الجمهورية العربية السورية
جامعة حماة
كلية طب الأسنان
قسم مداواة الأسنان

تأثير نمط التشكيل القنوي في نسبة نتاجات التحضير التاجية والمتجاوزة ذروياً والتصدعات المجهرية للجدران العاجية
(دراسة مخبرية)

بحث علمي أعدّ لنيل درجة الماجستير في علوم طب الأسنان
اختصاص مداواة الأسنان

إعداد الباحثة
محاسن عبد الرحمن البكري غنامة

إشراف
الأستاذ الدكتور حسان الحلبية
أستاذ في قسم مداواة الأسنان
رئيس قسم مداواة الأسنان
كليّة طب الأسنان ـ جامعة حماه

2023 م – 1444 هـ

Key Words	**الكلمات المفتاحية**
The reciprocational system	النظام التناوبي
The continuous rotational system	النظام الدوراني المستمر
Extruded Debris	نتاجات التحضير المتجاوزة
Dentinal Micro Cracks	الصدوع المجهرية العاجية
Coronal Preflaring	الانفتاح التاجي المسبق
Root canal shaping type	نمط التشكيل القنوي
Periapical tissue	النسج ما حول الذروية
Flare- Up	الاحتداد
Cross section	المقطع العرضي
Alloy	الخليطة المعدنية

شكر وعرفان

الحمد لله الذي أكرمني ووفقني في إنجاز هذا البحث رغم كل التحديات والعقبات، وأعطاني الصحة والعافية والعزيمة ... فله الفضل والمنة.

أتقدم بجزيل الشكر والعرفان بالجميل لكل من مد يد العون والمساعدة لي في إنجاز البحث وفي مقدمتهم **أستاذي ومشرفي الأستاذ الدكتور حسان الحلبية** الذي أنار لي الطريق وكان لي عوناً ومرشداً وكانت لملاحظاته القيمة وتوجيهاته السديدة الأثر الكبير... فله مني عظيم شكري وتقديري وجزاه الله عني خير الجزاء.

كما أتوجه بجزيل الشكر إلى من علمتنا رقي التعامل وحب المعرفة وكانت مثال للطيبة والتعاون ولم تبخل علينا يوماً بعلمها وتوجيهاتها ونصائحها **الأستاذة الدكتورة ختام المعرّاوي** لك مني كل الحب والاحترام والتقدير.

كما أتوجه بعظيم الشكر **للدكتور خالد قبش** رئيس قسم طب أسنان الأطفال في كلية طب الأسنان في جامعة حماة لقبوله تحكيم هذا البحث وإغناءه بعلمه.

كما أتقدم بالشكر الجزيل لأساتذة ومدرسي كلية طب الأسنان في جامعة حماة لعظيم فضلهم في المرحلة الجامعية الأولى ومرحلة الدراسات العليا.

إقرار

نؤكد أن هذه الأطروحة هي عمل أصيل للباحث، ولم تقدَم إلى أيَ مؤسسة أخرى.

فـهـرس المحـتـويـات

الباب الأول : المقدمة والمراجعة النظرية 1

1. المقدمة: 2

2. المراجعة النظرية: 3

1.2. منظومة القناة اللبية الجذرية: 3

2.2. التحضير القنوي: 4

1.2.2. مبادئ شيلدر **Schilder's Principles:** 4

1.1.2.2. المبادئ الحيوية Vital Principles: 4

2.1.2.2. المبادئ الميكانيكية mechanical principles: 5

2.2.2. أدوات التحضير القنوي الآلي: 5

3.2.2. التوسيع التاجي المسبق للقناة الجذرية 12

4.2.2. الطريقة التاجية الذروية: **Crown-Down Technique** 17

5.2.2. تقنيات التحضير الآلي لمنظومة القناة الجذرية 19

1.5.2.2. الحركة الدورانية المستمرة: continuous rotational motion ... 19

2.5.2.2. الحركة التناوبية (التبادلية) Reciprocation Motion : 22

3.2. مقارنة خصائص التحضير الدوراني والتحضير التناوبي: 28

1.3.2. التعب الدوري: Cyclic Fatigue 28

2.3.2. المحافظة على تشريح القناة الجذرية Maintenance of Root Canal Anatomy: 29

3.3.2. تخفيض نسبة الجراثيم Bacterial Reduction: 29

وسوف نتناول في هذا البحث دراسة خاصتي نتاجات التحضير المندفعة خارج القناة والتصدعات المجهرية للجدران العاجية. 30

4.3.2. نتاجات التحضير المندفعة خارج القناة الجذرية: Extruded Debris 30

1.4.3.2. الأهمية السريرية لتجاوز نتاجات التحضير القنوي..... 30

2.4.3.2. العوامل المؤثرة في التجاوز الذروي للنتاجات: 32

3.4.3.2. طرق تقييم نتاجات التحضير المتجاوزة: 38

5.3.2. التصدعات المجهرية للجدران العاجية: Dentinal Cracks: 45

1.5.3.2. أنواع التصدعات:..... 46

2.5.3.2. تقييم التصدعات: 47

4.2. الأبحاث ذات الصلة Related Researches: 52

5.2. تبيان المشكلة: 55

الباب الثاني :هدف البحث..... 56

2. هدف البحث:..... 57

الباب الثالث :المواد والطرائق 58

3. **المواد والطرائق:** 59

1.3. مكان إنجاز البحث: 59

2.3. عينة البحث: 59

3.3. متغيرات البحث: 60

4.3. أدوات ومواد البحث: 60

1.4.3. أدوات ومواد تحضير العينة: 60

2.4.3. أدوات ومواد التحضير القنوي: 62

3.4.3. أدوات ومواد جمع نتاجات التحضير المتجاوزة: 66

4.4.3. أدوات ومواد دراسة التصدعات المجهرية العاجية: 67

5.3. طريقة العمل: 68

1.5.3. عينة البحث 68

2.5.3. توزع العينة: 70

3.5.3. التحضير القنوي وجمع نتاجات التحضير: 70

4.5.3. قياس نتاجات التحضير باستخدام مقياس الطيف الضوئي: 75

5.5.3. التقطيع العرضي للأسنان: 76

6.5.3. غمر المقاطع العرضية في الصباغ: 77

7.5.3. تقييم التصدعات باستخدام المجهر الرقمي: 78

الباب الرابع: النتائج والدراسة الإحصائية 81

1.4. وصف العينة: 82

2.4. دراسة تجربة جمع نتاجات التحضير المتجاوزة القناة: 84

1.2.4. الدراسة الإحصائية الوصفية لتجربة جمع النتاجات المتجاوزة: 85

2.2.4. الدراسة الإحصائية التحليلية لتجربة جمع النتاجات المتجاوزة: 86

3.4. دراسة الصدوع المجهرية للجدران العاجية: 93

1.3.4. نتائج معايرة الأسنان لدراسة الصدوع المجهرية العاجية: 94

2.3.4. الدراسة الإحصائية الوصفية لمتغير عدد الصدوع: 96

3.3.4. الدراسة الإحصائية التحليلية لمتغير عدد الصدوع: 97

4.3.4. الدراسة الإحصائية الوصفية لمتغير امتداد الصدوع: 100

5.3.4. الدراسة الإحصائية التحليلية لمتغير امتداد الصدوع: 102

الباب الخامس: المناقشة 112

5. المناقشة: 113

1.5. مناقشة فكرة البحث: 113

2.5. مناقشة مواد وطرائق البحث: 114

3.5. مناقشة نتائج البحث: 116

1.3.5. مناقشة نتائج دراسة نتاجات التحضير المتجاوزة: 116

2.3.5. مناقشة نتائج نسبة التصدعات المجهرية العاجية: 121

الباب السادس :الاستنتاجات 124

6. الاستنتاجات: 125

الباب السابع :التوصيات والمقترحات 126

7. التوصيات والمقترحات: 127

الملخص: 128

Abstract: 129

الباب الثامن: قائمة المراجع 130

المراجع العربية: 131

المراجع الأجنبية:.....خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.

فهرس الأشكال والرسوم التوضيحية

رقم الشكل	المحتوى	رقم الصفحة
1-1	يظهر المعالم التشريحية الرئيسية لمنظومة القناة اللبية الجذرية نقلا عن الموقع الالكتروني	4
2-1	تصميم ذروة أداة Wave One Gold	7
3-1	شكل ترسيمي يظهر فيه المقطع العرضي لأداة تحضير آلية. (A) مع سطح إرشاد محيطي (B) بدون سطح إرشاد محيطي	8
4-1	يوضح الخصائص الشكلية للقسم الفعال للأداة اللبية	9
5-1	يوضح أشكال سنابل غيتس غلدن المصنوعة من الفولاذ غير القابل للصدأ: A – يظهر المقاسات الست من GG بأطوال مختلفة. B – يظهر رأس GG مع الذروة غير القاطعة.	14
6-1	يوضح أقسام الأدوات التالية:(A) سنبلة غيتس غلدن، (B) موسعة بيزو.	15
7-1	يوضح التحضير المنهجي في تقنية Crown-Down	19
8-1	يظهر المقطع العرضي لأدوات نظام Mtwo	21
9-1	يظهر مبارد التحضير الآلي لنظام Mtwo®	21
10-1	شكل توضيحي لخطوات تقنية القوى المتوازنة	24
11-1	شكل توضحي يبين نموذج الحركة التناوبية المتناظرة (A)، وغير المتناظرة (B).	25
12-1	يوضح الحركة التناوبية لمبرد WaveOne GOLD في الجانب الأيمن، والمقطع العرضي لهذا المبرد في الجانب الأيسر.	28

13–1	يوضح تجاوز البقايا من خلال الثقبة الذروية خلال تحضير القناة اللبية الجذرية.	31
14–1	يمثل صور ثلاثية الأبعاد للأقنية الجذرية حيث اللون الأخضر قبل التحضير واللون الأحمر بعد التحضير(A) U ProTaper، (B) TruShape، (C) Reciproc Blue.	41
15–1	جهاز مقياس الطيف الضوئي	45
16–1	عبارة عن ثنيتين علويتين الثنية اليمنى تظهر صدع والثنية اليسرى تظهر خطوط غريز	47
17-1	مجهر الستريو (PGH Rundfunk-Fernsehen, Germany)	49
18–1	يظهر أداة Tooth Slooth (SybronEndo)	50
19–1	يوضح طريقة تطبيق تقنية الإضاءة غير المباشرة لكشف الكسور والصدوع	51
1–3	يظهر قبضة توربينية من نوع Being.	61
2–3	يظهر سنابل شاقة بأطوال مختلفة.	61
3–3	يظهر أسنان مقلوعة وحيدة الجذر والقناة.	62
4–3	يظهر مبارد K10.	62
5–3	يظهر قبضة ميكروتور نوع Being.	63
6–3	يظهر سنابل Gates Glidden.	63
7–3	مبارد k المستخدمة في المجموعة الأولى.	64
8–3	يظهر جهاز تحضير آلي X-SMART TM.	64
9–3	يظهر مبارد نظام Mtwo®	64
10–3	جهاز تحضير آلي VDW.	65
11–3	مبرد WaveOne® Gold Primary	65
12–3	جهاز تفعيل الأمواج فوق الصوتية.	65

13–3	مبرد U File	66
14–3	جهاز لهز أنابيب كيوفيت قبل القياس.	67
15–3	الأقراص الماسية المستخدمة في عمل المقاطع الأفقية.	67
16–3	يوضح توزع مجموعات البحث.	68
17–3	صورتين شعاعيتين لنفس السن إحداهما بطريقة عمودية (A)، والأخرى بطريقة الإزاحة(B).	68
18–3	يوضح مجموعة من أسنان العينة بعد تقصير الجزء التاجي وسبر الأقنية.	68
19–3	جهاز جمع البقايا المتجاوزة ذروياً يدوي الصنع.	71
20–3	التحضير بمبرد k25 (تقنية Crown-Down).	72
21–3	التحضير بأحد مبارد نظام ®Mtwo.	72
22–3	التحضير WaveOne® Gold Primary.	73
23–3	التحضير بسنبلة GG.	73
24–3	استخدام التفعيل بالأمواج فوف الصوتية ب U-File لجمع البقايا المتجاوزة تاجياً من أداة التحضير.	74
25–3	العبوة الحافظة لأنابيب كيوفيت بعد تحضير العينة.	75
26–3	تحديد طول الموجة والخيارT% لمعايرة الجهاز.	76
27–3	يظهر الحجرة التي يوضع فيها أنبوب كيوفيت.	76
28–3	إجراء المقاطع العرضية باستخدام القرص الماسي.	77
29–3	يظهر عبوة مقسمة إلى 12 خلية توافق عدد أسنان المجموعة الواحدة لحفظ المقاطع الثلاث لكل سن على حدى.	77
30–3	يوضح المقاطع العرضية الثلاث قبل غمرهم في الصباغ وبعد غمرهم فيه.	78
31–3	يوضح معاينة المقطع العرضي تحت المجهر.	79

32–3	يظهر مقطع بدون صدوع في مجموعة الأسنان غير المحضرة.	79
33–3	يظهر مقطع عرضي يحوي 3 صدوع بامتدادات مختلفة.	79
34–3	يظهر صدعين يمتدان من جدار القناة إلى السطح الخارجي.	80
35–3	يظهر مقطع يحوي 3 صدوع بامتدادات مختلفة.	80

فـهـرس الجـداول

رقم الجدول	المحتوى	رقم الصفحة
1-4	يوضح توزع عينة البحث وفقا لنمط التشكيل القنوي.	82
2-4	يبين نتائج تجربة جمع النتاجات المتجاوزة ذروياً.	84
3-4	يظهر نتائج تجربة جمع النتاجات المتجاوزة تاجياً.	84
4-4	يبين المتوسطات الحسابية لمتغير مقدار النفاذية الذروية ومقدار النفاذية التاجية في مجموعات الدراسة.	85
5-4	يظهر نتائج اختبارات Post (Bonferroni) Hoc Tests لمتغير مقدار النفاذية الذروية.	86
6-4	يظهر نتائج اختبارات Post (Bonferroni) Hoc Tests لمتغير لمقدار النفاذية التاجية.	89
7-4	يظهر نتائج استخدام اختبار T Test عند المقارنة بين المتوسطات الحسابية لمقدار النفاذية الذروية ومقدار النفاذية التاجية ضمن كل مجموعة من مجموعات التجربة.	91
8-4	يوضح ال معيار1 المستخدم لدراسة عدد الصدوع في كل سن من أسنان العينة.	93
9-4	يوضح ال معيار2 المستخدم لدراسة امتداد الصدوع في كل سن من أسنان العينة.	93
10-4	يظهر نتائج معايرة المجموعة الشاهدة الثانية (الأسنان غير المحضرة).	94
11-4	يظهر نتائج معايرة أسنان المجموعتين الثالثة والرابعة (بدون تطبيق انفتاح تاجي مسبق).	94

12-4	يبين نتائج معايرة أسنان المجموعتين الخامسة والسادسة (مع تطبيق انفتاح تاجي مسبق).	95
13–4	يظهر متوسطات الرتب لمتغير عدد الصدوع في كل مجموعة من مجموعات التجربة.	96
14–4	يظهر نتائج اختبار Kruskal Wallis لمتغير عدد الصدوع.	97
15–4	يظهر نتائج اختبارMann-Whitney لمتغير عدد الصدوع.	98
16–4	يوضح المتوسطات الحسابية لمتغير امتداد الصدوع في المقاطع العرضية الثلاث في مجموعات التجربة.	100
17–4	يظهر نتائج اختبار (Bonferroni) Post Hoc Tests لمتغير مقدار امتداد الصدوع الذروية.	102
18–4	يظهر نتائج اختبار (Bonferroni) Post Hoc Tests لمتغير مقدار امتداد الصدوع المتوسطة.	106
19–4	يظهر نتائج اختبار (Bonferroni) Post Hoc Tests لمتغير مقدار امتداد الصدوع التاجية.	109

فهرس المخططات

رقم المخطط	المحتوى	رقم الصفحة
1-4	يظهر النسب المئوية للأسنان الخاضعة للدراسة في كل مجموعة من مجموعات التجربة.	83
2-4	يظهر المتوسطات الحسابية لمتغير مقدار النفاذية الذروية ومقدار النفاذية التاجية في كل مجموعة من مجموعات التجربة.	92
3-4	يبين متوسطات الرتب لمتغير عدد الصدوع في الأسنان الخاضعة للدراسة في مجموعات التجربة.	97
4-4	يوضح المتوسطات الحسابية لمتغير مقدار امتداد الصدوع (الذروية والمتوسطة والتاجية) في كل مجموعة من مجموعات التجربة.	101

الباب الأول :المقدمة والمراجعة النظرية

Chapter First:

Introduction & Literature Review

1. المقدمة:

الهدف الرئيسي من المعالجة اللبية هو توسيع منظومة القناة الجذرية لإزالة النسج اللبية المتبقية والجراثيم، بالإضافة لتوفير فراغ يسمح بوصول سوائل الإرواء، والأدوية لنهاية القناة، وأخيراً التطبيق الكتيم لحشوة القناة، ولكن أثناء عملية التشكيل القنوي ربما تتجاوز نتاجات التحضير والعضويات الدقيقة، وسوائل الإرواء الثقبة إلى النسج ما حول الذروية على الرغم من التقيد بالطول العامل.

ربما يعزى ذلك إلى حركة المبرد اليدوية دخول – خروج التي تتسبب بالتجاوز الذروي لنتاجات التحضير بنسبة أعلى من المبارد الآلية التي تعمل بالحركة الدورانية والتي تقوم بسحب النتاجات في أثلامها، ومن ثم دفعها بالاتجاه التاجي للقناة الجذرية.

(Lu et al, 2015)

يمكن للتشكيل القنوي التاجي الذروي كما في طريقة Crown-Down أن يخفض من فوعة وعدد العضويات المتجاوزة ذروياً والمخرشة للنسج ما حول الذروية.

في هذا السياق تتفاوت أنظمة التحضير الآلي التي تعتمد التقنية التاجية الذروية في طريقة عملها، وبالتالي تتفاوت نسب نتاجات التحضير المتجاوزة **(Pedrinha et al, 2018)**؛ إضافة إلى عدد ونمط التصدعات الناشئة في جدران القناة الجذرية نتيجة تراكم إجهاد آني بسبب اشتباك المبارد مع العاج أثناء التشكيل القنوي. **(Algarni et al, 2019)**

لذلك تندرج هذه الدراسة المخبرية في سياق استقصاء تأثير تقنية تشكيل القناة في نسب نتاجات التحضير وإحداث التصدعات المجهرية لجدران القناة الجذرية.

2. المراجعة النظرية:

1.2. منظومة القناة اللبية الجذرية:

اللب السني حسب تعريف الجمعية الأمريكية لاختصاصي مداواة الأسنان اللبية (2016):

"هو نسيج ضام متخصص، شديد التعصيب والتوعية الدموية، ذو منشأ ميزانشيمي، يتواجد ضمن فراغ مركزي في السن، محاط بالعاج، وله وظائف عديدة هي (الحث، التشكيل، الإحساس، التغذية، الدفاع)".

(AAE, 2016)

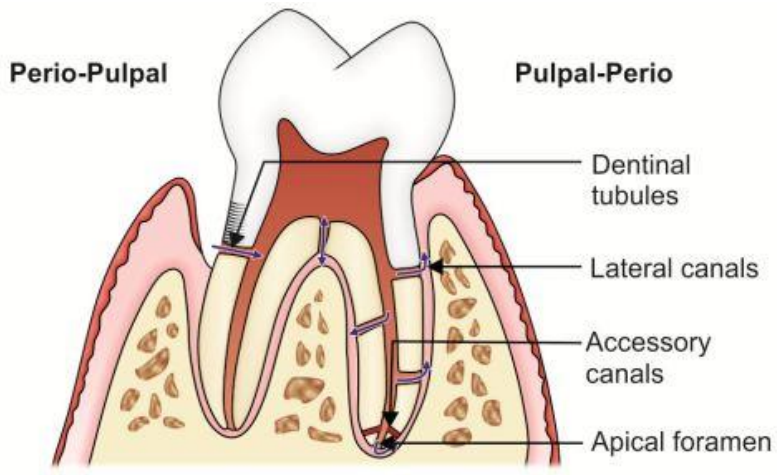
ولكن غالباً ما يشار إليه بمصطلح منظومة القناة اللبية الجذرية التي تتصف بأنها أبعد ما يمكن عن مفهوم الأنبوب البسيط أو الفراغ اسطواني الشكل بسبب درجة التعقيد التشريحي العالية.

حيث تقسم القناة اللبية الجذرية إلى قسمين رئيسين: الحجرة والقناة اللبية

-الحجرة اللبية Pulp Chamber: توجد ضمن التاج التشريحي للسن وتشمل (القرون اللبية Pulp horns، فوهات الأقنية Root canal orifices، أقنية المفترق Furcation canals)

-القناة (الأقنية) اللبية: توجد ضمن الجذر التشريحي للسن وتشمل (الأقنية الإضافية Accessory canals (الثانوية) والجانبية Lateral canals، الدلتا الذروية Apical delta، الثقبة الذروية Apical Foramen)

(الحلبية، 2018)



الشكل (1-1): يظهر المعالم التشريحية الرئيسية لمنظومة القناة اللبية الجذرية.

2.2. التحضير القنوي:

1.2.2. مبادئ شيلدر Schilder's Principles:

تم وصف الأهداف الحيوية والميكانيكية لتشكيل الأقنية الجذرية من قبل هيربرت شيلدر Herbert Schilder في عام 1974 وقد توافقت مع تقنيات التحضير الآلي؛ وانطلاقاً من هذه الأهداف تم تصميم أدوات المعالجة اللبية الحديثة من حيث القمعية والقياس.....الخ.

(Webber, 2015)

1.1.2.2. المبادئ الحيوية *Vital Principles*:

1. الحفاظ على الأداة ضمن القناة اللبية فقط.
2. عدم دفع نتاجات التحضير خارج الثقبة الذروية.
3. الإزالة التامة للنسج اللبية.
4. إنهاء تنظيف وتشكيل الأسنان وحيدة القناة في جلسة واحدة.

5. خلق فراغ لبي كاف في أثناء التشكيل القنوي، يمكن أن يستوعب الارتشاح الصادر من نسج ما حول الذروة.

2.1.2.2. المبادئ الميكانيكية *mechanical principles*:

1. تأمين شكل قمعي انسيابي للقناة الجذرية مستمد من الشكل الأصلي للقناة.

2. جعل القناة متضيقة ذروياً بحيث يتوضع القطر الصغير لمقطعها العرضي عند الملتقى العاجي الملاطي.

3. يجب أن يتم تحضير القناة لقياسات متعددة تعطي حجم أكبر من الحجم الأصلي للقناة.

4. عدم تغيير معالم الثقبة الذروية من حيث الشكل والاتجاه ومستوى الانفتاح.

5. الحفاظ على الأبعاد الأصغرية للذروة الحقيقية للقناة.

2.2.2. أدوات التحضير القنوي الآلي:

من الجدير بالذكر أن أدوات المعالجة اللبية كانت تصنع قديماً من الفولاذ الكربوني، فيما بعد تم تصنيعها من الفولاذ غير القابل للصدأ (SS) لتحسين خصائصها. حالياً استخدمت خلائط النيكل تيتانيوم (NiTi) في تصنيع هذه الأدوات.

(الحلبية، 2018)

وحسب (Rotstein & Ingle, 2019) تُصنع أدوات النيكل والتيتانيوم بشكل أساسي من خليطة NiTi–55 التي تتكون تقريباً من 55٪ نيكل و45٪ تيتانيوم من حيث الوزن؛ وإن هذه الخليطة المعدنية مرنة للغاية وقد تبين أن أدوات ال NiTi تحتوي على حوالي ثلاثة أضعاف المرونة في الانحناء والالتواء مقارنة بأدوات الفولاذ غير القابل للصدأ.

وقد أشار Hulsmann إلى أن أول استخدام لأدوات التحضير الآلي في سياق المعالجة اللبية كان من قبل Oltramare عام 1892، والذي استخدم إبر رفيعة ذات مقطع عرضي مستطيل تحمل على القبضة السنية.

(Chugal & Lin,2016)

***الخصائص الشكلية:**

يختلف تصميم أدوات التحضير القنوي اليدوية مقارنة بالأدوات الآلية، إذ يخضع كل منهما لمبادئ محددة عند التصنيع تناسب طريقة الاستخدام وأنماط الجهود التي ستتعرض لها أثناء التحميل الوظيفي؛ وسوف نستعرض هذه الخصائص نظراً لتأثيرها المباشر في نقل نتاجات التحضير ودفعها تاجياً و_أو ذروياً خلال التشكيل القنوي، إضافة إلى تأثيرها في إحداث تصدعات تبعاً للتصميم الشكلي للسطح المحلزن.

1. القمعية Taper وهي تعريفاً :مقدار ازدياد قطر الأداة كلما انتقلنا 1 ملم من ذروتها حتى نهاية الجزء العامل، ويكون: 0.02 ملم/ملم للأدوات القياسية 0.04.أو 0.06 أو 0.08 ملم/ملم أو أكثر للأدوات غير القياسية.

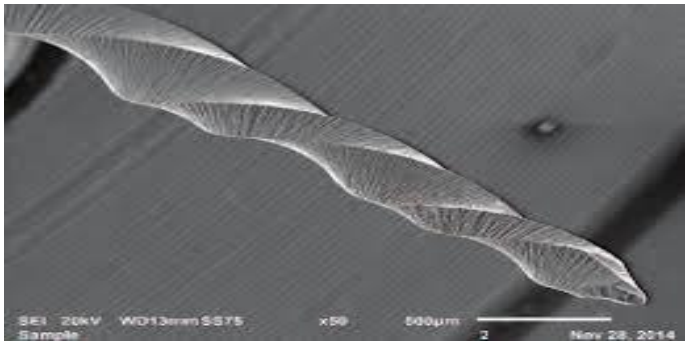
(الحلبية، 2018)

معظم الأدوات تكون بقمعية ثابتة أي أن الزيادة في القطر تكون بمعدل ثابت من الذروة إلى نهاية الجزء العامل من الأداة. لكن حديثاً صنعت بعض الأدوات بقمعية متغيرة، أي أن المبرد الواحد يكون بقمعية معينة عند الذروة ثم تتغير عند الانتقال باتجاه الساق.

(Handysides, 2011)

2. تصميم ذروة الأداة Tip Design: لذروة الأداة اللبية وظيفتين أساسيتين هما :توجيه الأداة ضمن القناة، ومساعدة الأداة على النفوذية، وهي تصنف ضمن 3 أصناف :قاطعة، غير قاطعة، قاطعة جزئياً.

(Hargreves et al., 2016)



الشكل (1–2): تصميم ذروة أداة Wave One Gold، نقلاً عن (Webber, 2015)

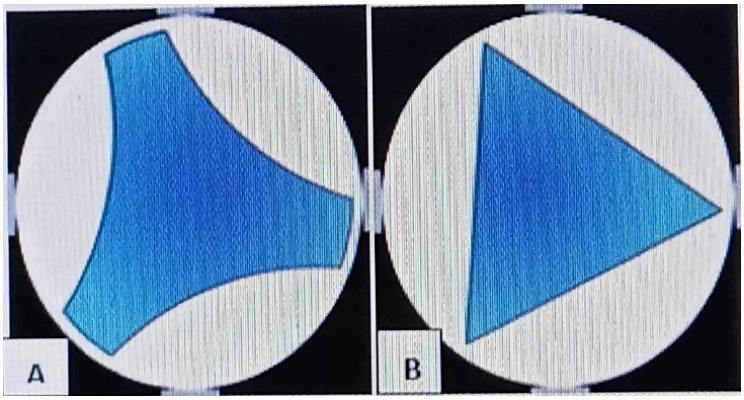
3. تصميم المقطع الطولي والعرضي Longitudinal and cross section design

سنورد بعض تفاصيل التصاميم الشكلية لأدوات التشكيل القنوي بشكل عام والآلية بشكل خاص.

–يوجد فرق بين الأدوات التي تمتلك سطح محيطي مرشد (Radial land) وتلك التي لا تمتلك سطح محيطي مرشد ضمن مقطعها العرضي. وهو تعريفاً حسب الجمعية الأمريكية لاختصاصيي مداواة الأسنان اللبية 2016: " الجزء المحيطي من أداة التحضير الآلي، ويكون ذو تصميم مسطح وأملس للمحافظة على مركزية الأداة ضمن القناة."

(AAE, 2016)

هذا السطح يفصل ما بين الحافة القاطعة والثلم لتأمين منطقة تماس واسعة مع الجدران العاجية لرفع مستوى أمان استخدام الأداة على حساب فعاليتها.



الشكل (1-3): شكل ترسيمي يظهر فيه المقطع العرضي لأداة تحضير آلية. (A) مع سطح إرشاد محيطي (B) بدون سطح إرشاد محيطي. (Handysides, 2011)

-أثلام الأداة Flutes: هي ميازيب تتموضع على السطح العامل المحلزن للأداة، تعمل على جمع النسج اللبية الطرية والبرادة العاجية الناتجة عن عملية قطع سطوح الجدران العاجية للقناة.

-زاوية الحلزنة Helical angle: هي الزاوية التي تشكلها حلزنات الأداة مع محورها الطولي أي مقدار ميل الحلزنات.

-الوحدة العاملة للأداة: Pitch هي المسافة الفاصلة بين حلزنتين متتاليتين.

-الغؤور Relief: هو منطقة منخفضة ضمن السطح المحيطي المرشد تفيد في تخفيف الاحتكاك مع الجدران العاجية للقناة.

-النواة المركزية للأداة Core: هي القسم المركزي للأداة ويظهر عند إجراء المقطع العرضي.

(الحلبية، 2018)

-الزاوية العاملة Rake angle: عند إجراء قطع عمودي على المحور الطولي للأداة فإن الزاوية العاملة هي الزاوية المتشكلة بين الحافة القاطعة ونصف قطر الأداة في نقطة الاتصال مع جدار القناة. وهي صاقله إن كانت حادة وقاطعة إن كانت منفرجة.

(Hargreaves& Cohen, 2006)

الشكل (1-4): يوضح الخصائص الشكلية للقسم الفعال للأداة اللبية.

***تصنيف (Berman& Hargreaves, 2021):**

حيث تم تصنيف أدوات المعالجة اللبية الآلية ضمن ثلاث مجموعات:

في المجموعة الأولى الأدوات مصممة للتحضير المنفعل؛ والمجموعة الثانية أدوات دوَارة مصممة للقطع الفعال؛ أما المجموعة الثالثة تتضمن أدوات بتصميمات فريدة لا تتناسب مع أي من المجموعتين الأولى والثانية.

المجموعة الأولى :أدوات التحضير القنوي المنفعل-وجود السطوح المحيطية المرشدة:

-تشترك بمقطع عرضي يمتاز بسطوح محيطية مرشدة Radial lands، وتعرف بـــ U-shape.

–يفيد تصميم رأس الأداة غير العامل والسطوح المحيطية المرشدة بتوجيه المبرد خلال تقدمه ذروياً، وهذا يجعل الأدوات المدرجة في المجموعة الأولى آمنة إلى حد ما فيما يتعلق بأخطاء التحضير.

–تعتمد أدوات هذه المجموعة على التوسيع أكثر من القطع للجدران العاجية وهذا يجعلها أقل فعالية في التحضير، كما أن البرادة العاجية الناتجة عن استخدام الأدوات الدوَارة ذات السطوح المحيطية المرشدة تختلف في كميتها وطبيعتها عن البرادة العاجية الناتجة عن استخدام الأدوات الدوَارة المصممة للقطع الفعَال. الشكل (1-3)، ومن الأنظمة التي تنتمي لهذه المجموعة:

- K3, GT and GTX Files، Light Speed، Profile

المجموعة الثانية :التحضير القنوي الفعَال–المقطع العرضي المثلثي: صممت جميع الأدوات في المجموعة الثانية بدون سطوح محيطية مرشدة وهذا يؤدي إلى كفاءة قطع أعلى، وبالمقابل إلى احتمال أكبر لحدوث أخطاء في التحضير وبشكل خاص عند تجاوز الأداة للثقبة الذروية. الشكل (1-3)؛ ومن الأنظمة التي تنتمي لهذه المجموعة:

- ProTaper Universal, Gold
- HERO 642, HERO Shaper
- FlexMaster
- RaCe, BioRaCe, BT Race
- EndoSequence
- Twisted File
- ProFile Vortex
- MTwo
- Edge files

المجموعة الثالثة: أنظمة التحضير القنوي غير النمطية:

بهدف التخفيف من المشاكل الناجمة عن التحضير الدوراني المستمر الذي تتسم به أنظمة المجموعتين السابقتين مثل (الانحشار نتيجة توافق قمعية الأداة مع القناة، الكسور الناجمة عن إجهاد الأداة)، تم تصميم هذه المجموعة التي تعمل بالحركة التناوبية التي ظهرت منذ عام 1958 والتي تعرَّف على أنها أي حركة تناوبية نحو اليمين واليسار أو نحو الأمام والخلف. كما في نظامي التحضير الآلي Reciproce، Waveone حيث يتصف هذا النمط من الأنظمة بقمعية متغيرة.

(Yared, 2008)

وقد عاد استخدام هذا النوع من المبارد في سياق المعالجة اللبية حديثاً بعد استخدام مبارد النيكل تيتانيوم بدلاً من الفولاذ غير القابل للصدأ، ضمن مبدأ المعالجة باستخدام المبرد الواحد "single-file".

(**Stephen Weeks, 2017, Yared, 2008**)

نذكر من الأنظمة التي تنتمي لهذه المجموعة:

- WaveOne, Reciproc, Gold, Blue
- Self-adjusting File
- TRUShape
- XP-Shaper, XP-Finisher
-

المحركات Motors:

كانت محركات الأدوات الدوارة آلياً في أوائل التسعينيات عبارة عن محركات كهربائية بسيطة وقد أصبحت من بعد ظهور الجيل الأول لها أكثر تعقيداً.

تعد المحركات الكهربائية ذات السرعة المنخفضة هي الأنسب لأنظمة NiTi الدوَارة آلياً، لأنها تضمن مستوى ثابتً لعدد الدورات في الدقيقة وعزم دوران ثابت، وغالبًا ما تحتوي على إعدادات مسبقة متوافقة مع أنظمة التحضير شائعة الاستخدام لسهولة العمل. مثل محرك X-) SMART TM, DENTSPLAY, Germany) المستخدم في هذه الدراسة لتفعيل مبارد نظام Mtwo®.

(Berman & Hargreaves, 2021)

وتستخدم محركات خاصة لتأمين الحركة التناوبية خلال التشكيل القنوي مثل محرك (VDW, Silver Reciproc. Germany) المستخدم في هذه الدراسة أيضاً لتفعيل مبرد WaveOne® Gold Primary ، حيث تمتاز هذه المحركات بانعدام دوران الأداة خلال عملية التشكيل القنوي، الأمر الذي يساهم في انخفاض جهد الانثناء بشكل جوهري، بالإضافة إلى انخفاض ميل الأدوات للاشتباك مع جدران القناة الجذرية، مما يساهم بفعالية في انخفاض جهد الفتل وبالتالي يقلل من نسبة انكسار الأداة. **(الحلبية، 2018)**

3.2.2. **التوسيع التاجي المسبق للقناة الجذرية**

توسيع حفرة الوصول مع مدخل القناة الجذرية يسمى بالانفتاح التاجي المسبق أو المبكر Cervical Preflaring، ويعد مفيداً عندما تكون القناة الجذرية ضيقة أو متكلسة ومن الصعب الوصول إليها، وتطبيق هذه الخطوة يسبق أي دخول عميق في القناة (الخطوة الاستكشافية)

والتي يستخدم فيها مبرد K صغير (القياس 10#) حيث يدخل عدة مليمترات في القناة الجذرية.

(Berman & Hargreaves, 2021)

تقلل إجراءات الانفتاح التاجي المسبق أو المبكر من الأخطاء الإجرائية حيث يتم إزالة الجزء الأكثر إصابة وتلوثاً من اللب، ويؤمن خط دخول مستقيم للأدوات. كما يؤدي إدخال المبارد من خلال أقنية موسَعة تاجياً بشكل مسبق للتحضير القنوي إلى تقليل النتاجات المتجاوزة إلى المنطقة ما حول الذروية، بينما يؤدي إدخال المبارد عبر قنوات غير موسَعة بشكل كافٍ إلى دفع المزيد من المهيجات ذروياً ويولَد المزيد من الاحتداد بعد المعالجة اللبية.

(Giovarruscio, 2016)

*أدوات التوسيع التاجي المسبق:

1. المبارد اليدوية: تتطلب وقتاً أطول في التحضير باعتبارها أدوات قاسية وهذا يزيد من خطر تغيير الشكل التشريحي الطبيعي للقناة.

(Giovarruscio, 2016)

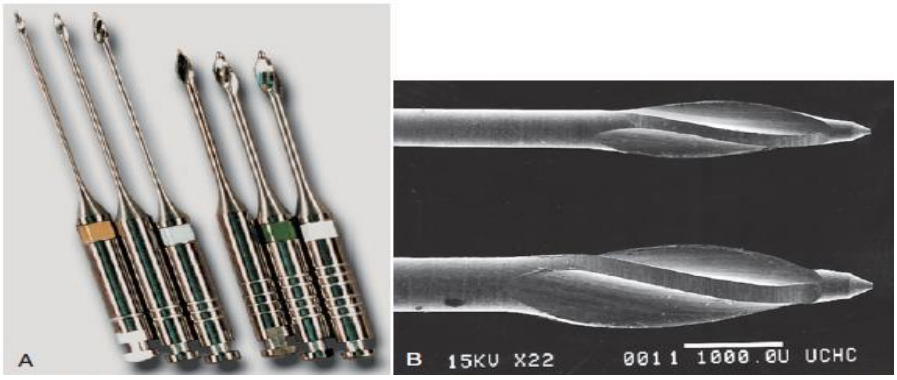
2. سنابل غيتس غلدن Gates-Glidden drills (GG): تستخدم بشكل أساسي لتوسيع فتحة القناة الجذرية والثلث الأول من الجزء التاجي للقناة الجذرية. يتوفر منها ثلاثة أطوال مختلفة هي 28 ملم الطول القياسي, 32 ملم و 38ملم، وإن أقصى سرعة مسموح بها: 800 دورة في الدقيقة. وهذه السنابل مصنوعة من الفولاذ غير القابل للصدأ ويوجد منها ستة قياسات يتراوح قطرها بين 0.50 و 1.50ملم، ولها ساعد اسطواني مع رأس عامل بشكل لهب الشمعة وذروته غير عاملة وهي مصممة بطريقة خاصة لمنع حدوث الدُرجات والانثقابات، وحين تعرضها

للانكسار فإنها غالباً تنكسر في منطقة اتصال الساعد مع الجزء الذي يدخل في القبضة الشكل (1-5).

(MANI,INC., 2012)

قد تم استخدام سنابل GG لما يقارب ال 150 عاماً بدون تغييرات كبيرة في التصميم؛ وتعتبر هذه السنابل أدوات جانبية القطع نظرًا لتصميمها وخصائصها الفيزيائية، حيث تقوم بقطع العاج عند سحبها من القناة. وعند استخدامها بشكل مناسب، تكون غير مكلفة وآمنة وأدوات مفيدة سريريًا، ومع ذلك، فإن الضغط الزائد بسرعات عالية، وزاوية إدخال غير صحيحة، واستخدامها بقوةٍ قد يؤدي إلى أخطاء إجرائية.

(Berman& Hargreaves, 2021)



الشكل (1-5): يوضح أشكال سنابل غيتس غلدن المصنوعة من الفولاذ غير القابل للصدأ، (A) يظهر المقاسات الست من GG بأطوال مختلفة.(B) يظهر رأس GG مع الذروة غير القاطعة. نقلاً عن (Berman& Hargreaves, 2021).

تعتبر سنبلة GG أداة ممتازة لإزالة التكلسات التي توجد أسفل فوهات الأقنية الجذرية، وهي تساهم في تقصير وقت العمل وتعطي نتائج أفضل في تشكيل القناة الجذرية، ومع ذلك ليس الغرض من هذه السنابل تحضير قناة الجذر بأكملها، فنظرًا لساعدها غير المرن، لا يمكن لـــ GG تحضير الجزء المنحني من القناة مما يحد من تأثيرها على الثلث التاجي من القناة

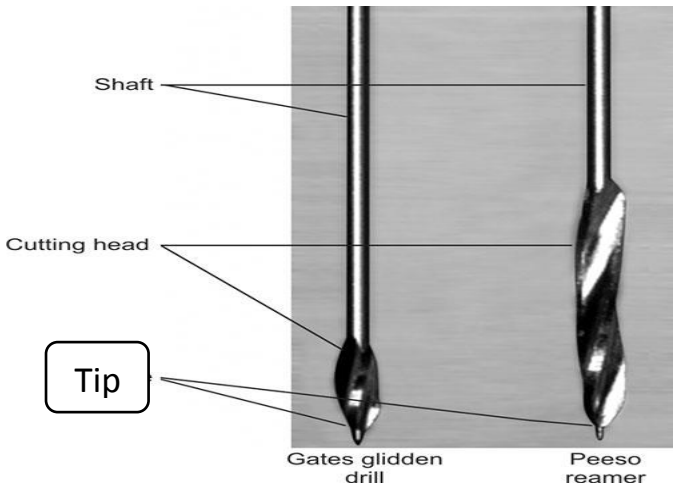
الجذرية. وقد يحمل استخدام القياسات الكبيرة من GG خطر حدوث انثقاب شريطي في القناة الجذرية، لذلك يوصى في التحضير باتباع تقنية Crown Down عند استخدامها. وإن أصغر مقاس من GG (رقم 1) يساوي حجم ISO 50.

(Rotstein & Ingle, 2019)

3. سنابل Drux: تم تصميمها بشكل مشابه لسنابل GG، ولكن رأسها له امتداد بشكل رمحي مرن.

4. موسعات بيزو Peeso reamers: مصنوعة من الفولاذ غير القابل للصدأ ويوجد منها ستة قياسات يتراوح قطرها بين 0.70 و 1.70ملم. يتوفر منها ثلاثة أطوال مختلفة هي 28 ملم الطول القياسي, 32 ملم و 38ملم، وإن أقصى سرعة مسموح بها: 1200 دورة في الدقيقة، مع استخدام جهاز قطع دوَار متصل بمحرك دقيق. تستخدم لتوسيع فوهة القناة الجذرية بشكل قمعي، وهي تقطع بشكل خطي أكثر من سنابل GG.

(MANI® INC., 2012)



الشكل (1-6): يوضح أقسام الأدوات التالية: سنبلة غيتس غلدن في الجهة اليسرى، موسعة بيزو في الجهة اليمنى.

5. فاتحات الفوهة Orifice Openers: بعض أنظمة النيكل تيتانيوم NiTi الدوَارة آلياً مجهزة بموسعات للفوهة Orifice Shapers، أو Intro-Files، وهذه الأدوات عادةً لها قمعية كبيرة وسواعد قصيرة. ومثال عليها نذكر: Intro-Files- (FlexMaster, VDW, Munich, Germany): الجزء القاطع بطول 12ملم، أما القمعية 11%، والذروة غير قاطعة.

-فاتح فوهة (ProTaper U, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) الجزء القاطع بطول 14ملم، أما القمعية 19% وتتناقص عند الذروة إلى 3.5% حتى 9 ملم، والذروة غير قاطعة.

(Rotstein & Ingle, 2019)

*فوائد الانفتاح التاجي:

1. سهولة وصول الأدوات إلى الثلث الذروي من القناة.

2. منح الطبيب حس ضبط لمسي اصبعي أفضل وخاصة في الخطوة الاستكشافية.

3. تخفيض نسبة الأخطاء الإجرائية المبكرة.

4. سهولة وصول سوائل الإرواء إلى مناطق أعمق من القناة.

5. التقليل من تغيُر الطول العامل في نهاية التحضير للأقنية المنحنية. **(الحلبية، 2018)**

6. يسمح للأدوات الآلية بتحضير الثلث الذروي مع تماس أقل للجدار العاجي، وبالتالي احتكاك أقل حيث يخفف من ظاهرة قفل القمعية ومن تعب الأدوات.

(Kosaraju, et al., 2020)

-قد تم التوصل إلى أنه بغض النظر عن تقنية التحضير المستخدمة، فإن الانفتاح التاجي المسبق يؤدي إلى تجاوز كميات أقل من النتاجات ذروياً.

(Mohamed, et al., 2020)

4.2.2. **الطريقة التاجية الذروية:** Crown-Down Technique

في محاولة لتحديد أسباب نجاح أو فشل المعالجة اللبية غالبًا ما يتم تجاهل أن أساس نجاح هذه المعالجة هو الطريقة التي يتم بها التحضير الميكانيكي للقناة.

(R.H. Hofheinz, 1892) (Gutmann & Lovdahl, 2011)

***حيوياً:** تعتمد مبدأ تنظيف الجروح أي التقدم بالتطهير من المحيط إلى المركز أي من المنطقة الأكثر تلوثاً وخطراً نحو الأقل تلوثاً وخطراً.

***ميكانيكياً:** تقوم على مبدأ أن الأدوات الكبيرة، التي تتمتع بمقاومة وقدرة تحمل أعلى، تفتح الطريق للأدوات الصغيرة، التي تتصف بمقاومة وقدرة تحمل أقل.

(الحلبية، 2018)

*مزايا تقنية Crown-Down هي:

• تشكيل قناة جذرية أقل استقامة نظرًا لأن تقليل الاحتكاك يسمح بتحكم أكبر بالأداة اللبية.

• التوسيع المبكر للجزء التاجي والمتوسط من القناة الجذرية مما يسمح بالتنظيف المبكر للثلثين التاجيين وبالتالي التقليل من انتقال نتاجات التحضير للمنطقة الذروية للقناة.

• تقلل من النتاجات المتجاوزة للثقبة الذروية

(Rotstein & Ingle, 2019)

* تخفيض شدة الانحناء القنوي.

* تخفيف التغيُرات في الطول العامل الناجمة عن التحضير.

* السماح بوصول عميق لسوائل الإرواء إلى كافة أجزاء القناة خصوصاً إلى المنطقة الذروية.

* تخفيض مساحة سطوح التماس والاشتباك بين الأدوات وجدران القناة مما يؤدي إلى:

تخفيض العزم اللازم للتحضير، وزيادة الفعالية القاطعة مع المحافظة على هامش أمان جيد، كما تؤدي إلى انخفاض نسبة الأخطاء الإجرائية، بالإضافة إلى المحافظة على مركزية القناة.

(الحلبية، 2018)

• سهولة إزالة العوائق التي تمنع الوصول إلى المنطقة الذروية.

• تعزيز حركة نتاجات التحضير تاجياً.

• تؤمن تحضير مثالي وبالتالي تسمح بحشو أفضل للقناة.

• تسهيل إجراءات المعالجة اللبية في زيارة واحدة.

(Gutmann & Lovdahl, 2011)

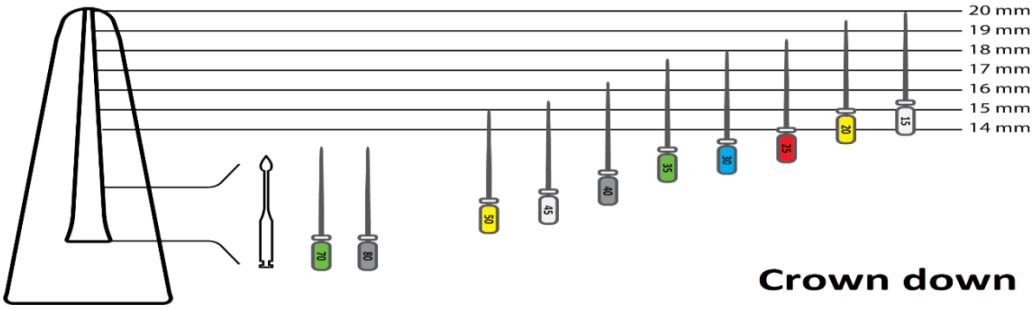
*السلبيات: –انحشار الأداة (ظاهرة قفل القمعية Taper lock) التي تحدث عندما لا يتم تخفيض القمعية مع تخفيض قياس الأداة خلال الدخول التدريجي بالاتجاه الذروي للقناة.

–تقليل المقاومة الميكانيكية للجذر عند زيادة الانفتاح التاجي المبكر.

خطوات العمل السريري: بعد تشكيل حفرة الوصول المناسبة، يتم تأمين الانفتاح التاجي للقناة ومن ثم تحديد الطول العامل الذي يتم توزيعه على باقي الأدوات اللبية التي تستخدم بشكل تسلسلي تدريجي(متزايد من حيث عمق الدخول بالاتجاه الذروي ومتنافص من حيث القياس والقمعية) بحيث تقوم كل أداة بتشكيل وتوسيع جزء محدد وهكذا حتى تصل آخر أداة إلى كامل

الطول العامل، ونقوم بدمج مراحل التحضير Recapitulation بشكل متكرر بعد استخدام كل أداة بوجود الإرواء الوفير.

(Berman& Hargreaves, 2021)



الشكل (1-7): يوضح التحضير المنهجي في تقنية Crown-Down.

5.2.2. **تقنيات التحضير الآلي لمنظومة القناة الجذرية**

1.5.2.2. الحركة الدورانية المستمرة: *continuous rotational motion*

معظم أنظمة تحضير الأقنية الجذرية الآلية (NiTi Fills) تعمل بشكل أساسي بحركة دوران مستمرة بزاوية 360 درجة حول محور واحد.

(Predin et al., 2021)

وهذه الأنظمة تحقق تحضيراً وتشكيلاً قنوياً جيداً باستخدام أدوات قليلة خلال مدة زمنية قصيرة.

(Torabinejad & Walton, 2009)

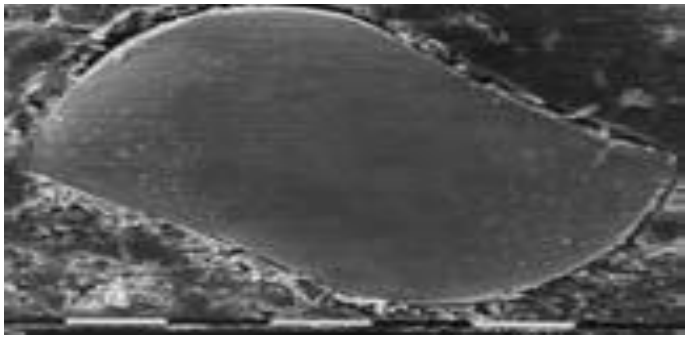
كما أن الخصائص التي تتمتع بها خليطة النيكل تيتانيوم جعلت من الممكن تصنيع أدوات ذات استدقاق أكبر بمرتين أو ثلاث أو أربع مرات من مثيلاتها من الأدوات اللبية المصنوعة من الفولاذ غير القابل للصدأ، لتتمكن هذه الأدوات من إنجاز تشكيل القناة بطريقة تاجية ذروية.

إن وظيفة أجهزة التحضير القنوي الآلية بشكل أساسي هي ضمان الاستخدام الفعَال لأدوات النيكل تيتانيوم الدوَارة دون الوصول إلى عزم الانكسار في أي جزء من أجزائها؛ حيث تتعرض المبارد في الأقنية المنحنية إلى جهد الضغط compression stress، وجهد الشد tensile stress خلال التحميل الوظيفي. **(Peters, 2004)** وتستمر التعديلات على مختلف أنظمة التحضير القنوي لتفادي السلبيات وتعزيز الإيجابيات.

(Peters & Paqué, 2010)

(نظام ®Mtwo): سوف نستعرض خصائص هذا النظام بالتفصيل نظراً لاستخدامه في هذا البحث، حيث تم تصنيعه عام 2004 ويتكون من مجموعات من الأدوات بقياسات وقمعيات مختلفة لتناسب مختلف أبعاد وأشكال الأقنية الجذرية، تمتلك مبارد هذا النظام مقطعًا عرضيًا على شكل حرف S.

(الحلبية، 2018)



الشكل (1-8): يظهر المقطع العرضي لأدوات نظام Mtwo نقلا عن برشور الشركة المصنعة.

يتألف التسلسل الأساسي لنظام التحضير الآلي **®Mtwo** من أربع أدوات مع حلقات تعريف بألوان مختلفة:

الأرجواني 0.10 ملم وقمعية ثابتة 4%

الأبيض 0.15 ملم وقمعية ثابتة 5%

الأصفر 0.20 ملم وقمعية ثابتة 6%

الأحمر 0.25 ملم وقمعية ثابتة 6%

الشكل (1-9): يظهر مبارد التحضير الآلي لنظام Mtwo® نقلا عن برشور الشركة المصنعة.

من خلال حركة التفريش وكفاءة القطع الجانبي الممتازة للأداة، يمكن لـــ Mtwo® إزالة العوائق في الثلث التاجي، ومدخل القناة يتم تكبيره بشكل تدريجي ومنهجي من خلال استخدام كل أداة. حيث يعد أن استخدام أدوات Mtwo® مع حركة الفرشاة الصحيحة (على غرار استخدام مبرد Hedstrom) يساعد على تقليل الضغط على الأدوات ويؤدي إلى نتائج تحضير مثالية؛ كما تتمتع مبارد هذا النظام بذروة غير عاملة مرشدة تسهل تقدم الأداة باتجاه الذروة، وتمتلك حافتي قطع والجزء الخلفي لحافة القطع حاد لتحسين كفاءة القطع مع حد أدنى من الاحتكاك مع العاج ويؤمن تصميم الجزء المركزي للأداة مرونة قصوى بالإضافة للأثلام الواسعة والعميقة لتأمين تصريف مستمر لنتاجات التحضير باتجاه التاجي.

–طريقة الاستخدام: ندخل الأداة الأولى 10/04 إلى القناة بحيث يتم تمريرها تدريجياً إلى كامل الطول العامل دون بذل ضغط على الجدران العاجية، ثم ندخل الأداة الدوّارة التالية حسب التسلسل ونقوم بالضغط الخفيف على جدار القناة، وعمل حركات تمسيد (حركة فرشاة الرسم) لعدة ملليمترات في الاتجاه التاجي دون إخراج الأداة من القناة، وتستمر الأداة بالتحرك بالاتجاه الذروي ثم نكرر الحركة السابقة وهكذا مع حركات لأعلى ولأسفل حتى نصل لكامل الطول العامل، ثم نقوم بالتغيير إلى الأداة التالية في التسلسل. يمكن تشغيل المبارد بين 350- 250 دورة في الدقيقة. كما يوصى باستخدام قيم العزم الخاصة بكل مبرد.

(VDW.GmbH,2015)

2.5.2.2. الحركة التناوبية (التبادلية) Reciprocation Motion :

يشتق مصطلح الحركة التناوبية (reciprocation) من الفعل اللاتيني (reciprocare) والذي يعني (تحرك للخلف والأمام) (to move back and forth)

(Stephen Weeks, 2017)

أي أن المبرد لا يخضع لحركة دورانية مستمرة، بل يتحرك على مبدأ حركة القوى المتوازنة "balanced force"

(**Sotokawa, 1998**)

وقد قدمت طريقة القوى المتوازنة من قبل ***Roane*** عام **1985** بوصفها سلسلة من الحركات الدورانية (مع وعكس) جهة دوران عقارب الساعة باستخدام مبارد Flex-R. الشكل (1-10) وهي تتشمل على ثلاث خطوات: فبعد الدخول المنفعل للأداة ضمن القناة يتم اشتباكها مع العاج بتدويرها 90 درجة بجهة دوران عقارب الساعة.

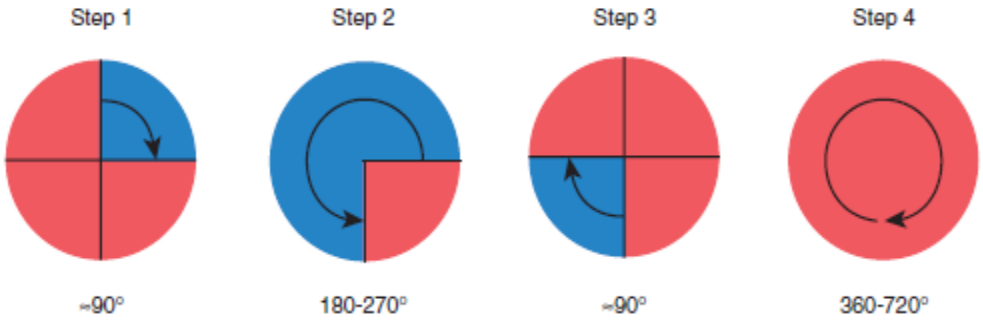
–في الخطوة التالية وبينما الأداة ثابتة ضمن القناة من خلال تطبيق ضغط محوري مناسب يتم فك اشتباكها مع الجدران العاجية بفتلها عكس جهة عقارب الساعة، وهو ما يسبب صوت فرقعة مميزة (clicking sound).

–في الخطوة الثالثة يتم إخراج الأداة من القناة مع فتلها بجهة دوران عقارب الساعة.

(Kyomen et al., 1994)(Charles & Charles, 1998) (Schafer et al.,2002)

وتعرَف هذه الطريقة حسب الجمعية الأمريكية لاختصاصيي مداوة الأسنان اللبية 2016:" تقنية لتشكيل وتنظيف منظومة القناة اللبية الجذرية، يتم من خلالها توجيه قوى فيزيائية متعاكسة لكل أدوات التحضير، حيث تعمل حركة الدوران بجهة عقارب الساعة على الاشتباك مع العاج وحركة دوران بعكس جهة دوران عقارب الساعة على قطع العاج."

.(AAE, 2016)



الشكل (1-10): شكل توضيحي لخطوات تقنية القوى المتوازنة. (Hargreaves and Berman, 2016)

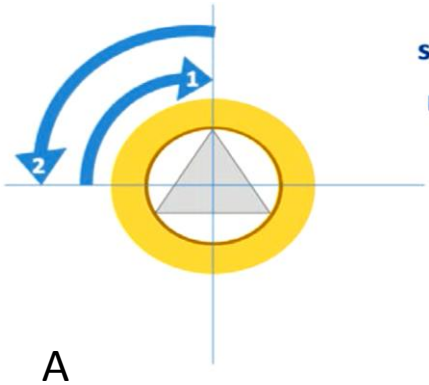
فيما يتعلق بأنظمة التحضير التناوبية فقد تطور مقدار الحركة مع وعكس عقارب الساعة من:

1–الحركة التناوبية المتناظرة Symmetrical Reciprocation: التي تكون فيها حركة المبرد متساوية في كلا الاتجاهين. (كالحركة 90 درجة مع اتجاه عقارب الساعة و90 درجة أيضاً بعكس جهة عقارب الساعة) كما في القبضات التناوبية كما هو موضح في الشكل (1-11(A)).

(Stephen Weeks, 2017)

إلى 2–الحركة التناوبية غير المتناظرة Asymmetrical Reciprocation: والتي تكون فيها حركة المبرد تقدماً أكبر من حركته تراجعاً. (مثل حركة مبارد reciproce blue وهي 150 درجة تقدماً بجهة دوران عقارب الساعة(cw)، يتقدم المبرد فيها ذروياً بشكل متزامن مع اشتباكه مع جدران القناة وقطعه للعاج، ثم 30 درجة تراجعاً بعكس جهة دوران عقارب الساعة (ccw)، يتم فيها فكُّ اشتباك المبرد مع جدران القناة، حيث يتم المبرد دورة كاملة بعد إتمامه 3 حركات متتالية. الشكل (1-11(B))

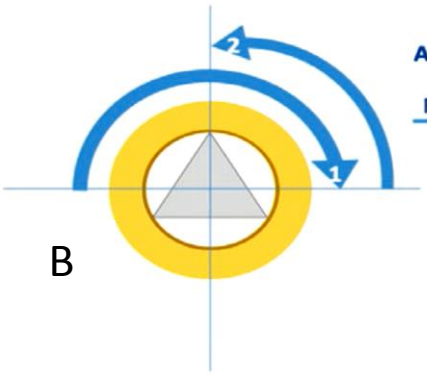
(Stephen Weeks, 2017)



A

Symmetrical Reciprocation

Fwd (1)	Rev (2)	Net Fwd
90	90	0
90	90	0
90	90	0
90	90	0
90	90	0
90	90	0



Asymmetrical Reciprocation

Fwd (1)	Rev (2)	Net Fwd
180	90	90
180	90	180
180	90	270
180	90	360
180	90	450
180	90	540

الشكل(1-11): شكل توضحي يبين نموذج الحركة التناوبية المتناظرة (A)، وغير المتناظرة (B).

(Hargreaves and Berman, 2016)

ميزات مبارد الحركة التناوبية:

-أقل اشتباكاً مع جدران القناة ما يقلل من جهود التعب الدوري التي يخضع لها المبرد.

(Varela-Patiño et al., 2008)

-عدد الدورات التي يقوم بها المبرد تكون أقل خلال عملية التشكيل ما يؤدي إلى انخفاض جهود الثني.

(Sattapan B, 2000)

نظام WaveOne® Gold:

سوف نستعرض خصائص هذا النظام بالتفصيل نظراً لاستخدامه في هذا البحث، فقد أنتجت التقنيات الحديثة في صناعة خلائط النيكل تيتانيوم ما يعرف بالخلائط الزرقاء والخلائط الذهبية (blue wire and gold wire) والتي حسنت الخصائص الميكانيكية للأداوت اللبية كمقاومة التعب، والمرونة.

(**De-Deus *et al*., 2017**) (**Peters *et al*., 2017**)

يتم تصنيع أدوات WaveOne GOLD بتقنية حرارية جديدة خاصة بشركة DENTSPLY، والتي تنتج مبرد NiTi فائق المرونة ذهبي اللون، وهذه المعالجة الحرارية تساهم في تحسين خصائص الأداة من حيث قوتها ومرونتها بشكل يفوق ما سبقها من أدوات كمبارد WaveOne.

(Webber, 2015)

توجد أربعة أحجام للذرى في النظام التبادلي أحادي المبرد WaveOne GOLD:

-صغير (20.07، أصفر)

-أساسي (25.07، أحمر) يوصى به لمعظم الأقنية الجذرية ويجب أن يسبق ب Pro glider (أي استخدام مبارد دورانية لتحضير ممر انسيابي للقناة)

-متوسط (35.06، أخضر)

-كبير (45.05، أبيض)

متوفر بأطوال 21 و25 و31 مم.

-تتميز مبارد WaveOne GOLD بطول 16 مم للقسم الفعّال، ومسكة بطول 11مم؛ والمقطع العرضي لـــلمبرد هو متوازي أضلاع مع حافتي قطع بزاوية 85 درجة وبذروة غير قاطعة.

ولكنه يعتمد في تصميمه على القطع إما بحافة قطع واحدة أو بحافتي قطع بالتناوب بينهما وذلك كل 1 ملم مما يسمح بكفاءة قطع أعلى مع المحافظة على مركزية القناة وانحنائها ويمتاز بقمعية متناقصة تعطي تحضير أصغري للقناة والخليطة الذهبية (خليطة معدنية معالجة حرارياً

تشتمل على مرحلة martensite) التي يتمتع بها تقلل من زمن التشكيل بنسبة 23% وتعطي مرونة أعلى بنسبة 80%.

تصميم الأداة لا يسمح بجمع نتاجات تحضير في أثلامها، بل باختراقها للنتاجات وتقدم الأداة بسهولة بالاتجاه الذروي وهذا يمنع تراكم النتاجات في الجزء الذروي وانسداد القناة.

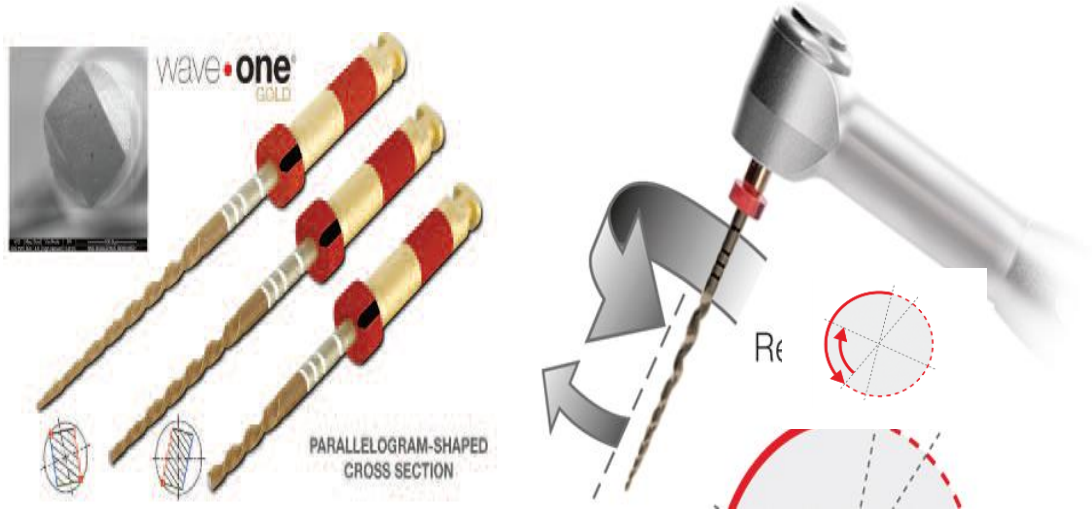
DENTSPLY Tulsa Dental Specialties, 2017)

–تشتبك مبارد WaveOne GOLD بالعاج ثم تقوم بقطعه بحركة 150 درجة عكس اتجاه عقارب الساعة (CCW) ويفك الاشتباك بحركة 30 درجة في اتجاه عقارب الساعة (CW)؛ وبالتالي حركة المبرد هي قطع 120 درجة وبعد ثلاث دورات يكون المبرد قد أتم دورانًا عكسيًا بمقدار 360 درجة. الشكل (1-12)

(Webber, 2015)

–طريقة التشكيل: يتم استخدام مبارد WaveOne GOLD بطريقة التفريش التي تزيل التدخلات التاجية، وتخلق مساحة جانبية فتعزز التقدُم الداخلي للمبرد باتجاه الذروة وتقلل من التماس بين المبرد والعاج، وبالتالي تخفف من (ظاهرة قفل القمعية) غير المرغوب بها، كما تعمل هذه المبارد بحركة "تمسيد" داخلية لطيفة بسعة قصيرة 2–3 ملم، ليتقدم المبرد بشكل سلبي حسب مسار انسيابي سلس وقابل للتكرار.

(Webber, 2015) و(DENTSPLY Tulsa Dental Specialties, 2017)



الشكل (1-12): يوضح الحركة التناوبية لمبرد WaveOne GOLD في الجانب الأيمن، والمقطع العرضي لهذا المبرد في الجانب الأيسر. (DENTSPLY Tulsa Dental Specialties, 2017) و(Webber, 2015)

3.2. مقارنة خصائص التحضير الدوراني والتحضير التناوبي:

يوجد العديد من الخصائص لأنظمة التحضير الآلي وهناك العديد من الأبحاث التي درست هذه الخصائص بالمقارنة بين النظامين الدوراني والتناوبي، ومن هذه الخصائص:

1.3.2. **التعب الدوري**:Cyclic Fatigue

ينشأ التعب الدوري عندما يتعرض المعدن لدورات متكررة من التوتر والضغط، مما يتسبب في تدهور بنيته، حيث يحدث الكسر بسبب إجهاد الانثناء عندما يتم وضع أداة سبق إضعافها بسبب التعب المعدني تحت ضغط إضافي.

(Predin et al., 2021)

تتعرض أنظمة التحضير التناوبية إلى تعب دوري أقل مقارنةً بالتعب الدوري لأدوات التحضير الدورانية المستمرة.

(Gavini et al., 2012) و(De-Deus et al., 2010)

وجد ***Kim*** وزملاؤه عند مقارنة التعب الدوري ومقاومة الفتل (torsional resistance) لأدوات أنظمة التحضير Reciproc, WaveOne, ProTaper، أن النظامان التناوبيان يبديان مقاومة للتعب الدوري وللفتل أكبر مقارنة بنظام ProTaper.

(**Kim et al., 2012**)

وقد أيد هذه النتائج Pedullà وزملاؤه.(Pedulla et al., 2013)

2.3.2. **المحافظة على تشريح القناة الجذرية**:Maintenance of Root Canal Anatomy

بعد ظهور أنظمة التحضير التناوبية تبين أنها تحافظ على تشريح القناة الأصلي بشكل أكبر عند مقارنتها بأنظمة التحضير الدورانية المستمرة. (**Yoo and Cho, 2012**) (**اللاذقاني، 2014**)، وتنخفض نسبة هذا التغيير في القناة بشكل كبير عندما يكون التحضير التناوبي مسبوقاً بتأمين ممر انسيابي.

(**Berutti et al., 2012**)

3.3.2. **تخفيض نسبة الجراثيم** Bacterial Reduction:

يمكن للتحضير الميكانيكي للأداوت اللبية أن يخفض نسبة التواجد الجرثومي في القناة الرئيسية.

(**Castellucci, 2005**)

أشارت الدراسات الحالية إلى عدم وجود فروق في القدرة على تخفيض التواجد الجرثومي في القناة، عند مقارنة طريقة التحضير الدوراني المستمر بالتحضير التناوبي.

(**Machado et al., 2013**)

وسوف نتناول في هذا البحث دراسة خاصتي نتاجات التحضير المندفعة خارج القناة والتصدعات المجهرية للجدران العاجية.

4.3.2. نتاجات التحضير المندفعة خارج القناة الجذرية: Extruded Debris

تتألف نتاجات التحضير من أنسجة اللب والبرادة العاجية بمكوناتها العضوية وغير العضوية وسوائل الإرواء، وفي الحالات العفنة تكون النتاجات ملوثة بالجراثيم ومنتجاتها السامة بالإضافة إلى المواد الحاشية في حالات إعادة المعالجة وما يتبعها من المواد الحالَة المستخدمة في حلَ هذه المواد. ويتراكم جزء من البقايا الناتجة عن استخدام أدوات التحضير على الجدار العاجي للقناة الجذرية بما يعرف باسم طبقة اللطاخة Smear layer، وتقدر سماكتها ب 1 إلى 5 ميكرومتر، وهذه الطبقة عبارة عن طبقتين: طبقة سطحية غير منتظمة وغير ملتصقة بالعاج، وطبقة أعمق ملتصقة بإحكام تتوضع في الأنابيب العاجية والأقنية الثانوية. **(Peters et al., 2021)** بينما يندفع جزء آخر من النتاجات خارج القناة الجذرية تاجياً وذروياً أثناء التشكيل القنوي بأدوات التحضير وعند الغسل بسوائل الإرواء.

(سليم والواع، 2015)

1.4.3.2. الأهمية السريرية لتجاوز نتاجات التحضير القنوي

كمية النتاجات المتجاوزة للثقبة الذروية أحد الاهتمامات الرئيسية عند استخدام أدوات التحضير بتقنياتها المختلفة، حيث أن جميعها يتسبب في حدوث تجاوز ذروي لنتاجات التحضير ولكن تختلف الكمية حسب التقنية المستخدمة، ويساهم تصميم المبارد الآلية ونمط حركتها في تراكم البرادة العاجية في أثلامها وتحركها تاجياً نحو فتحة القناة الجذرية، وبالتالي تقليل الاندفاع الذروي لهذه النتاجات.

(Predin et al., 2021)

يمكن أن تسبب نتاجات التحضير المتجاوزة ذروياً التهاب النسج ما حول الذروية الذي قد يتطور إلى حالة احتداد؛ بالإضافة إلى احتمال الإصابة بأمراض جهازية مثل التهاب شغاف القلب والخراجات الدماغية خصوصاً عند المرضى المثبطين مناعياً.

(سليم والواع، 2015)

نسبة حدوث الاحتداد تتراوح بين 1.4%إلى16% من المعالجات اللبية؛ فمن الناحية المناعية، ينتج عن تجاوز نتاجات التحضير معقد ضد – مستضد يؤدي إلى الإصابة الالتهابية.

الشكل (1-13): يوضح تجاوز النتاجات من خلال الثقبة الذروية خلال تحضير القناة اللبية الجذرية.(Predin et al., 2021)

وقد تباينت نتائج الدراسات التي قارنت بين نظامي التحضير الدوراني المستمر والتناوبي فيما يخص دفع البرادة ذروياً أو تاجياً، حيث لم تجد دراسة ***De-Deus*** وزملاؤه أي فروقات في كمية البرادة المدفوعة ذروياً عند المقارنة بين الحركتين التناوبية والدورانية المستمرة.

(De-Deus et al., 2010)

بينما أظهرت دراستي **Marzouk** و**Burklein** أن أنظمة التحضير التناوبية تولد كمية أقل من البرادة عند مقارنتها بأنظمة التحضير الدورانية المستمرة.

(Bürklein & Schäfer, 2012) (Marzouk and Ghoneim, 2013)

وأشار آخرون إلى أن الحركة التناوبية نتج عنها دفع ذروي أكبر للبرادة، حيث سجل نظام Reciproc أكبر كمية برادة مدفوعة ذروياً بين جميع الأنظمة الأخرى.

.(Xavier, et al. 2015)، (Burklein et al., 2012)

2.4.3.2. العوامل المؤثرة في التجاوز الذروي للنتاجات:

1. تقنيات التحضير ونمط الحركة:

يمكن تصنيف أدوات التشكيل القنوي إلى أدوات يدوية الاستخدام، والأدوات الدورانية والأدوات التناوبية التي تعمل بالمحرك الكهربائي.

في دراسة ل Ruiz-Hubard et al عام 1987 في مقارنة تقنية step-back مع تقنية crown-down وذلك باستخدام نماذج بلاستيكية –شبيهة بالأسنان– بقنوات منحنية وأخرى مستقيمة؛ وجد الباحثون أنه تم تجاوز كمية أقل من النتاجات ذروياً عند استخدام تقنية crown-down مقارنة مع تقنية step-back، وفي دراسات أخرى تبين أن عملية توسيع القناة يدوياً تنتج تجاوزاً ذروياً أكبر من عملية التوسيع آلياً بأدوات تعمل بالحركة الدورانية، وقد أدى ذلك إلى فرضية أن الأدوات تبادلية الحركة التي تعمل باستخدام تقنية القوة المتوازنة ستنتج نتاجات أقل من تقنيات التحضير اليدوية، مما يقلل من احتمالية تهيج النسج ما حول الذروية وبالتالي مضاعفات ما بعد المعالجة اللبية.

(Al-Omari and Dummer, 1995) ،(McKendry, 1990)

وفي دراسة Neelakantan وSharma عام 2015 عند المقارنة بين مجموعة التحضير الدوراني لنظام One shape مع مجموعة التحضير التناوبي ذات المبرد المفرد RECIPROC تبين أن النظام التناوبي سبب شدة ألم ما بعد المعالجة اللبية أقل بشكل ملحوظ. بينما استنتج

Sun et al عام 2018 في تحليل ميتا ل 12 دراسة حول آلام ما بعد المعالجة اللبية لأدوات التحضير الدورانية والتناوبية أن الأنظمة التي تتضمن مبارد دورانية متعددة تساهم في تقليل حدوث آلام ما بعد المعالجة اللبية من أنظمة المبارد التناوبية التي تشكل القناة باستخدام مبرد مفرد.

قد تكون أسباب النتائج المتضاربة هي التباين في تصميم المبرد وعدد المبارد المستخدمة واختلافات تشريح القناة بين الدراسات حسب **Salloum وزملاؤه عام 2018.**

2. النفاذية الذروية: Apical patency

يتم تعريف النفاذية الذروية على أنها القدرة على تمرير مبرد يدوي صغير بسهولة وبشكل متكرر إلى ما بعد التضيق الذروي وذلك قبل عملية الإرواء لتفكيك النتاجات المتراكمة عند الثقبة الذروية أثناء عملية التشكيل القنوي. وتعتبر النفاذية الذروية خطوة هامة في سياق المعالجة اللبية ولكن يجب أن تتم هذه الخطوة بحذر لمنع اندفاع كامل النتاجات المتراكمة باتجاه النسج ما حول الذروية وبالتالي ارتفاع خطر حدوث احتداد في حال وجود الجراثيم. وقد قام **Lambrianidis وزملاؤه عام 2001** بتقييم دور التضيق الذروي في منع التجاوز الذروي لنتاجات التحضير والمواد الحاشية. وتوصلوا إلى أن التضيق الذروي النافذ أدى إلى تجاوز مادة أقل من خلال الثقبة. على عكس هذه النتيجة، فإن دراسة أجراها **Tinaz وزملاؤه عام 2005** أظهرت زيادة في كمية المواد المتجاوزة ذروياً مع زيادة القطر في النفاذية الذروية. يمكن أن تعزى النتائج المتضاربة إلى تصميم الدراسة، ففي دراسة Lambrianidis تم تشكيل القناة باستخدام تقنية step-back ولكن على مرحلتين حيث تم تحضير القناة في المرحلة الأولى إلى منطقة التضيق الذروي بدون القيام ب recapitulation وفي المرحلة

الثانية تم القيام بخطوة النفاذية الذروية، وبالتالي كان الجزء التاجي للقناة أوسع في المرحلة الثانية من منطقة الثقبة الذروية مما قد يسمح باندفاع نتاجات التحضير عبره أكثر من اندفاعها باتجاه النسج ما حول الذروية. أما دراسة Tinaz فقد تم تقسيم الأسنان إلى مجموعتين باستخدام التقنية التقليدية مع مباردK في الأولى والثانية باستخدام مبارد ProFile، وكل مجموعة قسمت إلى مجموعتين فرعيتين حيث تم توسيع الثقب الذروية إلى قطر 0.2 مم و0.4 مم.

3. الممر الانسيابي: Glide path

يتم وصفه عادة بأنه "نفق جذري أملس يتم تأسيسه من فوهة القناة إلى النهاية الفيزيولوجية (الثقبة الذروية). حيث يؤدي تمرير المبارد عبر قنوات غير محضَرة بشكل كافٍ إلى دفع المزيد من المهيجات إلى ما وراء الثقبة ويولد المزيد من المضاعفات بعد المعالجة اللبية. من ناحية أخرى، فإن تمرير المبارد من خلال تحضير نظيف موسَّع مسبقًا يؤدي إلى تقليل النتاجات المدفوعة ذروياً. وعلى الرغم من أن كمية نتاجات التحضير المتجاوزة قد تكون صغيرة، إلا أن هذه النتاجات في بداية التحضير قد تحتوي على سمية أعلى من النتاجات الذي يتم تجاوزها لاحقًا بواسطة أداة التشكيل. وقد أظهر **Topçuoglu وزملاؤه عام 2016** أن إنشاء ممر انسيابي قبل تحضير القناة الجذرية يقلل من التجاوز الذروي لنتاجات التحضير أثناء عملية تشكيل الأقنية المنحنية؛ أما **Gunes وYeter فقد وجدا عام 2018** أن تحضير ممر انسيابي قبل التشكيل القنوي لأقنية منحنية باستخدام مبرد WaveOne Gold primary (Dentsply Sirona) لم يكن له أي تأثير على التجاوز الذروي، حيث قارنت الدراسة كمية النتاجات المتجاوزة ذروياً بعد استخدام مبارد متعددة تحقق الممر الانسيابي، حيث تبين أن

مبارد K أظهرت تجاوزاً ذروياً للنتاجات أكثر من مبارد الممر الانسيابي One G (Micro-Mega) ولكن بدون فرق كبير بينهما، وسبب هذا الاختلاف أن قياس مبارد One G (0.14 مم) أصغر من مبارد k المستخدمة في الدراسة.

4. تصميم الأداة: Instrument design

يُفترض أن التفاوت بين أنظمة التحضير القنوي الآلية من حيث كمية نتاجات التحضير المتجاوزة ذروياً ناتج عن الاختلافات في المقطع العرضي وتصميم حافة القطع، والقمعية، وشكل الذروة، وبنية الأداة، ومفاهيم الاستخدام، والمرونة، والخليطة المعدنية المستخدمة، بالإضافة إلى عدد المبارد ونمط الحركة وفعالية القطع.

(Predin et al., 2021)

وسوف نستعرض خصائص عدة أنظمة والاختلافات فيما بينها، حيث يعتبر نظام ProTaper Gold® نظام دوراني متعدد المبارد ويمتاز بذروة غير قاطعة لكل أداة وتعزز منطقة مسطحة صغيرة فيها قدرتها على اختراق نتاجات التحضير وبالتالي يمنع تراكمها في القناة وانسداد الجزء الذروي، أما المقطع العرضي المثلثي المحدب والقمعية المتغيرة لهذا النظام فيعززان عملية القطع مع تقليل الاحتكاك بين حافة القطع والعاج والخليطة الذهبية التي يتمتع بها تسمح بالحفاظ على انحناء القناة، وتعمل هذه المبارد بتقنية التفريش كما في نظام Mtwo® المستخدم في هذه الدراسة والذي ذكرنا خصائصه سابقاً، كما توجد أنظمة تحضير ذات مبرد مفرد مثل نظام Reciproc التناوبي والذي يمتاز بحافتي قطع والمقطع العرضي له مشابه لنظام Mtwo® يسمح بقطع فعَال وزاوية الدوران أثناء القطع أكبر منها عند التحرر من الاشتباك، الأمر الذي يجعل الأداة تتقدم دوماً بالاتجاه الذروي كما أن القمعية المتغيرة تخفف من

الاحتكاك بالجدار العاجي وبالتالي من تقلل من البرادة العاجية، ومن الأمثلة أيضاً نظام WaveOne® Gold المستخدم في هذه الدراسة وقد شرحنا خصائصه سابقاً.

5. اتجاه عقارب الساعة /القطع للأمام/ القطع لليمين في الحركة التبادلية:

أدى انخفاض نطاق التبادل في مجموعة °CW 30 °-CCW 90 إلى مزيد من التجاوز للنتاجات. من الممكن أن يؤدي نطاق التبادل المتزايد في مجموعة °CW-30 ° -CCW 150 إلى تجاوز أقل لأن الكمية الأكبر من النتاجات تم نقلها بشكل تاجي بواسطة المبرد الذي يعمل كناقل لنتاجات التحضير بسبب نطاق التبادل الأوسع. وقد قام **Arslan وزملاؤه عام 2016** بقياس كمية النتاجات المتجاوزة بشكل ذروي باستخدام أدوات Reciproc (VDW) مع حركيات مختلفة (°CW 30 ° -CCW 150، °CW 30° – CCW 270، °CW 30 ° -CCW 360، °CW 30 ° –CCW 150) والدوران المستمر)وكشفت نتائج دراستهم أن الحركات التناوبية (°CW 30°– CCW 270، °CW 30) تنتج بقايا أثناء التحضير القنوي أقل بكثير من الدوران المستمر.

6. دور سوائل الإرواء في تجاوز النتاجات:

يعتبر وصول سائل الإرواء للجزء الذروي من القناة أمرًا ضروريًا لتنظيفه وإبقائه خاليًا من نتاجات التحضير، مما يقلل من مخاطر الانسداد وتجاوز النتاجات ذروياً، ومع ذلك ما يقرب من نصف هذه النتاجات لا يمكن إزالتها من منظومة القناة الجذرية لذلك يتم اللجوء إلى وسائل تفعيل الإرواء المختلفة مثل التنشيط بالأمواج فوق الصوتية كما في دراسة **Gummadi وزملاؤه عام 2019.**

وقد أخذ **De Deus وزملاؤه عام 2014** عمليات مسح دقيقة ثلاثية الأبعاد بتقنية التصوير المقطعي المحوسب micro-CT للأسنان لتحديد كمية النتاجات الصلبة المتراكمة داخل منظومة القناة الجذرية بعد استخدام أدوات التحضير وقد تبين أن هذه النتاجات قد أخذت 34.6% من حجم القناة عندما لم يتم استخدام سوائل الإرواء أثناء التشكيل القنوي وقد نتج عن الإرواء بالماء المقطر وجود 16% من النتاجات داخل القناة، بينما أدى استخدام NaOCl يليه EDTA إلى تخفيض النسبة ل 11.3%

(Predin et al., 2021)

كما يمكن لقياس الإبرة المستخدمة في الإرواء، بالإضافة لعمق دخولها ضمن القناة أن يؤثر على مقدار التجاوز الذروي.

(Altundasar et al., 2011)

7. الانفتاح التاجي المسبق Cervical Preflaring كما ذكرنا سابقاً فقد أثبتت عملية الانفتاح التاجي المسبق Preflaring (PF) أنها خطوة مهمة للمعالجة اللبية الناجحة، حيث إنها تقلل من التجاوز الذروي للنتاجات التحضير، بالإضافة إلى أنها تسمح بتنظيف وتشكيل الثلث الذروي بشكل أفضل.

(Borges et al, 2017)

وقد تناولت العديد من الدراسات تأثيره على كمية نتاجات التحضير المتجاوزة كدراسة **Topçuoglu وزملاؤه عام 2016** حيث قارنت الأخيرة أنظمة Reciproc وWaveOne التناوبيين مع الأنظمة الدورانية ProTaper Universal وProTaper Next وProFile مع وبدون وجود توسيع تاجي مسبق وقد قلل تطبيقه من التجاوز الذروي للنتاجات.

كما قيَمت بعض الدراسات أيضًا تأثير تصميم حفرة الوصول على التجاوز وذلك بالمقارنة بين التقنيات المختلفة كما في دراسة لـــ **Tufenkci وزملاؤه عام2020** التي قارنت تصميم حفرة الوصول التقليدي مع التصميم الضيق لها (نفس التصميم لكن بأبعاد أصغر حجماً) (TEC وCEC) على التوالي، باستخدام نظامي Reciproc Blue وOne Curve وتبين أن النظام التناوبي قد سبب تجاوز ذروياً أكبر لنتاجات التحضير مع CEC.

8. الطول العامل Working Length

يعد تحديد الطول العامل الصحيح WL أحد العوامل الحاسمة لنجاح المعالجة اللبية. حيث يؤدي الطول العامل الناقص إلى ترك أجزاء لبية في القناة بدون تحضير، بينما الطول العامل الزائد يؤدي إلى توسيع الثقبة الذروية وتخريب النسج المحيطة بها وتجاوز نتاجات التحضير ذروياً.

(Koçak et al. 2013)

وقد أظهرت دراسة **Myers and Montgomery عام 1991** أن المجموعة 1 التي كان WL فيها أقل من 1 ملم من الثقبة سببت أقل تجاوز للنتاجات ذروياً.

3.4.3.2. طرق تقييم نتاجات التحضير المتجاوزة:

توجد العديد من الأبحاث التي تركز على تجاوز نتاجات التحضير للقناة الجذرية أثناء عملية التشكيل والتي تختلف من حيث النماذج التجريبية كما اختلفت من حيث النتائج، لذلك سوف نستعرض الطرق المتنوعة التي استخدمت في جمع هذه النتاجات وكذلك الطرق التي استخدمت في قياس كميتها كما يلي

1. طريقة Myers and Montgomery:

طبِقت هذه الطريقة عام 1991 والعديد من الدراسات التي أجريت بعد ذلك اعتمدت هذه المنهجية مع بعض التعديلات مثل دراسة **(Tanalp & Gungor, 2014)**، وهذه الطريقة عبارة عن سدادة مطاطية يتم من خلالها وضع السن إلى مستوى الملتقى المينائي الملاطي وتثبيته وذلك ضمن قارورة زجاجية بالإضافة إلى أنبوب زجاجي يوضع ضمن القارورة تجمع فيه النتاجات المتجاوزة ذروياً، ويتم وضع إبرة قياس G25 داخل السدادة المطاطية لموازنة الضغوط الداخلية والخارجية. أشار الباحثِين إلى أن استخدام الأنبوب الزجاجي كان تعديلًا للتقنية التي استخدمها **Fairbourn وزملاؤه عام 1987**، ولمنع رؤية الباحث لإجراءات التحضير والجمع توضع قطعة مطاط من الحاجز المطاطي عند الملتقى المينائي الملاطي للسن لتغطية القارورة. وتهدف هذه الطريقة إلى إنشاء محاكاة مخبرية للظروف السريرية.

ويتم حساب كمية النتاجات المتجاوزة من خلال وزن الأنبوب الزجاجي قبل التحضير ووزنه مرة أخرى بعد جمع النتاجات وذلك بميزان الكتروني بدقة عالية 0,00001 غ وحساب الفرق بين الوزنين، (ويتم القياس 5 مرات وتجاهل أكبر وأصغر وزنين وأخذ المتوسط الحسابي للأوزان الثلاثة المتبقية).

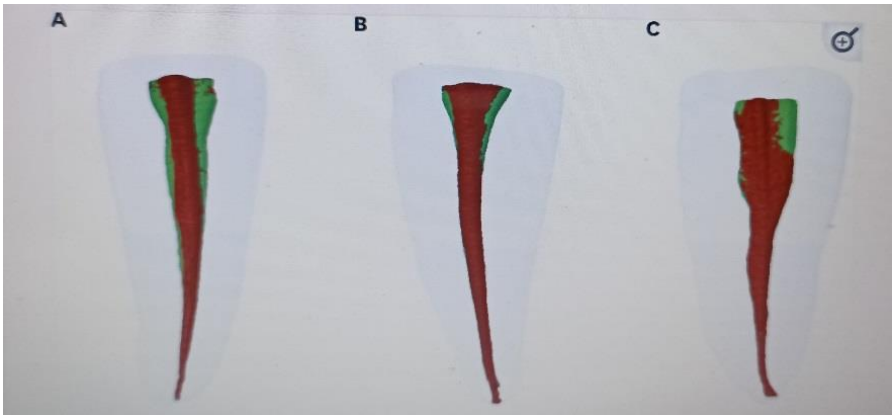
ومن التعديلات المجراة على هذه الطريقة استخدام بعض الباحثين لأنابيب Eppendorf tubes بدل الأنبوب الزجاجي لجمع النتاجات وآخرون استخدموا أوراق الألمنيوم لتغطية القارورة بدل القطعة المطاطية ومنهم من قام بتجفيف سائل الإرواء عبر تخزين الأنابيب بعد الجمع في الحاضنة على درجة حرارة 37 درجة مئوية وحساب وزن نتاجات التحضير الجافة فقط **(Tanalp & Gungor, 2014)** أو بتجفيفها عبر تقنية التجفيد lyophilization أي

التبريد الجاف (dry freezing) وهي طريقة لتبخير السائل وذلك بسبب اعتبار أن رطوبة الهواء قد تؤثر على النتائج، حيث في التجفيد يتم استخدام بيئة مغلقة، وبالتالي لا توجد إمكانية لمواجهة الآثار السلبية مثل الحرارة أو الرطوبة

(Caviedes-Bucheli et al., 2016)

2. التصوير المقطعي المحوسب الدقيق Micro-CT:

تم استخدام هذه الطريقة لأول مرة بواسطة **Alves وزملاؤه عام 2018** لقياس كمية النتاجات المتجاوزة. وقد استخدم الباحثون نفس الجهاز المستخدم في دراسة **Lu et al. (2013)** المشابه لطريقة Myers & Montgomery عام 1991 ولكن تم استخدام 1.5 % من هلام الآغاروز agarose gel المعقَم لمحاكاة المقاومة التي تقدمها النسج ما حول الذروية. بعد التحضير تم تركيب العينات على مرفق مخصص وتم مسحها ضوئيًا في ماسح ضوئي دقيق، وتم إجراء التحليل الكمي ثلاثي الأبعاد لحجم النتاجات المتجاوزة في هلام الآغار باستخدام برنامج التصوير المقطعي المحوسب الدقيق Micro-CT؛ وقد استخدمت هذه الطريقة سابقاً لتقييم موقع وكمية نتاجات التحضير الصلبة داخل منظومة القناة الجذرية أثناء التحضير وتم استخدام نفس المبدأ والمنهجية لتحديد كمية النتاجات المتجاوزة ذروياً بالإضافة لحجمها على عكس الطرق التي تزن المواد المتجاوزة وقد اعتمدت هذه الطريقة من قبل (da Silva et al. 2021)، ومن فوائد هذه الطريقة أنها تعوِض نقص مقاومة النسج ما حول الذروية مقارنة مع طريقة جمع النتاجات بالقارورة الزجاجية.



الشكل (1-14): يمثل صور ثلاثية الأبعاد للأقنية الجذرية حيث اللون الأخضر قبل التحضير واللون الأحمر بعد التحضير(A) U ProTaper، (B) TruShape، (C) Reciproc Blue. نقلاً عن (Da Silva et al. 2021)

3. استخدام الأسنان المصنوعة من الراتنج:

تكون الأسنان مصممة بأقنية جذرية مع نسج ما حول ذروية، وللحصول على نتاجات التحضير المتجمعة في المنطقة الذروية يتم قطع النماذج بواسطة منشار ماسي منخفض السرعة يمر عبر الجدران الذروية ثم يتم وضع النتاجات في أنبوب يحتوي على مرشح (A Millipore plastic filter) ووزنها بميزان الكتروني دقيق وقد تم وزن المرشحات لوحدها مسبقاً.

(Ruiz-Hubard et al. ,1987)

4. نماذج قياس التجاوز الجرثومي:

يوجد ثلاث نماذج: – تقييم وحدات تكوين المستعمرات، والتجاوز الجرثومي باستخدام نموذج اللويحة الجرثومية واستخدام مورثة q-PCR.

– تقييم وحدات تكوين المستعمرات: يستخدم نموذج مشابه لنموذج جمع نتاجات التحضير في طريقة Myers & Montgomery عام 1991 ولكن مع وضع طبقتين من طلاء الأظافر

على السطح الخارجي للجذر لمنع التسرب الجرثومي عبر القنوات الجانبية. يتم تعقيم النموذج بالكامل بغاز أكسيد الإيثيلين لمدة 12 ساعة والبكتيريا المستخدمة لتقييم التجاوز الذروي كعلامة جرثومية عبارة عن مزرعة نقية لـــ E. faecalis

.(Aydin et al., 2017)

– التجاوز الجرثومي باستخدام نموذج اللويحة الجرثومية: **Tinoco وزملاؤه عام 2014** قاموا بإجراء تعديل في تصميم نموذج التجاوز الجرثومي السابق واستخدموا نموذج نمو biofilm Enterococcus لمدة 30 يومًا بدلاً من نموذج مستعمرة E. faecalis لمدة 24 ساعة، وعند درجة حرارة 37 درجة مئوية أيضاً.

–استخدام المورثة q-PCR: **Alves وزملاؤه عام 2018** استخدموا qPCR لتقييم المستعمرات الجرثومية ولتقييم حجم نتاجات التحضير المتجاوزة ذروياً من خلال التصوير المقطعي المحوسب micro-CT. حيث قاموا بتحديد مستويات جرثومة E. faecalis باستخدام سلسلة RNA الريبوزوم S16 القائم على المورثة qPCR بأداة PCR، تضمنت الدراسة أنظمة XP-Endo-Shaperو Reciproc ، حيث تبين مقدار التجاوز الجرثومي الذروي كبير لـــ كلا النظامين.

5. تقييم كمية سوائل الإرواء المتجاوزة:

حددت الدراسات الأولية كمية سوائل الإرواء المتجاوزة ذروياً باستخدام محلول ظليل شعاعياً يتم تسريبه عبر القناة الجذرية **(Salzgeber & Brilliant عام 1977)**، ولكن هذه الطريقة لا تحاكي الظروف السريرية، لذلك ظهرت الطرق التالية:

– تجميع سائل الإرواء في أنبوب معاير أو تجميعه من خلال محقنة: حيث قام Myers & Montgomery عام 1991 بوضع أنابيب الجمع بجوار أنبوب معاير وتم فيه جمع سوائل الإرواء المتجاوزة من إبرة محقنة أنسولين بلاستيكية تكون متصلة بقسطرة إلى الأنبوب.

– وضع الأسنان في مادة هلامية ومراقبة التغيرات اللونية: في هذه الطريقة التي وصفها **Mitchell وزملاؤه عام (2010)** يتم وضع جذر كل سن من العينة ضمن هلام الآغاروز ممزوج بصبغة حساسة لدرجة الحموضة PH، وبعد الغسل بسائل الإرواء NaOCl، ومن خلال صور Pixels تحلل بواسطة برنامج (Adobe 7) حيث يتم تحديد حجم السائل المتجاوز ذروياً والذي يظهر كمساحة لونية ضمن الهلام.

–استخدام الأسنان الصناعية من راتنج الإيبوكسي:

استخدم **Malentacca وزملاؤه عام 2012** نموذج راتنج الإيبوكسي مملوء بلب بقري ممزوج بصبغة الفوشين الذي يحتوي على 4 أقنية جانبية، وحجرة أسطوانية بحجم 2 ملم تحاكي الآفة الذروية مملوءة أيضاً باللب البقري نفسه وبعد الغسل ب NaOCl يتم قياس حجم السائل المتجاوز ذروياً من خلال الصور التي تحلل بواسطة برنامج يحسب مساحة الأنسجة المذابة.

–استخدام مسبر نقطي ناقل للتيار الكهربائي:

في هذا النموذج تم استخدام قارورة مملوءة بالماء المقطر وتم دمج صمام الكتروني لضبط الضغط الداخلي والخارجي بالإضافة إلى محرك مغناطيسي لمحاكاة ضغط النسج ما حول الذروية وذلك لتقدير الوقت الفعلي لتجاوز السائل المتجاوز ذروياً.

(Psimma et al., 2013a)

– تقييم تجاوز سائل الإرواء باستخدام مؤشر حساس لـــ PH ومقياس الطيف الضوئي:

تم وصف هذه الطريقة بواسطة **Rodriguez-Figueroa وزملاؤه (2014)** حيث تم تحديد مقدار تجاوز NaOCl، فبعد الغسل تم إضافة محلول معياري لكل عينة وتم إجراء القراءة بواسطة مقياس الطيف الضوئي، وقد تم إجراء التحليل الطيفي أيضًا بواسطة **Kivanc وزملاؤه (2015)** حيث تم جمع سائل الإرواء المتجاوز في أنبوب Eppendorf وتم تحليل تغير اللون بسبب تكوُن اليود من التفاعل الكيميائي بين الكلوريد واليوديد.

سوف نتحدث عن خصائص مقياس الطيف الضوئي GENESYS ™ 20 كونه مستخدم في هذه الدراسة، يقوم بقياس الامتصاصية Absorbance والنفاذية الضوئية Transmittance والتركيز Concentration ضمن نطاق الطول الموجي من 325 إلى 1100 نانومتر، ويمتاز بحجم صغير ومنخفض التكلفة. المكونات الرئيسية له هي:

1. مفتاح تشغيل / إيقاف (في الخلف) 2. شاشة LCD 3. باب حجرة العينة

4. لوحة المفاتيح 5. طابعة مدمجة اختيارية 6. باب حجرة المصباح

يتطلب أربع خطوات بسيطة لقياس الامتصاصية أو النفاذية: 1. حدد الطول الموجي، 2. حدد 0 Abs/100%T ، 3. أدخل ال blank، 4. أدخل عينة وراقب النتيجة على الشاشة.

نعتمد في هذه الدراسة على قياس النفاذية والتي تعرف بأنها مقدار الضوء الذي يمر عبر المادة ويخرج من الطرف الآخر وتحسب من نسبة شدة الضوء المرسل على شدة الضوء الساقط.

(Thermo Electron Corporation, 2004)

الشكل (1-15): جهاز مقياس الطيف الضوئي GENESYS ™ 20.

5.3.2. التصدعات المجهرية للجدران العاجية: Dentinal Cracks

يعرَّف الصدع بأنه العيب الناشئ من مساحة القناة الجذرية الداخلية والمنتشر إلى المحيط.

وإن تصميم الذروة وشكل المقطع العرضي والسطح العامل للأداة اللبية والقمعية وأثلام المبارد يمكن أن تساهم في تشكُل الصدوع العاجية.

(Kim et al., 2010)

هناك أشكال مختلفة من أنظمة التحضير القنوي الآلية إلا أنها قد تتسبب بحدوث كسور أو صدوع عاجية وأحياناً كسور عمودية بالجذر.

(Onnink, 1994) و (Sathorn C, 2005) و(Bier, 2009)

في هذا السياق قد تحدث أنظمة التحضير التناوبي صدوعاً جزئية بنسبة أكبر من أنظمة التحضير الدوراني.

(Abou El Nasr & Abd El Kader, 2014)

1.5.3.2. أنواع التصدعات:

وجدت العديد من الاقتراحات حول كيفية تصنيف الصدوع المتشكِلة في الأسنان، فمن خلال تحديد نوع الصدع الموجود، يمكن تقييم ووضع الخطة العلاجية المناسبة؛ ولكن غالباً ما يكون من الصعب للغاية تحديد مدى اتساع الصدع، عندها يصبح الإنذار سيئاً ومصير السن القلع.

يمكن تقسيم التصدعات في الأسنان إلى ثلاث فئات أساسية:

1.خطوط غريز(Craze lines) 2. الكسور (يشار إليها أيضًا باسم الصدوع) 3. السن المنفصل أو الجذور المنفصلة.

1. خطوط غريز(Craze lines): هي مجرد تشققات في الميناء ويمكن أن تمتد إلى العاج وتحدث بشكل طبيعي أو تتطور بعد حدوث رض؛ وتكون أكثر انتشارًا في أسنان البالغين وعادةً ما تظهر بشكل أكبر في الأسنان الخلفية.

2. الكسور أو الصدوع: تمتد في العاج بشكل أعمق من خطوط غريز السطحية وتمتد بشكل أساسي من الناحية الأنسية إلى الوحشية، بما في ذلك الارتفاعات الحفافية. تساعد الأصباغ والضوء في تحديد كسور الجذر المحتملة.

3. انقسام السن / الجذور: يحدث عندما يمتد الكسر ويفصل القطعة السنية إلى جزأين.

(Berman& Hargreaves, 2021)

الشكل (1-16): عبارة عن ثنيتين علويتين: الثنية اليمنى تظهر صدع والثنية اليسرى تظهر خطوط غريز.

2.5.3.2. تقييم التصدعات:

سوف نستعرض أهم الوسائل المساعدة في تقييم التصدعات كما يلي: **(Hargreves et al, 2016)**

1. التكبير: يعمل التكبير على تحسين أداء الإجراءات السريرية، وخصوصاً بعد إدخال المجهر الجراحي إلى مجال طب الأسنان والذي أحدث تقدماً ملحوظاً.

يوجد نوعين من الأجهزة المكبِرة في طب الأسنان وهي: العدسات المكبِرة والمجاهر الجراحية.

العدسات المكبِرة Loupes: تكون ملحقة بالنظارات العينية وهي غير مكلفة نسبيًا، ولكنها مقارنة بالمجهر الجراحي لها بعض نقاط الضعف؛ حيث كل عدسة لها قوة تكبير ثابتة (عادة أقل من 4X) لا يمكن زيادتها أو إنقاصها؛ ولا تحتوي معظم العدسات المكبِرة على مصدر إضاءة متكامل، على الرغم من أنها تستخدم في كثير من الأحيان مع نظام المصابيح الأمامية المرفق مع العدسات، كما لا توجد طريقة لتوثيق الصور المعروضة رقميًا؛ ويتم ضبط التركيز من خلال حركات رأس الطبيب، مما يخلق أوضاعًا قد لا تكون مريحة.

أما المجاهر الجراحية: فقد تم تصميمها وتركيب جميع عدساتها المجهرية بحيث ترسل أشعة متوازية من الضوء إلى كل عين، مما يسمح برؤية الأشياء بثلاثة أبعاد مع رؤية واضحة للمناطق العميقة. تمتاز هذه المجاهر ب: (1) نطاق واسع من التكبير، (2) الإضاءة المحورية التي تسمح للضوء بالدخول إلى المناطق العميقة، (3) سهولة توثيق التصوير الضوئي والحركي (4) القدرة على إجراء تعديلات في نطاق الرؤية عن طريق تحريك المجهر أو أجزائه مع الحفاظ على وضع العمل المريح للطبيب.

–المجهر وحده مفيد جدًا، ولكن في بعض الأحيان تجب الاستعانة بالملحقات الإضافية من أجل تمايز أفضل مثل صباغ أزرق الميثيلين المستخدم بالاقتران مع التكبير الذي يمكن أن يضيف معلومات مهمة، خاصة للكشف عن الصدوع: بالإضافة إلى ذلك، تستخدم مصادر الضوء الملونة مع المجاهر لتساعد في التمييز بين أسطح العظام والجذور أثناء عملية قطع الذروة.

ومثال على المجهر الجراحي: المجهر التشريحي الرقمي (PGH Rundfunk-Fernsehen, Germany) المستخدم في هذه الدراسة حيث تمتاز العدسة العينية بمستويي تكبير (25,6.3) والعدسات الجسمية مستويات تكبيرها هي (4,2.5,1.6,1,0.63) ونحصل على التكبير النهائي للعينة من ضرب تكبير العدسة العينية بتكبير العدسة الجسمية بالإضافة إلى أن مصدر الضوء فيه يكون من الأعلى وليس من الأسفل ويمكن تحريكه بعدة اتجاهات.

(Hargreves et al, 2016)

الشكل (1-17): مجهر الستريو (PGH Rundfunk-Fernsehen, Germany)

2. المسبر ما حول السني: يتم تقييم السن في كل مليمتر فيه وذلك في السطوح الدهليزية واللسانية، مع التركيز على الجزء المحدب من الجذر. تسمح مرونة المسابر البلاستيكية بإدخالها في الجيوب التي قد لا تسمح بإدخال مسابر معدنية صلبة.

3. اختبارات العض: أثبت استخدام أداة Tooth Slooth (SybronEndo) أنه مفيد جدًا في التشخيص التفريقي لكسور التاج غير المكتملة، فهذه الأداة عبارة عن قطعة بلاستيكية لها ساعد ورأس بشكل هرم صغير له جزء مسطح واسع بينما الجزء المقابل فيكون ضيق وفي وسطه انخفاض يطبق على حدبة السن و يطلب من المريض العض على الأداة مما يؤدي إلى ألم حاد قد يحدث عند الضغط أو التحرر.

(Hargreves et al, 2016)

الشكل (1-18): يظهر أداة Tooth Slooth (SybronEndo)

4. التلوين: يمكن أن تساعد الأصباغ بشكل كبير في تشخيص النخور أو الصدوع التي لا تظهر مع الفحص البصري أو الأدوات اليدوية التقليدية، ومن الأصباغ المستخدمة (صباغ أزرق الميثيلين، صباغ الحبر الهندي أو صباغ اليود). ويعتبر الحجم الجزيئي ودرجة الحموضة PH من العوامل المؤثرة في نفوذ الصباغ

(Verissimo and do Vale, 2006)

وصباغ أزرق الميتيلين المستخدم في هذه الدراسة، قد استخدم في عدد كبير جداً من الدراسات، بسبب سعره المنخفض، وسهولة استخدامه، وقدرته العالية على التلوين، ووزنه الجزيئي المنخفض مقارنة مع الوزن الجزيئي للذيفانات الجرثومية

(De Martins et al., 2009)

كما أنه يبدي تسرباً مشابهاً لحمض الزبدة –وهو أحد منتجات الجراثيم– وتسرباً أعلى من تسرب الحبر الهندي.

(Kersten and Moorer, 1989)

ومن مساوئ أزرق الميتيلين، انحلاله خلال عملية خسف الأملاح في سياق عملية التشفيف.

(Schafer and Olthoff, 2002)

5. الإضاءة غير المباشرة: Transillumination تعتبر تقنية ممتازة لكشف النخور والتصدعات وفوهات القنوات الجذرية الضيقة؛ يتم استخدامها من خلال تمرير ضوء مكثف (LED) بواسطة مسبار بجانب السن، ويمكن أن يعزز بشكل كبير من قدرات التشخيص والعلاج للطبيب.

(Hargreves et al, 2016)

الشكل (1–19): يوضح طريقة تطبيق تقنية الإضاءة غير المباشرة لكشف الكسور والصدوع.

6. استخدام التصوير المقطعي المحوسب الدقيق Micro-CT: تقنية قادرة على التقييم النوعي والكمي للقناة الجذرية في ثلاثة أبعاد وتنتج هذه التقنية صور عالية الدقة والوضوح كما تمتاز بإمكانية تقييم الأسنان قبل وبعد التحضير القنوي، بالإضافة إلى أن الاختلاف الأكثر أهمية في هذه التقنية مقارنة بالطرق المستخدمة في الدراسات السابقة هو أن الجذور لا تحتاج إلى تقطيع في التقييم عند التصوير المقطعي المحوسب الدقيق.

(Zan et al., 2022)

ففي دراسة **Aydın وزملاؤه عام 2019** يتم تغطية جذور الأسنان بورق الألمنيوم ثم يتم وضعها ضمن مكعبات إكريلية ويتم مسح العينات قبل وبعد تشكيل الأقنية الجذرية، ثم يتم تحليل الصور.

4.2. الأبحاث ذات الصلة Related Researches:

* قام كل من **Myers and Montgomery** عام **1991** بدراسة كمية نتاجات التحضير المتجاوزة ذروياً ل 60 سن مقسمة على 3 مجموعات بالتساوي وذلك باستخدام 3 تقنيات تحضير، حيث قارنوا البرد اليدوي التقليدي بمبارد Flex-R (Union Broach) وطريقة step-back والحركات الدورانية باستخدام أداة(Canal Master (Brasseler، وقد تم تشكيل القناة في المجموعة 1 إلى أقل من 1ملم من الثقبة الذروية أما في المجموعة 2 تم تحضير القناة للذروة التشريحية والمجموعة 3 تم تحضيرها للثقبة أشارت النتائج إلى أن المجموعات الثلاث كانت مختلفة بشكل كبير عن بعضها، حيث كانت المجموعة 1 تحتوي على أقل كمية من النتاجات المتجاوزة؛ بينما كانت المجموعة 3 تحتوي على ضعف كمية النتاجات المتجاوزة من المجموعة 2.

(Myers and Montgomery, 1991)

* قارنت دراسة **Madhusudhana عام 2010** بين أنظمة K3,ProTaper،Mtwo الدوارة آلياً مع التحضير اليدوي بمبارد K، حيث لم يكن هناك فرق هام بين طرق التحضير الآلي، ولكن كان التحضير اليدوي الأكثر تسبباً في خروج البرادة وسائل الإرواء للمنطقة م احول الذروية ونظام Mtwo الأقل تسبباً في التجاوز الذروي للنتاجات.

(Madhusudhana, 2010)

* وقد حصلت عدة مقالات على اختلافات كبيرة في مقدار التجاوز الذروي باستخدام الأسنان الأمامية؛ في 2 من هذه المقالات لـــ **Bürklein& Schäfe عام 2012** سبب نظام Reciproc تجاوزاً ذروياً أكبر للنتاجات من أنظمة الدوران المستمر، بينما أظهر مقال آخر ل

Lu عام 2015 أن الأنظمة الدورانية المستمرة BLX and ProTaper أدت لتجاوز كمية أكبر من النتاجات من الأنظمة التناوبية مثل Reciprocو WaveOne .

(Pedrinha, et al. 2018)

*قام كل من **Rakh** وزملاؤه عام **2019** بمقارنة كمية نتاجات التحضير المتجاوزة ل 15 ضاحكًا أولياَ سفلياَ قسمت بشكل عشوائي إلى 3 مجموعات (ن = 5)؛ تم تحضير الأقنية الجذرية باستخدام مبارد K3 XF الدورانية ومبارد Hyflex CM الدورانية ونظام WaveOne Goldالتناوبي، وقد تم جمع النتاجات المتجاوزة في أنابيب إيبندورف Eppendorf tubes مسبقة الوزن وتم تقييمها بوزنها بميزان إلكتروني بعد تجفيفها؛ وقد أظهر نظام WaveOne Gold التناوبي تجاوزاً ذروياً للنتاجات أكثر مقارنةً بالأنظمة الدورانية Hyflex CM و K3 XF.

(Rakh S, 2019)

*قام **Hassoon عام 2022** بمقارنة نظامي ProTaper universal, K3 الدورانيين ونظام Wave One التناوبي في مقدار نتاجات التحضير المتجاوزة ذروياً وذلك بجمع النتاجات وتجفيفها ووزنها بعد ذلك بميزان الكتروني دقيق وتبين أن ProTaper universal قد سبب التجاوز الذروي الأعلى للنتاجات يليه نظام Wave One ونظام K3 الذي أظهر أقل كمية من النتاجات المتجاوزة ذروياً.

*قام كل من **Ali وزملاؤه عام 2022** بمقارنة أنظمة ProTaper Next and ProTaper Gold الدورانية ونظام WaveOne التناوبي في مقدار نتاجات التحضير المتجاوزة ذروياً ل 60 ثنية علوية وقد تم استخدام نموذج **Myers and Montgomery** التجريبي لكن مع

أنابيب Eppendorf ثم تم وزن النتاجات بميزان الكتروني دقيق وتبين أن نظام WaveOne قد سبب تجاوز أقل كمية من النتاجات ذروياً مقارنة مع النظامين الدورانيين.

*قام كل من **Coelho و Tawilعام 2016** بمقارنة أنظمة ProFile وTRUShape الدورانية ونظام WaveOne Gold التناوبي في كمية الصدوع المجهرية المتشكلة في جدران القناة العاجية باستخدام التكبير المجهري الرقمي الدقيق (الستريو) مع تقنية LED للنفاذية الضوئية وتبين أنه لا توجد فروق إحصائية بين الأنظمة المستخدمة.

* قام كل من **Harandi وزملاؤه عام 2017** بمقارنة أنظمة ProTaper Universal وNeolix الدورانية ونظام SafeSider التناوبي في نسبة الصدوع المجهرية العاجية باستخدام التكبير المجهري الستريو بدون صباغ وتبين أن نظام Neolix الدوراني قد سبب العدد الأكبر من الصدوع مقارنة بالأنظمة الأخرى.

*قام كل من **Khoshbin وزملاؤه عام 2018** بمقارنة أنظمة Mtwo وProTaper متعددة المبارد مع أنظمة Neolix, Reciproc أحادية المبرد في نسبة الصدوع المجهرية المتشكلة في الجدران العاجية بعد التشكيل القنوي باستخدام التكبير المجهري الستريو بدون صباغ وتبين أن نظام ProTaper قد سبب العدد الأكبر من الصدوع.

*قام كل من **Frater وزملاؤه عام 2020** بمقارنة 14 نظام تحضير آلي ما بين دوراني وتناوبي (E3, E3 azure, NT2, Hyflex CM, Hyflex EDM, 2Shape, OneCurve, ProTaper Next, ProTaper Gold, WaveOne Gold, Mtwo, Reciproc Blue, TF adaptive, K3XF). في تقييم نسبة الصدوع المجهرية العاجية بمجهر الستريو باستخدام التكبير ب وتبين أنه لا توجد فروق إحصائية بين الأنظمة المستخدمة.

5.2. تبيان المشكلة:

أظهرت الدراسات أن التحضير الآلي أفضل من التحضير اليدوي في التقليل من التجاوز الذروي لنتاجات التحضير، وقد أثير الجدل بسبب اختلاف النتائج عند المقارنة بين الأنظمة الآلية الدورانية والتناوبية في مقدار التجاوز الحاصل؛ بالإضافة إلى أن الأذية الميكانيكية التي تسببها هذه الأنظمة للجدران العاجية تشكل فيها صدوعاً مجهرية؛ فأي الحركتين الدورانية أم التناوبية تكون أكثر سلامة للعاج، وهل الانفتاح التاجي المسبق للقناة يؤثر على كمية النتاجات المتجاوزة وتطوُّر الصدوع أم لا؟

الباب الثاني :هدف البحث

Chapter Second: Aim of Study

2. هدف البحث:

يهدف البحث إلى:

مقارنة تأثير أنماط التشكيل القنوي المختلفة (اليدوي، الدوراني مع التناوبي، تطبيق الانفتاح التاجي المسبق لتحضير القناة) في:

1–تقييم مقدار نتاجات التحضير القنوي المتجاوزة تاجياً وذروياً بين الأنماط المستخدمة.

2–تقييم نسبة الصدوع المجهرية المتشكِلة في جدران القناة الجذرية العاجية بعد التحضير القنوي.

الباب الثالث :المواد والطرائق

Chapter Third: Materials & Methods

3. المواد والطرائق:

1.3. مكان إنجاز البحث:

تم إنجاز البحث في قسم مداواة الأسنان في كلية طب الأسنان–جامعة حماة

وفي مخابر كلية الطب البيطري–جامعة حماة

2.3. عينة البحث:

تألفت عينة البحث من 72 سن دائم مقلوع تم اختيارها بشكل عشوائي.

معايير الإدخال:

1. الأسنان ذات قناة جذرية وحيدة.
2. الجذور قليلة الانحناء أو مستقيمة تقريباً.
3. الأسنان ذات جذور متشابهة الحجم تقريباً.
4. تم تقصير التاج بحيث يبقى 20مم من طول السن.

معايير الاستبعاد:

1. أن يحوي الجذر على كسور أو نخور أو عيوب خَلْقية.
2. أن تكون ذروة الجذر مفتوحة أو ممتصة.
3. أن يكون حجم الذروة عند السبر الأولي أكبر من القياس 10.
4. أن يكون هناك دلائل على وجود امتصاص داخلي أو خارجي في الجذر.
5. وجود أقنية ثانوية في القسم الذروي للجذر.

3.3. متغيرات البحث:

1- نمط التشكيل القنوي:

* يدوي (تقنية Crown-Down)

*دوراني مستمر (نظام ®Mtwo)

*تناوبي (نظام WaveOne® Gold)

*تطبيق الانفتاح التاجي بشكل مسبق للتحضير القنوي بالنظامين الآليين.

2- اختبارات البحث:

1. كمية نتاجات التحضير المتجاوزة

*ذروياً.

*تاجياً.

2. الصدوع المجهرية العاجية من حيث:

*العدد

*الامتداد

4.3. أدوات ومواد البحث:

1.4.3. **أدوات ومواد تحضير العينة:**

- أسنان دائمة مقلوعة.

-علب لحفظ العينات

-جهاز تصوير شعاعي ذروي. (CEFLA SC. Cefla dental group. Italy).

-قبضة توربينية (Being, China).

-سنابل شاقة (Horico, Diamant, Germany).

-سنابل كروية (Horico, Diamant, Germany).

-سنبلة Endo-Z (Dentsply Sirona, York, PA, USA).

-مبارد K 10 (Dentsply, Switzerland)

الشكل (3-1): يظهر قبضة توربينية من نوع Being.

الشكل (3-2): يظهر سنابل شاقة بأطوال مختلفة.

الشكل (3-3): أسنان مقلوعة وحيدة الجذر والقناة.

الشكل (3-4): مبارد K10.

2.4.3. **أدوات ومواد التحضير القنوي:**

-قبضة ميكروتور (Being, China)

-سنابل Gates Glidden لشركة (MANI, Inc. Japan)

-مبارد K (MANI, Inc. Japan)

-مبارد نظام Mtwo® (VDW, Munich. Germany)

-مبرد WaveOne® Gold Primary (Dentsply Sirona, Ballaigues, Switzerland)

-المسطرة اللبية

-ماء مقطر

-جهاز تحضير آلي (X-SMART TM, DENTSPLAY, Germany)

-جهاز تحضير آلي (VDW, Silver Reciproc. Germany)

-رؤوس تفعيل الإرواء U Files (MANI, Inc. Japan)

-جهاز تفعيل الإرواء (Wood Pecker Medical Instrument., Ltd. China)

الشكل (3-5): قبضة ميكروتور نوع Being.

الشكل (3-6): سنابل Gates Glidden.

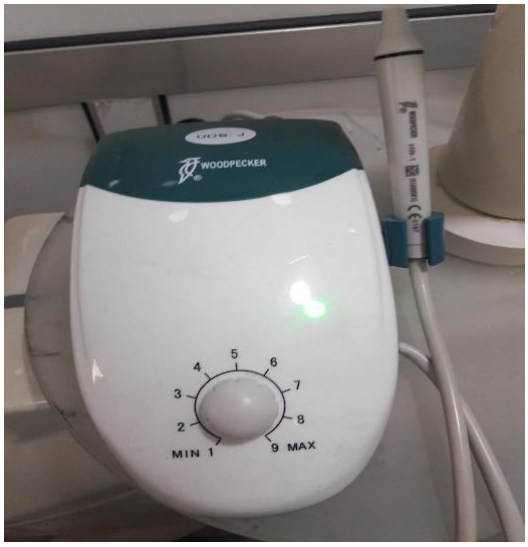
الشكل (3-7): مبارد k المستخدمة في المجموعة الأولى.

الشكل (3-8): جهاز تحضير آلي X-SMART TM.

الشكل (3-9): نظام Mtwo®

الشكل (3-10): جهاز تحضير آلي VDW.

الشكل (3-11): مبرد WaveOne® Gold Primary



الشكل (3-12): جهاز تفعيل الأمواج فوق الصوتية.

الشكل (3-13): مبرد U File

3.4.3. **أدوات ومواد جمع نتاجات التحضير المتجاوزة:**

-عبوة زجاجية.

-شمع صف أحمر.

-اسمنت زجاجي شاردي.

-المطاط المستخدم في الحاجز المطاطي.

-أنابيب الاختبار نوع Cuvettes الخاصة بجهاز مقياس الطيف الضوئي

-جهاز مقياس الطيف الضوئي (The Spectronic™ GENESYS™ 20

Madison, WI USA)،spectrophotometer

- جهاز لهز أنابيب كيوفيت.

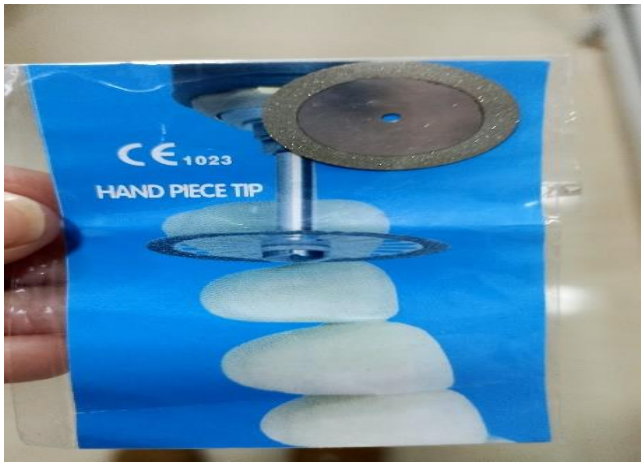
الشكل (3-14): جهاز لهز أنابيب كيوفيت قبل القياس

4.4.3. أدوات ومواد دراسة التصدعات المجهرية العاجية:

-أقراص ماسية مع الموتور الخاص بها من نوع (Marthon, Korea)

-صباغ أزرق الميتيلين 2%.

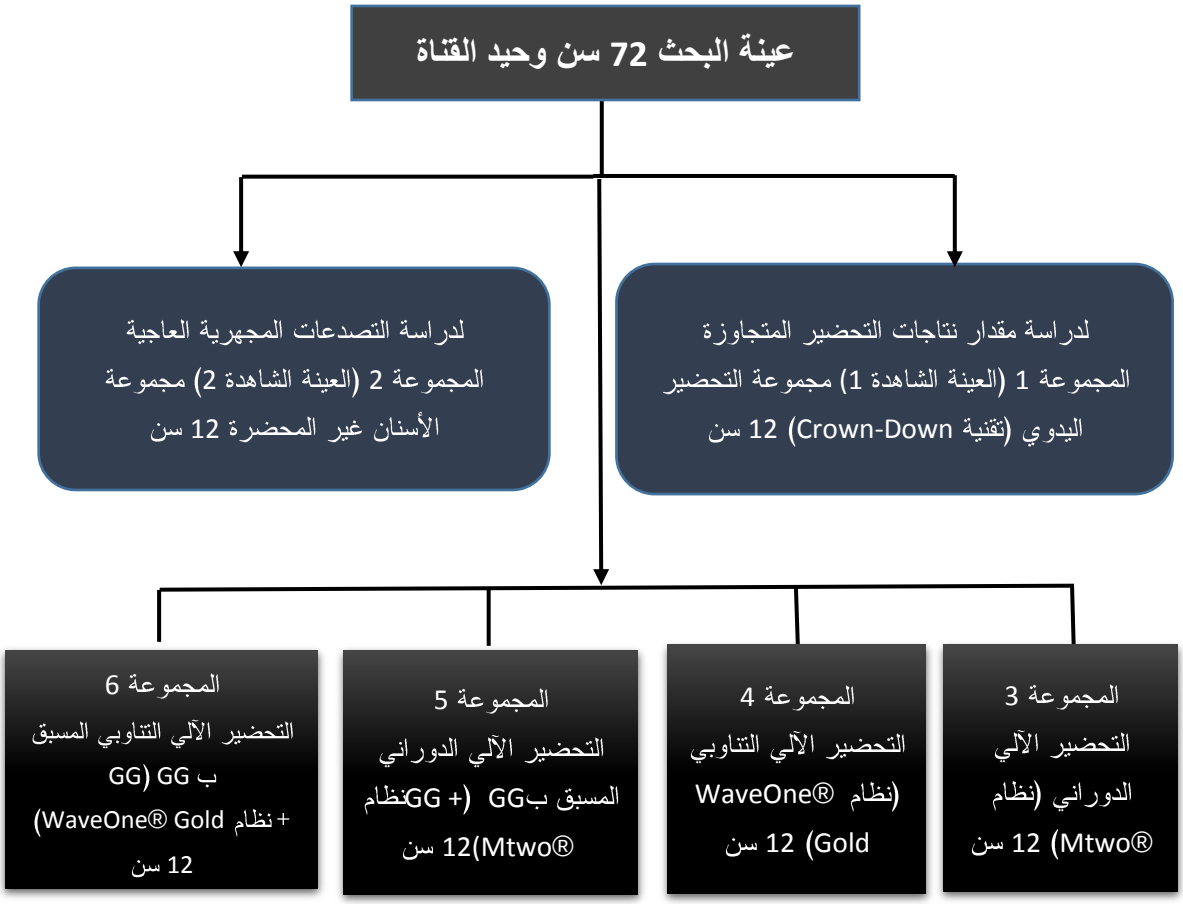
-المجهر التشريحي الرقمي (مجهر ستيريو) (PGH Rundfunk-Fernsehen, Niederdorf / Erz, Germany)



الشكل (3-15): الأقراص الماسية المستخدمة في عمل المقاطع الأفقية.

5.3. طريقة العمل:

تمت وفق المراحل التالية:



الشكل (3-16): يوضح توزع مجموعات البحث.

1.5.3. **عينة البحث**

تألفت عينة البحث من 72 سناً دائمة مقلوعة وحيدة الجذر والقناة تم اختيارها بشكل عشوائي.

تم تنظيف سطوح الأسنان بأداة تقليح يدوية ثم غسلت بالماء المقطر، وحفظت في محلول ملحي (كلور الصوديوم 0.9 %) لتعويض السوائل إلى أن يحين موعد الاستخدام.

تم تصوير كل سن من أسنان العينة صورتين شعاعيتين إحداهما بطريقة عمودية والأخرى بطريقة الإزاحة للتأكد من أن السن وحيد القناة وعدم وجود أقنية ثانوية في المنطقة الذروية أو أي شذوذات في القناة.

تم تقصير الجزء التاجي للأسنان باستثناء أسنان المجموعة الشاهدة 2 (مجموعة الأسنان غير المحضرة) وتوحيد الطول ب 20 ملم ابتداء اً من الذروة التشريحية باستخدام سنبلة ماسية شاقة وقبضة توربينية مع وجود الإرذاذ المائي.

تم سبر الأقنية وتحديد الطول العامل للأسنان بإدخال مبرد K قياس 10# ضمن الجذر حتى وضوح رؤيته من الثقبة الذروية، وضبط الطول العامل بطرح 1 ملم من الطول السابق. ثم وزعت الأسنان عشوائياً ضمن المجموعات؛ كل مجموعة تتضمن 12 سن كما في الشكل (3-18).

الشكل (3-17): صورتين شعاعيتين لنفس السن إحداهما بطريقة عمودية (A)، والأخرى بطريقة الإزاحة(B).

الشكل (3-18): يوضح مجموعة من أسنان العينة بعد تقصير الجزء التاجي وسبر الأقنية.

2.5.3. **توزع العينة:**

وزعت عشوائياً إلى ست مجموعات كما يلي: المجموعة 1 (n=12): المجموعة الشاهدة الأولى: مجموعة التحضير اليدوي (تقنية Crown-Down) لدراسة مقدار نتاجات التحضير المتجاوزة

المجموعة 2 (n=12): المجموعة الشاهدة الثانية: مجموعة الأسنان غير المحضرة لدراسة التصدعات المجهرية العاجية.

أما باقي المجموعات فقد تمت دراسة مقدار النتاجات المتجاوزة عليها أولاً ثم قمنا بدراسة الصدوع المجهرية العاجية المتشكلة ثانياً.

المجموعة 3 (n=12): مجموعة التحضير الآلي الدوراني المستمر (نظام ®Mtwo)

المجموعة 4 (n=12): مجموعة التحضير الآلي التناوبي (نظام ®WaveOne Gold)

المجموعة 5 (n=12): مجموعة التحضير الآلي الدوراني المستمر (نظام ®Mtwo) المسبق باستخدام GG لتحقيق الانفتاح التاجي المبكر.

المجموعة 6 (n=12): مجموعة التحضير الآلي التناوبي (نظام ®WaveOne Gold) المسبق باستخدام GG لتحقيق الانفتاح التاجي المبكر.

3.5.3. **التحضير القنوي وجمع نتاجات التحضير:**

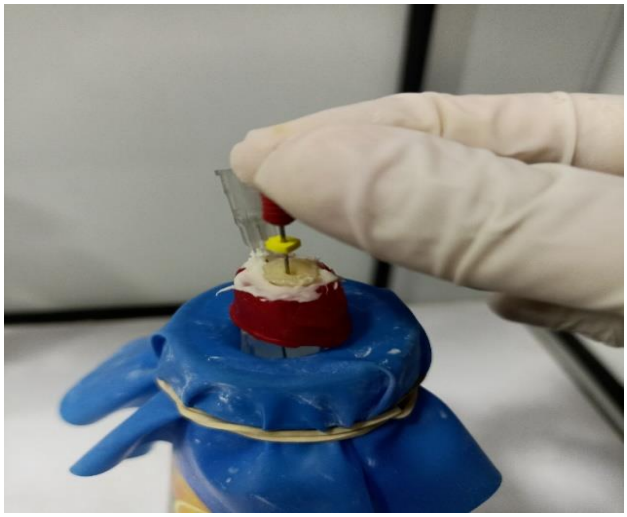
تم اعتماد طريقة (Myers & Montgomery, 1991) لجمع نتاجات التحضير المتجاوزة للثقبة الذروية كما في الشكل (3-19).

حيث تم تثبيت كل سن مع أنبوب اختبار نوع Cuvette الخاص بجهاز مقياس الطيف الضوئي بواسطة شمع الصف الأحمر والإسمنت الزجاجي الشاردي وذلك عند الملتقى الميناني الملاطي مع وضع رأس إبرة G27 لموازنة الضغط الداخلي والخارجي من أجل محاكاة الوضع السريري للضغط بين النسج ما حول الذروية والوسط الفموي ويتم بعد ذلك تثبيت الأنبوب ضمن قطعة مطاطية مغطية لقارورة زجاجية.

تفيد القطعة المطاطية أيضاً بتغطية جذر السن وأنبوب كيوفيت لمنع رؤية الباحث لعملية التحضير والجمع من أجل الحيادية ومحاكاة الوضع السريري.

الشكل (3-19): جهاز جمع البقايا المتجاوزة ذرويا يدوي الصنع.

تحضير عينة المجموعة 1: تم تحضير أقنية الأسنان بتقنية Crown-Down باستخدام سنابل Gates Glidden في البداية بقياسات (1,2,3) بفاصل 1.5 ملم على التوالي ومبارد k الخاصة بالمجموعة الأولى القياسية ISO (من الأكبر إلى الأصغر) بحيث تقوم كل أداة بتشكيل وتوسيع جزء محدد وهكذا حتى تصل آخر أداة إلى كامل الطول العامل وكانت هذه الأداة مبرد k25.



الشكل (3-20): التحضير بمبرد k25 (تقنية Crown-Down).

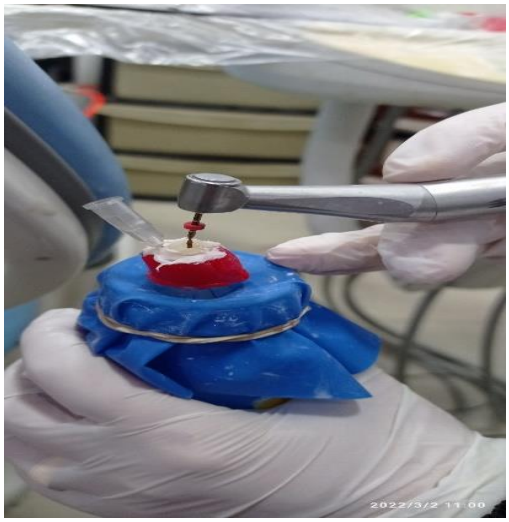
تحضير عينة المجموعة 3: استخدم نظام (Mtwo®) ضمن تسلسل الأدوات الأساسية حتى الوصول لقياس تحضير 25/6 على كامل الطول العامل، وقد تم التحضير باستخدام حركة فرشاة الرسم. وقد تم الالتزام بتعليمات الشركة المصنعة من حيث تسلسل الأدوات وإعدادات جهاز التحضير في السرعة وعزم الدوران لكل مبرد.

(VDW.GmbH, 2015)

الشكل (3-21): التحضير بأحد مبارد نظام Mtwo®.

تحضير عينة المجموعة 4: باستخدام مبرد WaveOne® Gold Primary، تم تطبيق حركات نقر تناوبية مع تحريك المبرد بحركة "تمسيد" داخلية لطيفة بسعة قصيرة 2-3 ملم،

وقد تم استخدام مبرد K15 قبل التحضير ب مبرد WaveOne® Gold Primary لتحقيق ممر انسيابي كما أوصت الشركة المصنعة. **(Webber, 2015)**



الشكل (3-22): التحضير بمبرد WaveOne® Gold Primary.

تحضير عينة المجموعتين 5 و6: لدراسة تأثير الانفتاح التاجي المسبق تم استخدام سنابل Gates Glidden بقياسات (1,2,3) من الأكبر للأصغر على التوالي بفاصل 1.5 ملم لتحقيق هذا الانفتاح وذلك قبل التحضير بنظام (Mtwo®) للمجموعة 5 ومبرد WaveOne® Gold Primary للمجموعة 6.

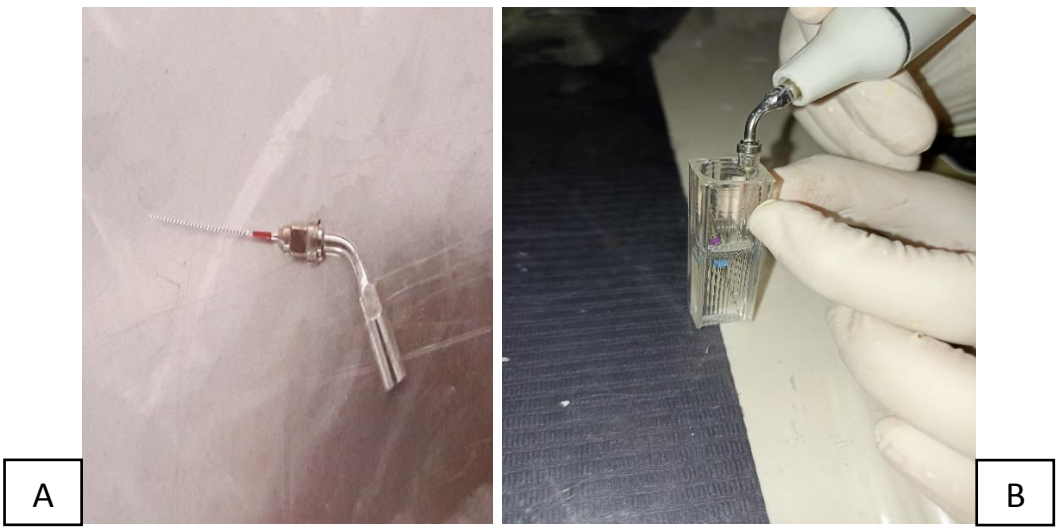
الشكل (3-23): التحضير بسنبلة GG.

ونقوم بدمج مراحل التحضير Recapitulation بشكل متكرر بعد استخدام كل أداة بوجود الإرواء، وقد تم الغسل بالماء المقطر بين كل مبرد وآخر في المجموعة 1 وبين كل أداة والتي

تليها بالنسبة لنظام (Mtwo®)، وبين كل ثلاث نقرات بالنسبة ل مبرد WaveOne® Gold Primary.

بالإضافة إلى الغسل بالماء المقطر بعد كل استخدام لأدوات GG، وبعد الانتهاء من التحضير يكون قد تم الإرواء بـــ 3 مل ثم يتم غسل القناة ب 1 مل من الماء المقطر، وبعدها نقوم بإزالة السن من الأنبوب وغسل القسم الذروي للجذر ب1 مل من الماء المقطر فوق أنبوب كيوفيت لإزالة البقايا الملتصقة وبذلك نكون قد حصلنا على نتاجات التحضير المتجاوزة ذروياً، فيكون مجموع الغسل لكامل عملية التحضير 5 مل.

جمع نتاجات التحضير المتجاوزة تاجياً: وذلك حسب طريقة **Lu وزملاؤه** عام 2015 حيث بعد الاستخدام لكل مبرد يدوي في المجموعة 1 وبعد كل مبرد آلي في المجموعة 3 و5 وبعد كل ثلاث نقرات ل مبرد WaveOne® Gold Primary وبعد كل سنبلة GG أيضاً نقوم بإزالة الأداة ووضعها في أنبوب اختبار كيوفيت آخر يحوي 1 مل من الماء المقطر وباستخدام الU File المفعّلة بالأمواج فوق الصوتية نقوم بإزالة النتاجات العالقة بأداة التحضير وذلك لمدة 30 ثانية، كما هو موضح في الشكل (3-24).

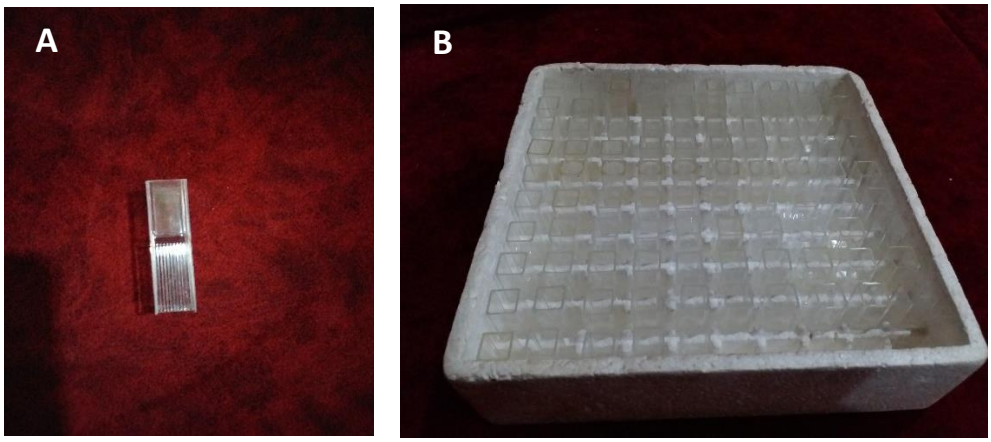


الشكل (3-24): (A) يظهر مبرد U-File، (B) يوضح استخدام التفعيل بالأمواج فوف الصوتية ب U-File لجمع النتاجات المتجاوزة تاجياً من أداة التحضير.

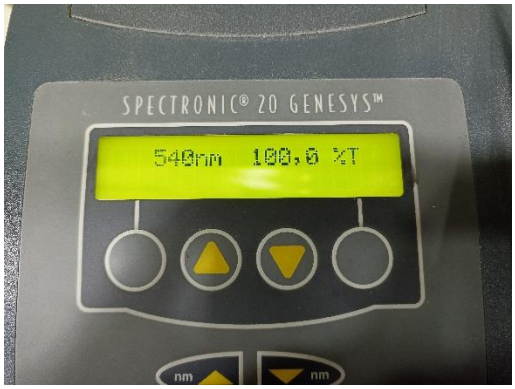
4.5.3. قياس نتاجات التحضير باستخدام مقياس الطيف الضوئي:

بعد الانتهاء من تحضير العينة وجمع النتاجات بحيث يكون لكل سن أنبوبي اختبار Cuvette ، أحدهما لنتاجات التحضير المتجاوزة ذروياً والآخر لنتاجات المتجاوزة تاجياً؛ عندها نقوم بقياس محتويات كل أنبوب باستخدام جهاز مقياس الطيف الضوئي نوع The Spectronic™ GENESYS™ 20 spectrophotometer حيث يتم تشغيل الجهاز ومعايرة طول الموجة على 540 nm تبعاً لتعليمات استخدام الجهاز وتحديد الخيار %T (Transmittance) النفاذية الضوئية. ثم نقوم بوضع السائل المحايد أو ما يسمى ب blank (الماء المقطر) الذي يعد القيمة صفر بالنسبة للجهاز (بالنسبة ل T تعني القيمة المئوية 100%) وذلك قبل قياس العينة. كما هو موضح في الشكل (3-26) وهكذا نكون قد قمنا بمعايرة الجهاز لنبدأ بعدها بقياس كل أنبوب على حدة.

قبل قياس الأنبوب نقوم بوضعه على جهاز الاهتزاز لتحريك ما ترسب من محتوياته ثم مسحه بمنديل ورقي ونضعه في الحجرة الخاصة به في جهاز القياس وبعد إغلاق الحجرة تظهر النتيجة على شاشة الجهاز وقد تم تكرار القياس ثلاث مرات وأخذ القيمة المتوسطة. كما في الشكل (3-27).



الشكل (3-25): (A) تظهر أنبوب الاختبار Cuvette، (B) حافظة لأنابيب كيوفيت بعد تحضير العينة.



الشكل (3-26): يوضح تحديد طول الموجة والخيارT% لمعايرة الجهاز.

الشكل (3-27): يظهر الحجرة التي يوضع فيها أنبوب كيوفيت.

5.5.3. التقطيع العرضي للأسنان:

تم إجراء دراسة استقصائية (pilot study) وذلك لتحديد توقيت غمر الأسنان في الصباغ (قبل التقطيع أم بعد التقطيع)، واختيار أدوات القطع المناسبة لعينة البحث ضمن خيارات القطع (بالقرص الماسي، القطع بسنابل الإكريل، القطع بسنابل الكربوراندوم، القطع بالسنابل الماسية ضمن السرعات العالية، القطع بالقبضة المستقيمة أو المعوجة).

بالإضافة إلى تحديد الفترة الزمنية الأنسب للغمر في الصباغ بما يتناسب مع عينة البحث ضمن خيارات (5 دقائق، 10 دقائق، 30 دقيقة، 60 دقيقة، 8 ساعات، 24 ساعة)

بعد الانتهاء من الدراسة الاستقصائية، تم العمل كما يلي:

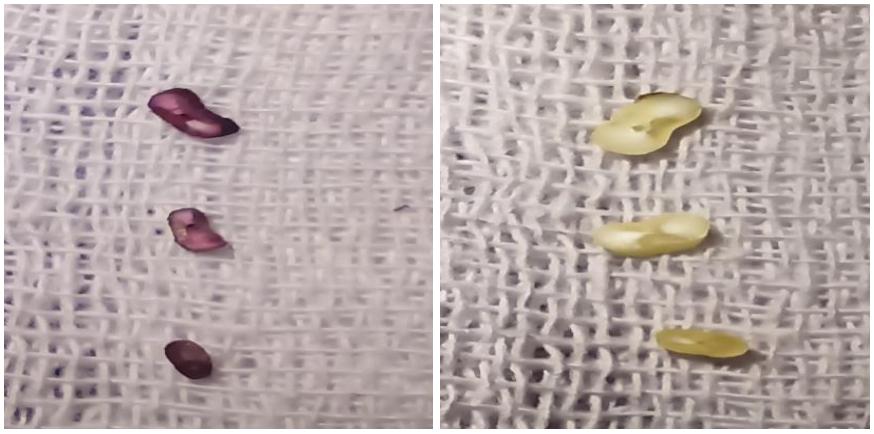
تم إجراء ثلاث مقاطع عرضية في كل سن باستخدام أقراص ماسية مع قبضة مستقيمة وبوجود إرواء مائي غزير وذلك ابتداءً من الذروة على مسافات 3 ملم، 6 ملم،9 ملم على التوالي لنحصل على ثلاث مقاطع في كل قسم من الجذر (الذروي، المتوسط، التاجي).

الشكل (3-28): إجراء المقاطع العرضية باستخدام القرص الماسي.

الشكل (3-29): يظهر عبوة مقسمة إلى 12 حجرة توافق عدد أسنان المجموعة الواحدة لحفظ المقاطع الثلاث لكل سن على حدة.

6.5.3. غمر المقاطع العرضية في الصباغ:

تم غمر المقاطع العرضية في صباغ أزرق الميتيلين (ph=7) تركيز 2% لمدة 5 دقائق وبدرجة حرارة 37 درجة مئوية. ثم تمت إزالتها بعد ذلك من الصباغ ووضعت على قطعة شاش لتجف.



الشكل (3-30): يوضح المقاطع العرضية الثلاث قبل غمرهم في الصباغ وبعد غمرهم فيه.

7.5.3. **تقييم التصدعات باستخدام المجهر الرقمي:**

بواسطة المجهر الضوئي التشريحي ستيريو تمت معاينة الصدوع المجهرية العاجية بتكبير X25 للعدسة العينية وبتكبير X4 للعدسة الجسمية والتكبير النهائي هو ناتج ضرب التكبيرين 0X10وذلك وفق معيارين:

معيار1: يمثل عدد الصدوع؛ على الشكل التالي:

a=0

b= (1-3)

c= (4-6)

معيار2: يمثل امتداد الصدوع؛ تم قياس امتداد الصدع اعتباراً من جدار القناة الداخلي إلى السطح الخارجي للجذر وفق الترقيم الآتي:

0= لا يوجد صدوع

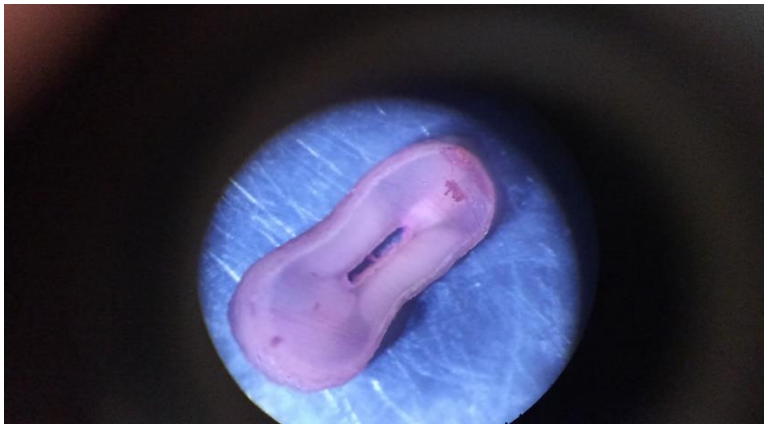
1= صدع لا يصل إلى نصف جدار القناة العاجية

2= صدع يصل إلى نصف جدار القناة العاجية

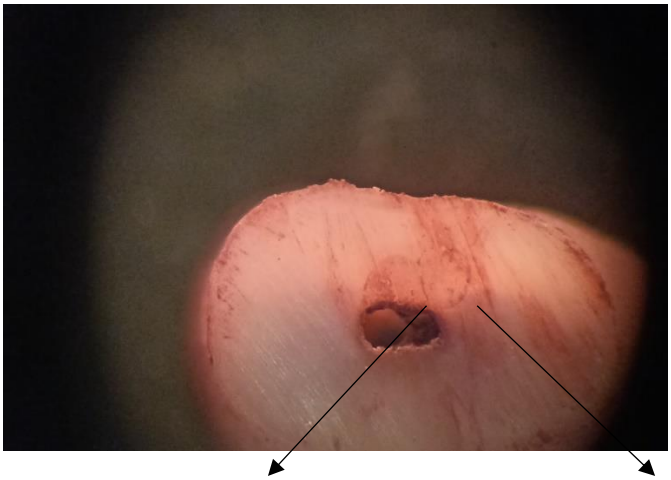
3= صدع يتجاوز نصف جدار القناة العاجية

4= صدع يمتد من السطح الداخلي للقناة العاجية إلى السطح الخارجي

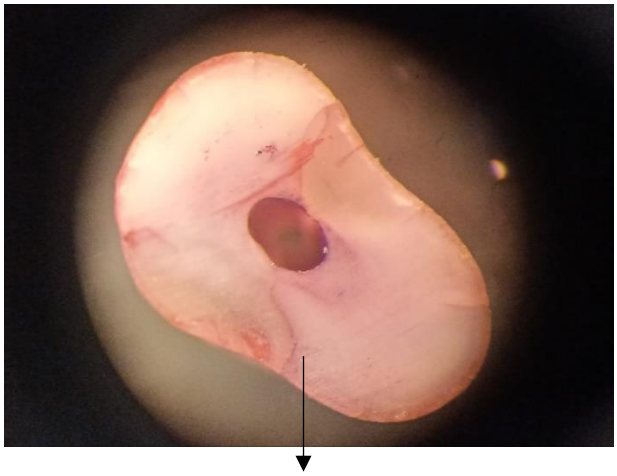
الشكل (3-31): يوضح معاينة المقطع العرضي تحت المجهر.



الشكل (3-32): يظهر مقطع بدون صدوع في مجموعة الأسنان غير المحضرة.

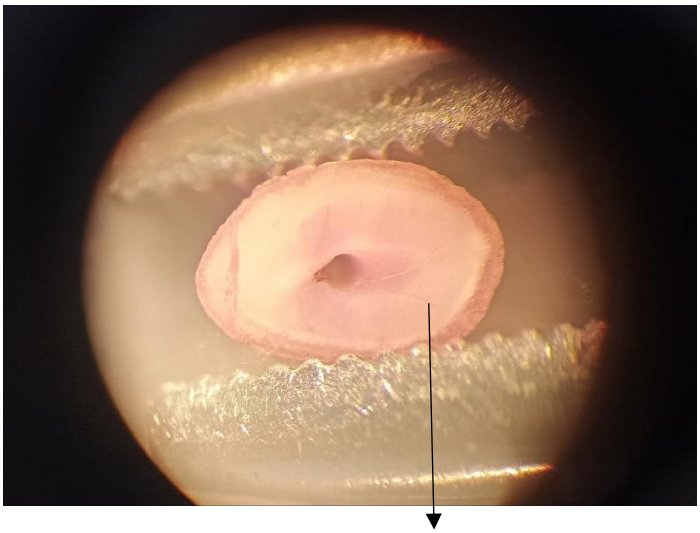


الشكل (3-33): يظهر مقطع عرضي يحوي 3 صدوع بامتدادات مختلفة.



صدع يمتد من جدار القناة الداخلي إلى السطح الخارجي

الشكل (3-34): يظهر صدعين يمتدان من جدار القناة إلى السطح الخارجي.



صدع يتجاوز نصف جدار القناة

الشكل (3-35): يظهر مقطع يحوي 3 صدوع بامتدادات مختلفة.

الباب الرابع: النتائج والدراسة الإحصائية

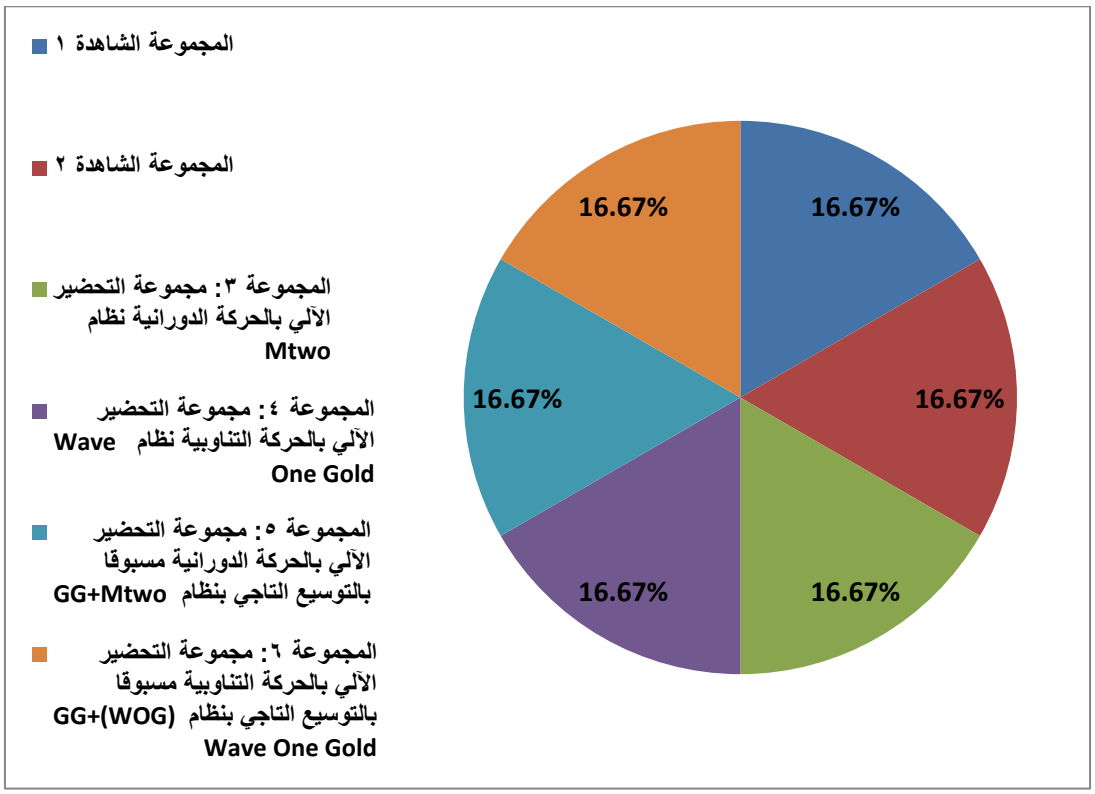
Chapter Fourth: Results and Statistical Study

1.4. وصف العينة:

تألفت عينة البحث من 72 سناً وحيد القناة، تم تقسيمهم إلى 6 مجموعات وفقاً لنمط التشكيل القنوي وهي {المجموعة الشاهدة 1: تقنية Crown-Down–المجموعة الشاهدة 2: أسنان غير محضرة–المجموعة 3: مجموعة التحضير الآلي بالحركة الدورانية نظام ®Mtwo – المجموعة 4: مجموعة التحضير الآلي بالحركة التناوبية نظام ®WaveOne Gold – المجموعة 5: مجموعة التحضير الآلي بالحركة الدورانية مسبوقاً بالتوسيع التاجي (GG +Mtwo®) –المجموعة 6: مجموعة التحضير الآلي بالحركة التناوبية مسبوقاً بالتوسيع التاجي (GG+WaveOne® Gold)؛ وكان توزع الأسنان في العينة كما يلي:

الجدول (4-1): يوضح توزع عينة البحث وفقا لنمط التشكيل القنوي.

مجموعات التجربة	العدد	النسبة المئوية
المجموعة الشاهدة 1	12	16.67%
المجموعة الشاهدة 2	12	16.67%
المجموعة 3: مجموعة التحضير الآلي بالحركة الدورانية نظام Mtwo	12	16.67%
المجموعة 4: مجموعة التحضير الآلي بالحركة التناوبية نظام Wave One Gold	12	16.67%
المجموعة 5: مجموعة التحضير الآلي بالحركة الدورانية مسبوقا بالتوسيع التاجي GG+Mtwo	12	16.67%
المجموعة 6: مجموعة التحضير الآلي بالحركة التناوبية مسبوقا بالتوسيع التاجي GG+(WOG) Wave One Gold	12	16.67%
المجموع	72	100%



مخطط (4-1): يظهر النسب المئوية للأسنان الخاضعة للدراسة في كل مجموعة من مجموعات التجربة.

2.4. دراسة تجربة جمع نتاجات التحضير المتجاوزة القناة:

تم الحصول على النتائج التالية حسب (%T) تعني Transmittance (النفاذية الضوئية)

الجدول (4-2): يبين نتائج النفاذية الضوئية للنتاجات المتجاوزة ذروياً.

عدد الأسنان	المجموعة 1	المجموعة 3	المجموعة 4	المجموعة 5	المجموعة 6
1	45.70	81.91	51.28	72.27	55.18
2	46.29	72.34	61.83	65.59	50.83
3	49.71	79.92	54.60	73.36	54.11
4	45.46	69.23	60.48	74.64	55.84
5	37.63	74.57	50.42	70.14	54.35
6	46.08	69.77	52.25	66.22	45.45
7	39.90	73.26	54.19	51.11	59.95
8	47.28	81.66	53.90	70.30	49.71
9	50.36	63.89	62.23	61.80	45.07
10	46.23	70.87	52.71	58.88	57.97
11	47.43	80.69	61.64	75.23	47.85
12	45.48	74.76	53.37	62.52	52.96

الجدول (4-3): يظهر نتائج النفاذية الضوئية للنتاجات المتجاوزة تاجياً.

عدد الأسنان	المجموعة 1	المجموعة 3	المجموعة 4	المجموعة 5	المجموعة 6
1	52.48	92.89	45.70	64.71	70.95
2	53.90	88.19	56.18	55.48	64.86
3	55.67	91.57	47.03	65.16	68.88
4	53.19	82.29	49.70	59.84	71.61
5	44.37	87.74	44.82	60.83	71.77
6	52.37	81.90	46.27	61.37	57.41
7	47.83	90.77	45.26	48.99	71.72
8	54.09	91.43	49.71	59.41	63.67
9	57.08	80.91	56.07	49.43	64.12
10	52.09	82.36	44.43	48.56	70.30
11	54.86	92.46	53.80	63.61	57.01
12	53.71	86.42	46.64	55.43	66.54

1.2.4. الدراسة الإحصائية الوصفية لتجربة جمع النتاجات المتجاوزة:

تم إجراء التحليل الإحصائي للبيانات المسجلة للمتغيرات المدروسة في البحث باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS 20 (Statistical Package for Social Science).

تم احتساب المتوسطات الحسابية لمتغير مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات الذروية ومقدار النفاذية الضوئية للنتاجات التاجية في كل مجموعة من مجموعات التجربة وكانت النتائج كما يلي:

الجدول (4-4): يبين المتوسطات الحسابية لمتغير مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات الذروية ومقدار النفاذية الضوئية للنتاجات التاجية في مجموعات الدراسة.

المتغيرات	المجموعات	العدد	المتوسط الحسابي
النفاذية الضوئية للنتاجات الذروية	المجموعة الشاهدة 1 (تقنية Crown-Down)	12	45.63
	المجموعة 3 (نظام Mtwo®)	12	74.41
	المجموعة 4 (نظام WaveOne® Gold)	12	55.74
	المجموعة 5 (نظام GG +Mtwo®)	12	66.84
	المجموعة 6 (نظام GG+WaveOne® Gold)	12	52.44
النفاذية الضوئية للنتاجات التاجية	المجموعة الشاهدة 1 (تقنية Crown-Down)	12	52.64
	المجموعة 3 (نظام Mtwo®)	12	87.41
	المجموعة 4 (نظام WaveOne® Gold)	12	48.8
	المجموعة 5 (نظام GG +Mtwo®)	12	57.74
	المجموعة 6 (نظام GG+WaveOne® Gold)	12	66.57

2.2.4. الدراسة الإحصائية التحليلية لتجربة جمع النتاجات المتجاوزة:

1– الدراسة الإحصائية التحليلية لمتغير مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات الذروية:

تم إجراء الاختبارات البعدية Post Hoc Tests (Bonferroni) المرتبطة باختبار تحليل التباين وحيد الاتجاه One Way Anova لمتغير مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات الذروية لدراسة تأثير الطرق المستخدمة في الدراسة على هذا المتغير في مجموعات التجربة.

الجدول (4-5): يظهر نتائج اختبارات Post Hoc Tests (Bonferroni) لمتغير مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات الذروية.

المجموعات		الفرق بين المتوسطين	الخطأ المعياري	قيمة الاحتمالية P-value	التفسير
1	3	-28.78	2.17	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	4	-10.11	2.17	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	5	-21.21	2.17	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	6	-6.81	2.17	0.003	توجد فروق دالة إحصائياً
3	1	28.78	2.17	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	4	18.66	2.17	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	5	7.57	2.17	0.001	توجد فروق دالة إحصائياً
	6	21.97	2.17	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
4	1	10.11	2.17	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	3	-18.66	2.17	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	5	-11.10	2.17	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	6	3.30	2.17	0.133	لا توجد فروق دالة إحصائياً
5	1	21.21	2.17	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	3	-7.57	2.17	0.001	توجد فروق دالة إحصائياً
	4	11.10	2.17	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	6	14.40	2.17	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
6	1	6.81	2.17	0.003	توجد فروق دالة إحصائياً
	3	-21.97	2.17	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	4	-3.30	2.17	0.133	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	5	-14.40	2.17	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً

يبين الجدول السابق أن:

* قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 في المجموعة 1 عند مقارنتها مع المجموعات 3 و4 و5 و6، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية؛ والإشارة الجبرية السالبة للفرق بين المتوسطين تدل على أن مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات الذروية في المجموعات 3 و4 و5 و6 أكبر منه في المجموعة 1.

* قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 في المجموعة 3 عند مقارنتها مع المجموعات 1 و4 و5 و6، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية؛ والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين المتوسطين تدل على أن مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات الذروية في المجموعة 3 أكبر منه في المجموعات 1 و4 و5 و6.

* أما قيمة مستوى الدلالة في المجموعة 4 فهي أصغر بكثير من القيمة 0.05 عند مقارنتها مع المجموعات 1 و3 و5، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية، والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين المتوسطين تدل على أن مقدار النفاذية الذروية في المجموعة 4 أكبر منه في المجموعة 1، أما الإشارة الجبرية السالبة للفرق بين المتوسطين فتدل على أن مقدار النفاذية في المجموعتين 3 و5 أكبر منه في المجموعة 4.

وعند مقارنة المجموعة 4 مع المجموعة 6 تبين أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من 0.05 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية.

* بالنسبة للمجموعة 5 فإن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 عند مقارنتها مع المجموعات 1 و3 و4 و6، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية؛ والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين المتوسطين تدل على أن مقدار النفاذية

الضوئية للنتاجات الذروية في المجموعة 5 أكبر منه في المجموعات 1 و4 و6، أما الإشارة الجبرية السالبة للفرق بين المتوسطين تدل على أن مقدار النفاذية في المجموعة 3 أكبر منه في المجموعة 5.

* أما المجموعة 6 فإن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 عند مقارنتها مع المجموعات 1 و3 و5، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية؛ والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين المتوسطين تدل على أن مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات الذروية في المجموعة 6 أكبر منه في المجموعة 1، أما الإشارة الجبرية السالبة للفرق بين المتوسطين تدل على أن مقدار النفاذية في المجموعتين 3 و5 أكبر منه في المجموعة 6.

وكذلك عند مقارنة المجموعة 6 مع المجموعة 4 تبين أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من 0.05 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية.

2 – الدراسة الإحصائية التحليلية لمتغير مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات التاجية:

نم إجراء الاختبارات البعدية Post Hoc Tests (Bonferroni) المرتبطة باختبار تحليل التباين وحيد الاتجاه One Way Anova لمتغير مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات التاجية لدراسة تأثير الطرق المستخدمة في الدراسة على هذا المتغير في مجموعات التجربة.

الجدول (4–6): يظهر نتائج اختبارات Post Hoc Tests (Bonferroni) لمتغير مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات التاجية.

المجموعات		الفرق بين المتوسطين	الخطأ المعياري	قيمة الاحتمالية P–value	التفسير
1	3	-34.77	1.97	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	4	3.84	1.97	0.057	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	5	-5.10	1.97	0.012	توجد فروق دالة إحصائياً
	6	-13.93	1.97	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
3	1	34.77	1.97	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	4	38.61	1.97	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	5	29.68	1.97	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	6	20.84	1.97	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
4	1	-3.84	1.97	0.057	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	3	-38.61	1.97	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	5	-8.93	1.97	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	6	-17.77	1.97	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
5	1	5.10	1.97	0.012	توجد فروق دالة إحصائياً
	3	-29.68	1.97	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	4	8.93	1.97	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	6	-8.84	1.97	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
6	1	13.93	1.97	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	3	-20.84	1.97	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	4	17.77	1.97	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	5	8.84	1.97	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً

يبين الجدول السابق أن: قيمة مستوى الدلالة في المجموعة 1 فهي أصغر بكثير من القيمة 0.05 عند مقارنتها مع المجموعات 3 و5 و6 أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية، والإشارة الجبرية السالبة للفرق بين المتوسطين تدل على أن مقدار

النفاذية الضوئية للنتاجات التاجية في المجموعة 3 و5 و6 أكبر منه في المجموعة 1، وعند مقارنة المجموعة 1 مع المجموعة 4 تبين أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من 0.05 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية.

* قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 في المجموعة 3 عند مقارنتها مع المجموعات 1 و4 و5 و6، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية؛ والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين المتوسطين تدل على أن مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات التاجية في المجموعات 1 و4 و5 و6 أكبر منه في المجموعة 3.

* قيمة مستوى الدلالة في المجموعة 4 فهي أصغر بكثير من القيمة 0.05 عند مقارنتها مع المجموعات 3 و5 و6 أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية، والإشارة الجبرية السالبة للفرق بين المتوسطين تدل على أن مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات التاجية في المجموعة 3 و5 و6 أكبر منه في المجموعة 4، وكذلك عند مقارنة المجموعة 4 مع المجموعة 1 تبين أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من 0.05 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية.

* قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 في المجموعة 5 عند مقارنتها مع المجموعات 1 و3 و4 و6، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية؛ والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين المتوسطين تدل على أن مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات التاجية في المجموعة 5 أكبر منه في المجموعتين 1 و4، أما الإشارة الجبرية السالبة للفرق بين المتوسطين تدل على أن مقدار النفاذية في المجموعتين 3 و6 أكبر منه في المجموعة 5.

* قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 في المجموعة 6 عند مقارنتها مع المجموعات 1 و3 و4 و5، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية؛ والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين المتوسطين تدل على أن مقدار النفاذية التاجية في المجموعة 6 أكبر منه في المجموعات 1 و4 و5، أما الإشارة الجبرية السالبة للفرق بين المتوسطين تدل على أن مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات التاجية في المجموعة 3 أكبر منه في المجموعة 6.

3 – المقارنة ما بين مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات الذروية والتاجية:

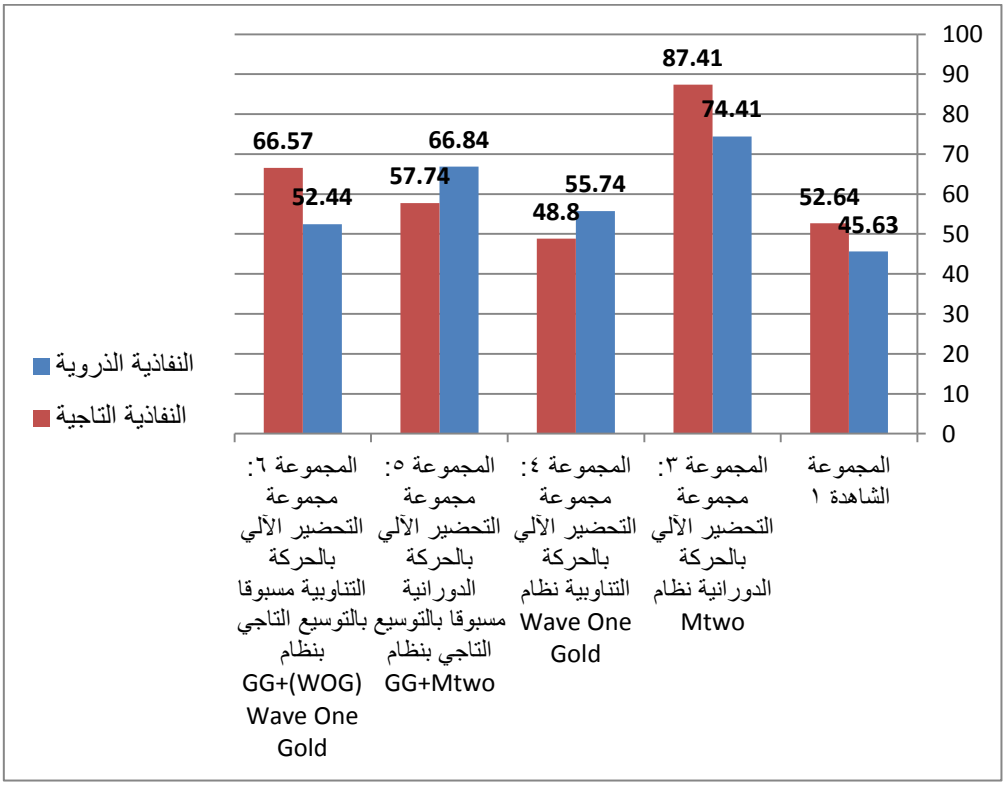
تم استخدام اختبار T للعينات المزدوجة (Paired Samples T Test) عند المقارنة بين المتوسطات الحسابية لمقدار النفاذية الضوئية للنتاجات الذروية والتاجية ضمن كل مجموعة من مجموعات التجربة.

الجدول (4-7): يظهر نتائج استخدام اختبار T عند المقارنة بين المتوسطات الحسابية لمقدار النفاذية الذروية ومقدار النفاذية التاجية.

المجموعات	مقدار النفاذية	المتوسط الحسابي	الفرق بين المتوسطين	قيمة T المحسوبة	درجة الحرية DF	قيمة الاحتمالية P–value	التفسير
المجموعة الشاهدة 1	الذروية	45.63	−7.01	−31.38	11	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	التاجية	52.64					
المجموعة 3	الذروية	74.41	−13.01	−18.21	11	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	التاجية	87.41					
المجموعة 4	الذروية	55.74	6.94	13.26	11	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	التاجية	48.80					

المجموعة 5	الذروية	66.84	9.10	9.20	11	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	التاجية	57.74					
المجموعة 6	الذروية	52.44	-14.13	-18.22	11	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	التاجية	66.57					

يبين الجدول السابق أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 في المجموعة 1 و3 و4 و5 و6، (أي في كل مجموعات الدراسة) أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات الذروية والتاجية، وبما أن الإشارة الجبرية للفرق بين المتوسطين سالبة نستنتج أن مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات الذروية أقل من مقدار النفاذية التاجية، وذلك في المجموعة 1 و3 و6، أما الإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين المتوسطين في المجموعتين 4 و5 فتدل على أن مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات الذروية أكبر من مقدار النفاذية التاجية.



مخطط (4-2): يظهر المتوسطات الحسابية لمتغير مقدار النفاذية الضوئية للنتاجات الذروية والتاجية في كل مجموعة من مجموعات التجربة.

3.4. دراسة الصدوع المجهرية للجدران العاجية:

تم اتباع معيارين في الدراسة كما هو موضح في الجداول التالية:

الجدول (4-8): يوضح ال معيار1 المستخدم لدراسة عدد الصدوع في كل سن من أسنان العينة.

عدد الصدوع	الدرجة الموافقة المعطاة
0	a
(1-3)	b
(4-6)	c

الجدول (4-9): يوضح ال معيار2 المستخدم لدراسة امتداد الصدوع في كل سن من أسنان العينة.

امتداد الصدوع	الدرجة الموافقة المعطاة
لا يوجد صدوع	0
صدع لا يصل إلى نصف جدار القناة العاجية	1
صدع يصل إلى نصف جدار القناة العاجية	2
صدع يتجاوز نصف جدار القناة العاجية	3
صدع يمتد من جدار القناة العاجية إلى السطح الخارجي	4

1.3.4. نتائج معايرة الأسنان لدراسة الصدوع المجهرية العاجية:

تم الحصول على النتائج التالية وفق المعيارين السابقين:

الجدول (4-10): يظهر نتائج معايرة المجموعة الشاهدة الثانية (الأسنان غير المحضرة).

	المعيار 1	المعيار 2
1	a	0
2	a	0
3	a	0
4	a	0
5	a	0
6	a	0
7	a	0
8	a	0
9	a	0
10	a	0
11	a	0
12	a	0

الجدول (4-11): يظهر نتائج معايرة أسنان المجموعتين الثالثة والرابعة (بدون تطبيق انفتاح تاجي مسبق).

	المجموعة 3						المجموعة 4					
	المعيار 1			المعيار2			المعيار1			المعيار2		
	التاجي	المتوسط	الذروي	التاجي	المتوسط	الذروي	التاجي	المتوسط	الذروي	التاجي	المتوسط	الذروي
1	b	b	b	1,1	1	1	a	b	b	0	4,4	4,4
2	b	a	b	2	0	3	b	b	a	1	2	0
3	b	a	b	1,2	0	1,2,2	b	a	b	2,1,1	0	1,1,1
4	b	b	b	3	2	1	b	a	b	1	0	1,3
5	a	b	a	0	4,4	0	b	b	b	3,4	1,1,1	2,3
6	b	b	a	2,3	1	0	c	b	b	2,2,2,1	1,2	1,1
7	a	c	a	0	2,2,1,1	0	b	a	b	1,2	0	4
8	b	b	b	2,4	3	1,1,1	b	b	b	4	2,1	2
9	b	a	b	3,1	0	1,3	b	a	b	2,1	0	2
10	b	b	b	1	1,1	2	b	b	a	4,2	2,1	0
11	a	b	b	0	1,3	1	b	a	b	4	0	1
12	b	b	a	2	1,1,2	0	b	c	b	1,1	2,2,1,1,1	3

الجدول (4-12): يبين نتائج معايرة أسنان المجموعتين الخامسة والسادسة (مع تطبيق انفتاح تاجي مسبق).

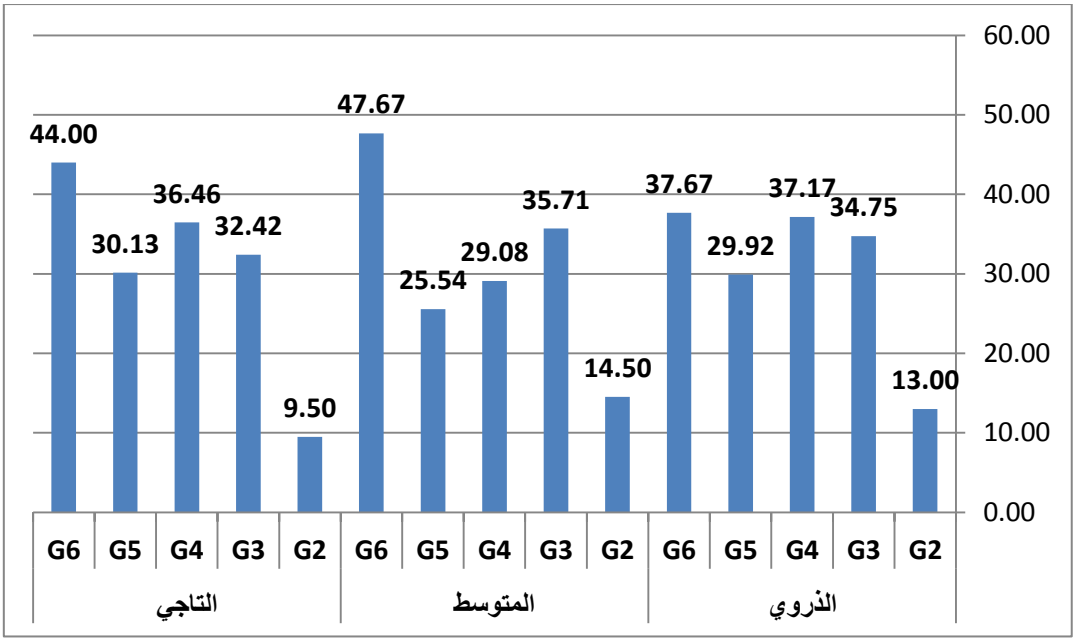
	المجموعة 5						المجموعة 6					
	المعيار 1			المعيار2			المعيار1			المعيار2		
	التاجي	المتوسط	الذروي	التاجي	المتوسط	الذروي	التاجي	المتوسط	الذروي	التاجي	المتوسط	الذروي
1	a	b	b	0	1	1	c	b	a	1,1,1,1,1	1,1	0
2	a	b	b	0	1,1	1	b	b	b	1	1,1	1
3	b	b	a	3,2	1	0	b	b	a	1,1	1,1	0
4	b	a	b	1,3,3	0	3	b	b	b	1	1,2	3,3
5	b	a	a	1,1	0	0	c	b	c	1,1,1,1,1	1,1	1,1,2,1
6	b	a	b	4,4	0	1	b	c	c	1,1	1,1,1,1,1	1,1,1,2
7	b	b	a	1,2	3	0	c	c	b	1,1,1,1,1	1,1,1,1	1,1
8	a	b	a	0	4	0	b	b	a	1	1,1,2	0
9	b	b	a	1	1,2	0	b	b	b	1,1,1	1,2	2
10	b	a	b	2	0	1	c	c	b	1,1,4,4	1,1,1,1,3	1,1,2
11	b	a	b	1,1	0	1	b	c	b	1,1,1	1,3,4,4	1,1
12	b	a	b	2,1	0	1	b	c	b	1,1,1	1,1,3,2	1,1,1

2.3.4. الدراسة الإحصائية الوصفية لمتغير عدد الصدوع:

تم احتساب متوسطات الرتب لمتغير عدد الصدوع في المقاطع العرضية الثلاث لكل سن من الأسنان الخاضعة للدراسة في مجموعات التجربة كما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول (4-13): يظهر متوسطات الرتب لمتغير عدد الصدوع في كل مجموعة من مجموعات التجربة.

المتغيرات	المجموعات	العدد	متوسط الرتب
الذروي	المجموعة الشاهدة 2 (أسنان غير محضرة)	12	13.00
	المجموعة 3 (نظام ®Mtwo)	12	34.75
	المجموعة 4 (نظام ®WaveOne Gold)	12	37.17
	المجموعة 5 (نظام ®GG +Mtwo)	12	29.92
	المجموعة 6 (®GG+WaveOne Gold)	12	37.67
المتوسط	المجموعة الشاهدة 2 (أسنان غير محضرة)	12	14.50
	المجموعة 3 (نظام ®Mtwo)	12	35.71
	المجموعة 4 (نظام ®WaveOne Gold)	12	29.08
	المجموعة 5 (نظام ®GG +Mtwo)	12	25.54
	المجموعة 6 (®GG+WaveOne Gold)	12	47.67
التاجي	المجموعة الشاهدة 2 (أسنان غير محضرة)	12	9.50
	المجموعة 3 (نظام ®Mtwo)	12	32.42
	المجموعة 4 (نظام ®WaveOne Gold)	12	36.46
	المجموعة 5 (نظام ®GG +Mtwo)	12	30.13
	المجموعة 6 (®GG+WaveOne Gold)	12	44.00



مخطط (4-3): يبين متوسطات الرتب لمتغير عدد الصدوع في الأسنان الخاضعة للدراسة في مجموعات التجربة.

3.3.4. الدراسة الإحصائية التحليلية لمتغير عدد الصدوع:

تم إجراء اختبار Kruskal Wallis Test بهدف مقارنة متوسطات رتب لمتغير عدد الصدوع ما بين مجموعات التجربة فيما بينها.

الجدول (4-14): يظهر نتائج اختبار Kruskal Wallis لمتغير عدد الصدوع.

المتغيرات	قيمة كاي مربع	درجة الحرية الإحصائية	قيمة الاحتمالية P-value	دلالة الفروق
عدد الصدوع الذروية	21.725	4	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
عدد الصدوع المتوسطة	28.836	4	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
عدد الصدوع التاجية	35.317	4	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً

نلاحظ من الجدول السابق بأن قيمة الاحتمالية P-value أقل من 0.05 عند المقارنة ما بين مجموعات التجربة لكل متغير من المتغيرات المدروسة باستخدام اختبار Kruskal Wallis Test، أي أنه عند مستوى الثقة 95%توجد فروق دالة إحصائياً في تكرارات عدد الصدوع بين اثنتين على الأقل من مجموعات التجربة؛ ولتحديد أي المجموعات تختلف عن الأخريات في تكرارات عدد الصدوع تم إجراء اختبار Mann-Whitney لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات عدد الصدوع بين مجموعات التجربة.

الجدول (4-15): يظهر نتائج اختبار Mann-Whitney لمتغير عدد الصدوع.

المتغيرات	المجموعات	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة U	قيمة P-value	التفسير
عدد الصدوع الذروية	المجموعة 3	12	13.50	162.00	60.50	0.397	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	المجموعة 5	12	11.50	138.00			
عدد الصدوع المتوسطة	المجموعة 3	12	14.71	176.50	45.50	0.081	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	المجموعة 5	12	10.29	123.50			
عدد الصدوع التاجية	المجموعة 3	12	13.00	156.00	66.50	0.623	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	المجموعة 5	12	12.00	144.00			
عدد الصدوع الذروية	المجموعة 4	12	12.17	146.00	68.50	0.772	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	المجموعة 6	12	12.83	154.00			
عدد الصدوع المتوسطة	المجموعة 4	12	8.75	105.00	27.50	0.005	توجد فروق دالة إحصائياً
	المجموعة 6	12	16.25	195.00			
عدد الصدوع التاجية	المجموعة 4	12	10.67	128.00	50.50	0.092	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	المجموعة 6	12	14.33	172.00			

يبين الجدول السابق أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 عند المقارنة بين المجموعتين 4 و6 في تكرارات عدد الصدوع للمقاطع المتوسطة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية.

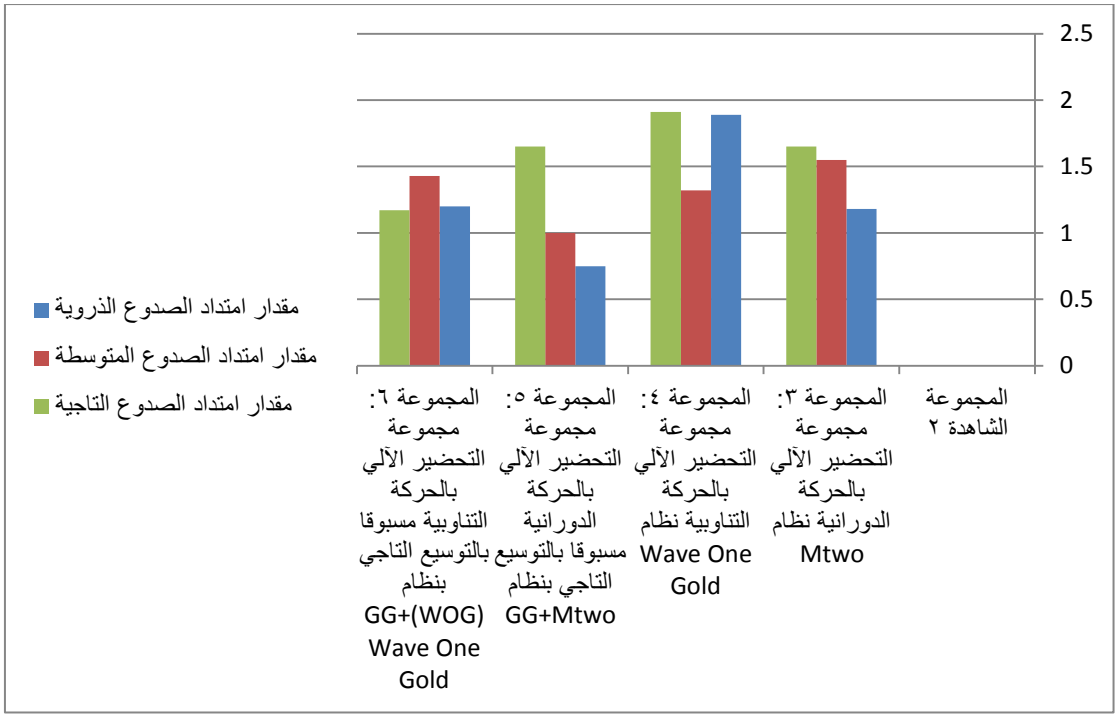
أما عند المقارنة بين نفس المجموعتين في تكرارات عدد الصدوع للمقاطع الذروية والتاجية، فنلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 وبالتالي فإنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية، وتبين عند المقارنة بين المجموعتين 3 و5، فإن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 وبالتالي فإنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات عدد الصدوع سواء كانت المقاطع ذروية أو متوسطة أو تاجية.

4.3.4. الدراسة الإحصائية الوصفية لمتغير امتداد الصدوع:

تم احتساب المتوسطات الحسابية لمتغير امتداد الصدوع في المقاطع العرضية الثلاث لكل سن من الأسنان الخاضعة للدراسة في مجموعات التجربة كما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول (4-16): يوضح المتوسطات الحسابية لمتغير امتداد الصدوع في المقاطع العرضية الثلاث في مجموعات التجربة.

المتغيرات	المجموعات	العدد	المتوسط الحسابي
مقدار امتداد الصدوع الذروية	المجموعة الشاهدة 2 (أسنان غير محضرة)	12	0
	المجموعة 3 (نظام Mtwo®)	17	1.18
	المجموعة 4 (نظام WaveOne® Gold)	18	1.89
	المجموعة 5 (نظام GG +Mtwo®)	12	0.75
	المجموعة 6 (GG+WaveOne® Gold)	25	1.2
مقدار امتداد الصدوع المتوسطة	المجموعة الشاهدة 2 (أسنان غير محضرة)	12	0
	المجموعة 3 (نظام Mtwo®)	20	1.55
	المجموعة 4 (نظام WaveOne® Gold)	22	1.32
	المجموعة 5 (نظام GG +Mtwo®)	14	1
	المجموعة 6 (GG+WaveOne® Gold)	37	1.43
مقدار امتداد الصدوع التاجية	المجموعة الشاهدة 2 (أسنان غير محضرة)	12	0
	المجموعة 3 (نظام Mtwo®)	17	1.65
	المجموعة 4 (نظام WaveOne® Gold)	22	1.91
	المجموعة 5 (نظام GG +Mtwo®)	20	1.65
	المجموعة 6 (GG+WaveOne® Gold)	35	1.17



مخطط (4-4): يوضح المتوسطات الحسابية لمتغير مقدار امتداد الصدوع (الذروية والمتوسطة والتاجية) في كل مجموعة من مجموعات التجربة.

5.3.4. الدراسة الإحصائية التحليلية لمتغير امتداد الصدوع:

1. دراسة متغير مقدار امتداد الصدوع الذروية:

تم إجراء الاختبارات البعدية Post Hoc Tests (Bonferroni) المرتبطة باختبار تحليل التباين وحيد الاتجاه (One Way Anova) لمتغير مقدار امتداد الصدوع الذروية لدراسة تأثير الطرق المستخدمة في الدراسة على هذا المتغير في مجموعات التجربة وذلك بهدف مقارنة متوسطات المتغير المدروس ما بين كل طريقتين معاً.

الجدول (4-17): يظهر نتائج اختبار Post Hoc Tests (Bonferroni) لمتغير مقدار امتداد الصدوع الذروية.

المجموعات		الفرق بين المتوسطين	الخطأ المعياري	قيمة الاحتمالية P-value	التفسير
2	3	-1.18	0.35	0.001	توجد فروق دالة إحصائياً
	4	-1.89	0.34	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	5	-0.75	0.37	0.049	توجد فروق دالة إحصائياً
	6	-1.20	0.32	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
3	2	1.18	0.35	0.001	توجد فروق دالة إحصائياً
	4	-0.71	0.31	0.024	توجد فروق دالة إحصائياً
	5	0.43	0.35	0.221	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	6	-0.02	0.29	0.935	لا توجد فروق دالة إحصائياً
4	2	1.89	0.34	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	3	0.71	0.31	0.024	توجد فروق دالة إحصائياً
	5	1.14	0.34	0.001	توجد فروق دالة إحصائياً
	6	0.69	0.28	0.017	توجد فروق دالة إحصائياً
5	2	0.75	0.37	0.049	توجد فروق دالة إحصائياً
	3	-0.43	0.35	0.221	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	4	-1.14	0.34	0.001	توجد فروق دالة إحصائياً
	6	-0.45	0.32	0.166	لا توجد فروق دالة إحصائياً
6	2	1.20	0.32	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	3	0.02	0.29	0.935	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	4	-0.69	0.28	0.017	توجد فروق دالة إحصائياً
	5	0.45	0.32	0.166	لا توجد فروق دالة إحصائياً

-يتبين من الجدول السابق أن قيمة مستوى الدلالة في المجموعة 2 (أسنان غير محضرة) أصغر بكثير من القيمة 0.05 عند مقارنتها مع باقي المجموعات (التي درست فيها أسنان محضرة)، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع الذروية.

-أما عند مقارنة المجموعة 3 مع باقي المجموعات فقد تبين أن:

* قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعتين 2 و4 أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع الذروية، والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين متوسطي المجموعتين 3 و2 تدل على أن امتداد الصدوع في أسنان المجموعة 3 أكبر من المجموعة 2؛ أما الإشارة الجبرية السالبة للفرق بين متوسطي المجموعتين 3 و4 فتدل على أن امتداد الصدوع في أسنان المجموعة 4 أكبر من المجموعة 3.

* قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعتين 5 و6 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع الذروية.

-وعند مقارنة المجموعة 4 فقد تبين أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مع باقي المجموعات أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع الذروية، والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين متوسطي المجموعتين تدل على أن امتداد الصدوع الذروية في المجموعة 4 أكبر من امتداد الصدوع الذروية في باقي المجموعات.

- عند مقارنة المجموعة 5 مع باقي المجموعات فقد تبين أن:

* قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعتين 2 و4 أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع الذروية، والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين متوسطي المجموعتين 5 و2 تدل على أن امتداد الصدوع الذروية في أسنان المجموعة 5 أكبر من المجموعة 2، أما الإشارة الجبرية السالبة للفرق بين متوسطي المجموعتين 5 و4 فتدل على أن امتداد الصدوع في أسنان المجموعة 4 أكبر من المجموعة 5.

* قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعتين 3 و6 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع الذروية.

–عند مقارنة المجموعة 6 مع باقي المجموعات فقد تبين أن:

* قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعتين 2 و4 أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع الذروية، والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين متوسطي المجموعتين 6 و2 تدل على أن امتداد الصدوع الذروية في أسنان المجموعة 6 أكبر من المجموعة 2، أما الإشارة الجبرية السالبة للفرق بين متوسطي المجموعتين 6 و4 فتدل على أن امتداد الصدوع في أسنان المجموعة 4 أكبر من المجموعة 6.

* قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعتين 3 و5 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع الذروية.

* قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعتين 5 و6 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع الذروية.

2. دراسة متغير مقدار امتداد الصدوع المتوسطة:

تم إجراء الاختبارات البعدية Post Hoc Tests (Bonferroni) المرتبطة باختبار تحليل التباين وحيد الاتجاه One Way Anova لمتغير مقدار امتداد الصدوع المتوسطة لدراسة تأثير الطرق المستخدمة في الدراسة على هذا المتغير في مجموعات التجربة وذلك بهدف مقارنة متوسطات المتغير المدروس ما بين كل طريقتين معاً.

الجدول (4-18): يظهر نتائج اختبار Post Hoc Tests (Bonferroni) لمتغير مقدار امتداد الصدوع المتوسطة.

المجموعات		الفرق بين المتوسطين	الخطأ المعياري	قيمة الاحتمالية P-value	التفسير
2	3	-1.55	0.37	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	4	-1.32	0.36	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	5	-1.00	0.39	0.013	توجد فروق دالة إحصائياً
	6	-1.43	0.33	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
3	2	1.55	0.37	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	4	0.23	0.31	0.457	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	5	0.55	0.35	0.119	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	6	0.12	0.28	0.674	لا توجد فروق دالة إحصائياً
4	2	1.32	0.36	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	3	-0.23	0.31	0.457	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	5	0.32	0.34	0.356	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	6	-0.11	0.27	0.673	لا توجد فروق دالة إحصائياً
5	2	1.00	0.39	0.013	توجد فروق دالة إحصائياً
	3	-0.55	0.35	0.119	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	4	-0.32	0.34	0.356	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	6	-0.43	0.32	0.173	لا توجد فروق دالة إحصائياً
6	2	1.43	0.33	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	3	-0.12	0.28	0.674	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	4	0.11	0.27	0.673	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	5	0.43	0.32	0.173	لا توجد فروق دالة إحصائياً

-يتبين من الجدول السابق أن قيمة مستوى الدلالة في المجموعة 2 أصغر بكثير من القيمة 0.05 عند مقارنتها مع باقي المجموعات، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع المتوسطة.

-أما عند مقارنة المجموعة 3 مع باقي المجموعات فقد تبين أن:

* قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعة 2 أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع المتوسطة، والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين متوسطي المجموعتين 3 و2 تدل على أن امتداد الصدوع في أسنان المجموعة 3 أكبر من المجموعة 2.

* قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعات 4 و5 و6 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع المتوسطة.

-أما عند مقارنة المجموعة 4 مع باقي المجموعات فقد تبين أن:

* قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعة 2 أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع المتوسطة، والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين متوسطي المجموعتين 4 و2 تدل على أن امتداد الصدوع في أسنان المجموعة 4 أكبر من المجموعة 2.

* قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعات 3 و5 و6 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع المتوسطة.

–أما عند مقارنة المجموعة 5 مع باقي المجموعات فقد تبين أن: قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعة 2 أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع المتوسطة، والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين متوسطي المجموعتين 5 و2 تدل على أن امتداد الصدوع في أسنان المجموعة 5 أكبر من المجموعة 2.

* قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعات 3 و4 و6 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع المتوسطة.

–أما عند مقارنة المجموعة 6 مع باقي المجموعات فقد تبين أن: قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعة 2 أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع المتوسطة، والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين متوسطي المجموعتين 6 و2 تدل على أن امتداد الصدوع في أسنان المجموعة 6 أكبر من المجموعة 2.

* قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعات 3 و4 و5 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع المتوسطة.

2. دراسة متغير مقدار امتداد الصدوع التاجية:

تم إجراء الاختبارات البعدية Post Hoc Tests (Bonferroni) المرتبطة باختبار تحليل التباين وحيد الاتجاه لمتغير مقدار امتداد الصدوع التاجية لدراسة تأثير الطرق المستخدمة في

الدراسة على هذا المتغير في مجموعات التجربة وذلك بهدف مقارنة متوسطات المتغير المدروس ما بين كل طريقتين معاً.

الجدول (4-19): يظهر نتائج اختبار Post Hoc Tests (Bonferroni) لمتغير مقدار امتداد الصدوع التاجية.

المجموعات		الفرق بين المتوسطين	الخطأ المعياري	قيمة الاحتمالية P-value	التفسير
2	3	-1.65	0.37	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	4	-1.91	0.35	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	5	-1.65	0.36	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	6	-1.17	0.33	0.001	توجد فروق دالة إحصائياً
3	2	1.65	0.37	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	4	-0.26	0.32	0.410	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	5	0.00	0.32	0.993	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	6	0.48	0.29	0.104	لا توجد فروق دالة إحصائياً
4	2	1.91	0.35	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	3	0.26	0.32	0.410	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	5	0.26	0.30	0.395	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	6	0.74	0.27	0.007	توجد فروق دالة إحصائياً
5	2	1.65	0.36	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
	3	0.00	0.32	0.993	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	4	-0.26	0.30	0.395	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	6	0.48	0.28	0.085	لا توجد فروق دالة إحصائياً
6	2	1.17	0.33	0.001	توجد فروق دالة إحصائياً
	3	-0.48	0.29	0.104	لا توجد فروق دالة إحصائياً
	4	-0.74	0.27	0.007	توجد فروق دالة إحصائياً
	5	-0.48	0.28	0.085	لا توجد فروق دالة إحصائياً

-يتبين من الجدول السابق أن قيمة مستوى الدلالة في المجموعة 2 أصغر بكثير من القيمة 0.05 عند مقارنتها مع باقي المجموعات، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع التاجية.

-أما عند مقارنة المجموعة 3 مع باقي المجموعات فقد تبين أن:

* قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعة 2 أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع المتوسطة، والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين متوسطي المجموعتين 3 و2 تدل على أن امتداد الصدوع في أسنان المجموعة 3 أكبر من المجموعة 2.

* قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعات 4 و5 و6 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع التاجية.

-أما عند مقارنة المجموعة 4 مع باقي المجموعات فقد تبين أن:

* قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعة 2 و6 أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع التاجية، والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين متوسطي المجموعتين 4 و2 والمجموعتين 4 و6 تدل على أن امتداد الصدوع في أسنان المجموعة 4 أكبر من المجموعة 2 والمجموعة 6.

* قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعات 3 و5 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع التاجية.

-أما عند مقارنة المجموعة 5 مع باقي المجموعات فقد تبين أن:

* قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعة 2 أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع المتوسطة،

والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين متوسطي المجموعتين 5 و2 تدل على أن امتداد الصدوع في أسنان المجموعة 5 أكبر من المجموعة 2.

* قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعات 3 و4 و6 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع التاجية.

–أما عند مقارنة المجموعة 6 مع باقي المجموعات فقد تبين أن:

* قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعة 2 و4 أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع التاجية، والإشارة الجبرية الموجبة للفرق بين متوسطي المجموعتين 6 و2 تدل على أن امتداد الصدوع في أسنان المجموعة 6 أكبر من المجموعة 2، أما الإشارة الجبرية السالبة للفرق بين متوسطي المجموعتين 6 و4 تدل على أن امتداد الصدوع في أسنان المجموعة 4 أكبر من المجموعة 6.

* قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مع المجموعات 3 و5 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في متغير مقدار امتداد الصدوع التاجية.

الباب الخامس: المناقشة

Chapter Fifth: Discussion

5. المناقشة:

1.5. مناقشة فكرة البحث:

على الرغم من اختلاف أنماط التشكيل القنوي، فإن إحدى المشكلات المتعلقة بإجراءات تحضير القناة الجذرية هي تجاوز نتاجات التحضير وسوائل الإرواء إلى النسج ما حول الذروية.

وقد بين Chapman وزملاؤه عام 1968 لأول مرة تجاوز المادة الإنتانية لمنظومة القناة الجذرية أثناء التحضير.

(Tanalp & Gungor, 2014)

لذلك تم التركيز في هذه الدراسة على كمية نتاجات التحضير المتجاوزة إلى النسج ما حول الذروية من جهة والتي تسبب التهاباً فيها والنتاجات المندفعة بالاتجاه التاجي من جهة أخرى؛ حيث أن اندفاع النتاجات تاجياً بشكل أكبر من اندفاعها ذروياً يقلل من تأثيرها السلبي على النسج المحيطة بالمنطقة الذروية، وتمت دراسة تأثير نمط حركة الأنظمة المستخدمة مع أو بدون تأمين انفتاح تاجي مسبق للتحضير بالأنظمة على كمية التجاوز الحاصل من الجهتين.

ولكن في ضوء الحاجة للحصول على شكل قمعي جيد، يتناقص باتجاه الذروة، يكون الحجم المختار لأدوات الانفتاح التاجي المسبق Preflaring (PF) أكبر من حجم المبرد الرئيسي المستخدم أثناء تسليك القناة الجذرية، وبالتالي ينتج عن ذلك مزيدًا من التماس مع الجدار القنوي ومزيداً من الاحتكاك وتركيز الإجهاد. ينتقل هذا الإجهاد من خلال الجذر وقد يؤدي إلى أذية العاج، مما يسبب صدوعاً غير مكتملة والتي قد تتطور إلى كسور جذر عمودية، وهي اختلاط غير مرغوب فيه.

(Borges et al, 2017)

على الرغم من أن العديد من الدراسات قد أظهرت تطور أذيات في العاج بالاشتراك مع إجراءات تحضير القناة الجذرية المختلفة، فقد ركزت دراسة واحدة فقط ل Arslan وزملائه عام 2014 على تأثير استخدام أدوات Preflaring (PF) المختلفة على تكوين الصدوع.

لذلك، فإن من أهداف أبحاث المداواة اللبية هو التغلب على مشكلة تشكل صدع عاجي أثناء التحضير باستخدام الأدوات الآلية. (Soujanya, et al. 2021) وقد ركزت هذه الدراسة على ذلك أيضاً.

2.5. مناقشة مواد وطرائق البحث:

أظهرت الدراسات المخبرية، عدة طرق لتحديد كمية نتاجات التحضير المتجاوزة تاجياً وذروياً؛ وقد تم استخدام طريقة (Myers & Montgomery , 1991) في هذا البحث كونها الأكثر شيوعًا، وبالاعتماد على النموذج التجريبي الخاص بهذه الطريقة، تم إثبات أن كل تقنيات التحضير اليدوية والآلية تسبب تجاوزاً ذروياً للنتاجات. De-Deus et al. 2010, (Capar et al. 2014) عن (Caviedes-Bucheli et al., 2016)

وعند المقارنة بين تقنيات التحضير اليدوية لاحظ الباحثون أن التقنيات التي تعتمد على مبدأ التوسيع التاجي (Coronal flaring) وتقنية (crown down) تسبب تجاوز كمية أقل من نتاجات التحضير. ومع تطور هذه التقنيات وظهور أنظمة التحضير الآلي فقد أجريت العديد من الدراسات لمقارنة هذه الأنظمة مع تقنيات التحضير اليدوية. (سليم والواع، 2015)

وقد تم استخدام أسنان مقلوعة طبيعية في هذه الدراسة وتفضيلها على الأسنان الصناعية البلاستيكية نظراً لأن الأسنان الصناعية قد تنحل المادة الراتنجية فيها وتدخل في النتاجات

بسبب حرارة أدوات التحضير (Kum et al.,2000)، وتم اعتماد مقياس الطيف الضوئي في تقييم نتاجات التحضير المتجاوزة لتجنب تجفيف النتاجات من سائل الإرواء فهذه الطريقة متبعة في اغلب الدراسات وهي تتأثر بالوقت وثبات الرطوبة والحرارة من بيئة التخزين، فلا يمكن التأكد من أن كمية التبخر مماثلة لجميع العينات (Tanalp & Gungor, 2014) وقد تم اختيار النفاذية الضوئية T% –عندما يمر الضوء عبر مادة تمتصه الجزيئات المتواجدة فيها فتقل شدة الضوء النافذ– وإن التفاوت في حجم الضوء النافذ بين العينات يعود إلى أنه كلما زادت نتاجات التحضير انخفضت قيمة النفاذية الضوئية وكلما قلت النتاجات زادت قيمة النفاذية الضوئية أي علاقة عكسية؛ وهذه الطريقة تعمل على تحييد السائل المتواجدة فيه النتاجات وهو الماء المقطر الذي تم استخدامه كسائل إرواء معتمد في هذه الدراسة وتفضيله على السالين (كلوريد الصوديوم 0.9%) نظراً لأنه خالي من الملوثات والمعادن فلا يؤثر على النتائج كما يفضل على هيبوكلوريد الصوديوم نظراً لتأثيره الحال للمواد العضوية وتأثيره القاتل للجراثيم بالإضافة لاحتوائه على الأملاح المعدنية.

(Mohamed et al., 2020)

وسبب مقارنة نظام Mtwo® الدوراني المستمر مع نظام WaveOne® Gold نظراً أن النظامين متشابهين في طريقة التحضير (طريقة التفريش) ويتمتع الاثنين بحافتي قطع لكن يختلفوا في نوع الخليطة المعدنية والقمعية حيث نظام Mtwo® من (خليطة NiTi التقليدية) والقمعية المتشكلة في نهاية التحضير 06 بالإضافة إلى أنه نظام متعدد المبارد (VDW. GmbH, 2015) أما نظام WaveOne® Gold فالخليطة المعدنية له هي الخليطة الذهبية (عبارة عن إجراء عملية حرارية على خليطة M-Wire) والقمعية للمبرد الوحيد الأساسي المستخدم 07 (Webber, 2015). وقد استخدمت سنابل غيتس غلدن GG لإجراء الانفتاح

التاجي المسبق لأن الأنظمة المستخدمة في هذه الدراسة لا تملك أدوات موسِعة لفوهة القناة، بالإضافة لكون GG شائعة الاستخدام ورخيصة الثمن.

(Kosaraju et al., 2020)

وقد استخدم صباغ أزرق الميتيلين مع مجهر الستيريو في معاينة الصدوع المجهرية الحاصلة في الجدران العاجية، حيث وجدت طرق عديدة لكشف الصدوع ولكن استخدام أزرق الميثيلين بالإضافة إلى الفحص المجهري المكبَّر له مصداقية أعلى وفعالية أكبر في كشف الصدوع وتم استخدام تكبير 100X في هذه الدراسة (تكبير 25 للعدسة العينية وتكبير 4 للعدسة الجسمية)؛ بالإضافة إلى أن هذه الطريقة في التقييم منخفضة التكلفة مقارنة مع استخدام أشعة Micro-CT.

(He Y et al., 2020)

وقد تمت دراسة عدد الصدوع المتشكِلة ومقدار امتدادها ضمن الجدار القنوي وفق معيارين: معيار عدد الصدوع ومعيار امتداد الصدوع مع استبعاد خطوط Craze –التي تمتد من السطح الخارجي للجذر إلى السطح الداخلي وقد تكون ذاتية المنشأ– لزيادة دقة البحث مقارنة مع الدراسات التي اعتبرت السن متصدِع في حال وجود صدع واحد على الأقل في أحد المقاطع العرضية الثلاث كما في دراسة Li وزملائه عام 2015.

3.5. مناقشة نتائج البحث:

1.3.5. مناقشة نتائج دراسة نتاجات التحضير المتجاوزة:

ضمن ظروف دراستنا الحالية تم التوصل للنتائج التالية:

* سببت جميع الأنظمة تجاوزاً لنتاجات التحضير ذروياً وتاجياً بفرق دال إحصائياً ($p<0.05$) وكان مقدار التجاوز الذروي في المجموعات من الأقل للأكثر كما يلي: المجموعة 5،3 ، 6، 4، 1، بينما كان مقدار التجاوز التاجي في المجموعات من الأقل للأكثر كما يلي: 3، 6، 5، 1، 4.

* مقدار الدفع الذروي في نظام WaveOne® Gold أكبر منه في نظام Mtwo®.

*مقدار الدفع الذروي لنتاجات التحضير أكبر من كل المجموعات عند استخدام تقنيةCrown Down.

* لا يوجد فرق دال إحصائياً ($p>0,05$) عند استخدام الانفتاح التاجي المسبق للتحضير بنظام WaveOne® Gold في مقدار الدفع الذروي.

* الانفتاح التاجي المسبق زاد من مقدار النتاجات المتجاوزة في نظام Mtwo® تاجياً بشكل ملحوظ.

* مقدار الدفع الذروي أكبر من مقدار الدفع التاجي في نظام WaveOne® Gold عند تأمين الانفتاح التاجي المسبق وفي تقنية Crown Down.

* مقدار الدفع التاجي أكبر من مقدار الدفع الذروي في نظام Mtwo® عند تأمين الانفتاح التاجي المسبق.

- اتفقت دراستنا مع دراسة Nevares وزملاؤه عام 2015 حيث أظهرت أن الأنظمة التناوبية أدت إلى تجاوز النتاجات ذروياً أكثر من النظام الدوراني وأنظمة التحضير

المستخدمة في هذه الدراسة وهي Reciproc (REC)،WaveOne (WO), كأنظمة تناوبية وHyflex CM (HYF) كنظام دوراني.

- كما اتفقت دراستنا مع دراسة Metkari وزملاؤه عام 2020 حيث أوضحت أن النظام الدوراني أنتج كمية أقل من نتاجات التحضير المتجاوزة للمنطقة ما حول الذروية بالمقارنة مع النظام التناوبي والتحضير اليدوي الذي ينتج أكبر كمية من النتاجات المتجاوزة ذروياً، وأنظمة التحضير المستخدمة وهي WaveOne كنظام تناوبي وFlexicon وكنظام دوراني وتقنية step-back للتحضير اليدوي.

- وتتفق دراستنا أيضاً مع دراسة El Sadat وزملاؤه عام 2017 في أن الانفتاح التاجي المسبق لاستخدام نظام التحضير التناوبي لم يؤثر بشكل كبير في مقدار النتاجات المتجاوزة ذروياً بالمقارنة مع عدم استخدام PF لنفس نظام التحضير حيث استخدم مبرد Wave One Primary في تشكيل القناة ومبرد ProTaper SX لعمل الانفتاح التاجي.

- اتفقت دراستنا جزئياً مع دراسة Saberi وزملاؤه عام 2019 حيث أنتج النظام التناوبي مقداراً أكبر من نتاجات التحضير المتجاوزة ذروياً مقارنة بالنظام الدوراني، ولكن اختلفت في أن تقنية Crown Down قد دفعت أقل كمية من النتاجات ذروياً، وقد يعود سبب الاختلاف إلى الأنظمة المستخدمة وهي Reciproc كنظام تناوبي وMtwo وNeoniti كأنظمة دورانية وعدد العينة الذي بلغ 100 سن رحى سفلية بالإضافة إلى طريقة القياس المتبعة بوزن النتاجات مع سائل الإرواء بميزان الكتروني بدقة 0.1 ملغ.

- كما اختلفت نتائج دراستنا مع دراسة Lu وزملاؤه عام 2015 في أن النظام التناوبي Reciproc أنتج تجاوزاً ذروياً وتاجياً لنتاجات التحضير أقل من النظام الدوراني المستمر

وقد يعود سبب الاختلاف إلى أنظمة التحضير المستخدمة وهيWave One (WO) وReciproc كأنظمة تناوبية وBLX وProTaper كأنظمة دورانية حيث نظام Reciproc كما تحدثنا عنه سابقاً يعزز نقل النتاجات نحو الذروة، كما أن القمعية المتغيرة تمنع الإزالة غير الضرورية للعاج، وإن أنظمة WaveOne وBLX و ProTaper ذات مقطع عرضي بثلاث حواف قطع وذروة WaveOne تحتوي على ثلم لتخزين النتاجات مما يقلل من تجاوزها ذروياً والحركة التناوبية تساعد في وضع النتاجات في الأثلام وتوجيهها تاجياً؛ بالإضافة إلى أن طريقة القياس المتبعة في دراسة Lu تعتمد على تخزين نتاجات التحضير المتجاوزة ذروياً والنتاجات المتجاوزة تاجياً في جهاز تجفيف بالطرد المركزي الفراغي؛ وقد تم استخدام السالين كسائل للإرواء وتم القياس بميزان إلكتروني بدقة 0.00001 g لوزن الأنابيب التي تحتوي على النتاجات الجافة الذروية والتاجية وقد يكون لعدد العينة الذي يبلغ 80 سن أمامي وحيد القناة تأثير أيضاً.

- وتختلف دراستنا أيضاً مع دراسة Abou El Nasr & Gawdat عام 2017 في أن النظام التناوبي سبب تجاوزاً ذروياً أقل لنتاجات التحضير من النظام الدوراني حيث استخدمت الدراسة نظام WaveOne Gold (WOG) التناوبي ونظام One Shape الدوراني. وقد يعود سبب الاختلاف إلى أن تجربة البحث قد تمت على أقنية جذرية شديدة الانحناء كما يحتوي مبرد OneShape على مقطع عرضي متغير حيث القسم الذروي له 3 حواف قطع، مع منطقة انتقال 7.5 مم عندما يتغير المقطع العرضي من ثلاث حواف إلى حافتي قطع ولديه زاوية عاملة إيجابية وقمعية ثابتة 6%، حيث قد تساهم كل هذه الميزات في زيادة النتاجات وتجاوزها ذروياً، بالإضافة إلى طريقة القياس المتبعة التي تعتمد على وزن النتاجات بميزان الكتروني بدقة 0.00001غ بعد تجفيف سائل الإرواء.

- كما تختلف مع دراسة Gunes& Yeter عام 2020 في أن الانفتاح التاجي المسبق لم يؤثر على كمية النتاجات المتجاوزة ذروياً في النظام الدوراني بشكل ملحوظ وقد يعزى سبب الاختلاف إلى خصائص الأنظمة الدورانية المستخدمة وهي 2Shape, ProTaper Next, and One Curve؛ واستخدام EndoFlare كفاتح للفوهة (25، 0.12 #)؛ بالإضافة إلى طريقة القياس المتبعة التي تعتمد على وزن النتاجات بميزان الكتروني بدقة 0.00001غ بعد تجفيف سائل الإرواء وقد يكون لعدد العينة الذي يبلغ 104 سن قاطع سفلي تأثير أيضاً.

- وتختلف دراستنا مع دراسة Paradkar وزملاؤه عام 2021 في أن النظام الدوراني ينتج كمية أكثر من نتاجات التحضير المتجاوزة ذروياً من النظام التناوبي والأنظمة المستخدمة ProTaper Next (PTN) و2Shape (TS) كأنظمة دورانية، Reciproc Blue (RB) و WaveOne Gold (WOG) كأنظمة تناوبية وقد يعود سبب الاختلاف إلى أن نظام PTN الذي دفع الكمية الأكبر من النتاجات ذروياً يمتاز بمقطع عرضي مستطيل غير متناظر، مما يعني أن نقطتين فقط منه تلامسان جدار القناة في كل مرة، مع حركة أفعوانية تساعد في زيادة كمية النتاجات المتجاوزة والقمعية الأكبر للأدوات المتواجدة في القسم الذروي بمقدار 3 ملم تؤدي إلى إزالة المزيد من العاج من الثلث الذروي وبالتالي دفع أكبر للنتاجات ذروياً، وأدوات Reciproc Blue خاضعة لمعالجة حرارية زرقاء مما يزيد من مرونتها ومقطع عرضي بشكل حرف S ونظام 2Shape ذو خليطة معدنية معالجة حرارياً ترفع من مقاومة التعب الدوري بنسبة 40 % ومقدرة أعلى على تجاوز انحناء القناة والمقطع العرضي مثلثي الشكل بفعالية قطع جيدة؛ بالإضافة إلى طريقة القياس المتبعة التي تعتمد على وزن النتاجات بميزان الكتروني بدقة 0.00001غ بعد تجفيف سائل الإرواء.

– كما اختلفت مع دراسة Da Silva وزملاؤه عام 2021 في أن نظام ProTaper Universal الدوراني سبب تجاوزاً ذروياً أكبر للنتاجات من نظام TruShape الدوراني وReciproc Blue التناوبي المتساويين في مقدار النتاجات المتجاوزة ذروياً وقد يعزى سبب الاختلاف إلى خصائص أنظمة التحضير المستخدمة حيث أدوات ProTaper Universal تمتاز بقمعية متغيرة متناقصة وفعالية قطع جيدة تسبب إزالة أكبر للعاج واستخدام NaOCl كسائل إرواء بالإضافة إلى طريقة القياس المعتمدة على التصوير المقطعي المحوسب Micro-Ct.

2.3.5. **مناقشة نتائج نسبة التصدعات المجهرية العاجية:**

وضمن ظروف دراستنا الحالية تم التوصل للنتائج التالية:

* لا توجد صدوع في مجموعة الأسنان غير المحضرة.

* ظهر العدد الأكبر للصدوع في نظام WaveOne® Gold المسبق بتأمين انفتاح تاجي.

* يزداد عدد الصدوع عند تطبيق الانفتاح التاجي بشكل مسبق لاستخدام نظام WaveOne® Gold مع وجود فرق دال إحصائياً ($p<0,05$)، ولكنه قلل من امتداد هذه الصدوع مع وجود فرق دال إحصائياً ($p<0,05$) أيضاً.

* امتداد الصدوع أكبر في نظام WaveOne® Gold مقارنة بنظام Mtwo® وخاصة في الثلث الذروي مقارنة بالثلث المتوسط والتاجي.

أما بالنسبة لدراسة الصدوع المجهرية العاجية فقد اتفقت دراستنا مع دراسة Li وزملائه عام 2015 في أن النظام التناوبي يسبب صدوعاً مجهرية عاجية أكثر من النظام الدوراني وذلك

فيما يتعلق بنظام التحضير ProTaper Next فقط، حيث استخدم نظام WaveOne كنظام تناوبي وProTaper Next وProTaper Universal كأنظمة دورانية.

واتفقت جزئياً مع دراسة Borges وزملائه عام 2017 في أن النظام التناوبي WaveOne سبب صدوعاً مجهرية عاجية أكثر من النظام الدوراني، ولكن اختلفت في أن الانفتاح التاجي المسبق يخفف من عدد هذه الصدوع؛ وقد يعود سبب الاختلاف إلى الأنظمة المستخدمة وهي WaveOne وReciproc كأنظمة تناوبية و ProTaper Next [PTN], and ProFile (ProTaper Universal[PTU], [PRF]) كأنظمة دورانية، واستخدمت LA Axxess burs (قياس الذروة 35 والقمعية 0.06) لتأمين الانفتاح التاجي المسبق كما أن تقطيع الجذور تم بفاصل 4 ملم، أما في هذه الدراسة فمقاسات سنابل GG: 2 # قطر (0.7 مم)، و 1# (قطر 0.5 مم)، 3 # (قطر 0.9 مم)، واستخدام صباغ أزرق الميتيلين بنسبة 1%، وقد يكون لعدد العينة الذي يبلغ 195 سن تأثير أيضاً.

واختلفت هذه الدراسة مع دراسة PATHAK وزملاؤه عام 2020 الذي وجد أن WaveOne Gold قد سبب عدداً أقل من الصدوع المجهرية العاجية مقارنة مع الأنظمة الدورانية OneShape وF6 ونظام Reciproc التناوبي، ويعود سبب الاختلاف إلى خصائص أنظمة التحضير المستخدمة؛ بالإضافة إلى أن طريقة معاينة الصدوع اعتمدت على استخدام التكبير بمجهر ستيريو بدون صباغ، وقد يكون لعدد العينة الذي يبلغ 80 سن تأثير أيضاً.

كما اختلفت دراستنا مع دراسة Zan وزملاؤه عام 2022 الذي وجد أن WaveOne Gold وPTG قد سببوا عدداً أقل من الصدوع المجهرية العاجية مقارنة مع الأنظمة OSNG, and K3XF وقد يعزى سبب الاختلاف إلى اختلاف الخلائط المعدنية للأنظمة المستخدمة حيث

تتألف الخليطة المعدنية لنظام K3XF من R-phase أما نظام OSNG فمصنَع من خليطة NiTi wire بشكل تقليدي بينما أنظمة WaveOne Gold وPTG فتم تصنيعهم من الخليطة الذهبية التي تعطي مرونة أعلى وجودة أكبر في التحضير حتى في الأقنية المنحنية وبالتالي إمكانية أقل لتشكل الصدوع؛ بالإضافة لطريقة التقييم التي تعتمد على تقنية التصوير المقطعي المحوسب.

الباب السادس :الاستنتاجات

Chapter Sixth: Conclusion

6. الاستنتاجات:

نستنتج عند دراسة مقدار نتاجات التحضير المتجاوزة ما يلي:

1. تسببت كافة أنماط التشكيل القنوي المستخدمة في هذا البحث بتجاوز لنتاجات التحضير ذروياً وتاجياً.

2. يسبب النظام التناوبي تجاوزاً أكبر لنتاجات التحضير بالاتجاه الذروي والتاجي مقارنة بالنظام الدوراني المستمر.

3. سبب التحضير اليدوي التجاوز الأكبر لنتاجات التحضير بالاتجاه الذروي.

4. يساهم تأمين انفتاح تاجي مسبق في تخفيض كمية النتاجات المتجاوزة تاجياً في النظام التناوبي، ولكنه ساهم أيضا في زيادة مقدار النتاجات المتجاوزة تاجياً في النظام الدوراني المستمر.

نستنتج عند تقييم نسبة التصدعات المجهرية العاجية ما يلي:

1. تسببت كافة أنماط التشكيل القنوي المستخدمة في هذا البحث بتشكل للصدوع المجهرية في جدران الأقنية الجذرية العاجية.

2. يسبب النظام التناوبي صدوعاً مجهرية عاجية أكثر مقارنة بالنظام الدوراني المستمر.

3. تمتد الصدوع في النظام التناوبي لمسافة أكبر ضمن العاج مقارنة بالنظام الدوراني المستمر.

4. يساهم تأمين انفتاح تاجي مسبق للتحضير بالنظام التناوبي في التقليل من امتداد الصدوع.

الباب السابع :التوصيات والمقترحات

Chapter seventh: Recommendations and Suggestions

7. التوصيات والمقترحات:

*** التوصيات:**

1. نوصي باستخدام نظام Mtwo® لضمان تجاوز أقل لنتاجات التحضير ذروياً وتاجياً.
2. نؤكد على الابتعاد عن تقنيات التحضير اليدوي في تشكيل الأقنية الجذرية لتخفيض كمية النتاجات المتجاوزة ذروياً وتاجياً.
3. نوصي باستخدام نظام Mtwo® في تحضير القناة الجذرية للتقليل من تشكل الصدوع المجهرية في الجدران العاجية.
4. نؤكد على تأمين انفتاح تاجي مسبق بـGG لاستخدام نظام التحضير التناوبي WaveOne® Gold للتقليل من امتداد الصدوع المجهرية في العاج.

*** المقترحات:**

1. إجراء دراسة نسيجية تجريبية على حيوان لتحري رد فعل النسج ماحول الذروية الحاصل نتيجة تجاوز نتاجات التحضير ذروياً عند استخدام نظام WaveOne® Gold مقارنة بنظام Mtwo®.
2. إجراء دراسة مخبرية جرثومية لتحري نسبة الجراثيم المتجاوزة ذروياً مع نتاجات التحضير عند استخدام نظام WaveOne® Gold مقارنة بنظام Mtwo® في الحالات مضبوطة العفونة.
3. إجراء دراسة سريرية طويلة الأمد على أسنان شكِلت بالأنظمة الآلية المستخدمة في هذه الدراسة لمراقبة نسبة تطور كسور عمودية فيها.

الملخص:

الهدف من الدراسة:

يهدف البحث إلى تحديد تأثير نمط التشكيل القنوي في مقدار نتاجات التحضير المتجاوزة تاجياً وذروياً ونسبة الصدوع المجهرية المتشكلة في جدران القناة العاجية.

المواد والطرائق: تألفت عينة البحث من 72 سناً وحيدة القناة، تم توحيد طولها ل 20 ملم ووزعت عشوائياً إلى 6 مجموعات متساوية (n= 12) حسب نمط التشكيل القنوي المتبع كالتالي: المجموعة الشاهدة 1 (التحضير اليدوي بتقنية Crown-Down) والمجموعة الشاهدة 2 (الأسنان غير محضرة)، المجموعة 3 (النظام الدوراني Mtwo®)، المجموعة 4 النظام التناوبي (WaveOne® Gold)، المجموعة 5 (GG+ Mtwo®)، المجموعة 6 (GG+ WaveOne® Gold)، وقد تم تصميم جهاز جمع نتاجات التحضير المتجاوزة ذروياً بشكل يدوي؛ أما النتاجات المتجاوزة تاجياً فقد تم جمعها من أداة التحضير وذلك باستخدام أنابيب كيوفيت الخاصة بمقياس الطيف الضوئي الذي استخدم في قياس كمية نتاجات التحضير، بعد ذلك تم إجراء مقاطع عرضية في الأسنان بمسافة 3، 6، 9 ملم من الذروة وصبغها بأزرق الميتيلين لكشف الصدوع المجهرية العاجية المتشكلة. تم إجراء التحاليل الإحصائية باستخدام اختبار تحليل التباين أحادي الاتجاه One Way Anova للعينات المستقلة واختبار Kruskal Wallis Test واختبار Mann-Whitney.

النتائج: سبب نظام (WaveOne® Gold) تجاوزاً للنتاجات ذروياً وتاجياً أكبر من نظام (Mtwo®)، وكان مقدار التجاوز الذروي في المجموعات من الأقل للأكثر كما يلي: المجموعة 3،5 ، 6، 4، 1، بينما كان مقدار التجاوز التاجي في المجموعات من الأقل للأكثر كما يلي: 3، 6، 5، 1، 4، سبب نظام (WaveOne® Gold) صدوعاً عاجية أكثر من نظام (Mtwo®).

الاستنتاجات: سببت جميع أنماط التحضير القنوي تجاوزاً لنتاجات التحضير تاجياً وذروياً، كما أدت إلى تشكيل صدوع مجهرية في الجدران العاجية، وقد سبب النظام التناوبي تجاوزاً للنتاجات ذروياً وتاجياً وصدوعاً مجهرية أكثر من النظام الدوراني المستمر، وإن تأمين الانفتاح التاجي المسبق قد خفض من تجاوز النتاجات تاجياً وذروياً في النظام التناوبي ولكن بدون دلالة إحصائية. الكلمات المفتاحية: النظام التناوبي، النظام الدوراني المستمر، نتاجات التحضير المتجاوزة، الصدوع المجهرية العاجية، الانفتاح التاجي المسبق.

Abstract:

Aim of study: The aim of this study is to determine the effect of root canal shaping type on the amount of coronal and apically extruded debris and the percentage of micro cracks formed in the walls of the dentinal canal.

Materials and methods: The sample consisted of 72 single root canal teeth, the length of which was standardized to 20 mm and randomly distributed into 6 equal groups (n=12) according to the canal shaping type as follows: Group Control 1 (Crown-Down Manual Root Canals Preparation) and Control Group 2 (Unprepared Root Canals), Group 3 (Mtwo®, Rotation System), Group 4 (WaveOne® Gold, Reciprocation System), Group 5 (GG+ Mtwo®), Group 6 (GG+ WaveOne® Gold), The apical debris collector was handcrafted; As for the coronary extruded debris, they were collected from the preparation file by using the Cuvettes tubes of the spectrophotometer that was used to measure the debris density; After that cross-sections were made in the teeth with a distance of 3, 6 and 9 mm from the apex and stained with methylene blue to reveal the dentinal micro cracks.

Statistical analyzes were performed using the One Way Anova test for independent samples, the Kruskal Wallis test, and the Mann-Whitney test.

Results: (WaveOne® Gold) system, caused apical and coronal extrusion of debris more than (Mtwo®) system, and the amount of apical extrusion in the groups from least to most was as follows: Group 3, 5, 4, 6, 1, while the amount of coronal extrusion in the groups from least to most was as follows: Group 3, 6, 5, 1, 4; WaveOne® Gold system caused more dentinal cracks than Mtwo® system. **Conclusions:** All types of canal preparation caused apically and coronary extrusion of the debris, and also led to the formation of micro-cracks in the dentinal walls. The reciprocational system caused apical and coronal extrusion of debris and micro-cracks more than the rotational system. The application of Coronal Preflaring reduced this extrusion, but not significantly.

Key Words: The reciprocational system, The continuous rotational system, Extruded debris, Dentinal micro cracks, Coronal Preflaring.

الباب الثامن: قائمة المراجع

Chapter Eight: List of References

المراجع العربية:

1- ب ع سليم، و ع م الواع. (2015). دراسة مخبرية مقارنة لكمية نواتج تحضير النظام القنيوي الجذري المندفعة خارج الذروة باستخدام تقنيات تحضير مختلفة. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، صفحة 7(3).

2- ح الحلبية. (2018). مداواة الأسنان اللبية 1. حماه: جامعة حماه.

3- ع ب اللاذقاني. (2014). تقييم فعالية التحضير الآلي للقناة الجذرية وفقًا للحركة الدورانية أوالتبادلية.".

English References:

AAE. (2016). *Glossary of Endodontic Terms.*

Abou El Nasr, H. M., & Gawdat, S. I. (2017, 7). DEBRIS EXTRUSION FROM SEVERELY CURVED ROOT CANALS AFTER INSTRUMENTATION WITH WAVEONE GOLD OR ONESHAPE SINGLE FILES. *EGYPTIAN DENTAL JOURNAL*, p. 2887:2893.

Abou El Nasr,, H. M., & Abd El Kader, K. G. (2014). "Dentinal damage and fracture resistance of oval roots prepared with single-file systems using different kinematics. *J Endod*, pp. 849-851.

Algarni, Y. A., Elshinawy, M. I., Nahi, Z. A., Algarni, A. S., & Alghamdi, N. S. (2019). Comparative Evaluation of Root Dentin Integrity after Root Canal Preparation with Rotary File Systems of Different Ni-Ti Alloys. *An official publication of Enugu State NMA Annals of Medical and Health Sciences Research*.

Ali, M., Ahmed, M. A., Syed, A. U., Jamil, A., Khan, S. P., AlMokhatieb, A. A., . . . et al. (2022). Quantitative Evaluation of Apically Extruded Debris of Root Canal Dentin Layer withWaveOne, ProTaper Next, ProTaper Gold Rotary File Systems. *MDPI*, pp. 12, 451, 1-10.

Al-Omari, M., & Dummer, P. (1995). Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod*, p. 21(3): 154.

Altundasar, E., Nagas, E., Uyanik, O., & Serper, A. (2011). Debris and irrigant extrusion potential of 2 rotary systems and irrigation needles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, pp. e31–5.

Alves, F., Paiva, P. L., Marceliano-Alves, M., Cabreira, L. J., Lima, K. C., Siqueira,, J. F., & et al. (2018). Bacteria and hard tissue debris extrusion and intracanal bacterial reduction promoted by XP-endo Shaper and Reciproc Instruments. *Journal of Endodontics,*, pp. 44, 1173–1178.

Arslan, H., Doganay, E., Alsancak, M., Çapar, I. D., Karatas, E., & Gündüz, H. A. (2016, 3 49). Comparison of apically extruded debris after root canal instrumentation using Reciproc instruments with various kinematics. *Int Endod J.*, pp. 307-10.

Arslan, H., Karataş, E., Capar, I. D., Özsu, D., & Doğanay, E. (2014, 10). Effect of ProTaper Universal, Endoflare, Revo-S, HyFlex Coronal Flaring Instruments, and Gates Glidden Drills on Crack Formation. *Journal of Endodontics*, pp. 1681-1683.

Aydin, U., Zer, Y., Golge, M. Z., Karabulut, E. K., Culha, E., & Karataslioglu, E. (2017). Apical extrusion of Enterococcus faecalis in different canal geometries during the use of nickel titanium systems with different motion types. *Journal of Dental Sciences*, pp. 12, 1–6.

Aydın, Z. U., Keskin, N. B., & Özyürek, T. (2019, 16 1). *Effect of Reciproc blue, XP-endo shaper, and WaveOne gold instruments on dentinal microcrack formation: A micro-computed tomographic evaluation*. Retrieved from Wiley Periodicals, Inc.

Berman,, L. H., Hargreaves, K. M., & Rotstein, I. (2021). *Cohen's Pathways of the Pulp:12th edition.* ELSEVIER.

Berutti, E., Chiandussi, G., Paolino, D. S., Scotti, N., Cantatore, G., Castellucci , A., & Pasqualini, D. (2012). Canal shaping with

WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. *J Endod*, pp. 505-509.

Bier, C. A., Shemesh, M., Tanomaru-Filho, P. R., Wesselink, & Wu, M. K. (2009). The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. *J Endod*, pp. 236-238.

Borges, A. H., Pereira, T. M., Miranda-Pedro, F. L., & Guedes, O. A. (2017, 11). Influence of Cervical Preflaring on the Incidence of Root Dentin Defects. *American Association of Endodontists.*

Burklein, s., Hinschitza, k., Dammaschke, t., & Schafer, e. (2012). "Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper.". *Int Endod J*, pp. 449-461.

Bürklein, S., & Schäfer, E. (2012). Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod,*, pp. 38(6): 850-2.

Capar, I. D., Arslan, H., Akcay, M., & Ertas, H. (2014). An in vitro comparison of apically extruded debris and instrumentation times with ProTaper universal, ProTaper next, twisted file adaptive, and HyFlex instruments. *Journal of Endodontics*, pp. 40, 1638–41.

Castellucci, A. (2005). *Endodontics, Il Tridente*.

Caviedes-Bucheli, J., Castellanos, F., Vasquez, N., Ulate, E., & Munoz, H. R. (2016). The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its

biological relationship with review and meta-analysissymptomatic apical periodontitis. A systematic. *International Endodontic Journal*, pp. 255–270.

Chapman, C. E., Collee, J. G., & Beagrie, G. S. (1968, 12). A preliminary report on the relation between apical infection and instrumentation in endodontics. *Journal of the British Endodontic Society*, pp. 7–11.

Charara, K. F. (2016). Assessment of apical extrusion during root canal irrigation with the novel GentleWave system in a simulated apical environment. *Journal of Endodontics,* , pp. 42, 135–139.

Charles, T. J., & Charles, J. E. (1998, 3 31). The 'balanced force' concept for instrumentation of curved canals revisited. *Int Endod J*, pp. 166-172.

Chugal, N., & LIN, L. M. (2016). Endodontic Prognosis: Clinical Guide for Optimal Treatment Outcome. Springer International Publishing.

Coelho, M. S., & Tawil, P. Z. (2016). Light-emitting Diode Assessment of Dentinal Defects after Root Canal Preparation with Profile, TRUShape, and WaveOne Gold Systems. *JOE* , pp. 1-4.

Da Silva, E. J., de Moura, S. G., Lima, C. O., Barboda, A., Misael, W. F., Lacerda, M. F., & et al. (2021). Shaping ability and apical debris extrusion after root canal preparation with rotary or reciprocating instruments: A micro-CT study. *Restorative Dentistry and Endodontics*, pp. 46, e16.

DENTSPLY Tulsa Dental Specialties. (2017). WaveOne® Gold Surf the canal with confidence. www.DentsplySirona.com.

DE MARTINS, G. R., CARVALHO, C. A., VALERA, M. C., DE OLIVEIRA, L. D., BUSO, L., & CARVALHO, A. S. (2009). Sealing ability of castor oil polymer as a root-end filling material. *J Appl Oral Sci,*, pp. 220-3.

De-Deus, G., Brandao, M. C., Barino, B., Di Giorgi, K., Fidel, R. A., & Luna, A. S. (2010). "Assessment of apically extruded debris produced by the single-file ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, pp. 390-394.

De-Deus, G., Marins, J., de Almeida Neves, A., Reis, C., & et al. (2014). Assessing accumulated hard-tissue debris using micro-computed tomography and free software for image processing and analysis. *J Endod*, pp. 40(2): 271-6.

DE-DEUS, G., SILVA, E. J., VIEIRA, V. T., BELLADONNA, F. G., ELIAS, C. N., PLOTINO, G., & GRANDE, N. M. (2017). Blue Thermomechanical Treatment Optimizes Fatigue Resistance and Flexibility of the Reciproc Files. *J Endod*, pp. 462-466.

Del Fabbro M, A. K.-K. (2018, 1 18). In vivo and in vitro effectiveness of rotary nickel-titanium vs manual stainless steel instruments for root canal therapy: Systematic review and meta-analysis. *J Evid Based Dent Pract.*, pp. 59-69.

El Sadat,, M. M., Refai, A. S., & Islam, T. M. (2017, 7). EFFECT OF DIFFERENT RECIPROCATING RANGES ON AMOUNT OF APICALLY EXTRUDED DEBRIS APPLYING A SINGLE-FILE RECIPROCATING INSTRUMENT. *Al-Azhar Journal of Dental Science*, pp. 253-259.

Fairbourn, D. R., McWalter, G. M., & Montgomery, S. (1987). The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *Journal of Endodontics*, pp. 13, 102–108.

Frater, M., Jakab, A., Braunitzer, G., Toth, Z., & Nagy, K. (2020, 9 9). The potential effect of instrumentation with different nickel titanium rotary systems on dentinal crack formation—An in vitro study. *PLOS ONE*, pp. 1-11.

Gavini, G., Caldeira, C. L., Akisue, E., Candeiro, G. T., & Kawakami, D. A. (2012). "Resistance to flexural fatigue of Reciproc R25 files under continuous rotation and reciprocating movement. *J Endod*, pp. 684-687.

Giovarruscio, M. (2016). *Coronal Preflaring.* Retrieved from Styleitaliyno Endo SRL.

Gulabivala , K., & Ng, Y. L. (2015). Non-surgical root-canal treatment. Pocket dentistry.

Gummadi,, A., Panchajanya, S., Ashwathnarayana, S., Santhosh, L., Jaykumar, T., & Shetty, A. (2019). Apical extrusion of debris following the use of single-file rotary/reciprocating systems, combined with syringe or ultrasonically-facilitated canal irrigation. *Journal of Conservative Dentistry,*, pp. 22, 351–355.

Gunes , B., & Yeter, Y. (2018). Effects of different glide path files on apical debris extrusion in curved root canals. *J Endod*, pp. 44(7): 1191-4.

Gutmann, J. L., & Lovdahl, P. E. (2011). *Problem solving in endodontics : prevention, identification, and management,5th ed.* Elsevier Mosby.

HANDYSIDES, R. (2011). Loma Linda University Dentistry.

Harandi, A., Mirzaeerad, S., Mehrabani, M., Mahmoudi, E., & Bijani, A. (2017). Incidence of Dentinal Crack after Root Canal Preparation by ProTaper Universal, Neolix and SafeSider Systems. *IEJ Iranian Endodontic Journal* , pp. 12(4): 432-438.

Hargreaves, K. M., Cohen, S., & Berman, L. H. (2006). *COHEN'S PATHWAYS OF THE PULP, Tenth Edition.* Elsevier .

Hargreaves, K. M., Cohen, S., & Berman, L. H. (2011). *COHEN'S PATHWAYS OF THE PULP, Tenth Edition.* Elsevier Mosby.

Hargreves, K. M., Berman, L. H., & Rotstein, I. (2016). COHEN'S PATHWAYS OF THE PULP, Eleventh Edition. *Elsevier*.

Hassoon, S. N. (2022, 3 15). Assessment of Apically Extruded Debris after Using Different Endodontic Instrumentation systems. *Al-Rafidain Dental Journal,*, pp. 22, 1, 2022 (113-123).

He, Y., Feng, Q., Jiang, Q., Zhang, W., Yang, X., & Chen, Z. (2020). *Evaluate four different ways in diagnosing tooth cracks.* Retrieved from research square.

Helvacioglu-Yigit D, A. S. (2015). Evaluation of dentinal defect formation after root canal preparation with two reciprocating systems and hand instruments: an in vitro study. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, pp. 368-373.

Hin E, W. M. (2013, 2). Effects of Self-Adjusting File, Mtwo, and ProTaper on the Root Canal Wall. *JOE*, pp. 262-264.

Hofheinz, H. R. (1892). Immediate root-filling,. *Dent Cosmos*, pp. 34:182-186.

Jale, T. (2022). A critical analysis of research methods and experimental models to study apical extrusion of debris and irrigants. *Int Endod J.*, pp. 55(1):153–177.

KERSTEN, H. W., & MOORER,, W. R. (1989). Particles and molecules in endodontic leakage. *Int Endod J*, pp. 118-24.

Khoshbin, E., Donyavi, Z., Atibeh, E. A., Roshanaei, G., & Amani, F. (2018, 2 13). The Effect of Canal Preparation with Four Different Rotary Systems on Formation of Dentinal Cracks: An In Vitro Evaluation. *IEJ Iranian Endodontic Journal*, pp. 163-168.

Kim, H. C., Kwak, S. W., Cheung, G. S., Ko, D. H., Chung, S. M., & Lee, W. (2012). Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *J Endod*, pp. 541-544.

Kim, H. C., Lee, M. H., Yum, J., Versluis, A., Lee, C. J., & Kim, B. M. (2010). Potential relationship between design of nickel-titanium rotary instruments and vertical root fracture. *J Endod*, pp. 36:1195-9.

Kivanc, B. H., Arisu, H. D., Yanar, N. O., Silah, H. M., Inam,, R., & Gorgul, G. (2015). Apical extrusion of sodium hypochlorite activated with two laser systems and ultrasonics: a spectrophotometric analysis. *BMC Oral Health,*, pp. 15, 71.

Koçak, S., Koçak, M. M., & Sağlam, B. C. (2013, 5 13). Efficiency of 2 electronic apex locators on working length determination: A clinical study. *J Conserv Dent*, pp. 16(3):229-32.

Kosaraju, D., Bolla, N., Garlapati, R. D., & Surapaneni, S. (2020, 3 6). Effect of coronal flaring on apical extrusion of debris using rotary and reciprocating single file systems: An in vitro study. *International Journal of Applied Dental Sciences 2020; 6(3): 307-313*, pp. 307-313.

Kum, k., Spangberg, L., Cha, B. Y., Il-Young,, J., & Seung-Jong,. (2000). Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *Journal of Endodontics*, pp. 716–723.

Kyomen, S. M., Caputo, A. A., & White, S. N. (1994, 7 20). Critical analysis of the balanced force technique in endodontics. *J Endod*, pp. 332-337.

Lambrianidis, T., Tosounidou, E., & Tzoanopoulou , M. (2001, 11 27). The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion. *J Endod.*, pp. 696-8.

Li, S.-h., Lu, Y., Song, D., Zhou, X., Zheng, Q.-h., Gao, Y., & Huang, D.-m. (2015, 11). Occurrence of Dentinal Microcracks in Severely Curved Root Canals with ProTaper Universal, WaveOne, and ProTaper Next File Systems. *JOE*, pp. 1875-1879.

Lu, Y., Chen, M., Qiao, F., & Wu, L. (2015). Comparison of apical and coronal extrusions using reciprocating and rotary instrumentation systems. *BMC Oral Health*, p. 15: 92.

Machado, M. E., Nabeshima, C. K., Leonardo,, M. F., Reis, F. A., Britto, M. L., & Cai, S. (2013). "Influence of reciprocating single-file and rotary instrumentation on bacterial reduction on infected root canals. *Int Endod J*, pp. 1083-1087.

Madhusudhana, K., Mathew, V. B., & Reddy, N. M. (2010, 1). Apical extrusion of debris and irrigants using hand and three rotary instrumentation systems– An in vitro study. *Contemporary Clinical Dentistry*, pp. (1)4, 234-2.

Malentacca,, A., Uccioli, U., Zangari, D., Lajolo, C., & Fabiani, C. (2012). Efficacy and safety of various active irrigation devices when used with either positive or negative pressure: An in vitro Study. *Journal of Endodontics,*, pp. 38, 1622–1626.

MANI® . (2012). *Catalogue Download.* Retrieved from MANI®.INC.

Marzouk, A. M., & Ghoneim, A. G. (2013). Computed tomographic evaluation of canal shape instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium systems. *J Endod*, pp. 906-909.

McKendry, D. J. (1990). Comparison of balanced forces, endosonic, and step-back filing instrumentation techniques: quantification of extruded apical debris. *J Endod*, pp. 16(1): 24-7.

Metkari, S., Rao, D., & Banga, K. S. (2020). Comparative evaluation of apical extrusion of debris and irrigating solution during hand, rotary and reciprocating instrumentations: an ex vivo study. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, pp. 6755-6765.

Mitchell, M., & Booth, K. (2012). *Dental Instruments: A Pocket Guide to Identification* (second edition ed.). Lippincott Williams & Wilkins,.

Mitchell, R. B. (2011). Apical extrusion of sodium hypochlorite using different root canal irrigation systems. *Journal of Endodontics*, pp. 37, 1677–1681.

Mitchell, R. P., Yang,, S., & Baumgartner, J. C. (2010). Comparison of apical extrusion of NaOCl using the EndoVac or needle irrigation of root canals. *Journal of Endodontics,*, pp. , 36, 338–341.

Mohamed, Y. A., Khalefa, M. M., & Bastawy, H. A. (2020). Influence of Coronal Preflaring on Apical Extrusion of Debris during Root Canal Preparation Using Two Reciprocating Single-File Systems. *ADJ-for Grils*, p. 143:152.

Myers, G. L., & Montgomery, S. (1991, 6 17). "A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques''. *J Endod*, pp. 275-279.

Neelakantan, P., & Sharma, S. (2015, 9 19). Pain after single-visit root canal treatment with two single-file systems based on different kinematics - a prospective randomized multicenter clinical study. *Clin Oral Investig.*, pp. 2211-7.

Nevares, G., Xavier, F., Gominho, L., Cavalcanti, F., Cassimiro, M., Romeiro, K., . . . Queiroz, G. (2015, 9). Apical Extrusion of Debris Produced during Continuous Rotating and Reciprocating Motion. *Hindawi Publishing Corporation The Scientific World Journal*, pp. 1-5.

Onnink, P. A., Davis , R. D., & Wayman, B. E. (1994). "An in vitro comparison of incomplete root fractures associated with three obturation techniques. *J Endod*, pp. 32-37.

Paradkar, S., Saha, S. G., Bhardwaj,, A., Saha, M. K., Goyal, K., & Verma, R. (2021, 7 6). A comparative evaluation of apical extrusion of debris during endodontic instrumentation with continuous rotation and reciprocating motion: An in vitro study. *Endodontology | Published by Wolters Kluwer - Medknow*, pp. 181-186.

PATHAK, V. K., JAIN, K., SHARMA, A., & SINGH, K. (2020). Comparative evaluation of dentinal crack after using reciprocating and continuous single file systems: An invitro study. *University Journal of Dental Sciences.*, pp. 22-26.

Pedrinha, V. F., da Silva Brandão,, J. M., Pessoa, O. F., & Rodrigues*, P. d. (2018, 12). Influence of File Motion on Shaping, Apical Debris Extrusion and Dentinal Defects: A Critical Review. *The Open Dentistry Journal*, pp. 189-201.

Pedulla, E., Grande, N. M., Plotino, G., Gambarini, G., & Rapisarda, E. (2013). "Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. *J Endod*, pp. 258-261.

PEREZ-HIGUERAS, J. J. (2013). Cyclic fatigue resistance of K3, K3XF, and twisted file nickel-titanium files under continuous rotation or reciprocating motion. *J Endod*.

Peters, O. A. (2004, 8 30). Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *Journal of endodontics.*, pp. 559-67.

Peters, O. A., & Paqué, F. (2010). Current developments in rotary root canal instrument technology and clinical use: A review. *Quintessence International*.

Peters, O. A., Ana, A., & Shabahang, S. (2021). Cleaning and Shaping: Smear Layer Management. In M. Torabinejad, *Endodontics: Principles and Practice* (pp. 297-326). ELSEVIER: ScienceDirect.

Peters, O. A., De Azevedo Bahia, M. G., & Pereira, E. S. (2017). Contemporary Root Canal Preparation: Innovations in Biomechanics. *Dent Clin North Am*, pp. 37-58.

Predin Djuric, N., van der Vyver, P. J., Vorster , M., & Vally, Z. (2021, February). Factors influencing apical debris extrusion during endodontic treatment - A review of the literature. *SADJ*, pp. p28 - p36.

Psimma, Z., Boutsioukis, C., Vasiliadis, L., & Kastrinakis, E. (2013a). A new method for real-time quantification of irrigant extrusion during root canal irrigation ex vivo. *International Endodontic Journal,*, pp. 46, 619–631.

Rakh, S., Nanda, Z., Joseph, J., & SR, S. (2019, 10). Comparison of the amount of Debris Extrusion using two rotary files and reciprocating file system. *Journal of Applied Dental and Medical Sciences*, pp. 2454-2288.

Roane, J. B., Sabala, C. L., Duncanson, M. G., & Jr. (1985, 5 11). "The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals''. *J Endod*, pp. 203-211.

Rodríguez-Figueroa, C., McClanahan, S. B., & Bowles, W. R. (2014). Spectrophotometric determination of irrigant extrusion using passive ultrasonic irrigation, EndoActivator, or syringe irrigation. *Journal of Endodontics*, pp. 40, 1622–1626.

Rotstein, I., & Ingle, J. I. (2019). *Ingle's Endodontics 7:Preparation of the Coronal and Radicular Spaces* (2019 ed.). PMPH-USA, Ltd.

Ruiz-Hubard, E. E., Gutmann, J. L., & Wagner, M. J. (1987, 12 13). A quantitative assessment of canal debris forced periapically during root canal instrumentation using two different techniques. *J Endod.*, pp. 554-8.

Saberi, E. A., Ebrahimipour, S., & Saberi, M. (2019, 1 15). Apical Debris Extrusion with Conventional Rotary and Reciprocating Instruments. *IEJ Iranian Endodontic Journal* , pp. 38-43.

Salloum, S., Torbey, C., Bassam , S., & Dib, C. (2018, 3 9). Reciprocal and continuous rotation is two sides of the same coin. *J Dent Health Oral Disord Ther.*

Salzgeber, R. M., & Brilliant, J. D. (1977). An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *Journal of Endodontics*, pp. 3, 394–398.

Sathorn, C. P., & Messer, H. H. (2005). "Acomparison of the effects of two canal preparation techniques on root fracturesusceptibility and fracture pattern. *J Endod*, pp. 283-287.

Sattapan B, P. J., & Messer, H. H. (2000). Torque during canal instrumentation using rotary nickel-titanium files. *J Endod*.

Schafer, E., & Olthoff, G. (2002). Effect of three different sealers on the sealing ability of both thermafil obturators and cold laterally compacted Gutta-Percha. *J Endod*, pp. 638-42.

Schafer, E., Diez, C., Hoppe, W., & Tepel, J. (2002, 3 28). "Roentgenographic investigation of frequency and degree of canal curvatures in human permanent teeth.". *J Endod*, pp. 211-216.

Sibel Koçak, M. M. (2013). Efficiency of 2 electronic apex locators on working length determination: A clinical study. *J Conserv Dent*.

Sotokawa, T. (1998, 2 14). An analysis of clinical breakage of root canal instruments. *J Endod*, pp. 75-82.

Soujanya, E., Verma, N., Kaushik, M., Nagamaheshwari, X., Mehra, N., & Prasad, L. K. (2021, 7 28). Effect of three different rotary file systems on dentinal crack formation – A stereomicroscopic analysis. *Endodontology*, pp. 220-224.

Southard, D. W. (1987). Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. *J Endod*, pp. 479-89.

Stephen Weeks, D., & Bahcal, J. (2017). Continuous or Reciprocating Endodontic Rotary Files Evidence-Based Clinical Considerations.

Sun, C., Sun, J., Tan, M., Hu, B., & et al. (2018, 6 24). Pain after root canal treatment with different instruments: A systematic review and meta-analysis. *Oral Dis.*, pp. 908-19.

Tanalp, J., & Gu¨ ngo¨ r, T. (2014). Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *International Endodontic Journal*, pp. 211–221.

Thermo Electron Corporation. (2004). Thermo Electron Scientific Instruments Corp. Madison, WI USA.

Tinaz, A. C., Alacam, T., Uzun, O., Maden, M., & et al. (2005, 7 31). The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *J Endod.*, pp. 533-5.

Tinoco, J. M., De-Deus, G., Tinoco, E. M., Saavedra, F., Fidel, R. A., & Sassone, L. M. (2014). Apical extrusion of bacteria when using reciprocating single-file and rotary multifile instrumentation systems. *International Endodontic Journal*, pp. 47, 560–566.

Torabinejad, M., & Walton,, R. E. (2009). *ENDODONTICS: PRINCIPLES AND PRACTICE.* Elsevier Inc.

Topçuog-lu , H. S., Düzgün, S., Akpek, F., Topçuog-lu, G., & et al. (2016). Influence of a glide path on apical extrusion of debris during canal preparation using single-file systems in curved canals. *Int Endod J*, pp. 49(6): 599-603.

Topcuoglu, H. S., Ustun, Y., Akpek, F., Akti, A., & Topcuoglu, G. (2016a, 49). Effect of coronal flaring on apical extrusion of debris during root canal instrumentation using single-file systems. *International Endodontic Journal*, pp. 884–889.

Tronstad, L. (2009). Clinical endodontics : a textbook,3rd rev. ed. Georg Thieme Verlag.

Tüfenkçi, P., Yılmaz, K., & Adigüzel, M. (2020, 8). Effects of the endodontic access cavity on apical debris extrusion during root canal preparation using different single-file systems. *Restor Dent Endod.*, pp. 45(3),7658-8.

van der Vyver, P. J. (2014). Reciprocating instruments in endodontics: a review of the literature. *Sadj*, pp. 404-409.

Varela-Patiňo, p., Martin Biedma, B., Rodriguez, N., Cantatore, G., Malentaca, A., & R, P. M. (2008). Fracture rate of nickel-titanium instruments using continuous versus alternating rotation.". *Endodontic Practice Today.*

VDW.GmbH. (2015). *Root Canal Preparation with Mtwo®*.

VERISSIMO, D. M., & DO VALE, M. S. (2006). Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. *J Oral Sc*, pp. 93-8.

Webber, J. (2015, 11 3). Shaping canals with confidence: WaveOne GOLD single-file reciprocating system. *INTERNATIONAL DENTISTRY – AFRICAN EDITION*, pp. 6-17.

XAVIER, F., NEVARES, G., ROMEIRO, M. K., GONCALVES, K., GOMINHO, L., & ALBUQUERQUE, D. (2015). Apical extrusion of debris from root canals using reciprocating files associated with two irrigation systems. *Int Endod J*, pp. 48, 661-5.

YARED, G. (2008). Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J*, pp. 41 ,339-44.

Yeter, K., & Gunes, B. (2020, 4 4). The effect of cervical preflaring on the apical debris extrusion of single or multiple rotary Ni-Ti files. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, p. 510.

Yoo, Y. S., & Cho, Y. B. (2012). A comparison of the shaping ability of reciprocating NiTi instruments in simulated curved canals. *Restor Dent Endod*, pp. 220-227.

Zan, R. T. (2016). Apical extrusion of intracanal biofilm using ProTaper Gold, WaveOne Gold, Twisted File Adaptive, OneShape New Generation and K3XF. *European Endodontic Journa*, pp. 17, 1–6.

Zan, R., Altunbaş, D., Hubbezoğlu, İ., Topçuoğlu, H. S., & Cengiz, G. K. (2022, 6 4). Micro-Computed Tomographic Evaluation of Dentinal Cracks Caused by Various Recent File Systems. *Cumhuriyet Dental Journal*, pp. 117-124.

Syrian Arab Republic
University of Hama
Faculty of Dentistry
Department of Endodontics
& Restorative Dentistry

Effect of Root Canal Shaping Type on the Amount of Coronal and Apically Extruded Debris and Microscopic Cracks of the Dentinal Walls

(In-Vitro Study)□

Scientific Research to Acquire the Master Degree in Endodontic & Restorative Dentistry

Prepared by Researcher

Mahasen Abd Alrahman Albakri Ghannameh

D.D.S. Postgraduate Student

Supervised By

Prof. Dr. Hassan Al-Halabiah

Professor in Department of Endodontics & Restorative Dentistry

Head of Endodontic & Restorative Department

Faculty of Dentistry- Hama University

2023-1444