقيق الجدار الجانبي للجذر مع الانتهاء بالانثقـاب، وسببه المبالغة في استعمال أدوات التحضير في الجذور المنحنية فـي منطقـة منتـصف

الجذر ، ويلاحظ بصورة خاصة في جذور الارحاء (الجذر الأنسي الدهليزي للرحى الأولى العلوية ،الجذر الأنسي للأرحاء السفلية) حيث أن الجزء الثخين من بنية الجذر يقع على الجهة المعاكسة لجهة الانحناء ،ولذلك فان البرد باتجاه هذه المناطق الثخينة مع ضغط اقل باتجاه مناطق التقعر سيمنع الازالة الزائدة من بنية الجذر وهذا ما يسمى بتقنية البرد بعكس الانحناء (Anticurvature filling) (Abou-Rass et al., 1980).

5-3-2 : الانثقابات الذروية : Apical perforations

وتنجم عن تجاوز أدوات التحضير للطول العامل المحدد مسبقاً وبالتالي النفوذ خارج الذروة بقياسات كبيرة نسبياً مما يؤدي إلى تحطيم التضيق الذروي، وهذا ما يؤدي لضياع الشكل الذروي المميز الذي يعمل كمسندة تمنع خروج مادة الحشو أثناء التكثيف. (Scianamblo, 1989) .

5-3-3 : نقل الذروة : Apical Trasportation

تنسب حادثة اتساع (Zipping) أو نقل (Transportation) الجزء الذروي إلى إزالة العاج من الجدار الخارجي للانحناء في الثلث الذروي ، بسبب ميل المبارد لإعادة نفسها الى شكلها الخطي الاصلي في أثناء تحضيرالقناة ، مما يسبب توسعاً في الذروة ويتخذ الفضاء المتشكل شكلاً اهليليجياً أو شكل دمعة العين Tear drop ، بالإضافة إلى الشكل الاهليليجي المتشكل يظهر عيب ميكانيكي آخر يعرف بالمرفق Elbow حيث يقع تاجياً من الشكل الاهليليجي ، ويكون هذا الجزء هو الجزء الاكثر تضيقا من القناة و يأخذ شكل الساعة الرملية Hourglass shaped. (Ruddle, 2002) الشكل 7 .وفي كثير من الحالات تنتهي مواد الحشو في المرفق تاركة منطقة التوسع الاهليليجي غير محشوة ، وخاصة في تقنية التكثيف الجانبي ، لذلك ينصح في هذه الحالات باستخدام تقنيات الحشو الحراري والتكثيف العمودي للكوتا بركا الملينة حرارياً لضمان وصول المادة الحاشية إلى كامل الطول العامل، ومع ذلك فإن الختم الذروي سيكون أقل من المطلوب بسبب الشكل الاهليليجي المتشكل وخطر التجاوز الكبير وبالنتيجة ينشا عن حادثة نقل الذروة فضاءً صعب الختم بأغلب الطرق المتبعة بالحشو. (Gutmann, 2011).

يرى (Cohen S 1998b) إلى أن ثمة قوى داخلية تتولد في المبرد عند ثنيه ، تحاول إرجاعه الى شكله الاصلي ، وهذه القوى تتفرغ على جدران القناة المنحنية أثناء تحضيرها مما يسبب إزلة كميات أكبر من العاج من هذه الجدران وهذه القوى تتعلق بما يلي :

- نوع الخليطة المصنوعة منها الأداة
- المقطع العرضي للأداة.
- درجة انحناء القناة حيث تزداد شدة هذه القوى بازدياد درجة الانحناء وبازدياد حجم المبرد.

تم إجراء العديد من الأبحاث لدراسة العلاقة بين نوع المبرد ، الخليطة، المقطع العرضي للأداة وبين عملية نقل الذروة بهدف التوصل الى أفضل المبارد من حيث المحافظة على الشكل التشريحي الأصلي للقناة الجذرية وبالأخص المنحنية منها وتخفيف أو حتى منع ظاهرة نقل الذروة.

- حيث قام (Schafer and Lohmann, 2002) بدراسة مقارنة بين مبارد Flex-Master الآلية المصنوعة من النيكل تيتانيوم ، مع مبارد يدوية من نوع K-Flexo –File المصنوعة من الفولاذ اللاصدئ وذلك باستخدام مشابهات الاقنية البلاستيكية المنحنية ، وكانت نتيجة الدراسة تفوق مبارد ال Flex-Master في سرعة التحضير وتسببها بنقل اقل للذروة بشكل ملحوظ من مبارد الـ.K-Flexo-File.
- وفي دراسة (Guelzow et al., 2005) تم دراسة ستة أنظمة آلية مقارنة بمبرد يدوي من نوع Kمصنوع من النيكل تيتانيوم في تحضير مشابهات أقنية بلاستيكية منحنية ، فلاحظ أن كل الأنظمة المدروسة بالإضافة إلى المبرد اليدوي حافظت على انحناء القناة ولا توجد اختلافات احصائية مهمة بينها ، لكن الفرق الوحيد كان في سرعة التحضير للأنظمة الآلية.

- بينما في دراسة لـ (Hartmann et al., 2007) حيث قاموا بتحضير ستين سناً قسمت الى ثلاث مجموعات حسب طريقة التحضير ونوع المبرد :

المجموعة الأولى: وتم تحضيرها بمرد K-File المصنوع من الفولاذ اللاصدئ.

المجموعة الثانية: وتم تحضيرها بمبرد K-File المصنوع من الفولاذ اللاصدئ والمربوط الى محرك كهربائي ذو حركة تبادلية (نوسانية).

المجموعة الثالثة : وتم تحضيرها بمبارد ال Protaperالآلية.

وبعد دراسة الصور الشعاعية وجد الباحثون أن التقنية اليدوية باستخاد مبارد K-File أنتجت اقل نقل للذروة (0.1 ملم) من التقنية التبادلية والدوارة (0.37 ، 0.22 ملم على التوالي) وهذا الاختلاف كان مهم بشكل إحصائي وانتجت جميع التقنيات السابقة نقلاً للذروة.

- أما في دراسة (Matwychuk et al., 2007) والتي هدفت الى مقارنة نظامين آليين مصنوعين من النيكل تيتانيوم مع مبارد Flex-R المصنوعة من الفولاذ اللاصدئ استخدمت بطريقة القوى المتوازنة وكانت نتيجة الدراسة أن لجميع التقنيات السابقة تاثيرات مماثلة عل عملية نقل الذروة ، وأن المبارد اليدوية احتاجت إلى وقت أطول في التحضير وأن نسبة انكسار الأدوات كانت أعلى في الأنظمة الآلية.

- وفي دراسة (Tasdemir et al., 2005) التي قارنت بين مبارد من نوع K File المصنوعة من الفولاذ اللاصدئ ، مع مبارد من نظام HERO 642 الآلية والمصنوعة من النيكل تيتانيوم ، في تحضير أقنية جذرية منحنية ،تم إثبات أن مبارد HERO 642 قد حافظت بشكل كبير على مركزية القناة مقارنة بمبارد K File.

6- لمحة تشريحية للاقنية الجذرية :

6-1 : انحناء الأقنية الجذرية Root Canal Curvature

أظهرت الدراسات التشريحية أن جميع أقنية الجذور تبدي شكلا ما من الانحناء ولا يوجد في الواقع أقنية جذرية مستقيمة بشكل كامل.

يختلف انحناء الجذور من جذر إلى آخر في الأسنان المتعددة الجذور ، كذلك تميل الأسنان الخلفية لإظهار معدل انحناء في الجذور أكثر منه في الأسنان الأمامية، ويختلف معدل انحناء الجذور لنفس السن بين شخص وآخر. (Ankrum et al., 2004) .

6-2 : الأقنية شديدة الانحناء : Severely Curved Canals

تميل جذور بعض الاسنان الخلفية لإبداء درجات حادة من الانحناء

تكمن الأهمية العلاجية في الأسنان ذات الجذور شديدة الانحناء في ازدياد صعوبة العلاج كلما ازداد انحناء الجذر حتى أن بعض جذور الأسنان تصل درجة انحناؤها لمقدار 90 درجة أو تشكيل زاوية قائمة.

يزاد احتمال انكسار أدوات التحضير القنوي الآلي بازدياد زاوية الانحناء و تناقص نصف قطر زاوية الانحناء (Wan et al., 2011).

تميل أدوات التحضير اليدوي المصنوعة من الفولاذ اللاصدئ إلى تشويه شكل القناة التشريحي الاصلي نتيجة عملها وقطعها لمناطق معينة تلمسها أثناء عملية التحضير القنوي بينما لا تقطع مناطق أخرى داخل قناة الجذر ولا تقوم بتحضيرها على الاطلاق ، مما يعني أن شكل القناة يميل تدريجياً للاستقامة نتيجة التحضير بتلك الأدوات اليدوية (Gambill et al., 1996)

6-3 الثلث الذروي : (Apical Third)

تعتبر هذه المنطقة من أهم المناطق حساسية لإجراءات التحضير والحشو ، وهي المسؤولة بالدرجة الأولى عن نجاح أو فشل المعالجة ، حيث تعتبر المنطقة الأكثر تعقيداً

ضمن القناة الجذرية بسبب احتوائها على عدد كبير من الأقنية الثانوية (Laterl Canals) حيث أن عدد هذه الأقنية يزداد في الثلث الذروي وفي الأسنان الخلفية، بالإضافة لوجود الردب (Cul de Sac) ، والبرزخ (Isthmus) ، والجنيحات (Fins) .(Peters, 2004)

يشتمل تشريح الثلث الذروي على ثلاثة معالم تشريحية ونسيجية : الشكل :8

6-3-1- التضيق الذروي : (Apical Constriction A C)

وتعرف بأنها المنطقة ذات القطر الأصغر في القناة وتعتبر النهاية المثالية لإجراءات التحضير والحشو .(Cohen S, 2011)

يتراوح حجم التضيق الذروي من 210 ميكرون للضواحك العلوية وحتى 392 ميكرون للجذر الوحشي للأرحاء السفلية.(Morfis et al., 1994). جدول 36

غالباً ما يؤدي تحطم هذا التضيق نتيجة إجراءات التحضير والحشو إلى حدوث انزعاج تالي للمعالجة بالإضافة لتناقص إنذار الشفاء.

في الواقع فإن وجود التضيق الذروي بشكله النموذجي يعتبر قليلاً ، فبعض الدراسات أثبتت وجوده بشكله النموذجي بأقل من نصف الحالات المدروسة ، ويتناقص وجوده النموذجي بشكل خاص في حالات الآفات الذروية وخاصة المترافقة منها مع الامتصاص الذروي.

قد تكون نهاية القناة الجذرية مخروطية بدون وجود تضيق ذروي ، وقد تكون الجدران متوازية فيما بينها ، وقد يوجد عدة تضيقات جذرية.(Sidow et al., 2000)

6-3-2- الملتقى الملاطي العاجي : (Cementodentinal Junction CDJ)

وهي مصطلح نسيجي يشير إلى التقاء النسج اللبية مع النسج حول الذروية وتوافق التقاء العاج مع الملاط ، وخلافاً لما هو سائد فإن هذه المنطقة لا تتوافق بالضرورة مع التضيق الذروي ، وغالباً ما تقع على بعد 1 ملم من الثقبة الذروية.(Cohen S, 2011)

6-3-3- الثقبة الذروية : (Apical Foramen AF)

أو القطر الكبير للقناة ،غالباً ما تكون بشكلٍ مستدير تشبه فوهة البركان يتـــراوح قطرها بين 520 ميكرون في الأعمار الفتية وتصل حتى 680 ميكرون عند البـــالغين أي ما يماثل تقريباً قياس المبردين 50 و 60 على التوالي.

تتراوح المسافة بين الثقبة الذروية والتضيق الذروي من 0.5 الى 1.5 ملـــم ، ولا تتوضع الثقبة الذروية عادة في نهاية الجذر التشريحية وإنما تقع على بعد يتراوح من 0.5 حتى 3 ملم ، ودراسات أخرى وجدت أن الثقبة الذروية تتوافق مع نهاية الجذر التشريحية في 17-46%من الحالات.(Cohen S, 2011)

عادةً ما توجد أكثر من ثقبة ذروية رئيسية واحدة في جميع جذور الأسنان باستثناء الجذر الحنكي للأرحاء العلوية والجذرالوحشي للأرحاء السفلية، بالإضافة لوجـــود ثقبـــة ذروية ثانوية أو أكثر والتي تكثر في الضواحك العلوية والسفلية.

تأخذ المسافة بين القطر الصغير والكبير للقنـــاة شـــكلاً قمعيـــاً قاعدتـــه الكبيـــرة باتجاه الرباط.

6-3-4 الطول العامل : (Working Length):

مازال الجدل مستمراً حول المكان المثالي لإنهاء عملية التحضير وبالتالي الحشو.

إن المكان المثالي لإنهاء عملية التحضير القنوي بشكل نظري هو عنـــد التـــضيق الذروي إلا أنه لا يمكن تحديد وجود هذه المنطقة بشكل سريري في جميـــع الحـــالات ، بالإضافة لحالات تغيبها الكثيرة لأسباب عديدة.

لقد كثرت الدراسات التي تتحدث عن المنطقة المثلى لإنهاء عملية التحضير ، فمن الباحثين من كان يوصي بالابتعاد عن الذروة الشعاعية بمقدار 1ملم عند عدم وجود آثـــار لامتصاص عظمي وملاطي ، و1.5 ملم عند وجود امتصاص عظمي فقط ، و2 ملم عند وجود امتصاص عظمي وملاطي.(FS, 1996)

ولكن كان لتطور أجهزة تحديد الذروة الالكترونية وظهور الجيل الثالث والرابع منها أثر كبير في إلغاء كثير من الشك حول المكان الأنسب لإنهاء عملية التحضير القنوي.(Kocak et al., 2013)

لقد أثبتت الدراسات النسيجية أن وضع النسج حول الذروية تكون في أفضل حال عند إنهاء التحضير عند مستوى التضيق الذروي ، وتكون هذه النسج بأسوأ إنذار عند تجاوز التحضير للتضيق الذروي. (Cohen S, 2011).

6-3-5- شكل الأقنية الجذرية :

بالنسبة للمقطع العرضي للأقنية الجذرية يوجد سبعة أشكال رئيسية :

الدائرية (Round) ،البيضوية (Oval)، البيضوية الطولانية (Long Oval)، مسكة البولينغ (Bowling pin)، بشكل حبة الفاصولياء (kidney bean)،الشريطية (Ribbon)، و بشكل الساعة الرملية (hourglass).(Mauger et al., 1998)

ومن المهم معرفة أن شكل المقطع العرضي للقناة يختلف من مستوى لآخر على طول القناة الجذرية ضمن القناة الواحدة.

إحدى الدراسات التي تناولت شكل المقطع العرضي للأقنية الجذرية أثبتت أنه غالباً ما يكون شكل المقطع العرضي للأقنية الجذرية بشكل بيضوي طولاني ، في هذه المقاطع تمتلك الأقنية الجذرية قطرين مختلفين وهما دهليزي لساني وهو القطر الكبير وغالباً ما يعادل ضعفي القطر الصغير في الاتجاه الأنسي الوحشي، وينطبق هذا الكلام على جميع الاقنية المدروسة باستثناء الأقنية الحنكية للارحاء العلوية.(Wu et al., 2000).جدول 37

وبناءً عليه فإن العديد من الدراسات ترى أنه في غاية الصعوبة إن لم يكن مستحيلاً إجراء تنظيف كامل لجدران الأقنية الجذرية بالادوات اللبية لوحدها دون إشراكها بسوائل الإرواء المختلفة ، وخاصة الامتدادات الدهليزية اللسانية لهذه الأقنية حيث تعمل أدوات التحضير على خلق مجرى دائري داخل الأقنية تاركة هذه الامتدادات غير محضرة

ومملـــوءة بـــالبرادة العاجيـــة وطبقـــة اللطاخـــة بـــل وحتـــى بالبقايـــا اللبيـــة. (Wu and Wesselink, 2001).(Rodig et al., 2002)..الشكل 9

وقد أكدت دراسات أخرى ان 35 % أو أكثر من جدران الأقنية الجذريـــة بقيـــت دون تحضير عند مقارنة خمسة أنظمة تحضير آلي باستخدام التصوير الطبقي المحوري. (Peters et al., 2001a).(Peters et al., 2003a) الشكل10

ولذلك فقد أكد بعض الباحثين على أن المبرد الأولي المستخدم لتحديد قياس الذروة يعتبر غير دقيقاً ، حيث تبين أنه في 90 % من الحالات كان قطر الأداة الأولية المعتمدة للقياس أصغر من القطر الصغير للقناة ذات الشكل البيضوي .(Wu et al., 2002)

ولذلك اقترح كثير من الباحثين أن يتم التوسيع الذروي لقياسات أكبر من القياســـات المنصوح بها سابقاً لتأمين التنظيف الجيد.

7- شرح لبعض أنظمة التحضير الآلي والمستخدمة في الدراسة:

7-1 : نظام التحضير الآلي : REVO S

قُدّم هذا النظام من قِبل شركة (**Micro-Mega, Besancon, France**) عام **2009** ، ويحتوي على ست مبارد أساسيّة \ ثلاثة مبارد للتشكيل وثلاثة مبارد للإنهاء الذروي .

- **مبارد التشكيل** ***Shaping files***

تتألف من أدوات التنظيف والتشكيل **(Shaper & Cleaner)** وهي SC1 ، SC2 ، SU وهي الأداة العامة **(Universal Shaper)**

ذات حلقات محددة بلون أبيض و أصفر و أحمر ، واستدقاق ثابت (**6 %، 4 %، 6 %**) على التوالي، في حين أنّ القطر الذروي للمبارد موحّد عند النقطة (D^0 : **SC1 = SC2 = SU = 0.25**) ملم (Mallet j.p 2009) .

- **مبارد الإنهاء الذروي** *Apical Finishing Files* :

تتألف من مبارد الانهاء الذروي وهي ثلاثة أدوات **Apical Shaper \ AS 30**، **Apical Shaper \ AS 35**، **Apical Shaper \ AS 40** تمتلك حلقات تحديد ذات لون أزرق و أخضر و أسود على التوالي متوافقةً مع قطر الأداة الذروي الأصغري (D^0: **AS 30 = 0.30** ، **AS 35 = 0.35** ، **AS 40 = 0.40**) ملم واستدقاق ثابت (**6 %**) بين النقطتَين (D^1 - D^5) ، أمّا المسافة بين (D^6 - D^{16}) فهي ذات استدقاق (**0 %**).

تتوفر أدوات النظام بطول (**L = 25 mm**) علماً أنّ طول **SC1** أقصر (**L = 21 mm**) فهي مخصّصة للعمل ضمن الثلثَين التاجيين للقناة .

Shaping file 1 \ **SC1** ••• **(N° 25 \ 0.06)**

Shaping file 2 \ **SC2** ••• **(N° 25 \0.04)**

Shaping file 3 \ **SU** ••• **(N° 25 \ 0.06)**



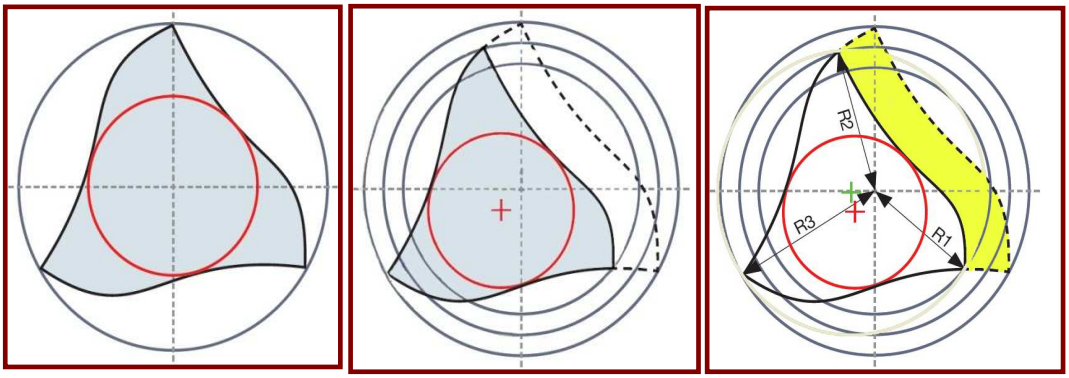
Apical Finish 1 \ **AS30** ••• **(N° 30 \ 0.06)**

Apical Finish 2 \ **AS35** ••• **(N° 35 \ 0.06)**

Apical Finish 3 \ **AS40** ••• **(N° 40 \ 0.06)**



إنّ المقطع العرضي لأدوات **REVO-S™** الحلزوني مثلث الأضلاع (**triple helix**) يؤمّن مرونةً أكبر لأنّه ذو كتلة معدن أقل وبالتالي له القدرة على محاكاة انحناءات الأقنيّة بشكل أفضل ، أمّا التغلّب على ضعف مقاومة الجهود والناتج عن إنقاص كتلة المعدن فهو من خلال عدم تناظر **Asymmetrical** مقطع أداة **REVO-S™** الذي يؤمّن إنقاص جهود الشد و الانحناء من خلال تقليل عدد الحواف القاطعة التي تحتك بالعاج القُنَوي بالوقت نفسه (Weine et al., 1970) ، علماً بأنّ المقطع العرضي لأداة (**SC2**) هو الوحيد المتناظر وهدفه ضمان الحفاظ على الشكل الأصلي للقناة وعدم نقل مكان الثقبة الذروية .الشكل 11 .



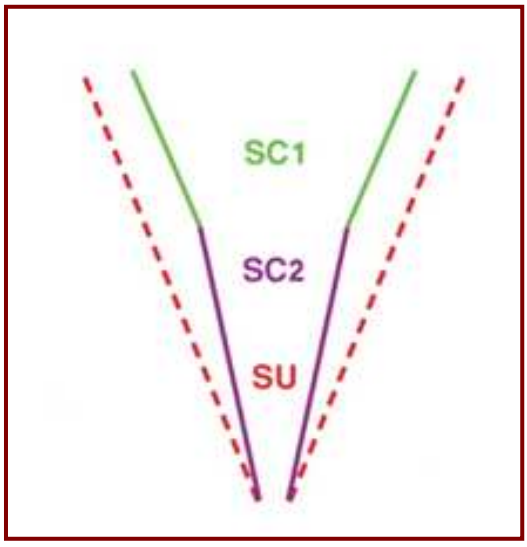
المقطع المتناظر لأداة SC2 مقطع أدوات نظام REVO-S™ عدا SC2 المقطع غير المتناظر لـ REVO-S™

الشكل : 11 –المقطع العرضي لمبارد نظام REVO-S™

يؤمّن المقطع العرضي غير المتناظر لأدوات **REVO-S™** إنقاص الجهود التي تتعرّض لها الأداة بواسطة (**3**)حواف قاطعة للأداة يعمل كلٌّ منها داخل القناة في مستوٍ يختلف عن الآخر كما هو موضّح في [الشكل 11] ، كما أنّ هذا المقطع غير المتناظر يؤمّن تصريفاً أفضل للبُرادة العاجيّة لخارج القناة.

تولّد الحركة الدورانيّة للأداة ذات المقطع غير المتناظر حركةً تشبه حركة الأفعى ***Snake-like Movement*** لتعمل الحافة القاطعة **(R1)** على قطع العاج الجذري **Cutting** أمّا الحافة القاطعة **(R2)** على تصريف البرادة العاجيّة ***Debris elimination*** ، أما الحافة القاطعة الثالثة والأخيرة (**R3**) تعمل على التنظيف النهائي للقناة **Cleaning.**

تجعل الاستدقاقات والمقاطع العرضيّة المتعددّة لأدوات نظام **REVO-S™** لكل أداة وظيفة محددّة داخل القناة فوظيفة المبرد (**SC1**) تحضير الثلث التاجي للقناة ، وتتمثّل وظيفة المبرد **(SC2)** في تحضير الثلث المتوسّط والذروي ، أمّا المبرد **(SU**) فمهمّته إنهاء التحضير الذروي إضافةً إلى دمج التحضير القُنَوي تدريجياً من الثلث االتاجي وحتى الذروة ، في حين تبقى وظيفة مبارد الإنهاء (**AS 30, 35, 40**) التحضير ضمن الثلث الذروي للقناة بما يتناسب مع كل حالة سريريّة على حِدى .الشكل 12 (Mallet j.p 2009)



الشكل : 12 آليّة عمل مبارد نظام REVO-S™

تُستخدم مبارد نظام **REVO-S™** مع قبضة منخفضة السرعة ومحرك كهربائي مع سرعة تتراوح بين (**250 – 400** دورة /د) .

إنّ نظام **REVO-S™** المطّور عن نظام **Hero Shaper®** من شركة **(Micro –Mega)**) يؤمّن المبادئ الخمسة لـ **Schilder** في التحضير القُنَوي بحسب **Câmara** وزملائه (Camara et al., 2008) ليشكّل بذلك أرضيّةً مناسبةً لحشو قُنَوي كتيم طويل الأمد . لقد أعطى استخدام أدوات التحضير الآليّة من النيكل تيتانيوم الأفضليّة لأنظمة الحشو الحراري كأنظمة الكوتابيركا على حامل لـدِن **carrier based gutta-percha** التي تعتمد على الكوتابيركا المُليّنة بالحرارة والمصمّمة لـمُطابقة شكل واستدقاق الأقنيّة المحضّرة بأنظمة التحضير الآليّة الحديثة . (Mallet j.p 2009)

2-7 : نظام التحضير الآلي : LightSpeed LSX™ EndodonticSystem

من انتاج شركة SybronEndo الأمريكية حيث تعتبر أدوات هذا النظام شكلاً معدلا لمبارد U canal mastr حيث كانت تمتلك في البداية مقطعاً عرضياً على شكل U وقد تم تطوير هذا النظام على يد **Wildy**‘ و **Senia** 1989 يعتبر تصميم هذا النظام فريداً بين أنظمة التحضير الآلي حيث تتألف الأداة من حامل**(Shaft)** طويل ورفيع مرن ثابت القطر **(Non Tapered)** ينتهي برأس ذو شفرات قصيرة يتراوح طولها بين 0.25-2.25 ملم حسب قطر الأداة ، وتحتوي رؤوس الشفرات القصيرة لهذه المبارد على ثلاثة مناطق قطرية واسعة ونهايات غير عاملة بالإضافة لثلاثة أخاديد حلزونية الشكل بين هذه المناطق القطرية ، ويمكن التعرف على أدوات هذا النظام باحتواء كل أداة على حلقات تم تخريشها بالليزر لمعرفة الطول دون الحاجة لاستخدام المحددة المطاطية ، وتتوفر بالأحجام القياسية من 20-140 حسب ال **ISO** مع تسعة أحجام وسطية من 22.5 -65 ، وتتوفر الأدوات بالأطوال 21,25,31، ملم وتتراوح السرعة المنصوح بها مع هذه الأدوات بين 1500-2000 دورة/دقيقة. **(Portenier et al., 1998)**.

ان مهمة الأخاديد **(Grooves)** دفع البرادة العاجية بالاتجاه التاجي ، بينما مهمة المناطق القطرية **(Radial Land)** والنهاية غير العاملة إبقاء الأداة بشكل مركزي أثناء دورانها داخل القناة.**(Barbakow, 2004)**.

تتميز هذه الأدوات بكون الحامل(**Shaft**) مرن ورفيع مصنوع من النيكل تيتانيوم وهو غير عامل وثابت القطر ، هذا التصميم يزيد من مرونة الأداة ويسمح لهـا بـالنفوذ (**negotiate**) ضمن انحناء القناة الجذرية.

القبضة و جسم الحامـل (**Shank and Handle**) ، فالقبـضة مـصنوعة مـن الألمنيوم ، وتعتبر نقطة التقاء جسم الحامل(**Shank**) مع الحامل (**Shaft**) هي الحلقـة الأضعف وعندها يحدث انفصال الأداة في معظم حالات انكسار الأداة والذي يعتبر قلـيلاً جداً حيث يكون المبرد مصمم للانكسار على بعد 18 ملم عن الذروة وهي نقطـة التقـاء الحامل مع الجسم مما يساعد على استخراجه بسهولة إذا حدث فعلاً الانكسار .

قدمت هذه الأداة لعمل تحضير دائري بحيث تسبب نقل ذروة أقل و تبقي القناة أكثر مركزية و تخفف من دفع البقايا العاجية نحو الذروة.

وفي عام 2005 تم إجـراء تطـوير علـى هـذا النظـام فتغيـر اسـمه إلـى LightSpeed LSX فتم إلغاء القياسات النـصفية وبالتـالي اختـصار عـدد الأدوات المستخدمة بالإضافة لذلك فقد تم تعديل شكل المقطع العرضي لرأس الأداة ليصبح عبارة عن شفرتين بشكل المجرفة (spade blade) تتوضعان بشكل متعاكس مما يزيد من كفاءة وفعالية التحضير بالإضافة لتزويد الطبيب بإحساس لمسي فريد. الشكل 13

آلية عمل أدوات الـ Light Speed:

ينصح باستخدام قبضة التحضير الآلي (Endo Pal) مع أدوات هذا النظام لأنهـا تؤمن سرعة وعزم ثابتين ، والسرعة المنصوح بها للتحضير 2000 دورة/ دقيقة .

الخطوة الأولى في التحضير بـ Light Speed هو التأكد من نفوذية القناة بوساطة مبرد K 15 وبعد ذلك يتم تأمين مدخل مستقيم الى الثلـث المتوسـط مـن الجـذر (Straight line access) عن طريق سنابل GG بتقنية . Crown Down ، وحديثاً تم تصنيع أداة الـ (CRX) لانجاز تحضير الثلث التاجي.

وبعد ذلك يتم تحديد الطول العامل وفق الطرق المتعارف عليها بواسطة مبـرد K ومن ثم الانتقال الى التحضير الآلي بهذا النظام.

تم وصف ثلاثة طرق منهجية متبعة في أسلوب التحضير وهي :

1- طريقة Zurich **(Zurich LightSpeed technique)**

2- طريقة العمل الخاصة بالشركة المنتجة **(Manufacturers recommended LightSpeed technique)**

3- الطريقة الهجينة بمشاركة أنظمة التحضير الآلية التقليدية **(LightSpeed technique combined with taper technique)**

أهم ما يميز هذا النظام هو المصطلحات التالية :

1-أداة التحضير الأولية **(IAR)(''initial apical rotary'')**

وهي أول أداة يتم العمل بها بشكل آلي بهذا النظام حتى الطول العامل.

2-أداة التحضير الرئيسية **(MAR) (''master apical rotary'')**

وهي آخر أداة يتم بها التوسيع الذروي النهائي ، وهي أكبر من الأداة الأولى بـ 6-12 قياس وعادة ما يتم تحديدها بقاعدة 12 نقرة (''pecks'' 12) أي الأداة التي تحتاج لتطبيق 12 نقرة متتالية لتصل للطول العامل.

3-أداة التحضير النهائية **(FR) (''final rotary'')**

وهي آخر أداة من النظام تستخدم لإنهاء التحضير الراجع في الثلث المتوسط للقناة **(Step Back)** ، ويتم ذلك بانجاز التحضير بتراجع 1 ملم بالتناوب مع كل قياس.**(Barbakow, 2004)**

تحديد حجم التحضير الذروي : (Determine the size of apical preparation:)

ما زال ومنذ زمن بعيد حجم التحضير الذروي موضع خلاف وجدل فهناك من الباحثين من يؤيد الاكتفاء بحجم تحضير قليل نسبياً وهناك من يدعو إلى عدم الاكتفاء بالقياسات التقليدية لإنهاء التحضير الذروي.

والسؤال المنطقي الذي يجب طرحه في هذا السياق : هل من الضروري تكبير حجم التحضير الذروي ! ، تشير الأبحاث إلى أن تكبير حجم التحضير الذروي يساهم في

إزالة عدد أكبر من الجراثيم والمكروبات في المنطقة الذروية **(Card et al., 2002)** بالإضافة لذلك فإن تكبير حجم التحضير الذروي يخلق فراغاً أكبر مما يسمح لرأس ابرة الغسيل و لسوائل الإرواء بالوصول لمنطقة الثلث الذروي بفعالية. **(Khademi et al., 2006).(Peters and Barbakow, 2000)**

إن مؤيدي التوسيع الذروي لقياسات كبيرة يرون أن هذا التوسيع هو الضمان لتأمين التنظيف الكامل في المنطقة الذروية **(Senia, 2004)**

حيث أن من أهم أسباب فشل المعالجة اللبية عدم التحضير الكافي وخاصة لمنطقة الثلث الذروي من الجذر .**(Wu et al., 2000)**

على أية حال اذا ماكانت الإزالة الميكانيكية الكيميائية للمكروبات هو الهدف الأساسي للمعالجة اللبية ، فإن زيادة حجم التحضير الذروي لقياسات أكبر من حجم القناة الأساسي يجب أن يكون هو الهدف من تحضير الأقية الجذرية ، ولتوضيح هذه الملاحظة فقد أشارت بعض الدراسات الى أن 95% من الأقنية الأنسية للأرحاء تتطلب تحضيراً ذروياً لقياس 50 على الأقل لضمان جودة التنظيف في المنطقة الذروية. **(Kerekes and Tronstad, 1977).**

إن التحضير الصحيح لقناة الجذر يجب أن يتم بتماس أدوات التحضير القنوي مع كامل جدران القناة لتحقيق التنظيف المطلوب ، وبعبارة أخرى يستند أساس التحضير القنوي الناجح على التحضير الكامل على مستوى الطول العامل وعلى مستوى كامل عرض القناة في جميع المستويات (العرض العامل)**(Worrking Width)**.

فقد أشارت دراسات عديدية معتمدة على تقنية التصوير المقطعي المحوسب أن حوالي 40% من جدران القناة الجذرية بقيت دون تماس مع أدوات التحضير المستخدمة وذلك بالمقارنة بين عدة أنظمة تحضير آلية ويدوية.**(Peters et al., 2000).** **(Vaudt J, 2007).(Peters et al., 2001b).**

هذه الأبحاث التي تدعم تكبير التوسيع الذروي ترى أنه من الممكن إجراء التوسيع الذروي لقياسات كبيرة دون إحداث أي ضرر أو تحضير زائد غير ضروري لعاج القناة الجذرية في المناطق الأخرى من القناة الجذرية وذلك بسبب التصميم الفريد لهذا النظام.

حيث أن هذا التصميم للساق يسمح بتأمين أعلى مرونة ممكنة لهذه الأدوات بالإضافة لقدرة هذه الأدوات على المحافظة على مركزية القناة وحتى عند التوسيع لقياسات كبيرة نسبياً كما في الجذور الأنسية للأرحاء السفلية. **(Portenier et al., 1998)**.

أما أنصار التحضير الذروي المحافظ يرون أن التحضير الواسع لأقنية الجذور سيؤدي الى مزيد من اختلاطات التحضير على المستوى الذروي وخاصة في الأقنية المنحنية **(Schäfer E, 2006)**.

بالإضافة لذلك فإن الأقنية ذات المقطع غير المنتظم أو البيضوية الشكل يمكن أن تسبب تحدياً معتبراً أثناء التحضير حيث أن المقطع البيضوي يحتوي على بعدين على شكل قطر كبير وقطر صغير وهذا ما يجعل من عملية التحضير مشكلة لأننا عندما نقوم بالتحضير ولقياسات كبيرة تصل لحجم القطر الكبير فهذا يعني أننا سنقوم بقطع كمية كبيرة من العاج في منطقة القطر الصغير للقناة مما يؤدي في كثير من الحالات لإحداث انثقاب أو نقل ذروة أو حتى تهشم الذروة. **(Gani and Visvisian, 1999)** . **(Dummer et al., 1984)**

وهنا سيكون لدينا أحد خيارين :

إما أن نقوم بتحضير عادي للوصول لحجم أكبر بقليل من القطر الصغير للقناة مما يعني أننا تركنا بقايا اللب دون تنظيف في منطقة القطر الكبير لقناة الجذر وقد يؤدي ذلك مستقبلاً لنشاط الجراثيم وفشل علاجي لاحق.**(De-Deus et al., 2010a)** الشكل 14

أو أن نقوم بتحضير واسع مع قطع كمية كبيرة من عاج الجذر مع تعريض الجذر لحدوث انثقاب أو اختلاط آخر بسبب التحضير الجائر لقناة الجذر.

- إن المقطع العرضي البيضوي للأقنية الجذرية وما يسببه من تحدي كبير لإنجاز عملية التحضير القنوي بشكل متوازن على جميع الجدران ، دفع الباحثين لتطوير النظام المبتكر (Self-Adjusting File) والذي يندرج لوحده ضمن قائمة أدوات التحضير الآلي ثلاثية الأبعاد.

فهو عبارة عن شبكة شعرية دقيقة مجوفة من النيكل تيتانيوم اسطوانية الشكل ذات سطح كاشط وتكون مجوفة لتسمح لسائل الإرواء بالمرور داخلها أثناء التحضير ، يتم العمل به بواسطة قبضة خاصة من شركة **KaVo** ذات حركة تذبذبية عمودية بمجال 0.4 ملم و5000حركة في الدقيقة.**(Metzger et al., 2010a)**

يتلخص مبدأعمل هذا النظام بقدرته المبتكرة على أخذ شكل القناة الجذرية والانطباق عليها بشكل كامل ثلاثي الأبعاد ليس فقط بالاتجاه العمودي بل وأيضاً بالاتجاه العرضي وبالتالي فهو يقوم بالتحضير من جميع الجدران وبجميع التجاهات بشكل متوازن ، والنتيجة المحافظة على شكل القناة قبل التحضير .**(de Melo Ribeiro et al., 2013, Metzger et al., 2010b)**

وبالرغم من قدرة هذا النظام الفريدة على موافقة الشكل التشريحي للأقنية الجذرية ،إلا أن الأقنية الجذرية ذات المقطع العرضي البيضوي الطولاني أو الشريطي مازالت تشكل تحدياً أمام أي تقنية من تقنيات تحضير الأقنية الجذرية **(Versiani, 2013) (Paranjpe et al., 2012)** الشكل 15-16

3-7 : نظام التحضير الآلي Safesider:

يتألف هذا النظام من 8 موسعات من الفولاذ اللاصدئ والمعالج بطريقة خاصة لإكسابه المزيد من المرونة مشطوبة طولياً باستثناء الموسعة رقم 0.08 و 0.10 لم يتم شطبها طولياً لتفادي ضعفها، تتطابق قياساتها مع قياسات المنظمة الدولية للقياسات **(ISO)** وتتراوح من 0.08 (الرمادي) وحتى القياس 40(الاسود) ، وهي ذات استدقاق **(Taper)** ثابت يبلغ 2% .

بالإضافة لثلاثة موسعات تمتلك نفس التصميم ولكن مصنوعة من النيكل تيتانيوم قيساتها على التوالي :

0.04/30 – 0.06/25 – 0.08/25 حيث يشير الرقم الاول لقطر الرأس في النقطة **D0** ويشير الرقم الثاني لاستدقاق الأداة **(Taper)** وهو استدقاق ثابت على كامل طول الأداة.

يتم العمل بموسعات هذا النظام بواسطة قبضة خاصة من انتاج شركة **(EDS)** الأمريكية والتي تتميز بتخفيض السرعة بمقدار ¼ وتكون الحركة بشكل نوساني أو تبادلي **(Reciprocating)** وبزاوية مقدارها 30 درجة مع وعكس عقارب الساعة والسرعة المنصوحة للعمل من 1000−2000 دورة/دقيقة .

إذاً يتميز نظام ال **Safsider** بأنه واحد من الأنظمة القليلة والتي تعمل بأسلوب الحركة التبادلية **(Reciprocating Motion)** بالمستوى الأفقي بزاوية 30 درجة.

إن هذه الزاوية القليلة للحركة تسمح لموسعات هذا النظام بالعمل داخل الأقنية الجذرية بأسلوب مشابه للأسلوب اليدوي بتقنية **(Watch Winding)** وبالتالي تتمكن من اختراق الأقنية الضيقة والمنحنية مهما كانت درجة الانحناء **(Negotiation)** وخاصة أن موسعاته قابلة للانحناء سلفاً مما يسهل من عملها داخل الأقنية المنحنية وتجاوز الإعاقات الموجودة مثل الدرجات.

- كما أن هذه الزاوية القليلة للحركة تزيد من أمان الموسعات للكسر داخل القناة الجذرية حيث أن الإجهادات الدورانية **(Cyclic Fatigue)** تكون شبه معدومه في هذا النوع من الحركة لأن الأداة لا تدور دورة كاملة داخل القناة وبالتالي لا تشتبك حلزنات الأداة بجدران القناة المنحنية بشكل كبير اثناء التحضير وبالتالي لا ينتج عن ذلك منطقة توتر **(tensile)**على السطح الخارجي للأداة في منطقة الانحناء ، وأيضاً لا ينتج منطقة انضغاط **(compressive)** في السطح الداخلي للأداة بمنطقة الانحناء ، وبالتالي فإن حدوث الكسر يعتبر أمراً نادراً في موسعات هذا النظام عند التزام التعليمات العملية **(Musikant, 2009) .(De-Deus et al., 2010b)**

يعتبر الكسر المفاجئ لأدوات النيكل تيتانيوم الدوارة وبعض أخطاء التحضير التي لم تتمكن هذه الأنظمة من التغلب عليها الدافع الرئيسي للباحثين للتفكير بأسلوب مختلف فيما يتعلق بالتحضير الآلي للأقنية الجذرية ، حيث قام الباحث **Riitano** عام 2005 بتطوير أول نظام تحضير آلي في العصر الحديث يعتمد على التحضير الهجين باستخدام مبارد الفولاذ اللاصدئ لتحضير الثلثين التاجي والمتوسط وأيضاً موسعات النيكل تيتانيوم

لإنهاء التحضير الذروي **(Riitano, 2005)**، وقد قامت شركة(**Ultradent**) الأمريكية بتبني هذا النظام وتم تسويقه تحت اسم **(Anatomical Endodontic Technology) (AET) Endo _ Eze AET System**

حيث يتم العمل بواسطة قبضة خاصة تسمى M4 وهي تعمل بحركة تبادلية (Reciprocating Motion) بزاوية أفقية مقدارها 30 درجة مع تخفيض للسرعة بمقدار الربع ، ومن تسمية هذا النظام نستدل على أنه مصمم لتوسع القناة الجذرية وفقاً لشكلها التشريحي وليس وفقاً لشكل الأداة كما هو الحال في الأنظمة الدوارة التقليدية. (Grande NM, 2007)

حيث تسمح هذه الحركة بإجراء توسيع محيطي يشمل كامل الجدران الداخلية للقناة الجذرية حتى ذات المقطع البيضوي، مما ينتج عنه توسيع متكافئ لجميع الجدران بجميع الاتجاهات وبالتالي المحافظة على مركزية القناة بشكل جيد.(Riitano, 2005)-

إلا أن بعض الدراسات والأبحاث التي اختبرت جودة التحضير بهذا النظام والأخطاء الناتجة عن التحضير به قد توصلت إلى أن هذا النظام يستطيع تحقيق تنظيف جيد لجدران القناة بالمقارنة مع غيره من الأنظمة التقليدية (Zmener et al., 2005) إلا أنه تسبب في حدوث استقامة للقناة و انحرافاً أكثر عن مركزية القناة (Nordmeyer et al., 2011) (Taha et al., 2010).

وعليه فقد قام عدد من الباحثين بمحاولة تغيير تصميم الأداة مع المحافظة على مبدأالحركة التبادلية ، حيث قدّم الباحث **Barry Musikant** تصميم فريد ومبتكر للأدوات فقام بتطوير نظام **Safesider** ، فقام بإجراء شطب طولي للأداة يتناول الطول العامل بكامله بحوالي الثلث فأصبح المقطع العرضي للأداة بشكل حرف **D** .

تتميز هذه الأداة بعدة مزايا يمكن تلخيصها بما يلي :

1- الأداة عبارة عن موسعة وليس مبرد ، فبحسب الدراسات فإن الموسعة Reamer ذات المقطع العرضي المثلثي تعتبر أكثر فعالية في تحضير الأقنية الجذرية من المبارد File ذات المقطع العرضي المربع أو المعين (Camps and Pertot, 1995a).

2-عند المقارنة بين الموسعة والمبرد في المقطع العرضي نجد أن الموسعة أقل تماساً مع جدران القناة من المبرد بسبب المقطع العرضي، وبالتالي فإن خطر الانحشار داخل العاج الجذري أثناء التحضير أقل من المبرد.

3-الموسعة تحتوي عدد أقل من الحلزنات flutes على كامل الطول العامل من المبرد ، هذا يعني أن اتجاه الحلزنات يكون أقرب للعمودي في الموسعة وبالتالي فإن هذه الحلزنات تقوم بقطع العاج وليس الانحشار ضمنه أثناء استخدامها بالحركة الدورانية الكاملة أو التبادلية ، في حين أن حلزنات المبرد تتجه بشكل افقي تقريباً ولذلك فهي تميل للانحشار engaging ضمن العاج أكثر من ميلها لقطعه.

4-يكون المقطع العرضي لموسعات الSafesider عبارة عن مثلث متساوي الأضلاع تم شطره بمقار الثلث من إحدى الزوايا **(flat sided (relieved) reamer)**، مما ينتج عنه مقطع عرضي فريد للأداة يفيد في :

-تخفيف كتلة المعدن وبالتالي زيادة مرونة الأدوات مما يمكنها من تحضير الأقنية المنحنية بدرجات مختلفة ، دون التأثير على متانة الأداة مقاومتها للكسر.

-يفيد المقطع العرضي للأداة بتسهيل وصول الموسعة للثلث الذروي للقناة بسبب تخفيف الاحتكاك مع جدران القناة وبالتالي مقاومة أقل .(Musikant et al., 2004)

-ينتج عن الشطب حواف ازميلية **(chisel edge)** تتوضع بشكل عمودين متوازيين تقوم بتسهيل عملية قطع العاج أثناء العمل بالحركة التبادلية مع وعكس عقارب الساعة (Wan et al., 2010)

-يؤمن مكان الشطب مسافة جيدة لاستيعاب البرادة العاجية الناتجة عن تحضير القناة، حيث تقوم هذه البرادة بملئ الفراغات بين الحلزنات في المبارد والموسعات التقليدية.

-تعتبر موسعات هذا النظام مقاومة للكسر بشكل كبير حيث إن الإجهادات الدورانية **(Cyclic Fatigue)** تكون شبه معدومة في هذا النوع من الحركة **(Wan et al., 2011)**

إن هذه الميزات دعت لتسمية هذا النظام ب **Stress Free Endodontics** أي نظام التحضير الآلي الخالي من الإجهادات.**(Musikant, 2008)**.

تعتبر الذاكرة الشكلية **(Shape memory)** لمبارد النيكل تيتانيوم عند استخدامها بالحركة الدورانية نقطة سلبية، حيث إن الإجهادات الكامنة داخل الأداة والتي تحاول إعادة الأداة إلى شكلها واستقامتها الأصلية ، هذه الإجهادات تقوم بتشويه القناة في منطقة الانحناء بسبب ميلها للاستقامة وبالتالي تحضير الجدار الخارجي للانحناء والتسبب بحدوث نقل الذروة، وتزداد هذه السلبية بازدياد انحناء القناة الجذرية وأيضاً بازدياد حجم الأدوات.الشكل17

إن مبارد الفولاذ اللاصدئ (Stainless Steel) أقل مرونة من مبارد النيكل تيتانيوم ، ولذلك فإن هذه المبارد ستشوه القناة بشكل أكبر عند استخدامها بالحركة الدورانية.

ولكن يعتبر ضعف امتلاكها للذاكرة الشكلية ، ومحافظتها على الشكل الجديد المعطى لها عند حنيها ، وعند استخدامها بالحركة التبادلية **(Reciprocating)** ، هذه العوامل تعتبر نقاط إيجابية لإنجاز تحضير الأقنية المنحنية بأقل ضرر ممكن من ناحية تشويه القناة ونقل الذروة **(Musikant B, 2008)**.

تزداد قساوة أدوات النيكل تيتانيوم التقليدية كلما كبر حجمها ،وعليه فإن القياسات الكبيرة تميل لإحداث نقل لذروة القناة وأحياناً قد تتسبب بإحداث انثقاب شريطي **(Strip Perforation)** حيث تكون القوى الجانبية المتولدة عن الأداة غير متوازنة **(Peters and Paque, 2010)**

وحديثاً قام بعض الباحثين بالتفكير حول تطوير طريقة للاستفادة من المرونة العالية لمبارد النيكل تيتانيوم وبنفس الوقت التخلص من سلبية الذاكرة الشكلية **(Shape Memory)**، فقام الباحث **Caicedo** بتطوير نظام التحضير الآلي **HyFlex®** والذي قامت شركة **Coltene** بتبنيه وإنتاجه ، وهوأول نظام عالمي من النيكل تيتانيوم بنسب خاصة تم تصنيعه من سلك خاص ومبتكر بعد تعريضه لمعالجة

ميكانيكيـــة حراريـــة ، تتمثـــل مبـــارده بالـــذاكرة الـــشكلية المـــضبوطة **((controlled memory (CM)** حيث يعتبر أكثر مقاومـــة للإجهـــادات الدورانيـــة **(cyclical fatigue)** من مبارد النيكل تيتانيوم التقليدية وبالتالي يعتبـــر أكثـــر مقاومـــة للكسر من المبارد التقليدية ، بالإضافة للمرونة العالية التي يتمتع بها هذا النظام وهذا يعني قدرته على تحقيق انطباقاً جيداً على جدران القناة الجذرية ، بالإضافة لكون القوى الجانبية المتولدة عن الأداة متوازنة.**(Shen et al., 2011) (Shen et al., 2013)**

تكمن الإبداعية في تصمصم مبارد هذا النظام في امتلاكها مرونة عالية جـــداً دون أن تتصف بميزة ذاكرة الشكل **(Shape Memory)** الموجودة في مبارد النيكل تيتانيوم التقليدية ، وهذا يعني إمكانية إجراء حني مسبق لهذه الأدوات قبل إدخالها للقناة الجذريـــة تماماً مثل مبارد الفولاذ اللاصدئ.**(Caicedo, 2011)**

ويكمن السر أيضاً في مقاومتها للكسر بتباعد حلزناتها **(Flutes)** عن بعضها عند مواجهتها لاحتكاك شديد داخل القناة ، وتعود هذه الأداة إلى شكلها الأصلي بعـــد التعقـــيم بالحرارة الرطبة.

وكخلاصة نستطيع القول أن صفة الذاكرة الشكلية لأدوات النيكل تيتانيوم لـــم تعـــد ميزة في نظر عدد من الباحثين وبدأ الجيل الأحدث من هذه المبارد بالظهور ولكنه مازال بحاجة لإجراء المزيد من الأبحاث لاختباره.الشكل18

8- التصوير الطبقي المحوري وتطبيقاته في طب الأسنان:

- تم تطوير تقنية التصوير الطبقي المحوري من قبل السيد **Godfrey** عام 1967 ومن تلك اللحظة بدأ التطور التدريجي للأجيال الخمسة اللاحقة .

لقد دخل التصوير الطبقي المحوري C.T.Scan من بابه الواسع إلى الحقل الطبي وألقى بظلاله على الكثير من الاختصاصات فكان لطب الأسنان نصيباً وافراً منه.

ومع تطور تقنيات هذا التصوير أصبح بالإمكان الحصول على مقاطع بسماكة 0.4 ملم وبدقة عالية محلِّلةً بذلك الكمية والنوعية للعضو المراد تصويره (أسنان ــ عظم الفكين ــ الزرعات ...).

تستلزم الصور المقطعية المحوسبة تعريض المريض لجرعة شعاعية كبيرة بالتصوير النمطي للفك العلوي و السفلي تعادل 2.00 ميلليسيفرت (mSv) أو بقدر 34 صورة بانورامية. من ناحية أخرى فإن صور ال CBCT ذات الـ FOV الكبير ستقوم بتصوير نفس المنطقة بـ 0.068 إلى 1.073 ميلليسيفرت أو ما يعادل 3 إلى 44 صورة بانورامية. (Swain and Xue, 2009).

8-1. التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية في الممارسات اللبية: Cone Beam Ct Scan in Endodontics

إن الـCBCT او التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية تسمح للأطباء برؤية السن و البنى التشريحية من خلال شرائح رقيقة بالمستويات التشريحية الثلاث: المحوري، السهمي، التاجي. هذه الميزة لوحدها تسمح بإظهار الآفات المرضية الذروية ومورفولوجية الجذر التي كانت مستحيلة سابقاً.

تم تطوير هذه الأجهزة للاستخدام في طب الأسنان عام 1998. (Mozzo et al., 1998)

وذلك للتغلب على بعض أوجه القصور في أجهزة التصوير المقطعي المحوسب الأخرى التقليدية.

تنتج هذه الأجهزة إشعاعاً مركزاً أكثر وأقل تبعثراً من أجهزة التصوير المقطعي التقليدية ، وهذا ما يزيد من استغلال الحزمة الشعاعية وينقص بالتالي من زيادة الطاقة الإشعاعية لإجراء المسح الحجمي، وتتراوح النسبة الإجمالية لكمية الأشعة المطلوبة بحوالي 20 % من أجهزة التصوير المقطعي التقليدية.

إن وحدة الحجم في الصورة المقطعية تتكون من منظومة ثلاثية الأبعاد لعناصر الصورة وتسمى الفوكسل Voxel وهي تماثل البكسل Pixel في الصورة الرقمية ثنائية الأبعاد، حيث يتميز الفوكسل بعرض وارتفاع وعمق فهو مكعب متساوي الأبعاد. (Kau C H 2011)

يتلخص عمل هذه الأجهزة بإشعاع مخروطي يتم استقباله من قبل حساس (Detector) ، حيث يدور الرأس دورة كاملة 360 درجة وفي بعض الأجهزة نصف دورة 180 درجة حول الجسم المراد تصويره، مما يؤدي إلى إنتاج كمية كبيرة من الصور ثنائية الأبعاد (2D) ثم يتم بناء صورة ثلاثية الأبعاد تماثل الجسم الأصلي بالاعتماد على هذه الصور ثنائية الأبعاد وذلك باستخدام خوارزمية رياضية تم تطويرها من قبل Feldkamp وزملائه بواسطة برامج حاسوبية متطورة .(Alshehri, 2011)

وتشمل تطبيقات التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية (CBCT) عدة مجالات في طب الأسنان كالتشخيص والمعالجة والمتابعة (المراقبة). (Patel et al., 2010).

قام الباحث Alshehri وزملاؤه بمراجعة المقالات التي تتحدث عن تطبيقات (CBCT) في طب الأسنان من تاريخ 1 كانون الثاني 1998 وحتى تاريخ 15 تموز 2010 ، وذلك باستخدام الكلمات المفتاحية (Cone Beam Coputerized tomography in dentistry) ومحرك البحث الطبي (Pupmed) وكانت النتيجة كالتالي :

أظهر البحث 130 مقالة فيما يتعلق بتطبيقات الـ (CBCT) في مجال طب الأسنان وكانت النسبة المئوية لتوزع هذه المقالات كالتالي:

27.7 % فيما يتعلق بتطبيقات (CBCT) في الجراحة الفكية الوجهية

25.4% تطبيقات الـ(CBCT) في مجال مداواة الأسنان اللبية، أي ما يعادل 33 مقالة من هذه المقالات.

16.9% تطبيقات الـ (CBCT) في مجال زرع الأسنان

11.5% تطبيقات الـ(CBCT) في مجال التقويم

7.7% تطبيقات الـ(CBCT) في مجال طب الأسنان العام

6.2% تطبيقات الـ(CBCT) في مجال المفصل الفكي الصدغي

3.8% تطبيقات الـ(CBCT) في مجال المعالجات اللثوية

0.8 تطبيقات الـ(CBCT) في مجال الطب الشرعي. (Alshehri, 2011)

8-2- تطبيقات الـ(CBCT) في مجال مداواة الأسنان اللبية (Endodontics):

تشمل هذه التطبيقات مجالات كثيرة في حقل مداواة الأسنان اللبية نذكر منها :

1- تستخدم هذه التقنية لتشخيص الآفات الذروية حيث بينت الدراسات قدرة هذه الأجهزة على التشخيص المبكر في المراحل الأولى لتشكل الآفة الذروية عندما تكون في العظم الاسفنجي فقط وقبل أن تصل للعظم القشري (Cotton et al., 2007). (de Paula-Silva et al., 2009)، بالإضافة لقدرة هذه التقنية على التمييز بين نوع الآفة الذروية من خلال قياس كثافة الآفة .(Simon et al., 2006). (Patel, 2009).

2-تعتبر هذه التقنية أميز من طرق التصوير الشعاعي الرقمي في التشخيص المبكر لحالات كسور الجذر العمودية أو الأفقية (Ozer, 2010).(Kamburoglu et al., 2009)، بالإضافة لقدرتها على تحديد اتجاه الكسر الدهليزي اللساني أم الأنسي الوحشي وأيضاً عمق الكسر ضمن العاج الجذري.(Tetradis et al., 2010).

3-تستطيع هذه التقنية تشخيص الحالات المبكرة من الامتصاص الجذري سواءً الداخلي أم الخارجي (Kamburoglu et al., 2009)، وأيضاً تحديد جهة وامتداد المتصاص بدقة عالية (Liedke et al., 2009).

4- تقييم الشكل التشريحي للأقنية الجذرية بشكل دقيقي و ثلاثي الأبعاد ، تقييم عدد ووضع الجذور والأقنية الرئيسية والثانوية والانحناءات الموجودة (Michetti et al., 2010)، (Rouas et al., 2007) ، حيث قام العديد من الباحثين باستخدام Micro–C.T. لدراسة شكل البنية الداخلية للسن كشكل الحجرة اللبية والأقنية الجذرية وتحليلها الكمي والنوعي.

بالإضافة لتمييز الحالات اللبية المعقدة من الناحية التشريحية والتنبؤ بإنذار هذه الحالات قبل المباشرة بالمعالجة (Patel et al., 2007).

5- تعتبر هذه التقنية أداةً تشخيصيةً مهمةً في تقييم البنى التشريحية المجاورة للسن المراد التداخل عليه جراحياً (Kim et al., 2010).(Suebnukarn et al., 2012)

6- تعتبر هذه التقنية المؤشر الأفضل لتقييم تحضير وحشو الأقنية الجذرية بعدة أنظمة(Moinzadeh and De Bruyne, 2010) (Zarei et al., 2011).

بقي أن نذكر أنه لا ينبغي للممارس اللجوء مباشرة لهذه التقنية من التشخيص بشكل روتيني وإنما يمكن اعتبارها كأداة تشخيصية مهمة في الحالات المعقدة والتي لا يستطيع الممارس فيها من الاعتماد على تقنيات التصوير الأخرى لوضع التشخيص النهائي.

وتكمن إحدى سلبيات هذه التقنية بتبعثر الأشعة وبالتالي تشوه الصورة في حال وجود ترميمات معدنية مجاورة لمنطقة التصوير (Estrela et al., 2008)، ولكن الأجهزة الحديثة استطاعت تجاوز هذه المشكلة من خلال إنقاص كمية الأشعة وزيادة الدقة المكانية عن طريق تصغير حجم الفوكسيل لمستويات قياسية تصل أبعاده فيها حتى 40 ميكرون(Maret et al., 2012).

ومع ازدياد التطور ظهر ما يدعى بالتصوير الطبقي المحوري السني الميكروني (Micro Dental C.T. scan) بدقة أعلى بلغت سماكة مقاطعها 0.025ملم

تكمن الفوارق الجوهرية بين التصوير الطبقي المحوري التقليدي (Conventional CT) وبين التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية (CBCT) بما يلي:

1- الجرعة الإشعاعية أقل بشكل معتبر في أجهزة الـ (CBCT) منها في أجهزة الـ(CT) التقليدية ، حيث إن شدة التيار المطلوب تزداد من 1-8 ميلي أمبير في الـ(CBCT) إلى حوالي 200 ميلي أمبير في أجهزة الـ(CT).

2- الدقة المكانية (Spatial Resolution) أعلى بشكل ملحوظ في أجهزة الـ (CBCT) بسبب صغر حجم الفوكسل.

3- تبعثر الأشعة وبالتالي تشوه الصورة أقل في أجهزة ال(CBCT) منها في أجهزة الـ(CT).

4- تعتبر أجهزة الـ(CBCT) أقل كلفة وأصغر بالحجم من أجهزة الـ(CT)التقليدية، لذلك يمكن استخدامها في المراكز السنية بشكل مريح (Kau C H 2011).

تتمتع عموماً أجهزة الـ (CBCT) بأربع أحجام من حقل التصوير المتاح (Field of view)

1-(FOV) أقل من 8 سم للمنطقة السنية السنخية ، ويستخدم لتصوير منطقة من الفك

2-(FOV) بين 8-15 سم لتصوير كامل الفك العلوي أو السفلي

3-(FOV) بين 15-21 سم لتصوير الفكين والجمجمة

4-(FOV) أكثر من 21 سم لتصوير الرأس والعنق(Kau C H 2011).

وتكمن الاختلافات فيما بين أجهزة الـ(CBCT) بالجرعة الإشعاعية ، الحجم والوزن، الوقت اللازم لإعادة بناء الصورة ثلاثية الأبعاد ، زمن التصوير، البرامج الحاسوبية وحجم الفوكسل.

وفي عام 2008 كان هناك 16 شركة مصنعة لأجهزة ال CBCT حول العالم تقوم بإنتاج حوالي 23 نوع من هذه الأجهزة.

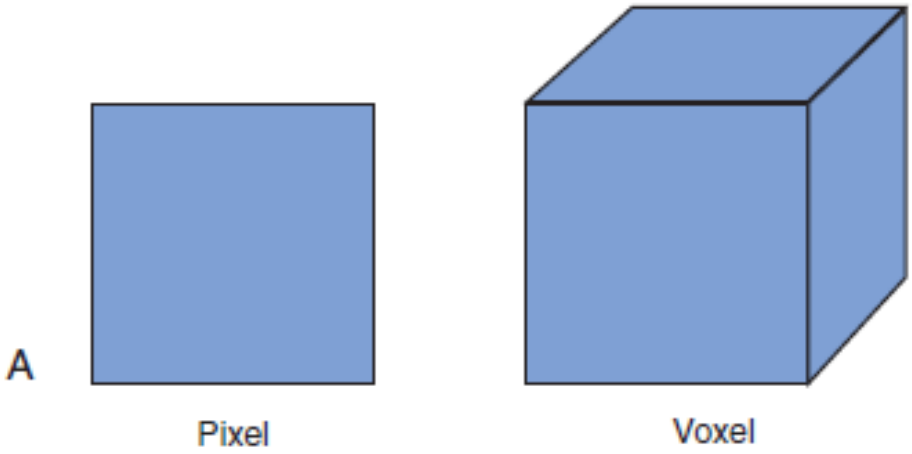
8-3. مبادئ التصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية:

هناك ثلاثة متغيرات للتصوير المقطعي المحوسب ذو الحزمة المخروطية:

1- الفوكسل (العنصر الحجمي) الشكل 19

2- مجال التصوير (FOV)

3-سماكة الشريحة/دقة القياس



الشكل 19 : الفرق بين البكسل و الفوكسل

8-4 : تقييم تحضير الأقنية الجذرية:

يعتبر التحضير الجيد للأقنية الجذرية من أهم العوامل لتأسيس معالجة لبية ناجحة. لكن هذا التحضير يتأثر بشكل كبير بالشكل التشريحي للأقنية الجذرية والذي على الممارس أن يلم به قبل البدء بالعلاج من خلال التصوير الشعاعي (Peters, 2004) .

دُرست التغيرات الحاصلة بعد تحضير الأقنية الجذرية والحجم الجديد لها وانحناؤها وتغير شكلها واستقامتها وتغير مكان الثقبة الذروية أو بقائها في مكانها ومقدار تغير مركزية القناة ،لقد تبين من خلال الدراسة بـ MicroC.T. أن معظم تقنيات التحضير تترك حوالي 35% من سطح الأقنية غير محضَّر واستطاعت إعطاء التفاصيل الدقيقة لآلية عمل كل نظام (يدوي أو آلي) في الأقنية الجذرية. (Swain and Xue, 2009)

قام العالم (Gambill et al., 1996) بوضع معادلة رياضية بسيطة لدراسة تغير أبعاد المقطع العرضي للقناة قبل وبعد التحضير في مستويات مختلفة من القناة ، وتم الاستفادة منها في إنجاز هذا البحث.

حيث درس في مقطع معين الصورة الطبقية المحورية المحوسبة قبل وبعد التحضير وطبق المعادلة التالية: $\frac{a_1 - a_2}{b_1 - b_2}$ حيث:

a_1 : عرض جدار القناة الدهليزي قبل التحضير في سوية هذا المقطع.

a_2 : عرض جدار القناة الدهليزي بعد التحضير في سوية هذا المقطع.

b_1 : عرض جدار القناة اللساني قبل التحضير في سوية هذا المقطع.

b_2 : عرض جدار القناة اللساني بعد التحضير في سوية هذا المقطع.

فإذا كانت نتيجة هذه النسبة تساوي الواحد الصحيح ⇔ حافظ نظام التحضير على مركزية القناة والشكل التشريحي بالاتجاهيين الدهليزي واللساني في سوية هذا المقطع .

وكذلك بالمثل: $\frac{C_1 - C_2}{d_1 - d_2}$ حيث:

c_1: عرض جدار القناة الأنسي قبل التحضير في سوية هذا المقطع.

c_2: عرض جدار القناة الأنسي بعد التحضير في سوية هذا المقطع.

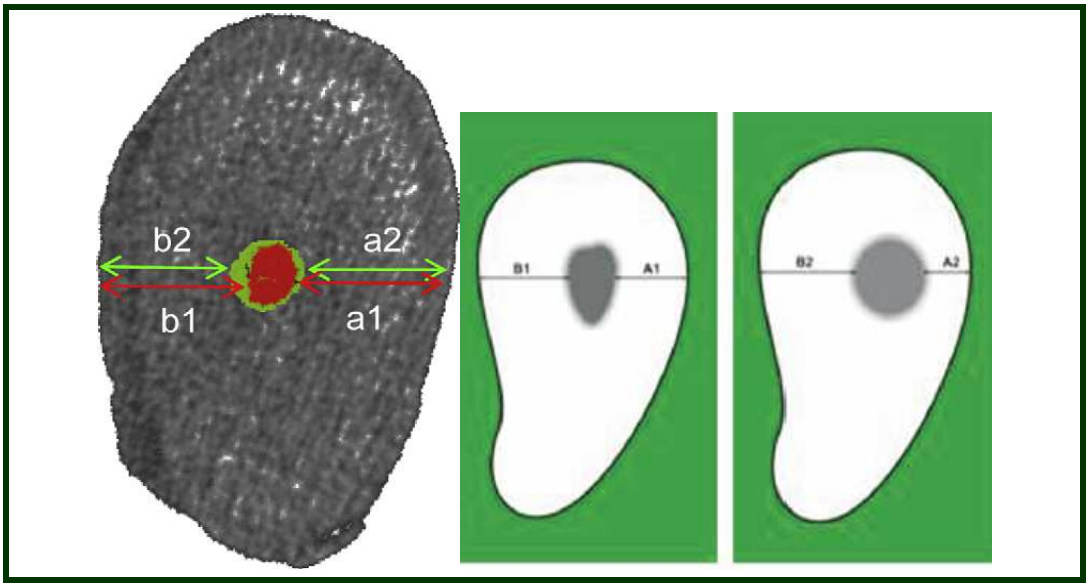
d_1 : عرض جدار القناة الوحشي قبل التحضير في سوية هذا المقطع.

d_2: عرض جدار القناة الوحشي بعد التحضير في سوية هذا المقطع.

وكذلك فإذا كانت نتيجة هذه النسبة تساوي الواحد الصحيح ⇔ حافظ النظام على مركزية القناة والشكل التشريحي بالاتجاهيين الأنسي والوحشي في سوية هذا المقطع.

وإن كان حاصل ضرب نتيجة النسبتين مساوياً الواحد الصحيح ⇔ نكون قد حافظنا على الشكل التشريحي كاملاً للقناة في سوية المقطع المدروس.

إما إذا كانت هذه النسبة أصغر أو أكبر من الواحد ⇔ انحراف عن الشكل التشريحي الأساسي للقناة بواحد من الاتجاهات الأربعة على الأقل. الشكل 20



الشكل :20: القناة قبل وبعد التحضير

وكخلاصة نستطيع أن نستنتج من مراجعة هذه المراجعة النظرية ما يلي :

- يمكن إدراج أنظمة التحضير الآلي تحت ثلاث مجموعات فرعية : وهي:
  - الأنظمة التقليدية الدورانية المصنوعة من النيكل تيتانيوم
  - الأنظمة ذات الحركة التبادلية وتكون إما من النيكل تيتانيوم أو هجينة من الفولاذ اللاصدئ والنيكل تيتانيوم.
  - الأنظمة ذات التحضير ثلاثي الأبعاد وتحوي مثالاً واحداً وهو **Self-Adjusting File**
- تختلف أنظمة التحضير عن بعضها باختلاف تصاميمها ، وكل شركة تدعي الأفضل لنظامها.
- يوجد اختلاف بين الدراسات والأبحاث التي تتناول تقييم جودة تحضير الأقنية الجذرية وحدوث اختلاطات التحضير كنقل الذروة ، وتشكل الدرجة ، وحدوث الانثقابات ، حيث أنه توجد متغيرات يعتبرها كثير من الباحثين ثوابت ضمن دراساتهم ،من وجهة نظري يمكن إسناد هذه الاختلافات إلى:

1- الخطأ البشري أثناء التحضير وإن كان صغيراً جداً ، حيث تختلف النتائج باختلاف نقطة وصول رأس المبرد للتضيق الذروي أو قبله، مما يؤثر إيجاباً أو سلباً على نقل الذروة.

2- وقت التحضير الفعلي للمبرد داخل القناة الجذرية ، حيث يزداد التحضير واختلاطات التحضير بزيادة هذا الزمن غير المذكور أصلاً في الأبحاث.

3- صعوبة بل وأحياناً استحالة توحيد شكل المقطع العرضي للأقنية الجذرية المختبرة ، حيث لا يأتي الحديث حول هذا المتغير وإنما توحيد الأسنان فقط.

4- اختلاف شكل المقطع العرضي للقناة الواحدة من مستوى لآخر وما ينتج عنه من اختلاف ديناميكية عمل أدوات التحضير الآلية في كل مستوى ، بالإضافة لاختلاف قساوة العاج من سن لآخر وبالتالي اختلاف أداء أنظمة التحضير المختلفة.

5- عدم تحري الدقة في الاختلاف في زاوية انحناء أقنية العينة المنتقاة وأيضاً نصف قطر الانحناء، لما في ذلك من تأثير على أداة أنظمة التحضير الآلي.

وهذا ما يفسر حدوث الاختلاف في نتائج الأبحاث التي تختبر نفس الأنظمة وباستخدام الأسنان نفسها ، فيجب توحيد أكبر قدر ممكن من المتغيرات لضمان جودة النتائج.

الباب الثاني

2

المواد والطرائق

Materials and Methods

أولاً: المـــواد Materials

1ــ موسعات آلية من 3 شركات مختلفة:

REVO S (Micro-Mega)

Light speed (SybronEndo)

Safesider (EDS)

كما هو واضح في الأشكال التالية:



الشكل 21- REVO S Rotary kit



الشكل 22: نظام التحضير الآلي Lightspeed



***Safesider instruments kit*: 23 الشكل**

2- جهاز تحضير آلي يستخدم مع موسعات نظام الــ S REVO نوع X-Smart من انتاج شركة .Denntsply Maillefer الشكل 24



الشكل : 24 جهاز التحضير الآلي Xsmart

3- قبضة تحضير آلي خاصة The Endo PAL ^{TM} لموسعات نظام الـــLightspeed يـــتم فيها العمل بسرعة 1500-2000 دورة/دقيقة حسب تعليمات الشركة المنتجة من انتـــاج شركة Discuss Dentalالامريكية.الشكل 25





الشكل 25 : نظام التحضير الآلي *lightspeed*

4- قبضة الحركة التبادلية لموسعات نظام الـ Safesider (Reciprocating movement –Gear reduction 1/4) من انتاج شركة EDS الامريكية.الشكل 26



Safesider handpiece (EDS) : ***الشكل 26***

5- جهاز محرك ميكروموتور كهربائي تركّب عليه قبضة التحضير EDS وذلك بهدف تثبيت سرعة الدوران بـ 2000 دورة/ د. حسب تعليمات الشركة المصنعة.الشكل 27



الشكل : 27 محرك ميكروموتور كهربائي تركّب عليه قبضة التحضير EDS

6 – مبادر K-File قياس (15–10) من الفولاذ اللاصدئ من إنتاج شركة (Dentsply – Maillefer)، لتحديد الطول العامل والتأكد من نفوذية القناة.

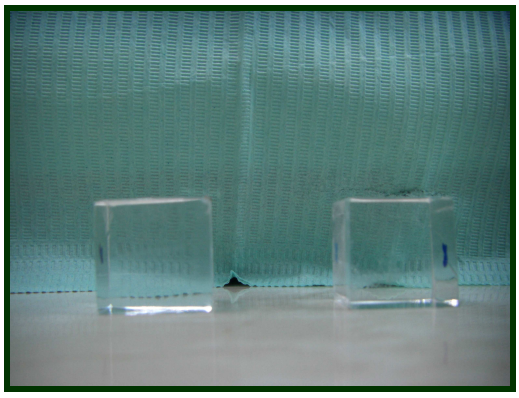
7– إكريل شفاف ذاتي التصلب من نوع (Vertex) لصب المكعبات التي ستحتوي على الأسنان المدروسة في العينة. الشكل 28



الشكل 28 :الاكريل الشفاف من VERTEX

8ـ قالب خاص لصب الأكريل ضمنه قمنا بتصنيعه حيث يُغرس السن في الإكريل ضمن هذا القالب في المرحلة الخيطية.

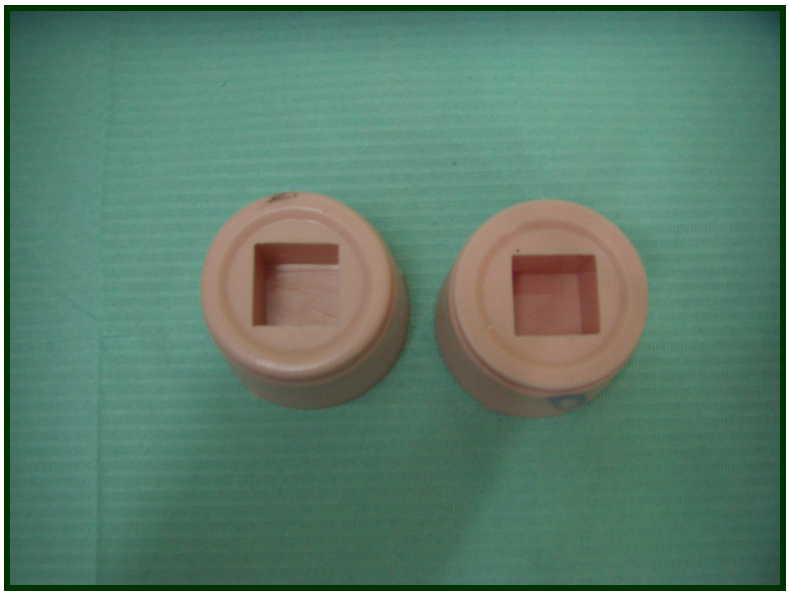
يتألف هذا القالب كما هو موضح في الشكل من مكعب بلاستيكي (الشكل :29) طول ضلعه 2سم تم تثبيته في وعاء بلاستيكي ومن ثم تم وضع مادة القالب المستخدمة وهي من مادة السلكون (الشكل: 30) وبعد تصلبها نحصل على قالب سلكوني مكعب الشكل بطول ضلع 2 سم يتم عندها صب الاكريل وغرس السن ضمنه في المرحلة الخيطية.الشكل 31 لنحصل على مكعب اكريلي يحوي على السن المنتقاة للبحث.



الشكل 29 :المكعبات البلاستيكية المستخدمة في انتاج القالب السلكوني



الشكل : 30 مادة النسخ السلكونية المستخدمة لانتاج قالب صب الاكريل



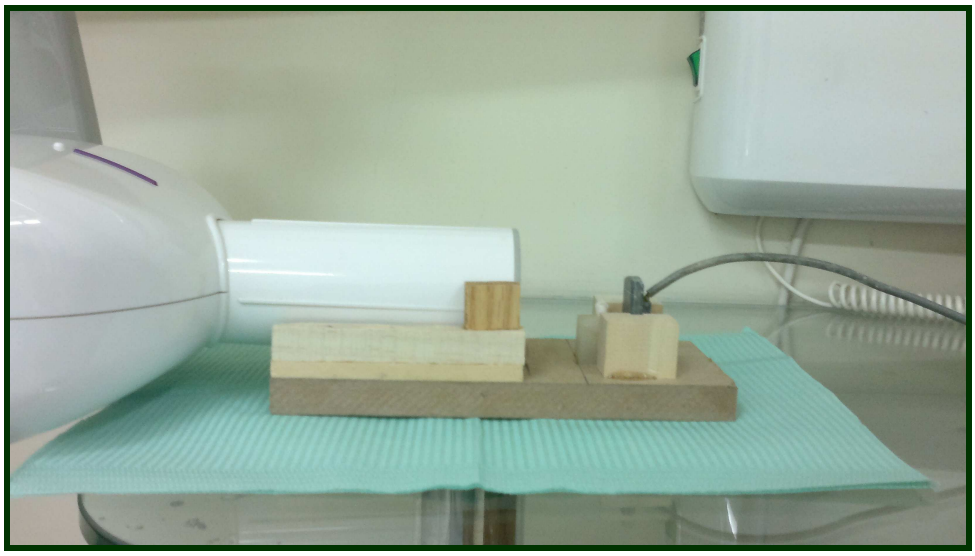
الشكل 31 :القالب السلكوني الخاص بعينة الدراسة .

9ــ جهاز خاص بالدراسة قمنا بتصميمه كما في الشكل 32 لتثبيت وضعية المكعب الإكريلي الحاوي على السن لنتمكن من أخذ صور شعاعية متطابقة قبل وبعد التحضير.

وصف الجهاز:

يتألف الجهاز من قاعدة خشبية تحتوي على ارتفاعين جانبيين عبارة عن جزئين عموديين من الخشب وذلك بغرض جعل قمع الاشعة محدود تماما من جميع الجهات.كما في الشكل. وبمنتصف القاعدة يوجد صادمة خشبية صغيرة يقف عندها قمع الاشعة تبعد 3 سم عن

حفرة مربعة بطول ضلع 2سم توافق تماما مكان وضع المكعب الاكريلي باحكـــام ، وبعـــدها مباشرة قطعتين خشبيتين محفور في منتصفهما ميزاب توافق ثخانة هذا المزاب ثخانة الجهاز الحساس (sesor) حيث يوضع باحكام خلف المكعب الاكريلي الحاوي على السن .



الشكل 32 :المكعب الحاوي على السن موضوع ضمن الجهاز المصمم.

وبتوجيه قمع الأشعة بحيث تكون نقاط التماس ثابتة مع الوضعية المشروحة سابقا كمـــا في الشكل عندئذ يمكننا تثبيت الوضعية قبل وبعد التحضير. الشكل 33



الشكل 33 :المكعب في مكانه مع قمع الاشعة.

10ــ جهاز تصوير شعاعي سني لشركة (DeCotzen) الايطاليــة ذو اســتطاعة (50kv) وشدة تيار(10A). الشكل 34



الشكل : 34 جهاز التصوير الشعاعي

11ــ جهاز حساس (Sensor) للتصوير الرقمي الشعاعي من نوع (Sopix) مــن شــركة (Satalec) الفرنسية.الشكل 35



الشكل 35 : الحساس الرقمي (Sensor)

12ــ سنابل شاقة من شركة Horico السويسرية.

13ــ أدوات عمل سريري : مرآة ــ مسبر ــ ملقط ــ قبضة (ميكروموتور + توربين) من نوع NSK اليابانية.

14ــ أدوات و سوائل الإرواء (محاقن وسائل NaOCl 5.25%).

15ــ مطاط قاسي من نوع Zhermark الإيطالية الذي سيستخدم لصنع قاعدة مطاطية تحوي 10 مكعبات إكريلية والتي من خلالها سيتم أخذ صور شعاعية مقطعية C.T. لأسنان العينة قبل وبعد التحضير.

16ــ قوالب بلاستيكية لإعطاء شكلاً دائرياً متجانساً للمادة المطاطية التي ستحوي مكعبات الدراسة. الشكل 36



الشكل 36 : القوالب البلاستيكية

17ــ جهاز تصوير شعاعي طبقي محوري مخروطي(CBCT) من نوع (Scanora 3D) من شركة (Soredex) الفنلندية (90kv) وشدة (12.5) ميلي آمبير. الشكل 37



الشكل 37 :جهاز الـــCBCT (Scanora 3D)

18-سنابل (Gates Glidden) من شركة Dentsply لاستخدامها لتوسيع الثلث التاجي في عينة الـ Lightspeed ، ويتم التوسيع التاجي في عينة الـ Safesider بواسطة موسعة الـ Pleezer والتي تمتلك رأساً بحجم 0.75 أي ما يعادل تقريبا قياس موسعة GG رقم 2 ، واستدقاق (Taper) يعادل 0.03. الشكل 38



الشكل 38 : pleezer™

19- شمع صف أحمر

20ـ حاسب آلي نقال (Toshiba Satellite) لتطبيق الدراسة الحاسوبية على الصور الشعاعية باستخدام برنامج AutoCAD2013 وبرنامج تحليل الصور المقطعية (Ez3D 2009), Easy Dent:.

21- مزلّق للأدوات **Glyde** لشركة (Dentsply Maillefer, Switzerland) الشكل 39



الشكل 39 : مزلق الأقنية

22- سائل الـ **EDTA** بتركيز **17%** **MD Cleanser™** لشركة (**META, Korea**)

23- أقماع ورقيّة لشركة (Sure-Endo, France) الشكل 40



الشكل 40 : الأقماع الورقية

العينـــــة:

تألفت عينة الدراسة من 90 سناً مقلوعة حديثاً جُمعت الأسنان وحُفظت فـــي محلـــول الفورمالين (10 %) لمدة (48) ساعة ، ونُقلت بعدها إلى محلول الـــسالين مـــن أجـــل تعويض السوائل لحين استخدامها ، وذلك بعد تنظيفها من القلح والنسج الرخوة والعظميّة .

تم اختيار هذه الأسنان وفق الشروط التالية:

1 – عدم وجود أي دليل على معالجة قُنويّة سابقة.

2 – خلو السن من التصدّعات و الكسور.

3 – سلامة الجذر وخلوّهُ من أي امتصاصٍ داخلي أو خارجي.

4 – ذات ذُرا مكتملة وغير ممتصّة.

5ــ الأقنية نافذة وغير متكلسة ومنغلقة الذرى.

6ــ الأقنية ذات أحجام تسمح لمبادر **K-File** (15ــ10) بالنفوذ والوصول إلى الذروة مـــع إعاقة خفيفة.

7ــ منحنية الجذور (15–45)° ، وفي حال الأسنان متعددة الجذور نكتفي بجذر واحد يحقـــق الشروط المطلوبة ، ويمكن بتر الجذر الآخر من مستوى مفترق الجذور، ويتم التأكد من انحناء الجذور كما يلي :

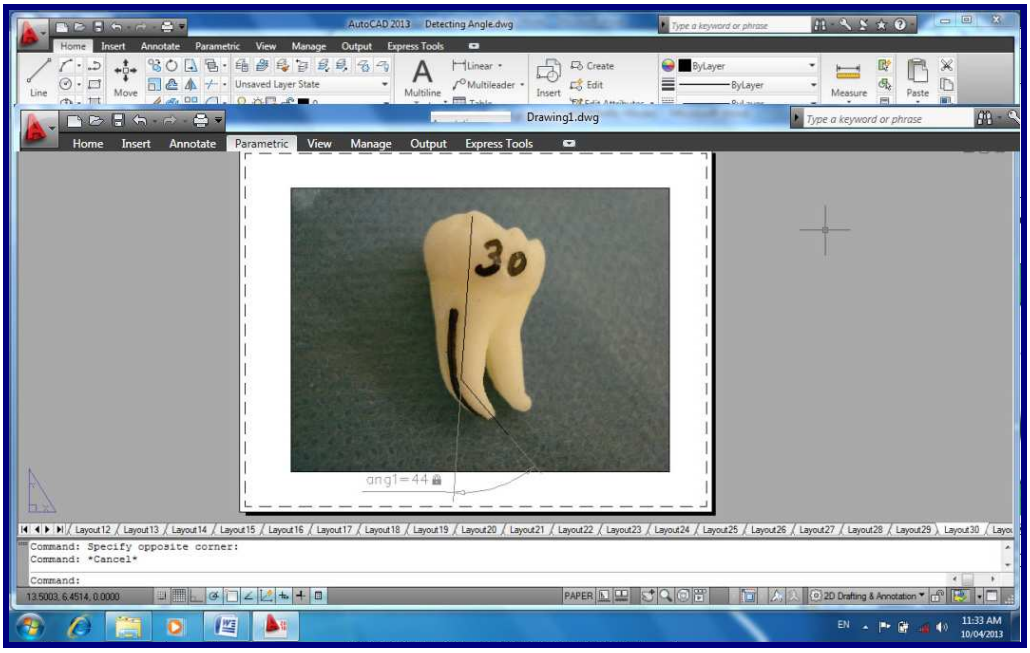
تم رسم خط أسود واضح على سطح الجذر المراد دراسته وفق أكبر انحناء له بحيـــث يمتد من المنطقة العنقية تقريباً وحتى الذروة. الشكل 41



الشكل :41

وبعد ذلك يتم عمل صور رقمية لكل سن وإعطائه رقماً خاصاً به (1← 90) وإدخـــال هذه الصورة إلى الحاسب و معالجتها على برنامج (AutoCAD2013) لحساب درجة انحناء هذا الجذر للتأكد من أنه يحقق مجال الانحناء الوارد ذكره في الدراسة وإن لم يحقق يُـــستبدل بسن آخر بعد عمل نفس الإجراءات السابقة ليحقق شروط الدراسة.

وفي حال الأسنان متعددة الجذور نكتفي بجذر واحد يحقق الشروط المطلوبة.الشكل 42





الشكل(42): قياس انحناء الجذر وفق برنامج AutoCAD

ثانياً: طريقة العمل Methods

1ــ فتح الحجرة اللبية لأسنان العينة وتحديد طول القناة بدقة لكل سن ويتم ذلك بعد توسيع الثلث التاجي من القناة كما سيذكر لاحقاً ، من خلال إدخال مبرد K-File حتى يصل للثقبة الذروية مع إعاقة خفيفة ثم نُنقص من هذا الطول 1ملم ونسجل الطول الذي حصلنا عليه ، مع رقم السن الموافق في جدول خاص.الشكل 43



الشكل 43 : مبرد النفوذ الأولي

2ــ نسد الحجرة اللبية بكرية قطنية صغيرة و نقوم بغلق الذرى بالشمع الأحمر لتجنب دخول الإكريل أثناء صب القوالب وغرس الأسنان ضمن الإكريل إلى داخل الأقنية الجذرية.

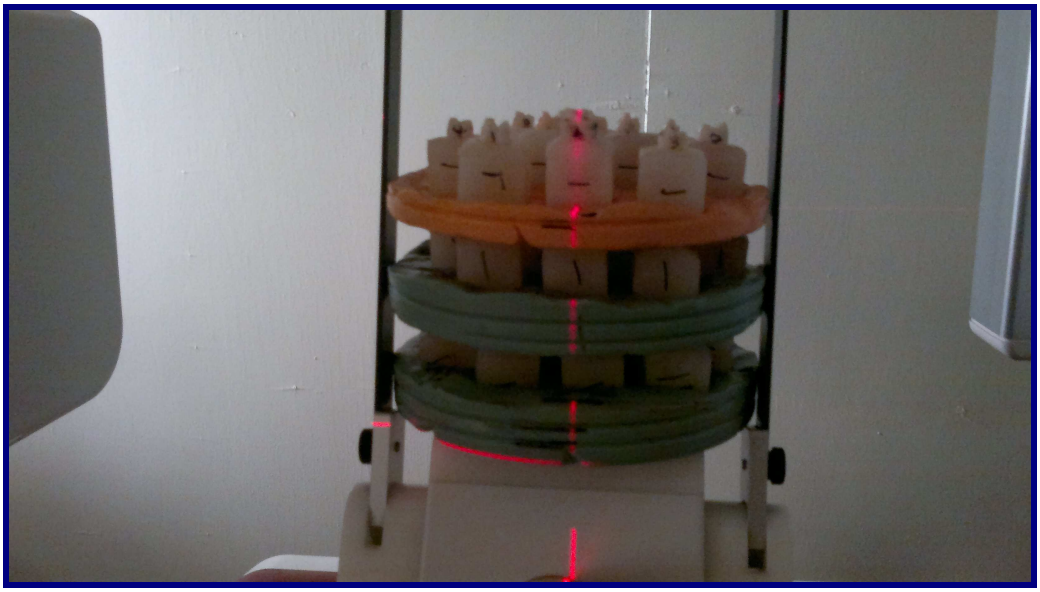
3ــ مرحلة صب القوالب بالإكريل وغرس الأسنان ضمنها في المرحلة الخيطية بحيث يبقى تاج السن ظاهراً من المكعب وتسجيل الرقم. الشكل 44



الشكل 44 :العينة

4ــ تجهيز القواعد المطاطية وغرس المكعبات الإكريلية ضمنها (10مكعبات في كل قالــب) قبل تصلب المطاط .

5ــ عمل صورة مقطعية محورية سنية (DentalC.T.Scan) لكــل قالــب حــاوي علــى المكعبات والتي بضمنها الأسنان قبل البدء بالتحضير القنوي. الشكل 45



الشكل 45 : إجراء التصوير الطبقي المحوري للعينة

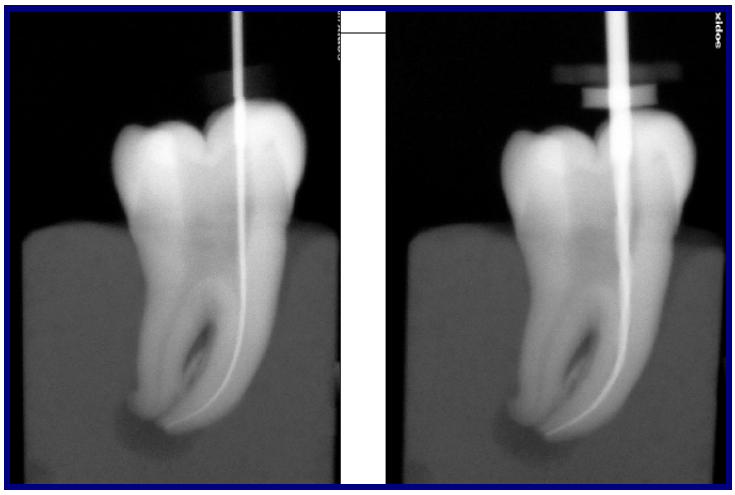
6ــ ندخل المبرد 10 أو 15 ضمن القناة الجذرية (بعد إزالة القطنة من الحجرة اللبية) حتــى الطول الذي كنا قد حددناه سابقاً.

ونقوم بإجراء صورة شعاعية رقمية باستخدام الحــساس الــشعاعي (Sensor) والأداة ضمن القناة بعد تثبيت وضعية هذا المكعب الكريلي على الجهاز المصمم مــن قبلنــا وحفــظ الوضعية ليصار إلى تصويره بنفس هذه الوضعية ولكن بعد التحضير.

7ــ تحضير أسنان العينة وفق الجدول التالي (وللطول العامل المحدد سابقاً لكل سن).

العينة 90 سناً	تقنية التحضير
العينة الأولى 30سناً	REVO S
العينة الثانية 30سناً	Safesider
العينة الثالثة 30سناً	Lightspeed

8ــ إجراء صورة شعاعية ذروية رقمية لكل سن بعد التحضير بحيث يكون آخر مبرد استخدم في التحضير ضمن القناة و واصلاً إلى الطول العامل ونطابق هذه الصور التي حصلنا عليها مع الصورة في البند (6) على برنامج (AutoCAD2013). الشكل 46



الشكل : 46

9ــ ثم بعد ذلك يتم اعادة المكعبات الاكريلية الحاوية على اسنان العينة لقوالبها المطاطية (كل مكعب حسب وضعيته الأولى قبل التحضير) وحسب مكانه ثم نقوم بعمل صور مقطعية محوسبة جديدة وتقارن مع الصور التي حصلنا عليها قبل التحضير في البند (5) على برنامج OnDemand3D™.

10ــ تتم مقارنة الطول العامل على الصور الشعاعية الذروية التي حصلنا عليها بعد التحضير والأدوات ضمن القناة مع الطول العامل على الصور الشعاعية الذروية التي حصلنا عليها قبل التحضير والمبارد ضمن القناة.

يتم التحضير بكل نظام آلي وفق توصيات الشركة المصنعة كما يلي:

1ــ نظام REVO S:

نحضر المجموعة الأولى وفق هذا النظام كما يلي:

تتألف مجموعة REVO S من 6 موسعات آلية مصنوعة من النيكل تيتانيوم حيث حُضّرت أسنان المجموعة الرئيسة الأولى بتقنية **Crown Down** بوساطة نظام التحضير الآلي **REVO-S™ (Micro-Mega, France)** والمصنوع من خليطة النيكل – تيتانيوم وذلك

باستخدام جهاز التحضير الآلي **X-Smart (Dentsply Maillefer, Switzerland)** وفق التسلسل التالي بحسب تعليمات الشركة المنتجة :

- تحضير الثلثَين التاجي والمتوسط باستخدام مبارد التشكيل (SC1, SC2, SU).

-تحضير الثلث الذروي باستخدام مبرد الإنهاء (AS 30) ليكون قياس التحضير الذروي مطابقاً لقياس آخر مبرد مستخدم **N°= 30**

2- نظام Safesider:

يتألف هذا النظام من 8 موسعات من الفولاذ اللاصدئ والمعالج بطريقة خاصة لإكسابه المزيد من المرونة مشطوبة طولياً تتطابق قياساتها مع ال **(ISO)** وتتراوح قياساتها من 0.08 (الرمادي) وحتى القياس 40(الاسود) ، وهي ذات استدقاق **(Taper)** ثابت يبلغ 2%.

بالاضافة لثلاثة موسعات تمتلك نفس التصميم ولكن مصنوعة من النيكل تيتانيوم قيساتها على التوالي :

0.04/30 – 0.06/25 – 0.08/25 حيث يشير الرقم الاول لقطر الرأس في النقطة **D0** ويشير الرقم الثاني لاستدقاق الأداة **(Taper)** وهو استدقاق ثابت على كامل طول الأداة.

أما طريقة العمل فهي كما يلي:

- يتم توسيع الثلثين التاجي والمتوسط باستخدام موسعة الـ **Pleezer** والتي تشبه في تصميمها موسعة الـ **piezo drill** .
- يتم بعد ذلك العمل بكل الموسعات بدءاً من الرقم 0.08 والى كامل الطول العامل وحتى القياس 0.30 موسعة الفولاذ اللاصدئ.
- وأخيراً يتم انهاء التحضير بموسعة النيكل تيتانيوم ذات القياس 0.04/30

ليكون قياس التحضير الذروي مطابقاً لقياس آخر مبرد مستخدم **N°= 30**.

3ـ نظام Light speed :

نحضر المجموعة الثالثة وفق هذا النظام كما يلي:

تتألف مجموعة نظام الـ Lightspeed من الأدوات المصنوعة من النيكل تيتانيوم بحجوم من 20- 140 طبقاً لمواصفات ال **ISO** .

- يتم بدء التحضير بعمل تحضير تاجي ملائم بواسطة سنابل GG حيث نبدأ من القياس 3 ثم 2 ثم قياس 1 بحيث نحضر القناة حتى مسافة 8 ملم من الطول العامل.
- بعد ذلك ننتقل لاستعمال أدوات LSx حيث نبدأ العمل بالقياس 20 حتى الطول العامل المناسب ، ثم نتابع بالتدريج حتى القياس 30 ليكون المبرد الذروي النهائي.
- نتابع العمل بالتراجع 1 ملم عن الطول العامل حسب مبدأ (Step Back) وتكبير قياس الأدوات حتى نصل للموسعة رقم 60 والتي تبعد 6 ملم عن الطول العامل المحدد.

وبعد ذلك نقوم بدمج التحضير بإعادة إدخال الأداة رقم 30 حتى الطول العامل.

وبذلك نكون قد انتهينا من مرحلة التحضير القنوي.

ملاحظـــة:

تمّ الالتزام بالقواعد التالية أثناء تحضير كل قناة :

- تطبيق مزلّق الأدوات ***Glyde*** **(Dentsply Maillefer , Switzerland)** على كل مبرد قبل إدخاله إلى القناة الجذريّة .
- تطبيق عملية الغسل والإرواء بمقدار **10** مل من محلول هيبوكلوريد الصوديوم بتركيز **5.25 %** بين كل مبرد وآخر ، واستخدام كل مبرد لتحضير 5 أقنية جذرية فقط .
- إعادة تسليك القناة بعد التحضير بكل مبرد بواسطة المبرد نوع K File حتى الطول العامل المحدد.
- التقيّد بتعليمات الشركات المنتجة فيما يتعلق بسرعة الدوران والعزم المطبّق

المرحلة 2:

تتم مطابقة الصور الشعاعية الرقمية الذروية على برنامج AutoCAD2013 حيث ندرس نقل الذروة وتغير الطول العامل على هذا البرنامج كما يلي:

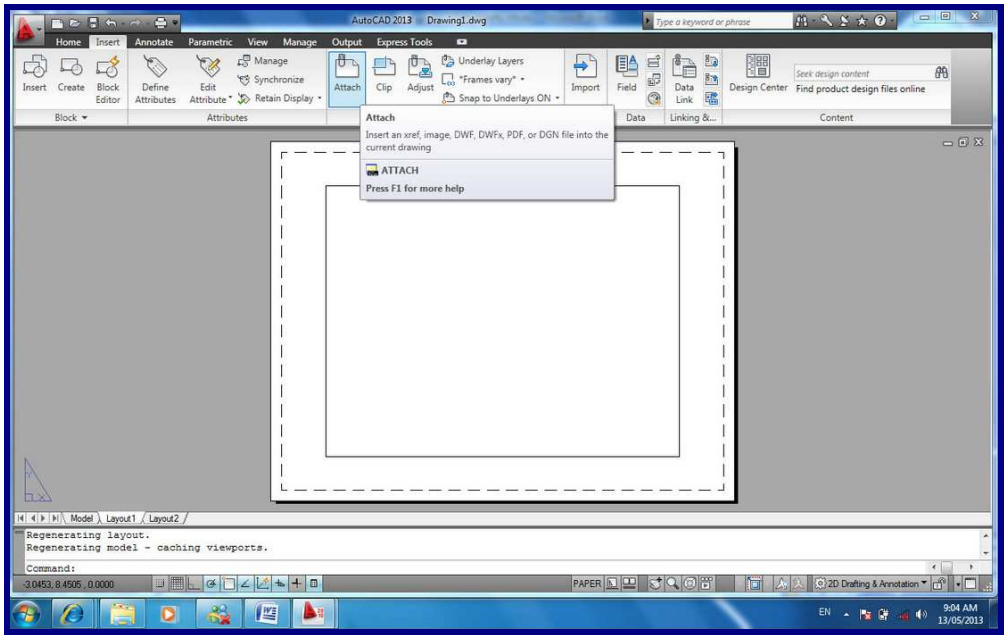
بعد إدخال الصور (قبل التحضير حيث مبرد K-File في القناة وبعد التحضير حيث آخر مبرد تم التحضير به في القناة أيضاً).

ونُدخل هذه الصور إلى برنامج AutoCAD ونطابق كل صورة قبل التحضير مع نظيرتها بعد التحضير.

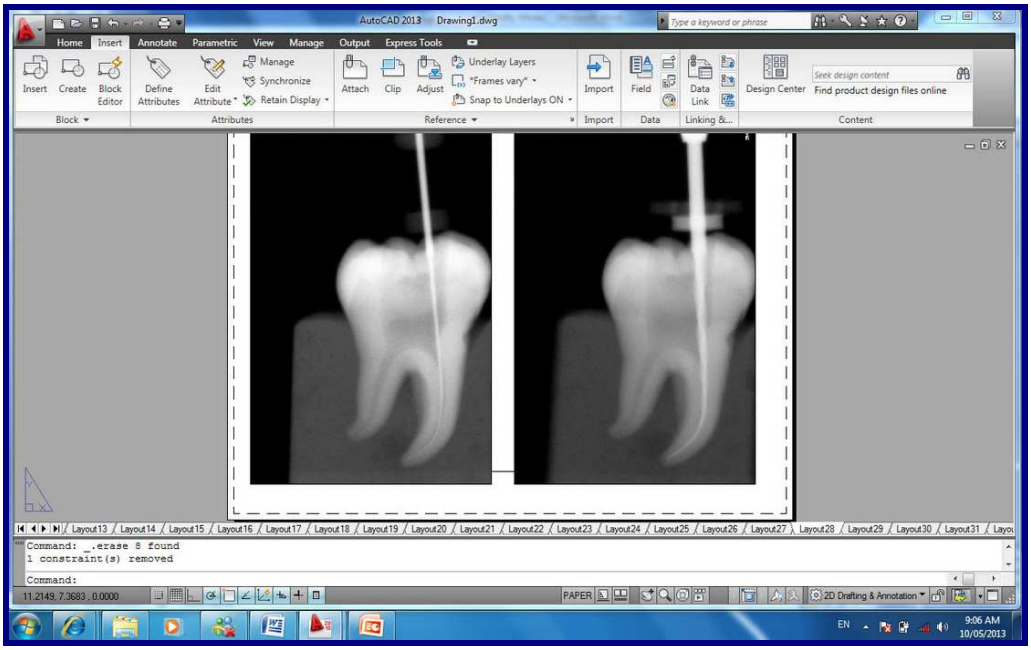
أصبح لدينا ثوابت هي جذر السن وحدود المكعب الخارجية ، ومتغيرات وهي المبرد في الصورة قبل التحضير والأداة بعد التحضير.

نقوم بحساب نقل الذروة وتغير الطول العامل كما يلي:

نفتح برنامج AutoCAD فتظهر لدينا صفحة البرنامج نسميها الصفحة الأولى ونقوم باسترداد الصور من مكان حفظها بحيث نسترد على كل صفحة صورة كل عينة قبل وبعد التحضير ونضعهما بجانب بعضهما وذلك بالضغط على قائمة إدراج (Insert) و نختار الخيار (Attach) من قائمة (Reference) كما في الشكل 47-48

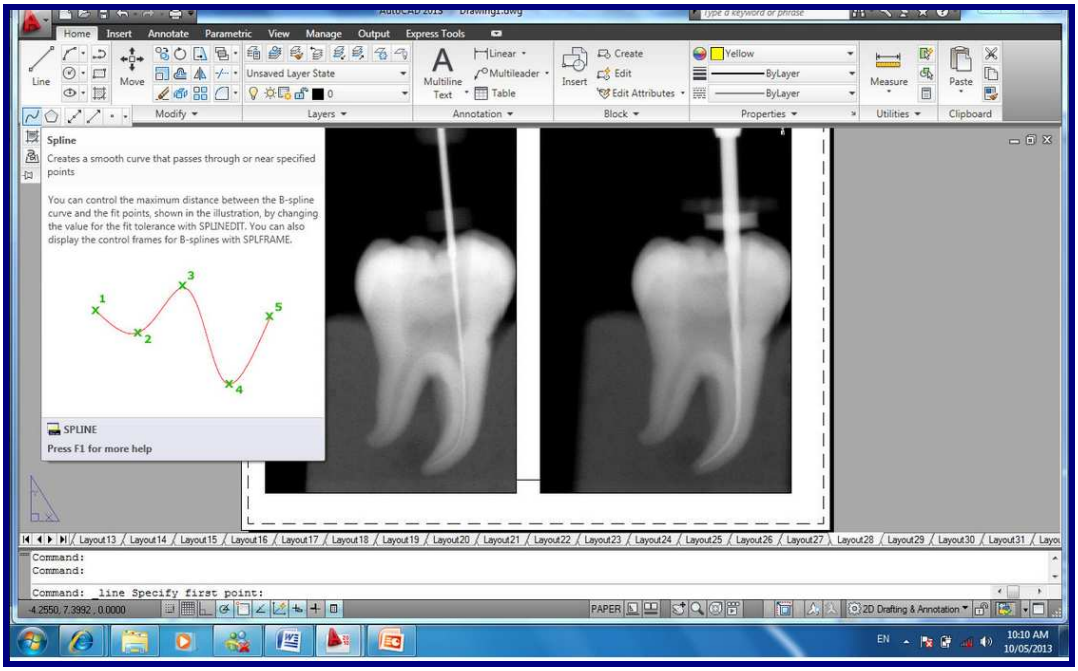


الشكل 47



الشكل 48 : إدخال الصور الشعاعية قبل و بعد التحضير لمعالجتها على برنامج AutoCAD

ثم نقوم باختيار أمر Spline من خيار Draw من قائمة(Home) الرئيسية كما في الشكل 49:



الشكل 49

حيث نرسم خطاً منحنياً مسايراً ومنطبقاً على المبرد في الصورة الأولى قبل التحضير لينتهي عند ذروة المبرد.

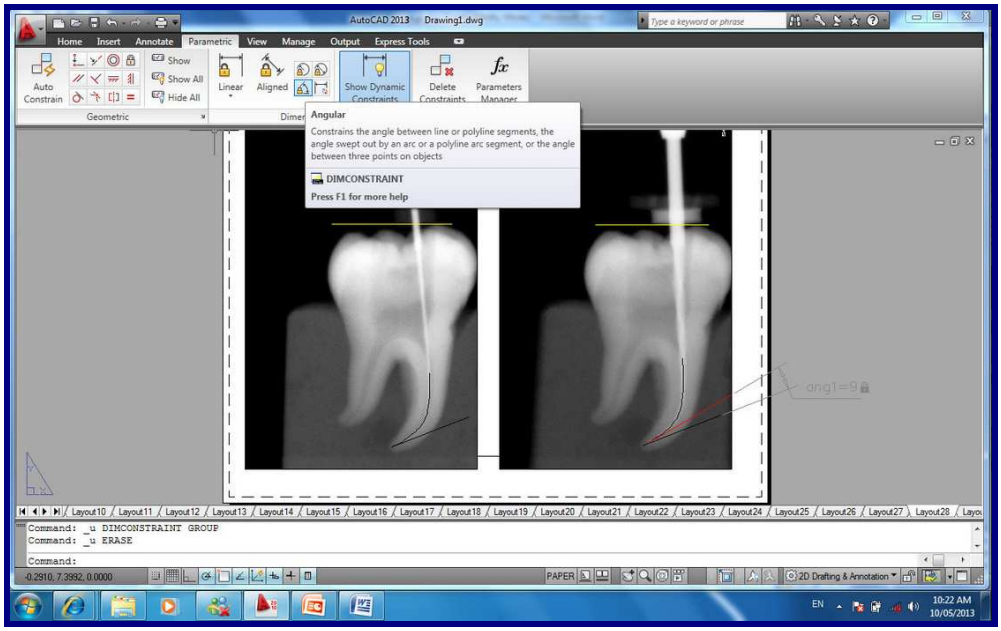
نرسم المماس لهذا الخط عند الذروة وذلك باختيار الأمر (Line) أيضاً من نفس القائمة. تكرر العملية على صورة السن بعد التحضير حيث تكون آخر أداة في القناة.

نقوم برسم خطاً مسايراً للأفق يبدأ من نقطة تماس المحددة لأعلى نقطة في حدبة السن من قائمة رسم وبالخيار (Line).

نقوم بتحديد المماس المرسوم على الصورة قبل التحضير والخط المار من ذروة حدبة السن والمساير للأفق ونعطي أمر نسخ (Copy) على هذه الكائنات المحددة ثم ننقلها إلى الصورة بعد التحضير.

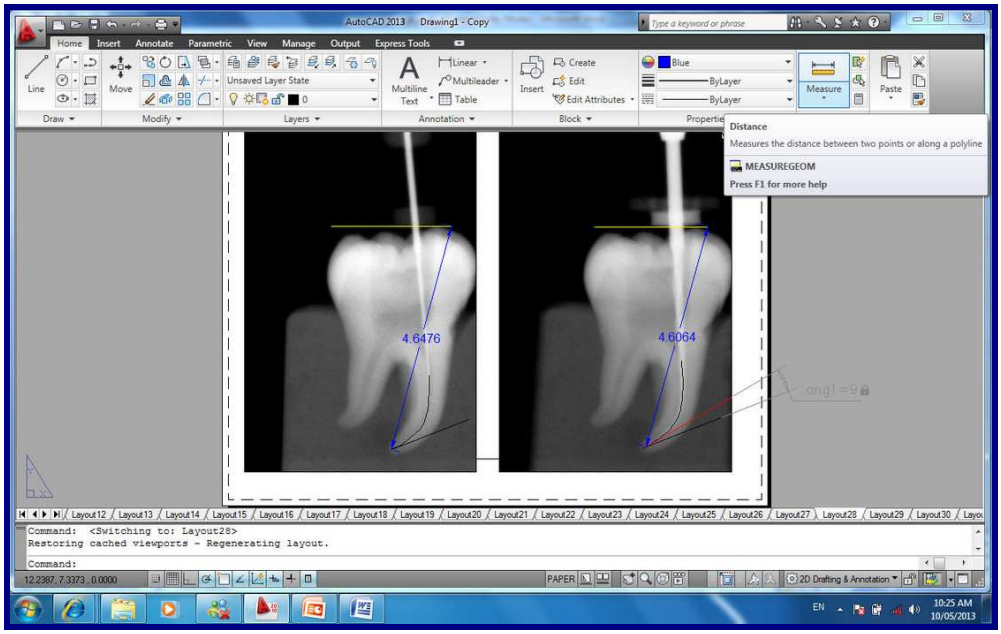
نقيس الزاوية المتشكلة بين المماسين قبل وبعد التحضير. ولقياس الزاوية بين المماسين (زاوية النقل) نختار من القائمة الرئيسة خيار (parametric) ثم خيار Dimensional) Dimensional (Angled للزوايا ونقوم بتحديد الخطان المماسان المراد

حساب الزاوية بينهما فتظهر لنا الدرجة بدقة كما في الشكل و نحصل بذلك على درجة النقــل الذروي .الشكل 50:



الشكل 50

ثم نقيس المسافة بين رأس الحدبة ونهاية المبرد في الصورة الأولــى قبــل التحــضير والمسافة بين رأس الحدبة (عند نفس النقطة) ونهاية الأداة في الصورة الثانية بعد التحــضير وبذلك نكون قد حددنا الاختلاف في الطول العامل الشكل 51 :

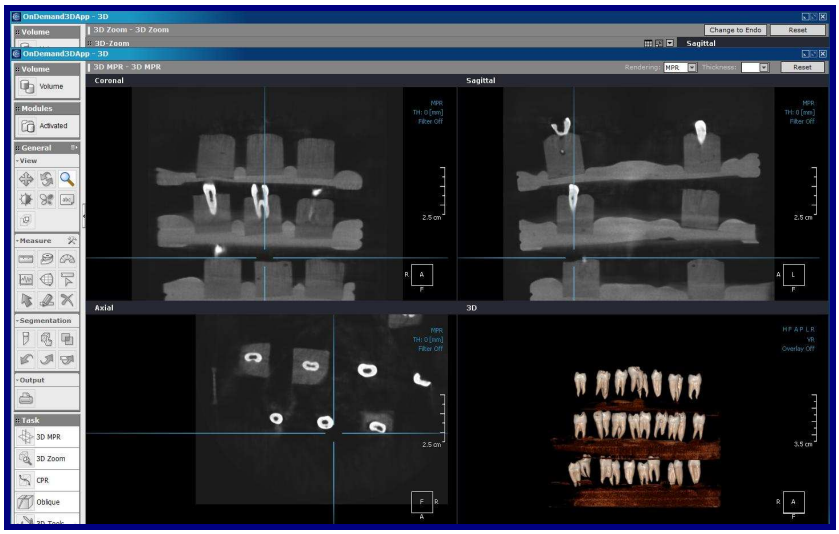


الشكل 51

المرحلة3:

لدراسة تغير الشكل التشريحي للقناة قمنا بدراسة الصور المقطعية قبل وبعد التحضير على مستوى مقاطع (2–4–6) ملم بُعداً عن الذورة كما يلي:

تم تصوير كل مجموعة (10 أسنان) على قرص ليزري وبعد فتح القرص وتنصيب برنامج OnDemand3D™. تظهر لدينا صفحة البرنامج التي تحوي على أربع نوافذ عرض نختار النافذة السفلية اليسرى بحيث نحدد المقطع المعترض الذي سيمر من خلال السن المدروس كما في الشكل 52:



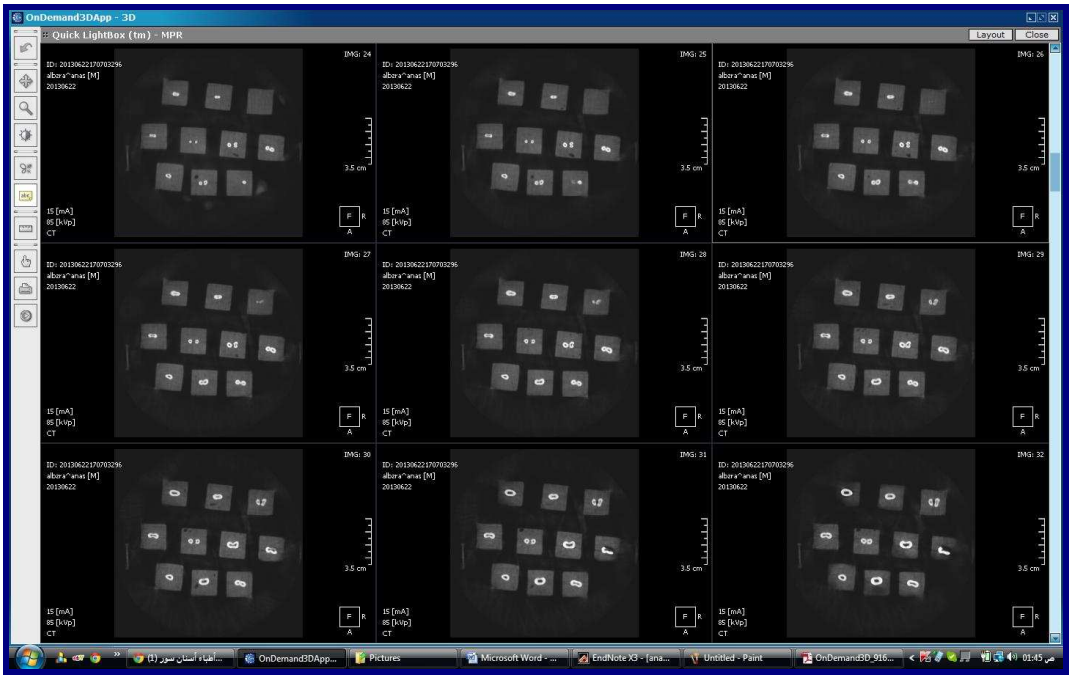
الشكل 52

ثبت على الوضعية المناسبة ونقوم باختيار من شريط المهام خيار التقسيم ثم نضع المحددة عند ذورة جذر السن المدروس ونحدد المنطقة المراد عمل المقطع العرضي في مستواها الشكل 53 :



الشكل 53

وعندما ننتهي من تعليم كامل الجذر نضغط بشكل مزدوج عند آخر نقطة تـــم التوقـــف عندها فتظهر لنا صفحة أخرى (كما في الشكل 54) تحوي تسعة نوافذ:



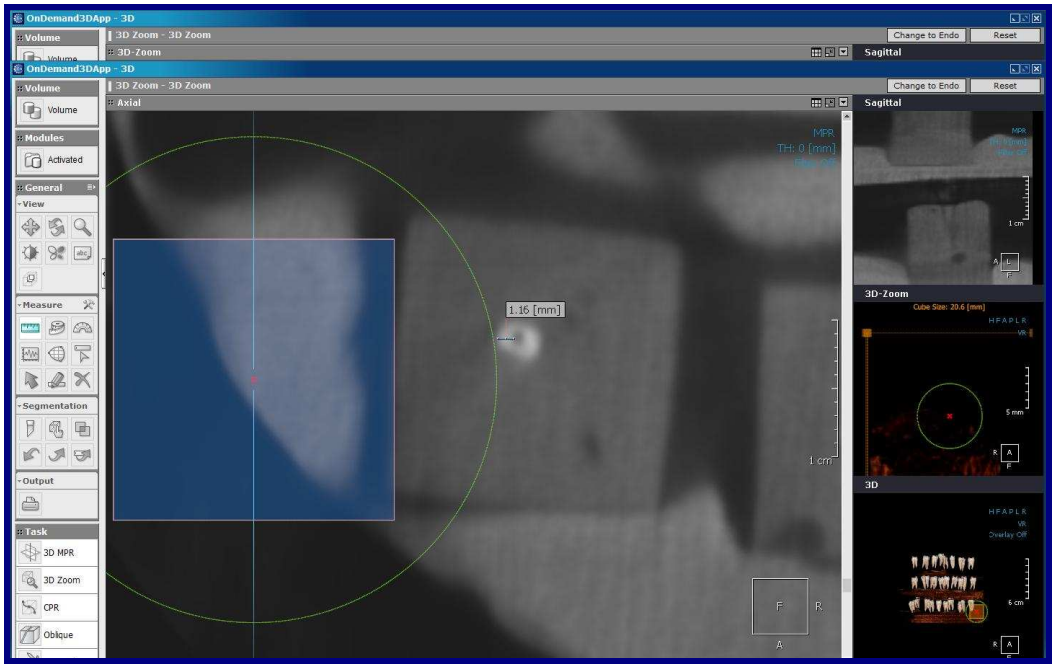
الشكل 54

نختار سماكة المقاطع المراد عملها وهي 2ملم كما يلي: نحدد بزر المؤشر الأيمن على هذه النافذة عند أي مقطع ونختار خيار Interval ومنه نختار سماكة المقطع المـــراد عملـــه حيث لدينا خيارات من 0.5ملم ← 10.0ملم وهنا في دراستنا نختار سماكة المقطع 2ملم.

بعد ذلك نضع المؤشرة على المقطع الأول والذي سيكون بعده عن الذروة 2ملـــم فـــي النافذة السفلية اليسرى فيظهر لدينا في النافذة العلوية اليسرى مجموعة مقاطع كل 2 ملم بـــدءاً من الذروة وحتى القسم المتوسط من الجذر.

وبالنقر المزدوج على صورة المقطع المطلوب في النافذة العلوية اليسرى تظهر صورة المقطع بوضوح وعلى كامل هذه النافذة بحيث يسهل التعامل معها.

نختار من شريط المهام الجانبي في الصفحة خيار المسطرة (Ruler) ثم نقيس مقـــدار البعد الدهليزي واللساني والأنسي والوحشي لجدران القناة في سوية هذا المقطـــع (كمـــا هـــو موضح في الشكل 54).



الشكل 55

تُحفظ الصورة الناتجة من خلال الضغط على زر PRTSC في لوحة المفاتيح وتحفظ كل صورة في برنامج الرسام بعد أعطاؤها رقماً خاصاً.

تكرر نفس العملية على ما سبق وعلى نفس المقطع قبل وبعد التحضير ونقارن النتـــائج وذلك في المقاطع كافة (2– 4– 6) ملم، وفق معادلة Gambil، حيث أن كل حرف يدل على عرض جدار القناة في أحد الاتجاهات الأربعة: (α: الدهليزي، b: اللساني، c: الأنـــسي، d: الوحشي) ويكون الفرق(α1-α2) مثلاً هو مقدار التغير في عرض جدار القناة الدهليزي فـــي سوية هذا المقطع، و كذلك الأمر بالنسبة لبقية جدران القناة. تم تدوين النتائج التـــي حـــصلنا عليها كافة ومن ثم دراستها إحصائياً حيث سيتم دراسة العلاقة بين نظام التحضير من جهـــة ونقل الذروة وتغير الشكل التشريحي والطول العامل من جهة أخرى.

الباب الثالث

النتائج

3

الدراسة الإحصائية التحليلية

Results

Analytical Statistical Stud

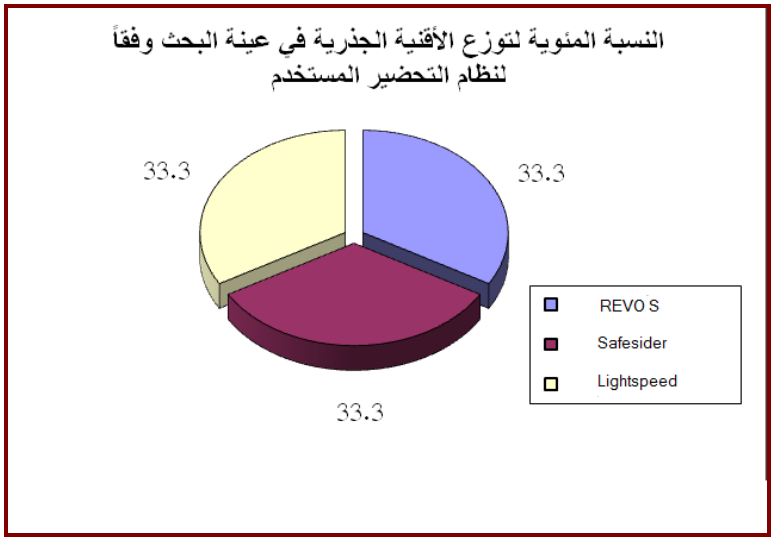
- وصف العينة :

تألفت عينة البحث من 90 قناة جذرية لـ 90 سناً بشرية مقلوعة حديثاً ومنحنية الجذور بزاوية تراوحت بين 15 و45 درجة، وكانت الأقنية الجذرية في عينة البحث مقسمةً إلى ثلاث مجموعات رئيسة متساوية وفقاً لنظام التحضير المستخدم (نظام REVO S ، نظام Safesider ، نظام Lightspeed) وكانت كل من المجموعات الرئيسة مقسمةً إلى ثلاث مجموعات فرعية وفقاً للمقطع المدروس (مقطع عند 2 ملم من الذروة، مقطع عند 4 ملم من الذروة، مقطع عند 6 ملم من الذروة)، وكان توزع الأقنية الجذرية والمقاطع في عينة البحث كما يلي:

1 – توزع الأقنية الجذرية في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم:

جدول رقم (1) يبين توزع الأقنية الجذرية في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.

نظام التحضير المستخدم	عدد الأقنية الجذرية	النسبة المئوية
نظام REVO S	**30**	**33.3**
نظام Safesider	**30**	**33.3**
نظام Lightspeed	**30**	**33.3**
المجموع	**90**	**100**

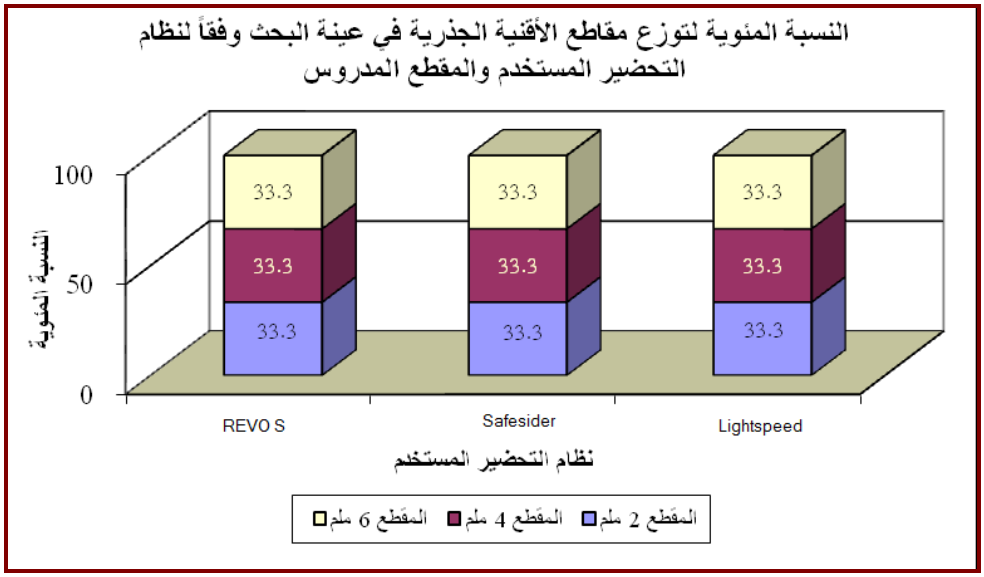


مخطط رقم (1) يمثل النسبة المئوية لتوزع الأقنية الجذرية في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.

2 – توزع المقاطع في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم والمقطع المدروس:

جدول رقم (2) يبين توزع المقاطع في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم والمقطع المدروس.

نظام التحضير المستخدم	المقطع المدروس	عدد المقاطع	النسبة المئوية
نظام REVO S	المقطع 2 ملم	30	33.3
	المقطع 4 ملم	30	33.3
	المقطع 6 ملم	30	33.3
	المجموع	90	100
نظام Safesider	المقطع 2 ملم	30	33.3
	المقطع 4 ملم	30	33.3
	المقطع 6 ملم	30	33.3
	المجموع	90	100
نظام Lightspeed	المقطع 2 ملم	30	33.3
	المقطع 4 ملم	30	33.3
	المقطع 6 ملم	30	33.3
	المجموع	90	100



مخطط رقم (2) يمثل النسبة المئوية لتوزع المقاطع في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم والمقطع المدروس.

- الدراسة الإحصائية التحليلية:

تم قياس زاوية انتقال الذروة (بالدرجات) والطول العامل للقناة الجذرية (بالملم) قبل التحضير وبعده لكل قناة من الأقنية الجذرية في عينة البحث. وتم حساب مقدار التغير في الطول العامل للقناة الجذرية (بالملم) ونسبة التغير في الطول العامل للقناة الجذرية لكـل قناة من الأقنية الجذرية المدروسة في عينة البحث وفقاً للمعادلتين التاليتين:

مقدار التغير في الطول العامل لكل قناة جذرية = الطول العامل للقناة الجذرية بعد التحضير – الطول العامل للقناة الجذرية قبل التحضير

نسبة التغير في الطول العامل لكل قناة جذرية = (مقدار التغير في الطول العامل للقناة الجذرية ÷ الطول العامل للقناة الجذرية قبل التحضير) × 100

كما تم قياس عرض القناة في كل من الجانب الدهليزي والجانب اللساني والجانب الأنسي والجانب الوحشي ثم تم تحديد حدوث تغير في شكل القناة عند كـل مقطـع مـن المقاطع المدروسة في عينة البحث.

ثم تمت دراسة تأثير نظام التحضير المستخدم على كل مـن المتغيـرات المقاسـة والمحسوبة في عينة البحث كما تمت دراسة تأثير عملية التحضير على قيم الطول العامل للقناة الجذرية كما تمت دراسة تأثير المقطع المدروس على حدوث التغير في شكل القنـاة الجذرية وكانت نتائج التحليل كما يلي:

1 - دراسة زاوية انتقال الذروة (بالدرجات):

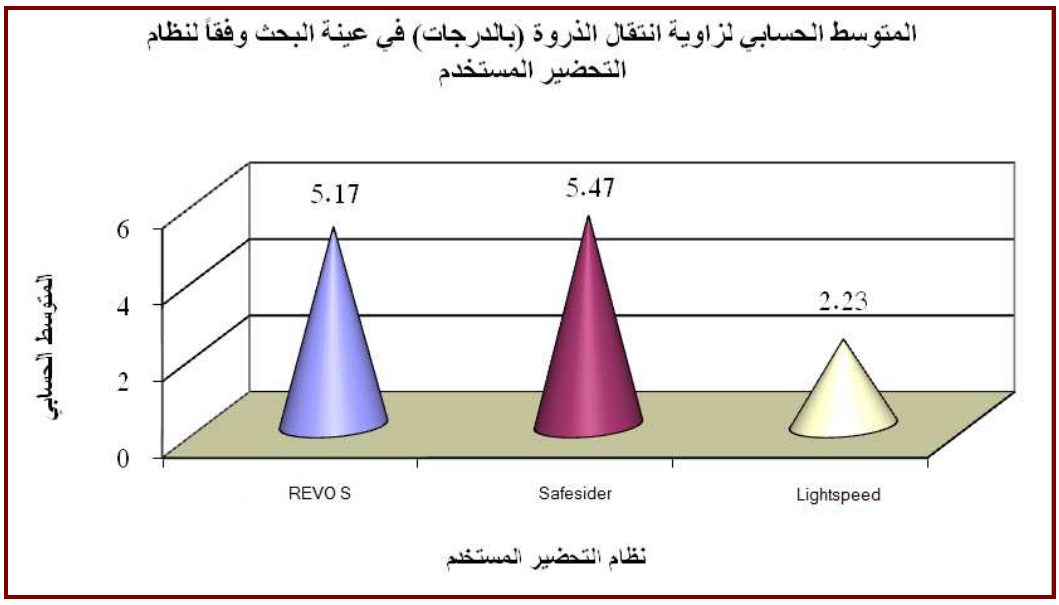
➢ دراسة تأثير نظام التحضير المستخدم على زاوية انتقال الذروة في عينة البحث:

- تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط زاوية انتقال الذروة (بالدرجات) بين مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام Lightspeed في عينة البحث كما يلي:

- **إحصاءات وصفية:**

جدول رقم (3) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لزاوية انتقال الذروة (بالدرجات) في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.

المتغير المدروس	نظام التحضير المستخدم	عدد الأقنية الجذرية	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
زاوية انتقال الذروة (بالدرجات)	نظام REVO S	30	5.17	3.58	0.65	0	11
	نظام Safesider	30	5.47	3.23	0.59	0	11
	نظام Lightspeed	30	2.23	1.52	0.28	0	6



مخطط رقم (3) يمثل المتوسط الحسابي لزاوية انتقال الذروة (بالدرجات) في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.

- **نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:**

جدول رقم (4) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط زاوية انتقال الذروة (بالدرجات) بين مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام Lightspeed في عينة البحث.

المتغير المدروس		مجموع المربعات	درجات الحرية	تقدير التباين	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
زاوية انتقال الذروة (بالدرجات)	بين المجموعات	190.56	2	95.74	11.150	0.001	توجد فروق دالة
	داخل المجموعات	742.45	87	8.54			
	المجموع	933.85	89				

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنـــه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط زاوية انتقال الذروة (بالدرجات) بين اثنتين على الأقل من مجموعات نظـــام التحـــضير المـــستخدم الـــثلاث المدروسة (نظام REVO S، نظام Safesider، نظـــام Lightspeed)، ولمعرفـــة أي المجموعات تختلف عن الأخرى جوهرياً في متوسط زاوية انتقال الـــذروة تـــم إجـــراء المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Bonferroni كما يلي:

- **نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni:**

جدول رقم (5) يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط زاوية انتقال الذروة (بالدرجات) بين مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام Lightspeed في عينة البحث.

المتغير المدروس	نظام التحضير (I)	نظام التحضير (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	الخطأ المعياري	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
زاوية انتقال الذروة (بالدرجات)	نظام REVO S	نظام Safesider	-0.30	0.75	1.000	لا توجد فروق دالة
		نظام Lightspeed	2.93	0.75	0.001	توجد فروق دالة
	نظام Safesider	نظام Lightspeed	3.23	0.75	0.000	توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، عند المقارنة بين مجموعة نظام Lightspeed وكل من مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Safesider على حدة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط زاوية انتقال الذروة (بالدرجات) بين مجموعة نظام Lightspeed وكل من مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Safesider على حدة في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن قيم زاوية انتقال الذروة (بالدرجات) في مجموعة نظام Lightspeed كانت أصغر منها في كل من مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Safesider على حدة في عينة البحث.

أما عند المقارنة بين مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Safesider فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط زاوية انتقال الذروة (بالدرجات) بين مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Safesider في عينة البحث.

2 – دراسة تغير الطول العامل للقناة (بالملم):

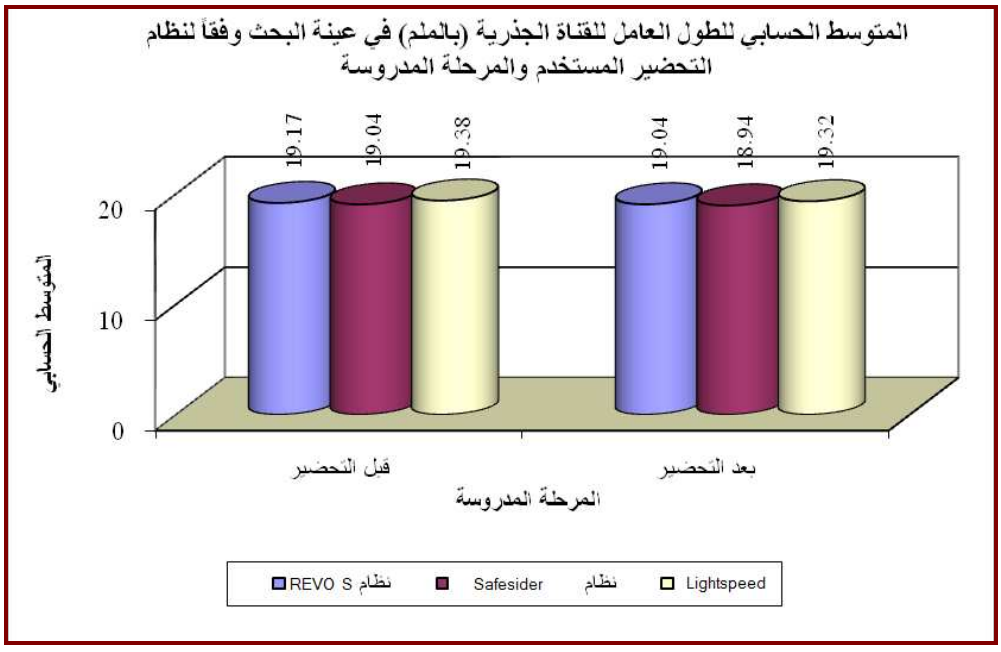
➢ **دراسة تأثير نظام التحضير المستخدم على الطول العامل للقناة في عينة البحث :**

- تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط الطول العامل للقناة (بالملم) بين مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام Lightspeed في عينة البحث، وذلك وفقاً للمرحلة المدروسة كما يلي:

- **إحصاءات وصفية:**

جدول رقم (6) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى للطول العامل للقناة (بالملم) في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم والمرحلة المدروسة.

المتغير المدروس	المرحلة المدروسة	نظام التحضير المستخدم	عدد الأقنية الجذرية	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
الطول العامل للقناة (بالملم)	قبل التحضير	نظام REVO S	30	19.17	1.83	0.33	15.5	23
		نظام Safesider	30	19.04	2.03	0.37	15	22.5
		نظام Lightspeed	30	19.38	2.78	0.51	14.5	28.5
	بعد التحضير	نظام REVO S	30	19.04	1.81	0.33	15.4	23
		نظام Safesider	30	18.94	2.03	0.37	14.77	22.47
		نظام Lightspeed	30	19.32	2.80	0.51	14.44	28.44



مخطط رقم (4) يمثل المتوسط الحسابي للطول العامل للقناة (بالملم) في العينة وفقاً لنظام التحضير المستخدم والمرحلة المدروسة.

- **نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:**

جدول رقم (7) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط الطول العامل للقناة (بالملم) بين مجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Lightspeed في العينة وفقاً للمرحلة المدروسة.

المتغير المدروس	المرحلة المدروسة		مجموع المربعات	درجات الحرية	تقدير التباين	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
الطول العامل للقناة (بالملم)	قبل التحضير	بين المجموعات	1.84	2	0.92	0.179	0.815	لا توجد فروق دالة
		داخل المجموعات	439.38	87	5.05			
		المجموع	441.22	89				
	بعد التحضير	بين المجموعات	2.32	2	1.16	0.235	0.725	لا توجد فروق دالة
		داخل المجموعات	442.51	87	5.09			
		المجموع	444.83	89				

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 مهما كانت المرحلة المدروسة (قبل التحضير، بعد التحضير)، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط الطول العامل للقناة (بالملم) بين مجموعات نظام التحضير المستخدمة الثلاث المدروسة (نظام REVO S، نظام Safesider، نظام Lightspeed) في عينة البحث، وذلك مهما كانت المرحلة المدروسة (قبل التحضير، بعد التحضير).

➢ دراسة تأثير عملية التحضير على الطول العامل للقناة (بالملم) في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم:

- تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق في متوسط الطول العامل للقناة (بالملم) بين المرحلتين المدروستين (قبل المعالجة، بعد المعالجة) في عينة البحث، وذلك وفقاً لنظام التحضير المستخدم كما يلي:

- إحصاءات وصفية:

جدول رقم (8) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى للطول العامل للقناة (بالملم) في عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة ونظام التحضير المستخدم.

المتغير المدروس	نظام التحضير المستخدم	المرحلة المدروسة	عدد الأقنية الجذرية	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
الطول العامل للقناة (بالملم)	نظام REVO S	قبل التحضير	30	19.17	1.83	0.33	15.5	23
		بعد التحضير	30	19.04	1.81	0.33	15.4	23
	نظام Safesider	قبل التحضير	30	19.04	2.03	0.37	15	22.5
		بعد التحضير	30	18.94	2.03	0.37	14.77	22.47
	نظام Lightspeed	قبل التحضير	30	19.38	2.78	0.51	14.5	28.5
		بعد التحضير	30	19.32	2.80	0.51	14.44	28.44

- نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة:

جدول رقم (9) يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق في متوسط الطول العامل للقناة (بالملم) بين المرحلتين المدروستين (قبل المعالجة، بعد المعالجة) في عينة البحث، وذلك وفقاً لنظام التحضير المستخدم.

المتغير المدروس	المقارنة بين الفترتين:	نظام التحضير المستخدم	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
الطول العامل للقناة (بالملم)	بعد التحضير – قبل التحضير	نظام REVO S	-0.12	-3.872	29	0.001	توجد فروق دالة
		نظام Safesider	-0.10	-5.577	29	0.000	توجد فروق دالة
		نظام Lightspeed	-0.06	-2.822	29	0.009	توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كان نظام التحضير المستخدم، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط الطول العامل للقناة (بالملم) بين المرحلتين المدروستين (قبل التحضير، بعد التحضير)، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات سالبة نستنتج أن قيم الطول العامل للقناة (بالملم) بعد التحضير كانت أصغر منها قبل التحضير، وذلك في كل مجموعة من مجموعات نظام التحضير المستخدم على حدة في عينة البحث.

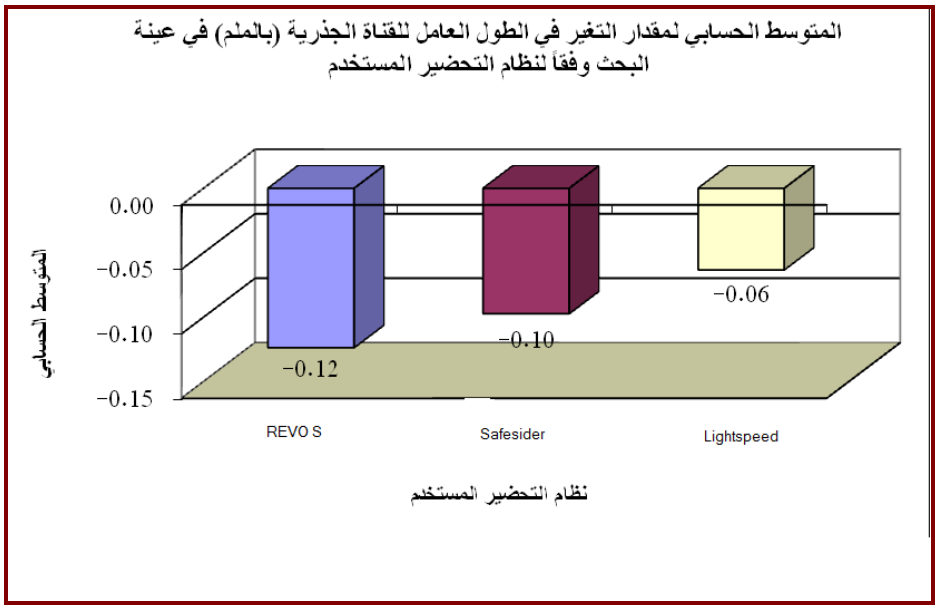
➢ دراسة تأثير نظام التحضير المستخدم على مقدار التغير في الطول العامل للقناة في عينة البحث:

- تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق فـــي متوسط مقدار التغير في الطول العامل للقناة (بالملم) بين مجموعة نظـــام REVO S ومجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام Lightspeed في عينة البحث كما يلي:

- **إحصاءات وصفية:**

جدول رقم (10) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار التغير في الطول العامل للقناة (بالملم) في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.

المتغير المدروس	نظام التحضير المستخدم	عدد الأقنية الجذرية	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
مقدار التغير في الطول العامل للقناة (بالملم)	نظام REVO S	30	-0.12	0.17	0.03	-0.63	0
	نظام Safesider	30	-0.10	0.10	0.02	-0.29	0
	نظام Lightspeed	30	-0.06	0.12	0.02	-0.52	0



مخطط رقم (5) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار التغير في الطول العامل للقناة (بالملم) في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.

- **نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:**

جدول رقم (1) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار التغير في الطول العامل للقناة (بالملم) بين مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام Lightspeed في عينة البحث.

المتغير المدروس		مجموع المربعات	درجات الحرية	تقدير التباين	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مقدار التغير في الطول العامل للقناة (بالملم)	بين المجموعات	0.05	2	0.03	1.501	0.229	لا توجد فروق دالة
	داخل المجموعات	1.59	87	0.02			
	المجموع	1.65	89				

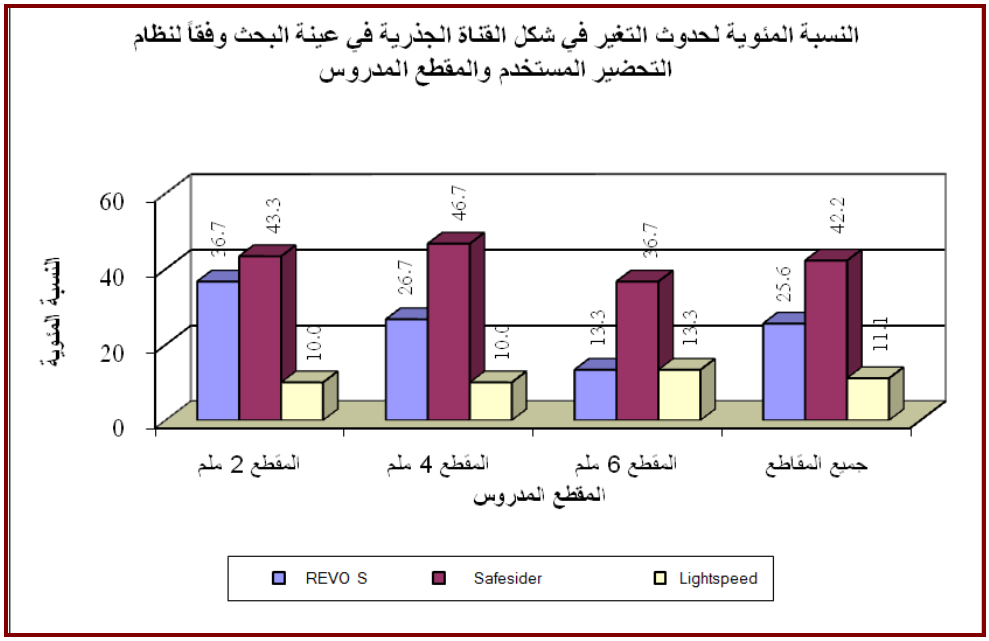
يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار التغير في الطول العامل للقناة (بالملم) بين مجموعات نظام التحضير المستخدم الثلاث المدروسة (نظام REVO S، نظام Safesider، نظام Lightspeed) في عينة البحث.

3 – دراسة تغير شكل القناة:

➢ نتائج مراقبة تغير شكل القناة في عينة البحث وفقاً لنظـــام التحـــضير المـــستخدم والمقطع المدروس:

جدول رقم (2) يبين نتائج مراقبة تغير شكل القناة في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم والمقطع المدروس.

المقطع المدروس	نظام التحضير المستخدم	عدد المقاطع			النسبة المئوية		
		لم يحدث تغيّر في شكل القناة	حدث تغيّر في شكل القناة	المجموع	لم يحدث تغيّر في شكل القناة	حدث تغيّر في شكل القناة	المجموع
المقطع 2 ملم	نظام REVO S	19	11	30	63.3	36.7	100
	نظام Safesider	17	13	30	56.7	43.3	100
	نظام Lightspeed	27	3	30	90.0	10.0	100
المقطع 4 ملم	نظام REVO S	22	8	30	73.3	26.7	100
	نظام Safesider	16	14	30	53.3	46.7	100
	نظام Lightspeed	27	3	30	90.0	10.0	100
المقطع 6 ملم	نظام REVO S	26	4	30	86.7	13.3	100
	نظام Safesider	19	11	30	63.3	36.7	100
	نظام Lightspeed	26	4	30	86.7	13.3	100
جميع المقاطع	نظام Revo s	67	23	90	74.4	25.6	100
	نظام Safesider	52	38	90	57.8	42.2	100
	نظام Lightspeed	80	10	90	88.9	11.1	100



مخطط رقم (6) يمثل النسبة المئوية لحدوث تغير شكل القناة في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم والمقطع المدروس.

- **دراسة تأثير نظام التحضير المستخدم على تغير شكل القناة في عينة البحث وفقاً للمقطع المدروس:**

- تم إجراء اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات تغير شكل القناة بين مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام Lightspeed في عينة البحث، وذلك وفقاً للمقطع المدروس كما يلي:

- **نتائج اختبار كاي مربع:**

جدول رقم (3) يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات تغير شكل القناة بين مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام Lightspeed في عينة البحث، وذلك وفقاً للمقطع المدروس.

المقطع المدروس	نظام التحضير المستخدم (أ)	نظام التحضير المستخدم (ب)	عدد المقاطع	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
في المقطع 2 ملم	نظام REVO S	نظام Safesider	60	0.278	1	0.598	لا توجد فروق دالة
		نظام Lightspeed	60	5.963	1	0.015	توجد فروق دالة
	نظام Safesider	نظام Lightspeed	60	8.523	1	0.004	توجد فروق دالة
في المقطع 4 ملم	نظام REVO S	نظام Safesider	60	2.584	1	0.108	لا توجد فروق دالة
		نظام Lightspeed	60	2.783	1	0.095	لا توجد فروق دالة
	نظام Safesider	نظام Lightspeed	60	9.932	1	0.002	توجد فروق دالة
في المقطع 6 ملم	نظام REVO S	نظام Safesider	60	4.356	1	0.037	توجد فروق دالة
		نظام Lightspeed	60	0	1	1.000	لا توجد فروق دالة
	نظام Safesider	نظام Lightspeed	60	4.356	1	0.037	توجد فروق دالة
في جميع المقاطع	نظام REVO S	نظام Safesider	180	5.579	1	0.018	توجد فروق دالة
		نظام Lihjtspeed	180	6.271	1	0.012	توجد فروق دالة
	نظام Safesider	نظام Lightspeed	180	22.273	1	0.000	توجد فروق دالة

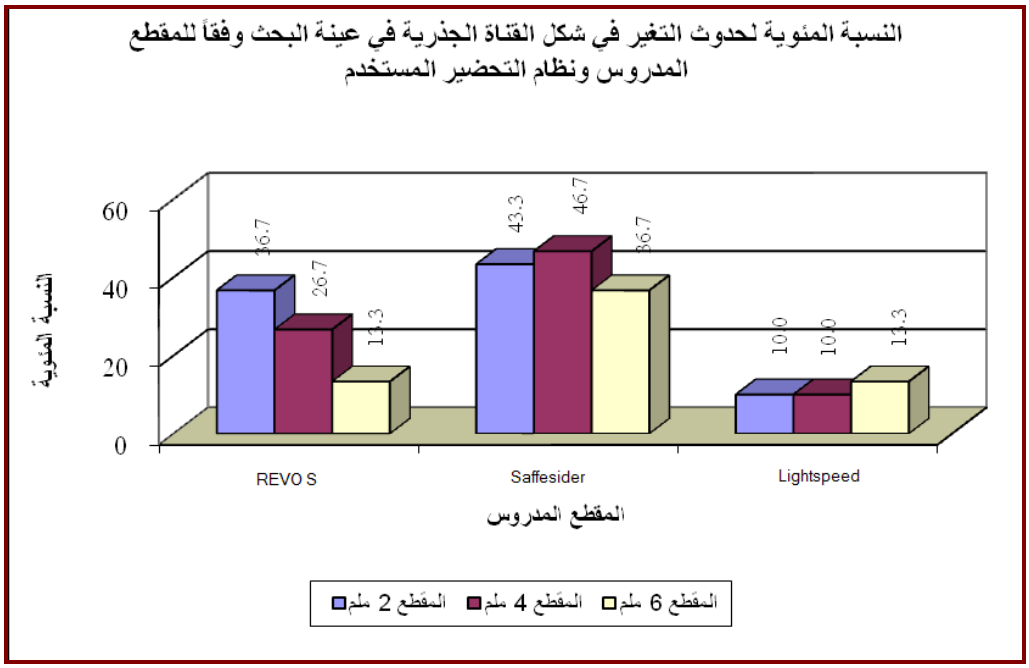
يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 عند المقارنة بين مجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام Lightspeed مهما كان المقطع المدروس (المقطع 2 ملم، المقطع 4 ملم، المقطع 6 ملم) وفي جميع المقاطع، وكذلك عند المقارنة بين مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Lightspeed في مجموعة المقطع 2 ملم وفي جميع المقاطع، وعند المقارنة بين مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام

Safesider في مجموعة المقطع 6 ملم وفي جميع المقاطع، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في تكرارات تغير شكل القناة بين مجموعات نظام التحضير المستخدم المذكورة، وبدراسة جدول التكرارات والنسب المئوية الموافق يُلاحظ أن نسبة تغير شكل القناة في مجموعة نظام Safesider كانت أكبر منها في مجموعة نظام Lightspeed مهما كان المقطع المدروس (المقطع 2 ملم، المقطع 4 ملم، المقطع 6 ملم) وفي جميع المقاطع، وكذلك يُلاحظ أن نسبة تغير شكل القناة في مجموعة نظام REVO S كانت أكبر منها في مجموعة نظام Lightspeed في مجموعة المقطع 2 ملم وفي جميع المقاطع، ويُلاحظ أيضاً أن نسبة تغير شكل القناة في مجموعة نظام REVO S كانت أصغر منها في مجموعة نظام Safesider في مجموعة المقطع 6 ملم وفي جميع المقاطع.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات تغير شكل القناة بين مجموعات نظام التحضير المستخدم المعنية في عينة البحث.

- **دراسة تأثير المقطع المدروس على تغير شكل القناة في عينة البحث وفقـاً لنظـام التحضير المستخدم:**

- تم إجراء اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات تغير شكل القناة بـين مجموعة المقطع 2 ملم ومجموعة المقطع 4 ملم ومجموعة المقطع 6 ملم في عينـة البحث، وذلك وفقاً لنظام التحضير المستخدم كما يلي:



مخطط رقم (7) يمثل النسبة المئوية لحدوث تغير شكل القناة في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم والمقطع المدروس.

- **نتائج اختبار كاي مربع :**

جدول رقم (4) يبين نتائج اختبار كاي مربع ANOVA لدراسة دلالة الفروق في تكرارات تغير شكل القناة بين مجموعة المقطع 2 ملم ومجموعة المقطع 4 ملم ومجموعة المقطع 6 ملم في عينة البحث، وذلك وفقاً لنظام التحضير المستخدم.

نظام التحضير المستخدم	المقطع (أ)	المقطع (ب)	عدد المقاطع	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
نظام REVO S	المقطع 2 ملم	المقطع 4 ملم	60	0.693	1	0.405	لا توجد فروق دالة
		المقطع 6 ملم	60	4.356	1	0.037	توجد فروق دالة
	المقطع 4 ملم	المقطع 6 ملم	60	1.667	1	0.197	لا توجد فروق دالة
نظام Safesider	المقطع 2 ملم	المقطع 4 ملم	60	0.067	1	0.795	لا توجد فروق دالة
		المقطع 6 ملم	60	0.278	1	0.598	لا توجد فروق دالة
	المقطع 4 ملم	المقطع 6 ملم	60	0.617	1	0.432	لا توجد فروق دالة
نظام Lightspeed	المقطع 2 ملم	المقطع 4 ملم	60	0	1	1.000	لا توجد فروق دالة
		المقطع 6 ملم	60	0.162	1	0.688	لا توجد فروق دالة
	المقطع 4 ملم	المقطع 6 ملم	60	0.162	1	0.688	لا توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 عند المقارنة بين مجموعة المقطع 2 ملم ومجموعة المقطع 6 ملم في مجموعة نظام REVO S، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات تغير شكل القناة بين مجموعة المقطع 2 ملم ومجموعة المقطع 6 ملم في مجموعة نظام REVO S في عينة البحث، وبدراسة جدول التكرارات والنسب المئوية الموافق يُلاحظ أن نسبة تغير شكل القناة في مجموعة المقطع 2 ملم كانت أكبر منها في مجموعة المقطع 6 ملم، وذلك في مجموعة نظام REVO S من عينة البحث.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في تكرارات تغير شكل القناة بين مجموعات المقطع المدروس المعنية في عينة البحث.

4 – دراسة تشوّه الأدوات:

➢ **نتائج مراقبة تشوّه الأدوات في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم :**

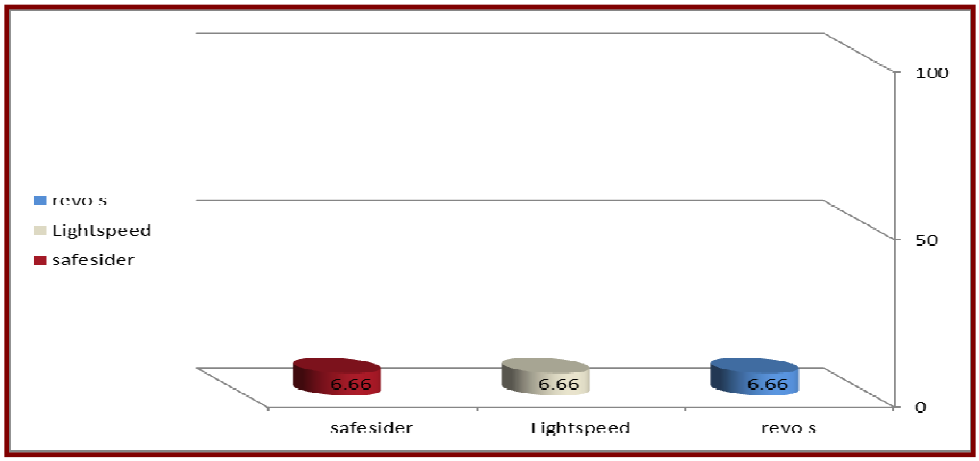
جدول رقم (5) يبين نتائج مراقبة تشوّه الأدوات في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.

نظام التحضير المستخدم	عدد الأقنية الجذرية			النسبة المئوية		
	لم يحدث تشوّه في الأدوات	حدث تشوّه في أداة واحدة أو أكثر	المجموع	لم يحدث تشوّه في الأدوات	حدث تشوّه في أداة واحدة أو أكثر	المجموع
نظام REVO S	28	2	**30**	93.34	6.66	**100**
نظام Safesider	28	2	**30**	93.34	6.66	**100**
نظام Lightspeed	28	2	**30**	93.34	6.66	**100**

نوع الأدوات المشوّهة في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم:

جدول رقم (6) يبين نوع الأدوات المشوّهة في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.

نظام التحضير المستخدم	نوع الأداة المشوّهة	العدد
Safesider	0.15	2
Revo s	SC2	2
نظام Lightspeed	0.20	2



مخطط رقم (8) يمثل النسبة المئوية لتشوه الأدوات في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم

- **دراسة تأثير نظام التحضير المستخدم على حدوث تشوّه الأدوات في عينة البحث:**

- تم إجراء اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات حدوث تشوّه الأدوات بين مجموعات التحضير الثلاثة في عينة البحث كما يلي:

- **نتائج اختبار Kruskal-Wallis:**

جدول رقم (7) يبين نتائج Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات حدوث تشوّه الأدوات بين مجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Lightspeed في عينة البحث.

نظام التحضير	العدد	وسطي الرتب	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
RevoS	**30**	**45.50**	**2**	**1**	لا توجد فروق دالة
Safesider	**30**	**45.50**	**2**	**1**	
LightSpeed	**30**	**45.50**	**2**	**1**	
المجموع	**90**				

يبين الجدول اعلاه ان قيمة P الموافقة لقيمة كاي هي اكبر من 0.05 وبالتالي عند مستوى ثقة 95% لايوجد فروق ذات دلالة إحصائية فيما يتعلـق بتـشوه الأدوات بـين مجموعات التحضير الثلاثة.

5 – دراسة كسر الأدوات:

- **نتائج مراقبة كسر الأدوات في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم :**

جدول رقم (8) يبين نتائج مراقبة كسر الأدوات في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم.

نظام التحضير المستخدم	عدد الأقنية الجذرية			النسبة المئوية		
	لم يحدث كسر في الأدوات	حدث كسر في أداة واحدة أو أكثر	المجموع	لم يحدث كسر في الأدوات	حدث كسر في أداة واحدة أو أكثر	المجموع
نظام REVO S	30	0	**30**	100	**0**	100
نظام Safesider	29	1	**30**	96.7	3.3	100
نظام Lightspeed	29	1	**30**	96.7	3.3	100



مخطط رقم(9) يمثل النسبة المئوية لحدوث كسر الأدوات في عينة البحث وفقاً لنظام التحضير المستخدم

- **دراسة تأثير نظام التحضير المستخدم على حدوث انكسار الأدوات في عينة البحث:**

- تم اجراء اختبار Kruskal-Wallis دراسة دلالة الفروق في تكرارات حدوث انكسار الأدوات بين مجموعات التحضير الثلاثة في عينة البحث كما يلي:

- **نتائج اختبار Kruskal-Wallis :**

جدول رقم (19) يبين نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات حدوث كسر الأدوات بين مجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Lightspeede في عينة البحث.

نظام التحضير	العدد	وسطي الرتب	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
RevoS	**30**	**44.50**	**2**	**0.603**	لا توجد فروق دالة
Safesider	**30**	**46.00**	**2**		
LightSpeed	**30**	**46.00**	**2**		
المجموع	**90**				

يبين الجدول أعلاه ان قيمة P الموافقة لقيمة كاي هي اكبر من 0.05 وبالتالي عند مستوى ثقة 95% لايوجد فروق ذات دلالة احصائية في تكرارات حدوث كسر الأدوات بين مجموعة نظام REVO S ومجموعة نظام Safesider ومجموعة نظام Lightspeed في عينة البحث.

نستطيع أن نلخص النتائج بما يلي :

1- تسبب نظام الـ Safesider بالحدالأعظم من نقل الذروة ، تلاه نظام الـ Revo s وبفارق إحصائي بسيط ، في حين كان نظام الـ Lightspeed هو الأفضل في المحافظة على مكان الثقبة الذروية.

2- لقد أدى تحضير الأقنية الجذرية بالأنظمة الثلاثة إلى حدوث نقص في الطول العامل ، إلا أن هذا النقص في الطول العامل لم يكن ذو دلالة احصائية بين أنظمة التحضير الثلاثة.

3- لقد كان نظام التحضير الآلي Lightspeed هو الأفضل في المحافظة على الشكل التشريحي للقناة الجذرية ، في كل المقاطع المدروسة ، وخاصة في المقطع 2 ملم عن الذروة، بينما كان نظام الـ Safesider الأكثر انحرافاً عن التشريح الطبيعي للقناة وبخاصة في المقطع 2 ملم عن الذروة ، أما نظام الـ Revo s فقد أبدى أداءً مماثلاً لنظام الـ Safesider في المقطع 2 و4 ملم عن الذروة وكان له الأفضلية في المقطع 6 ملم عن الذروة.

4- لم يكن هناك فروق ذات دلالة احصائية في نسب تشوه وانكسار الأدوات ، حيث لم تسجل اي حالة كسر لنظام الـ Revo s بينما كان هناك حالة كسر واحدة في كل من نظامي الـ Safesider والـ Lightspeed.

الباب الرابع

المناقشة

Discussion

4

المناقشة : Discussion

انطلق هذا البحث من حقيقة أنّ جودة التحضير القُنَوي مهمّة جداً ، فالمعالجة القُنَويّة الناجحة تتطلّب تحضيراً متجانساً لمنظومة القناة الجذريّة .

ولعل مرحلة التحضير القنوي هي المرحلة الأكثر أهمية وهي المرحلة التي يكتنفها الكثير من الصعوبات ونجاح هذه المرحلة سوف يمهد ويهيئ لنجاح مرحلة الحشو القنوي وكل ذلك في سبيل الحصول على معالجة لبية قنوية ناجحة.

لقد حقق علم المداواة اللبية قفزات نوعية في تطوره مواكباً عجلة التطور التي لحق في ركبها مختلف الاختصاصات في طب الأسنان.

وحيث أن هذا التطور تناول العديد من المجالات في هذا الاختصاص فقد تفردنا في هذا البحث لمناقشة تطور أنظمة التحضير الآلي، فباتت الشركات تتنافس بشكل محموم لإنتاج ما هو الأفضل بنظرها، فكان لكل نظام خصائص تميزه عن غيره ، وأصبح استخدام أدوات النيكل تيتانيوم الآلية للتحضير القنوي هذه الأيام أمراً أساسياً في كثير من عيادات الأسنان التخصصية ، وظهرت في الأسواق الكثير من أنظمة التحضير القنوي الآلية المختلفة الأشكال والتصاميم وكثرت دعايات الشركات المنتجة لهذه الانظمة، لذلك أُجريت العديد من الدراسات لاختبارها ومقارنتها مع بعضها من حيث الأكثر كفاءة والأقل اختلاطات في تحضير الأقنية الجذرية.

لقد قدمت هذه الأنظمة ميزات جمة تجسدت في العديد من الجوانب كالسرعة في إنجاز العمل وتوفير جهد الطبيب ومعاناته في التحضير، والسعي لتحقيق مبادئ Schilder في تحضير الأقنية.

وحتى هذه اللحظة يبقى العمل الدؤوب مستمراً لتصميم الأفضل في هذه الأنظمة الدوارة، فلكل نظام نقطة ضعف لا يُماط اللثام عنها إلا بالممارسة السريرية، فبعضها نسبة انكساره أكبر، والبعض الأخر لا يحافظ على الشكل التشريحي الأصلي للقناة أو الإخلال بواحد أو أكثر من مبادئ Schilder (Schilder, 1974).

استخدمت معظم الدراسات المخبرية احدى طريقتين لمقارنة أنظمة التحضير القنوي الآلية المختلفة اما مشابهات الأقنية الجذرية البلاستيكية (Simulated Resin Canals) أو الاسنان الطبيعية ،تميزت أقنية القوالب البلاستيكية بأن طولها ومقدار زاوية انحناءها ثابتين ومعلومين ، إلا أن قساوة الراتنج وخاصية انسحاله لا تتشابه مع تلك التي في الأسنان الطبيعية ، لذلك فإنه من الأفضل استخدام الأسنان الطبيعية لتقييم أدوات وطرق تحضير الأقنية الجذرية المختلفة بالرغم من تفاوت الشكل التشريحي لهذه الأقنية الجذرية الحقيقية واختلاف قساوتها وسماكة عاجها وأطوالها ودرجة انحنائها ، ويمكن تجاوز هذه الاختلافات بالسعي لتوحيد شروط اختيار العينة قدر الامكان مع زيادة حجم العينة.

إن بعض أنظمة التحضير القنوي سواءً اليدوية أو الآلية متهمة في التسبب بالانزياح عن الشكل التشريحي الأصلي للقناة الجذرية في أثناء تحضيرها ، وبخاصة عندما تكون القناة منحنية ، وهذا ما ينتج عنه الكثير من الأخطاء الإجرائية ،هذا وتعد حادثة نقل الذروة، وتغير الشكل التشريحي للقناة وعدم المحافظة على الطول العامل ثابتاً قبل وبعد التحضير من المشاكل التي تواجه الممارس على الدوام والتي استرعت اهتمام الباحثين لتتم دراستها سريرياً ومخبرياً بطرق مختلفة ، حيث تفضل الدراسات المخبرية في هذه الحالات على الدراسات السريرية لاعتمادها على طرق ومعايير دقيقة في تقييم التشوه الحاصل في الأقنية الجذرية.

ومع تطور العلم وميزات التصوير الشعاعي تطورت هذه الدراسات حتى غدت تهتم بأدق التفاصيل وحتى على المستوى الميكروني.

تم إنجاز هذه الدراسة في ضوء المعطيات السابقة معتمدةً طرق التقييم الحديثة والتي تشمل التقييم الشعاعي الذروي الرقمي، والتقييم الشعاعي الطبقي المحوري المحوسب ذو الحزمة المخروطية (CBCT) نظراً لدخول الأخير بقوة في دراسة المركب القحفي الوجهي والفكي وتطوره السريع.

ثم معالجة هذه الصور حاسوبياً بطرق مختلفة.

تألفت عينة الدراسة من 90 قناةً جذريةً تراوحت درجة انحنائها بين (15-45)^{O} تم وضعها ضمن مكعبات إكريلية شفافة طول ضلعها 2سم ثم قسمت العينة إلى 3 مجموعات بعد ترقيمها، بحيث تألفت كل مجموعة من 30 سناً وقد تم تحضير القناة الجذرية المختارة في كل مجموعة بنظام تحضير آلي معين (المجموعة الأولى: REVO S ، الثانية : Safesider ، الثالثة: Lightspeed).

تم إجراء صور شعاعية رقمية ذروية لكل سن قبل التحضير بوجود مبرد(K-file) يحقق الوصول إلى كامل الطول العامل ، وصوراً أخرى بنفس الوضعية السابقة و بوجود آخر أداة تم التوسيع بها آلياً ولنفس الطول الأول المحدد للقناة.

درست هذه الصور بعد إدخالها على برنامج (AutoCAD2013) لتحري نقل الذروة وتغير الطول العامل للقناة ، وتغير الشكل التشريحي للقناة.

تمت دراسة الشكل التشريحي للقناة من خلال إجراء صور مقطعية مخروطية محوسبة (CBCT) لجميع أسنان العينة قبل التحضير وبعده بعد وضعها ضمن قوالب خاصة لحفظ وضعيتها في المرحلتين ثم إجراء الدراسة على برنامج OnDemand3D™. دونت النتائج في جداول خاصة وعولجت إحصائيا وفق برنامج SPSS إصدار 13.0 .

دُرس نوع النظام الآلي المستخدم في التحضير وتأثيره على زاوية نقل الذروة والطول العامل وتغير الشكل التشريحي للقناة، كما ودرست العلاقة بين النظام المستخدم ودرجة حدوث التشوه والانكسار في الأداة.

1ــ دراسة العلاقة بين أنظمة التحضير الثلاثة ونقل الذروة:

أظهرت نتائج هذه الدراسة ان نظام Lightspeed قد تفوق على كل من نظامي REVO S و Safesider, في المحافظة على مكان الذروة ، يليه نظام REVO S في المحافظة على مكان الذروة.

لقد أظهرت الدراسة في بعض الأحيان عدم وجود نقلاً للذروة وفي أحيان أخرى أظهرت نقلاً وصل حتى(11) درجة في نظامي ال Safesider و Revo s أما في نظام Lightspeed فقد بلغ الحد الأعظمي للنقل (6) درجات فقط.

وهذا ما يعني بأن نظام Lightspeed حقق نتائج أفضل في محافظته على مكان الذروة مقارنة مع النظاميين السابقين.

لقد توافقت نتائج دراستنا مع الدراسة التي أجراها (Steve Senia E, 2005)

والتي بينت ان نظام Lightspeed الحديث قدم تطوراً واضحاً في تحضير القناة الجذرية وخاصة الثلث الذروي والذي يعتبر جوهر التنظيف والتشكيل المنشود من خلال إجراءات التحضير القنوي ، بالإضافة للمحافظة على تشريح الثلث الذروي دون أذية تذكر.

كما وتطابقت دراستنا مع ما توصل اليه الباحث **(Fred Barbakow, Barbakow, 2004)** عن أفضلية نظام التحضير **Lightspeed** في توسيع الثلث الذروي وحتى قياسات كبيرة مع محافظته على عاج القناة الجذرية في باقي أجزاء القناة سليماً ، دون أن يتسبب بإضعاف ما تبقى من بنية الجذر بسبب التوسيع الكبير للثلث الذروي ، وتعود هذه الخاصية لتصميم موسعات ال **Lightspeed** الفريد حيث ينحصر عملها في رأسها فقط .

وأيضاً جاءت نتائج دراستنا متطابقة مع ما توصل اليه الباحث (Zuckerman et al., 2003) وهو امكانية التحضير بنظام **Lightspeed** وتوسيع

الذروة حتى مقاسات كبيرة دون أن يسبب ذلك اي ضرر على ما تبقى من العاج الجذري في كافة انحاء القناة الجذرية .

كما توافقت نتائج دراستنا مع الدراسة التي قام بها (Rhodes et al., 2011) وزملاؤه حيث تمت المقارنة بين نظامي ال **Safesider** و **Vortex** المصنوع من النيكل تيتانيوم ، وجاءت نتيجة هذه الدراسة لتؤكد عجز كلا النظامين عن تحضير كامل الجدران الداخلية للقناة الجذرية بشكل متجانس ، كما بينت ان نظام الـ **Safesider** قد تسبب بحدوث نقل للذروة عندما استخدم بقياسات اكبر من 25 لذلك لا ينصح باستخدام الموسعات التي تزيد عن 25 من هذا النظام وخصوصا في الاقنية المنحنية.

2ــ دراسة العلاقة بين أنظمة التحــضير الثلاثــة وتغيــر الــشكل التشريحي للقناة:

أظهرت نتائج هذه الدراسة ان نظام Lightspeed قد تفوق على كل من نظــامي REVO S و Safesider, في المحافظة على الشكل التشريحي الاصلي للقناة ، وكــان نظام الــ Safesider المصنوع من الفولاذ اللاصدئ الأكثر تسبباً في الانحــراف عــن الشكل التشريحي الأصلي للقناة الجذرية.

لقد اعتمدنا في دراسة تغير الشكل التشريحي للقناة على إجراء صــورة مقطعيــة محوسبة قبل تحضير الأقنية الجذرية وبعد تحضيرها. ثم بعد ذلك تم حساب تغير أبعــاد جدران القناة (الدهليزية–اللسانية–الأنسية–الوحشية) وذلــك بتطبيــق معادلــة رياضــية Gambill (Gambill et al., 1996) قاموا من خلالها بتحديد نسبة التغير في جــدران القناة بكافة الجهات ، وذلك في سوية 3 مقاطع (6,4,2) ملم بعداً عن الذروة.

فإذا كانت هذه النسبة مساوية الواحد الصحيح فيكون النظام المختار قد حافظ على الشكل التشريحي في سوية هذا المقطع، وإلا فإن الشكل التشريحي يتغير ولا يعتبر مصوناً عندما تتغير هذه النسبة عن الواحد زيادةً أم نقصاناً.

تبين في الدراسة أن نسبة تغير شكل القناة في مجموعة نظام REVO S كانــت أكبر منها في مجموعة نظام Lightspeed، وكذلك الأمر في مجموعة نظام Safesider عند مقارنتها مع مجموعة نظام Lightspeed وذلك في جميع المقاطع.

أما عند مقارنة نظامي (Safesider ,REVO S) فلم تظهــر فــروق ذات دلالــة إحصائية بينهم باستثناء مقطع 6 ملم حيث لا حظنا وجود فروق ذات دلالة بين النظاميين.

إن هذا وإن دل على شيء فهو يشير إلى قدرة نظــام REVO S الأفــضل مــن Safesider في المحافظة النسبية على شكل القناة لمرونته الأعلى كون مبارده مصنوعة كلها من النيكل تيتانيوم في حين ان موسعات الــSafesider مصنوعة بغالبيتهــا مــن الفولاذ اللاصدئ.

كما بينت النتائج الاحصائية تفوق نظام الـ Lightspeed على الأنظمة الأخرى في محافظته على شكل القناة الجذرية.

- لقد توافقت نتائج دراستنا مع الدراسة التي قام بها **S. Craig Rhodes** حيث توصلوا بالنتيجة الى قدرة نظام التحضير الآلي من النيكل تيتانيوم **vortex** من المحافظة على الشكل التشريحي للقناة وعدم قدرة نظام ال **Safesider** على المحافظة على هذا الشكل وخصوصاً في القياسات اكثر من 25 وأيضاً في الأقنية المنحنية. **(Rhodes et al., 2011)**.
- كما توافقت نتائج دراستنا مع **Nessrin A.** و زملاؤه الذي بين أنه لا توجد أفضلية للأنظمة المعتمدة على الحركة التبادلية **(Reciprocating motion)** والمصنوعة من الفولاذ اللاصدئ ، على الأنظمة الدوارة المصنوعة من النيكل تيتانيوم ، مع إمكانية هذه الأخيرة إنجاز تحضير الأقنية الجذرية بأقل انحراف ممكن عن الشكل التشريحي الأصلي للقناة.**(Taha et al., 2010)** .
- واختلفت نتائج دراستنا مع **(Venkateshbabu et al., 2012)** وزملاؤه والذي بين أفضلية نظام التحضير **Safesider** المصنوع من الفولاذ اللاصدئ في المحافظة على الشكل التشريحي الاصلي للقناة ،على الأنظمة الأخرى المستخدمة في الدراسة وهي **K3, Liberator** والمصنوعة من النيكل تيتانيوم.

وربما يعود السبب في الاختلاف الى اختلاف الأنظمة المستخدمة في دراستنا وهي **Lightspeed** و**REVOS** .

وأيضاً توافقت دراستنا مع دراسة Hilaly وزملائها حيث أظهرت نتيجة دراستهم أن أداء أدوات النيكل تيتانيوم كان أفضل من أداء موسعات **الـ Safesider** في المحافظة على شكل القناة في الأقنية الجذرية ذات المقطع اليضوي الطولاني. (Hilaly Eid and Wanees Amin, 2011)

3ــ دراسة العلاقة بين أنظمة التحضير الثلاثة وتغير الطول العامل:

لقد جاءت كل الدراسات السابقة مطابقة لدراستنا في أن التغير في الطول العامل وإن حدث فليس له أي دلالة إحصائية في أنظمة التحضير الثلاثة.

كما في الدراسة التي قام بها **Rhodes** وزملاؤه حيث بين أنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية على تغير الطول العامل بين الأنظمة الدوارة وأنظمة الحركة التبادلية.**(Rhodes et al., 2011)**.

4ــ دراسة ظاهرة تشوه وانكسار الأدوات في مجموعات الدراسة:

كانت حوادث تشوه الادوات وانكسارها في هذه الدراسة قليلة ، وما يلفت النظر هو انكسار أداة الــ Lightspeed عند نقطة اتصال الحامل مع جسم الحامل ، وأيضاً شــكل الأداة المشوهة .الشكل 56

فالمرونة التي تتمتع بها أنظمة النيكل تيتانيوم جعلت منها أكثر قابليةً لمحاكاة شكل القناة ومقاومة الكسر ، وأيضاً نموذج الحركة التبادلية لنظام ال Safesider تجعل منــه مقاوماً للكسر إلى حدٍ بعيد.

وتتميز أدوات نظام الــ Lightspeed أنه عند انكسارها تسهل إزالتهــامن القنــاة الجذرية حيث أنها تنكسر قرب قبضة الأداة.

وهذا ما أكدته الدراسة التي قام بها Knowles عام 2006 ووجد أنه في حــوالي 99% من الحالات تنفصل أداة الــ Lightspeed بمستوى قبضة الأداة وبالتــالي فــإن إزالتها من القناة في غاية السهولة. (Knowles et al., 2006).

وفي الدراسة التي قام بها **Wan** وزملاؤه عام 2011 أثبت انه لم تنكسر أيــة أداة من نظام ال **Safesider**نتيجة الإجهاد الدوراني **(cyclic fatigue)** حتى لمدة خمــسة دقائق من الدوران المستمر في حين أن أنظمة النيكــل تيتــانيوم الأخــرى وهــي **K3** و**ProFile** و **GT Series X** قد تعرضت جميعها للكسر بدرجات متقاربة وبزمن قليل نسبياً. **(Wan et al., 2011)**

يمكن القول بأن خصائص البنية الذرية والتصميم الهندسي لمبارد النيكل تيتانيوم لها الأثر الأكبر في المحافظة على الشكل التشريحي للقناة ومكان الثقبة الذروية إذا ما قورنت مع مبارد الفولاذ اللاصدئ .

أخيراً: صحيح أن الأدوات اللبية الحديثة الدوارة والمصنوعة من النيكل تيتانيوم قد قدمت الكثير لتطوير العمل في تحضير الأقنية الجذرية إلا أنها تبقى تمتلك بعض السلبيات والتي تحاول الشركات جاهدة تفاديها.

لكن لا ينبغِ علينا إلقاء اللوم على هذا النظام أو ذاك فالمهمة الأكبر تقع على عاتق الممارس الذي لا بد له من إتباع التوصيات الصحيحة عند استخدام كل نظام ومحاولة العمل لمرة واحدة في كل أداة ثم التخلص منها وإذا لم يكن هناك شذوذات تشريحية أو انحناء شديد في القناة فلا بأس من استخدامها (3ـ5) مرات، كذلك لا بد من السبر الأولي للأقنية يدوياً للتأكد من نفوذيتها وتجنب الاعتماد على الأدوات الدوراة في فتح الأقنية المتضيقة أو المتكلسة فهذا الإجراء سيؤدي حتماً إلى الاختلاطات المعروفة والسابق ذكرها.

بالإضافة الى مشاركة التحضير الآلي مع التحضير اليدوي في حالات خاصة مثل الأقنية المتكلسة والمتضيقة بشدة والأقنية المنحنية بشدة..

الباب الخامس

الاستنتاجات

Conclusions

5

الاستنتاجـات

Conclusions

نستنتج من خلال دراستنا ما يلي :

- إن نظام الـــ Lightspeed تسبب بحدوث نقل للذروة أقل مـــن كـــل مـــن نظـــامي الـــ Revo s والـــ Safesider واللذين تسببا بنقل مماثل تقريباً للذروة.
- لقد استطاع نظام الـــ Lightspeed المحافظة على الشكل التشريحي للقناة أكثر من نظام الـــ Revo s ، بينما كان نظام الـــ Safesider هو الأسوأ في المحافظة علـــى الشكل التشريحي للقناة.
- لم يلاحظ حدوث تغيراً ذو مدلولات إحصائية في الطول العامل للقناة لجميـــع أنظمـــة التحضير الآلي الدوارة والمعتمدة على الحركة التبادليـــة المـــصنوعة مـــن الفـــولاذ اللاصدئ.
- كانت نسبة تشوه وانكسار أدوات الأنظمة الثلاثة متـــشابهة ، مـــع أفـــضلية لنظـــام الـــ Revos من ناحية أمان الانكسار.

الباب السادس

6 المقترحات والتوصيات

Suggestions & Recommendations

1. المقترحـــات : Suggestions

- إجراء دراسة بالمجهر الالكتروني الماسح لسطوح المبارد الآلية بعد الاستخدام لتحري مناطق الإجهاد التي يتعرض لها المبرد.
- إجراء دراسة حول علاقة نظام التحضير الآلي بإضعاف جـــدران القنـــاة الجذريـــة وتشكل الصدوع.
- إجراء دراسة حول فعالية الطرق الهجينة بالمشاركة مع نظـــام الLightspeed فـــي المحافظة على الشكل التشريحي للقناة الجذرية والتقليل من نقل الذروة.
- التعرف على أنظمة التحضير القنوي الجديدة التي تقدم من قبل الشركات للتعرف على الجديد فيها ، مع الانتباه لدعاية الشركات لمنتجاتها.
- ضرورة التعرف أكثر على تقنية التصوير(CBCT) وتطبيقاتها في طب الأسنان.

2. التوصيـات : Recomendations

- عدم استخدام أدوات التحضير الآلي سريرياً إلا بعد التدرب عليها مخبرياً باســتخدام الأسنان المقلوعة.
- نوصي بضرورة مشاركة نظام التحضير الآلي Lightspeed مع الأنظمة الأخــرى لتحضير الثلث الذرويلما يؤمنه من توسيع آمن لمنطقة الثلث الذروي.
- يجب أن تكون الحالة الراهنة بين أيدينا هي المرشد لانتقاء نظــام تحــضير معــين دون سواه.
- نوصي باللجوء إلى استخدام تقنية الــ(CBCT) لإجراءات التشخيص والمراقبة فــي الحالات اللبية المعقدة.
- الحذر و اتباع تعليمات الشركات المصنعة عند التحضير الآلي.
- الانتباه أثناء تحضير الأقنية المنحنية من زيادة توسيع الثلث الذروي بالأنظمة التقليدية لما يترتب على ذلك من كثرة اختلاطات التحضير.

البَابُ السَّابِعُ

7

المـراجـــع

References

المراجع باللغة الانكليزية

References:

ABBOTT, P. V. 2004. Assessing restored teeth with pulp and periapical diseases for the presence of cracks, caries and marginal breakdown. *Aust Dent J,* 49**,** 33-9; quiz 45.

ABOU-RASS, M., FRANK, A. L. & GLICK, D. H. 1980. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Am Dent Assoc,* 101**,** 792-4.

AL-FOUZAN, K. S. 2003. Incidence of rotary ProFile instrument fracture and the potential for bypassing in vivo. *Int Endod J,* 36**,** 864-7

ALSHEHRI, M., ALAMRI H ,ALSHALHOUB M 2011. Applications of CBCT in Dental Practice. *Dental news,* XVIII,**,** 30-38.

ANKRUM, M. T., HARTWELL, G. R. & TRUITT, J. E. 2004. K3 Endo, ProTaper, and ProFile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars. *J Endod,* 30**,** 234-7.

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.

BAHIA, M. G., MARTINS, R. C., GONZALEZ, B. M. & BUONO, V. T. 2005. Physical and mechanical characterization and the influence of cyclic loading on the behaviour of nickel-titanium wires employed in the manufacture of rotary endodontic instruments. *Int Endod J,* 38**,** 795-801.

BARBAKOW, F. 2004. The LightSpeed system. *Dent Clin North Am,* 48**,** 113-35.

BAUMGARTNER, J. C. & CUENIN, P. R. 1992. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod,* 18**,** 605-12.

BAUMGARTNER, J. C., MARTIN, H., SABALA, C. L., STRITTMATTER, E. J., WILDEY, W. L. & QUIGLEY, N. C. 1992. Histomorphometric comparison of canals prepared by four techniques. *J Endod,* 18**,** 530-4.

BERGMANS, L., VAN CLEYNENBREUGEL, J., BEULLENS, M., WEVERS, M., VAN MEERBEEK, B. & LAMBRECHTS, P. 2003. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J,* 36**,** 288-95.

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.

BISHOP, K. & DUMMER, P. M. 1997. A comparison of stainless steel Flexofiles and nickel-titanium NiTiFlex files during the shaping of simulated canals. *Int Endod J,* 30**,** 25-34.

BLUM, J. Y., COHEN, A., MACHTOU, P. & MICALLEF, J. P. 1999. Analysis of forces developed during mechanical preparation of extracted teeth using Profile NiTi rotary instruments. *Int Endod J,* 32**,** 24-31.

BLUM, J. Y., MACHTOU, P., ESBER, S. & MICALLEF, J. P. 1997. Analysis of forces developed during root canal preparation with the balanced force technique. *Int Endod J,* 30**,** 386-96.

BRAMANTE, C. M., BERBERT, A. & BORGES, R. P. 1987. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod,* 13**,** 243-5.

BRANTLEY, W. A., LUEBKE, N. H., LUEBKE, F. L. & MITCHELL, J. C. 1994. Performance of engine-driven rotary endodontic instruments with a superimposed bending deflection: V. Gates Glidden and Peeso drills. *J Endod,* 20**,** 241-5.

BRYANT, S. T., THOMPSON, S. A ،.AL-OMARI, M. A. & DUMMER, P. M. 1998. Shaping ability of ProFile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J,* 31**,** 282-9.

BRISENO, B. M. & SONNABEND, E. 1991. The influence of different root canal instruments on root canal preparation: an in vitro study. *Int Endod J,* 24**,** 15-23.

BUCHANAN, L. S. 1989. Management of the curved root canal. *J Calif Dent Assoc,* 17**,** 18-25, 27.

BUCHANAN, L. S. 2001. The standardized-taper root canal preparation--Part 3. GT file technique in large root canals with small apical diameters. *Int Endod J,* 34**,** 149-56.

BUEHLER W.J, G. J. V., WILEY R.C 1963. Effect of Low-Temperature Phase Changes on the Mechanical Properties of Alloys near Composition TiNi. *Journal of Applied Physics* 34.

CAICEDO, R. C. S. J. 2011. HyFlex® CM rotary files: an excellent innovation for endodontic treatment. *Endodontic practice,* 4**,** 10-17.

CAMARA, A. C., AGUIAR, C. M. & DE FIGUEIREDO, J. A. 2008. Evaluation of the root dentine cutting effectiveness of the HERO 642, HERO Apical and HERO Shaper rotary systems. *Aust Endod J,* 34**,** 94-100.

CAMPS, J. J. & PERTOT, W. J. 1995a. Machining efficiency of nickel-titanium K-type files in a linear motion. *Int Endod J,* 28**,** 279-84.

CAMPS, J. J. & PERTOT, W. J. 1995b. Torsional and stiffness properties of nickel-titanium K files. *Int Endod J,* 28**,** 239-43.

CARD, S. J., SIGURDSSON, A., ORSTAVIK, D. & TROPE, M. 2002. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J Endod,* 28**,** 779-83.

CLEM, W. H. 1969. Endodontics: the adolescent patient. *Dent Clin North Am,* 13**,** 482-93.

COHEN S , B. E. 1984. pathway of the pulp.3th ed 3ed.: Mosby.

COHEN S, B .E. 1991. *Pathway Of The Pulp*.

COHEN S , B. E. 1998a. *Pathways of the Pulp.* 7th edition ed.

COHEN S , B. E. 1998b. *pathways of the pulp*

COHEN S, B. E. 2011. *Cohen's pathways of the pulp,* China, Elsevier.

COTTON, T. P., GEISLER, T. M., HOLDEN, D. T., SCHWARTZ, S. A. & SCHINDLER, W. G. 2007. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod,* 33**,** 1121-32.

DE-DEUS, G., BARINO, B., ZAMOLYI, R. Q., SOUZA, E., FONSECA, A., JR., FIDEL, S. & FIDEL, R. A. 2010a. Suboptimal debridement quality produced by the single-file F2 ProTaper technique in oval-shaped canals. *J Endod,* 36**,** 1897-900.

DE-DEUS, G., MOREIRA, E. J., LOPES, H. P. & ELIAS, C. N. 2010b. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *Int Endod J.*8-1063 ،43 ،

DE MELO RIBEIRO, M. V., SILVA-SOUSA, Y. T., VERSIANI, M. A., LAMIRA, A., STEIER, L., PECORA, J. D. & DE SOUSA-NETO, M. D. 2013. Comparison of the cleaning efficacy of self-adjusting file and rotary systems in the apical third of oval-shaped canals. *J Endod,* 39**,** 398-401.

DE PAULA-SILVA, F. W., WU, M. K., LEONARDO, M. R., DA SILVA, L. A. & WESSELINK, P. R. 2009. Accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. *J Endod,* 35**,** 1009-12.

DUMMER, P. M., MCGINN, J. H. & REES, D. G. 1984. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *Int Endod J,* 17**,** 192-8.

ELDEEB, M. E. & BORAAS, J. C. 1985. The effect of different files on the preparation shape of severely curved canals. *Int Endod J,* 18**,** 1-7.

ESPOSITO, P. T. & CUNNINGHAM, C. J. 1995. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod,* 21**,** 173-6.

ESTRELA, C., BUENO, M. R., LELES, C. R., AZEVEDO, B. & AZEVEDO, J. R. 2008. Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. *J Endod,* 34**,** 273-9.

FAVA, L. R. 1983. The double-flared technique: an alternative for biomechanical preparation. *J Endod,* 9**,** 76-80.

FS, W. 1996. *Endodontic Therapy*.

GAMBILL, J. M., ALDER, M. & DEL RIO, C. E. 1996. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod*.75-369 ،22 ،

GANI, O. & VISVISIAN, C. 1999. Apical canal diameter in the first upper molar at various ages. *J Endod,* 25**,** 689-91.

GEORGE, J. W., MICHANOWICZ, A. E. & MICHANOWICZ, J. P. 1987. A method of canal preparation to control apical extrusion of low-temperature thermoplasticized gutta-percha. *J Endod,* 13**,** 18-23.

GOERIG, A. C., MICHELICH, R. J. & SCHULTZ, H. H. 1982. Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. *J Endod,* 8**,** 550-4.

GRANDE NM, P. G., BUTTI A, SOMMA F. SISTEMA 200 .7AET (Anatomic Endodontic Technology): concetti base e integrazione nella pratica clinica. *ENDO TRIBUNE,* 1**,** 19-21.

GROSSMAN, L. I., OLIET, S. & DEL RIO, C. E. 1988. *Endodontic practice,* Philadelphia, Lea & Febiger.

GUERISOLI, D. M., CAPELLI ،BARROSO, J. M , A., SAQUY, P. C. & PECORA, J. D. 2005. Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in maxillary premolars: SEM analysis. *Braz Dent J,* 16**,** 30-4.

GUELZOW, A., STAMM, O., MARTUS, P. & KIELBASSA, A. M. 2005. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J,* 38**,** 743-52.

GUTMANN, J. L. 2011. *Problem Solving in Endodontics*.

HARTMANN, M. S., BARLETTA, F. B., CAMARGO FONTANELLA, V. R. & VANNI, J. R. 2007. Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. *J Endod,* 33**,** 962-5.

HILALY EID, G. E. & WANEES AMIN, S. A. 2011. Changes in diameter, cross-sectional area, and extent of canal-wall touching on using 3 instrumentation techniques in long-oval canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,* 112**,** 688-95.

HILL, R. L. & DEL RIO, C. E. 1983. A histological comparison of the canal wall planing ability of two new endodontic files. *J Endod,* 9**,** 517-22.

HU¨ LSMANN, M. 2005. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *ENDODONTIC TOPICS,* 10**,** 1538-1601.

HUBSCHER, W., BARBAKOW, F. & PETERS, O. A. 2003a. Root-canal preparation with FlexMaster :canal shapes analysed by micro-computed tomography. *Int Endod J,* 36**,** 740-7.

HUBSCHER, W., BARBAKOW, F. & PETERS, O. A. 2003b. Root canal preparation with FlexMaster: asessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endod J,* 36**,** 883-90.

IMURA, N., KATO, A. S., NOVO, N. F., HATA, G., UEMURA, M. & TODA, T. 2001. A comparison of mesial molar root canal preparations using two engine-driven instruments and the balanced-force technique. *J Endod,* 27**,** 627-31.

INGLE, J. I. & BAKLAND, L. K. 1994. *Endodontics,* Baltimore, Williams & Wilkins.

INGLE, J. I. & BAKLAND, L. K. 2002. *Endodontics,* Hamilton, Decker.

INGLE JI, H. T., HARWRISH CE.GLICKMAN GN ;SERENE TP,ROSENBERG D , BUSHANAN LS , WEST J , RUDDLE C ,CAMP J ,ROAN J, CECCHINI 2002. *Endodontics*. 5 ed.

JARDINE, S. J. & GULABIVALA, K. 2000. An in vitro comparison of canal preparation using two automated rotary nickel-titanium instrumentation techniques. *Int Endod J,* 33**,** 381-91.

JUNGMANN, C. L., UCHIN, R. A. & BUCHER, J. F. 1975. Effect of instrumentation on the shape of the root canal. *J Endod,* 1**,** 66-9.

KAMBUROGLU, K., ILKER CEBECI, A. R. & GRONDAHL, H. G. 2009. Effectiveness of limited cone-beam computed tomography in the detection of horizontal root fracture. *Dent Traumatol,* 25**,** 256-61.

KAU C H , A .K. 2011. Cone Beam CT

of the Head and Neck. *An Anatomical Atlas*.

KEREKES, K. & TRONSTAD, L. 1977. Morphometric observations on the root canals of human molars. *J Endod,* 3**,** 114-8.

KHADEMI, A., YAZDIZADEH, M. & FEIZIANFARD, M. 2006. Determination of the minimum instrumentation size for penetration of irrigants to the apical third of root canal systems. *J Endod,* 32**,** 417-20.

KIM, T. S., CARUSO, J. M., CHRISTENSEN, H. & TORABINEJAD, M. 2010. A comparison of cone-beam computed tomography and direct

measurement in the examination of the mandibular canal and adjacent structures. *J Endod,* 36**,** 1191-4.

KLAYMAN, S. M. & BRILLIANT, J. D. 1975. A comparison of the efficacy of serial preparation versus Giromatic preparation. *J Endod,* 1**,** 334-7.

KNOWLES, K. I., HAMMOND, N .B., BIGGS, S. G. & IBARROLA, J. L. 2006. Incidence of instrument separation using LightSpeed rotary instruments. *J Endod,* 32**,** 14-6.

KOBAYASHI, C., YOSHIOKA, T. & SUDA, H. 1997. A new engine-driven canal preparation system with electronic canal measuring capability. *J Endod,* 23**,** 751-4.

KOCAK, S., KOCAK, M. M. & SAGLAM, B. C. 2013. Efficiency of 2 electronic apex locators on working length determination: A clinical study. *J Conserv Dent,* 16**,** 229-32.

LAUTENSCHLAGER, E. P. & MONAGHAN, P. 1993. Titanium and titanium alloys as dental materials. *Int Dent J,* 43**,** 245-53.

LEONARDO, M. R., CERVI DDE, A., TANOMARU, J. M. & SILVA, L. A. 2004. Effect of different rotary instrumentation techniques and thermoplastic filling on apical sealing. *J Appl Oral Sci,* 12**,** 89-92.

LIEDKE, G. S., DA SILVEIRA, H. E., DA SILVEIRA, H. L., DUTRA, V. & DE FIGUEIREDO, J. A. 2009. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption. *J Endod,* 35**,** 233-5.

MALLET J.P , D. F .2009 .

An Instrument Innovation for Primary Endodontic Treatment: the Revo-S® Sequence*. *Smile Journal,* 4.

MARET, D., TELMON, N., PETERS, O. A., LEPAGE, B., TREIL, J., INGLESE, J. M., PEYRE, A., KAHN, J. L. & SIXOU, M. 2012. Effect of voxel size on the accuracy of 3D reconstructions with cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol,* 41**,** 649-55.

MARROQUIN, B. B., EL-SAYED, M. A. & WILLERSHAUSEN-ZONNCHEN, B. 2004. Morphology of the physiological foramen: I. Maxillary and mandibular molars. *J Endod,* 30**,** 321-8.

MATWYCHUK, M. J., BOWLES, W. R., MCCLANAHAN, S. B., HODGES, J. S. & PESUN, I. J. 2007. Shaping abilities of two

different engine-driven rotary nickel titanium systems or stainless steel balanced-force technique in mandibular molars. *J Endod,* 33**,** 868-71.

MAUGER, M. J., SCHINDLER, W. G. & WALKER, W. A., 3RD 1998. An evaluation of canal morphology at different levels of root resection in mandibular incisors. *J Endod,* 24**,** 607-9.

MCCANN, J. T., KELLER, D. L. & LABOUNTY, G. L. 1990. A modification of the muffle model system to study root canal morphology. *J Endod,* 16**,** 114-5.

MCGUIGAN, M. B., LOUCA, C. & DUNCAN, H. F. 2013. Endodontic instrument fracture: causes and prevention. *Br Dent J,* 214**,** 341-8.

MCKENDRY, D. J. 1990. Comparison of balanced forces, endosonic, and step-back filing instrumentation techniques: quantification of extruded apical debris. *J Endod,* 16**,** 24-7.

METZGER, Z., TEPEROVICH, E., COHEN, R., ZARY, R., PAQUE, F. & HULSMANN, M. 2010a. The self-adjusting file (SAF). Part 3: removal of debris and smear layer-A scanning electron microscope study. *J Endod,* 36**,** 697-702.

METZGER, Z., TEPEROVICH, E., ZARY, R., COHEN, R. & HOF, R. 2010b. The self-adjusting file (SAF). Part 1: respecting the root canal anatomy--a new concept of endodontic files and its implementation. *J Endod,* 36**,** 679-90.

MICHETTI, J., MARET, D., MALLET, J. P. & DIEMER, F. 2010. Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *J Endod,* 36**,** 1187-90.

MOINZADEH, A. & DE BRUYNE, M. 2010. Re: A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation techniques. *Int Endod J,* 43**,** 451-2; author reply 453.

MORFIS, A., SYLARAS, S. N., GEORGOPOULOU, M., KERNANI, M. & PROUNTZOS, F. 1994. Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol,* 77**,** 172-6.

MORGAN, L. F. & MONTGOMERY, S. 1984. An evaluation of the crown-down pressureless technique. *J Endod,* 10**,** 491-8.

MOZZO, P., PROCACCI, C., TACCONI, A., MARTINI, P. T. & ANDREIS, I. A. 1998. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol,* 8**,** 1558-64.

MUSIKANT, B. 2008. Stress-free Endodontics. *dentaltown***,** 59-67.

MUSIKANT, B. 2009. *The Best Ways to PerformEZ-Fill® SafeSider® Endodontics* [Online]. [Accessed.[

MUSIKANT, B. L., COHEN, B. I. & DEUTSCH, A. S. 2004. Comparison instrumentation reamers and files versus a flat-sided design of conventional noninterrupted, flat-sided design. *J Endod,* 30.9-107 ،

NORDMEYER, S., SCHNELL, V. & HULSMANN, M. 2011. Comparison of root canal preparation using Flex Master Ni-Ti and Endo-Eze AET stainless steel instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,* 111**,** 251-9.

OZER, S. Y. 2010. Detection of vertical root fractures of different thicknesses in endodontically enlarged teeth by cone beam computed tomography versus digital radiography. *J Endod,* 36**,** 1245-9.

PAQUE, F., MUSCH, U. & HULSMANN, M. 2005. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J,* 38**,** 8-16.

PARANJPE, A., DE GREGORIO, C., GONZALEZ, A. M., GOMEZ, A., SILVA HERZOG, D., PINA, A. A. & COHENCA, N. 2012. Efficacy of the self-adjusting file system on cleaning and shaping oval canals: a microbiological and microscopic evaluation. *J Endod,* 38**,** 226-31.

PATEL, S. 2009. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *Int Endod J,* 42**,** 463-75.

PATEL, S., DAWOOD, A., FORD, T. P. & WHAITES, E. 2007. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *Int Endod J,* 40**,** 818-30.

PATEL, S., KANAGASINGAM, S. & MANNOCCI, F. 2010. Cone beam computed tomography (CBCT) in endodontics. *Dent Update,* 37**,** 373-9.

PETERS, O. A. 2004 .Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod,* 30**,** 559-67.

PETERS, O. A. & BARBAKOW, F. 2000. Effects of irrigation on debris and smear layer on canal walls prepared by two rotary techniques: a scanning electron microscopic study. *J Endod,* 26**,** 6-10.

PETERS, O. A., LAIB, A., GOHRING, T. N. & BARBAKOW, F. 2001a. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod,* 27**,** 1-6.

PETERS, O. A., LAIB, A., RUEGSEGGER ،P. & BARBAKOW, F. 2000. Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. *J Dent Res,* 79**,** 1405-9.

PETERS, O. A. & PAQUE, F. 2010. Current developments in rotary root canal instrument technology and clinical use: a review. *Quintessence Int,* 41**,** 479-88.

PETERS, O. A., PETERS, C. I., SCHONENBERGER, K. & BARBAKOW, F. 2003a. ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endod J,* 36**,** 93-9.

PETERS, O. A., PETERS ،C. I., SCHONENBERGER, K. & BARBAKOW, F. 2003b. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J,* 36**,** 86-92.

PETERS, O. A., SCHONENBERGER, K. & LAIB, A. 2001b. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J,* 34**,** 221-30.

PORTENIER, I., LUTZ, F. & BARBAKOW, F. 1998. Preparation of the apical part of the root canal by the Lightspeed and step-back techniques. *Int Endod J,* 31.11-103 ،

PRUETT, J. P., CLEMENT, D. J. & CARNES, D. L., JR. 1997. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod,* 23**,** 77-85.

REDDY, S. A. & HICKS, M. L. 1998. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *J Endod,* 24**,** 180-3.

RENATO DE TOLEDO LEONARDO, R. D. T., CAROL L. JENT, BILL POULSON, JOLIE GORDON & MYKEL FRANCE Oct 8, 2009. ENDO-EZE TiLOS anatomic endodontic technology.

RHODES, S. C., HULSMANN, M., MCNEAL, S. F., BECK, P. & ELEAZER, P .D. 2011. Comparison of root canal preparation using reciprocating Safesiders stainless steel and Vortex nickel-titanium instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,* 111**,** 659-67.

RIITANO, F. 2005. Anatomic Endodontic Technology (AET)--a crown-down root canal preparation technique: basic concepts, operative procedure and instruments. *Int Endod J,* 38**,** 575-87.

ROANE, J. B., SABALA, C. L. & DUNCANSON, M. G., JR. 1985. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. *J Endod,* 11**,** 203-11.

ROBERTSON, D., LEEB, I. J., MCKEE, M. & BREWER, E. 1980. A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endod,* 6**,** 421-4.

RODIG, T., HULSMANN, M., MUHGE, M. & SCHAFERS, F. 2002. Quality of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using nickel-titanium instruments. *Int Endod J,* 35**,** 919-28.

ROUAS, P., NANCY, J. & BAR, D. 2007. Identification of double mandibular canals: literature review and three case reports with CT scans and cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol,* 36**,** 34-8.

RUDDLE 2002. *pathways of the pulp,* Stlouis USA, Mosby.

RUDDLE, C. J. 2001. The ProTaper endodontic system: geometries, features, and guidelines for use. *Dent Today,* 20**,** 60-7.

SABALA, C. L., ROANE, J. B. & SOUTHARD, L. Z. 1988. Instrumentation of curved canals using a modified tipped instrument: a comparison study. *J Endod,* 14**,** 59-64.

SAKODA, H., FISHER, J., LU, S. & BUCHANAN, F. 2001. The effect of accelerated aging on the wear of UHMWPE. *J Mater Sci Mater Med,* 12**,** 1043-7.

SAUNDERS, W. P & .SAUNDERS, E. M. 1992. Effect of noncutting tipped instruments on the quality of root canal preparation using a modified double-flared technique. *J Endod,* 18**,** 32-6.

SCHAFER, E. 1997. Root canal instruments for manual use: a review. *Endod Dent Traumatol,* 13.64-51 ،

SCHäFER E, D. T. 2006. Development and sequelae of canal transportation. *Endod Topics,* 15**,** 75-90.

SCHAFER, E. & LOHMANN, D. 2002. Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile--Part 2 .Cleaning effectiveness and instrumentation results in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J,* 35**,** 514-21.

SCHILDER, H. 1974. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am,* 18**,** 269-96.

SCHNEIDER, S. W. 1971. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol,* 32**,** 271-5.

SCIANAMBLO, M. J. 1989. [Principal causes of endodontic failure]. *Attual Dent,* 5**,** 10-1, 13-6, 21-5.

SENIA, E. S., WILDEY W . L 2004. Single-Visit Endodontics—

A Time for Change. *dentaltown***,** 42-48.

SEPIC, A. O., PANTERA, E. A., JR., NEAVERTH, E. J. & ANDERSON, R. W. 1989. A comparison of Flex-R files and K-type files for enlargement of severely curved molar root canals. *J Endod,*15**,**240-5.

SHEN, Y., QIAN, W ،.ABTIN, H., GAO, Y. & HAAPASALO, M. 2011. Fatigue testing of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod,* 37**,** 997-1001.

SHEN, Y., ZHOU, H. M., ZHENG, Y. F., PENG, B. & HAAPASALO, M. 2013. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J Endod,* 39**,** 163-72.

SIDOW, S. J., WEST, L. A., LIEWEHR, F. R. & LOUSHINE, R. J. 2000. Root canal morphology of human maxillary and mandibular third molars. *J Endod,* 26**,** 675-8.

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, J. H., ENCISO, R., MALFAZ, J. M., ROGES, R., BAILEY-PERRY, M. & PATEL, A. 2006. Differential diagnosis of large periapical lesions using cone-beam computed tomography measurements and biopsy. *J Endod,* 32**,** 833-7.

SMITH, R. B. & EDMUNDS, D. H. 1997. Comparison of two endodontic handpieces during the preparation of simulated root canals. *Int Endod J,* 30**,** 369-80.

SOUTHARD ،D. W., OSWALD, R. J. & NATKIN, E. 1987. Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. *J Endod,* 13**,** 479-89.

STEVE SENIA E, W. L. W. 2005. The LightSpeed root canal instrumentation system. *Endodontic Topics* 10**,** 148-150.

SUEBNUKARN ،S., RHIENMORA, P. & HADDAWY, P. 2012. The use of cone-beam computed tomography and virtual reality simulation for pre-surgical practice in endodontic microsurgery. *Int Endod J,* 45**,** 627-32.

SWAIN, M. V. & XUE, J. 2009. State of the art of Micro-CT applications in dental research. *Int J Oral Sci,* 1**,** 177-88.

TAHA, N. A., OZAWA, T. & MESSER, H. H. 2010. Comparison of three techniques for preparing oval-shaped root canals. *J Endod,* 36**,**532-5.

TASDEMIR, T., AYDEMIR, H., INAN, U. & UNAL, O. 2005. Canal preparation with Hero 642 rotary Ni-Ti instruments compared with stainless steel hand K-file assessed using computed tomography. *Int Endod J,* 38**,** 402-8.

TETRADIS, S., ANSTEY, P. & GRAFF-RADFORD, S. 2010. Cone beam computed tomography in the diagnosis of dental disease. *J Calif Dent Assoc,* 38**,** 27-32.

THOMPSON, S. A. & DUMMER, P. M. 2000. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J,* 33**,** 255-61.

TORABINEJAD, M. 1994. Passive step-back technique. A sequential use of ultrasonic and hand instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol,* 77**,** 402-5.

TUREK, T. & LANGELAND, K. 1982. A light microscopic study of the efficacy of the telescopic and the Giromatic preparation of root canals. *J Endod,* 8**,** 437-43.

TURPIN ،Y. L., CHAGNEAU, F., BARTIER, CATHELINEAU, G. & VULCAIN, J. M. 2001. Impact of torsional and bending inertia on root canal instruments. *J Endod,* 27**,** 333-6.

VAUDT J 2007 .

Evaluation of rotary root canal instruments in vitro. *ENDO,* 1(3)**,** 189-203.

VENKATESHBABU, N., EMMANUEL, S., SANTOSH, G. K. & KANDASWAMY, D. 2012. Comparison of the canal centring ability of K3, Liberator and EZ Fill Safesiders by using spiral computed tomography. *Aust Endod J,* 38**,** 55-9.

VERSIANI, M. A. 2013. Micro–computed Tomography Study of Oval-shaped Canals Prepared with the Self-adjusting File, Reciproc, WaveOne, and ProTaper Universal Systems. *Journal of Endodontics*.

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.

WALTON, R. E. & TORABINEJAD, M. 1996. *Principles and practice of endodontics,* Philadelphia, Saunders.

WALTON, R. E. & TORABINEJAD, M. 2002. *Principles and practice of endodontics,* Philadelphia, PA, Saunders.

WAN, J., RASIMICK, B. J., MUSIKANT, B. L. & DEUTSCH, A. S. 2010. Cutting efficiency of 3 different instrument designs used in reciprocation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,* 109**,** e82-5.

WAN, J., RASIMICK, B. J., MUSIKANT, B. L. & DEUTSCH, A. S. 2011. A comparison of cyclic fatigue resistance in reciprocating and rotary nickel-titanium instruments. *Aust Endod J,* 37**,** 122-7.

WEINE, F. S., HEALEY, H. J., GERSTEIN, H. & EVANSON, L. 1970. Pre-curved files and incremental instrumentation for root canal enlargement. *J Can Dent Assoc (Tor),* 36**,** 155-7.

WEINE, F. S., KELLY, R. F. & LIO, P. J. 1975. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod,* 1**,** 255-62.

WOLLE, C. F., VASCONCELLOS, M. A., HINRICHS, R., BECKER, A. N. & BARLETTA, F. B. 2009. The effect of argon and nitrogen ion implantation on nickel-titanium rotary instruments. *J Endod,* 35**,** 1558-62.

WU, M. K., BARKIS, D., RORIS, A. & WESSELINK, P. R. 2002. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region? *Int Endod J,* 35**,** 264-7.

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-

WU, M. K. & WESSELINK, P. R. 2001. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J,* 34**,** 137-41.

ZAREI, M., TALATI, A., MORTAZAVI, M., ZARCH, H. H., JAVIDI, M. & BIDOKHTY, H. A. 2011. In-vitro evaluation of the effect of canal curvature on adaptation of gutta-percha in canals obturated with HEROfill system by CBCT. *J Oral Sci,* 53**,** 43-50.

ZMENER, O. & BANEGAS, G. 1996. Comparison of three instrumentation techniques in the preparation of simulated curved root canals .*Int Endod J,* 29**,** 315-9.

ZMENER, O., PAMEIJER, C. H. & BANEGAS, G. 2005. Effectiveness in cleaning oval-shaped root canals using Anatomic Endodontic Technology, ProFile and manual instrumentation: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J,* 38**,** 356.63-

ZUCKERMAN, O., KATZ, A., PILO, R., TAMSE, A. & FUSS, Z. 2003. Residual dentin thickness in mesial roots of mandibular molars prepared with Lightspeed rotary instruments and Gates-Glidden reamers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,* 96 ، .5-351

ZUOLO, M. L., WALTON, R. E. & IMURA, N. 1992. Histologic evaluation of three endodontic instrument/preparation techniques. *Endod Dent Traumatol,* 8**,** 125-9.

المراجع العربية:

أ.د. البني ، أ. د. ركاب : مداواة الأسنان اللبية (الجزء العملي و النظري) منـــشورات جامعة البعث 1998 .

الملخـص

Summary

الملخص باللغة العربية
Arabic Abstract

أحدثت أدوات التحضير الآلي للأقنية الجذرية المصنوعة من النيكل تيتانيوم ثورة في المعالجة اللبية فقد سهلت العمل على الممارس و اختصرت الوقت و حققت نتائج أفضل في المحافظة على مبادئ Schilder عند تحضير الأقنية. و قامت الشركات بتصنيع العديد من أنظمة التحضير تلك و التي تدعي بأنها الأفضل في تحقيق هذه المبادئ. لذلك هدفت هذه الدراسة إلى المقارنة مخبرياً بين ثلاثة أنظمة من أنظمة التحضير القنوي الجذري الآلية هي:

1- REVO S (Micro Mega)
2- Safesider (EDS)
3- Lightspeed (Discus Dental)

لتحري محافظتها على الشكل التشريحي للقناة والطول العامل ومكان الذروة، ومعرفة ما هو النظام الأفضل في تحقيق ذلك.

تألفت عينة الدراسة من تسعين سناً مقلوعاً حديثاً منحنية الجذور درجة انحناؤها (15–45)° نظفت و حفظت في الفورمالين مدة 48 ساعة. تم فتح الحجرة اللبية لكل سن و قياس الطول العامل ثم صُبت القوالب الإكريلية للأسنان و غُرست ضمنها. تم ترقيم العينة و قُسمت إلى ثلاث مجموعات بالتساوي. حُضرت كل مجموعة (30 سناً) بنظام من أنظمة الدراسة. أُجريت صورة شعاعية ذروية رقمية بالإضافة إلى صورة طبقية محورية سنية لكل سن قبل و بعد التحضير. تم قياس تغير الطول العامل ومقدار النقل الذروي باستخدام برنامج AutoCAD 2013، و حساب مقدار المحافظة على مركزية القناة وشكلها التشريحي باستخدام برنامج OnDemand3D™. أُجريت الحسابات الإحصائية للبحث باستخدام برنامج **SSPS** الإصدار 13.0 .

تبين من نتائج الدراسة أن أدوات النيكل تيتانيوم الآلية كانت أفضل من أدوات الفولاذ اللاصدئ. لقد سبب نظام Lightspeed نقلاً أقل للذروة مقارنةً مع النظامين

الآخرين وبفروق ذات دلالة إحصائية (ANOVA, P<0.05)، كما وحافظ نظام Lightspeed على مركزية القناة أكثر من غيره في حين أن نظام REVO S سبب استقامةً أقل للقناة الجذرية مقارنةً مع نظام Safesider، فكانت هناك فروق إحصائية بين الأنظمة الثلاثة (**Chi-Square**, P<0.05). أما بالنسبة لتغير الطول العامل فلم يكن هناك فروق ذات دلالات (ANOVA, P>0.05). أما بالنسبة لتشوه وانكسار الأدوات لم يكن هناك فروق ذات دلالة احصائية (ANOVA, P>0.05) .

الاستنتاجات:

إن نظام الـ Lightspeed سبب نقلا للذروة أقل واستطاع المحافظة على الشكل التشريحي للقناة عند مقارنته مع النظامين الآخرين . ولم يلاحظ تغيراً ذو مدلولات إحصائية في الطول العامل لجميع أنظمة التحضير الآلي الدوارة وذات الحركة التبادلية.

الملخص باللغة الإنجليزية

English Abstract

The advent of Nickel-Titanium rotary instrumentation has revolutionized root canal treatment by reducing the operator,s fatigue and time and achieving Schilder principles.

Aims:

- To evaluate three endodontic NiTi rotary systems: REVO S, Safesider, and Lightspeeed.
- To detect their ability to save the position of apical foramen, original shape of the canal, and working length**.**

Materials & Methods:

The specimen consists of 90 freshly extracted teeth with curved roots $(15\text{-}45)^{o}$. They were cleaned and preserved in Formalin for 48 hours..The working length was measured for each canal. Each tooth was mounted in a self curing acrylic block. The samples were divided into three groups. Each group(30 samples) was instrumented with one of the systems. An apical digital X-Ray was made, also a dental computed tomography (Dental C.T.Scan) for each sample before and after instrumentation. Apical transportation and losing of the working length were detected by AutoCAD 2013. An instrument's canal-centering ability was measured by using **OnDemand3D™** . program. The data were analyzed by SPSS, 13.0 software.

Results:

It was found that rotary NiTi systems were better than Stanless steel ones. Lightspeed caused less apical transportation.There were significant differences among three groups (ANOVA, $P<0.05$). Compared with other systems, Lightspeed has the best centering ability. REVO S caused less straightening of curved canals than did Safesider. There were significant differences among three groups (**Chi-Square**, $P<0.05$). Although working length was lost in all groups, the difference is statistically insignificant (ANOVA, $P>0.05$).. As for the deformation and refraction of instruments there was no statistically significant differences (ANOVA, $P>0.05$)

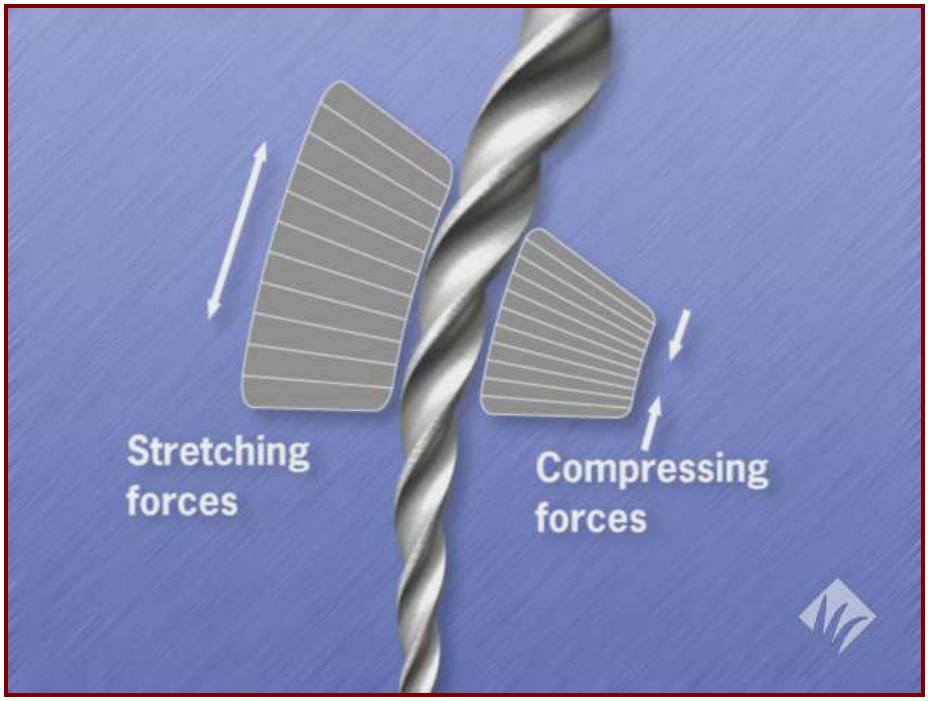
Conclusions:

The Lightspeed system cause less transportation and was able to maintain the anatomical shape of the canal when compared with other systems.There was no statistically significant differences in changes in working length for all Systems studied.

الملاحـــق

Appendix

1 - ملحق الأشكال والصور :



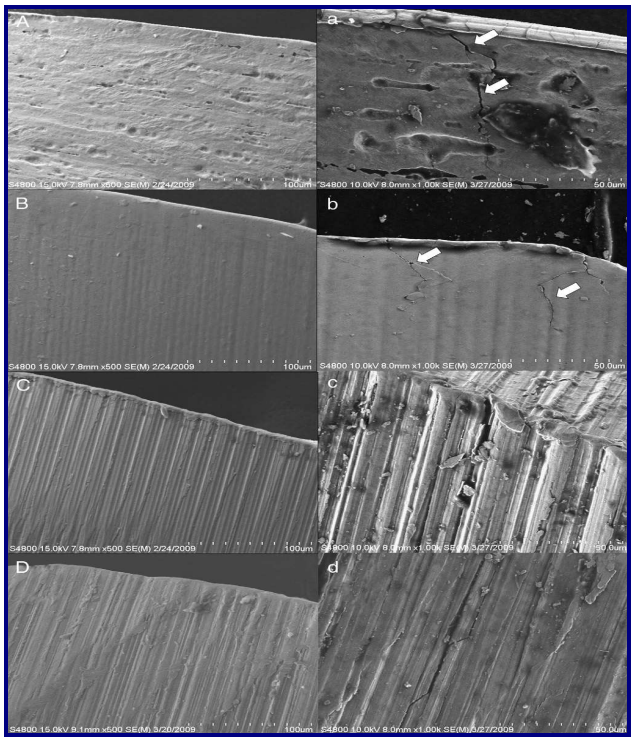
الشكل 3 : قوى الانضغاط والشد



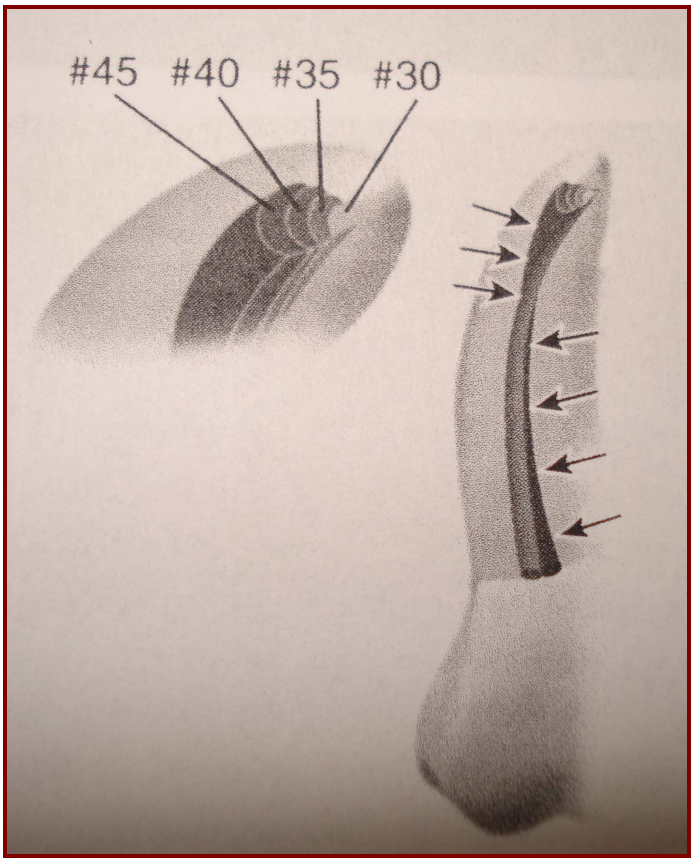
الشكل 4 : تكدس البرادة العاجية في نهاية القناة.



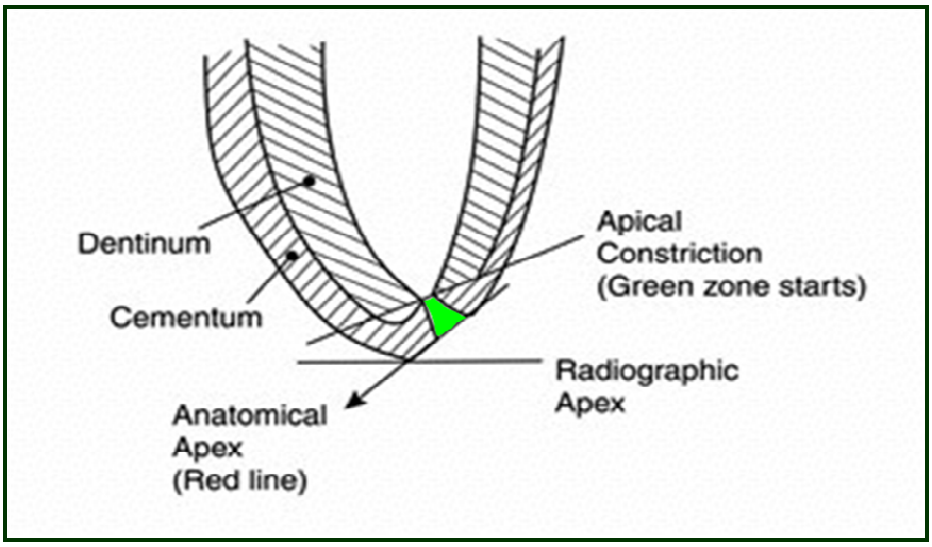
الشكل 5 : تشكل الدرجة



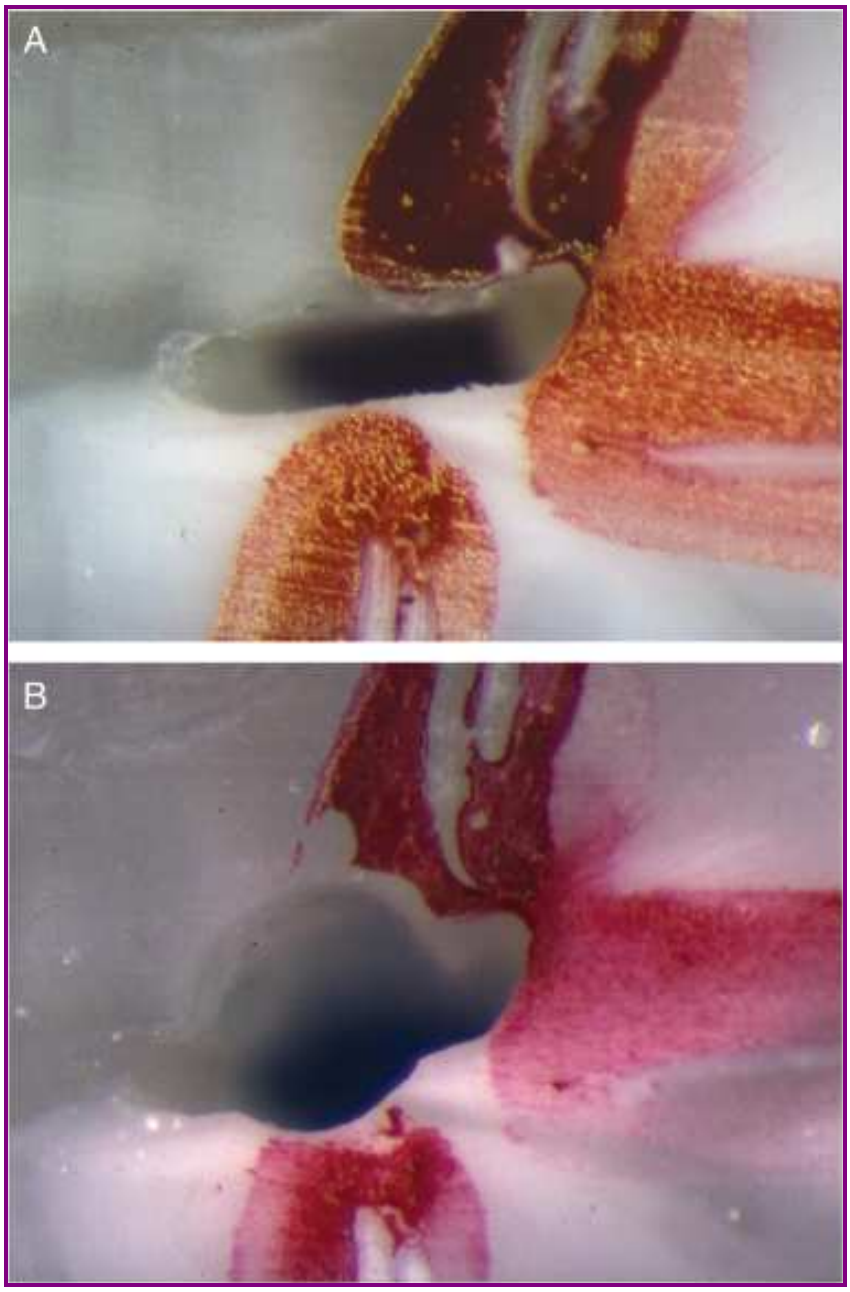
الشكل (6): مقارنة مجهرية بين المبارد المصقولة فقط(يمين) والمبارد المفتولة و المصقولة كهربائياً(يسار) حيث تلاحظ التصدعات المجهرية



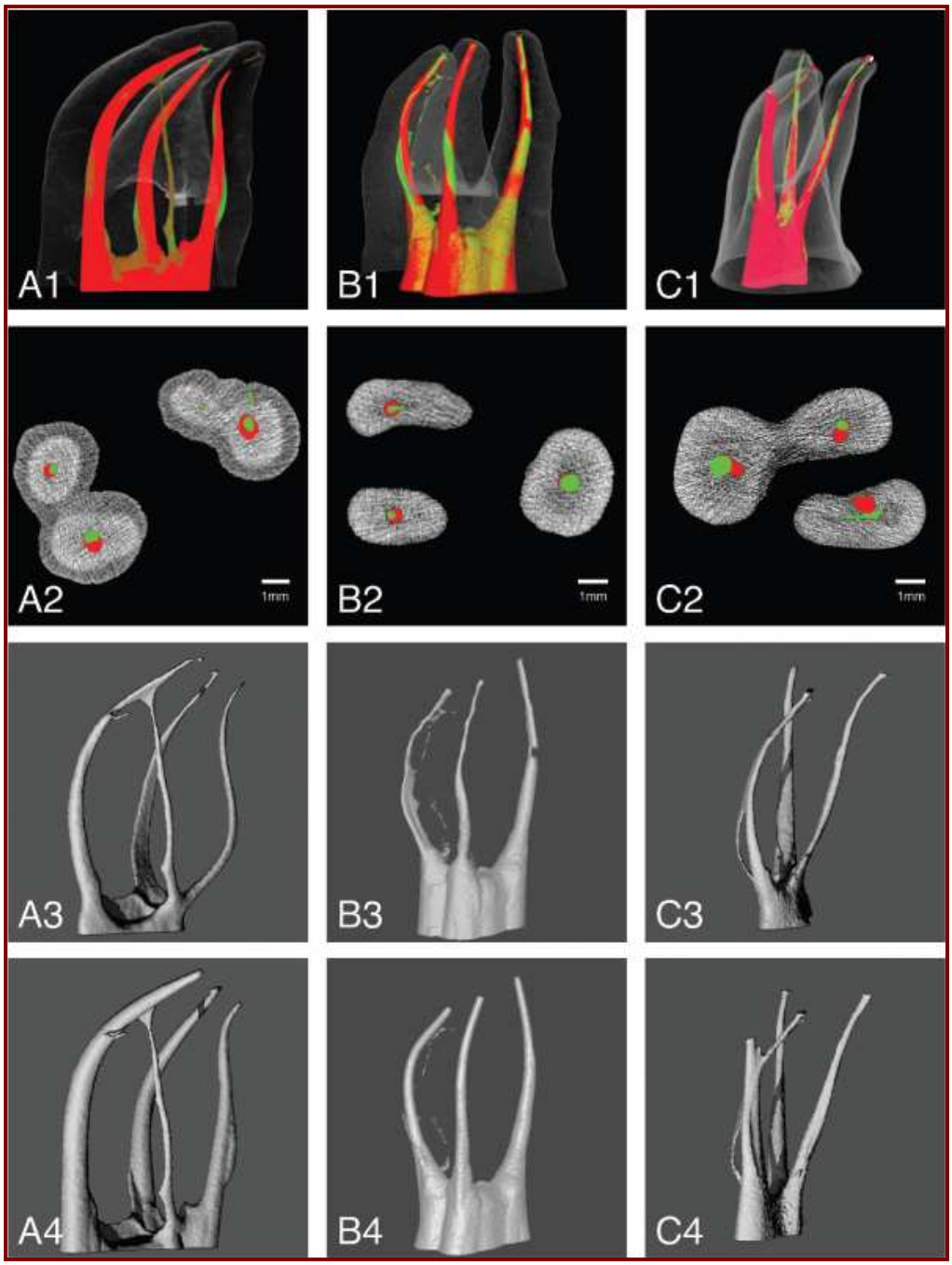
الشكل 7 : نقل الذروة



الشكل 8 : تشريح الثلث الذروي



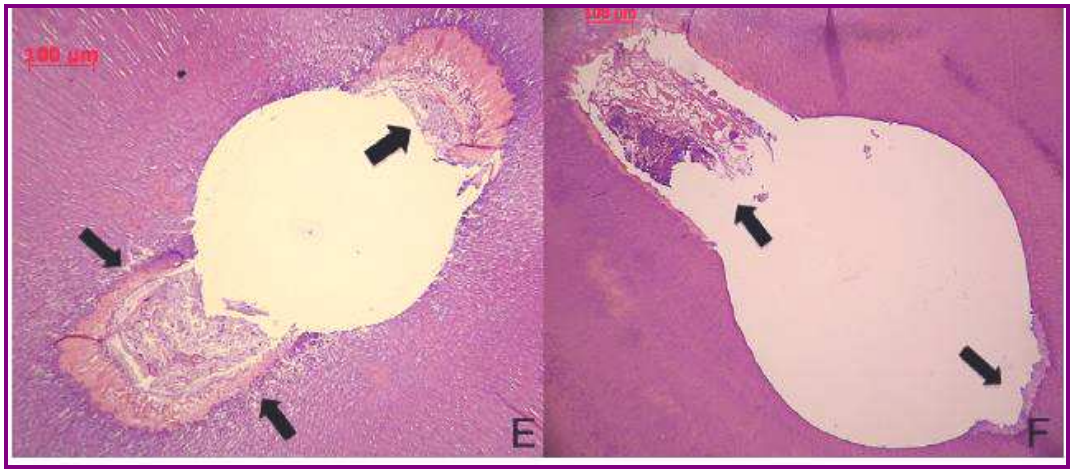
الشكل 9: تلاحظ الامتدادات الدهليزية اللسانية في الجذر الوحشي للرحى السفلية بعد التحضير الآلي بالنيكل نيتانوم



الشكل :10 : تصوير الأقنية الجذرية قبل التحضير وبعده بواسطة micro-CT حيث اللون الأخضر يشير للقناة قبل التحضير والأحمر بعد التحضير



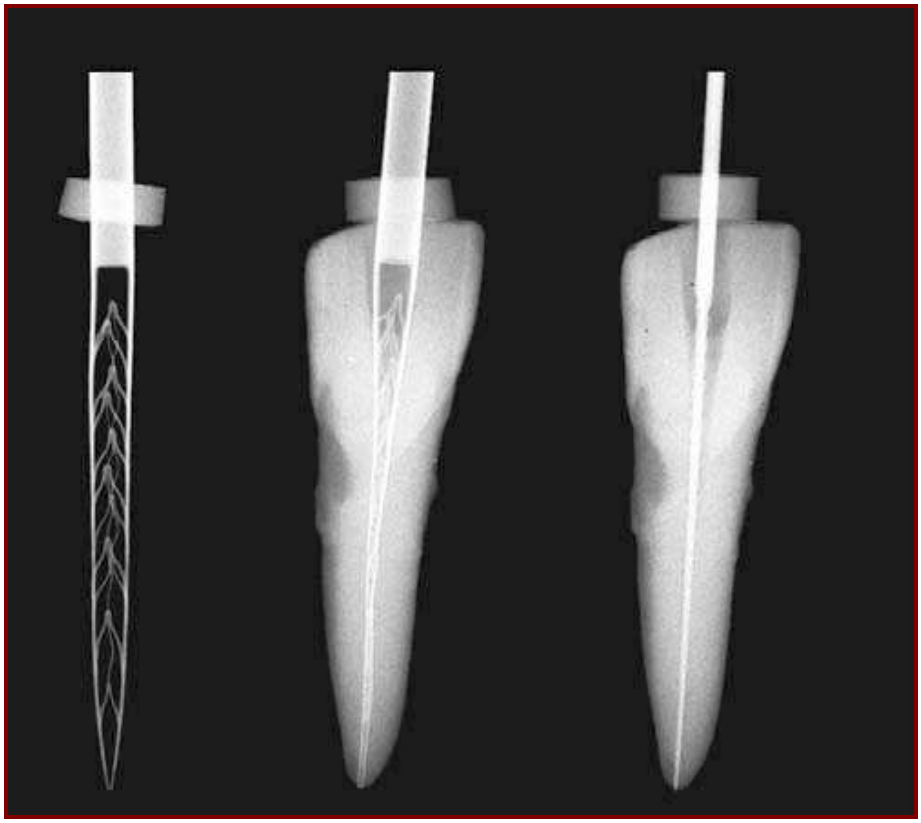
الشكل : 13 رأس أداة الـــ Lightspeed



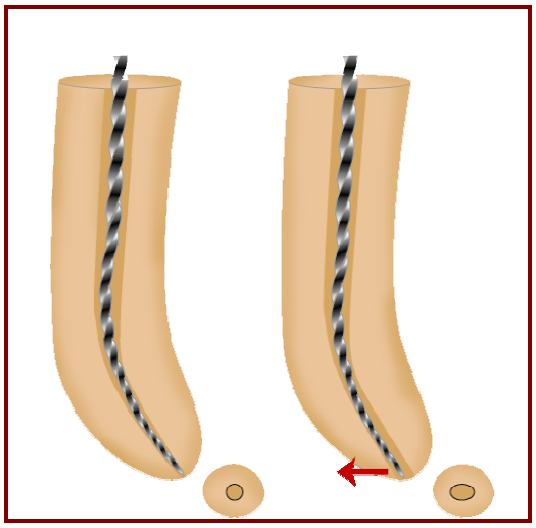
الشكل 14: نلاحظ البقايا اللبية في امتدادات القناة البيضوية بعد التحضير الآلي بنظام Protaper



الشكل 15 : نظام التحضير الآلي Self-Adjusting File



الشكل 16 : نظام التحضير الآلي Self-Adjusting File داخل القناة



الشكل 17 : نقل الذروة الناتج عن ميل أدوات النيكل تيتانيوم للاستقامة أثناء التحضير بسبب الذاكرة للشكل (Shape Memory)



الشكل 18 : مبارد نظام HyFlex™ من النيكل تيتانيوم ذات ميزة الذاكرة الشكلية المضبوطة



الشكل 56 : تشوه أداة الـــ Lightspeed

2- ملحق الجداول

الجدول(20): مقدار نقل الذروة بالدرجات(وفق برنامج AutoCad)

رقم السن	مقدار النقل	رقم السن	مقدار النقل	رقم السن	مقدار النقل
1	4	31	9	61	2
2	2	32	0	62	1
3	2	33	8	63	2
4	5	34	6	64	1
5	11	35	10	65	4
6	0	36	2	66	1
7	2	37	6	67	4
8	7	38	11	68	4
9	10	39	5	69	2
10	8	40	5	70	2
11	3	41	2	71	6
12	0	42	5	72	4
13	3	43	6	73	3
14	4	44	6	74	1
15	6	45	3	75	1
16	4	46	6	76	3
17	9	47	11	77	2
18	0	48	7	78	3
19	8	49	7	79	1
20	6	50	7	80	1
21	11	51	1	81	4
22	3	52	8	82	0
23	4	53	1	83	1
24	9	54	11	84	1
25	5	55	4	85	1
26	0	56	1	86	1
27	11	57	1	87	1
28	9	58	6	88	4
29	1	59	7	89	5
30	8	60	2	90	1

الجدول(21): مقدار تغير الطول العامل وفق برنامج (AutoCad)

رقم السن	الطول قبل التحضير	الطول بعد التحضير	الطول قبل التحضير بالملم	الطول بعد التحضير بالملم
1	5.159	5.149	21.5	21.45
2	4.283	4.283	17.5	17.5
3	4.758	4.753	21	20.97
4	4.211	4.21	16	15.99
5	4.34	4.308	17	16.87
6	5.222	5.222	23	23
7	4.572	4.517	18	17.78
8	5.487	5.359	22	21.48
9	4.63	4.587	20	19.81
10	4.102	4.077	15.5	15.4
11	5.444	5.436	21	20.96
12	4.813	4.813	20	20
13	5.108	5.107	20	19.99
14	4.985	4.836	20.5	19.88
15	4.682	4.676	20	19.97
16	4.208	4.195	16	15.95
17	4.76	4.752	20	19.96
18	5.077	5.077	20	20
19	4.408	4.398	18	17.95
20	4.291	4.279	18	17.94
21	4.95	4.787	19	18.37
22	4.609	4.541	18.5	18.22
23	4.979	4.966	20	19.94
24	4.699	4.657	19	18.83
25	4.673	4.665	20	19.96
26	4.57	4.57	18	18
27	4.376	4.344	17.5	17.37
28	4.648	4.606	19	18.82
29	4.584	4.584	18	18
30	4.892	4.876	21	20.93

الجدول(22): مقدار تغير الطول العامل وفق برنامج (AutoCad)

رقم السن	الطول قبل التحضير	الطول بعد التحضير	الطول قبل التحضير بالملم	الطول بعد التحضير بالملم
31	4.075	4.04	16	15.86
32	4.763	4.755	19	18,96
33	4.875	4.829	20.5	20.3
34	4.665	4.606	20	19.74
35	4.224	4.216	18.5	18.46
36	5.1	5.096	21	20.98
37	4.787	4.766	20.5	20.41
38	5.11	5.106	22	21.98
39	5.201	5.198	21	20.98
40	5.454	5.385	21	20.73
41	4.579	4.553	18.5	18.39
42	4.284	4.211	17	16.71
43	5.235	5.215	22	21.91
44	4.782	4.735	20.5	20.29
45	4.757	4.712	18.6	18.42
46	4.683	4.679	19	18.98
47	3.894	3.891	16	15.98
48	4.097	4.088	16	15.96
49	4.679	4.656	18.5	18.4
50	4.572	4.552	19	18.91
51	5.301	5.299	21	20.99
52	4.77	4.753	19	18.93
53	4.573	4.573	18	18
54	3.689	3.676	16	15.94
55	5.41	5.405	22.5	22.47
56	4.433	4.433	18	18
57	4.275	4.275	17.5	17.5
58	3.813	3.756	15	14.77
59	5.249	5.184	21	20.73
60	4.311	4.311	18.5	18.5

الجدول(23): مقدار تغير الطول العامل وفق برنامج (AutoCad)

رقم السن	الطول قبل التحضير	الطول بعد التحضير	الطول قبل التحضير بالملم	الطول بعد التحضير بالملم
61	5.059	5.058	22	21.99
62	4.521	4.52	18	17.99
63	4.921	4.921	19	19
64	5.577	5.577	22	22
65	4.249	4.209	17	16.83
66	4.291	4.29	17	16.99
67	4.787	4.758	19.5	19.38
68	6.031	6.026	23	22.98
69	5.044	5.044	22	22
70	5.034	5.032	20	19.99
71	3.716	3.702	14.5	14.44
72	4.503	4.407	18	17.61
73	4.172	4.168	18	17.48
74	4.73	4.724	19	18.97
75	4.861	4.86	16	15.99
76	5.093	5.09	20	19.98
77	4.169	4.169	16.5	16.5
78	5.055	5.048	19	18.97
79	4.937	4.931	20	19.97
80	5.113	5.108	20	19.98
81	4.37	4.364	17	16.97
82	5.633	5.633	22	22
83	4.653	4.653	17.5	17.5
84	5.53	5.522	21	20.96
85	5.799	5.798	23	22.99
86	4.418	4.418	18.5	18.5
87	4.372	4.37	17	16.99
88	4.412	4.341	17	16.72
89	7.253	7.238	28.5	28.44
90	4.811	4.81	19.5	19.49

الجدول(24): مقدار تغير عرض القناة (د.ل-أ.و) قبل و بعد التحضير

	رقم السن	مقطع 2 ملم	مقطع 4 ملم	مقطع 6 ملم
قبل	1	**1.5 1.2** **1.5 1.4**	**1.4 1.8** **1.3 2.9**	**1.0 1.8** **1.3 3.5**
بعد	1	**1.4 1.1** **1.4 1.3**	**1.3 1.7** **1.2 2.8**	**0.9 1.7** **1.2 3.4**
قبل	2	**1.1 1.4** **1.0 2.7**	**1.3 1.6** **1.3 3.6**	**1.5 2.1** **1.6 4.5**
بعد	2	**1.0 1.3** **0.9 2.6**	**1.2 1.5** **1.2 3.5**	**1.3 2.0** **1.4 4.4**
قبل	3	**4.4 1.9** **3.2 1.2**	**2.2 1.4** **1.9 3.2**	**2.2 2.3** **1.9 2.9**
بعد	3	**4.3 1.8** **3.1 1.1**	**2.1 1.2** **1.8 3.0**	**2.1 2.2** **1.8 2.8**
قبل	4	**1.2 1.1** **1.1 1.5**	**1.4 1.9** **1.8 2.1**	**2.1 2.5** **4.0 2.4**
بعد	4	**1.1 1.0** **1.0 1.4**	**1.3 1.8** **1.7 2.0**	**2.0 2.4** **3.9 2.3**
قبل	5	**1.4 1.5** **1.2 2.0**	**1.4 1.7** **1.5 1.8**	**1.9 2.1** **2.1 2.3**
بعد	5	**1.1 1.4** **1.1 1.9**	**1.2 1.6** **1.4 1.7**	**1.7 2.0** **1.9 2.2**
قبل	6	**0.9 1.4** **1.0 1.7**	**1.2 1.8** **1.2 2.2**	**1.3 2.1** **1.6 2.4**
بعد	6	**0.8 1.3** **0.9 1.6**	**1.1 1.7** **1.1 2.1**	**1.2 2.0** **1.5 2.3**
قبل	7	**0.9 1.9** **0.8 1.4**	**1.0 1.4** **1.3 3.3**	**1.2 2.0** **1.5 4.1**
بعد	7	**0.7 1.8** **0.7 1.3**	**0.8 1.3** **1.2 3.2**	**1.0 1.9** **1.3 4.0**
قبل	8	**1.2 1.3** **1.5 3.4**	**1.2 1.7** **1.5 3.1**	**1.3 2.0** **1.5 3.8**
بعد	8	**1.1 1.2** **1.4 3.2**	**1.1 1.6** **1.4 2.9**	**1.2 1.9** **1.4 3.7**
قبل	9	**0.6 1.0** **0.8 0.7**	**1.5 1.2** **1.3 1.4**	**1.4 1.4** **1.5 1.4**
بعد	9	**0.4 0.7** **0.7 0.6**	**1.3 0.9** **1.2 1.2**	**1.3 1.3** **1.4 1.3**
قبل	10	**3.5 1.4** **1.2 5.4**	**2.2 2.0** **1.5 5.4**	**4.2 2.4** **2.2 4.9**
بعد	10	**3.3 1.3** **1.1 5.3**	**2.1 1.9** **1.4 5.3**	**4.1 2.3** **2.1 4.8**

الجدول(25): مقدار تغير عرض القناة (د.ل-أ.و) قبل و بعد التحضير

	رقم السن	مقطع 2 ملم	مقطع 4 ملم	مقطع 6 ملم
قبل	11	0.8 1.1 0.8 0.9	1.0 1.3 1.4 1.2	1.3 1.6 1.4 1.6
بعد	11	0.7 1.0 0.7 0.8	0.9 1.2 1.3 1.1	1.1 1.5 1.2 1.5
قبل	12	1.4 1.5 1.5 1.7	1.4 1.7 1.4 2.2	1.4 2.1 1.6 2.1
بعد	12	1.3 1.4 1.4 1.6	1.3 1.6 1.3 2.1	1.3 2.0 1.5 2.0
قبل	13	1.2 1.5 0.8 2.9	1.3 1.9 1.4 4.6	1.6 2.1 1.6 5.4
بعد	13	1.1 1.4 0.7 2.8	1.2 1.8 1.3 4.5	1.5 2.0 1.5 5.3
قبل	14	1.5 2.7 2.3 1.5	1.1 2.0 1.4 2.0	1.2 2.1 1.8 2.7
بعد	14	1.3 2.6 2.1 1.4	1.0 1.9 1.3 1.9	1.1 2.0 1.7 2.6
قبل	15	1.8 2.6 1.8 2.4	1.9 1.9 2.0 4.0	1.4 2.2 1.4 4.9
بعد	15	1.7 2.5 1.7 2.3	1.8 1.8 1.9 3.9	1.3 2.1 1.3 4.8
قبل	16	2.1 2.1 1.4 1.7	2.2 2.3 1.7 2.0	2.4 2.1 1.6 2.1
بعد	16	2.0 2.0 1.3 1.6	2.1 2.2 1.6 1.9	2.3 1.9 1.5 1.9
قبل	17	0.6 1.0 0.8 0.8	1.1 1.4 1.3 1.0	1.3 1.8 1.6 1.3
بعد	17	0.5 0.9 0.6 0.7	1.0 1.2 1.2 0.8	1.2 1.7 1.5 1.2
قبل	18	1.1 1.5 0.7 1.5	1.3 1.5 1.2 5.1	1.7 1.8 1.2 5.2
بعد	18	1.0 1.4 0.6 1.4	1.2 1.4 1.1 5.0	1.6 1.7 1.1 5.1
قبل	19	1.5 0.9 0.8 0.9	4.1 1.4 1.6 1.5	4.4 1.4 1.5 1.0
بعد	19	1.4 0.8 0.7 0.8	4.0 1.3 1.5 1.4	4.3 1.3 1.4 0.9
قبل	20	1.6 1.4 1.7 1.2	1.6 1.6 2.0 1.5	2.0 2.1 2.2 5.3
بعد	20	1.5 1.3 1.6 1.1	1.5 1.5 1.9 1.4	1.9 2.0 2.1 5.2

الجدول(26): مقدار تغير عرض القناة (د.ل-أ.و) قبل و بعد التحضير

	رقم السن	مقطع 2 ملم	مقطع 4 ملم	مقطع 6 ملم
قبل	21	1.9 1.4 3.2 1.3	2.7 1.7 3.2 2.0	3.6 1.8 3.3 2.6
بعد	21	1.7 1.1 3.0 1.2	2.6 1.6 3.1 1.8	3.5 1.7 3.1 2.4
قبل	22	1.0 1.7 1.7 1.5	1.6 2.2 6.7 1.9	2.4 2.6 5.8 1.9
بعد	22	0.9 1.6 1.6 1.4	1.5 2.1 6.6 1.8	2.3 2.5 5.7 1.8
قبل	23	0.7 1.3 0.8 1.9	1.1 1.5 1.2 2.9	1.5 1.9 1.4 3.4
بعد	23	0.6 1.2 0.7 1.8	0.9 1.4 1.1 2.8	1.4 1.8 1.3 3.3
قبل	24	2.8 1.4 1.7 1.3	1.4 1.7 1.6 2.1	2.2 3.0 1.6 2.2
بعد	24	2.5 1.3 1.6 1.2	1.2 1.6 1.4 2.0	2.0 2.9 1.4 2.0
قبل	25	2.3 1.5 2.1 1.3	2.3 1.9 3.5 1.2	2.3 1.7 4.1 1.6
بعد	25	2.2 1.4 2.0 1.2	2.2 1.8 3.4 1.1	2.1 1.5 3.9 1.4
قبل	26	1.0 1.6 1.2 1.1	1.3 1.7 1.4 1.7	1.7 2.1 1.7 1.9
بعد	26	0.9 1.5 1.1 1.0	1.2 1.6 1.3 1.6	1.6 1.9 1.6 1.7
قبل	27	1.1 1.2 1.8 0.9	2.6 1.5 1.7 1.1	3.6 1.6 2.0 1.6
بعد	27	1.0 1.0 1.5 0.6	2.5 1.3 1.5 1.0	3.4 1.4 1.8 1.4
قبل	28	1.2 1.3 1.1 1.4	1.1 1.6 1.1 3.2	1.3 1.6 1.4 4.0
بعد	28	1.0 1.2 1.0 1.3	0.9 1.5 0.9 3.1	1.2 1.4 1.3 3.9
قبل	29	0.9 1.6 1.4 2.1	1.4 1.7 1.4 3.6	1.7 2.4 1.6 4.0
بعد	29	0.8 1.5 1.3 2.0	1.3 1.6 1.3 3.4	1.6 2.2 1.5 3.8
قبل	30	1.2 1.5 1.2 2.5	1.3 1.7 1.2 4.2	1.4 1.8 1.5 4.7
بعد	30	1.0 1.4 1.1 2.4	1.2 1.6 1.1 4.1	1.3 1.7 1.2 4.6

الجدول(27): مقدار تغير عرض القناة (د.ل-أ.و) قبل و بعد التحضير

	رقم السن	مقطع 2 ملم	مقطع 4 ملم	مقطع 6 ملم
قبل	31	**1.1 1.0** **1.1 2.0**	**1.2 1.4** **1.1 2.3**	**1.4 1.8** **1.4 6.1**
بعد	31	**0.8 0.8** **0.8 1.9**	**1.1 1.3** **1.0 2.2**	**1.3 1.7** **1.3 6.0**
قبل	32	**1.4 1.2** **1.4 1.1**	**1.6 1.5** **2.2 1.5**	**1.9 1.6** **3.1 1.3**
بعد	32	**1.3 1.1** **1.3 1.0**	**1.5 1.3** **2.1 1.4**	**1.7 1.5** **3.0 1.1**
قبل	33	**1.2 1.2** **1.3 1.6**	**1.5 1.4** **2.4 1.7**	**2.0 1.8** **5.1 1.9**
بعد	33	**1.1 1.0** **1.2 1.5**	**1.4 1.3** **2.3 1.6**	**1.9 1.6** **5.0 1.7**
قبل	34	**1.1 1.3** **1.2 1.5**	**1.5 1.1** **2.4 1.3**	**2.0 1.2** **3.6 1.3**
بعد	34	**1.0 1.1** **1.1 1.4**	**1.4 1.0** **2.3 1.2**	**1.9 1.1** **3.5 1.2**
قبل	35	**2.1 1.8** **1.4 1.2**	**2.1 1.7** **3.4 1.5**	**2.1 1.8** **4.3 1.8**
بعد	35	**1.9 1.6** **1.2 1.1**	**2.0 1.5** **3.3 1.3**	**1.9 1.6** **4.1 1.6**
قبل	36	**1.5 0.8** **1.1 0.8**	**1.5 1.0** **1.4 1.2**	**1.7 1.4** **1.7 1.3**
بعد	36	**1.4 0.7** **1.0 0.7**	**1.4 0.9** **1.3 1.1**	**1.5 1.3** **1.5 1.2**
قبل	37	**1.8 1.1** **3.1 1.3**	**1.6 1.1** **3.9 1.4**	**2.3 1.5** **4.7 1.7**
بعد	37	**1.7 1.0** **3.0 1.2**	**1.7 1.0** **3.8 1.2**	**2.2 1.4** **4.5 1.6**
قبل	38	**1.6 1.6** **1.2 1.5**	**1.9 1.7** **1.6 1.7**	**2.1 2.1** **1.7 1.8**
بعد	38	**1.5 1.5** **1.1 1.3**	**1.7 1.5** **1.5 1.6**	**2.0 2.0** **1.6 1.7**
قبل	39	**1.5 1.5** **1.2 1.4**	**1.5 1.8** **1.3 1.7**	**1.9 1.9** **1.6 2.0**
بعد	39	**1.4 1.4** **1.1 1.3**	**1.4 1.7** **1.2 1.6**	**1.8 1.8** **1.5 1.9**
قبل	40	**1.9 0.9** **1.5 1.1**	**2.4 1.4** **1.7 1.4**	**2.3 1.7** **3.0 1.2**
بعد	40	**1.8 0.8** **1.4 1.0**	**2.3 1.2** **1.6 1.3**	**2.1 1.6** **2.8 1.1**

الجدول(28): مقدار تغير عرض القناة (د.ل-أ.و) قبل و بعد التحضير

	رقم السن	مقطع 2 ملم	مقطع 4 ملم	مقطع 6 ملم
قبل	41	1.5 1.4 1.2 1.2	2.0 1.6 1.6 1.6	2.3 1.9 1.7 1.8
بعد	41	1.4 1.3 1.1 1.1	1.9 1.5 1.5 1.5	2.2 1.8 1.6 1.7
قبل	42	1.5 1.1 4.1 1.3	1.8 0.9 4.5 1.5	2.1 5.8 4.1 1.9
بعد	42	1.4 1.0 4.0 1.2	1.7 0.8 4.3 1.4	2.0 5.7 3.9 1.8
قبل	43	1.2 0.8 3.5 1.2	1.5 0.9 4.4 1.4	2.0 1.1 4.9 1.5
بعد	43	1.1 0.7 3.4 1.1	1.4 0.7 4.2 1.3	1.9 1.0 4.7 1.4
قبل	44	1.0 1.4 2.9 1.3	1.4 1.0 3.6 1.3	1.9 1.5 3.7 1.5
بعد	44	0.8 1.2 2.8 1.1	1.2 0.8 3.4 1.1	1.8 1.4 3.6 1.4
قبل	45	1.9 5.1 1.4 2.0	2.0 6.2 1.8 2.1	2.4 6.5 2.3 2.5
بعد	45	1.8 5.0 1.3 1.9	1.9 6.1 1.6 2.0	2.2 6.4 2.1 2.4
قبل	46	2.1 1.0 1.1 1.6	2.0 1.6 1.9 1.4	2.2 1.5 2.2 1.4
بعد	46	2.0 0.9 1.0 1.5	1.9 1.5 1.8 1.3	2.1 1.4 2.0 1.3
قبل	47	1.0 1.8 1.2 1.2	1.3 2.7 2.7 1.5	2.4 2.5 1.9 5.9
بعد	47	0.8 1.7 1.1 1.1	1.2 2.6 2.5 1.4	2.3 2.3 1.7 5.5
قبل	48	0.7 5.1 0.8 1.0	0.9 5.7 1.1 1.2	3.4 5.8 1.5 2.0
بعد	48	0.6 4.9 0.7 0.9	0.7 5.6 0.9 1.1	3.3 5.7 1.4 1.9
قبل	49	1.8 0.6 1.2 0.8	1.6 1.0 3.2 1.4	2.1 1.5 3.5 1.4
بعد	49	1.6 0.5 1.1 0.7	1.5 0.9 2.9 1.2	2.0 1.4 3.3 1.2
قبل	50	1.2 1.6 1.6 1.6	1.9 1.6 5.3 1.7	2.4 1.8 4.8 1.8
بعد	50	1.0 1.4 1.4 1.5	1.7 1.5 5.2 1.6	2.3 1.7 4.7 1.7

الجدول(29): مقدار تغير عرض القناة (د،ل-أ،و) قبل وبعد التحضير

	رقم السن	مقطع 2 ملم	مقطع 4 ملم	مقطع 6 ملم
قبل	51	**1.3 1.3** **1.3 1.3**	**1.7 1.8** **1.9 2.0**	**1.6 2.3** **2.3 2.6**
بعد	51	**1.2 1.2** **1.2 1.2**	**1.6 1.7** **1.8 1.9**	**1.5 2.2** **2.2 2.5**
قبل	52	**1.3 0.9** **4.2 1.2**	**1.6 1.3** **4.5 1.2**	**2.1 1.6** **4.2 2.4**
بعد	52	**1.1 0.7** **3.9 1.1**	**1.5 1.2** **4.4 1.1**	**2.0 1.5** **4.1 2.3**
قبل	53	**0.9 0.8** **0.7 1.2**	**1.4 1.1** **0.8 1.5**	**1.4 4.6** **1.1 1.9**
بعد	53	**0.8 0.7** **0.6 1.1**	**1.3 0.9** **0.7 1.4**	**1.2 4.5** **1.0 1.8**
قبل	54	**1.6 1.6** **1.9 2.4**	**1.7 1.5** **2.9 1.7**	**2.1 1.9** **6.1 3.8**
بعد	54	**1.4 1.5** **1.8 2.3**	**1.5 1.3** **2.8 1.6**	**2.0 1.8** **6.0 3.7**
قبل	55	**1.2 1.5** **1.2 1.5**	**1.2 1.8** **1.6 1.9**	**1.7 1.9** **1.7 2.1**
بعد	55	**1.1 1.4** **1.1 1.4**	**1.1 1.7** **1.4 1.8**	**1.6 1.8** **1.6 2.0**
قبل	56	**2.0 1.2** **1.7 1.5**	**2.0 1.7** **1.6 1.9**	**2.1 6.2** **2.1 2.6**
بعد	56	**1.9 1.1** **1.6 1.4**	**1.9 1.6** **1.5 1.8**	**2.0 6.0** **2.0 2.5**
قبل	57	**1.2 1.1** **1.3 1.2**	**1.6 1.3** **4.3 1.6**	**2.4 3.6** **6.6 1.7**
بعد	57	**1.1 1.0** **1.2 1.1**	**1.5 1.2** **4.2 1.5**	**2.2 3.4** **6.5 1.6**
قبل	58	**1.2 1.4** **1.7 1.3**	**1.5 1.4** **3.0 1.6**	**2.3 4.2** **2.3 2.2**
بعد	58	**1.1 1.3** **1.6 1.2**	**1.4 1.3** **2.8 1.5**	**2.2 4.1** **2.2 2.1**
قبل	59	**1.5 1.1** **1.4 1.3**	**1.4 1.4** **1.4 1.3**	**1.5 2.0** **1.4 1.6**
بعد	59	**1.4 0.9** **1.3 1.2**	**1.3 1.3** **1.3 1.2**	**1.4 1.9** **1.3 1.5**
قبل	60	**1.4 1.2** **1.7 3.3**	**2.5 1.8** **1.9 1.7**	**2.3 1.7** **3.4 1.5**
بعد	60	**1.3 1.1** **1.6 3.2**	**2.4 1.7** **1.8 1.6**	**2.2 1.6** **3.2 1.4**

الجدول(30): مقدار تغير عرض القناة (د،ل-أ،و) قبل و بعد التحضير

	رقم السن	مقطع 2 ملم	مقطع 4 ملم	مقطع 6 ملم
قبل	61	2.0 0.9 1.5 1.1	2.8 0.9 1.5 0.9	3.3 1.1 1.7 1.4
بعد	61	1.9 0.7 1.4 0.9	2.7 0.8 1.4 0.8	3.2 1.0 1.6 1.3
قبل	62	1.7 1.2 2.5 0.8	1.8 1.2 3.5 0.9	2.1 1.6 3.9 1.7
بعد	62	1.6 1.1 2.4 0.7	1.7 1.1 3.4 0.8	2.0 1.5 3.8 1.6
قبل	63	1.4 1.2 1.1 1.1	1.4 1.4 1.1 1.4	1.7 1.7 1.3 1.7
بعد	63	1.3 1.0 1.0 0.9	1.3 1.3 1.0 1.3	1.6 1.6 1.2 1.6
قبل	64	0.9 0.9 0.8 1.1	0.9 1.1 1.3 1.3	1.4 1.3 1.4 1.4
بعد	64	0.8 0.8 0.7 1.0	0.8 1.0 1.2 1.2	1.3 1.2 1.3 1.3
قبل	65	2.1 1.4 2.6 1.4	2.1 1.6 4.5 1.7	2.8 1.9 4.4 2.0
بعد	65	2.0 1.3 2.5 1.3	2.0 1.5 4.4 1.6	2.7 1.8 4.3 1.9
قبل	66	2.4 0.6 0.8 1.9	2.3 0.8 1.1 2.8	2.5 1.3 1.4 3.0
بعد	66	2.3 0.5 0.7 1.8	2.2 0.7 1.0 2.7	2.4 1.2 1.3 2.9
قبل	67	1.5 1.4 1.3 1.7	1.6 1.9 1.6 1.8	2.0 2.1 1.9 2.1
بعد	67	1.4 1.3 1.2 1.6	1.5 1.8 1.5 1.7	1.9 2.0 1.8 2.0
قبل	68	1.1 0.7 1.2 0.8	1.4 1.1 1.4 1.1	1.6 1.3 1.7 1.3
بعد	68	1.0 0.6 1.1 0.7	1.3 1.0 1.3 1.0	1.5 1.2 1.5 1.2
قبل	69	1.3 1.2 3.8 2.6	1.5 1.2 6.2 1.1	1.7 1.1 6.8 3.8
بعد	69	1.2 1.1 3.7 2.5	1.4 1.1 6.1 1.0	1.6 1.0 6.7 3.7
قبل	70	1.0 1.5 1.1 1.7	1.3 1.7 1.3 1.5	1.4 5.4 1.1 1.6
بعد	70	0.9 1.4 1.0 1.6	1.2 1.6 1.2 1.4	1.3 5.3 1.0 1.5

الجدول(31): مقدار تغير عرض القناة (د.ل-أ.و) قبل و بعد التحضير

	رقم السن	مقطع 2 ملم		مقطع 4 ملم		مقطع 6 ملم	
قبل	71	0.9	0.8	1.4	1.5	1.3	1.8
		1.1	1.1	1.4	1.5	1.8	6.0
بعد	71	0.8	0.7	1.3	1.4	1.2	1.7
		1.0	0.9	1.3	1.4	1.7	5.9
قبل	72	1.2	3.4	1.4	3.6	1.8	3.6
		1.1	1.3	1.5	1.5	2.0	2.2
بعد	72	1.1	3.3	1.3	3.5	1.7	3.5
		1.0	1.2	1.4	1.4	1.8	2.0
قبل	73	1.5	1.2	1.9	1.4	2.6	1.9
		1.5	1.4	5.0	1.5	4.4	1.6
بعد	73	1.4	1.1	1.8	1.3	2.5	1.8
		1.4	1.3	4.9	1.4	4.3	1.5
قبل	74	1.0	1.1	1.3	1.1	1.8	1.2
		1.4	0.8	2.0	0.8	3.1	1.1
بعد	74	0.9	1.0	1.2	1.0	1.6	1.1
		1.3	0.7	1.9	0.7	2.9	1.0
قبل	75	1.0	0.9	1.1	1.6	0.9	2.0
		1.1	1.1	1.4	1.4	1.2	1.7
بعد	75	0.9	0.8	1.0	1.5	0.8	1.9
		1.0	1.0	1.3	1.3	1.1	1.6
قبل	76	1.2	1.2	1.5	1.4	2.0	1.6
		1.1	1.5	5.0	1.8	4.8	1.8
بعد	76	1.1	1.1	1.4	1.3	1.9	1.5
		1.0	1.4	4.9	1.7	4.7	1.7
قبل	77	1.3	1.4	1.8	1.6	2.2	3.3
		1.4	1.1	2.4	1.8	4.2	1.8
بعد	77	1.2	1.3	1.7	1.5	2.1	3.2
		1.3	1.0	2.3	1.7	4.1	1.7
قبل	78	0.8	0.7	1.2	0.8	1.3	5.6
		1.0	0.4	1.5	0.9	1.4	1.4
بعد	78	0.7	0.6	1.1	0.7	1.2	5.5
		0.8	0.3	1.4	0.8	1.3	1.3
قبل	79	3.2	0.9	3.5	1.3	4.0	1.6
		2.1	1.1	2.3	1.2	2.4	1.6
بعد	79	3.0	0.8	3.3	1.1	3.8	1.4
		1.9	1.0	2.1	1.0	2.2	1.4
قبل	80	1.1	1.0	1.5	1.3	1.9	3.9
		1.2	1.2	1.4	1.4	1.6	1.6
بعد	80	1.0	0.9	1.4	1.2	1.7	3.8
		1.1	1.1	1.3	1.3	1.4	1.5

الجدول(32): مقدار تغير عرض القناة (د.ل-أ.و) قبل و بعد التحضير

	رقم السن	مقطع 2 ملم		مقطع 4 ملم		مقطع 6 ملم	
قبل	81	1.3	1.2	1.9	1.4	2.4	1.9
		1.5	1.2	1.8	1.5	2.2	1.9
بعد	81	1.2	1.1	1.8	1.3	2.3	1.8
		1.4	1.1	1.7	1.4	2.0	1.8
قبل	82	1.4	0.7	1.8	1.2	1.9	1.3
		1.4	1.1	1.8	1.4	2.2	1.8
بعد	82	1.3	0.6	1.6	1.1	1.8	1.2
		1.3	1.0	1.7	1.3	2.1	1.7
قبل	83	0.7	1.1	0.8	1.6	1.1	2.1
		0.9	1.1	1.1	1.4	1.1	2.0
بعد	83	0.5	1.0	0.7	1.5	1.0	2.0
		0.7	1.0	0.9	1.3	1.0	1.9
قبل	84	1.1	0.7	1.6	1.0	2.0	1.1
		1.1	0.6	1.4	1.2	2.0	1.3
بعد	84	1.0	0.6	1.5	0.9	1.9	1.0
		1.0	0.5	1.3	1.1	1.9	1.2
قبل	85	0.9	0.5	1.1	0.7	1.4	1.1
		0.8	0.5	1.3	0.6	1.8	1.1
بعد	85	0.8	0.4	1.0	0.6	1.3	1.0
		0.7	0.4	1.2	0.5	1.7	1.0
قبل	86	1.5	1.7	2.0	2.0	2.7	2.5
		4.5	3.8	4.4	5.6	4.5	4.4
بعد	86	1.4	1.6	1.9	1.9	2.6	2.4
		4.4	3.7	4.3	5.5	4.4	4.3
قبل	87	1.5	0.7	1.8	1.0	2.3	1.3
		1.1	0.9	1.6	1.0	1.8	1.3
بعد	87	1.3	0.6	1.7	0.9	2.2	1.2
		0.9	0.8	1.5	0.9	1.7	1.2
قبل	88	1.2	0.6	1.7	1.1	2.1	1.2
		1.3	0.7	1.6	0.9	2.1	0.9
بعد	88	1.1	0.5	1.6	1.0	1.9	1.1
		1.2	0.6	1.5	0.8	1.9	0.8
قبل	89	0.9	0.6	1.9	1.4	2.0	1.3
		2.3	1.3	2.0	1.6	2.2	1.8
بعد	89	0.8	0.4	1.8	1.3	1.9	1.2
		2.2	1.2	1.9	1.5	2.1	1.7
قبل	90	1.3	0.7	1.7	0.8	1.8	0.9
		1.4	0.6	2.0	0.8	2.3	1.1
بعد	90	1.2	0.6	1.6	0.7	1.6	0.8
		1.3	0.5	1.9	0.6	2.2	1.0

الجدول(33): مقدار تغير مقطع عرض القناة قبل و بعد التحضير وفق Gambil

رقم السن	مقطع 2 ملم	مقطع 4 ملم	مقطع 6 ملم
1	1*1=1	1*1=1	1*1=1
2	1*1=1	1*1=1	1*1=1
3	1*1=1	1*1=1	1*1=1
4	1*1=1	1*1=1	1*1=1
5	1*3=3	1*2=2	1*1=1
6	1*1=1	1*1=1	1*1=1
7	1*2=2	1*2=2	1*1=1
8	0.5*1=0.5	0.5*1=0.5	1*1=1
9	3*2=6	1.5*2=3	1*1=1
10	1*2=2	1*1=1	1*1=1
11	1*1=1	1*1=1	1*1=1
12	1*1=1	1*1=1	1*1=1
13	1*1=1	1*1=1	1*1=1
14	1*1=1	1*1=1	1*1=1
15	1*1=1	1*1=1	1*1=1
16	1*1=1	1*1=1	1*1=1
17	1*0.5=0.5	1*1=1	1*1=1
18	1*1=1	1*1=1	1*1=1
19	1*1=1	1*1=1	1*1=1
20	1*1=1	1*1=1	1*1=1
21	3*1=3	0.5*1=0.5	0.5*0.5=0.25
22	1*1=1	1*1=1	1*1=1
23	1*1=1	1*2=2	1*1=1
24	1*3=3	1*1=1	0.5*1=0.5
25	1*1=1	1*1=1	1*1=1
26	1*1=1	1*1=1	1*1=1
27	0.66*0.33=0.21	2*0.5=1	1*1=1
28	1*2=2	1*1=1	2*1=2
29	1*1=1	0.5*1=0.5	1*1=1
30	1*2=2	1*1=1	1*0.33=0.33

الجدول(34): مقدار تغير مقطع عرض القناة قبل و بعد التحضير وفق Gambil

رقم السن	مقطع 2 ملم	مقطع 4 ملم	مقطع 6 ملم
31	2*1=2	1*1=1	1*1=1
32	1*1=1	2*1=2	0.5*2=1
33	2*1=2	1*1=1	1*1=1
34	2*1=2	1*1=1	1*1=1
35	2*1=2	1*1=1	1*1=1
36	1*1=1	1*1=1	1*1=1
37	1*1=1	0.5*1=0.5	1*0.5=0.5
38	0.5*1=0.5	2*2=4	1*1=1
39	1*1=1	1*1=1	1*1=1
40	1*1=1	2*1=2	1*1=1
41	1*1=1	1*1=1	1*1=1
42	1*1=1	1*0.5=0.5	1*0.5=0.5
43	1*1=1	2*0.5=1	1*0.5=0.5
44	1*2=2	1*1=1	1*1=1
45	1*1=1	1*0.5=0.5	1*1=1
46	1*1=1	1*1=1	1*0.5=0.5
47	1*2=2	1*0.5=0.5	0.5*0.5=0.25
48	2*1=2	1*1=1	1*1=1
49	1*2=2	0.5*0.33=0.16	0.5*0.5=0.25
50	2*1=2	1*2=2	1*1=1
51	1*1=1	1*1=1	1*1=1
52	2*0.66=1.32	1*1=1	1*1=1
53	1*1=1	2*1=2	1*2=2
54	1*2=2	2*2=4	1*1=1
55	1*1=1	1*0.5=0.5	1*1=1
56	1*1=1	1*1=1	1*2=2
57	1*1=1	1*1=1	2*2=4
58	1*1=1	1*0.5=0.5	1*1=1
59	2*1=2	1*1=1	1*1=1
60	1*1=1	1*1=1	1*0.5=0.5

الجدول(35): مقدار تغير مقطع عرض القناة قبل و بعد التحضير وفق Gambil

رقم السن	مقطع 2 ملم	مقطع 4 ملم	مقطع 6 ملم
61	1*1=1	1*1=1	1*1=1
62	1*1=1	1*1=1	1*1=1
63	1*1=1	1*1=1	1*1=1
64	1*1=1	1*1=1	1*1=1
65	1*1=1	1*1=1	1*1=1
66	1*1=1	1*1=1	1*1=1
67	1*1=1	1*1=1	1*1=1
68	1*1=1	1*1=1	1*0.5=0.5
69	1*1=1	1*1=1	1*1=1
70	1*1=1	1*1=1	1*1=1
71	0.5*1=0.5	1*1=1	1*1=1
72	1*1=1	1*1=1	0.5*0.5=0.25
73	1*1=1	1*1=1	1*1=1
74	1*1=1	1*1=1	1*1=1
75	1*1=1	1*1=1	1*1=1
76	1*1=1	1*1=1	1*1=1
77	1*1=1	1*1=1	1*1=1
78	1*0.5=0.5	1*1=1	1*1=1
79	1*1=1	1*1=1	1*1=1
80	1*1=1	1*1=1	1*1=1
81	1*1=1	1*1=1	1*0.5=0.5
82	1*1=1	1*2=2	1*1=1
83	1*1=1	1*0.5=0.5	1*1=1
84	1*1=1	1*1=1	1*1=1
85	1*1=1	1*1=1	1*1=1
86	1*1=1	1*1=1	1*1=1
87	1*1=1	1*1=1	1*1=1
88	1*1=1	1*1=1	1*1=1
89	2*1=2	1*1=1	1*1=1
90	1*1=1	0.5*1=0.5	1*2=2

الجدول(36): تأثير نوع النظام المستخدم في التحضير على حدوث كسر و تشوه الأداة

النظام	التشوه	الكسر
Revo s	**20 : 2**	**0**
Safesider	**15 : 2**	**30/0.04 : 1**
Lightspeed	**20 : 2**	**20: 1**

الجدول 37 : قياس التضيق الذروي للأسنان

Teeth Mean Value	(µm)
Maxillary incisors	289.4
Mandibular incisors	262.5
Maxillary premolars	210
Mandibular premolars	268.25
Maxillary molars	
Palatal	298
Mesiobuccal	235.05
Distobuccal	232.2
Mandibular molars	
Mesial	257.5
Distal	392

From Morfis A, Sylaras SN, Georgopoulou M, Kernani M, Prountzos F: Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 77:172, 1994.

الجدول 38 أبعاد الثلث الذروي بكافة الاتجاهات

Median Canal Diameter 1, 2, and 5 mm From Apexa

Tooth (Canal) Position	Buccal/Lingual			Mesial/Distal		
	1 mm	2 mm	5 mm	1 mm	2 mm	5 mm
Maxillary						
Central incisor	**0.34**	**0.47**	**0.76**	**0.3**	**0.36**	**0.54**
Lateral incisor	**0.45**	**0.6**	**0.77**	**0.33**	**0.33**	**0.47**
Canine	**0.31**	**0.58**	**0.63**	**0.29**	**0.44**	**0.5**
Premolar						
Single canal	**0.37**	**0.63**	**1.13**	**0.26**	**0.41**	**0.38**
Buccal	**0.3**	**0.4**	**0.35**	**0.23**	**0.31**	**0.31**
Palatal	**0.23**	**0.37**	**0.42**	**0.17**	**0.26**	**0.33**
Molar						
Single mesiobuccal	**0.43**	**0.46**	**0.96**	**0.22**	**0.32**	**0.29**
First mesiobuccal	**0.19**	**0.37**	**0.46**	**0.13**	**0.27**	**0.32**
Second mesiobuccal	**0.19**	**0.31**	**0.38**	**0.16**	**0.16**	**0.16**
Distobuccal	**0.22**	**0.33**	**0.49**	**0.17**	**0.25**	**0.31**
Palatal	**0.29**	**0.4**	**0.55**	**0.33**	**0.4**	**0.74**
Mandibular						
Incisor	**0.37**	**0.52**	**0.81**	**0.25**	**0.25**	**0.29**
Canine	**0.47**	**0.45**	**0.74**	**0.36**	**0.36**	**0.57**
Premolar						
Single	**0.35**	**0.4**	**0.76**	**0.28**	**0.32**	**0.49**
Buccal	**0.2**	**0.34**	**0.36**	**0.23**	**0.29**	**0.41**
Palatal	**0.13**	**0.32**	**0.37**	**0.18**	**0.21**	**0.17**
Molar						
Single M	**0.45**	**0.8**	**2.11**	**0.22**	**0.3**	**0.29**
Mesiobuccal	**0.4**	**0.42**	**0.64**	**0.21**	**0.26**	**0.32**
Mesiolingual	**0.38**	**0.44**	**0.61**	**0.28**	**0.24**	**0.35**
Distal	**0.46**	**0.5**	**1.07**	**0.35**	**0.34**	**0.59**

From Wu M-K, R'oris A, Barkis D, Wesselink P: Prevalence and extent of long oval canals in the apical third, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 89:739, 2000.