

مداواة الأسنان اللبية - ١ -

سعر المبيع للطالب ( )

مطبعة جامعة حماه

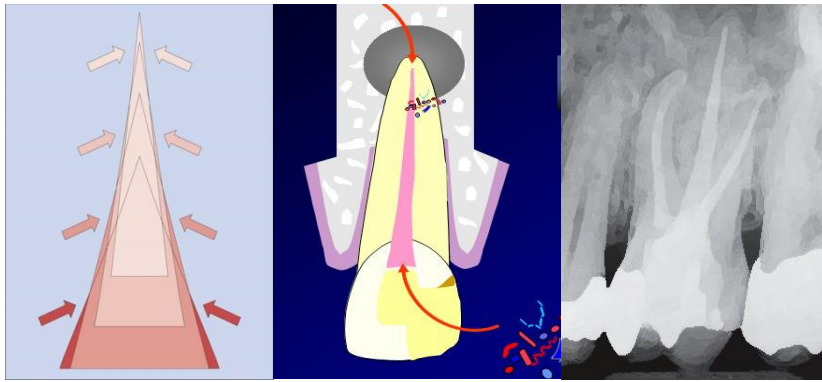


منشورات جامعة حماه

كلية طب الأسنان

## مداواة الأسنان اللبية - ١ -

المجلد الثاني



تأليف

الدكتور حسان الحلبيّة

أستاذ مساعد - رئيس قسم مداواة الأسنان

عميد كلية طب الأسنان

الدكتورة ختام المعراوي

أستاذ مساعد في قسم مداواة الأسنان

النائب الإداري في كلية الصيدلة

مديرية الكتب والمطبوعات بجامعة حماه

٢٠١٧ - ٢٠١٨

لطلاب السنة الرابعة

كلية طب الأسنان





## فهرس المحتويات

د.حسان الحلبيّة

مقدمة الكتاب 9

د.حسان الحلبيّة

١- الفصل الأول: تشريح منظومة القناة اللبية الجذرية 11

- المقدمة 12
- المعالم التشريحية لمنظومة القناة اللبية الجذرية 12
- أنماط التشريح القنوي الجذري 15
- خصائص منظومة القناة اللبية الجذرية 18
- الحالات الخاصة لتشريح منظومة القناة اللبية الجذرية 29
- الخاتمة 34

د.حسان الحلبيّة

٢- الفصل الثاني: حفر الوصول اللبية 35

- المقدمة 36
- أهداف تصميم وتشكيل حفر الوصول اللبية 37
- أدوات تشكيل حفرة الوصول اللبية 38
- الاعتبارات الخاصة بتشكيل حفرة الوصول اللبية 41
- المراحل الرئيسة لتشكيل حفرة الوصول اللبية 46
- تصاميم حفر الوصول اللبية للأسنان العلوية 56
- تصاميم حفر الوصول اللبية للأسنان السفلية 74
- الحالات الخاصة لحفر الوصول اللبية 95
- أخطاء واختلاطات تصميم حفر الوصول اللبية 102
- الخاتمة 110

د.حسان الحلبيّة

٣- الفصل الثالث: أدوات التحضير القنوي اليدوي 111

- المقدمة 112

- توحيد معايير الأدوات اللبية القياسية - ISO Norms 112
- الخصائص الشكلية لتصاميم أدوات التحضير القنوي 117
- الخصائص البنيوية للخلائط المعدنية لأدوات التحضير القنوي 123
- أنواع أدوات التحضير القنوي اليدوي 131
- أنماط حركات التحضير القنوي الخاصة بالأدوات اليدوية 139
- الخاتمة 142

#### ٤- الفصل الرابع: تنظيف وتشكيل منظومة القناة اللبية الجذرية 143 د.حسان الحلبي

- المقدمة 144
- المتطلبات الأساسية للتنظيف والتشكيل القنوي 144
- الأهداف الرئيسة للتنظيف والتشكيل القنوي 145
- المبادئ العامة للتنظيف والتشكيل القنوي 147
- القواعد الناظمة للتنظيف والتشكيل القنوي 151
- المراحل المتسلسلة للتنظيف والتشكيل القنوي 152
- تقنيات التحضير اليدوي لمنظومة القناة الجذرية 173
- تحضير الأقنية الصعبة 186
- الخاتمة 189

#### ٥- الفصل الخامس: التحضير الآلي لمنظومة القناة الجذرية 191 د.حسان الحلبي

- مقدمة 192
- أدوات الدخول والتوسيع والانفتاح التاجي لمنظومة القناة الجذرية 193
- الخصائص العامة للتحضير الآلي لمنظومة القناة الجذرية 198
- استراتيجيات التحضير الآلي لمنظومة القناة الجذرية 202
- أنظمة التحضير الآلي لمنظومة القناة الجذرية 207
- مصادر الحركة لأنظمة التحضير الآلي لمنظومة القناة الجذرية 248
- معايير جودة تنظيف وتشكيل منظومة القناة الجذرية 250

- الخاتمة 253

## ٦- الفصل السادس: أخطاء واختلاطات تنظيف وتشكيل منظومة القناة اللبية الجذرية 255

- المقدمة 256 د.حسان الحلبيّة

- تلون تاج السن 257

- التهاب الرباط - الألم التالي للتحضير القنوي 259

- التجاوز الذروي العنيف لسوائل الإرواء - هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) 261

- عدم معالجة كامل عدد الأقنية الجذرية 264

- فقدان الطول العامل للقناة الجذرية - انسداد القناة الجذرية 269

- تشكل الدرجة - نقطة الاصطدام الجذرية 273

- الانتقابات - تشكل الأقنية الكاذبة 280

- انتقال القناة - فقدان مركزية القناة الجذرية 288

- انزياح الثقبة الذروية - تغيير معالم النهاية الذروية 290

- الانتقاب الذروي - التجاوز الذروي 293

- انفصال - انكسار الأدوات اللبية 296

- الخاتمة 320

## ٧- الفصل السابع: حشو منظومة القناة اللبية الجذرية 321 د.حسان الحلبيّة

- المقدمة 322

- توقيت حشو منظومة القناة الجذرية 325

- معايير صلاحية منظومة القناة الجذرية المحضّرة للحشو 328

- خصائص الفراغ المحضر لاستقبال حشوة منظومة القناة الجذرية 329

- مواد حشو منظومة القناة الجذرية 335

- تقنيات وطرائق حشو منظومة القناة الجذرية 366

- الخاتمة 400

## ٨- الفصل الثامن: العوامل المؤثرة في إنذار المعالجة اللبية 401 د.حسان الحلبيّة

- المقدمة 402

- دور الختم التاجي والترميم النهائي في حشو منظومة القناة الجذرية 402

- ردود فعل العضوية التالي لحشو منظومة القناة الجذرية 404

- تأثير الجراثيم والتسرب المجهرى في إنذار المعالجة اللبية 406

- أخطاء حشو منظومة القناة الجذرية واختلاطاتها 409

- الخاتمة 433

المصطلحات الأجنبية 435 د.حسان الحلبيّة

المراجع 443 د.حسان الحلبيّة

## مقدمة الكتاب

بعد مرور سنوات عديدة من التدريس والبحث العلمي والإشراف على طلاب الدراسات العليا والممارسة والمراقبة السريرية لمختلف حالات مداواة الأسنان اللبية، آن الأوان لظهور أول كتاب جامعي متخصص في مداواة الأسنان اللبية في كلية طب الأسنان بجامعة حمّاه.

طراً على مداواة الأسنان اللبية تطور كبير وانعطافات جوهرية في المفاهيم والمبادئ النظرية والوسائل والأدوات العملية أسست لتقنيات علاجية أكثر فعالية وأقل عدائية، ما ساهم في ثبات النتائج ورفع نسب نجاحها على نحو جوهري.

يتناول المجلد الثاني من كتاب مداواة الأسنان اللبية - ١ - الموضوعات الأساسية التي تهم طالب طب الأسنان، وهو يخطو أولى خطواته في مداواة الأسنان اللبية، كما سيجد طالب الدراسات العليا والطبيب الممارس في ثنايا هذا الكتاب الكثير من التفاصيل التي ستساعده في تحسين الأداء وضبط نتائج العلاج. يتضمن هذا المجلد كل ما يتعلق بتصميم حفر الوصول اللبية، والتحضير القنوي سواء اليدوي أو الآلي وحشو منظومة القناة الجذرية.

لا يمكن لأي عمل أن يكون كاملاً، فإن أصبت فبتوفيق من الله وعونه وإن أخطأت فحسبي شرف المبادرة ونبل الهدف، وسيبقى هذا العمل قابلاً للتطوير والتحديث على أسس علمية وعملية منهجية وآفاق منفتحة.

أمل أن أكون قد ساهمت في وضع لبنة إضافية في صرح البناء العلمي الراسخ الذي نتوق إلى تحقيقه لطلابنا كافة والله من وراء القصد.

حسان الحلبية



## الفصل الأول

### تشرح منظومة القناة الجذرية

### Root Canal System Anatomy

١ - المقدمة

٢ - المعالم التشريحية لمنظومة القناة اللبية الجذرية

٣ - أنماط التشرح القنوي الجذري

٤ - خصائص منظومة القناة اللبية الجذرية

٥ - الأحوال الخاصة لتشرح منظومة القناة اللبية الجذرية

٦ - الخاتمة

## ١ - المقدمة

تتعدد أشكال منظومة القناة اللبية وتختلف باختلاف أشكال الأسنان، ولا يبقى هذا الاختلاف ثابتاً بل تتعدل تفاصيله مع التقدم بالعمر، وتتفاوت شدته حسب طبيعة الأعباء الوظيفية التي خضع لها السن والإصابات المرضية التي تعرض لها أثناء أدائه الوظيفي.

يعتبر الإمام بهذه الأشكال التشريحية المختلفة المتغيرة المتطلب الأساسي قبل البدء بإجراء المعالجة اللبية، فكلما زادت معرفة الطبيب بالخصائص التشريحية لمنظومة القناة الجذرية، تعمقت قدرته على قراءة الصور الشعاعية بدقة، وتمكن بالتالي من إعادة بناء البعد التشريحي الثالث لمنظومة القناة الجذرية الذي تغييه الصور الشعاعية.

تتسم المعالجة اللبية بأنها غير سهلة الإنجاز، فهي تتألف من سلسلة من المراحل المترابطة على نحو وثيق، تبدأ بوضع التشخيص الصحيح ومن ثم تشكيل حفرة الوصول ملائمة التصميم، التي تؤمن تحقيق التنظيف والتشكيل القنوي اللازم والضروري لإنجاز الحشو ثلاثي الأبعاد لمنظومة القناة الجذرية. الجدير بالذكر أن المعالجة اللبية لا تنتهي إلا بعد إنجاز الترميم النهائي والقيام بالمراقبة لفترة محددة لتأكيد النجاح بعيد المدى للمعالجة التي تؤمن إعادة التأهيل الوظيفي للسن رغم فقدانه لحيويته.

سيتناول هذا الفصل المعالم التشريحية لمنظومة القناة اللبية الجذرية بشكل عام، وأنماط العلاقة ما بين جذر السن ومنظومة القناة اللبية الجذرية، إضافة إلى بعض حالات التشريح الخاصة والآثار السريرية المرتبطة بطبيعة التشريح القنوي.

## ٢ - المعالم التشريحية لمنظومة القناة اللبية الجذرية

غالباً ما يشار إلى اللب السني بمصطلح منظومة القناة اللبية الجذرية التي تتصف بأنها أبعد ما يمكن عن مفهوم الأنبوب البسيط أو الفراغ اسطواني الشكل بسبب درجة التعقيد التشريحي العالية. ترتبط خصائص وأبعاد هذه المنظومة مع الملامح الخارجية العامة لتاج وجذر السن، إلا أنها قابلة للتغير وفق ديناميكية غير ثابتة ترتبط بتشكيل العاج الثانوي والثالثي خلال الأداء الوظيفي للسن. ترتبط هوية هذا التغير الفراغي من حيث مكان التوضع وسرعة التشكل بعدة عوامل من أهمها:



- التعب الليي أو التغيرات اللبية الاستحالية المرافقة للتقدم بالعمر
- النخور السننية
- الإصابات الرعلية
- الإصابات الميكانيكية الرضية
- الإطباق الرضي.

تقسم منظومة القناة اللبية الجذرية إلى قسمين رئيسين: الحجرة والقناة اللبية (الشكل ١-١):

**الحجرة اللبية Pulp Chamber:** توجد ضمن التاج التشريحي للسن وتشمل:

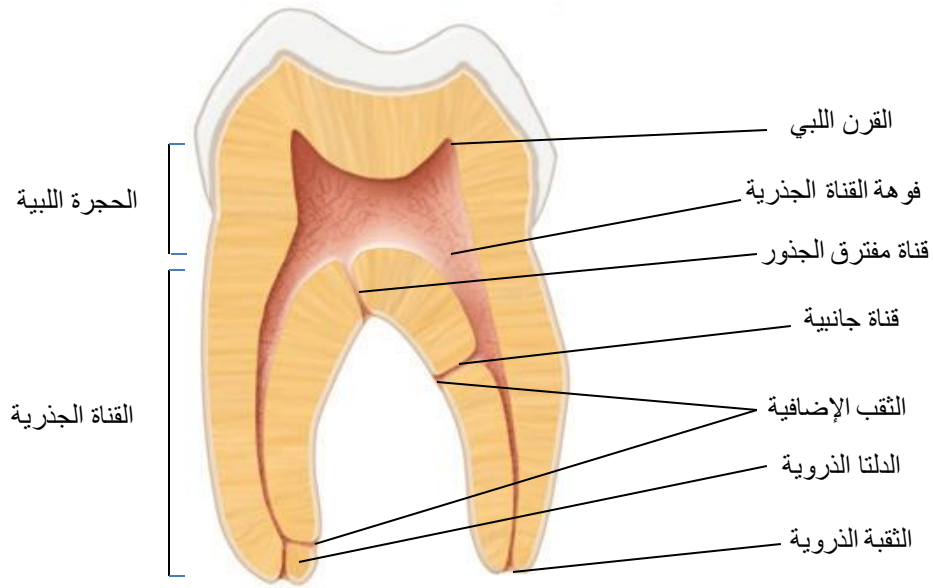
- القرون اللبية Pulp horns
- فوهات الأقنية Root canal orifices
- أقنية المفترق Furcation canals

**القناة (الأقنية) اللبية:** توجد ضمن الجذر التشريحي للسن وتشمل:

- الأقنية الإضافية Accessory canals (الثانوية) والجانبية Lateral canals
- الدلتا الذروية Apical delta
- الثقب الذروية Apical foramen

تبدأ القناة الجذرية عموماً بفوهة تتموضع بمستوى يوافق العنق التشريحي للسن أو بعده بقليل بالاتجاه الذروي وتنتهي عند الذروة الحقيقية التي توافق التضيق العاجي الذروي أو الملتقى العاجي الملاطي، التي تبعد عن الذروة التشريحية - العيانية مسافة تتراوح من (0.5-3 mm).

تتصف عموم الأقنية الجذرية بدرجة من الانحناء ولاسيما في المستوى الدهليزي الحنكي، هذا البعد لا يظهر في الصور الشعاعية غير المزوّاة كونها ثنائية الأبعاد، الأمر الذي يمكن أن يساهم في نشوء الأخطاء الإجرائية خلال التحضير القنوي. بالمقابل تقدم الصور الشعاعية المجرة بزوايا إسقاط أفقية مختلفة، معلومات قيمة حول وجود هذا الانحناء واتجاهه ودرجة شدته. في هذا السياق يمكن للانحناء أن يكون تدريجياً يشمل كامل الجذر أو يكون حاداً يتركز في الثلث الذروي للجذر.



الشكل (١-١): المعالم التشريحية الرئيسة لمنظومة القناة اللبية الجذرية

### الأقنية الإضافية

لا بد من الإشارة إلى أهمية الأقنية الإضافية على لب السن سواء في الحالة الطبيعية أو المرضية أو بعد المعالجة اللبية. تتصف الأقنية الإضافية أو الثانوية بأبعاد دقيقة حيث تمتد أفقياً أو عمودياً أو جانبياً من الفراغ اللبي إلى المسافة الرباطية حول السنية، وتتضمن نسيجاً ضاماً وأوعية دموية بمعدل تروية غير كافٍ لتشكيل مصدراً رديفاً Collateral للدوران الدموي اللبي عبر الثقب الذروية.

يمكن أن تصادف الأقنية الإضافية في مناطق الجذر المختلفة حسب النسب التالية:

- الثلث العنقي: 15%

- الثلث المتوسط: 11%

- الثلث الذروي: 74%

تنشأ الأقنية الإضافية نتيجة اضطراب تطوري بؤري في غمد هيرتفع البشري أدى إلى توقف تشكل العاج ومن ثم الملاط الجذري في هذه المنطقة، الأمر الذي ساهم في تأسيس اتصال دقيق الأبعاد بين الحليمة السنية والنسج حول السنية أثناء تطور جذر السن. بالمقابل تنشأ أقنية المفترق، في الأسنان متعددة الجذور، نتيجة اضطراب بؤري في التحام الحواجز بين الجذرية أثناء تشكيل أرض الحجرة اللبية.

يتراوح قطر القناة من 4 إلى 720 ميكرونًا، وقد يصل عددها حتى 20 قناة في السن الواحدة. يمكن أن تؤدي دوراً رئيساً في انتشار الإصابات المرضية، من خلال السماح بمرور العوامل المخترشة من اللب المصاب نحو النسيج حول السنية أو بالعكس. يمكن لجذر السن أن يكون بمقطع عرضي:

- دائري: يتضمن قناة دائرية وهنا يتوافق عدد الأقنية مع عدد جذور السن
- بيضوي: يتضمن قناة بيضوية يمكن أن تنفصل إلى قناتين في مستوى ما من الجذر.
- شريطي: يتضمن قناة شريطية غالباً ما تنفصل إلى قناتين.

نظراً إلى أهمية علاقة الارتباط ما بين شكل جذر السن وشكل وعدد الأقنية التي تشكل مجموعها المنظومة اللبية القنوية لهذا الجذر، فإننا سنستعرض الأشكال التشريحية المحتملة للمنظومة اللبية ضمن الجذر السني بشكل مفصل.

### ٣- أنماط التشريح القنوي الجذري Root Canal Anatomy Types

"يمكن تبسيط كل شيء عدا التشريح القنوي"، هذا ما سيجده الأطباء الممارسون مع تراكم الخبرة في حقل مداواة الأسنان اللبية. تؤثر درجة تعقيد تشريح القناة الجذرية على نحو كبير في طريقة إنجاز المعالجة اللبية وقياس التحضير النهائي وبالتالي نسبة النجاح على المدى البعيد. تشكل القناة المستدقة التي تنتهي بثقبة ذروية وحيدة الاستثناء وليس القاعدة، فغالباً ما تتضمن جذور الأسنان: ثقباً ذرويه متعددة، أقنية إضافية وجانبية، دلتا ذروية، تفاعرات بين قنوية. بالنتيجة يجب أن نعتبر أن التشريح المعقد هو الحالة الطبيعية للمنظومة اللبية ونتعامل معها سريراً على هذا الأساس.

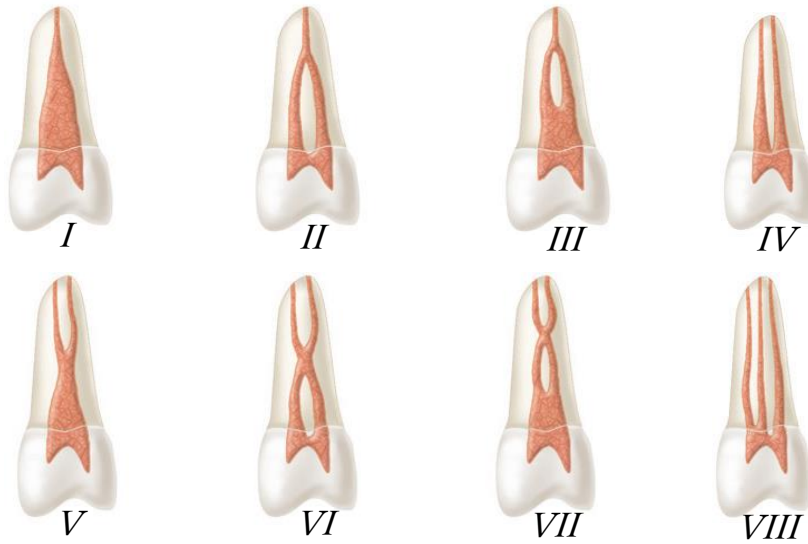
تأخذ الأقنية الجذرية أشكالاً متغيرة، إذ يمكن أن تنقسم أو تتفرع ثم تعود لتجتمع خلال سيرها ضمن جذر السن انطلاقاً من فوهة القناة وحتى الثقبة الذروية. صنف **Weine** عام 1969 أشكال منظومة القناة الجذرية في جذر السن إلى أربع أنماط أساسية وهي:

- النمط **I**: قناة مفردة تمتد من فوهة القناة إلى ذروة الجذر.
- النمط **II**: قناة واحدة تنقسم إلى قناتين قبل الذروة بقليل.
- النمط **III**: قناتان منفصلتان تجتمعان بقناة واحدة قبل الذروة بقليل.
- النمط **IV**: قناتان منفصلتان من الحجرة اللبية وحتى ذروة الجذر.

قام **Vertucci** عام 1984 بتعديل هذا التصنيف ليصبح ثمانية أنماط كما يلي (الشكل ١-٢):

- النمط *I*: قناة مفردة تمتد من فوهة القناة إلى ذروة الجذر.
- النمط *II*: قناتان منفصلتان تجتمعان في قناة واحدة قبل الذروة بقليل.
- النمط *III*: قناة واحدة تنقسم إلى قناتين ثم تجتمعان في قناة واحدة قبل الذروة بقليل.
- النمط *IV*: قناتان منفصلتان من الحجرة اللبية وحتى ذروة الجذر.
- النمط *V*: قناة واحدة تنقسم قبل الذروة بقليل إلى قناتين منفصلتين.
- النمط *VI*: قناتان منفصلتان تلتقيان ثم تنفصلان مجدداً إلى قناتين قبل الذروة.
- النمط *VII*: قناة تنقسم إلى قناتين ثم تعود لتجتمع بقناة واحدة ثم تنقسم إلى قناتين قبل الذروة بقليل.
- النمط *VIII*: ثلاث أقنية منفصلة من الحجرة اللبية وحتى ذروة الجذر.

يمكن مصادفة كافة الأشكال المحتملة لمنظومة القناة الجذرية في سن واحد وهو الضاحك الثاني العلوي.



الشكل (١-٢): يبين أنماط منظومة القناة الجذرية ضمن الجذر (نقلاً عن Vertucci، 1984)

يبين الجدول (١-١) و (٢-١) نسب وجود التغيرات الشكلية للأقنية الجذرية في مختلف الأسنان.

| السن             | العدد | النمط I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
|------------------|-------|---------|----|-----|----|---|----|-----|------|
| الضحية العلوية   | 100   | 100     | 0  | 0   | 0  | 0 | 0  | 0   | 0    |
| الرباعية العلوية | 100   | 100     | 0  | 0   | 0  | 0 | 0  | 0   | 0    |
| النايب العلوي    | 100   | 100     | 0  | 0   | 0  | 0 | 0  | 0   | 0    |
| الضاحك العلوي ١  | 400   | 8       | 18 | 0   | 62 | 7 | 0  | 0   | 5    |
| الضاحك العلوي ٢  | 200   | 48      | 22 | 5   | 11 | 6 | 5  | 2   | 1    |

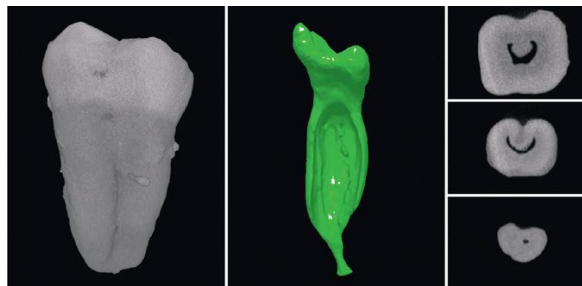
| الرحى العلوية ١ |   |   |   |    |   |    |     |     |
|-----------------|---|---|---|----|---|----|-----|-----|
| 0               | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 37 | 45  | 100 |
| 0               | 0 | 0 | 0 | 0  | 0 | 0  | 100 | 100 |
| 0               | 0 | 0 | 0 | 0  | 0 | 0  | 100 | 100 |
| الرحى العلوية ٢ |   |   |   |    |   |    |     |     |
| 0               | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 17 | 71  | 100 |
| 0               | 0 | 0 | 0 | 0  | 0 | 0  | 100 | 100 |
| 0               | 0 | 0 | 0 | 0  | 0 | 0  | 100 | 100 |

الجدول (١-١): نسب أشكال الأقينية الجذرية في جذور أسنان الفك العلوي (نقلاً عن Vertucci، 1984).

| السن             | العدد | النمط I | II | III | IV  | V   | VI | VII | VIII |
|------------------|-------|---------|----|-----|-----|-----|----|-----|------|
| الثنائية السفلية | 100   | 70      | 5  | 22  | 3   | 0   | 0  | 0   | 0    |
| الرباعية السفلية | 100   | 75      | 5  | 18  | 2   | 0   | 0  | 0   | 0    |
| الناث السفلي     | 100   | 78      | 14 | 2   | 6   | 0   | 0  | 0   | 0    |
| الضاحك السفلي ١  | 400   | 70      | 0  | 4   | 1.5 | 24  | 0  | 0   | 0.5  |
| الضاحك السفلي ٢  | 400   | 97.5    | 0  | 0   | 0   | 2.5 | 0  | 0   | 0    |
| الرحى السفلية ١  |       |         |    |     |     |     |    |     |      |
| الجذر الأنسي     | 100   | 11      | 27 | 0   | 43  | 8   | 10 | 0   | 1    |
| الجذر الوحشي     | 100   | 70      | 15 | 0   | 5   | 8   | 2  | 0   | 0    |
| الرحى السفلية ٢  |       |         |    |     |     |     |    |     |      |
| الجذر الأنسي     | 100   | 27      | 38 | 0   | 26  | 9   | 0  | 0   | 0    |
| الجذر الوحشي     | 100   | 92      | 3  | 0   | 4   | 1   | 0  | 0   | 0    |

الجدول (١-٢): نسب أشكال الأقينية الجذرية في جذور أسنان الفك السفلي، (نقلاً عن Vertucci، 1984).

يمكن أن يرتبط شكل منظومة القناة في جذر السن بالجنس والعرق، فقد لوحظ ارتفاع نسبة التشريح القنوي بشكل حرف C في الأرحاء الثانية السفلية عند السكان الأصليين لآسيا وأمريكا (الشكل ١-٣).



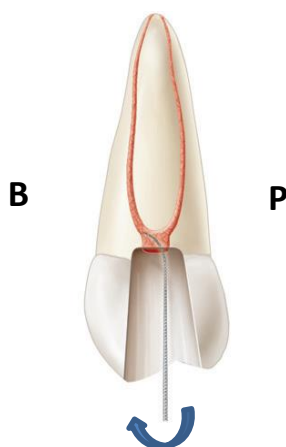
الشكل (١-٣): نمط التشريح القنوي بشكل حرف C للأرحاء السفلية عند السكان الأصليين لآسيا وأمريكا (نقلاً عن Cohen، 2016).

من الواضح أن الطبيب الممارس يواجه تحدياً هاماً عند إجراء التداخل القنوي ألا وهو تحديد درجة تعقيد منظومة القناة اللبية الجذرية، في سبيل اعتماد أفضل الوسائل والأدوات وطرق التحضير لتأمين التداخل العلاجي الآمن الملائم لدرجة صعوبة الحالة.

#### ٤ - خصائص منظومة القناة اللبية الجذرية

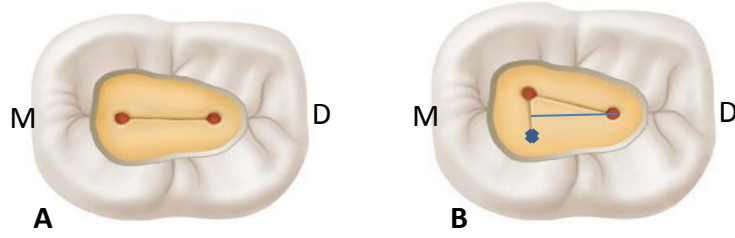
##### ٤-١ - خصائص فوهات الأفقية

لابد من فحص معالم الحجرة اللبية قبل الدخول ضمن المنظومة القنوية في سبيل التحديد الدقيق لمواقع فوهات الأفقية واتجاه انفتاحها، التي غالباً ما تكون عرضة للتغير مع التقدم بالعمر و-أو الإصابة بالنخور السنوية. عند وجود قناة واحدة في الجذر، فإنها غالباً ما تتخذ تموضعاً مركزياً. عند وجود فوهة قناة بيضوية الشكل لابد من سيرها بدقة وعناية باستخدام أداة لبية صغيرة القياس محنية الذروة وباتجاهات ومحاور إدخال مختلفة، في سبيل تحديد عدد وأبعاد واتجاه الأفقية اللبية التي يمكن أن تشترك بهذه الفوهة (الشكل ١-٤).



الشكل (١-٤): سير فوهة القناة البيضوية بأداة صغيرة القياس محنية الذروة. عند محاولة تحديد موقع القناة الدهليزية يجب توجيه ذروة الأداة المحنية نحو الجهة الدهليزية، وعند محاولة تحديد موقع القناة الحنكية يجب توجيه ذروة الأداة نحو الجهة الحنكية (P: Palatal ، B: Buccal نقلاً عن Cohen, 2016).

عند العثور على قناة واحدة فقط في الجذر، إلا أنها لا تبدي تموضعاً مركزياً بل تميل نحو الجهة الدهليزية أو اللسانية، عندها لابد من البحث عن قناة مقابلة لتحقيق التناظر، وسيكون حجم أي من هاتين القناتين أصغر أبعاداً مقارنة بحالة الجذر وحيد القناة ذات التموضع المركزي (الشكل ١-٥).

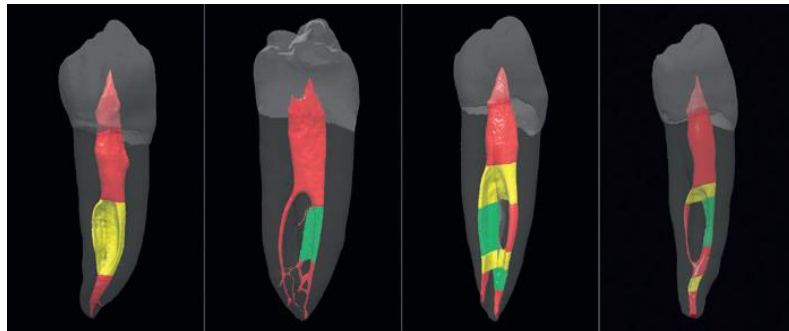


الشكل (١-٥): (A): رحي ثانية سفلية بقناتين تتموضعان على الخط المتوسط بالاتجاه الأنسي الوحشي. (B): عندما لا تتموضع القناتان على الخط المتوسط الأنسي الوحشي، لابد من البحث عن فوهة قناة أخرى في الجهة المقابلة للقناة ذات التموضع المزاح عن الخط المتوسط (Mesial: M, Distal: D, نقلاً عن Cohen, 2016).

في هذا السياق لابد من الأخذ بعين الاعتبار المسافة الفاصلة بين فوهات الأقنية اللبية في جذر السن، فكلما نقصت هذه المسافة، ارتفع احتمال أن تجتمع هاتين القناتين في أي مستوى من الجذر، بالمقابل كلما زادت هذه المسافة، ارتفع احتمال أن تبقى هاتان القناتان منفصلتين.

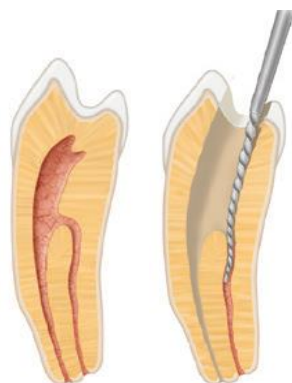
#### ٤-٢- خصائص الثلث المتوسط لمنظومة القناة الجذرية

يمكن أن يبدي مسار القناة من الثلث التاجي إلى المتوسط في جذر السن العديد من التغيرات تشمل التشعب أو التفرع أو التفاغر أو الاندماج مع قناة مجاورة، الأمر الذي يولد مناطق تشريحية ضيقة شريطية الشكل (الشكل ١-٦). تشكل مثل هذه المناطق تحدياً جدياً أمام وسائل التنضير والتشكيل القنوي الميكانيكية خصوصاً في الحالات العفنة، التي تتطلب تنظيفاً وتشكياً فعالاً للوصول إلى حالة التطهير الملائم لكامل منظومة القناة الجذرية، بما فيها هذه المناطق الخفية غير القابلة للوصول ميكانيكياً.



الشكل (١-٦): التصوير المقطعي المحوسب يظهر نماذج متغيرة لمنظومة القناة الجذرية للضاحك السفلي عند الانتقال من الجزء التاجي إلى المتوسط فالذروي. (نقلاً عن Cohen, 2016).

في هذا السياق، تزداد نسبة هذه التفارغات في الجذر الأنسي الدهليزي للرحى الأولى العلوية خصوصاً بين الثلث المتوسط والذروي وتصل إلى 80 % في الجذور الأنسية للأرحاء الأولى السفلية. عندما تتفرع القناة الجذرية إلى قناتين منفصلتين، عادة ما يكون هذا الانفصال بالاتجاه الدهليزي الحنكي (اللساني)، حيث تأخذ القناة الدهليزية الشكل المستقيم وتتفرع عنها القناة اللسانية بزاوية حادة أو قائمة بشكل حرف h (الشكل ١-٧). تتطلب مثل هذه الحالات الكثير من الحرص والدقة والتأني لضمان تداخل انسيابي آمن غير معاق للأدوات اللبية وتحضير كافٍ وملائم لكلا القناتين مع تجنب الأخطاء والاختلاطات الإجرائية التي تزداد نسبتها في مثل هذه الحالات.



الشكل (١-٧): منظر أنسي لضاحك سفلي حيث تنفصل القناة اللسانية عن القناة الرئيسية (الدهليزية) بزاوية قائمة تقريباً. يتطلب هذا التشريح توسيع الدخول بالاتجاه اللساني لتأمين خط دخول مستقيم إلى القناة اللسانية (نقلاً عن Cohen, 2016).

#### ٤-٢- خصائص الثلث الذروي لمنظومة القناة الجذرية

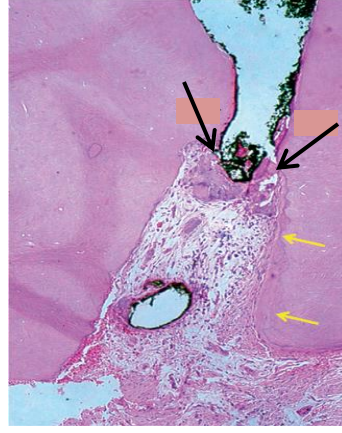
يستند تشريح ذروة الجذر إلى ثلاث معالم تشريحية ونسيجية رئيسية هي: التضيق العاجي الذروي والملتقى العاجي الملاطي والثقبية الذروية، وستناولها بالتفصيل لما لها من أثر كبير على جودة ودقة التداخل اللي العاجي.

بين Kuttler منذ العام 1955 أن القناة الجذرية تأخذ شكلاً مخروطياً مستديماً يبدأ من فوهة القناة وينتهي عند التضيق العاجي الذروي الذي يبتعد عن الثقبية الذروية مسافة تتراوح من 0.5-1.5 مم.



## التضييق الذروي (AC) Apical Constriction

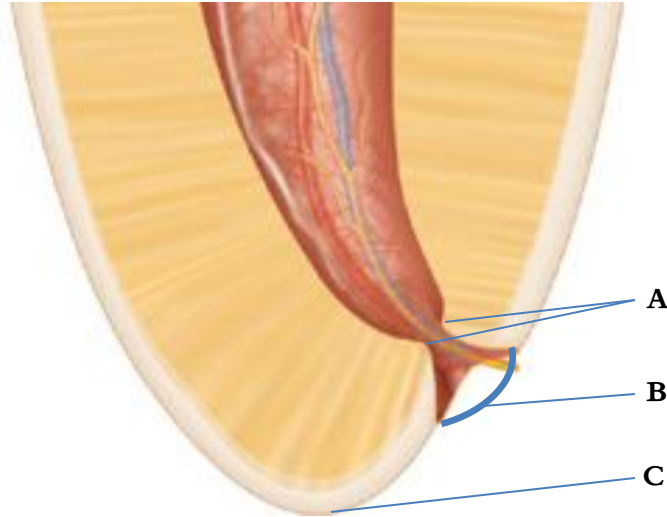
يعتبر التضييق الذروي المقطع العرضي الأصغر قطعاً للقناة الجذرية، ويمثل النقطة المرجعية التي يعتمد عليها الطبيب كحدود ذرويه لانتهاؤ التحضير من برد وتوسيع وتنضير وتنظيف وتطهير ومن ثم الحشو القنوي. لا ينبغي تجاوز هذه الحدود بأي حال من الأحوال سواء في مرحلة التحضير بوساطة الأدوات اللبية أو في مرحلة الحشو بوساطة حشوة القناة، فهذا الخطأ الإجرائي سيؤثر سلباً على النجاح بعيد المدى للمعالجة اللبية بدرجات مختلفة الشدة (الشكل ١-٨).



الشكل (١-٨): الحدود الذروية لحشوة القناة عند التضييق العاجي حيث تشكلت نسيج متمعدنة (الأسهم السوداء) انطلاقاً من خلايا الرباط حول السني، كما استمر تشكل الملاط في الجزء الداخلي للثقبية الذروية (الأسهم الصفراء)، ما يؤكد الطبيعة المتغيرة للنسج الذروية حتى بعد إجراء المعالجة اللبية (نقلاً عن Gutmann & Lovdahl, 2011).

## الملتقى العاجي الملاطي (CDJ) Cementodentinal Junction

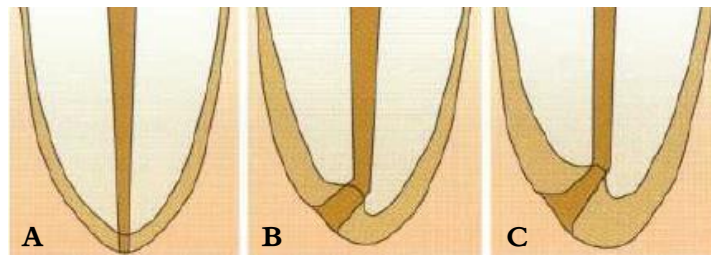
هو النطاق الذي يلتقي فيه العاج بالملاط حيث ينتهي النسيج اللبي وتبدأ النسيج حول السنية الذروية. يتفاوت موقع الملتقى العاجي الملاطي بشكل كبير من جذر إلى آخر وفي نفس الجذر من جهة إلى أخرى، ويتغير بشكل واضح مع التقدم بالعمر. يبدى موقع الملتقى العاجي الملاطي انزياحاً طفيفاً بالاتجاه الذروي عن موقع التضييق الذروي العاجي، ويبعد مسافة 1 مم وسطياً بالاتجاه التاجي عن الثقبية الذروية (الشكل ١-٩).



الشكل (٩-١): شكل ترسمي يبين: (A): الملتقى العاجي الملاطي، (B): الثقبه الذروية، (C): الذروة العيانية أو التشريحية أو الشعاعية (نقلًا عن Cohen, 2016).

#### الثقبه الذروية (AF) Apical Foramen

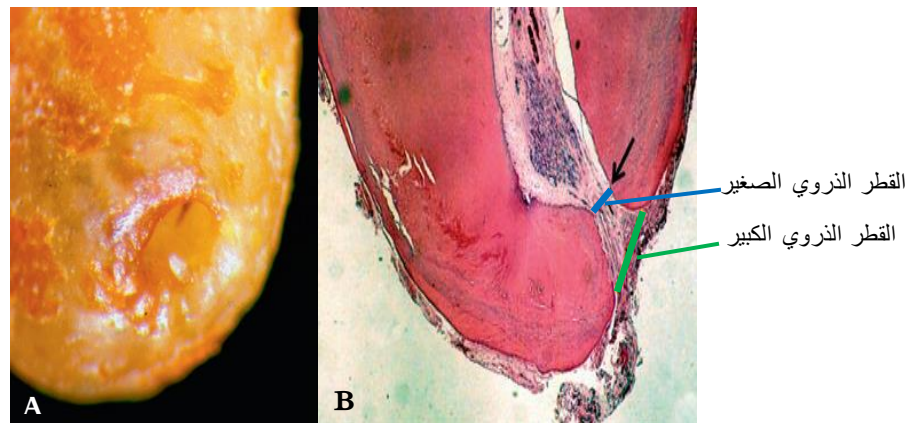
تتألف من الحافة المدورة التي تشبه فوهة البركان التي تشكل محيط قاعدة القمع الملاطي الذروي للجذر. يتغير قطرها واتجاهها مع التقدم بالعمر بسبب استمرار الترسيب الملاطي الذروي بكمية غير متساوية في جميع الاتجاهات حول الحزمة الوعائية العصبية. يمكن أن يتراوح قطرها من 0.5 مم عند الشباب إلى 0.68 مم عند المتقدمين بالعمر، ما يعني زيادة أبعادها وشدة انحرافها مع التقدم بالعمر (الشكل ١٠-١).



الشكل (١٠-١): يبين استمرار الترسيب الملاطي الذروي مع التقدم بالعمر (A - C)، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة أبعاد وانحراف الثقبه الذروية (نقلًا عن Kuttler, 1955).

انطلاقاً من التضيق العاجي الذروي، الذي يعرف أيضاً بالقطر الذروي الصغير Minor apical diameter، يبدأ القمع الملاطي بالتوسع كلما اقترب من الثقبه الذروية، التي تعرف أيضاً بالقطر الذروي الكبير Major apical diameter. يمكن للفرغ قمعي الشكل الفاصل ما بين القطر الذروي

الكبير والصغير أن يكون قصيراً أو طويلاً، عمودياً منتظماً أو مائلاً أو منحنيّاً بدرجات واتجاهات مختلفة تبعاً للعوامل التشريحية والوظيفية والعمرية للسن. يزداد طول هذا القمع من 0.5 مم عند اليافعين إلى 0.68 مم وسطياً عند المتقدمين بالعمر بسبب استمرار الترسيب الملاطي الذروي (الشكل ١-١١).

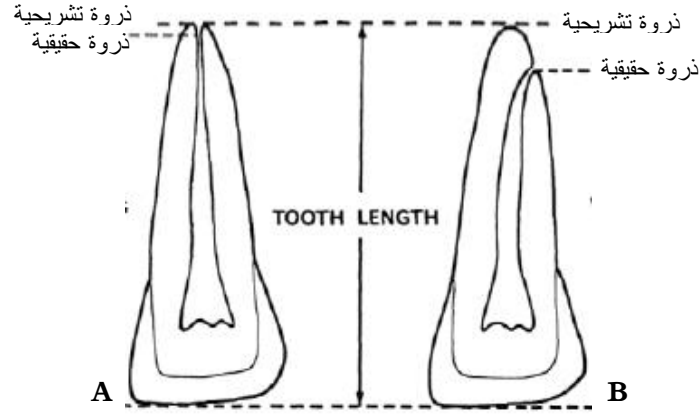


الشكل (١-١١): (A): منظر عياني لذروة الجذر حيث تظهر الثقبية الذروية بتموضع منحرف عن الذروة التشريحية، (B): منظر نسيجي لذروة الجذر حيث يظهر القطر الذروي الصغير (التضيق العاجي الذروي) والقطر الذروي الكبير (الثقبية الذروية) (نقلاً عن Gutmann & Lovdahl, 2011).

تنزاح الثقبية الذروية عن الذروة التشريحية Anatomic Apex مسافة تتراوح من 0.5 إلى 3 مم وتناسب هذه الزيادة بشكل طردي مع التقدم بالعمر (الشكل ١-١٢).

يختلف موقع وقطر الثقبية الذروية عن موقع وقطر الملتقى العاجي الملاطي، ويتفاوت امتداد الملاط نحو الداخل باختلاف جهة الجدار العاجي، فقد وُجد أن الملاط يصل إلى نفس المستوى في جميع الجدران العاجية للقناة في 5% فقط من الحالات. بالنتيجة يعد الملتقى العاجي الملاطي منطقة متغيرة يتلاقى عندها نسيجين مختلفي الطبيعة.

يتغير قطر القناة الجذرية عند الملتقى العاجي الملاطي باختلاف الأسنان، فيمكن أن يبلغ 0.35 مم في حالة الشاينا و0.30 مم في حالة الرباعيات والأنياب. تتطابق الذروة التشريحية (العيانية - الشعاعية) للجذر مع حواف الثقبية الذروية في الأسنان الأمامية العلوية بنسبة 17% للشاينا والأنياب العلوية و7% للرباعيات العلوية. في هذا السياق، تنحرف الذروة التشريحية والثقبية الذروية للشاينا والأنياب نحو الدهليزي والوحشي، بينما تنحرف الذروة التشريحية والثقبية الذروية للرباعيات نحو اللساني والوحشي بشكل عام (الشكل ١-١٢).



الشكل (١-١٢): يبين انفتاح الثقب الذروية المستقيم (A)، والمنحرف (B)، الأمر الذي يجعل المسافة الفاصلة ما بين التضيق العاجي الذروي (الذروة الحقيقية) والذروة التشريحية متغيرة.

يبين الجدول (١-٣) قطر التضيق العاجي الذروي للقناة بالاتجاه الأنسي - الوحشي والشفهي - الحنكي والمسافة العمودية الفاصلة ما بين الذروة التشريحية والتضيق العاجي الذروي، للأسنان الأمامية العلوية.

| السن     | القطر الأنسي - الوحشي<br>(مم) | القطر الشفهي - الحنكي<br>(مم) | المسافة العمودية: (مم)<br>ذروة تشريحية - التضيق العاجي الذروي |
|----------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| الثنائية | 0.37                          | 0.428                         | 0.863                                                         |
| الرابعة  | 0.307                         | 0.369                         | 0.825                                                         |
| النايب   | 0.313                         | 0.375                         | 1.01                                                          |

الجدول (١-٣): يبين أبعاد التضيق العاجي الذروي والمسافة الي تفصله عن الذروة التشريحية للأسنان الأمامية العلوية (نقلاً عن Mizutani 1992).

عادة ما توجد أكثر من ثقب ذروية رئيسة واحدة في أغلب الأسنان، باستثناء الجذر الحنكي للأرجاء العلوية والجذر الوحشي للأرجاء السفلية. تصادف حالة تعدد الثقوب الذروية عموماً في الجذور العريضة الشريطية التي تتضمن عادة أكثر من قناة جذرية واحدة حيث تصادف النسب الأعلى لحالة تعدد الثقوب الذروية كما يلي:

- 50%: من الجذور الأنسية للأرجاء السفلية
- 42%: من الجذور الأنسية للأرجاء العلوية
- 48%: من الضواحك العلوية
- 26% : من القواطع العلوية.

يبين الجدول (١-٤) القيم الوسطية لقياس الثقب الذروية الرئيسة (القطر)، التي تتراوح من  $210 \mu\text{m}$  للضواحك العلوية، إلى  $392 \mu\text{m}$  للجذور الوحشية للأرجاء السفلية.

| الأسنان               | القيمة الوسطية ( $\mu\text{m}$ ) |
|-----------------------|----------------------------------|
| القواطع العلوية       | 298.4                            |
| القواطع السفلية       | 262.5                            |
| الضواحك العلوية       | 210                              |
| الضواحك السفلية       | 268.25                           |
| الأرجاء العلوية       |                                  |
| الجذر الحنكي          | 298                              |
| الجذر الدهليزي الأنسي | 235.05                           |
| الجذر الدهليزي الوحشي | 232.2                            |
| الأرجاء السفلية       |                                  |
| الجذر الأنسي          | 257.5                            |
| الجذر الوحشي          | 392                              |

الجدول (١-٤): يبين القياسات الوسطية للثقب الذروية الرئيسة للأسنان

تحتل الضواحك العلوية المرتبة الأولى من حيث تعقيد التشريح الذروي ووجود أكبر عدد وأعلى قياس للأقنية الإضافية، تليها الضواحك السفلية، ما يمكن أن يفسر ارتفاع نسبة فشل المعالجة اللبية لهذه الأسنان. يمكن أن يتضمن تشريح الثلث الذروي للجذر معالم تشريحية متغيرة تتضمن:

- أشكال مختلفة وأقطار متفاوتة للنهاية الذروية للقناة الرئيسة
- أقنية إضافية متفاوتة من حيث العدد والقياس
- مناطق امتصاص وترميم ملاطي ذروي
- عاج إصلاحية بكميات متفاوتة

تتصف القنيات العاجية بانخفاض نسبتها وقلة انتظامها في الثلث الذروي مقارنة بالثلث التاجي للقناة، إضافة إلى مصادفة قنيات عاجية فرعية (الشكل ١-١٣):

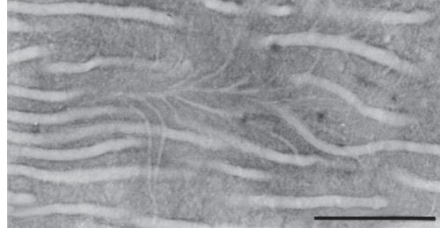
- دقيقة بأقطار ( $300 - 700 \mu\text{m}$ ): تشكل زاوية 45 درجة مع الأنابيب الرئيسة.
- دقيقة جداً بأقطار ( $25 - 200 \mu\text{m}$ ): تشكل زاوية 90 درجة مع الأنابيب الرئيسة.

يتفاوت قطر القناة الجذرية في الثلث الذروي وذلك تبعاً للسن واتجاه القياس والمسافة الفاصلة عن النهاية الذروية للجذر (الجدول ١-٥).

| المسافة الفاصلة<br>القناة - السن | الاتجاه الدهليزي - اللساني |      |      | الاتجاه الأنسي - الوحشي |      |      |
|----------------------------------|----------------------------|------|------|-------------------------|------|------|
|                                  | 1mm                        | 2mm  | 5mm  | 1mm                     | 2mm  | 5mm  |
| الفك العلوي                      |                            |      |      |                         |      |      |
| الشفيا                           | 0.34                       | 0.47 | 0.76 | 0.3                     | 0.36 | 0.54 |
| الرباعيات                        | 0.45                       | 0.6  | 0.77 | 0.33                    | 0.33 | 0.47 |
| النااب                           | 0.31                       | 0.58 | 0.63 | 0.29                    | 0.44 | 0.5  |
| الضواحك                          |                            |      |      |                         |      |      |
| وحيد القناة                      | 0.37                       | 0.63 | 1.13 | 0.26                    | 0.41 | 0.38 |
| القناة الدهليزية                 | 0.3                        | 0.4  | 0.35 | 0.23                    | 0.31 | 0.31 |
| القناة الحنكية                   | 0.23                       | 0.37 | 0.42 | 0.17                    | 0.26 | 0.33 |
| الأرجاء                          |                            |      |      |                         |      |      |
| أنسية دهليزية منفردة             | 0.43                       | 0.46 | 0.96 | 0.22                    | 0.32 | 0.29 |
| أنسية دهليزية أولى               | 0.19                       | 0.39 | 0.46 | 0.13                    | 0.27 | 0.32 |
| أنسية دهليزية ثانية              | 0.19                       | 0.31 | 0.38 | 0.16                    | 0.16 | 0.16 |
| وحشية دهليزية                    | 0.22                       | 0.33 | 0.49 | 0.17                    | 0.25 | 0.31 |
| حنكية                            | 0.29                       | 0.4  | 0.55 | 0.33                    | 0.4  | 0.74 |
| الفك السفلي                      |                            |      |      |                         |      |      |
| القواطع                          | 0.37                       | 0.52 | 0.81 | 0.25                    | 0.25 | 0.29 |
| الأنياب                          | 0.47                       | 0.45 | 0.74 | 0.36                    | 0.36 | 0.57 |
| الضواحك                          |                            |      |      |                         |      |      |
| وحيد القناة                      | 0.35                       | 0.4  | 0.76 | 0.28                    | 0.32 | 0.49 |
| الدهليزية                        | 0.2                        | 0.34 | 0.36 | 0.23                    | 0.29 | 0.41 |
| اللسانية                         | 0.13                       | 0.32 | 0.37 | 0.18                    | 0.21 | 0.17 |
| الأرجاء                          |                            |      |      |                         |      |      |
| قناة أنسية وحيدة                 | 0.45                       | 0.8  | 2.11 | 0.22                    | 0.3  | 0.29 |
| أنسية دهليزية                    | 0.4                        | 0.42 | 0.64 | 0.21                    | 0.26 | 0.32 |
| أنسية لسانية                     | 0.38                       | 0.44 | 0.61 | 0.28                    | 0.24 | 0.35 |
| وحشية                            | 0.46                       | 0.5  | 1.07 | 0.35                    | 0.34 | 0.59 |

الجدول (١-٥): يبين متوسط قطر القناة الجذرية لمختلف الأسنان على بعد 1 و 2 و 5 مم من ذروة الجذر وبالاتجاه الدهليزي - اللساني والأنسي - الوحشي (نقلًا عن Wu M-K وزملاؤه، 2000).

هذه الطبيعة النسيجية الخاصة لعاج المنطقة الذروية، المتضمنة انخفاض نسبة الأنابيب العاجية المنتظمة مقابل ارتفاع نسبة التفرعات الثانوية، يمكن أن تساهم إيجاباً من حيث إعاقه الاندخال والغزو الجرثومي للجدران العاجية في المنطقة الذروية للقناة الجذرية.

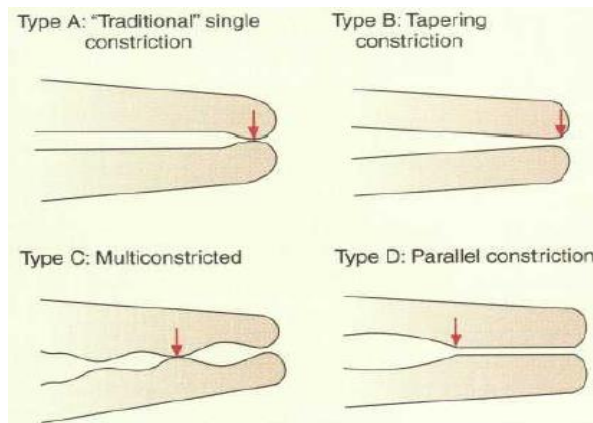


الشكل (١-١٣): يبين البنية النسيجية للعاج في الثلث الذروي من الجذر، حيث تظهر أنابيب عاجية متفرعة (نقلًا عن Mjör & Nordahl، 1996).

من ناحية أخرى يمكن للجراثيم، التي تسنى لها اجتياح مثل هذه القنوات العاجية الفرعية الدقيقة إلى مسافات عميقة، أن تكون بمنأى عن إجراءات التنظيف والتطهير سواء الميكانيكية أو الكيميائية، الأمر الذي يمكن أن يفسر عدم استجابة أو نكس بعض حالات المعالجة اللبية العفنة.

هناك حالة من عدم التوافق التام حول الحدود الذروية التي يجب أن تنتهي عندها إجراءات المعالجة اللبية. هذا الأمر ناجم عن صعوبة التحديد الدقيق للشكل التشريحي للنهاية الذروية للقناة بشكل جازم، فيمكن للجزء الذروي من القناة الجذرية أن يكون مستدقاً منتظماً أو يبدي جدراناً متوازية أو يتضمن أكثر من تضيق ذروي وغير ذلك (الشكل ١-١٤).

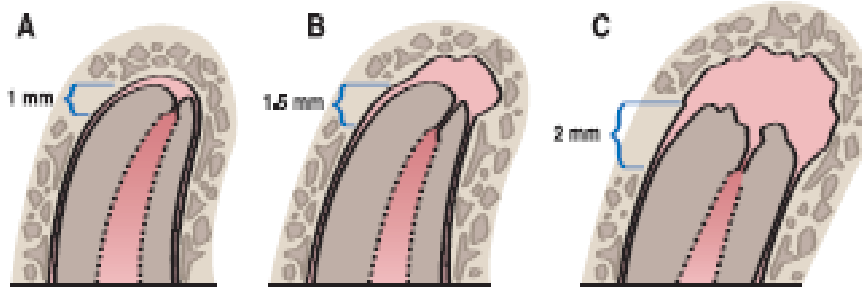
يؤكد بعض الباحثين أنه يمكن مصادفة التضيق الذروي نسيجياً بشكله الوصفي في 50% من الأقنية الجذرية، ويغيب خاصة في حالات الامتصاص الذروي المرافقة للإصابات المرضية للنسج حول الذروية.



الشكل (١-١٤): تصنيف Dummer للتشريح الذروي للقناة، حيث يبين موضع ومعالم وعلاقة التضيق الذروي (السهم الأحمر) بالثقبية الذروية. (A): تضيق مفرد اعتيادي، (B): تضيق قمعي، (C): تضيق متعدد، (D): تضيق متوازي الجدران (نقلًا عن Dummer وزملاؤه، 1984).

يبقى التحديد السريري الدقيق لموقع التضيق الذروي والثقب الذروية صعب التحقيق بشكل قاطع، لذلك يعتمد بعض الباحثين على الذروة التشريحية (الشعاعية) كنقطة مرجعية أكثر موثوقية وثباتاً، يمكن تعيين الحدود الذروية للمعالجة اللبية انطلاقاً منها. في هذا السياق اقترح Weine عام 1996 أن تتموضع الحدود الذروية للتحضير القنوي على مسافة من الذروة التشريحية للجذر تبلغ (الشكل ١-١٥):

- 1 مم: عندما لا يكون هناك امتصاص عظمي أو ذروي جذري
- 1.5 مم: عندما يكون هناك امتصاص عظمي فقط
- 2 مم: عندما يكون هناك امتصاص عظمي وذروي معاً.



الشكل (١-١٥): يبين تغير الحدود الذروية للتحضير والحشو القنوي وذلك حسب الحالة النسيجية الطبيعية أو المرضية لذرورة الجذر والنسج حول الذروية (نقلاً عن Weine، 1996).

يمكن أن تبتعد الحدود الذروية للتحضير القنوي عن الذروة الشعاعية مسافة تصل حتى 3 مم كما هو الحال في الثقب الذروية المنفتحة جانبياً (الشكل ١-١٢). لا بد من الأخذ بعين الاعتبار هذا التغير التشريحي المحتمل عند تحديد الطول العامل للقناة الجذرية، فهذا من شأنه أن:

- يحافظ على التضيق العاجي الذروي الذي يشكل المسندة الذروية الطبيعية اللازمة والضرورية لمنع تجاوز المواد سواء أثناء التحضير أو الحشو القنوي إلى نسج ما حول الذروة.
- يحول دون التخريش الميكانيكي للنسج حول الذروية، وبالتالي تخفيف الألم المرافق للمعالجة اللبية إلى الحد الأدنى.
- يشجع الشفاء والتندب السريع للنسج حول الذروية، من خلال المحافظة على سلامتها وتأمين ختم ذروي كتيم محكم لمنظومة القناة الجذرية.



- يرفع نسبة الانغلاق الذروي التالي من خلال استمرار تشكل وترسب الملاط الثانوي، الذي يشكل أساس ظاهرة "الختم البيولوجي للذروة".

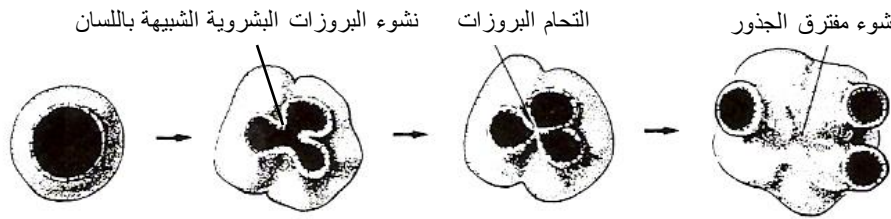
#### ٥- الحالات الخاصة لتشريح منظومة القناة اللبية الجذرية

يمكن مصادفة حالات غير اعتيادية من التشريح القنوي، ترتفع فيها نسب الأخطاء والاختلالات الإجرائية، وبالتالي نسبة فشل المعالجة. لذلك لابد من تسليط الضوء على مثل هذا التعقيد التشريحي في سبيل اختيار طريقة التداخل القنوي الأكثر ملاءمة والأقل عدائية لضمان تحقيق المعالجة اللبية الآمنة.

#### ٥-١- تشريح منظومة القناة الجذرية بشكل C

##### السمات العامة

عندما تفشل صفيحة هيرتفغ البشروية الجذرية في الانضغاط ثم الالتحام في مناطق محددة، حيث تنشأ البروزات المعترضة الشبيهة باللسان على الجانب الدهليزي أو اللساني أو الأنسي أو الوحشي لسطح الجذر، لا يحصل التطور الشكلي الاعتيادي لأقنية وجذور لبية منفصلة، بل يتطور شكل فراغي مقوس متواصل للمنظومة القنوية اللبية (الشكل ١-١٦) (الشكل ١-١٧).



الشكل (١-١٦): شكل ترسمي يبين كيفية نشوء منطقة مفترق الجذور في الأسنان متعددة الجذور.



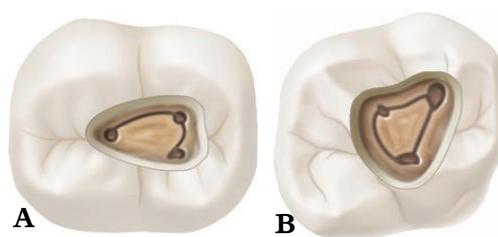
الشكل (١-١٧): منظومة القناة اللبية الجذرية بشكل C

لا يبدو هذا النمط من التشريح القنوي في الأرحاء السفلية بشكل فوهات منفصلة في أرض الحجرة اللبية كما في الحالات الاعتيادية، بل يكون بشكل فوهة لبية مفردة شريطية تشبه قوساً منحنياً تبدأ عند الزاوية الخطية الدهليزية الأنسية وتلتف نحو الدهليزي أو اللساني لتنتهي عند السطح الوحشي للحجرة اللبية. تتماهى هذه الفوهة ضمن الجذر بشكل قناة مفردة شريطية تشبه حرف C حتى الذروة، أو قد تتفرع في مستوى معين من الجذر إلى عدد من الأقنية المنفصلة ذات الأشكال غير الاعتيادية.

يصادف هذا التشريح القنوي الخاص بنسبة كبيرة عند الآسيويين في الأرحاء السفلية الثانية كما يلي:

- 32% عند الصينيين
- 19% عند اللبنانيين
- 11% عند السعوديين

تصادف بنسبة أقل في الأرحاء السفلية الأولى والأرحاء العلوية الأولى والثانية (الشكل ١-١٨):



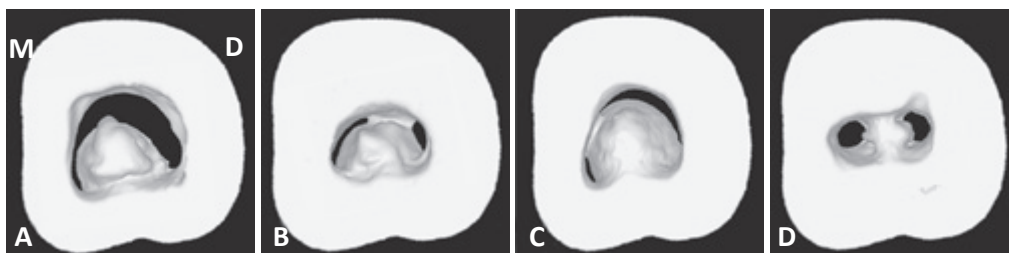
الشكل (١-١٨): يبين التشريح القنوي بشكل C للرحى الثانية السفلية (A)، والرحى الأولى العلوية (B).

### أنماط التشريح القنوي بشكل C

يمكن مصادفة أربعة أنماط لأرض الحجرة اللبية في حالة هذا التشريح القنوي (الشكل ١-١٩):

- **النمط I:** تبدو أرض الحجرة على نحو شبه جزيرة بوجود فوهة قناة بشكل C مستمرة.
- **النمط II:** تبدو أرض الحجرة على نحو شبه جزيرة تتواصل مع عاج الجدار الدهليزي مؤدياً إلى فصل الفوهة C إلى فوهتين أنسية ووحشية. يمكن للفوهة الأنسية أن تنقسم إلى فوهة أنسية دهليزية وأنسية لسانية ناجم عن اتصال ثان لشبه الجزيرة مع الجدار العاجي الأنسي للحجرة اللبية (الشكل الأكثر شيوعاً).

- **النمط III:** تتواصل شبه الجزيرة مع الجدار العاجي الأنسي للحجرة مؤدياً إلى فصل الميزاب C إلى فوهة أنسية لسانية صغيرة وفوهة كبيرة أنسية دهليزية وحشية تنشأ عن اتحاد الفوهة الأنسية الدهليزية والفوهة الوحشية (ثاني أكثر الأشكال شيوعاً).
- **النمط IV:** تضم أرض الحجرة فوهتين أنسية ووحشية ويمكن أن تنقسم الأولى إلى فوهتين أنسيتين مدورتين (الشكل الأقل شيوعاً).



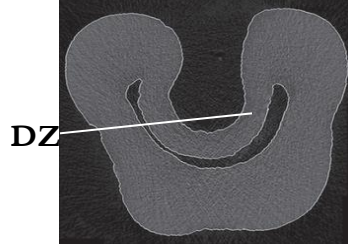
الشكل (١-١٩): يبين أنماط أرض الحجرة اللبية في حالة التشريح القنوي بشكل C، (A): النمط I، (B): النمط II، (C): النمط III، (D): النمط IV (M: أنسي، D: وحشي).

يمكن لهذا النمط من التشريح القنوي أن يبدي تغيرات شكلية على طول الجذر، ما يجعل إمكانية التنبؤ التشريحي الجذري صعباً، إلا أنه غالباً ما تتصف مثل هذه الأسنان بجذور ملتحمة مع ميزاب طولي في وسط الجذر (الشكل ١-٢٠). صنفت هذه التغيرات الجذرية القنوية في أنماط مختلفة كما يلي:

- **الصف I (C1):** يبدو المقطع العرضي للقناة على نحو حرف C بدون انقطاع أو انقسام أو تفرع.
- **الصف II (C2):** يبدو المقطع العرضي للقناة على نحو حرف C غير متواصل بسبب انقطاعه في منطقة ما.
- **الصف III (C3):** يأخذ المقطع العرضي للقناة شكل ٢ أو ٣ أقية منفصلة.
- **الصف IV (C4):** يأخذ المقطع العرضي شكل قناة واحدة مدورة أو ببيضاوية مركزية.
- **الصف V (C5):** تغيب لمعة القناة و لا تظهر إلا قرب ذروة الجذر.

### الآثار السريرية

يتصف الجدار العاجي اللساني للقناة C بأنه الأقل ثخانة خصوصاً في الجزء المتوسط والذروي، الأمر الذي يجعل من هذه المناطق نطاقات خطرة تستوجب الحرص عند التحضير القنوي لتجنب انثقابها (الشكل ١-٢٠).



الشكل (١-٢٠): مقطع عرضي يظهر تفاوت ثخانة الجدران العاجية في حالة القناة C2 حيث يظهر الجدار اللساني رقيقاً مشكلاً نطاقاً خطراً (DZ) أثناء التحضير القنوي (نقلاً عن Gao وزملاؤه، 2006).

تتنوع أشكال حفر الوصول للأسنان ذات التشريح القنوي C ويرتبط ذلك بشكل المنظومة اللبية الخاصة بكل سن. عموماً يفرض هذا التشريح الخاص تحديات جدية من الناحية الميكانيكية التقنية، ما يستلزم استخدام كافة الوسائل المساعدة بما فيها التكبير والإضاءة اللازمة والعزل الجيد لساحة العمل في سبيل تحقيق معالجة لبية ناجحة وآمنة.

## ٥-٢ - منظومة القناة الجذرية على نحو حرف S

### الخصائص العامة

تصادف مثل هذه الأشكال التشريحية عادة في الرباعيات والأنياب والضواحك العلوية الثانية بشكل خاص والأرجاء السفلية (الشكل ١-٢١). تشكل الأفنية الجذرية التي تأخذ شكل حرف S أو شكل الحربة Bayonet-shaped Canals، تحدياً جدياً نظراً لكونها تتضمن انحناءً مضاعفاً، مع تركيز الانحناء الثاني في المنطقة الذروية التي تتصف أصلاً بأنها:

- الأكثر حساسية تجاه التداخل الميكانيكي
- الأكثر والأسرع قابلية للتغير والتخرب
- الأصعب من حيث قابلية التصحيح
- ذات التأثير المباشر على تحديد الطول العامل للقناة الجذرية
- ذات التأثير الحتمي على جودة الختم القنوي الذروي
- ذات التأثير الأهم على إنذار المعالجة



الشكل (١-٢١): أمثلة عن الأسنان التي تتصف بجذور ذات تشريح على نحو حرف S.

### التشخيص

يمكن تحديد وجود هذا الانحناء المضاعف في منظومة القناة الجذرية:

- سريريًا: فعند سحب المبرد الذروي الأولي (SS) Initial Apical File من القناة،

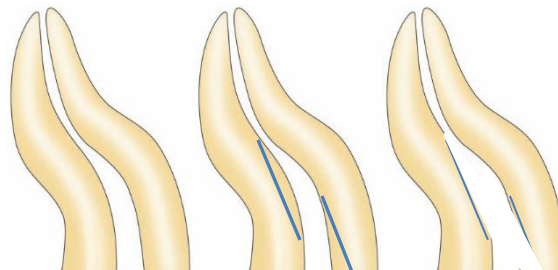
سنجد أنه قد خضع لهذا الانحناء المضاعف واكتسب شكله.

- شعاعياً: يظهر عند توضع هذا الانحناء بالاتجاه الأنسي - الوحشي. يمكن كشفه إذا

توضع بالاتجاه الدهليزي اللساني عند إجراء أكثر من صورة شعاعية بزوايا إسقاط مختلفة.

### التدخل السريري

لابد من استحضار الخصائص ثلاثية الأبعاد لمثل هذا التعقيد التشريحي للحيلولة دون ارتكاب أخطاء التحضير القنوي خلال التدخل الميكانيكي. هذا الأمر يقتضي إيلاء عناية خاصة وتقييم دقيق للتقعرات المتعددة لسطوح الجذر. يمكن أن يؤدي الفشل في تقدير هذه المعطيات التشريحية إلى إحداث أكثر من انحناء شريطي وذلك على حساب الجدار الداخلي لكل انحناء، إضافة إلى تشكيل أكثر من درجة وانتقال الذروة (الشكل ١-٢٢).



الشكل (١-٢٢): كيفية التحضير الموجه على حساب مناطق محددة لجدران القناة ذات التشريح S

لابد من الالتزام بخطوط الإرشاد التالية لتحقيق تحضير قنوي ملائم بأقل نسبة من الأخطاء الإجرائية:

- تصميم حفرة وصول معدلة تهدف إلى تخفيف شدة الانحناء التاجي وجعله أقرب إلى الاستقامة من خلال قطع مناطق محددة من العاج (كما هو مبين في الشكل ١-٢٢)، الأمر الذي يسمح بتركيز الجهود للوصول إلى الانحناء الذروي وتوسيعه تدريجياً.
- يسمح، التحضير الهادئ غير المتسرع للانحناء التاجي أولاً، بتأمين الانفتاح التاجي اللازم لتحضير الانحناء الذروي. يمكن تجنب الانتقاب الشريطي للجدار الخارجي المقعر لهذا الانحناء من خلال الالتزام باستهلاك الحد الأدنى اللازم والضروري من الجدار العاجي.
- إدخال مبرد K صغير القياس محني مسبقاً ضمن القناة بجذر بحيث يوافق انحناءه جهة الانحناء الذروي وذلك ضمن وسط مروي بغزارة، الأمر الذي يسمح بتقديمه التدريجي ويمكن تدويره باتجاهات مختلفة عند الإعاقة حتى تستجيب جهة الانحناء، عندها نلتزم بهذا الاتجاه الذي سمح بتناول كامل الطول العامل للقناة.
- الالتزام بحركات البرد الدائري ذات المدى القصير للمحافظة على التزام الأداة بالطول العامل وتكريس تحضير المنطقة الذروية تدريجياً، فليس من المضمون أن تعود الأداة إلى الطول العامل عند خروجها من منطقة الانحناء الذروي عند إجراء حركات برد بسعة كبيرة.
- استخدام قياسات متدرجة بنفس الطريقة وإجراء التسليك والاسترداد الذروي للقناة بشكل متكرر وهادئ، لتجنب حصول انسداد ذروي أو تشكل درجة على حساب الانحناء الذروي. لابد من الاكتفاء بالحد الأدنى من التوسيع الذروي الرئيس: مثلاً # 25
- تفيد تقنيات تكثيف الكوتابيركا الحارة في تحقيق الحشو الكامل والختم الكثيم لجميع أجزاء المنظومة القنوية في مثل هذه الحالات الصعبة.

## الخاتمة

يبقى الإلمام بالتشريح القنوي أولوية حتمية وشرطاً لازماً وضرورياً لإنجاز معالجة لبية صحيحة تضمن إعادة التأهيل الوظيفي للسن. إن معرفة طبيعة التشريح القنوي وتقدير درجة صعوبته للحالة قيد العلاج هي من مقدمات المعالجة اللبية الناجحة، فهذا الأمر سيسمح باعتماد طريقة التداخل الملائمة واستخدام الأدوات والوسائل اللازمة، الأمر الذي سيخفض نسبة الأخطاء الإجرائية بشكل جوهري.

## الفصل الثاني

### حفر الوصول اللبية

#### Endodontic access Cavities

١ - المقدمة

٢ - أهداف تصميم وتشكيل حفر الوصول اللبية

٣ - أدوات تشكيل حفرة الوصول اللبية

٤ - الاعتبارات الخاصة بتشكيل حفرة الوصول اللبية

٥ - المراحل الرئيسة لتشكيل حفرة الوصول اللبية

٦ - تصاميم حفر الوصول اللبية للأسنان العلوية

٧ - تصاميم حفر الوصول اللبية للأسنان السفلية

٨ - الحالات الخاصة لحفر الوصول اللبية

٩ - أخطاء واختلاطات تصميم حفر الوصول اللبية

١٠ - الخاتمة

## ١ - المقدمة

تعتبر حفر الوصول اللبية بوابة الدخول لمنظومة القناة اللبية الجذرية في سبيل إنجاز المعالجة اللبية. لتحقيق التداخل العلاجي اللبي الناجح لابد من توافر مواصفات محددة في حفر الوصول من حيث الحجم والأبعاد والتصميم الشكلي والتوضع والاتجاه ضمن تاج السن. ترتبط مواصفات حفر الوصول بالعديد من العوامل من أهمها:

- تشريح المنظومة اللبية التاجية الحجروية والجذرية القنوية لكل سن.
- خصائص توضع كل سن ضمن القوس السنية من حيث اتجاه المحور الطولي الفراغي.
- التغيرات المرضية والعلاجية، الترميمية والتعويضية، التي تغير من المعالم التشريحية الاعتيادية الخارجية لتاج السن أو الداخلية للحجرة اللبية.

هنا تبرز أهمية معطيات ووسائل التشخيص والتقصي والسير المختلفة، بما فيها الصور الشعاعية الذروية ذات التزوي الأفقي المتفاوت، في سبيل مقارنة حقيقة تشريح منظومة القناة اللبية، التي تبقى خفية لا يمكن رؤيتها بشكل مباشر طالما استمر السن بالوظيفة. في هذا السياق تتوفر العديد من الأدوات والوسائل والطرق التي تساهم في تحديد الشكل الفراغي للمنظومة اللبية القنوية، انطلاقاً من الحجرة اللبية ومواقع فوهات الأقنية، نذكر منها:

- المجهر الضوئي الخاص بالمعالجة اللبية
- مراقبة تغير لون العاج بين جدران وقعر الحجرة اللبية
- سير قعر الحجرة اللبية
- النقاط النازفة الموافقة لفوهات الأقنية الجذرية.
- اختبار تفاعل هيبوكلوريت الصوديوم (الشكل ٢-١)
- تلوين قعر الحجرة اللبية بأزرق الميتلين 1%
- الصور الشعاعية الذروية بزوايا إسقاط مختلفة

سنستعرض في هذا الفصل أهداف تشكيل حفر الوصول اللبية والاعتبارات والمراحل العامة لإنجازها، والتصاميم المختلفة لهذه الحفر باختلاف أشكال الأسنان وخصائصها المميزة، ومن ثم سنتناول الحالات الخاصة لحفر الوصول اللبية والأخطاء والاختلالات المرتبطة بتصميم وتشكيل وإنجاز هذه الحفر.





الشكل (٢-١): يبين تطبيق اختبار فقاعات تفاعل هيبوكلوريت الصوديوم لكشف فوهات الأقنية المتكلسة (نقلًا عن Cohen، 2016).

## ٢- أهداف تصميم وتشكيل حفر الوصول اللبية

تحقيق إمكانية الوصول الآمن إلى كافة أجزاء منظومة القناة الجذرية هو الهدف الرئيس لإجراءات التحضير القنوي، وهذا يبدأ بتشكيل حفر الوصول اللبية الصحيحة التي تهدف إلى:

- إزالة كافة النسيج السنية النخرة أينما وجدت ومهما امتدت.
- المحافظة على النسيج السنية السليمة قدر الإمكان.
- الإزالة الكاملة لسقف الحجرة اللبية والقرون اللبية.
- المحافظة على قعر الحجرة اللبية سليماً في الأسنان متعددة الجذور.
- الإزالة الكاملة للنسيج اللبية الحجروية سواء الحية منها أو الممتوتة.
- كشف وتحديد كامل فوهات الأقنية الجذرية.
- تحقيق خط إدخال مستقيم ومباشر للأدوات اللبية إلى المنظومة القنوية حتى النهاية الذروية (الشكل ٢-٢)، أو حتى موقع بداية الانحناء في الأقنية المنحنية.

يؤمن تحقيق خط إدخال مستقيم للأدوات اللبية:

- دخول انسيابي حر بدون أي توتر جانبي لهذه الأدوات من خلال تشكيل قمع افتراضي تقع قاعدته على السطح الحنكي أو اللساني ورأسه عند فوهة القناة في الأسنان وحيدة القناة، بينما تقع قاعدته على السطح الطاحن وتتموضع فوهات الأقنية في زوايا محيط رأسه في حالة الأسنان متعددة الأقنية.
- إمكانية قصوى لتنضير كامل الفراغ القنوي.

- تخفيض احتمال حصول الأخطاء الإجرائية وعلى رأسها انكسار الأدوات اللبية.

يمكن تعديل الشكل الخارجي لحفرة الوصول في سبيل كشف كامل مواقع فوهات الأقنية اللبية وتأمين خط الدخول المستقيم إليها، بغية تحقيق الإجراءات التالية للمعالجة اللبية بشكل صحيح وآمن.



الشكل (٢-٢): خط الدخول المستقيم للأداة ضمن القناة الجذرية. يجب ألا تتوتر أو تنحني الأداة اللبية حتى تصل إلى النهاية الذروية أو إلى بداية الانحناء في حالة الأقنية المنحنية.

### ٣- أدوات تشكيل حفرة الوصول اللبية

تشمل الوسائل الميكانيكية اللازمة لإنجاز مراحل تشكيل حفرة الوصول اللبية المطلوبة، بما فيها القبضات والسنابل المناسبة، إضافة إلى المسابر اللبية، ويمكن الاستعانة بالأجهزة فوق الصوتية.

#### القبضات

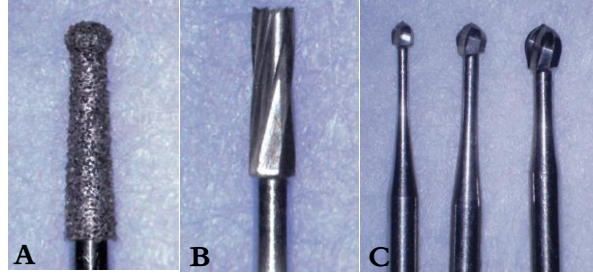
يتم إنجاز الشكل العام لمختلف حفر الوصول اللبية باستخدام القبضات التوربينية (السرعات العالية) بشكل حذر للحيلولة دون ضياع النسيج السنية بلا مبرر، بل يتم الاستهلاك بشكل مدروس ولغاية تحقيق المدخل المناسب للأدوات دون زيادة أو نقصان. يمكن اللجوء إلى قبضات الميكروتور (السرعات البطيئة) أو القبضات العاملة بالأمواج فوق الصوتية في بعض الحالات التي تتطلب التشكيل المتأني أو الإزالة المضبوطة للنسيج السنية كما يحصل في حالات التكلس الليي الحجروي الشديد.

#### السنابل

هناك العديد من أشكال السنابل التي طوّرت بهدف تحقيق حفرة وصول لبية ملائمة شكلاً وحجماً وتوضعاً واتجاهاً. يجب أن تحقق هذه السنابل المواصفات العامة لحفر الوصول الصحيحة ولو اختلفت أشكالها وتراكيبها ومراحل استخدامها وتوصيات الشركات المنتجة.

تتضمن سنابل تشكيل حفر الوصول اللبية الشائعة:

- سنابل التنغستين كربايد الكروية بحجوم #2, #4, #6: تستخدم لتجريف النسيج السنية النخرة وتشكيل الحدود الخارجية للحفرة واختراق وإزالة سقف الحجرة اللبية.
- سنابل تنغستين كربايد المثلمة أو السنابل الماسية ذات الذروة الكروية التي تفيد في تناول وتوسيع الجدران المحورية لحفرة الوصول، وتستخدم بمحذر خشية إصابة قعر الحجرة أو ثقب جدرانها (الشكل ٢-٣).
- السنابل الماسية ذات النهاية الآمنة غير القاطعة: تستخدم لتوجيه وتوسيع الجدران المحورية لحفرة الوصول وتهيئة النقاط المرجعية الموافقة لذرا الحداث أو الحدود القاطعة (الشكل ٢-٤)



الشكل (٢-٣): أنواع السنابل شائعة الاستخدام لتشكيل حفرة الوصول اللبية، (A): سنبل ماسية شاقة مستدقة ذات ذروة كروية، (B): سنبل تنغستين كربايد شاقة مثلمة رقم 57، (C): سنابل تنغستين كربايد كروية بحجوم مختلفة #2, #4, #6.

- السنابل الماسية الكروية بحجوم #2, #4: يفضل استخدامها عند تشكيل حفرة الوصول ضمن الترميمات الخزفية أو المعدنية، فهي أقل رضاً لتركيب الخزف، مقارنة بسنابل التنغستين كربايد، ويمكن أن تخترق الخزف بدون إحداث تصدع أو كسر في بنيته بوجود الترطيب المائي الملائم (الشكل ٢-٤).

- سنابل التنغستين كربايد القاطعة للمعدن Transmetal: ذات الفعالية القاطعة العالية (الشكل ٢-٤).

- سنابل Mueller و LN-Extendo: تستخدم في حالات البحث عن فوهات الأقنية أو عدم القدرة على الدخول ضمن بعض الأقنية بسبب التكلس الشديد، فهي سنابل كروية

الشكل ذات ساق طويلة، تؤمن رؤية مباشرة ودقة في القطع خلال هذا النمط من التداخل الدقيق (الشكل ٢-٤).

- الأدوات فوق الصوتية: يمكن الاستعانة بها لتحديد واختراق فوهات الأقنية المتكلسة.



الشكل (٢-٤): يبين بعض أنواع وأشكال السنابل التي يمكن استخدامها عند تشكيل حفرة الوصول اللبية، (A): سنبل LN or Extendo، (B): سنبل Mueller، (C): سنبل كروية ماسية #2، (D): سنبل كروية ماسية #4، (E): السنبل القاطعة للمعدن، (F): سنبل ماسية شاقة مستدقة ذات رأس آمن (غير عامل)، (G): سنبل تنغستين كربايد شاقة مستدقة ذات رأس آمن.

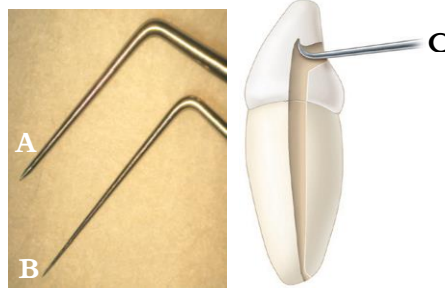
- سنابل **Gates Glidden (GG)**: تستخدم لتوسيع فوهات الأقنية اللبية بعد تحديد مواقعها، ليتماذى محيطها مع الجدران المحورية لحفرة الوصول اللبية، الأمر الذي يؤمن الدخول الانسيابي الحر بدون إجهاد للأدوات اللبية عند تحضير وتشكيل القناة. لابد من الحذر والانتباه لاتجاه وكمية النسيج السنية المستهلكة لتجنب حدوث الانثقابات الجانبية (الشريطية) خصوصاً في الأقنية المنحنية، فهذه السنابل لا تستخدم إلا في الجزء المستقيم من القناة الجذرية (الشكل ٢-٥).



الشكل (٢-٥): سنابل GG ذات الرأس المرشد غير العامل المستخدمة في توسيع فوهات الأقنية اللبية وتضم ٦ قياسات توافق قياس الأدوات اللبية 50-70-90-110-130-150، يمكن أن تكون الساق طويلة (للأسنان الأمامية) أو قصيرة (للأسنان الخلفية).

## المسابر اللبية

- المسبر اللبي DG-16: يفيد في كشف فوهات الأقنية وتحديد زوايا انطلاقها من أرض الحجرة اللبية.
- المسبر اللبي JW-17: يشبه سابقه إلا أن أبعاده أدق ويفيد في حالة الأقنية المتكلسة.
- مسبر #17: يفيد في تحديد وجود بقايا سقف الحجرة اللبية (الرفوف العاجية) خصوصاً في منطقة القرون اللبية. يؤدي عدم إزالة مثل هذه المناطق إلى تحلل النسيج اللبي المتبقي ما يساهم في زيادة تلون النسيج السنية التالي للمعالجة اللبية (الشكل ٢-٦).



الشكل (٢-٦): بعض أشكال المسابر اللبية، (A): مسبر DG-16، (B): مسبر JW-17، (C): مسبر #17.

## الأدوات فوق الصوتية

يمكن أن تفيد الأدوات العاملة بالطاقة فوق الصوتية الخاصة بتشكيل حفر الوصول اللبية في تأكيد التصميم الصحيح من خلال الإزالة الدقيقة والموجهة للنسيج وسبر وتوسيع فوهات الأقنية مع توفير ساحة عمل ورؤية أوضح مقارنة بطرق التحضير التقليدية. تمتاز الأدوات فوق الصوتية دقيقة القياس بأنها أصغر أبعاداً من السناבל الكروية، حيث تتمكن بواسطة ذراتها الساحله من تحقيق تحضير موجه انتقائي للعلاج عند سبر فوهات الأقنية اللبية المتضيقة أو المتكلسة.

## ٤- الاعتبارات الخاصة بتشكيل حفرة الوصول اللبية

### استحضار تشريح منظومة القناة اللبية المفترض

يملي تشريح منظومة القناة اللبية شكل حفرة الوصول الملائم، ما يعني أن بدء تشكيل حفرة الوصول الصحيحة سيستند إلى تحديد امتداد المنظومة القنوية ضمن تاج وجذر السن. يتطلب هذا الأمر فحص

تشريح السن على مستوى التاج والعنق والجذر وقراءة الصور الشعاعية الذروية ذات زوايا الإسقاط المختلفة. عادة ما يكفي إجراء صورتين شعاعيتين تشخيصيتين لتحديد موقع وحجم الحجرة اللبية ودرجة تكلسها وعدد الجذور والأقنية وطول القناة التقريبي. يمكن أن يساعد جس سطح اللثة الملتصقة في تحديد شكل الجذر واتجاهه.

يساعد مجموع هذه المعطيات الطبيب الممارس في التوجيه الصحيح لمحور دخول السنبل التي تم اختيار قياسها وشكلها المناسب لرسم وتشكيل ومن ثم تنفيذ حفرة الوصول اللبية الملائمة من حيث الشكل والحجم و التوضع والاتجاه.

#### تهيئة ساحة العمل الملائمة: تتضمن:

- استخدام وسائل التكبير اللازمة خصوصاً في المراحل الأولى من التحضير القنوي، عند تحديد مواقع فوهات الأقنية اللبية وإزالة التكلسات التي يمكن مصادفتها ضمن الحجرة اللبية. تفيد هذه الوسائل في مراقبة التغيرات البنيوية واللونية والعلامات الفارقة الدقيقة بين عاج سقف وقعر الحجرة اللبية.
- تأمين الإضاءة المعززة المرافقة للنظارات المكبرة أو المجهر اللبي، لما لها من دور جوهري في كشف وتمييز مواقع فوهات الأقنية خصوصاً في حالات الأقنية المتضيق والمتكلسة وذات العدد أو التوضع غير الاعتيادي.
- العزل الجيد: باستخدام الحاجز المطاطي لمنع تلوث ساحة العمل باللعب والجراثيم الفموية.

#### خصائص الملتقى المينائي الملاطي

عادة ما يتم تحديد أبعاد حفرة الوصول بالاستناد إلى تشريح تاج السن إلا أن هذا المفهوم غير ثابت ولا يمكن الاعتماد عليه بشكل مطلق نظراً لتغير هذا التشريح عند حدوث الإصابة النخرية أو بعد إجراء الترميم و-أو التعويض، وبالتالي يمكن لجذر السن ألا يكون متعامداً مع السطح الإطباق للسن. إن الاعتماد الكامل على التشريح الإطباق أو اللساني لتشكيل حفرة الوصول اللبية يمكن أن يكون السبب في حدوث بعض الأخطاء الإجرائية مثل الانتقابات التاجية العنقية أو انتقابات مفترق الجذور.

وجد Krasner & Rankow عام 2004 أن الملتقى المينائي الملاطي يشكل نقطة العلام التشريرية الأكثر ثباتاً وأهمية في سبيل تحديد امتداد الحجرة اللبية ومواقع فوهات الأقنية الجذرية. فقد بينا أن المسافة الفاصلة من سطوح التاج السريري الخارجية إلى جدران الحجرة اللبية الموافقة تكون متساوية على كامل محيط السن عند مستوى الملتقى المينائي الملاطي.

### خصائص أرض الحجرة اللبية

اقترح Krasner & Rankow عام 2004 خطوط إرشاد فراغية تساهم في وضع تصور ثلاثي الأبعاد لتشريح الحجرة اللبية، الأمر الذي يساعد الطبيب الممارس في التحديد الدقيق لعدد وموقع فوهات الأقنية اللبية في أرض الحجرة اللبية وذلك بناء على المبادئ التالية:

- **المركزية Centrality**: تقع أرض الحجرة اللبية دوماً في مركز السن عند مستوى الملتقى المينائي الملاطي.
- **الاشتراك بالمركز Concentricity**: تتشارك جدران الحجرة اللبية بمركز مشترك مع السطوح الخارجية للسن على مستوى الملتقى المينائي الملاطي، ما يعني أن تشريح السطح الخارجي يعكس التشريح الداخلي للحجرة اللبية.
- **التناظر Symmetry**: باستثناء الأرحاء العلوية، تتوضع فوهات الأقنية اللبية على مسافة متناظرة عمودية على المحور الأنسي الوحشي المار من مركز أرض الحجرة اللبية.
- **التباين اللوني Color change**: تتصف أرض الحجرة اللبية بلون أكثر قتامة من لون سقف وجدران الحجرة اللبية.
- **موقع فوهة القناة اللبية Orifice location**: تتوضع فوهات الأقنية اللبية في الأسنان متعددة الجذور عموماً عند زوايا اتصال أرض الحجرة اللبية بجدرانها، عند نهاية خطوط الالتحام التطورية للجذور.

**العوامل المعدلة لتصميم حفرة الوصول اللبية**: تُحصر حفر الوصول اللبية عموماً على حساب:

- السطوح الحنكية للأسنان الأمامية العلوية.
- السطوح اللسانية للأسنان الأمامية السفلية.

## - السطوح الإطباقية للأسنان الخلفية العلوية والسفلية.

من المفترض أن يحقق هذا التوضع خط دخول مستقيم للأدوات اللبية يمكّنها من تناول كافة أجزاء المنظومة القنوية بدون توتير جانبي. كذلك يساهم في تخفيض الآثار السلبية لاستهلاك النسيج السنية وإنجاز الترميم النهائي على النواحي التجميلية والميكانيكية للسن عند إعادة تأهيله الوظيفي. في هذا السياق يمكن لبعض العوامل الموضعية أن تعدّل تموضع و-أو شكل و-أو حجم و-أو اتجاه حفرة الوصول اللبية، هنا لابد من أخذ هذه العوامل بعين الاعتبار وذلك حسب معطيات كل حالة على حدة. من أهم هذه العوامل:

### العوامل الذاتية الفردية

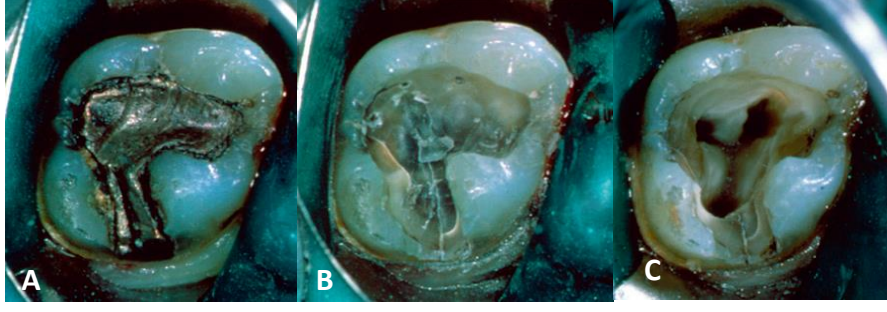
يمكن أن ينزاح توضع حفرة الوصول اللبية عن المكان المفترض لأسباب مختلفة، منها تراكم أو انفتال أو ميلان الأسنان كما في بعض الحالات الخاصة للأسنان الأمامية السفلية. في مثل هذه الحالات يمكن لحفرة الوصول أن تمتد لتشمل الحافة القاطعة بغية تأمين خط دخول مستقيم للأدوات اللبية الضامن الوحيد لتنظيف وتشكيل وتطهير كافة أجزاء المنظومة القنوية. في مثل هذه الحالات تُحضّر حفرة الوصول قبل تطبيق الحاجز المطاطي للحيلولة دون غياب المعالم الدالة على اتجاه المحور الطولي للسن، الذي يشكل محور إرشاد أساسي لتشكيل حفر وصول صحيحة التوجيه.

### العوامل المكتسبة: مرضية - علاجية

يجب إزالة كامل النسيج السنية النخرة والترميمات السنية السيئة عند تحضير حفر الوصول اللبية، وذلك لعدة أسباب (الشكل ٢-٧) من أهمها:

- إزالة العوامل السببية التي تشكل مصدر تلوث جرثومي مستمر.
- تهيئة ساحة عمل واضحة ونظيفة مايساهم في توجيه وتركيز جهود الطبيب.
- تأمين نسيج وسطوح وحواف سنية نظيفة وسليمة تؤمن إغلاق حفرة الوصول بشكل كتيّم.
- تجنب سقوط بقايا المواد المرممة ضمن منظومة القناة الجذرية.
- التحقق من عدم وجود صدوع أو كسور سنية خفية.
- التأكد من قابلية السن للترميم والعودة للوظيفة بعد المعالجة اللبية وإلا فيستطب قلع السن.





الشكل (٢-٧): (A): رحي علوية تستطب فيها المعالجة اللبية، (B): إزالة كامل ترميم الأملغم يكشف وجود كسر عمودي في الحفاف الحنكي للحفرة، (C): تشكيل حفرة الوصول المعدلة اللازمة لتنظيف وتشكيل منظومة القناة اللبية ( نقلاً عن Gutmann & Lovdahl، 2001)

لتحسين مواصفات حفر الوصول اللبية، يمكن اللجوء إلى ترميم الجدران المتهدمة لتهيئة حفر رباعية الجدران ما أمكن، الأمر الذي يسمح بتأمين بيئة ملائمة لعمل أدوات التحضير وسوائل الإرواء وضبط التلوث الجرثومي وحماية المخاطية الفموية خلال التداخل القنوي العلاجي.

في هذا السياق لابد من إزالة النسيج السنية غير المدعومة، التي تكون عرضة للكسر خلال المعالجة اللبية، ما يمكن أن يساهم في رفع نسبة الفشل. بالمقابل يجب عدم المبالغة باستهلاك النسيج السنية السليمة عند تأمين خطوط الإدخال المستقيمة للأدوات اللبية، بغية المحافظة على مقاومة ميكانيكية ملائمة للسن تجاه القوى الإطباقية خلال وبعد انتهاء المعالجة. هذا يقتضي إزالة كمية محددة من النسيج السنية في أماكن معينة وباتجاه محدد لإلغاء أي توتر جانبي يمكن أن تمارسه جدران حفرة الوصول على الأدوات اللبية خلال عملها، ويتضح هذا الأمر بشكل جلي في حالة الأقنية المنحنية بشدة أو التي تغادر أرض الحجرة اللبية مشكّلة زاوية كبيرة مع المحور الطولي للسن.

لن يعتمد تصميم حفرة الوصول (الشكل، الحجم، التوضع، الاتجاه) على موقع فوهات الأقنية فحسب، بل سيرتبط أيضاً بمستوى وشدة واتجاه انحناء القناة فراغياً. يجب أن ترشد جدران القناة اللبية، وليس جدران حفرة الوصول، حركة تقدم الأدوات ضمن هذه القناة. سيقود عدم الالتزام بتحقيق ذلك، إلى ارتكاب أخطاء واختلاطات التحضير القنوي ومن أهمها:

- التوجيه الخاطئ لمحور دخول الأداة ضمن القناة وتشكيل نقطة الاصطدام.
- انثقاب الجذر.

- انكسار الأداة.
- عدم المحافظة على مركزية القناة.
- نقل النهاية الذروية للقناة.

## ٥- المراحل الرئيسة لتشكيل حفرة الوصول اللبية

سنستعرض الخطوات العامة لتحضير حفر الوصول اللبية للأسنان الأمامية والخلفية. تشابه المراحل العامة لتحضير حفر الوصول اللبية للأسنان الأمامية تلك الخاصة بالأسنان الخلفية، إلا أن هناك عدداً من العوامل لا بد من أخذها بعين الاعتبار، فالأسنان الخلفية تتصف بـ:

- تعقيد تشريحي أعلى من الأسنان الأمامية.
- توضع خلفي ضمن الحفرة الفموية أكثر صعوبة من حيث الوصول.
- امتداد أكبر للآفة النخرية.
- متطلبات ميكانيكية أشد.

بالمقابل لا يمكن إغفال أهمية الاعتبارات التجميلية للأسنان الأمامية عند التخطيط لإجراء المعالجة اللبية. عموماً لا بد من دقة تصميم حفرة الوصول وجودة تنفيذها سواء في الأسنان الأمامية أو الخلفية.

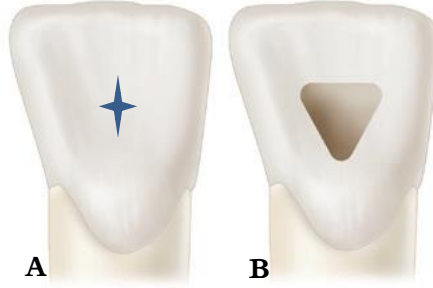
## ٥-١- تحديد الشكل العام الخارجي للحفرة

### الأسنان الأمامية

يتم تشكيل الحدود الخارجية لحفرة الوصول اللبية على السطح الحنكي أو اللساني. لا بد من إزالة كامل النسيج السنية النخرة ومواد الترميم حتى الوصول إلى حواف سنية سليمة. عند عدم اكتمال حدود الحفرة اللازمة للتداخل اللبي الآمن، يتم استكمالها على حساب النسيج السنية السليمة.

يبدأ هذا الإجراء، في حالة الأسنان السليمة، في مركز السطح الحنكي أو اللساني للتاج التشريحي. يفضل استخدام السنايل الكروية (#2 أو #4) لاختراق سماكة الميناء وطبقات العاج حتى سقف الحجرة اللبية. توجّه السنايل بشكل عمودي على السطح الحنكي - اللساني عند بدء ترسيم الحدود الخارجية

حفرة الوصول. يشابه الشكل العام للحفرة شكل السطح الحنكي - اللساني للسن ولكن بأبعاد مصغرة وبتوضع مركزي الشكل (٢-٨).



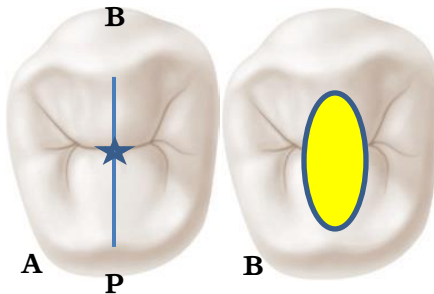
الشكل (٢-٨): (A): يبين توضع مركز حفرة الوصول في مركز السطح الحنكي للثنية العلوية، (B): يجب أن يحاكي الشكل العام لحفرة الوصول اللبية، شكل التاج التشريحي للسن.

#### الأسنان الخلفية

يؤمن إزالة كامل النسيج السنية النخرة إضافة إلى الترميمات السابقة، شكلاً عاماً ملائماً لحفرة الوصول عادة، وعند عدم تحقق ذلك يجب استكمال رسم حدود الحفرة على حساب النسيج السنية السليمة. بالمقابل عندما تكون النسيج السنية سليمة بشكل كامل، يجب أن يتحدد موقع بدء تشكيل حفرة الوصول بناء على موقع لب السن التاجي والجذري.

#### الضواحك

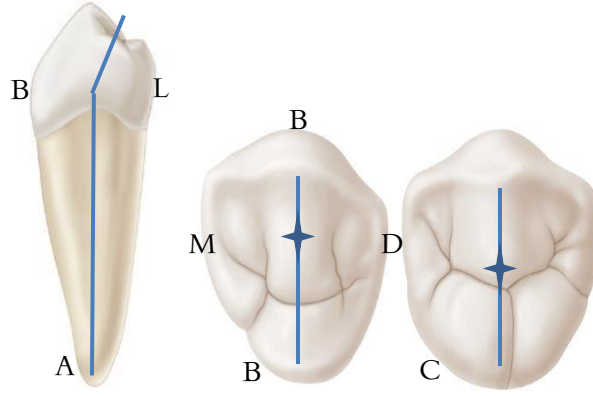
تتوضع الحفرة اللبية في مركز السن عند مستوى الملتقى المينائي الملاطي، بالتالي يتوضع مركز حفرة الوصول للضواحك العلوية في منتصف الميزاب الرئيس بين ذرا الحدبات (الشكل ٢-٩).



الشكل (٢-٩): (A): يبين مركز حفرة الوصول للضواحك العلوية (النجمة)، (B): الشكل العام الإهليلجي لحفرة الوصول (B: دهليزي، P: حنكي).

تميل تيجان الضواحك السفلية نحو اللساني بالنسبة لجذورها (الشكل ٢-١٠)، لذلك يجب أن يؤخذ هذا الميلان بعين الاعتبار عند تحديد مركز حفرة الوصول:

- يتوضع مركز حفرة الوصول للضواحك السفلية الأولى على الخط الواصل بين ذرا الحديتين الدهليزية واللسانية عند التقاء الثلث الدهليزي مع الثلثين اللسانيين (الشكل ٢-١٠/B).
- يشابه مركز حفرة الوصول في حالة الضواحك السفلية الثانية نظيره في الأولى، إلا أنه أقل قريباً من ذروة الحدة الدهليزية نظراً لكون التاج أقل ميلاناً نحو اللساني، حيث يتوضع عند منتصف الخط الواصل بين ذرا الحديتين الدهليزية واللسانية الأنسية (الشكل ٢-١٠/C).

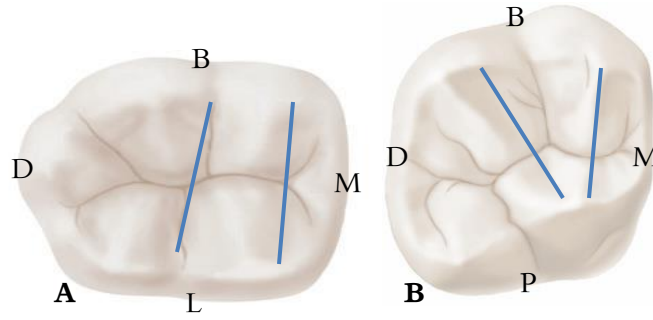


الشكل (٢-١٠): (A): منظر جانبي يظهر ميلان تاج الضاحك السفلي الأول نحو اللساني بالنسبة للجذر، (B): منظر إطباق لمركز حفرة الوصول للضاحك الأول السفلي، (C): منظر إطباق لمركز حفرة الوصول للضاحك الثاني السفلي (B: دهليزي ، L: لساني ، M: أنسي ، D: وحشي).

## الأرجاء

يجب تحديد أبعاد حفرة وصول الأرجاء بالاتجاه الأنسي-الوحشي والدهليزي-اللساني. يمكن الاستعانة بالصور الشعاعية الممنوعة لتزويدنا بمعطيات أدق حول الأبعاد الأنسية الوحشية للحجرة اللبية مقارنة بالصور الذروية، وبالتالي رسم الحدود الأنسية والوحشية لحفرة الوصول اللبية (الشكل ٢-١١):

- يشكل الخط الواصل بين ذرا الحديتين الأنسية الحدود الأنسية لحفرة الوصول للأرجاء العلوية والسفلية، فنادرًا ما تتوضع الحجرة اللبية إلى الأنسي من هذا الخط الافتراضي.
- يشكل بدء الارتفاع المعترض الحدود الوحشية لحفرة الوصول للأرجاء العلوية، بينما يشكل الخط الواصل بين الأتلام الدهليزية واللسانية الحدود الوحشية لحفرة وصول الأرجاء السفلية.



الشكل (٢-١١): يبين (A): الحدود الأنسية والوحشية لحفرة الوصول اللبية للأرجاء السفلية، (B): الحدود الأنسية والوحشية لحفرة الوصول اللبية للأرجاء العلوية (M: أنسي، D: وحشي).

يتم اختراق الميناء والوصول إلى الطبقة السطحية من العاج باستخدام السنابل الكروية #2 أو #4 في حالة الضواحك و #4 أو #6 في حالة الأرحاء. يمكن استخدام السنابل الشاقة المستدقة المثلمة بدلاً من الكروية. توجه السنابل بشكل عمودي على السطح الطاحن حيث تبدأ هذه الحفر بشكل مصغر ثم تتوسع وتكتسب شكلها النهائي مع تحديد مواقع فوهات الأقنية التي ستعطي مواقع زوايا هذه الحفر.

## ٥-٢- اختراق وإزالة سقف الحجرة اللبية

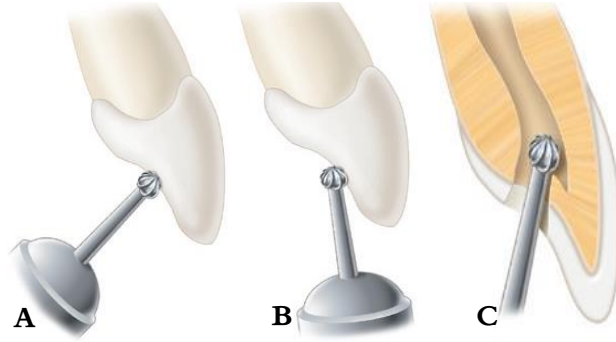
### الأسنان الأمامية

بعد الوصول إلى سقف الحجرة اللبية وعند البدء باختراقه يجب أن يتغير محور دخول السنبل من عمودي على السطح الحنكي أو اللساني إلى موازي للمحور الطولي للسن، وهنا لابد أن يشعر الطبيب بأن السنبل "تسقط في هوة" وهذا يعني أنها تدخل فراغ الحجرة اللبية (الشكل ٢-١٢). تفيد الصور الشعاعية التشخيصية في تزويد الطبيب بمعلومات قيمة عن المسافة الفاصلة ما بين الحد القاطع وسقف الحجرة اللبية لتجنب ارتكاب الأخطاء مثل الانتقابات العنقية.

عندما لا يشعر الطبيب بفراغ الحجرة اللبية، وهذا ما يصادف في حالة الأقنية المتكلسة، لابد من استخدام المسابر اللبية والإضاءة والتكبير الملائم لتحديد عمق الدخول واستكشاف موقع فوهة القناة. عموماً يجب تحديد زاوية الدخول إلى القناة اللبية بالنسبة للمحور الطولي للسن فراغياً (بالاتجاه الأنسي-الوحشي والدهليزي-اللساني) وتوسيع فوهة القناة من خلال إزالة المثلاث العاجية التي تعيق خط الدخول المستقيم للأدوات اللبية المفترض تحقيقه بصفته شرطاً لازماً وضرورياً للتشكيل الصحيح لحفرة الوصول بشكل خاص، وللتحضير القنوي الآمن بشكل عام.

بعد اختراق سقف الحجرة اللبية، لابد من إزالته بشكل كامل تدريجياً خلال حركات خروج السنبلية الكروية التي ستزيل كامل الرفوف العاجية، بما فيها القرون اللبية، وتسمح لتشريح الحجرة اللبية بأن يملئ الشكل العام لحفرة الوصول اللبية.

يمكن أن يعيق إدماء القناة، المرافق لحالات التهاب اللب الحادة، الرؤية الجيدة لساحة العمل، في مثل هذه الحالات، يكفي تحقيق فتحة دخول أولي ملائمة، لإزالة اللب الحجروي بمجرفة أو بنفس السنبلية حتى مستوى فوهة القناة مع الغسل الوفير بهيبوكلوريت الصوديوم، ما سيسمح بتوفير الرؤية اللازمة للمتابعة. يجب إزالة الرفوف اللبية كافة وتحقيق السبر الانسيابي للجدران باستخدام المسبر اللبي #17.



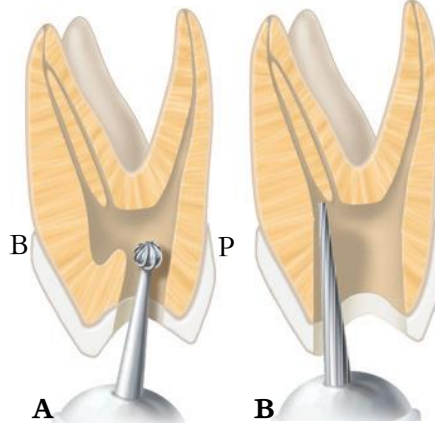
الشكل (٢-١٢): (A): توضع السنبلية بشكل عمودي على السطح اللساني عند بدء تشكيل حفرة الوصول، (B): تتغير هذه الزاوية لتصبح موازية للمحور الطولي للسن عند اختراق سقف الحجرة اللبية، (C): إزالة بقايا سقف الحجرة اللبية - الرفوف العاجية، حيث يملئ شكل الحجرة اللبية، الشكل الخارجي لحفرة الوصول.

#### الأسنان الخلفية

بعد تحقيق الاختراق الأولي لسقف الحجرة اللبية، تتغير زاوية الدخول من عمودية على السطح الإطباق إلى زاوية تلائم إزالة كامل أجزاء السقف وتتمادى مع المحور الطولي للجذور - الأتنية في الاتجاه الدهليزي اللساني والأنسي الوحشي. يمكن أن يتسبب عدم تغيير محور دخول السنبلية، بالاتجاه والوقت الملائم، بحدوث أخطاء واختلاطات التحضير مثل انتقابات المفترق والانتقابات العنقية.

يجب أن توجه زاوية الدخول في حالة الأرحاء، بعد اختراق سقف الحجرة اللبية، باتجاه أكبر قناة بغية عدم المساس بأرض الحجرة اللبية، فحجم الحجرة اللبية عادة ما يكون أكبر ما يمكن فوق فوهات هذه

الأقنية. بناء عليه توجه زاوية الدخول للأرحاء العلوية باتجاه فوهة القناة الحنكية (الشكل ٢-١٣)، بينما توجه باتجاه فوهة القناة الوحشية في حالة الأرحاء السفلية.



الشكل (٢-١٣): (A): توجه محور دخول السنبل نحو فوهة القناة الحنكية للرحى العلوية عند اختراق سقف الحجرة اللبية، (B): استخدام سنبل ماسية أو تنغستين كربايد مخروطية ذات رأس آمن لتسوية وتحقيق تمادي الجدران المحورية لحفرة الوصول من الحافة الخارجية وحتى فوهة القناة (B: دهليزي، P: حنكي).

لدى عدم الشعور بسقوط السنبل ضمن فراغ الحجرة اللبية عند اختراق سطحها، كما هو حال الأقنية اللبية المتكلسة، لابد من إكمال رسم معالم حفرة الوصول اللبية بشكل متأنٍ وحذر وبوجود التكبير والإضاءة اللازمة واعتماد السبر الجاد المتكرر لتحديد المواقع الصحيحة ومحاور الدخول الملائمة لفوهات الأقنية اللبية بغية تجنب حصول الانثقابات العنقية وانثقابات مفترق الجذور.

بعد اختراق سقف الحجرة اللبية لابد من إزالتها كاملاً بما فيها القرون اللبية باستخدام السنبل المناسبة شكلاً وحجماً، مع السيطرة على إدماء الحجرة اللبية للمحافظة على وضوح ساحة العمل.

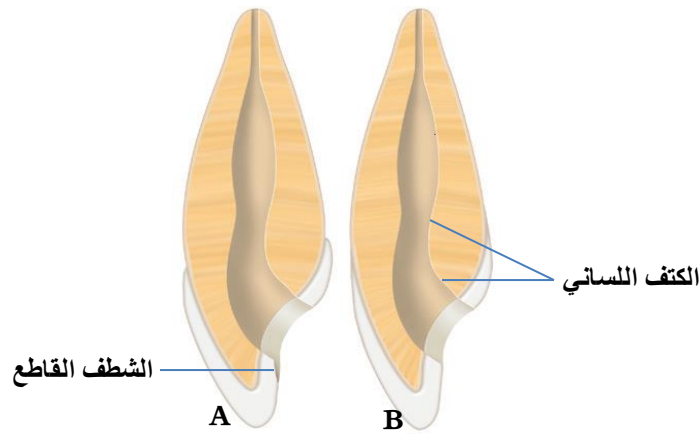
يجب أن تتمادى زوايا حفرة الوصول على نحو مباشر مع مواقع فوهات الأقنية، ويمكن تحقيق ذلك بشكل مناسب باستخدام سنابل التنغستين كربايد أو السنابل الماسية الشاقة المخروطية ذات الرأس الآمن التي تمر من فوهة إلى الأخرى فتعمل على إزالة الرفوف العاجية وتؤمن انفتاح الجدران المحورية بالشكل الملائم وتؤمن الشكل الخارجي المطلوب لحفرة الوصول اللبية (الشكل ٢-١٣).

### ٥-٣- التوسيع/الانفتاح التاجي لفوهة القناة - تشكيل خط الدخول المستقيم

#### الأسنان الأمامية

بعد تحديد فوهات الأقنية، تُزال الكتف أو الحافة اللسانية وهي عبارة عن رف عاجي يمتد من الحافة الخارجية لحفرة الوصول وحتى مسافة 2 مم بالاتجاه الذروي من فوهة القناة (الشكل ٢-١٤). يؤدي هذا الإجراء إلى توسيع فوهة القناة وتحقيق انفتاحها التاجي وتأمين خط دخول مستقيم للأدوات اللبية يضمن استخدام منضبطاً وفعالاً وآمناً للأدوات اللبية مع الجدران العاجية أثناء التشكيل القنوي. يمكن أن يفيد هذا الإجراء في الكشف عن وجود قناة إضافية في حالة الأسنان الأمامية السفلية.

يمكن تحقيق هذا الانفتاح باستخدام السنابل الماسية أو سنابل التنغستين كرايد الشاقة المستدقة ذات الرأس الآمن أو سنابل GG أو الأدوات فاتحة الفوهات الدوّارة المصنوعة من خلائط النيكل-تيتانيوم (NiTi). يمكن أن يتسبب التوسيع التاجي غير المنضبط للقناة بإزالة مفرطة للنسج السنية لعنق السن، إضافة إلى تشكيل الشطف القاطع سلبي الأثر على الترميم النهائي (الشكل ٢-١٤). بالنتيجة يجب أن تتمادى جدران الحجرة اللبية بشكل انسيابي منفتح مع جدران حفرة الوصول اللبية.



الشكل (٢-١٤): (A): الشطف القاطع للأسنان الأمامية الذي يمكن أن يؤدي إلى انكسار حواف الترميم الدائم تحت تأثير القوى الإطباقية، (B): الكتف اللساني الذي يمتد من الحفاف اللساني لحفرة الوصول وحتى مسافة ٢ مم بعد فوهة القناة بالاتجاه الذروي (نقلاً عن Cohen، 2016).

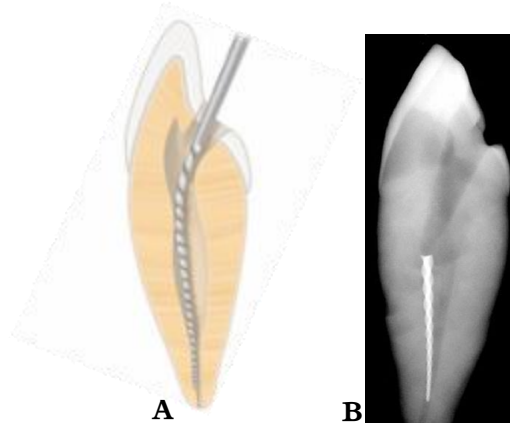
يؤدي عدم إزالة الكتف اللساني وإجراء التوسيع التاجي للقناة الجذرية إلى تطبيق ضغط جانبي على الأداة عند دخولها ضمن القناة، مولداً توترها الجانبي وفقدان السيطرة على عملها. يسبب تعرض الأداة



لهذه الجهود الجانبية غير المبررة إضافة إلى الجهود الناجمة عن قطع العاج أثناء تشكيل القناة، إلى رفع إمكانية حصول الأخطاء الإجرائية، مثل انفصال جزء من الأداة، تشكل نقطة الاصطدام، تغيير شكل النهاية الذروية، إضافة إلى عدم تناول الأداة لكافة جدران القناة بالتشكيل المناسب (الشكل ٢-١٥). عندما يطبق الجدار القاطع لحفرة الوصول ضغطاً جانبياً على الأداة اللبية مسبباً توتيرها، هنا لابد من توسيع حدود حفرة الوصول على حساب الجدار القاطع لضمان:

- الإزالة الكاملة لسقف الحجرة والقرون اللبية

- تحقيق خط الدخول المستقيم للأداة اللبية



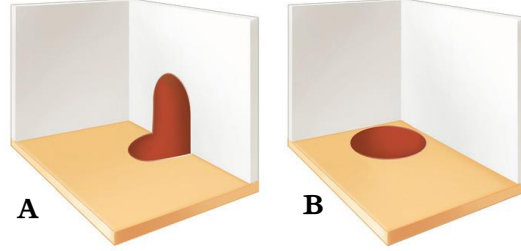
الشكل (٢-١٥): (A): يؤدي التشكيل غير الصحيح لحفرة الوصول إلى توتير الأداة اللبية عند دخولها ضمن القناة، (B): انفصال أداة لبية دوارة بسبب التشكيل غير الصحيح لحفرة الوصول وليس بسبب انحسارها ضمن القناة.

#### الأسنان الخلفية

يجب كشف وتحديد فوهات الأفنية كافة، إذ يؤثر موضع وعدد فوهات الأفنية اللبية في الأسنان الخلفية على امتداد الشكل الخارجي لحفرة الوصول اللبية. في هذا السياق لابد من تأمين ما يلي:

- تموضع فوهات الأفنية عند زوايا حفرة الوصول، لتسهيل حركة الدخول المتكررة للأدوات.
- تموضع فوهات الأفنية بشكل كامل في أرض الحجرة اللبية، ولا يجوز أن تمتد إلى أحد الجدران المحورية فهذا سيشكل ما يدعى "جحر الفأر" الذي يدل على عدم كفاية التحضير الداخلي لجدران حفرة الوصول، وبالتالي عدم تأمين خط الدخول المستقيم للأدوات اللبية.

في مثل هذه الحالات لابد من تصحيح تموضع فوهة القناة لتغزو على حساب أرض  
الحجرة اللبية بدون أي تداخل مع الجدران المحورية (الشكل ٢-١٦).



الشكل (٢-١٦): (A): شكل جحر الفأر الناجم عن امتداد فوهة القناة اللبية على حساب أحد الجدران  
المحورية وبتوضع غير زاوي، (B): توضع فوهة القناة الزاوي وعلى حساب أرض الحجرة اللبية.

يؤمن إزالة المثلاث العاجية العنقية توسيع فوهة القناة وتحقيق الانفتاح التاجي للقناة والجدران المحورية  
لحفرة الوصول، الأمر الذي يضمن خط الدخول المستقيم الحر للأدوات ضمن مختلف أقنية السن حسب  
محاورها الطولية المختلفة بدون أي توتر جانبي، وهذا شرط لازم وضروري لنجاح المعالجة اللبية خصوصاً  
في حالة المنظومة القنوية المعقدة تشريحياً للأسنان الخلفية.

#### ٥-٤- تقييم وإنهاء حفرة الوصول اللبية

##### الأسنان الأمامية

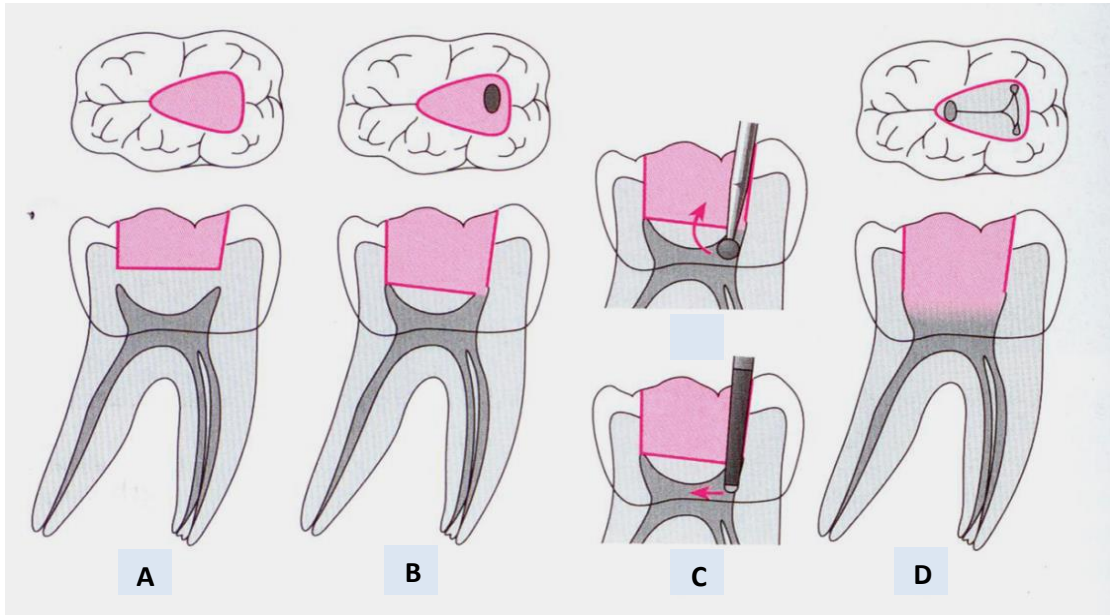
يجب تأمين تكبير ملائم وإضاءة مناسبة وذلك للتحقق من صحة مواصفات وتصميم حفرة الوصول  
اللبية. يجب استكشاف وتقييم منطقة اتصال الجدران المحورية مع فوهات الأقنية لتفصي وجود الأثلام  
التطورية التي تشير إلى وجود فوهات أقنية إضافية. كذلك يجب تقييم شكل فوهة القناة والتأكد من  
تشريح القناة على امتداد الجذر.

أخيراً لابد من إنهاء وتنعيم حواف حفرة الوصول، فالحواف غير المنتظمة والخشنة يمكن أن تساهم في  
حصول التسرب الحفافي التاجي سواء عند تطبيق الحشوات المؤقتة أو في حالة الترميمات الدائمة، ما  
سيؤدي إلى تلوث حشوة القناة اللبية وبالتالي فشل المعالجة اللبية.

## الأسنان الخلفية

بوجود التكبير والإضاءة الملائمة لساحة العمل، لابد من تحري حالة أرض وجدران الحجرة اللبية لتأكيد رؤية كافة فوهات الأقنية وعدم وجود أية رفوف عاجية. كذلك يجب إنهاء وتنعيم حواف حفرة الوصول فهذا الإجراء يضمن تخفيض نسبة حدوث التسرب الحفافي التاجي بين جلسات المعالجة أو بعد الحشو القنوي وتطبيق الترميم النهائي، ما يساهم في رفع نسبة نجاح المعالجة اللبية على المدى البعيد. يبين الشكل (٢-١٧) مجمل المراحل العامة لتشكيل حفرة الوصول اللبية لرحى سفلية متضمنة:

- إنجاز التصميم الملائم من حيث الشكل والحجم والتوضع والاتجاه
- اختراق سقف الحجرة اللبية - كشف القرون اللبية
- إزالة سقف الحجرة اللبية
- كشف فوهات الأقنية وتأمين خط دخول مستقيم للأدوات اللبية.



الشكل (٢-١٧): يبين مجمل المراحل العامة لتشكيل حفرة الوصول اللبية للرحى السفلية بشكل ترسمي. (A): وضع التصميم الملائم، (B): اختراق سقف الحجرة اللبية وكشف القرون اللبية، (C): إزالة سقف الحجرة اللبية، (D): كشف فوهات الأقنية وتأمين خط الدخول المستقيم والتقييم والإنهاء.

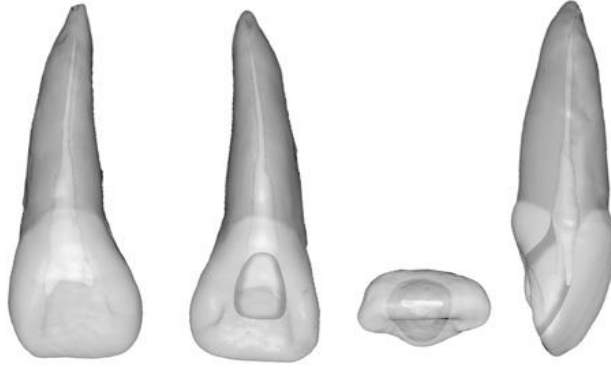
## ٦- تصميم حفر الوصول اللبية للأسنان العلوية

سوف نستعرض الخصائص العامة والاعتبارات التشريحية لمنظومة القناة الجذرية وتصميم حفرة الوصول اللبية الملائمة من حيث الشكل والحجم والتوضع والاتجاه لجميع أسنان الفك العلوي بالتفصيل.

### ٦-١ - الشية العلوية Maxillary Central Incisor

#### الخصائص العامة

تبزغ بعمر 7-8 سنوات ويكتمل نمو الذروة بعمر 10 سنوات ووسطياً ويبلغ الطول الوسطي 22.5 مم (الشكل ٢-١٨).



الشكل (٢-١٨): الشكل التشريحي للشية العلوية مع التصميم الملائم لحفرة الوصول من كافة الاتجاهات.

يرتبط الشكل الخارجي للشية العلوية بتشريح المنظومة القنوية اللبية، فالشية البازغة حديثاً والتي تبدي حداً قاطعاً مؤلفاً من ثلاث فصوص واضحة، تبدي حجرة لبية تتضمن ثلاث قرون لبية في سقفها، وتكون أوسع بالاتجاه الأنسي الوحشي مقارنة بالاتجاه الدهليزي الحنكي (الشكل ٢-١٩).

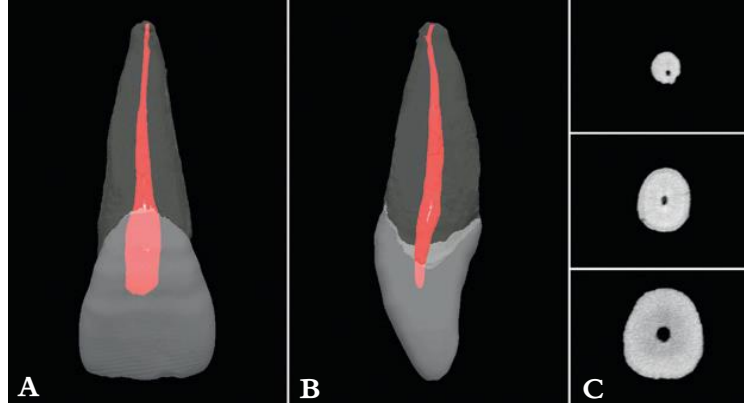
تبدي القناة الجذرية، عند الملتقى المينائي الملاطي، مقطعاً عرضياً مثلثي الشكل في أسنان اليافعين وبيضوي في أسنان المتقدمين بالعمر، وتميل نحو الشكل الدائري كلما اقتربت من النهاية الذروية للجذر.

#### حفرة الوصول اللبية

التموضع: في مركز السطح الحنكي.

الشكل: مثلث مدور الزوايا قاعدته بالاتجاه القاطع وضلعاها يجاوران الارتفاعان الحفايان للسطح الحنكي

**الحجم:** يرتبط عرض هذا المثلث بالمسافة الفاصلة بين القرن الليي الأنسي والوحشي.



الشكل (٢-١٩): الشكل التشريحي الخارجي وعلاقته بتشريح المنظومة القنوية اللبية للثنية العلوية. (A): منظر دهليزي، (B): منظر جانبي، (C): مقاطع عرضية للسن في المستوى التاجي ثم المتوسط ثم الذروي.

يعيق وجود الكتف الحنكي تأمين خط دخول مستقيم للأدوات والوصول إلى جميع جدران القناة، بل يطبق توتير جانبي على الأداة يجعلها تبتعد عن الجدار الحنكي وتنحرف بالاتجاه الدهليزي، ما يؤهب لتشكيل نقطة الاصطدام.

تأخذ حفرة الوصول عموماً شكل السطح الحنكي للثنية بشكل مركزي مصغر، وعندما تنجز بالشكل الصحيح يجب أن تؤمن جدرانها تمادياً تدريجياً منفتحاً لفوهة القناة يسمح برؤيتها على نحو كامل ومركزي (الشكل ٢-٢٠).



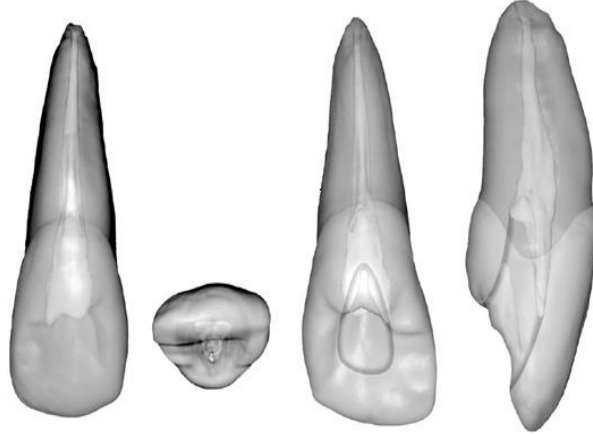
الشكل (٢-٢٠): منظر قاطع لشكل حفرة الوصول اللبية للثنية العلوية.

مع التقدم بالعمر يمكن أن يتعدل شكل حفرة الوصول لتصبح أكثر بيضوية مع تراجع أبعاد وقرون الحجرة اللبية.

## ٦-٢- Maxillary Lateral Incisor العلوية الرباعية

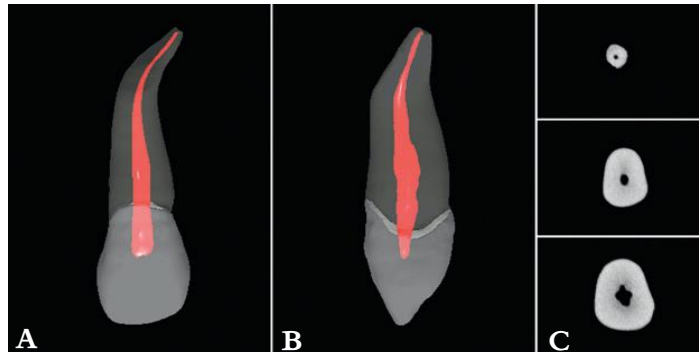
### الخصائص العامة

تبزغ بعمر 8-9 سنوات ويكتمل نمو الذروة بعمر 11 سنة وسطياً، ويبلغ الطول الوسطي 22 مم (الشكل ٢-٢١). غالباً ما تتجه ذروة الجذر نحو الوحشي والحنكي بدرجات متفاوتة.



الشكل (٢-٢١): الشكل التشريحي للرباعية العلوية متضمنة حفرة الوصول الملائمة في كافة الاتجاهات.

يشابه الشكل العام للحجرة اللبية للرباعية العلوية تلك الخاصة بالثنية العلوية ولكن بأبعاد أصغر، بوجود أو عدم وجود قرنين لبيين. يتصف السن بكونه أعرض بالاتجاه الأنسي - الوحشي مقارنة بالاتجاه الدهليزي - الحنكي. يبين المقطع العرضي للسن، عند الملتقى المينائي - الملاطي، التوضع المركزي للحجرة اللبية التي تأخذ الشكل المثلثي أو البيضوي أو الدائري، بينما يأخذ المقطع العرضي للقناة الجذرية الشكل الدائري في الثلث المتوسط والذروي للجذر (الشكل ٢-٢٢).



الشكل (٢-٢٢): الشكل التشريحي الخارجي وعلاقته بتشريح المنظومة القنوية اللبية للرباعية العلوية. (A):

منظر دهليزي، (B): منظر جانبي، (C): مقاطع عرضية للرباعية العلوية في الحالة الأكثر شيوعاً.

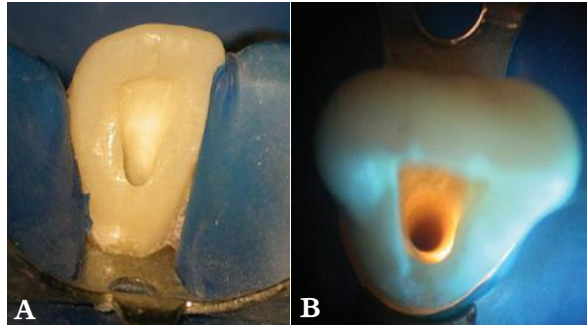
## حفرة الوصول اللبية

التموضع: في مركز السطح الحنكي.

الشكل: مثلث مدور الزوايا قاعدته بالاتجاه القاطع عند وجود القرون اللبية الأنسي والوحشي، أو بيضوي قطره الكبير قاطع لثوي في حال غياب القرون اللبية.

الحجم: ترتبط أبعاد الحفرة بأبعاد التاج التشريحي والسطح الحنكي للسن، فعرض حفرة الوصول المثلثية ترتبط بالمسافة الفاصلة بين القرن اللبي الأنسي والوحشي، ويكون عموماً أصغر منه مقارنة بالثنية العلوية.

من الشذوذات التشريحية التي يمكن ملاحظتها في الرباعية العلوية، بنسبة مرتفعة مقارنة بالأسنان الأمامية، وجود ميزاب تطوري أو انغماد جذري حنكي بدرجات متفاوتة من الشدة. لا بد من إزالة الكتف الحنكي كما هو الحال في الثنية العلوية لتأمين خط دخول مستقيم للأدوات والوصول الآمن إلى جميع جدران القناة. تأخذ حفرة الوصول عموماً شكل السطح الحنكي للرباعية بصورة مصغرة، وعندما تنجز بالشكل الصحيح يجب أن تؤمن جدرانها تمادياً تدريجياً منفتحاً لفوهة القناة يسمح برؤيتها على نحو كامل ومركزي (الشكل ٢-٢٣).



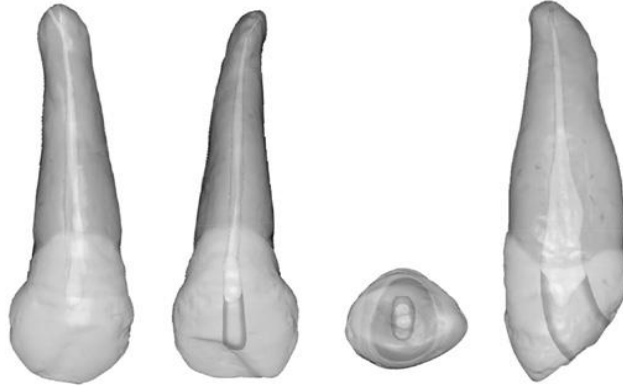
الشكل (٢-٢٣): يبين شكل حفرة الوصول اللبية للرباعية العلوية، (A): منظر حنكي، (B): منظر قاطع.

## ٦-٣- Maxillary Canine الناب العلوي

### الخصائص العامة

يبرز بعمر 11-12 سنة ويكتمل نمو الذروة بعمر 14-15 سنة وسطياً ويبلغ الطول الوسطي 26.5

مم (الشكل ٢-٢٤).



الشكل (٢-٢٤): الشكل التشريحي للنانب العلوي متضمناً حفرة الوصول الملائمة من كافة الاتجاهات

تتشابه الملامح العامة للمنظومة القنوية مع تلك الخاصة بالقواطع، إلا أنها تختلف عنها بالنقاط التالية:

- أعرض بالاتجاه الشفهي الحنكي منه بالاتجاه الأنسي الوحشي

- لا تتضمن الحجرة اللبية قروناً لبية وإنما حافة قاطعة مدببة تتوافق مع الحدبة الوحيدة

تأخذ الحجرة اللبية عند مستوى الملتقى المينائي الملاطي الشكل البيضوي وتستمر القناة الجذرية بهذا الشكل حتى تقترب من الثلث الذروي حيث تبدأ عندها بالتضييق. في هذا السياق لابد من إزالة الكتف اللساني وتحقيق البرد الدائري خصوصاً بالاتجاه الشفهي والحنكي للوصول إلى التشكيل الصحيح للقناة الجذرية. عادة ما يكون بجذر واحد إلا أنه يمكن مصادفة جذرين بحالات نادرة (الشكل ٢-٢٥). يمكن مصادفة حالة النافذة العظمية Fenestration عند غياب العظم السنخي الدهليزي المغطي للجزء الأكثر تحدياً من الجذر نتيجة توضع الزاوي ضمن القوس السنية.

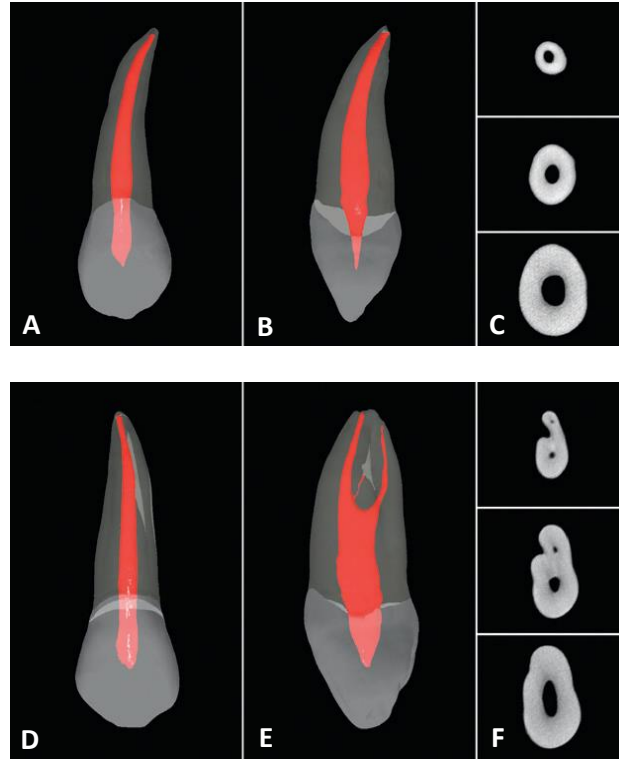
### حفرة الوصول اللبية

التموضع: في مركز السطح الحنكي.

الشكل: بيضوي قطره الكبير قاطع لثوي بسبب غياب القرون اللبية الأنسية والوحشية.

الحجم: ترتبط أبعاد الحفرة بأبعاد التاج التشريحي والسطح الحنكي للسن، فالعرض الأنسي الوحشي للحفرة يرتبط بالعرض الأنسي الوحشي للحجرة اللبية، والطول القاطع اللثوي يرتبط بتحقيق خط دخول مستقيم وإزالة الكتف الحنكي. تؤمن جدران حفرة الوصول اللبية تمادياً تدريجياً منفتحاً تاجياً لفوهة القناة يسمح برؤيتها على نحو كامل ومركزي (الشكل ٢-٢٦).





الشكل (٢-٢٥): يبين الشكل التشريحي الخارجي وعلاقته بتشريح المنظومة القنوية اللبية للنباب العلوي. (A): منظر دهليزي، (B): منظر جانبي، (C): مقاطع عرضية للسن في الحالة الأكثر شيوعاً. (D): منظر دهليزي، (E): منظر جانبي، (F): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود جذرين.

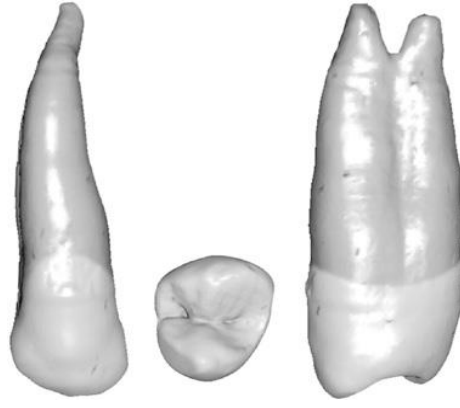


الشكل (٢-٢٦): يبين منظر قاطع لشكل حفرة الوصول للنباب العلوي.

#### ٦-٤ - الضاحك الأول العلوي Maxillary First Premolar

##### الخصائص العامة

يبلغ بعمر 10-11 سنة ويكتمل نمو الذروة بعمر 13-14 سنة وسطياً، ويبلغ الطول الوسطي 20.6 مم (الشكل ٢-٢٧).



الشكل (٢-٢٧): الشكل التشريحي للضاحك الأول العلوي من كافة الاتجاهات

غالباً ما يحوي قناتين بغض النظر عن عدد الجذور، ويؤثر العرق بشكل كبير في هذه النسبة، فالآسيويون يبدون الأنسبة الأعلى للضواحك العلوية الأولى وحيدة القناة مقارنة بالأعراق الأخرى. بيّن Vertucci عام 1984 النسبة المئوية لعدد الأقنية الجذرية في الضواحك العلوية الأولى كما يلي:

- وحيدة القناة: 26 %

- ثنائي القناة: 69 %

- ثلاثي القناة: 5 %

يمكن مصادفة بعض الشذوذات التشريحية مثل ميزاب المفترق أو وهدة تطويرية على السطح الحنكي للجذر الدهليزي وتصل نسبتها حتى 62 %. لا بد من الحذر أثناء تشكيل القناة في مثل هذه الحالات، فالجزء العميق من الوهدة سيخفض ثخانة الجدار العاجي للقناة لتصل إلى 0.81 مم وسطياً.

تتصف الحجرة اللبية بأنها أعرض بالاتجاه الدهليزي الحنكي مقارنة بالاتجاه الأنسي الوحشي بشكل كبير، وتبدي قرناً لبياً دهليزياً كبيراً وآخر حنكياً أصغر حجماً يتوافقان مع الحدة الدهليزية والحنكية على الترتيب.

تتوضع أرض الحجرة اللبية بعد مستوى الملتقى المينائي الملاطي بقليل بالاتجاه الذروي، وتكون القناة الحنكية أكبر بقليل من القناة الدهليزية عموماً في حال وجود قناتين، حيث تأخذان الشكل الدائري خصوصاً في منتصف الجذر، ومن ثم تستدقان عند النهاية الذروية التي غالباً ما تكون رفيعة ومنحنية.

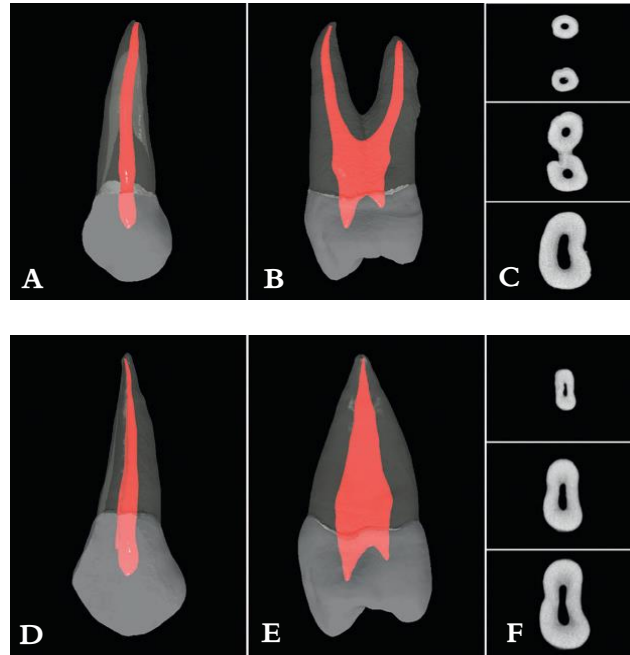
عند وجود ثلاث أقنية (الحالة الأقل مصادفة) ستتوزع فراغياً كما يلي:

- أنسية دهليزية.

- وحشية دهليزية.

- حنكية.

يمكن التأكد من نمط التشريح القنوي من خلال المراقبة السريرية والشعاعية، باستخدام أداة لبية رفيعة ومتابعة محور الدخول بالنسبة للمحور الطولي للسن وكيفية التوضع (مركزي - لامركزي) بالنسبة للجذر. تتصف الجذور بأنها أقصر وأرفع منها مقارنة بالأنياب، وغالباً ما تبدي الضواحك ثنائية الجذور طولاً متعادلاً، إضافة إلى احتمال مصادفة ظاهرة النافذة العظمية الموافقة للمنطقة الوسطى للجذر الدهليزي (الشكل ٢-٢٨).



الشكل (٢-٢٨): الشكل التشريحي الخارجي وعلاقته بتشريح المنظومة القنوية اللبية للضاحك العلوي الأول. (A): منظر دهليزي، (B): منظر جانبي، (C): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود قناتين - جذرين (الحالة الأكثر شيوعاً). (D): منظر دهليزي، (E): منظر جانبي، (F): مقاطع عرضية للسن وحيد القناة.

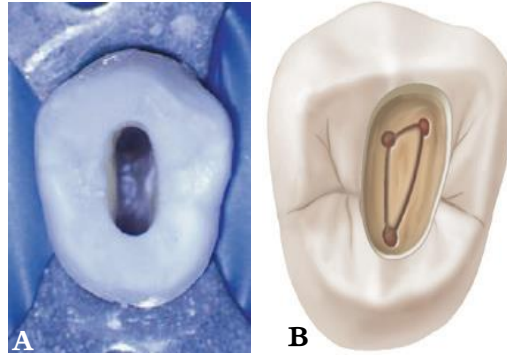
## حفرة الوصول اللبية

التموضع: في مركز السطح الطاحن.

الشكل: بيضوي قطره الكبير دهليزي - حنكي والصغير أنسي - وحشي

**الحجم:** ترتبط أبعاد الحفرة بأبعاد التاج التشريحي وحجم الحجرة اللبية، فالعرض الأنسي الوحشي للحفرة يرتبط بالعرض الأنسي الوحشي للحجرة اللبية. تمتد حفرة الوصول بالاتجاه الدهليزي الحنكي لتشمل 2/3 المنحدر الداخلي للحدبة الدهليزية و 1/2 المنحدر الداخلي للحدبة الحنكية.

تؤمن جدران حفرة الوصول تمادياً تدريجياً منفتحاً تاجياً للحجرة اللبية يسمح برؤية فوهة (فوهتي) القناة على نحو كامل ومركزي (فوهة) أو زاوي (فوهتين أو أكثر). يجب الحرص وعدم المبالغة عند تحضير الجدار الأنسي للقناة خشية حصول انتقاب ناجم عن وجود التقعر الأنسي للجذر. يمكن أن يتعدل شكل حفرة الوصول ليصبح مثلثياً، عند وجود 3 جذور، قاعدته دهليزية والزاوية الأنسية الدهليزية والوحشية الدهليزية تتوضع بشكل مباشر فوق فوهات الأقنية الموافقة (الشكل ٢-٢٩).

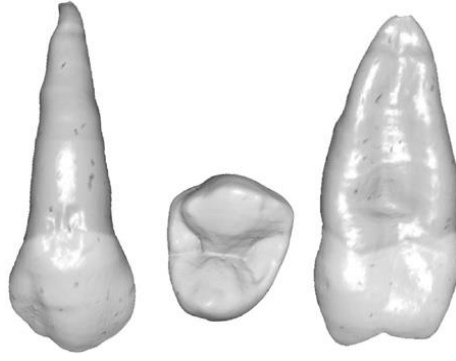


الشكل (٢-٢٩): يبين (A): حفرة الوصول اللبية للضاحك العلوي الأول ثنائي القناة، و (B): ثلاثي القناة.

## ٦-٥ - الضاحك الثاني العلوي Maxillary Second Premolar

### الخصائص العامة

ييزغ بعمر 10-12 سنة ويكتمل نمو الذروة بعمر 13-15 سنة وسطياً ويبلغ الطول الوسطي 21.5 مم (الشكل ٢-٣٠).

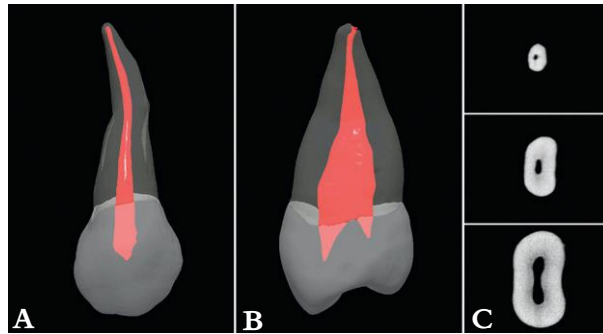


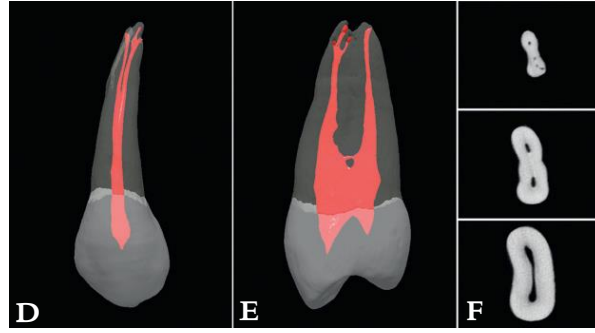
الشكل (٢-٣٠): يبين الشكل التشريحي للضاحك الثاني العلوي من كافة الاتجاهات.

تتصف المنظومة اللبية القنوية بأنها أعرض بالاتجاه الدهليزي الحنكي مقارنة بالاتجاه الأنسي الوحشي. يمكن أن يكون بقناة وحيدة أو اثنتين أو ثلاثة، كذلك الأمر بالنسبة لعدد الجذور وذلك حسب النسبة التالية (Vertucci، 1984):

- وحيد القناة: 75 %
- ثنائي القناة: 24 %
- ثلاثي القناة: 1 %

الملاحظ العامة للحجرة اللبية الدهليزية الحنكية والأنسية الوحشية مشابهة لتلك الخاصة بالضاحك العلوي الأول، حيث تتضمن قرنان لبيان دهليزي (أكبر) وحنكي (أصغر) يوافقان الحدبتين الدهليزية والحنكية على الترتيب. يتصف الجذر الوحيد بأنه بيضوي أعرض بالاتجاه الدهليزي الحنكي منه بالاتجاه الأنسي الوحشي. تأخذ فوهة القناة، أو الأفنية، الشكل البيضوي وتستمر القناة بهذا الشكل ضمن الجذر ومن ثم تستدق عند الاقتراب من النهاية الذروية. يصادف الانحناء الذروي بكثرة خصوصاً في حالة وجود جيب فكي واسع (الشكل ٢-٣١).





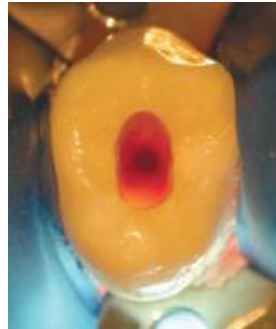
الشكل (٢-٣١): يبين الشكل التشريحي الخارجي وعلاقته بتشريح المنظومة القنوية اللبية للمضاحك العلوي الثاني. (A): منظر دهليزي، (B): منظر جانبي، (C): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود جذر - قناة واحدة (الحالة الأكثر شيوعاً). (D): منظر دهليزي، (E): منظر جانبي، (F): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود قناتين.

### حفرة الوصول اللبية

التموضع: في مركز السطح الطاحن.

الشكل: بيضوي قطره الكبير دهليزي - حنكي والصغير أنسي - وحشي

الحجم: ترتبط أبعاد الحفرة بأبعاد التاج التشريحي وحجم الحجرة اللبية ووجود قناة واحدة أو اثنتين. تمتد حفرة الوصول بالاتجاه الدهليزي الحنكي لتشمل  $2/3$  المنحدر الداخلي للحدبة الدهليزية و  $1/2$  المنحدر الداخلي للحدبة الحنكية في حال وجود قناتين (غالباً ما تسيران بشكل متواز ضمن جذر واحد)، بينما يقل هذا الامتداد في حال وجود قناة واحدة. تؤمن جدران حفرة الوصول تمادياً تدريجياً منفتحاً تاجياً للحجرة اللبية يسمح برؤية فوهة (فوهتي) القناة على نحو كامل ومركزي (فوهة) أو زاوي (فوهتين أو أكثر). يتعدل شكل حفرة الوصول ليصبح مثلثياً، عند وجود 3 أقنية، قاعدته دهليزية والزاوية الأنسية الدهليزية والوحشية الدهليزية تتوضع بشكل مباشر فوق فوهات الأقنية الموافقة (الشكل ٢-٣٢).

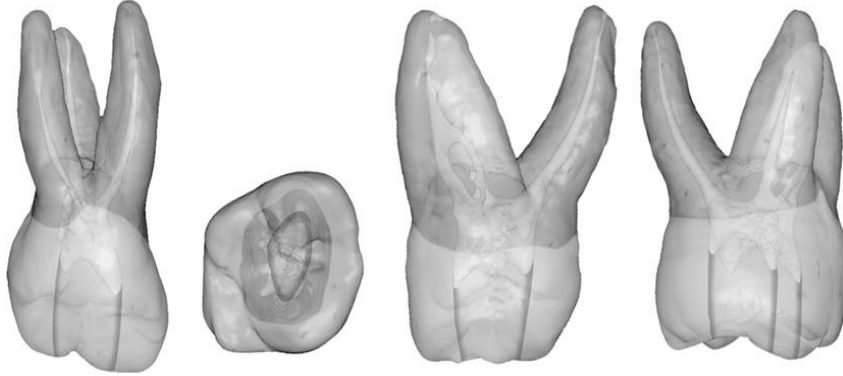


الشكل (٢-٣٢): يبين حفرة الوصول اللبية للمضاحك الثاني العلوي في حال وجود قناة جذرية واحدة.

## ٦-٦ - الرحي الأولى العلوية Maxillary First Molar

### الخصائص العامة

تبزغ بعمر 6-7 سنوات ويكتمل نمو الذروة بعمر 9-10 سنوات وسطياً ويبلغ الطول الوسطي 20.8 مم (الشكل ٢-٣٣).



الشكل (٢-٣٣): يبين الشكل التشريحي للرحى الأولى العلوية متضمنة حفرة الوصول من كافة الاتجاهات.

تعتبر أكبر الأسنان حجماً وأكثرها تعقيداً من حيث التشريح القنوي، تتضمن حجرة لبية ذات أبعاد أكبر بالاتجاه الدهليزي الحنكي وأربع قرون لبية توافق الحدبات: الدهليزية الأنسية والدهليزية الوحشية والحنكية الأنسية والحنكية الوحشية. غالباً ما تتضمن قسم متوسط بين التاج والجذور هو جذع السن.

تأخذ الحجرة اللبية على مستوى عنق السن الشكل شبه المنحرف غير المنتظم حيث تكون الزاوية الأنسية الدهليزية حادة بينما تكون الزاوية الوحشية الدهليزية منفرجة وتكون كلا الزاويتان الحنكيتان قائمتين عموماً. يمكن تحديد مواقع فوهات الأفنية كما يلي:

- الدهليزية الأنسية: في الزاوية الحادة، إلى الدهليزي والأنسي من فوهة القناة الدهليزية الوحشية.

- فوهة القناة الأنسية الحنكية المعروفة باسم MB2 (في حال وجودها): إلى الحنكي والأنسي من فوهة القناة الدهليزية الأنسية.

- الدهليزية الوحشية: عند الزاوية المنفرجة لأرض الحجرة اللبية

- الحنكية: بشكل مركزي بالاتجاه الحنكي

يشكل الخط الافتراضي الواصل بين فوهات الألفية، الأنسية الدهليزية والوحشية الدهليزية والحنكية، المثلث الرحوي لأرض الحجرة اللبية.

### الجذر الدهليزي الأنسي

يمكن أن يتضمن قناة واحدة أو اثنتين (ثلاثة: نادر جداً) حسب النسب التالية (Vertucci, 1984) (الشكل ٢-٣٤):

- قناة واحدة 82 % : تكون الفوهة بيضوية وأعرض بالاتجاه الدهليزي الحنكي
- قناتين 18 % : تكون الفوهتان مدورتين.

ذكر بعض المؤلفين مثل Neaverth وزملاؤه عام 1987 أن نسبة وجود قناتين قد تتجاوز 60 % وعادة ما يوجد تقعر على السطح الوحشي للجذر الدهليزي الأنسي يمكن أن يجعل الجدار الجذري الموافق رقيقاً يستوجب الحذر عند التحضير القنوي. يعتبر موقع فوهة القناة MB2 متغيراً بشكل كبير ويقع عادة إلى الأنسي أو مباشرة على الخط الواصل بين فوهة القناة الدهليزية الأنسية والحنكية.

يجب التنويه إلى أن فوهة MB2 لا تقود في كافة الحالات إلى أقية جذرية منفصلة حقيقية، بل يمكن أن تنضم إلى القناة الأنسية الدهليزية في أي مستوى من الجذر أو تتواصل معها عبر العديد من التفافرات أو تشكل معها أصلاً قناة شريطية الشكل.

غالباً ما يكون تحديد موقع القناة MB2 صعباً نظراً لوجود درجة عاجية تخفي فوهتها وتجعلها ذات انحناء دهليزي أنسي في أرض الحجرة اللبية إضافة إلى انحنائها المحتمل في ثلث القناة التاجي.

يمكن إزالة أغلب هذه العوائق من خلال تأمين خط دخول مستقيم للأدوات اللبية، ما يمكن أن يؤدي إلى إزاحة فوهة هذه القناة نحو الأنسي، الأمر الذي يمكن أن يؤدي إلى حدوث انثقاب عنقي عند المبالغة وعدم الدقة في التوسيع بالشكل والاتجاه المناسب.

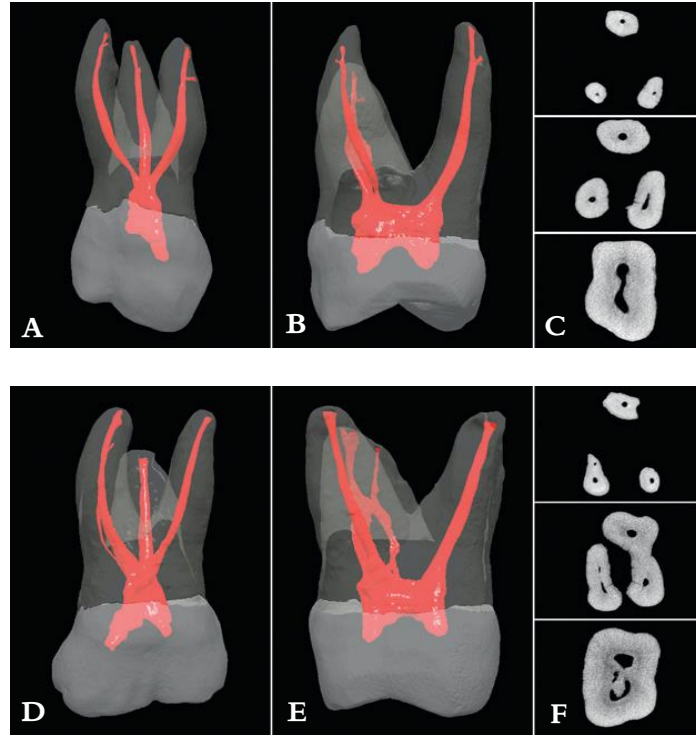
### الجذر الدهليزي الوحشي

يأخذ الشكل المخروطي وغالباً ما يتضمن قناة واحدة تأخذ الشكل البيضوي عند فوهتها ثم تصبح مدورة مع الاقتراب من الثلث الذروي للجذر.



## الجذر الحنكي

يتصف بأنه الأطول والأكبر قطراً وعادة ما يكون الأسهل من حيث الوصول، وغالباً ما يتضمن قناة واحدة. ينحني عادة بالاتجاه الدهليزي عند الثلث الذروي للجذر، وهذا لا يمكن كشفه عند إجراء الصور الشعاعية الذروية الاعتيادية (غير المزوّدة). تأخذ فوهة القناة الحنكية الشكل الشريطي حيث تكون أوسع بالاتجاه الأنسي الوحشي.



الشكل (٢-٣٤): الشكل التشريحي الخارجي وعلاقته بتشريح المنظومة القنوية اللبية للرحى العلوية الأولى. (A): منظر دهليزي، (B): منظر جانبي، (C): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود ثلاث أقنية. (D): منظر دهليزي، (E): منظر جانبي، (F): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود أربع أقنية.

## حفرة الوصول

التموضع: على السطح الطاحن أقرب إلى السطح الدهليزي والأنسي.

الشكل: شبه منحرف قطره الكبير دهليزي والصغير حنكي.

الحجم: ترتبط أبعاد الحفرة بأبعاد التاج التشريحي وحجم الحجرة اللبية ووجود أربع أقنية، حيث يشكل الارتفاع المعترض الحدود الوحشية لها.

تؤمن جدران حفرة الوصول تمادياً تدريجياً منفتحاً تاجياً للحجرة اللبية، يسمح برؤية فوهات الأقنية على نحو كامل ومباشر وبتوضع زاوي بالنسبة لحفرة الوصول (الشكل ٢-٣٥).

لابد من الأخذ بعين الاعتبار المحور الطولي العام للسن المائل نحو الدهليزي والأنسي، بناء عليه سيختلف محور دخول الأدوات اللبية باختلاف القناة كما يلي:

- القناة الأنسية الدهليزية: اتجاه الدخول من الطاحن الوحشي نحو الأنسي الدهليزي
- القناة الأنسية الدهليزية الثانية (MB2) في حال وجودها: اتجاه الدخول من الطاحن الوحشي الحنكي نحو الأنسي الدهليزي
- القناة الوحشية الدهليزية: اتجاه الدخول من الطاحن الأنسي نحو الوحشي الدهليزي
- القناة الحنكية: اتجاه الدخول من الطاحن الدهليزي نحو الحنكي

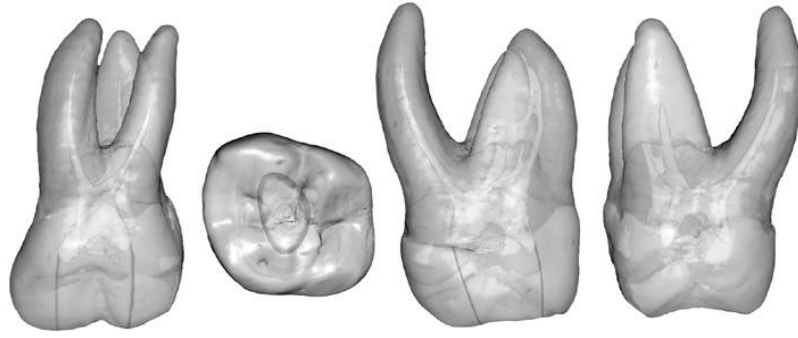


الشكل (٢-٣٥): تصميم حفرة الوصول اللبية للرحى العلوية الأولى.

## ٦-٧- الرحى الثانية العلوية Maxillary Second Molar

### الخصائص العامة

تبزغ بعمر 11-13 سنة ويكتمل نمو الذروة بعمر 14-16 سنة وسطياً ويبلغ الطول الوسطي 20 مم (الشكل ٢-٣٦).



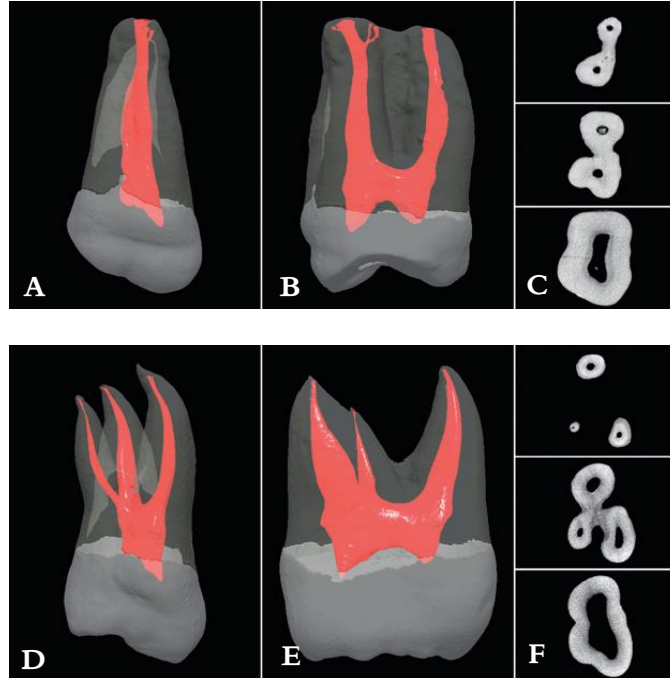
الشكل (٢-٣٦): يبين الشكل التشريحي للرحى العلوية الثانية متضمنة حفرة الوصول من كافة الاتجاهات

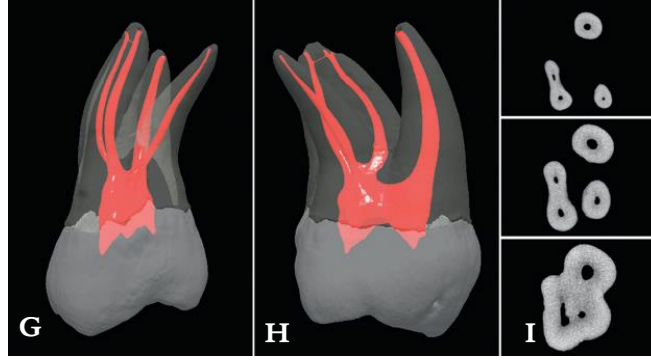
تشبه كثيراً الرحى الأولى العلوية إلا أن الجذور أقل تباعداً وانحناءاً وأقصر طولاً ويمكن أن تتحد مع بعضها أحياناً (الشكل ٢-٣٧). تمتلك قناة واحدة في كل جذر بشكل عام، إلا أنه يمكن مصادفة قناتين في كل جذر بنسب قريبة من تلك الخاصة بالرحى العلوية الأولى كما يلي (Vertucci، 1984):

- الجذر الأنسي الدهليزي: قناة واحدة (88%)، قناتين (12%).

- الجذر الوحشي الدهليزي: قناة واحدة (100%)

- الجذر الحنكي: قناة واحدة (100%)





الشكل (٢-٣٧): يبين الشكل التشريحي الخارجي وعلاقته بتشريح المنظومة القنوية اللبية للرحى العلوية الثانية. (A): منظر دهليزي، (B): منظر جانبي، (C): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود قناتين. (D): منظر دهليزي، (E): منظر جانبي، (F): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود ثلاث أقنية. (G): منظر دهليزي، (H): منظر جانبي، (I): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود أربع أقنية.

تشكل فوهات الأقنية الثلاث رؤوس مثلث يمكن أن يكون مضغوطاً بالاتجاه الأنسي الوحشي إلى حد توضعها على استقامة واحدة تقريباً (الشكل ٢-٣٨).

تتوضع فوهة القناة الدهليزية الأنسية أقرب إلى الدهليزي والأنسي مقارنة بنظيرتها في الرحي العلوية الأولى، بينما تتوضع فوهة القناة الوحشية الدهليزية في نقطة متوسطة بين فوهة القناة الأنسية الدهليزية والحنكية، وتتخذ فوهة القناة الحنكية أقصى توضع بالاتجاه الحنكي. في حالة وجود قناتين فقط ستتوضعان إلى الدهليزي والحنكي وبطول وقطر متماثل عموماً.

### حفرة الوصول

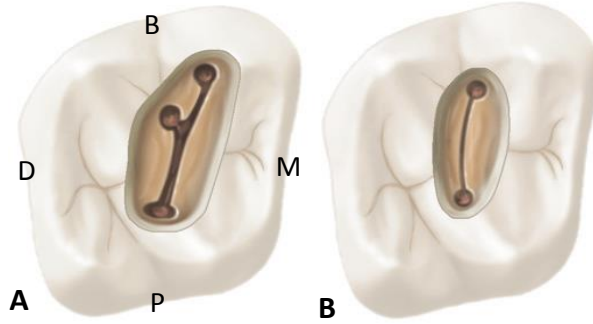
التموضع: على السطح الطاحن أقرب إلى السطح الدهليزي والأنسي.

الشكل: شبه منحرف قطره الكبير دهليزي والصغير حنكي.

الحجم: ترتبط أبعاد الحفرة بأبعاد التاج التشريحي وحجم الحجرة اللبية ووجود العدد الأكثر شيوعاً للأقنية (ثلاثة) حيث تعتبر نسخة مصغرة عن حفرة وصول الرحي العلوية الأولى، ويشكل الارتفاع المعترض عادة الحدود الوحشية لها بحيث تؤمن توضع زاوي لفوهات الأقنية الثلاث. تؤمن جدران حفرة الوصول تمادياً تدريجياً منفتحاً تاجياً للحجرة اللبية يسمح برؤية فوهات الأقنية على نحو مباشر زاوي بالنسبة إلى حفرة الوصول (الشكل ٢-٣٨).

عندما لا تصادف سوى قناتين، يمكن لحفرة الوصول أن تأخذ الشكل البيضوي بقطر كبير دهليزي حنكي وبعرض يوافق عرض الحجرة اللبية، وسيحده من الأنسي الوهدة الأنسية ومن الوحشي المنحدر الأنسي للارتفاع المعترض.

لا بد من الأخذ بعين الاعتبار المحور الطولي العام للسن واختلاف محاور دخول الأدوات باختلاف عدد الأقنية وهوية كل منها كما هو الحال في الرحي العلوية الأولى.

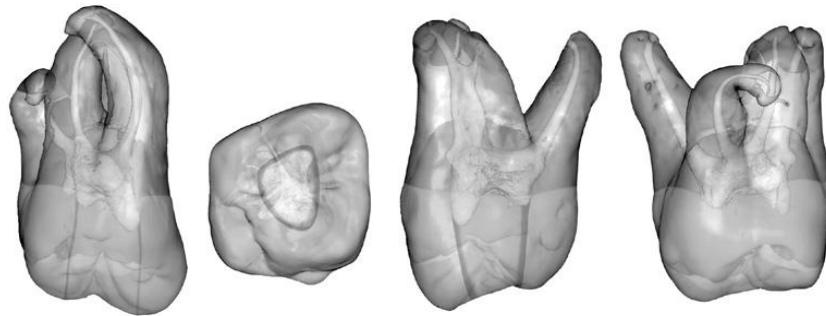


الشكل (٢-٣٨): شكل ترسمي يبين (A): حفرة الوصول اللبية للرحى العلوية الثانية عند وجود ثلاث فوهات للأقنية، (B): حفرة الوصول اللبية للرحى العلوية الثانية عند وجود فوهتين.

#### ٦-٨- الرحي الثالثة العلوية Maxillary Third Molar

##### الخصائص العامة

تبزغ بعمر 17-22 سنة ويكتمل نمو الذروة بعمر 20-25 سنة وسطياً ويبلغ الطول الوسطي 17 مم (الشكل ٢-٣٩). تتصف بتشريح مشابه للأرجاء العلوية الأولى والثانية إلا أن الشذوذات المصادفة تجعل من هذا التشريح غير ثابت.

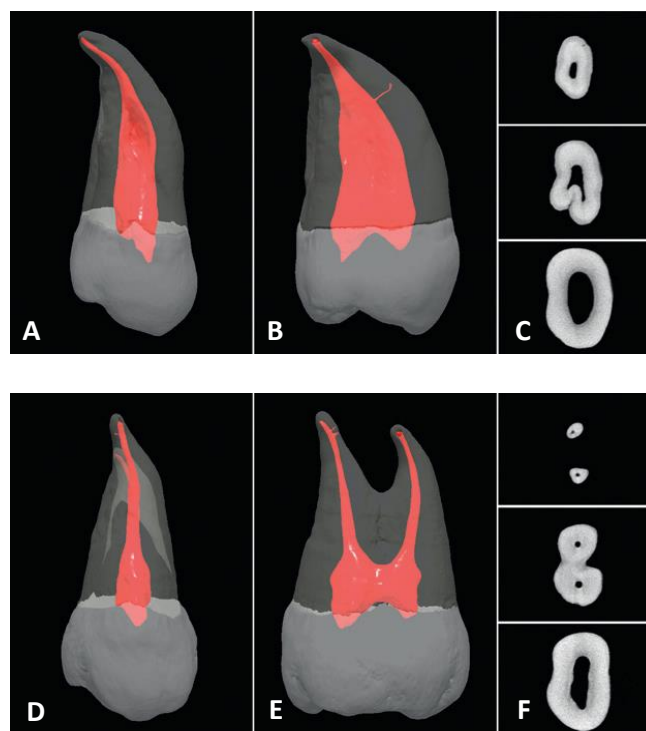


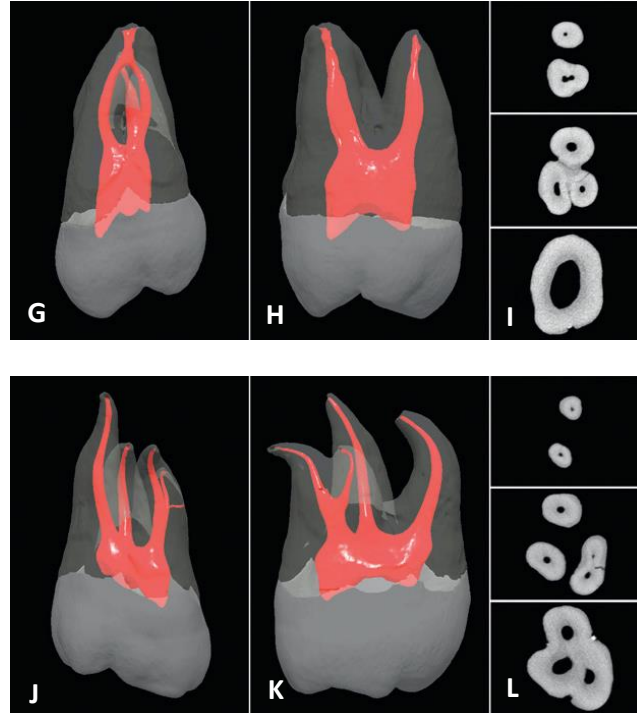
الشكل (٢-٣٩): يبين الشكل التشريحي للرحى العلوية الثالثة متضمناً حفرة الوصول من كافة الاتجاهات.

نظراً أحياناً لبذل جهود مضنية للحفاظ على الرحى العلوية الثالثة عندما تمثل دعامة استراتيجية (عند فقدان الرحى الأولى والثانية)، ما يحتم علينا التعامل مع متغيراتها التشريحية الصعبة. يعتبر التشريح الجذري لهذه الرحى متغيراً بشكل كبير ولا بد من سبر واستقصاء التشريح القنوي قبل تقرير التداخل اللي العلاجي لتقدير مدى قدرة الوصول إلى كامل المنظومة اللبية، وبالتالي تقدير نسبة نجاح المعالجة. يتراوح عدد جذور هذه الرحى من 1-4 وعدد الأفنية من 1-6، إضافة إلى إمكانية أن تأخذ القناة شكل حرف C. بينت دراسة Pineda & Kuttler عام 1972 نسب عدد الأفنية كما يلي:

- قناة واحدة: 42 %
- قناتين: 31.1 %
- ثلاث أفنية: 21 %
- أربع أفنية: 5.9 %

يمكن أن يكون السن مائلاً نحو الدهليزي والوحشي ما يجعل تأمين محور دخول ملائم للأدوات أمراً صعباً وخاصة عندما يتضمن السن أكثر من جذر وأكثر من قناة (الشكل ٢-٤٠).





الشكل (٢-٤٠): يبين الشكل التشريحي الخارجي وعلاقته بتشريح المنظومة القنوية اللبية للرحى العلوية الثالثة. (A): منظر دهليزي، (B): منظر جانبي، (C): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود قناة واحدة. (D): منظر دهليزي، (E): منظر جانبي، (F): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود جذرين - قناتين. (G): منظر دهليزي، (H): منظر جانبي، (I): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود جذرين - ثلاث أقنية منحنية. (J): منظر دهليزي، (K): منظر جانبي، (L): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود 3 جذور - 4 أقنية منحنية.

### حفرة الوصول

التموضع: على السطح الطاحن.

الشكل: بيضوي قطرة الكبير دهليزي حنكي أو مثلثي منفرج قريب من حالة الرحي العلوية الثانية.

**الحجم:** ترتبط أبعاد الحفرة بأبعاد التاج التشريحي وحجم الحجرة اللبية وعدد الأقنية التي غالباً ما تتموضع على خط مستقيم نظراً لانزياح فوهة القناة الدهليزية الوحشية نحو الخط الواصل ما بين فوهتي القناة الأنسية الدهليزية والحنكية، ما يبرر شكل الحفرة البيضوي أو المثلثي المنفرج. تؤمن جدران حفرة الوصول تماًدياً تدريجياً منفتحاً تاجياً للحجرة اللبية، يسمح برؤية فوهات الأقنية على نحو كامل زاوي بالنسبة لحفرة الوصول. لا بد من الأخذ بعين الاعتبار المحور الطولي العام للسن واختلاف محاور دخول الأدوات باختلاف الأقنية اللبية من حيث العدد والشكل والاتجاه.

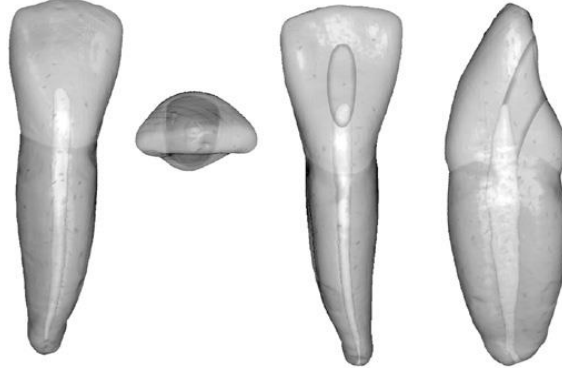
## ٧- تصاميم حفر الوصول اللبية للأسنان السفلية

سوف نستعرض الخصائص العامة والاعتبارات التشريحية الخاصة بمنظومة القناة الجذرية وتصميم حفرة الوصول اللبية الملائمة (الشكل، الحجم، التوضع، الاتجاه) لجميع أسنان الفك السفلي بالتفصيل.

### ٧-١ - الشية والرباعية السفلية Mandibular Central and Lateral Incisors

#### الخصائص العامة

يتم البنوغي بعمر 6-8 سنوات ويكتمل نمو الذروة بعمر 9-11 سنة وسطياً، ويبلغ الطول الوسطي 20.7 مم (الشكل ٢-٤١). تبلغ نسبة وجود قناة واحدة 97% وقناتين 3% (Vertucci, 1984) بينما ذكر Sert & Bayirli، عام 2004 أن نسبة وجود قناتين يمكن أن تصل حتى 10%.

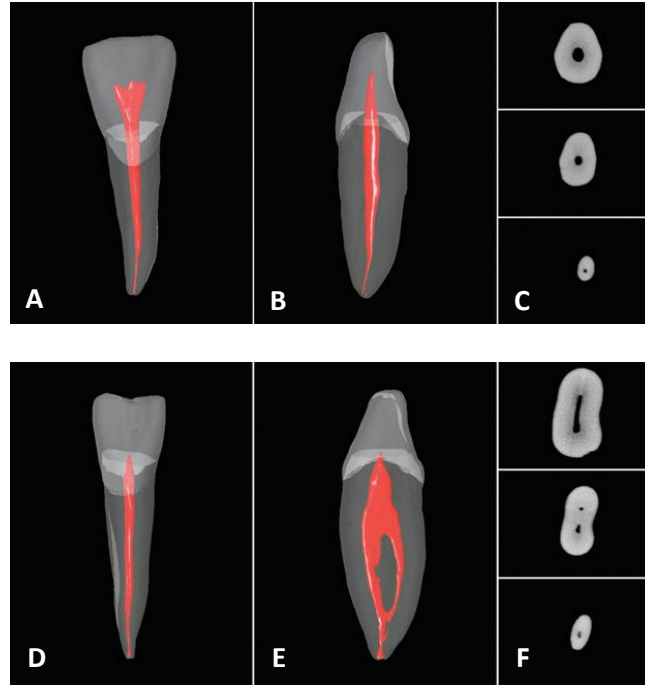


الشكل (٢-٤١): يبين الشكل التشريحي للقواطع السفلية متضمناً حفرة الوصول من كافة الاتجاهات.

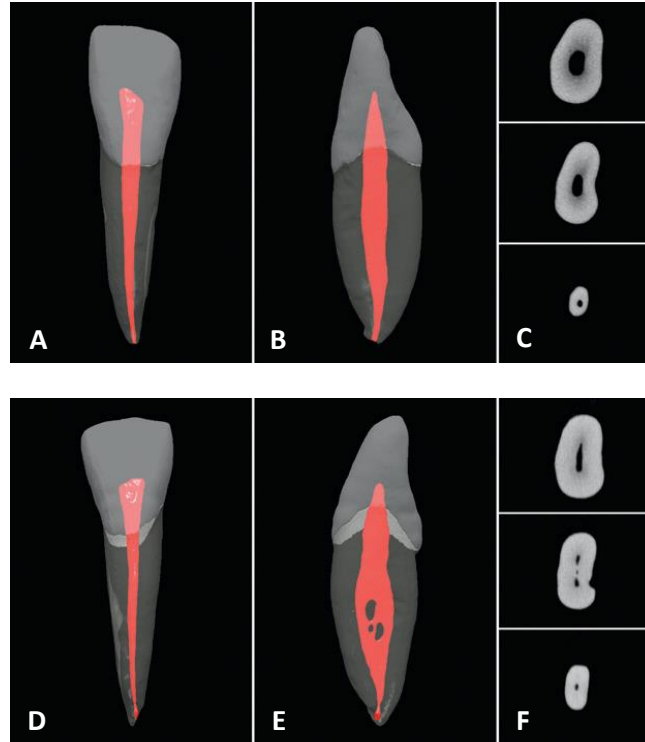
يتصف اللب بأنه أعرض بالاتجاه الشفوي اللساني، وخصوصاً عند الملتقى المينائي الملاطي، مقارنة بالاتجاه الأنسي الوحشي.

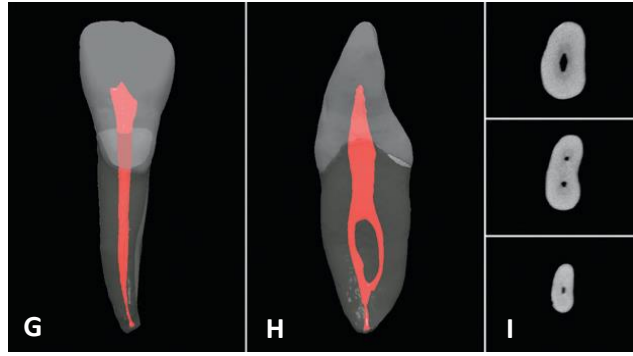
غالباً ما تصادف قناة واحدة طويلة وضيقة، إلا أنه في بعض الحالات يؤدي وجود جسر عاجي في الحجرة اللبية، ناجم عن انضغاط الجذر بالاتجاه الأنسي الوحشي، إلى انقسام القناة إلى اثنتين: دهليزية ولسانية، يمكن أن تستمر منفصلتين أو تجتمعا في ثقبية ذروية واحدة (الشكل ٢-٤٢) و (الشكل ٢-٤٣)





الشكل (٢-٤٢): يبين الشكل التشريحي الخارجي وعلاقته بتشريح المنظومة القنوية اللبية للشنية السفلية. (A): منظر دهليزي، (B): منظر جانبي، (C): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود قناة واحدة (الأكثر شيوعاً). (D): منظر دهليزي، (E): منظر جانبي، (F): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود قناتين.





الشكل (٢-٤٣): يبين الشكل التشريحي الخارجي وعلاقته بتشريح المنظومة القنوية اللبية للرباعية السفلية. (A) منظر دهليزي، (B) منظر جانبي، (C): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود قناة واحدة (الأكثر شيوعاً). (D): منظر دهليزي، (E): منظر جانبي، (F): مقاطع عرضية للسن في حالة القناة الشريطية بالاتجاه الشفوي اللساني. (G): منظر دهليزي، (H): منظر جانبي، (I): مقاطع عرضية للسن في حالة انفصال القناة إلى اثنتين ومن ثم العودة للانضمام في قناة واحدة.

### حفرة الوصول

يستلزم تشكيل حفرة الوصول الصحيحة قدراً كبيراً من التأني والحذر بسبب الشكل التشريحي صغير الأبعاد وطبيعة التشريح القنوي الداخلي.

التموضع: مركز السطح اللساني

الشكل: بيضوي قطرة الكبير قاطع لثوي، أو مثلي يشبه السطح اللساني للسن بأبعاد مصغرة، عند وجود قرون لبية.

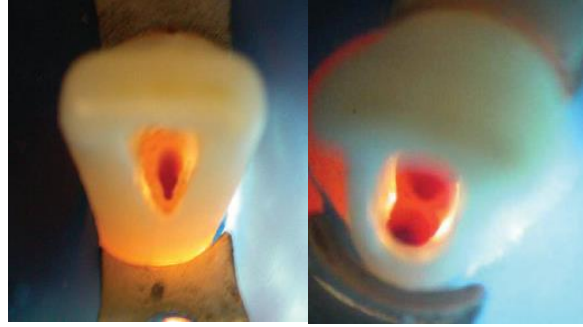
الحجم: ترتبط أبعاد الحفرة بأبعاد التاج التشريحي وحجم الحجرة اللبية ووجود القرون اللبية الأنسي والوحشي ووجود قناة واحدة أو قناتين.

تأخذ حفرة الوصول الشكل المثلي الطويل المضغوط بسبب قاعدته الصغيرة بالاتجاه القاطع وساقاه الطويلان الأنسي والوحشي في حالة وجود القرون اللبية، بينما تغدو حفرة الوصول بيضوية الشكل بقطر كبير قاطع لثوي عند غياب القرون اللبية وهذا غالباً ما يحصل في حالة التقدم بالعمر.

يجب إزالة الكتف اللساني بشكل كامل لكشف فيما إذا كان هناك قناة لسانية إضافية، فعندما يكون الجذر بقناتين ستكونان دهليزية ولسانية بدلاً من قناة واحدة مركزية (الشكل ٢-٤٤).

تؤمن جدران حفرة الوصول تمادياً تدريجياً منفتحاً تاجياً للحجرة اللبية، يسمح برؤية فوهة القناة بتموضع مركزي، أو فوهتي القناتين بتموضع زاوي دهليزي ولساني. لابد من الأخذ بعين الاعتبار المحور الطولي العام للسن والجذر:

- عند البدء بتشكيل الحفرة: يكون محور دخول السنبلية عمودياً على السطح اللساني للتاج
- عند اختراق سقف الحجرة اللبية: يصبح محور دخول السنبلية موافق للمحور الطولي للجذر
- عند الدخول ضمن القناة الجذرية: يكون محور دخول الأداة حسب المحور الطولي للجذر

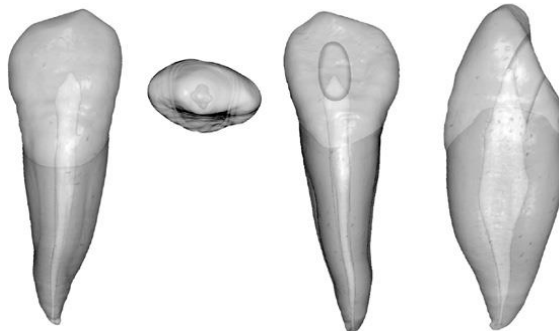


الشكل (٢-٤٤): يبين شكل حفرة الوصول للقناة السفلي عندما يكون (A): بقناة واحدة، (B): بقناتين.

#### ٢-٧- الناب السفلي Mandibular Canine

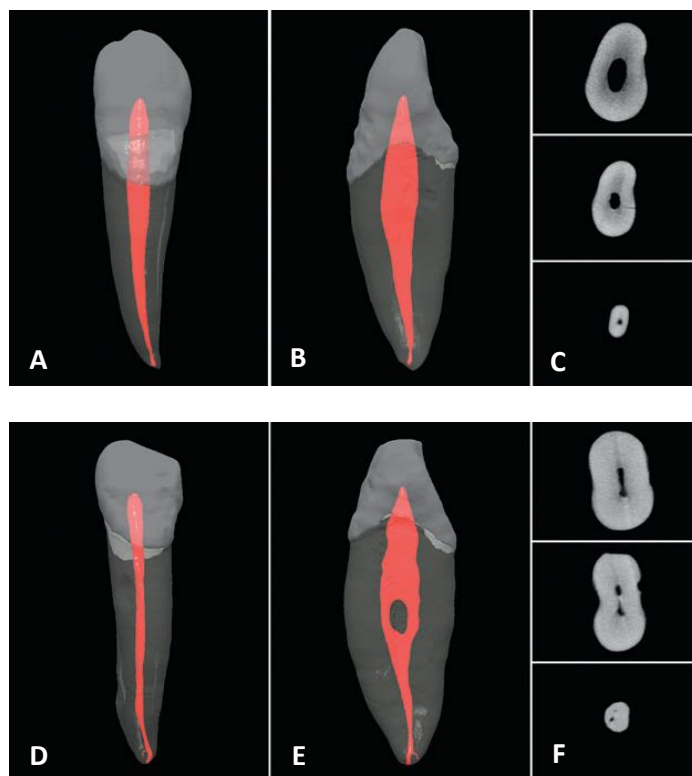
##### الخصائص العامة

ييزغ بعمر 9-10 سنوات ويكتمل نمو الذروة بعمر 13 سنة وسطياً ويبلغ الطول الوسطي 25.6 مم (الشكل ٢-٤٥).



الشكل (٢-٤٥): يبين الشكل التشريحي للناب السفلي متضمناً حفرة الوصول اللبية من كافة الاتجاهات.

يشبه كثيراً الناب العلوي إلا أن أبعاده أصغر، ويكون الجذر والقناة أصغر بالاتجاه الأنسي الوحشي. تبلغ نسبة وجود قناة واحدة 94% وقناتين 6% (Vertucci, 1984) (شفهية ولسانية)، ويمكن أن يكون بجذرين في حالات نادرة. تتصف القناة الجذرية بأنها أعرض بالاتجاه الشفهي اللساني مقارنة بالأنسي الوحشي. لا بد من إزالة الكتف اللساني لتمكين من الوصول إلى الجدار اللساني ضيق الأبعاد مقارنة بالجدار الشفهي للقناة، أو لكشف القناة اللسانية عند وجودها (الشكل ٢-٤٦).



الشكل (٢-٤٦): يبين الشكل التشريحي الخارجي وعلاقته بتشريح المنظومة القنوية اللبية للناب السفلي. (A): منظر دهليزي، (B): منظر جانبي، (C): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود قناة واحدة (الأكثر شيوعاً). (D): منظر دهليزي، (E): منظر جانبي، (F): مقاطع عرضية للسن في حالة انفصال القناة إلى اثنتين ومن ثم الانضمام في قناة واحدة.

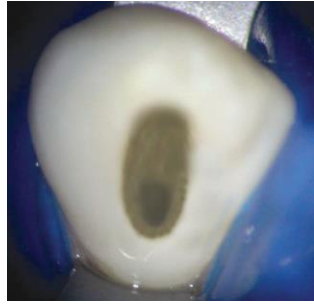
### حفرة الوصول

التموضع: مركز السطح اللساني.

الشكل: بيضوي قطرة الكبير قاطع لثوي.

**الحجم:** ترتبط أبعاد الحفرة بأبعاد التاج التشريحي وحجم الحجرة اللبية بالاتجاه الأنسي والوحيشي ووجود قناة واحدة أو قناتين. يجب إزالة الكتف اللساني بشكل كامل للتحقق من وجود قناة لسانية إضافية (الشكل ٢-٤٧). تؤمن جدران حفرة الوصول تمادياً تدريجياً منفتحاً تاجياً للحجرة اللبية، يسمح برؤية فوهة القناة بتموضع مركزي، أو فوهتي القناتين بتموضع دهليزي لساني زاوي بالنسبة لحفرة الوصول. لا بد من الأخذ بعين الاعتبار المحور الطولي العام للتاج والجذر عند:

- البدء بتشكيل حفرة الوصول
- اختراق سقف الحجرة
- الدخول ضمن القناة الجذرية.

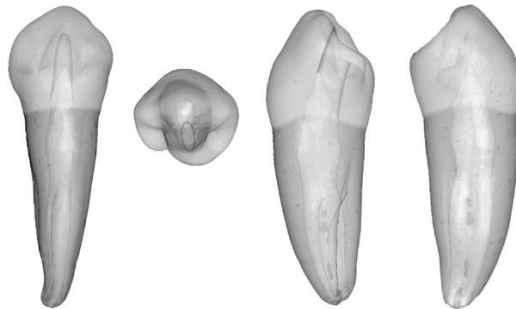


الشكل (٢-٤٧): يبين تصميم حفرة الوصول اللبية للنباب السفلي.

### ٧-٣ - الضاحك الأول السفلي Mandibular First Premolar

#### الخصائص العامة

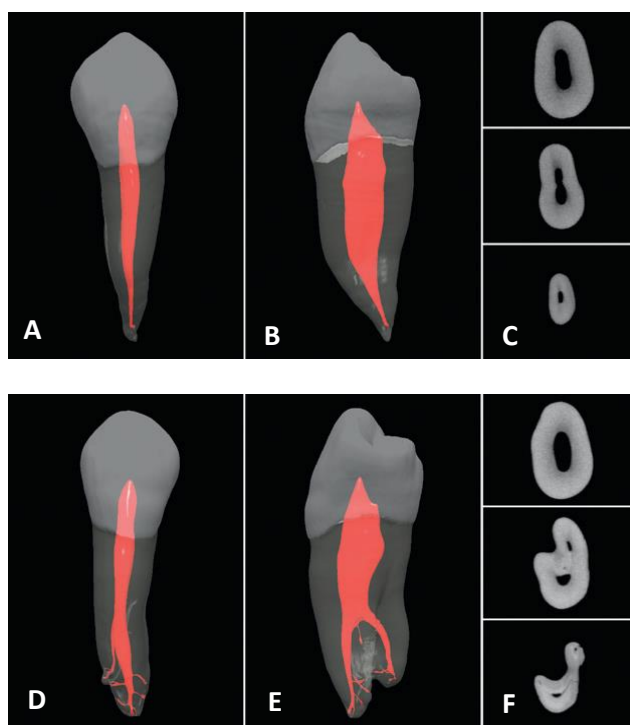
يبلغ بعمر 10-11 سنة ويكتمل نمو الذروة بعمر 13-14 سنة وسطياً، ويبلغ الطول الوسطي 21.6 مم (الشكل ٢-٤٨).



الشكل (٢-٤٨): يبين الشكل التشريحي للضاحك الأول السفلي متضمناً حفرة الوصول من الاتجاهات كافة.

تتصف بتشريح قنوي متغير بشكل كبير، ويكون أعرض بالاتجاه الدهليزي اللساني مقارنة بالاتجاه الأنسي الوحشي. يتضمن سقف الحجرة اللبية قرنين لبين دهليزي كبير ولساني صغير وتكون القناة اللبية على مستوى عنق السن بيضوية ومن ثم تصبح دائرية مع الاقتراب من الثلث الذروي.

تبلغ نسبة وجود قناة واحدة 74% وقناتين 25.5% ويمكن مصادفة ثلاث أقنية بنسبة 0.5% (Vertucci, 1984). عند وجود قناتين فإنهما تأخذان الشكل الدائري انطلاقاً من الحجرة اللبية وحتى الثقبه الذروية، بالمقابل هناك بعض الحالات يكون فيها جذر السن مضغوطاً بالاتجاه الأنسي الوحشي حيث يفترق إلى جذرين منفصلين (الشكل ٢-٤٩).



الشكل (٢-٤٩): يبين الشكل التشريحي الخارجي وعلاقته بتشريح المنظومة القنوية اللبية للمضاحك الأول السفلي. (A): منظر دهليزي، (B): منظر جانبي، (C): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود قناة واحدة (الأكثر شيوعاً). (D): منظر دهليزي، (E): منظر جانبي، (F): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود جذرين.

### حفرة الوصول

التموضع: السطح الطاحن أقرب إلى الدهليزي.

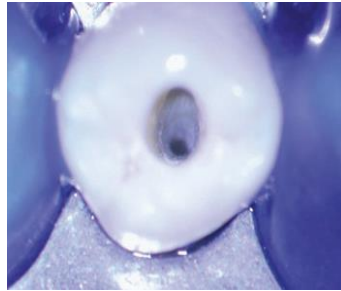
الشكل: بيضوي قطرة الكبير دهليزي لساني (أعرض بالاتجاه الأنسي الوحشي من نظيره العلوي).

**الحجم:** ترتبط أبعاد الحفرة بأبعاد التاج التشريحي وميلانه نحو اللساني وحجم الحجرة اللبية خصوصاً امتداد القرون اللبية الدهليزي واللساني ووجود قناة واحدة أو قناتين.

يمكن الوصول بشكل مباشر إلى القناة الدهليزية إلا أن إيجاد القناة اللسانية يكون صعباً عادة، فهي غالباً ما تتفرع عن القناة الرئيسية بزوايا حادة، يضاف إلى ذلك الميلان اللساني لتاج السن الذي يساهم أيضاً في توجيه الأدوات نحو الدهليزي، الأمر الذي يحتم توسيع حفرة الوصول نحو اللساني بغية استكشاف وتحديد فوهة القناة اللسانية في حال وجودها أو تأكيد غيابها. يمكن مصادفة ثلاثة جذور وثلاث أفقية في حالات نادرة جداً، أو يمكن للمنظومة اللبية القنوية أن تأخذ شكل حرف C.

يمكن للحدود الدهليزية لحفرة الوصول أن تقترب من ذروة الحدة الدهليزية بغية تأمين خط الدخول المستقيم نظراً للميلان اللساني لتاج السن وتمتد لسانياً لتشمل جزء من المنحدر الداخلي للحدبة اللسانية (الشكل ٢-٥٠). تؤمن جدران حفرة الوصول تمادياً تدريجياً منفتحاً تاجياً للحجرة اللبية يسمح برؤية فوهة القناة بتموضع مركزي، أو فوهتي القناتين بتموضع زاوي دهليزي لساني بالنسبة لحفرة الوصول.

لا بد من الأخذ بعين الاعتبار المحور الطولي العام للسن (التاج - الجذر) عند البدء بتشكيل حفرة وعند اختراق سقف الحجرة وعند الدخول ضمن القناة الجذرية.

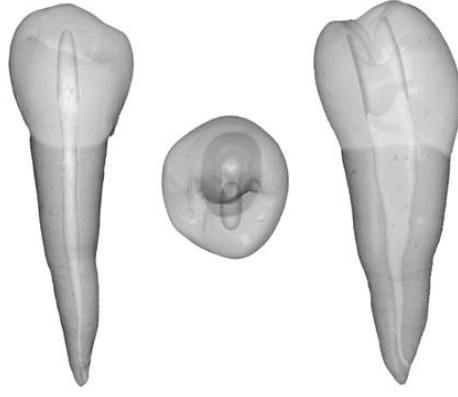


الشكل (٢-٥٠): يبين حفرة الوصول للمضاحك الأول السفلي

## ٧-٤- المضاحك الثاني السفلي Mandibular Second Premolar

### الخصائص العامة

ييزغ بعمر 11-12 سنة ويكتمل نمو الذروة بعمر 14-15 سنة وسطياً ويبلغ الطول الوسطي 22.3 مم (الشكل ٢-٥١).



الشكل (٢-٥١): يبين الشكل التشريحي للضاحك الثاني السفلي متضمناً حفرة الوصول من الاتجاهات كافة

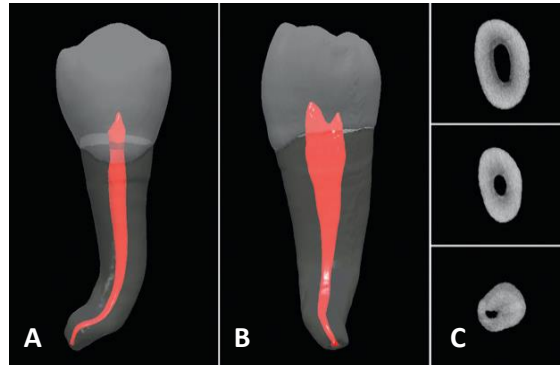
يشابه الضاحك السفلي الأول بشكل كبير، إلا أنه يختلف عنه بكون:

- القرن اللبي اللساني أكبر حجماً
- الميلان اللساني للتاج أقل
- يأخذ الجذر والقناة الجذرية الشكل البيضاوي
- تكون الحجرة اللبية أعرض بالاتجاه الدهليزي اللساني
- يمكن تمييز حدود أوضح ما بين الحجرة اللبية والقناة الجذرية.

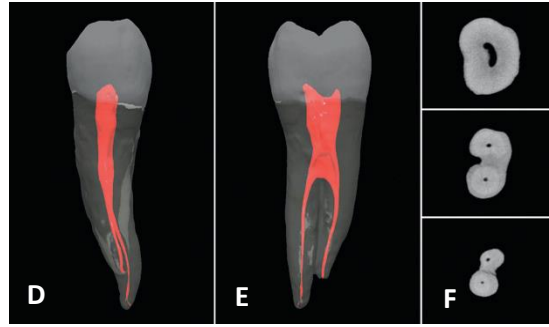
تصادف التغيرات التشريحية للمنظومة القنوية بنسبة أقل مقارنة بالضاحك السفلي الأول، حيث تبلغ

النسبة (Vertucci، 1984) (الشكل ٢-٥٢):

- قناة واحدة: 97.5%
- قناتين: 2.5%
- في حالات نادرة جداً يمكن مصادفة ثلاثة أقنية.







الشكل (٢-٥٢): يبين الشكل التشريحي الخارجي وعلاقته بتشريح المنظومة القنوية اللبية للضاحك السفلي الثاني. (A): منظر دهليزي، (B): منظر جانبي، (C): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود قناة واحدة (الأكثر شيوعاً). (D): منظر دهليزي، (E): منظر جانبي، (F): مقاطع عرضية للسن في حالة جذرين.

### حفرة الوصول

التموضع: السطح الطاحن بشكل مركزي تقريباً.

الشكل: بيضوي طفيف قطرة الكبير دهليزي لساني.

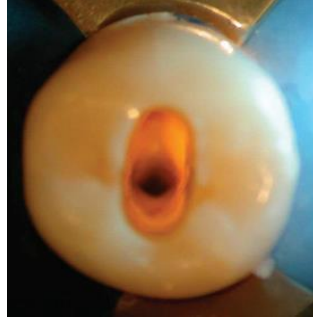
الحجم: ترتبط أبعاد الحفرة بأبعاد التاج التشريحي وميلانه نحو اللساني وحجم الحجرة اللبية خصوصاً امتداد القرون اللبية الدهليزي واللساني ووجود قناة واحدة أو قناتين.

يمكن أن تختلف مواصفات حفرة الوصول عنها في حالة الضاحك السفلي الأول للأسباب التالية:

- ييدي التاج ميلاناً لسانياً أقل، لذلك تمتد الحفرة لمسافة أقل على حساب المنحدر الداخلي للحدبة الدهليزية لتأمين خط الدخول المستقيم للأدوات اللبية.
- النصف اللساني للسن أكثر تطوراً، وبالتالي تمتد حفرة الوصول حتى منتصف المنحدر الداخلي للحدبة اللسانية.

يمكن لتاج الضاحك الثاني السفلي أن ييدي حذبتين لسانيتين بحجوم متماثلة أحياناً، عندها تتموضع حفرة الوصول على نحو مركزي بالاتجاه الأنسي الوحشي على الخط الواصل بين الحدبة الدهليزية والميزاب اللساني بين ذرا الحدبات اللسانية (الشكل ٢-٥٣). عندما تكون الحدبة الأنسية اللسانية أكبر حجماً من نظيرتها الوحشية اللسانية، عندها يكون الامتداد اللساني للحفرة البيضوية على حساب المنحدر الوحشي للحدبة الأنسية اللسانية.

تؤمن جدران حفرة الوصول تمادياً تدريجياً منفتحاً تاجياً للحجرة اللبية يسمح برؤية فوهة القناة بتموضع مركزي، أو فوهتي القناتين بتموضع زاوي دهليزي لساني بالنسبة إلى حفرة الوصول. لابد من الأخذ بعين الاعتبار المحور الطولي العام للسن (التاج - الجذر) عند البدء بتشكيل حفرة الوصول وعند اختراق سقف الحجرة وعند الدخول ضمن القناة الجذرية.

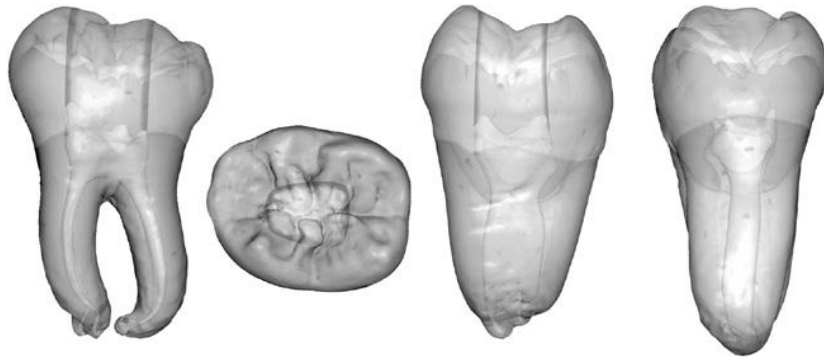


الشكل (٢-٥٣): شكل حفرة الوصول للضاحك السفلي الثاني.

#### ٧-٥ - الرحي الأولى السفلية Mandibular First Molar

##### الخصائص العامة

تبزغ بعمر 6 سنوات ويكتمل نمو الذروة بعمر 9-10 سنوات وسطياً، ويبلغ الطول الوسطي 21 مم (الشكل ٢-٥٤).



الشكل (٢-٥٤): الشكل التشريحي للرحى السفلية الأولى متضمناً حفرة الوصول من الاتجاهات كافة.

نظراً لبزوغها المبكر فإن احتمالات تعرضها للإصابة النخرية يكون كبيراً، ما يحتم التداخل العلاجي ابتداءً من تقنيات الحفاظ على حيوية اللب، وانتهاءً بالمعالجة اللبية التقليدية، ويمكن أن يحصل ذلك

أحياناً قبل اكتمال نمو وانغلاق ذروتها. نظراً لتعرض هذه السن لجهود إطباقية شديدة فغالباً ما تبدي المنظومة القنوية تغيرات تشريحية منها:

- تراجع القرون اللبية.
  - تكلس أجزاء الحجرة اللبية وصغر أبعادها.
  - انزياح مواقع وصغر أبعاد فوهات الأقنية اللبية.
- يملك السن جذرين أنسي ووحشي بشكل اعتيادي، وقد بيّن Vertucci (1984) نسب عدد الأقنية في هذه الجذور كما يلي (الشكل ٢-٥٥):

- الجذر الأنسي: قناة واحدة % 40، قناتين % 59، ثلاث أقنية % 1.
- الجذر الوحشي: قناة واحدة % 85، قناتين % 15.

يمكن مصادفة ثلاثة جذور في حالات نادرة جداً.

### الجذر الأنسي

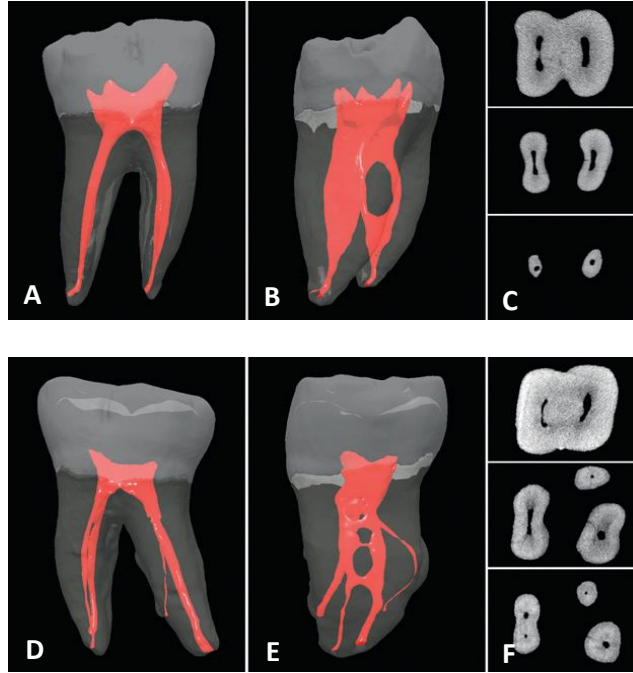
يتضمن الجذر الأنسي للرحى القناة الأنسية الدهليزية والقناة الأنسية اللسانية، ويمكن مصادفة قناة أنسية متوسطة في الميزاب التطوري بين القناتين الأنسيتين الرئيسيتين، ويمكن ألا يكون سوى تفاغر كبير الحجم بين القناتين. الجذر الأنسي أعرض من الوحشي وينحني نحو الأنسي ابتداء من عنق السن وحتى الثلث المتوسط ثم ينحني نحو الوحشي حتى ذروة الجذر. تبدي القناة الدهليزية الأنسية الانحناء الأكبر ويكون بالمستوى الدهليزي اللساني، ما يعني عدم إمكانية كشفه بواسطة الأشعة. يكون السطح الدهليزي واللساني محدباً بينما يكون السطح الوحشي للجذر الأنسي والسطح الأنسي للجذر الوحشي مقعراً ما يجعل الجدار العاجي للأقنية في هذه المنطقة رقيقاً.

عادة ما تتموضع فوهة القناة الأنسية الدهليزية تحت الحدبة الأنسية الدهليزية، بينما تتموضع فوهة القناة الأنسية اللسانية إلى اللساني مباشرة من الميزاب المركزي. لابد من التأكد من وجود فوهة قناة ثالثة بعد الانتهاء من تشكيل وتنظيف الأقنية الرئيسة من خلال إزالة أية رفوف عاجية تمنع متابعة الميزاب التطوري واستخدام السبر الجاد والتكبير والإضاءة اللازمة للتحقق من إمكانية وجود القناة الثالثة.

## الجذر الوحشي

عندما يتضمن الجذر الوحشي للرحى قناة واحدة فإنها تأخذ الشكل البيضوي بالاتجاه الدهليزي اللساني وتقع عادة إلى الوحشي مباشرة من الميزاب الدهليزي. عندما تأخذ الأداة اللبية اتجاهاً وحشياً لا مركزياً أي تميل نحو الدهليزي أو اللساني، عندها لابد من إيجاد القناة النظرية، فالجذر الوحشي عندها يضم قناتين لكل منهما شكل دائري. نادراً ما ينفصل الجذر الوحشي إلى جذرين، عندها يكون الجذر الوحشي اللساني أقصر بنهاية ذروية منحنية نحو الدهليزي، لا يمكن أن تظهر على الأشعة.

تتواصل فوهات هذه الأقنية عبر الميزاب التطوري وتموضع جميعها في نطاق الثلثين الأنسيين للتاج وتأخذ أرض الحجرة اللبية شكل مستطيل أو شبه منحرف قطره الكبير أنسي وتتضمن في سقفها أربع قرون لبية عموماً. يمكن تمييز العديد من فوهات الأقنية الإضافية في منطقة مفترق الجذور التي لن تتمكن سوى سوائيل الإرواء من تطهيرها، ما يجعل وجود سوائيل الإرواء أمراً لازماً وضرورياً خلال التحضير، وهذا ما يمكن أن يسمح برؤيتها شعاعياً بعد الحشو القنوي (الشكل ٢-٥٥).



الشكل (٢-٥٥): يبين الشكل التشريحي الخارجي وعلاقته بتشريح المنظومة القنوية اللبية للرحى السفلية الأولى. (A): منظر دهليزي، (B): منظر جانبي، (C): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود جذرين وثلاث أقنية (الأكثر شيوعاً). (D): منظر دهليزي، (E): منظر جانبي، (F): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود ثلاث أقنية رئيسة مع تفاعرات كثيرة.

## حفرة الوصول

التموضع: السطح الطاحن أقرب إلى الأنسي.

الشكل: شبه منحرف القطر الكبير أنسي والصغير وحشي.

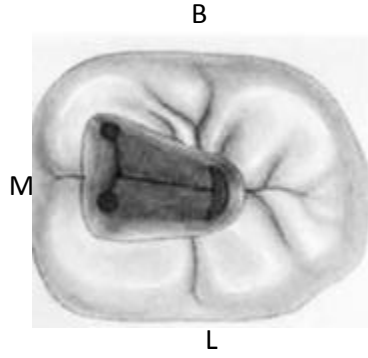
الحجم: ترتبط أبعاد الحفرة بأبعاد التاج التشريحي وحجم الحجرة اللبية خصوصاً امتداد القرون اللبية وعدد الأقنية اللبية.

يجب أن تتموضع فوهات الأقنية عند زوايا حفرة الوصول فالجدار الأنسي لحفرة الوصول لا يمتد عادة إلى الارتفاع الحفافي، بينما لا تمتد الحفرة بالاتجاه الوحشي إلا بالقدر الذي يسمح بتأمين خط دخول مستقيم للأدوات إلى قناة أو قناتي الجذر الوحشي بدون مبالغة (الشكل ٢-٥٦). يجب الأخذ بعين الاعتبار أن سكان شرق آسيا يبدون النسبة الأعلى لوجود أرحاء أولى سفلية بثلاث جذور (جذر وحشي دهليزي إضافي) مقارنة ببقية الأعراق.

تؤمن جدران حفرة الوصول تمادياً تدريجياً منفتحاً تاجياً للحجرة اللبية، يسمح برؤية فوهات الأقنية بتموضع زاوي بالنسبة لحفرة الوصول. لابد من الأخذ بعين الاعتبار:

- المحور الطولي العام للسن: الذي يميل قليلاً نحو الأنسي واللساني، وذلك عند البدء بتشكيل حفرة الوصول وعند اختراق سقف الحجرة.
- المحور الطولي لكل جذر وكل قناة: عند الدخول ضمن منظومة القناة الجذرية، حيث يختلف محور دخول الأداة كما يلي:

- القناة الأنسية الدهليزية: من الطاحن الوحشي اللساني نحو الأنسي الدهليزي
- القناة الأنسية اللسانية: عمودي على السطح الطاحن أو مائل نحو الدهليزي
- القناة الوحشية (وحيدة): من الطاحن الأنسي نحو الوحشي
- القناة الوحشية الدهليزية: من الطاحن الأنسي نحو الوحشي الدهليزي
- القناة الوحشية اللسانية: من الطاحن الأنسي نحو الوحشي اللساني

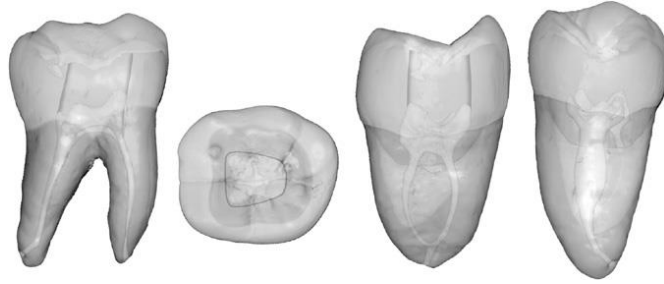


الشكل (٢-٥٦): يبين تصميم حفرة الوصول للرحى الأولى السفلية، تظهر ثلاث فوهات أقنية: أنسية دهليزية وأنسية لسانية ووحشية (M: أنسي ، D: وحشي ، B: دهليزي، L: لساني).

## ٦-٧ - الرchy الثانية السفلية Mandibular Second Molar

### الخصائص العامة

تبزغ بعمر 12-13 سنة ويكتمل نمو الذروة بعمر 15-16 سنة وسطياً، ويبلغ الطول الوسطي 19.8 مم (الشكل ٢-٥٧).



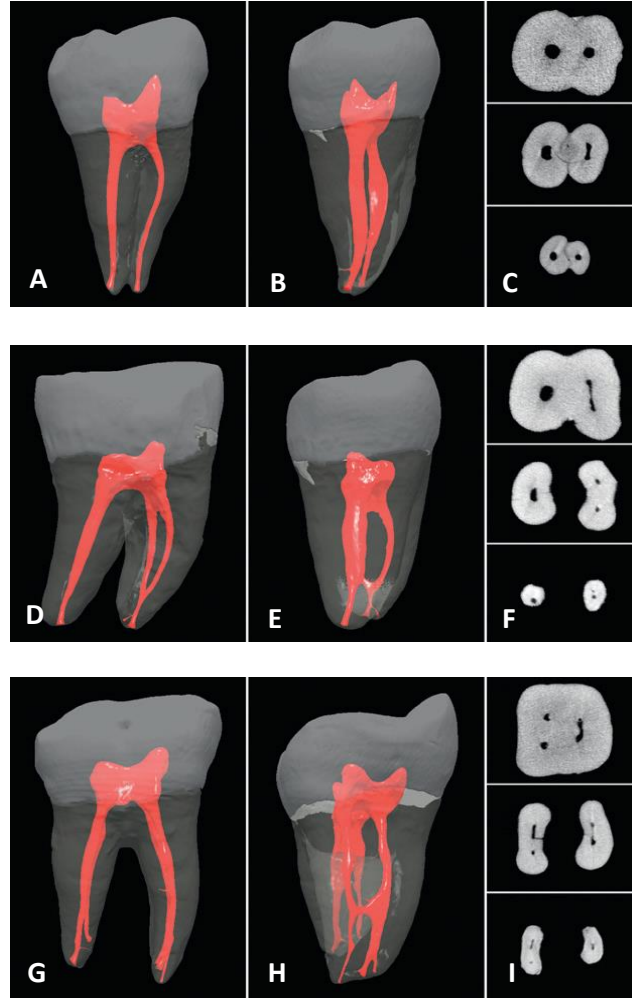
الشكل (٢-٥٧): الشكل التشريحي للرحى الثانية السفلية متضمناً حفرة الوصول من كافة الاتجاهات

يتصف تاج هذه السن بأنه أصغر حجماً ويميل إلى التناظر أكثر من الرchy الأولى، جذورها متقاربة وتميل تدريجياً نحو الوحشي مع ثقب ذروية متقابلة. يمكن أن تبدي جذراً وحيداً في حالات نادرة. تبدي الجذور انحناءً في المستوى الدهليزي اللساني والأنسي الوحشي. تتصف الحجرة اللبية وفوهات الأقنية بأبعاد أصغر من نظيرتها الأولى (الشكل ٢-٥٨). يمكن أن تتضمن 1-4 أقنية حسب النسب التالية (1984, Vertucci):

- الجذر الأنسي: قناة واحدة 65 % ، قناتين 35 %

- الجذر الوحشي: قناة واحدة 95 % ، قناتين 5 %

يتصف السطح الوحشي للجذر الأنسي والسطح الأنسي للجذر الوحشي بالتقعر. تتقارب فوهتي القناتين الأنسيين في قعر الحجرة اللبية بشكل كبير. في بعض الحالات التي تلتحم فيها الجذور، يمكن للأداة التي توضع في القناة الأنسية الدهليزية أن تظهر في القناة الوحشية بسبب اشتراك القناتين بمنطقة اتصال هلالية وهذا أحد أنماط المنظومات القنوية بشكل C والتي غالباً ما تصادف في هذه السن.



الشكل (٢-٥٨): يبين الشكل التشريحي الخارجي وعلاقته بتشريح المنظومة القنوية اللبية للرحى السفلية الثانية. (A): منظر دهليزي، (B): منظر جانبي، (C): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود قناتين في جذرين ملتحمين. (D): منظر دهليزي، (E): منظر جانبي، (F): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود ثلاث أقنية في جذرين ينتهي كل منهما بثقبة ذروية واحدة. (G): منظر دهليزي، (H): منظر جانبي، (I): مقاطع عرضية للسن في حالة وجود أربع أقنية في جذرين.

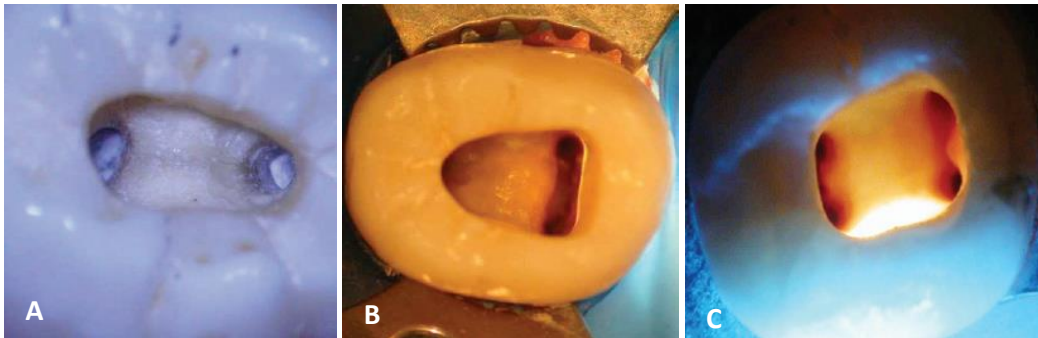
## حفرة الوصول

التموضع: السطح الطاحن أقرب إلى الأنسي.

الشكل: شبه منحرف قطره الكبير أنسي والصغير وحشي

الحجم: ترتبط أبعاد الحفرة بأبعاد التاج التشريحي وحجم الحجرة اللبية خصوصاً امتداد القرون اللبية وعدد الأقنية. يجب أن تتوضع فوهات الأقنية عند زوايا حفرة الوصول، التي تشبه عند وجود ثلاث أقنية، تلك الخاصة بالرحى الأولى ولكنها تكون أقرب إلى المثلثية منها إلى شبه المنحرف. نادراً ما تأخذ فوهة القناة الوحشية الشكل الشريطي بالاتجاه الدهليزي اللساني، بسبب التقاء الجدار الدهليزي واللساني للتاج وحشياً بشكل مثلثي (الشكل ٢-٥٩).

يمكن للرحى الثانية السفلية أن تتضمن قناتين فقط أنسية ووحشية، عندها تتساوى حجوم فوهات الأقنية وتتوضع على نحو مركزي بالاتجاه الدهليزي اللساني وعندها تأخذ حفرة الوصول الشكل المستطيل في حالة وجود قناة واحدة (نادرة جداً) تأخذ حفرة الوصول الشكل البيضوي وتموضع في مركز السطح الطاحن. تؤمن جدران حفرة الوصول تمادياً تدريجياً منفتحاً تاجياً للحجرة اللبية، يسمح برؤية فوهة - فوهات الأقنية بتموضع زواي بالنسبة إلى حفرة الوصول. لابد من الأخذ بعين الاعتبار المحور الطولي العام للسن والجذر (الجذور) عند البدء بتشكيل حفرة الوصول وعند اختراق سقف الحجرة اللبية، وعند الدخول ضمن القناة أو الأقنية الجذرية.



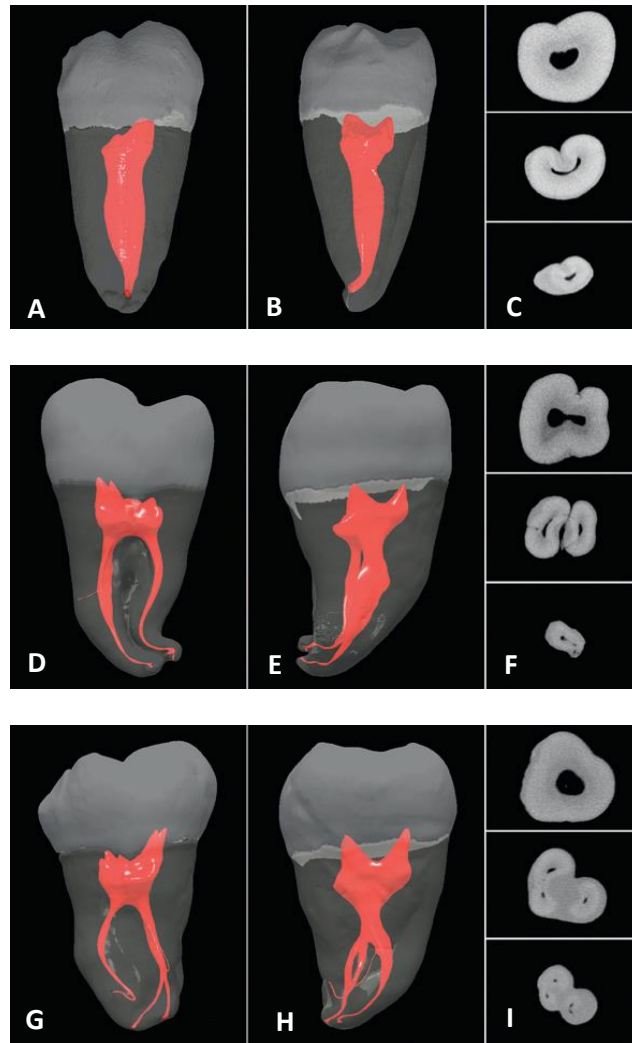
الشكل (٢-٥٩): يبين تصميم حفرة الوصول للرحى الثانية السفلية في حالات مختلفة، (A): حالة وجود قناتين، (B): حالة وجود ثلاث أقنية، (C): حالة وجود أربع أقنية.



## الرحى الثالثة السفلية Mandibular Third Molar

### الخصائص العامة

تبزغ بعمر 17-21 سنة ويكتمل نمو الذروة بعمر 20-24 سنة وسطياً ويبلغ الطول الوسطي 18.5 مم. تتصف بتشريح مشابه للأرجاء السفلية الأولى والثانية، إلا أن الشذوذات المصادفة تجعل من هذا التشريح غير ثابت. غالباً ما تكون الجذور قصيرة، ملتحمة، منحنية بشدة، أو شاذة الشكل عموماً وتشمل 1-4 جذور تضم 1-6 أقيية ويكون التاج بمواصفات تشريحية اعتيادية عموماً (الشكل ٢-٦٠).



الشكل (٢-٦٠): يبين الشكل التشريحي الخارجي وعلاقته بتشريح المنظومة القنوية اللبية المتغيرة للرحى الثالثة السفلية. (A): منظر دهليزي، (B): منظر جانبي، (C): مقاطع عرضية في حالة التشريح القنوي C. (D): منظر دهليزي، (E): منظر جانبي، (F): مقاطع عرضية في حالة تشريح قنوي صعب ذو انحناء ذروي شديد. (G): منظر دهليزي، (H): منظر جانبي، (I): مقاطع عرضية في حالة ثلاث أقيية منحنية.

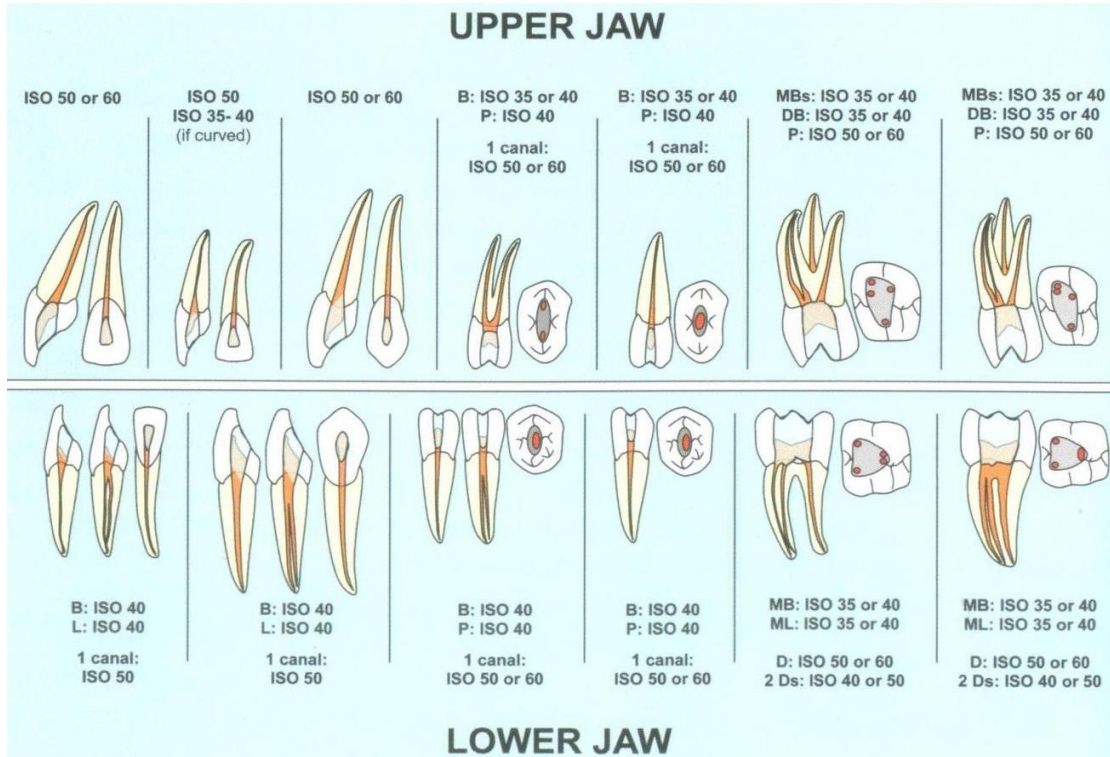
يمكن مصادفة تشريح قنوي بشكل حرف C، ما يجعل إجراء المعالجة اللبية غير ثابت النتائج، حيث متفاوت إنذار الحالة حسب مستوى تعقيد التشريح الجذري وتحقق مبدأ الملاءمة للوصول بشكل آمن إلى الطول الكامل لكافة الأقنية وإنجاز المعالجة اللبية الصحيحة.

## حفرة الوصول

تغير التشريح القنوي للرحى الثالثة السفلية، يجعل حفرة الوصول متغيرة فيمكن أن تكون بشكل:

- مثلثي أو شبه منحرف: عند وجود ثلاث أو أربع أقنية على الترتيب.
- مستطيل مضغوط: عند وجود قناتين.
- بيضوي: عند وجود قناة واحدة.

يبين الشكل (٢-٦١) مجمل تصاميم حفر الوصول اللبية للأسنان العلوية والسفلية، إضافة إلى قياس التحضير النهائي المقترح للأقنية الجذرية ضمن كل منها.



الشكل (٢-٦١): شكل ترسمي يبين مجمل تصاميم حفر الوصول اللبية للأسنان العلوية والسفلية، إضافة إلى قياس التحضير النهائي المقترح للأقنية الجذرية ضمن كل منها حسب الأدوات القياسية (ISO).

## ٨- الحالات الخاصة لحفر الوصول اللبية

سنستعرض بعض الحالات التي تستلزم العناية الخاصة عند تحضير حفر الوصول اللبية بسبب غياب المعالم التشريحية الاعتيادية للأسنان قيد التداخل العلاجي اللبي لأسباب مختلفة.

### ٨-١- تهدم تاج السن

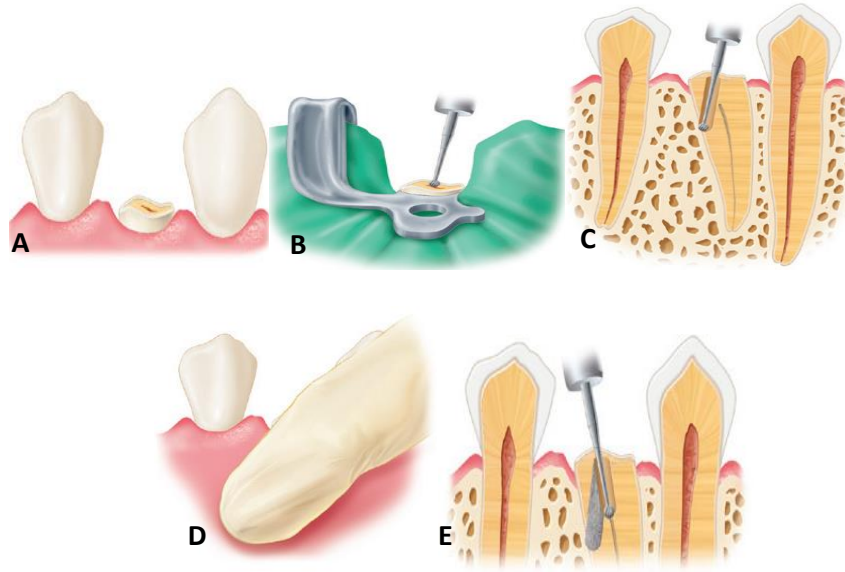
يمكن أن يبدو تحضير حفرة الوصول اللبية إجراءً سهلاً في حالة الأسنان المتهدمة أو في حالة الإصابة الرضية التي تؤدي إلى انكسار تاج السن وانكشاف الحجرة اللبية عند اليافعين. إلا أن الأمر يصبح معقداً وصعب الإنجاز عندما يتعلق بأسنان المتقدمين بالعمر و-أو المصابة بنخر سابق أو بترميم واسع، فغالباً ما يكون لب السن عندها متراجعاً أو متكلساً. في الحقيقة إن فقدان المعالم التشريحية لتاج السن، التي تؤمن التوجيه الصحيح لزوايا الدخول الآمنة، سيجعل تحقيق حفرة الوصول صحيحة التصميم أمراً صعباً.

هنا لابد من الإفادة من كافة المعطيات السريرية والشعاعية والبدء بالدخول قبل تطبيق الحاجز المطاطي للإفادة من إمكانية مراقبة وجس موضع واتجاه جذور الأسنان، بغية التوجيه الصحيح لمحور دخول السنابل والأدوات. يجب البدء بمركز السن وحسب المحور الطولي له، لرفع إمكانية كشف كامل فوهات الأقنية، وتخفيض احتمال ارتكاب الأخطاء الإجرائية مثل الانتقابات (الشكل ٢-٦٢).

يمكن أن يتم قياس عمق الدخول للوصول للمنظومة اللبية من خلال المعطيات الشعاعية التشخيصية. عندما يتم الوصول للعمق المحدد دون كشف فوهات الأقنية، هنا لابد من المراقبة والضبط الشعاعي من خلال إجراء صورتين شعاعيتين:

- صورة بإسقاط مستقيم مباشر لمراقبة فيما إذا حصل انحراف أنسي أو وحشي لمحور الدخول
- صورة بزاوية إسقاط أنسية أو وحشية لمراقبة حصول انحراف دهليزي أو لساني لمحور الدخول

حسب معطيات هذه الصور الشعاعية يمكن تغيير محور الدخول في حال الضرورة بغية كشف المنظومة اللبية بالشكل الصحيح وتحديد فوهات الأقنية، بعدها يطبق الحاجز المطاطي وتستكمل مراحل المعالجة اللاحقة.



الشكل (٢-٦٢): (A): يبين حالة تهدم تاج الضاحك الأول السفلي، (B): تحضير حفرة الوصول بوجود الحاجز المطاطي، (C): نظراً لتكلس فوهة القناة وبسبب غياب تاج السن وعدم التمكن من الاسترشاد بتشريح تاج السن فقد تم توجيه السنبله بشكل خاطئ ما أدى إلى حصول انثقاب جانبي، (D): إمكانية جس تشريح جذر السن المتهدم من الناحية الدهليزية عند عدم تطبيق الحاجز المطاطي، (E): التوجيه الصحيح لمحور دخول السنبله (بعد سد الانثقاب الطارئ) سيؤمن كشف القناة اللبية، بعدها يمكن تطبيق الحاجز المطاطي.

#### ٢-٨ - الأسنان ذات الترميمات الكبيرة

تغيب المعالم التشريحية الأساسية لتاج السن عندما يحمل ترميماً واسع الامتداد، الأمر الذي يجعل تحقيق حفرة وصول لبية صحيحة التصميم إجراءً صعباً يتطلب مزيداً من الانتباه والحذر. في مثل هذه الحالة لا بد من:

- إزالة كامل الترميمات القديمة لاسيما وأن حوافها غالباً ماتكون غير كتيمة، الأمر الذي سيؤدي إلى التسرب الحفافي المجهرى خلال جلسات المعالجة. يزداد هذا التسرب، عند إبقاء جزء من هذه الترميمات، بفعل التقلقل الناجم عن الاهتزاز المرافق لاستخدام سنابل تحضير حفر الوصول اللبية. من جهة أخرى، يؤمن إزالة كامل أجزاء الترميمات القديمة، قبل الدخول ضمن الأقنية اللبية، تجنب سقوط أجزاء من هذه الترميمات ضمن القناة الجذرية، الأمر الذي سيعيق وقد يوقف التشكيل القنوي كلياً.

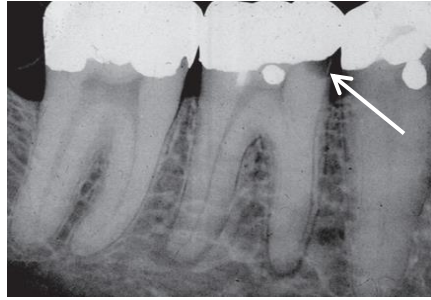
- تحسين إضاءة وتكبير ساحة العمل للتحقق من وجود صدوع أو كسور في أرض أو جدران الحجرة اللبية.

- تمييز المعالم التشريحية الداخلية بدقة في سبيل تحقيق الوصول الصحيح للمنظومة اللبية خصوصاً في حالة الأقنية المتكلسة.

### ٨-٣- الأسنان الحاملة للتيجان التعويضية

تغيب المعالم التشريحية الأساسية لتاج السن عندما يحمل تاجاً تعويضياً، يضاف إلى ذلك تغير زاوية التاج بالنسبة إلى الجذر في أغلب الأحيان لتتلاءم مع الأسنان المقابلة عند إجراء التتويج، الأمر الذي يجعل تحقيق حفرة وصول لبية صحيحة التصميم إجراءً صعباً يتطلب التأني والحذر. لا بد في مثل هذه الحالة من تقييم المعطيات لتقرير ضرورة إزالة التاج التعويضي قبل تشكيل حفرة الوصول أو إمكانية الحفاظ عليه وتشكيل حفرة الوصول من خلاله.

**إزالة التاج التعويضي:** تصبح ضرورية قبل تشكيل حفرة الوصول في حالة وجود تسرب مجهري تحت حواف التاج واكتشاف نخور عنقية ناكسة، وغالباً ما يلاحظ ذلك في التعويضات القديمة و-أو سيئة النوعية والإنجاز (الشكل ٢-٦٣). يؤمن إزالة التاج التعويضي إمكانية تحريف النخور الناكسة وتحسين الرؤية والتعامل المباشر الدقيق مع مكونات التشريح القنوي.

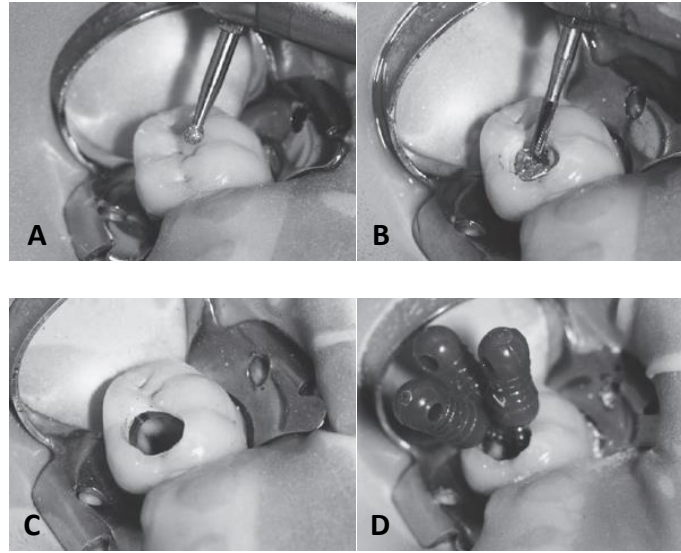


الشكل (٢-٦٣): نخر عنقي ناكس تحت تاج تعويضي يستلزم إزالة هذا التاج قبل بدء المعالجة اللبية

**الاحتفاظ بالتاج التعويضي:** يجب أن يتخذ قرار إجراء حفرة الوصول اللبية، من خلال تاج تعويضي سليم، بكثير من الحيط والحذر. في مثل هذه الحالات، إضافة للتغيرات التشريحية التي تترافق بوجود التيجان التعويضية، تُفقد المعطيات الشعاعية التشخيصية لمعالم الحجرة اللبية.

تتطلب هذه الحالة الالتزام التام بالوضعية المركزية للتداخل على التاج والتقدم البطيء المتأني بالاعتماد على المعطيات السريرية والشعاعية المحدودة المتوفرة، ووجود التكبير اللازم والإضاءة المباشرة وغير المباشرة الخارجية الموجهة العابرة للملتقى المينائي الملاطي.

ينصح باختراق طبقة الخزف، في حالة التيجان الخزفية المعدنية، باستخدام سنابل التنغستين كربايد الكروية الجديدة، ثم السنابل القاطعة للمعدن Transmetal عند الوصول لطبقة المعدن، فهي تتمتع بفعالية قاطعة عالية بفضل الأتلام الحادة المتقاطعة المصممة خصيصاً لقطع المعدن. يجب أن يتم التعامل بحرص مع تيجان الخزف المعدنية لتخفيض احتمالات تصدع وانكسار طبقة الخزف (الشكل ٢-٦٤).

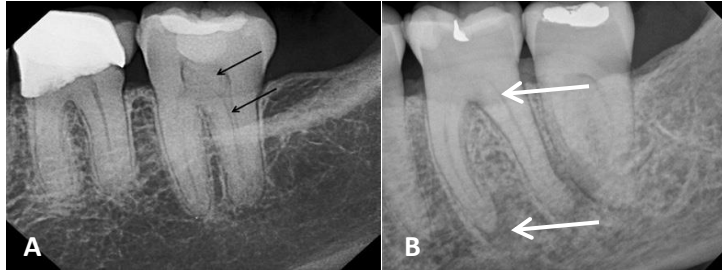


الشكل (٢-٦٤): تحضير حفرة وصول لبية عبر تاج خزف معدني. (A): يمكن استخدام سنبله كروية تنغستين كربايد أو ماسية لاختراق الخزف وتحديد الشكل العام للحفرة، (B): تستخدم السنبله القاطعة للمعدن لاختراق ثخانة المعدن، (C): تسمح الحفرة المحضرة بالوصول إلى فوهات الأقنية اللبية، (D): تطبيق الأدوات اللبية ضمن الأقنية الجذرية (نقلاً عن Cohen، 2016).

مهما كانت طبيعة التاج التعويضي يجب الالتزام بتحقيق متطلبات حفرة الوصول الصحيحة وعدم محاولة الاقتصاد في استهلاك بنية التاج، لأنها غالباً ماتقود إلى تحضير منقوص لحفرة الوصول مع ما يرافق ذلك من آثار سلبية على جودة المعالجة. عند الانتهاء من تحضير حفرة الوصول الصحيحة، يجب تقييم الحواف الخارجية والمعالم الداخلية للنسج السنية (أرض الحفرة والجدران المحورية) من حيث وجود النخور والتسرب الحفافي والصدوع أو الكسور.

#### ٨-٤- الأسنان ذات الأقنية المتكلسة

غالباً ما تولد الإصابة النخرية أو الترميمات غير الجيدة أو الإطباق الرضي آثاراً سلبية على الحالة الصحية لللب السن تتمثل بالتعب اللبي العام الذي يتفاقم مع التقدم بالعمر، والذي يتظاهر سريراً باستحالة النسيج اللبي المترافق بالتكلس وتضييق أبعاد الفراغ اللبي الحجري والقنوي (الشكل ٢-٦٥). غالباً ما يكون انخفاض أبعاد القسم التاجي من اللب أوضح وأسرع حدوثاً مقارنة بالقسم القنوي، الأمر الذي يسمح بمرور العوامل المرضية والتسبب بتموت اللب وإنتانه ومن ثم خروج الإنتان لإصابة النسيج حول الذروية (الشكل ٢-٦٥).

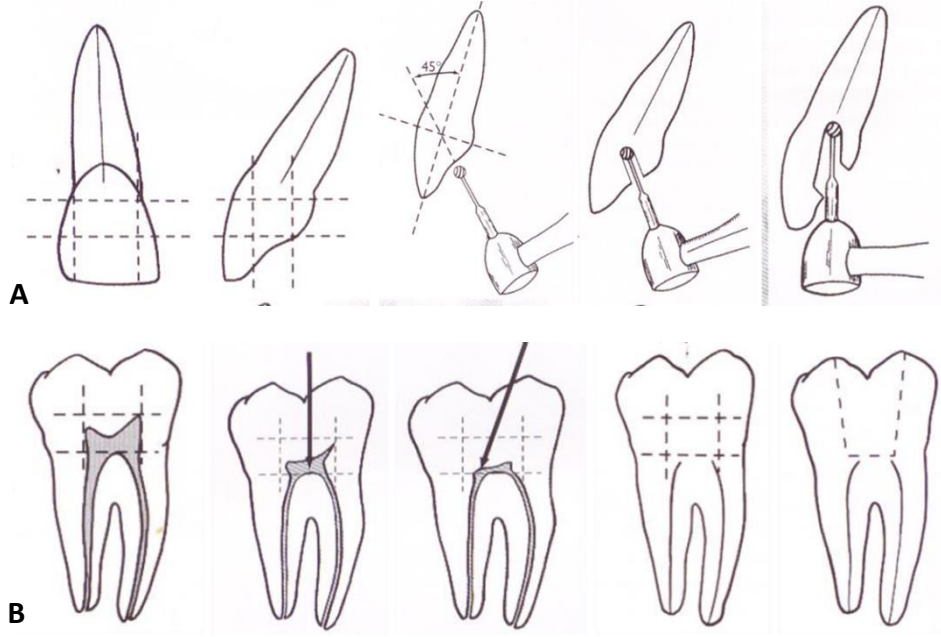


الشكل (٢-٦٥): (A): تكلس واضح في الحجرة اللبية والقناة الجذرية للرحى السفلية، (B): تكلس كامل للحجرة اللبية وفوهات الأقنية للرحى الأولى السفلية مترافقاً بتغيرات مرضية للنسيج حول الذروية.

تشكل مثل هذه الحالات تحدياً حقيقياً للطبيب يستلزم منه بذل أقصى الجهود واستخدام الوسائل كافة والطرق اللازمة والضرورية والملائمة لتشكيل حفرة الوصول صحيحة التصميم، في سبيل فتح وتسليك وتوسيع مثل هذه الأقنية بالشكل المطلوب (الشكل ٢-٦٦).

يساهم التكبير والإضاءة غير المباشرة المتألقة الملائمة، وتقصي شكل الحجرة اللبية ومراقبة التغير اللوني لعاج أرض الحجرة اللبية، في تحديد مواقع فوهات هذه الأقنية الصعبة. هذا لا يمكن أن يتم إلا بعد استكمال إجراءات تشكيل حفرة الوصول وتنظيف أرض الحجرة اللبية وتخفيفها، ما سيعزز الرؤية الدقيقة للتفاصيل البنيوية للحجرة اللبية. يبدي العاج في أرض الحجرة اللبية لوناً أكثر قتامة من الجدران المحورية، بينما تكون الأنثلام التطورية، الواسلة ما بين فوهات الأقنية، أقل قتامة مقارنة بأرض الحجرة اللبية. يعتبر مراقبة هذا التفاوت اللوني عند البحث عن فوهات الأقنية المتكلسة، أمراً جوهرياً لاسيما عند البحث عن فوهات الأقنية المتموضعة عند الزوايا المتشكلة بين أرض الحجرة اللبية والجدران المحورية، وعند نقاط انتهاء الميازيب التطورية.





الشكل (٢-٦٦): (A, B): التغير الديناميكي المتمثل بتضييق أبعاد المنظومة القنوية لأسباب مختلفة على رأسها التقدم بالعمر، الأمر الذي يجعل تحقيق التصميم الصحيح لحفرة الوصول إجراءً يتطلب الدقة في سبيل تحقيق الوصول الآمن إلى كافة أجزاء المنظومة القنوية خصوصاً في الأسنان متعددة الجذور.

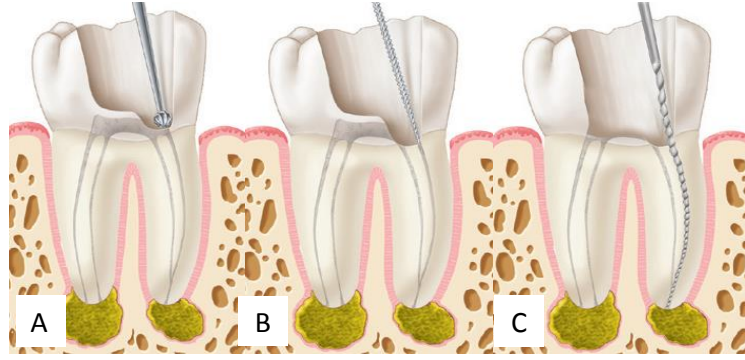
من الوسائل المساعدة الإضافية التي يمكن اللجوء إليها لتحديد مواقع فوهات الأقنية المتكلسة نذكر:

- صبغ أرض الحجرة اللبية بصبغة أزرق الميثيلين (1%)
- تطبيق اختبار "فقاعات الشمبانيا" عبر نزع الحجرة اللبية بسائل NaOCl (5.25%)
- تمييز النقاط "النازفة" التي تمثل فوهات الأقنية اللبية دقيقة الأبعاد.

لا بد من التأني والحذر وتوخي الدخول التدريجي ضمن هذه الأقنية المتكلسة بعد تحديد مواقع فوهاها ومحور الدخول الملائم. يجب الاستعانة بأدوات لبية ذات قياسات صغيرة (K-file #6, #8, #10) محملة بمواد خالصة لتحقيق فعل التآزر الميكانيكي-الكيميائي أثناء نفوذ الأدوات.

يتم التقدم التدريجي باتجاه الذروة باستخدام حركات Watch winding وذلك لفتح وتسليك وتوسيع أبعاد القناة بهدف تأسيس ممر قنوي انسيابي آمن للأدوات الأكبر قياساً، ويتم هذا على حساب الجدار العاجي البعيد عن الانحناء في حالة الأقنية المنحنية (الشكل ٢-٦٧).





الشكل (٢-٦٧): شكل ترسمي يبين (A): استخدام سنبله كروية ذات ساق طويلة قياس #2 أو #4 لإزالة العاج ومحاولة إيجاد فوهات الأقية المتكلسة، يمكن استخدام مسبر لبي لفحص أرض الحجرة اللبية وتحديد مواقع فوهات الأقية كما يمكن استخدام رؤوس الأجهزة فوق الصوتية الرفيعة لتوسيع فوهات الأقية (B): إدخال أداة لبية رفيعة (#.08, K File #.06) بحركة Watch winding، وعندما تتولد مقاومة عند محاولة سحبها فهذا مؤشر على تحديد فعلي للقناة يجب تأكيده عبر الأشعة، (C): استخدام مبرد K رفيع القياس للدخول بحركة Watch winding حتى الوصول إلى كامل الطول العامل (نقلًا عن Cohen، 2016)

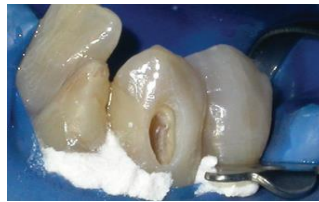
#### ٨-٥- الأسنان المترابكة و- أو المائلة و- أو المنفتلة

لا يمكن تطبيق الطرق الاعتيادية لتحضير حفر الوصول اللبية في حالات التوضع الشاذ للأسنان ضمن القوس السنية، بل يجب اعتماد طرق معدلة تستند في أولوياتها إلى تحقيق المعايير الأساسية التالية:

- تأمين خط دخول مستقيم للأدوات

- المحافظة على النسيج السنية السليمة قدر الإمكان

بناء على ما تقدم "نضطر إلى تصميم حفرة وصول شاذة للأسنان شاذة التوضع"، فيمكن أن يتم تشكيل حفرة الوصول اللبية على حساب السطح الدهليزي للسن في سبيل تحقيق المعايير المذكورة كما في حالة تراكب وميلان الأسنان الأمامية السفلية نحو اللساني ضمن القوس السنية (الشكل ٢-٦٨).



الشكل (٢-٦٨): إنجاز حفرة الوصول اللبية على حساب السطح الدهليزي للنباب السفلي في حالة تراكب وميلان الأسنان الأمامية السفلية نحو اللساني.

يتطلب إجراء المعالجة اللبية للأسنان المنفتلة والمائلة الأخذ بعين الاعتبار هذا التوضع الشاذ وأثره على العلاقة تاج - جذر، ومحاولة تحديد المتغيرات عبر التصوير الشعاعي. بناء عليه لابد من تعديل طريقة تحقيق حفرة الوصول لتجنب حدوث الانتقابات عند عنق السن بسبب عدم توجيهه المدروس لمحور دخول السنبل، إذ لابد أن يتوافق مع محاور الجذر الفراغية مهما كان وضع السن شاذاً ضمن القوس السنية. من الأخطاء التي ترتكب في حالات التوضع الشاذ للأسنان:

- عدم التحديد الدقيق لهوية القناة التي يتم البحث عنها، ما ينجم عنه البحث في الاتجاه الخاطئ. لتلافي ذلك لابد من وضع أداة لبية وأخذ صورة شعاعية مزواة عند كشف إحدى الأفنية الصعبة، الأمر الذي يسمح بتحديد هوية القناة التي تم كشفها، بعدها يبدأ البحث عن قناة أخرى في الاتجاه الصحيح.

- الفشل في إيجاد إحدى الأفنية الاعتيادية أو الإضافية
- الاستهلاك المفرط للنسج السنية في القسم التاجي أو الجذري للقناة
- تشكل الأفنية الكاذبة - الانتقابات العنقية
- انفصال جزء من الأداة اللبية أثناء محاولة إيجاد فوهة إحدى الأفنية اللبية
- عدم القدرة على تنضير كامل اللب الحجروي

لابد من إجراء المراقبة الشعاعية بشكل كامل ودقيق قبل التداخل وخلال مراحله المختلفة، لضبط عمق واتجاه دخول السنبل، إضافة لتأمين التكبير الملائم والإضاءة المناسبة. إن إجراء التداخل الأولي قبل تطبيق الحاجز المطاطي، سيرفع إمكانية توجيه محور دخول السنبل لتتوافق مع المحور الطولي للسن، ما سيحول دون حصول الأخطاء والاختلالات الإجرائية المتعلقة بكشف فوهات الأفنية وتسليكها تمهيداً لتحضيرها وتشكيلها بالشكل الصحيح في مثل هذه الحالات.

## ٩- أخطاء واختلالات تصميم حفر الوصول اللبية

لابد من التمييز بين الخطأ Error والاختلاط Complication في سياق التداخل العلاجي.

**الخطأ** هو إجراء علاجي غير صحيح يرتكبه الطبيب خلال إحدى مراحل المعالجة، ناجم عن تقصير الطبيب المتعلق بعدم كفاية المعلومات النظرية و-أو الخبرة العملية، و-أو التسرع في إنجاز المراحل و-أو

الإهمال و-أو الاقتصاد السلي في استخدام الوسائل والمواد وغيرها. تزداد نسبة الحدوث في حالات المعالجة الصعبة. لا يمكن تبرير الخطأ فهو لا يكون في سياق سعي الطبيب لتحقيق مراحل المعالجة بالشكل الأمثل. عادة ما يؤهب لحصول أخطاء واختلاطات تالية لا تكون عابرة عادة، لأن استمرارها مرتبط باستمرار وجود العامل المسبب.

كلما ارتكب هذا الخطأ بشكل مبكر كانت تبعاته أكثر خطراً وأصعب تدبيراً، وتشكل تحدياً جدياً وعاملاً حاسماً في تقرير إنذار المعالجة بشكل عام، مثل أخطاء التشخيص أو أخطاء تصميم وتشكيل حفر الوصول فيما يتعلق بالمعالجة اللبية نظراً لترابط مراحلها بشكل تسلسلي وثيق.

**الاختلاط** هو حدث ثانوي أو تالٍ مبني على مفهوم تعقد الحالة، يمكن أن يكون:

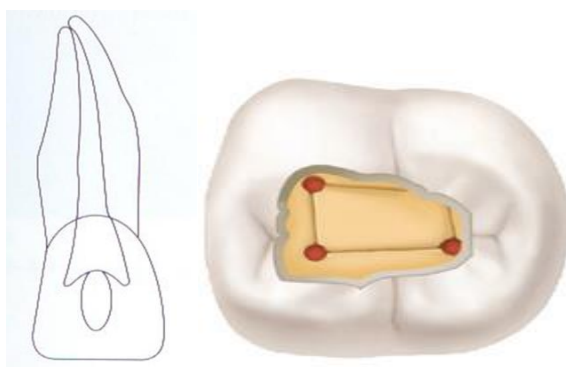
- حيويًا موضعياً أو عاماً: رد فعل العضوية تجاه إجراء علاجي لا يتضمن بالضرورة أي خطأ إجرائي، وإنما هو شكل من أشكال معاناة العضوية تجاه هذا النمط من التداخل العلاجي، ميكانيكي الطبيعة، يتصف بكونه عابراً لا يلبث أن يزول بفضل القدرة التلاؤمية الحيوية للعضوية. يمكن للاختلاط أن يحصل حتى مع أمهر الممارسين، خصوصاً في الحالات الصعبة، رغم الالتزام بتنفيذ خطوات المعالجة بدقة، كما هو حال الألم التالي لجلسة استئصال لب السن، هنا يمكن أن يكون هذا الاختلاط مبرراً فهو خارج عن إرادة الطبيب
- فيزيائياً موضعياً: تالياً لارتكاب خطأ ما، وهنا يكون هذا الاختلاط معنداً مستمراً، لا تتمكن العضوية من درئه أو حله، طالما استمر وجود الخطأ السببي المرتبط به.

من الأخطاء التي تحصل بشكل مبكر، تلك المرتبطة بتصميم حفرة الوصول اللبية من حيث الحجم و-أو الشكل و-أو التوضع و-أو الاتجاه، وغالباً ما يكون السبب عدم الالتزام بخطوط الإرشاد العامة النازمة لخطوات التداخل اللبي الصحيح الآمن. إن عدم الإدراك الصحيح لطبيعة العلاقة ما بين التشريح الخارجي للسن والتشريح الداخلي للمنظومة القنوية، سيرفع إمكانية حصول الأخطاء الإجرائية. تترافق تغيرات الشكل الخارجي للسن المتمثلة بفقدان مادة السن لأسباب ذات طبيعة مختلفة (نخر، سحل، تآكل، ...) بتغيرات على مستوى التشريح القنوي ما يزيد صعوبة التداخل القنوي ويعقد مراحلها.

لابد من التأكيد على أهمية المعرفة العميقة بالتشريح القنوي وأثر ذلك في تجنب ارتكاب أخطاء واختلاطات التحضير عموماً ابتداءً بتصميم حفر الوصول اللبية. يضاف إلى ذلك أهمية الالتزام التام بقواعد التحضير القنوي العامة ومعرفة خصائص الأدوات اللبية من حيث التركيب والتصميم والاستخدام الصحيح الذي يضمن كفاءة عالية، وأداءً ناجحاً بتكرارية ثابتة مع نسبة أخطاء واختلاطات منخفضة خصوصاً في حالة التحضير القنوي الآلي. سنستعرض أكثر أخطاء تشكيل حفر الوصول اللبية حدوثاً.

#### ٩-١- الشكل غير الصحيح لحفرة الوصول اللبية

يمكن أن يتم تشكيل حفرة الوصول بشكل لا يتناسب مع تشريح الحجرة اللبية ومنظومة القناة الجذرية، ما يجعل من المستحيل تناول كافة أجزاء منظومة القناة أو كشف جميع الأقنية اللبية أو تأمين التموضع المركزي أو الزاوي لفوهات هذه الأقنية. بالنتيجة لا يمكن في مثل هذه الحالات تحقيق خطوط الإدخال المستقيمة للأدوات (الشكل ٢-٦٩).

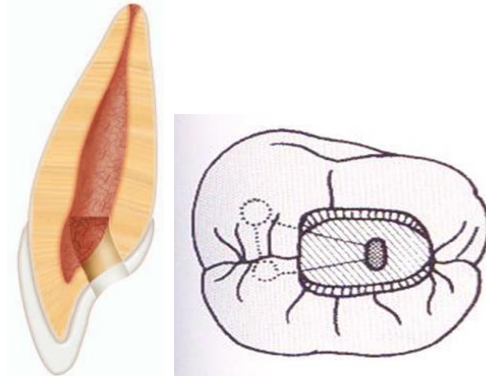


الشكل (٢-٦٩): أمثلة عن حفرة وصول غير صحيحة الشكل، لا تكشف كامل أجزاء منظومة القناة الجذرية.

#### ٩-٢- التموضع غير الصحيح لحفرة الوصول اللبية

يمكن أن يكون الشكل العام لحفرة الوصول صحيحاً، إلا أن تموضعها قد لا يكون صحيحاً فلا يتناسب مع امتداد تشريح الحجرة اللبية ومنظومة القناة الجذرية.

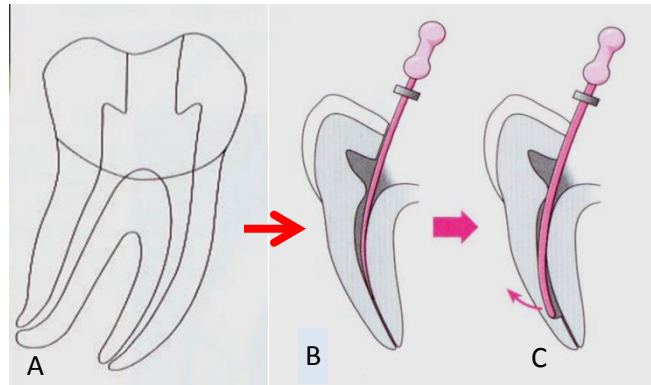
من المستحيل في مثل هذه الحالة الوصول إلى أجزاء منظومة القناة كافة أو كشف كامل عدد الأقنية اللبية أو تأمين التموضع المركزي أو الزاوي لفوهات هذه الأقنية. بالنتيجة لا يمكن تأمين خطوط إدخال مستقيمة للأدوات (الشكل ٢-٧٠)



الشكل (٧٠-٢): أمثلة عن حفرة وصول غير صحيحة التموضع لا تكشف كامل أجزاء منظومة القناة الجذرية

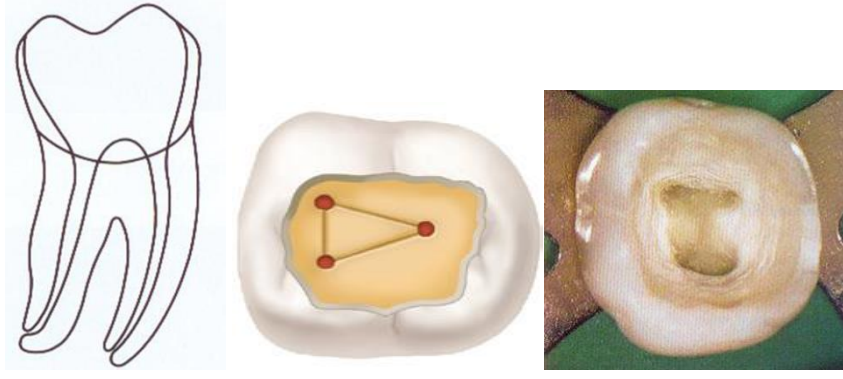
### ٩-٣- الحجم غير الصحيح لحفرة الوصول اللبية

يمكن أن يكون تحضير حفرة الوصول صحيحاً من حيث الشكل والتموضع إلا أن حجمها قد لا يكون صحيحاً زيادةً أو نقصاناً. إن التحضير المنقوص من حيث الحجم لحفرة الوصول اللبية لن يتناسب مع حجم وتشريح الحجرة اللبية ومنظومة القناة الجذرية، ما يجعل من المستحيل تناول أجزاء منظومة القناة كافة أو كشف كامل عدد الأقمية اللبية أو تأمين التموضع المركزي أو الزاوي لفوهات هذه الأقمية. بالنتيجة لن تتحقق خطوط إدخال مستقيمة للأدوات (الشكل ٧١-٢).



الشكل (٧١-٢): (A): مثال ترسمي عن حفرة وصول ذات حجم غير كافٍ، (B): الأمر الذي يؤدي إلى تطبيق توتر جانبي على الأداة اللبية نتيجة عدم تأمين خطوط إدخال مستقيمة للأدوات، (C): الأمر الذي يؤهب لحصول أخطاء إجرائية مختلفة لا تتوقف عند تشكل نقطة الاصطدام.

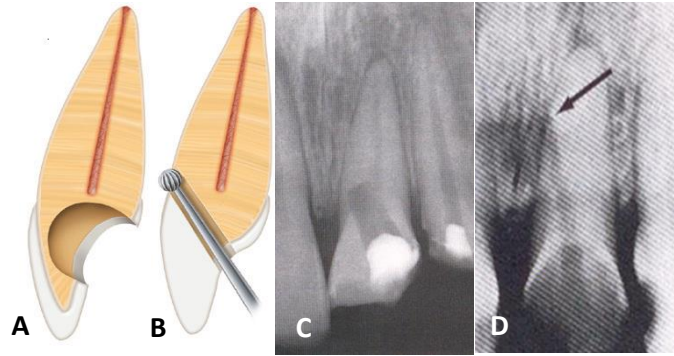
بالمقابل يؤدي التحضير المبالغ فيه لحجم حفرة الوصول اللبية، أي تجاوز امتداد الحفرة للحدود المطلوبة، إلى استهلاك نسج سنية نبيلة بلا مبرر، وبالتالي انخفاض مقاومة جدران السن تجاه القوى الإطباقية وتعقيد إجراءات التعويض وإعادة التأهيل الوظيفي التالية (الشكل ٧٢-٢).



الشكل (٧٢-٢): أمثلة عن المبالغة في استهلاك النسيج السنية عند تحضير حفرة الوصول اللبية.

#### ٩-٤ - الاتجاه أو محور الدخول غير الصحيح لحفرة الوصول اللبية

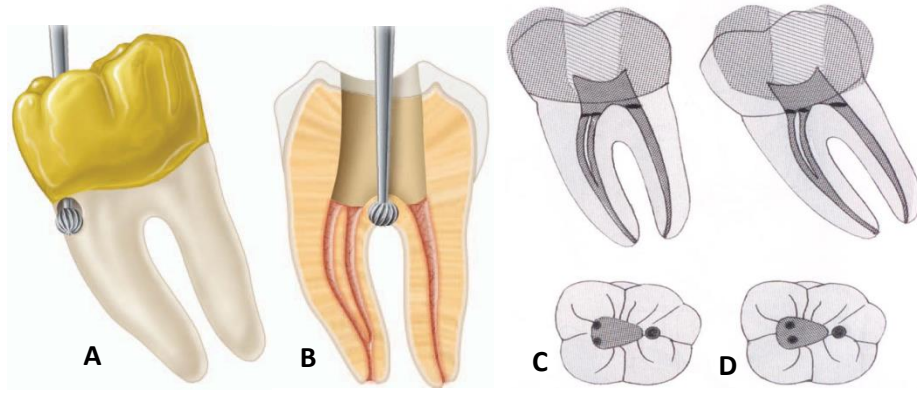
يمكن أن يكون تصميم حفرة الوصول صحيحاً من حيث الشكل والتموضع والحجم، إلا أن اتجاه أو محور الدخول قد لا يكون مناسباً، وهذا يرتبط بالمحور الطولي للسن (تاج - جذر). يمكن أن يؤدي مثل هذا الخطأ، خصوصاً في حالة تراجع أبعاد الحجرة اللبية، إلى استهلاك غير مبرر للنسيج السنية أو حدوث انثقاب جانبي (الشكل ٧٣-٢).



الشكل (٧٣-٢): يبين التوجيه الخاطئ لمحور دخول السنبلية عند تشكيل حفرة الوصول اللبية، الأمر الذي يتسبب في المبالغة في استهلاك النسيج السنية (A و C)، أو الانثقاب العنقي (B) أو الجذري (D).

في هذا السياق يؤدي التوجيه الخاطئ لمحور دخول سنابل تشكيل حفرة الوصول، في الأسنان متعددة الجذور، إلى حدوث اختلاطات تعقد المعالجة اللبية وقد تقود إلى فشلها (الشكل ٧٤-٢) مثل:

- انثقابات عنقية أو انثقابات مفترق الجذور، خصوصاً في الأسنان المتوجة.
- عدم كشف فوهات الأقنية كافة.
- التموضع غير الزاوي لفوهات الأقنية.



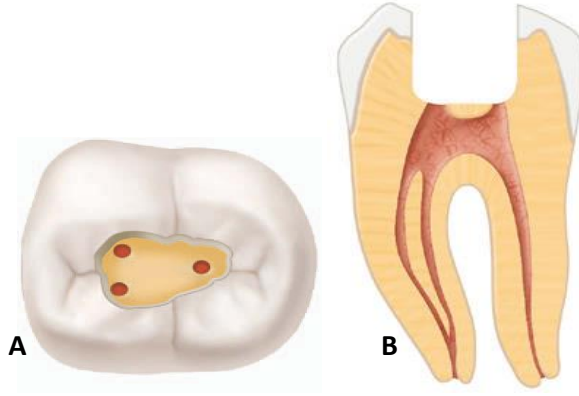
الشكل (٢-٧٤): (A): حدوث انثقاب عنقي بسبب التوجيه الخاطئ لمحور دخول السنبل في الرحي المتوجه بسبب عدم الأخذ بعين الاعتبار المحور الطولي للسن، (B): حدوث انثقاب مفترق جذور بسبب عدم توجيه السنبل نحو فوهة القناة الأكبر (الوحشية) عند اختراق سقف الحجرة اللبية للرحى السفلية، (C): عدم كشف فوهات الأقنية كافة بسبب التوجيه غير الصحيح للجدران المحورية لحفرة الوصول اللبية بما يتناسب مع المحور الطولي للرحى، (D): عدم كشف فوهة القناة الوحشية والتوضع غير الزاوي لفوهات الأقنية الأنسية للرحى السفلية بسبب التوجيه غير الصحيح للجدران المحورية لحفرة الوصول اللبية بما يتناسب مع المحور الطولي للسن ذو الميلان الأنسي الشديد.

#### ٩-٥- عمق الدخول غير الصحيح لحفرة الوصول اللبية

يمكن أن يكون تصميم حفرة الوصول صحيحاً من حيث الشكل والتوضع والحجم ومحور الدخول، إلا أن عمق الدخول قد لا يكون صحيحاً. يمكن أن يكون عمق الدخول منقوصاً بحيث تنكشف القرون اللبية فقط ويبقى سقف الحجرة اللبية (الشكل ٢-٧٥)، وهذا يحصل عادة عند الأطباء الممارسين غير المختصين المبتدئين بسبب عدم القدرة على التمييز ما بين سقف وقعر الحجرة اللبية من حيث الشكل والبنية واللون.

لا يمكن أن تتم المعالجة اللبية في مثل هذه الحالات، ولا بد من إزالة كامل سقف الحجرة اللبية وكشف فوهات الأقنية اللبية بالشكل الملائم. يمكن أن يصبح هذا الأمر صعب الإنجاز في حالات تراجع أبعاد الحجرة اللبية لأسباب مختلفة، منها التغيرات الاستحالية التكلسية التي تصيب اللب الحجروي والقنوي عند المتقدمين بالعمر، أو بسبب وجود حصى لبية، حيث يغيب الشكل الوصفي للحجرة اللبية.

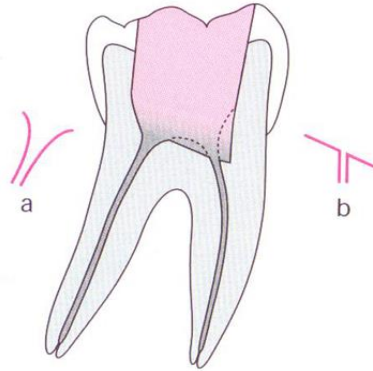




الشكل (٢-٧٥): يبين الإزالة غير الكاملة لسقف الحجرة اللبية عند تشكيل حفرة الوصول، حيث تظهر القرون اللبية وليس فوهات الأقبية اللبية. (A): منظر إطباق، (B): منظر جانبي.

يمكن أن يكون عمق الدخول زائداً عنيفاً، لا يحترم خصوصية أرض الحجرة اللبية، بل يغير معالمها ومواصفاتها خصوصاً ما يتعلق منها بفوهات الأقبية اللبية، التي تتميز عادة بمدخل قمعي انسيابي يوجه ويستجيب لمحاولة دخول "انزلاق" الأدوات اللبية ضمن القناة أثناء التحضير القنوي.

يؤدي مثل هذا الخطأ الإجرائي إلى جعل عملية الدخول ضمن فوهة القناة اللبية أمراً مضنياً، بسبب تغير شكل الفوهة من قمعي إلى نقطي، ما يحتم إعادة البحث عنها عند استخدام كل قياس من قياسات الأدوات اللبية، والعمل على تجنب اصطدام رأس الأداة بمحيط الفوهة المحدث (الشكل ٢-٧٦)



الشكل (٢-٧٦): عدم احترام معالم أرض الحجرة اللبية عند تشكيل حفرة الوصول، خصوصاً ما يتعلق بشكل فوهات الأقبية اللبية القمعي الانزلاقي المرشد لدخول الأدوات اللبية (a)، يؤدي إلى تحويله إلى فوهة نقطية ضمن محيط محدث يقتضي البحث المضني عنها عند كل استخدام لهذه الأدوات (b).

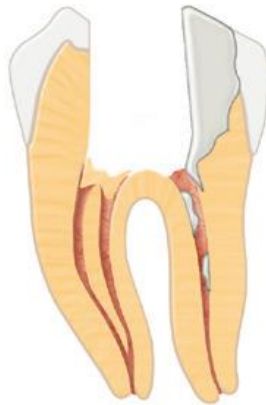


## ٩-٦- الحواف غير الصحيحة لحفرة الوصول اللبية

يمكن أن يكون تصميم حفرة الوصول صحيحاً من حيث الشكل والتموضع والحجم ومحور وعمق الدخول إلا أن الحواف الخارجية لحفرة الوصول قد لا تقع جميعها ضمن نسج سنية سليمة بحيث تؤمن إغلاقاً كتيماً سواء بشكل مؤقت بين جلسات المعالجة أو بشكل دائم بعد حشو القناة وتطبيق الترميم النهائي. لابد من إزالة كامل النسج السنية النخرة قبل الدخول ضمن المنظومة القنوية، فاستمرار وجودها سيؤثر سلباً على جودة التداخل القنوي من الناحية:

- الميكانيكية: عدم تأمين نقطة مرجعية ثابتة، ما يؤدي إلى عدم ثبات الطول العامل للقناة.
  - الحيوية: استمرار التسرب الحفافي والتلوث الجرثومي أثناء وبعد المعالجة اللبية.
- لابد من إزالة كامل أجزاء الترميمات القديمة قبل الدخول ضمن المنظومة القنوية، للأسباب التالية:
- غالباً ما تكون حواف هذه الترميمات منفوحة غير كتيمة
  - تقلقل هذه الترميمات تحت تأثير الاهتزاز الناجم عن تطبيق سنابل التحضير
  - احتمال سقوط جزيئات الترميم ضمن القناة اللبية، الأمر الذي يمكن أن يوقف المعالجة اللبية ويؤدي إلى فشلها (الشكل ٢-٧٧)

تجدر الإشارة إلى أفضلية تأمين جدران رباعية لحفرة الوصول اللبية قدر الإمكان، ولكن ليس على حساب سلامة التداخل العلاجي من الناحية الميكانيكية والحوية بأي حال من الأحوال.



الشكل (٢-٧٧): يبين سقوط أجزاء من الترميم القديم ضمن القناة اللبية خلال التحضير القنوي بسبب عدم إزالة كامل الترميم القديم قبل الدخول ضمن منظومة القناة الجذرية (نقلاً عن Cohen، 2016).

تستطب وتنفذ المعالجة اللبية في الأسنان القابلة لإعادة التأهيل الوظيفي فقط. تحتل حفر الوصول اللبية أهمية جوهرية في سياق المعالجة اللبية، فهي بوابة الدخول إلى المنظومة القنوية وإنجازها بالشكل الصحيح شرط لازم وضروري لنجاح مراحل المعالجة المتسلسلة. يؤدي تشكيل حفرة وصول لبية سيئة التصميم إلى إعاقه المعالجة اللبية وتعقيد إجراءاتها وارتفاع نسبة فشلها.

لابد من الالتزام بتهيئة أفضل ظروف التداخل القنوي من حيث الإضاءة والتكبير إضافة إلى تأمين العزل الجيد لساحة العمل. تقتضي بعض الحالات السريية تعديل خصائص حفر الوصول الوصفية بشكل نسبي، كما هو الحال في الأسنان ذات الأشكال الشاذة و-أو التوضع الشاذ ضمن القوس السنية، بهدف توجيه وترشيد استهلاك النسيج السنية، لكن مع الالتزام الكامل بتحقيق الأهداف الأساسية لتشكيل حفر الوصول اللبية الصحيحة مهما كانت المعطيات السريية الموضعية.

في هذا السياق، لابد من التنويه إلى بعض الممارسات التي لا يمكن اعتمادها علمياً وتعميمها عملياً بسبب عدم تحقيقها للمبادئ العلمية العامة كما هو حال طريقة النينجا Ninja لتشكيل حفر الوصول وإجراء المعالجة اللبية (الشكل ٢-٧٨). مبدأ الطريقة كما يبدو المحافظة على النسيج السنية للسطح الإطباقى عبر إزالة أجزاء السطح الإطباقى التي تقع مباشرة على محور الدخول ضمن الأقنية الجذرية. الجدير بالذكر أن مثل هذا التداخل لا يمكن تطبيقه في حالات الإصابات النخرية أو الحالات العفنة كما أن إجراءات إزالة اللب الحجروي وتحقيق التطهير القنوي اللازم تصبح غير مضمونة. إن الحالات التي تستطب فيها المعالجة اللبية وتكون فيها النسيج السنية لتاج السن سليمة تماماً لا تمثل سوى حالات نادرة وبالتالي لا يمكن قبول أو تعميم مثل هذه الطرائق لعدم شموليتها لمختلف حالات التداخل القنوي.



الشكل (٢-٧٨): طريقة النينجا Ninja لتشكيل حفرة الوصول وإجراء المعالجة اللبية.

## الفصل الثالث

### أدوات التحضير القنوي اليدوي

#### Instruments of Manuel Root Canal Preparation

١ - المقدمة

٢ - توحيد معايير الأدوات اللبية القياسية - ISO Norms

٣ - الخصائص الشكلية لتصاميم أدوات التحضير القنوي

٤ - الخصائص البنيوية للخلائط المعدنية لأدوات التحضير القنوي

٥ - أنواع أدوات التحضير القنوي اليدوي

٦ - أنماط حركات التحضير القنوي الخاصة بالأدوات اليدوية

٧ - الخاتمة

## ١ - المقدمة

أظهرت أدوات تحضير منظومة القناة الجذرية تطوراً كبيراً فيما يتعلق ببنيتها وتصميمها الشكلي وطريقة تصنيعها. هذا التطور جعل من الإلمام بالمبادئ الفيزيائية الميكانيكية العامة التي تحكم سلوك الخلائط المعدنية المستخدمة في تصنيع هذه الأدوات وطرائق تصنيعها، أمراً ضرورياً. يعبر سلوك الأداة أثناء تحميلها الوظيفي، عن طبيعة العلاقة التي تربط الجهود المطبقة على أجزائها، مع الإجهادات المختزنة والمتراكمة ضمن بنيتها الجزيئية.

في هذا السياق، يخضع تصنيع الأدوات اللبية لمواصفات معيارية محددة (معايير ISO) من حيث القياس والقمعية. أدى توحيد معايير تصنيع الأدوات القياسية إلى تحسن كبير في أدائها من خلال تحديد كيفية استخدامها السريري بناء على خصائصها البنيوية والشكلية، الأمر الذي خفض من نسب الأخطاء الإجرائية بشكل جوهري.

سنتناول في هذا الفصل أسس توحيد معايير الأدوات اللبية القياسية وخصائص التصميم الشكلي لأدوات التحضير القنوي سواء اليدوية أو الآلية والخصائص البنيوية للخلائط المعدنية المستخدمة في تصنيع هذه الأدوات وطرائق تصنيعها وكيفية استخدامها السريري، وسنستعرض خصائص أدوات عدد من أنظمة التحضير القنوي الآلية الشائعة حالياً.

## ٢ - توحيد معايير الأدوات اللبية القياسية - ISO Norms

### ٢-١ - لمحة عامة

وُضع التخصيص القياسي للأدوات بهدف تثبيت خصائصها الشكلية والبنيوية، وبالتالي تحسين نوعية الأداء السريري، فقد قامت، على سبيل المثال:

- منظمة المقاييس الدولية (International Standards Organization) (ISO)

- اتحاد طب الأسنان العالمي (Fédération Dentaire Internationale) (FDI)

بالتعاون لوضع أسس هذه المقاييس أو المعايير فأصبح يشار لكل منها برقم ISO. بالمقابل اشترك كل من:

- جمعية طب الأسنان الأمريكية (ADA) American Dental Association
  - معهد المعايير الوطني الأمريكي (ANSI) American National Standards Institute
- في وضع أسس مماثلة لهذه المقاييس ويشار لكل منها برقم ANSI. على سبيل المثال يشار إلى مبرد K:
- ISO No. 3630-1
  - ANSI No. 28

## ٢-٢ - نظام الترقيم - مبادئ توحيد مقاييس الأدوات اللبية ( Ingle )

- كانت تتصف الأدوات اللبية قبل توحيد المقاييس بما يلي:
- يتدرج قياس الأدوات من 1-12 حسب قطر ذروتها.
  - لكل معمل منتج مقاييسه الخاصة به التي تحدد مدى الاختلاف بين كل أداة والتي تليها والتي لا تتفق بالضرورة مع الشركات المصنعة الأخرى.
  - لا يوجد توافق ما بين المبرد والموسعات التي تحمل نفس ترقيمه القياس، وإن كانت منتجة من نفس المعمل.
  - لا يوجد شكل محدد متكرر للقناة بعد إنهاء البرد والتوسيع
  - صعوبة كبيرة في إيجاد القمع الحاشي ذو القطر المناسب الموافق لأداة التحضير الأخيرة والأقرب لشكل القناة المحضرة.

### معايير الأداة اللبية

تحمل الأدوات اللبية القياسية (ISO) مسميات تعبر عن مواصفات محددة لأجزائها المختلفة.

### قديمًا:

- **D1**: توافق بداية أول حلزنة للأداة، حيث يرتبط قياس ولون الأداة بقطر هذه النقطة.
- **D2**: توافق النقطة التي تنتهي عندها حلزونات الجزء العامل حيث يكون أكبر قطر للأداة.

حديثاً:

- **D0**: توافق ذروة الأداة، ليس لها قطر ولا يشار إليها في الكثير من المراجع.
- **D1**: توافق قطر الأداة بعد 1 مم من ذروتها.
- **D2**: توافق قطر الأداة بعد 2 مم من ذروتها وهكذا ..... حتى نصل إلى
- **D16**: توافق قطر الأداة بعد 16 مم من ذروتها وتنتهي عندها حلزونات الجزء العامل من الأداة، حيث يكون أكبر قطر للأداة.

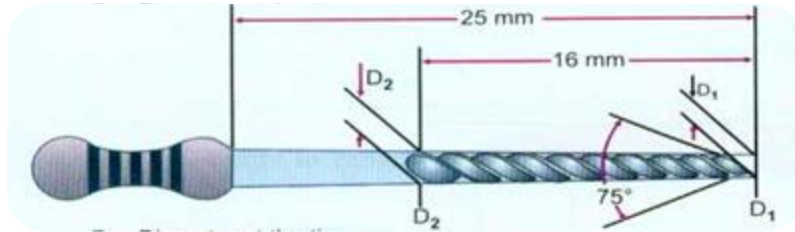
أكبر قطر للأداة: يتم الحصول عليه من خلال المعادلة  $D1+0.32$

- 0.32: هي حاصل ضرب:

- مقياس الاستدقاق: 0.02 مم.
- طول الجزء العامل: 16 مم.

من **D1** إلى **D2**: طول الجزء العامل للأداة ويكون ثابتاً في كل الأدوات ويساوي 16 مم.

من **D2** إلى مسكة الأداة: جزء غير عامل لا يحمل أي حلزونات، متغير الطول، وهو الذي يحدد الطول العام للأداة: 21 مم - 25 مم - 31 مم (الشكل ٣-١).



الشكل (٣-١): يبين المسميات والمعايير الثابتة للشكل العام للأدوات اللبية القياسية (ISO).

### مقياس الاستدقاق Taper - القمعية Conicity

التعريف: مقدار ازدياد قطر الأداة كلما انتقلنا 1 مم من ذروتها باتجاه مسكتها، ويكون:

- 0.02 مم: للأدوات القياسية SS
- 0.04 أو 0.06 أو 0.08 مم أو أكثر للأدوات غير القياسية الآلية NiTi

بناءً عليه تبلغ مقدار زيادة القطر 0.32 مم عند الانتقال من D1 إلى D16 بمعدل 0.02 مم لكل 1 مم. بناءً عليه و على سبيل المثال:

- أداة بقياس #10 ستمتلك قطراً يبلغ 0.1 مم عند D1 و 0.42 مم عند D16.
- أداة بقياس #50 ستمتلك قطراً يبلغ 0.5 مم عند D1 و 0.82 مم عند D16 وهكذا بالنسبة لمختلف الأدوات.

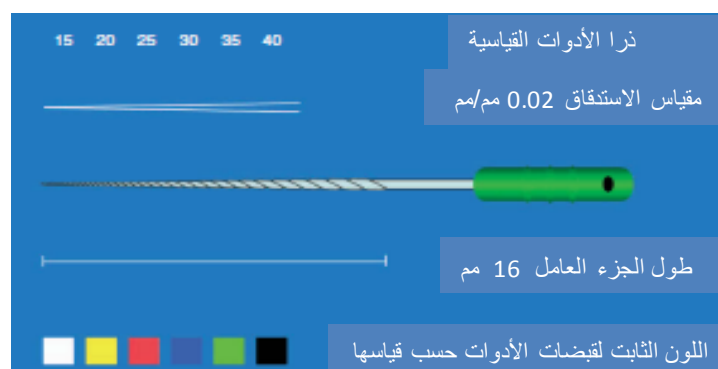
يمكن عرض الاستدقاق بشكل رقمي مثل 0.02 مم أو بشكل نسبة مئوية مثل 2 %. في هذا السياق يمكن أن يبلغ ترتيب القياس الناجم عن التصنيع  $\pm 0.02$  مم وهذا مقبول سريرياً.

### الخصائص العامة للأدوات اللبية القياسية:

الترقيم: تحمل كل أداة ترقيمه على قبضتها تعبر عن قياسها وتوافق قطرها عند النقطة D1

الألوان: تحمل الأدوات ألواناً ثابتة حسب ترقيماتها - قياسها (الشكل ٣-٢):

- الأبيض: #15
- الأصفر: #20
- الأحمر: #25
- الأزرق: #30
- الأخضر: #35
- الأسود: #40



الشكل (٣-٢): يبين اعتماد معايير الأدوات اللبية القياسية من حيث القياس ومقياس الاستدقاق وطول الجزء العامل (مثال الأداة الخضراء: قياس #35)، والألوان الثابتة لقبضات الأدوات بناءً على معايير (ISO/ANSI/ADA).

**الترتيب:** تُرتَّب الأدوات بتسلسل تصاعدي حسب تزايد قياساتها، وتقسم إلى ثلاث سلاسل:

- السلسلة الأولى: 15-40

- السلسلة الثانية: 45-80

- السلسلة الثالثة: 90-140

**فروق القياس:** يزداد القياس بين الأدوات المتتالية بمقدار:

- 0.02 مم: للأدوات الدقيقة غير الاعتيادية (الزهرية #6، الرمادية #8، البنفسجية #10)

- 0.05 مم: للأدوات الاعتيادية من البيضاء للسلسلة الأولى وحتى الزرقاء للسلسلة الثانية

- 0.10 مم: للأدوات من الزرقاء للسلسلة الثانية وحتى السوداء للسلسلة الثالثة.

يبين الجدول (٣-١) سلاسل الأدوات اللبية القياسية وخصائصها من حيث الترميم والترتيب والألوان.

| Dimensions of Standardized K-File, H-File, and Gutta-Percha Cones (ANSI No. 28, 58, and 78*) |      |                |                |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------|----------------|-------------------|
|                                                                                              | Size | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | Color             |
| السلسلة الأولى                                                                               | 006  | 0.06           | 0.38           | No color assigned |
|                                                                                              | 008  | 0.08           | 0.40           | No color assigned |
|                                                                                              | 010  | 0.10           | 0.42           | Purple            |
|                                                                                              | 015  | 0.15           | 0.47           | White             |
|                                                                                              | 020  | 0.20           | 0.52           | Yellow            |
|                                                                                              | 025  | 0.25           | 0.57           | Red               |
|                                                                                              | 030  | 0.30           | 0.62           | Blue              |
|                                                                                              | 035  | 0.35           | 0.67           | Green             |
| السلسلة الثانية                                                                              | 040  | 0.40           | 0.72           | Black             |
|                                                                                              | 045  | 0.45           | 0.77           | White             |
|                                                                                              | 050  | 0.50           | 0.82           | Yellow            |
|                                                                                              | 055  | 0.55           | 0.87           | Red               |
|                                                                                              | 060  | 0.60           | 0.92           | Blue              |
|                                                                                              | 070  | 0.70           | 1.02           | Green             |
| السلسلة الثالثة                                                                              | 080  | 0.80           | 1.12           | Black             |
|                                                                                              | 090  | 0.90           | 1.22           | White             |
|                                                                                              | 100  | 1.00           | 1.32           | Yellow            |
|                                                                                              | 110  | 1.10           | 1.42           | Red               |
|                                                                                              | 120  | 1.20           | 1.52           | Blue              |
|                                                                                              | 130  | 1.30           | 1.62           | Green             |
|                                                                                              | 140  | 1.40           | 1.72           | Black             |

الجدول (٣-١): يبين سلاسل الأدوات اللبية القياسية وخصائصها من حيث الترميم والترتيب والألوان.



من معايير ISO القياسية للأدوات اللبية أن ينخفض مقدار الاختلاف ما بين الأدوات بانخفاض قياساتها ويزداد بازدياد قياساتها وذلك نظراً لازدياد الأهمية النسبية لاختلاف القياس ما بين الأدوات اللبية كلما انخفضت قياساتها، وانخفاض الأهمية النسبية لاختلاف القياس ما بين الأدوات اللبية كلما ارتفعت قياساتها، الأمر الذي يبرر تدرج القياس بقيمة:

- 0.02 مم في حالة الأدوات الصغيرة جداً.

- 0.05 مم في حالة الأدوات الصغيرة والمتوسطة.

- 0.10 مم في حالة الأدوات كبيرة القياس.

بناءً عليه يلاحظ، أثناء تشكيل وتوسيع القناة الجذرية، أن الانتقال من القياس #10 إلى #15 أكثر صعوبة مقارنة بالانتقال من القياس #55 إلى #60 خصوصاً في حالة الأفضية المتضيقة. يمكن حل مثل هذه المشكلة، الخاصة بالأدوات صغيرة القياس، من خلال:

- تحقيق أدوات بقياسات انتقالية عبر قص رأس الأداة اللبية بمعدل 1.25 مم

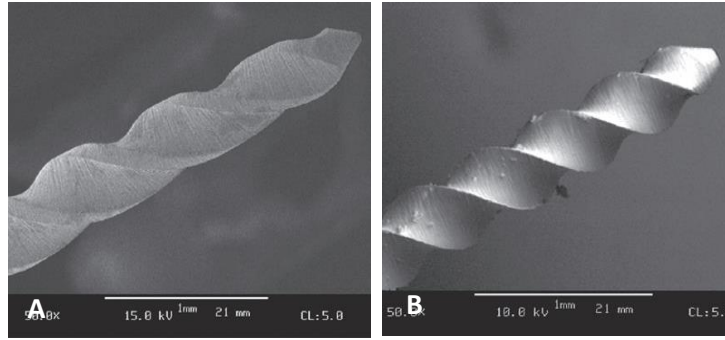
- ظهور أدوات تتفاوت قياساتها بمعدل 0.025 مم (2.5% مم) وليس 0.05 مم (5% مم)

ما يعني تخفيض مقدار الزيادة في القياس بين الأدوات المتتالية، وبالتالي تعريض كل أداة لمقدار أقل من التحميل أثناء الأداء الوظيفي. اقترح العديد من المصنعين إدخال قياسات نصفية إلى سلسلة الأدوات #60-#15، ما ينتج أدوات بقياسات: #15، #17.5، #20، #22.5 وهكذا.

### ٣- الخصائص الشكلية لتصاميم أدوات التحضير القنوي

يختلف تصميم وتركيب أدوات التحضير القنوي اليدوية مقارنة بالأدوات الآلية، إذ يخضع كل منها لمبادئ محددة عند التصنيع تناسب طريقة الاستخدام وأنماط الجهود التي ستعرض لها أثناء التحميل الوظيفي.

تتعلق خصائص كل أداة بطبيعة تركيبها البنيوي والتصميم الشكلي لذروتها وحلزناها ومقطعها العرضي، الأمر الذي سيتحكم بمقاومتها وفعاليتها القاطعة وبالتالي كيفية استخدامها (الشكل ٣-٣).



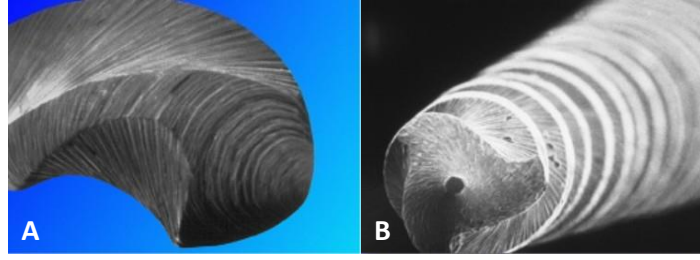
الشكل (٣-٣): مقارنة التصميم الشكلي للحلزنات وذروة الأداة بين: (A): أداة تحضير آلية ذات سطوح محيطية مرشدة وانتقال انسيابي نحو الذروة المدورة غير العاملة (نظام GT)، و(B): أداة تحضير يدوي ذات حواف قاطعة حادة وذروة مرشدة غير عاملة (مبرد K).

### ٣-١ - تصميم ذروة الأداة Tip Design

يساهم تصميم ذروة الأداة في ضبط عملها وفعاليتها، يمكن لذروة الأداة اللبية أن تكون حادة عاملة تساهم في عملية القطع والتوسيع القنوي بفعالية، أو قاطعة جزئياً أو مدورة مرشدة غير عاملة توجه التقدم الآمن للأداة في عمق القناة حتى الوصول إلى النهاية الذروية (الشكل ٣-٤).

تتعلق قدرة القطع لذروة الأداة بالزاوية الحفافية الموجهه ومقدار اقتراب الحلزنة من الذروة وتتعلق قابلية انتقال القناة بقساوة الأداة وقدرتها على القطع، فالأداة المرنة ذات الذروة غير القاطعة لن تساهم في انتقال القناة وستحافظ على مركزيتها. بناءً عليه يمكن أن يؤدي الاستخدام غير الملائم لأدوات التحضير القنوي إلى التحضير على حساب أحد الجدران القنوية، وبالتالي انزياح القناة وفقدان مركزيتها ضمن الجذر. كذلك يمكن أن يؤدي الإدخال القسري للأداة ضمن قناة ذات أبعاد أصغر من أبعاد ذروة الأداة إلى اشتباك حلزنتها الشديد مع الجدران العاجية وانحشارها ومن ثم انفصال جزء منها عندما محاولة إخراجها من القناة.

تتصف ذروة أدوات NiTi الدوارة آلياً بأنها مدورة مرشدة غير عاملة عموماً، وذلك لتجنب أخطاء التحضير، باستثناء أدوات إعادة المعالجة حيث تقوم الذروة القاطعة باختراق وتسهيل إزالة مادة الحشو القنوي القديمة بشكل مدروس وموجه.



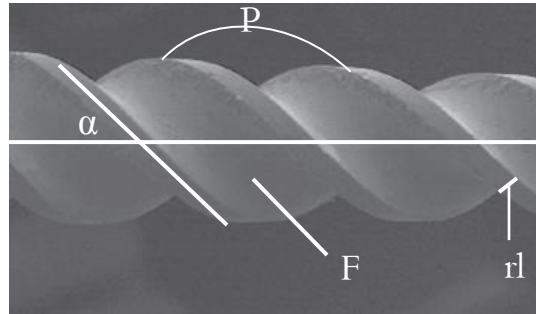
الشكل (٣-٤): اختلاف التصميم لذروة الأداة (A): غير العاملة المرشدة، (B): العاملة القاطعة.

### ٣-٢- تصميم المقطع الطولي والعرضي

لابد من الإلمام بمصطلحات التصميم الشكلية لأدوات التحضير القنوي وسنستعرض أكثرها استخداماً.

#### أثلام الأداة Flutes

هي ميازيب تتموضع على السطح العامل المخزن للأداة، تعمل على جمع النسيج اللبية الطرية والبرادة العاجية الناتجة عن عملية قطع سطوح الجدران العاجية للقناة. تتعلق فعالية هذه الأثلام بشكلها وعمقها وعرضها وكيفية إنهاء سطحها (الشكل ٣-٥).



الشكل (٣-٥): التصميم الشكلي لإحدى أدوات التحضير القنوي الآلية (NiTi) وتظهر زاوية الحلزنة radial (α) helical angle، الوحدة العاملة pitch (P)، الثلم Flute (F) والسطح المحيطي المرشد radial lands (rl).

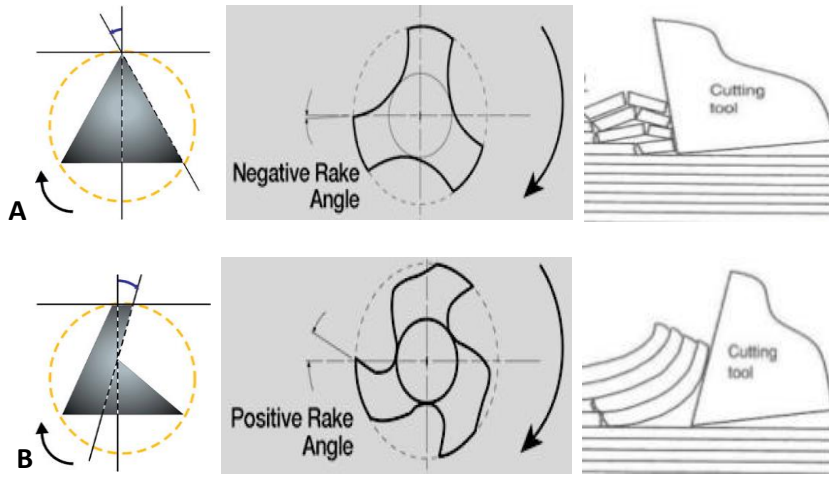
#### زاوية الحلزنة - الزاوية المروحية Helical angle

هي الزاوية التي تشكلها حلزونات الأداة مع محورها الطولي أي مقدار ميل الحلزونات (الشكل ٣-٥)، ويمكن أن تكون ثابتة أو متغيرة. تحدد قيمة هذه الزاوية تقنية العمل الملائمة لهذه الأداة.

## Rake angle العاملة الزاوية

تظهر عند إجراء مقطع عرضي للأداة بمستوى عمودي على محورها الطولي. هي الزاوية المتشكلة بين حواف حلزونات الأداة مع جدار القناة في نقطة التماس. ترتبط طبيعة عمل حواف الأداة بقيمة هذه الزاوية (الشكل ٣-٦):

- الزاوية حادة: زاوية القطع سلبية Negative وتمتاز بفعالية صاقلة غير قاطعة للجدران العاجية.
- الزاوية قائمة: زاوية القطع حيادية Neutral حيث تجمع وتوازن بين قطع وصقل السطوح العاجية.
- الزاوية منفرجة: زاوية القطع إيجابية Positive وتمتاز بفعالية قاطعة للجدران العاجية.



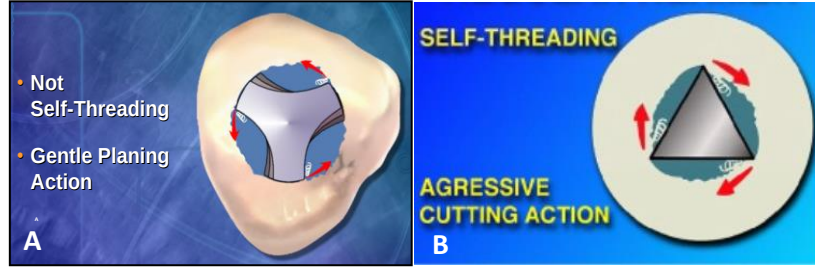
الشكل (٣-٦): يبين الزاوية العاملة Rake angle للأداة اللبية (A): السلبية، (B): الإيجابية.

## السطح المحيطي المرشد Radial land

تمتاز بعض الأدوات بوجود سطح يفصل ما بين الحافة القاطعة والثلث لتأمين منطقة تماس واسعة مع الجدران العاجية لرفع مستوى أمان استخدام الأداة على حساب فعاليتها (الشكل ٣-٥). ترتبط فعالية السطح المحيطي المرشد بكيفية توضع وعرضه ويفيد في (الشكل ٣-٧):

- تخفيض قابلية انحرار الأداة ضمن جدران القناة.
- دعم الحافة القاطعة والحد من امتداد الصدوع المجهرية السطحية للأداة.
- تحديد عمق القطع.
- المحافظة على مركزية القناة.

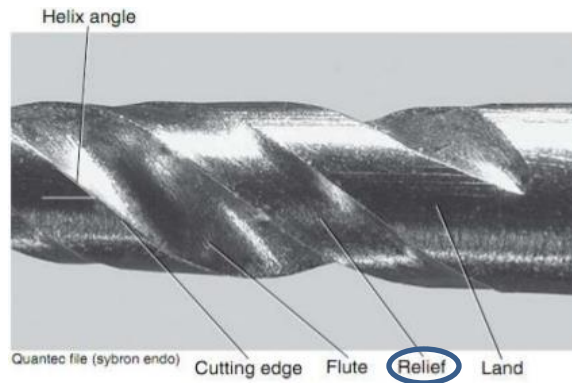
بناءً عليه تتصف الأدوات المزودة بسطح محيطي مرشد بفعالية قطع أخفض من الأدوات ذات الحواف القاطعة، مع ارتفاع مقدار الاحتكاك الصاقل مع سطوح الجدران العاجية أثناء العمل.



الشكل (٣-٧): اختلاف أسلوب عمل الأداة مع الجدران العاجية عند وجود سطح محيطي مرشد (A)، مقارنة بالأداة التي لا تمتلك سطح محيطي مرشد (B).

### Relief الغزور

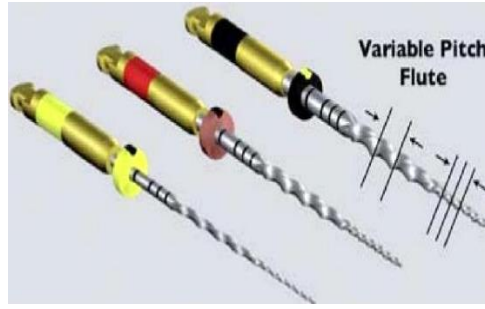
هو منطقة منخفضة ضمن السطح المحيطي المرشد تفيد في تخفيف الاحتكاك مع الجدران العاجية للقناة (الشكل ٣-٨).



الشكل (٣-٨): يبين معالم التصميم الشكلي لإحدى الأدوات اللبية الآلية.

### الوحدة العاملة للأداة Pitch

المسافة الفاصلة مابين نقطتين متناظرتين على الحواف القاطعة المتتالية، أو المسافة الفاصلة بين حلزنتين متتاليتين. كلما صغرت قيمة الوحدة العاملة زاد عدد الحلزونات في واحدة الطول وزادت قيمة الزاوية المروحية. يمكن أن تكون ثابتة القيمة كما هو الحال في مبرد K أو متغيرة كما هو الحال في العديد من أنظمة التحضير الآلي (الشكل ٣-٩).



الشكل (٣-٩): نموذج من أدوات التحضير الآلي التي تحمل وحدات عاملة متغيرة على طول السطح العامل.

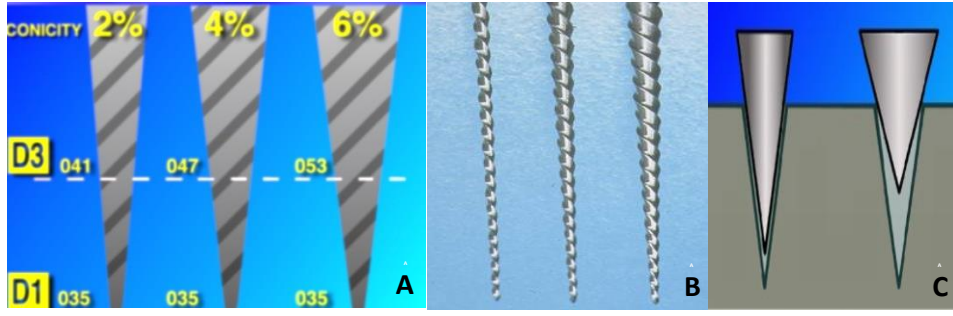
### النواة المركزية للأداة Core

هي القسم المركزي للأداة ويظهر عند إجراء المقطع العرضي، حيث يختلف مقدار زيادة القطر الخارجي للأداة عند التوجه من ذروتها نحو قبضتها (الاستدقاق الخارجي External taper)، عن زيادة قطر النواة المركزية للأداة (الاستدقاق المركزي Core taper)، ما يمكن أن يولد ازدياد عمق الأثلام عند التوجه من ذروة الأداة نحو قبضتها عندما لا يكون هناك تناسب طردي بين الاستدقين.

يمكن أن تتغير قيم الزاوية العاملة والمروحية والاستدقاق الخارجي والمركزي على امتداد الطول العامل للأداة بنسب متفاوتة حسب تصميم الأداة في نفس نظام التحضير الآلي. كما يمكن لأدوات أنظمة التحضير المختلفة أن تمتلك زاوية مروحية ووحدة عاملة وقمعية ثابتة أو متغيرة على امتداد الطول العامل إضافة إلى التغيرات في طبيعة وبنية الخلائط المعدنية.

يؤدي التغير في إحدى خواص تصميم الأداة وطريقة تصنيعها والتركيب الدقيق لبنيتها إلى التأثير في طريقة عملها ومقاومتها ومرونتها وقابلية انكسارها أثناء تحميلها الوظيفي ضمن منظومة القناة الجذرية.

في هذا السياق، كلما ارتفعت قمعية الأداة في أي نظام تحضير آلي، انخفضت مساحة سطوح اشتباكها مع الجدران العاجية، واقتصر تعاملها مع القطاعات التاجية للقناة، بينما تقوم ذروتها بمهمة توجيه وإرشاد تقدمها الذروي بشكل آمن. بالمقابل كلما انخفضت قمعية الأداة زادت مساحة سطوح اشتباكها مع الجدران العاجية للقناة وتخصص عملها في الأجزاء الأكثر ذروية من القناة (الشكل ٣-١٠).



الشكل (٣-١٠): مقارنة أشكال الأدوات اللبية عند اختلاف مقياس الاستدقاق (A، B)، ما يولد اختلاف مساحة سطوح الاشتباك مع جدران القناة الجذرية (C).

### الاعتبارات العامة لتصاميم الأدوات اللبية

عند تصميم وتصنيع الأدوات اللبية لابد من الأخذ بعين الاعتبار مايلي:

- يفيد تأمين اشتباك متقطع للسطح المحزن للأداة مع جدران القناة، في تخفيض الجهود المطبقة عليها أثناء التحميل.
- يفيد تخفيض عمق أثلام الحلزونات إلى الحد الأدنى في منع التحميل المفرط للأداة، الذي ينشأ عادة عن تراكم نتاجات التحضير بين حلزوناتها.
- يفيد تخفيض قيمة الزاوية المروحية في تخفيض قابلية امتلاء أثلام الأداة بالبرادة العاجية نتاج التحضير، من خلال تسريع انتقال وحركة البرادة العاجية بالاتجاه التاجي للأداة.
- يفيد تخفيض قيمة الزاوية المروحية وعدد الأثلام على طول الجزء العامل للأداة في تخفيض قوى انخسارها. يمكن أن تكون الزوايا المروحية متغيرة على طول الجزء العامل للأداة، وعندما تبدي الأثلام زوايا مروحية معدومة، تزول قوى انخسار الأداة تماماً.
- يفيد تخفيض عرض سطوح الإرشاد المحيطية في تخفيف الاحتكاك مع سطوح القناة العاجية
- يفيد المقطع العرضي غير المتناظر للأداة في الحفاظ على مركزية القناة أثناء التشكيل.

### ٤ - الخصائص البنيوية للخلائط المعدنية Alloys لأدوات التحضير القنوي

يتم التركيز على الخصائص الشكلية للأدوات وتعلم تقنيات التحضير القنوي بالتفصيل، بينما لا نفهم الخصائص الفيزيائية لهذه الأدوات بالشكل المطلوب. مع ازدياد أنواع وأشكال وأنظمة التحضير القنوي الآلية، لم يعد يكفي الاعتماد على خصائص التصميم الشكلية للأدوات لضبط أدائها، بل

أصبح من الضروري الإلمام بخصائصها الفيزيائية الميكانيكية التي تتحكم بأنماط سلوكها أثناء التحميل الوظيفي، جنباً إلى جنب مع خصائصها الشكلية.

يتوفر حالياً نمطين من الخلائط المعدنية التي تصنع منها الأدوات اللبية:

- الفولاذ غير القابل للصدأ (SS) Stainless Steel.

- والنيكل-تيتانيوم (NiTi) Nickel-Titanium.

تصنع أغلب أدوات المعالجة اللبية يدوية الاستخدام من الفولاذ غير القابل للصدأ، وتبدي مقاومة جيدة ضد الانكسار. كذلك الأمر بالنسبة للسنايل التي تعمل على القبضات ذات السرعات البطيئة مثل: Gates Glidden، Peeso. بالمقابل تصنع أدوات كافة أنظمة التحضير الآلي للأقنية الجذرية من خلائط NiTi التي تقدم خصائص فريدة تتعلق بالمرونة والذاكرة الشكلية ومقاومة الاهتراء.

#### ٤-١ - الخصائص الفيزيائية البنيوية العامة

ترتبط الخصائص الفيزيائية الأساسية للمعادن بطبيعة الروابط بين الذرة للخليطة المعدنية، وشكل الشبكة الفراغية التي تتوزع على أساسها الذرات، وطريقة التصنيع والإنهاء. تبدي المادة سلوكاً محدداً (إجهاد) عند تعرضها لنمط معين من القوى (الجهود)، وتختلف أشكال المخططات البيانية التي تربط العلاقة جهد-إجهاد باختلاف الطبيعة البنيوية للمادة. في هذا السياق لا بد من التعرف على الثوابت الفيزيائية العامة التي تمكننا من توصيف وتحديد أنماط القوى المطبقة (التحميل الوظيفي) وردود الفعل الناشئة في بنية المادة (الأشكال ٣-١١ و ٣-١٢ و ٣-١٣).

#### الجهد Stress

القوة المؤثرة المطبقة على منطقة أو مساحة معينة من المادة أو الأداة.

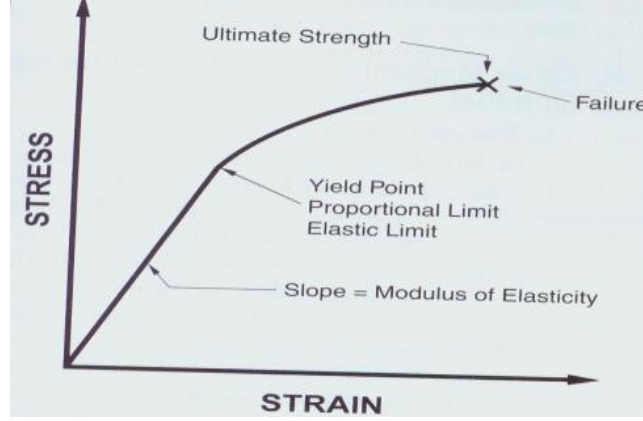
#### نقطة تركيز الجهد Stress concentration point

تغير مفاجئ في شكل الأداة، كما في حالة تشكل عقدة مثلاً، يؤدي إلى تركيز مستويات عالية من الجهد في هذه النقطة مقارنة ببقية مناطق الأداة ذات الشكل المنتظم.



## الإجهاد Strain

نسبة التغير التي تبديها أو تعاني منها الأداة نتيجة تطبيق القوة - الجهد



الشكل (٣-١١): شكل المخطط البياني التقليدي الذي يربط الجهد بالإجهاد والذي يتعدل باختلاف الخصائص البنيوية وشكل الشبكة الفراغية وطبيعة الروابط بين الذرية للمواد المختلفة:

- الانحدار=معامل المرونة: Slope=Modulus of Elasticity
- نقطة الاستجابة (التشوه) = حد التناسب = حد المرونة: Yield Point=Proportional Limit=Elastic Limit
- المقاومة العظمى: Ultimate Strength
- نقطة التصدع أو الفشل: Failure.

### التغير المرن Elastic deformation

انزياح الروابط الذرية أو التغير البنيوي المؤقت الردود، الذي لا يتجاوز حد المرونة، بحيث تعود حلزونات الأداة إلى شكلها الأصلي بعد زوال القوة المؤثرة (تحميل القطع).

### التغير اللدن Plastic deformation

انزياح الروابط الذرية أو التغير البنيوي غير الردود الدائم، الذي يتجاوز حد المرونة، بحيث لا تعود حلزونات الأداة إلى شكلها الأصلي بعد زوال القوة المؤثرة.

### حد المرونة Elastic limit

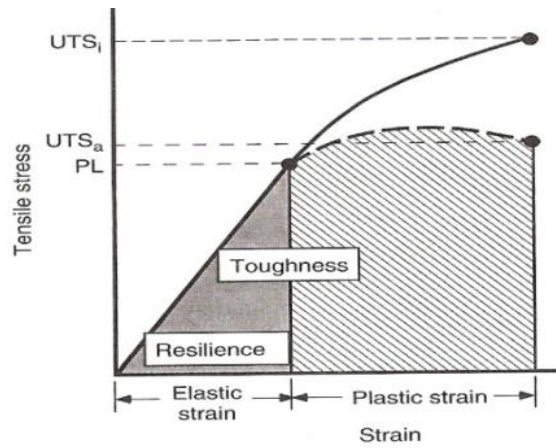
أكبر مقاومة (الإجهاد الأعظمي) يمكن أن تبديها مادة ما تجاه تأثير قوة خارجية، بحيث تكون قادرة على العودة إلى شكلها وأبعادها الأصلية عند زوال هذه القوة.

## حد اللدونة Plastic limit

القيمة العظمى لمقاومة المادة، حيث يحدث تحطم الروابط الذرية أو الفشل البنيوي عند تجاوزها. يمكن أن تحدث مثل هذه الحالة في منطقة محددة من الأداة (الانفصال) بعد حصول تغير شكلي لدن غير ردود.

## الذاكرة الشكلية Shape Memory

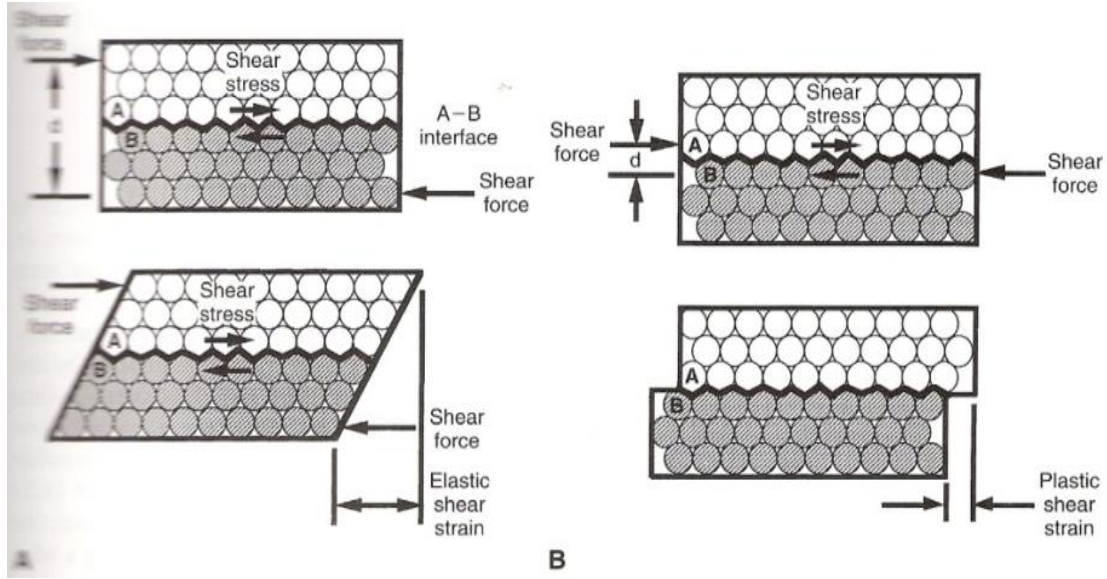
خاصية بنيوية فريدة ترتبط بارتفاع واضح لحد المرونة بشكل يفوق كثيراً المعدلات الوسطية للخلائط المعدنية التقليدية، الأمر الذي يسمح للأداة بالعودة إلى شكلها الأصلي بعد تعرضها لمستويات عالية من الجهود. هذه الجهود إذا ما طبقت على الخلائط المعدنية التقليدية فإنها تسبب تغيراً شكلياً لدناً غير ردود



الشكل (٣-١٢): يبين حدود سلوك المادة وارتباطها بقيم الجهد المطبق (مثال جهد الشد):

- جهد الشد: Tensile Stress
- الإجهاد المرن: Elastic Strain
- الإجهاد اللدن: Plastic Strain
- المرونة - الانتعاشية: Resilience
- المتانة: Toughness
- حد التناسب: Proportional Limit (PL)
- مقاومة الشد العظمى: Ultimate Tensile Strength (UTS)

عموماً تتفاوت قيم هذه المعايير باختلاف طبيعة الروابط الذرية المميزة لبنية المادة، وبالتالي يختلف شكل وانحدار المخطط البياني جهد - إجهاد باختلاف المادة، ما يعني اختلاف سلوك هذه المواد عند تطبيق قوى محددة (الشكل ٣-١٣).



الشكل (٣-١٣): مقارنة ما بين (A): التغير البنيوي المرن للمادة تحت تأثير جهد القص، و(B): التغير اللدن الذي يتصف بإحداث انزياح غير ردود في الروابط بين الذرية للمادة في أجزاء محددة منها، حسب مناطق تطبيق القوة المؤثرة.

#### ٤-٢- الخصائص الفيزيائية البنيوية لخلائط النايينول NiTi

طُوِّرت خلائط النايينول NiTi لأول مرة من قبل البحرية الأمريكية في بداية ستينيات القرن العشرين وتتكون وزناً من:

- Nickel : 55%

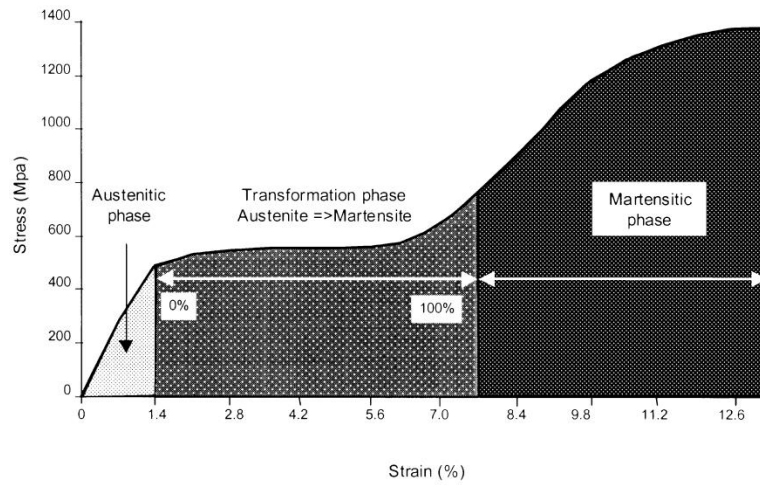
- Titanium : 45%

أبدت الخليطة العديد من الخصائص الملفتة للنظر والمرتبطة بمرور بنيتها بطورين رئيسيين للترتيب الفراغي البلوري للذرات وهما: الطور الأب **Austenite** والطور **Martensite** من هذه الخصائص:

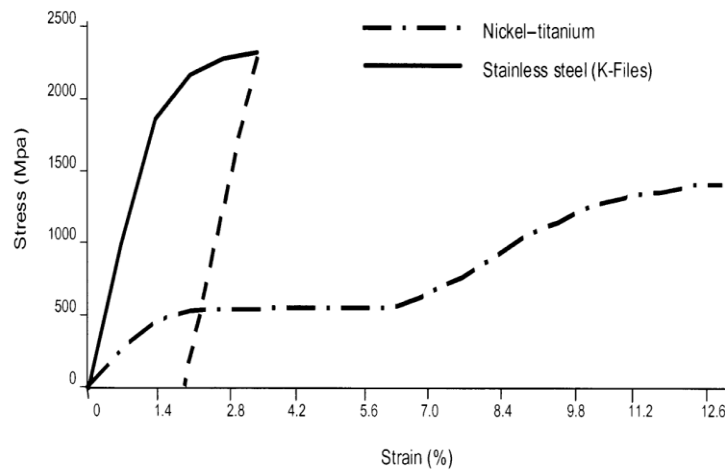
- يؤدي تطبيق الجهود الخارجية إلى تغير الشكل البلوري للذرات من Austenitic إلى Martensitic عبر المرور بمرحلة انتقالية تمتاز بأنها تتحمل جهود كبيرة دون زيادة تذكر في الإجهاد. يؤدي هذا السلوك إلى تشكيل ما يدعى عتبة التحميل Loading plateau (الشكل ٣-١٤ و ٣-١٥).

- تعزى ظاهرة الذاكرة الشكلية Shape memory، المرتبطة بالتحميل الميكانيكي أو الحراري، إلى الخصائص الحركية الحرارية Thermodynamic التي تؤمن المرونة الفائقة أو القدرة العالية على العودة إلى الشكل الأصلي بعد زوال العامل المسبب.

بناءً على ما تقدم امتازت خلائط NiTi بانثائية Flexibility ومتانة Toughness مناسبة لحركة الدوران المستمر لأدوات التحضير القنوي الآلية. يؤدي استمرار وتكرار تطبيق الجهود إلى زيادة مستويات الإجهاد المخزنة ضمن الشبكة الفراغية حتى الوصول إلى مرحلة الفشل البنيوي أي انكسار الأداة.

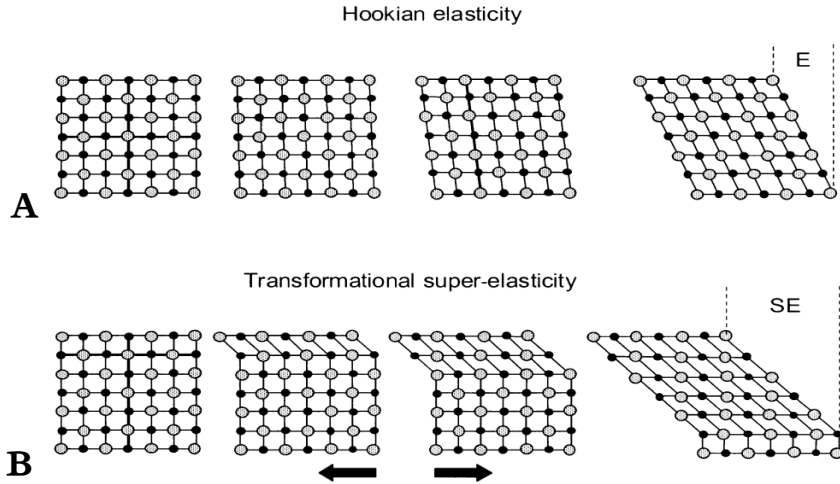


الشكل (٣-١٤): مخطط بياني للعلاقة جهد - إجهاد لخليطة NiTi يبين مرور الخليطة بأطوار متتالية، عند تزايد قيمة الجهد المطبق، من الطور Austenite إلى الطور الانتقالي (عتبة التحميل) ثم الطور Martensite.



الشكل (٣-١٥): اختلاف شكل الخط البياني جهد - إجهاد (سلوك المادة) تبعاً لطبيعة الروابط الذرية البنيوية

يختلف نمط تغير الشبكة الفراغية وذلك حسب طبيعة الروابط بين الذرية للمادة وذلك عند التعرض لتأثير قوى محددة من حيث القيمة والاتجاه والاستمرارية. بناء عليه تتفاوت خصائص المادة ويختلف سلوكها ما بين مرنة اعتيادية (Hook) وفائقة المرونة، وبالتالي تختلف طرائق الاستخدام الآمن للأدوات حسب عتبات تحملها (الشكل ٣-١٦).



الشكل (٣-١٦): مقارنة ما بين الشبكات الفراغية لخليطة SS و NiTi تحت تأثير التحميل، (A): يخضع السلوك المرن (E) لخليطة SS لمبدأ Hook في تغير الشبكة الفراغية للروابط الذرية، (B): ينجم السلوك فائق المرونة (SE) لخليطة NiTi عن تحول الشبكة الفراغية من الطور Martensite إلى Austenite وبالعكس وجد Walia وزملاؤه عام 1988 أن خصائص خليطة NiTi ملائمة لتصنيع الأدوات اللبية، حيث استخدمت أولاً في تصنيع الأدوات اللبية اليدوية، وهذه بعض خصائصها السريرية:

- تتمتع أداة NiTi بمرونة أعلى ؛ 2-3 مرات مقارنة بأداة SS من نفس القياس.
- تبدي مقاومة أعلى تجاه الفتل والانثناء، فلا يمكن أن يحصل تشوه لدن دائم للحلزونات القاطعة لأداة NiTi إلا عند ثنيها بزاوية تتجاوز 90 درجة.
- تنخفض القوة المطلوبة لثني الأداة NiTi بشكل مرن بزاوية 45 درجة مئوية بنسبة 50 % مقارنة بأداة SS مماثلة.

بشكل مشابه لتأثير القوى المؤدية لتشوه البنية البلورية لخلائط NiTi، يمكن للحرارة أن تسبب تغيراً بنيوياً لهذه الخلائط ناجماً عن تحول شبكتها الفراغية من الطور Aust. إلى الطور Mart. والعكس صحيح في حالة التبريد.

تبدى الأدوات اللبية NiTi التي تكون بطور Aust. تغيرات مرنة تصل حتى نسبة 7% من حجمها الكلي، بالمقابل تنخفض مرونة هذه الأدوات عندما تميل بنيتها نحو الطور Mart. فيرتفع احتمال تشوهها اللدن المرتبط بطبيعة الاستخدام.

اقترحت Serene وزملاؤها عام 1995 أنه يمكن للحرارة، عبر دورات التعقيم، أن ترمم تغير التركيب الجزئي المتمثل بالتصلب الناجم عن العمل Work hardening، لأدوات NiTi الدوارة التي تكرر استخدامها السريري أي تعرضها للتحميل الدوري، هذا الأمر يمكن أن يحافظ على مقاومة عالية لهذه الأدوات ضد الانكسار.

تخضع أدوات NiTi حديثاً لإجراءات تصنيع تتضمن مراحل من الإحماء والتبريد للحصول على أداة تصبح، نتيجة العمل البارد خلال تحضير جدران القناة الجذرية، أكثر ميلاً لطور Mart. الذي يتمتع بخصائص أكثر تلاؤماً مع الظروف السريرية مثل المقاومة العالية للتعب والانكسار.

في هذا السياق يمنع غمر أدوات NiTi في سوائل التطهير لمدة طويلة، فهذا سيؤدي إلى تسريع التآكل البنيوي وتخرب الخليطة المعدنية وانخفاض مقاومة القتل وحصول الانكسار المفاجئ للأداة. تقتضي المحافظة على خصائص أدوات NiTi أن تصنع بطريقة الصب وليس القتل، فطريقة القتل تتضمن إدخال تشوهات لدنة أثناء تشكيل الأداة، وهذا ما يحصل عند تصنيع مبادر K المصنوعة من SS

#### ٤-٣- إنهاء سطوح الأدوات اللبية

يمكن لأدوات NiTi أن تبدى بعض العيوب مثل علامات الصب، تشقق المعدن، والزوائد السطحية، ما يشكل مناطق تركز للجهود تنطلق منها خطوط انكسار الأداة لاحقاً عند الاستعمال. يمكن أن تشكل الشذوذات السطحية ملجأ للمواد الأكالة مثل هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl)، حيث يؤدي التآكل بالكلور إلى توهجات مجهرية تشكل نواة خط انكسار مستقبلي لأدوات NiTi.

هناك العديد من الطرق لتحسين خصائص سطوح الأدوات منها:

- التلميع الكهربائي Electropolishing الذي يزيل شذوذات سطح المعدن، ما يؤدي إلى

تحسين خصائص المادة خصوصاً مقاومة القتل والتآكل.

- تغطية سطح المعدن بنترات التيتانيوم، ما يساهم في تحسين خصائص السطح والفعالية القاطعة للحواف.
- التشريد السطحي.

## ٥- أنواع أدوات التحضير القنوي اليدوي

يمكن تصنيف أدوات التحضير القنوي اليدوية إلى عدة أنماط وذلك حسب شكلها وطريقة استعمالها والهدف من استخدامها إلى: أدوات السبر وأدوات الاستئصال وأدوات البرد والتوسيع.

### ٥-١- أدوات السبر

#### الإبر الملساء Smooth Broaches

التعريف: أدوات رفيعة ملساء

القياسات: رفيعة ومتوسطة وعريضة القطر

الاستخدام: البحث عن فوهات الأفنية وتحديد محور دخولها وتقدير مدى نفوذيتها، غير مستخدمة عموماً

#### المسابر البنية

تستخدم للبحث عن فوهات الأفنية وتحديد محور دخولها الصحيح (الشكل ٣-١٧)



الشكل (٣-١٧): مسبر لبني

### ٥-٢- أدوات الاستئصال

#### الإبر الشائكة Barbed Broaches

التعريف: أداة تحمل أشواكاً عمودية على محورها الطولي، موزعة على طول الجزء العامل، تتصف بأنها قليلة المتانة يمكن انفصال جزء منها عند استخدامها ضمن قناة بأبعاد أضيق من قطر الأداة، لذلك

يجب التوقف عند مواجهة أدنى مقاومة لدى الدخول ضمن القناة الجذرية. تصنع عبر تشكيل أشواك حادة مزواة بالاتجاه التاجي في عمق سلك معدني (الشكل ٣-١٨).

القياسات: متدرجة تحمل ألواناً مختلفة: الأبيض - الأصفر - الأحمر - الأزرق...

الاستخدام السريري:

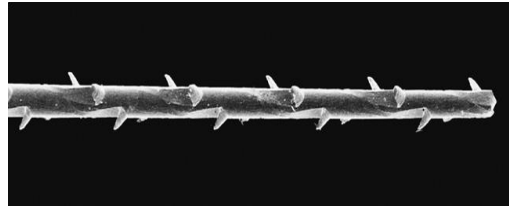
- إزالة النسيج اللي أو بقاياها.
- إزالة أي مواد أجنبية أو ضمادات (أقماع ورقية، قطنية) ضمن القناة.

آلية العمل:

- انتقاء إبرة شائكة قطرها (الجزء المركزي+الأشواك) أصغر بقليل من قطر القناة.
- الدفع اللطيف دون وجود مقاومة باتجاه الذروة وعبر ملامسة أحد جدران القناة تجنباً لدفع اللب باتجاه الذروة. لابد من التوقف عند مواجهة أدنى مقاومة خشية انكسار الأداة.
- ليس من الضروري الوصول إلى ذروة الجذر.
- فتل الأداة حول محورها الطولي ليشبك اللب بأشواك الأداة (تعشيق).
- سحب الأداة فيظهر اللب عالقاً بأشواكها.

اعتبارات الاستخدام: لا تستخدم في حالة الأقنية الضيقة والمتكلسة والمنحنية خشية انحسار أشواكها ضمن القناة وانكسار الأداة.

انخفضت نسبة استخدامها بشكل كبير حالياً، فاستخدام أدوات البرد والتوسيع الدقيقة المتدرجة يسمح بإزالة اللب ذو الأبعاد الدقيقة نتيجة الفعل الميكانيكي للبرد والتوسيع، مضافاً إليه الفعل الكيميائي لمحاليل الإرواء الحال للبقايا العضوية.



الشكل (٣-١٨): يبين الشكل العام للإبرة الشائكة.



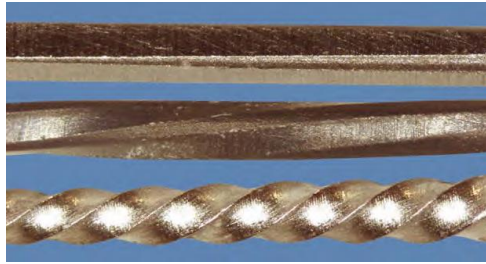
### ٥-٣- أدوات Kerr

أنتج أول مبرد K من قبل شركة Kerr Manufacturing Co. of Romulus, Michigan في أوائل عام 1900. تصنع مبارد وموسعات K (K-reamer, K-file) بنفس الطريقة:

- تشكيل 3 أو 4 سطوح مستوية على جوانب قطعة من سلك معدني ليأخذ شكلاً هرمياً بمقطع عرضي مثلثي أو مربعي باستدقاق خفيف.

- تثبيت نهاية هذه القطعة ثم فتل النهاية الأخرى حول المحور الطولي لتوليد حواف قاطعة (حلزونات) بكثافة وميلان محدد تجعل الأداة مناسبة للبرد أو التوسيع (الشكل ٣-١٩).

يتوافق ارتفاع عدد الحلزونات في واحدة الطول، كما هو الحال في المبرد ذو المقطع العرضي المربعي، بانخفاض نسبي لمرونة المبرد، مقارنة بالموسعة التي تتصف بعدد حلزونات منخفض في واحدة الطول ومقطع عرضي مثلثي ومرونة نسبية مرتفعة.



الشكل (٣-١٩): يبين كيفية فتل سلك هرمي ثلاثي أو رباعي السطوح لتشكيل موسعة أو مبرد SS.

### الموسعة K- Reamer

#### الخصائص العامة

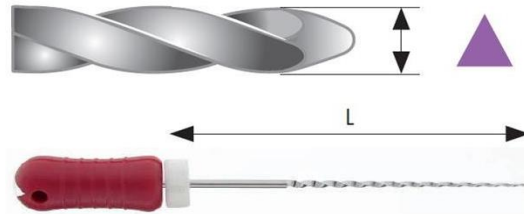
أداة بمقطع عرضي مثلث الشكل وكثافة حلزونات منخفضة في واحدة الطول (مثلاً 1 حلزونة/1مم)، تستخدم لإجراء عملية التوسيع القنوي من خلال قطع عاج جدران القناة بحركة دوران وانسحاب. يمكن أن تستخدم القياسات الصغيرة لاستكشاف وسبر القناة اللبية (الشكل ٣-٢٠). تسبب حركة التوسيع الدورانية انتقال أقل للقناة (فقدان مركزية القناة) مقارنة بحركة البرد. يمكن حني رأس الأداة (SS) بشكل

مسبق قبل استعمالها في الأقنية المنحنية، لمسيرة مجرى القناة وتجنب اصطدام رأس الأداة بأحد جدران القناة قبل الوصول إلى النهاية الذروية. هنا لابد من:

- القيام بجني رأس الأداة بحرصٍ وتأنٍ إذ يولد مثل هذا الإجراء إجهاداً جوهرياً في بنية الأداة.
- تحديد حركة التدوير إلى أقل مدى ممكن.

### الاستخدام السريري

- إزالة وسحب البقايا اللبية والبرادة العاجية باتجاه فوهة القناة.
- إزالة الحشوات اللبية القديمة السيئة بعد حلها بالكلوروفورم أو الكزيلول.
- توسيع أبعاد القناة للوصول بحرية من فوهة القناة حتى النهاية الذروية من خلال شحذ وصقل جدرانها لتأمين جدران ملساء وشكل قمعي ملائم لمرحلة الحشو القنوي.
- نقل المواد الدوائية ذات التطبيق الموضعي عجينية القوام لتطبيقها كضماد قنوي بين الجلسات من خلال تدوير الموسعة بعكس جهة دوران عقارب الساعة.
- نقل الاسمنت الحاشي للقناة من خلال طلي جدران القناة عبر تدوير الموسعة بعكس جهة دوران عقارب الساعة.



الشكل (٣-٢٠): يبين موسعة K بقياس #25 مصنعة بواسطة عملية الفتل، بمقطع عرضي مثلث الشكل

### المبرد K-File

### الخصائص العامة

أداة محلزنة الشكل تشبه الموسعة إلا أن حلزنتها أكثر ارتصاصاً وكثافة في واحدة الطول بمعدل 1.5-2.5 حلزنة/1مم، تتصف بمقطع عرضي مربع الشكل (الشكل ٣-٢١). تستخدم في تحضير وتشكيل القناة من خلال حركات إدخال - إخراج بالاتجاه الذروي - التاجي عبر تحقيق فعل شحذ

للجدران العاجية أثناء حركة السحب بالاتجاه التاجي. قديماً كانت تصنع أدوات المعالجة اللبية من الفولاذ الكربوني، بعدها تم تحسين خصائص هذه الأدوات بشكل كبير من خلال استخدام الفولاذ غير القابل للصدأ (SS). بعدها استخدمت خلائط NiTi لتصنيع بعض هذه الأدوات NiTi-Flex.



الشكل (٣-٢١): يبين مبرد K بقياس #25 مصنع بواسطة عملية الفتل، بمقطع عرضي مربع الشكل.

#### الاستخدام السريري

يتشابه في استخداماته السريرية العامة مع موسعة K، إلا أن فعالية مبرد K تكون أكبر في قطع عاج جدران القناة أثناء التحضير والتشكيل القنوي. يبين شكل المقطع العرضي لمبرد K تلاؤم تصميمه مع تطبيق حركات دوران نحو اليمين واليسار ثم سحب، فالمقطع العرضي المتناظر والمزود بزوايا عاملة Rake angles سلبية يسمح بقطع وتسوية وصقل العاج بشكل ملائم وآمن في كلا الاتجاهين مع وبعكس اتجاه دوران عقارب الساعة.

### ٥-٤ - مبرد هيدستروم Hedström Files

#### الخصائص العامة

تعرف باسم مبرد H، تصنع من أسلاك الفولاذ غير القابل للصدأ. وهي أداة مؤلفة من تتالي قطع مخروطية (مثلثية) الشكل، تصغر شيئاً فشيئاً باتجاه ذروة الأداة (الشكل ٣-٢٢).

#### طريقة التصنيع

تصنع عن طريق تشكيل الحلزونات على حساب سلك مستدق عبر الاستعانة بتقنيات الأتمتة المتطورة، ما يؤمن إمكانية الحصول على أشكال مختلفة معقدة للسطح العامل المحزن، من خلال معايرة الزاوية العاملة والمروحية والاستدقاق (مبرد Byrns unifile، مبرد K-flex-file، مبرد Flex-R). تستخدم هذه الطريقة عموماً لتصنيع أدوات NiTi الدوارة آلياً.

## طريقة الاستخدام

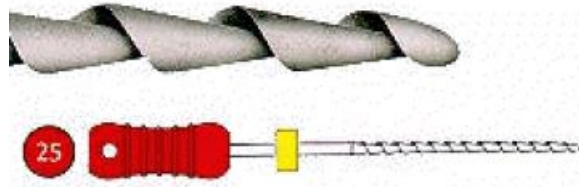
- حركات إدخال - إخراج مع الاستناد إلى أحد الجدران العاجية عند الإخراج لتقوم بفعل القطع لسطح العاج القنوي.
- لا يوصى بإجراء الحركات الدورانية إطلاقاً بسبب الحواف القاطعة الحادة لحلزونات الأداة التي تميل للاشتباك السريع مع الجدران العاجية ومن ثم انفصال جزء من الأداة ضمن القناة.

### المحاسن:

قدرة قطع وشحذ للعاج عالية جداً بفضل الحافة القاطعة الفعالة ذات الزاوية العاملة الإيجابية. أكثر فعالية في القطع من مبرد K.

### المساوئ:

- مناطق ضعف متعددة عند نقاط اتصال المخاريط المتتالية، يؤدي الدفع القسري للمبرد ضمن القناة إلى انغراس هذه المخاريط ضمن عاج جدران القناة أو تجاوز ذروة الأداة للثقبية الذروية، وعند محاولة سحب الأداة سينفصل الجزء المغروس ضمن العاج أو المتجاوز للذروة عن الأداة. بناءً عليه يزداد احتمال انكسار الأداة عند نقاط ضعفها مقارنة بمبرد K.
- تشكيل جدران عاجية غير منتظمة من حيث المقطع العرضي.
- أقل أماناً من مبرد K أثناء الاستخدام في الأقنية المعوجة من حيث تشكيل نقاط اصطدام، لذلك ينصح باستخدامه في الأقنية المستقيمة وغير المتكلسة.



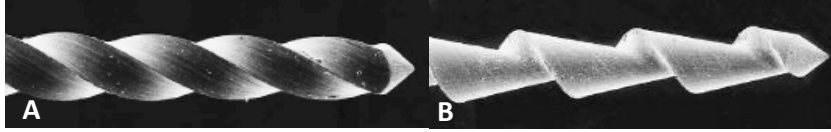
الشكل (٣-٢٢): منظر جانبي لمبرد Hedström قياس 25

### الاستخدامات السريرية

- الأسنان الفتية: شحذ الجدران اللبية غير المنتظمة.

- إزالة العاج المتلين من جدران القناة اللبية في الحالات العفنة.
- سحب الأقماع الفضية أو الأدوات المكسورة بواسطة تشابك مخاريط مبرد هيدستروم مع حلزونات الأداة المكسورة.
- إزالة أقماع الكوتابيركا والريزين بعد حل بنيتها كما في حالات إعادة المعالجة اللبية.
- تحضير الجزء التاجي من القناة المعالجة لبياً لاستقبال قلب ووتد ملائم.

يمكن استخدام هذه المبرد لتحضير الأقنية البيضوية العريضة، إلا أن البرد المبالغ فيه يؤدي إلى ترقق الجدران العاجية لهذه القناة وحدوث الانتقابات الشريطية. يؤدي حني مبرد H إلى نشوء نقاط تركيز الجهود بشدة تفوق تلك الحاصلة في حالة حني مبرد K (الشكل ٣-٢٣). يساهم إجهاد مثل هذه المناطق، نتيجة التحميل المتكرر، في نشوء وانتشار الصدوع البنيوية، وبالتالي حصول فشل بنيوي من نمط تعب المعدن. لابد من الإشارة إلى أن انكسار المبرد من نمط تعب المعدن يمكن أن يحدث دون سابق إنذار أي بدون أي علامة عيانية للتشوه البنيوي.



الشكل (٣-٢٣): الاختلاف الشكلي بين: A: مبرد K و B: مبرد H.

## ٥-٥- الأداء والعمر السريري والتشوه البنيوي للأدوات

ترتبط كفاءة الأداة اللبية بقدرتها على قطع وشحذ وصقل سطح العاج، إلا أنه لا يوجد حتى الآن معايير واضحة ثابتة لقياس هذه الكفاءة، بغية تقدير مستوى أدائها وبالتالي تحديد عمرها السريري. في هذا السياق تساهم مقاومة الاهتراء في تحديد عمر الأداة السريري وتتعلق بالعديد من العوامل من أهمها:

- طبيعة وخصائص الخليطة المعدنية.
- نمط التصميم الشكلي.
- طريقة تصنيع الأداة وكيفية إنهاء سطحها.
- جودة واعتمادية الشركة المصنعة.
- كيفية الاستخدام السريري وشدته وتكرارته وكيفية تحقيق التعقيم وتكرارته.

أكثر من ذلك، يمكن أن تتفاوت الفعالية القاطعة بين المبرد رغم كونها مصنعة من قبل نفس الشركة والخليلة والطريقة والتصميم والتوقيت. على سبيل المثال، يمكن أن تتفاوت الفعالية القاطعة لمبرد K من 2-12 مرة، بالمقابل يزداد هذا الهامش في حالة مبرد H ليصل إلى 2.5-50 مرة. يعزى ارتفاع احتمال اختلاف الفعالية القاطعة بين مبرد H إلى خصائص عملية تشكيل الأداة التي تتصف بالفردية لكل مبرد، مقارنة بطريقة تصنيع مبرد K التقليدي الأكثر تكرارية. خلال عملية تصنيع مبرد H مثلاً، يمكن أن تتعدل الزاوية العاملة لتصبح حيادية أو إيجابية بشكل طفيف وهذا لا يحصل في حالة مبرد K.

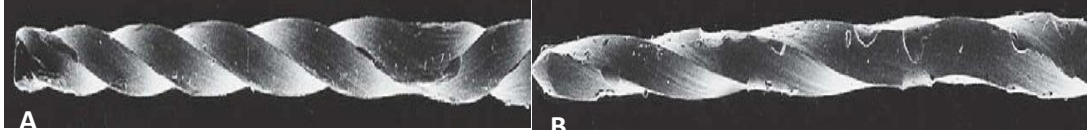
من ناحية أخرى تقوم الحافة القاطعة خلال عملية التحضير القنوي باستهلاك سطح العاج، ما يؤدي إلى تراكم نتاج التحضير ضمن أثلام الأداة. وهكذا كلما كانت هذه الأثلام أعرض وأعمق استمرت الأداة بالعمل لفترة أطول قبل أن تمتلئ بنتاج التحضير الأمر الذي يجعلها غير فعالة.

يحدث التشوه الدائم لبنية وشكل الأداة عندما يصبح عدد الحلزونات أقل أو أكثر كثافة في واحدة الطول في منطقة من الأداة (الشكل ٣-٢٤). عند حدوث مثل هذه التشوهات يجب استبعاد الأداة فوراً، فهي لم تعد فعالة أو صالحة للاستعمال لأنها على وشك بلوغ مرحلة الفشل البنيوي في منطقة التشوه، أي انفصال جزء من الأداة ضمن القناة أثناء التحميل الوظيفي.

من المحتمل أن يحصل انكسار الأداة خلال حركة الدوران مع عقارب الساعة Clockwise بعد حصول التشوه اللدن، في أي لحظة عند عتبة تحميل أقل من مقاومة الانكسار الاعتيادية لبنية الأداة.

يجب الانتباه إلى أن القوة المطلوبة لحصول الفشل البنيوي (الانكسار) هي نفسها في كلا الاتجاهين، إلا أن الفشل سيحصل في حالة التدوير بعكس اتجاه عقارب الساعة Counterclockwise بعد نصف عدد الدورات اللازمة لحصول الفشل عند التدوير باتجاه عقارب الساعة.

يعود هذا الاختلاف إلى طبيعة الإجهادات اللدنة المختزنة في بنية الأداة، التي تعزى لطريقة تصنيعها المعتمدة على عملية الفتل مع عقارب الساعة. بناءً عليه يجب استعمال أدوات K بحرص أكبر وعدد مرات أقل عند تدويرها بعكس اتجاه عقارب الساعة.



الشكل (٣-٢٤): يبين فقدان انتظام حلزونات الأداة في منطقة محددة لمبرد K (A) وموسعة K (B).  
يعكس التشوه الشكلي الحاصل تغيراً بنيوياً دائماً، ما يرفع قابلية انكسار الأداة في هذه المنطقة بجهود مازالت تتحملها بقية مناطق الأداة، الأمر الذي يستلزم استبعادها عن الاستخدام السريري فوراً.

## ٦- أنماط حركات التحضير القنوي الخاصة بالأدوات اليدوية

### ٦-١ - التوسيع Reaming

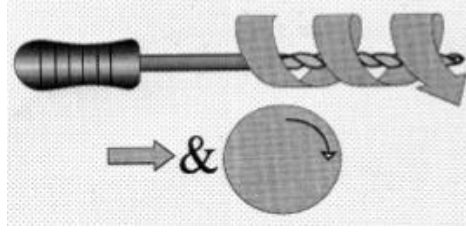
يتم ضمن وسط رطب ويتكون من الحركات التالية (الشكل ٣-٢٥):

- إدخال الموسعة ضمن القناة لتصل إلى التضيق الذروي بإجراء حركة دوران أثناء الإدخال
- 1-2 دورة باتجاه عقارب الساعة.
- بعد الاستقرار تنجز حركة ثنائية:

○ تدوير يدوي ربع إلى نصف دورة باتجاه عقارب الساعة مع ضغط معتدل بالاتجاه الذروي للحصول على قطع عاجي موسع وصاقل لجدران القناة وخصوصاً المنطقة الذروية مع الالتزام بالطول العامل للقناة

○ سحب الموسعة قليلاً بالاتجاه التاجي لتحريرها

- تكرار هذه الحركة المركبة عدة مرات ثم إخراج الموسعة لتنظيفها من البرادة العاجية ضمن أثلامها، ومعاودة الكرة حتى تصبح الأداة **منفصلة** ضمن القناة، عندها يتم إرواء القناة بشكل وفير وتنظيفها من البرادة العاجية والانتقال إلى القياس الأكبر التالي.
- تشابه حركة ربع دورة وسحب Quarter-turn and pull بشكل عام.
- يميل التوسيع إلى تشكيل قناة دائرية المقطع العرضي.
- يجب عدم قتل الموسعة بعكس عقارب الساعة فهذا يدفع البرادة العاجية باتجاه الذروة.

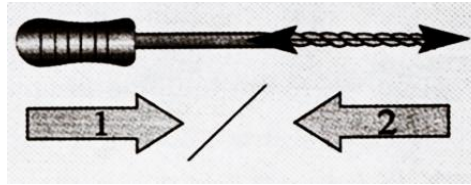


الشكل (٣-٢٥): تفاصيل حركة التوسيع القنوي باستخدام الموسعات اليدوية

## ٦-٢- Filing

يتم ضمن وسط رطب ويتكون من الحركات التالية:

- إدخال المبرد حتى التضيق الذروي ثم سحبه بالاتجاه التاجي مستنداً إلى أحد جدران القناة، ما يؤدي إلى بشرها (شحذها) (الشكل ٣-٢٦).



الشكل (٣-٢٦): تفاصيل حركة البرد القنوي باستخدام المبارد اليدوية

- يمكن لعملية البشر - الشحذ أن تكون:

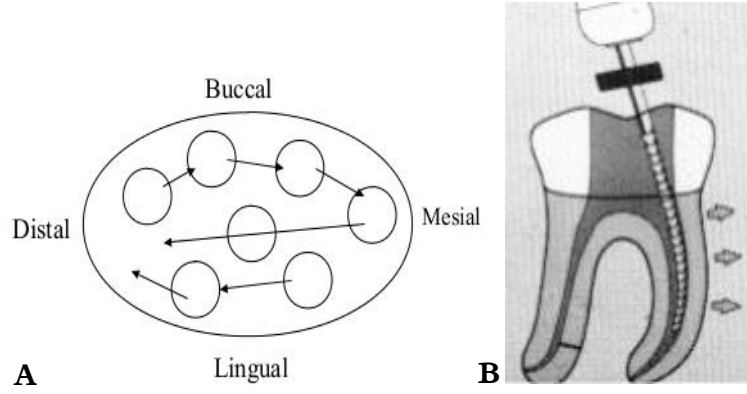
○ دائرية Circumferential Filing: موزعة على كامل جدران القناة لتأمين البرد الدائري الذي يحافظ على شكل المقطع العرضي للقناة (الشكل ٣-٢٧) من خلال المحافظة على انتظام جدرانها وتوضعها المركزي.

○ موجهه Abo Rass) Anticurvature Filing: مركزة على حساب الجدار البعيد عن جهة الانحناء أي النطاق الآمن لتجنب حدوث الانثقابات الشريطية (الشكل ٣-٢٧).

- تستمر العملية إدخال-إخراج حتى تصبح الأداة منفصلة عند وضعها في القناة حسب الطول العامل. تنظف البرادة العاجية من خلال إرواء القناة بوفرة ثم تنتقل إلى القياس الأكبر التالي.

- تتناوب الموسعات والمبارد من نفس القياس وتستخدم عادة الموسعات أولاً.





الشكل (٣-٢٧): (A): البرد الدائري على حساب كافة جدران القناة، (B): البرد الموجه بعيداً عن جهة انحناء الجذر.

### ٦-٣- حركة نواس الساعة Watch Winding

تتم ضمن وسط رطب، وتطبق في الأقنية الضيقة والمتكلسة باستخدام مبرد K.

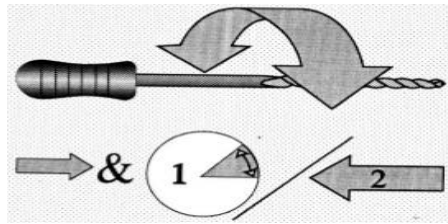
- تتكون من حركة ثنائية:

○ إدخال مترافقة مع حركة دوران بحدود ربع دورة مع عقارب الساعة.

○ ثم إخراج مترافقة مع حركة دوران بحدود ربع دورة بعكس عقارب الساعة.

- تكرار هذه الحركة الثنائية مع التقدم التدريجي باتجاه الذروة في كل مرة حتى بلوغ كامل

الطول العامل بشكل متدرج بطيء وليس دفعة واحدة (الشكل ٣-٢٨).



الشكل (٣-٢٨): تفاصيل حركة نواس الساعة لتحضير القناة الجذرية باستخدام مبرد K.

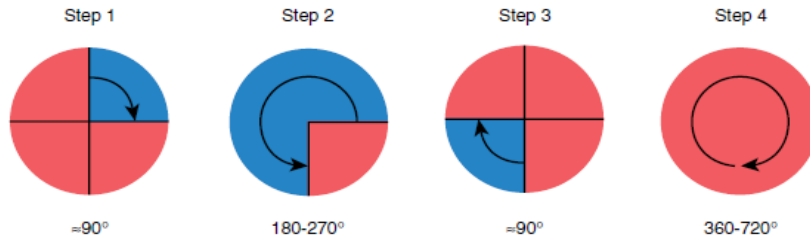
### ٦-٤- حركة القوى المتوازنة Balanced Forces

تتكون من سلسلة من الحركات الدورانية لمبرد Flex-R أو K. أوجدت لأول مرة من قبل (Roane وزملاؤه عام 1985). لا تحنى الأداة قبل الاستخدام، لذلك يمكن لهذه الحركة أن تجعل مجرى

القناة أكثر استقامة، لذلك لا ينصح بتطبيقها في حالة الأقنية المنحنية.

تتم في وسط رطب وفق المراحل التالية (الشكل ٣-٢٩):

- حركة ثنائية تتكون من:
  - دخول حر غير قسري لأداة صغيرة القياس إلى القناة، وعند الشعور بمقاومة القناة لتقدم الأداة، يتم تدويرها مع عقارب الساعة بمقدار ربع دورة لتحقيق اشتباك حلزناها مع الجدران العاجية
  - ثم تدوير الأداة بعكس عقارب الساعة بمقدار ثلاث أرباع الدورة مع ضغط ذروي للمحافظة على مستوى توضعها ضمن القناة، الأمر الذي يؤدي إلى إزالة أجزاء العاج المشتبكة والمندخلة ضمن حلزانات الأداة مترافقاً بسماع صوت تكسرها.
- تكرار هذه الحركة الثنائية عدة مرات حتى الوصول التدريجي إلى الطول العامل للقناة.
- تُزال الأداة من القناة بشكل متكرر لتنظيفها من البرادة العاجية.
- الانتقال إلى قياس الأداة الأكبر التالي وهكذا حتى الوصول إلى قياس القناة النهائي المطلوب



الشكل (٣-٢٩): مخطط الحركات اليدوية المتتالية خلال التحضير القنوي بطريقة القوى المتوازنة اليدوية

## ٧- الخاتمة

تعد المعالجة اللبية من الإجراءات المعقدة التي يرتبط نجاحها بالعديد من المتغيرات من أهمها حسن اختيار واستخدام أدوات التشكيل القنوي. لا بد للطبيب الممارس من الإلمام بالخصائص البنيوية الميكانيكية والتصاميم الشكلية للأدوات اللبية لضمان أدائها الصحيح، الأمر الذي يسهم في رفع نسب نجاح المعالجة اللبية بشكل جوهري.

## الفصل الرابع

### تنظيف وتشكيل منظومة القناة الجذرية

### Cleaning and Shaping of Root Canal System

١ - المقدمة

٢ - المتطلبات الأساسية للتنظيف والتشكيل القنوي

٣ - الأهداف الرئيسة للتنظيف والتشكيل القنوي

٤ - المبادئ العامة للتنظيف والتشكيل القنوي

٥ - القواعد الناظمة للتنظيف والتشكيل القنوي

٦ - المراحل المتسلسلة للتنظيف والتشكيل القنوي

٧ - تقنيات التحضير اليدوي لمنظومة القناة الجذرية

٨ - تحضير الأقنية الصعبة

٩ - الخاتمة

## ١ - المقدمة

تتضمن مداواة الأسنان اللبية طرائق مختلفة من التداخل العلاجي تتدرج أهدافها بتفاوت شدة ونوعية الإصابة المرضية. يتمحور هدف المعالجة الأول حول المحافظة على وظيفة المركب اللبي العاجي من خلال تقنيات الحفاظ على حيوية لب السن. عندما تتجاوز شدة الإصابة ونوعيتها الخطوط الدفاعية لللب السن، يصبح هدف المعالجة المحافظة على الأداء الوظيفي والتجميلي للسن على حساب حيوية اللب، من خلال إجراء المعالجة اللبية القنوية التي تستند إلى استئصال اللب وتنظيف وتشكيل وتطهير منظومة القناة الجذرية، ومن ثم السد المحكم ثلاثي الأبعاد للفراغ القنوي المحضّر، وهذا ما يستطب في حالات التهابات اللب و- أو تموته و- أو إنتانه. بالمحصلة تساهم أنماط المعالجة اللبية في المحافظة على الحالة الصحية لنسج ما حول الذروة من خلال وقايتها من الإصابة المرضية أو تعزيز شفائها في حالات الإصابة الحادة أو المزمنة.

بينت الدراسات الحديثة أن نسبة نجاح المعالجة اللبية الحية يمكن أن تصل حتى 95% مقارنة بنسبة 85% للحالات العفنة. لا يمكن ضمان النجاح المطلق عند القيام بمعالجة أي حالة بسبب تعدد المتغيرات، ومن أهمها الخصائص الديناميكية التلاؤمية للمركب اللبي العاجي وانعكاس ذلك في زيادة درجة تعقيد المنظومة اللبية القنوية خصوصاً في حالة الأسنان متعددة الجذور.

سنتناول في هذا الفصل التحضير القنوي من حيث المتطلبات والمبادئ والأهداف والقواعد الناظمة والمراحل المتسلسلة وتقنيات التحضير القنوي اليدوية وكيفية تقييم جودة التحضير القنوي.

## ٢ - المتطلبات الأساسية للتنظيف والتشكيل القنوي

لابد من توفر عدد من المتطلبات الأساسية التي تضمن القيام بإجراءات تنظيف وتشكيل منظومة القناة الجذرية بالشكل الصحيح. من أهم هذه المتطلبات:

- التكييف الصحيح للمريض وإطلاعه على طبيعة المعالجة والتأكد من تعاونه وإدراكه لمدى أهمية إنجاز المعالجة اللبية بالشكل والوقت الملائم للحصول على أفضل النتائج.
- توافر الأدوات والتجهيزات والوسائل اللازمة والضرورية لتحقيق التنظيف والتشكيل الصحيح للأقنية والتي تزداد تعقيداً مع ازدياد درجة صعوبة منظومة القناة الجذرية مثل:

- وسائل عزل ساحة العمل: الحاجز المطاطي، ماصة اللعاب، اللفافات القطنية.
- وسائل تكبير ساحة العمل: النظارات المكبرة، المجهر الضوئي اللبي.
- وسائل إضاءة ساحة العمل: الإضاءة المباشرة وغير المباشرة عبر النسيج السنية.
- وسائل ترطيب منطقة العمل: سوائل الإرواء، المعاجين المزلفة.
- الإمام بالخصائص التشريحية لمنظومة القناة الجذرية لمختلف الوحدات السنية وخصوصاً ذات التشريح المعقد مثل الأسنان متعددة الجذور.
- الإمام بالخصائص المختلفة لأدوات التحضير القنوي من حيث تركيب الخليطة المعدنية، والتصميم الشكلي وطبيعة أداء كل أداة.
- المعرفة العلمية والخبرة العملية المتعلقة بتنفيذ حركات التحضير القنوي المختلفة، وذلك بما يتلاءم مع خصائص الأداة المستخدمة من الناحية البنيوية والشكلية ومع الصفات التشريحية لأجزاء القناة المختلفة. تتعلق هذه الحركات بشكل رئيس بـ:
  - استكشاف وتقصي وسر القناة.
  - تسليك القناة.
  - تحضير وتشكيل القناة: التي تتضمن استئصال وتنضير النسيج اللبية والبرد والتوسيع والصقل والإنهاء للجدران العاجية للقناة الجذرية.
- لابد من توفر الضوابط التالية:
  - الدقة عند اختيار أدوات التداخل العلاجي.
  - التركيز والانتباه والتأني عند استخدام الأدوات.
  - التأكد من جودة الأداء بشكل متكرر ومرحلي (سريرياً، شعاعياً)
  - التوقف مباشرة عند الشك بوجود خطأ إجرائي والقيام بتحديد طبيعته، فتدبير الخطأ يكون أسهل إنجازاً وأكثر فعالية وأفضل إنذاراً كلما تم كشفه بوقت مبكر.

### ٣- الأهداف الرئيسة للتنظيف والتشكيل القنوي

يمكن تشبيه إجراءات المداواة اللبية بسلسلة من الحلقات المترابطة، تتعلق قوة هذه السلسلة وجودة أدائها بإحكام ارتباط كل حلقة فيها. يُعد تنظيف وتشكيل منظومة القناة الجذرية حلقة مفصلية ومرحلة

حاسمة في سبيل إنجاز حشو قنوي كقيم ومتجانس وانسيابي لأجزاء منظومة القناة الجذرية كافة. يمكن تقسيم أهداف التنظيف والتشكيل القنوي حسب طبيعتها إلى أهداف حيوية وأهداف ميكانيكية.

### ٣-١ - الأهداف الحيوية Biological Objectives

تشمل تحقيق تطهير حيوي كيميائي فعال لمختلف أجزاء ومكونات المنظومة القنوية من خلال:

- تنضير النسيج الليي الحجروي والقنوي سواء كان حياً ملتهباً أو متموتاً مفعماً بالجراثيم وظيفاناتها.
- بشر وبرد سطوح الجدران العاجية المتضمنة القنيات العاجية والأقنية الجانبية لضمان التخلص من محتوياتها العضوية المندخلة بالجراثيم و-أو وظيفاناتها في حالات الإصابة العفنة.
- يجب أن تُنظَّف Cleaned وتُطَهَّر Disinfected المنظومة القنوية من محتوياتها العضوية سواء اللبية أو الجرثومية في سبيل تسريع شفاء وتندب النسيج حول الذروية بعد إنجاز المعالجة اللبية الحية أو العفنة.

### ٣-٢ - الأهداف الميكانيكية Mechanical Objectives

لابد من تحقيق عدد من الأهداف ذات الطبيعة التقنية الميكانيكية من أهمها:

- المحافظة على معالم التشريح الأصلي العام للقناة وخصوصاً الثقبية الذروية.
- تأمين شكل قنوي مستدق صقيل الجدران بأبعاد ملائمة عبر التوسيع الميكانيكي ليغدو انسيابياً من فوهة القناة وحتى ذروتها الحقيقية:
- دون زيادة: لتجنب ترقق الجدران العاجية والمحافظة على المقاومة الميكانيكية للجذر تجاه القوى الإطباقية.
- دون نقصان: لتجنب بقاء أجزاء اللب والجراثيم وظيفاناتها وانخفاض نسبة وصول سوائل الإرواء وانعدام امكانية التكثيف والحشو الكقيم المتجانس لأجزاء القناة.

يجب أن تُشكَّل Shaped وتُوسَّع Enlarged المنظومة القنوية لتأخذ شكلاً قمعياً انسيابياً بأبعاد ملائمة لازمة وضرورية لاستقبال حشوة كقيمة متجانسة ثلاثية الأبعاد لكامل الفراغ القنوي، دون إخلال بالمقاومة الميكانيكية للجدران العاجية للجذر، وهو شرط أساسي لاستمرار الأداء الوظيفي للسن رغم

فقدانه لحيويته. نشأ مصطلح تنظيف وتشكيل Cleaning & Shaping القناة لتوصيف إجراءات تحضير القناة على أساس أن يتم:

- تنظيف القناة بواسطة سوائل الإرواء.
- تشكيل القناة بواسطة الأدوات اللبية.

إن عكس المصطلح ليصبح تشكيل وتنظيف Shaping & Cleaning القناة، يمكن أن يعبر بشكل أكثر دقة عن منهجية العمل وحقيقة أن توسيع القناة سيؤهب ويسهل فعل التنظيف والتطهير لسوائل الإرواء، خصوصاً فيما يتعلق بجراثيم الثلث الذروي والمناطق التي لا تصلها أدوات التحضير الميكانيكي كالتفاغرات بين القنوية والأقنية الجانبية والثانوية وأقنية مفترق الجذور.

في هذا السياق، واستناداً إلى الممارسة العملية، لا يمكن للقناة أن تُشكّل ميكانيكياً بشكل صحيح بدون مؤازرة سوائل الإرواء، ولا يمكن للقناة أن تُنظّف كيميائياً وحيوياً دون تداخل ميكانيكي يؤمن وصولاً فعالاً ومعزّزاً لسوائل الإرواء إلى المناطق والسطوح المستهدفة.

بالنتيجة يتصف فعل التنظيف والتشكيل بطبيعة تآزرية تبادلية التأثير، يقوم بدور حاسم في تهيئة القناة وتحقيق الأهداف الحيوية والميكانيكية اللازمة والضرورية لتحقيق حشو قنوي صحيح.

#### ٤- المبادئ العامة للتنظيف والتشكيل القنوي

بيّن العالم Schildre عام 1974 أنه لا بد من الالتزام بمبادئ حيوية وميكانيكية محددة أثناء تشكيل منظومة القناة الجذرية لضمان تحقيق معالجة لبية صحيحة.

#### ٤-١- المبادئ الحيوية

يجب تحقيق عدد من الضوابط الحيوية أثناء تنظيف وتشكيل منظومة القناة الجذرية وهي:

- حصر عمل الأدوات ضمن حيز القناة اللبية فقط.
- عدم دفع نتائج التحضير ذرياً خارج الثقبية الذروية.
- إزالة كامل النسج اللبية.
- إنهاء تشكيل وتنظيف الأسنان وحيدة القناة في جلسة واحدة عند توفر الإمكانية.

- تأمين فراغٍ لي كافٍ عبر توسيع القناة لاستقبال نتحة النسيج حول الذروية، التي يمكن أن تنشأ إثر استئصال اللب، بين جلسات المعالجة.

اقترح بعض الباحثين أن يتم إزالة محتويات القناة والقضاء على الإلتهاب اللبي دون استخدام أدوات التحضير القنوي، فقد أدخلت Lussi وزملاؤها عام 1993 تقنية تعتمد على مضخة وأنبوب وصمام خاص يثبت بإحكام فوق حفرة الوصول، لتأمين اهتزاز سوائل الإرواء تحت تأثير الضغط السلبي. لازالت هذه الطريقة قيد البحث والتجربة ولا يمكن أن تعمم سريراً، فتنظيف وتطهير القناة أي توفر الجهوزية الحيوية لا يعني بشكل تلقائي توفر الصلاحية التقنية لحشوها أي الجهوزية الميكانيكية (الشكل ٤-١).



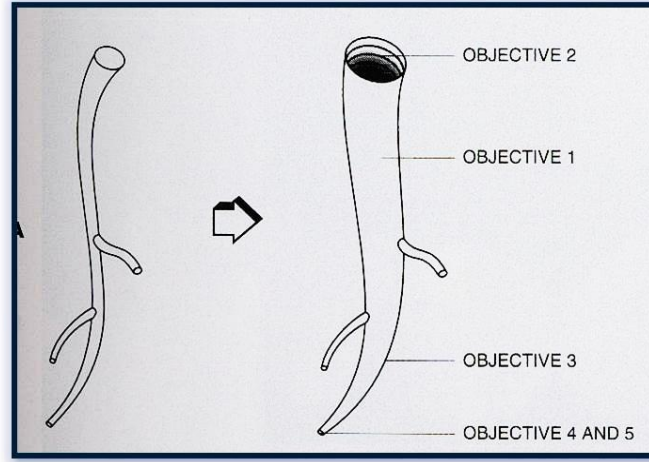
الشكل (٤-١): شكل ترسمي لنظام التداخل القنوي المقترح غير المعتمد على استخدام الأدوات اللبية التقليدية (نقلاً عن Lussi، 1993).

#### ٤-٢- المبادئ الميكانيكية

لا يكفي الالتزام بتحقيق المبادئ الحيوية، بل لابد من تحقيق مبادئ ذات طبيعة ميكانيكية لضمان التحضير الصحيح لمنظومة القناة الجذرية وهي (الشكل ٤-٢):

- تأمين شكل قمعي انسيابي للقناة الجذرية: يشابه أو يستمد من الشكل الأصلي للقناة.
- توسيع القناة تدريجياً: الوصول بأبعاد القناة إلى قياسات أكبر.
- تستدق القناة وتضيق كلما اقتربنا من ذروتها بحيث يتوضع أصغر قطر لمقطع العرض عند الملتقى العاجي الملاطي.
- عدم تغيير معالم الثقبية الذروية: المحافظة على شكل واتجاه ومستوى انفتاح الثقبية الذروية.
- الحفاظ على الأبعاد الأصغرية للذروة الحقيقية للقناة.





الشكل (٤-٢): يبين المبادئ الميكانيكية لـ Schildre عام 1974.

الملاحظ العامة لشكل وقياس التحضير القنوي: بناءً على مبادئ Schildre يمكن تحديد وضبط شكل ونسبة التحضير القنوي الملائمة.

### شكل التحضير القنوي

يجب أن "نأخذ ماتعطينا القناة الجذرية" ونقوم بتشكيلها وفق قمعية محددة تتصف بالانسيابية المستمرة المتجانسة المستمدة من خصائصها الشكلية الأصلية، الأمر الذي يساهم في:

- تعزيز فعالية الضمادات المضادة للجراثيم القناة وتأمين وصول سوائل الإرواء لأجزائها كافة.
- تأمين جدران ذات شكل مقاوم لتجاوز الأقماع الحاشية مايعزز فعل التضيق الذروي.
- تسهيل تكثيف حشوة القناة بشكل متجانس وكتيم في أجزائها كافة وخاصة الذروية منها.
- تخفيض نسبة الأخطاء والاختلاطات الإجرائية.

هناك ارتباط وثيق بين شكل التحضير والفعالية المضادة للجراثيم، فالإزالة الميكانيكية الصحيحة للنسيج اللبي والعاج المصابين بالإنتان سيخلق فراغاً كبيراً كافياً يسمح باستيعاب ومرور ووصول سوائل الإرواء إلى مختلف أجزاء القناة بما فيها المناطق الصعبة والبعيدة مثل المناطق الذروية. تطبق سوائل الإرواء عموماً باستخدام محاقن ورؤوس إبر وحيدة الاستعمال بقياس وطول ملائم لأبعاد القناة الجذرية، تقوم بدفع السائل ليصل إلى مناطق أبعد بحدود 1-2 مم بالاتجاه الذروي من المستويات التي وصل إليها رأس

الإبرة فعلياً. هناك عدة عوامل تساهم في تأمين وصول أكثر عمقاً لسوائل الإرواء وبالتالي فعالية أكبر في تنضير النسيج الليي والقضاء على إنتان الجدران العاجية للقناة منها:

- انفتاح الجزء التاجي من القناة.
- توسيع الجزء الذروي من القناة.
- استخدام رؤوس إبر أدق قياساً وأكثر طولاً.

يغدو القضاء على إنتان المنطقة الذروية أكثر صعوبة في حالات الأقنية الضيقة والمنحنية.

### نسبة التحضير القنوي

لاتزال قيمة القمعية المناسبة وكمية التحضير الملائمة لأجزاء القناة بشكل عام وللمنطقة الذروية بشكل خاص موضع جدل مستمر. من المفترض أن تزداد فعالية التطهير بزيادة قمعية وحجم تحضير مناطق القناة، إلا أن تبعات هذا الارتباط الإيجابية ستتقلب إلى سلبية عندما تتجاوز حداً معيناً وعندما تتعلق بسلامة الجدران العاجية والمقاومة الميكانيكية للجذر، فهذه الأخيرة ستتناقص بشكل جوهري عند المبالغة في التحضير القنوي قياساً و-أو قمعية.

تبقى معرفة متى يتوقف تحضير القناة من حيث القياس والقمعية لكل جزء من أجزائها أمراً نسبياً يتبع تقدير الطبيب الممارس ويرتبط مباشرة بالخصائص الفردية التشريحية للمنظومة القنوية للحالة قيد العلاج إضافة إلى طريقة الحشو التي سيتم استخدامها. لا يوجد حد أدنى واضح يجب المحافظة عليه لشخانة الجدران العاجية، وقد اقترح بعض الباحثين القيمة 0.3 مم كحد أدنى لشخانة الجدران العاجية. لتجنب التحضير القنوي المفرط غير المتوازن على حساب أحد الجدران القنوية، لابد من تصميم حفرة وصول لبية ملائمة وتحقيق توسيع وانفتاح الثلث التاجي من القناة بشكل ملائم يسمح بدخول الأدوات بعلاقة متوازنة مع كافة الجدران العاجية أو موجهه بالاتجاه الصحيح نحو النطاقات الآمنة في الأقنية المنحنية.

لابد من استحضار تفاصيل تشريح المنظومة القنوية قبل البدء بتحضيرها، لاسيما الأجزاء المنحنية المقعرة من الجذر التي تتصف بحد أدنى من ثخانة الجدران العاجية. إن التحضير غير الصحيح للقناة المنحنية، الذي يجعلها أكثر استقامة، سيكون على حساب الجدار العاجي الأرق، ما يفقد القناة مركزيتها بالنسبة للجذر ويرفع احتمال انثقاب الجذر الجانبي. عموماً لابد من المحافظة المادية على العاج

الجذري قدر الإمكان، للحيلولة دون إضعاف بنية ومقاومة جدران الجذر الأمر الذي يؤهب لانكساره الحتمي عند التحميل الوظيفي.

يجب تجنب أخطاء التحضير الميكانيكية التي تعدّل من الشكل العام للقناة مثل تشكل نقاط الاصطدام، الانثقابات، انتقال الذروة وغيرها. تؤدي مثل هذه الأخطاء إلى انعدام القدرة على الوصول إلى بعض أجزاء منظومة القناة الجذرية ميكانيكياً و-أو كيميائياً، ما يعني عدم قابليتها للحشو القنوي. يؤدي الالتزام بهذه المبادئ إلى تحقيق قناة محضرة بأبعاد نهائية تتضمن القناة الأصلية على نحو كامل ومركزي، ما يعني أن كافة جدران ومناطق القناة قد تم تناولها ميكانيكياً بصورة متجانسة، وهذا قد يكون صعب التحقيق خصوصاً في حالات التشريح القنوي الصعبة.

حديثاً، مع ظهور مبدأ الأداة ذاتية المعايرة Self-Adjusting File في التحضير القنوي، تغير مفهوم تحضير القناة إلى قياس وقمعية محددة، وأصبح يعتمد على تلاؤم الأداة مع شكل القناة الأولي لتأمين مساحة تماس قصوى، ما يعني تحسين فعالية التنظيف والتشكيل لجدران القناة مع الاحتفاظ بالخصائص الميكانيكية للجذر سليمة نتيجة الالتزام بالحد الأدنى المتساوي من كمية التحضير في أجزاء القناة كافة.

## ٥- القواعد الناظمة للتنظيف والتشكيل القنوي

هناك عدد من خطوات الإرشاد الناظمة لعملية التنظيف والتشكيل القنوي لا بد من اتباعها في سبيل تحقيق المعالجة اللبية الناجحة وتتضمن:

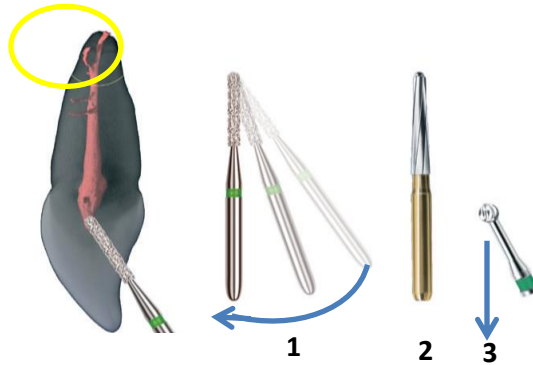
- تأمين خط دخول انسيابي مستقيم.
- التحديد الدقيق للطول العامل للقناة.
- تأمين وسط مروى بشكل وفير (النقع اللبي القنوي).
- الاستعانة بالأدوات المناسبة من حيث التصميم وتدرج القياس والقمعية تبعاً لصعوبة الحالة.
- تحقيق تحضير قمعي انسيابي متجانس يشمل كافة أجزاء القناة.
- تحقيق التطهير الفعال لكافة أجزاء القناة.

## ٦- المراحل المتسلسلة للتنظيف والتشكيل القنوي

### ٦-١- تأمين الوصول الملائم

إنجاز حفرة وصول صحيحة التصميم هو إجراء لازم وضروري لتحقيق التنظيف والتشكيل القنوي الملائم. لا بد من التأكيد على أن أخطاء هذه المرحلة تؤثر بشكل كبير على جودة ونتائج المعالجة اللبية، فالتوسيع الزائد خلال تشكيل حفرة الوصول يؤثر سلباً على مقاومة النسيج السنية، ويمكن أن يؤدي إلى انكسارها ما يعقد مرحلة الترميم وإعادة التأهيل الوظيفي للسن. بالمقابل لن يسمح تصميم حفرة الوصول "الخجولة" للأدوات بالوصول الحر إلى أجزاء القناة خصوصاً الذروية منها، ما يجعل ارتكاب أخطاء المعالجة وارتفاع نسبة فشلها أمراً حتمياً.

لا بد من الاستعمال الصحيح للسنابل من حيث أنواعها وأشكالها وحجومها واتباع التسلسل ومحور الدخول الملائم (الشكل ٤-٣)، وقد شُرِحت مراحل تشكيل حفر الوصول اللبية في الفصل الثاني.



الشكل (٤-٣): مثال عن سلسلة استخدام السنابل لتحقيق حفرة وصول لبية صحيحة في ثنية علوية. (1): يمكن استعمال سنبله اسطوانية ماسية لإزالة الميناء باتجاه عمودي على السطح الحنكي. بعد اختراق سقف الحجرة يتم إمالة السنبله لتوازي المحور الطولي للسن لتحقيق خط الدخول المستقيم. (2): يمكن استعمال سنبله تنغستين كربايد شاقه مستدقة برأس غير عامل لإنهاء تشكيل جدران حفرة الوصول. (3): يمكن إزالة الزوائد والرفوف العاجية والقرون اللبية المليئة ببقايا اللب باستعمال سنبله كروية بحركة بشر أثناء الإخراج.

### ٢- التوسيع - الانفتاح التاجي المبكر Coronal Preflaring

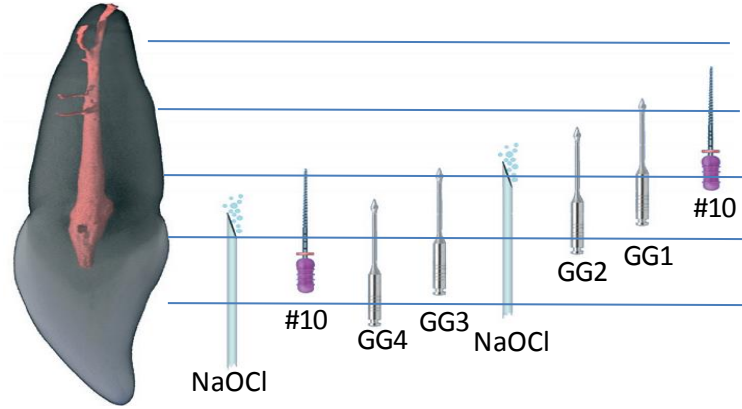
يجب تحقيق التمادي الانسيابي انطلاقاً من حفرة الوصول اللبية نحو الحجرة اللبية ومن ثم إلى الجزء التاجي من القناة من خلال تأمين الانفتاح التاجي خلال مرحلة مبكرة من التحضير القنوي. عندما تكون القناة متضيقة أو متكلسة أو صعبة الوصول بسبب تزوي محورها العام، فإن توسيع الجزء التاجي

من القناة يغدو إجراءً لازماً وضرورياً قبل التقدم عمقاً ضمن القناة نحو ذروتها. تتضمن وسائل تأمين الانفتاح التاجي للقناة استعمال:

- سنابل **GG**: بتسلسل تصاعدي القياس يوافق طريقة Step-Back أو تنازلي القياس يوافق طريقة Step-Down (الشكل ٤-٤).

- أو سنابل **NiTi** فاتحة فوهات الأقنية: بتسلسل تنازلي يوافق طريقة Crown-Down

يسمح توسيع فوهة القناة بإزالة الرفوف والمثلثات العاجية، في سبيل تأمين خط دخول مستقيم ومسار قنوي انسيابي يضمن التقدم الحر الآمن للأدوات اللببية نحو ذروة القناة.



الشكل (٤-٤): شكل ترسمي للتوسيع التاجي لثنية علوية. بعد تشكيل حفرة الوصول تروى القناة وتسلك بشكل أولي، ثم تطبق سنابل **GG** بتسلسل تنازلي القياس يوافق طريقة Step-Down لتأمين خط دخول مستقيم بغية الوصول إلى الثلث المتوسط للقناة. يستخدم المبرد #10 K لسبر وتسليك مجرى القناة

### فوائد الانفتاح التاجي

يسمح التوسيع التاجي المبكر للقناة، الذي قد يمتد عمقاً حتى يصل إلى الثلث المتوسط للقناة، بـ:

- الوصول الحر للأدوات إلى الثلث الذروي من القناة.
- منح الطبيب حس ضبط لمسي أصبعي أفضل، يساهم بفعالية في توجيه مبرد الاستكشاف صغيرة القياس المحنية مسبقاً بشكل يوافق اتجاه انحناء النهاية الذروية للقناة.
- تخفيض نسبة الأخطاء الإجرائية المبكرة: على سبيل المثال، تنفتح القناة MB2 ضمن الحجرة اللبية عادة تحت رف عاجي أنسي، وتبدي انحناءً نحو الوحشي في ثلثها المتوسط.

غالباً ما يؤدي الانحناء في مثل هذه القناة الضيقة إلى تشكيل درجة، الأمر الذي سيمنع تنظيف وتشكيل كامل الطول العامل للقناة.

- وصول أعمق وفعالية أكبر لسوائل الإرواء المطهرة.
- التخفيف من تغير الطول العامل خلال التحضير القنوي.

### ٣- تسليك القناة الجذرية Root Canal Patency

يستلزم التداخل الآمن على منظومة القناة الجذرية سير واستكشاف أجزائها المختلفة بشكل متأن وحذرٍ ومن ثم تشكيل مسلكٍ قنوي انسيابي باستخدام مبرد التسليك، وهو عبارة عن مبرد K صغير القياس (#10 أو #15)، يتناول كامل القناة الجذرية ويتجاوز الثقب الذروي قليلاً. يتكرر استخدام هذا المبرد خلال مراحل التحضير التالية بهدف تجميع المراحل والمحافظة والتأكيد على انسيابية التحضير والحيلولة دون التكس الذروي لنتائج التحضير من خلال تبديدها وتحريكها بالاتجاه التاجي في سبيل الحفاظ على الطول العامل للقناة. يستخدم مثل هذا المبرد في التحضير القنوي اليدوي والآلي على حد سواء خصوصاً في حالات التحضير الآلي للأقنية الصعبة ذات التشريح المعقد.

يمكن أن يترافق استخدام مثل هذا المبرد بآثار جانبية عندما يكون بقياس كبير مع دفعه بعد الذروة لمسافة كبيرة وخصوصاً في الحالات العفنة. تبقى الآثار السلبية لهذا المبرد عند استعماله الصحيح، مهمة الأثر سريريًا، عند العمل بوسط مرؤى بشكل جيد بهيوكلوريت الصوديوم، مقارنة بفوائده المتعددة.

### ٤- تحديد الطول العامل Working Length Determination

مرحلة أساسية تبنى عليها المراحل التالية للمعالجة من برد وتوسيع ومن ثم حشو وختم قنوي. تُنجز بطرائق مختلفة تتفاوت من حيث الدقة والموثوقية وسهولة التطبيق. يتم إسقاط الطول العامل الذي تم تحديده للقناة الجذرية على الأداة اللبية باستخدام المحددة المطاطية للأداة اللبية وذلك للالتزام به خلال مراحل التحضير القنوي.

يمكن الاعتماد على عدة طرائق لمقاربة الطول العامل للقناة الجذرية منها التصوير الشعاعي المباشر، والطريقة الحاسوبية المعتمدة على المعطيات الشعاعية، والتحديد الإلكتروني، وحس اللمس الإصبعي للطبيب، وحس الألم عند المريض، وأثر ترطيب-إدماء النسيج حول الذروة لرأس القمع الورقي التجريبي.

أظهرت الإحصاءات عموماً أن طول السن يتراوح من 19-25 مم (التاج: 10 - الجذر: 9-15). بناءً عليه يمكن تقسيم الجذر إلى 3 أثلاث طول كل منها 3-5 مم. يعتبر تعيين الحدود الذروية للتحضير القنوي إجراءً هاماً، ومن الضروري تحديد علاقته بالتشريح الذروي للجذر بشكل دقيق.

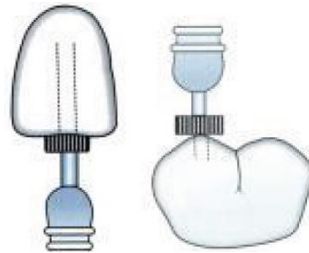
بينت الأبحاث أن التحضير والحشو القنوي يجب أن ينتهيا عند التضيق العاجي الذروي الذي يمثل القطر الثابت الأضيق للقناة الجذرية. يمكن أن يتطابق التضيق العاجي الذروي مع الملتقى العاجي الملاطي في بعض الحالات نسيجياً، إلا أن هذا الأخير، لا يمكن تحديده شعاعياً بدقة، وبالتالي لا يمكن الاعتماد عليه دائماً كونه معلماً تشريحياً متغيراً بسبب عدم ثبات موقعه من سن إلى آخر، ومن جذر إلى آخر في نفس السن، ومن قناة إلى أخرى في نفس الجذر، ومن جدار إلى آخر في نفس القناة.

بناءً عليه يقترح الباحثون الاعتماد على الذروة الشعاعية كنقطة تشريحية ثابتة، لتحديد موقع نهاية التحضير الذروية، التي تبتعد مسافة تتراوح من 0.5-1 مم عن الذروة الشعاعية في الحالات الحية، ويمكن أن تصل حتى 2 مم في الحالات العفنة المترافقة بأفة ذروية. غالباً ما يؤدي تحضير القناة بطول أقصر إلى انسداد النهاية الذروية نتيجة تشكل عائق مادي محدث، ما يؤدي إلى فقدان الطول العامل. تتألف مثل هذه العوائق من بقايا اللب العضوية والبرادة العاجية والجراثيم، ما يشكل السبب الرئيس للتهاب النسيج حول الذروية المعند أو الناكس أو الإصابة حول الذروية التالية للمعالجة.

#### ٤-١- الخصائص العامة للطول العامل للقناة الجذرية

يمتد الطول العامل للقناة بين نقطتين:

- نقطة مرجعية ثابتة: تُحدد على تاج السن مثل ذروة حذبة أو حد قاطع (الشكل ٤-٥)
- الحدود الذروية للتحضير: التضيق العاجي الذروي (الملتقى العاجي الملاطي).



الشكل (٤-٥): تموضع المحددة المطاطية للأداة اللبية استناداً إلى النقطة المرجعية عند تحديد الطول العامل

## التحديد الدقيق للطول العامل للقناة الجذرية: يؤمن

- تحضير الفراغ القنوي بشكل ملائم بعيداً عن الزيادة أو النقصان.
- المحافظة على معالم الذروة الحقيقية من حيث الشكل، الحجم، مستوى الانفتاح، الاتجاه، ما يضمن حشو جيد وكتيم ومتجانس وآمن للقناة بدون أخطاء واختلاطات آنية أو تالية.

## التحضير القنوي المتجاوز للطول العامل: يؤدي إلى:

- إلغاء التضيق الذروي: فقدان المسندة الطبيعية اللازمة لتأمين تكثيف جيد ومحكم وكتيم لحشوة القناة في جميع أجزائها وخصوصاً في المنطقة الذروية.
- التخريش الميكانيكي للنسج حول الذروية خلال وبعد المعالجة.
- التخريش الكيميائي للنسج حول الذروية خلال وبعد المعالجة.
- رفع نسبة انفصال أجزاء الأدوات المتجاوزة للتضيق الذروي أثناء إعدادها لحيز القناة.
- تجاوز الإسمنت و-أو الأقماع الحاشية للثقبية الذروية.
- رفع نسبة حدوث واستمرارية الألم المرافق للمعالجة (ألم رباطي معنّد).

يمكن أن يكون هذا الخطأ الإجرائي السبب الرئيس لفشل المعالجة اللبية وعدم عودة السن إلى الوظيفة.

## التحضير القنوي الناقص عن الطول العامل: يؤدي إلى:

- ترك الجزء الذروي من القناة بدون تنضير أو تحضير، ما يشكل بؤرة كامنة لاندلاع التهاب حول ذروي مستقبلاً.
- التطهير غير الكامل للقناة الجذرية.
- انخفاض نسبة الألم الآني المرافق لمراحل التحضير والحشو على حساب جودة العمل.
- حشو قنوي غير كامل وغير كتيم في المنطقة الذروية.
- ارتفاع نسبة ظهور الأعراض التالية أو الفشل بعيد المدى للمعالجة اللبية:
  - الألم التالي المعنّد.
  - آفة حول ذروية.
  - فرط تمعدن العظم السنخي حول الذروي.



#### ٤-٢- طرائق قياس وتحديد الطول العامل للقناة الجذرية

هناك العديد من طرائق القياس التي تتفاوت من حيث سهولة الإنجاز والدقة والموثوقية، سنستعرض أكثرها شيوعاً من حيث الخصائص العامة ومراحل التطبيق العملية.

#### ٤-٢-١- الطريقة المباشرة اعتماداً على التصوير الشعاعي

طريقة شائعة وسهلة وبسيطة وغير مكلفة، تؤمن معطيات قريبة جداً من الحقيقة إذا تم الالتزام بالمعايير الأساسية للتصوير الشعاعي الذروي. لا بد من الأخذ بعين الاعتبار وجود نسبة ارتياب للتصوير الشعاعي عموماً ناجمة عن نقل الحقيقة ثلاثية الأبعاد إلى حيز ثنائي البعد، وبالتالي لا بد من توفر الوضوح في الصور الشعاعية الذروية وخلوها من أخطاء التصوير ليتم بناء البعد الثالث بشكل صحيح من خلال قراءة وتفسير معطيات الصورة بشكل علمي ومنهجي. تتم هذه الطريقة كما يلي:

١ - لا تُستخدم الأدوات الدقيقة ( #8 أو #10 ) نظراً لكون رؤوسها صغيرة الأبعاد لن تظهر بوضوح على الصورة الشعاعية.

٢ - ندفع بالأداة ( #15 أو #20 ) باتجاه الذروة ونتوقف عند الشعور بالتضييق الذروي. لا بد أن يتناسب عمق دخول الأداة مع الأطوال الوسطية لأشكال الأسنان المختلفة. نثبت المحددة المطاطية عند النقطة المرجعية التاجية ثم نخرج الأداة من القناة.

٣ - نسجل الطول الأولي الافتراضي مؤقتاً، وهو يمتد من المحددة المطاطية حتى ذروة الأداة.

٤ - ندخل الأداة ضمن القناة إلى الطول الأولي ونتأكد من ثبات الأداة في مكانها (يمكن دك كرية قطنية ضمن الحجرة اللبية لضمان عدم وقوع الأداة ضمن الحفرة الفموية) ثم نقوم بالتصوير الشعاعي.

٥ - لا بد من تقدير كمية الأشعة والزمن المناسبين بناءً على:

- خصائص الأفلام المستخدمة من حيث الحساسية.
- طبيعة المنطقة الفكية وحجم السن من حيث الكثافة النسيجية.

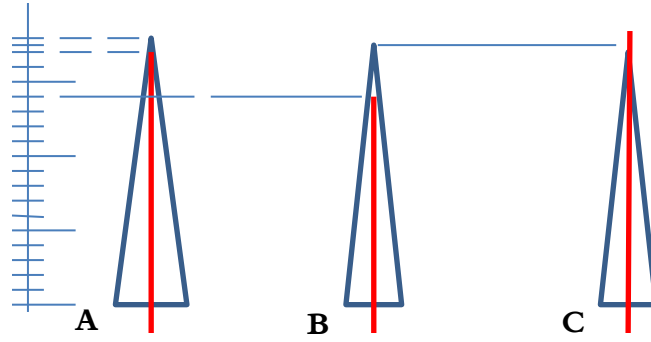
يضاف إلى ذلك إجراءات التحميض التي لابد أن تكون منجزة بشكل متقن لإظهار معطيات التصوير الشعاعي بشكل واضح وثابت وتجنب الأخطاء الناجمة عن التصوير و-أو التحميض أو انتهاء الصلاحية.

٦ - تمكنا قراءة معطيات الصورة الشعاعية من استنتاج الطول العامل للقناة كما يلي:

عندما يوافق الطول الأولي للأداة المُحدّد قبل التصوير الشعاعي، مع الطول العامل للقناة شعاعياً: عندها نثبت هذا الطول ونسقطه على كافة الأدوات اللبية خلال مراحل تحضير القناة. مثلاً، قُدّر الطول الأولي للأداة بـ 17 مم، وبعد التصوير الشعاعي وجد أن ذروة الأداة تبتعد 1-0.5 مم عن الذروة الشعاعية للجذر، عندها نقرر أن الطول الأولي للأداة وافق الطول العامل للقناة حسب معطيات التصوير الشعاعي (الشكل ٤-٦/أ).

عندما يظهر أن الطول الأولي للأداة المحدد قبل التصوير الشعاعي أقل من الطول العامل للقناة شعاعياً: عندها نقدر مقدار النقصان ونضيفه إلى الطول الأولي للأداة لنستنتج الطول العامل للقناة، ثم نثبته ونسقطه على كافة الأدوات اللبية خلال مراحل تحضير القناة. مثلاً، قُدّر الطول الأولي للأداة بـ 14 مم، وبعد التصوير الشعاعي، وُجد أن ذروة الأداة تحتاج إلى 4 مم لتصل إلى الذروة الشعاعية للجذر، عندها لابد من إضافة 3 مم إلى الطول الأولي للأداة ليصبح (17=14+3)، ثم يسجل هذا الرقم بوصفه الطول العامل للقناة حسب معطيات التصوير الشعاعي (الشكل ٤-٦/ب).

عندما يظهر أن الطول الأولي للأداة المحدد قبل التصوير الشعاعي أكبر من الطول العامل للقناة شعاعياً: عندها نقدر هذه الزيادة وننقصها من الطول الأولي للأداة لنستنتج الطول العامل للقناة، ثم نثبته ونسقطه على كافة الأدوات اللبية خلال مراحل تحضير القناة. مثلاً، قُدّر الطول الأولي للأداة بـ 19 مم، وبعد التصوير الشعاعي وُجد أن ذروة الأداة تتجاوز الذروة الشعاعية للجذر بمقدار 1 مم، عندها لابد من إنقاص 2 مم من الطول الأولي للأداة ليصبح 17 مم، ثم يسجل هذا الرقم بوصفه الطول العامل للقناة حسب معطيات التصوير الشعاعي (الشكل ٤-٦/ج).



الشكل (٤-٦): شكل ترسمي يبين أمثلة عن كيفية تحديد الطول العامل للقناة الجذرية اعتماداً على المعطيات الشعاعية. (A): الحالة التي توافق فيها الطول الأولي للأداة اللبية مع الطول العامل للقناة بعد التصوير الشعاعي الذروي، (B): الحالة التي استلزمت زيادة الطول الأولي للأداة ليصل إلى الطول العامل للقناة بناءً على المسافة التي تفصلها شعاعياً عن الذروة الشعاعية، (C): الحالة التي استلزمت إنقاص الطول الأولي للأداة ليصل إلى الطول العامل للقناة بناءً على مسافة التجاوز للذروة الشعاعية التي ظهرت حسب المعطيات الشعاعية.

٧- عند وجود فارق كبير للتصحيح يتجاوز 3 مم (زيادة أو نقصاناً)، عندها نقوم بالتعديل المطلوب على طول الأداة ونعيد التصوير الشعاعي وذلك للتأكد من مقارنة الطول الحقيقي للقناة بشكل أكثر دقة ومصادقية.

٨- يجب الأخذ بعين الاعتبار وجود هامش خطأ أو ارتياب يتراوح من 0.5-1 مم يعزى إلى اختلاف الاسقاط الشعاعي عن الحقيقة.

نذكر بأن الصورة الشعاعية تختزل الحقيقة من ثلاثية إلى ثنائية الأبعاد، وبالتالي فإن تفسير أو قراءة الصورة الشعاعية لإعادة بناء البعد الثالث يمكن أن يكون خاطئاً. لمقاربة الحقيقة بشكل أكثر دقة يجب:

- إجراء صورة بأشعة ناظمة وصورة بأشعة مزوّاة واتباع قاعدة SLOB لتفسير المعطيات

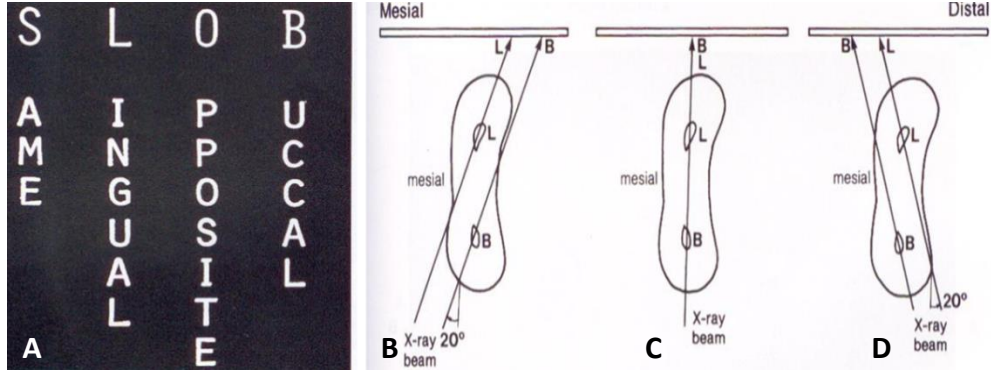
الشعاعية (الأشكال ٤-٧ و ٤-٨). كما يمكن الاستعانة بأشكال الأدوات المختلفة في

سبيل تمييز هوية القناة ضمن الصورة الشعاعية في حالة الأسنان متعددة الجذور.

- القراءة الدقيقة التفصيلية لاستنتاج اتجاه ومستوى انفتاح الثقب الذروية والذروة الحقيقية.

- عند عدم وضوح الذروة الشعاعية بسبب تراكمها مع مكونات تشريحية مجاورة أو مع

الحجب العظمية، يمكن الاسترشاد بشفافية المسافة الرباطية للجذر.



الشكل (٤-٧): (A): يبين قاعدة (SLOB) لتفسير معطيات التصوير الشعاعي عند إجراء الإسقاط المُرَوَّى. (B): عند توضع قمع الأشعة نحو الأنسي بالنسبة للسن فإن مسار الأشعة سيؤدي إلى إسقاط خيال القناة اللسانية إلى الأنسي، فتغدو القناة اللسانية (L) (أنسية) والقناة الدهليزية (B) (وحشية) في الصورة الشعاعية. (C): عند توضع قمع الأشعة بشكل عمودي على السطح الدهليزي للسن، سيتراكب خيال القناة الدهليزية واللسانية في صورة الأشعة. (D): عند توضع قمع الأشعة نحو الوحشي بالنسبة للسن فإن مسار الأشعة سيؤدي إلى إسقاط خيال القناة اللسانية إلى الوحشي، فتغدو القناة اللسانية (L) (وحشية) والقناة الدهليزية (B) (أنسية) في الصورة الشعاعية.



الشكل (٤-٨): يبين كيف تظهر الأقنية الجذرية للرحى الأولى السفلية التي تتضمن الأدوات اللبية عند إجراء التصوير الشعاعي المُرَوَّى من خلال تطبيق الإزاحة الأنسية أو الوحشية. اعتماداً على قاعدة SLOB ونمط الإزاحة المطبقة يمكن استنتاج هوية كل قناة بشكل دقيق.

تنفتح الثقبة الذروية بشكل جانبي (منحرف) وليس بشكل مستقيم على ذروة الجذر بنسب 2/3 من الحالات وذلك كما يلي:

- 66 % : بالاتجاه الدهليزي أو اللساني ولا يكشف إلا بتزوي الأشعة.

- 33 % : بالاتجاه الأنسي أو الوحشي ويمكن كشفه بالأشعة الناعمة.

#### ٤-٢-٢- الطريقة الحسابية بالاعتماد على المعطيات الشعاعية

تعتمد على تحديد قيم ثلاث متغيرات لاستنتاج المتغير الرابع:

**طول السن شعاعياً:** يتم قياسه مباشرة على الصورة الشعاعية الذروية بين النقطة المرجعية التاجية والذروة الشعاعية للجذر.

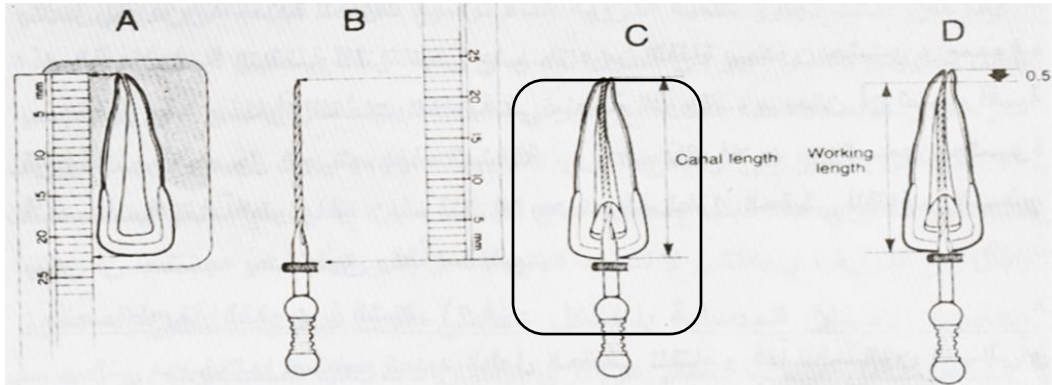
**طول الأداة شعاعياً:** يتم قياسه مباشرة على الصورة الشعاعية الذروية بين المحددة المطاطية وذروة الأداة.

**طول الأداة الحقيقي:** يتم تعيينه بين المحددة المطاطية الموافقة للنقطة المرجعية لتاج السن وذروة الأداة، الذي من المفترض أن يتوافق مع الذروة الحقيقية للجذر (الملتقى العاجي الملاطي).

**طول السن الحقيقي:** المجهول الوحيد للاستنتاج حسابياً، الذي سيحدد الطول العامل للقناة الممتد من النقطة المرجعية التاجية إلى الذروة الحقيقية، كما يلي:

$$\frac{\text{طول السن الحقيقي}}{\text{طول السن شعاعياً}} = \frac{\text{طول الأداة الحقيقي}}{\text{طول الأداة شعاعياً}}$$

يبين الشكل (٤-٩) كيفية تحديد قيم ثلاث متغيرات في سبيل استنتاج وحساب المتغير الرابع وهو الطول العامل للقناة الجذرية.



الشكل (٤-٩): الطريقة الحسابية لتحديد الطول العامل للقناة. (A): طول السن شعاعياً، (B): طول الأداة الحقيقي، (C): طول الأداة شعاعياً، (D): طول السن الحقيقي وهو المجهول الوحيد. من خلال إنقاص 0.5-1 مم من طول السن الحقيقي، نحدد الطول العامل للقناة الجذرية.

#### ٤-٢-٣- التحديد الالكتروني للطول العامل للقناة الجذرية

بدأ Custer بمحاولات مبكرة منذ العام 1918 لتحديد طول القناة باستخدام جهاز كهربائي خاص، بعدها قام Sunada عام 1962 بتطوير أول جهاز لتحديد الذروة اعتماداً على مبدأ أن الثقبية الذروية يمكن تحديد موقعها باستخدام التيار الكهربائي المباشر.

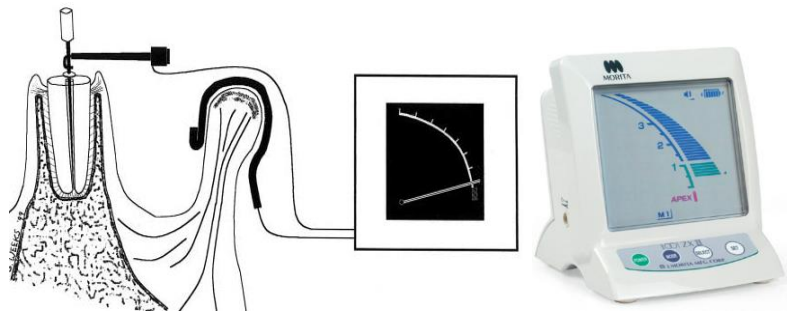
#### الخصائص العامة

يعد جهاز تحديد الذروة الالكتروني وسيلة دقيقة لتحديد الطول العامل للقناة، وتوفير استخدام الصور الشعاعية، إلا أنه لا يمكن اعتبارها خالية تماماً من الأخطاء، فهناك العديد من المتغيرات التي يمكن أن تؤثر على جودة ودقة هذه الأجهزة أو تشوش أداؤها، مثل ذرا الجذور غير مكتملة النمو، والامتصاص الذروي في حالات الإنتان الليي المزمنة، والأقنية اللبية الجانبية وأقنية مفترق الجذور وترميمات التاج المعدنية وغير ذلك.

**المبدأ:** الاعتماد على المقاومة الكهربائية للمسافة الرباطية حول الذروة البالغة 40 ميكرو أمبير. تسمح ملامسة رأس الأداة اللبية للنسج حول الذروة بتشكيل دائرة كاملة ومرور التيار (الشكل ٤-١٠):

- المسرى الأول : شفة المريض.

- المسرى الثاني : الجزء المعدني للأداة اللبية.



الشكل (٤-١٠): شكل يبين كيفية تشكل الدارة الكهربائية التي تسمح بتحديد موقع ذروة الجذر

يعتمد بعض الممارسين الطريقة الالكترونية بديلاً عن التصوير الشعاعي في سبيل تحديد الطول العامل للقناة الجذرية، إلا أنه حتى الوقت الراهن لا يمكن الاستغناء عن التصوير الشعاعي الذروي، الذي يزودنا بمعلومات تشريحية هامة في المرحلة التشخيصية لا تقتصر فقط على الطول العامل، والتي ستفقد كلياً عند

الاعتماد بشكل حصري على التحديد الالكتروني لذروة الجذر. لذلك يفضل إشراك التقنيتين للوصول إلى تحديد دقيق للطول العامل للقناة الجذرية.

**المحاسن:** يؤدي التحديد الالكتروني لذروة الجذر فائدة كبيرة في بعض الحالات الخاصة مثل:

- حالات ذرا الجذور غير المرئية على الأشعة بسبب تراكب المعالم التشريحية.
- الحالات العامة التي لا ينصح معها باستخدام الأشعة مثل الحمل.

**المساوي:** يتصف التحديد الالكتروني ببعض الثغرات التي تؤثر في موثوقية المعطيات كما في حالة:

- تشكُّل دارة قصيرة عند وجود قناة جانبية واسعة، أو قناة في مفترق الجذور أو بسبب وجود انثقاب جذري.
- اضطراب القراءة عند وجود ترميم معدني قريب.
- التسبب باضطراب عمل الأجهزة الكهربائية المرتبطة بالجسم مثل Pacemaker.

أبدى الجيل الأول والثاني من أجهزة تحديد الذروة الالكترونية حساسية تجاه محتوى القناة الجذرية وكمية وطبيعة سائل الإرواء المستخدم خلال المعالجة. تميز الجيل الثالث، مثل جهاز Root ZX، بالاعتماد على مصدرين للتيار بتواترين مختلفين، وتستند النتيجة على الكمون الالكتروني النسبي لكل منهما بهدف قياس تيار القناة، وبالتالي لا تأثير لحالة الأقطاب على دقة عمل الجهاز. هذا يعني سريراً عدم الحاجة إلى تخفيف محتويات القناة، إلا أن تماس سوائل القناة مع التيجان أو الترميمات المعدنية سيساهم في نقل التيار الكهربائي وتشكيل دارات قصيرة وبالتالي تشويش النتائج.

تعتبر هذه الأجهزة آمنة الاستخدام عموماً، إلا أنه يجب عدم استخدامها عند الأشخاص الحاملين لأجهزة تنظيم ضربات القلب Pacemakers دون استشارة طبيبه المختص بالأمراض القلبية. ساعد استخدام أجهزة تحديد الذروة في التحديد الدقيق لموقع الثقب الذروية وبالتالي السماح بتحضير أكثر أماناً واحتراماً للتضييق الذروي وسلامة النسج حول الذروية.

#### ٤-٢-٤ - حس اللمس الإصبعي للطبيب Tactile Sensation

يعتمد بعض الأطباء الممارسين على حس اللمس الإصبعي وذلك لتحديد النهاية الذروية للقناة. تحذر الإشارة إلى أنه لا يمكن الوثوق بمثل هذه الطرائق التقريبية التي ترتبط بمتغيرات كثيرة، منها الخبرة الشخصية والمواصفات التشريحية للمنطقة الذروية لكل قناة وتغيراتها التطورية والفيزيولوجية والمرضية.

في هذا السياق يساهم الانفتاح التاجي المسبق للقناة في تحسين وتعزيز وضبط حس اللمس. بالنتيجة يمكن الاستئناس بحس اللمس الإصبعي للتأكد من دقة الطول العامل، الذي لا بد أن يتم تحديده بطرائق أكثر مصداقية وموثوقية وتكرارية.

#### ٤-٢-٥ - إحساس الألم عند المريض Patient Pain Reaction

يمكن الاستئناس برد فعل المريض تجاه وخز النسج حول الذروية عند تجاوز رأس الأداة للتضييق الذروي للجذر وذلك في سياق تقدير الطول العامل للقناة بشكل تقريبي. الجدير بالذكر أنه يمكن أن يتفاوت رد الفعل من مريض إلى آخر، وفي نفس المريض من وقت إلى آخر لأسباب فردية عامة تتعلق بعتبة الألم، أو لأسباب موضعية تتعلق:

- بوجود بقايا لبية حية عند ذروة الجذر.
- بكمية النتحة المصلية للنسج حول الذروية التالية لاستئصال اللب التي تدخل القناة وفيما إذا تم دفعها بالاتجاه الذروي.
- طبيعة ودرجة السلامة الصحية للنسج حول الذروية.

بناء عليه لا يمكن الاعتماد على إحساس المريض لتحديد الطول العامل للقناة بشكل دقيق وموثوق.

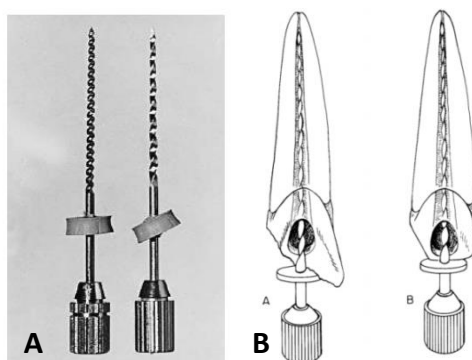
#### ٤-٢-٦ - ترطيب - إدماء رأس القمع الورقي التجريبي Paper Point Bleeding

يمكن الاستئناس بهذه الطريقة ولا يمكن اعتمادها بسبب عدم ثبات نتائجها، فعندما يتجاوز رأس القمع الورقي للتضييق الذروي، يمكن أن يتلوث بالدم أو يمتص بعض رطوبة النسج حول الذروية. عندما يكون قياس القمع ومقدار التجاوز كبيراً يمكن أن يخرش النسج حول الذروية مؤدياً إلى إدمائها.



في حال وجود آفة ذروية يمكن أن يصبح الأمر أكثر غموضاً، ولا يمكن الاستدلال إلى موضع الذروة من خلال نسبة الترطيب أو النز المصلي أو القيحي أو الإدماء.

في هذا السياق، لابد من الأخذ بعين الاعتبار أهمية التوضع الثابت وغير المائل للمحددة المطاطية على الأداة اللبية، إضافة إلى أهمية اختيار نقطة مرجعية واضحة وثابتة على تاج السن، لتجنب تغير الطول العامل أثناء التحضير القنوي الشكل (٤-١١). يؤدي انزياح موضع المحددة المطاطية و-أو تغير موضع النقطة المرجعية بسبب ارتباطها بوجود نسيج نخرة أو عدم وضوحها أصلاً على تاج السن، إلى عدم الالتزام بالطول العامل المحدد للقناة أثناء التحضير زيادة أو نقصاناً، مايمكن أن يكون له بالغ الأثر على جودة المعالجة اللبية.



الشكل (٤-١١): (A): مقارنة بين التوضع المستوي الصحيح (إلى اليسار) والمائل الخاطئ (إلى اليمين) للمحددة المطاطية على الأداة اللبية، (B): مقارنة بين نقطة مرجعية غير ملائمة (إلى اليسار) ونقطة مرجعية ملائمة (إلى اليمين) على تاج سن أمامي عند تحديد الطول العامل للقناة الجذرية.

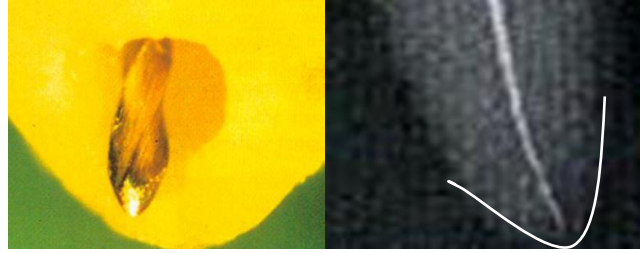
### تأثير الانفتاح الجانبي للثقبية الذروية على دقة تحديد الطول العامل للقناة الجذرية

يساهم الانفتاح الجانبي أي المنحرف للثقبية الذروية في عدم الدقة في تحديد الطول العامل للقناة. يزداد الخطأ في تحديد الطول العامل بزيادة المسافة العمودية التي تفصل الثقبية الذروية المنفتحة جانبياً عن الذروة الشعاعية للجذر، الذي يترافق بزيادة الخطأ في تفسير معطيات الصورة الشعاعية الذروية. في مثل هذه الحالات تصل الأداة إلى النهاية الذروية الحقيقية للقناة أي الملتقى العاجي الملاطي، وتبدو شعاعياً أقصر من الطول العامل للقناة وعندها تُدفع بالاتجاه الذروي إلى المسافة المفترضة التي تفصلها عن الذروة الشعاعية، الأمر الذي يجعلها في الحقيقة، تتجاوز التضيق العاجي الملاطي وتخترق النسيج حول الذروية.

تنخفض إمكانية حصول هذا الخطأ عند الانفتاح الجانبي للثقب الذروية بالاتجاه الأنسي والوحشي بفضل إمكانية تمييز الانحراف شعاعياً، بالمقابل لا يمكن كشف هذا الانفتاح الجانبي للثقب الذروية عندما يكون بالاتجاه الدهليزي أو اللساني (الحنكي) بسبب عدم القدرة على تمييز هذا المعطى التشريحي على الأشعة ما لم يتم تأمين تزوي الأشعة.

لا بد من التنويه إلى أنه في حالة عدم تقاطع-توافق المعلومات الخاصة بالطول العامل للقناة بين التحديد الشعاعي والالكتروني، نعتمد الطول الأقصر بناءً على المحاكمة التالية (الشكل ٤-١٢):

- إذا أدى تطبيق معطيات تحديد الطول الالكتروني إلى تجاوز الأداة للذروة الشعاعية، هنا ننقص مقدار التجاوز بالاعتماد على معطيات التصوير الشعاعي.
- إذا أشارت معطيات التحديد الشعاعي إلى عدم بلوغ الأداة للذروة الحقيقية، بينما أشار التحديد الالكتروني إلى ذلك، هنا نعتمد معطيات التحديد الالكتروني.



الشكل (٤-١٢): يبين إحدى حالات الانفتاح الجانبي للثقب الذروية بالاتجاه الدهليزي. يحدث التجاوز الذروي للأداة التي تبدو شعاعياً ملتزمة بالطول العامل، بينما يشير التحديد الالكتروني إلى هذا التجاوز.

## ٥- فعالية وأمان التنظيف والتشكيل القنوي الصحيح

نشير إلى ضرورة تحقيق توازن دقيق بين فعالية الأدوات وأمان استخدامها. في هذا السياق كلما زادت فعالية أداة التحضير انخفض مستوى الأمان عند استخدامها والعكس صحيح، بناءً عليه يغدو أمان الاستخدام أكثر أولوية على حساب الفعالية في حالات الأقتية الصعبة، الأمر الذي يستلزم وقت أطول وعدد أدوات أكبر للوصول إلى تحضير قنوي مقبول قياساً وقمعيةً.

٥-١- كفاءة الأدوات: تتعلق بالحالة البنيوية الشكلية للأدوات، لذلك لا بد من إجراء مايلي:

- فحص الأدوات قبل الاستعمال لاستبعاد ما تغير شكله، فالتغير الشكلي يعكس تغيراً بنيوياً جوهرياً يخفض مقاومة الأداة للتحميل أثناء قطع العاج، ويجعل فشلها البنيوي أي انكسارها أمراً حتمياً وسيحصل فجأة عند مستويات تحميل أدنى من الاعتيادية.
- تنظيف الأداة من نتاج التحضير بعد كل استخدام، للمحافظة على فعالية القطع وتخفيض مستويات التحميل التي تزداد بشكل غير مبرر عند تكس البرادة العاجية بين الحلزنتان.
- فحص الأداة بعد كل استخدام واستبعادها عند اضطراب انتظام حلزنتها زيادة أو نقصاناً أو عند فقدان استقامتها. لا بد من التأكيد على عدم إيلاء التكلفة الاقتصادية أي اعتبار، فتكلفة تدبير انكسار الأداة ضمن القناة أعلى بكثير من تكلفة استبدالها مادياً ومعنوياً.
- الاستخدام لمرة واحدة فقط للأدوات ذات القياسات الدقيقة مثل #8 أو #10:
  - كونها دقيقة البنية لا تتحمل الجهود الشديدة بشكل متكرر.
  - كون استخدامها يرتبط بتسليك أو توسيع أفضية متضيقة أو متكلسة، ما يعني تعرضها لمعدل جهد وإجهاد مرتفع يجعلها أقرب لحالة الفشل البنيوي بعد أول استعمال مقارنة بالأدوات الأكبر قياساً.
- استبعاد الأدوات بعد عدد محدد من مرات الاستعمال حتى ولو لم تتعرض لتشوه شكلي عياني، فهي ستبدي انسحالاً واهتراءً مجهرياً حتمياً نتيجة الاستعمال والتعقيم المتكرر، الأمر الذي يخفض فعاليتها ومقاومتها للجهود، ليصبح انفصال جزء منها أثناء التحميل مسألة وقت فقط.

## ٥-٢- التدرج في استعمال الأدوات مختلفة القياس

لا بد من الالتزام بمفهوم الاستعمال المتدرج لأدوات التشكيل القنوي مختلفة القياس، سواء كانت بقمعية ثابتة أو متغيرة، مهما كانت طبيعة سلسلة الاستعمال سواء تصاعدياً أو تنازلياً كما يلي:

- الطريقة التقليدية: تدرج تصاعدي للقياسات حيث تستخدم الأدوات الأصغر فالأكبر.
- الطريقة الذروية التاجية: تدرج تصاعدي للقياسات، حيث تستخدم الأدوات الأصغر فالأكبر كما في حالة تقنية Step-back.

- الطريقة التاجية الذروية: تدرج تنازلي للقياسات حيث تستخدم الأدوات الأكبر فالأصغر كما في حالة تقنية Crown-down.

- الطريقة الهجينة: يمكن دمج سلسلة الاستخدام لأكثر من طريقة، للإفادة من محاسن هذه الطرق مجتمعة كما في طريقة Step-down أو الانفتاح المضاعف Double Flare.

كان يوصى بالاستعمال المتناوب للموسعات والمبارد، لتحقيق تكامل فعل التهيئة والشحذ والقطع مع فعل الصقل والإنهاء لجدران القناة، وذلك بالنسبة لكل قياس، ومن ثم الانتقال إلى القياس التالي بشكل مريح في إطار الالتزام بالشكل العام الأصلي للقناة وخصوصاً النهاية الذروية. حالياً يمكن الاعتماد على مبرد K فقط بقياساته المتدرجه الذي يقوم مقام مبرد وموسعة بآن معاً.

### ٥-٣- بيئة التنظيف والتشكيل القنوي:

لا بد من توفر العوامل التالية لإنجاز تنظيف وتشكيل منظومة القناة الجذرية بالشكل الملائم:

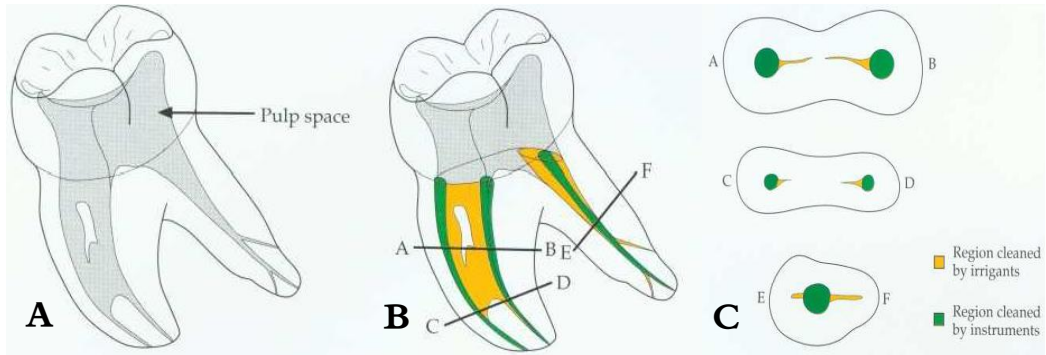
- الرطوبة: من خلال نقع منظومة القناة الجذرية ضمن سوائل الإرواء ويأتي في مقدمتها من حيث الفعالية وشيوع الاستخدام وانخفاض التكلفة هيبوكلوريت الصوديوم 5.25 %.
- النظافة: من خلال الغسل المتكرر باستعمال كميات وفيرة من سوائل الإرواء، ما يساهم في طرد البرادة العاجية وحل محتويات القناة العضوية للوصول لفراغ قنوي نظيف.
- الطهارة: من خلال تآزر الفعل الميكانيكي للأدوات مع الفعل الكيميائي لسوائل الإرواء الحال للبقايا العضوية سواء اللبية أو الجرثومية.

يؤمن الغسل والإرواء الجيد أثناء استعمال أدوات التحضير القنوي الميزات التالية:

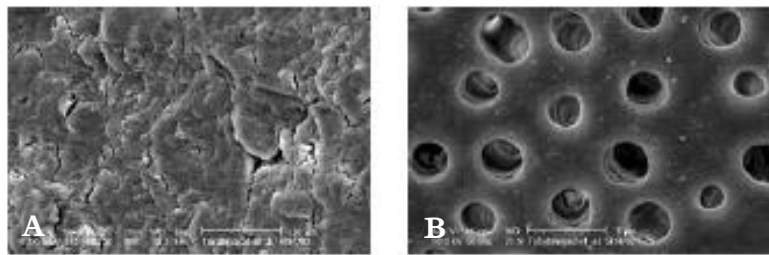
- تطهير مختلف أجزاء المنظومة اللبية عبر القضاء على أغلب الزمر الجرثومية وحل بقايا اللب العضوية خصوصاً في المناطق التي لا يمكن أن يتناولها التحضير الميكانيكي كما هو الحال في مناطق التفارغات اللبية والأقنية الجانبية والثانوية وعمق القنيات العاجية (الشكل ٤-١٣) و (الشكل ٤-١٤).

- الحيلولة دون تلون السن التالي لاستئصال اللب.
- التزليق: تسهيل عمل الأدوات من خلال تخفيض شدة احتكاكها واشتباكها بجدران القناة.

- تخفيض نسبة الأخطاء الإجرائية مثل انكسار الأدوات وتشكل نقاط الاصطدام.
  - الحفاظ على الطول الأصلي للقناة (الطول العامل) طيلة مراحل التحضير من خلال الحيلولة دون تكس البرادة العاجية في المنطقة الذروية، والعمل على دفع نتاج التحضير القنوي بالاتجاه التاجي نحو فوهة القناة فالحجرة اللبية.
  - تأمين ختم حفافي كتيب بين حشوة القناة والجدران العاجية، ما يمنع التسرب الحفافي التالي.
- بالنتيجة تعتبر سوائل الإرواء عامل كيميائي الطبيعة يعمل بالتآزر مع الفعالية الميكانيكية لأدوات التحضير القنوي للوصول بالمعالجة اللبية إلى نهايتها بشكل فعال وآمن بآن واحد.



الشكل (٤-١٣): شكل ترسمي يبين (A) تعقيد تشريح منظومة القناة الجذرية للأسنان متعددة الجذور. (B): مقطع طولي و (C): مقاطع عرضية بمستويات مختلفة للجذر تبين النطاقات - الفراغات التي يمكن للأدوات اللبية أن تحقق فيها التنظيف الميكانيكي (اللون الأخضر)، ومناطق التفارغات بين القنوية التي لا تتمكن سوى سوائل الإرواء من الوصول إليها (اللون الأصفر).

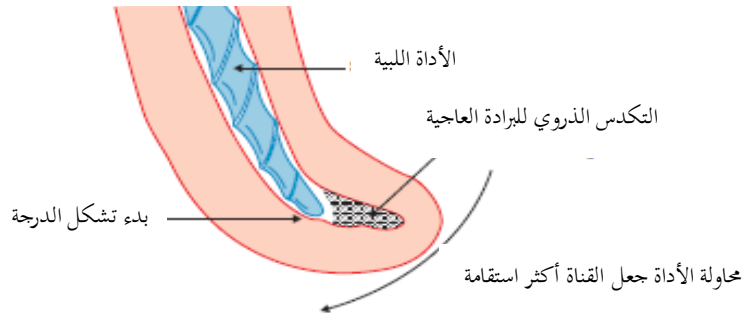


الشكل (٤-١٤): يبين الأثر الفعال للتطبيق الصحيح لسوائل الإرواء في حل البقايا العضوية وطرود البرادة العاجية نتاج التحضير عن سطوح الجدران العاجية للقناة الجذرية، الأمر الذي يسمح بوصول الفعل المطهر إلى عمق القنيات العاجية وتحقيق الختم الحفافي الكتيب (A): قبل التطبيق، (B): بعد التطبيق.

غالباً ما يقود التحضير في وسط جاف أو يروى بشكل غير كافٍ من حيث الكمية والتكرارية إلى:

- ارتفاع نسبة تلون تاج السن بعد استئصال اللب.
- التطهير غير الكافي للمنظومة اللبية نتيجة استمرار وجود النسيج اللبية والجراثيم ونتاجات التحضير على سطوح العاج المحضرة.
- احتكاك واشتباك شديد للأدوات بجدران القناة أثناء التحضير.
- ارتفاع نسبة انفصال جزء من الأداة ضمن القناة أثناء التحضير عند تجاوز عتبة تحملها.
- ارتفاع نسبة اصطدام رأس الأداة بأحد جدران القناة وعدم الالتزام بالجري العام لها، ما يرفع احتمال تغيير الشكل العام للقناة وتشكيل درجة تؤهب لخلق قناة كاذبة.
- ارتفاع نسبة التسرب المجهري التالي نتيجة عدم تأمين ختم حفاي كتييم بين حشوة القناة والجدران العاجية.
- نقصان الطول العامل للقناة نتيجة دفع بقايا التحضير العاجية واللبية إلى المنطقة الذروية من القناة لتتكسد وتتكتف مايشكل سدادة عاجية تحتل جزءاً من الفراغ القنوي الذروي المخصص لحشوة القناة. يؤدي ذلك إلى الحشو الناقص للقناة وفقدان السد والختم المحكم والكتيم للنهاية الذروية نتيجة عدم مقاومة هذه التناجات، التي قد تكون ملوثة أصلاً، للانحلال "الاختراق" من قبل سوائل النسيج حول الذروية، ما يكشف خرافة الختم البيولوجي للذروة المعتمد على التكسد الذروي للبرادة العاجية (الشكل ٤-١٥)

بالنتيجة يؤدي نقصان تطبيق سوائل الإرواء إلى عدم كفاية و-أو تعقيد مرحلة التنظيف والتشكيل القنوي وبالتالي تعثر مراحل المعالجة اللبية التالية، الأمر الذي يؤهب لفشل المعالجة الحتمي.



الشكل (٤-١٥): بعض الأخطاء الناجمة عن التحضير بوسط جاف، منها: ارتفاع نسبة احتكاك الأداة بجدران القناة ما يولد جدران غير انسيابية لا تحترم الشكل العام للقناة، إضافة إلى تكسد البرادة العاجية في المنطقة الذروية التي غالباً ما تكون ملوثة تمنع تأمين السد الكتييم والظاهر للمنطقة الذروية لمنظومة القناة الجذرية.

في هذا السياق، لابد من التنويه أن الاستعمال المتسرع والعنيف غير الحذر لسوائل الإرواء يمكن أن يؤدي إلى ردود فعل موضعية شديدة مثل:

- حروق المخاطية الفموية: الناجمة عن تسرب سوائل الإرواء وتماسها المباشر مع النسيج الفموية الرخوة.

- الألم: الناجم عن الدفع القسري لكمية قليلة من سوائل الإرواء لتتجاوز ذروة الجذر وتخرش النسيج حول الذروية.

- الألم والوذمة الموضعية وازرقاق جلد الوجه المنتشر الموافق لمنطقة السن قيد العلاج: الناجم عن الدفع القسري العنيف لكمية كبيرة من سوائل الإرواء لتتجاوز ذروة الجذر وتخرش النسيج حول الذروية والنسيج المحيطة بشكل شديد.

## ٦- التوسيع والتشكيل القنوي

كما هو الحال بالنسبة لتحديد موقع التضيق الذروي، من الصعب تحديد القطر الأولي للنهاية الذروية للقناة بدقة سريريا. لابد من الأخذ بعين الاعتبار القطر الأولي للمنطقة الذروية للقناة في سبيل معرفة القياس والاستدقاق الذروي النهائي الملائم للقناة أي: تعيين متى يتوقف التحضير. اقترح بعض الباحثين تحديد قياس قطر القناة عند بدء المعالجة من خلال تمرير سلسلة من الأدوات الرفيعة بقياسات متدرجة إلى أن ينحشر ويتطابق رأس إحداها مع أبعاد الذروة. يؤخذ على هذه الطريقة أنها غير دقيقة ويمكن أن تقود إلى سوء تقدير قطر القناة الذروي.

هناك جدل مستمر بين من يؤيد إنجاز تحضير ذروي بجمعية وقياس صريح بهدف إزالة أفضل للعاج المصاب بالإنتان ووصول معزز لسوائل الإرواء إلى المنطقة الذروية، وبين من ينادي بتحضير محدود الأبعاد لمنطقة الذروة مترافقاً باستدقاق ملائم غير مبالغ فيه، مبرراً ذلك بأن الانفتاح التاجي الملائم للقناة سيؤمن وصول سوائل الإرواء بفعالية إلى كافة أجزاء القناة بما فيها المنطقة الذروية.

بالنتيجة لابد من التأكيد على أهمية المحافظة على مركزية والشكل الأولي العام للقناة خلال التحضير رغم اختلاف الآراء حول نسبة التحضير المطلوبة، التي تتفاوت أهميتها بطبيعة الحال باختلاف أجزاء القناة (الجدول ٤-١).

يبين الجدول (٤-١) مقارنة لخصائص التحضير الذروي الواسع للقناة الجذرية مقارنة بالمحافظ محدود الأبعاد.

| المساوي                                                                                                                                                                                                                                                                            | المحاسن                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | قياس التحضير القنوي الذروي |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- إزالة أقل للعلاج المصاب بالإنتان</li> <li>- وصول سوائل الإرواء بفعالية أقل إلى المناطق الذروية</li> <li>- انخفاض تأثير الضمادات الدوائية</li> <li>- الموضعية على المنطقة الذروية</li> <li>- تلاؤم محدود للحشو بالتكثيف الجانبي</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- انخفاض احتمال انتقال الذروة</li> <li>- انخفاض احتمال التجاوز الذروي</li> <li>- سوائل الإرواء والمواد الحاشية</li> <li>- تكس أقل للبرادة العاجية ذروباً</li> <li>- يسهل تأمين ختم ذروي كتيب محكم</li> <li>- يمكن تخفيض سلبياته بتحقيق الانفتاح التاجي المستدق</li> </ul> | محدود الأبعاد              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- ارتفاع نسبة حصول الأخطاء الإجرائية خصوصاً في المنطقة الذروية</li> <li>- ترتفع نسبة التجاوز الذروي لسوائل الإرواء والمواد الحاشية</li> <li>- غير ملائم للحشو القنوي الحراري</li> </ul>                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- إزالة جيدة للعلاج المصاب بالإنتان</li> <li>- وصول مؤكد وفعال لسوائل الإرواء وآثار الضمادات الدوائية إلى الثلث الذروي من القناة الجذرية</li> </ul>                                                                                                                       | واسع الأبعاد               |

الجدول (٤-١): مقارنة لخصائص التحضير الذروي الواسع للقناة الجذرية مقارنة بالتحضير محدود الأبعاد (نقلاً عن Cohen, 2016).

يمكن مراقبة وضبط تشكيل القناة الصحيح من خلال:

- الالتزام بالطول العامل الدقيق عند استخدام القياسات المتتالية للأدوات حتى الوصول إلى الأبعاد النهائية الملائمة للقناة، ما سيحافظ على التضيق الذروي (الشكل ٤-١٦).
- التأكد من كون القناة والذروة سالكة بشكل دوري باستخدام مبرد K (15#) بحيث يتجاوز بشكل طفيف ولطيف الطول العامل، ما يمنع تكس البرادة العاجية ذروباً.

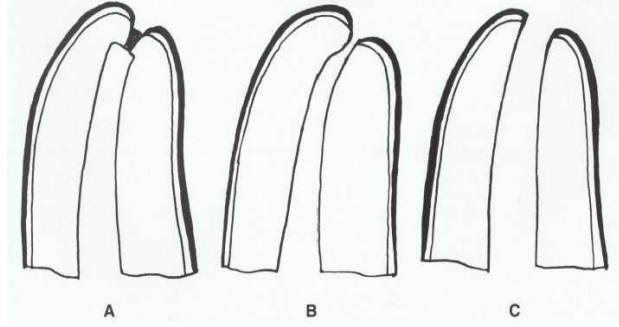
رغم عدم الاتفاق على الحد الأدنى للتوسيع القنوي اللازم والكافي لإنجاز معالجة لبية صحيحة، إلا أن هناك اتفاقاً حول الوصول بالتحضير إلى قياس وقمعية تحقق التوازن ما بين:

- أبعاد تحضير قنوي ملائمة: تؤمن فعالية تطهير مؤكدة وإجراءات تكثيف جيدة تضمن إنجاز حشوة قنوية انسيابية ومتجانسة الكثافة وكتيمة الحواف في كافة أجزاء القناة.



- ثخانة جدران قنوية ملائمة: تحافظ على المقاومة الميكانيكية لجذر السن.

في الحقيقة يرتبط هذا التوازن بالخصائص الفردية التشريحية والنسيجية لكل سن وكل جذر وكل قناة وكل جدار في القناة الواحدة، بل وحسب المناطق المختلفة لكل جدار قنوي: التاجي والمتوسط والذروي.



الشكل (٤-١٦): أشكال النهاية الذروية التي يمكن مصادفتها بعد إنجاز التحضير القنوي، (A): التوقف الذروي Apical Stop وهو أفضل الأشكال، (B): المقعد الذروي Apical Seat وهو الشكل الأكثر مصادفة، (D): الانفتاح الذروي Open Apex (انثقاب الذروة Apical Perforation) وهو من الأخطاء الإجرائية التي تحصل عند عدم التحديد أو عدم الالتزام بالطول العامل للقناة، ما يؤدي إلى تخريب واستهلاك التضيق الذروي اللازم والضروري لتحقيق ختم ذروي كقيم عند الحشو القنوي.

#### ٧- التقنيات اليدوية لتوسيع وتشكيل منظومة القناة الجذرية

هناك العديد من الطرائق اليدوية لتحضير منظومة القناة الجذرية سنستعرض أهمها على صعيد الممارسة العملية وهي:

- الطريقة التقليدية

- الطريقة الذروية التاجية: Step Back

- الطريقة التاجية الذروية: Crown Down

- الطرائق الهجينة:

○ Step Down : Crown Down + الطريقة التقليدية

○ الانفتاح المضاعف Double Flare : Crown Down + Step Back

## ٧-١ - الطريقة التقليدية Standardized Technique

### الخصائص العامة

وضعت من قبل العالم Ingle عام 1962، تعتمد على استكشاف وتسليك القناة والوصول مباشرة إلى الذروة، الأمر الذي يسمح بتحديد الطول العامل. يتم بعدها التوسيع التدريجي لكافة مناطق القناة بأن واحد، ما يؤمن شكل نهائي مستدق بشكل طفيف يسمح ويسهل إجراءات الحشو القنوي.

يمكن ألا يتمكن الطبيب من الوصول بمبرد السبر والاستكشاف Negotiating File إلى النهاية الذروية للقناة للأسباب التالية:

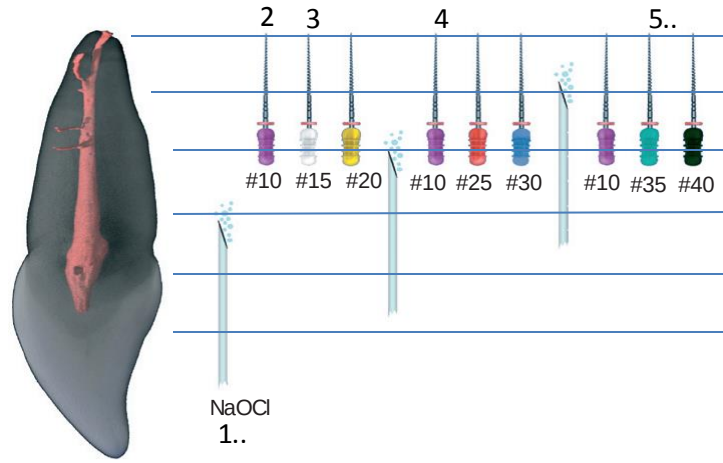
- التكلس الذروي للقناة.
- الانحناء القنوي غير المرئي على الأشعة بالاتجاه الدهليزي أو اللساني.
- الانحشار التاجي Coronal binding: يحصل عند بدء التحضير باستخدام أداة لبية بقياس واستدقاق أكبر من أبعاد القناة، الأمر الذي سيمنعها من التقدم بالاتجاه الذروي.
- التوتير الجانبي: يحصل عند عدم تأمين الانفتاح التاجي الملائم وتأسيس خط دخول مستقيم للأدوات، ما يجعل المثلاث أو الرفوف العاجية عند فوهة القناة تمارس توتيراً جانبياً على الأدوات يمنعها من الوصول الحر إلى النهاية الذروية للقناة. في مثل هذه الحالات يصبح اصطدام الأداة بأحد جدران القناة وانكسارها أمراً وارداً جداً بسبب عدم تأمين شروط التداخل الآمن وليس بسبب صعوبة التشريح القنوي.

يقتصر استخدام هذه الطريقة على الأقنية العريضة والمستقيمة ويتم اللجوء إلى طرائق تحضير أكثر تلاؤماً في حالات الأقنية الصعبة مثل الأقنية المنحنية.

### طريقة التطبيق السريري

- تشكيل حفرة الوصول الملائمة وتطبيق الإرواء الوفير.
- استكشاف القناة والتأكد من نفوذيتها Patency باستخدام مبرد K (#10 أو #15)
- تحديد الطول العامل للقناة قبل بدء التحضير.

- إسقاط الطول العامل المحدد على كافة الأدوات اللبية.
- استخدام الأدوات اللبية القياسية (ISO: 0.02) بشكل تدريجي بترتيب تصاعدي من حيث القياس (حتى القياس #40 وسطياً).
- حالة الأفنية الضيقة: يبدأ استكشافها باستخدام أدوات صغيرة القياس محنية مسبقاً بشكل طفيف ضمن وسط مروي مع تطبيق معجون تزليق مناسب، حيث تنفذ حركة نواس الساعة Watch-winding حتى الوصول إلى كامل الطول العامل للقناة.
- بعد الوصول إلى الطول العامل يبدأ التحضير القنوي باستعمال أصغر قياس بحركة ربع دورة وسحب Quarter-turn-and-pull لتعبر الأداة كامل الطول العامل للقناة وتصبح منفعة، ما يعني قيام الأداة بتهيئة القناة لاستقبال الأداة التالية الأكبر قياساً وهكذا.
- يستخدم مبرد الاستكشاف صغير القياس بشكل متكرر للمحافظة على نفوذية القناة واسترداد المنطقة الذروية من خلال منع تكلس البرادة العاجية فيها.
- نظرياً: يرتبط الشكل النهائي للقناة المحضرة بشكل الأدوات العاملة وطريقة استخدامها، ما يعني بالحصلة توافق الأبعاد النهائية للقناة المحضرة مع قياس وقمعية آخر أداة تم استعمالها، أي أكبرها قياساً (الشكل ٤-١٧).
- عملياً: لا تتوافق أبعاد القناة المحضرة مع قياس آخر أداة استخدمت في نهاية التحضير، خصوصاً في الثلث التاجي والمتوسط، بالمقابل يمكن أن يقتصر هذا التوافق على الثلث الذروي للقناة فقط. يمكن أن يعود ذلك للخصائص التشريحية الفردية لكل حالة.
- لا بد من التنويه إلى صعوبة الانتقال من القياس #10 إلى #15 مقارنة بالقياس #40 إلى #45 بسبب ارتفاع الأهمية النسبية لفروق القياس بين الأدوات كلما انخفضت قياساتها، وعدم تأمين انفتاح قنوي تاجي مبكر يخفف من مساحة سطوح اشتباك الأدوات.
- أخيراً يتم اختيار قمع كوتايركا رئيس ليساهم في تأمين الحشو الكثيم للقناة، بحيث يوافق قياسه قياس آخر أداة عموماً ويلائم ويتطابق و"ينحشر" مع الجزء الذروي من القناة. تجدر الإشارة إلى أن تحقيق تكثيف ملائم ومتجانس وكثيم للكوتايركا في قناة محضرة بمثل هذا الاستدقاق الصغير (ISO: 0.02) سيكون صعباً في كافة أجزاء القناة.



الشكل (٤-١٧): التحضير اليدوي لمنظومة القناة الجذرية بالطريقة التقليدية. (1): تأمين حفرة الوصول وتطبيق الإرواء الوفير، (2): استكشاف القناة بمبرد #10 K، (3): تحديد الطول العامل بمبرد #15 K ومتابعة التحضير إلى القياس #20، (4): استرداد القسم الذروي بمبرد #10 ومتابعة التحضير باستخدام القياس #25 و #30 ويمكن التوقف هنا إذا كان قياس القناة الأولي ضيقاً، (5): متابعة التحضير للوصول للقياس #40 أو أكبر إذا كان قياس القناة الأولي كبيراً كما في حالة بعض الأسنان الأمامية.

## ٢-٧ - تقنية Step-Back

**Buchanan** noted: “All root canals have some curvature, even apparently straight canals are usually curved to some degree” So, always use a curved instrument and special technique for curved canal.

### الخصائص العامة

طورت من قبل Weine & Cleim خلال الفترة 1969 – 1974 نتيجة الإدراك الراسخ بأن تشريح منظومة القناة الجذرية لا يمكن أن يكون بسيطاً ولو بدا ذلك للوهلة الأولى وخصوصاً في المنطقة الذروية. الأمر الذي تطلب إيجاد طرائق تحضير أكثر تلاؤماً من الطريقة التقليدية في سبيل المحافظة على سلامة المنطقة الذروية للقناة خصوصاً في حالات الأقنية المنحنية.

يؤخذ على الطريقة التقليدية أن الأدوات لا تحترم خصائص المنطقة الذروية، بل تسعى إلى جعلها أكثر استقامة كلما زادت قياساتها نتيجة الزيادة النسبية المطردة لقساوتها، ما يعني بالحصلة عدم تلاؤمها مع الأقنية المنحنية.

## طريقة التطبيق السريري

- تشكيل حفرة الوصول الملائمة.
- استقصاء نفوذية القناة باستخدام مبرد K (#10).
- تحديد الطول العامل.
- توسيع وتشكيل القناة باستخدام الأدوات البلية القياسية (ISO: 0.02) بشكل تدريجي بترتيب تصاعدي من حيث القياس.
- لا بد من استخدام أدوات صغيرة القياس محنية مسبقاً بشكل طفيف وبحركة-Watch Winding بوجود مزلق وإرواء مناسب، عند البدء بتحضير الأقية الصعبة بما فيها الضيقة والمنحنية.
- يلتزم عدد معين من الأدوات فقط بالطول العامل حتى قياس المبرد الذروي الرئيس (MAF: Master Apical File) وهو الأداة المختارة الأكبر قياساً التي التزمت بتحضير كامل الطول العامل، ويمكن أن يكون على سبيل المثال المبرد #25 أو #30.
- بعد استخدام الأداة MAF يتناقص عمق دخول الأدوات ضمن القناة تدريجياً بمقدار (1-0.5 مم) لكل أداة مع زيادة قياساتها (الشكل ٤-١٨).
- يتم تسوية الدرجات المتشكلة بعد استخدام كل قياس بواسطة الأداة MAF أو أداة أصغر قياساً حيث تقوم بتجميع خطوات التحضير Recapitulation بوجود الإرواء الوفير، ما يساهم في المحافظة على انسيابية الجدران العاجية.
- الأبعاد النهائية للمنطقة الذروية ستوافق قياس أكبر أداة التزمت بالطول العامل = MAF
- تحقق التقنية شكلاً مستديراً للقناة المحضرة تتوافق شدته مع مقدار التناقص التدريجي لعمق دخول الأدوات المتتالية بعد الـ MAF، فكلما انخفض مقدار التراجع التاجي للأدوات المتتالية عن الطول العامل زادت القمعية والعكس صحيح. مثلاً عند استخدام أدوات السلسلة الأولى:
- يبلغ الاستدقاق 0.05 مم عند تناقص أعماق دخول الأدوات 1 مم لكل أداة،
- يصبح الاستدقاق 0.10 مم عند تناقص أعماق الدخول 0.5 مم لكل أداة.

- أخيراً يتم اختيار قياس قمع الكوتايركا الحاشي الرئيس بحيث يوافق قياس المبرد MAF لتأمين توافق التحضير مع الحشو في المنطقة الذروية للقناة الجذرية.
- لابد من التفريق بين التعابير التالية:

○ **المبرد الذروي الأولي** IAF-Initial Apical File: الأداة التي تعبر عن قياس

القناة الأولي، حيث يتم تجريب أدوات متتالية قبل بدء تحضير القناة، وعند اشتباك رأس إحداها مع أبعاد وحواف النهاية الذروية للقناة، عندها تدعى هذه الأداة IAF، الأمر الذي يساعد في تحديد قياس التحضير النهائي الملائم للقناة.

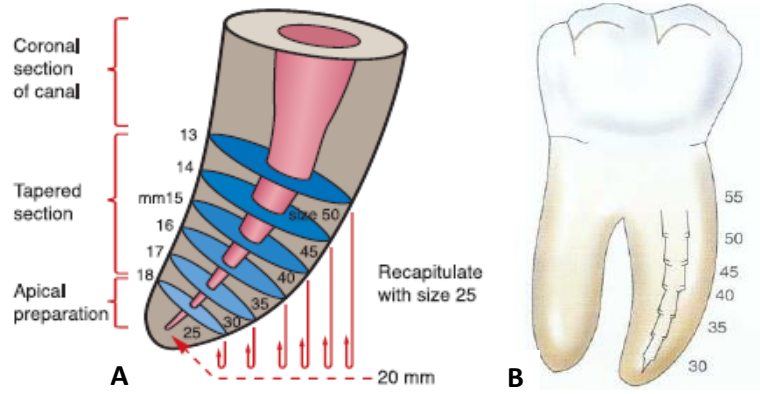
○ **المبرد النهائي** FF-Final File: أكبر وآخر أداة استُعملت في تحضير القناة،

لن تكون ملتزمة بالطول العامل بطبيعة الحال، وهي مسؤولة عن تأمين القمعية القصوى للقناة في نطاق التداخل الميكانيكي للأدوات اللبية.

### الخصائص السريية

تؤمن هذه الطريقة الخصائص التالية:

- شكلاً قنويًا محضراً أكثر انفتاحاً - استدقاقاً مقارنة بالطريقة التقليدية.
- انخفاض نسبة أخطاء التحضير خصوصاً في الأقنية ذات الانحناء الذروي، بفضل إنقاص طول الأدوات تدريجياً بالتزامن مع استعمال الأدوات الأكبر قياساً أي الأكثر قساوة والأقل مرونة، الأمر الذي يضمن إبعاد خطر هذه الأدوات عن المنطقة الذروية الحساسة.
- المحافظة المؤكدة على التضيق الذروي وبالتالي انخفاض نسبة التجاوز الذروي عند الحشو.
- رغم أن هذه الطريقة تم تصميمها لتجنب ارتكاب الأخطاء الإجرائية في الأقنية المنحنية، إلا أنها قابلة للتطبيق في الأقنية المستقيمة أيضاً وخصوصاً المتضيقة منها.
- يؤخذ على هذه الطريقة أنها تحتاج لوقت طويل نسبياً وجهد معتبر وسلسلة استخدام أدوات شاقة ومضنية.



الشكل (٤-٨): طريقة Step Back لتحضير منظومة القناة الجذرية. (A): تحضير القناة الجذرية حسب الطول العامل (مثلاً: 19) حتى قياس الأداة MAF (مثلاً: #20)، ثم استكمال التحضير باستخدام أدوات متتالية متزايدة من حيث القياس ومتناقصة من حيث عمق الدخول بمعدل 1 مم لكل أداة وذلك حتى القياس #50. (B): شكل التحضير عند عدم إزالة الدرجات المتشكلة نتيجة إنقاص عمق الدخول التدريجي للأدوات، لذلك لابد من استخدام الأداة MAF بعد استخدام كل قياس ضمن سلسلة الأدوات متناقصة الطول، للحيلولة دون تشكل مثل هذه الدرجات وتأمين انسيابية الجدران القنوية.

### ٧-٣ - طريقة Crown-Down

#### الخصائص العامة

بهدف تسهيل فهم طبيعة طرائق التحضير القنوي المختلفة فقد عمدنا إلى إيراد هذه الطريقة قبل طريقة Step-Down علماً أن الأخيرة ظهرت واستخدمت أولاً وكانت أساس طريقة Crown-Down.

- حيويًا: تعتمد مبدأ تنظيف الجروح أي التقدم بالتطهير من المحيط نحو المركز أي من المنطقة أو النطاق 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.

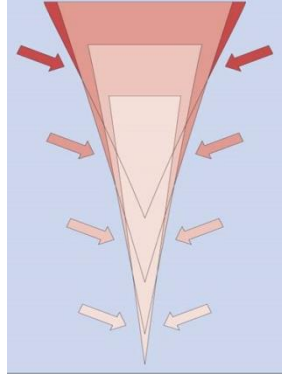
#### طريقة التطبيق السريري

- تشكيل حفرة الوصول الملائمة.
- استكشاف وتسليك القناة والتأكد من نفوذيتها باستخدام مبرد K صغير القياس.

- تأمين الانفتاح التاجي: من خلال توسيع الثلث التاجي من القناة، الأمر الذي يساهم في تخفيض نسبة تغير الطول العامل بعد انتهاء التحضير خصوصاً في حالة الأقنية المنحنية.
- تحديد الطول العامل للقناة الجذرية.
- استخدام الأدوات اللبية بشكل تسلسلي تدريجي:
  - متزايد: من حيث عمق الدخول ضمن القناة
  - متناقص: من حيث القياس والقمعية

حتى تصل الأداة قياس #20 على الأقل إلى النهاية الذروية للقناة الجذرية (الشكل ٤-١٩). بناءً عليه تُوسَّع وتُشكَّل أجزاء القناة تباعاً: الثلث التاجي فالمتوسط فالذروي باستخدام الأدوات الكبيرة أولاً تليها الأدوات الأصغر قياساً وقمعيةً.

تعتمد طريقة العمل على توزيع الطول العامل للقناة على كافة الأدوات بحيث تقوم كل أداة بتشكيل وتوسيع جزء محدد وهكذا حتى تصل آخر- أصغر أداة إلى كامل الطول العامل. لا بد من استخدام الإرواء الوفير والمعجون المزلق وأداة الاسترداد وتجميع المراحل بشكل متكرر بعد استخدام كل أداة للمحافظة على انسيابية الجدران وسلامة الطول العامل.



الشكل (٤-١٩): شكل ترسمي يلخص التداخل القنوي حسب تقنية Crown Down حيث تبدأ الأدوات الأكبر تليها الأدوات الأصغر قياساً وقمعية لتتناول أجزاء القناة تدريجياً ابتداءً بالقسم التاجي فالمتوسط فالذروي.

### الخصائص السريرية

تشكل تقنية Crown Down الطريقة الأساسية المعتمدة في تحضير الأقنية الجذرية لكافة أنظمة التحضير الآلية، كونها تؤمن الميزات التالية:



- إزالة الإعاقة التاجية مبكراً، ما يسهل تقدم الأدوات الانسيابي الحر ضمن القناة اللبية نحو النهاية الذروية.
- زيادة قدرة الضبط والتحكم بعمل وأداء أداة التحضير.
- زيادة دقة حس اللمس للطبيب تجاه المنطقة الذروية للقناة.
- تخفيض شدة الانحناء القنوي.
- تخفيف التغيرات في الطول العامل الناجمة عن تحضير القناة.
- السماح بوصول عميق لسوائل الإرواء إلى كافة أجزاء القناة خصوصاً إلى المنطقة الذروية، ما يخفض نسبة الجراثيم قبل التوسيع الميكانيكي وبالتالي تخفيض التلوث علاجي المنشأ.
- تخفيض مساحة سطوح التماس والاشتباك بين الأدوات وجدران القناة ما يؤدي إلى:
  - تخفيض العزم اللازم للتحضير.
  - زيادة الفعالية القاطعة مع المحافظة على هامش أمان جيد.
  - انخفاض نسبة الأخطاء الإجرائية مثل نشوء نقاط الاصطدام أو انكسار الأدوات أو الانتقابات الشريطية.
  - المحافظة على مركزية القناة.

#### السلبات

- ظاهرة قفل القمعية Taper lock أو انحشار الأداة، التي تصادف عندما لا يتم تخفيض القمعية بشكل مترافق مع تخفيض القياس خلال الدخول التدريجي عمقاً ضمن القناة.
- تخفيض المقاومة الميكانيكية للجذر عند المبالغة في تحقيق الانفتاح التاجي المبكر.

#### ٧-٤ - طريقة Step-Down

##### الخصائص العامة

وضعت من قبل Goerig وزملاؤه عام 1982. تتألف عملياً من دمج طريقة Crown Down مع الطريقة التقليدية عند تحضير القناة الجذرية، بهدف الإفادة من الخصائص الإيجابية للطريقتين:

- ندخل بطريقة Crown Down لتحضير 1/2 - 1/3 الطول العامل،

- ثم نتابع تحضير ماتبقى من القناة بالطريقة التقليدية.

يمكن استخدامها في حالة الأفنية الضيقة المستقيمة والمنحنية.

### طريقة التطبيق السريري

- تشكيل حفرة الوصول الملائمة.
- استعمال مبرد K صغير القياس (SS) لاستكشاف وتقصي نفوذية القناة وسبر وقياس أبعاد التضيق الذروي.
- تحديد الطول العامل وإسقاطه على الأدوات كافة.
- تحضير الثلث التاجي من القناة الجذرية باستخدام سنابل GG بترتيب تنازلي من حيث القياس مع ازدياد تدريجي في عمق الدخول ضمن القناة (مثلاً #4 ثم #3 ثم #2) (الشكل ٤-٢٠). يمكن الوصول بالتحضير حتى الثلث المتوسط، مع الإشارة إلى ضرورة التوقف عند بدء الانحناء القنوي بشكل حتمي.
- استخدام جميع الأدوات اللبية القياسية (ISO: 0.02) إلى كامل الطول العامل بترتيب تصاعدي من حيث القياس.
- تكرار تطبيق الإرواء وأداة التسليك والاسترداد والتجميع بعد استخدام كل قياس للأدوات اللبية للمحافظة على الطول العامل من خلال منع تكس البرادة العاجية ذروياً وتأمين انسيابية الجدران العاجية.
- أخيراً يتم اختيار قمع كوتابيركا رئيس لتأمين الحشو الكتيم للقناة من خلال توافق قياسه مع قياس أكبر أداة تحضير التزمت بكامل الطول العامل للقناة.

### الخصائص السريرية

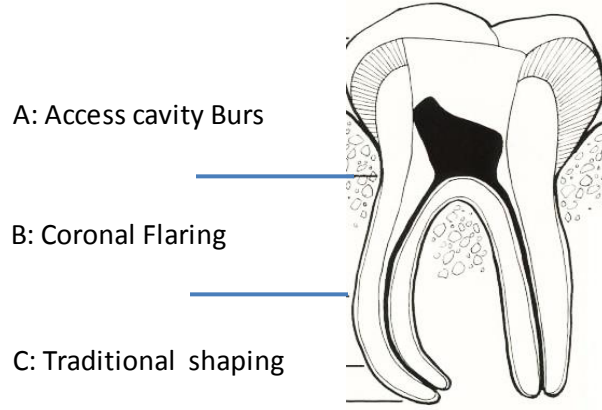
الإيجابيات: يؤدي توسيع الثلث التاجي أولاً إلى:

- تخفيض أو منع دفع بقايا النسيج اللبي المصاب بالإنتان بالاتجاه الذروي خلال التحضير.
- تخفيض مساحة سطوح اشتباك الأدوات مع جدران القناة وبالتالي تخفيض نسبة الأخطاء الإجرائية بشكل عام.

- وصول الأدوات بسهولة إلى الثلث الذروي، ما يؤمن مستوى عالٍ من الضبط والدقة في تحضير المنطقة الذروية بدون تغيير في الطول العامل، ما سيحافظ على سلامة الثقبية الذروية ويحترم التضيق الذروي ويؤمن مقاومة جدران القناة للتجاوز الذروي للقمع الحاشي.
- تسهيل وصول سوائل الإرواء عمقاً وتعزيز فعالية تطهير أجزاء منظومة القناة الجذرية.

**السلبيات:** يمكن أن يؤدي إتباع هذا التسلسل في استخدام الأدوات إلى:

- نشوء شكل قنوي مستدق غير متجانس الانفتاح.
- انثقاب الجذر الشريطي في حال عدم الالتزام بالتوسيع التاجي على حساب النطاقات الآمنة للجدران العاجية للأقنية الجذرية.



الشكل (٤-٢٠): شكل ترسمي يبين كيفية تطبيق طريقة **Step Down** لتحضير الأقنية الجذرية. (A): حفرة الوصول الملائمة، (B): تأمين التوسيع والانفتاح التاجي باستخدام سنابل **GG** بتسلسل تنازلي القياس مع تزايد عمق الدخول تدريجياً، (C): التشكيل التقليدي لما تبقى من القناة باستخدام مبرد **K**.

## ٧- طريقة الانفتاح المضاعف **Double Flare**

### الخصائص العامة

وضعت من قبل Fava عام 1983 تتألف من دمج طريقة **Crown Down** و **Step Back** عند تحضير القناة الجذرية، بهدف الإفادة من الخصائص الإيجابية للطريقتين:

- ندخل بطريقة **Crown Down** لتحضير الثلث التاجي من القناة.
- ثم نخرج بطريقة **Step Back** أثناء تحضير الثلث الذروي.

أكثر تلاؤماً لتحضير الأقنية الضيقة والمنحنية بشكل خاص لتعزيز الخاصية القمعية للقناة المحضرة مع المحافظة على سلامة المنطقة الذروية.

### طريقة التطبيق السريري

- تشكيل حفرة الوصول الملائمة.
- استعمال مبرد K صغير القياس (SS) لاستكشاف وتقصي نفوذية القناة وسبر وقياس أبعاد التضيق الذروي.
- تحديد الطول العامل وإسقاطه على الأدوات صغيرة القياس حتى الأداة MAF فقط (القياس #25 مثلاً).
- تحضير الثلث التاجي من القناة الجذرية باستخدام سنابل GG بترتيب تنازلي من حيث القياس، مع ازدياد تدريجي في عمق الدخول ضمن القناة (مثلاً #4 ثم #3 ثم #2) (الشكل ٤-٢١). يمكن الوصول بالتحضير حتى الثلث المتوسط مع الإشارة إلى ضرورة التوقف عند بدء الانحناء القنوي بشكل حتمي.
- استخدام الأدوات اللبية القياسية (ISO: 0.02) إلى كامل الطول العامل بترتيب تصاعدي من حيث القياس حتى الأداة MAF.
- بعدها تتناقص أطوال دخول الأدوات بمقدار 1-0.5 مم مع استمرار التسلسل التصاعدي قياساً.
- يمكن إعادة استخدام سنابل GG بترتيب تصاعدي من حيث القياس مع تناقص تدريجي في عمق الدخول ضمن القناة (مثلاً #2 ثم #3 ثم #4)، الأمر الذي يؤمن ترسيخ الخاصية القمعية للقناة.
- تكرار تطبيق الإرواء وأداة التسليك والاسترداد والتجميع بعد استخدام كل قياس للأدوات اللبية لتجنب تكلس البرادة العاجية ذروباً وتأمين انسيابية الجدران العاجية.
- أخيراً يتم اختيار قمع كوتابيركا رئيس لتأمين الحشو الكثيم للقناة من خلال توافق قياسه مع قياس أداة MAF.

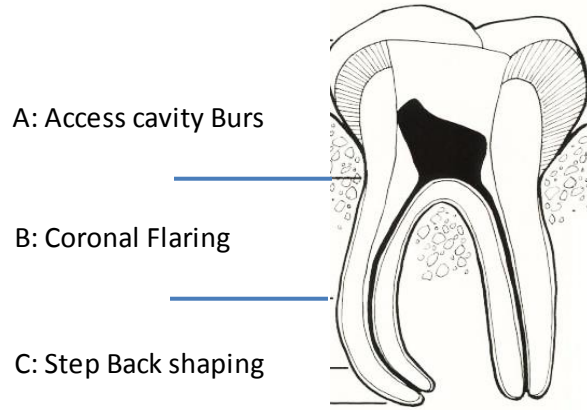
## الخصائص السلبية

الإيجابيات: يؤدي هذا النمط من التحضير إلى:

- تخفيض أو منع دفع بقايا النسيج اللبي المصاب بالانتان بالاتجاه الذروي خلال التحضير.
- تخفيض مساحة سطوح اشتباك الأدوات مع جدران القناة وبالتالي تخفيض الأخطاء الإجرائية
- وصول الأدوات بسهولة إلى الثلث الذروي، ما يؤمن مستوى عالٍ من الضبط والدقة في تحضير المنطقة الذروية مع المحافظة على سلامة المعالم العامة لذروة الجذر.
- تسهيل وصول سوائل الإرواء وتعزيز فعالية تطهير منظومة القناة الجذرية.

السلبيات: يمكن أن يؤدي إتباع هذا التسلسل لاستخدام الأدوات إلى:

- نشوء شكل قنوي مستدق لا يلتزم بدقة بالشكل الأصلي للقناة.
- انخفاض مقاومة الجذر الميكانيكية نتيجة الانفتاح المضاعف غير الملتزم بالحدود الدنيا للتحضير.
- انتقاب الجذر الشريطي في حال عدم الالتزام بالتوسيع التاجي على حساب النطاقات الآمنة للجدران العاجية للأقنية الجذرية.



الشكل (٤-٢١): شكل ترسمي يبين كيفية تطبيق طريقة الانفتاح المضاعف **Double Flare** لتحضير الأقنية الجذرية. (A): حفرة الوصول الملائمة، (B): تأمين التوسيع والانفتاح التاجي باستخدام سنابل **GG** بتسلسل تنازلي القياس متزايد العمق تدريجياً، (C): تشكيل ما تبقى من القناة بطريقة **Step Back**.

## ٨- تحضير الأقنية الصعبة

تفرض الخصائص التشريحية لمنظومة القناة الجذرية أسلوباً محدداً من التداخل القنوي يرتبط بنمط هذا التشريح ودرجة صعوبته، فتتفاوت الأولويات من حالة إلى أخرى. سوف نستعرض بعض حالات التشريح القنوي الصعبة وكيفية التعامل معها في سبيل تحقيق تحضير قنوي صحيح وآمن من خلال الحيلولة دون حدوث الأخطاء الإجرائية التي ترتفع نسبتها طرداً مع ارتفاع درجة صعوبة التشريح القنوي.

### ٨-١- الأقنية المتضيقية

تظهر صعوبة التعامل مع مثل هذه الأقنية منذ بدء المعالجة، فإيجاد فوهات هذه الأقنية يصبح أمراً مضنياً مترافقاً بارتفاع نسبة حدوث الانثقابات العنقية بشكل خاص. يوصى باتباع التوصيات التالية لتخفيض نسب الأخطاء الإجرائية ما أمكن:

- إنجاز التصوير الشعاعي بأشعة ناظمة ومزوّاة لتقدير هوية ودرجة صعوبة القناة.
- توفير ساحة العمل الملائمة من حيث العزل والتكبير والإضاءة.
- الاستعانة بالوسائل المساعدة في تحديد فوهات الأقنية المتضيقية والمتكلسة مثل تطبيق أزرق الميتيلين وهيبوكلوريت الصوديوم لإثارة ظاهرة "فقاعات الشمبانيا".
- البدء باستخدام الأدوات ذات القياسات الصغيرة غير الاعتيادية وتحديد محور الدخول الصحيح لهذه الأقنية.
- التطبيق الوفير المتكرر لسوائل الإرواء والمعاجين المزلقة (EDTA+NaOCl) التي تسهل نفوذ الأدوات من خلال تآزر الفعل الميكانيكي للأدوات مع الفعل الكيميائي لهذه المواد.
- اللجوء إلى طريقة Watch wending لاستكشاف وسبر وفتح القناة تدريجياً بغية تأمين طريق انسيابي آمن يأخذ ما تعطيه القناة وينطلق منه لتحقيق التوسيع والتشكيل اللازم والضروري باستخدام الأدوات القياسية ISO بشكل تدريجي.
- اعتماد طريقة الانفتاح المضاعف لتحقيق التوسيع والتشكيل القنوي التدريجي الآمن الملائم من حيث القياس والقمية النهائية لمختلف أجزاء القناة.

## ٨-٢- الأقية المنحية بشدة

تبدي هذه الأقية مقاومة تجاه الدخول الانسيابي للأدوات، الأمر الذي يمنع الوصول الحر إلى النهاية الذروية خصوصاً عندما يتركز الانحناء الجذري في الثلث الذروي. لا بد من التعامل مع هذه الأقية بحذر منذ بدء التداخل القنوي لتجنب خلق وتأسيس وترسيخ أي نمط من أنماط الأخطاء الإجرائية مثل تشكل الدرجة وفقدان مركزية القناة والانتقاب الشريطي وانزياح الثقبية الذروية. يوصى باتباع الإجراءات التالية لتخفيض نسب الأخطاء المذكورة ما أمكن:

- إنجاز التصوير الشعاعي بأشعة نازمة ومزودة لتقدير هوية ودرجة صعوبة القناة.
- توفير ساحة العمل الملائمة من حيث العزل والتكبير والإضاءة.
- الاستعانة بالوسائل التي تسهل دخول وعمل الأدوات مثل سواكل الإرواء والمعاجين المزلفة بشكل وفير ومتكرر.
- تحقيق الانحناء الطفيف المسبق لذرا الأدوات، والتحديد الصحيح لمحور دخول وانحناء القناة فراغياً والالتزام بهذا الاتجاه، الذي استجاب له القناة، عند استعمال الأدوات المتتالية.
- استكشاف القناة وتحقيق نفوذيتها وتأمين طريق انسيابي باستخدام الأدوات القياسية ISO بشكل متدرج وعلى حساب النطاقات الآمنة.
- تحقيق الانفتاح والتوسيع التاجي المبكر الذي يؤمن:
  - خط الدخول المستقيم للأدوات بدون توتير جانبي من المثلاث العاجية.
  - الوصول الحر المنفعل للأدوات حتى النهاية الذروية للقناة.
  - تخفيف تغير الطول العامل عند انتهاء التحضير القنوي.
  - تخفيض نسبة الأخطاء الإجرائية.
  - زيادة قدرة التحكم وضبط عمل الأدوات في الثلث الذروي من القناة.
- تجنب الطريقة التقليدية وتحقيق التوسيع والتشكيل القنوي النهائي إلى القياس والقمية اللازمة والضرورية على حساب النطاقات الآمنة للقناة، من خلال اعتماد إحدى طرائق التحضير التاجية الذروية التي تحافظ على خصوصية الثلث الذروي للقناة خصوصاً في حال الانحناء الجذري.

### ٨-٣- الأقية ذات الانحناء المضاعف - بشكل S -

تبدي هذه الأقية مقاومة لدخول الأدوات بشكل انسيابي نتيجة الانحناء المضاعف الذي يجعل عملية دخول الأدوات مخفوفة بالمخاطر، إذا لم يتم تحديد هوية مثل هذا العائق منذ بدء المعالجة. لابد من التعامل مع هذه الأقية بحذر لتجنب ارتكاب أي نوع من الأخطاء الإجرائية مثل تشكل الدرجة والانتقاب الشريطي وانزياح الثقب الذروية. يوصى باتباع الإجراءات التالية لتخفيض نسب الأخطاء المذكورة ما أمكن (مراجعة الفصل الأول):

- إنجاز التصوير الشعاعي بأشعة ناعمة ومزودة لتقدير هوية ودرجة صعوبة القناة.
- توفير ساحة العمل الملائمة من حيث العزل والتكبير والإضاءة.
- الاستعانة بالوسائل التي تسهل دخول الأدوات مثل سوائل الإرواء والمعاجين المزلفة بشكل وفير ومتكرر.
- تحقيق الانفتاح والتوسيع التاجي المبكر على حساب الجدار الخارجي للانحناء التاجي في محاولة لتخفيف درجة هذا الانحناء ما أمكن، وبالتالي التركيز على الانحناء الذروي.
- تحقيق الانحناء الطفيف المسبق لذرا الأدوات، وتحديد اتجاه الانحناء الذروي ومحور الدخول الصحيح للقناة والالتزام بذلك عند استعمال كافة الأدوات.
- تحقيق نفوذية القناة وتأمين طريق انسيابي باستخدام الأدوات القياسية ISO بشكل متدرج، ما يساهم في تبديد الانحناء التاجي والبدء بتخفيف الانحناء الذروي.
- تجنب الطريقة التقليدية واعتماد إحدى طرائق التحضير التاجية الذروية بشكل يدوي لتجنب الانتقابات الشريطية على حساب الجدران الخارجية المقعرة للجذر، والحد من تعديل التشريح العام وخصوصاً فيما يتعلق بالنهاية الذروية للجذر.

### ٨-٤- الأقية بشكل C - المقطع العرضي -

تزداد نسبة وشدة التفاعلات بين القنوية حتى تصل لتشكيل منظومة قنوية بشكل هلال، ويمكن مصادفتها في الأرحاء السفلية أحياناً (مراجعة الفصل الأول). يجب التأكد من وجود هذا النمط لمنظومة القناة الجذرية منذ بدء المعالجة، لتحديد أسلوب التداخل العلاجي الملائم الذي يتمكن من تناول مختلف سطوح الجدران العاجية بحرص وحذر أولاً وفعالية وكفاءة ثانياً.



من الأخطاء الإجرائية الشائعة في مثل هذه الحالات حدوث الانتقابات الشريطية بسبب رقة الجدران الداخلية، وعدم تناول كافة جدران منظومة القناة الجذرية بالتنظيف والتشكيل نتيجة ارتفاع نسبة الغزورات والشذوذات التشريحية الداخلية. يوصى باتباع الإجراءات التالية لتخفيض نسب الأخطاء المذكورة ما أمكن:

- إنجاز التصوير الشعاعي بأشعة ناظمة ومزواة لتقدير هوية ودرجة صعوبة القناة.
- توفير ساحة العمل الملائمة من حيث العزل والتكبير والإضاءة.
- استكشاف القناة والتحقق من وجود أحد أنماط التشريح القنوي بشكل C. عند محاولة إدخال الأداة اللبية في الموضع الافتراضي لإحدى الأقنية، ستنقل تلقائياً إلى موضع قناة أخرى ما يدل على عدم انفصال هذه الأقنية تشريحياً.
- لا بد من تأمين طريق انسيابي ملائم ضمن هذا التشريح باستخدام الأدوات القياسية ISO بشكل متدرج وعلى حساب النطاقات الآمنة باعتماد إحدى طرائق التحضير القنوي الناتجة الذروية، فهي ستوسع مساحة تشكيل وتنظيف مختلف مناطق المنظومة، رغم شذوذاتها التشريحية وتحافظ على خصوصية النهاية الذروية للقناة.
- التطبيق الوفير المتكرر لسوائل الإرواء والمعاجين المزلفة لرفع نسبة تناول كافة مناطق وشذوذات هذه المنظومة القنوية بالتنظيف والتطهير.
- تركيز الجهود في مرحلة الحشو القنوي نحو تكثيف الكوتابيركا الحارة، خصوصاً في مختلف مناطق هذا التشريح غير الاعتيادي، بغية ملئها وختمها بشكل كتيمة ومتجانس وثلاثي الأبعاد، خصوصاً في منطقة النهاية الذروية للجذر.

## ٩ - الخاتمة

تملي خصائص التشريح القنوي أسلوب التداخل وطريقة التحضير الملائمة، بالمقابل تؤثر طريقة الحشو القنوي المزمع تطبيقها على قياس وقمعية التحضير. مع تطور أنظمة التحضير القنوي، ازدادت أهمية المحافظة على الخصائص والمواصفات الأولية لمنظومة القناة عبر الالتزام بنسب تحضير وقمعية دنيا تحقق توازناً دقيقاً بين التنظيف والتطهير الفعال من جهة، والختم الكتيمة المتجانس ثلاثي الأبعاد لمختلف أجزاء المنظومة القنوية وخصوصاً في المنطقة الذروية، من جهة أخرى.



## الفصل الخامس

### التحضير الآلي لمنظومة القناة الجذرية

### Rotary Preparation of Root Canal System

١ - مقدمة

٢ - أدوات الدخول والتوسع والانفتاح التاجي لمنظومة القناة الجذرية

٣ - الخصائص العامة للتحضير الآلي لمنظومة القناة الجذرية

٤ - استراتيجيات التحضير الآلي لمنظومة القناة الجذرية

٥ - أنظمة التحضير الآلي لمنظومة القناة الجذرية

٦ - مصادر الحركة لأنظمة التحضير الآلي لمنظومة القناة الجذرية

٧ - معايير جودة تنظيف وتشكيل منظومة القناة الجذرية

٨ - الخاتمة

## ١ - مقدمة

"ما يخرج من القناة غالباً ما يكون أكثر أهمية مما يدخل إليها" هذا ما يؤكدّه العديد من الباحثين بمعنى أن مرحلة تحضير منظومة القناة الجذرية غالباً ما تكون أكثر صعوبة مقارنة بمرحلة الحشو القنوي.

تشكل الخصائص والاعتبارات التشريحية لمنظومة القناة الجذرية، ذات الطبيعة الديناميكية لكل وحدة سنية، تحدياً جدياً يواجه الطبيب الممارس عند اتخاذ القرار بإجراء المعالجة اللبية. يتصف التداخل العلاجي اللبي بأنه مخوف بالمخاطر نتيجة تناول مناطق ونطاقات غير مرئية لا تتحمل أي هامش خطأ عند عدم احترام خصوصيتها بل سرعان "ما تبدي عيوب ممارستها".

في هذا السياق تطورت وسائل وأدوات التداخل الآلي لإنجاز مراحل المعالجة اللبية من حيث الشكل والتركيب وطريقة التصنيع وسلسلة الاستخدام في سبيل تحقيق تحضير قنوي فعال وآمن بأن معاً.

سوف نستعرض في هذا الفصل أدوات التداخل القنوي الآلية اللازمة والضرورية لتشكيل منظومة القناة الجذرية بما فيها أنظمة التحضير الآلي الأكثر شيوعاً وحدثاً مع استعراض خصائص كل منها إضافة إلى سلسلة الاستخدام والاعتبارات السريرية.

## ٢ - أدوات الدخول والتوسع والانفتاح التاجي للقناة الجذرية

### ١-٢ - السنابل Burs

تتضمن أشكالاً خاصة لتحقيق حفرة الوصول اللبية صحيحة التصميم، من أشهرها السنابل الكروية والشاقة المستدقة. يمكن أن تستخدم هذه السنابل مع القبضات ذات السرعات البطيئة والسريعة ويمكن أن تكون ماسية أو مصنوعة من التنغستين كربايد وقد تم استعراض أكثر أشكالها شيوعاً في الفصل 2.

### ٢-٢ - سنابل GG - Gates-Glidden Drills

#### الخصائص العامة

تستعمل هذه السنابل منذ أكثر من 100 عام دون تغيير يذكر على التصميم العام، وتستخدم بشكل رئيس في توسيع فوهات الأقنية الجذرية. يؤدي إساءة استعمال هذه السنابل إلى:

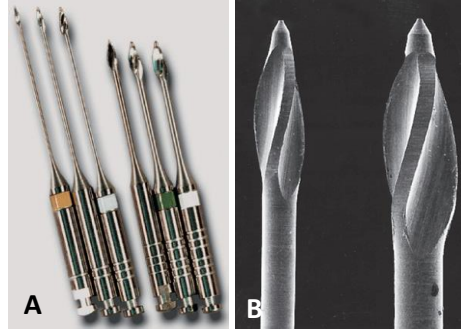
- ترقق جدران الأقنية الجذرية بشكل كبير ما يؤهب لحصول الانتقابات الشريطية.
- تخفيض مقاومة الجذر الميكانيكية ما يؤهب لحصول انكسار الجذر.

تصنع من الفولاذ غير القابل للصدأ أو من خلأط NiTi، ويتوفر 6 قياسات مختلفة، يمكن أن تكون طويلة أو قصيرة الساق. تحمل كل أداة عدداً من الحلقات على قبضتها تشير إلى قياسها (قطرها الأعظمي) الذي يتدرج من 0.5-1.5 مم بفواصل 0.20 مم (الجدول ٥-١).

| GATES GLIDDEN DRILL | INSTRUMENT SIZE IN MILLIMETERS |
|---------------------|--------------------------------|
| #1                  | 0.50                           |
| #2                  | 0.70                           |
| #3                  | 0.90                           |
| #4                  | 1.10                           |
| #5                  | 1.30                           |
| #6                  | 1.50                           |

الجدول (٥-١): يبين تدرج قياسات سنابل GG

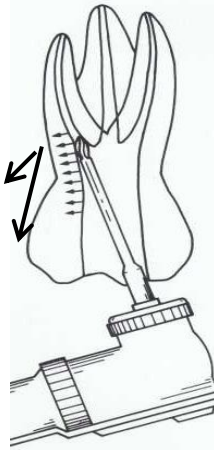
تمتاز هذه السنابل بساق اسطوانية رفيعة ورأس بيضوي الشكل، يحمل سطوح إرشاد محيطية وذروة مرشدة آمنة غير عاملة (الشكل ٥-١). التصميم الخاص لهذه السنابل يجعل ميلها للانكسار محصوراً في نقطة التقاء قبضتها مع ساقها الرفيعة، ما يسهل استخراجها من القناة عند الانكسار.



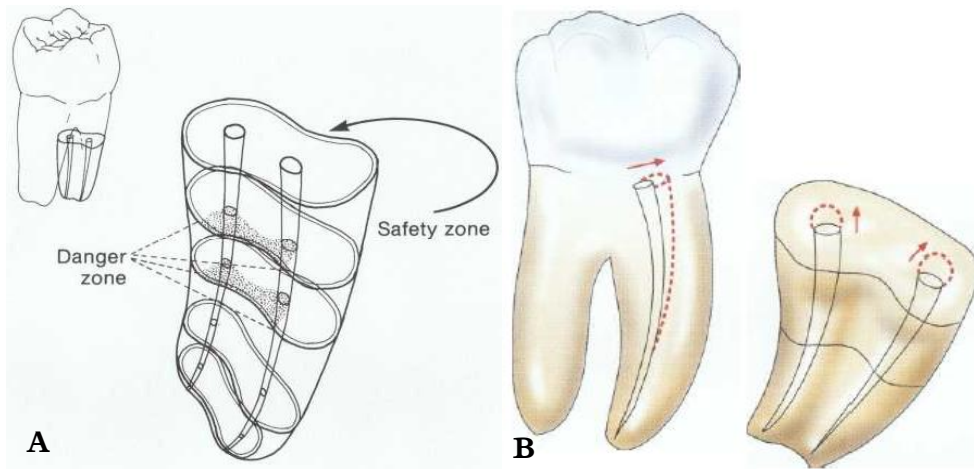
الشكل (٥-١): يبين (A): قياسات وأطوال مختلفة لسنابل GG المصنوعة من الفولاذ غير القابل للصدأ، (B): تكبير الرأس العامل لقياسين مختلفين لسنبل GG حيث تظهر الذروة المرشدة الآمنة غير العاملة.

#### طريقة الاستخدام السريري

تمتاز هذه السنابل بأنها جانبية القطع بفضل التصميم الخاص لرأسها البيضوي، وتستخدم لقطع العاج خلال حركة الخروج من القناة بالاستناد إلى الجدار العاجي للقناة (الشكل ٥-٢).

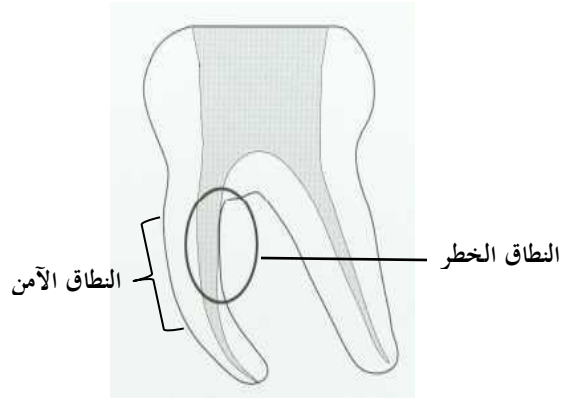


الشكل (٥-٢): يبين كيفية استخدام سنابل GG لتوسيع فوهات الأفقية وتأمين خطوط إدخال مستقيمة للأدوات اللببية من خلال قطع العاج أثناء حركة خروج السنبله وعلى حساب النطاقات الآمنة. تجدر الإشارة إلى أن عملية القطع لا بد أن تكون موجهه على حساب الجدران العاجية الأكثر ثخانة الموافقة للسطوح الجذرية الخارجية المحدبة (النطاقات الآمنة)، بعيداً عن السطوح الجذرية الخارجية المقعرة (النطاقات الخطرة) للأسنان وحيدة أو متعددة الجذور المنحنية (الشكل ٥-٣).



الشكل (٥-٣): يبين (A): توضع النطاقات الآمنة (السطح الخارجي المحدب للجذر المنحني) والنطاقات الخطرة (السطح الخارجي المقعر للجذر المنحني)، (B): توجيه التوسيع التاجي التي تقوم به سنبله GG ليتم على حساب النطاقات الآمنة.

يؤدي التوجيه الصحيح والاستخدام المنضبط لسنابل GG إلى تجنب حصول الانتقابات الشريطية التالية لترقق الجدران العاجية التي تحصل عند الاستخدام المفرط وغير الصحيح لهذه السنابل. كذلك يجب أن تستخدم هذه السنابل في الأجزاء المستقيمة فقط من الأفقية المنحنية (الشكل ٥-٤).



الشكل (٥-٤): يبين الانتقاب الشريطي الذي يحدث على حساب النطاقات الخطرة، عند الاستخدام المفرط غير المنضبط وغير الموجه بشكل صحيح لسنابل GG.

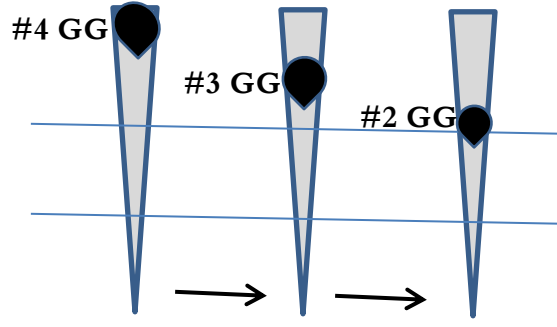
تعمل سنابل GG بشكل أفضل على قبضات منخفضة السرعة مرتبطة بجهاز كهربائي، مقارنة بقبضات الميكروتور العادية ذات السرعات البطيئة غير المضبوطة المعتمدة على ضغط الهواء. تتراوح سرعة الدوران المطبقة من 750-1500 دورة/دقيقة. يمكن استخدام هذه السنابل بطريقتين تنازلية أو تصاعدية من حيث تسلسل القياس وذلك بشكل يتوافق مع طريقة التداخل القنوي المطبقة.

#### ١ - طريقة الاستخدام تنازلية القياس

يمكن استخدامها عند تطبيق تقنية Step-down لتحضير القناة الجذرية كما يلي (الشكل ٥-٥):

- اختيار قياس أول سنبل أكبر بقليل من أبعاد فوهة القناة (مثلاً #4) ثم إدخالها بحيث تتجاوز الفوهة عمقاً بمقدار 1-2 مم وتقوم بالتوسيع القنوي الموجه إلى الحجم الملائم.
- يليها استخدام سنابل بقياسات تنازلية (مثلاً #3 ثم #2) تترافق بزيادة عمق دخول كل منها تدريجياً ضمن القناة بمعدل 1-2 مم حتى يتم توسيع الثلث التاجي بحرص وحذر.

تؤمن هذه الطريقة انفتاح فوهة القناة بشكل جيد وآمن شريطة عدم وجود تزوي حاد للأقنية في هذه المنطقة. تسهل فوهات الأقنية المنفتحة إجراءات التشكيل والتنظيف من خلال المساهمة في تأسيس خط دخول مستقيم للأدوات من حفرة الوصول اللبية نحو أجزاء منظومة القناة الجذرية العميقة وصولاً إلى النهاية الذروية للقناة الجذرية، إضافة إلى الحد من تغير الطول العامل والأخطاء الإجرائية أثناء التحضير.

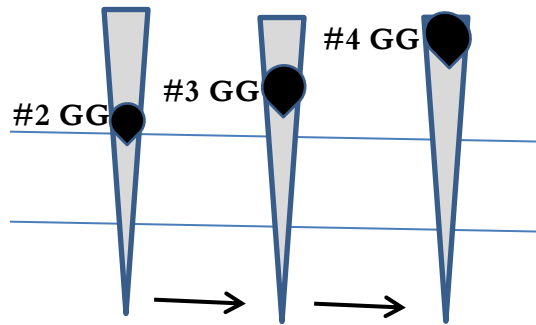


الشكل (٥-٥): يبين طريقة الاستخدام تنازلية القياس لسنايل GG لتأمين توسيع فوهات الأقنية والانفتاح التاجي للقناة الجذرية الذي يتم على حساب الثلث التاجي للقناة. مثلاً القياسات: #4 ثم #3 ثم #2.

## ٢- طريقة الاستخدام تصاعدي القياس

يمكن أن تستخدم عند تطبيق تقنية Step-Back لتحضير القناة الجذرية، كما يلي (الشكل ٥-٦):

- تدخل السنبلة الأولى الأصغر قياساً (مثلاً #2) إلى عمق الثلث التاجي للقناة (مثلاً 4-5 مم) وتوسع جدران القناة خلال حركات الخروج بالاتجاه التاجي.
- يتلو ذلك تطبيق متدرج للسنايل تصاعدي القياس، ومتناقص من حيث عمق الدخول ضمن القناة (مثلاً #3: 3-4 مم، ثم #4: 1-2 مم)، حتى يتم توسيع وانفتاح الثلث التاجي من القناة بشكل حذر، من خلال إزالة أية زوائد أو رفوف أو مثلثات عاجية تعيق تحقيق محور دخول مستقيم للأدوات اللبية.



الشكل (٦-٥): يبين طريقة الاستخدام تصاعدي القياس لسنايل GG لتأمين توسيع فوهات الأقنية والانفتاح التاجي للقناة الجذرية، الذي يتم على حساب الثلث التاجي للقناة. مثلاً القياسات: #2 ثم #3 ثم #4.



يعد استخدام سنابل GG سواء بترتيب تنازلي أو تصاعدي من حيث القياس، تقنية بسيطة وغير مكلفة تؤمن ممراً انسيابياً للأدوات وتسهل بشكل جوهري الإجراءات السريرية المتتالية للمعالجة اللبية. يمكن أن تستخدم سنابل GG لتفريغ القناة الجزئي في سياق التحضير لإنجاز القلب والوتد المصبوب.

### الآثار الجانبية السلبية لاستخدام سنابل GG

يمكن أن تحدث الانثقابات الشريطية نتيجة الاستخدام غير الصحيح لسنابل GG كما في حالات:

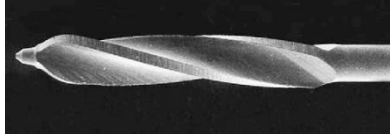
- تطبيق سرعات عالية.
- تطبيق ضغط جانبي مفرط على النطاقات الخطرة.
- إتباع زاوية إدخال غير ملائمة لا تتوافق مع الاتجاه الفراغي للقناة.
- استعمال قياسات تتجاوز بشكل كبير قياس الفوهة والثلث التاجي للقناة.

يمكن أن يسبب التعب الدوري انكساراً فجائياً لسنبلة GG وتتوضع نقطة الانكسار عادة عند منطقة اتصال القبضة بالساق خصوصاً عند استخدامها في مناطق الانحناء القنوي. تنكسر سنابل GG ذات الساق الأطول بتأثير تحميل دوران أخفض مقارنة بالساق القصيرة التي تتحمل جهود أكبر حتى تصل لمرحلة الانكسار.

### ٦-٣- سنابل Peeso Drills

تصنع بطريقة الصب باستخدام الفولاذ غير القابل للصدأ، وتستخدم بالاستعانة بقبضات بطيئة السرعة مرتبطة بجهاز كهربائي وتتراوح سرعة الدوران من 800-1200 دورة/دقيقة. تمتاز الحلزونات القاطعة بأنها أكثر توازياً وتبدي سطوح إرشاد محيطية وتمتد لمسافة أطول مقارنة بالجزء العامل لسنابل GG (الشكل ٥-٧). تتدرج قياساتها من 1-6 وتوفر بذرا قاطعة أو غير قاطعة.

يوصى باستخدامها بحذر لتجنب ترقق الجدران العاجية للقناة، إذ تعتبر أكثر خطراً وعدائية وأقل قابلية لضبط الاستخدام مقارنة بسنابل GG. يعتبر استخدامها أقل شيوعاً مقارنة بسنابل GG. يمكن أن تستخدم لتوسيع الثلث التاجي للقناة أثناء المعالجة اللبية أو لتفريغ الجزئي للقناة المحشوة عند تهيئتها لتثبيت القلب والوتد المعدني كما هو الحال بالنسبة لسنابل GG.



الشكل (٥-٧): يبين شكل الرأس العامل لسنبلة *Peeso*

### ٣- الخصائص العامة للتحضير الآلي لمنظومة القناة الجذرية

#### ٣-١- لمحة تاريخية

- قام Rollins بتجربة التحضير الآلي للأقنية الجذرية لأول مرة عام 1899.
- استخدمت قبضة الجيروماتيك عام 1964 حيث أمنت حركة تبادلية نحو اليمين واليسار لأدوات تحضير آلية مصنوعة من الفولاذ غير القابل للصدأ. أظهرت هذه الأدوات عدداً من المساوئ من أهمها:
  - انتقال القناة: عدم الحفاظ على مركزية القناة.
  - انكسار الأداة أثناء عملها ضمن القناة.
- بدأ التحضير الآلي الحديث بشكل جاد مع بداية تسعينيات القرن العشرين مع استخدام أدوات NiTi التي سمحت بفضل مرونتها الفائقة، بالدوران المستمر ضمن القناة مع انخفاض واضح بنسب الأخطاء الإجرائية مقارنة بالأجيال الأولى من الأدوات، الأمر الذي أحدث انعطافاً جوهرياً في جودة الأداء وثبات النتائج.
- استخدم مصطلح الجرى الانسيابي Glide Path في مداواة الأسنان اللبية لأول مرة في بداية القرن الواحد والعشرين ويرتبط بتأمين طريق سالك مفتوح من فوهة القناة حتى نهايتها من شأنه أن يتقبل التوسيع الآلي بدون أخطاء إجرائية. يعادل الجرى الانسيابي الأدنى قياساً المطلوب تحقيقه قياس مبرد K #15 - #20.

#### ٣-٢- المتطلبات الأساسية للتحضير الآلي

- يتمحور عمل أدوات التحضير الآلي حول توسيع وتشكيل الأقنية المفتوحة ولا ينبغي لها ولا تستطيع أن تتجاوز ذلك. يستلزم التحضير القنوي بواسطة التدوير الآلي للأدوات اللبية متطلبات أساسية لا بد من الالتزام بها وتحقيقها لضمان تحضير قنوي صحيح وفعال وآمن بأن واحد وهي:

- التقييم الدقيق لخصائص الحالة ودرجة صعوبتها.
  - تأمين مدخل ملائم للقناة: خط دخول مستقيم صريح للأدوات.
  - التوسيع اليدوي للقناة حتى القياس #20 في سياق التهيئة لاستعمال الأدوات الآلية.
- بناءً عليه لا تُستخدم أدوات التحضير القنوي الدوّارة آلياً في الحالات التالية:

- البحث عن قناة ضائعة.
- فتح قناة متكلسة.
- استكشاف أو سبر أو تسليك أو تأسيس مجرى انسيابي للقناة الجذرية.

### ٣-٣- القواعد العامة للتحضير الآلي

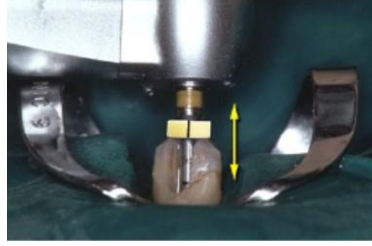
بعد تحقيق المتطلبات الأساسية للتحضير الآلي لابد من إتباع قواعد "ذهبية" ليقوم التحضير الآلي بمهمته بالشكل الملائم وهي:

- التقدم باتجاه الذروة حسب تقنية **Crown-Down**.
- تجنب التوسيع القسري للقناة: تتقدم الأدوات بشكل انسيابي نحو الذروة بسرعة دوران منخفضة وعزم قطع مرتفع ملائم.
- إرواء/نقع القناة: قبل وخلال وبعد استخدام الأدوات الدوّارة، بل يجب أن تقوم أداة التسليك (أداة يدوية صغيرة القياس) بتحريك سائل الإرواء ليصل عمقاً حتى القسم الذروي للحفاظ على نفوذية القناة Canal Patency.
- تزليق الأداة/القناة: تفيد المعاجين المزلقة (EDTA-NaOCl) في تسهيل عمل الأدوات الدوّارة ومنع اشتباكها مع جدران القناة بالتآزر مع محاليل الإرواء.
- استبدال الأدوات الآلية بشكل دوري نظراً لعدم ظهور التشوهات البنيوية عياناً دوماً.

### ٣-٤- القواعد العملية للتحضير الآلي

لتحقيق القواعد العامة للتحضير القنوي لابد من إتباع أسلوب عمل محدد كما يلي:

- تطبيق حركة دخول-خروج مستمرة للأدوات أثناء الدوران بطريقة اللمس والانسحاب Touch-Retract بحيث لا تستقر أو تتوقف الأداة في أي نقطة من القناة.
- تترافق حركة الدخول-الخروج بتقدم عام للأداة الدوارة بالاتجاه الذروي تدريجياً بدون ضغط قسري بسعة لا تتجاوز 1 مم لكل حركة حتى بلوغ كامل الطول العامل (الشكل ٥-٨).



الشكل (٥-٨): يبين كيفية عمل المبادر الآلية ضمن القناة الجذرية أثناء التوسيع والتقدم بالاتجاه الذروي.

- تجنب العوامل التي تعيق أو تمنع المبادر الدوارة آلياً من التقدم بشكل انسيابي غير قسري Passive بالاتجاه الذروي ومن أهمها:
  - قطر القناة أضيق من قطر الأداة.
  - تراكم فضلات التحضير داخل القناة.
  - تراكم فضلات التحضير بين حلزونات الأداة.
  - بيئة العمل غير المرؤاة والمرلقة بشكل ملائم.
  - التشريح الصعب لمنظومة القناة الجذرية.
- الإنهاء: يوصى بإجراء الإنهاء اليدوي للمنطقة الذروية في حالات التشريح اللي المعقد حيث يكون تشكيل مجرى قنوي انسيابي صعب التحقيق بسبب التشعب و-أو الانحناء الذروي الشديد للقناة (الشكل ٥-٩).



الشكل (٥-٩): يبين بعض حالات التشريح القنوي التي تتطلب إنهاءً يدوياً للمنطقة الذروية بعد استخدام التحضير الآلي للأجزاء التاجية والمتوسطة للقناة.

### ٣-٥- ميزات التحضير القنوي الآلي

يُعد التحضير الآلي للأقنية الجذرية من وسائل وطرائق المعالجة اللبية التي تتميز بـ:

- تكرارية ثابتة من حيث الفعالية والكفاءة ونسب النجاح المرتفعة.
- سرعة إنجاز التحضير القنوي : توفير الوقت والجهد.
- انخفاض نسبة الألم المرافق و -أو التالي للتحضير ما يضمن راحة ورضى المريض.
- انخفاض نسب الأخطاء والاختلاطات الإجرائية بفضل خصائص الأدوات البنيوية والشكلية
- التشكيل القمعي الصريح والانسيابي للقناة اللازم والكافي مع المحافظة على الشكل الأصلي للقناة من خلال:

- تحقيق توسيع تاجي مبكر ملائم بدون زيادة أو نقصان.
- المحافظة على الأبعاد الأصغرية للنهاية الذروية للقناة.
- تأمين شكل جدران مقاوم لتجاوز الأقماع الحاشية للذروة الحقيقية.
- تعزيز وصول وفعالية الإرواء وتحسين جودة التنظيف والتطهير القنوي.
- تحديد قياس القمع الحاشي الملائم وخصوصاً للمنطقة الذروية بشكل دقيق.
- تعزيز فعالية الحشو القنوي الكتيمة المتجانس خصوصاً للمنطقة الذروية.
- توجيه حركة زوائد الاسمنت الحاشي نحو الثلث التاجي للقناة.

بالمقابل يستلزم إجراء التحضير الآلي الصحيح مايلي:

- التدريب والخبرة اللازمة.
- استخدام أجهزة وأدوات نوعية بتكلفة مادية مرتفعة نسبياً.
- الاستبدال الدوري للأدوات الدوارة: يفضل الاستعمال مرة واحدة.
- استخدام أقماع حاشية خاصة موافقة: طريقة القمع المفرد.
- من المفضل استخدام أجهزة وطرائق الحشو والتكثيف القنوي المعتمدة على التلدين الحراري

#### ٤ - استراتيجيات التحضير الآلي لمنظومة القناة الجذرية

تتبع أنظمة التحضير الآلية تسلسل أدوات محدد لتتناول مناطق القناة بشكل تدريجي، وتعتمد بشكل أساسي تقنية Crown Down، إلا أن تنفيذها العملي يمكن أن يتعدى الالتزام بتفاصيلها الوصفية، في بعض الأنظمة، في سبيل تسهيل وتبسيط الخطوات وبغية التلاؤم مع درجة صعوبة التشريح القنوي.

##### ٤-١ - طريقة Crown Down النمطية

تطبق هذه التقنية بتفاصيلها الدقيقة كما هو الحال في نظام K3 وتتضمن المراحل الأساسية التالية:

- تحقيق التوسيع والانفتاح التاجي الأولي.
  - تحديد الطول العامل للقناة.
  - تأمين مجرى انسيابي باستخدام المبرد اليدوي K #15 - #20.
  - يبدأ تحضير القناة بالأدوات ذات الاستدقاق 06. بترتيب تنازلي من حيث القياس والقمعية مع ازدياد عمق دخول الأدوات تدريجياً حتى تصل إلى كامل الطول العامل.
  - لا بد من الاستعمال المتكرر لمبرد الاسترداد -تجميع المراحل خلال خطوات التحضير.
- يمكن تحضير المنطقة الذروية بواسطة موجة نازلة Crown Down وموجة صاعدة Step-Back من التشكيل القنوي متبعاً تقنية الانفتاح المضاعف Double Flare، الأمر الذي يضمن تحضير قمعي صريح لهذه المنطقة الحساسة.

##### ٤-٢ - طريقة Crown Down ذات الطول الواحد Single Length

كما هو الحال في نظام التحضير ProTaper إذ لا تنفذ طريقة Crown-down النمطية بل تتبع المراحل التالية (الشكل ٥-١٠):

- إدخال المبرد اليدوية #10 و #15 بدون ضغط قسري إلى الثلث التاجي والمتوسط بهدف:
  - استكشاف القناة Path-finding.
  - تأسيس مجرى انسيابي واضح Glide path.

- إدخال مبرد التشكيل S2 و S1 بدون أي ضغط قسري، حتى تبدأ القناة المستكشفة والمنقوعة بسائل الإرواء NaOCl بمقاومة دخول هذه الأدوات. يمكن استخدام مبرد SX عند الضرورة لتأكيد توسيع فوهات الأفنية وتأسيس خط دخول مستقيم من خلال إزالة الرغوف والعوائق والمثلثات العاجية.

- إرواء القناة بشكل دوري عند استخدام مبرد التشكيل S2 و S1 وتفعيل مبرد الاسترداد - تجميع المراحل #10 لمنع التكس الذروي للبرادة العاجية وتبديدها ضمن سائل الإرواء.

- استخدام مبرد #15 لتحديد الطول العامل، ومن ثم إجراء التوسيع والتشكيل اليدوي للقناة وخصوصاً للثلث الذروي، حتى القياس #20 بوجود الإرواء الوفير.

- استخدام مبرد التشكيل S2 و S1 إلى الطول العامل المحدد بحركة بشر جانبية محيطية على حساب مختلف جدران القناة أثناء خروج الأداة. تؤمن القمعية المتغيرة المتزايدة والفعالية

القاطعة العالية لمبرد التشكيل، إزالة أية إعاقات في الثلث التاجي والمتوسط في هذه المرحلة - استخدام مبرد الإنهاء حيث يتوقف التحضير عند أحدها F1 أو F2 أو F3 وذلك حسب

الأبعاد والمواصفات التشريحية الأولية للقناة خصوصاً في المنطقة الذروية مع اعتبار مايلي:

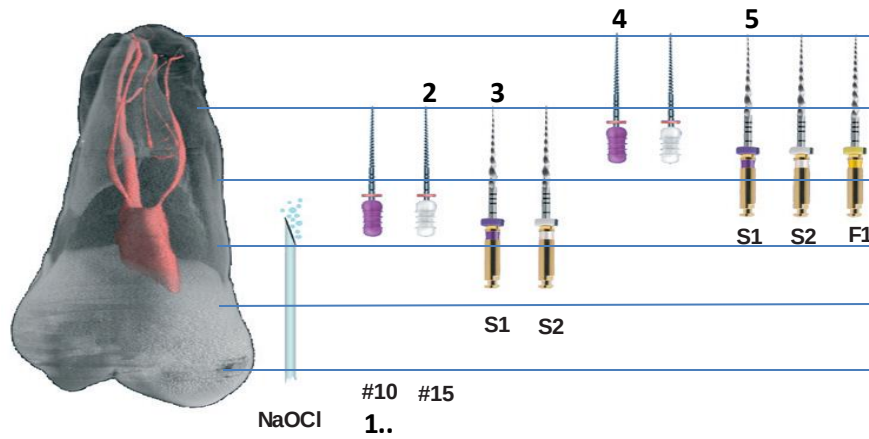
○ لا تُستخدم هذه الأدوات طريقة البشر الجانبية المحيطية وإنما الدخول في مركز القناة إلى كامل الطول العامل بشكل مباشر ولمرة واحدة فقط.

○ نظراً لكون هذه الأدوات ذات استداقات متغيرة متناقصة، فإنها تختص بتشكيل

المنطقة الذروية الأمر الذي يمكنها من الوصول بحرية إلى كامل الطول العامل بدون توتير جانبي تاجي مستفيدة مما أنجزته مبرد التشكيل.

- يجب أن ينتهي التحضير دوماً بمبرد الاسترداد - تجميع المراحل والإرواء الوفير.

الجدير بالذكر أنه في حالة التشريح الذروي الصعب المعقد (انحناء شديد أو مضاعف)، يفضل الإنهاء اليدوي المتأني لتخفيض نسبة الأخطاء الإجرائية التي ترتفع بشكل طردي مع ارتفاع نسبة صعوبة التشريح القنوي عموماً والذروي خصوصاً.



الشكل (٥-١٠): طريقة تحضير منظومة القناة الجذرية عند استخدام نظام التحضير الآلي Universal ProTaper. (1): الإرواء والسبر والاستكشاف الأولي للقناة، (2): تأسيس مجرى انسيابي، (3): توسيع الثلث التاجي والمتوسط من القناة باستخدام أدوات التشكيل S1 و S2، (4): استعمال أداة الاستكشاف وتأسيس المجرى الانسيابي اليدوي للوصول إلى ذروة القناة ومن ثم تحديد الطول العامل، (5): التحضير الذروي باستخدام S1 و S2 ومن ثم أدوات الإنهاء (F1، F2، F3) حتى القياس القنوي - الذروي المطلوب.

#### ٤-٣- طريقة المبرد ذاتي المعايرة (SAF) Self-Adjusting File

اقترحت هذه الطريقة حديثاً وهي غير شائعة الاستخدام. يستلزم تطبيقها إنجاز المراحل التالية:

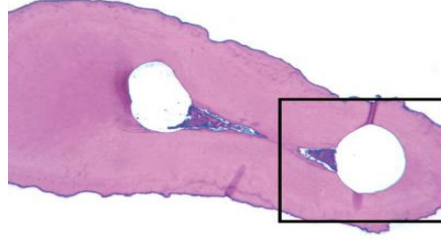
- استكشاف القناة بمبرد K صغير القياس والتأكد من نفوذيتها.
- تحديد الطول العامل للقناة.
- تحقيق التوسيع التاجي والمجرى الانسيابي للقناة بواسطة مبرد #20.
- انتقاء مبرد SAF المناسب لقياس وتشريح القناة ويطبق ضمن القناة حيث يسمح بالإرواء المستمر عبر لمعة الأداة بمعدل 5 ml/الدقيقة. تؤمن خاصية الإرواء المستمر إزالة فعالة لحظية لنتاجات التحضير.
- تنجز الأداة حركة تناوبية يمين-يسار بشكل حر حول محورها الطولي أثناء تقدمها نحو الذروة وعند بلوغها الطول العامل وتماسها مع جدران القناة تنقلب حركتها إلى دخول-خروج
- يستخدم مبرد واحد فقط لتحقيق التحضير القنوي، فبعد تطبيقه ضمن القناة وبلوغه الطول العامل، يتوسع تدريجياً ليتلاءم مع شكل القناة ويتناول مختلف مناطق القناة بالتنظيف والتشكيل على نحو متجانس.



## ٤-٤ - الطرائق الهجينة Hybrid Techniques

تستلزم الاختلافات التشريحية الفردية لكل منظومة قنوية أسلوب تداخل محدد قد يتطلب تغيير سلسلة استخدام الأدوات. لذلك يقترح بعض الباحثين إشراك أكثر من نظام تحضير آلي بغية تبسيط سلسلة الاستخدام وجعلها أكثر تلاؤماً مع الحالة قيد العلاج.

على سبيل المثال، تنتهي الأقنية بيضوية الشكل التي تستمر حتى المنطقة الذروية، بثقب ذروية بيضوية، في هذه الحالة لن تتمكن أنظمة التحضير الآلية من تشكيل القناة إلا بشكل دائري (الشكل ٥-١١). تعمل الطرائق الهجينة على إنجاز تشكيل ملائم للأقنية من حيث المقطع الطولي والعرضي من خلال تحقيق قطع متجانس أو موجه لسطوح الجدران العاجية، يسمح بإزالة بقايا لب السن وخاصة في الحالات العفنة، مع المحافظة على المقاومة الميكانيكية للجذر وخصوصاً في النطاقات الخطرة



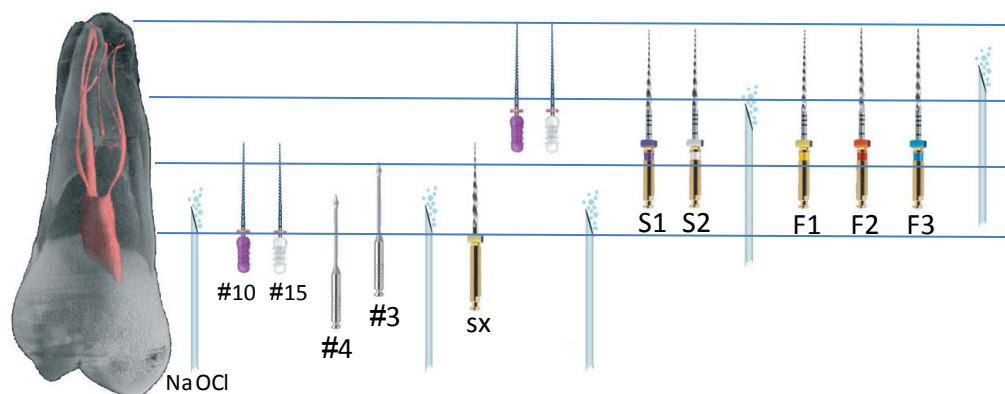
الشكل (٥-١١): مقطع نسيجي عرضي على مستوى الثلث المتوسط للجذر الأنسي للرحى الأولى السفلية بعد التحضير باستخدام نظامي تحضير آليين مختلفين. يلاحظ بقاء نسج لبية، يمكن أن تكون مصابة بالإنتان، في مناطق الغؤورات والشذوذات والتفاغرات بين القنوية إضافة إلى عدم المحافظة على مركزية القناة (نقلاً عن Messer).

### الطريقة الهجينة الشائعة لتحضير منظومة القناة الجذرية

تتألف من المراحل التالية (الشكل ٥-١٢):

- الإرواء القنوي الجيد بشكل متكرر.
- استخدام مبارد K (SS) صغيرة القياس للاستكشاف وتأمين خط دخول مستقيم للأدوات بدون أي دفع قسري (تناول الثلث التاجي والمتوسط عموماً).
- تطبيق سنابل GG بترتيب تنازلي لتأمين التوسيع التاجي للقناة (4# ثم 3#).
- استعمال الأداة Sx لنظام ProTaper لتأمين تمادي وانسيابية الثلث التاجي مع المتوسط.

- إعادة استخدام مبرد K (SS) صغيرة القياس لتأمين المجرى الانسيابي لكامل القناة ومن ثم تحديد الطول العامل ( $(\#20-K)$ ).
- تطبيق أدوات التشكيل لنظام ProTaper بالترتيب الاعتيادي ( $S1$  ثم  $S2$ ).
- تطبيق أدوات الإنهاء لنظام ProTaper بالترتيب الاعتيادي ( $F1$  ثم  $F2$  ثم  $F3$ ) لتحضير المنطقة الذروية حيث يتوقف التحضير عند القياس الملائم لأبعاد القناة الأولى.
- يمكن تحقيق التوسيع والإنهاء الذروي يدوياً، خصوصاً في حالة الانحناء الذروي الشديد، باستخدام أدوات ProTaper اليدوية (الشكل ٥-١٣).
- تكرار تطبيق الإرواء ومبرد الاسترداد هو شرط لازم وضروري للمحافظة على جودة التحضير.
- تعتبر مبرد الإنهاء  $F3$  و  $F4$  و  $F5$  صعبة الانثناء نسبياً، لذلك لا ينصح باستخدامها في الأفنية المنحنية.



الشكل (٥-١٢): الطريقة الهجينة الشائعة لتحضير منظومة القناة الجذرية



الشكل (٥-١٣): مجموعة الأدوات اليدوية ProTaper - NiTi ذات القمعية غير القياسية العالية.

يهدف إشراف أكثر من نظام تحضير إلى تحسين الفعالية والأمان بأن واحد خلال توسيع القناة. العاملان الرئيسان اللذان سيحددان ملامح طريقة التحضير الملائمة للحالة قيد العلاج هما:

- درجة صعوبة تشريح منظومة القناة الجذرية.

- خصائص التشكيل القنوي النهائي بما يتلاءم مع طريقة الحشو القنوي المزمع تطبيقها.

بالنتيجة تقع على عاتق الطبيب مسؤولية إدارة الحالة قيد العلاج، واختيار أفضل طرائق التداخل سواء اليدوية أو الآلية أو المهيمنة، وإتباع كل ما من شأنه تأمين راحة المريض ورفع نسبة نجاح العمل وتجنب الأخطاء وإعادة التأهيل الوظيفي للسن بفعالية وكفاءة.

## ٥- أنظمة التحضير الآلي لمنظومة القناة الجذرية

### ٥-١- لمحة عامة

يوجد حالياً أكثر من 50 نظام تحضير آلي لمنظومة القناة الجذرية قيد الاستخدام، إضافة إلى الأنظمة قيد البحث والتطوير. تتنوع أدوات هذه الأنظمة من حيث التصميم الشكلي، والخليطة المعدنية المستخدمة، وسلسلة الاستخدام وأسلوب القطع والصقل العاجي. يختلف أسلوب عمل وفعالية وكفاءة الجزء العامل المخزن للأداة باختلاف نظام التحضير، بل يمكن أن يختلف ويتفاوت في نفس الأداة حسب مناطق الجزء العامل: التاجي والمتوسط والذروي، ما يسمح بتناول أجزاء القناة بشكل أمواج متتالية من نطاقات التحضير التي تتكامل فيما بينها لتؤمن تحضير متدرج آمن لكامل القناة الجذرية.

ساهم تطوير الخصائص البنيوية والشكلية لأدوات التحضير الدوّارة في زيادة الكفاءة وتحسين نوعية التشكيل القنوي وتخفيض نسبة الأخطاء الإجرائية. على سبيل المثال:

- تفيد الذروة المرشدة في توجيه الأداة وإبقائها بوضعية مركزية ضمن القناة الجذرية.
- يساهم المقطع العرضي غير المتناظر للأداة في المحافظة على مركزية القناة ضمن الجذر.
- يفيد زيادة قطر الجزء المركزي core للأداة في رفع مقاومة الفتل وتخفيض نسبة الانكسار.
- يفيد استخدام محرك كهربائي مضبوط العزم في ضبط اشتباك حلزونات الأداة وبالتالي تخفيض نسبة انكسارها.
- يمكن الاستعانة بحركات التشكيل القنوي التناوبية وليس الدورانية المستمرة لمنع انخسار حلزونات الأدوات وبالتالي تخفيض نسبة انكسارها.

يركز التوجه الحديث في تطور أدوات التحضير القنوي الدوارة على:

- اعتماد عدم التناظر في المقطع العرضي لأدوات NiTi الدوارة المرنة، الأمر الذي يؤمن نطاق أوسع للتحضير من خلال تحقيق حركة دوران أفعوانيه دون زيادة قطر الحلزونات، مع المحافظة على التوضع المركزي للقناة بالنسبة إلى جدران الجذر الخارجية.
- قابلية تغير شكل الأداة بالاعتماد على التماس المباشر مع جدران القناة، كما هو الحال في المبرد ذاتي المعاييرة SAF - NiTi المصنع بشكل أنبوب مخوف ذو جدران شبكية مرنة.

يمكن أن تختلف تصاميم الأدوات الدوارة آلياً بشكل كبير، وذلك بناءً على:

- قياس وشكل الذروة: عاملة أو عاملة جزئياً أو غير عاملة مرشدة.
- قياس ونمط الاستدقاق: ثابت أو متغير.
- شكل المقطع العرضي: متناظر أو غير متناظر.
- قياس زاوية الحلزنة - الزاوية المروحية: ثابتة أو متغيرة.
- طبيعة الزاوية العاملة: سلبية أو حيادية أو إيجابية.
- طول الوحدة العاملة: ثابتة أو متغيرة.
- السطوح المحيطية المرشدة: موجودة أو غائبة، ضيقة أو عريضة.
- أبعاد الأتلام: ثابتة أو متغيرة.
- الغؤورات: موجودة أو غائبة.

أضحى الكثير من أنظمة التحضير القنوي الآلي، التي ظهرت مبكراً، طي النسيان نظراً لمساوئها الكبيرة، بينما يستمر استخدام وتطوير بعض الأنظمة لاعتمادها على أسس علمية وعملية صحيحة واقعية متلائمة مع خصائص ومتطلبات المعالجة اللبية.

تصنع أغلب الأدوات الدوارة آلياً بواسطة عملية نحت - تشكيل المعدن Grinding وهناك بعض الأنظمة التي تصنع أدواتها بواسطة التخريش بالليزر أو التحويل اللدن تحت تأثير عمليات إحماء وتبريد حرارية خاصة ومعقدة.

تعد خصائص السطح من العوامل المؤثرة في الأداء الوظيفي للأداة، فالصدوع التي تنشأ انطلاقاً من عيوب السطح المرتبطة بعملية التصنيع والإنهاء، ستؤدي إلى انكسار الأداة تحت تأثير عتبة تحميل أخفض من التحميل المفترض مقاومته من قبل الأداة بنيةً وتصميماً.

## ٥-٢- أنواع أنظمة التحضير الآلي لمنظومة القناة الجذرية

هناك تصنيف عام لكيفية عمل أدوات NiTi الدوارة آلياً بناءً على تصميمها وذلك كما يلي:

- الأدوات الدوارة المصممة للتحضير القنوي المنفعل Passive
- الأدوات الدوارة المصممة للقطع الفعال Active cutting
- الأدوات ذات التصميم الخاصة المنفردة

سوف نستعرض أشهر أنظمة التحضير التابعة لكل مجموعة بالتفصيل.

### المجموعة I: التحضير القنوي المنفعل - وجود السطوح المحيطية المرشدة

تشارك أنظمة التحضير الآلية ProFile و LightSpeed و GT بمقطع عرضي يتضمن سطوحاً محيطية مرشدة Radial lands وتعرف بـ U-shape. يفيد تصميم الذروة غير العاملة والسطوح المحيطية المرشدة في توجيه الأداة أثناء تقدمها بالاتجاه الذروي للقناة، ما يضمن على أدوات هذه المجموعة صفة التحضير الآمن بسبب انخفاض نسبة الأخطاء الإجرائية.

تتصف أدوات هذه المجموعة بأنها محدودة الفعالية والكفاءة، تعتمد بشكل أساسي على فعل التوسيع أكثر من القطع لجدران القناة العاجية. تختلف البرادة العاجية الناتجة عن استخدام الأدوات الدوارة ذات السطوح المحيطية المرشدة من حيث الكمية والطبيعة عنها عند استخدام الأدوات القاطعة الفعالة.

### نظام التحضير الآلي ProFile

أوجد من قبل Ben Johnson عام 1994، ويتضمن حالياً سلاسل أدوات بحجوم قياسية (ISO) وقمعيات أكبر من القياسية: 04 و 06.

الخصائص العامة: يبين الجدول (٥-٢) الخصائص العامة لأدوات نظام التحضير الآلي ProFile.

| عدد الأدوات        | القياس | مقدار تدرج القياس | السرعة                                    | الأطوال |
|--------------------|--------|-------------------|-------------------------------------------|---------|
| orifice shapers: 6 | 20-80  | 10: 20-60         | 150 – 350 دورة/د                          | 19 mm   |
| ProFile .06: 6     | 15-40  | 5                 | تطبيق قوة خفيفة بالاتجاه الذروي           | 21 mm   |
| ProFile .04: 9     | 15-90  | 5: 45<br>15: 60   | يرتبط عزم العمل وعزم الانكسار بحجم الأداة | 25 mm   |
| ProFile .02: 6     | 15-45  | 5                 |                                           | 31 mm   |

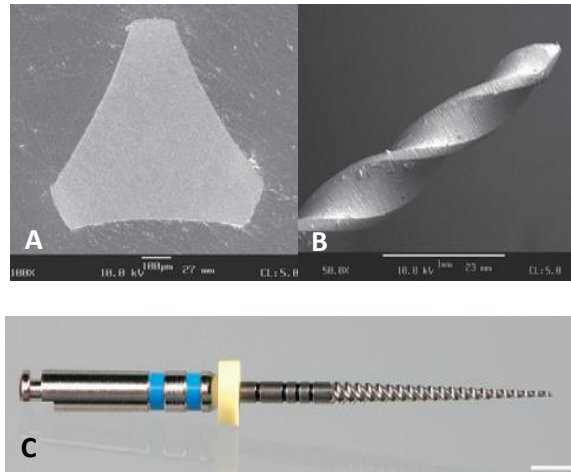
الجدول (٥-٢): الخصائص العامة لأدوات نظام التحضير الآلي ProFile

## التصميم الشكلي

تمتاز أدوات النظام بالخصائص التالية:

- ذروة مرشدة غير عاملة
- مقطع عرضي U-shape مزود بسطوح محيطية مرشدة ونواة مركزية مقاومة.
- زاوية حلزنة تبلغ 20 درجة ووحدة عاملة ثابتة وزاوية عاملة سلبية بشكل طفيف.

يسهل هذا التصميم تحقيق فعل التوسيع أكثر منه القطع على حساب الجدران العاجية، مع إزالة نتاج التحضير بالاتجاه التاجي ومن ثم إلى خارج القناة (الشكل ٥-١٤).



الشكل (٥-١٤): يبين التصميم الشكلي لأداة ProFile، (A): مقطع عرضي، (B، C): منظر جانبي

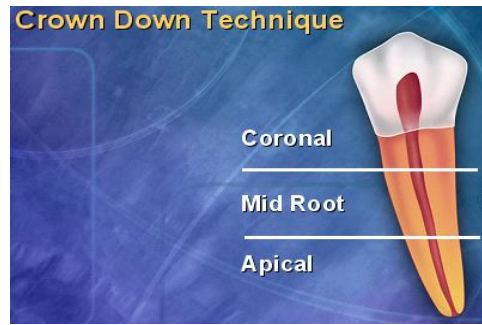
## الأداء السريري

- يتميز بانخفاض نسبة الأخطاء الإجرائية.
- لا يتجاوز تغير - انخفاض الطول العامل للقناة بعد التحضير 0.5 مم.

حديثاً أُضيف مبرد Vortex الذي يتصف بتعديل شكلي وهو عدم وجود سطوح محيطية مرشدة، بينما يشابه من حيث القياس والقمية الأدوات السابقة. صنف هذه الأدوات بعد التعديل في المجموعة الثانية.

### نظام التحضير الآلي K3

يدعى أيضاً Sybron-Endo K3 تم تطويره من قبل McSpadden الذي كان قد وضع قبلاً تصاميم أنظمة: Quantec SC, Quantec LX ، Quantec 2000. يستند إلى تقنية Crown-Down النمطية في التداخل القنوي وتناول أجزاء القناة تباعاً (الشكل ٥-١٥).



الشكل (٥-١٥): طريقة Crown Down لتحضير القناة تدريجياً: الثلث التاجي فالمتوسط فالذروري.

تصنع الأدوات من خليطة النيكل-تيتانيوم NiTi وتتشابه من حيث التصميم العام مع أدوات نظام ProFile بما في ذلك الاستدافات 0.02, 0.04, 0.06. يتميز بطول عام أقصر من أدوات الأنظمة الأخرى مع الاحتفاظ بطول عامل مشابه. تحمل كل أداة حلقة ملونة ورقم مميز لكل منها.

### الخصائص العامة

يبيد الجدول (٥-٣) الخصائص العامة لأدوات نظام التحضير الآلي K3.

| عدد الأدوات | القياس - القمية                                                           | مقدار تدرج القياس | السرعة                                                                                                   | الأطوال                 |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 27          | orifice openers:<br>.08, .10<br>15-45 / .02<br>15-60 / .04<br>15-60 / .06 | 5                 | السرعة: 300 - 350 دورة/د<br>تطبيق قوة خفيفة بالاتجاه الذروي<br>يرتبط عزم العمل وعزم الانكسار بحجم الأداة | 21 mm<br>25 mm<br>30 mm |

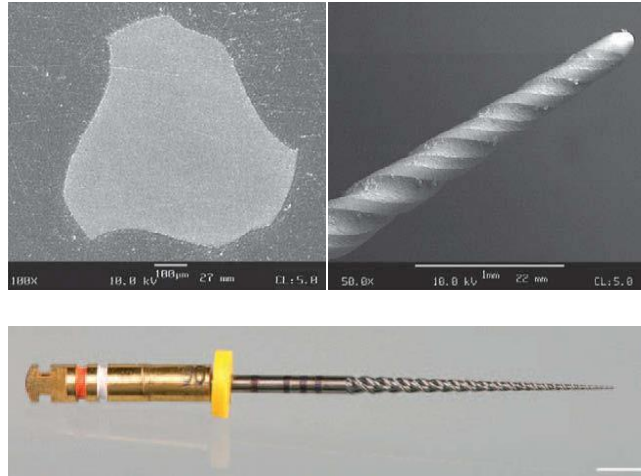
الجدول (٥-٣): يبين الخصائص العامة لأدوات نظام التحضير الآلي K3.

## خصائص التصميم الشكلي

### المقطع الطولي:

تتمتع الأدوات بالخصائص التالية (الشكل ٥-١٦):

- قمعية أكبر من القياسية (ISO).
- ذروة مدورة مرشدة غير عاملة.
- وحدة عاملة متغيرة الطول.
- زاوية حلزنة متغيرة القيمة: عند D1: 31 درجة - عند D16: 43 درجة
- ازدياد عمق الأثلام بين حلزونات الأداة عند الاتجاه من ذروتها نحو قبضتها، ما يساهم في:
  - تصريف فعال لنتاج التحضير بالاتجاه التاجي.
  - تخفيف الجهود المطبقة على الأداة خلال القطع، التي تتفاقم نتيجة تجمع البرادة العاجية بين جدران القناة وحلزونات الأداة.



الشكل (٥-١٦): الخصائص الشكلية لنظام التحضير الآلي K3، (A): مقطع عرضي، (B, C): منظر جانبي

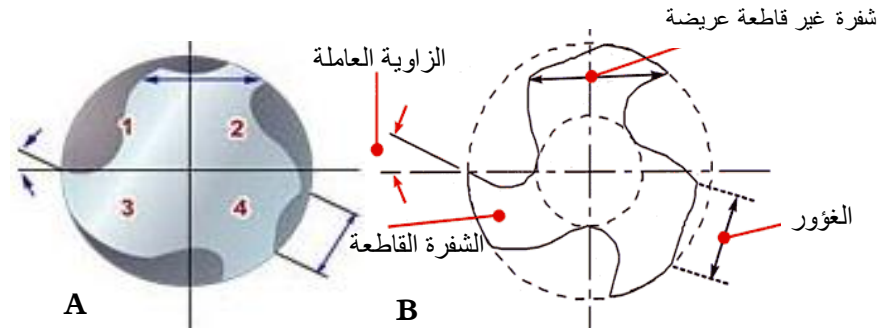
### المقطع العرضي

- غير متناظر: يمتلك ثلاث شفرات بزوايا عاملة إيجابية قاطعة (الشكل ٥-١٧):
  - تتماس إحداها مع جدران القناة: القيام بقطع سطح العاج بفعالية وكفاءة عالية.
  - اثنتان عريضتان ومتراجعتان: تؤمنان



- مقاومة عالية تجاه جهد الفتل.
- تجميع نتائج التحضير ودفعتها بالاتجاه التاجي.
- زيادة حجم كتلة الشفرة القاطعة تؤمن قوة قطع محيطية فعالة ومقاومة عالية تجاه جهود الفتل والالتواء.
- سطوح محيطية مرشدة عريضة ثلاثية غير متناظرة تساهم في منع انخسار الأداة والمحافظة على مركزية القناة.
- غؤور محيطي لتخفيف الاحتكاك مع جدران القناة.
- وحدة عاملة متغيرة الطول ونواة مركزية متغيرة القطر، ما يؤمن مرونة عالية للجزء المحلزن للأداة (الشكل ٥-١٧)

هناك صعوبة تقنية في تصنيع هذا التصميم، الأمر الذي يجعل وجود عيوب سطحية احتمالاً وارداً.



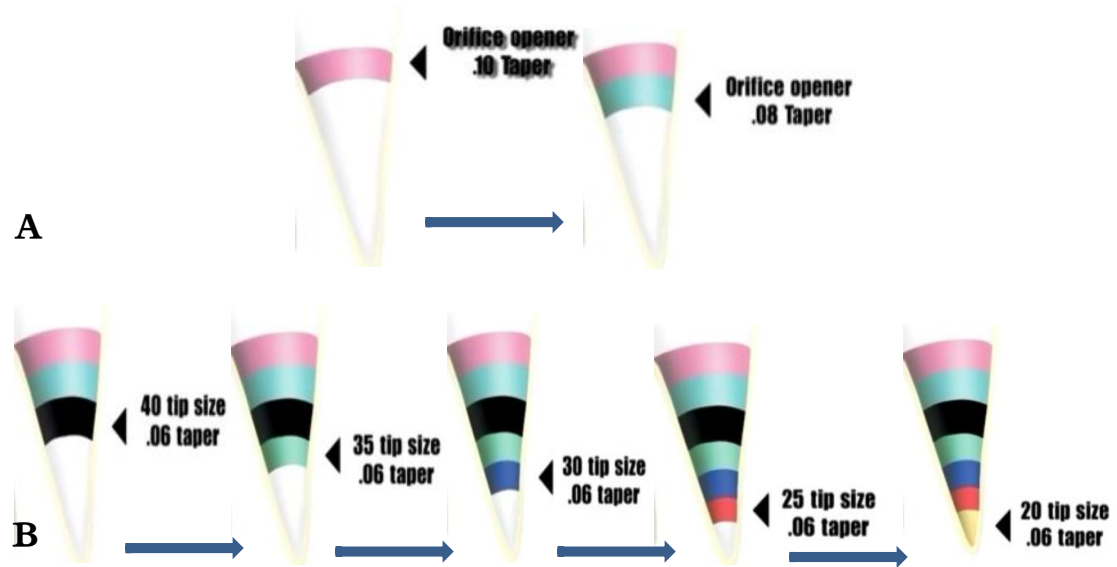
الشكل (٥-١٧): تغير خصائص المقطع العرضي لأداة K3، (A): بالقرب من ذروة الأداة، (B): بالقرب من قبضة الأداة.

### الاستخدام السريري

تُستخدم أدوات هذا النظام حسب السلسلة التالية (الشكل ٥-١٨):

- التأكد من نفوذية القناة باستخدام مبرد K (SS) صغير القياس (#10 أو #15).
- الدخول الأولي إلى القناة باستخدام الأداة فاتحة فوهة القناة ذات القمعية 0.10 مم/مم
- بسرعة دوران 250 دورة/دقيقة إلى طول 12 مم وسطياً.
- استخدام الأداة فاتحة فوهة القناة ذات القمعية 0.08 مم/مم إلى طول 15 مم وسطياً.
- تحديد الطول العامل: إلكترونياً وعبر التصوير الشعاعي (على سبيل المثال: 20 مم).

- استخدام الأدوات ذات القممعية 0.06 مم/مم بسرعة 200-250 د/د بشكل تدريجي:
  - متناقص القياس.
  - متزايد العمق ضمن القناة بالاتجاه الذروي بمعدل 1-2 مم لكل أداة.
  - الوصول بالقياس الصغير إلى النهاية الذروية للقناة أي إلى الطول العامل كما يلي:
    - الأداة 40 : تحضر حتى 16 مم من طول القناة.
    - الأداة 35 : تحضر حتى 17 مم من طول القناة.
    - الأداة 30 : تحضر حتى 18 مم من طول القناة.
    - الأداة 25 : تحضر حتى 19 مم من طول القناة.
    - الأداة 20 : تحضر حتى 20 مم = الطول العامل الكامل للقناة
- يتم استرداد ذروة القناة بشكل دوري متكرر بمبرد K (SS) قياس #10 أو #15.
- استخدام المعجون المزلق والإرواء الوفير بشكل متكرر بين المراحل هو إجراء لازم وضروري لتحقيق التحضير القنوي الصحيح.



الشكل (٥-١٨): يبين باختصار سلسلة الاستخدام السريري لأدوات نظام التحضير القنوي الآلي K3. (A): أداتي فتح فوهات الأقنية، (B): سلسلة الأدوات متناقصة القياس التي تصل تدريجياً إلى الطول العامل. يعد التحضير القنوي باستخدام هذا النظام أعلى فعالية وحفاظاً على الخصائص العامة للقناة مقارنة بالتحضير التقليدي، خصوصاً في حالة الأقنية المنحنية التي يمكن تحضيرها حتى الأبعاد الفراغية (#30.06)

بالنتيجة: تتمتع الأدوات الدوارة ذات السطوح المحيطة المرشدة بمقاومة انكسار عالية تجاه تحميل القتل، حيث تبدي مستوى أمان مرتفع على حساب انخفاض الفعالية والكفاءة القاطعة.

## المجموعة II : التحضير القنوي الفعال – غياب السطوح المحيطة المرشدة

تتشترك أدوات هذه المجموعة بتصميم محلزن أكثر فعالية وكفاءة من ناحية قطع سطح العاج نتيجة غياب السطوح المحيطة المرشدة، ما يؤدي إلى زيادة احتمال حصول الأخطاء الإجرائية. سوف نستعرض أهم أنظمة التحضير القنوي الآلية التي تدرج ضمن هذه المجموعة.

### نظام التحضير القنوي الآلي ProTaper Universal

صُمم هذا النظام من قبل Cliff Ruddle و John West و Pierre Machtou. يتضمن بالأصل 6 أدوات: 3 للتشكيل و 3 للإهاء القنوي. بعد ذلك أضيف:

- 2 أداة للإهاء أكبر قياساً.

- مجموعة منفصلة مكونة من 3 مبادر خاصة بإعادة المعالجة اللبية: ذروة قاطعة.

### الخصائص العامة

تتميز أدوات التشكيل بذروة عاملة جزئياً وأدوات الإهاء بذروة مرشدة، وتبدي قمعية متغيرة أكبر من القياسية، ما يساهم في تخفيض مساحة سطوح الاشتباك بين الأداة والجدران العاجية. كذلك تبدي الأدوات زاوية حلزنة ووحدة عاملة متغيرة، مصممة لرفع كفاءة القطع ومنع انخسار الحلزونات بجدران القناة بأن واحد. يبين الجدول (٥-٤) الخصائص العامة لأدوات نظام التحضير الآلي Universal ProTaper.

| عدد الأدوات                                                                 | القياسات | القياس - القمعية                                                                   | السرعة                                                                                 | الأطوال          |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 3 Shaping files:<br>Sx, S1,S2,<br>5 Finishing files:<br>F1, F2,F3,<br>F4,F5 | 19-40    | تدرج القياس: متغير بين الأدوات<br>القمعية: متغيرة على طول الجزء العامل<br>لكل أداة | 150 - 350 دورة/د<br>قوة تطبيق محورية دنيا<br>عزم عمل متغير<br>عزم انكسار منخفض - متوسط | 19, 21,<br>25 mm |

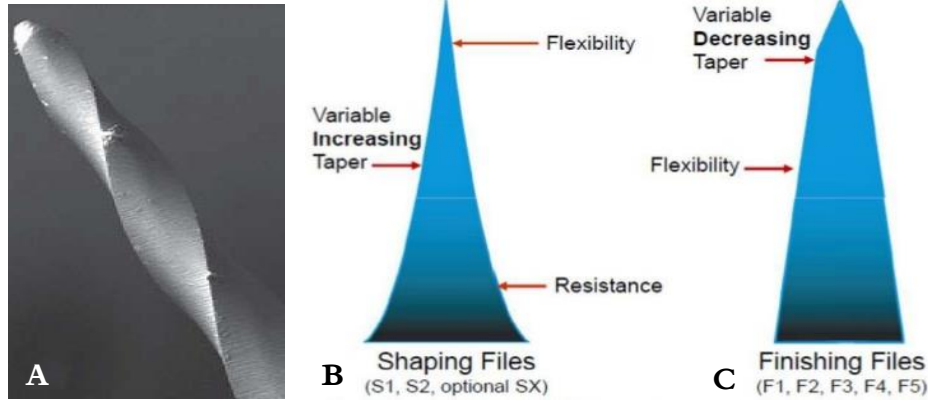
الجدول (٥-٤): يبين الخصائص العامة لأدوات التحضير الآلية ProTaper Universal

## التصميم الشكلي

المقطع الطولي (الشكل ٥-١٩):

مبارد التشكيل Sx, S1, S2: قمعية متزايدة بالاتجاه التاجي (باتجاه القبضة)

مبارد الإنهاء F1, F2, F3, F4, F5: قمعية متناقصة بالاتجاه التاجي

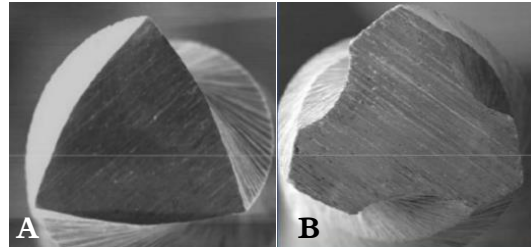


الشكل (٥-١٩): (A): منظر جانبي، (B) المقطع الطولي لمبارد التشكيل (C) المقطع الطولي لمبارد الإنهاء

نظام التحضير الآلي ProTaper Universal

## المقطع العرضي

مثلي محذب بحواف قاطعة حادة بدون سطوح محيطية مرشدة، ما يؤمن جزءاً مركزياً ثابتاً ومرونة كافية خصوصاً للقياسات الصغيرة. ينفرد المقطع العرضي لمبارد الإنهاء F3, F4, F5 بوجود انخفاض طفيف غير عامل لزيادة المرونة (الشكل ٥-٢٠).



الشكل (٥-٢٠): (A): تصميم المقطع العرضي لأدوات نظام التحضير ProTaper Universal باستثناء

(B): مبارد الإنهاء F3, F4, F5.

يبين الجدول (٥-٥) بعض المقاييس الخاصة بكل أداة لنظام التحضير الآلي ProTaper Universal

| F5                 | F4                 | F3                 | F2                 | F1                 | S2           | S1              | Sx     |                           |                |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|-----------------|--------|---------------------------|----------------|
| 0.5                | 0.4                | 0.3                | 0.25               | 0.2                | 0.2          | 0.17            | 0.19   | القياس: القطر الذروي (مم) |                |
| 4                  | 5                  | 9                  | 8                  | 7                  | 4            | 2               | 3.5    | D1                        | الاستدقاق<br>% |
| 4                  | 5                  | 5                  | 5.5                | 5.5                | 11.5         | 11              | D9: 19 | D14                       |                |
| 14                 | 14                 | 14                 | 14                 | 14                 | 14           | 14              | 14     | الطول العامل (مم)         |                |
| مدورة غير<br>عاملة | مدورة غير<br>عاملة | مدورة غير<br>عاملة | مدورة غير<br>عاملة | مدورة غير<br>عاملة | عاملة جزئياً | عاملة<br>جزئياً | مرشدة  | صفات الذروة               |                |

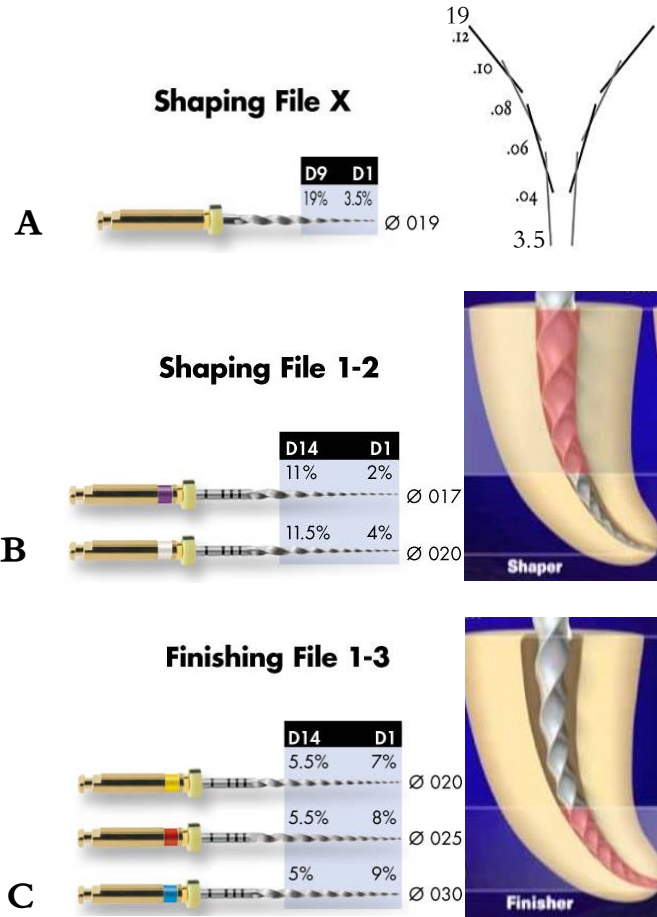
الجدول (٥-٥): يبين المقاييس الخاصة بكل أداة لنظام التحضير الآلي ProTaper Universal

#### الاعتبارات السريرية

تتمتع أدوات هذا النظام بطول موحد يسمح لها بالدخول إلى كامل الطول العامل للقناة (عدا Sx). تسمح القمعية المتغيرة والتصميم الخاص بأدوات التشكيل والإنهاء، بأن تتخصص كل أداة بتوسيع وتشكيل جزء وعمق محدد من القناة ابتداءً من الثلث التاجي، فالمتوسط، فالذروي، حسب تقنية Crown Down لتشكيل كامل القناة (الشكل ٥-٢١):

- الأداة Sx: توسع الثلث التاجي للقناة لتأمين خط الدخول المستقيم.
- الأداة S1: تعزز توسيع وتشكيل الثلث التاجي للقناة.
- الأداة S2: تحقق تمادي توسيع وتشكيل الثلث التاجي نحو الثلث المتوسط.
- الأداة F1: تحقق تمادي توسيع وتشكيل نهاية الثلث التاجي نحو الثلث المتوسط فالذروي.
- الأداة F2: تعزز توسيع وتشكيل الثلث المتوسط فالذروي.
- الأداة F3: ترسخ توسيع وتشكيل نهاية الثلث المتوسط فالذروي، وكذلك الأمر بالنسبة للأداة F4 و F5.

لا بد من الإشارة إلى أن تناقص قمعية أدوات الإنهاء مع ازدياد قياساتها يعني تركيز عمل الأداة أكثر فأكثر على توسيع الأجزاء الأكثر ذرورية من القناة.



الشكل (٥-٢١): أدوات نظام التحضير الآلي ProTaper Universal (A): القمعية المتزايدة بشكل كبير للأداة Sx، (B): تناول مبارد التشكيل، متزايدة القمعية، للثلث التاجي والمتوسط من القناة، (C): تناول مبارد الإنهاء، متناقصة القمعية، لنهاية الثلث المتوسط والثلث الذروي من القناة.

عند استخدام أدوات هذا النظام وكافة أدوات أنظمة التحضير ذات الحواف القاطعة الفعالة، لابد من التأكيد على تحقيق:

- طريق قنوي انسيابي **Glide path**: سواء بواسطة الأدوات اليدوية القياسية #15 أو #20 أو الأدوات الآلية المخصصة لهذا الهدف، بحيث تهيئ القناة لاستقبال أدوات التحضير الآلي. يسمح هذا الإجراء بمعرفة أبعاد القناة الأولية وبالتالي تقدير قياس التحضير النهائي الملائم (متى يتوقف التحضير) إضافة إلى تخفيض نسبة الأخطاء الإجرائية.
- استعمال حركات البشر **Brushing** الجانبية: التي تسمح بالتوجيه التاجي للأدوات بعيداً عن المناطق الخطرة، لتجنب ترقق الجدران العاجية وانحشار واشتباك حلزونات الأداة بجدران القناة.

لابد من الإشارة إلى الثغرات التالية في تصميم هذه الأدوات:

- ارتفاع نسبة انكسار الأدوات في مناطق تغير القمعية.
- غير ملائمة لتحضير الأفقية العريضة خصوصاً في المنطقة الذروية، الأمر الذي يستوجب إشراكه مع نظام تحضير آخر أقل قمعية وأكثر مرونة لتحقيق التحضير الذروي المناسب مع تخفيض نسبة انتقال الذروة.

## نظام التحضير القنوي الآلي ProTaper Next

### الخصائص العامة

ظهر هذا الجيل الجديد من أنظمة التحضير الآلية عام 2013. يتألف من 5 أدوات بقياس وقمعية خاصة بكل أداة كما هو مبين في الجدول (٥-٦) و(الشكل ٥-٢٢):

| الأداة | القياس (مم) | قمعية الجزء الذروي | تغير القمعية                              |
|--------|-------------|--------------------|-------------------------------------------|
| X1     | 0.17        | .04                | تزداد بشكل طفيف بالاتجاه التاجي ثم تتناقص |
| X2     | 0.25        | .06                | تزداد بشكل طفيف بالاتجاه التاجي ثم تتناقص |
| X3     | 0.30        | .075               | تتناقص بالاتجاه التاجي تدريجياً           |
| X4     | 0.40        | .065               | تتناقص بالاتجاه التاجي تدريجياً           |
| X5     | 0.50        | .06                | تتناقص بالاتجاه التاجي تدريجياً           |

الجدول (٥-٦): يبين مقاييس أدوات نظام التحضير الآلي ProTaper Next

|    |                                                                                     | Active part lengths |            |              |              |              |              | Tip Ø |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|
|    |                                                                                     | 16mm                | 13mm       | 9mm          | 6mm          | 3mm          | 1mm          |       |
| X1 |  | 6%<br>1.16          | 6%<br>0.98 | 7.5%<br>0.70 | 6.5%<br>0.49 | 5%<br>0.31   | 4%<br>0.21   | 0.17  |
|    |                                                                                     | 4%<br>1.20          | 6%<br>1.11 | 7%<br>0.84   | 7%<br>0.63   | 6%<br>0.43   | 6%<br>0.31   |       |
| X2 |  | 5%<br>1.20          | 5%<br>1.09 | 6%<br>0.89   | 6%<br>0.71   | 7.5%<br>0.53 | 7.5%<br>0.38 | 0.25  |
|    |                                                                                     | 4.5%<br>1.20        | 5%<br>1.13 | 5%<br>0.93   | 6%<br>0.78   | 6.5%<br>0.60 | 6.5%<br>0.47 |       |
| X3 |  | 4%<br>1.20          | 4%<br>1.14 | 4%<br>0.98   | 5%<br>0.84   | 6%<br>0.68   | 6%<br>0.56   | 0.30  |
|    |                                                                                     | 4%<br>1.20          | 4%<br>1.14 | 4%<br>0.98   | 5%<br>0.84   | 6%<br>0.68   | 6%<br>0.56   |       |
| X4 |  | 4%<br>1.20          | 4%<br>1.14 | 4%<br>0.98   | 5%<br>0.84   | 6%<br>0.68   | 6%<br>0.56   | 0.40  |
|    |                                                                                     | 4%<br>1.20          | 4%<br>1.14 | 4%<br>0.98   | 5%<br>0.84   | 6%<br>0.68   | 6%<br>0.56   |       |
| X5 |  | 4%<br>1.20          | 4%<br>1.14 | 4%<br>0.98   | 5%<br>0.84   | 6%<br>0.68   | 6%<br>0.56   | 0.50  |
|    |                                                                                     | 4%<br>1.20          | 4%<br>1.14 | 4%<br>0.98   | 5%<br>0.84   | 6%<br>0.68   | 6%<br>0.56   |       |

الشكل (٥-٢٢): يبين مقاييس أدوات نظام التحضير الآلي ProTaper Next (PTN)

يوصى بتطبيق سرعة دوران 300 دورة/دقيقة وعزم 4-5.2 Ncm وذلك حسب قياس كل أداة.

## التصميم الشكلي

تتمتع الأدوات بمقطع عرضي مستطيل الشكل، غير مركزي التوضع ضمن فراغ القناة الجذرية، ما يؤمن دوران الأداة بحركة أفعوانية عند التشغيل وأثناء التقدم بالاتجاه الذروي (الشكل ٥-٢٣).



الشكل (٥-٢٣): شكل المقطع العرضي لأدوات نظام التحضير الآلي PTN غير المتناظر بالنسبة لمركز الدوران (X) وعلاقته بجدران القناة الجذرية.

## الأداء السريري

تقوم أدوات PTN بالدوران بشكل أفعواني حيث تؤمن هذه الحركة المحسنة بالمقارنة مع أدوات ProTaper Universal (PTU) (الجدول ٥-٧):

- ارتفاع مساحة القطع المحيطية مقارنة بأدوات مشابهة لها من حيث القياس ومتناظرة من حيث المقطع العرضي ومركزية من حيث الدوران.
- ارتفاع المرونة العامة للأدوات.
- تأمين فراغ أكبر حجماً لقطع وتحميل والتخلص من البرادة العاجية بالاتجاه التاجي.
- انخفاض نسبة الاشتباك والانحشار وبالتالي انخفاض نسبة حدوث ظاهرة توافق - قفل القمعية Taper Lock بين الأداة والقناة.
- تخفيض نسبة الأخطاء الإجرائية والمحافظة على مركزية القناة.

| القياس | أدوات النظام PTU | القياس | أدوات النظام PTN |
|--------|------------------|--------|------------------|
| 018    | S1               | 017    | X1               |
| 020    | S2               |        |                  |
| 020    | F1               |        |                  |
| 025    | F2               | 025    | X2               |
| 030    | F3               | 030    | X3               |
| 040    | F4               | 040    | X4               |
| 050    | F5               | 050    | X5               |

الجدول (٥-٧): يبين الأدوات المتناظرة قياساً بين نظامي التحضير PTN و PTN



## نظام التحضير القنوي الآلي Revo-S

### الخصائص العامة

يُشتق اسم النظام من الأحرف الأولى للتعبير Revolution in Shaping. يتضمن ثلاث أدوات تشكيل وثلاث أدوات إنهاء، يمكن استخدامه في معظم الأقنية الجذرية بأشكالها التشريحية المختلفة (الجدول ٥-٨). تتراوح سرعة دوران الأدوات من 250 إلى 400 دورة/دقيقة.

| نوع الأداة    | اسم الأداة | القياس | القمية             | الطول       | المقطع العرضي |
|---------------|------------|--------|--------------------|-------------|---------------|
| أدوات التشكيل | SC1        | #25    | .06                | 21 مم       | غير متناظر    |
|               | SC2        | #25    | .04                | 25 أو 29 مم | متناظر        |
|               | SU         | #25    | .06                | 25 أو 29 مم | غير متناظر    |
| أدوات الإنهاء | AS30       | #30    | .06 (الجزء الذروي) | 25 مم       | غير متناظر    |
|               | AS35       | #35    | .06 (الجزء الذروي) | 25 مم       | غير متناظر    |
|               | AS40       | #40    | .06 (الجزء الذروي) | 25 مم       | غير متناظر    |

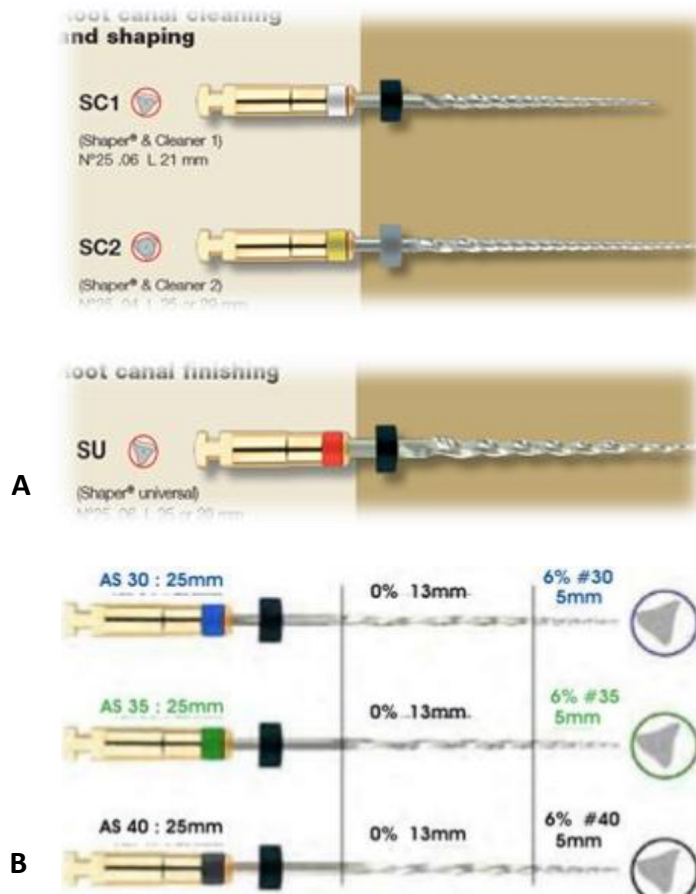
الجدول (٥-٨): يبين المقاييس الخاصة بأدوات نظام التحضير القنوي الآلي Revo-S

### التصميم الشكلي

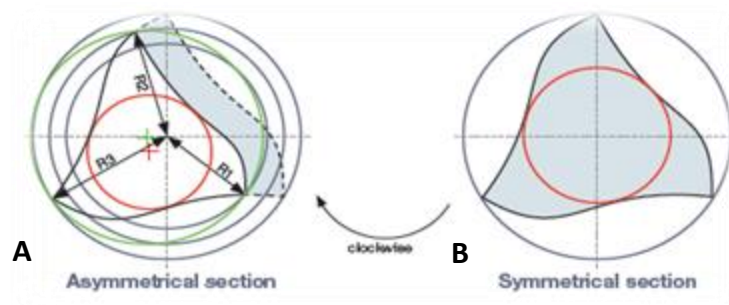
تتميز الأدوات بمقطع عرضي متناظر أو غير متناظر وذلك حسب طبيعة عمل الأداة ومرحلة التداخل والتوازن المطلوب بين الفعالية والكفاءة من جهة، والحرص والأمان من جهة أخرى (الشكل ٥-٢٤)، وذلك ضمن سلسلة التشكيل التي تلتزم بتقنية Crown Down.

تبدي أدوات التشكيل القنوي مقطوعاً عرضياً غير متناظر للأدوات (SU، SC1) ومتناظر للأداة (SC2). بناءً عليه تتصف الأدوات بحواف قاطعة تتوزع في ثلاث أنصاف أقطار R1, R2, R3 تكون مختلفة الطول بحالة عدم تناظر المقطع العرضي (الشكل ٥-٢٥).

هذا التصميم يمنح الأداة غير متناظرة المقطع العرضي حركة أثناء الدوران تشبه حركة الأفعى Snake like movement.



الشكل (٥-٢٤): المظهر الشكلي لأدوات التشكيل (A)، والإنهاء (B) لنظام التحضير القنوي Revo-S



الشكل (٥-٢٥): مقارنة المقطع العرضي غير المتناظر (A) والمتناظر (B) لأدوات نظام التحضير Revo-S

### الخصائص السريية

تتمتع كل أداة في هذه النظام بمواصفات خاصة لتقوم بأداء وظيفة محددة أثناء التحضير القنوي.

الأداة SC1 (Shaper & Cleaner 1): تتمتع بـ:

- مقطع عرضي غير متناظر

- قدرة نفوذ كبيرة مع انخفاض مقدار الجهد المطبق على الأداة أثناء النفوذ والتحضير، من خلال انخفاض مقدار الاحتكاك بين سطوح الأداة وجدران القناة بفضل الحركة الأفعوانية.
- مرونة عالية وقدرة كبيرة على الانحناء بفضل القلب المعدني الصغير.
- فعالية كبيرة في دفع البرادة العاجية بالاتجاه التاجي أثناء التحضير.

#### الأداة SC2 (Shaper & Cleaner 2):

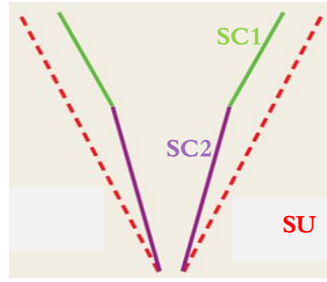
- مقطع عرضي متناظر.
- كفاءة وفعالية قطع عالية لجدران القناة مع احترام الشكل التشريحي الأصلي.

#### الأداة SU (Shaper Universal):

- مقطع عرضي غير متناظر.
- تنعيم وصقل وإنهاء جدران القناة المحضرة من خلال دمج مناطق تحضير الأدوات السابقتين، وتكريس التحضير القمعي الانسيابي المتجانس للقناة.

#### سلسلة الاستخدام السريري

- التسليك اليدوي باستخدام مبرد K صغير القياس (#10 أو #15).
- الاستخدام المتسلسل لأدوات التشكيل بحيث تتناوب الأدوات كما يلي (الشكل ٥-٢٦):
  - SC1 : إلى 2/3 طول العامل للقناة، لتأمين نفوذ قنوي آمن.
  - SC2 : إلى كامل طول العامل للقناة، لتشكيل المنطقة الذروية بكفاءة.
  - SU : إلى كامل طول العامل للقناة، لدمج فعل الأدوات السابقتين، ما يحقق انسيابية التحضير وفعالية التنظيف والصقل والتنعيم للجدران العاجية.
- يتم التحضير النهائي للثلاث الذروي باستخدام أدوات الإنهاء الذروي ذات المقطع العرضي غير المتناظر والقمعية الذروية 06. والقياسات: AS30, AS35, AS40 ( Apical Shaper)، الأمر الذي يضمن تشكيل هذه المنطقة وتنظيفها ميكانيكياً وكيميائياً (وصول معزز لسوائل الإرواء).



الشكل (٥-٢٦): سلسلة استخدام أدوات التشكيل لنظام التحضير القنوي الآلي Revo-S

## نظام التحضير القنوي الآلي RaCe

### الخصائص العامة

يشتق الاسم من المصطلح "Reamer with alternating Cutting edge" الذي يصف إحدى الخصائص الرئيسة لهذا النظام، وقد تم تصنيعه من قبل شركة FKG لأول مرة عام 1999. يبين

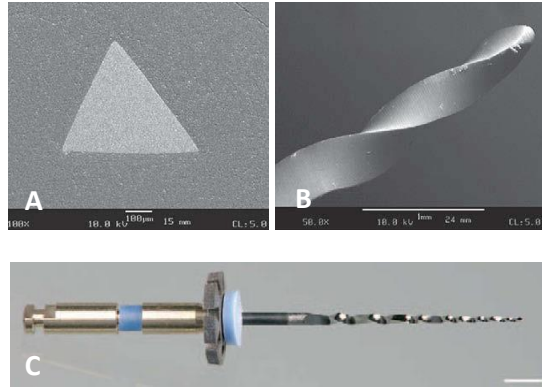
الجدول (٥-٩) مقاييس أدوات نظام التحضير الآلي RaCe

| عدد الأدوات | القياس - القمية                                                         | تدرج القياس                | السرعة                                          | الأطوال   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------|-----------|
| 15          | (.02): 15-60<br>(.04): 25-35<br>(.06): 30, 40<br>(.08): 35<br>(.10): 40 | - 5 و 10<br>- قممات مختلفة | - تصل حتى 600 دورة/د<br>- قوة تطبيق محورية دنيا | 19, 25 mm |

الجدول (٥-٩): يبين الخصائص العامة لأدوات نظام التحضير الآلي RaCe

### التصميم الشكلي

- يتراوح طول الجزء العامل من 9-16 مم حيث تتناوب المناطق المحلزنة مع وعكس اتجاه عقارب الساعة مع مناطق غير محلزنة. يهدف هذا التصميم إلى تخفيض احتمالات انحشار الأداة ضمن القناة الجذرية.
- تتصف الذروة بأنها مدورة غير عاملة والمقطع العرضي مثلث الشكل (الشكل ٥-٢٧).
- قبضة الأدوات ذات ألوان مختلفة تعبر عن قياساتها.
- تحمل كل أداة حلقة خاصة لبيان عدد مرات الاستخدام.
- تسوّق بشكل مجموعات متفاوتة المقاييس تلائم قياس الأقنية الضيقة أو العريضة.



الشكل (٥ - ٢٧): يبين الخصائص الشكلية لأداة RaCe، (A): مقطع عرضي، (B): منظر جانبي يظهر شكل الذروة، (C): منظر جانبي عام.

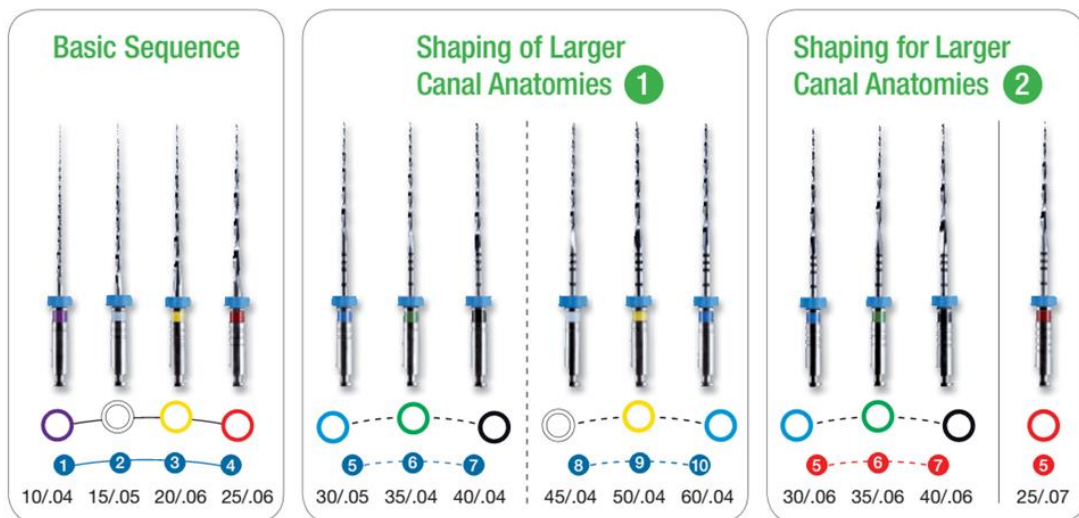
## BioRaCe

جيل جديد من نظام التحضير الآلي RaCe يسمح بتحضير ذروي للقناة إلى قياسات أكبر باستخدام أدوات بقمعية 02. يمتاز بتحسين نوعية سطح الأداة نتيجة استعمال التلميع الإلكتروني.

## نظام التحضير القنوي الآلي Mtwo

### الخصائص العامة

ظهر لأول مرة عام 2004 ويتكون من مجموعات من الأدوات بقياسات وقمعيات مختلفة لتناسب مختلف أبعاد وأشكال الأقنية الجذرية (الشكل ٥-٢٨).



الشكل (٥-٢٨): مجموعات أدوات نظام التحضير القنوي الآلي Mtwo

يتبع النظام طريقة التشكيل المتزامن لتحضير القناة الجذرية عبر دخول جميع أدواته إلى كامل الطول العامل للقناة الجذرية (طريقة الطول الواحد). تتحدد هوية كل أداة من خلال:

- عدد الحلقات على قبضة الأداة: للدلالة على الاستدقاق:

○ الاستدقاق 04. : 1 حلقة

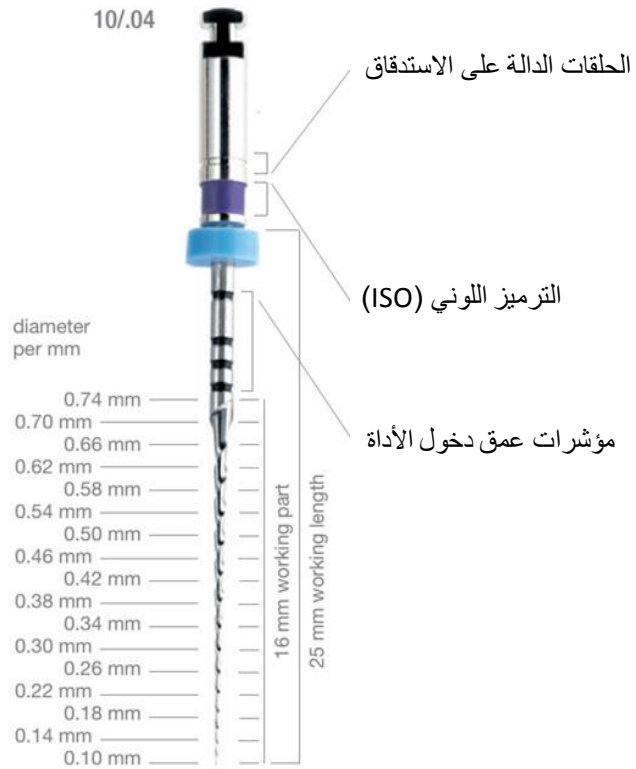
○ الاستدقاق 05. : 2 حلقة

○ الاستدقاق 06. : 3 حلقة

○ الاستدقاق 07. : 4 حلقة

- الترميز اللوني: حلقة ملونة تحدد قياس ذروة الأداة حيث يتبع الألوان القياسية (ISO).

- مؤشرات العمق: تدرجات تحدد عمق دخول الأداة للتحكم والالتزام بالطول العامل المحدد للقناة الجذرية (الشكل ٥-٢٩).

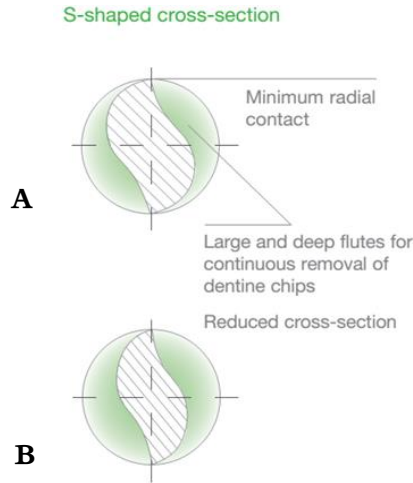


الشكل (٥-٢٩): يبين كيفية تحديد هوية أداة نظام التحضير الآلي Mtwo (مثلاً الأداة 10/04)

يتراوح الطول العامل للأدوات من 16-21 مم، ولا تحمل الأداة ذات الطول 21 مؤشرات العمق.

## التصميم الشكلي

- تتمتع الأدوات بمقطع عرضي ثنائي الحلزنة بشكل S حيث تبدي كفاءة قاطعة عالية. يؤمن تصميم الجزء المركزي Core للأداة مرونة قصوى دون التأثير على قوتها وفعاليتها القاطعة (الشكل ٥-٣٠).
  - يؤمن هذا التصميم تماس محيطي أصغري مع جدران القناة وأثلام واسعة وعميقة لتأمين تصريف مستمر بالاتجاه التاجي للبرادة العاجية نتاج التحضير.
  - ذروة الأداة غير عاملة مرشدة.
  - تقوم الأداة بالتشكيل القنوي سواء بالدوران المستمر أو المتناوب.
- تصمم بعض أدوات هذا النظام بمقطع عرضي أصغري، الأمر الذي يؤمن مرونة قصوى للأداة في سبيل المحافظة على الشكل الأصلي للقناة عند استمرار التحضير الذروي لقياسات متتالية (الشكل ٥-٣٠).



- الشكل (٥-٣٠): يبين شكل ترسمي للمقطع العرضي لأدوات Mtwo بشكل S، (A): مقطع عرضي للأدوات بشكل عام، (B): مقطع عرضي بأبعاد أصغرية مخصص لأدوات التحضير الذروي.

## الفوائد السريرية

تقوم كل مجموعة من الأدوات بدور محدد خلال عملية التشكيل القنوي كما يلي:

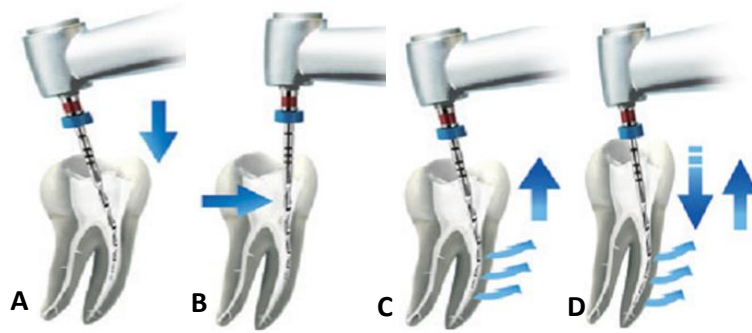
- الأدوات 15/.05 & 10/.04 : تأمين ممر انسيابي.
- الأدوات 25/.06 & 20/.06 : التشكيل القنوي والفعالية القاطعة العالية للعاج.

- الأدوات 30/.05، 35/.04، 40/.04: التشكيل القنوي الموجه لتجنب المبالغة في التحضير.
- الأدوات 50/.04 أو 40/.06: التشكيل الذروي الآمن بفضل المقطع العرضي الأصغري.

### التطبيق السريري

تقوم الأدوات بتشكيل القناة الجذرية بالاعتماد على مبدأ التشكيل المتزامن الذي يتضمن قطع العاج:

- ذروباً: أثناء تقدم الأداة في عمق القناة.
- جانبياً: عبر تحقيق حركة تفريش عند مواجهة مقاومة تجاه تقدم الأداة ذروباً، حيث يطبق ضغط جانبي خفيف على جدار القناة مع سحب الأداة 1-2 مم بالاتجاه التاجي، ما يساهم في خلق فراغ يسمح بعودة التقدم الذروي غير القسري للأداة (الشكل ٥-٣١).



الشكل (٥-٣١): التشكيل القنوي المتزامن، (A): التقدم الذروي التدريجي للأداة اللبية، (B): تنفيذ حركة التفريش الجانبي عند مواجهة أدنى مقاومة عند التقدم بالاتجاه الذروي من خلال الضغط الجانبي الخفيف على الجدار القنوي، (C): إكمال حركة التفريش من خلال قطع العاج أثناء حركة سحب الأداة بالاتجاه التاجي مسافة 1-2 مم، (D): تكرار حركة التفريش لتأمين الممر الانسيابي لتقدم الأداة الذروي إلى كامل الطول العامل

تؤمن هذه الطريقة:

- ممراً انسيابياً موثقاً.
- تشكيلاً قنوياً قمعياً متجانساً مدروساً حيث يتم قطع كمية العاج المطلوبة فقط من النطاق العاجي القنوي الملائم.
- التلاؤم مع مختلف الأشكال التشريحية لمنظومة القناة الجذرية.



## سلسلة المعالجة

نُنجز كما يلي:

- تأمين ممر انسيابي باستخدام مبرد ISO صغير القياس.
- تحديد الطول العامل: إلكترونياً والتحقق من دقته شعاعياً.
- استعمال المجموعة الأساسية لتشكيل القناة، حيث تخلق كل أداة ممراً انسيابياً للأداة التي تليها إلى كامل الطول العامل من خلال التشكيل المتزامن.
- تحقيق وصول كل أداة إلى كامل الطول العامل لمرة واحدة دون تكرار، قبل الانتقال إلى القياس التالي مباشرة.

- توفير الإرواء الجيد المتكرر خلال مراحل التشكيل.
- تحديد أبعاد/حجم التحضير الملائم:

○ بعد استعمال القياس 25/.06 تقاس أبعاد القناة من خلال إدخال مبرد يدوي ISO، #30 إلى كامل الطول العامل، فإذا توقف وانحشر أقصر بـ 1 مم من الطول العامل، عندها يكون التحضير الذروي كافياً ولا يحتاج أي تعديل.

○ إذا وصل المبرد ISO، #30 إلى كامل الطول العامل، عندها لابد من متابعة التحضير وذلك من خلال تجربة مبرد يدوي ISO، #35 إلى كامل الطول العامل، فإذا توقف وانحشر أقصر بـ 1 مم من الطول العامل، عندها يتم إنهاء التحضير بواسطة الأداة Mtwo 30/.05

○ إذا وصل المبرد ISO، #35 إلى كامل الطول العامل، عندها لابد من متابعة التحضير وذلك من خلال تجربة مبرد يدوي ISO، #40 إلى كامل الطول العامل، فإذا توقف وانحشر أقصر بـ 1 مم من الطول العامل، عندها يتم إنهاء التحضير بواسطة الأدوات: 35/.04 و Mtwo 30/.05

وهكذا يتم اختبار حجم التحضير الملائم بقياسات متتالية حتى يتحقق انحشار أداة Tug-Back بقياس محدد، عندها نتأكد من الوصول إلى القياس الذروي الملائم الذي يعني "توقف التحضير".

لابد من الإشارة إلى توفر أدوات Mtwo خاصة بإعادة المعالجة مصممة خصوصاً لإزالة المادة الحاشية للأقنية الضيقة (R15/.05) والأقنية المتوسطة والعريضة (R25/.05). تمتاز هذه الأدوات بـ:

- ذروة قاطعة (الشكل ٥-٣٢).
- زاوية حلزنة ثابتة تضمن تقدماً سهلاً للأداة على حساب المادة الحاشية دون الحاجة لتطبيق ضغط قسري بالاتجاه الذروي.



الشكل (٥-٣٢): الذروة القاطعة للأداة المخصصة لإعادة المعالجة لنظام التحضير القنوي Mtwo. بالنتيجة: " تتمتع أدوات هذه المجموعة بفعالية قاطعة عالية مع نسبة أخطاء إجرائية مرتفعة نسبياً، وخصوصاً الانكسار، نتيجة ميل هذه الأدوات للانحشار عند الدوران المستمر خصوصاً عند الاقتراب من المناطق الذروية للجذر".

### المجموعة III: أنظمة التحضير القنوي المفردة

#### ١- أنظمة التحضير القنوي ذات الدوران المتناوب

بهدف التخفيف من المشاكل المرافقة للتحضير بواسطة الدوران المستمر، مثل الانكسار الناجم عن انحشار الأداة نتيجة توافق القمعية أداة-قناة Taper Lock، أو نتيجة تعب المعدن، كان لابد من العودة إلى طريقة الدوران المتناوب التي استخدمت منذ عقود. بيّن Paraschos وزملاؤه عام 2004 أن نسبة انكسار أدوات NiTi تبلغ وسطياً 5 % منها:

- 70 % : ناجمة عن التعب من نمط الانثناء.
- 30 % : ناجمة عن التعب من نمط الفتل.

يتم الدوران المتناوب مع اتجاه دوران عقارب الساعة وبالعكس، بسرعة بطيئة مع تقدم تدريجي نحو الذروة حتى الوصول إلى كامل الطول العامل. يمكن أن تتفاوت المعايير من حيث مقدار زوايا الدوران وسرعة الدوران بشكل نسبي حسب أنظمة التحضير.

تُستخدم محركات خاصة لتأمين الحركة التبادلية خلال التحضير القنوي، التي تمتاز بـ :

- انعدام دوران الأداة خلال عملية التوسيع والتشكيل القنوي، الأمر الذي يساهم في انخفاض جهد الانثناء بشكل جوهري.
- انخفاض ميل الأدوات للاشتباك والانحشار مع جدران القناة، الأمر الذي يساهم بفعالية في انخفاض جهد الفتل.
- انخفاض نسبة انكسار الأداة.

بالمقابل، لابد من الانتباه والعمل على تجنب انتقال البرادة العاجية باتجاه الذروة بدلاً من الاتجاه التاجي.

## M-Wire

خليطة NiTi جديدة محضرة من خلال تطبيق إجراءات حرارية خاصة، تؤدي إلى زيادة واضحة في قابلية الانثناء ومقاومة التعب الدوري مقارنة بخليطة NiTi فائقة المرونة، بمعدل يصل حتى 400 %.

## نظام التحضير القنوي المتناوب Reciproc

### الخصائص العامة

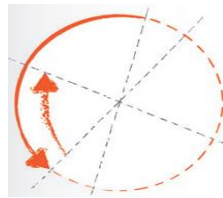
غالباً ما يسبب انحناء القناة الجذرية حصول أخطاء أثناء حركات تشكيل وتوسيع منظومة القناة الجذرية. بناءً عليه ظهرت حركة القوى المتوازنة (Roane, 1985) وذلك كوسيلة للتغلب على تأثير الانحناء القنوي على إجراءات توسيع وتشكيل القناة الجذرية.

اقترح هذا النظام من قبل G. Yared عام 2008، ويعتمد على الحركة التبادلية التالية:

- دوران الأداة بعكس حركة عقارب الساعة لتنفيذ الاشتباك مع العاج ومن ثم قطعه.
- دوران الأداة مع حركة عقارب الساعة لتحرر الأداة من الاشتباك.

- زاوية الدوران أثناء القطع أكبر منها أثناء التحرر، الأمر الذي يجعل الأداة تتقدم دوماً بالاتجاه الدوري (الشكل ٥-٣٣).
- زوايا الحركة التبادلية محددة وهي خاصة بتصميم أدوات هذا النظام، بحيث لا تتجاوز أبداً الزاوية الموافقة لحد المرونة لمختلف أجزاء الأداة، الأمر الذي يؤدي إلى تخفيض جوهري في نسبة انكسار الأدوات.
- تكمل الأداة دورة كاملة 360 درجة بعد إنجاز 3 حركات تبادلية.

تستخدم محركات خاصة لتأمين الحركة التبادلية المطلوبة (VDW RECIPROC)



الشكل (٥-٣٣): يبين نمط الحركة التبادلية لأدوات نظام التحضير القنوي Reciproc

#### أدوات النظام

تصنع من خلائط NiTi M-Wire التي تمتاز بمقاومة عالية للتعب الدوري. هذه الأدوات مصممة بحيث تكفي أداة واحدة لتحضير القناة الجذرية إلى القياس النهائي. تحمل أدوات هذا النظام ألوان ISO لتعبر عن قياساتها (الشكل ٥-٣٤) وهي ذات قمعية متغيرة:

- الأداة الحمراء R25: القمعية 08. في المنطقة الذروية للأداة، مخصصة للأفنية الضيقة.
- الأداة السوداء R40: القمعية 06. في المنطقة الذروية للأداة، مخصصة للأفنية المتوسطة.
- الأداة الصفراء R50: القمعية 05. في المنطقة الذروية للأداة، مخصصة للأفنية العريضة.



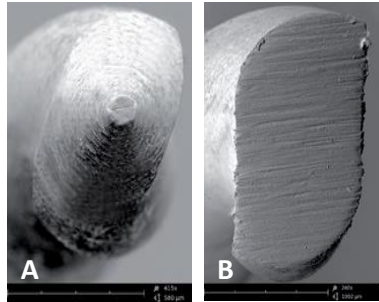
الشكل (٥-٣٤): أدوات نظام التحضير القنوي الآلي Reciproc

**المحددة المطاطية:** تحمل كل أداة محددة مطاطية بنفس لون الأداة لتسهيل تمييزها وهي قيد الدوران محمولة على القبضة الخاصة. يعبر شكل المحددة عن اكتمال دورة واحدة بعد تنفيذ 3 حركات تبادلية. **ساق الأداة:** قصيرة تبلغ 11 مم، ما يساهم في سهولة الوصول للمناطق الخلفية كما في حالة الأرحاء. **الأداة بالخاصة:** تتوفر بأطوال مختلفة وتحمل مؤشرات عمق مرئية على الصور الشعاعية كما يلي:

- طول الأداة 21: مؤشرات العمق 18، 19، 20 مم.
- طول الأداة 25 : مؤشرات العمق 18، 19، 20، 22 مم.
- طول الأداة 31 : مؤشرات العمق 18، 19، 20، 22، 24 مم.

### التصميم الشكلي

- الذروة مرشدة غير قاطعة.
- المقطع العرضي ثنائي الحلزنة بشكل S يشابه أدوات Mtwo (الشكل ٥-٣٥)



الشكل (٥-٣٥): يبين تكبير لأداة نظام التحضير الآلي Reciproc (A): شكل الذروة المرشدة، (B): شكل المقطع العرضي المشابه لحرف S.

لا بد من التأكيد على أن أدوات هذا النظام هي وحيدة الاستخدام، غير قابلة للتعقيم ولا بد من التخلص منها عند الانتهاء من التحضير القنوي. تتوفر أقماع ورقية وأقماع كوتابيركا موافقة من حيث القياس والقمعية لهذه الأدوات.

لا بد من الانتباه والحذر بسبب ميل البرادة العاجية للانتقال والحركة باتجاه الذروة بدلاً من الاتجاه التاجي، ويتم تجنب ذلك من خلال تنظيف حلزونات الأداة بشكل متكرر.

## التطبيق السريري

يوصى باتباع خطوات الإرشاد العامة التالية:

- تأمين خط الدخول المستقيم: توسيع فوهة القناة وتحقيق الانفتاح التاجي.
- اختيار أداة Reciproc ملائمة: تتلاءم أداة R25 مع أغلب الأقنية الجذرية، إلا أنه لا بد من الاستعانة بمعطيات الصور الشعاعية:
  - القناة غير مرئية جزئياً أو كلياً على الأشعة: تعتبر القناة ضيقة وتستخدم R25
  - القناة مرئية على الأشعة:
- تُطبق أداة يدوية ISO قياس 30 بدون ضغط قسري ضمن القناة، فإذا وصلت إلى كامل الطول العامل تعتبر القناة عريضة ونختار الأداة R50.
- إذا لم تصل الأداة ISO قياس 30 بشكل منفعل إلى كامل الطول العامل، نطبق الأداة اليدوية ISO قياس 20 ضمن القناة بشكل منفعل فإذا وصلت إلى كامل الطول العامل تعتبر القناة متوسطة ونختار R40.
- إذا لم تصل الأداة ISO قياس 20 بشكل منفعل إلى كامل الطول العامل، عندها نستخدم الأداة R25.
- تطبيق سائل الإرواء ضمن حفرة الوصول لتأمين وسط العمل الرطب.
- تطبيق الإعدادات الخاصة للمحرك Reciproc حسب الأداة المختارة.
- تحضير 2/3 طول القناة التقريبي: تطبيق حركة دخول-خروج هادئة للقبضة أثناء الحركة التبادلية الآلية للأداة بسعة لا تتجاوز 3 مم بضغط خفيف بالاتجاه الذروي، يمكن أن تترافق بحركة تفريش أي ضغط جانبي خفيف، ما يجعل الأداة تتقدم بسهولة باتجاه الذروة.
- التأكد من نفوذية القناة بوجود الإرواء الوفير المتكرر وتنظيف الأداة من البرادة العاجية.
- تحديد الطول العامل للقناة بدقة.
- متابعة التحضير حتى بلوغ كامل الطول العامل للقناة.
- اختيار قمع الكوتايبيركا Reciproc الموافق للأداة المختارة للتحضير القنوي.

## نظام التحضير القنوي المتناوب WaveOne

### الخصائص العامة

تقوم أداة وحيدة بتشكيل القناة في أغلب الحالات. سُوِّق لأول مرة من قبل شركة Dentsply/Maillefer عام 2010. لا بد من تحريك القبضة نحو الأمام والخلف لتأمين حركة دخول-خروج للأداة ضمن القناة، عندها ستقوم الأداة بالحركة المركبة التالية:

- حركة دوران بعكس حركة عقارب الساعة بمقدار 150 درجة، تؤمن التقدم الذروي للأداة من خلال الاشتباك مع سطح العاج القنوي ومن ثم قطعه.
- تليها حركة دوران مع حركة عقارب الساعة بمقدار 30 درجة، تؤمن تحرر الأداة قبل انحسارها، فيتم تجنب تطور جهد قتل مفرط بسبب توافق القمعية مع القناة الجذرية.
- تكمل 3 دورات تناوبية دورة معاكسة واحدة، الأمر الذي يسمح للأداة بالتقدم بالاتجاه الذروي ضمن القناة الجذرية.

تصنع أدوات نظام WaveOne وفق تقنية M-Wire بهدف تحسين مقاومة انكسار الأدوات.

يؤمن الاستعمال الوحيد لهذه الأدوات الميزات التالية:

- توفير الوقت والجهد: لا حاجة لتنظيف وتطهير وتعقيم، ومن ثم تنظيم وترتيب الأدوات قبل كل استخدام.
- انخفاض نسبة انتقال الإلتان بين المرضى.
- انخفاض نسبة تعب المعدن وبالتالي انخفاض نسبة الانكسار.

أدوات النظام: تتألف من ثلاث أدوات (الشكل ٥-٣٦):

**Small File**: القياس: #21 ، القمعية: ثابتة 6%.

**Primary File**: القياس: #25 ، القمعية: متناقصة من الذروة نحو القبضة كما يلي: (0.55, 0.6, 0.65, 0.8).

**Large File**: القياس: #40 ، القمعية: متناقصة من الذروة نحو القبضة كما يلي: (0.55, 0.6, 0.65, 0.8).



الشكل (٥-٣٦): يبين أدوات نظام التحضير المتناوب وحيد الأداة WaveOne:

- الحلقة الصفراء: الأداة Small 21/06
- الحلقة الحمراء: الأداة Primary 25/08
- الحلقة السوداء: الأداة Large 40/08.

### التصميم الشكلي

يتغير شكل المقطع العرضي باختلاف مناطق الأدوات بشكل يشابه أدوات ProTaper Universal:

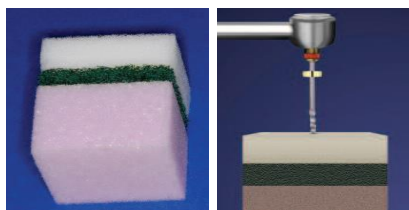
- المنطقة الذروية: مثلثي محدب ذو سطوح محيطية مرشدة.
- المنطقة المتوسطة والقريبة من قبضة الأداة: يتغير شكل المقطع العرضي من مثلثي محدب معدل بسطوح محيطية مرشدة إلى مثلثي محدب بزوايا عاملة محايدة.

التطبيق السريري: يجب اتباع المراحل التالية:

- تأسيس خط دخول مستقيم للأدوات: يمكن استخدام أداة ProTaper Sx.
- التأكد من نفوذية القناة باستخدام مبرد التسليك #10 K ISO
- تشكيل ممر انسيابي قنوي، ثم تحقيق التوسيع باستخدام مبرد #20 K ISO
- اختيار أداة WaveOne الملائمة:
- الأداة Small 21/06: تستخدم في الأقنية ذات الانحناء الذروي الشديد، والأقنية الطويلة والضيقة.
- الأداة Primary 25/08: تستخدم في أغلب الأقنية الجذرية التي تكون متوسطة الطول مع انحناء معتدل الشدة في الجزء المتوسط والذروي من الجذر.
- الأداة Large 40/08: تستخدم في الأقنية العريضة والمستقيمة.



- يمكن استخدام أداتين عند وجود مبرر يقتضي التدرج للوصول إلى كامل الطول العامل والقياس النهائي الملائم انطلاقاً من الحجم الأولي للقناة.
- تأمين وسط رطب وتشكيل القناة عبر تطبيق قوة خفيفة بالاتجاه الذروي إضافة إلى حركة تفريش محيطية أثناء سحب الأداة بمقدار 2-3 مم، ما يؤمن التقدم الذروي التدريجي للأداة حتى بلوغ الطول العامل.
- تنظيف الحلزونات القاطعة للأداة بعد كل دورة قطع عاجي باستخدام مكعبات اسفنجية خاصة (الشكل ٥-٣٧)، للحفاظ على الفعالية القاطعة وتجنب زيادة التحميل غير المبرر الناجم عن تراكم البرادة العاجية ضمن حلزونات الأداة، الأمر الذي يرفع نسب انكسارها.
- إرواء منظومة القناة الجذرية بشكل جيد وتسليك القناة واسترداد الطول العامل بعد كل دورة قطع عاجي.



الشكل (٥-٣٧): يبين المكعبات الاسفنجية (ADM, Australia) Endofoam المقترحة لتنظيف الأدوات من خلال تدويرها ضمن المكعب، ما يؤدي إلى التخلص من البرادة العاجية بين الحلزونات.

## ٢- نظام التحضير القنوي الآلي ذاتي المعايرة (SAF) Self-Adjusting File

### الخصائص العامة

أوجد الباحث Ra'anana نظام SAF الذي يعتبر طريقة فريدة لتشكيل الأقنية الجذرية، من حيث تصميم الأداة وطريقة العمل. يسمح التصميم الشبكي لجدران الأداة ومركزها المفرغ بالإرواء المستمر بشكل متزامن مع تحضير القناة. تأخذ الأداة شكلاً اسطوانياً مدبب الرأس ذو جدران رقيقة مكونة من شبكة ذات سطوح ساحله بشكل طفيف مصنوعة من خليطة NiTi. تبدي الأداة مرونة فائقة وقابلية عالية للانشاء والانضغاط الردود، الأمر الذي يمكنها من التلاؤم مع المقطع العرضي للقناة الجذرية في أي جزء منها، والقيام بعملية التوسيع والتشكيل القنوي بشكل لطيف ومتجانس، من خلال إزالة طبقة متساوية من العاج من جميع سطوح ومناطق القناة.

تعد سطوح تماس الأداة مع القناة أكبر بالمقارنة مع بقية الأنظمة، ما يولد فعالية تنضير وكفاءة تشكيل كبيرة مع احترام الشكل الأصلي للقناة. تتصف ساق الأداة بقابليتها للارتباط بأنبوب يؤمن تيار إرواء قابل للتعديل بمعدل 2-4 مل/د بدون ضغط يذكر في مختلف أجزاء الأداة بشكل مستمر ومتزامن أثناء التشكيل القنوي، الأمر الذي يخفض خطر التجاوز الذروي لسائل الإرواء، ويحقق تنظيفاً وتطهيراً فعالاً وآنيّاً لمنظومة القناة الجذرية. يقوم المبرد بالتشكيل والتنظيف والإرواء بأن معاً وتتكون حركته من:

- حركة أساسية: اهتزازية عمودية دخول-خروج بمعدل 5000 حركة/د بسعة 0.4 مم.
- حركة ثانوية: دوران مستمر بطيء بدون عزم وتتفعل عند عدم اشتباك الأداة بجدران القناة. لا تنفيذ في قطع العاج وإنما تعمل على تغيير الوضع المحيطي للأداة في كل مرة تدخل القناة.
- حركة دخول-خروج يدوية للقبضة يقوم بها الطبيب بهدف المرور على كامل سطوح العاج القنوي إضافة إلى تحريك سائل الإرواء:

- كل حركة إخراج بالاتجاه التاجي لابد أن تكون كافية لتحرير الأداة والسماح لها بالدوران الذي يلاحظ من خلال العلامة الموجودة على المحددة المطاطية.
- عند الدخول ثانية ضمن القناة لابد أن يتوقف دوران الأداة وتبقى في حالة الاهتزاز العمودي فقط.

لابد من التأكيد على أن الأداة لا ينبغي لها أن تدور عند اشتباكها مع جدران القناة، وعند حصول ذلك لابد من إخراجها مباشرة والتأكد من السبب فقد يعود ذلك إلى:

- سوء اختيار قياس الأداة: قطر الأداة الصغير غير ملائم لأبعاد القناة.
- ارتفاع الضغط المطبق على الأداة من قبل الطبيب ما سبب التواء وانحناء الأداة ضمن القناة
- سوء تصنيع رأس RDT3 الخاص بقبضة التشغيل.

يجب ضبط سرعة الدوران وتعلق بمقدار شد أنبوب الإرواء المتصل إلى الأداة، علماً أن ذلك لا يؤثر على اهتزاز الأداة. يمكن أن تنخفض مرونة أنابيب الإرواء نتيجة الاستعمال المتكرر، ما يخفض قدرتها على ضبط سرعة الدوران، لذلك لابد من استبدال هذه الأنابيب بشكل دوري. يؤدي تطبيق السرعة العالية والضغط الشديد من قبل الطبيب إلى أذية ميكانيكية غير مبررة للأداة. يجب التأكد من اهتزاز ودوران الأداة منذ بدء التحضير، إذ يؤدي خلل أحدهما إلى سوء عمل الأداة بشكل عام.

## أدوات النظام

أدوات التهيئة الأولية: يبين الجدول (١٠-٥) معايير استعمال أدوات التهيئة الدوارة Pre-SAF:

- Pre-SAF OS
- Pre-SAF 1 :#15.02
- Pre-SAF 2 :#20.04

|                  | Pre-SAF OS                                                                                                                                                                           | Pre-SAF 1                                                                                                                                                                                                                      | Pre-SAF 2 |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| السرعة (دورة/د)  | 600                                                                                                                                                                                  | 500-600                                                                                                                                                                                                                        | 500-600   |
| العزم (نيوتن/سم) | 1.5                                                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                                                                                              | 1.5       |
| الإرشادات        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- تتناول الفوهة والثلث التاجي للقناة (2-4 مم)</li> <li>- حركات خفيفة بشكل تفريش جانبي</li> <li>- الإرواء الوفير قبل وبعد الاستعمال</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- تحقيق 3-4 ضربات خفيفة فقط بالاعتماد على</li> <li>اللمس والانخسار على كامل الطول العامل</li> <li>- تجنب الانحناء الذروي الشديد</li> <li>- الإرواء الوفير قبل وبعد الاستعمال</li> </ul> |           |

الجدول (١٠-٥): يبين معايير استعمال أدوات التهيئة الدوارة Pre-SAF

أدوات SAF بالخاصة: يبين (الشكل ٥-٣٨) أدوات نظام التحضير القنوي ذاتي المعاييرة.

- الأداة بقطر 1.5 مم: تتوفر بأطوال مختلفة:

- الطول 21: الجزء الشبكي بطول 16 مم
- الطول 25: الجزء الشبكي بطول 18 مم
- الطول 31: الجزء الشبكي بطول 21 مم

- الأداة بقطر 2 مم: تتوفر بطولين مختلفين:

- الطول 21: الجزء الشبكي بطول 16 مم
- الطول 25: الجزء الشبكي بطول 18 مم



الشكل (٥-٣٨): أدوات SAF المتوفرة حالياً بأقطار وأطوال مختلفة.

## الاعتبارات العامة: يجب تحقيق المتطلبات التالية لضمان استعمال صحيح وآمن لنظام SAF:

- تقدير درجة صعوبة الحالة قيد العلاج من خلال إجراء الصور الشعاعية التشخيصية اللازمة
- إجراء حفرة وصول لبية صحيحة التصميم، تؤمن خط دخول مستقيم للأداة، واستخدام الأدوات اليدوية حتى مبرد 20 K # للسماح بدخول حر وآمن لأداة SAF. لا تعمل الأداة SAF إلا في الجزء المستقيم من القناة وعند إدخالها حسب المحور الطولي لهذه القناة، وإلا فإن بنيتها الشبكية ستفقد انتظامها وستعرض للانضغاط والتشوّه الميكانيكي.
- توفير العزل الجيد والتكبير الملائم والإضاءة اللازمة لساحة العمل.
- استعمال ماص فعال للتخلص من سوائل الإرواء أثناء التحضير وتجنب تقريب رأس الماص إلى الأداة لتجنب امتصاص سوائل الإرواء قبل دخولها لمعة الأداة ومن ثم ضمن القناة.
- توسيع فوهة القناة وتأمين طريق انسيابي باستخدام الأداة الدوارة Pre-SAF OS المصنوعة من NiTi باستخدام حركة التفريش الجانبي. تمتاز هذه الأداة بجزء عامل قصير يبلغ 10 مم يقتصر عمله على 4-2 مم من الثلث التاجي للقناة. لا بد من تجنب دفع هذه الأداة إلى عمق زائد ضمن القناة خشية تشكيل درجة في حالة انحناء القناة.
- تحديد الطول العامل للقناة بدقة (شعاعياً ويمكن الاستعانة بالتحديد الإلكتروني).
- اختيار أداة SAF الملائمة من حيث الطول والقطر ليتوافق مع طول وقطر القناة كما يلي:
  - أداة SAF أقصر من القناة: لن تتمكن من الوصول إلى كامل الطول العامل للقناة، وبالتالي لن ينضغط الجزء الفعال ضمن القناة.
  - أداة SAF أطول من القناة: لن تتمكن الأداة من تحرير سائل الإرواء ضمن القناة نظراً لتسربه خارج الأداة نتيجة عدم دخولها ضمن القناة.
  - **القطر:** ينبغي أن تنضغط الأداة ضمن القناة الجذرية، لذلك يجب الالتزام بما يلي:
    - أداة SAF بقطر 1.5 مم: تستخدم في الأقنية ذات القياسات الأولية حتى #30
    - أداة SAF بقطر 2 مم: تستخدم في الأقنية العريضة ذات القياسات الأولية التي تساوي أو تزيد عن ISO #35.

## الاعتبارات الخاصة

### تأمين طريق قنوي انسيابي Glidepath

شرط لازم وضروري عند استعمال أداة SAF، كذلك يجب التحقق من ملاءمته من خلال الاستخدام اليدوي لأداة SAF إلى كامل الطول العامل قبل تركيبها على رأس القبضة وبعد غمر الأداة في المعجون المزلق (EDTA-NaOCl). مع أغلب أنظمة التحضير الآلي تنتهي الإجراءات عندما تصل الأداة الأخيرة إلى كامل الطول العامل، بينما في حالة أدوات SAF تتحقق أفضل النتائج عندما تصل هذه الأدوات إلى كامل الطول العامل منذ بدء العمل. أدوات SAF غير مصممة للاختراق وهي تعمل بشكل أفضل عندما تنضغط ضمن القناة الجذرية حسب الطول العامل للقناة، حيث تقوم ببرد وصقل جدران القناة بشكل جانبي ومحيطي على كامل طول القناة.

ترتبط طريقة تأسيس الطريق الانسيابي ضمن القناة بدرجة صعوبتها، وتتبع المراحل التالية:

- تحقيق خط الدخول المستقيم من خلال تأمين الانفتاح التاجي الذي يزيل العوائق العاجية باستعمال أداة تشكيل الفوهة Pre-SAF OS عبر تطبيق حركات تفريش جانبية خفيفة وضغط موجه نحو جهة الانحناء الخارجية للقناة.
- الوصول إلى كامل الطول العامل للقناة باستعمال المبرد اليدوي #20.02 في حالة الأقنية المستقيمة، بينما تتطلب الأقنية الضيقة والمنحنية إجراء تحضير أولي للقناة باستخدام الأداة الدوارة 2 Pre-SAF قياس #20.04.
- تحقيق الطريق الانسيابي الأولي عبر استهلاك النسج السنية بالحد الأدنى اللازم والضروري وعدم تجاوز الأبعاد #20.04 لأنها ستسمح بالتطبيق اليدوي لأداة SAF ذات القطر 1.5 مم إلى كامل الطول العامل للقناة.

يعتمد تشكيل الطريق الانسيابي على قياس المبرد اليدوي الأولي الذي "انحسر" في الجزء الذروي من القناة First hand Instrument To Bind (FITB) حيث تصنف أي قناة إلى أحد الأنماط التالية:

صعبة، متوسطة الصعوبة، سهلة، عريضة، كما يلي:

## الأقنية الصعبة: #10 FITB ≤

- تحقيق الانفتاح التاجي الملائم للقناة.
- تأسيس طريق انسيابي باستخدام أداة صغيرة القياس كما يلي:
  - الأقنية > #10.02: تُستعمل أداة يدوية ISO لتوسيع القناة إلى القياس #10
  - #10 > الأقنية > #15 : تُستعمل الأداة Pre-SAF1 بقياس #15.02 أو أداة يدوية قياس #15.02 .

**الأقنية متوسطة الصعوبة: #15 FITB =** تسمح بإدخال مبرد #15 ISO إلى كامل الطول العامل، يجب تحقيق الانفتاح التاجي الملائم ومن ثم تأسيس الطريق الانسيابي باستخدام الأداة المناسبة:

- الأقنية المستقيمة: الحد الأدنى المطلوب لقياس التحضير هو #20.02 حيث يمكن استخدام الأداة #20 اليدوية أو الأداة الدوارة 2 Pre-SAF (#20.04).
- الأقنية المنحنية: لا يكون الطريق الانسيابي قياس #20.02 كافياً، لابد من استعمال الأداة الدوارة 2 Pre-SAF لتأسيس الطريق الانسيابي علماً أن هذه الأداة تتطلب وصول الأداة اليدوية #15.02 بحرية إلى كامل الطول العامل للقناة.

يجب إزالة النسج اللبية والتطبيق اليدوي للمبرد SAF 1.5 إلى كامل الطول العامل علماً أنه يساوي المبرد #20 من حيث القياس عند الانضغاط الكامل، إلا أن شكله ثلاثي الأبعاد يؤدي إلى انفتاحه قليلاً عند إدخاله إلى الأقنية المنحنية، الأمر الذي يستلزم تحضير الطريق الانسيابي #20.04. ينصح باستعمال الأداة 2 Pre-SAF (القياس #20.04) في مثل هذه الحالات، فهي تؤمن التطبيق اليدوي الآمن والصحيح لمبرد SAF ضمن الأقنية المنحنية، والتأكد من عدم خلق صدوع عاجية مجهرية و-أو انتقال القناة عن موضعها الأصلي.

## الأقنية السهلة: #20 - #30 FITB =

لا تتطلب هذه الأقنية تحضيراً ذروبياً إضافياً، بالمقابل لابد من تأمين خط الدخول المستقيم ويمكن تحقيق الانفتاح التاجي باستخدام الأداة الدوارة Pre-SAF OS. يجب استخدام مبرد يدوي 20.02 للتأكد من قدرته على الوصول بحرية إلى كامل الطول العامل. في حالة الأقنية المنحنية السهلة، يمكن لأداة

SAF أن تصل إلى كامل الطول العامل بعد استعمال المبرد اليدوي 20.02 فقط. يمكن استعمال الأداة Pre-SAF2 لتشكيل طريق انسيابي أسهل وأكثر موثوقية. بعد ذلك تُستخدم الأداة SAF 1.5 يدوياً حتى كامل الطول العامل للتأكد من جودة الطريق الانسيابي.

الأقنية العريضة: #35  $\geq$  FITB

يجب تأمين خط الدخول المستقيم والتأكد من قدرة الأداة اليدوية #35 على الوصول بحرية إلى كامل الطول العامل وإزالة بقايا النسيج اللبية. بعدها لابد من التأكد من تحقيق الطريق الانسيابي عبر التطبيق اليدوي لأداة SAF 2.0 إلى كامل الطول العامل. قد لا تنضغط الأداة SAF 2.0 بشكل كافٍ في حالة الأقنية العريضة جداً التي تتوافق مع قياس الأداة #70 أو أكثر، ويمكن أن تدور حتى عند توضعها ضمن القناة، نظراً لعدم انحسارها بالجدران العاجية. في مثل هذه الحالات لابد من تخفيض سرعة دوران الأداة SAF من خلال شد أنبوب الإرواء والتحقق الدوري من سلامة الأداة خلال عملها لتجنب التواء جدرانها الشبكية. تحضر طبقة بسيطة فقط من سطوح الجدران العاجية في هذه الحالات.

التحقق اليدوي من الطريق الانسيابي

تستخدم أداة SAF يدوياً بوجود المعجون المزلق حيث تختبر قدرتها على الوصول إلى كامل الطول العامل للقناة عبر تطبيق حركات دك وضغط يدوي خفيف، قبل تركيبها على القبضة. (الشكل ٥-٣٩).



الشكل (٥-٣٩): التحقق من المجرى الانسيابي للقناة من خلال التطبيق اليدوي لأداة SAF

يؤمن التحقق اليدوي أن أداة SAF يمكن أن تدخل إلى كامل الطول العامل. تتفاوت مرونة الأداة باختلاف الاتجاه نتيجة مقطوعها غير المتناظر، وبالتالي لابد في حالة الأقنية الضيقة والمنحنية، من تغيير اتجاه توضع الأداة للسماح لها بتناول أكبر مساحة من سطوح الجدران العاجية على كامل الطول العامل.

عندما لا تتمكن أداة SAF من الوصول إلى كامل الطول العامل عند إجراء التحقق اليدوي، تُسحب الأداة حتى تتحرر من جدران القناة، ثم يعدل اتجاه محورها الطولي ويعاد إدخالها ثانية ضمن القناة حتى تتمكن من التقدم بالاتجاه الذروي استجابة لإحدى اتجاهات التطبيق المختلفة، عند تجاوز منطقة انحناء القناة. يمكن أن يكون سبب فشل وصول الأداة إلى الطول العامل وجود بقايا النسيج اللبية، عندها لابد من إزالة هذه البقايا وإعادة تأسيس الطريق الانسيابي للقناة.

يجب أن تدخل أداة SAF وتعمل حسب المحور الطولي للقناة الجذرية، وإلا فإنها سوف تتعرض للتشوه والتلف (الشكل ٥-٤٠). بعد إدخال الأداة إلى كامل الطول العامل، ثم تحريرها ستشير ساق الأداة إلى اتجاه المحور الطولي للقناة. خلال التشغيل الآلي للأداة، لابد من التأكد أن حركات الاهتزاز العمودية تتم حسب المحور الطولي للقناة دون أي التواء أو انثناء أو تشوه للبنية الشبكية للأداة.

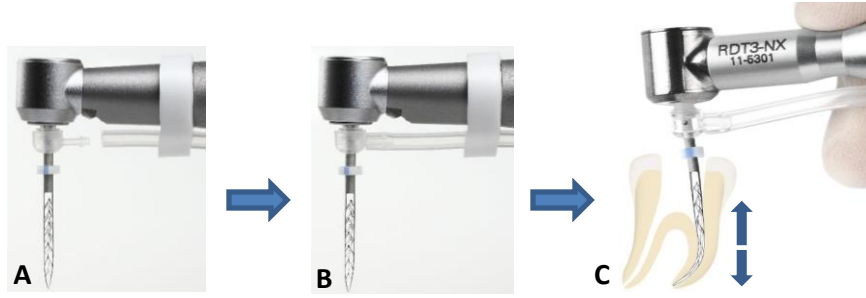


الشكل (٥-٤٠): يبين تشوه والتواء أداة SAF عند عدم تحقيق متطلبات ما قبل الاستخدام الآلي.

**التطبيق السريري:** يجب اتباع الخطوات التالية لضمان الأداء الملائم للأداة:

- التحقق من توضع المحددة المطاطية حسب الطول العامل للقناة.
- التحقق من الطريق الانسيابي للقناة عبر الاستخدام اليدوي لأداة SAF إلى الطول العامل.
- الإرواء المستمر باستخدام NaOCl خلال عمل الأداة بتيار يبلغ 4 مل/د.
- توفير ماصة لعاب جيدة توضع بالقرب من السن لامتصاص سوائل الإرواء الناتجة.
- توصيل أنبوب الإرواء إلى أداة SAF ثم سحبه قليلاً نحو الخلف لضبط سرعة دوران الأداة (الشكل ٥-٤١). لابد من تدوير الأداة لتأمين تغيير الوضع المحيطي للأداة عند دخولها القناة، بالمقابل يسبب الدوران الزائد جهد ثني غير ضروري على الأداة. يسمح الشريط الملون للمحددة المطاطية للأداة بمراقبة الدوران وتقدير سرعته.





الشكل (٥-٤١): (A,B): توصيل أنبوب الإرواء وإحكامه قبل تشغيل أداة SAF، (C): تطبيق حركة إدخال-إخراج مستمرة أثناء عمل أداة SAF ضمن القناة الجذرية

- إدخال أداة SAF بلطف ضمن القناة أثناء تشغيل محرك الدوران وتطبيق حركة دخول-خروج خفيفة باستمرار لتجنب الخسارها ضمن القناة والسماح بتغيير وضعها المحيطي، الأمر الذي يسمح بوصولها إلى كامل طول العامل (الشكل ٥-٤١).
- عند مواجهة مقاومة لدخول الأداة وبالتالي عدم تمكنها من الوصول إلى كامل طول العامل، لابد من التوقف وسحب الأداة والتأكد من:

- عدم وجود ضغط جانبي لجدران حفرة الوصول على ساق الأداة،
- التأكد من الانفتاح التاجي للملائم للقناة باستخدام الأداة الدوارة Pre-SAF OS
- التأكد من الطريق الانسيابي للملائم وعدم وجود بقايا النسيج اللي.
- التأكد من كون الجزء العامل لأداة SAF مساوياً للطول العامل للقناة.
- تطبيق المعجون المزلق (EDTA, NaOCl) عند تطبيق الأداة ضمن القناة.

يفضل تناوب سوائل الإرواء NaOCl، EDTA، NaOCl لتأمين درجة عالية من تنظيف وتطهير منظومة القناة الجذرية بفضل تآزر الفعل الكيميائي الحال للبقايا العضوية (نسيج لبي، جراثيم، ..) مع الفعل الميكانيكي الطارد للأجزاء غير العضوية وطبقة اللطاخة.

- تخفيف القناة باستخدام الأقماع الورقية الملائمة.
- قياس أبعاد المنطقة الذروية: استخدام قمع كوتايركا قياسي (02). أو أداة يدوية قياسية للتأكد من الوصول إلى قياس أكبر : 2-3 مرات من القياس الأولي للمنطقة الذروية.

ييدي النظام حساسية عالية تجاه طريقة التطبيق ويتطلب مراحل تهيئة معقدة نسبياً، وهذه من أهم سلبياته التي تحد من شيوع الاستخدام.

يبين الجدول (٥-١١) الخصائص العامة لأجيال أنظمة التحضير القنوي الآلية.

| الجيل                  | الخصائص                                                                      | الباحث - الشركة المصنعة         | اسم النظام                            | الإيجابيات                                                                          | السلبيات                                                                                |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| الأول: بداية 1990s     | القمعية: 0.02<br>الخليطة: SE NiTi                                            | John McSpadden<br>1992          |                                       | المرونة الفائقة                                                                     | ميل مرتفع للانحشار<br>ميل مرتفع للانكسار<br>انخفاض الفعالية القاطعة<br>عدد الأدوات كبير |
|                        | القمعية: 0.04<br>الخليطة: SE NiTi                                            | Johnson<br>1994                 | Profile                               |                                                                                     |                                                                                         |
|                        | أشكال: U-Shape<br>سطوح محيطية مرشدة<br>حواف قاطعة: منفصلة                    | Steve Senia &<br>William Wildey | LightSpeed                            |                                                                                     |                                                                                         |
|                        | قمعية: ثابتة<br>الزاوية العاملة: حيادية<br>— سلبية طفيفة                     | John McSpadden                  | Quantec                               |                                                                                     |                                                                                         |
|                        | زاوية الحلزنة: مرتفعة<br>عدد الأدوات: كبير                                   | Steve Buchanan                  | GT                                    |                                                                                     |                                                                                         |
| الثاني: نهاية 1990s    | القمعية: متعددة ومتغيرة<br>الزاوية العاملة: إيجابية<br>زاوية الحلزنة: منخفضة | Dentsply<br>Machtou et al       | ProTaper<br>Universal                 | المرونة الفائقة<br>الفعالية القاطعة مرتفعة<br>عدد الأدوات أقل<br>ميل منخفض للانحشار | ميل مرتفع للتعب الدوري                                                                  |
|                        | سطوح محيطية مرشدة<br>غؤورات سطحية<br>وحدة عاملة متغيرة<br>كتلة مركزية متغيرة | SybronEndo                      | K3                                    |                                                                                     |                                                                                         |
|                        | نقاط تماس متناوبة                                                            | FKG                             | BioRace                               | ميل منخفض للانحشار<br>ميل منخفض للانكسار                                            | الفعالية القاطعة منخفضة                                                                 |
| الثالث: ابتداء من 2007 | خليطة M-wire<br>تقنيات التصنيع<br>ميكانيكية حرارية خاصة                      |                                 | Profile<br>GT Series X<br>Vortex Blue | فعالية قاطعة عالية<br>مقاومة اهتراء عالية<br>مقاومة عالية للتعب الدوري              |                                                                                         |
|                        | خليطة R-phase<br>2008                                                        | Sybron Endo                     |                                       |                                                                                     |                                                                                         |
|                        | خليطة CM-wire<br>2010                                                        |                                 | HyFlex<br>TYPHOON                     | مرونة فائقة خاصة:<br>ذاكرة مضبوطة: لا توجد                                          |                                                                                         |

|        |                                                                           |                                                                                                                                                                                                     |                                   |                                     |                                                                                                                                                                          |
|--------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | ذاكرة شكلية                                                               |                                                                                                                                                                                                     |                                   |                                     |                                                                                                                                                                          |
|        | مقاومة عالية للصدوع والانكسار                                             | K3 XF                                                                                                                                                                                               | Sybron Endo                       | معالجة سطحية:<br>Micropores<br>2011 |                                                                                                                                                                          |
| الرابع |                                                                           |                                                                                                                                                                                                     |                                   | حركة تبادلية<br>متساوية 90 درجة     |                                                                                                                                                                          |
|        |                                                                           |                                                                                                                                                                                                     |                                   | حركة تبادلية متساوية<br>30 درجة     |                                                                                                                                                                          |
|        |                                                                           | ProTaper<br>(F2)                                                                                                                                                                                    | Yared<br>2008                     | حركة تبادلية<br>غير متساوية         |                                                                                                                                                                          |
|        | اندفاع البرادة العاجية<br>بالاتجاه التاجي                                 | تحضير قنوي وحيد الأداة<br>أدوات وحيدة الاستعمال<br>تقدم ذروي آمن<br>انعدام اشتباك الحلزونات<br>انخفاض نسبة الانكسار                                                                                 | Wave one<br>Reciproc              | Dentsply<br>2011<br>Vdw<br>2011     |                                                                                                                                                                          |
|        | حساسية عالية تجاه<br>أخطاء الاستخدام<br>تهيئة مطولة للقناة قبل<br>التحضير | تحضير متساوي للسطوح<br>العاجية للقناة                                                                                                                                                               | SAF<br>Self-<br>Adjusting<br>File | ReDent-Nova                         |                                                                                                                                                                          |
| الخامس |                                                                           | ميل أقل للاشتباك<br>والانحشار مع العاج<br>تخفيف ظاهرة قفل القمعية<br>استيعاب كمية أكبر من<br>البرادة العاجية<br>طرد فعال للبرادة العاجية<br>بالاتجاه التاجي<br>تخفيف جهد القتل المطبق<br>على الأداة | Revo-s<br>One shape               | MicroMega<br>MicroMega              | انزياح مركز كتلة الأداة<br>= انزياح مركز الدوران<br>قمعية متغيرة<br>M-wire<br>تقنية<br>حركة تحضير أفعوانية<br>حركة تحضير موجية:<br>تنتقل على طول الجزء<br>العامل المحلزن |
|        |                                                                           |                                                                                                                                                                                                     | ProTaper<br>Next                  | Dentsply<br>2013                    |                                                                                                                                                                          |
|        |                                                                           |                                                                                                                                                                                                     |                                   |                                     |                                                                                                                                                                          |

الجدول (٥-١١): يبين الخصائص العامة لأجيال أنظمة التحضير القنوي الآلية

## ٦- مصادر الحركة لأنظمة التحضير الآلي لمنظومة القناة الجذرية

أصبحت مصادر حركة أدوات التحضير الآلية أكثر كفاءة وتعقيداً مع مرور الوقت مقارنة بالجيل الأول في بداية تسعينيات القرن العشرين. تلائم المحركات الكهربائية ذات السرعات المنخفضة أنظمة التحضير الآلي، لأنها تؤمن معدل دوران وعزم ثابت (الشكل ٥-٤٢). بعض هذه الأجهزة قابلة للتعديل بحيث تؤمن دوران تبادلي متناوب بزوايا دوران قابلة للتغيير حسب الطلب.

تُزوّد الأجهزة الكهربائية ببرامج مختلفة للسرعة والعزم، تلائم تصاميم وقياسات الأدوات المختلفة، بحيث لا تؤدي إلى تجاوز مقاومتها العظمى لجهد الشني والقتل، أي لا تسبب تشوه أو انكسار الأداة. يعتقد بعض الباحثين أن الأجهزة الكهربائية مضبوطة العزم تتمتع بأمان عمل أعلى، بينما يظن آخرون أنها مناسبة للممارسين المبتدئين. عموماً لا تخفض مثل هذه الأجهزة نسب انكسار الأدوات المرتبطة بالتعب الدوري Cyclic fatigue.

في هذا السياق، يمكن لنفس العزم أن يولد تحميلاً لا يؤدي لانكسار الأداة في نقطة مثل D3 بينما يؤدي لانكسارها في نقطة أخرى مثل D2. ما يزيد المسألة تعقيداً وجود تطابق محتمل لعزم العمل اللازم لأداء عالي الكفاءة للأداة وعزم الانكسار عند إحدى نقاط الأداة خصوصاً في المنطقة الذروية. يتصف عزم العمل في معظم الحالات، بأنه أعلى من العزم المطلوب لانكسار ذروة الأداة خصوصاً في الأدوات ذات القمعية 06. أو أكبر، لذلك غالباً ما تكون هذه الأدوات غير فعالة في المحركات ذات العزوم المعاييرة مسبقاً.



الشكل (٥ - ٤٢): نماذج عن المحركات الكهربائية المستخدمة مع قبضات أدوات التحضير القنوي الآلية NiTi. (A): محرك من الجيل الأول بدون ضبط لعزم الدوران، (B): محرك بسيط مضبوط العزم، (C): محرك من الجيل الثاني مضبوط المعايير مزوّد بمحدد عزم حساس، (D): محرك من الجيل الأحدث مرفق بمحدد ذروة وضابط عزم.

## الأمواج الصوتية وفوق الصوتية Sonic & Ultrasonic Waves

يمكن توسيع بعض أجزاء القناة الجذرية بالاعتماد على الطاقة الكهرومغناطيسية من خلال أجهزة تؤمن أمواجاً من الحركة الاهتزازية للمبرد (الشكل ٥-٤٣). تعمل الأجهزة الصوتية بتواتر 2-3 kHz، بينما تعمل الأجهزة فوق الصوتية بتواتر 25-30 kHz.

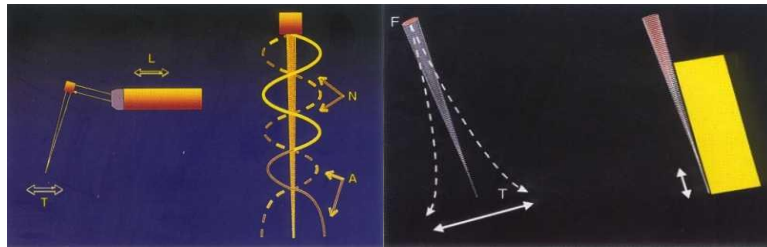


الشكل (٥-٤٣): أحد الأجهزة التي تعمل بالأمواج فوق الصوتية (Neutron P5 piezoelectric, Acteon Satelec, Merignac Cedex, France)

يمكن لقبضات الأجهزة فوق الصوتية أن تحمل الأدوات اللبية التقليدية على خلاف الأجهزة الصوتية. تتصف وحدات التغذية Piezoelectric مقارنة بـ Magnetostrictive بأنها:

- تولد حرارة أقل وبالتالي لا حاجة لتبريد القبضة.
- مناسبة للعمل تحت المجهر الضوئي، فلا وجود للإرذاذ المائي الذي سيمنع الرؤية.
- تؤمن مستوى طاقة أعلى منقولة إلى المبرد، ما يعني تزويده بفعالية قاطعة أعلى.

**الخصائص العامة:** تهتر المبرد العاملة بالطاقة فوق الصوتية بطريقة جيبيه شبه موجية. تتصف الموجة بمناطق انزياح قصوى تدعى البطون (A) Antinodes، ودنيا تدعى العقد (N) Nodes، حيث تقع ذروة الأداة في بطن الموجه (الشكل ٥-٤٤).



الشكل (٥-٤٤): (A): تتألف حركة الأداة عند التفعيل بالطاقة فوق الصوتية من اهتزازات عرضية مكونة من عقد (N) وبطون (A)، (B): تتحول اهتزازات الأداة العرضية البدئية في الهواء إلى حركة شاقولية عندما تدخل الأداة بتماس مع جدران القناة الجذرية.

عندما تكون قوة الاهتزاز عالية جداً، خصوصاً عند عدم تماس الأداة مع جدران القناة، يمكن للأداة أن تنكسر ويصل معدل انكسار الأدوات المفعلة لأكثر من 10 دقائق حتى 10 % ويحدث الانكسار عادة عند عقد الموجات. لتجنب هذا الخطأ يوصى بـ:

- تأمين دخول حر لهذه الأدوات دون دفع قسري ضمن القناة.
  - تفعيل اهتزاز الأدوات لفترات زمنية قصيرة.
- يرتبط استخدام الأجهزة فوق الصوتية عموماً بنسبة عالية من الأخطاء الإجرائية من أهمها ترقق جدران القناة الجذرية. بالنتيجة مازالت الشركات المنتجة تعمل على تطوير أنظمة التحضير القنوي الآلية، بهدف ضبط وتحسين الأداء والحد من الأخطاء الإجرائية وثبات وتكرارية النتائج من خلال العمل على:
- رفع مستوى أمان الاستخدام مع زيادة فعالية التحضير لتتناول أعلى نسبة من سطوح جدران القناة، الأمر الذي سيجعل من اللويحة الجرثومية هدفاً سهلاً لسوائل الإرواء.
  - الحفاظ على سلامة الجدران العاجية من حيث الثخانة والمقاومة الميكانيكية، ما يعني زيادة العمر الوظيفي للسن الذي خضع للمعالجة اللبية.

## ٧- معايير جودة تنظيف وتشكيل منظومة القناة الجذرية

بغض النظر عن التقنية التي استخدمت لتحضير منظومة القناة الجذرية سواء أكانت يدوية أو آلية، فإن التشكيل القمعي الصريح للفراغ القنوي المستمد من الشكل الأصلي للقناة هو أحد أهم معايير جودة التحضير القنوي الصحيح الآمن. من أهم معايير ومظاهر التحضير القنوي الصحيح:

- توسيع فوهات الأقنية إلى أبعاد صريحة وتأمين تشكيل مستدق انسيابي ونظيف للثلث الناجي للقناة بجدران عاجية ناعمة تحقق خطوط إدخال مستقيمة للأدوات اللبية.
- تأسيس طريق قنوي انسيابي يضمن عبور القياسات المتتالية للأدوات بجرية حتى كامل الطول العامل للقناة، ويسمح بتشكيل كامل أجزاء وجدران القناة، ويرفع مستوى ضبط عمل الأدوات في المنطقة الذروية عالية الحساسية تجاه إجراءات التحضير.
- الحفاظ على الطول العامل للقناة والتشكيل الانسيابي للجدران العاجية للقناة طيلة مراحل التحضير من خلال:

- تجميع مراحل التحضير Recapitulation بشكل متكرر.
- تسليك Tipping القناة المتكرر للمحافظة على نفوذيتها Patency وخصوصاً في الجزء الذروي ويتم ذلك من خلال استعمال مبرد K دقيق القياس (#10) بطول يتجاوز قليلاً الطول العامل، حيث يؤدي هذا الإجراء إلى:
  - تبديد ومنع التراكم والتكدس الذروي للبرادة العاجية نتاج التحضير والمساهمة في التخلص منها بالاتجاه التاجي.
  - تخريش مهممل الأثر للنسج حول الذروية.
  - تجاوز ذروي طفيف للإسمنت الحاشي Puff الذي يعتبر حالياً أحد مظاهر صحة وجودة التحضير القنوي.

- المحافظة على بنية النسج السنية قدر الإمكان وهذا يقتضي تحديد متى يتوقف التوسيع والتشكيل القنوي (قياساً وقمعيةً) المرتبط بالقياس والشكل الأولي للقناة من جهة وتحقيق أهداف التحضير الحيوية والميكانيكية من جهة أخرى بدون زيادة أو نقصان.
- يجب أن تظهر المراقبة الشعاعية شكلاً قنوياً متناظراً إلى جانبي القمع الحاشي، واستدقاقاً وتضييقاً ذروباً انسيابياً تدريجياً بدون ترقق غير متجانس لأحد الجدران العاجية.

### مميزات التشكيل القنوي قمعي الشكل

لا بد أن يتضمن الشكل القمعي النهائي للتحضير شكل القناة الأولي بتوضع مركزي، أو يميل نحو النطاقات الآمنة في حالة الأفقية المنحنية وهذا يؤمن الميزات التالية:

- ازدياد قدرة وصول وانسياب وفعالية التنظيف والتطهير الحيوي لسوائل الإرواء تجاه بقايا اللب العضوية والجراثيم وذيواناتها في مختلف أجزاء القناة وخصوصاً في الجزء الذروي، حيث تُطرَد البرادة العاجية بشكل كامل، فيتحول المظهر العكر لسائل الإرواء إلى رائقٍ صافٍ. في هذا السياق تساهم سوائل الإرواء الوفيرة في تزليق أدوات التحضير وبالتالي تسهيل عملها وتخفيض نسبة أخطاء التحضير.
- انخفاض مساحة اشتباك الأدوات اللبية بجدران القناة ما يخفف أخطاء التحضير.

- تناول مختلف أجزاء وجدران القناة بالتحضير وإزالة معظم الشذوذات والغؤورات العاجية والبقايا اللبية ميكانيكياً.
- تعزيز التحكم بعمل الأدوات وضبط أدائها في المنطقة الذروية من القناة فتحافظ على معالم النهاية الذروية بأبعاد أصغرية وترفع نسبة الحصول على ختم ذروي كقيم وتحقق خاصية الانحشار الذروي Tug-back للقمع الحاشي للقناة الجذرية في مرحلة اختبار الأقماع.
- سهولة تطبيق الضمادات الدوائية ووصول تأثيرها العلاجي إلى المنطقة الذروية وحول الذروية، ومن ثم سهولة إزالتها ما يؤمن فعالية علاجية قصوى.
- تحفّض من الاعتماد على دقة تحديد الطول العامل للقناة والتضييق الذروي، حيث يساهم شكل الجدران العاجية في مقاومة ومنع التجاوز الذروي للأقماع الحاشية.
- سهولة تطبيق الأقماع الورقية ووصولها إلى النهاية الذروية وسهولة إزالتها ما يؤمن:
  - جفاف كامل أجزاء وجدران القناة.
  - المحافظة على التوتر السطحي لجدران القناة.
  - ترطيب وتدفق وانسياب أمثل للاسمنت الحاشي على كافة جدران القناة أثناء الحشو ليصل إلى المنطقة الذروية مروراً بكافة أجزائها.
- توفير إمكانية أكبر لتوافق أبعاد التحضير مع قياس القمع الحاشي الرئيس في المنطقة الذروية على الأقل.
- تسهيل إدخال الأقماع الحاشية الرئيسة والثانوية خصوصاً في الحالات الصعبة كما في الأسنان متعددة الجذور.
- تسهيل خروج الاسمنت الحاشي الزائد بالاتجاه التاجي وليس بالاتجاه الذروي نحو النسيج حول الذروية.
- تمكين أدوات التكثيف من تأمين سد وختم كقيم محكم ثلاثي الأبعاد متجانس لمختلف أجزاء القناة خصوصاً الجزء الذروي للقناة.
- تلاؤم التحضير القمعي للقناة مع جميع تقنيات الحشو القنوية.
- سهولة إعادة المعالجة وتفريغ القناة عند الضرورة مع انخفاض نسبة ارتكاب الأخطاء والاختلاطات الأولية والثانوية.



تستمر الشركات المنتجة بتطوير أجيال جديدة من أنظمة التحضير القنوي الآلية المعروفة أو أنظمة تحضير جديدة تعزز الإيجابيات وتتجنب السلبيات. تتركز الجهود حول المحافظة على الشكل العام للقناة قدر الإمكان خصوصاً في المنطقة الذروية وصيانة النسج السنية والمقاومة الميكانيكية لجدران الجذر العاجية، من خلال الالتزام بالحد الأدنى من التشكيل والتوسيع القنوي قياساً وقمعيةً والاسترشاد بمبادئ شيلدر العامة النازمة للتشكيل القنوي الصحيح والضامن لإعادة التأهيل الوظيفي للسن لفترات طويلة.



## الفصل السادس

أخطاء واختلاطات تنظيف وتشكيل منظومة القناة الجذرية

### Errors & Complications

### of Cleaning & Shaping of Root Canal System

١ - المقدمة

٢ - تلون تاج السن

٣ - التهاب الرباط - الألم التالي للتحضير القنوي

٤ - التجاوز الذروي العنيف لسوائل الإرواء - هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl)

٥ - عدم معالجة كامل عدد الأقنية الجذرية

٦ - فقدان الطول العامل للقناة الجذرية - انسداد القناة الجذرية

٧ - تشكل الدرجة - نقطة الاصطدام الجذرية

٨ - الانتقابات - تشكل الأقنية الكاذبة

٩ - انتقال القناة - فقدان مركزية القناة الجذرية

١٠ - انزياح الثقبة الذروية

١١ - الانتقاب الذروي - التجاوز الذروي

١٢ - انفصال - انكسار الأدوات اللبية

١٣ - الخاتمة

## ١ - المقدمة

يمكن تعريف الخطأ علاجي المنشأ بأنه إجراء أو ممارسة غير صحيحة قام بها الطبيب بغير قصد ويمكن أن يكون بسبب واحد أو أكثر من العوامل التالية:

- التسرع.
- الإهمال.
- قلة المعرفة العلمية والخبرة العملية.
- عدم توفر الوسائل والأدوات الملائمة.
- صعوبة الحالة قيد العلاج.

يجب التفريق ما بين الخطأ والاختلاط الذي قد يحصل حتى في حالة الالتزام بالقواعد العامة للتحضير القنوي، وقد سلطنا الضوء على ذلك بالتفصيل في الفصل الثاني. في هذا السياق لابد من الإشارة إلى أنه لا يمكن استبعاد الأخطاء العلاجية والحوادث الإجرائية الطارئة بشكل مطلق طالما تعاملنا مع منظومة القناة الجذرية، بل تزداد احتمالات حدوث مثل هذه الأخطاء مع ازدياد درجة صعوبة وتعقيد التشريح القنوي. بالمقابل يمكن لنسبة حدوث هذه الأخطاء والاختلاطات أن تنخفض بشكل جوهري عند توفر الثلاثة التائية "Three Ts":

- تدريب **Training**
- تقنية **Technique**
- تجهيزات **Technologies**

تساهم وسائل العزل والإضاءة والتكبير لساحة العمل بفعالية في تقدير صعوبة الحالة وتحديد معطياتها بدقة، ومن ثم اختيار أفضل طرائق التداخل فعالية وأكثرها أماناً.

لابد من التركيز على القاعدة الذهبية التالية: "يجب أن نأخذ ما تعطينا القناة" وننطلق منه لاختيار أسلوب التداخل العلاجي الملائم، وبالتالي لابد من تجنب فرض أسلوب تداخل لا يأخذ بعين الاعتبار الخصائص الفردية للمنظومة القنوية للسن قيد العلاج، فهذا سيؤدي حتماً إلى ارتفاع نسبة أخطاء واختلاطات التحضير المؤدية إلى فشل المعالجة اللبية.

نظراً للأهمية القصوى لأخطاء واختلاطات مرحلة التحضير القنوي في سياق المعالجة اللبية، فقد أفردنا لها فصلاً مستقلاً سوف نستعرض فيه صفاتها المختلفة، وأسباب حدوثها، وكيفية تشخيصها، ووسائل تدبيرها وسمات إنذارها وسبل الوقاية للحد من وقوعها.

## ٢- تلون تاج السن

### السمات العامة

يمكن أن يتغير لون تاج السن نتيجة إجراء المعالجة اللبية بشكل مباشر وآني مرتبط بأسلوب التداخل وحالة لب السن المضطرب، أو بشكلٍ تالٍ مرتبطٍ بطريقة وجودة إنجاز الترميم النهائي.

### الأسباب

تتعدد أسباب تغير لون النسج السنية لتاج السن ويمكن أن يتضافر أكثر من سبب ونذكر من أهمها:

- استئصال اللب الملتهب: يمكن أن يؤدي استئصال اللب المصاب بأحد أنماط الالتهابات الحادة إلى إدماءٍ غزيرٍ يملأ الحجرة اللبية ويندخل بسرعة وعمق ضمن القنيات العاجية مؤدياً إلى تغير لوني لحظيٍّ أو تالٍ. تتحلل مكونات الكريات الحمراء المندخلة ضمن بنية العاج إلى مركبات أساسية ملونة مثل الهيموزيدرين.
- أجزاء اللب الحجروي المتبقية: يؤدي عدم تحقيق حفر وصول صحيحة التصميم إلى ترك أجزاء من اللب الحجروي مثل القرون اللبية، لتساهم في زيادة وتسريع التغير اللوني للنسج السنية بعد إنجاز المعالجة اللبية.
- التسرب الحفافي: الذي يحصل عند عدم إنجاز الترميم النهائي بالشكل الملائم مكاناً وزماناً، ما يساهم ليس فقط في تلون النسج المينائية والعاجية لتاج السن بل في تلوث حشوة القناة وبالتالي فشل المعالجة اللبية الحتمي.
- الترميم النهائي غير التجميلي: تساهم الترميمات المعدنية مع مرور الوقت في تلون النسج السنية نتيجة اندخال نواتج تحلل بنيتها واهتراء حوافها ضمن تركيب النسج السنية.

## التشخيص

التغير في اللون الطبيعي لتاج السن يمكن أن يكون سريعاً ومفاجئاً مرافقاً لإجراءات المعالجة اللبية أو تالياً لإنجاز المعالجة اللبية.

## التدبير والإنذار

يمكن أن تختلف طريقة التدبير باختلاف طبيعة السبب:

- يمكن للغسل والإرواء المتكرر والوفير وتخفيف الأقنية اللبية بالأقماع الورقية أن تخفف بشكل كبير من التغير اللوني الناتج عن اندخال كريات الدم الحمراء ضمن بنية العاج الجذري.
- يمكن تصحيح تصميم حفر الوصول لتتناول كامل محتويات الحجرة اللبية، ما سيحد من التغير اللوني لتاج السن التالي للمعالجة اللبية.
- تغيير الترميمات سيئة التطبيق أو غير التجميلية والعمل على إنجاز ترميمات تجميلية ذات انطباق حفاقي صمي، من خلال تخفيف وتوجيه التقلص التصليبي، عبر الالتزام بقواعد التطبيق الصحيحة للترميمات التجميلية وتحقيق الإنهاء والتلميع المطلوب.
- يمكن اللجوء إلى إجراء التبييض الداخلي لتحسين الخصائص اللونية لتاج السن المعالج لبياً عند الضرورة.

## الوقاية

يمكن أن تساهم الإجراءات التالية في تخفيض احتمال تلون تاج السن المرتبط بالمعالجة اللبية آنياً أو تالياً:

- التخدير الموضعي: يساعد في الحد من التدفق الدموي اللبي وبالتالي السيطرة على اندخال كريات الدم الحمراء ضمن القنيات العاجية أثناء مرحلة استئصال لب السن الملتهب بشدة
- الالتزام بالقواعد العلمية والعملية الخاصة بتصميم وإنجاز حفر الوصول اللبية وتحديد الطول العامل وإجراء التحضير القنوي.
- إنجاز الترميم النهائي بالشكل الملائم وبأسرع وقت ممكن.

### ٣- التهاب الرباط - الألم التالي للتحضير القنوي

#### السمات العامة

يمكن أن يرافق التحضير القنوي ألم رباطي المنشأ، ناجم عن تخريش متفاوت الشدة للنسج حول الذروية مرتبط باستئصال لب السن و-أو تجاوز الذروة الحقيقية أثناء تنظيف وتشكيل منظومة القناة الجذرية. يتصف هذا الألم بأنه مؤقت عابر عموماً، إلا أنه يمكن أن يكون شديداً ويستمر لفترة طويلة كلما كانت الحزمة الوعائية العصبية اللبية أكبر كما في حالة الأقنية العريضة، أو عند اجتياح الأدوات اللبية كبيرة القياس للنسج حول الذروية لمسافة معتبرة.

#### الأسباب

- استئصال لب الأقنية العريضة.
- اندفاع البرادة العاجية بالاتجاه الذروي لتتجاوز الذروة الحقيقية (الشكل ٦-١)
- اندفاع طفيف لسوائل الإرواء خارج الثقب الذروية.
- تجاوز الأدوات اللبية للذروة الحقيقية للقناة أثناء حركات البرد والتوسيع بسبب عدم تحديد الطول العامل بدقه و-أو عدم الالتزام به.
- حصول تلوث لعابي وجراثومي آني أثناء المعالجة اللبية و-أو تالٍ بعد إنجاز المعالجة.
- تراكم وتجمع وانحصار الرشاحة المصلية للنسج حول الذروية ضمن القناة الجذرية الذي يحصل إثر قطع الحزمة الوعائية العصبية عند استئصال اللب. يمكن لهذه السوائل، عندما تملأ القناة، أن تضغط على النسج حول الذروية مسببة ألماً رباطياً، وهذا ما يحصل عند تأخير موعد الجلسة التالية لاستئصال لب السن.
- استخدام المريض للسن بين جلسات المعالجة لقطع أو مضغ الطعام، رغم عدم أهليته للأداء الوظيفي طيلة فترة المعالجة.
- تعريض السن لجهود غير وظيفية، كالطرق أو القرع المتعمد والمستمر من قبل المريض للتأكد من انعدام الألم الناجم عن المعالجة، الأمر الذي يؤدي، في نهاية المطاف، إلى نشوء الألم رباطي المنشأ "الذي يبحث عنه المريض".



الشكل (٦-١): يبين اندفاع البرادة العاجية نتاج التحضير متجاوزة الذروة الحقيقية والثقبية الذروية، ما يؤدي إلى تخريش النسيج حول الذروية وإثارة الالتهاب والألم الرباطي.

### التشخيص

يُبين استجواب المريض وجود قصة ألم مثار و-أو عفوي تالٍ لإجراءات الاستئصال والتحضير القنوي، قد يكون شديداً ومعنداً حسب طبيعة السبب وشدة ونوعية الخطأ عند وجوده. يبين اختبار القرع الأفقي والعمودي وجود التهاب رباط، قد يتفاوت من حيث الشدة تبعاً لعدة عوامل من أهمها:

- عتبة تحمل المريض.
- نمط التلوث الجرثومي والتحميل الوظيفي الحاصل.
- نوعية وشدة التجاوز الميكانيكي و-أو الكيميائي للذروة الحقيقية قياساً و-أو امتداداً.

### التدبير والإنذار

يمكن السيطرة على التهاب الرباط المرافق للمعالجة اللببية، والحد من الألم الحاصل من خلال:

- إخراج السن عن مستوى الإطباق من خلال إجراء سحل طفيف لمناطق التماس الإطباق.
- تطبيق المهيجات المعاكسة موضعياً مثل صبغة اليود التي تطبق على اللثة الخفافية الموافقة للسن المصاب، ما يساهم في تبديد الالتهاب وتخفيف شدته.
- وصف المسكنات أو مضادات الالتهاب غير الستيرويدية للسيطرة على الألم بشكل جهازي.
- إعطاء الوقت الكافي للسماح للعضوية بتحقيق تندب وشفاء النسيج حول الذروية المخرشة.
- يمكن في حالات الآلام الشديدة تحويل الحالة من الحدة إلى الإزمان من خلال نزع الحشوة المؤقتة لفترة قصيرة، والسماح بالتححر التاجي للرشاحة المصلية للنسيج حول الذروية المحصورة ضمن الفراغ اللبي، الأمر الذي يخفف ضغط النسيج حول الذروية وبالتالي تخفيف الألم.



## الوقاية

تتحقق من خلال الالتزام بالقواعد العامة النازمة للتدخل القنوي الصحيح والأمن وعلى رأسها:

- تزويد المريض بالإرشادات الواضحة حول تجنب استخدام السن في المضغ طيلة فترة العلاج
- إخراج السن من الإطباق منذ بدء المعالجة اللبية.
- إزالة النسيج السنية النخرة بشكل كامل والتحديد الدقيق للطول العامل للقناة والالتزام به.

### ٤ - التجاوز الذروي العنيف لسوائل الإرواء: هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl)

#### السمات العامة

تتصف ردود فعل العضوية، التالية للتجاوز الذروي لهيبوكلوريت الصوديوم، ووصوله إلى النسيج حول الذروية، بأنها عنيفة ومباشرة، إضافة إلى حالة الهلع والقلق العميق التي تنتاب المريض.

يُعد هيبوكلوريت الصوديوم سائل إرواء فعال بتركيز من 0.5 - 5.25 % من خلال قدرته على حل وتحريب اللويحة الجرثومية والأجزاء العضوية لطبقة اللطاخة Smear Layer. في هذا السياق يتصف هيبوكلوريت الصوديوم بسمية خلوية عالية حيث تتمكن، حتى التراكيز المنخفضة منه (0.01 %)، من القضاء على مزارع الخلايا المولدة للليف. يؤدي حقن هيبوكلوريت الصوديوم في الأوعية الدموية إلى انحلال الكريات الدموية وأذية الخلايا البطانية والمولدة للليف وتقرح وعائي نسيجي. عموماً يؤدي هيبوكلوريت الصوديوم إلى تفكك كولاجين القلب العضوي والقضاء على كافة مظاهر الحياة الخلوية.

#### الأسباب

تنجم حالات التجاوز الذروي لسائل هيبوكلوريت الصوديوم عن واحد أو أكثر من الأسباب التالية:

- التحديد غير الدقيق للطول العامل للقناة الجذرية.
- توسيع التضيق الذروي وتغيير معالم الثقبية الذروية.
- انفتاح ذروة الأسنان غير مكتملة التشكل.
- انثقابات الجذر الجانبية.
- انحشار رأس سيرنغ الإرواء ضمن القناة الجذرية أثناء الإرواء.

## التشخيص

تشابه المظاهر الوجهية للتسرب الذروي لسائل هيبوكلوريت الصوديوم تلك الناجمة عن الوذمة الهوائية Emphysema في منطقة العنق والوجه، حيث يجتاز الفراغات الوجهية بطريقة مشابهة ولكنها تترافق بتخرب نسيجي يفاقم الإصابة ويعقد ويؤخر الشفاء. تزداد خطورة التوذم الحاصل عندما يترافق مع عناصر فعالة فوّارة مثل الماء الأكسجيني Hydrogen peroxide الذي يعمق تأثير هيبوكلوريت الصوديوم فتتضاعف شدة وامتداد الأذية النسيجية.

أولى مظاهر التخريش النسيجي لسائل الإرواء، عند حصول التجاوز الذروي، حصول ألم شديد وفوري عند المريض، مع وذمة واضحة أو كدمة تستمر بالامتداد لتتجاوز الجانب المصاب من الوجه إلى الحدود أو الشفاه (الشكل ٦-٢). يمكن أن يعاني المريض، في حالة الأسنان العلوية الخلفية، من ألم حول حجاجي وتخريش الصدر والإحساس بطعم الكلور. تتعلق شدة ومدة ردة فعل العضوية بـ:

- كمية السائل المحقونة ضمن النسج حول الذروية.
- مكان انتشار السائل ومدى قربيه من البنى التشريحية الحساسة.



الشكل (٦-٢): (A): مظهر الوجه نتيجة وصول NaOCl للنسج حول الذروية أثناء المعالجة اللبية للنانب العلوي الأيمن. أبدت المريضة صعوبة في فتح العين اليمنى وتغيراً في إحساس المنطقة تحت الحجاج ومنطقة الشفة العلوية اليمنى، وقد امتدت الإصابة إلى المنطقة تحت اللسان وتحت الفك ما أدى إلى تحديد فتح الفم. (B): بعد مرور شهر واحد حصل شفاء تسرب NaOCl مع عودة الحس والوظيفة بشكل كامل، وأكملت المعالجة اللبية بدون حوادث طارئة إضافية، (نقلاً عن Sermeño وزملاؤه، 2009).

## التدبير والإنذار

عند التحقق من حصول التجاوز الذروي لسائل الإرواء، على الطبيب التوقف عن متابعة إجراءات المعالجة اللبية، والبدء بإجراءات تخفيف آثار الأذية كيميائية الطبيعة، ويعتبر بروتوكول العلاج غير ثابت نتيجة ارتباطه بموضع وشدة الإصابة. يمكن إيجاز الخطوات الإسعافية العامة كما يلي:

- ضبط الألم: عبر التخدير والتسكين الموضعي.
- ضبط وتخفيف الوذمة: عبر تطبيق الكمادات الباردة.
- ضبط وتخفيف الأثر الكيميائي للتسرب: عبر إرواء القناة بالسالين وتحريض إدماء النسج حول الذروية في سبيل تمديد تركيز العامل المخرش وإزالته من موقع الأذية.
- توصف المضادات الحيوية ويتعلق تطبيقها بشدة تخرب النسج الصلبة واللينة. يمكن معالجة الحالات الخفيفة عبر التطبيق الفموي للدواء، بالمقابل تتطلب التظاهرات الشديدة إدخال المريض إلى المشفى وتطبيق الدواء وريدياً. يعتبر استخدام السيترؤيدات القشرية أمراً جديلاً، فضبط انتشار الوذمة سيكون على حساب زيادة نسبة الإنتان المرافق.
- إخبار المريض عن سبب حدوث هذه الحالة، وطمأنته بأنه رغم وجود هذه الأعراض المقلقة، إلا أن الحالة ستشفى تدريجياً.
- بعد مرور يوم واحد، توقف الكمادات الباردة، وتوصف المضامض الفموية الدافئة، لتحريض الدوران الشعري الموضعي.

لابد من مراقبة تطور الحالة يومياً حتى حصول الشفاء التام. عند استمرار توسع الوذمة، وظهور أعراض انسداد مجرى التنفس، الوارد حدوثه في حالة أسنان الفك السفلي نتيجة امتداد الوذمة إلى مناطق تحت الفك وتحت الذقن وتحت اللسان، عندها لابد من إسعاف المريض إلى المشفى فوراً لإجراء التدخل الجراحي اللازم لإنقاذ حياته.

في هذا السياق، يمكن أن يؤدي عدم التدبير الفوري للحالة إلى واحد أو أكثر من العقابيل التالية:

- الخدر العابر أو الدائم.
- اضطراب وظيفة الأعصاب المحركة مثل اضطراب حركة الشفة العلوية والخد.

## الوقاية

يوصى بالالتزام بالإجراءات التالية في سبيل الوقاية من التجاوز الذروي العنيف لسائل الإرواء:

- تأسيس طول عامل دقيق والالتزام به.
- تجنب التوسيع الزائد للقناة Overinstrumentation طولاً وعرضاً الذي يخرب التضيق الذروي ويعدل معالم الثقبية الذروية على حساب سلامة النسيج حول الذروية.
- التأكد من حالة القناة من حيث سلامة الجدران ووجود الانثقابات أو الأقنية الجانبية والإضافية.
- التأكد من هوية السائل قبل الحقن أو الإرواء.
- تجنب انخسار رأس إبرة سيرنغ الإرواء في فراغ القناة، وتجنب إدخاله عمقاً بحيث يتجاوز الطول الموصى به للإرواء الآمن أو الطول العامل للقناة.
- استعمال إبرة صغيرة القياس مشطوفة الرأس، تدخل إلى عمق القناة لمسافة أقل من الطول العامل بمقدار 2 مم على الأقل، وضغط سائل الإرواء ضمن القناة ببطئ متزامناً بحركة إدخال - إخراج مستمرة للسيرنغ مع مراقبة خروج السائل بالاتجاه التاجي نحو الحجرة اللبية وحفرة الوصول، وتلقي السائل الفائض بوساطة كرة قطنية وماصة اللعاب.
- التأكد من عدم وجود حساسية من قبل المريض تجاه سائل الإرواء المستخدم.

## ٥ - عدم معالجة كامل عدد الأقنية الجذرية

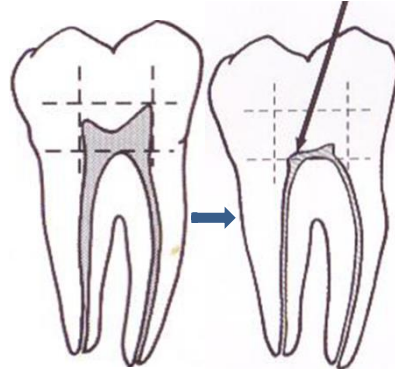
### السمات العامة

يمكن أن يعود سبب فشل المعالجة اللبية إلى تغييب إحدى الأقنية اللبية وبقائها دون تدخل علاجي. يمكن أن ينجم هذا الخطأ الإجرائي عن إهمال أو نسيان أو عدم إيجاد إحدى الأقنية اللبية منذ بدء المعالجة اللبية.

### الأسباب

يمكن أن يعود سبب هذا الخطأ إلى واحد أو أكثر من العوامل التالية:

- عدم الإلمام الكافي بتشريح مختلف أشكال الأسنان والمنظومة اللبية الموافقة لكل وحدة سنية
- حفرة الوصول اللبية غير صحيحة التصميم شكلاً و-أو حجماً و-أو توضعاً و-أو اتجاهها.
- توضع السن غير الاعتيادي كالميلان أو الانسلال أو الانفتال أو التراكب أو التهدم.
- اكتفاء الطبيب، نتيجة التسرع، بإيجاد الحد الأدنى الاعتيادي المعروف من الأقنية لثنية سفلية أو لضاحك أو لرحى تاركاً احتمال وجود قناة إضافية دون استكشاف أو تقصي.
- العدد غير الاعتيادي للأقنية اللبية ضمن الجذر الواحد.
- الشكل التشريحي غير النمطي للأقنية اللبية ضمن الجذر الواحد.
- التغيرات الاستحالية اللبية العاجية الشديدة، وخصوصاً التكلسية منها، التي تؤدي إلى تغيرات كبيرة في تموضع واتجاه وحجم فوهات الأقنية اللبية (الشكل ٦-٣).
- الشكل التشريحي الشاذ غير الثابت لبعض الوحدات السنية، يمكن أن يترافق بتموضع وعدد غير اعتيادي للأقنية اللبية زيادة أو نقصاناً.



الشكل (٦-٣): يبين التغير في تموضع واتجاه وحجم فوهات الأقنية اللبية في حالة التغيرات الاستحالية التكلسية الشديدة.

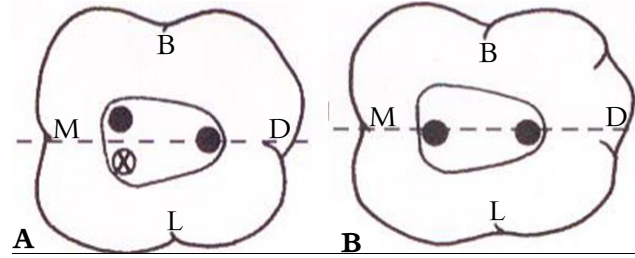
### التشخيص

يمكن التأكد من وجود قناة لبية لم يتم التداخل عليها من خلال الفحص السريري والشعاعي.

### الفحص السريري

يمكن التأكد من وجود أكثر من قناة ضمن الجذر الواحد من خلال ملاحظة:

- توضع غير مركزي للأداة اللبية ضمن جذر السن ناجم عن ميلانها أو انحرافها نحو الدهليزي أو اللساني (الشكل ٦-٤).
- توقف الأداة المفاجئ قبل وصولها إلى الطول المتوسط الاعتيادي لجذر السن، ما يشير إلى حصول افتراق أو تشعب للقناة في هذا المستوى.
- غالباً ما تكون أبعاد القناة صغيرة نسبياً عند وجود قناة أخرى في نفس الجذر.

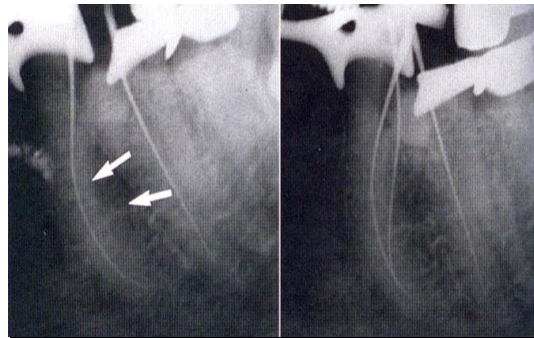


الشكل (٦-٤): توضع فوهة القناة اللبية بالنسبة لجذر السن (A): تشير الدوائر السوداء إلى محاور دخول الأدوات، حيث يدل التوضع المائل نحو الدهليزي للأداة ضمن الجذر الأنسي للرحى السفلية إلى وجود قناة مقابلة بالاتجاه اللساني (B): توضع مركزي لفوهات الأفنية بالنسبة لجذري السن الأنسي والوحشي.

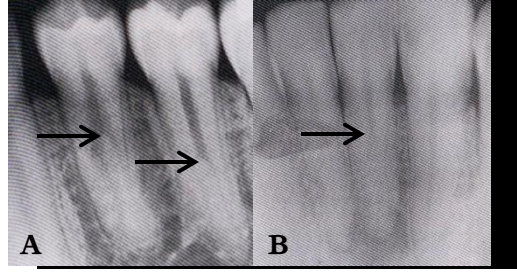
### الفحص الشعاعي

يمكن التأكد من وجود قناة أخرى ضمن الجذر الواحد، عبر مراقبة إحدى المعطيات الشعاعية التالية:

- يظهر تزوي الأشعة توضعاً غير مركزي للأداة بالنسبة لجذران الجذر الخارجية (الشكل ٦-٥)
- ظهور قناة أو جذر إضافي لم تتناوله أي أداة لبية.
- انقطاع مفاجئ لخط شفافية النسيج اللي للقناة الجذرية (الشكل ٦-٦).



الشكل (٦-٥): يبين (A): التوضع غير المركزي للأداة اللبية بالنسبة للمسافة الرباطية للجذر الأنسي للرحى الأولى السفلية، (B): إدخال أداة لبية ضمن القناة الثانية حيث تنتهي بثقبية ذروية مشتركة مع القناة الأولى.

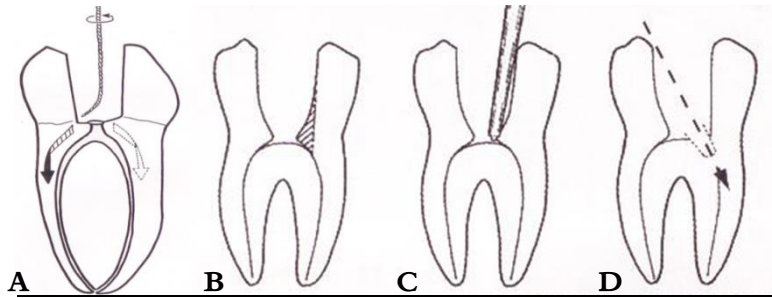


الشكل (٦-٦): انقطاع خط الشفافية الشعاعية لللب للضوايح السفلية (A) والثنية السفلية (B).

### التدبير والإنذار

يمكن تدارك هذه الخطأ مبكراً من خلال مراقبة المعطيات السريرية والشعاعية بدقة والعمل على:

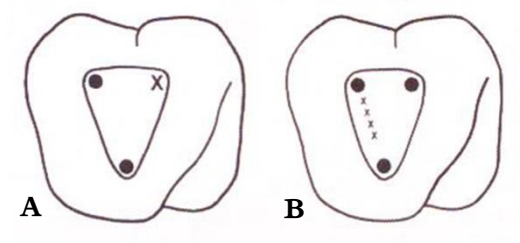
- تعديل تصميم حفرة الوصول اللبية لتكتسب المعالم الصحيحة الموافقة للسن، بما يحقق الإسقاط الدقيق والتمادي الانسيابي من حفرة الوصول إلى الحجرة اللبية.
- إزالة بقايا سقف الحجرة اللبية والمثلثات والرفوف العاجية، التي تمنع تأسيس خط دخول مستقيم للأدوات اللبية، وتحقق كشف كامل عدد فوهات الأقنية الجذرية (الشكل ٦-٧).
- استخدام الأدوات اللبية القياسية ISO صغيرة القياس للاستكشاف والتقصي.
- حني ذروة الأدوات اللبية الخاصة باستكشاف فوهات الأقنية المتقاربة والتوجيه الصحيح لمحور دخولها واختبار أكثر من اتجاه (الشكل ٦-٧) في سبيل:
- تأكيد وجود قناة إضافية عند استجابتها لأحد اتجاهات محاور دخول الأداة.
- نفي وجود قناة إضافية عند عدم الاستجابة لأي اتجاه أو محور دخول للأداة.



- الشكل (٦-٧): (A): ضرورة ثني رأس الأداة عند البحث عن مداخل الأقنية خصوصاً في حالات التغيرات الاستحالية التكلسية الشديدة، (B): إزالة المثلثات العاجية لتأمين خطوط إدخال مستقيمة للأدوات، (C): استخدام السنابل الشاقة المستدقة ذات الرأس غير العامل للمحافظة على سلامة قعر الحجرة اللبية، (D): التوجيه الصحيح لمحور دخول الأدوات اللبية ضمن القناة الجذرية المتضيقة.

- النفوذ الميكانيكي للأدوات بالتآزر مع النفوذ الكيميائي (النفوذ الميكانوكيميائي).
- الاستقراء والاستنتاج الهندسي المنطقي لتموضع فوهة القناة المفقودة (الشكل ٦-٨).

الإنذار: جيد عند الإيجاد المبكر الحذر للقناة المفقودة.



الشكل (٦-٨): (A): كيفية استنتاج موقع فوهة القناة الدهليزية الوحشية (X) بعد كشف فوهات الأقنية الأنسية الدهليزية والحنكية، (B): كيفية استنتاج موقع فوهة القناة MB2 بالاعتماد على موقع فوهات الأقنية الأنسية الدهليزية والحنكية.

#### الوقاية:

يمكن الوقاية من ارتكاب مثل هذا الخطأ من خلال تأمين:

- ساحة العمل ذات العزل والتكبير والإضاءة الجيدة.
- الصور الشعاعية بزوايا إسقاط مختلفة.
- تأمين التصميم الصحيح لحفرة الوصول منذ بدء التداخل العلاج بما يناسب الحالة، واستخدام السنابل الشاقة المستدقة ذات الرأس غير العامل لكشف فوهات الأقنية كافة، وتأمين خطوط الإدخال المستقيمة دون المساس بسلامة قعر الحجرة اللبية.
- استخدام القياسات الصغيرة للأدوات القياسية ISO والحني المسبق لذراها.
- التوجيه الصحيح لمخارور دخول الأدوات اللبية.
- الاستعانة ببعض المواد التي تساعد في كشف مواقع فوهات الأقنية مثل صبغة أزرق المتيلين أو هيبوكلوريت الصوديوم.
- تطبيق العوامل الخالبة للعلاج.
- التداخل المتأني والسبر والاستكشاف الدقيق لمعطيات وتفاصيل منظومة القناة الجذرية



- كشف إحدى فوهات الأقنية هو مفتاح كشف ماتبقى منها: لابد من البدء بكشف فوهة القناة الواسعة خصوصاً في حالات التغيرات الاستحالية التكلسية الشديدة، ومن ثم العمل على تحديد مواقع ماتبقى من فوهات الأقنية بحرص وحذر.

## ٦- فقدان الطول العامل للقناة الجذرية - انسداد القناة الجذرية Root Canal Blockage

### السمات العامة

لابد من التحديد الدقيق للطول العامل للقناة الجذرية والحفاظ عليه طيلة مراحل التنظيف والتشكيل القنوي. يمكن أن يتناقض الطول العامل بشكل طفيف مع تقدم مراحل التحضير القنوي في حالة الأقنية المنحنية عند تحديد هذا الطول قبل تحقيق الانفتاح والتوسيع القنوي التاجي، بسبب انخفاض درجة انحناء القناة مع توسع أبعادها. لابد من تفريق هذا التغير وارد الحدوث في سياق المعالجة اللبية، عن فقدان الطول العامل بوصفه خطأً إجرائياً.

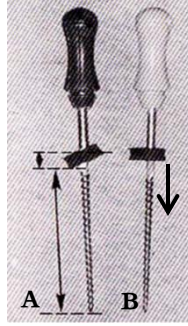
**فقدان الطول العامل:** يعني انسداد مجرى القناة بسبب محدث طارئ غير متعلق بتشريح أو شكل القناة الأولي، وذلك أثناء إجراءات التشكيل والتنظيف القنوي. هذا الخطأ الإجرائي سيمنع أدوات التحضير من الوصول إلى كامل الطول الأصلي للقناة، ما سيحول دون تشكيل وتطهير الجزء الذروي للقناة.

**الأسباب:** يمكن تمييز صنفين من الأسباب المباشرة وغير المباشرة

### الأسباب غير المباشرة

- الاستخدام غير الكافي والصريح والمناسب لكل أداة لبية.
- الاستخدام غير المتدرج للأدوات اللبية.
- الغسل والارواء غير الكافي من حيث الكمية والتكرارية.
- عدم إجراء التسليك والاسترداد المتكرر للقناة والتجميع الدوري لخطوات التحضير.
- عدم اعتماد نقطة مرجعية تاجية ثابتة بسبب وجود نسج سنية نخرة أو انكسار الحواف غير المدعومة لحفرة الوصول أو غير ذلك.

- المحددة المطاطية: يؤدي عدم الدقة في تطبيقها على الأداة إلى ميلانها، ما يجعل التحديد غامضاً. كذلك يؤدي الاستعمال المتكرر للمحددات القديمة إلى عدم ثباتها وانزياحها عن مكانها أثناء حركات التحضير القنوي (الشكل ٦-٩).



- الشكل (٦-٩): يبين أوضاع المحددة المطاطية الخاطئة مثل (A): التوضع المائل، (B): التوضع غير الثابت، والتي تؤدي إلى عدم الالتزام بالطول العامل الدقيق للقناة الجذرية أثناء التحضير القنوي.

#### الأسباب المباشرة

يمكن أن تشمل واحد أو أكثر مما يلي:

- التجمع الذروي لبقايا اللب العضوية.
- انحشار وتكلس البرادة العاجية نتاج التحضير في المنطقة الذروية للقناة.
- انحشار جزء الأداة اللبية المكسور ضمن القناة.
- نشوء نقطة اصطدام على حساب أحد جدران القناة.
- سقوط بقايا ترميم تاجي قديم ضمن القناة الجذرية عند إزالته أثناء التداخل القنوي.
- عدم التمكن من إزالة بقايا حشوة قنوية قديمة سيئة في سياق إعادة المعالجة اللبية.

التشخيص: يمكن تأكيد حصول هذا الخطأ من خلال المراقبة السريرية والشعاعية.

#### المراقبة السريرية: وتشمل:

- التقاصر التدريجي أو الفجائي للطول العامل المحدد على الأدوات اللبية.
- تغير طفيف في محور دخول الأداة اللبية ضمن القناة الجذرية.

- تحسس نشوء إعاقة مادية محدثة ضمن القناة أثناء التحضير، تمنع وصول الأداة إلى كامل الطول العامل المحدد.

**المراقبة الشعاعية:** يمكن تمييز العائق وذلك حسب طبيعته، فقد يكون واحداً مما يلي:

- التكدس الذروي للبرادة العاجية، الذي يؤدي إلى تشكل سدادة تمنع الأدوات اللبية من الوصول إلى الذروة الحقيقية، التي تم تعيين موقعها عبر تحديد الطول العامل للقناة الجذرية.
- جزء منفصل من أداة لبية منحشر ضمن القناة الجذرية، وقد يتجاوز حدود الثقبية الذروية.
- نقطة اصطدام محدثة تؤدي إلى:
  - توقف الأداة عندها وعدم تمكنها من الوصول إلى الذروة الحقيقية للجذر.
  - تغير طفيف في المحور الطولي لدخول الأداة ضمن القناة اللبية.

## التدبير والإنذار

- كلما كان تدبير هذا الخطأ مبكراً، كانت نسب النجاح أعلى، بناءً عليه لابد من:
- إيقاف إجراءات التنظيف والتشكيل فوراً عند الشك بحدوث خطأ ما.
  - الاستعانة بمعطيات التصوير الشعاعي لتحديد هوية العائق المتشكل.
  - إزالة العائق وذلك حسب طبيعته:
    - نقطة اصطدام: إزالتها وإعادة الانسيابية لجدران القناة واسترداد القسم الذروي من القناة الجذرية.
    - أداة مكسورة: محاولة استخراجها أو المرور بجانبها على الأقل، وعند عدم إمكانية ذلك نضطر إلى تجاهلها والتعامل مع ما تبقى من القناة ووضع الحالة تحت المراقبة.
    - السدادة العاجية: يمكن إزالتها بإتباع الإجراءات التالية:
      - الغسل والإرواء الوفير.
      - استرداد القسم الذروي المسدود من القناة، من خلال إعادة الاستخدام المتدرج للأدوات انطلاقاً من القياسات الدقيقة، التي تتمكن من اختراق وبعثرة البرادة العاجية المتكدسة بحركات تدوير وضغط ذروية متكررة.

■ طرد البرادة العاجية بالاتجاه التاجي، من خلال الإرواء الوفير المتكرر ومتابعة التحضير حسب الطول الأساسي المحدد، الذي تم استعادته حتى القياس المطلوب للحشو القنوي الصحيح.

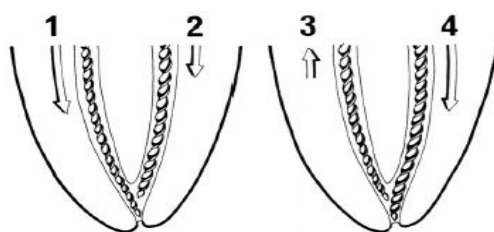
يكون الإنذار جيداً إذا استُعيد الطول العامل مبكراً بعد تحديد هوية العائق المتشكل والتغلب عليه.

## الوقاية

يمكن تجنب حدوث مثل هذا الخطأ من خلال:

- الالتزام بالقواعد العامة للتحضير القنوي بما فيها تأمين الانفتاح والتوسيع التاجي المبكر للقناة الجذرية.
- التحديد الدقيق للطول العامل للقناة الجذرية والالتزام الحتمي به.
- الاستخدام المتدرج والصحيح والكافي لكل قياس للأدوات اللبية.
- التسليك والاسترداد المتكرر للقناة الجذرية والتجميع الدوري لمراحل التحضير القنوي.
- الاستخدام الملائم لسوائل الإرواء من حيث الكمية والتكرارية.

في هذا السياق لا بد من الإشارة إلى حالة التشريح القنوي الذي تنفتح فيه قناتي الجذر بنهاية ذروية مشتركة، ويمكن تأكيد ذلك من خلال إدخال الأدوات فلاحظ أن الأداة التي تدخل أولاً تمنع الثانية من الوصول إلى كامل الطول العامل، وعند سحب الأداة الأولى تتمكن الأداة الثانية من الوصول إلى النهاية الذروية (الشكل ٦-١٠). لا بد من تمييز هذه الحالة الطبيعية عن فقدان الطول العامل خلال إجراءات التحضير القنوي.



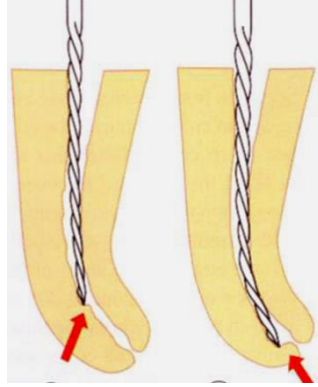
الشكل (٦-١٠): يبين كيفية تأكيد اشتراك قناتي الجذر بنهاية ذروية مشتركة وذلك لتمييزها عن حالة فقدان الطول العامل خلال إجراءات التحضير القنوي.

## ٧- تشكل نقطة الاصطدام - الدرجة Ledge Formation

### السمات العامة

هو خطأ إجرائي يؤدي إلى عدم المحافظة على الشكل الأصلي للقناة، عبر تأسيس ومن ثم ترسيخ شذوذ جداري بشكل غزور أو كتف على حساب الجدار الخارجي لانحناء قناة الجذر أثناء التحضير (الشكل ٦-١١):

- بمرحلة مبكرة: بفعل الاصطدام المتكرر لرأس الأداة اللبية غير محنية الرأس.
- بمرحلة متأخرة: نتيجة ميل الأدوات القياسية ISO كبيرة القياس لتعديل الشكل العام للقناة خلال حركات تحضير القناة بسبب انخفاض مرونتها النسبية.



الشكل (٦-١١): كيفية نشوء الدرجة عند عدم الالتزام بقواعد التداخل والتحضير القنوي الصحيحة

هذا الخطأ سيخلق إعاقة تحول دون تقدم الأدوات الانسيابي ضمن قناة كانت سالكة عند بدء العلاج. غالباً ما يتشكل هذا العائق في الثلث الذروي أو في بداية الانحناء الذروي للقناة (الشكل ٦-١٢)، ويؤدي إلى إعاقة أو منع التنظيف والتشكيل القنوي لجزء القناة الذروي بالنسبة لموقع الدرجة، حيث يصبح اصطدام أو توقف رأس الاداة اللبية عند هذا الغزور أكثر احتمالاً من بلوغ الذروة الحقيقية للقناة.

تزداد نسبة حدوث هذا الخطأ بشكل جوهري عندما يكون مقدار انحناء القناة أكبر من 20 درجة، وتزداد الحالة سوءاً عند استخدام أدوات قياسية في أقنية ذات انحناء أكبر من 30 درجة، فيمكن أن تصل نسبة تشكل نقاط الاصطدام حتى 40 %.



الشكل (٦-١٢): تشكل الدرجة نتيجة الاستخدام الخاطئ لأدوات التحضير القنوي.

#### الأسباب

يمكن تقسيم العوامل التي تؤدي إلى نشوء نقاط الاصطدام إلى مؤهبة ومباشرة وذلك خلال التحضير البيوميكانيكي لمنظومة القناة الجذرية.

#### العوامل المؤهبة: وترتبط بـ:

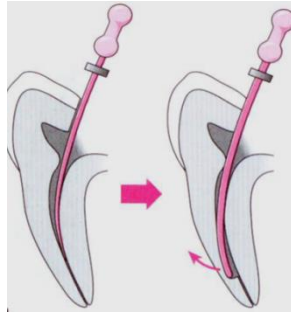
- تقنية التشكيل القنوي المختارة.
- شكل وبنية الأدوات اللبية المستخدمة.
- طبيعة التشريح القنوي وشدة الانحناء الجذري للحالة قيد التداخل.
- موقع السن ضمن القوس السنية ومحاور دخول مختلف الأفنية الجذرية.
- قياس المبرد الرئيس MAF المقترح.
- خبرة ومهارة الطبيب.

العوامل المباشرة: بيّن Jafarzadeh H & Abbott PV عام 2007 الأسباب المباشرة المحتملة

الشائعة لتشكيل الدرجة كما يلي:

- التقييم غير الصحيح لقياس وشكل واتجاه القناة بسبب عدم وجود صورة تشخيصية.
- عدم الامتداد الكافي لحفرة الوصول وبالتالي تطبيق توتر جانبي على الأدوات أثناء حركات التحضير القنوي (الشكل ٦-١٣).
- التحديد الناقص للطول العامل للقناة الجذرية.
- عدم حني ذروة أداة الاستكشاف قبيل إدخالها ضمن الأفنية خصوصاً المتضيقة منها.

- المحاولات المتسارعة لفتح وتسليك الأقنية المتكلسة.
- عدم تهيئة مجرى انسيابي ملائم للقناة نحو الذروة.
- إجبار الأدوات SS كبيرة القياس غير منحنية الذروة على الدخول ضمن الأقنية المنحنية.
- الاستخدام القسري غير متدرج القياس للأدوات اللبية.
- التدوير الزائد للأداة ضمن قناة منحنية وحسب كامل الطول العامل للقناة.
- الإرواء والتزليق غير الكافي أثناء التحضير القنوي.
- المحاولات المتسارعة غير المدروسة لتدبير التكلس الذروي للبرادة العاجية نتاج التحضير.
- الاستخدام المفرط للعوامل الخالبة للعاج - النفوذ الكيميائي.
- المحاولات غير المدروسة لاستخراج قطع الأدوات اللبية المكسورة.
- الإجراءات غير الصحيحة لإزالة مواد الحشو القنوي القديمة أثناء إعادة المعالجة،



الشكل (٦-١٣): يبين تشكّل الدرجة نتيجة التصميم الخاطئ لحفرة الوصول

### التشخيص

حالما يُشخّص تشكّل الدرجة في القناة الجذرية، تغدو المعالجة اللبية صعبة الإنجاز وغير مضمونة النتائج. تبدأ القناة بالاستقامة في المنطقة واللحظة التي تبدأ فيها الأدوات بعدم الخضوع والالتزام بانحناء القناة.

سريرياً: يمكن ملاحظة:

- نشوء مفاجئ لإحساس تقلقل الأداة ضمن القناة.
- زوال الحس اللمسي بذرورة الأداة وهي تسلك مجرى القناة وتنحسر في نهايتها الذروية ونشوء حس اصطدام محدث أثناء التحضير.

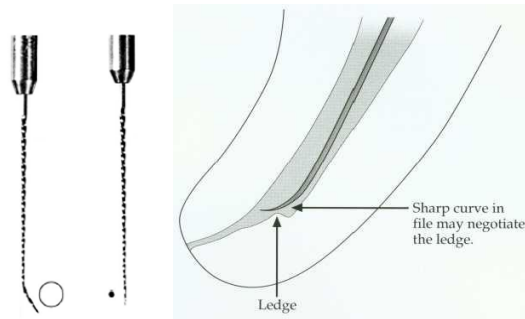
- نقصان مفاجئ في الطول العامل للقناة.
- تغير مفاجئ لمحور دخول الأداة اللبية ضمن القناة الجذرية.
- شعاعياً: - انحراف ذروة الأداة بعيداً عن الانحناء القنوي.
- عدم تمكن الأداة اللبية من الوصول إلى ذروة القناة بسبب اصطدامها بإعاقة جدارية معينة في مجرى القناة.

### التدبير والإنذار

يتمحور تدبير الدرجة حول إمكانية تجاوزها أولاً، للقيام بإزالتها ثانياً، وهذا يتطلب قدراً كبيراً من الإصرار والمثابرة والصبر. تعتمد فعالية التدبير على التحديد المبكر لمواصفات الدرجة وموقعها بشكل دقيق لتحديد كيفية تجاوزها. يوصى باختيار مبرد ذو طول عام قصير وقياس ملائم، ليتمكن من تجاوز الدرجة المتشكلة ويؤمن حس لمس أكثر موثوقية بفضل اقتراب أصابع الطبيب من ذروة الأداة وموقع الدرجة، الأمر الذي يحقق ضبط أعلى لحركة الأداة.

تجاوز الدرجة Ledge Bypass: يمكن تحقيق تجاوز الدرجة عبر إتباع الخطوات التالية:

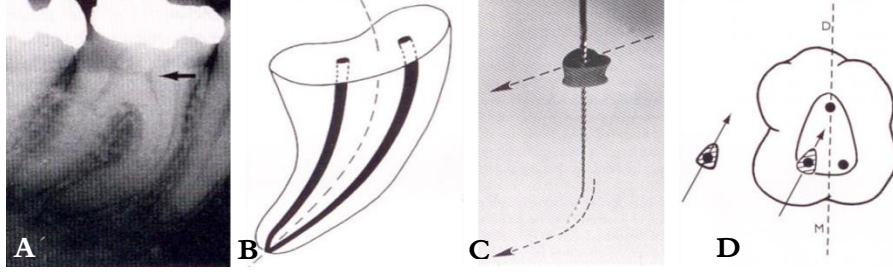
- العزل والتكبير والإضاءة المناسبة لساحة العمل والإرواء الجيد للقناة.
  - استخدام أداة لبية SS ذات قياس صغير #8 أو #10 للقيام بمهمة تجاوز ثم إزالة الدرجة
  - الحني المسبق لذروة الأداة المختارة بحيث توافق 2-3 مم من المنطقة الذروية للقناة
- (الشكل ٦-١٤).



الشكل (٦-١٤): يؤمن حني ذروة الأداة اللبية إمكانية أكبر للاستجابة لانحناء القناة أو لتجاوز الدرجة عبر ارتفاع قدرة ذروتها في البحث عن مجرى القناة من نقطة إلى دائرة وذلك عند اختبار اتجاهات إدخال مختلفة.



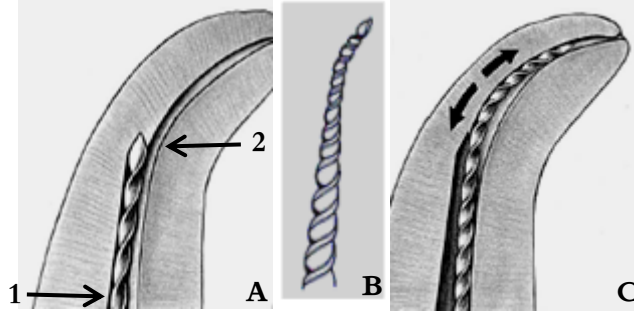
- يقوم مؤشر التوجيه (ثلمة، خط إرشاد) للمحددة المطاطية بوظيفة هامة في توجيه انحناء الأداة في الاتجاه الصحيح التي ستستجيب عنده القناة، فتسمح بتقدم ذروة الأداة باتجاه ذروة القناة (الشكل ٦-١٥).



- الشكل (٦-١٥): يبين (A): أهمية الصورة التشخيصية في تقدير صعوبة الحالة واتجاه انحناء الجذور وكيفية الدخول الصحيح، (B): تحديد نمط التشريح القنوي وخصائصه ضمن الجذر، (C): حني ذروة الأداة اللبية ووضع مؤشر توجيه المحددة المطاطية بنفس الاتجاه، (D): إدخال الأداة محنية الذروة بنفس اتجاه الانحناء الجذري والقنوي بمساعدة مؤشر توجيه المحددة المطاطية.

- تسهيل مهمة أداة تجاوز-إزالة الدرجة من خلال (الشكل ٦-١٦):
  - توسيع فوهة القناة على حساب الجدار المقابل للانحناء
  - توسيع القناة عند بدء الانحناء على حساب الجدار المجاور للانحناء
- الاسترشاد بالجدار القنوي المجاور للانحناء الخالي من نقطة الاصطدام في سبيل تجاوز منطقة الدرجة واستعادة قدرة الوصول إلى الجزء الذروي من القناة.
- بعد تجاوز الدرجة تقوم الأداة بحركات دخول-خروج قصيرة المدى متكررة مع ضغط جذري ثابت باتجاه الدرجة لإزالتها وتسويتها وتكريس طريق انسيابي بالاعتماد على مجرى القناة الأصلي، الأمر الذي يعيد إمكانية التشكيل القمعي الانسيابي المتجانس للقناة الجذرية (الشكل ٦-١٦).

- عند عدم التمكن من استرداد القسم الذروي من القناة، لابد من سحب الأداة قليلاً بالاتجاه التاجي، ومن ثم تدويرها باتجاهات مختلفة ثم إعادة إدخالها حتى تستجيب القناة لإحدى هذه الاتجاهات، فتستعيد الأداة الطول العامل والمجري الأصلي الانسيابي والنهائية الذروية للقناة، وخصوصاً حس الانحشار المميز للتضييق الذروي.



الشكل (٦-١٦): يبين (A): تشكل الدرجة، حيث تشير الأسهم إلى المناطق التي يتوجب توسيعها لتسهيل إمكانية إعادة توجيه الأداة لتجاوز الدرجة نحو النهاية الذروية للقناة، (B): الأداة بعد حني ذروتها لتتمكن من تجاوز الدرجة، (C): بعد تجاوز الدرجة تقوم الأداة بحركات دخول-خروج قصيرة المدى متكررة لتسوية الدرجة وإعادة المجرى الانسيابي للقناة.

عند عدم نجاح هذه الطريقة، يمكن الاستعانة ببعض الأدوات اليدوية مثل:

- أداة فتح فوهة القناة دقيقة الأبعاد (10/06#): تستخدم لتوسيع فوهة القناة، ما يمكن أن يساهم في تحقيق التماسك والمجرى الانسيابي لما بعد الدرجة.
- المسبر المجهرى Microexplorer: الذي يستخدم للاستكشاف واسترداد القسم الذروي من القناة بعد منطقة الدرجة بعد حني رأسه الأملس.
- أداة ELES: تستخدم لتخفيف أو إزالة الدرجة بفضل رأسها المغطى بجزيئات ماسية ساحلة دقيقة، كذلك يمكن أن تستخدم لتوسيع الجزء الذروي من القناة.

#### الاختلاطات الثانوية المحتملة عند القيام بمحاولات تجاوز أو إزالة الدرجة

تشكل الدرجة عند الانحناء الجذري، لذلك يمكن أن تستلزم محاولات إزالتها التضحية بكمية من العاج الجذري، ما يمكن أن يؤدي إلى:

- ترسيخ الدرجة وزيادة وضعها سوءاً.
- ترقق الجدران العاجية وانخفاض مقاومتها الميكانيكية.
- انثقاب الجذر.
- انفصال جزء من الأداة اللبية المستخدمة.

## الإنذار

لا يتأثر إنذار الحالة عموماً إذا اكتُشفت نقطة الاصطدام مبكراً وأزيلت بدون توسيع مفرط، الأمر الذي يسمح بتشكيل وتنظيف وتطهير القسم الذروي من القناة بشكل ملائم. بالمقابل عند عدم التمكن من تدبير الدرجة سيرتبط سوء إنذار الحالة ارتباطاً وثيقاً بكمية البرادة العاجية والجراثيم المتبقية في القسم الذروي من القناة بعد الدرجة، وتتشابه عندها إنذار الدرجة مع حالة انكسار الأداة اللبية.

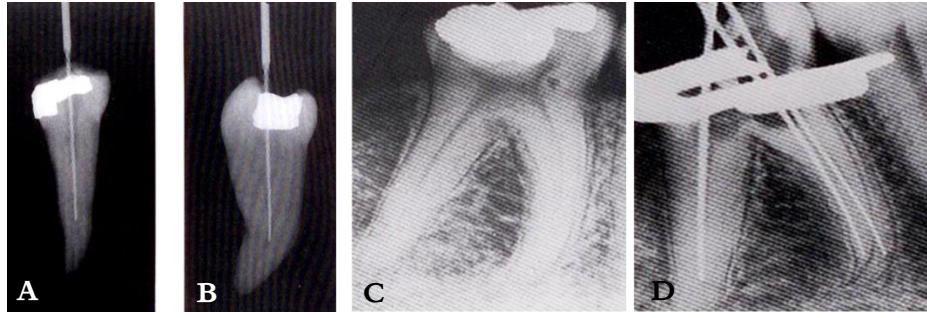
عندما لا يتمكن من تجاوز الدرجة نكمل المعالجة اللبية لما تبقى من القناة، وتخضع السن للمراقبة الدورية. في حال نشوء أعراض وعلامات فشل المعالجة أو استمرار الأعراض والعلامات المرضية للإصابة حول الذروية الأولية، عندها لابد من إجراء التداخل الجراحي الملائم للحفاظ على السن.

## الوقاية

يجب الالتزام بالقواعد العامة للتحضير القنوي لتجنب تشكل نقاط الاصطدام ومن أهمها:

- تشخيص الحالة وتقدير مدى صعوبة التشريح القنوي بشكل دقيق (الشكل ٦-١٧).
- تأمين ساحة العمل الملائمة من حيث العزل والتكبير والإضاءة والوسط المرؤى بوفرة.
- تأمين حفرة الوصول صحيحة التصميم.
- تأمين الانفتاح والتوسيع التاجي المبكر للقناة الجذرية.
- حني ذروة أداة الاستكشاف قبل إدخالها ضمن القناة، وعدم تطبيق ضغط قسري عند استخدامها وتأمين مجرى انسيابي واضح في القناة قبل البدء بتحضيرها.
- اختيار طريقة التحضير الملائمة للتشريح القنوي، خصوصاً في حالات الانحناء الذروي، مثل طريقة Crown Down أو Step Back.

تساهم أدوات NiTi الدوارة آلياً فائقة المرونة وذات الذرا المرشدة في الحفاظ على معالم ومركزية القناة بعد استكشافها وتأسيس مجرى انسيابي فيها. تعمل ذرا الأدوات الدوارة المرشدة على عدم قطع الجدران العاجية، بل الاسترشاد بها والانسياب على سطوحها، وتوجيهه وضبط التشكيل القنوي ليتلاءم مع خصائص مناطق القناة المختلفة.



الشكل (٦-١٧): يبين أهمية القراءة الصحيحة لمعطيات الصور الشعاعية لاستنتاج خصائص التشريح القنوي قبل البدء بالتحضير. (A): صورة تحديد بالاتجاه الدهليزي اللساني لضاحك سفلي يبين توقف الأداة غير محنية الرأس قبل الوصول إلى النهاية الذروية لسبب مجهول، (B): ظهور سبب إعاقة تقدم الأداة عند التصوير التجريبي بالاتجاه الأنسي الوحشي، (C): صورة تشخيصية لرحى سفلية، (D): تحضير الأقنية الأنسية الذي لا يحترم خصائص التشريح القنوي خصوصاً في المنطقة الذروية.

## ٨- الانتقابات Perforations - تشكل الأقنية الكاذبة

### السمات العامة

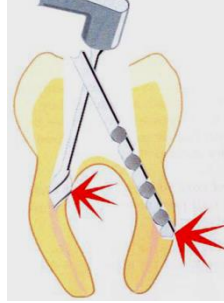
لابد من التمييز بين الانتقابات المرضية الناجمة عن إصابة نخريه عميقة، والانتقابات علاجية المنشأ Iatrogenic التي يمكن أن تصادف في منطقة مفترق الجذور أو على حساب أحد جدران الحجرة اللبية عند عنق السن أو على حساب أحد جدران القناة الجذرية، والتي تنجم عن الاستعمال الخاطئ للسنابل و-أو أدوات تحضير القناة الجذرية. سنتناول الانتقابات علاجية المنشأ بالتفصيل نظراً لأهميتها السريرية وتأثيرها المباشر على نسبة نجاح المعالجة اللبية.

يؤدي الانتقاب إلى تشكيل قناة صناعية تصل الفراغ اللبي بالمسافة الرباطية وتفتح بالتالي على العظم السنخي أو الحفرة الفموية. تتصف هذه القناة الكاذبة المحدثه بأبعاد كبيرة بشكل عام مقارنة بالثقبه الذروية والأقنية الجانبية ذات الأبعاد الصغيرة نسبياً. في هذا السياق، تزداد نسبة حصول الانتقابات الجذرية في حالات الأقنية الصعبة مثل الأقنية المتضيقية والمنحنية ويمكن تمييز الأنماط التالية:

- الانتقابات العنقية Cervical وانتقابات مفترق الجذور Bi-Trifurcation
- الانتقابات الشريطية Stripping: تحدث بالقرب من مفترق الجذور على حساب جدار القناة القريب للانحناء (الشكل ٦-١٨).

- الانتقابات المرتبطة بشدة انحناء الجذر: تحدث في الثلث المتوسط والذروي على حساب جدار القناة البعيد عن الانحناء (الشكل ٦-١٨).

- انتقابات الثقبية الذروية: تحدث على حساب التضيق الذروي وستُشرح بالتفصيل لاحقاً.



الشكل (٦-١٨): يبين انثقاب شريطي (إلى اليسار)، وانثقاب ناجم عن الاستخدام الخاطئ للأدوات عند تحضير الأقنية المنحنية (إلى اليمين).

#### الأسباب

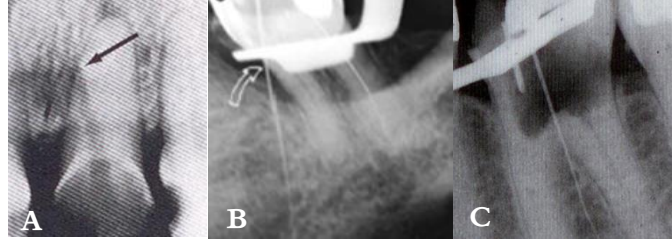
تختلف أسباب حصول الانتقابات وذلك باختلاف مناطق ومستويات حدوثها ابتداءً من الحجرة اللبية مروراً بالقناة الجذرية وحتى الثقبية الذروية.

الحجرة اللبية: يمكن أن يكون السبب واحداً أو أكثر مما يلي:

- ساحة العمل غير الملائمة من حيث العزل والتكبير والإضاءة.
- عدم الإلمام الكافي بتشريح منظومة القناة الجذرية لمختلف الوحدات السنية.
- الاستخدام غير الصحيح لسنابل التحضير من حيث شكلها وحجمها ومحور دخولها، الذي لا بد أن يتناسب مع خصائص السن من حيث الحجم والشكل والمحور الطولي للسن وطبيعة العلاقة تاج-جذر - منظومة قنوية.
- حفرة الوصول غير ملائمة التصميم من حيث الحجم والشكل والتموضع والاتجاه.
- وضع السن غير الطبيعي كالميلان و-أو التراكب و-أو الانفصال و-أو الانسلاخ (الشكل ٦-١٩)

- التغيرات الاستحالية الشديدة للحجرة اللبية، التي تؤدي إلى تغييب معاملها الاعتيادية، ما يجعل إيجاد وتحضير كافة الأقنية اللبية إجراءً صعباً محفوفاً بالمخاطر (الشكل ٦-١٩).

- التسرع في البحث عن فوهات الأقنية المفقودة، وعدم الأخذ بعين الاعتبار خصوصية كل منها من حيث التموضع والشكل والحجم ومحاور واتجاهات الدخول الصحيحة.



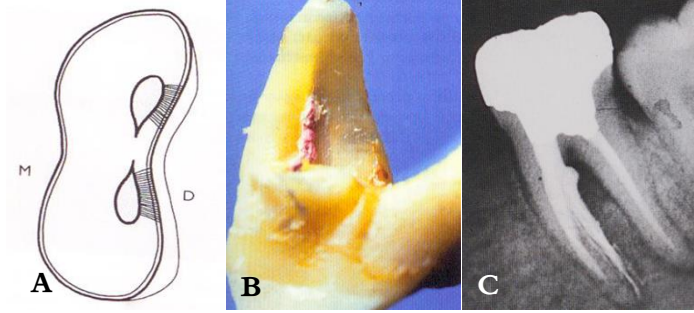
الشكل (٦-١٩): بعض أسباب الانثقابات علاجية المنشأ، (A): التوجيه الخاطئ لسنابل تحضير حفر الوصول اللبية، (B): ميلان السن الذي ساهم في حصول الانثقاب بسبب عدم تحديد اتجاه القناة الجذرية الصحيح، (C): يمكن أن يساهم البحث عن فوهات الأقنية المتكلسة في إحداث انثقابات مفترق الجذور.

#### القناة اللبية

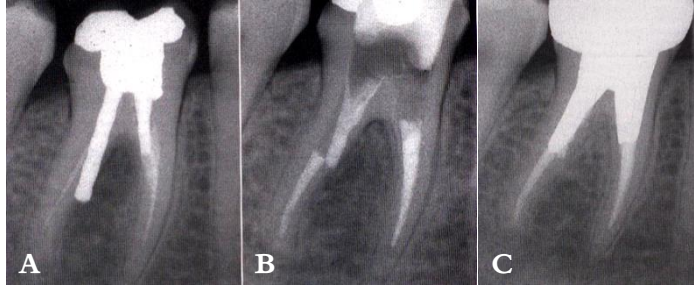
تزداد خطورة ونسبة حدوث الأقنية الكاذبة بعد دخول الأداة القناة الجذرية، خصوصاً في حالات الانحناء الشديد. يمكن أن تنجم انثقابات القناة الجذرية عن واحد أو أكثر من الأسباب التالية:

- التسرع بتحضير الأقنية قبل استكشافها والتأكد من نفوذيتها وتأسيس مجرى انسيابي واضح
- الاستخدام الخاطئ لسنابل GG عند إجراء التوسيع التاجي للقناة الجذرية بالاستناد إلى الجدار القريب من الانحناء (الشكل ٦-١٨).
- التحضير الآلي المتسرع غير الملتزم بالقواعد الصحيحة.
- المبالغة في تحضير الأقنية المنحنية بدون الاعتماد على النطاقات الآمنة، الأمر الذي يؤدي إلى انثقاب الجدار القريب من الانحناء (الشكل ٦-٢٠).
- الاستخدام غير الصحيح مع تطبيق ضغط قسري للأدوات اللبية وخصوصاً كبيرة القياس التي تميل للعودة إلى شكلها المستقيم على حساب عدم احترام شكل القناة المنحني، ما يتسبب بتشكيل درجة على حساب جدار القناة البعيد عن الانحناء، تترسخ وتعمق هذه الدرجة مع تقدم التحضير غير المنضبط لتتحول إلى انثقاب.

- التطبيق الأعمى للطول العامل: كما يحصل عند تشكل الدرجة حيث يشعر الطبيب بفقدان الطول العامل، فيصر على استعادته دون التحقق من سبب الإعاقة وعلى حساب أي جدار وبأي اتجاه تمت استعادته.
- التفريغ المتسرع غير المنضبط للقسم التاجي والمتوسط من حشوة القناة عند التهيئة لاستقبال قلب ووتد جذري (الشكل ٦-٢١).
- المحاولات غير المدروسة وغير المنضبطة لاستخراج الأدوات اللبية المكسورة في القناة.



الشكل (٦-٢٠): يبين (A): شكل ترسمي للانثقاب الشريطي الذي يحدث على حساب الجدار القريب من انحناء الجذر، (B): انثقاب شريطي للجذر الأنسي الدهليزي للرحى الأولى العلوية، (C): انثقاب شريطي للجذر الأنسي للرحى الأولى السفلية.



الشكل (٦-٢١): يبين (A): الانثقاب الناجم عن التفريغ غير المنضبط لحشوة القناة لاستقبال قلب ووتد جذري، (B): إعادة معالجة القناة وتدمير الحالة من خلال إزالة القلب والوتد وسد الانثقاب بتطبيق مادة MTA عبر القناة، (C): صورة مراقبة لشفاء الحالة بعد ٢ سنة (Cohen، 2016).

### التشخيص

تشير بعض الأعراض والعلامات غير الطبيعية في سياق المعالجة اللبية إلى حدوث الانثقاب.

**سريياً:** يمكن مراقبة حدوث واحد أو أكثر مما يلي:

- الألم المفاجئ غير المنطقي من حيث المكان والسبب والتوقيت.
- الإدماء المفاجئ غير الاعتيادي من حيث المكان والكمية الزائدة والتوقيت.
- تغير طفيف في محور دخول الأداة اللبية ضمن القناة.
- فقدان الإحساس بالخشار رأس الأداة ضمن المنطقة الذروية والتضييق الذروي للقناة اللبية.

**شعاعياً:** يمكن مراقبة حدوث واحد أو أكثر من العلامات التالية:

- شفافية شعاعية يمكن أن تظهر موافقة للتحضير الخاطئ المتجاوز للنسج السنية، على حساب أحد جدران أو قعر الحجرة اللبية أو أحد جدران القناة اللبية، ليصل إلى النسج حول السنية.
- عدم مراعاة الأداة لانحناء القناة، حيث تحافظ على استقامتها، فتتجاوز الفراغ القنوي عبر العاج والملاط، لتصل الى الرباط والنسج حول السنية-الذروية.

### التدبير والإنذار

لابد من التنويه إلى أن الانتقاب بحد ذاته لا يسبب فشل المعالجة اللبية وإنما التلوث اللعابي-الجرثومي الذي يحدث نتيجة الانتقاب هو المسؤول المباشر عن فشل المعالجة اللبية. بناءً عليه كلما كان اكتشاف حدوث الانتقاب أبكر، وكانت أبعاده أصغر، كان التدبير أسهل والإنذار أفضل. تختلف الآراء، عند التأكد من حدوث الانتقاب، فيما يتعلق بالأولوية: إنجاز المعالجة اللبية أم تدبير الانتقاب؟

في الحقيقة يؤمن الإسراع في إنجاز المعالجة اللبية ومن ثم سد الانتقاب، إمكانية أكبر لتحقيق ختم محكم للانتقاب دون الخشية من إعاقه الحشو القنوي، وهذا ما يمكن أن يحصل عند سد الانتقاب قبل إنجاز حشو القناة. هذا الترتيب العلاجي من شأنه أن يحافظ على نسبة نجاح عالية للمعالجة رغم حدوث الانتقاب.

### عوامل نجاح تدبير الانتقابات

يتطلب التدبير الفعال للانتقاب توفر العوامل التالية:



- الكشف المبكر عن الانتقاب.
- تحديد وتحييد سبب الانتقاب.
- منع تلوث ساحة العمل.
- تحديد مواصفات الانتقاب بدقة والمحافظة على أبعاده الأصغرية.
- إكمال إجراءات تشكيل وحشو القناة الجذرية الصحيحة، وإنجاز السد السريع والكتيم للانتقاب، سواء المحافظ أو الجراحي، بشكل يتلاءم مع خصائص الانتقاب وحالة القناة والنسج حول السنية عند حدوث الانتقاب.
- سنستعرض أنماط الانتقابات التي يمكن حدوثها أثناء المعالجة اللبية سواء على مستوى الحجرة أو القناة اللبية والإجراءات اللازمة لتحقيق التدبير الفعال.

### الحجرة اللبية

لابد من تحديد مواصفات انتقاب الحجرة اللبية من حيث توقيت الحدوث والموقع والأبعاد، بغية تحديد التقنية والمادة الملائمة لتحقيق الختم الكتيم.

- الكوتايركا Gutta Percha: يمكن أن تكون كافية لسد الانتقابات عندما تكون دقيقة الأبعاد، وذلك في سياق دك وتكثيف حشوة القناة، وذلك لتشابه مواصفاتها مع تلك الخاصة بالأقنية الإضافية التي يمكن أن تصادف في منطقة مفترق الجذور.
- الأملمغم Amalgam: يمكن أن يشكل خياراً عملياً لسد الانتقابات ذات الأبعاد الأكبر، شريطة تطبيق كتلة الأملمغم تحت ضغط لطيف موزع بشكل متجانس على كامل الكتلة، بحيث يحافظ على نعومة وانسيابية سطحها الخارجي الذي سيدخل بتماس مباشر مع الرباط حول السني والعظم السنخي.
- مادة الـ MTA: تشكل الخيار الأفضل حالياً لسد انتقابات مفترق الجذور والانتقابات العنقية الجانبية ذات الأبعاد الكبيرة نسبياً، بفضل تلاؤمها الحيوي الممتاز وعدم تأثرها بظروف الرطوبة الفموية وثبات الأبعاد. من سلبياتها ارتفاع تكلفتها وزمن التصلب المديد الذي يتطلب أكثر من جلسة.

- تطبيق مبدأ القالب الحامل Matrix: يقتضي تطبيق مادة متقبلة حيويًا وغالبًا ماتكون قابلة للامتصاص، بحيث تدخل بتماس مع العظم السنخي مثل الفوسفات ثلاثية الكالسيوم أو الطعوم المشتقة من الميناء أو العاج أو المواد المائلة أو الطعوم العظمية على اختلاف أنواعها. بعد ذلك تطبق مادة ختم الانتقاب الأساسية كالأملغم أو غيرها.

يمكن تدبير الانتقابات العنقية الأنسية أو الوحشية غير العميقة من خلال إزالة الجدار الملاصق ومتابعة التداخل القنوي الاعتيادي. عند إنجاز الترميم النهائي لهذا الجدار، لابد من تأمين تمادي مادة الترميم مع النسيج السنية بشكل جيد. يمكن اللجوء إلى الكشف الجراحي للحواف الثوية للتأكد من جودة سد مثل هذه الانتقابات.

### القناة اللبية

تجدر الإشارة إلى أن تدبير انتقابات القناة الجذرية أصعب إنجازاً إلا أن إنذارها غالباً ما يكون أفضل مقارنة بانتقابات الحجرة اللبية، نتيجة بُعْدِها عن ملوثات الحفرة الفموية. تعطى الأولوية في الاختيار لطرائق التدبير المحافظة التي تحسّن إنذار الحالة دون خسائر كبيرة على حساب النسيج السنية أو حول السنية. يمكن تمييز الأنماط التالية لانتقابات القناة الجذرية، وطرائق سدها المفضلة كما يلي:

### الانتقابات الشريطية وانتقابات الثلث التاجي للقناة

- الإسراع في إجراءات المعالجة اللبية بعيداً عن منطقة الانتقاب، مع التركيز على العزل والتطهير الجيد لساحة العمل.
- سد منطقة الانتقاب بالمادة والطريقة الملائمة من داخل القناة.
- يمكن اللجوء إلى الكشف الجراحي لمنطقة الانتقاب للتأكد من تحقيق السد الكتيم والسطح الخارجي الأملس للمادة المطبقة، والتمادي مع الجدران الخارجية للجذر.
- يوصى بتطبيق مادة MTA كخيار مفضل لتحقيق الإغلاق المحكم للانتقاب دون ردود فعل حيوية سلبية.
- المراقبة الدورية للحالة لمتابعة ردود فعل النسيج حول السنية.

## انتقابات الثلث المتوسط للقناة

من أصعب أنواع الانتقابات تدبيراً نظراً لانعدام قدرة الوصول المحافظ إلى منطقة الانتقاب. يمكن القيام بالإجراءات التالية في محاولة لتحقيق السد المحافظ للانتقاب:

- الإسراع في إجراءات المعالجة اللبية مع التركيز على العزل والتطهير الجيد لساحة العمل.
  - استعادة المجرى الأساسي للقناة بعد منطقة الانتقاب بالاتجاه الذروي،
  - تجنب جهة الانتقاب وإكمال التشكيل القنوي على حساب الجدار المقابل.
  - حشو القناة الجذرية بالاعتماد على طرائق التكثيف الحرارية للكوتابيركا في محاولة لتحقيق السد التلقائي للانتقاب، عبر انسياب ودك الكوتابيركا المليئة في منطقة الانتقاب.
  - المراقبة الدورية للحالة لمتابعة ردود فعل النسج حول السنية.
- في هذا السياق، من الضروري عدم التسرع في إجراء التداخل الجراحي لحتم مثل هذه الانتقابات نظراً للخسارة النسيجية الكبيرة التي ترافق مثل هذا التداخل الراض وغير مضمون النتائج.

## انتقابات الثلث الذروي للقناة

تزداد نسبة حصول مثل هذه الانتقابات في الأقنية المنحنية التي يتم تحضيرها بالطريقة التقليدية باستخدام الأدوات القياسية. نظراً لعمق منطقة الانتقاب، يفضل القيام بالإجراءات التالية في محاولة لتحقيق السد المحافظ للانتقاب:

- الإسراع في إجراءات المعالجة اللبية مع التركيز على العزل والتطهير الجيد لساحة العمل.
- استعادة المجرى الأساسي للقناة بعد منطقة الانتقاب بالاتجاه الذروي.
- تجنب جهة الانتقاب وإكمال التشكيل القنوي على حساب الجدار المقابل.
- حشو القناة الجذرية بالاعتماد على طرائق التكثيف الحرارية للكوتابيركا في محاولة لتحقيق السد التلقائي للانتقاب عبر انسياب ودك الكوتابيركا المليئة في منطقة الانتقاب.
- المراقبة الدورية للحالة لمتابعة ردود فعل النسج حول السنية. عند ظهور دلائل فشل المعالجة اللبية بسبب انتقاب المنطقة الذروية، يمكن اللجوء إلى التداخل الجراحي لتدبير الحالة من خلال قطع ذروة الجذر عند مستوى الانتقاب ومن ثم تحقيق الختم الراجع للقناة.

## الإنذار

جيد إذا توفرت متطلبات وعوامل نجاح تدبير الانثقاب. يصبح الإنذار أسوأ عند تلوث منطقة الانثقاب الآتي أو التالي، وهذا الاحتمال أكثر وروداً في حالة الانثقابات العنقية وانثقابات مفترق الجذور.

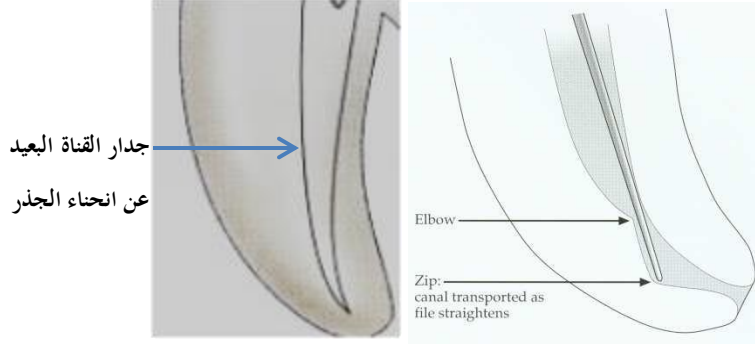
**الوقاية:** يمكن الوقاية من حدوث الانثقابات من خلال:

- التشخيص الدقيق لطبيعة الحالة وتقدير درجة صعوبتها بدقة.
- تأمين ساحة العمل الملائمة من حيث العزل والتكبير والإضاءة.
- الالتزام بالقواعد العامة للتحضير القنوي الصحيح.
- اختيار الأدوات اللبية وطريقة التحضير الملائمة حسب صعوبة الحالة.
- الالتزام بالطول العامل المحدد للقناة الجذرية.
- مراقبة التحضير القنوي شعاعياً.
- توفير الوقت الكافي والتدرج الملائم لقياس الأدوات خصوصاً في الحالات الصعبة.
- تحويل الحالات ذات التشريح المعقد إلى الطبيب اختصاصي المداواة اللبية.

## ٩ - انتقال القناة Canal Transportation - فقدان مركزية القناة الجذرية

### السمات العامة

يعتبر من أخطاء التحضير شائعة المصادفة وتحدث عادة على حساب الجدار القريب من الانحناء ابتداء من منتصف الجذر. ينجم عن البرد والتوسيع غير المتجانس لجدران القناة ما يؤدي إلى انزياح المحور الطولي للقناة عن وضعيتها المركزية بالنسبة لجدران الجذر الخارجية. يؤدي التحضير المفرط لأحد جدران القناة إلى ترققه، ما يوجب حدوث الانثقاب الشريطي أو الكسر الشاقولي للجذر نتيجة انخفاض المقاومة الميكانيكية (الشكل ٦-٢٢). يمكن أن يحدث انتقال القناة في الثلث الذروي منها فقط، ما يؤدي إلى تغيير معالم المنطقة، فتأخذ القناة شكل الساعة الرملية، ما يجعل إنجاز الختم الكثيم للنهاية الذروية أمراً صعب التحقيق، كون أصغر قطر للقناة لم يعد يتوافق مع الملتقى العاجي الملاطي (الشكل ٦-٢٢).



الشكل (٦-٢٢): (A): انتقال القناة الجذرية نتيجة التحضير غير المتوازن على حساب الجدار القريب من الانحناء، (B): انتقال القناة عن التوضع المركزي في الثلث الذروي منها فقط فتأخذ شكل الساعة الرملية.

الأسباب: يمكن أن تشمل واحد أو أكثر مما يلي:

- التصميم غير الصحيح لحفرة الوصول اللبية.
- عدم حني ذروة الأدوات القياسية قبل الاستخدام.
- التقدير غير الصحيح لدرجة صعوبة وشدة واتجاه انحناء القناة.
- عدم اعتماد طريقة تحضير ملائمة لخصائص تشريح القناة قيد العلاج ما يؤدي إلى تحضير غير متوازن وغير متجانس لكافة جدران القناة، أو غير موجه نحو النطاقات الآمنة.
- تشكل الدرجة أثناء التحضير وعدم القدرة على استرداد القسم الذروي من القناة.

التشخيص: يمكن أن تشمل واحد أو أكثر مما يلي:

- تغير طفيف في محور دخول الأداة ضمن القناة.
- نقصان طفيف في الطول العامل.
- شعاعياً: يمكن أن يظهر التوضع غير المركزي للأداة اللبية بالنسبة لجدران الجذر الخارجية عندما يكون إسقاط الأشعة مناسباً.

### التدبير والإنذار

لا يمكن إجراء أي تصحيح للقناة المزاحة عن التوضع المركزي، وما يمكن إجراؤه هو تخفيف الآثار السلبية على المستوى الميكانيكي، من خلال إعادة توجيه التحضير وبشكل مبكر قدر الإمكان ليصبح على

حساب الجدار القنوي البعيد عن الانحناء لاستعادة التوضع المركزي قدر الإمكان، دون المبالغة في قياس وقمعية شكل التحضير النهائي للقناة.

الإنذار: جيد طالما لم يؤدي ترقق الجدار القنوي القريب من الانحناء إلى انثقابه.

## الوقاية

يترافق أي تحضير قنوي عموماً بانزياح محور القناة العام الذي يشكل مركز المقاطع العرضية لجذر السن. يعتبر هامش الانزياح  $50-100 \mu m$  مقبولاً ومتحماً من الناحية السريرية. عموماً يمكن المحافظة على مركزية القناة أثناء التحضير القنوي من خلال التأكيد على:

- إجراء الصور الشعاعية التشخيصية لتحديد درجة صعوبة الحالة بشكل دقيق

- الاختيار الصحيح ل:

○ أدوات التحضير.

○ حركات التحضير.

○ اتجاه التحضير.

○ طريقة التحضير.

○ القياس والقمعية النهائية للتحضير.

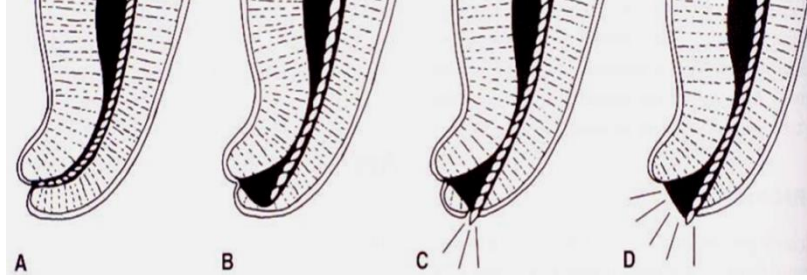
- المراقبة الشعاعية لجودة إنجاز التحضير.

## ١٠- انزياح الثقبه الذروية

### السمات العامة

تعتبر المحافظة على معالم النهاية الذروية للقناة الجذرية من خصائص المعالجة اللبية الصحيحة. لا يؤدي التحضير القنوي إلى أي تعديل في معالم الثقبه الذروية، بل يقتصر ويتوقف تأثيره عند التضيق الذروي الذي يعتبر الذروة الحقيقية للقناة الجذرية. يؤدي تغيير معالم الثقبه الذروية كما في حالة انزياح الثقبه الذروية إلى تأثير سلبي على جودة الختم الذروي للقناة الجذرية.

**التعريف:** انسحاب الثقبه الذروية بعيداً عن جهة الانحناء الذروي لتأخذ شكل الدمعة Tear، ما يؤدي إلى تغيير أبعادها ومستوى واتجاه انفتاحها وبالتالي صعوبة تأمين ختم الذروة الحقيقية للقناة (الشكل ٦-٢٣)



الشكل (٦-٢٣): يبين أخطاء التحضير التي يمكن مصادفتها في المنطقة الذروية للقناة. (A): الخصائص العامة للنهاية الذروية التي يجب احترامها خلال التحضير القنوي، (B): تغير الشكل العام للقناة نتيجة ميل الأدوات اللبية القياسية للاستقامة مع تقدم التحضير القنوي، (C): الانثقاب الجذري في المنطقة الذروية عند الاصرار الأعمى على استعادة الطول العامل، (D): انزياح الثقبه الذروية.

الأسباب: يمكن أن ينجم عن واحد أو أكثر مما يلي:

- التوتير الجانبي للأدوات الناجم عن عدم تأمين حفرة وصول صحيحة التصميم.
- عدم اختيار الأدوات الصحيحة من حيث الشكل والتركيب والخصائص بما يناسب تشريح القناة قيد المعالجة.
- عدم استخدام حركات التحضير الصحيحة والمنضبطة للأدوات اللبية، حيث تحاول الأدوات القياسية ISO المصنوعة من الفولاذ غير القابل للصدأ جعل القناة اللبية أكثر استقامة بسبب زيادة قساوتها مع ازدياد قياساتها، عن طريق إزاحة الثقبه الذروية وتغيير معالمها من حيث الشكل ومستوى واتجاه الانفتاح أثناء التحضير القنوي.
- عدم استخدام طرائق التداخل القنوي الصحيحة بما يلائم درجة صعوبة الحالة وخصائص النهاية الذروية للجذر.

## التشخيص

سريرياً: يمكن أن تظهر المؤشرات التالية:

- ألم طفيف غير منطقي عند التحضير إلى كامل الطول العامل المحدد.

- إدماء طفيف غير منطقي عند التحضير إلى كامل الطول العامل المحدد.
- تغير طفيف في محور دخول الأداة الى القناة اللبية.
- نقصان طفيف في الطول العامل الفعلي في المراحل النهائية من التحضير القنوي.

#### شعاعياً:

- عدم وصول ذروة الأداة إلى نفس موضع النهاية الذروية المحدد في بداية العلاج، بل ينزاح باتجاه الجدار البعيد عن الانحناء الذروي.
- الوضع العام للأداة ضمن القناة يصبح أكثر استقامة مقارنة بوضعها في بداية العلاج.

**التدبير:** يغدو تحقيق الحشو الكثيم للنهاية الذروية للقناة أمراً صعباً ويمكن العمل على تحقيق ذلك عبر:

- اعتماد طول عامل جديد يوافق الوضع الحالي للذروة الحقيقية.
- التكثيف الحريص والحذر والمنضبط للكوتابيركا قدر الإمكان خصوصاً للثلث الذروي للقناة
- الضبط والمراقبة الشعاعية عند حشو الثلث الذروي من القناة للتأكد من جودة الختم الذروي ثلاثي الأبعاد دون حصول تجاوز ذروي.

**الإنذار:** جيد إذا تم الأخذ بعين الاعتبار تغير شكل الثقبية الذروية، وأثره على قابلية تحقيق الختم الكثيم عند حشو الثلث الذروي للقناة للجذرية.

**الوقاية:** يمكن المحافظة على خصوصية النهاية الذروية للقناة الجذرية بما فيها معالم الثقبية الذروية، من خلال الالتزام بقواعد التحضير القنوي الصحيح وخصوصاً ما يتعلق منها بـ:

- التحديد الدقيق للطول العامل للقناة الجذرية.
- الانتباه لتغير الطول العامل للقناة الجذرية المنحنية، خصوصاً عند عدم تحقيق التوسيع والانفتاح التاجي اللازم قبل التشكيل القنوي العام.
- اختيار الأدوات والحركات وطرق التداخل القنوي الملائمة لكل حالة حسب درجة صعوبتها
- الضبط والمراقبة الشعاعية لنتيجة التحضير قبل القيام بالحشو القنوي، من خلال الالتزام بمرحلة اختبار الأقماع الحاشية.



## ١١ - الانتقاب الذروي Apical Perforation

### السمات العامة

يقتضي التحضير القنوي الصحيح توسيع الذروة الحقيقية للقناة الجذرية بالحدود الدنيا، فكلما كانت أبعاد هذه الذروة، بعد التحضير، أصغرية كان تحقيق ختمها الكتم في مرحلة الحشو القنوي، أكثر سهولة وإحكاماً. بالمقابل تؤدي إجراءات التحضير القنوي التي لا تحترم خصوصية النهاية الذروية للقناة إلى ارتفاع نسب فشل المعالجة كما يحصل في حالة **التجاوز الذروي** التي تنجم عن فقدان خاصية التضيق الذروي "المسندة الذروية" وحصول ما يمكن أن يدعى الانتقاب الذروي.

**التعريف:** فقدان خاصية التضيق الذروي للقناة بسبب عدم التزام أدوات التشكيل القنوي بالطول العامل للقناة، الأمر الذي يسمح بتجاوز الأقماع الحاشية لحدود الذروة الحقيقية للقناة وصعوبة تأمين الختم الذروي الكتم.

**الأسباب:** يمكن أن ينجم فقدان التضيق الذروي عن واحد أو أكثر من العوامل التالية:

- عدم التحديد الدقيق للطول العامل للقناة الجذرية: بسبب:
  - الأخطاء المتعلقة بإجراءات التصوير الشعاعي وقراءة وتفسير معطياته.
  - الأخطاء المتعلقة بالتحديد الإلكتروني من حيث دقة الجهاز وعوامل التشويش الموضعية لقياس الطول العامل.
  - الانفتاح الجانبي للثقبية الذروية: الذي يزيد من حالات عدم توافق التحديد الشعاعي مع الإلكتروني. عموماً لا يمكن الجزم في مثل هذه الحالات إلا من خلال إجراء الإسقاط المزدوج للأشعة.
- عدم الالتزام بالطول العامل المحدد للقناة الجذرية: ويحدث بسبب:
  - عدم إسقاط الطول العامل بدقة على جميع الأدوات اللبية.
  - عدم ثبات المحددة المطاطية وانزياحها باتجاه قبضة الأداة اللبية.
- الإصرار الأعمى على الالتزام بالطول العامل المحدد للقناة المنحنية: يمكن أن يغدو هذا الإجراء، الصحيح عموماً، خاطئاً في الحقيقة عندما يكون الانحناء القنوي شديداً، فتحضير

مثل هذه الأقنية سيتوافق بنقصان طفيف في طولها العامل، نتيجة ميلها للاستقامة في المراحل النهائية من التحضير القنوي.

## التشخيص

سريرياً: يظهر واحد أو أكثر من المؤشرات التالية الدالة على انتهاك التضيق الذروي واجتياح حيز النسج حول الذروية:

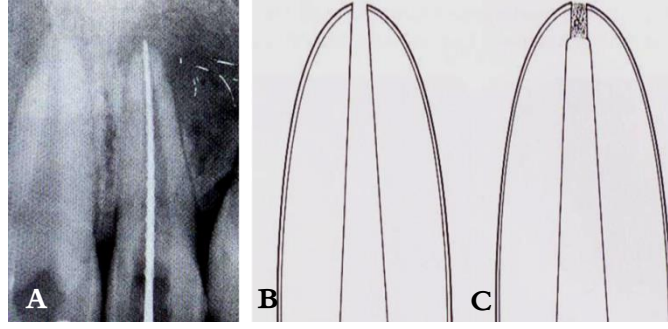
- تجاوز أدوات التحضير بسهولة للطول العامل للقناة اللبية.
- إدماء غير منطقي عند التحضير.
- اختبار القمع الورقي: يلاحظ دخوله إلى طول يتجاوز الطول العامل المحدد في بداية المعالجة ويتوافق ذلك بتلون نهايته بمكونات الرشاحة الالتهابية نتاج تخريش النسج حول الذروية.
- ألم غير منطقي عند التحضير.
- القرع الإيجابي: تنجم حساسية السن للقرع عن التهاب الرباط التالي للتحضير القنوي، ما يؤكد نفوذ الأدوات إلى خارج حدود التضيق الذروي.

شعاعياً: تجاوز ذروة الأداة اللبية للذروة الحقيقية للقناة الجذرية (الشكل ٦-٢٤)

## التدبير

- إعادة التحديد بشكل دقيق للطول العامل الصحيح للقناة الجذرية.
- تأسيس حدود ذروية صناعية من خلال تشكيل درجة أو اصطدام ذروي محدث مقصود باستخدام أداة لبية بقياس كبير غير تدريجي بحيث تنحسر عند نهاية الطول العامل الصحيح وتشكل درجة محيطية على حساب جميع جدران القناة اللبية (الشكل ٦-٢٤).

الإنذار: جيد إذا تم الأخذ بعين الاعتبار الطول العامل الصحيح، ومراقبة الحدود الذروية الصحيحة للأقماع الحاشية أثناء التكتيف القنوي.



الشكل (٦ - ٢٤): (A,B): انثقاب الذرّة والتجاوز الذروي للأداة البنية نتيجة فقدان التضييق الذروي أثناء التحضير القنوي، (C): تأسيس تضييق ذروي صناعي من خلال إحداث درجة محيطية على حساب جدران القناة بعد إجراء التحديد الدقيق للطول العامل للقناة.

### الوقاية

يمكن المحافظة على التضييق الذروي من خلال الالتزام بقواعد التحضير القنوي الصحيح وخصوصاً:

- التحديد الدقيق للطول العامل للقناة الجذرية.
- الانتباه لتغير الطول العامل للقناة الجذرية المنحنية، خصوصاً عند عدم تحقيق التوسيع والانفتاح التاجي اللازم قبل التشكيل القنوي العام.
- الضبط والمراقبة الشعاعية لنتيجة التحضير قبل تحقيق الحشو القنوي، من خلال الالتزام بإنجاز مرحلة اختبار الأقناع الحاشية.
- إجراء التوسيع الذروي اللازم والضروري فقط من حيث القياس والقمعية بشكل يوازن ويحقق بأن معاً مايلي:

- السماح بوصول سوائل الإرواء وتحقيق التنظيف والتطهير الملائم الفعال.
- المحافظة على الأبعاد الأصغرية للتضييق الذروي، الأمر الذي يضمن تحقيق الختم الذروي الكثيم بسهولة وبجودة عالية.

## ١٢ - انكسار - انفصال الأدوات اللبية Instruments Separation

"If you didn't break any Endodontic Instrument, indeed, you don't have realized any endodontic treatment" - **Grossman** -

يقول غروسمان: " إذا لم تكسر أية أداة لبية، فأنت في الحقيقة لم تنجز أية معالجة لبية".

### الخصائص العامة

يؤدي الالتزام الصارم بالقواعد العامة لتنظيف وتشكيل منظومة القناة الجذرية إلى جعل انكسار الأداة اللبية حدثاً عرضياً نادر الحدوث، إلا أنه لا يمكن استبعاده بشكل مطلق حتى في الظروف المثالية للتحضير القنوي نظراً للطبيعة المركبة للمعالجة اللبية وتعدد متغيراتها.

يمكن أن يحدث انفصال جزء من أداة لبية ضمن القناة أثناء المعالجة اللبية حتى مع أمهر الممارسين وأكثرهم خبرة. هذا الخطأ الإجرائي محبط للطبيب إلا أنه لا يعني بالضرورة الفشل الحتمي للمعالجة، ولكنه يُدخل المعالجة في تعقيد يُضاف إلى طبيعتها المركبة أصلاً.

في الحقيقة لا يرتبط فشل المعالجة اللبية بوجود جزء الأداة المكسور بحد ذاته، وإنما بالإعاقة التي يخلقها تجاه إجراءات التنضير والتنظيف والتطهير والتشكيل لجزء القناة الواقع ذوياً بالنسبة لموقع قطعة الأداة المكسورة.

أحدثت أدوات التحضير الآلية المصنوعة من خلائط NiTi انعطافه إيجابية حقيقية في جودة وتكرارية نتائج التحضير الميكانيكي للأقنية الجذرية، إلا أنه لوحظ ارتفاع نسبة انكسار الأدوات الدوارة (0.5- 23 %) مقارنة بالأدوات اليدوية (1-6 %). كذلك يحدث انكسار الأدوات بنسبة أكبر في حالة الأرحاء مقارنة بالأسنان الأمامية خصوصاً في الأرحاء السفلية ويمكن أن يعزى ذلك إلى:

- صعوبة الوصول للأقنية الجذرية في حالة الأرحاء بسبب توضعها الخلفي في الحفرة الفموية.
- صعوبة تشريح المنظومة القنوية للأرحاء من حيث أبعادها وأشكالها وتعداد الأقنية ضمن الجذر الواحد.

## أنماط انكسار الأدوات اللبية

تنكسر الأدوات اللبية نتيجة التعب الناجم عن الفتل Torsional fracture أو عن الانثناء Flexural fracture (التعب الدوري) أو كليهما معاً.

### الانكسار من نمط الفتل Torsional fracture

يحدث تعب المعدن الناجم عن الفتل عادة في حالة الأدوات الدوارة آلياً المصنوعة من NiTi عند:

- انحشار ذروة الأداة في الأجزاء الدورية من القناة فيتوقف دورانها، بينما تستمر باقي أجزاء الأداة بالدوران، ما يؤدي إلى نشوء عزم فتل يتجاوز المقاومة العظمى لذروة الأداة.
- تباطؤ دوران الأداة بسبب تجاوز قطرها لأبعاد القناة، ما يجعل جدران القناة تطبق عزم فتل يتجاوز المقاومة العظمى لجزء ما من الأداة.

### الانكسار من نمط الانثناء Flexural fracture - التعب الدوري Cyclic fatigue

ينجم التعب الدوري عن التحميل الدوري، أي تكرار تطبيق جهد الضغط والشد على سطوح الأداة الخارجية عند دورانها في قناة منحنية، ما يؤدي للوصول إلى مرحلة الفشل البنيوي - الانكسار - دون ظهور أعراض التشوه اللدن.

يحدث هذا النمط من الفشل غالباً في حالة الأدوات اللبية اليدوية القياسية المصنوعة من الفولاذ غير القابل للصدأ SS والمستخدمه بحركات تدوير ضمن القناة اللبية المنحنية، إذ يظهر تعب المعدن في حالة أدوات SS بعد عدة دورات فقط، بالمقابل يمكن لأدوات NiTi أن تتحمل عدة مئات من دورات الانثناء قبل أن تصل إلى مرحلة فشل المادة أي تحطم الروابط بين الذرية والانكسار. ينخفض عدد الدورات المؤدي للانكسار عموماً مع ازدياد استدقاق أدوات NiTi الدوارة. سريرياً، يتصف التعب الدوري بأنه الأكثر مصادفة في الأتنية المنحنية، بينما يمكن مصادفة التعب المرتبط بالفتل حتى في الأتنية المستقيمة.

الجدير بالذكر أن الحركات التناوبية تفيد في زيادة العمر السريري للأداة اللبية مقارنة بالحركات الدوارة المستمرة، من خلال المحافظة على مقاومة الأداة للتعب الدوري. يوصى باستعمال الأدوات

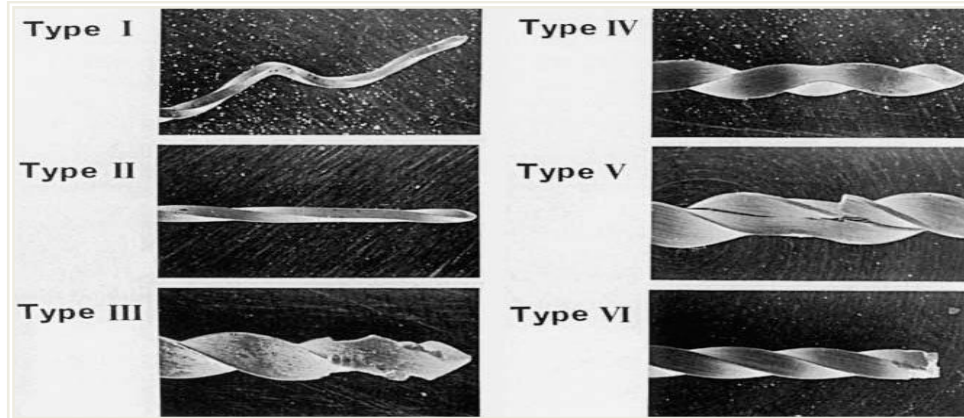
المصممة للحركات التبادلية لتشكيل الأقنية المنحنية بشدة، وأن تُستبعد هذه الأدوات بعد استعمالها لتجنب انكسارها المفاجئ، نتيجة ما اختزته من تعب دوري أثناء تحميلها الوظيفي.

من الناحية السريرية العيانية، قد يؤدي التحميل الوظيفي إلى حصول تشوه في انتظام حلزونات الأداة بدرجات وأشكال وأنماط مختلفة فقد:

- يزداد ارتصاص الحلزونات كما يحصل في حالة العقدة Knot نتيجة انحشار ذروة الأداة مع استمرار تدويرها باتجاه عقارب الساعة.
- ينقص ارتصاص الحلزونات كما يحصل في حالة البقعة اللامعة Shiny Spot نتيجة انحشار ذروة الأداة مع استمرار تدويرها بعكس اتجاه عقارب الساعة.
- تتلحم بعض الحواف القاطعة للحلزونات أو تتصدع أو تهترئ وغير ذلك.

في هذا السياق نورد تصنيف **Sotokawa** لتشوه الأدوات اللبية كما يلي (الشكل ٦-٢٥):

- الصنف I: انحناء الأداة (Bent instrument)
- الصنف II: تمدد واستطالة الشكل المحلزن (Stretching / straightening of twist contour)
- الصنف III: تتلم الحواف القاطعة (Peeling off metal at blade edges)
- الصنف IV: اضطراب الحلزونات (Partial clockwise turn)
- الصنف V: تصدع طولي للأداة (Cracking along axis)
- الصنف VI: انكسار الأداة (Full fracture)



الشكل (٦-٢٥): يبين أصناف تشوه الأدوات اللبية التي اقترحها Sotokawa

## أسباب الانكسار

تتراكب وتتآزر عدة عوامل مؤدية إلى انكسار الأداة اللبية ضمن القناة الجذرية أثناء التشكيل القنوي، منها ما يتعلق بخصائص الأدوات ومنها ما يتعلق بظروف وطريقة الاستخدام.

### العوامل المتعلقة بخصائص الأداة: ترتبط بطبيعة الأداة من حيث:

- التركيب البنيوي: تتفاوت قابلية الأداة للانكسار حسب تركيبها الجزيئي والذري.
- التصميم الشكلي: تتفاوت قابلية الأداة للانكسار باختلاف مواصفاتها الشكلية، فمثلاً:
  - كلما زاد قطر الجزء المركزي للأداة، ارتفعت مقاومتها لانفصال جزء منها.
  - ترفع زوايا القطع الإيجابية احتمال انفصال جزء من الأداة أثناء التحضير.
- طريقة التصنيع: تتفاوت قابلية الأداة للانكسار باختلاف مراحل تصنيعها، فتعرض الأداة لعمليات حرارية خاصة سيرفع مقاومتها للتعب الدوري، كما هو الحال في الخلائط من نمط (R-Phase ,CM-Wire, M-Wire).
- طريقة وجودة إنهاء السطح: تتفاوت قابلية الأداة للانكسار باختلاف نمط إنهاء سطوح حلزانتها، فتتحول عملياً إلى سطوح مركزة أو مبددة للجهود أثناء التحميل الوظيفي للأداة.

### العوامل المتعلقة بطريقة الاستخدام: من أهمها:

- عدم الإلمام الكافي بتشريح الأسنان وعدم تركيز الطبيب التام أثناء التحضير القنوي.
- عدم تحقيق حفرة وصول صحيحة التصميم: ما يؤدي إلى تطبيق توتر جانبي على الأدوات ما يوجب لانكسارها عند التقدم الذروي وتنفيذ حركات التشكيل القنوي المختلفة.
- عدم التقدير الصحيح لصعوبة الحالة، إذ يزداد احتمال انكسار الأداة كلما انخفضت أبعاد القناة أو زادت شدة انحنائها أو انخفضت قيمة شعاع Radius الانحناء بالنسبة لطول الجذر.
- عدم إجراء الانفتاح والتوسيع التاجي للقناة في مرحلة مبكرة، خصوصاً في الأقنية المنحنية.
- عدم الدخول حسب اتجاه المحور الطولي للقناة.
- التسرع في الوصول إلى النهاية الذروية القناة قبل تسليك القناة وتأسيس مجرى انسيابي فيها خصوصاً في حالات الأقنية المنحنية والمتضيق.

- عدم الالتزام بالطول العامل للقناة، ما يؤدي إلى تجاوز الأداة اللبية للتضييق الذروي، ومن ثم ميل الجزء المتجاوز للانفصال ضمن النسج حول الذروية عند محاولة إعادتها إلى حيز القناة.
  - عدم استبعاد الأدوات المتعبة نتيجة الاستخدام المديد والتعقيم المتكرر.
  - عدم التنظيف المتكرر للأداة، إذ يؤدي تراكم نتاجات التحضير بين الحلزونات إلى انخفاض الفعالية القاطعة وارتفاع قوى الاحتكاك، ما يساهم في زيادة التحميل الوظيفي بدون مبرر.
  - عدم تأمين الغسل والإرواء الوفير المتكرر، ما يساهم في ارتفاع نسبة انكسار الأدوات عبر:
    - استمرار وجود بقايا لبية غير منحلة تعيق التقدم الانسيابي للأدوات.
    - التكسب الذروي للبرادة العاجية ما يرفع احتمال الانحشار الذروي للأداة.
    - زيادة احتكاك واشتباك حلزونات الأداة مع جدران القناة.
  - عدم الإلمام الكافي بمواصفات الأدوات اللبية من حيث التصميم والتركيب وطريقة التصنيع والإهاء، ما يقود إلى الاستخدام غير الصحيح من حيث الفعالية والأمان.
  - الحركات السريعة غير المنضبطة لأدوات ووسائل تفريغ حشوات الأقنية القديمة السيئة.
  - الحركات العنيفة غير الصحيحة لأدوات ووسائل استخراج قطع الأدوات اللبية المكسورة.
- يستلزم استخدام الأدوات اللبية الدوّارة بفعالية وأمان تحقيق مايلي:
- الاستخدام المتدرج التسلسلي للأدوات اللبية قياساً وقمعيةً في سبيل:
    - تخفيض مساحة سطوح التماس بين حلزونات الأداة وجدران القناة.
    - ضبط العزم والتحميل الناشئ عن تحضير جدران القناة، بحيث لا يتجاوز المقاومة العظمى للأداة في أي منطقة منها.
  - يوصى باستعمال تقنية Crown-down كونها تسمح بتخفيض تحميل الفتل بشكل جوهري، عبر تجنب حصول ظاهرة انحشار أو قفل القمعية Taper lock التي تحصل عند توافق قياس وقمعية الأداة مع قياس وقمعية القناة، أي اشتباك سطحي شامل بين حلزونات الأداة الدوّارة من جهة وجدران القناة من جهة أخرى.



- الضغط المحوري الطفيف: يؤدي عدم التطبيق القسري للأدوات الدوارة إلى تخفيض عزم القتل المطبق على حلزونات الأداة أثناء التحميل الوظيفي. لذلك يوصى بأسلوب اللمسة الخفيفة والانسحاب عند استخدام أدوات التحضير الآلي.
- عزم الدوران والتعب الدوري: يرتبطان بعلاقة وثيقة خصوصاً في حالة الأوعية المنحنية، إذ يؤدي تدوير الأداة اللبية تحت تأثير عزم عالٍ إلى انخفاض مقاومتها تجاه التعب الدوري. بالمقابل يخفض التعب الدوري المخزن في بنية الأداة من مقاومتها تجاه عزم القتل.

في الحقيقة اختيار عزم العمل الصحيح والقوة المحورية الملائمة لضمان التحضير القنوي الفعال والأمن ليس بالأمر البسيط، فهو يرتبط بالفهم الدقيق لخصائص المنحني جهد-إجهاد المتعلق بتصميم وبنية وطريقة تصنيع أدوات كل نظام تحضير على حدة. ترتبط قابلية انكسار ذروة أدوات التحضير القنوي الآلية بحاصل قسمة العزم اللازم للانكسار على عزم العمل، فكلما ارتفعت قيمة هذه القسمة، كانت الأداة أكثر مقاومة للانكسار وأكثر أماناً.

تزود بعض المحركات الكهربائية بمحددات ذروة قابلة للضبط، بحيث يتوقف الدوران عند بلوغ الذروة الحقيقية للقناة أو يبدأ عندها انعكاس الدوران الذاتي Auto-reverse. كذلك الأمر عندما تميل الأداة للانحناء ضمن القناة، ينعكس اتجاه الدوران، فتتحرر مباشرة وتحافظ على سلامتها البنيوية. من المتوقع أن تتمتع المحركات المستقبلية بخصائص معقدة مثل الحساسية المجهريّة لحالة الأدوات البنيوية، ما سيسمح بتزويد الطبيب ببيانات دورية عن الأدوات قبل كل استخدام تتعلق بالإجهادات الداخلية المخزنة والمرتبطة بعدد مرات الاستخدام ودورات التعقيم التي خضعت لها الأداة سابقاً.

## التشخيص

يتم كشف انفصال جزء من الأداة اللبية ضمن القناة الجذرية مباشرة.

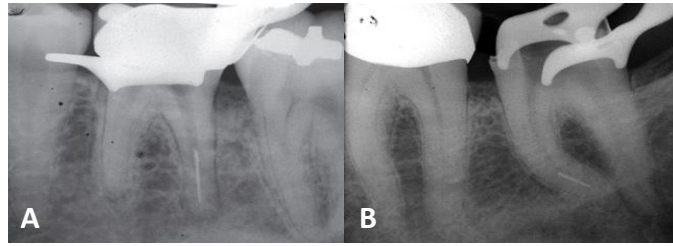
## سرياً:

- انخفاض طول الأداة: خروج الأداة من فوهة القناة وقد فقدت جزءاً منها.
- تحسس نشوء عائق محدث ضمن القناة، عبر الجس الإصبعي بواسطة الأداة.
- فقدان الطول العامل للقناة بشكل مفاجئ.

شعاعياً: رؤية جزء الأداة المكسور ضمن القناة أو ممتداً إلى خارج الثقبه الذروية.

### التدبير

عند حدوث الانكسار لابد من أخذ صورة شعاعية مباشرة، تؤمن معطيات محددة عن طول الجزء المكسور ومكان توضع ضمن التشريح القنوي. يوصى بإعلام المريض بانكسار الأداة ضمن القناة الجذرية وخيارات التدبير إضافة إلى الاختلاطات الوارد حدوثها عند تركها أو عند محاولات استخراجها وتأثيرها على إنذار المعالجة. في سياق التوثيق القانوني الطبي لابد من اتخاذ بعض التدابير الضرورية، فمثلاً في حالة انكسار أداة لبية لابد من الاحتفاظ بالأداة التي فقدت جزءاً منها ضمن ظرف يوضع ضمن سجل المريض الطبي العلاجي (الشكل ٦-٢٦). يفضل بعض الأطباء عدم إخبار المرضى السوداويين أو المضطربين نفسياً، خصوصاً عند النجاح في تجاوز الأداة أو استخراجها أو عندما يكون تأثيرها على الطول العامل للقناة طفيفاً.



الشكل (٦-٢٦): (A): انكسار أداة لبية ضمن قناة مستقيمة، (B): انكسار أداة لبية ضمن قناة منحنية، الأمر الذي رفع قيمة التحميل الوظيفي بشكل مفرط مؤدياً إلى انفصال جزء منها في منطقة بدء الانحناء. في هذا السياق لابد من الأخذ بعين الاعتبار عدة عوامل عند البدء بتدبير انفصال جزء من الأداة اللبية ضمن القناة الجذرية، منها مايتعلق بالقناة ومنها مايتعلق بالأداة.

### اعتبارات القناة الجذرية

- المواصفات التشريحية للقناة وخصائص المنطقة التي انفصلت فيها الأداة.
- مرحلة التحضير الميكانيكية لحظة انفصال الأداة.
- حالة القناة الحيوية لحظة انفصال الأداة.
- حالة النسج حول الذروية عند انفصال الأداة.

## اعتبارات الأداة المكسورة

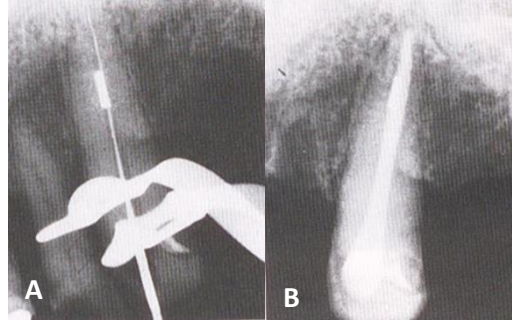
تتعلق بالقطعة المنفصلة من حيث التركيب والشكل والطول والقياس والقمية.

### استخراج قطعة الأداة اللبية المنفصلة

تُستخدم الوسائل الميكانيكية كالأدوات اليدوية أو الآلية أو فوق الصوتية ويمكن الاستعانة بالعوامل الكيميائية كالمواد الخالصة للحد من العاجية لموازنة وتسهيل مهمة هذه الأدوات.

### التجاوز الجانبي Bypass لقطعة الأداة اللبية المنفصلة

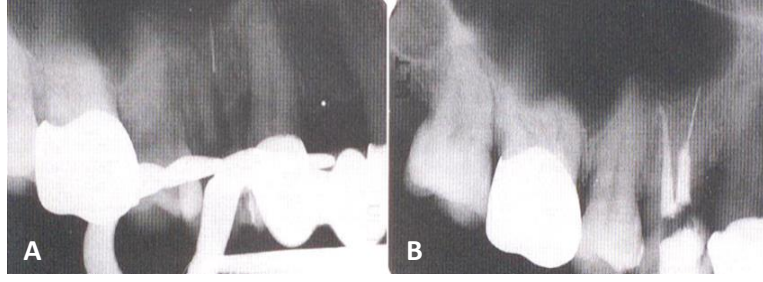
عند عدم استجابة القطعة المكسورة لمحاولات استخراجها، يمكن القيام بمحاولة المرور بجانبها بهدف النفوذ الجانبي نحو الذروة، وعند النجاح بذلك يمكن تجاهل هذه القطعة ومتابعة إجراءات التحضير الاعتيادية فهي ستصبح جزءاً من حشوة القناة لاحقاً (الشكل ٦-٢٧).



الشكل (٦-٢٧): يبين (A): عدم إمكانية استخراج قطعة الأداة المكسورة والتمكن من تجاوزها، (B): لن تعيق القطعة المكسورة إكمال إجراءات التحضير الاعتيادية وستصبح جزءاً من حشوة القناة.

### تجاهل قطعة الأداة اللبية المنفصلة

عند عدم القدرة على استخراج قطعة الأداة المكسورة أو النفوذ بجانبها رغم القيام بمحاولات عدة، عندها لابد من التوقف قبل ارتكاب أخطاء إجرائية ثانوية، ومتابعة إجراءات التحضير لما يمكن تناوله من القناة ثم تطهيره بشكل جيد وتكثيفه بشكل محكم ما أمكن ذلك، بعدها توضع السن قيد المراقبة الدورية لمتابعة تطور الحالة وتحديد الإنذار (الشكل ٦-٢٨).



الشكل (٦-٢٨): يبين (A): عدم إمكانية استخراج قطعة الأداة المكسورة ذروبياً، (B): تم تحضير الجزء المتبقي من القناة وتطهيره وحشوه وتكثيفه بشكل محكم وسيخضع السن للمراقبة لتحديد الإنذار.

لا بد من إخضاع حالات بقاء القطعة المكسورة ضمن القناة وعدم تجاوزها للمراقبة وعند ظهور أعراض فشل المعالجة، يجب إجراء التداخل الجراحي الملائم مثل قطع الذروة والحشو الراجع.

### التجهيزات الأساسية لاستخراج قطعة الأداة المكسورة

هناك العديد من الأدوات والتجهيزات اللازمة والضرورية لعملية استخراج قطعة الأداة اللبية المكسورة من داخل القناة الجذرية من أهمها:

### مجهر العمل اللبي

يؤمن استخدام المجهر اللبي (الشكل ٦-٢٩) الميزات التالية:

- تعزيز الرؤية من خلال تأمين تكبير وإضاءة ساحة العمل بشكل ملائم.
- زيادة فعالية وكفاءة أدوات وطرائق الاستخراج.
- زيادة مستوى أمان أدوات وطرائق الاستخراج.



الشكل (٦-٢٩): يبين مجهر العمل اللبي

## النظارات المكبرة ومصباح الرأس

ذات فائدة كبيرة في تحسين ظروف العمل وإزالة العديد من الإعاقات المادية التي تمنع الوصول الآمن إلى أجزاء القناة كافة، لكن لا يمكن مقارنتها بأداء مجهر العمل اللبي.

## تقنيات استخراج قطع الأدوات اللبية المكسورة

عند اتخاذ القرار بمحاولة استخراج الأداة المكسورة، سيعتمد اختيار الطبيب للتقنية الملائمة، بالدرجة الأولى على موقع الأداة.

## الأداة تمتد خارج فوهة القناة الحذرية

عند رؤية الأداة سريريًا، يمكن التقاطها باستعمال مرقئ نرف أو ملاقط Steiglitz (الشكل ٦-٣٠) أو حامل الإبر المعدل Castroviejo أو أداة Perry ثم تدويرها بشكل بسيط بعكس عقارب الساعة ما يؤدي إلى تقلقلها وفك الخشارها، فتصبح قابلة للسحب بالاتجاه التاجي. يمكن أن يتطلب التقاط وقلقلة قطعة الأداة المكسورة استهلاك كمية معتبرة من النسيج العاجية المجاورة.



الشكل (٦-٣٠): (A): ملقط Steiglitz مزود برأس بزاوية 45 درجة (أعلى)، أو 90 درجة (أسفل)، (B): رأس ملقط Steiglitz.

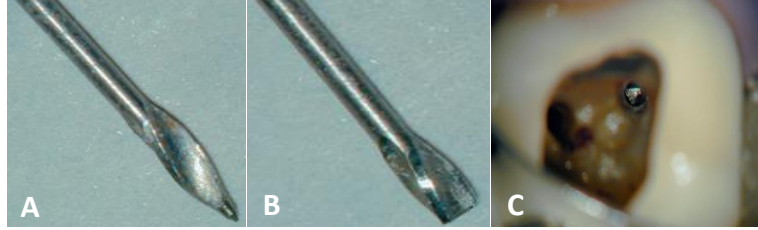
## الأداة في منطقة عميقة ضمن القناة

عندما لا نتمكن من رؤية الأداة المكسورة والوصول إليها مباشرة بواسطة الملاقط، عندها لابد من تأسيس خط دخول مستقيم، ويمكن تحقيق ذلك باستخدام عدة طرق سنستعرض أكثرها أهمية.

## الرؤوس المفعلة بالطاقة فوق الصوتية

تسمح الأدوات فوق الصوتية صغيرة القياس برؤية أفضل ومستمرة لساحة العمل، وهذا يتعزز باستخدام المجهر اللبي ما يرفع مستوى الفعالية والأمان. تؤثر طبيعة الخليطة التي صنعت منها الأداة المكسورة في نسبة نجاح استخراجها بهذه الطريقة، إذ تميل أدوات NiTi إلى الانكسار ثانية عند تفعيل الطاقة فوق الصوتية ما يعقد عملية الاستخراج، بالمقابل تكون أدوات SS أكثر مقاومة وتلاؤماً مع استخدام الطاقة فوق الصوتية. يمكن ترتيب مراحل الاستخراج وفق هذه التقنية كما يلي:

- تأمين رصيف حفاقي حول الأداة المكسورة، يسمح بإدخال الرأس فوق الصوتي بين الأداة وجدار القناة ويمكن توفير ذلك باستخدام سنابل GG المعدلة (الشكل ٦-٣١).
- تفعيل طاقة الاهتزاز فوق الصوتية مترافقة بتدوير الرأس فوق الصوتي حول القطعة المكسورة بعكس جهة دوران عقارب الساعة، في حالة الأدوات التي تتمتع بفعل قاطع مع عقارب الساعة، الأمر الذي يؤدي لفك انخسار القطعة بجدران القناة. بالمقابل تتطلب الأدوات المكسورة، التي يعتمد فعلها القاطع على الدوران بعكس عقارب الساعة، تدوير الرأس فوق الصوتي مع جهة دوران عقارب الساعة.



الشكل (٦-٣١): (A): سنبله GG تقليدية، (B): سنبله GG معدلة، من خلال إزالة القسم الذروي حتى مستوى القطر الأكبر، (C): يؤمن تشكيل رصيف حفاقي يحيط بقطعة الأداة المكسورة إمكانية استعمال الأدوات فوق الصوتية لقلقلة ومن ثم استخراج القطعة المكسورة.

- يمكن أن يؤدي تفعيل الطاقة فوق الصوتية إلى خروج الأداة بشكل مفاجئ من القناة. لذلك لابد من تغطية فوهات باقي الأفنية بكريات قطنية صغيرة أو أقماع ورقية لمنع سقوط القطعة المكسورة في قناة مجاورة عند خروجها المفاجئ. يتراوح معدل نجاح استخراج الأدوات المكسورة باستخدام الطاقة فوق الصوتية من 28-90 %.

- يمكن أن تتعرض الأدوات المكسورة لإحماء ثانوي عند تماسها مع رؤوس الأدوات فوق الصوتية، لذلك يوصى باستخدام الإعدادات الخاصة بأدنى معدلات طاقة التفعيل وتطبيق سوائل الإرواء وخصوصاً EDTA للمساعدة في حركة الأداة بالاتجاه التاجي.

يتوفر العديد من رؤوس الأجهزة فوق الصوتية التي تختلف فيما بينها من حيث القياس والزاوية، وعموماً كلما زاد عمق القطعة المكسورة، تطلب ذلك أداة أكثر طولاً وأرفع قياساً، ما يستلزم استخدام أدنى إعدادات الطاقة لتجنب انكسارها (الشكل ٦-٣٢).



الشكل (٦-٣٢): انكسار أداة فوق صوتية أثناء محاولة استخراج أداة لبية مكسورة ضمن قناة جذرية.

السلبيات: لا يخلو استخدام الأدوات فوق الصوتية من الآثار الجانبية السلبية المحتملة ومن أهمها:

- يولد استخدام الأجهزة فوق الصوتية، ارتفاع درجة الحرارة بمعدل 10 درجات مئوية على السطح الخارجي للجذر، ما يمكن أن يسبب أذية للنسج حول السنية.
- يمكن أن يؤدي تفعيل الرأس بالطاقة فوق الصوتية إلى:

○ تحريك ودفع القطعة المكسورة بالاتجاه الذروي لتخرج من الثقب الذروية.

○ انثقاب أحد جدران الجذر.

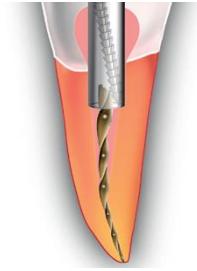
○ انكسار الرأس فوق الصوتي ضمن القناة.

- يمكن للقطعة المكسورة أن تتجزأ إلى قطع أصغر ما يزيد الحالة سوءاً. يعتبر إزالة القطعة المكسورة الأصغر حجماً أصعب من إزالة القطعة الأكبر حجماً، هذه القطع يمكن أن تندفع بسهولة أكبر نحو مناطق أضيق وأعمق من القناة، ما يزيد الحاجة لاستهلاك نسج عاجية ويرفع احتمال الانثقاب عند محاولة استخراجها.

- تميل أدوات NiTi إلى الانكسار المتتالي أثناء محاولة الاستخراج باستخدام الطاقة فوق الصوتية، ويمكن تخفيض ذلك من خلال تطبيق أدوات الاستخراج فوق قطعة NiTi المكسورة مباشرة وليس بجانبها.

## تقنية الأنبوب المجهري Micro tube

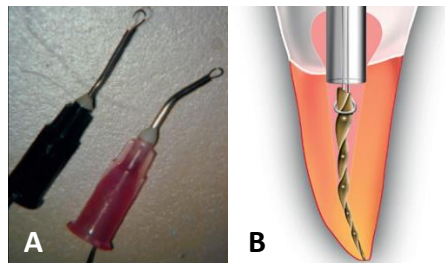
يمكن استخدام أنابيب مجهرية خاصة مصنوعة من SS لتشكيل رصيف حفاقي محيط بقطعة الأداة المكسورة، يعمل على إظهار 2-3 مم من جزئها التاجي، إلا أنه يجب تجنب حدوث انثقاب جذري. بعد ذلك، يُدخل مبرد H بين الأداة المكسورة والأنبوب المجهري بحركة دوران مع عقارب الساعة ما يؤدي إلى حصول اشتباك ميكانيكي بين الأنبوب ومبرد H والقطعة المكسورة، عندها تسحب هذه المجموعة المتشابكة دفعة واحدة بالاتجاه التاجي (الشكل ٦-٣٣).



الشكل (٦-٣٣): شكل ترسمي يبين تقنية الأنبوب المجهري ومبرد H لإزالة قطعة الأداة المكسورة.

## تقنية رأس السيرنغ

يتألف من رأس سيرنغ عيار 25-gauge مزود بسلك ربط فولاذي بقطر 0.11-0.14 مم، تزال النهاية المشطوفة لرأس السيرنغ ويتم إدخال طرفي السلك فيها ويسحبان من الطرف الآخر بحيث يشكّلان عروة تخرج من رأس السيرنغ. يدخل رأس السيرنغ الحامل للعروة السلكية ضمن القناة وبعد التفاف العروة حول القطعة المكسورة تقوم بشدها من خلال سحب نهايتي السلك بواسطة حامل إبر وعند التأكد من ثبات ارتباط العروة بالقطعة المكسورة تسحب كامل المجموعة بالاتجاه التاجي (الشكل ٦-٣٤)



الشكل (٦-٣٤): (A): تشكيل العروة السلكية باستخدام رؤوس سيرنغ وأسلاك مختلفة القياس، (B): شكل ترسمي يبين كيفية استخدام رأس السيرنغ المزود بعروة سلكية لاستخراج قطعة الأداة المكسورة (Cohen, 2016).



## نظام الاستخراج Brasseler Endo Extractor

يعتمد على استخدام سنابل Trephine بقياسات مختلفة. تتصف هذه السنابل بنهاية مقطوعة مجوّفة لإزالة النسيج السنية حول الأداة المكسورة، بهدف كشف جزء منها للسماح بالتقاطها ثم استخراجها. يتضمن هذا النظام أدوات استخراج أنبوبية إضافة إلى السيانوناكريلات لإلصاق جزء القطعة المكسورة ضمن أنبوب الاستخراج ليُصار إلى سحبها بالاتجاه التاجي. لابد من تحقيق التوافق والتلاؤم بمقدار 1-2 مم بين أنبوب الاستخراج والقطعة المكسورة. يتصلب اللاصق بعد مرور 5 دقائق عند وجود توافق جيد ويصبح 10 دقائق عندما يكون التلاؤم ضعيفاً (الشكل ٦-٣٥). بعد الاستخراج يمكن إعادة استخدام الأنبوب من خلال حل مادة الارتباط والتخلص من القطعة المكسورة.

من سيئات هذه التقنية أن قياسات سنابل Trephine كبيرة نسبياً وطريقة قطعها للعلاج غير منضبطة وغير دقيقة، الأمر الذي يتسبب بإزالة كمية معتبرة من الجدران العاجية، ما يؤدي إلى إضعاف جدران الجذر وتعرضها لخطر الانثقاب، إضافة إلى إمكانية حصول انكسارٍ ثانٍ للقطعة المكسورة.

من الأنظمة المشابهة من حيث طريقة العمل: Endo Safety

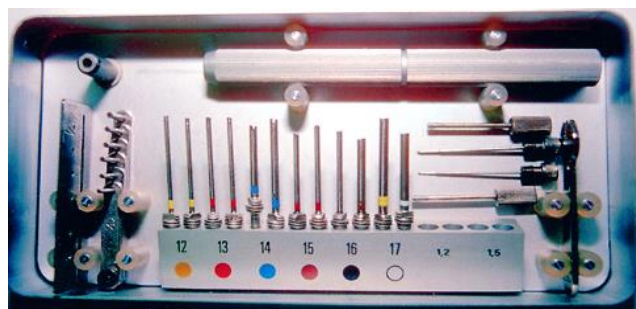


الشكل (٦-٣٥): (A): أداة مكسورة في قناة ثنية علوية، (B): نظام Brasseler Endo Extractor، (C): اللاصق Cyanoacrylate والعامل الحال للارتباط، (D): القطعة المكسورة مرتبطة بأنبوب الاستخراج، (E): الحشو القنوي وتلاحظ الإزالة المفرطة للنسيج السنية نتيجة فعل سنبل Trephine.

## نظام الاستخراج Masserann

يستخدم لإزالة الأدوات المكسورة من القسم المستقيم للقناة، ويعتمد على استخدام سنابل Trephine لكشف جزء من القطعة المكسورة، من خلال خلق فراغ محيطي يسمح بدخول أدوات استخراج أنبوبية بقياسات ملائمة ذات لمعة محلزنة، للاشتباك مع حلزونات القطعة المكسورة لتتمكن من

سحبها بالاتجاه التاجي (الشكل ٦-٣٦). تدور هذه السنابل أثناء قطعها للعاج بعكس اتجاه دوران عقارب الساعة للمساهمة في فك انخسار القطعة المكسورة. تتطلب هذه التقنية استهلاك كمية معتبرة من النسيج السنية، لذلك لابد من الحذر عند استعمالها لتجنب إضعاف الجذر أو انثقاب أحد جدرانها. لا يمكن تطبيق هذه الطريقة عند توضع القطعة المكسورة بعد الثلث المتوسط من القناة أو عند وجودها في قناة منحنية، فهذا سيتسبب في استهلاك كمية مفرطة من جدران القناة الجذرية.



الشكل (٦-٣٦): يبين نظام Masserann لاستخراج قطع الأدوات المكسورة ضمن القناة الجذرية.

#### نظام الاستخراج EndoPuls أو Canal Finder

يتألف من قبضة ومبارد خاصة تعمل بحركة شاقولية بسعة عظمية تصل حتى 2 مم، وتتناقص مع زيادة السرعة. يمكن أن تشتبك حلزونات هذه المبارد ميكانيكياً مع القطعة المكسورة، ومع الحركة الشاقولية، يمكن للأداة المكسورة أن تتقلقل أو تسحب بالاتجاه التاجي.

#### نظام الاستخراج Roydent Extractor

يتضمن سنبل واحد وثلاثة أنابيب استخراج، وتعتبر السنبل محافظة جداً حيث تزيل الحد الأدنى من النسيج السنية لتأمين الوصول إلى القطعة المكسورة. تتصف أنابيب الاستخراج بأنها صغيرة القياس تصلح لإزالة الأدوات المكسورة صغيرة القياس. تحيط أداة الاستخراج بالقطعة المكسورة بواسطة مسننات ترتص بإحكام حول القطعة المكسورة لتتمكن من استخراجها (الشكل ٦-٣٧). يعمل النظام بشكل مشابه لتركيب السنبل على القبضة. من سلبيات هذا النظام إمكانية انفصال السنبل مع القطعة المكسورة وإمكانية انكسار مسننات أداة الاستخراج عند تعرضها للانحناء خلال حركة سحب القطعة المكسورة.



الشكل (٦-٣٧): مجموعة استخراج الأدوات المكسورة Roydent Extractor

### نظام الاستخراج (IRS) Instrument Removal System

يتألف من أنبوبين للاستخراج بقياسين مختلفين برأس مشطوف بزاوية 45 درجة. يتضمن كل أنبوب حلزونات داخلية ونافاذة جانبية ولولب لإحكام الإغلاق حول القطعة المكسورة (الشكل ٦-٣٨).

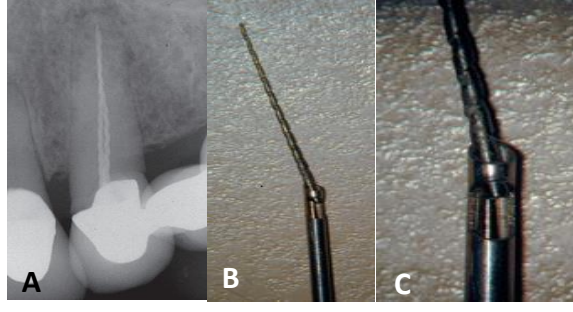


الشكل (٦-٣٨): نظام استخراج الأدوات اللبية المكسورة ضمن القناة الجذرية IRS

يتطلب استخدام هذه الأنابيب:

- كشف 2-3 مم من نهاية القطعة المكسورة، عبر حفر أخدود حولها باستخدام أداة فوق صوتية ملائمة.
- تطبيق الأنبوب الملائم حول الجزء المكشوف من القطعة المكسورة.
- تدوير اللولب بعكس اتجاه دوران عقارب الساعة لإحكام الارتباط مع القطعة المكسورة.
- تحريك نهاية القطعة من خلال النافذة ثم تسحب كامل المجموعة.

هذه التقنية فعالة في الجزء المستقيم من القناة ولأدوات مكسورة بقياس صغير ومتوسط، بينما يصعب إجبار الأدوات كبيرة القياس على الاشتباك والارتباط بالنافذة، الأمر الذي يعيق استخراجها (الشكل ٦-٣٩)



الشكل (٦-٣٩): (A): صورة شعاعية تبين وجود أداتين مكسورتين ضمن قناة السن، (B): أداة IRS مرتبطة بالقطعة المكسورة المزالة، (C): صعوبة ارتباط القطعة المكسورة كبيرة القياس ضمن نافذة الأداة.

#### نظام الاستخراج SIR (Separated Instrument Retrieval)

يعتمد على استخدام أنبوب مجهري القياس لاستخراج قطعة الأداة المكسورة، بالاستعانة بمادة لاصقة لربط القطعة المكسورة ومن ثم استخراجها (الشكل ٦-٤٠). يتضمن هذا النظام:

- المادة الرابطة والمسرّع.
- 5 قياسات مختلفة للأنابيب.
- مجموعة استناد متنوعة.
- مرقى نرف.

بعد إظهار جزء من القطعة المكسورة باستخدام الرؤوس فوق الصوتية أو سنابل Trephine يرتبط رأس الأداة اللين القابل للانحناء بالقطعة المكسورة، وعند تصلب اللاصق، تستخرج القطعة المكسورة. تسمح قابلية انحناء هذه الأنابيب بالوصول إلى مختلف الأسنان.

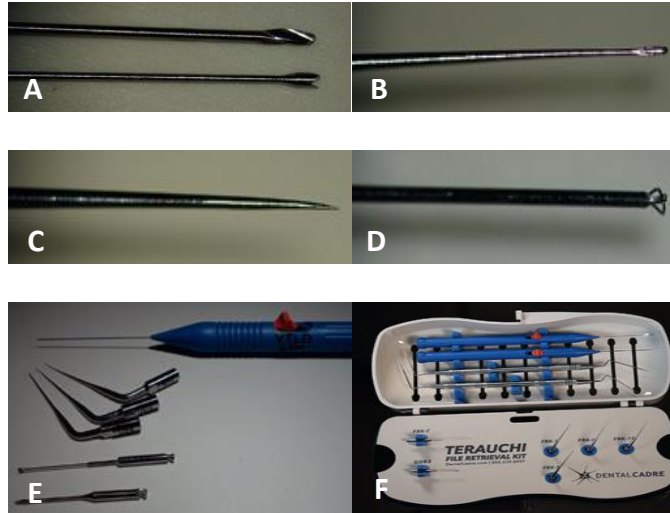


الشكل (٦-٤٠): يبين مكونات نظام SIR لاستخراج الأداة اللبية المكسورة من القناة الجذرية.

## نظام الاستخراج FRK (File retrieval kit)

يتألف من (الشكل ٦-٤١):

- سنبله GG بقياس #3 تدعى GG-3M
- سنبله microtrephine تدعى FRK-T
- أداة فوق صوتية FRK-6 تمتاز بوجه مقعر دقيق يدور عند موقع الرقم 6 في الساعة.
- أداة فوق صوتية مستقيمة FRK-S
- حامل العروة وعروة Yoshi لالتقاط القطعة المكسورة، وهي مرتبطة بأنبوب مجوف يؤدي سحب نابضه إلى إحكام العروة حول القطعة المكسورة.



الشكل (٦-٤١): نظام FRK (A): سنبله GG-3M (أعلى) وسنبله FRK-T (أسفل)، (B): الأداة FRK-6، (C): أداة FRK-S، (D)، عروة Yoshi، (E): حامل عروة Yoshi، (F): علبة التعقيم.

### عوامل نجاح استخراج القطعة اللبية المكسورة من القناة اللبية

تتشترك عدة عوامل في نجاح استخراج القطعة المكسورة من القناة من أهمها:

- **موقع القطعة المكسورة:** عندما تمتد القطعة المكسورة حتى القسم المستقيم التاجي من القناة يصبح احتمال استخراجها ممكناً جداً. بالمقابل عندما تنكسر الأداة اللبية عميقاً ضمن القناة اللبية وتقع كامل القطعة المكسورة إلى الجهة الذروية من انحناء القناة، عندها لا

- يمكن استخراجها عبر مدخل القناة الطبيعي ويمكن لمحاولات الاستخراج أن تتسبب بالمزيد من الأخطاء والاختلاطات، ما يزيد الحالة سوءاً ويجعل التدبير صعباً إن لم يكن مستحيلاً.
- رؤية القطعة المكسورة: عندما تُرى نهاية القطعة المكسورة، يمكن عندها استخدام المجهر الليبي مع الأدوات المفعلة بالأمواج فوق الصوتية في سبيل قلقلتها ومن ثم استخراجها.
- درجة انحناء القناة الجذرية-شعاع الانحناء: عندما تنخفض درجة انحناء القناة ويرتفع شعاعه أي يمتد على مساحة كبيرة من طول الجذر، ترتفع إمكانية استخراج القطعة المكسورة.
- قطر القناة الجذرية: كلما كان أكبر، ارتفع احتمال النجاح في استخراج القطعة المكسورة
- مواصفات القطعة المكسورة:

- طولها: كلما كان أكبر، ارتفع احتمال نجاح استخراجها.
- قياسها: كلما كان أكبر، انخفض احتمال نجاح استخراجها.
- قمعيتها: كلما كانت أكبر انخفض احتمال نجاح استخراجها.
- ساحة العمل: تؤمن ساحة العمل الجافة ظروف رؤية أفضل باستخدام المجهر الليبي، ما يساهم في تخفيض الأخطاء والحوادث الإجرائية الطارئة الإضافية.
- خبرة الطبيب الممارس وتوفر الوسائل والأدوات الملائمة: تساهم بشكل إيجابي في رفع نسبة نجاح استخراج الأدوات المكسورة.

يوصى ألا تتجاوز فترة محاولة استخراج الأداة المكسورة 45-60 دقيقة، فمعدل النجاح سينخفض مع مرور الوقت نتيجة:

- تعب الطبيب الممارس: ما يؤثر سلباً على الأداء نتيجة الإجهاد وتشتت التركيز.
  - توسيع القناة المفرط: ما يؤثر سلباً على مقاومة الجذر ويزيد احتمال انثقابه.
- عندما يتبين أنه لا يمكن استخراج القطعة المكسورة بعد عدد كافٍ من المحاولات، عندها لابد من متابعة المعالجة من خلال "التعايش" مع القطعة المكسورة والالتزام التام والصارم بإجراءات العزل والتطهير أثناء تنظيف وتشكيل ماتبقى من القناة ومن ثم الحشو القنوي، وعندها توضع السن قيد المراقبة لمتابعة تطور الحالة وتحديد إنذارها.

## السمات السريرية العامة للأدوات المكسورة

- يتراوح المعدل الوسطي لطول القطعة المكسورة من 2.5-3.5 مم
- أغلب الأدوات المكسورة مصنوعة من خليطة NiTi
  - تتراوح القمعية من 0.08 - 0.04.
  - يتراوح القياس من #20 - #30
  - يتراوح قطر الجزء التاجي للقطعة المكسورة من 0.30 - 0.58 مم.
- عندما يكون القطر التاجي للقطعة المكسورة أقل من 0.45 مم، عندها لابد من:
  - استخدام سنبله GG معدلة بقياس #3 لتوسيع القناة حتى بلوغ القطعة المكسورة.
  - استخدام سنبله micro-trephine لإظهار الجزء التاجي من الأداة المكسورة.

## خصائص سنبله Micro-trephine

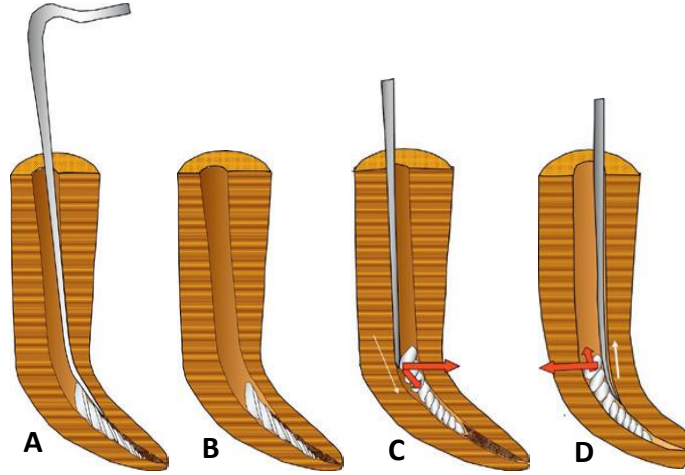
- تستخدم بسرعة دوران 600 دورة/دقيقة ضمن بيئة رطبة.
- يبلغ القطر الداخلي للسنبله (0.45) مم.
- تستخدم بحركة دوران عكس عقارب الساعة لفك اشتباك القطعة المكسورة مع جدران العاج.
- يخفض استخدام هذه السنابل إمكانية الانكسار الثانوي للأداة المكسورة مقارنة باستخدام الأدوات فوق الصوتية.

عندما يكون القطر التاجي للقطعة المكسورة أكبر من 0.45 مم، أو عندما يكون انحناء القناة أكبر من 15 درجة، عندها لابد من استعمال أداة NiTi دوارة بقياس ذروة 0.1 مم أي أكبر بمقدار الضعف من القطر التاجي للأداة المكسورة، بهدف توسيع القناة تاجياً بالنسبة للقطعة المكسورة. بعد ذلك يمكن استعمال الأداة فوق الصوتية لإظهار القسم التاجي من الأداة.

## المراحل العملية لاستخراج القطعة المكسورة العميقة باستخدام الرؤوس فوق الصوتية

- إدخال ذروة الأداة فوق الصوتية بتماس الجدار المقعر للجزر لتتحشر بين الجدار والأداة المكسورة (الشكل ٦-٤٢).

- تفعيل الطاقة فوق الصوتية وتحريك الرأس جيئةً وذهاباً حول الأداة لخلق فراغ بشكل هلامي تتوسع أبعاده تدريجياً ليحيط بالأداة المكسورة.
- تطبيق الأداة ضمن الفراغ الهلامي ثم تفعيل الطاقة بهدف توجيه اندفاع واستخراج القطعة المكسورة بالاتجاه التاجي. غالباً ما يكون الثلث التاجي للأداة المكسورة الجزء الأكثر اشتباكاً مع جدران القناة والأكثر مقاومة لمحاولات القلقله والاستخراج.



الشكل (٦-٤٢): (A): انكسار أداة لبية عند انحناء الجذر وإدخال رأس فوق صوتي بين الأداة وجدار الجذر القريب من الانحناء (B): تهيئة فراغ بين الجدار القريب من الانحناء والأداة المكسورة، (C): من الخطأ تطبيق الرأس فوق الصوتي ثم تفعيله بين القطعة المكسورة والجدار البعيد عن الانحناء، فذلك سيدفع الأداة بالاتجاه الذروي ونحو جدار الجذر القريب من الانحناء، (D): يجب تطبيق الرأس فوق الصوتي ثم تفعيله بين القطعة المكسورة والجدار القريب من الانحناء، مما يؤدي إلى دفع الأداة بالاتجاه التاجي ونحو الجدار البعيد عن الانحناء.

- يمكن الاستعانة بالتصوير الشعاعي لتأكيد توضع الرأس فوق الصوتي ضمن الفراغ المحدث بين القطعة المكسورة والجدار الجذري القريب من الانحناء قبل القيام بتفعيل الطاقة.
- لا بد أن تبقى جدران القناة انسيابية حتى موقع القطعة المكسورة، وبعد قلقله الأداة نتيجة تأثير الطاقة فوق الصوتية، يفضل ملء القناة بمحلول EDTA لتعزيز تأثير الاهتزاز وتسهيل اندفاع الأداة بالاتجاه التاجي.



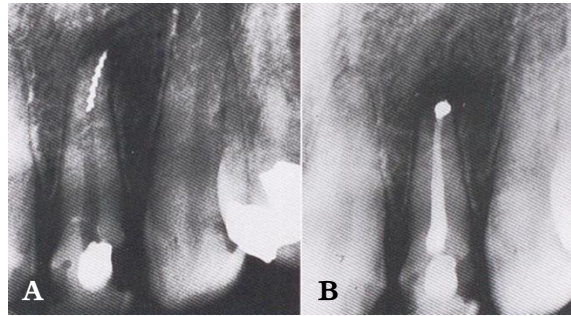
- بعد تطبيق التفعيل فوق الصوتي، يجب تنفيذ حركات محورية دخول - خروج في الفراغ الذي تم تشكيله بين القطعة المكسورة وجدار القناة القريب من الانحناء، وذلك لحث الأداة على الخروج بالاتجاه التاجي.

لا بد من الإشارة إلى أن قطعة الأداة المكسورة المتعبة قابلة للانكسار ثانية عند تفعيل الطاقة فوق الصوتية، لذلك يجب المحافظة على الجدار العاجي البعيد عن الانحناء لدعم القطعة المكسورة، ما يمكن أن يمنع الانكسار الثانوي. عندما لا يمكن مشاهدة الأداة المكسورة بواسطة خط الدخول المستقيم الذي تم تشكيله للوصول إلى القطعة المكسورة، فإن استخراج القطعة المكسورة يعتبر تحدياً جدياً، يتطلب الخبرة والتأني والصبر والكثير من الحظ أيضاً.

### التقنية الجراحية

يشكل الخيار الجراحي طريقة واقعية لتدبير بعض حالات انكسار الأدوات اللبية، من هذه الحالات:

- فشل كافة محاولات التدبير عبر القناة الجذرية مع استمرار أو تطور آفات حول ذروة بعد إنجاز المعالجة اللبية (الشكل ٦-٤٣).
- عندما يستلزم استخراج الأداة المكسورة إزالة كمية كبيرة من العاج، ما يضعف الجذر ويعرضه لخطر الانثقاب أو الانكسار العمودي الحتمي عند الأداء الوظيفي الاعتيادي.



الشكل (٦-٤٣): يبين (A): انفصال الأداة اللبية في النهاية الذروية للقناة وعدم القدرة على تدبيرها المحافظ عبر القناة، (B): التدبير الجراحي الذي مكّن من استئصال الأداة وقطع الذروة وسدها بطريق الراجع (Cohen, 2016).

## الإنذار Prognosis

لا يعني انكسار أداة لبية أثناء إجراءات تنظيف وتشكيل منظومة القناة الجذرية، حتمية فشل المعالجة وفقدان السن أو ضرورة التداخل الجراحي للحفاظ عليه، فوجود القطعة المكسورة بحد ذاته ليس سبباً مباشراً لفشل المعالجة و-أو تطور و-أو استمرار إصابة النسيج حول الذروية وإعاقة شفائها بعد انتهاء المعالجة. في الحقيقة استمرار وجود نسيج لبية متموته وملوثة بالجراثيم في المنطقة الذروية بسبب انخفاض أو انعدام نسبة وصول أدوات التشكيل الميكانيكية ووسائل التنظيف والتطهير الكيميائية لهذه المنطقة، نتيجة وجود عائق مادي وهو القطعة المكسورة، هو السبب الحقيقي " لتدني " إنذار المعالجة.

هناك عدة عوامل تساهم في تحديد إنذار المعالجة عند انكسار أداة لبية ضمن القناة من أهمها:

- مرحلة التحضير القنوي التي طرأ فيها انكسار الأداة: كلما كانت المرحلة متأخرة كان الإنذار أفضل نظراً لكون القناة أقرب لمرحلة التنظيف والتطهير والتشكيل القنوي المطلوب.
- حالة لب السن والنسيج حول الذروية قبل العلاج: عندما يكون اللب حياً غير مصاب بالالتهاب وغير مترافق بأفة حول ذروية، كما في حالات التهابه، كان الإنذار أفضل.
- إمكانية تجاوز القطعة المكسورة: عند النجاح بالمرور بجانب القطعة المكسورة والوصول إلى ذروة القناة، تغدو القطعة المكسورة جزءاً من حشوة القناة ولن يتأثر إنذار المعالجة أبداً.
- عدائية إجراءات تدبير القطعة المكسورة: عند استخراج الأداة المكسورة بدون التضحية بكميات كبيرة من النسيج السنية عندها سيكون الإنذار أفضل.
- طول وموقع الأداة المكسورة: عندما تكون الأداة المكسورة صغيرة، انفصلت بالقرب من ذروة الجذر، يكون إنذارها حسناً حتى وإن لم تُستخرج ولم يتم تجاوزها، نظراً لأن القسم الأكبر من القناة قد حاز على مستوى التشكيل والتنظيف والتطهير المطلوب للحشو القنوي خصوصاً في الحالات الحية، إضافة إلى إمكانية تغلغل الاسمنت الحاشي حول الأداة. يمكن ألا تظهر الأداة بعد الحشو القنوي، كما في حالة تجاوز الأدوات المكسورة، فهي ستشكل جزءاً لا يتجزأ من الحشوة القنوية.

بالمقابل عند عدم إمكانية إزالة الأداة أو تجاوزها في منظومة قناة جذرية تتضمن نسيجاً لبياً متموتاً ومصاباً بالالتهاب، مترافقاً بإصابة مرضية للنسيج حول الذروية، عندها لا يمكن ضمان نتائج المعالجة

وسيكون إنذار المعالجة سيئاً. لابد من مراقبة ومتابعة مثل هذه الحالات بشكل دقيق، وعند ظهور أو استمرار وجود الأعراض والعلامات المرضية، يصبح التداخل الجراحي خياراً حتمياً.

## الوقاية

يمكن تخفيض نسبة انكسار الأدوات إلى الحد الأدنى عند فهم مبادئ الجهد والإجهاد واعتبارات عزوم العمل والانكسار والخصائص الشكلية والبنوية للأدوات المستخدمة. بناءً عليه لابد من الالتزام بما يلي:

- استحضار تشريح منظومة القناة الجذرية والتعامل بحذر شديد مع المناطق التشريحية الصعبة.
- العيوب السطحية للأدوات: تؤدي دوراً جوهرياً في تركيز الجهود وتعتبر نقاط انطلاق الفشل البنيوي، الذي سيمتد ليطل عمق الأداة عند التحميل المتكرر، ما سيتسبب بانكسارها الحتمي. لابد من فحص الأدوات عياناً قبل وبعد الاستعمال واستبعاد ما تشوه منها.
- تأمين ممر انسيابي رطب للأدوات اللبية سواء اليدوية أو الدوّارة آلياً.
- تزليق الأدوات اللبية: تصل المعاجين المزقة التي تحملها الأدوات إلى عمق الأقنية اللبية، التي تعمل، بالتآزر مع سوائل الإرواء، على تخفيض احتكاك الأدوات مع جدران القناة، وبالتالي تخفيض عزم الدوران اللازم للتحضير القنوي ما ينعكس انخفاضاً في نسبة الانكسار.
- اتباع تسلسل محدد للأدوات يضمن تخفيض مساحة سطوح اشتباك الأدوات اللبية مع جدران القناة الجذرية.
- حركية الأدوات: تساهم حركة الدخول-الخروج المستمرة للأداة الدوّارة آلياً في منع انخسارها وتبديد الجهود بعيداً عن حد الانثنائية العظمى، حيث يحدث الفشل البنيوي من نمط التعب الدوري. تعمل وتتلاءم أدوات NiTi في طور Martensite بشكل جيد مع حركات البشر الصرفة بدون ضغط جانبي أثناء الخروج، فخضوع الأداة للانحناء المتكرر أثناء الانسحاب تاجياً سيعرضها للتعب الدوري السريع.
- القوة المحورية: لا يجوز أن تتعرض الأدوات الدوّارة لأي دفع قسري بالاتجاه الدوري أو الجانبي، تجنباً لتضافر تحميل الفتل والانحناء والتعب الدوري، الأمر الذي سيجعل من انكسار الأداة أمراً حتمياً.

- سرعة الدوران: يمكن أن تزداد مساحة وعدد مناطق التشوه في الجزء المحزن من الأداة بزيادة سرعة دوران الأداة.

- عزم القطع: كلما زاد عزم القطع ارتفعت إمكانية حدوث الاشتباك والانحشار لحزونات الأداة مع جدران القناة، وبالتالي ارتفعت نسبة حدوث الانكسار. في هذا السياق تؤمن المحركات ذات الدوران المعاكس إمكانية تجنب الانكسار عند تجاوز عزم العمل لعزم الانكسار، من خلال التوقف مباشرة والدوران العكسي، الأمر الذي سيعدل من قيمة عزم العمل عبر تغيير مساحة سطوح الاشتباك من جديد.

### ١٣ - الخاتمة

في النهاية لا بد من الإشارة إلى وجود تفاوت كبير في خطورة أخطاء التحضير الإجرائية من حيث الآثار الجانبية موضعياً وجهازياً. تقع مسؤولية كافة هذه الأخطاء على عاتق الطبيب سواء عند عدم الالتزام الصارم بقواعد المداواة اللبية أو عند عدم توجيه الإرشادات اللازمة للمريض خلال فترة المعالجة. يمكن أن يتفاوت مستوى الخطورة من:

- سقوط الترميم المؤقت بين جلسات المعالجة، ما يؤدي إلى تلوث منظومة القناة الجذرية الحية أو زيادة إنتان القناة العفنة وتعقيد وتأخير مراحل المعالجة.

- إلى سقوط الأدوات اللبية في مجرى التنفس أو الهضم نتيجة عدم تطبيق الحاجز المطاطي قبل البدء بالمعالجة اللبية، الأمر الذي يمكن أن يكون له عواقب خطيرة. يمكن أن يستلزم هذا الخطأ الفادح التداخل الجراحي العام لاستخراج الأداة إذا لم تُطرد من الجهاز التنفسي عبر السعال أو تخرج من الجهاز الهضمي عبر الطريق الطبيعي بدون أذية مرافقة، وهذا يتطلب الكثير من الحظ.

لا سبيل أمام من يتجرأ على تناول منظومة القناة الجذرية سوى الإدراك الكامل لطبيعتها التشريحية المعقدة وإتقان التعامل مع أدوات ووسائل التداخل القنوي المختلفة والالتزام التام بالقواعد النازمة للتنظيف والتشكيل القنوي للحيلولة دون حدوث الأخطاء والاختلاطات وإنجاز معالجة لبية ناجحة وأمنة.

## الفصل السابع

### حشو منظومة القناة الجذرية

### Obturation of Root Canal System

١ - المقدمة

٢ - توقيت حشو منظومة القناة الجذرية

٣ - معايير صلاحية منظومة القناة الجذرية المُحضَّرة للحشو

٤ - خصائص الفراغ المحضر لاستقبال حشوة منظومة القناة الجذرية

٥ - مواد حشو منظومة القناة الجذرية

٦ - تقنيات وطرائق حشو منظومة القناة الجذرية

٧ - الخاتمة

## ١ - المقدمة

تنصب جهود العاملين في حقل مداواة الأسنان اللبية على تحقيق متطلبات أساسي لنجاح المعالجة اللبية وهو إنجاز ختم متجانس وكتيم لمنظومة القناة الجذرية بعد تهيئتها حيويًا وميكانيكيًا، الأمر الذي يحافظ على مقاومة الجذر ويؤمن إعادة التأهيل الوظيفي للسن رغم فقدانه لحيويته. تتصف المعالجة اللبية بمرورها بمراحل متسلسلة محكمة الترابط، تبادلية التأثير وهي:

- تحقيق التشخيص الصحيح.
- وضع خطة المعالجة الملائمة.
- استحضار التشريح الفراغي لمنظومة القناة الجذرية للسن قيد العلاج.
- الالتزام بالطول العامل المحدد للقناة.
- تحقيق التحضير القنوي بالاعتماد على المبادئ:
  - الحيوية: الخاصة بتنضير وتنظيف وتطهير منظومة القناة الجذرية
  - الميكانيكية: الخاصة بالتشكيل القمعي لمنظومة القناة الجذرية
- الحشو القنوي المتجانس والكتيم.
- الترميم النهائي الملائم مكاناً وزماناً.
- المراقبة والمتابعة:
- سريريا: للتأكد من عدم ظهور أية أعراض أو علامات مرضية تالية.
- شعاعياً: للتأكد من عدم تطور آفة ذروية تالية أو استمرارية آفة ذروية كانت موجودة قبل بدء العلاج.

بيّنت الدراسات أن سرعة تلاؤم العضوية مع المعالجة اللبية يعتمد على توفر 4 عوامل وهي:

- عدم وجود آفة حول ذروية قبل المعالجة.
- عدم وجود فراغات ضمن بنية حشوة القناة الجذرية.
- ابتعاد الحدود الذروية لحشوة القناة مسافة 1 مم وسطياً عن الذروة التشريحية.
- الترميم التاجي النهائي الملائم.

يؤمن توفر هذه العوامل شفاءً سريعاً ودائماً للنسج حول الذروية وأداءً سريراً بعيد المدى للسن المعالج. رغم كل العوائق والصعوبات التي تتعلق بطبيعة المعالجة اللبية من الناحية الحيوية والميكانيكية، فقد تبين أن نسبة شفاء النسج حول الذروية بعد المعالجة اللبية الأولية بلغت:

- 82%: في الحالات العفنة المترافقة بآفة ذروية.

- 93%: في الحالات العفنة غير المترافقة بآفة ذروية.

تزداد هذه النسبة في حالة الأسنان وحيدة الجذر وفي حالات المعالجة اللبية الحية. بُذلت جهود كبيرة خلال العقود الماضية لتطوير الحشو القنوي من خلال تطوير طبيعة مواد الحشو ووسائل تطبيقها ضمن الألفية المحضرة، ولا زالت الجهود مستمرة لتطوير تقنيات أكثر:

- بساطة وسهولة في التطبيق.

- تكرارية من حيث الأداء والنتائج.

- فعالية وتلاؤماً مع الخصائص التشريحية لمنظومة القناة الجذرية حيوياً وميكانيكياً.

- انسيابية لتمتد إلى كامل الطول العامل وكافة تفاصيل منظومة القناة الجذرية.

- كفاءة في تأمين حشوة كثيفة كثيفة متجانسة ثلاثية الأبعاد.

- تسامحاً مع الأخطاء والاختلافات الإجرائية.

يمكن تقييم نوعية وجودة ختم منظومة القناة الجذرية المنجز عبر إجراءات الحشو القنوي من خلال معطيات المراقبة السريرية والشعاعية. هناك عدة عوامل ذات تأثير جوهري على الحقيقة ثلاثية الأبعاد التي يتم اختزالها إلى أبعاد ثنائية عند إجراء المراقبة الشعاعية للمعالجة اللبية وهي:

- الاختلافات الفردية في قراءة الصور الشعاعية بين الأطباء الممارسين.

- تراكب البنى التشريحية العظمية مع التشريح القنوي.

- عدم وجود معايير وخصائص موحدة لكافة مواد الحشو القنوي.

تعتمد مرحلة الحشو القنوي في الحقيقة على مرحلة التحضير وتُقيّم جودتها بناء على المعايير المتداخلة التالية:

- التحضير القنوي:

- الالتزام بالطول العامل الصحيح والدقيق.
- المحافظة على سلامة النهاية الذروية.
- تحقيق القياس والقمية النهائية الملائمة للتشكيل.
- المحافظة على انسيابية وانتظام ومقاومة جدران القناة.

- الحشو القنوي:

- الوصول بالكثافة إلى درجة عالية ومتجانسة.
- إنجاز الختم التاجي المحكم الملائم بالسرعة الممكنة.

في الحقيقة يعتبر الحصول على ختم كتيم Hermetic sealing محكم وصميمي لأجزاء المنظومة القنوية غير قابل للتحقيق بشكل مطلق بسبب:

- البنية الأنبوبية المسامية للجدران العاجية للقناة الجذرية.
- مناطق التفافات بين القنوية والشذوذات التشريحية الخفية لمنظومة القناة الجذرية خصوصاً في المنطقة الذروية.
- عدم توفر أية مادة حشو قنوي تحقق كافة المواصفات المثالية اللازمة.

يقوم الحشو القنوي الصحيح الذي يحقق المتطلبات الأساسية بوظائف:

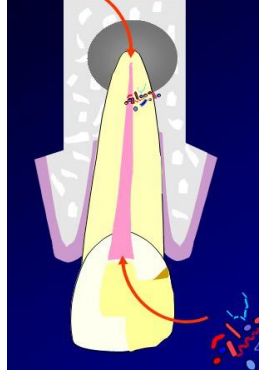
حيوية: كما يبين الشكل (٧-١):

- منع التسرب التاجي والتلوث الجرثومي الفموي.
- ختم وإغلاق الذروة تجاه تسرب سوائل النسيج حول الذروية.
- دفن العوامل الممرضة المتبقية "الناجية" التي لم تطأها إجراءات التنظيف والتشكيل الميكانيكية والكيميائية، ضمن منظومة القناة الجذرية.

ميكانيكية: تقوية وتدعيم جدران الجذر.

تجميلية: المحافظة على المظهر التجميلي للسن والحفرة الفموية.





الشكل (٧-١): يبين دور حشو منظومة القناة الجذرية في منع التسرب المجهرى سواء التاجي أو الذروي إضافة إلى كبح نشاط الجراثيم المتبقية، ما يشكل أساس استمرارية الأداء الوظيفي للسن المعالج لبياً.

سوف يوضح هذه الفصل المبادئ والأسس المعاصرة لحشو منظومة القناة الجذرية، التي تم تنظيفها وتشكيلها ميكانيكياً وكيميائياً وإثبات صلاحيتها حيويًا، إضافة إلى المواد والوسائل والتقنيات المستخدمة في الحشو القنوي شائعة الاستخدام حالياً، وأخيراً الأخطاء والاختلاطات المتعلقة بحشو منظومة القناة الجذرية.

## ٢- توقيت حشو منظومة القناة الجذرية Timing of Root Canal System Obturation

يتأثر التوقيت المناسب لحشو منظومة القناة الجذرية أي إنجاز المعالجة اللبية بجلسة واحدة أو أكثر من جلسة بعدة عوامل، من أهمها:

- درجة التعقيد التشريحي القنوي: تتفاوت بشكل كبير بين الأسنان وحيدة الجذر والأسنان متعددة الجذور.
- الحالة العامة للمريض: من الناحية الطبية والنفسية والجسمية الآنية، التي توجه الطبيب بمجموعها نحو إنجاز المعالجة بجلسة واحدة أو خلال جلسات قصيرة متعددة.
- حالة اللب والنسج حول الذروية: فوجود أعراض وعلامات موضعية يجعل إتمام المعالجة في جلسة واحدة إجراءً محفوفاً بالمخاطر وغير مضمون النتائج.

سوف نستعرض تأثير حالة لب السن على استراتيجية التداخل القنوي وأولويات وخيارات العلاج.

## ٢-١ - النسيج الليبي الحي Vital Pulp Tissue

يمكن إجراء تنظيف وتشكيل ومن ثم حشو منظومة القناة الجذرية في جلسة واحدة لحالات اللب الحي بشكل كامل أو جزئي. من المفترض أن يؤدي إزالة اللب الملتهب وتحقيق إجراءات التنظيف والتشكيل القنوي الصحيحة بمنأى عن التلوث الجرثومي، إلى معدلات نجاح عالية. يضمن تحقيق الحشو القنوي في جلسة واحدة، بعد الانتهاء من التحضير مباشرة، عدم حدوث أي تلوث جرثومي نتيجة التسرب الحفافي المرافق للترميمات المؤقتة المطبقة بين جلسات المعالجة.

عند اختيار إنجاز المعالجة اللبية في جلسة واحدة لابد أن يؤخذ بعين الاعتبار:

- وقت الجلسة المناسب غير المديد.
- تعاون ورغبة واستجابة المريض.
- المحافظة على جودة إنجاز عالية لمختلف المراحل المتعلقة سواء بالتحضير أو الحشو القنوي أو الترميم النهائي.

لا يشكل الألم المرافق للتهابات اللب مانعاً لإكمال المعالجة اللبية في جلسة واحدة، نظراً لإزالة مصدر الألم وهو لب السن، خلال إجراءات التنظيف والتشكيل القنوي. تتسبب المعالجة اللبية في جلسة واحدة بمعدلات ألم أعلى نسبياً مقارنة بتلك المنجزة خلال أكثر من جلسة.

## ٢-٢ - النسيج الليبي المتموت Necrotic Pulp Tissue

يمكن لحالات التمثوت الليبي غير المترافقة بأعراض أن تُعالج بجلسة واحدة، كما في حالة الخراج السنخي السني المزمن، الورم الحبيبي الذروي، فرط تمعدن العظم حول الذروي. بالمقابل عندما يترافق التمثوت الليبي بأعراض حادة، كما في حالة الخراج السنخي السني الحاد، هنا لابد من تدبير الأعراض الحادة وتأخير تحضير وحشو منظومة القناة الجذرية حتى زوال هذه الأعراض وهدوء الحالة.

تُصادف الجراثيم ضمن منظومة القناة الجذرية، في الحالات العفنة، بشكل أغشية ومستعمرات متعايشة ضمن بيئة متكاملة غذائياً بشكل معقد، ضمن القناة الرئيسة والتفاغرات بين القنوية والأقنية الجانبية والإضافية والتشعبات الذروية. انطلاقاً من نمط الانتشار والاستعمار الجرثومي ضمن منظومة

القناة الجذرية، لا تتمكن وسائل التنظيف والتطهير والتشكيل القنوي من القضاء الكامل على الوجود الجرثومي القنوي.

في هذا السياق بيّن Byström A & Sundqvist G عام 1981 أن الجراثيم بشكل عام تمتلك القدرة، في الأقنية التي تم تنظيفها وتشكيلها ولم يتم حشوها في نفس الجلسة، على التكاثر وإعادة استعمار سطوح القناة المحضرة لتصل إلى مستوياتها قبل التحضير وذلك خلال 2-4 أيام فقط.

تعمل معلقات ماءات الكالسيوم Calcium hydroxide المطبقة كضما قنوي مؤقت مضاد للجراثيم في الحالات العفنة، على إكمال مهمة وسائل التطهير والتشكيل الميكانيكي والكيميائي، في القضاء على ما تصل إليه من الزمر الجرثومية أو على الأقل المحافظة على مستوى التطهير القنوي بين جلسات المعالجة من خلال تحييد أو إيقاف النمو والتكاثر الجرثومي. يفيد تطبيق ضمادات ماءات الكالسيوم بين الجلسات في تخفيض أعداد الزمر الجرثومية بشكل جوهري، مقارنة بالحالات العفنة التي عولجت بجلسة واحدة، لاسيما وأن ماءات الكالسيوم تمتلك فعالية مضادة لطيف واسع من الزمر الجرثومية والذيفانات المسؤولة عن الإصابات اللبية. من أهم المتعضيات الدقيقة، شائعة المصادفة في منظومة القناة الجذرية العفنة، التي تبدي مقاومة لتأثير ماءات الكالسيوم نذكر:

- المكورات المعوية البرازية *Enterococcus faecalis*

- فطور المبيضات البيض *Candida albicans*

في هذا السياق تؤدي القنيات العاجية دوراً سلبياً، إذ تغدو ملجأً لإيواء الجراثيم، تنأى بها عن تأثير ماءات الكالسيوم، الأمر الذي يحد من فعاليته المضادة للجراثيم ضمن منظومة القناة الجذرية. بناءً عليه لا يمكن الإدعاء بقدرة ماءات الكالسيوم على القضاء التام على الوجود الجرثومي ضمن منظومة القناة الجذرية.

اقترحت العديد من المركبات بصفتها بدائل عن ماءات الكالسيوم، إلا أن النتائج لم تكن ثابتة مثل:

- هلام الكلورهيكسيدين *Chlorhexidine Gel*

- ماءات الكالسيوم ضمن هلام الكلورهيكسيدين

- معجون مضاد حيوي ثلاثي: *Metronidazole, Minocycline, Ciprofloxacin*

### ٣- معايير صلاحية منظومة القناة الجذرية المحصّرة للحشو

هناك عدد من المتطلبات لا بد من تحقيقها لتأكيد جهازية القناة للحشو القنوي وهي:

- انعدام التسرب الحفافي والتلوث اللعابي الجرثومي العرضي بين الجلسات من خلال تأمين:
  - حفرة وصول لبية خالية تماماً من النسج السنية النخرة.
  - ترميم مؤقت جيد الثخانة كتييم الحواف.
- تحضير قنوي ملائم قياساً وقمعيةً، مستمد من شكل القناة الأصلي، يلبي المتطلبات الميكانيكية والحيوية من خلال تأمين:
  - شكل قنوي: قمعي انسيابي قابل لاستقبال حشوة قناة ثلاثية الأبعاد، كتيمة الحواف، متجانسة الكثافة، عبر إجراءات دكها وتكثيفها في جميع أجزاء القناة.
  - حالة قنوية:
    - جافة: بدون نتوح مصلية أو نز قيجي للنسج حول الذروية.
    - صحية: بدون رائحة نتنة.
- خلو السن من الأعراض والعلامات الموضعية: وتتضمن واحد أو أكثر مما يلي:
  - الألم: العفوي و- أو المثار.
  - القرع الإيجابي: التهاب الرباط.
  - التوذم أو الانتباج.
  - الجس المؤلم.
  - التحريك الإيجابي.
  - وجود فوهة ناسور.
- الزرع الجرثومي: لا يمكن اعتبار تحقيق الزرع الجرثومي السلبي لمحتويات القناة الجذرية شرطاً لازماً وضرورياً لتأكيد جاهزية القناة للحشو بسبب:
  - تعقيد الإجراءات المخبرية.
  - عدم ملائمتها عملياً للمتطلبات السريرية الآنية.
  - عدم القدرة على تحقيق حالة العقامة المطلقة خصوصاً في الحالات العفنة.

#### ٤ - خصائص الفراغ المحضّر لاستقبال حشوة منظومة القناة الجذرية

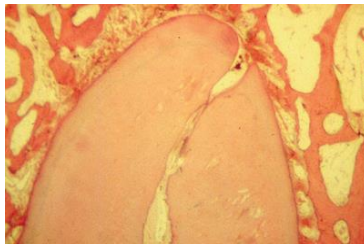
هناك عدد من الاعتبارات لابد من تأكيدها عند رسم ملامح الفراغ القنوي - السرير المستقيل - لحشوة منظومة القناة الجذرية الصحيحة.

#### ٤-١ - الحدود الذروية لحشوة منظومة القناة الجذرية

يجب تعيين موقع الحدود الذروية للتحضير والحشو القنوي لأهميته الجوهرية فيما يتعلق بنسبة نجاح المعالجة اللبية. يمثل الملتقى العاجي الملاطي الحدود الذروية الفارقة للمعالجة اللبية، في هذا السياق لابد من الإشارة إلى الاعتبارات التالية:

- نقطة العلام النسيجية هذه تبقى داخلية لا يمكن معاينتها أو تحديدها سريراً.
- غير ثابتة التوضع بالنسبة لمختلف جدران القناة، فتكون أبعد عن الذروة الشعاعية في الجدران الأنسية مقارنة بالجدران الوحشية بشكل عام.
- يمكن ألا توافق أصغر قطر للقناة الجذرية.

لا تتوضع الثقبية الذروية عند الذروة التشريحية، بل تنحرف عنها بنسب تتفاوت من 76-92 % وبمعدل من 0.6-1 مم (الشكل ٧-٢). وجد Blasković-Subat V وزملاؤه عام 1992 أن المعطيات المخبرية النسيجية يمكن أن تختلف عن المعطيات الشعاعية للتشريح الذروي، فنسبة انحراف الثقبية الذروية عن الذروة التشريحية التي بلغت 76 % نسيجياً، أصبحت 57 % عند مراقبتها شعاعياً.



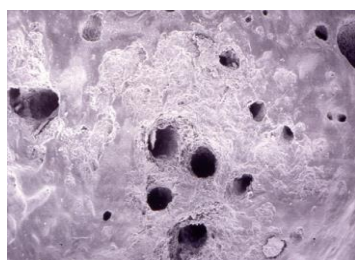
الشكل (٧-٢) : مقطع نسيجي يبين انحراف انفتاح الثقبية الذروية عن ذروة الجذر التشريحية.

عند تحديد الطول العامل لابد من الأخذ بعين الاعتبار امتصاص ذروة الجذر، الذي يصادف في حالات المعالجة العفنة، مرافقاً لامتصاص العظم السنخي حول الذروي، الأمر الذي يؤدي عادة إلى

فقدان التضيق الذروي. انطلاقاً من هذه المعطيات فإن إجراء الحشو القنوي حتى الذروة الشعاعية يعني نسيجياً تجاوز الحشوة للفراغ القنوي واحتياح النسيج حول الذروية.

يمكن أن يتراوح عدد الأقنية الإضافية من 1-16 قناة تتركز في منطقة النهاية الذروية للجذر (الشكل ٧-٣)، يضاف إليها الأقنية الجانبية التي يمكن أن تتواجد في أي مستوى من الجذر خصوصاً في منطقة المفترق في الأسنان متعددة الجذور. لا يمكن ضمان التطهير الكامل أثناء التحضير ومن ثم الحشو الكتيمة المحكم لكامل أجزاء المنظومة القنوية كلما ازداد عدد هذه الأقنية، وبالتالي يمكن لمثل هذه الأقنية أن تكون السبب الحقيقي وراء فشل المعالجة اللبية.

عموماً لا بد من الاستعانة بكافة الوسائل والتقنيات للوصول إلى تنضير وتنظيف وتطهير كافة مكونات منظومة القناة الجذرية، الأمر الذي يضمن حصول انخفاض جوهري في نسبة الوجود الجرثومي قبل تحقيق الحشو القنوي.



الشكل (٧-٣): يبين المجهر الالكتروني الماسح لذروة سن مقلوع وجود ثقب ذروية إضافية عديدة (Cohen, 2016).

لا بد من التأكيد على أن أفضل معدلات النجاح وجدت في حالات المعالجة اللبية التي تم فيها تحديد الطول العامل، الذي يتوقف ذروباً قبل الذروة العيانية - التشريحية - الشعاعية بمقدار 0.5-1 مم وسطياً، ومن ثم الالتزام به في كافة مراحل المعالجة اللبية.

تم التوصل إلى هذا المعدل الوسطي على أساس إحصائي توافقي، لا يستند إلى خصائص تشريحية محددة نظراً لتغير التشريح الذروي الكبير ليس فقط بين أشكال الأسنان، بل بين نفس شكل الأسنان عند تعرضها لعوامل وظيفية ومرضية وعمرية وعرقية مختلفة.

في هذا السياق وجد Sjögren وزملاؤه عام 1990 أن معدلات شفاء النسج حول الذروية بعد المعالجة اللبية للحالات العفنة كان كما يلي:

- 94%: عند توقف الحدود الذروية لحشوة القناة قبل 2 مم وسطياً من الذروة التشريحية.
- 76%: عند تجاوز حشوة القناة للذروة التشريحية للجذر.
- 68%: عند توقف الحدود الذروية لحشوة القناة على مسافة أبعد من 2 مم من الذروة التشريحية للجذر.

يؤثر تجاوز حشوة القناة لذروة الجذر بشكل جوهري على نتائج المعالجة اللبية سواء الأولية أو الثانوية (إعادة المعالجة)، هذه الآثار السلبية يمكن أن تظهر بشكل متأخر بعد عدة أشهر نتيجة تعرض السن للقوى الإطباقية الدورية، التي تؤدي إلى تفاقم آثار قوى الدك والتكثيف الرضاة التي أدت أصلاً إلى تجاوز الأقماع الحاشية، ويمكن أن تكون قد سببت نشوء صدوع مجهرية خفية في السطوح العاجية.

إن تقاطع معطيات الصورة الشعاعية الذروية والتحديد الالكتروني والمحاكمة السريرية السليمة يجعل من تحديد نقطة التوقف الذروية أقرب ما يمكن إلى الحقيقة. يستند قرار الطبيب بتعيين الحدود الذروية للتحضير والحشو القنوي عموماً إلى:

- المعرفة الأساسية بالتشريح القنوي الذروي.
- إحساس اللمس الأصبعي بالتضييق الذروي.
- قراءة وتفسير معطيات الصور الشعاعية.
- التحديد الالكتروني للنهاية الذروية.
- الإدماء الذروي لنسج ماحول الذروة.
- إحساس الألم عند المريض نتيجة التجاوز الذروي الذي يغيب عند التخدير أو في الحالات العفنة المترافقة بآفة ذروية.

#### ٤-٢- حالة جدران القناة الجذرية المحضرة

تتراكم بقايا اللب العضوية والبقايا اللاعضوية للبرادة العاجية على جدران القناة خلال عملية تنظيف وتشكيل منظومة القناة الجذرية، ما يؤدي إلى نشوء طبقة اللطاخة Smear layer (الشكل ٧-٤).

#### سمات طبقة اللطاخة ضمن منظومة القناة الجذرية

- مكونة من جزيئات غير منتظمة الشكل.
- تشكل طبقة سطحية تتراوح ثخانتها  $1-5 \mu m$
- تكون ملوثة بالجراثيم وظيفاناً في حالات المعالجة اللبية العفنة
- يمكن أن تندخل ضمن فوهات القنيات العاجية وتمتد عمقاً لمسافة  $10 - 150 \mu m$ .
- تؤدي خاصية الأنابيب الشعرية وحركية السوائل دوراً هاماً في اندخال هذه الطبقة ضمن القنيات العاجية.

#### دور طبقة اللطاخة ضمن منظومة القناة الجذرية

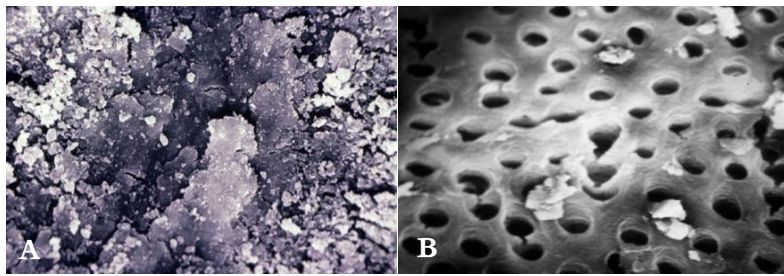
- لا تشكل حاجزاً فيزيائياً ثابتاً أو كتيماً في وجه اندخال الجراثيم ضمن القنيات العاجية.
- تؤمن المكونات العضوية لطبقة اللطاخة مصدراً هاماً لنمو الجراثيم المتدخله ضمن القنيات العاجية.
- تعيق انسياب وتدفق وفعالية سوائل الإرواء في تحقيق التطهير المطلوب لمختلف أجزاء القناة.
- تعيق ترطيب وانسياب الاسمنت الحاشي على الجدران العاجية المحضرة.
- تحفّض إن لم تمنع كلياً اندخال الاسمنت الحاشي ضمن القنيات العاجية. لذلك تفيد إزالتها قبل الحشو القنوي في تحسين الختم وتخفيض معدل التسرب الحفافي بين حشوة القناة والجدران العاجية.
- تمنع انسياب وتغلغل الكوتابيركا المليئة ضمن القنيات العاجية عند استخدام تقنيات الحشو بالتلدين الحراري.



- تتفكك وتنحل بشكل بطيء حول مواد الحشو غير المكثفة بشكل محكم نتيجة التسرب الحفافي، وتحت تأثير نواتج استقلاب الجراثيم كالحموض والأنزيمات، تاركة فراغات ومسامات ضمن بنية الحشوة، مما يؤدي إلى تفاقم ظاهرة التسرب والتلوث الجرثومي.

#### إزالة طبقة اللطاخة ضمن منظومة القناة الجذرية

تعزز إزالة طبقة اللطاخة انسياب مواد الحشو القنوية واندخالها ضمن القنيات العاجية وارتباطها بالجدران العاجية للقناة (الشكل ٧-٤).



الشكل (٧-٤): يبين المجهر الإلكتروني (A): جدار قنوي محضر حيث تغطي طبقة اللطاخة القنيات العاجية، (B): جدار القناة بعد إزالة طبقة اللطاخة باستخدام EDTA (17%) و NaOCl (5.25%).

تُزال طبقة اللطاخة بعد الانتهاء من إجراءات التنظيف والتشكيل القنوي باستخدام:

- العوامل الخالبة Chelators: مثل محلول EDTA (17%) لإزالة المكونات اللاعضوية.
- وهيبوكلوريت الصوديوم NaOCl (5.25%): لإزالة المكونات العضوية المتبقية.

يمكن إزالة طبقة اللطاخة باستخدام حمض السيتريك Citric acid أو التتراسيكلين Tetracycline.

#### خصائص المادة الخالبة للعاج EDTA

أدخل Nygaard-Østby العوامل الخالبة في مجال المداواة اللبية لأول مرة عام 1957 لتدبير الأقفنة الجذرية الضيقة المتكلسة. يستخدم محلول EDTA بشكل شائع في المداواة اللبية، ويتوفر بشكل سائل أو هلام، بتركيز يتراوح بين 15% - 17%. يُضاف عنصر منظف Detergent عادة للسائل لتخفيض التوتر السطحي ورفع الفعالية المنظفة وتعزيز الفعالية القاتلة للجراثيم. ترتبط فعالية مركب EDTA بعدة عوامل من أهمها:

- تركيز المركب.
- قوام المركب.
- درجة ال pH .
- فترة التطبيق.
- مساحة سطح التماس.

تكفي فترة تطبيق من 1-5 دقائق لإزالة طبقة اللطاخة نظراً لارتفاع نسبة مكوناتها اللاعضوية وارتفاع نسبة السطح/الكتلة. لا يؤدي تطبيق EDTA إلى زوال طبقة اللطاخة فحسب، بل يساهم في توسع القنوات العاجية نتيجة انحساف الأملاح المعدنية Demineralization بشكل انتقائي للعاج حول القنيوي Peritubular، ما يؤدي إلى زيادة نفوذية سطح العاج وارتفاع إمكانية تحقيق الختم الحفافي.

تؤدي زيادة فترة تطبيق EDTA إلى تآكل العاج الجذري بسبب الإزالة المفرطة للعاج حول القنيوي وداخل القنيوي Intratubular خصوصاً عند التطبيق المتأزر مع NaOCl، وهذا يرتبط بمدة التطبيق والتراكيز المستخدمة. يوصى بالتطبيق المتأزر EDTA مع NaOCl بشكل مدروس بهدف تعزيز التأثير المزيل لطبقة اللطاخة والمضاد للوجود الجرثومي. لوحظ حصول خسف غير ردود للأملاح المعدنية للعظم حول الذروي عند التجاوز الذروي إضافة للاضطرابات المناعية العصبية الموضعية. لابد من تجنب التطبيق العنيف المفرط والمديد لمركبات NaOCl و EDTA أثناء الاستخدام السريري.

يتوفر حديثاً العديد من سوائل الإرواء التي تمتاز بخسف كالسيوم الجزء اللاعضوي لطبقة اللطاخة ما يسهل إزالتها، إضافة إلى فعالية مضادة للجراثيم مثل BioPure MTAD و QMix 2in1. تتصف العوامل الخالبة والحموض بأنها أكثر فعالية في الثلث التاجي والمتوسط مقارنة بالثلث الذروي للقناة الجذرية، وربما يعود هذا التفاوت إلى عدة عوامل من أهمها:

- انخفاض أبعاد القناة في المنطقة الذروية.
- تركيب العاج الثانوي غير المنتظم.
- ارتفاع نسبة الأقية الإضافية.
- امتداد محتمل لنسيج شبيه بالملاط انطلاقاً من حواف الثقبية الذروية نحو الداخل ليغطي جدران القناة في المنطقة الذروية.

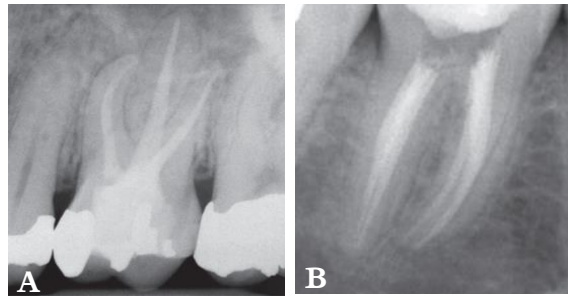
يُشكّل ارتفاع نسبة التغيرات البنيوية لحدران المنطقة الذروية للقناة تحدياً جدياً تجاه إجراءات الحشو، يتطلب عناية خاصة لتأمين الانسياب والتدفق أو الارتباط الملائم للاسمنت والمواد الحاشية في سبيل الحصول على الختم الكتيمة للمنطقة الذروية للقناة.

## ٥- مواد حشو منظومة القناة الجذرية Root Canal System Obturation Materials

### ٥-١- الاعتبارات العامة

يتوفر العديد من مواد حشو الفراغ القنوي المحضّر، وتعتمد تقنيات ومواد الحشو على وجود جزء مركزي Core واسمنت حاشٍ Sealer للإفادة من خصائص كل منهما في تحقيق الختم الكتيمة لكافة أجزاء منظومة القناة الجذرية. يقوم الاسمنت الحاشي، رغم انخفاض نسبته مقارنة بالأقماع الحاشية ضمن تركيب حشوة القناة، بدور محوري في تحقيق وتعزيز الختم المجهري لأجزاء منظومة القناة الجذرية المحضرة. يُمنع وجود عناصر مخرشة أو سامة أو مسرطنة ضمن تركيب المواد الحاشية للقناة مثل: Paraformaldehyde. يعتمد تقييم مواصفات الحشو القنوي على المعطيات الشعاعية من حيث (الشكل ٧-٥):

- الحدود الذروية للحشو.
- القمعية الانسيابية.
- الكثافة المتجانسة.
- الحدود التاجية للحشو: الملتقى المينائي الملاطي للأسنان الأمامية وفوهة القناة للأسنان للخلفية
- ترميم نهائي ملائم: من حيث الكثافة والحواف الكتيمة والتمادي مع سطوح السن الخارجية



الشكل (٧-٥): صور شعاعية لمراقبة جودة حشو الأجزاء الأولى العلوية (A) والسفلية (B)، ويظهر طول الحشوة الصحيح، القمعية الانسيابية، الكثافة المتجانسة، الانتهاء عند فوهات القناة، الترميم النهائي الصحيح.

رغم صعوبة تشريح منظومة القناة الجذرية خصوصاً في الأسنان متعددة الجذور، إلا أن حشوة القناة لابد أن تعكس الشكل الأصلي لهذا التشريح القنوي. يمكن لبعض الأخطاء الإجرائية أثناء التحضير القنوي، مثل فقدان الطول العامل، تشكل الدرجة، انتقال الذروة، انتقاب الذروة، الانتقاب الشريطي، انكسار الأدوات، ألا تكون قابلة للتصحيح والتدبير، بالمقابل تكون أغلب أخطاء الحشو القنوي، مثل الامتداد الذروي غير الملائم، الكثافة غير المتجانسة (الفراغات)، قابلة للتصحيح.

عند تقييم جودة حشوة منظومة القناة الجذرية لابد من التركيز على كثافة الجزء الذروي بشكل خاص. يمكن للثلث الذروي من القناة أن يكون مملوءاً بالاسمنت الحاشي فقط أو بالاسمنت الحاشي مع قمع كوتابيركا رئيس وحيد "حجول" يبدو بمظهر شعاعي مقبول، إلا أنه يفتقد في الحقيقة للختم الحفافي المطلوب. عموماً يبدو الثلث الذروي للجذر أقل كثافة مقارنة بالثلثين المتوسط والتاجي من الناحية الشعاعية.

تتفاوت الاسمنتات الحاشية من حيث الظلالية الشعاعية تبعاً لنسبة وجود جزيئات الفضة أو سلفات الباريوم التي تعزز الظلالية الشعاعية. تمكنا الظلالية الشعاعية من رؤية تفاصيل تشريحية خفية للمنظومة القنوية مثل الأقنية الجانبية والتفاغات بين القنوية، إلا أنها لا تحسّن خصائص انسياب وختم هذه الاسمنتات ولا ترفع نوعية وجودة الحشو القنوي بأي حال من الأحوال.

إذاً يمكن لبعض العناصر المضافة إلى تركيب الاسمنت أن تضيفي عليه ظلالية رائعة، فتعطي انطباعاً زائفاً بأن القناة جيدة الحشو والتكثيف، وتخفي حقيقة وجود فراغات ضمن بنية الحشوة. يجب أن يبقى تحقيق المظهر الظليل المتألق لحشوة منظومة القناة الجذرية أمراً ثانوياً بالمقارنة مع تحقيق متطلبات التنظيف والتشكيل القنوي الحيوية والميكانيكية اللازمة والضرورية لإنجاز الحشو الكثيف والكتيم والمتجانس فعلياً في كافة أجزاء منظومة القناة الجذرية.

رغم أن تقييم جودة الحشو القنوي تعتمد على المعطيات الشعاعية، إلا أنه من غير الضروري للاسمنت الحاشي للقناة أن يكون مرتفع الظلالية الشعاعية ليكون مرتفع الكفاءة.

## ٥-٢- الاسمنتات الحاشية Sealers لمنظومة القناة الجذرية

**الخصائص المثالية:** حدد العالم **Grossman** خصائص الاسمنت الحاشي المثالية كما يلي:

- سيال عند المزج ليؤمن تدفق وترطيب جيد ومن ثم ارتباط ملائم إلى جدران القناة.
  - يؤمن ختم كتيمة عند تصلبه.
  - ظليل على الأشعة ما يمكن من رؤيته بدقة.
  - يتألف من جزئيات دقيقة جداً قابلة للمزج بسهولة مع السائل.
  - لا يبدي تغيراً في الأبعاد عند التصلب.
  - لا يسبب تلون النسيج السنية.
  - كايح لنمو الجراثيم أو لا يشجع على نموها على الأقل.
  - يتمتع بزمان تصلب مديد.
  - غير قابل للانحلال في السوائل النسيجية.
  - متقبل نسيجياً: لا يبدي أي تخريش تجاه النسيج حول السنية
  - قابل للانحلال في المحلات الشائعة: عند إزالة حشوة القناة في حال الضرورة.
- الجدير بالذكر أنه لا يتوفر أي اسمنت حاشٍ للقناة الجذرية يحقق كافة المواصفات آنفة الذكر، لذلك لابد للاسمنت الحاشي لمنظومة القناة الجذرية أن يحقق الخصائص التقنية والحيوية الأساسية التي تؤهله للاستخدام البشري ومن أهمها:

### الخصائص التقنية:

- تزليق الأقماع الحاشية وتسهيل تطبيقها خلال إجراءات التكثيف.
- ملء الشذوذات والتفاغرات والأقنية الجانبية والإضافية لمنظومة القناة الجذرية بسهولة.
- تحقيق الختم الكتيمة بين جدران القناة والقمع الحاشي الرئيس والأقماع الثانوية.
- زمن العمل والتصلب الملائم.

## الخصائص الحيوية:

- التقبل والتحمل الحيوي من قبل النسيج حول الذروية: تظهر جميع الاسمنتات درجة معينة من السمية بعد مزجها مباشرة، إلا أنها تنخفض بشكل كبير بعد التصلب.
- قابلية الامتصاص عند تماسه مع النسيج والسوائل النسيجية: يبدو أن التندب والشفاء النسيجي لا يتأثر بوجود أغلب الاسمنتات الحاشية، الأمر الذي يعني عدم تأثير نتائج تحلل الاسمنت على عملية الشفاء مع مرور الوقت. بالمقابل يمكن لنتائج تحلل الاسمنت الحاشي أن تؤثر سلباً على القدرة التجديدية للخلايا غير المتميزة للرباط حول السني (Granchi وزملاؤه، 1995)، ما يشير إلى ضرورة تجنب تجاوز الاسمنت الحاشي وتماسه مع النسيج حول الذروية ما أمكن عند إجراء الحشو القنوي.

## تركيب الإسمنتات الحاشية لمنظومة القناة الجذرية

تعتمد الاسمنتات الحاشية الشائعة في تركيبها على أحد المركبات التالية:

- أكسيد الزنك والأوجينول.
  - ماءات الكالسيوم.
  - الاسمنت الزجاجي الشاردي.
  - الاسمنت الراتنجي: الايبوكسي والميتاكريلاي.
  - الاسمنت السيليكوني.
  - اسمنت سيليكات الكالسيوم - MTA.
- لا يمكن الادعاء بتفوق نوع معين من هذه الاسمنتات على آخر بشكل علمي مدروس وموثق، فلكل منها محاسن ومساوئ، وتعمل الشركات المصنعة على تطويرها وتحسين أدائها بشكل مستمر.

## إسمنت أكسيد الزنك والأوجينول Zinc Oxide & Eugenol

### الخصائص العامة

يتصف بتاريخ عريق من الاستخدام الناجح على مدى عقود طويلة نتيجة خصائصه المميزة، ومن أهمها:

- الانحلالية وقابلية الامتصاص من قبل النسيج حول الذرورية عند حصول التجاوز الذروي.
- زمن العمل والتصلب المديد.
- انخفاض نسبة التقلص التصليبي.
- عدم تلوين النسيج السنية.
- يدي فعالية مضادة للجراثيم معتبرة.

### التركيب

استُعمل لأول مرة ضمن تركيب حشوة القناة من قبل Dixon & Rickert عام 1933، يتكون من مسحوق وسائل. يتضمن المسحوق جزيئات الفضة لتأمين الظلالية الشعاعية، لذلك يمكن إظهار الأقبية الجانبية والإضافية عند تغلغل الإسمنت فيهما، بالمقابل لا بد من إزالة بقايا الاسمنت من الحجرة اللبية بشكل كامل لتجنب تلون النسيج السنية. قام Grossman عام 1958 بتعديل تركيب الاسمنت ليتوصل إلى صيغة لا تلون النسيج السنية كما هو مبين في الجدول (٧-١):

| المسحوق                  | الوسائل |
|--------------------------|---------|
| Zinc oxide               | 42 جزء  |
| Staybelite resin         | 27 جزء  |
| Bismuth subcarbonate     | 15 جزء  |
| Barium sulfate           | 15 جزء  |
| Sodium borate, anhydrous | 1 جزء   |

الجدول (٧-١): يبين تركيب اسمنت أكسيد الزنك والأوجينول لحشو القناة الجذرية المقترح من قبل Grossman عام 1958.

توجد هذه الصيغة حالياً في Roth's Sealer و Tubli-Seal وتتوفر بشكل معجونين: أساس ومسرّع ملائم للمزج ويبدى زمن تصلب أسرع من الشكل التقليدي: مسحوق وسائل.

تعمل كل شركة على إضفاء خصائص مميزة لمنتجاتها فمثلاً:

- Tubli-Seal (SybronEndo): يتمتع بزمن عمل مطوّل.
- Wach's Sealer (Balas Dental, Chicago, Illinois): يتضمن في تركيبه بلسم كندا الذي يؤمن اللزوجة الملائمة، مايساهم في تليين الكوتابيركا إلى كتلة أكثر تجانساً عند إجراء التكثيف الجاني.

### الارتكاسات الحيوية

تبدي اسمنتات أكسيد الزنك والأوجينول قدرة تحريشية نسيجية وسمية خلوية واضحة في المزارع الخلوية *Ex vivo*، رغم ذلك فقد ثبتت فوائدها السريرية عبر الأبحاث المجراة على العضوية الحية *In vivo* (حيوان التجربة) إضافة إلى الدراسات السريرية التراجعية Retrospective عند الإنسان.

يمكن أن يعود عدم التوافق مابين الدراسات المخبرية والسريرية فيما يتعلق بالسمية الخلوية للمادة إلى:

- كون أغلب أنظمة الزرع الخلوي مكونة من نوع واحد من الخلايا متحدرة غالباً من سلالة خلوية واحدة Monoclonal يمكن ألا تبدي أنماط التواصل بين الخلوية بشكل طبيعي، ما يمكن أن يؤثر سلباً على قدرة التحمل الخلوية العامة.
- بيئة الزرع الخلوي المخبرية ليست مستقرة، ولا تتوفر آلية ثابتة لإزالة العناصر السمية، كما هو الحال في الظروف الخلوية النسيجية للعضوية الحية.

بالمقابل يتمتع جسم الإنسان بنظام لمفاوي وآليات دفاعية على مستوى النسيج حول الذروية، تقوم بها الكريات البيضاء متعددة النوى والخلايا البلاسمية والبالعات، التي تؤمن ارتشاف العناصر السامة. هذه الآلية لا توجد في أطباق الزرع الخلوي، وهذا يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار عند تفسير نتائج أبحاث السمية الخلوية المعتمدة على المزارع الخلوية.



## إسمنتات ماءات الكالسيوم Calcium Hydroxide

### الخصائص العامة

طورت اسمنتات ماءات الكالسيوم للحصول على فعالية علاجية إضافة إلى كونها مادة حاشية. تبدي هذه الاسمنتات فعالية مضادة للجراثيم وكمون مولد للعظم والملاط، إلا أن هذه الخصائص تتأثر سلباً نتيجة انخفاض درجة pH المرتفعة مع مرور الوقت، ما يجعل النتائج غير ثابتة التكرارية. لابد من تحقق خاصية انحلال ماءات الكالسيوم لتأمين الفعالية اللازمة وهذا لا يتوافق مع متطلبات الاسمنت الحاشي.

### التركيب

يمكن أن يختلف تركيب هذه الاسمنتات باختلاف الشركة المصنّعة وسنورد بعض الأمثلة.

#### (SybronEndo) Sealapex

يتألف من معجونين: أساس ومسرع

الأساس: يتكون من:

- Zinc oxide
- Calcium hydroxide
- Butyl benzene
- Sulfonamide
- Zinc stearate

المسرّع: يتكون من:

- Barium sulfate
- Titanium dioxide
- Resin
- Isobutyl salicylate
- Aerosol R972

## (Ivoclar Vivadent) **Apexit – Apexit Plus**

يتألف من معجونين: أساس ومنشط

الأساس: يتكون من:

- Calcium hydroxide
- Hydrated colophonium
- Resin fillers

المنشط: يتكون من:

- Disalicylate
- Bismuth hydroxide
- Bismuth carbonate
- Fillers

## إسمنتات الزجاج الشاردي **Glass Ionomer Sealers**

### الخصائص العامة

السبب الرئيس الذي شجع على استخدامه في الحشو القنوي قدرته على الارتباط الكيميائي مع العاج. يبدي قدرة ضعيفة مضادة للجراثيم. من المركبات المتوفرة حالياً Ketac-Endo (3M ESPE). لابد من الإشارة إلى صعوبة تكييف جدران القناة العاجية في الثلث الذروي والمتوسط لاستقبال الاسمنت الحاشي الزجاجي الشاردي. يتطلب إزالة هذا الاسمنت، في حالات إعادة المعالجة اللبية، جهود مضنية والنتائج غير مضمونة.

### إسمنت **Activ GP** (Brasseler, USA)

يستخدم مع قمع كوتايركا مغطى بطبقة خارجية من الزجاج الشاردي. تتوفر الأقماح باستدقاق: 0.04 و 0.06 وقد ضبط القياس بدقة باستخدام الليزر (الشكل ٧-٦). يؤمن الاسمنت ارتباط جدران القناة العاجية مع السطوح المغطاة للقمع المفرد ما يحقق مبدأ الكتلة الواحدة Monoblock.



الشكل (٦-٧): يبين أقماع الكوتابيركا المغطاة بالزجاج الشاردي والاسمنت المرفق Activ GP

## الإسمنتات الراتنجية Resin Sealers

### الخصائص العامة

تتميز بقدرتها على تأمين الارتباط الميكانيكي المجهرى مع الجدران العاجية، ولا تحتوي في تركيبها على الأوجينول. يتوفر صنفين رئيسيين: إسمنتات راتنج الايبوكسي و راتنج الميتاكريلات

### إسمنتات راتنج الايبوكسي Epoxy Resin Sealers

تتمتع بزمان عمل مديد، يصل حتى 4 ساعات.

**AH-26** (DENTSPLY, Germany)

إسمنت بطيء التصلب يحرق الفورم ألدهيد عند التصلب.

**AH Plus** (DENTSPLY, Germany)

صيغة معدلة للإسمنت AH-26 لا يحرق الفورم ألدهيد عند التصلب (الشكل ٧-٧).



الشكل (٧-٧): يبين عبوتي الاسمنت الحاشي للأقنية الجذرية AH Plus

## التركيب

يتألف من معجونين: الايبوكسي والأمين

- **الايوكسي**: يتكون بشكل رئيس من:

○ Bisphenol A diglycidyl ether : diepoxide

○ Fillers

- **الأمين**: يتكون بشكل رئيس من:

○ Primary monoamine

○ Secondary diamine

○ Dissecondary diamine

○ Silicone oil

○ Fillers

إسمنتات راتنج الميثاكريلات Methacrylate Resin Sealers

يوجد 4 أجيال من الاسمنتات الحاشية للقناة ذات الأساس الراتنجي الميثاكريلاتي.

## الجيل الأول

الإسمنتات الحبة للرطوبة **Hydrophilic** مثل **Hydron** (Hydron Technologies). ظهرت في منتصف سبعينيات القرن العشرين عندما كان مفهوم الارتباط إلى العاج في بدايته. المكون الرئيس هو Poly HEMA (2-hydroxyethyl methacrylate) الذي يحقن ضمن القناة ومن ثم يصلب في مكانه دون استعمال مواد حاشية إضافية. تم العزوف عن استخدام هذا الجيل في ثمانينات القرن العشرين عندما وُجد أن النتائج السريرية لم تكن مقبولة.

جرت محاولات لاستخدام الراتنج المركب منخفض اللزوجة والعناصر الرابطة للعاج لحشو القناة اللبية. فقد قام Leonard وزملاؤه عام 1996 لأول مرة بإثبات تشكل الطبقة الهجينة على سطح العاج الجذري من خلال تطبيق:

- تقنية التخريش باستخدام (Citric acid–Ferric chloride بنسبة 10/3) ثم الغسل

- الإسمنت الراتنجي اللصاق C&B-Metabond الذي يستخدم عادة لإلصاق الترميمات غير المباشرة والأجهزة التعويضية.

بعد ذلك توفرت الاسمنتات الحاشية للقناة اللبية الراتنجية الميتاكريلاتية منخفضة اللزوجة نتيجة تطور تقنيات تطبيق الاسمنت الراتنجي بالاعتماد على المبدئ الذاتي، المخرش الذاتي، اللاصق الذاتي، مساهم في تحقيق خاصية الكتلة الواحدة Monoblock ضمن الفراغ الليي المحضّر. يشير هذا المصطلح إلى سيناريو مثالي يغدو فيه الفراغ الليي مملوءاً بشكل كامل بكتلة متماسكة خالية من الفراغات والفجوات، تتضمن سطوح تماس متعددة ومواد مختلفة الطبيعة والتركيب، مايؤدي إلى تحسن جودة الختم القنوي وارتفاع مقاومة الانكسار لحدران القناة اللبية المحشوة.

### الجيل الثاني

الإسمنتات المحبة للرطوبة التي لا تتطلب التخريش ولا تعتمد على استخدام مواد الربط العاجي. تمتاز هذه الإسمنتات بقدرة الانسياب العالية التي تمكنها من التغلغل ضمن الأقنية الإضافية والتقنيات العاجية لتشكيل الأعمدة الراتنجية Resin Tag التي تساهم في التثبيت والختم الفعال بعد إزالة طبقة اللطاخة باستخدام NaOCl و EDTA.

### الإسمنت الحاشي للقناة EndoREZ (Ultradent, Utah)

إسمنت حاشي ميتاكريلاتي، ثنائي التصلب، ظليل على الأشعة، قادر على التغلغل ضمن القنيات العاجية وتشكيل أعمدة راتنجية طويلة. يتضمن في تركيبه:

- Diurethane dimethacrylate غير الحامضية.
- Triethyleneglycol dimethacrylate: ما يجعله محباً للرطوبة وبالتالي يمكن تطبيقه في بيئة رطبة لمنظومة القناة الجذرية.

وُجد أن الإسمنت يقوم بعمله بشكل أفضل عند تطبيقه على العاج الجذري الرطب بشكل طفيف. يوصى باستخدام الاسمنت الحاشي EndoREZ سواء مع أقماع الكوتابيركا التقليدية أو مع أقماع EndoREZ الخاصة (أقماع كوتابيركا مغطاة بالراتنج).

## الجيل الثالث

إسمنتات حاشية للقناة راتنجية الطبيعة ثنائية التصلب Dual-cured تعتمد على المبدئات ذاتية التخریش Self-etching لتحقيق الارتباط مع العاج. تشبه مواد الارتباط All-in-one المستخدمة في المداواة الترميمية حيث تتوفر بنظام العبوة الواحدة Single-bottle. تتعایش المبدئات ذاتية التخریش مع وجود طبقة اللطاخة بين الإسمنت الحاشي و سطح العاج. هذا الأمر انعكس إيجاباً من حيث تخفيض حساسية تقنية الارتباط لإجراءات التطبيق، فقد استمرت فعاليتها مع وجود طبقة اللطاخة بشكل غير مقصود في الثلث الذروي من القناة المحضرة.

أصبحت هذه التقنية شائعة الاستخدام بعد إدخال أقماع Resilon (LLC, Madison,) القابلة للتلدین الحراري والتي تعتمد في تركيبها على Polycaprolactone الذي يحتوي على Dimethacrylate.

### الإسمنت الحاشي RealSeal (SybronEndo)

التركيب: يتألف من:

- Bisphenol-A-glycidyl dimethacrylate (BisGMA)
  - Ethoxylated BisGMA
  - Urethane dimethacrylate (UDMA)
  - Calcium hydroxide methacrylate المحبة للرطوبة مع
  - Barium sulfate
  - Barium glass
  - Bismuth oxychloride
  - Silica
  - محل راتنجي Ethoxylated bisphenol-A-dimethacrylate (EBPADMA)
- يعمل على معايرة لزوجة الإسمنت الحاشي مثل ( RealSeal Thinning Resin, SybronEndo).

## تركيب المبدئات ذاتية التخریش:

- وحيادات تماثر حامضية وظيفية (AMPS) 2-methyl-propanesulfonic acid
- 2-acrylamido-
- ماء لتشريد وحيادات التماثر الحامضية.
- مسرع ذاتي التصلب.

يمكن إيجاز مراحل التطبيق العملية كما يلي:

- تطبيق المبدئ الحامضي على العاج فيخترق طبقة اللطاخة ويخسف طبقة العاج السطحية.
- تجفيف المبدئ الحامضي بتيار هواء لطيف لإزالة الحامل الطيَّار.
- تطبيق الاسمنت: راتنج مركب سيال، مملوء بشكل خفيف، ثنائي التصلب.
- تطبيق الضوء لإثارة التصليب الضوئي وعند الانتهاء سيستكمل الاسمنت تصلبه كيميائياً.

## الجيل الرابع

إسمنت راتنجي يعتمد على الالتصاق الذاتي Self-adhesive لتسهيل وتبسيط إجراءات الارتباط.

## الإسمنت الحاشي MetaSEAL (SybronEndo)

أول إسمنت راتنجي ثنائي التصلب، قابل للارتباط الذاتي مع سطوح العاج لأنه يحتوي في تركيبه مبدئات ارتباط تعتمد على وحيادات تماثر راتنجية حامضية مثل (4-META). يجمع المخرش والمبدئ والاسمنت الحاشي في مرحلة واحدة سواء في نظام ذاتي التخریش أو ذاتي الارتباط، ما يخفف وقت التطبيق ويقلل الأخطاء التي يمكن أن تحدث مع خطوات الارتباط المنفصلة. تجعل وحيادات التماثر الراتنجية الحامضية مثل (4-META) 4-methacryloyloxyethyl trimellitate anhydride الاسمنت ذاتي التخریش وذو طبيعة محبة للرطوبة، ويشجع انتشار وحيادات التماثر ضمن طبقة العاج السطحية لتشكيل الطبقة الهجينة بعد حصول التماثر. يرتبط الاسمنت إلى الأقماع الحاشية للقناة من جهة وعاج القناة من جهة أخرى من خلال تشكيل طبقات هجينة من الجانبين.

يستخدم مع أقماع Resilon أو Gutta percha في تقنيات الحشو القنوي بالقمع المفرد أو بالتكثيف الجانبي أو العمودي المعتمد على التلدين الحراري.

التركيب: يتكون من مسحوق وسائل

الوسائل: يتضمن

4-META -

HEMA -

- وحيدات التماثر الميتاكريلاتية ثنائية الوظيفة

المسحوق: يتضمن

- مبدئات محبة للرطوبة

- مالئات:

○ كروية ظليلة على الأشعة: Zirconium oxide

○ نانومترية: Silica

الإسمنت الحاشي RealSeal SE

ثنائي التصلب، مبسّط يعتمد على وحيدات التماثر الراتنجية الحامضية مثل 4-META.

التركيب:

EBPADMA -

HEMA -

BisGMA -

Benzoyl peroxide -

Tertiary amine -

Photoinitiators -

Silica -

- Silane-treated barium borosilicate glass



Bismuth oxychloride -

Ca-Al-F silicate -

Tricalcium phosphate -

### الإسمنتات الحاشية السيليكونية **Silicone Sealers**

تتكون من Polydimethylsiloxane بشكل أساسي الذي يمتاز بالتمدد الطفيف عند التصلب.

إسمنت RoekoSeal (Coltène/Whaledent)

يتوفر بشكل كبسولات قابلة للحقن مكونة من:

Polydimethylsiloxane -

- قوالب سيالة باردة من الكوتابيركا GuttaFlows

تؤمن المادة زمن عمل يبلغ 15 دقيقة وزمن تصلب من 25-30 دقيقة يمكن أن يمتد أكثر من ذلك متأثراً بإرواء القناة بهيوكلوريت الصوديوم. تتمتع بالانسيابية الكافية للملئ كافة شذوذات القناة بشكل جيد. تبدي قدرة ختم وتقبل حيوي جيد. بعد حقن المادة ضمن القناة، يطبق القمع الحاشي المفرد.

### إسمنتات سيليكات الكالسيوم **Calcium Silicate Sealers** - إسمنتات **MTA**

#### الخصائص العامة

صنف جديد من الإسمنتات الحاشية للقناة، يعتمد في تركيبه على Mineral Trioxide Aggregate (MTA)، التي تتكون بشكل رئيس من السيليكات ثلاثية الكالسيوم وهو مسحوق مائي التصلب يستخدم في استطببات مختلفة منها:

- التغطية اللبية المباشرة.
- تدبير الانثقابات العنقية والجذرية وانثقابات مفترق الجذور.
- تأمين ختم ذروي في حالات المعالجة اللبية للأسنان غير مكتملة الذرا.
- الختم الراجع بعد إجراء قطع الذروة.

يبدى الإسمنت خصائص محبة للرطوبة وفعالية ختم عالية وتقبل حيوي مميز. تتشابه اسمنتات السليكات مع اسمنت Portland من حيث احتوائها بعض المكونات المائية خصوصاً السليكات ثنائية وثلاثية الكالسيوم. يعود استخدام مواد سيليكات الكالسيوم المائية في طب الأسنان للعام 1878 حيث قام Witte باستخدام هذه المادة لحشو القناة الجذرية، إلا أنها لم تصبح شائعة حتى تسعينيات القرن العشرين عندما أصبحت تطبق باسم MTA.

## التركيب

يتضمن المسحوق بشكل أساسي:

- Tricalcium silicate
- Dicalcium silicate
- Bismuth oxide : لتأمين الظلالية الشعاعية

يسبب أكسيد البزموت اصطباغ العاج في تاج السن حيث يصبح:

- بنياً: عند استخدام NaOCl
- رمادياً: عند استخدام Chlorhexidine
- أسوداً: عند استخدام Glutaraldehyde

استُبدل العنصر الذي يؤمن الظلالية الشعاعية بسبب تلوينه للنسج السنية ليصبح في المنتجات الحديثة:

- Zirconia dioxide (Zirconia)
- أو Tantalum oxide

تضيف بعض الشركات مركبات إضافية مثل:

- Tricalcium aluminate
- Calcium sulfate
- Calcium carbonate
- Tetracalcium aluminoferrite

## تفاعل التصلب

يبدأ تفاعل التصلب عند المزج مع الماء فيشكل مزيجاً ذو قلوية عالية (  $\text{pH}=12$  ) مؤلفاً من قالب صلب من جزيئات سيليكات الكالسيوم المائية وماءات الكالسيوم التي تتجمع على سطوحها وتقوم بترطيبها تدريجياً. تتمدد أبعاد سيليكات الكالسيوم الثلاثية عند التصلب بنسبة لا تتجاوز 0.1 % وهذه خاصية هامة في حقل مداواة الأسنان اللبية.

زمن التصلب: البدئي: 165 دقيقة - النهائي: 6 ساعات وسطياً.

## الاستطببات السريرية

تتصف MTA بعد مزجها بالماء بقوام كثيف وتشكل طبقة تتجاوز ثخانتها  $50 \mu\text{m}$ . أُدخلت بعض التعديلات على تركيب الإسمنت ليصبح صالحاً لحشو الأفنية الجذرية، ومن أهم هذه الاسمنتات:

- MTA Plus (Avalon Biomed, Florida)
- Endo CPM Sealer (EGEO SRL, Argentina)
- iRoot SP (Brasseler USA)
- MTA Fillapex (Paraná, Brazil)
- Generex B ProRoot Endo Sealer

تشكل السيليكات ثلاثية الكالسيوم المكوّن الرئيس المشترك بين هذه الاسمنتات، وتختلف هذه الأشكال التجارية من حيث تركيب ونسب العناصر الإضافية. يختص المعيار ISO 6876 بمتطلبات الاسمنتات الحاشية الأساسية التي تتفاوت فيما بينها من حيث:

- الانسيابية.
- Film thickness الثخانة الدنيا
- الانحلاية.
- ثبات الأبعاد.
- الظلالية.
- زمن العمل وزمن التصلب.

يبين الجدول (٧-٢) مكونات الإسمنتات الحاشية للقناة الشائعة التي تعتمد في تركيبها على MTA.

| اسم التجاري     | Generex B<br>ProRoot<br>Endo Sealer    | MTA<br>Fillapex     | Endosequence<br>BC Sealer<br>(iRoot SP)                                                | Endo CPM<br>Sealer              | MTA Plus           |
|-----------------|----------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| شكل المنتج      | Powder/gel                             | Dual paste          | Single paste                                                                           | Powder/gel                      | Powder/gel         |
| العناصر المكونة | (MTA)                                  | Salicylate<br>resin | Zirconium<br>oxide Calcium<br>silicates                                                | MTA<br>powder                   | MTA<br>powder      |
|                 | powder with<br>enhanced<br>radiopacity | Diluent<br>resin    | Calcium<br>phosphate<br>monobasic<br>(CaH <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ) | Silicon<br>dioxide              | Water-based<br>gel |
|                 | Water-based<br>gel                     | Natural resin       | Calcium<br>hydroxide                                                                   | Calcium<br>carbonate            |                    |
|                 |                                        | Bismuth<br>oxide    | Filler                                                                                 | Bismuth<br>oxide                |                    |
|                 |                                        | Silica              | Thickening<br>agents                                                                   | Barium<br>sulfate               |                    |
|                 |                                        | MTA                 |                                                                                        | Propylene<br>glycol<br>alginate |                    |
|                 |                                        | Pigments            |                                                                                        | Propylene<br>glycol             |                    |
|                 |                                        |                     |                                                                                        | Sodium<br>citrate               |                    |
|                 |                                        |                     |                                                                                        | Calcium<br>chloride             |                    |
|                 |                                        |                     |                                                                                        | Active<br>ingredients           |                    |

الجدول (٧-٢): المكونات العامة للإسمنتات الحاشية للقناة الشائعة التي تعتمد في تركيبها على MTA

### الإسمنتات الحاشية الطبية Medicated Sealers

تعتبر الإسمنتات الحاشية للقناة الجذرية التي تتضمن في تركيبها بعض المواد الدوائية موضع جدل. إلا أن كافة الباحثين يجمعون على ألا تحتوي في تركيبها على Paraformaldehyde شديد السمية، فهو مضاد استطباب حتمي للاستعمال البشري. يمكن لعناصر الرصاص والزئبق أن تزول من بنية الإسمنتات الحاشية مع مرور الوقت، إلا أن مركب Paraformaldehyde يبقى ثابتاً.

## الإسمنت الحاشي N2

معجون يتضمن في تركيبه Paraformaldehyde بنسبة % 6.5 إضافة إلى الرصاص والزئبق. يؤدي استعمال هذا الإسمنت في حشو القناة الجذرية، إلى انتقال نسبة من الرصاص إلى الأعضاء البعيدة في الجسم. هناك أنواع أخرى من الإسمنتات الحاشية للقناة تتضمن في تركيبها Paraformaldehyde وقد أثبتت الدراسات تأثيراتها السمية على اللب السني والنسج حول الذروية مع مرور الوقت، من أهمها: .Reibler, SPAD, Endomethasone

يؤدي الاستعمال غير المنضبط للبوريات عند تطبيق الإسمنتات الحاشية للقناة الجذرية إلى حدوث التجاوز الذروي للإسمنت إلى النسج حول الذروية ما يمكن أن يسبب، عندما يتضمن في تركيبه Paraformaldehyde:

- التهاب العظم والنقي Osteomyelitis

- انسداد عصبي غير ردود يتظاهر باضطراب الحس أو الخدر Paresthesia

### تطبيق الإسمنت الحاشي للقناة الجذرية

يمكن تطبيق الإسمنت الحاشي ضمن القناة الجذرية المحضرة باستعمال:

- البوريات: شريطة ألا تتجاوز عند إدخالها ثلثي الطول العامل للقناة (الشكل ٧-٨).
- المبارد والموسعات: مع التدوير بعكس اتجاه دوران عقارب الساعة.
- الرؤوس فوق الصوتية.
- القمع الحاشي الرئيس.



الشكل (٧-٨): شكل البوريات المستخدمة في تطبيق الإسمنت الحاشي ضمن القناة الجذرية.

لا تختلف نسبة تغطية سطوح القناة بالإسمنت باختلاف وسيلة التطبيق بشكل عام، ويمكن أن يصبح الاختلاف واضحاً في الثلث الذروي من القناة. من المفترض أن تخفف القناة المحضرة بشكل كامل قبل تطبيق الإسمنت والأقماع الحاشية للقناة للحصول على أفضل توتر سطحي لسطوح الجدران العاجية، يسمح بانسياب معزز للإسمنت الحاشي لتغطية أكبر مساحة من الجدران العاجية.

حالياً، يتحقق أفضل التصاق مع الجدران العاجية للقناة عند تطبيق الاسمنتات الحاشية الحديثة مثل: iRoot SP, AH Plus, MTA Fillapex, EndoREZ، من خلال إبقاء جدران القناة رطبة بشكل طفيف وهذا الأمر لا يمكن ضبطه بسهولة خصوصاً في حالات التشريح القنوي الصعبة. تؤدي المبالغة في ترك الجدران العاجية رطبة دوراً سلبياً فيما يتعلق بقدرة التصاق وختم هذه الاسمنتات الحاشية وربما تؤدي إلى فشل تام لعملية الالتصاق. تؤثر طريقة الحشو القنوي على:

- نسبة انتشار الاسمنت الحاشي على سطوح الجدران العاجية وضمن كتلة الحشوة وخصوصاً في الجزء الذروي من القناة. وُجد أن التكثيف الجانبي يؤدي إلى انتشار أفضل في الثلث التاجي والمتوسط للقناة مقارنة بالتكثيف العمودي الحراري، على عكس المنطقة الذروية.
- عمق دخول الاسمنت الحاشي ضمن القنيات العاجية، فتقنيات التلدين الحراري تؤمن اندخال أعمق للإسمنت الحاشي ضمن القنيات العاجية، ويتعزز ذلك بإزالة طبقة اللطاحة.

### ٥-٣- الأقماع الحاشية للقناة اللبية Cones

#### الخصائص المثالية

لا يمكن لأي مادة حاشية للقناة أن تؤمن وحدها ختماً كتيماً لكامل تفاصيل منظومة القناة الجذرية، بسبب سماحها بحدوث تسرب مجهري يتفاوت امتداده وعمقه حسب عوامل مختلفة. يرتبط اختيار تقنية حشو القناة بمواصفاتها التشريحية وطريقة التحضير المنجزة. حدد Grossman عام 1988 المواصفات المثالية للمواد الحاشية للقناة كما يلي:

- سهولة الاستعمال والتطبيق وتمتاز بزمن عمل مريح.
- ثابتة الأبعاد لا تبدي تقلصاً بعد التطبيق.
- تحتّم القناة بالاتجاه الذروي والجانبي لتتلاءم والتشريح الداخلي المعقد للقناة.

- غير مخرشه للنسج حول الذروية.
- غير نفوذة للرطوبة وغير مسامية.
- لا تتأثر بالسوائل النسيجية: لا تتآكل و لا تتأكسد.
- تثبط النمو الجرثومي.
- ظليلة على الأشعة.
- لا تلَوّن النسج السنية.
- عقيمة أو قابلة للتعقيم.
- سهلة الإزالة من القناة عند الضرورة.

وقد أضيفت صفتان لاحقاً:

- ترتبط إلى سطوح الجدران العاجية.
- لا تسبب أي تأثيرات مسرطنة في العضوية الحية.

### أنواع الأقماع الحاشية للقناة الجذرية

تاريخياً، استعملت العديد من المواد لحشو فراغ القناة الجذرية المحضرة منها ما كان صلباً أو نصف صلب أو بشكل معجون.

### أقماع الفضة Silver Cones

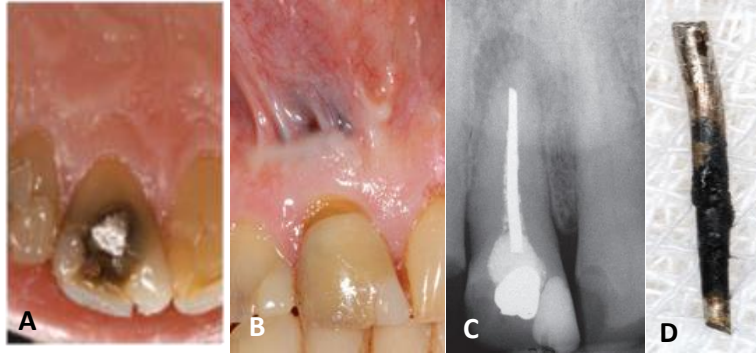
من المواد الصلبة التي استعملت لحشو القناة الجذرية لفترة من الزمن. أدخلت من قبل Jasper عام 1941. تم العزوف عن استعمالها لمساوئها الكثيرة فظلاليتها العالية، الرائعة شعاعياً، لا تعني أبداً تأمينها لمتطلبات الحشو القنوي الكتيّم (الشكل ٧-٩).

### الإيجابيات:

- سهولة التطبيق والتحكم بالطول.
- الظلالية العالية.
- كان يعتقد أنها تتمتع بفعالية كاجحة للجراثيم ضمن القناة الجذرية.

## السليبات:

- عدم قدرتها على التلاؤم الفراغي وملئ شذوذات القناة، وبالتالي لا تؤمن الختم الكثيم وتسمح بتسرب مجهري واضح.
- التآكل عند تماس سوائل النسج حول الذروية أو اللعاب إضافة إلى السمية الخلوية لنتائج التآكل، ما يعيق شفاء النسج حول الذروية.
- تلوين نسج تاج السن والمخاطية الفموية عند ذروة الجذر باللون الرمادي.



الشكل (٧-٩): يبين آثار التسرب الحفافي المرافقة لتطبيق قمع الفضة ضمن القناة (A): تلون النسج السنية، (B): تلون النسج المخاطية بسبب ظاهرة التآكل، (C): آفة ذروية، (D): قمع الفضة المتآكل.

## أقماع الكوتابيركا Gutta-Percha Cones

طوّر Hill عام 1847 مادة الكوتابيركا بهدف الحشو القنوي لأول مرة، ثم قامت شركة S.S. White بإنتاج أقماع الكوتابيركا لأول مرة في عام 1887. في هذا السياق قام Callahan عام 1914 باستعمال أقماع الريزين لحشو القناة، وتبين فيما بعد عدم تحقيقها لأدنى متطلبات المواد الحاشية للقناة الجذرية.

تتصدر الكوتابيركا، بوصفها مادة حشو أساسية، قائمة المواد المستخدمة مع الاسمنت الحاشي لتشكيل حشوة قناة ملائمة المواصفات. إذا كان الأملغم أشهر مادة مازالت قيد الاستخدام في حقل الترميم السني، فإن الكوتابيركا تعتبر أشهر مادة تصنع منها الأقماع الحاشية للقناة الجذرية.



## الخصائص العامة

تتألف من مطاط الـ Trans-isomer of polyisoprene وتتوفر بشكلين بلوريين رئيسيين:

- **الطور ألفا ( $\alpha$ ):** يظهر عند تعرض المادة للحرارة، فتصبح لدنة قابلة للانثناء عند الضغط أو

سيالة قابلة للانسياب عند التطبيق. من سلبياته تغير الأبعاد التقلصي عند تبريد المادة.

- **الطور بيتا ( $\beta$ ):** يظهر في الحالة الطبيعية عند عدم تعرض المادة للحرارة، فتبدو بشكل كتلة

صلبة قابلة للدك والتكثيف والتلاؤم مع السطوح المجاورة عند تطبيق الضغط.

تنصهر الكوتايبركا إلى الشكل  $\alpha$  عند التسخين لدرجة حرارة تتجاوز 65 درجة مئوية، وعند التبريد يبطئ شديد فإنها تتبلور مع المحافظة على الطور  $\alpha$ ، بينما يؤدي التبريد الاعتيادي إلى تبلورها بشكل  $\beta$ . رغم تشابه الخصائص الميكانيكية للشكلين  $\alpha$  و  $\beta$  للكوتايبركا، إلا أن تسخين وتبريد الطور  $\alpha$  يؤدي إلى مقدار أقل من التقلص، الأمر الذي يجعله أكثر ثباتاً من حيث الأبعاد، عند استخدام تقنيات التلدين الحراري الشائعة في الوقت الحالي.

لا تكون الكوتايبركا بدرجة حرارة الغرفة سيالة وقابلة للانسياب إلا أنه يمكن تكثيفها ودكها بدون انضغاط لحجم كتلتها الكلي. يؤدي تطبيق قوى تكثيف مفرطة أو غير موجهة بشكل صحيح، إلى انتقال القوى وتركزها في منطقة أو جدار محدد للقناة الجذرية، الأمر الذي يمكن أن يؤدي إلى تصدع أو انكسار الجذر الشاقولي. تصبح الكوتايبركا سيالة عبر تعديل قوامها باستخدام الحرارة أو السوائل الحالة مثل Chloroform، مايسمح برفع قدرة تلاؤمها مع شدوذات جدران القناة عند دكها وتكثيفها.

## الإيجابيات:

- سهولة الاستخدام والتطبيق والتكلفة المنخفضة نسبياً.
- عدم تلوين النسيج السنية.
- اللدونة الملائمة.
- التقبل الحيوي.
- الظلالية الشعاعية.
- سهولة الإزالة من القناة عند الضرورة باستخدام الحرارة أو السوائل الحالة.

## السلييات:

- الانثنائية العالية.
- عدم قدرتها على الارتباط بالعاج الجذري.
- نقصان الأبعاد التقلصي عند تبريدها بعد الإحماء.

التركيب: تتألف أقماع الكوتابيركا من العناصر التالية:

- كوتابيركا صرفة Gutta percha : 20%
- أكسيد الزنك Zinc oxide : 65%
- العناصر الخاصة بالظلالية الشعاعية Radiopacifiers : 10%
- مواد ملدنة Plasticizers : 5%

تحاول الشركات المصنعة إضفاء خواص مضادة للجراثيم لأقماع الكوتابيركا من خلال إضافة بعض العناصر مثل: Iodoform, Calcium hydroxide, Chlorhexidine, Tetracycline, إلا أنه لم تثبت الفعالية السريرية لمثل هذه الإضافة بشكل واضح. في هذا السياق، لتأمين تأثير دوائي مضاد للجراثيم، لا بد أن تتحرر العناصر الفعالة من بنية الكوتابيركا، ما يمكن أن يكون له أثر سلبي على ثبات الأبعاد والبنية الكتيمية وجودة الختم على المدى البعيد.

## الأشكال التجارية

تتوفر أقماع الكوتابيركا بحجوم قياسية Standardized وغير قياسية Nonstandardized. تتوافق مواصفات الأقماع القياسية وتستجيب لمتطلبات التخصيص الموثقة من قبل:

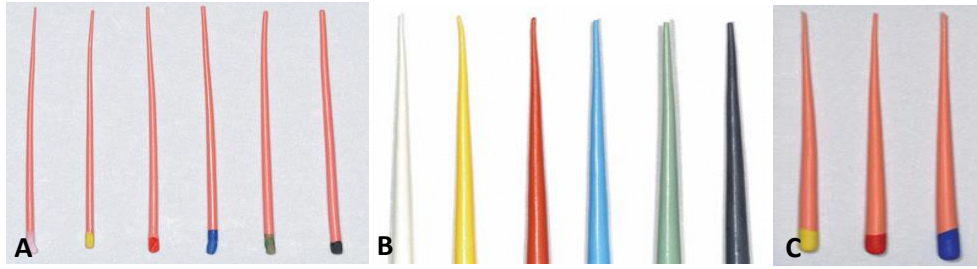
- المنظمة الدولية للمقاييس: (ISO) International Organization of Standardization
  - معهد المقاييس الوطني الأمريكي ADA: American National Standards Institute
- (ADA ANSI)

تشير التسميات غير القياسية إلى أبعاد ذروة وجسم القمع، فمثلاً القمع المتوسط الرفيع Fine-medium يعني أن ذروة القمع رفيعة وجسمه متوسط الحجم، وهكذا.. (الشكل ٧-١٠).



الشكل (٧-١٠): أقماع الكوتابيركا غير القياسية (من اليسار إلى اليمين): رفيع جداً **extra fine**، رفيع - رفيع **fine fine**، رفيع **fine**، متوسط - رفيع **fine medium**، متوسط **medium**، كبير **large**، كبير جداً **extra large**.

تُصنَّع أقماع الكوتابيركا بحيث تتوافق وتستجيب لقياس وقمعية أدوات التحضير القنوي القياسية المصنوعة من الفولاذ غير القابل للصدأ (SS) (الشكل ٧-١١/أ)، أو غير القياسية المصنوعة من النيكل تيتانيوم (NiTi) (الشكل ٧-١١/ب-ج)، مثلاً، يمتلك القمع 0.04/40 ذروة بقياس 0.4 مم وقمعية بمقدار 0.04 مم لكل 1 مم.



الشكل (٧-١١): (A): أقماع الكوتابيركا القياسية (ISO) تتصف بقمعية قياسية ثابتة (02.#) وقياسات متدرجة من #15 إلى #40 (من اليسار إلى اليمين)، (B): أقماع كوتابيركا ذات قمعية غير قياسية ثابتة (06.#) وقياسات متدرجة من #15 إلى #40، (C): أقماع كوتابيركا مفردة خاصة بنظام التحضير الآلي ProTaper Universal وتتصف بقمعية غير قياسية متغيرة وقياسات متدرجة (F1/20, F2/25, F3/30).

في هذا السياق تسمح معايير ISO و ANSI و ADA بحد معين من التسامح Tolerance فيما يتعلق بالالتزام بدقة القياسات حيث تُقبل نسبة الارتياب التي لا تتجاوز 2 % الناتجة عن التصنيع. بناء عليه لابد من معايرة وتجربة القمع الرئيس ليتوافق مع ذروة وقمعية القناة المحضرة، بالاعتماد على قياس المبرد الرئيس (MAF) والاحتفاظ بهذا القمع بالذات عند توافقه وعدم استخدام قمع آخر من نفس

القياس، فرمما كانت نسبة الارتياب بين القمعين عالية، ما سيؤدي إلى فقدان الختم الذروي بسبب غياب خاصية الانخشار الذروي Tug Back.

لا يمكن لأقماع الكوتابيركا أن تُعقَّم بالحرارة، لذلك تعتمد الشركات المنتجة لتعقيمها بأشعة غاما. بعد تجربة الأقماع ضمن الأقنية الجذرية المحضرة، لابد من تطهيرها ويمكن تحقيق ذلك من خلال وضعها ضمن محلول NaOCl بتركيز % 5.25 لمدة لا تقل عن 1 دقيقة.

الجدير بالذكر أن بعض المحاليل مثل:

- Glutaraldehyde (2%)
- Chlorhexidine (2%)
- Ethyl alcohol (70%)

لم تكن فعالة في قتل أبواغ العصيات الدقيقة *Bacillus subtilis* وهي من العضويات الهامة المستخدمة في اختبار ومعايرة الفعالية المضادة للجراثيم للمواد المعقمة والمطهرة (Siqueira, 1998).

### الأقماع الحاشية Activ GP

تتألف من أقماع كوتابيركا مغلقة بسطوح من الزجاج الشاردي (Brasseler. USA). تستخدم حسب تقنية القمع المفرد مع اسمنت حاشٍ زجاجي شاردي، ما يؤمن ارتباطاً مستمراً متجانساً بين الجدران العاجية للقناة وسطوح القمع الرئيس.

تتوفر بقياسات مختلفة متدرجة وقمعية 0.04 و 0.06. يُضبط القياس بالاستعانة بالليزر لضمان الدقة في التصنيع. أظهر Fransen عام 2008 عدم وجود فرق جوهري في التسرب الجرثومي بعد مدة مراقبة 65 يوماً عند استعمال المواد التالية في الحشو القنوي:

- Activ GP/glass ionomer sealer
- Resilon/Epiphany
- Gutta-percha/AH Plus

## الأقماع الحاشية Resilon

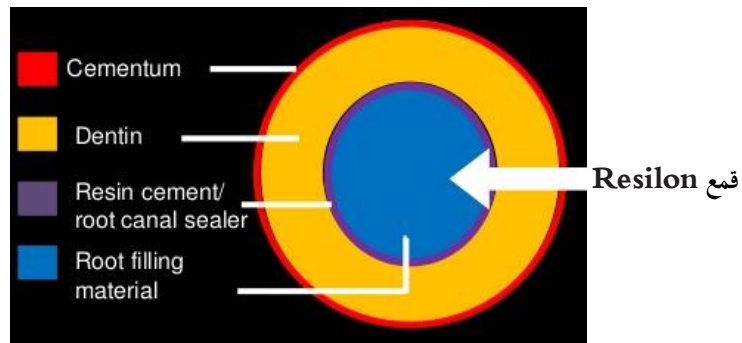
### الخصائص العامة

تُستخدم أنظمة الحشو القنوي ذات الأساس الراتنجي بصفقتها مواد حشو قنوي بديلة عن الكوتايركا مثل: (SybronEndo) RealSeal و (Obtura Spartan) Resinate).

Resilon هو عبارة عن polyester صناعي عالي الكفاءة مُعدّ للاستخدام الفموي السني (الشكل ٧-١٢). يرتبط الاسمنت الحاشي الراتنجي إلى قمع Resilon من جهة، وإلى الجدران العاجية المخرشة من جهة أخرى. يحقق هذا النمط من الارتباط مبدأ الكتلة الواحدة Monoblock (الشكل ٧-١٣).



الشكل (٧-١٢): يبين أقماع Resilon القياسية، الاسمنت الحاشي الراتنجي Epiphany، المبدئ، الراتنج الخفيف (Pentron Clinical Technologies).



الشكل (٧-١٣): شكل ترسمي يبين كيفية تحقيق مبدأ الكتلة الواحدة Monoblock عند حشو القناة الجذرية باستخدام أقماع Resilon والاسمنت الحاشي الراتنجي.

تتوفر الأقماع بحجوم قياسية وغير قياسية وقطع معدة للتليين والحقن باستخدام تقنيات التلدين الحرارية (الشكل ٧-١٤).



الشكل (٧-١٤): أقماع Resilon بقمعيات مختلفة #.02, #.04, #.06 وكتلة قابلة للتلدين الحراري للاستخدام حسب نظام Obtura.

يمكن تطبيق هذا النمط من الحشو القنوي باستخدام التكتيف البارد الجانبي، التكتيف الحار الجانبي، التكتيف العمودي، الحقن المملد بالحرارة، طريقة الحامل المركزي. يتصف Resilon بأنه متقبل حيويًا وغير سام وغير مولد للطفرات الجينية، حيث يؤدي زرعته تحت الجلد، إلى تشكل محفظة ليفية ودرجة طفيفة من الالتهاب بعد مرور 60 يوماً.

من المفترض أن يُحسّن تطبيق هذا النمط من الحشو القنوي قدرة الختم من خلال تحقيق مبدأ الكتلة الواحدة واندخال الاسمنت الحاشي راتنجي الطبيعة إلى أعماق القنيات العاجية. تبدي الأسنان المحشوة بـ Resilon مقاومة للكسر الشاقولي أعلى من تلك المحشوة بالكوتابيركا.

**التطبيق السريري:** لا بد من تحقيق التطبيق الصحيح لضمان جودة الأداء وذلك كما يلي:

- إنجاز إجراءات التنظيف والتشكيل القنوي بالشكل الملائم
- اختيار القمع الرئيس بحيث يوافق أبعاد القناة المحضرة (قياساً وقمعيةً)
- التأكد من التوافق الذروي من خلال المراقبة الشعاعية
- يؤثر سائل NaOCl سلباً على قوة ارتباط المبدئ مع العاج، لذلك يجب إنهاء إرواء القناة بمحلول EDTA ثم الغسل بالماء المعقم أو السالين أو الكلورهيكسيدين.
- تخفيف القناة بشكل جيد
- تكييف جدران القناة باستخدام المبدئ ذاتي التخریش المكون من:

○ وحيد تماثر وظيفي مرتبط بحمض Sulfonic

○ وحيد التماثر الميتاكريلاتي HEMA

○ مبدئ التماثر

○ الماء

- يؤمن تكييف جدران القناة إمكانية ارتباطها مع السادات الراتنجية Resin sealant المكونة من:

○ وحيدات تماثر متنوعة: HEMA ،UDMA ، Bis-GMA

○ المائات (70%): Fillers Calcium hydroxide, Barium sulfate,

Bismuth oxychloride, Silica barium glass

- تطبيق 2-3 قطرة من المبدئ ضمن القناة باستخدام السيرنغ والقمع الورقي، بحيث تغطي المادة كامل جدران القناة ثم تزال الكمية الزائدة.

- يوضع الاسمنت الحاشي على لوحة مزج وتعاير اللزوجة بواسطة الراتنج المخفف

- يطبق الاسمنت الحاشي ضمن القناة باستخدام قمع الـ Resilon أو البوريات

- ينجز حشو القناة بعد ذلك بواسطة التكتيف الجاني، أو التكتيف العمودي، أو حقن الكوتايركا الملدنة بالحرارة.

يستغرق الإسمنت الحاشي 25 دقيقة ليصل إلى مرحلة التصلب النهائي، لذلك يوصى أن يستخدم التصليب الضوئي للسطح التاجي للمادة لمدة 40 ثانية. عند استخدام نظام الحشو System B (SybronEndo) لتحقيق الحشو بالتكتيف الحراري العمودي، لابد من ضبط الحرارة عند الدرجة 150°C والقوة عند الدرجة 10.

عند استخدام نظام الحقن المعتمد على التلدين الحراري Obtura II (Obtura Spartan)، تختلف درجة الحرارة الموصى بها وذلك حسب قياس ذروة الإبرة المستخدمة كما يلي:

- الإبرة 20-gauge: 120°C - 130°C

- الإبرة 23-gauge: 140°C

- الإبرة 25-gauge: 160°C

بيئت الاختبارات الجرثومية الخاصة بالتسرب التاجي للمكورات العقدية الطافرة *Streptococcus mutans* والمعوية البرازية *E. faecalis* إلى داخل الأقنية الجذرية المعالجة ليلاً باستخدام تقنيات التكثيف الجانبي والعمودي تعادل درجة الختم القنوي عند تطبيق:

- Gutta-percha مع الاسمنت الحاشي AH-26

- Resilon مع الاسمنت الحاشي Epiphany

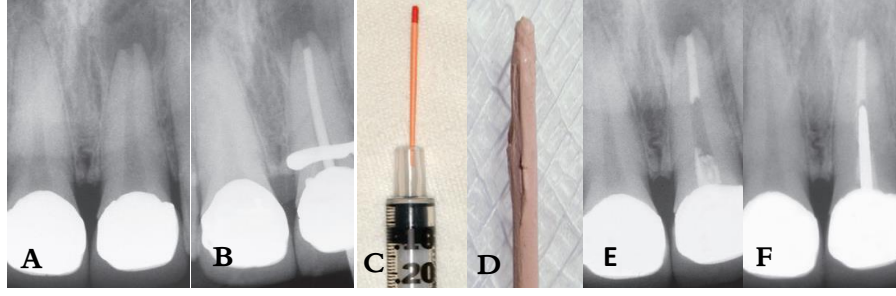
بالنتيجة لا يمكن اعتبار Resilon المادة البديلة عن طرائق الحشو الحديثة بالكوتايركا ذات المعايير والأداء الواضح بسبب عدم توفر دراسات مقارنة على المدى البعيد.

### الأقماع الحاشية الخاصة Custom Cones

عندما تكون ذروة الجذر واسعة جداً بسبب عدم اكتمال نموها أو عند فقدان التضيق الذروي بسبب تجاوز الأدوات للطول العامل والتحضير المفرط لمنظومة القناة الجذرية، يغدو تهيئة قمع حاشٍ بأبعاد موافقة للنهاية الذروية إجراءً ضرورياً (الشكل ٧-١٥). يسمح هذا الإجراء بانخفاض احتمال التجاوز الذروي لحشوة القناة وتحسين جودة الختم القنوي خصوصاً في المنطقة الذروية. يمكن تحقيق ذلك كما يلي:

- اختبار قمع كوتايركا وتجربته بحيث يتوقف على بعد 2-3 مم من الطول العامل للقناة المحضرة نتيجة انخسار رأسه بالجدران العاجية للقناة.
- تعليم القمع بواسطة مرقى نرف في سبيل تطبيقه بنفس التوضع الفراغي دائماً ضمن القناة
- تليين رأس القمع باستخدام chloroform أو eucalyptol أو halothane لمدة 1-2 ثانية حسب المتطلبات السريرية. لا بد أن يقتصر التليين على الطبقة السطحية لرأس القمع، ويبقى الجزء المركزي بحالة نصف صلابة.
- يطبق القمع ضمن القناة ويمكن تكرار التليين حتى بلوغ الطول العامل والحصول على طبعة ملائمة للجزء الذروي من القناة المحضرة.
- تجرى المراقبة الشعاعية للتأكد من انخسار القمع عند الطول العامل الدقيق للقناة الجذرية
- يمكن الاستعانة بالحرارة كوسيلة بديلة لتليين رأس قمع الكوتايركا.





الشكل (٧-١٥): يبين مراحل تهيئة قمع حاشٍ خاصٍ بقناة واسعة الذروة لتأمين ختم ذروي ملائم.

تستلزم بعض الحالات تصنيع قمع خاص كبير القياس قبل تليين وملاءمة رأسه مع المنطقة الذروية للقناة. يمكن أن يتم ذلك من خلال إحماء سطوح 2 أو أكثر من أقماع الكوتابيركا كبيرة القياس وجمعها بكتلة واحدة من خلال تدويرها معاً بين شريحتين زجاجيتين أو باستخدام السباتيول، ويمكن تكرار الإضافة حتى الحصول على قمع متكامل خاص بقياس ملائم للقناة (الشكل ٧-١٦).



الشكل (٧-١٦): تشكيل قمع خاص بأبعاد كبيرة بواسطة إحماء سطوح عدة أقماع كوتابيركا ودمجها سوياً عبر تدويرها معاً بين شريحتين زجاجيتين أو باستعمال السباتيول.

أخيراً، نشير إلى أن تحقيق مثل هذا القمع الخاص ليس سهلاً وغير ثابت النتيجة عملياً ويفضل:

- الاستعانة بالأقماع الحاشية من السلسلة الثانية أو الثالثة للوصول إلى القمع الرئيس الموافق لأبعاد النهاية الذروية للأقنية مفتوحة الذروة
- أو تطبيق طريقة القمع المقلوب
- أو تشكيل سداة ذروية باستخدام مادة MTA ومن ثم تطبيق الحشو القنوي التقليدي
- أو إثارة الانغلاق الذروي أو النمو الذروي

يمكن اعتماد إحدى هذه التقنيات أو دمج أكثر من تقنية في سبيل تدبير حالات الانفتاح الذروي الشديد قبل تحقيق الحشو القنوي.

## ٦- تقنيات وطرائق حشو منظومة القناة الجذرية

لا يمكن الجزم بتفوق تقنية على أخرى من كافة النواحي، رغم أن أغلب الدراسات تشير إلى تفوق التقنيات المعتمدة على التكتيف العمودي الحراري والكوتابيركا الملمية، مقارنة بالتكتيف الجانبي البارد للكوتابيركا، من حيث جودة الختم القنوي. سوف نستعرض أهم طرائق الحشو القنوي بشكل مفصل.

### ٦-١ - التكتيف الجانبي Lateral Compaction

#### الخصائص العامة

إحدى تقنيات الحشو القنوي الأكثر بساطة وشيوعاً، يمكن أن تستخدم في أغلب الحالات السريرية مع كافة أنواع الاسمنتات الحاشية باستثناء الحالات الصعبة مثل:

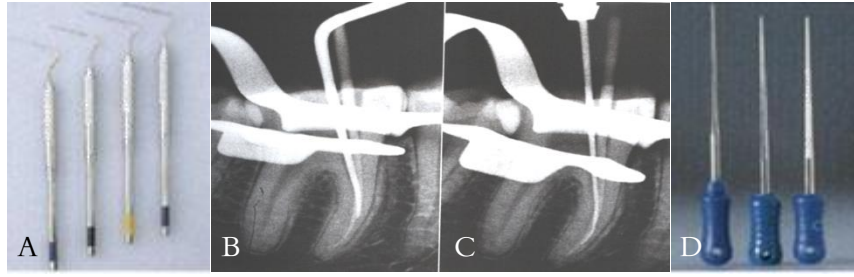
- الأفنية المنحنية بشدة
- الأفنية مفتوحة الذرا
- الأفنية ذات الامتصاص الداخلي

تؤمن التحكم الجيد بطول أقماع الكوتابيركا وبالتالي ضبط الامتداد الذروي لحشوة القناة. الأدوات المستخدمة بسيطة، تؤمن حشوة قناة بأبعاد ثابتة نتيجة عدم استخدام الحرارة أثناء التكتيف. تبدي تلاؤماً فراغياً مقبولاً مع جدران الأفنية الجذرية.

#### التطبيق السريري

### ١- اختبار واختيار المكثفة المناسبة:

- تستخدم المكثفات مدببة الذروة Spreader وتفضل المكثفات الإصبعية Finger مقارنة باليدوية لسهولة توجيهها والتحكم بحركة وقوة الضغط المطبقة لتوفر حس لمسي أفضل، مايساهم في تخفيض نسبة انكسار الجذر الشاقولي (الشكل ٧-١٧).
- يُنجز الاختبار والاختيار بعد انتهاء التحضير القنوي بحيث تصل إلى مسافة 1-2 أقل من الطول العامل للقناة المحضرة ويثبت هذا الطول باستخدام المحددة المطاطية.



الشكل (٧-١٧): يبين اختبار واختيار (A, B): المكثفات اليدوية، (C, D): المكثفات الأصبعية.

## ٢- اختبار واختيار قمع الكوتايركا الرئيس Master Cone

يُنجز تحت ظروف العزل الكاملة للسن المعالج باستخدام الحاجر المطاطي وذلك كما يلي:

- التأكد من جودة التحضير ونفوذية القناة Patency إلى كامل الطول العامل المحدد
- الإرواء الجيد للقناة
- اختبار قمع قياسي ISO بصفته قمعاً رئيساً من خلال توافق قياسه مع:
  - قياس وحركية الأداة اللبية التي أنهت التحضير
  - أبعاد المنطقة الذروية من القناة المحضرة
- تبدي الأقماع القياسية قمعية أدنى من الأقماع غير القياسية، ما يسمح بدخول أعمق لأداة التكتيف، لتأمين تكتيف متجانس لأجزاء الحشوة وختماً ملائماً لأجزاء القناة.
- يجب أن يتوقف قبل بلوغ الطول العامل بمقدار 0.5 مم لتجنب حدوث التجاوز الذروي عند التكتيف. يجب أن يحقق، عند هذا الطول، ظاهرة الانحشار الذروي Tug-back للقمع وتعني: إبداء القمع مقاومة خفيفة عند محاولة إخراجها نتيجة توافق قياسه وانطباقه الصميمي مع كافة جدران القناة لمسافة 1-2 مم الذروية (الشكل ٧-١٨).
- يمكن استخدام قمع كوتايركا غير قياسي من خلال إزالة قطعة صغيرة من ذروته والتأكد من تحقق خاصية Tug-back مع الوصول إلى الطول العامل ناقصاً 0.5 مم بأن واحد.
- تثبيت طول القمع الصحيح من خلال وضع علامة عليه لضبط عمق دخوله ضمن القناة
- تطهير القمع الرئيس عبر غمره في سائل هيبوكلوريت الصوديوم لمدة 1 دقيقة على الأقل.



الشكل (٧-١٨): يبين خاصية Tug-back اللازمة والضروية لتأمين ختم ذروي كقيم غير متجاوز.

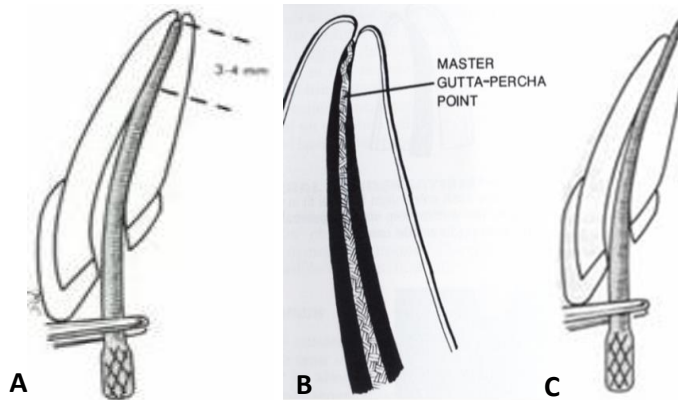
### تغير قمع الكوتابيركا

يجب تغير قمع الكوتابيركا إلى قياس أصغر عند (الشكل ٧-١٩/ A):

- انحشار جزء ذروي كبير من القمع في المنطقة الذروية للقناة مثلاً 3-4 مم
- انحشار مبكر للقمع ضمن القناة على نحو لا يتمكن من الوصول إلى ذروتها حسب الطول العامل

يجب تغير قمع الكوتابيركا إلى قياس أكبر عند (الشكل ٧-١٩/ B-C):

- التواء وتعرج ذروة القمع غير موافقة القياس ضمن المنطقة الذروية للقناة: شكل حرف S
- تجاوز ذروة القمع للتضييق الذروي باتجاه النسج حول الذروية.



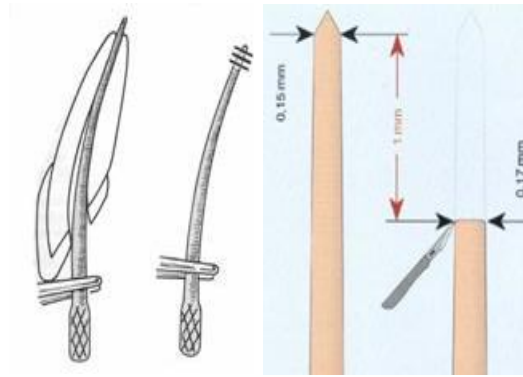
الشكل (٧-١٩): (A): انحشار جزء ذروي كبير للقمع الحاشي في المنطقة الذروية للقناة، (B): التواء وتعرج ذروة القمع الحاشي نتيجة عدم توافق قياسه، (C): تجاوز ذروة القمع للتضييق الذروي باتجاه النسج حول الذروية.

## تعديل قمع الكوتايركا

يمكن قص 0.5-1 مم أو أكثر بقليل من رأس القمع بمقص حاد أو مشرط على لوح زجاجي عند:

- حدوث تجاوز ذروي طفيف
- عدم تحقق ظاهرة Tug-back.

يفضل تغيير القمع إلى قياس أكبر عند الحاجة إلى قص مسافة تصل إلى 3-4 مم من ذروة القمع، إذ تبقى ذروة القمع غير المعدلة أفضل شكلاً من حيث التلائم مع المنطقة الذروية للقناة (الشكل ٧-٢٠).



الشكل (٧-٢٠): إمكانية تدبير التجاوز الطفيف لذروة القمع الحاشي للتضييق الذروي من خلال قص 1 مم أو أكثر قليلاً من ذروته ليتوافق مع أبعاد النهاية الذروية للقناة ويلتزم بالطول العامل للقناة.

قد يكون من الضروري تعديل التحضير القنوي وليس القمع الرئيس، فالتحضير القنوي لابد أن يكون صريحاً "غير خجول" من حيث القياس والقمعية بحيث يؤمن:

- استقبال قمع رئيس بقياس ملائم
- رؤية فراغ قنوي بجانب القمع في الثلثين المتوسط والتاجي شعاعياً (الشكل ٧-٢١)



الشكل (٧-٢١): يبين ضرورة رؤية فراغ قنوي في الثلثين المتوسط والتاجي عند إجراء اختبار القمع شعاعياً.

### ٣- تحضير الإسمنت الحاشي:

يجب أن يحضّر الاسمنت الحاشي بقوام سيال كريمي (الشكل ٧-٢٢)، ويجب أن يطبق ضمن زمن العمل فهذا سيؤمن مايلي:

- انسياب الإسمنت وترطبيه لكامل الجدران العاجية للقناة حتى المنطقة الذروية
  - تسهيل تطبيق وانزلاق القمع الرئيس والأقماع الثانوية ضمن القناة حتى كامل الطول العامل
  - طرد فقاعات الهواء من الفراغ القنوي المحضر
  - تسهيل عمل المكثفات مايساهم في رفع جودة التكثيف والختم المحكم لمختلف أجزاء القناة
- يؤدي التطبيق غير الصحيح للاسمنت الحاشي للقناة سواء من حيث القوام أو زمن العمل أو كيفية التطبيق إلى إعاقه إجراءات الحشو والمساهمة في زيادة مسامية الحشو القنوي.



الشكل (٧-٢٢): القوام السيال الكريمي للاسمنت الحاشي للقناة الجذرية المحضرة

### ٤- تجفيف القناة بالأقماع الورقية المعقمة:

يجب أن تجفف جدران القناة العاجية بشكل جيد لتأمين:

- توتر سطحي مرتفع للجدران العاجية يساهم في تحقيق انسيابية وترطيب جيد للاسمنت
- بيئة قنوية طاهرة ما أمكن خصوصاً قبل الحشو القنوي مباشرة
- استقرار القمع الرئيس والأقماع الثانوية ودخولها بعلاقة ثابتة مع الجدران العاجية
- تطبيق متتالي محكم للأقماع الثانوية، مايساهم في تحقيق حشوة قناة كتيمة

## ٥- إجراءات حشو القناة العملية:

- طلي جدران القناة بالاسمنت الحاشي بواسطة موسعة مناسبة عبر تدويرها بعكس حركة عقارب الساعة، ويمكن استخدام البوريات لهذا الهدف شريطة عدم إدخالها لأبعد من ثلثي الطول العامل لتجنب التجاوز الذروي للأسمنت الحاشي.
- تحميل القمع الرئيس بالاسمنت الحاشي وتطبيقه في مكانه ضمن القناة إلى كامل الطول المحدد. قد يحدث حس انزعاج أو ألم لحظي لدى المريض بسبب احتباس واندفاع الهواء والمادة الحاشية ضمن القناة باتجاه النسيج حول الذروية. هذه الظاهرة ليست سلبية فهي تشير إلى نفوذية المنطقة الذروية والتوضع الصحيح للحدود الذروية للحشو القنوي.
- إدخال المكثفة-السيرايدير المناسب على طول القمع الرئيس وأحد جدران القناة عبر تطبيق ضغط عمودي فقط ثابت باتجاه الذروة ليصل إلى طول القناة العامل ناقصاً 1 مم.
- إبقاء السيرايدير ضاغطاً لمدة 5-10 ثانية.
- تحرير السيرايدير بجذر بواسطة حركة قتل بسيطة يمين-يسار بمقدار ربع دورة بشكل متكرر وعند التأكد من تحرره يُخرج من القناة بدون أن يؤدي إلى قلقلة كتلة الحشوة المكثفة، وتتناقص سعة هذه الحركة في الجذور المنحنية.
- إدخال قمع الكوتابيركا الثانوي الأول الموافق أو الملائم لقياس وعمق دخول السيرايدير المستخدم بعد تحميله بالاسمنت الحاشي (الشكل ٧-٢٣). يتم الإدخال مكان الفراغ الذي خلفه تطبيق السيرايدير ضمن القناة.

### يفضل إجراء صورة شعاعية في هذه المرحلة لمراقبة صحة إجراءات الحشو

- إعادة إدخال السيرايدير بين القمع الرئيس والثانوي وأحد جدران القناة إلى أعظم مسافة يتمكن من بلوغها بالاتجاه الذروي وإبقاؤه ضاغطاً لمدة 5-10 ثانية. لابد من التأكيد على وجود علاقة وثيقة بين تأمين ختم قنوي متجانس بنوعية عالية وعمق دخول السيرايدير أثناء إنجاز الدك والتكثيف الجيد الحريص لأقماع الكوتابيركا ضمن الفراغ القنوي.
- إدخال قمع الكوتابيركا الثانوي الثاني الموافق أو الملائم لقياس وعمق دخول السيرايدير ضمن القناة (الشكل ٧-٢٣).

- يُكرر تطبيق السبرايدر وأقماع الكوتابيركا الثانوية حتى الوصول إلى المرحلة التي لا يتمكن فيها السبرايدر من الدخول عمقاً لأكثر من الثلث التاجي للقناة.
- من مؤشرات التكتيف الصحيح حدوث **تناقص تدريجي** في عمق دخول السبرايدر ضمن القناة مع تكرار استخدامه بالتناوب مع تطبيق أقماع الكوتابيركا الثانوية الموافقة في القياس أو الأدنى قياساً في كل مرة.
- لا بد أن يكون الإدخال الأخير لقمع ثانوي وليس لسبرايدر
- عادة ما تحتاج القناة إلى 3-7 أقماع ثانوية

اختيار قياس السبرايدر والقمع الثانوي الملائم وتعديل قياسهما زيادة أو نقصاناً خلال حشو القناة سيكون رهناً ومضبوطاً بعوامل ومتغيرات يحدها التدرج والفاعلية:

- **التدرج:** لا بد من مراقبة التناقص التدريجي لعمق دخول السبرايدرات والأقماع الثانوية الموافقة المتتالية ضمن القناة، فعند حصول نقص كبير فجائي في عمق دخول أحدها، لا بد من تخفيض القياس لمستخدم للسماح بدخول أعمق وبالتالي المحافظة على تدرج التكتيف على حساب سرعته، فتدرج التكتيف مؤشر جودته وتجانسه وإحكامه.
- **الفاعلية:** تتعلق بسرعة وتقدم عملية التكتيف، فعندما لا يؤدي تطبيق إحدى قياسات السبرايدرات والأقماع الموافقة إلى التناقص التدريجي في عمق الدخول ضمن القناة، عندها تغدو عملية التكتيف غير فعالة، هنا لا بد من زيادة قياس السبرايدر المستخدم والأقماع الموافقة للسماح بتقدم عملية التكتيف مع المحافظة دوماً على خاصية التدرج.

تقييم جودة التكتيف من خلال إجراء صورة شعاعية

إنهاء التكتيف الجانبي

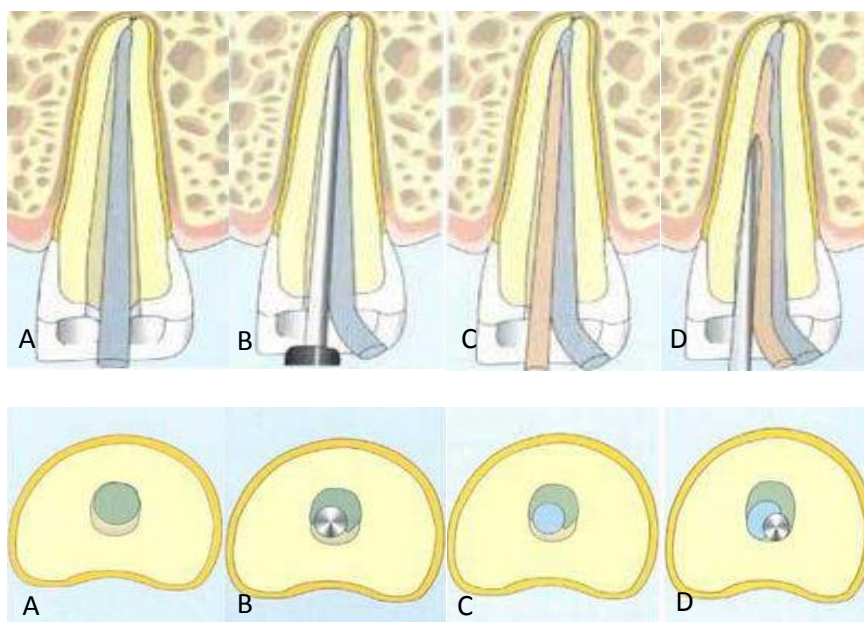
- عند انتهاء عملية الحشو تشبه أقماع الكوتابيركا عند مدخل القناة "باقة زهور ملونة". تُقطع أقماع الكوتابيركا الزائدة عن فوهة القناة باستخدام أداة مُحَمَّاة (منحنية-مجرفة كبيرة)، ويوصى المريض بإيقاف تنفسه بشكل لحظي عند القطع لمنع استنشاق الرائحة الناتجة عن عملية القطع (الشكل ٧-٢٤).



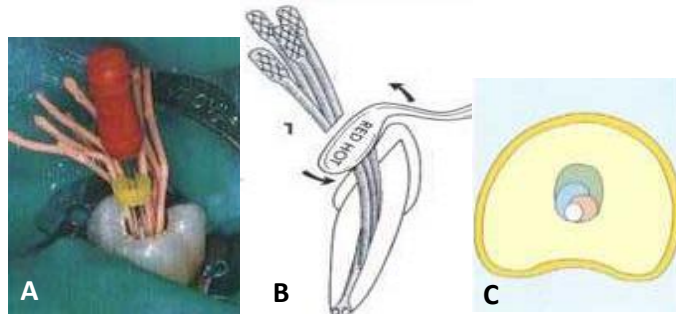
- يستخدم مدك بارد مناسب القياس، لإجراء التكتيف العمودي لأقماع الكوتابيركا المليئة نتيجة القطع عند مدخل القناة والقسم التاجي منها. لابد من التأكيد على الفائدة العظمى لهذا الإجراء في تأكيد جودة الختم وتعزيز إحكامه.
- يكرر إزالة الكوتابيركا الزائدة ودك الأجزاء المتليئة منها عمقاً ضمن القناة إلى مسافة 1 مم بعد فوهة القناة بغية تحسين كثافة وتجانس بنية الحشوة، علماً أن الكوتابيركا سيئة الناقلية للحرارة ولن يتجاوز انتقال الحرارة مسافة 2 مم وسطياً.
- تنظيف الحجرة اللبية من بقايا الإسمنت الحاشي (يمكن تطبيق الترميم المؤقت لمتابعة مراحل المعالجة في الجلسة التالية).
- تطبيق درجة الاسمنت الداعمة مثلاً اسمنت فوسفات الزنك أو اسمنت البولي كربوكسيلات

**الترميم النهائي: لا مانع علمياً من إجراء الترميم النهائي في جلسة الحشو القنوي نفسها شريطة:**

- الحفاظ على مدة زمنية معتدلة للجلسة لتجنب إتهاك المريض
- تأمين النظافة والدقة والإتقان في إنجاز مراحل الترميم النهائي وإلا يفضل تقنياً إجراء الترميم النهائي في الجلسة التالية.



الشكل (٧-٢٣): يبين مراحل موجزة لإجراء التكتيف الجانبي لحشو القناة الجذرية



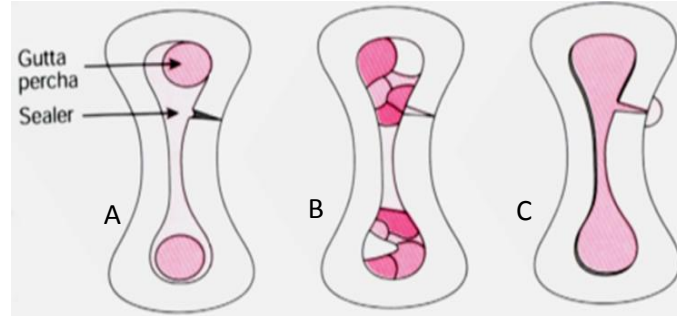
الشكل (٧-٢٤): يبين (A): توقيت التوقف عن إضافة الأقماع الثانوية، (B): استخدام أداة محماة لإزالة الأجزاء الزائدة من الأقماع، (C): علاقة الأقماع الحاشية فيما بينها عند استخدام تقنية التكتيف الجانبي.

### إيجابيات تقنية التكتيف الجانبي

- سهولة التطبيق، لا تحتاج إلى أدوات أو أجهزة معقدة
- تعتمد على الكوتايركا غير الحارة
- ثبات التركيب والأبعاد، إذ تبلغ النسبة الصحيحة عند إجراء التكتيف الملائم:
  - 95% : على الأقل كوتايركا
  - 5% : على الأكثر اسمنت حاشي
- انخفاض نسبة التجاوز الذروي
- انخفاض احتمال تقلقل أو تأذي القسم الذروي للحشوة عند تفريغ القسم التاجي منها لأغراض تعويضية.

### سلبيات تقنية التكتيف الجانبي

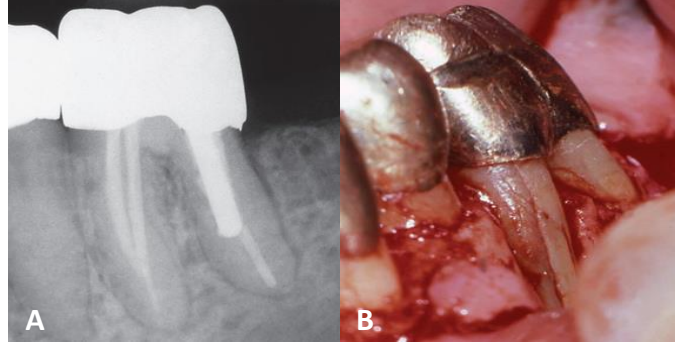
- التكتيف غير متساوٍ بالنسبة لكافة جدران القناة وبالتالي قد لا تمتلئ كافة شذوذات القناة.
- كتلة الحشوة غير متجانسة البنية والكثافة وغير مترابطة بشكل حقيقي، فهي مؤلفة من القمع الرئيس ومجموعة من الأقماع الإضافية التي لا يجمع بينها سوى الاسمنت الحاشي. لا تلتحم أجزاء الحشوة إلا عند الجزء التاجي منها نتيجة إزالة وقطع زوائد الأقماع المتجاوزة لفوهة القناة باستخدام الحرارة.
- لا يتم حشو الألفية الجانبية إلا بالاسمنت الحاشي (الشكل ٧-٢٥)



الشكل (٧-٢٥): مقطع عرضي ترسمي يبين (A): توضع القمع الرئيس ضمن الفراغ القنوي محاطاً بالاسمنت الحاشي، (B): بجانب القمع الرئيس مع الأقماغ الثانوية بدون علاقة ارتباط حقيقية ضمن القناة ودخول الاسمنت الحاشي فقط ضمن القناة الجانبية عند إجراء التكتيف الجانبي، (C): التحام وتجانس الكوتابيركا فقط عند مستوى إزالة زوائد الأقماغ نتيجة استخدام الحرارة والتكتيف العمودي.

من أهم سلبيات التكتيف الجانبي احتمال حدوث انكسار الجذر الشاقولي أثناء تطبيق التكتيف ومن أهم العوامل المسؤولة (الشكل ٧-٢٦):

- كمية العاج الجذري المزالة نتيجة التحضير: عندما يكون التحضير القنوي مفرطاً وغير متجانس على حساب كافة جدران القناة، أو موجهاً على حساب النطاقات الآمنة في الأفنية المنحنية، يزداد عندها احتمال الانكسار ويتركز في المناطق ذات المقاومة الميكانيكية المنخفضة التي فقدت كمية كبيرة من ثخانة العاج الجذري.
- نمط المكثفة المستخدمة: يزداد احتمال الانكسار مع استخدام المكثفات اليدوية، فهي أقل قابلية لضبط الاستخدام من حيث القوة المطبقة واتجاه التطبيق
- حجم المكثفة المستخدمة: كلما زاد حجم السرايدر زادت كمية الجهد المطبقة وزاد احتمال الانكسار الشاقولي للجذر
- قيمة القوة المطبقة: كلما زاد مقدار القوة المطبقة وامتدت فترة تطبيقها، زاد احتمال الكسر الشاقولي للجذر
- اتجاه تطبيق القوة: يؤدي محور تطبيق القوة غير الموازي للمحور الطولي للقناة والمستند إلى أحد الجدران إلى زيادة احتمال الكسر الشاقولي للجذر.



الشكل (٧-٢٦): يمكن حدوث كسر الجذر الشاقولي أثناء الحشو القنوي عند تطبيق قوة تكثيف مفرطة. (A): صورة مراقبة شعاعية لرحى أولى سفلية معالجة ليلاً، لوحظ وجود جيب حول سني يتركز على السطح الدهليزي للجذر الأنسي، (B): رفع شريحة دهليزية يكشف وجود كسر شاقولي للجذر الأنسي.

#### التوصيات العامة

- عدم تخزين أقماع الكوتابيركا لفترة طويلة وإلا ستصبح قصفة صعبة التكثيف ضمن القناة.
- يفضل تكثيف شكل السبرايدر بحسب انحناء القناة قبل القيام بعملية تكثيف الأقماع.
- يفضل استخدام السبرايدرات الإصبعية في الأقنية المنحنية مع ثنيها المسبق بدرجة معينة.
- يفضل استخدام سبرايدرات النيكل-تيتانيوم مع الحشو بالكوتابيركا المحمأة حرارياً في حالات التشريح القنوي الصعبة أو الشاذة مثل الأقنية بشكل C أو S.
- الاستخدام المنضبط والصحيح لقياس واتجاه وقوة تطبيق السبرايدر أثناء التكثيف لتجنب انكسار الجذر العمودي، حيث يتطلب التكثيف الجانبي ضغطاً معتدلاً، نظراً لكون الكوتابيركا غير قابلة للانضغاط، أي نقصان الحجم نتيجة الضغط، إلا أنها قابلة للتغير الشكلي والتلاؤم مع الفراغ القنوي بدون نقصان في الحجم. يجب أن تتراوح قوة الضغط المطبقة على السبرايدر من 0.5-1 كغ وأي تجاوز يمكن أن يتسبب بإحداث كسر شاقولي في جذر السن (الشكل ٧-٢٦).
- عند تحضير القناة بتقنية Step-back يكون قياس القمع الرئيس موافقاً ل MAF، بينما يتبع تطبيق القياسات المتدرجة للأقماع الثانوية المبادئ الحدية للتكثيف الجانبي: **الترج والفاعلية**، فتكون الأقماع الثانوية الأولية دقيقة القياس بينما ترتفع قياسات الأقماع الثانوية التالية وذلك تلاؤماً مع طريقة التحضير هذه، بعكس حالة تحضير القناة بالطريقة التقليدية.

## ٦-٢- التكتيف العمودي Vertical Compaction

### الخصائص العامة

أدخل العالم **Schilder** عام 1967 تقنية التكتيف العمودي الحراري لأقماع الكوتابيركا كطريقة لحشو الفراغ القنوي الجذري بشكل ثلاثي الأبعاد. تتكون التقنية من طورين: طور هابط وطور صاعد وتستغرق فترة زمنية طويلة نسبياً. تتصف بنوعية تكتيف وجودة ختم قنوي أعلى من التكتيف الجانبي وتبدي تجانساً واضحاً في بنية الحشوة والتحاماً حقيقياً لمختلف أجزائها. تتطلب هذه التقنية توفر مايلي:

- التحضير القنوي القمعي الانسيابي المستمر الواضح باستخدام تقنية Step-back أو Crown down أو مشتقاتهما.
- المحافظة على الأبعاد الأصغرية للنهاية الذروية للقناة الجذرية والتضييق الذروي بشكل حتمي
- الاستعانة بمصدر حراري وحوامل حرارية Heat Carriers
- تطبيق الضغط والدك العمودي التدريجي لأقماع الكوتابيركا ضمن القناة حسب طورين هابط وصاعد بالاستعانة بمجموعة مدكات مقطوعة الذروة Pluggers متدرجة القياسات (الشكل ٧-٢٧).

بغرض التمييز سوف يستخدم مصطلح:

- مكثفة للدلالة على أداة تكتيف أقماع الكوتابيركا ذات الرأس المدب Spreader المستخدمة في تقنية التكتيف الجانبي لحشو القناة الجذرية.
- مدك للدلالة على أداة دك أقماع الكوتابيركا ذات الرأس المقطوع Plugger المستخدمة في تقنية التكتيف العمودي لحشو القناة الجذرية.

تتوفر مدكات Schilder بقياسات متعددة كما يبين الجدول (٧-١).

| رقم المدك   | #8  | #8 <sub>1/2</sub> | #9  | #9 <sub>1/2</sub> | #10 | #10 <sub>1/2</sub> | #11 | #11 <sub>1/2</sub> | #12 |
|-------------|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|--------------------|-----|--------------------|-----|
| القياس (مم) | 0.4 | 0.5               | 0.6 | 0.7               | 0.8 | 0.9                | 1.0 | 1.1                | 1.2 |

الجدول (١١-١): يبين القياسات المختلفة لمدكات Schilder الخاصة بالتكتيف العمودي لحشو القناة الجذرية



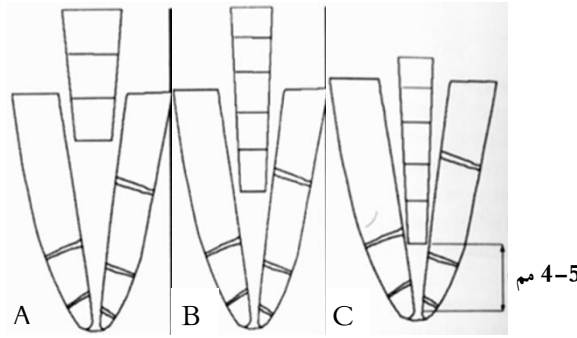
الشكل (٧-٢٨): يبين (A): مكثفة قياسية ISO نمط spreader (نهاية مدببة)، (B): مدك قياسي ISO نمط plugger (نهاية مقطوعة)، (C): مكثفات Obtura S بنهايتين مدببة ومقطوعة (Obtura Spartan).

التطبيق السريري: تتألف التقنية من المراحل العملية السريرية التالية:

١- التأكد من توفر متطلبات إجراء التكثيف العمودي لحشو القناة الجذرية المحضرة

٢- اختبار واختيار المدكات الملائمة: انتقاء 3 مدكات بقياسات محددة بحيث ينحشر (الشكل ٧-٢٩)

- المدك التاجي: عند نهاية الثلث التاجي للقناة (نقطة الانحشار)
- المدك المتوسط: عند منتصف الثلث المتوسط للقناة
- المدك الذروي: عند بدء الثلث الذروي على مسافة 4-5 مم من التضيق الذروي



الشكل (٧-٢٩): يبين المدكات الثلاثة اللازمة لتطبيق تقنية التكثيف العمودي لأقماع الكونتايركا ضمن القناة الجذرية، (A): المدك التاجي، (B): المدك المتوسط، (C): المدك الذروي.

٣- اختيار القمع الحاشي

- يُنتقى القمع ISO ذو القياس الموافق والمرتبط بقياس الأداة الي أنهت التحضير ويُجرَّب ضمن القناة المحضرة بحيث ينحشر ويتوقف قبل النهاية الذروية المحضرة أي أقصر من الطول العامل للقناة بمسافة 1 مم وسطياً محققاً خاصية Tug Back (الشكل ٧-٣٠). هذا يعني

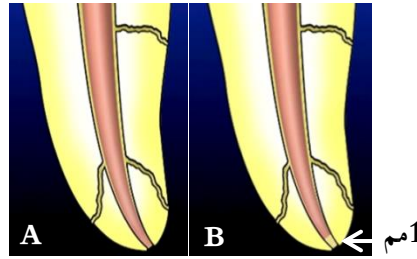
أن رأس القمع أكبر قياساً من أبعاد النهاية الذروية للقناة المحضرة. يهدف هذا الإجراء إلى زيادة هامش الأمان لتجنب تجاوز الكوتابيركا للتضييق الذروي نتيجة التكتيف العمودي.

○ يمكن انتقاء قمع قياسي يصل إلى كامل الطول العامل ويحقق خاصية Tug

Back بأن واحد، ثم نقص 1 مم من ذروته.

○ يمكن انتقاء قمع غير قياسي بقمعية تحاكي قمعية القناة بحيث يصل إلى الطول

المفترض ويحقق خاصية Tug Back بأن واحد، ما سيرفع نوعية وجودة التكتيف



الشكل (٧-٣٠): انتقاء قمع الكوتابيركا الملائم لتقنية التكتيف العمودي (A): عندما يصل إلى كامل الطول العامل ويحقق خاصية Tug Back، (B): بعد قص 1 مم لتجنب التجاوز الذروي عند إجراء التكتيف العمودي.

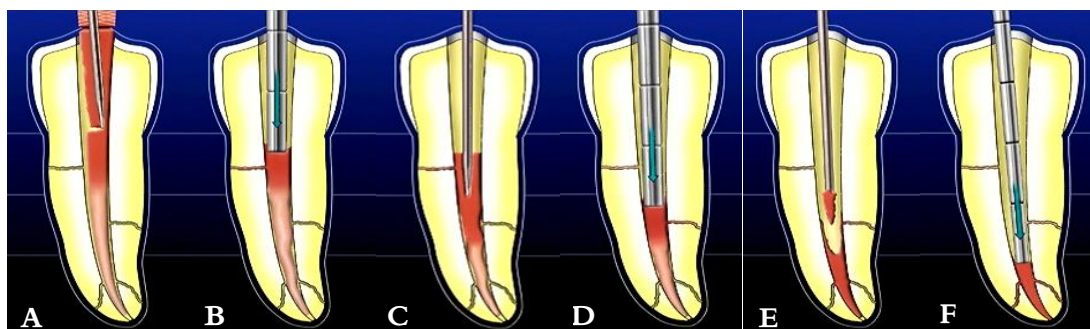
- تحميل القمع الرئيس بالاسمنت الحاشي وطلي كافة الجدران القنوية ومن ثم تطبيقه ضمن القناة حتى الوصول إلى الطول المحدد.

#### ٤- طور التكتيف الهابط: يتكون من المراحل التالية (الشكل ٧-٣١):

- إزالة الجزء التاجي الزائد من القمع بواسطة حامل حراري وهي أداة مدببة الرأس دقيقة القياس محمية حتى درجة الاحمرار، يمكن استخدام الرأس المدبب للمكثفة spreader لهذا الغرض
- تكتيف الثلث التاجي من القمع المتلين بالحرارة باستخدام المدك التاجي البارد plugger حتى يصل إلى أعظم مستوى له ضمن القناة (نقطة الانحشار Binding Point).
- إعادة استخدام الحامل الحراري لإزالة أجزاء أعظم من قمع الكوتابيركا حتى الثلث المتوسط
- تكتيف الثلث المتوسط من القمع المتلين بالحرارة باستخدام المدك المتوسط البارد حتى يصل إلى نقطة الانحشار.
- إعادة استخدام الحامل الحراري لإزالة أجزاء أعظم من قمع الكوتابيركا حتى بداية الثلث الذروي من القناة.



- تكثيف الثلث الذروي من القمع المتلين بالحرارة باستخدام المدك الذروي البارد حتى يصل إلى نقطة الانحشار التي تبعد 4-5 مم عن التضيق الذروي.



الشكل (٧-٣١): يبين طور التكثيف الهابط المؤلف من تناوب استخدام الحامل الحراري والمدكات الباردة متدرجة القياس حتى الوصول إلى تكثيف 4-5 مم الذروة من القناة الجذرية.

يمكن الاستعانة ببعض الأجهزة التي تغني عن استخدام اللهب لتسخين الأدوات وتؤمن مصدراً حرارياً مضبوطاً ونظيفاً مثل:

(SybronEndo) Touch'n Heat -

(SybronEndo) System B -

(Hu-Friedy) DownPak -

عندما تستلزم إجراءات الترميم النهائي للسن تصنيع قلب ووتد جذري، بسبب التهدم الشديد لتاج السن، يعتبر الحشو القنوي منتهياً بانتهاء الطور الهابط وجاهزاً لأخذ الطبعة أو تطبيق وتد الفايبر الجاهز ولا ضرورة لإجراء الطور الصاعد.

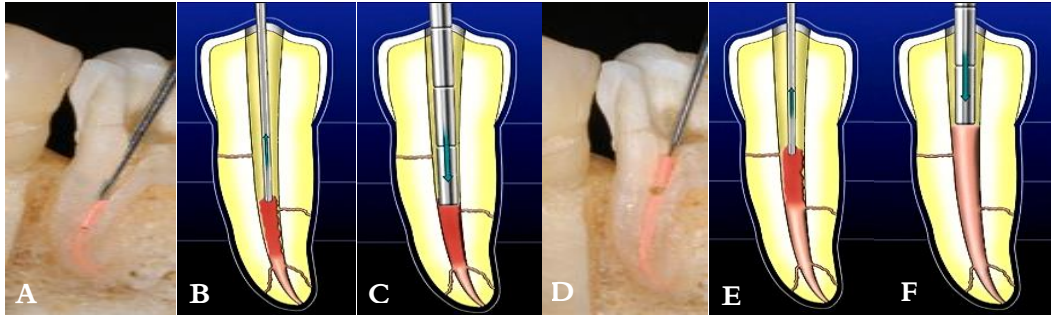
**٥- طور التكثيف الصاعد:** يتكون من المراحل التالية (الشكل ٧-٣٢):

- قص قطع من الكوتابيركا بطول 3 مم وسطياً بأبعاد ملائمة للمنطقة المتوسطة من القناة
- يستخدم الحامل الحراري لتلين وحمل كل قطعة وتطبيقها ضمن القناة ودكها بالمدك البارد المتوسط حتى يمتلئ الثلث المتوسط من القناة تدريجياً.
- قص قطع من الكوتابيركا بطول 3 مم وسطياً بأبعاد ملائمة للمنطقة التاجية من القناة



- يستخدم الحامل الحراري لتليين وحمل كل قطعة وتطبيقها ضمن القناة ودكها بالمدك البارد التاجي حتى يمتلئ الثلث التاجي من القناة تدريجياً.

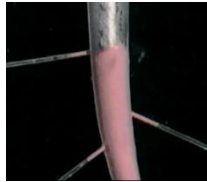
يمكن الاستعانة بجهاز Obtura لحقن الكوتابيركا الملمينة بالحرارة مباشرة ضمن الثلث المتوسط مع خروج تدريجي لرأس الجهاز أثناء الحقن ومن ثم استخدام المدك المتوسط البارد لتكثيف الكوتابيركا المحقونة، ثم تكرار ذلك لملئ الثلث التاجي مع استخدام المدك التاجي وذلك لإنهاء الطور الصاعد.



الشكل (٧-٣٢): يبين مراحل الطور الصاعد لتقنية التكثيف العمودي للكوتابيركا لحشو القناة الجذرية

الإيجابيات:

- توليد حركة انسياب للكوتابيركا الملمنة ضمن منظومة القناة الجذرية، ما يؤمن:
  - تشكيل كتلة كوتابيركا متجانسة البنية ملتحمة بشكل حقيقي
  - ملء شذوذات جدران منظومة القناة الجذرية بشكل جيد
  - ملئ الأقنية الجانبية والثانوية بالكوتابيركا السيالة (الشكل ٧-٣٣)
- لا بد من التنويه إلى علاقة الارتباط الوثيقة بين درجة تلاؤم الكوتابيركا وعمق تطبيق الحرارة، وأبعاد القناة المحضرة. يؤمن وصول الحرارة إلى المنطقة الذروية للقناة، المحضرة بشكل قمعي واضح، أفضل نسبة اندخال وتلاؤم وتوافق للكوتابيركا مع تفاصيل منظومة القناة الجذرية.



الشكل (٧-٣٣): منظومة قناة جذرية صناعية تبين قدرة الكوتابيركا الملمينة بالحرارة على الاندخال ضمن الأقنية الجانبية عند تطبيق التكثيف العمودي.

## السليبيات

- الأدوات والوسائل أكثر تعقيداً
- استهلاك وقت أطول وجهد واضح من قبل الطبيب والمريض
- التأثيرات الجانبية لتطبيق الحرارة:
  - ترتفع درجة الحرارة في القسم التاجي من القناة عند تطبيق التكثيف الحراري وتنخفض في القسم الذروي منها، فتصل حتى  $118^{\circ}\text{C}$  على بعد 8 مم من ذروة القناة، وتنخفض لتصل حتى  $44^{\circ}\text{C}$  على بعد 1 مم من الذروة.
  - يمكن أن يؤدي تسخين سطح الجذر إلى تغيرات غير ردودة للنسج حول السنية خصوصاً العظم السنخي، ويحصل ذلك عند زيادة درجة الحرارة بمعدل  $10^{\circ}\text{C}$ .
  - الحوامل الحرارية المعتمدة على اللهب غير مزودة بوسائل لضبط درجة الحرارة، كذلك فإن جهاز Touch'n Heat يضبط فقط إرسال الحرارة إلى رأس أداة التكثيف (الشكل ٧-٣٤)، ولا يتلقى معلومات راجعة انطلاقاً من رأس الأداة حول درجة الحرارة النسيجية، ما يستوجب أخذ الحيطة والحذر. يُزوّد جهاز System B بحاسوب يتلقى معلومات راجعة عن درجة حرارة رأس الأداة ويتمكن من تعديلها ومعايرتها حسب المعطيات السريرية، ما يسمح بالمحافظة على درجة الحرارة المطلوبة دون تجاوزها.



الشكل (٧-٣٤): يبين جهاز (SybronEndo) Touch'n Heat

- الانكسار الشاقولي للجذر: احتمال وارد الحدوث عند تطبيق قوى تكثيف غير مدروسة من حيث القوة والاتجاه وحجم المدك المستخدم. يبلغ متوسط القوى اللازمة للتكثيف

العمودي الصحيح: 0.6-0.7 kg، وهي أخفض منها في حالة التكتيف الجاني البالغة:

0.8-0.9 kg

- صعوبة التطبيق في الأفنية المنحنية، إذ لا تتمكن المكثفات الصلبة من الدخول إلى عمق القناة المطلوب.

- لابد من توسيع القناة إلى أبعاد واسعة نسبياً للسماح بوصول الحامل الحراري إلى المنطقة الذرية للقناة، ما سيضعف الجدران العاجية ويخفض مقاومتها للانكسار الشاقولي.

- انخفاض إمكانية ضبط الامتداد الذري للحشوة مقارنة بالتكتيف الجاني، ما يعني ارتفاع احتمال التجاوز الذري لحشوة القناة باتجاه النسخ حول الذرية.

عموماً لا يمكن الحكم بأفضلية تقنية حشو على أخرى فيما يتعلق بجودة الختم نظراً لتعدد المتغيرات المؤثرة، وعلى رأسها تشرح منظومة القناة الجذرية الخاص بكل حالة على حدة.

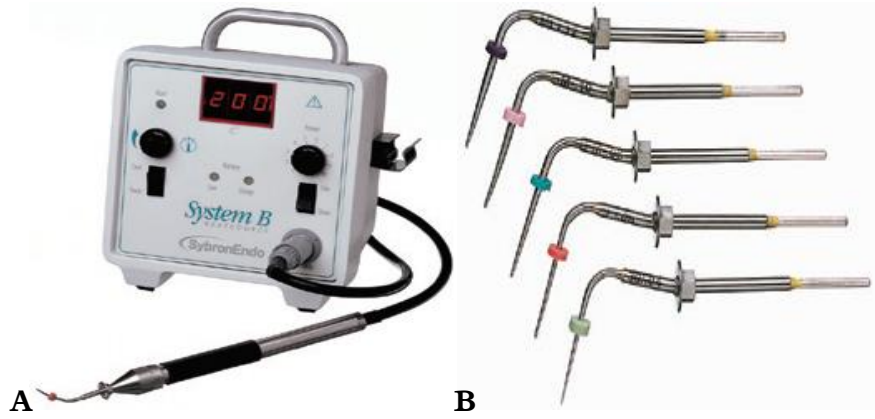
### ٦-٣- تقنية التكتيف بالموجة المستمرة Continuous Wave Compaction

#### الخصائص العامة

نمط متطور من التكتيف العمودي الحراري، فقد أدى الاستعمال المتزايد لأدوات التحضير الآلي في تحضير منظومة القناة الجذرية وشيوع استخدام الأقماع الحاشية غير القياسية عالية القمعية إلى زيادة استعمال تقنيات التلدين الحرارية للكوتايركا لحشو القناة الجذرية. يسمح تصنيع أقماع بقياس وقمعية تحاكي شكل القناة المحضرة، بتطبيق قوة هيدروليكية أعلى خلال التكتيف عند استعمال مدكات Pluggers بقياس ملائم وبالتالي إمكانية تلاؤم قصوى للكوتايركا مع تفاصيل منظومة القناة الجذرية.

#### جهاز System B

تستلزم تقنية التكتيف بالموجة المستمرة استخدام جهاز Buchanan (System B) المكون من وحدة العمل الأساسية والمدكات Pluggers الملحقة (الشكل ٧-٣٥). يسمح مصدر الحرارة الكهربائي بضبط درجة الحرارة حسب الطلب وتبلغ درجة الحرارة الموصى بها 200°C. يمتلك الجهاز عدداً من المدكات بقياسات وقمعيات مختلفة مصنوعة من الفولاذ غير القابل للصدأ (الجدول ٧-٢).



الشكل (٧-٣٥): يبين (A): وحدة جهاز System B، (B): المدكات Pluggers الملحقة بالجهاز الموافقة لقياسات أقماغ كوتابيركا غير قياسية مختلفة (SybronEndo).

| 0.12                         | 0.10            | 0.08                      | 0.06         | 0.04                   | المدك Plugger |
|------------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|------------------------|---------------|
| متوسط - كبير<br>Medium-large | متوسط<br>Medium | رفيع-متوسط<br>Fine-medium | رفيع<br>Fine | رفيع-رفيع<br>Fine-fine | القمع Cone    |

الجدول (٧-٢): يبين قياسات المدكات الملحقة بجهاز System B والأقماغ غير القياسية الموافقة

تجدر الإشارة إلى تغيرات درجة الحرارة الداخلية والخارجية المرافقة لتطبيق هذه التقنية باستخدام مدكات متفاوتة القياس ودرجات حرارة مختلفة ( $200^{\circ}\text{C}$ ,  $250^{\circ}\text{C}$ ,  $300^{\circ}\text{C}$ ). فقد تبين أنه على مسافة 6 مم من ذروة الجذر، وبتطبيق درجة حرارة  $300^{\circ}\text{C}$ ، ومدك رفيع متوسط Fine-medium، سوف يتولد أعلى متوسط لدرجة الحرارة الداخلية وتبلغ  $74^{\circ}\text{C}$ ، بالمقابل لا تتجاوز درجة الحرارة الخارجية الدرجة الحرجة البالغة  $10^{\circ}\text{C}$  على مستوى الرباط حول السني مهما اختلفت درجة الحرارة أو المدك المستخدم.

أكد Venturi وزملاؤه عام 2002 أن الحرارة المتولدة تبقى مهملة الأثر بعد الملتقى المينائي الملاطي بمسافة 2 مم بالاتجاه الذروي وقبل مسافة 2 مم من ذروة الجذر. بلغ متوسط تغير درجة الحرارة عند الملتقى المينائي الملاطي  $4^{\circ}\text{C}$ .

### التطبيق السريري

- التأكد من مواصفات التحضير القنوي الملائمة للتكثيف الحراري للكوتابيركا
- اختبار واختيار القمع الحاشي الرئيس كما هو الحال في التكثيف العمودي اليدوي

- اختبار واختيار المدك الملائم الذي يتوقف قبل نهاية الطول العامل للقناة بـ 5-7 مم، حيث تتوضع نقطة انحشار المدك Binding point: بداية الثلث الذروي للقناة (الشكل ٧-٣٦/أ).

- توضع وحدة System B على الدرجة 200°C و touch mode ويطبق رأس المدك عند فوهة القناة بضغط ثابت ثم تُفعّل الحرارة لإزالة الكوتايركا التي تتجاوز فوهة القناة.

- ثم ينزل رأس المدك عمقاً بشكل سريع ضمن القناة بالاتجاه الذروي خلال 1-2 ثانية حتى مسافة 2-3 مم قبل نقطة انحشار المدك، عندها يوقف تفعيل الحرارة، بينما يستمر الضغط الثابت على الكوتايركا لمدة 5-10 ثانية.

- بعد أن تبرد كتلة الكوتايركا تُفعّل الحرارة لمدة 1 ثانية، الأمر الذي يسمح بتحرير المدك وفصله عن كتلة الكوتايركا دون الإضرار بكثافتها واستقرارها، إلى خارج القناة. صممت المدكات ليتم إحماؤها انطلاقاً من الرأس باتجاه الساق، ما يخفض احتمال قلقلة كتلة الكوتايركا المكثفة أثناء إخراج المدك من القناة.

- تأكيد ثبات كتلة الكوتايركا الذروية في مكانها ضمن القناة من خلال تطبيق مدكات يدوية وإجراء المراقبة الشعاعية. صُممت لهذا الغرض أداتان يدويتان ثنائية الرأس بقطرين:

○ 0.4 - 0.9 مم

○ 0.7 - 1.4 مم

تجدر الإشارة إلى أنه عند التفعيل الحراري ستدفع حركة دخول المدك عمقاً ضمن القناة الكوتايركا للانسياب ضمن تفاصيل القناة المحضرة، إلا أنه بعد وصول رأس المدك إلى نقطة الانحشار، ستخفض القوى الهيدروليكية المطبقة على الكوتايركا، وتزداد القوى المنعكسة عن التكتيف والمطبقة على الجدران العاجية، ما يستلزم الانتباه والحذر. هناك علاقة ارتباط بين عمق دخول المدك الحار بالنسبة إلى الطول العامل، وجودة الحشو وختم شذوذات القناة. بالمقابل لا تولد زيادة درجة الحرارة بالضرورة زيادة فعالية وكفاءة التكتيف.

الجدير بالتنويه أن مصدر الحرارة يبقى على مسافة 5-7 مم من النهاية الذروية لكتلة الكوتايركا، ما يعني أن حشو المنطقة الذروية للقناة الجذرية سيتحقق حسب تقنية القمع المفرد.

يمكن إنجاز الطور الصاعد بعد ملئ الفراغ القنوي خلال الطور الهابط، بواسطة:

- حقن الكوتابيركا الملمنة حرارياً مترافقاً بخروج تدريجي لرأس جهاز Obtura II أثناء الحقن (الشكل ٧-٣٦/ C) مع إجراء الدك اليدوي للكوتابيركا المحقونة باستخدام مدك بارد، مع تكرار هذا الإجراء أكثر من مرة لتحقيق ملئ تدريجي كثيف متجانس لكامل القناة. من أهم الأجهزة المصممة لتليين الكوتابيركا وحقنها ضمن القناة:

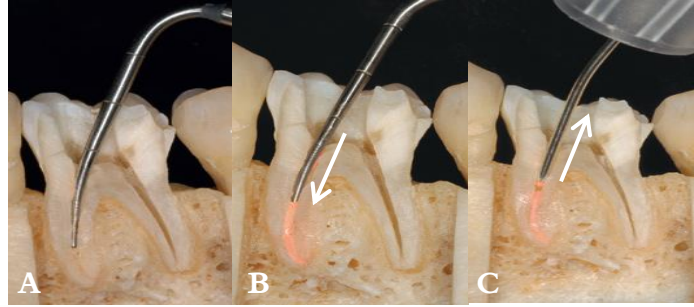
○ (Coltène) Obtura or Ultrafil 3D

○ (DENTSPLY) Calamus

○ (SybronEndo) nts

○ (Discus Dental) HotShot

- أو عبر تطبيق قمع كوتابيركا إضافي ملائم يحمل الاسمنت الحاشي في الفراغ القنوي المتبقي، ثم تليينه وتكثيفه عبر تطبيق متناوب قصير المدة للحرارة والضغط العمودي وتكرار ذلك أكثر من مرة حتى امتلاء كامل القناة.



الشكل (٧-٣٦): التكثيف العمودي بالموجة المستمرة (A): تجربة مكثفة System B وتحديد نقطة الانحشار عند بدء الثلث الذروي للقناة، (B): التفعيل الحراري وتكثيف الكوتابيركا عبر حركة نزول المكثفة باتجاه الذروة، (C): ملئ ماتبقى من القناة باستخدام تقنية حقن الكوتابيركا الملمنة بالحرارة Obtura II.

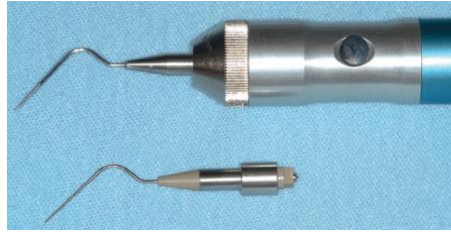
#### الحالات الخاصة للتشريح القنوي:

- الأفقية البيضاوية: يمكن ألا تنشأ قوى هيدروليكية ملائمة أثناء التكثيف، ما يستلزم تطبيق قمع ثانوي إلى جانب القمع الرئيس قبل التكثيف لتخفيف أثر هذا التشريح على جودة الحشو
- القناة نمط II: توضع أقماع رئيسة في كلا القناتين قبل التكثيف. يستخدم مدك يدوي لتأمين استقرار القمع في إحدى الأفقية، بينما يتم حشو القناة الثانية.

## ٦-٤ - التكثيف الجانبي الحراري Warm Lateral Compaction

### الخصائص العامة

طورت هذه الطريقة لقدرتها على ضبط الحدود الذروية للحشو القنوي بشكل أدق من طرائق التلدين الحرارية للكوتابيركا. يؤمن جهاز Endotec II (Medidenta) للطبيب القدرة على التحكم بطول الحشوة مع استخدام الحرارة أثناء تكثيف الكوتابيركا (الشكل ٧-٣٧).



الشكل (٧-٣٧): جهاز Endotec II (Medidenta) لإجراء التكثيف الجانبي الحراري.

### الايجابيات

- اندماج أقماع الكوتابيركا في كتلة واحدة متجانسة تؤمن ختماً عالي الجودة للفراغ القنوي.
- زيادة وزن كتلة الكوتابيركا بمعدل 15% مقارنة بطريقة التكثيف الجانبي التقليدي، ويمكن أن تصل حتى 24% عند الاستعانة بجهاز System B.
- انخفاض مقدار الجهد المتولد عن تطبيق التكثيف الجانبي الحراري باستخدام Endotec II مقارنة بالتكثيف الجانبي التقليدي عند الحشو القنوي.

لا تسبب الحرارة الناجمة عن التكثيف الحراري العمودي أو الجانبي أية أذية للنسج حول السنية.

### السلبيات: إجراءات التكثيف أكثر تعقيداً

في هذا السياق يمكن استخدام:

- جهاز EndoTwinn (Hu-Friedy): الذي يؤمن اهتزاز الرأس المحمى كهربائياً، لتحقيق التكثيف الجانبي الحراري.

- جهاز RootBuddy-DownPak (Nikinc Dental): جيل متطور لجهاز EndoTwinn يستخدم لتحقيق التكثيف الحراري العمودي والجاني (الشكل ٧-٣٨).



الشكل (٧-٣٨): جهاز Rootbuddy (سابقاً DownPak) لتأمين الاهتزاز والتلين الحراري للكوتايركا

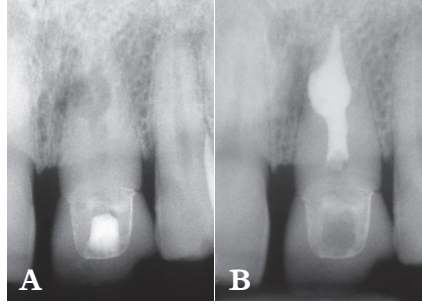
#### التطبيق السريري

- اختيار القمع الرئيس الملائم قياساً وقمعية الذي يصل إلى كامل الطول العامل ويحقق خاصية Tug Back بأن واحد.
- اختيار رأس تكثيف Endotec II بأبعاد مناسبة، وتتوفر رؤوس تكثيف مختلفة القياس والقمعية مثل: #0.02/20، #0.02/40.
- تفعيل الجهاز وإدخال رأس التكثيف بجانب القمع الرئيس والنزول عمقاً حتى الوصول إلى مسافة تبعد 2-3 مم عن ذروة الجذر باستخدام الضغط الخفيف.
- تفعيل الرأس لمدة 5 ثوانٍ للسماح بتحريره وإخراجه من القناة بدون قلقلة القمع الرئيس
- تطبيق مكثفة Spreader غير محمّاة ضمن الفراغ القنوي الذي تم تشكيله على حساب القمع الرئيس لتأكيد التلاؤم وتسهيل تطبيق قمع الكوتايركا الثانوي الأول.
- يكرر تفعيل الجهاز وإدخال رأس التكثيف بجانب القمع الرئيس والقمع الثانوي الأول والنزول عمقاً لمسافة تبعد 3-4 مم عن ذروة الجذر باستخدام الضغط الخفيف ومن ثم إخراج رأس التكثيف وتطبيق مكثفة باردة، مايسمح بتطبيق قمع الكوتايركا الثانوي الثاني، وهكذا تُكرر هذه الإجراءات حتى امتلاء القناة تدريجياً صعوداً بالاتجاه التاجي.



## ٦-٥- تقنيات حقن الكوتابيركا الملدنة بالحرارة GP Thermoplastic Injection

إحماء الكوتابيركا (GP) خارج القناة الجذرية ومن ثم حقنها داخل القناة المحضرة هو من التقنيات والإجراءات التي طُوِّرت لتتكامل مع مختلف طرائق الحشو القنوي بالتلدين الحراري (الشكل ٧-٣٩).



الشكل (٧-٣٩): تستخدم تقنيات حقن الكوتابيركا الملدنة بالحرارة غالباً في حالة الشذوذات القنوية. (A): امتصاص داخلي في ثنية علوية، (B): يظهر الحشو القنوي كثافة جيدة بشكل عام ولمنطقة الامتصاص بشكل خاص باستخدام تقنيات حقن الكوتابيركا الملدنة بالحرارة.

سوف نستعرض أهم الأجهزة التي تؤمن التلدين الحراري الخارجي للكوتابيركا وخصائص كل منها.

### نظام الحشو القنوي *Obtura III*

تعتمد أجهزة *Obtura* بشكل عام على تسخين الكوتابيركا إلى الدرجة  $160^{\circ}\text{C}$ . يتألف نظام *Obtura III* (*Obtura Spartan*) من جهاز بشكل مسدس ذو قبضة كبيرة الحجم تتصل بحجرة محاطة بآلية تزويد الحرارة اللازمة، قابلة للتحميل بقطع من الكوتابيركا (الشكل ٧-٤٠). تتوفر رؤوس إبر فضية بقياسات مختلفة (20, 23, 25) تسمح بوصول وانسياب الكوتابيركا الملدنة بالحرارة إلى داخل القناة. تسمح وحدة المراقبة للطبيب بالتحكم بدرجة الحرارة ومعايرتها وبالتالي ضبط درجة لزوجة وانسيابية الكوتابيركا.



الشكل (٧-٤٠): نظام *Obtura III Max* (Kerr)

تبلغ درجة الحرارة الداخلية حدها الأقصى ( $27^{\circ}\text{C}$ ) على بعد 6 مم من ذروة الجذر. لا يختلف التحضير القنوي الملائم لتطبيق هذا النظام عنه مقارنة بتقنيات الحشو القنوي الحراري للكوتابيركا، فالنهاية الذروية للجذر لابد أن تكون بأصغر أبعاد ممكنة، لمنع التجاوز الذروي للكوتابيركا.

### التطبيق السريري

- التحفيف الجيد لجدران القناة
- اختبار واختيار قياس رأس إبرة الحقن بشكل يلائم أبعاد القناة المحضرة
- اختبار واختيار المدكات ملائمة القياس Pluggers
- طلي جدران القناة بالاسمنت الحاشي بالاستعانة بمبرد ملائم القياس.
- التسخين المسبق للكوتابيركا ضمن المسدس
- تركيب رأس الإبرة وإدخالها عمقاً ضمن القناة لتصل قبل النهاية الذروية بـ 3-5 مم
- حقن الكوتابيركا الملدنة بشكل هادئ عبر الضغط على زناد قبضة المسدس مترافقاً بالانسحاب التدريجي من القناة بالاتجاه التاجي.
- إيقاف الحقن وسحب رأس الإبرة من القناة عند امتلاء القسم الذروي.
- تكثيف الكوتابيركا المليئة والمحقونة في القسم الذروي بالمدك الملائم.
- تجزئة التكثيف عبر حقن ودك أجزاء متتالية من القناة بالكوتابيركا المليئة بأطول 3-4 مم
- لابد من استمرار الدك والتكثيف حتى تبرد الكوتابيركا وتتصلب بغية توجيهه ومعاوضة التقلص الحجمي الذي يرافق مرحلة برودة الكوتابيركا.

### السلبيات:

- الوسائل المستخدمة أكثر تعقيداً
  - انخفاض القدرة على التحكم بطول حشوة القناة.
- يمكن أن تكون حشوة القناة زائدة Overextension أو ناقصة Underextension الامتداد، وللتغلب على هذه الإعاقة يمكن استخدام تقنية حشو قنوي هجينة تتكون من:

- البدء بحشو القناة بتقنية التكثيف الجاني

- التأكد من استقرار والحشار القمع الرئيس مع عدة أقماع ثانوية في القسم الذروي من القناة
- استخدام المدك plugger المحمي وإدخاله عمقاً ضمن القناة ليصل قبل الذروة بـ 4-5 مم وتطبيق تكثيف عمودي خفيف للمحافظة على سلامة الكتلة الذروية للكوتابيركا.
- بعدها يمكن حشو ماتبقى من القناة بواسطة حقن الكوتابيركا الملدنة بالحرارة

يمكن أن تصل نسبة نجاح المعالجة عند استخدام نظام Obtura حتى 96 % وتؤمن هذه التقنية خاصية تلاؤم عالية للكوتابيركا مع جدران القناة وبالتالي ختم قنوي محكم.

### نظام الحشو القنوي Ultrafil 3D

يعتمد على حقن الكوتابيركا الملدنة بالحرارة بدرجة 90°C. يتألف من وحدة إحماء، مسدس أو سيرنغ حقن، 3 قنيتات لحقن الكوتابيركا الملدنة بأنماط تصلب مختلفة (الشكل ٧-٤١):

- التصلب النظامي Regular Set: الكوتابيركا منخفضة اللزوجة ويستغرق التصلب 30 دقيقة
- التصلب الثابت Firm Set: الكوتابيركا منخفضة اللزوجة، ويستغرق التصلب 4 دقائق فقط
- التصلب الداخلي Endoset: الكوتابيركا عالية اللزوجة، لا تناسب بشكل جيد، يستغرق التصلب 2 دقيقة فقط.



الشكل (٧-٤١): نظام الحشو القنوي Ultrafil 3D المؤلف من: وحدة إحماء، سيرنغ أو مسدس حقن، قنيتات لحقن الكوتابيركا الملدنة بالحرارة (Coltène).

## الاعتبارات التقنية

- توضع وحدة الحرارة على الدرجة  $90^{\circ}\text{C}$  بشكل دائم
- ترتبط كل قنية لحقن الكوتابيركا برأس إبرة من الفولاذ اللاصدئ بعيار 22-gauge وبطول 21 مم. يمكن لرؤوس الإبر أن تحنى بشكل مسبق.
- يمكن تطهير قنيات حقن الكوتابيركا إلا أنها غير قابلة للتعقيم الحراري.

## نظام الحشو القنوي *Calamus*

يؤمن انسياب الكوتابيركا عبر التلدين الحراري مع إمكانية التحكم بدرجة الحرارة ومعدل الانسياب. يتكون النظام من (الشكل ٧-٤٢):

- خراطيش كوتابيركا معدة للحقن
- رؤوس إبر عيار 20 و 23 Gauge.
- مدكات Pluggers خاصة بالنظام



الشكل (٧-٤٢): وحدة التلدين الحراري *Calamus* لإحماء وحقن الكوتابيركا (DENTSPLY).

## نظام الحشو القنوي *Elements*

يتألف من مصدر حراري System B ومدكات Pluggers وقبضات لتأمين الانسياب الحراري:

- للكوتابيركا مع خراطيش وحيدة الاستعمال بقياسات رؤوس إبر: 20, 23, 25 Gauge
- أو RealSeal مع خراطيش وحيدة الاستعمال بقياسات رؤوس إبر 20, 23 Gauge



الشكل (٧-٤٣): نظام الحشو القنوي (Kerr) Elements.

### نظام الحشو القنوي *HotShot*

جهاز تلدين حراري لاسلكي يؤمن درجة حرارة تتراوح من  $150^{\circ}\text{C}$  -  $230^{\circ}\text{C}$  (Healthcare). يمكن استخدام الجهاز مع الكوتابيركا أو الريزيلون. تتوافر رؤوس الإبر بقياسات 20, 23, 25 Gauges.



الشكل (٧-٤٤): نظام الحشو القنوي HotShot مع بطارية الطاقة لإحماء وحقق الكوتابيركا المملدنة.

### ٦-٦ - أنظمة حوامل الكوتابيركا للحشو القنوي

تشمل عدة أنظمة من أهمها:

- *Thermafil*

- *GT Series X Obturators* و *Profile GT Obturators*

- *ProTaper Universal Obturators*

تقنية حشو منظومة القناة الجذرية مؤلفة من مادة الكوتابيركا مركبة على حامل مركزي صلب يؤمن وسيلة تسهل تطبيق الكوتابيركا ضمن منظومة القناة الجذرية. كان الحامل في بداية تطبيق التقنية معدنياً، يحمي على مصدر حراري مثل اللهب لتلين طبقة الكوتابيركا المغطية قبل التطبيق مباشرة ضمن القناة المحضرة.

تطورت الحوامل فعدت بلاستيكية مغطاة بكونتايركا بطور  $\alpha$  وزوّدت بوسيلة إحماء تضبط درجة حرارة وانسيابية الكونتايركا (الشكل ٧-٤٥). صممت الأدوات الحاشية Obturators لتتوافق قياساتها مع:

- المبادئ القياسية ISO
  - المبادئ غير القياسية الآلية NiTi ثابتة القمعية
  - المبادئ غير القياسية الآلية NiTi متغيرة القمعية
- تتضمن حوامل اختبار Verifiers تحاكي الحوامل الحاشية الحقيقية للمساعدة في اختيار القياس الملائم. يطبق حامل الاختبار بشكل حر دون ضغط قسري إلى كامل الطول العامل (الشكل ٧-٤٥).

### التطبيق السريري

- التأكد من التحضير القنوي الملائم
- إزالة طبقة اللطاخة باستخدام محلول EDTA لتعزيز قدرة الختم القنوي
- اختيار الحامل الحاشي الملائم لأبعاد القناة المحضرة باستخدام حامل الاختبار الموافق
- تجفيف جدران القناة بشكل جيد
- "طلي" طبقة خفيفة من الاسمنت الحاشي على سطوح الجدران العاجية ويوصى باستخدام اسمنت غروسمان أو الاسمنتات الراتنجية مثل AH-26، AH Plus
- تعليم الحامل الحاشي إلى الطول المحدد باستخدام حلقة المعايرة والتقييمات المليمترية على ساق الحامل، التي تتدرج كما يلي: 18, 19, 20, 22, 24, 27, 29 مم
- تطهير الحامل باستخدام 5.25% NaOCl ثم الغسل بالكحول 70%
- وضع الحامل في مكانه المخصص ضمن جهاز الإحماء (الشكل ٧-٤٥).
- عند الوصول إلى درجة الحرارة الملائمة المحددة، يرفع الحامل ويطبق ضمن القناة المحضرة خلال 10 ثوانٍ بحركة إدخال مباشر بدون تدوير حتى الطول المحدد. لابد من التأكيد على التطبيق الصحيح للحامل من حيث عمق الدخول وخلال الوقت المحدد وأثر ذلك على جودة ختم تفاصيل منظومة القناة الجذرية.
- المراقبة الشعاعية للتأكد من التوضع الصحيح للحامل الحاشي.



الشكل (٧-٤٥): (A): أداة التحقق من دقة القياس verifier والحامل الحاشي Thermafil، (B): جهاز الإحماء (Thermaprep2)، (C): تطبيق الحامل الحاشي في القناة الوحشية للرحى الأولى السفلية (DENTSPLY).

- تحتاج الكوتابيركا إلى 2-4 دقيقة لتبرد قبل القيام بقطع الجزء التاجي من الحامل الذي يمتد لعدة ميليمترات فوق مستوى فوهة القناة الجذرية. ينجز القطع من خلال تثبيت الحامل بضغط إصبعي عمودي مع استخدام سنبله قطع قمعية خاصة.
- لا يوصى بإجراء القطع باستخدام أداة محماة، فقد يؤدي ذلك إلى تقلقل الحامل، ما يؤثر سلباً على جودة ختم وكثافة الكوتابيركا ضمن القناة.
- يمكن إنهاء العمل من خلال التكتيف العمودي للجزء التاجي من الكوتابيركا ويمكن إضافة بعض قطع الكوتابيركا ثم تليينها بالحرارة ودكها وتكتيفها عند الضرورة.

يمكن استعمال Chloroform، في الحالات التي تستلزم إعادة العلاج، لحل مادة الحامل البلاستيكية والمبارد اليدوية أو الآلية لإزالة الكوتابيركا المحيطة بالحامل. يعتمد الجيل الأحدث من الحوامل (GuttaCore (DENTSPLY على استخدام الكوتابيركا المصلبة كحامل للكوتابيركا الخارجية القابلة للتلدين الحراري، ما يمكن أن يسهل إجراءات إعادة المعالجة.

#### الإيجابيات

- سهولة التطبيق
- التغلب على سلبيات الانشائية العالية للكوتابيركا
- قدرة الكوتابيركا الملدنة على الاندخال ضمن الأقنية الجانبية والإضافية





## ٦-٧- التكثيف الحراري الميكانيكي للكوتابيركا GP Thermo-mechanical Compaction

### الخصائص العامة

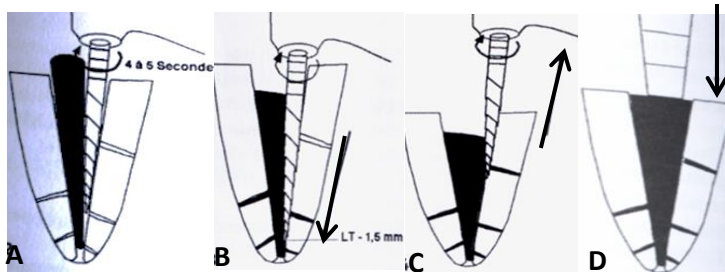
صمم McSpadden أداة تكثيف دوّارة تتصف بجلزونات مشابهة لمبرد H ولكن باتجاه معاكس، يتم تركيبها على قبضة بسرعة دوران بطيئة (9000 د/د). يؤدي دوران الأداة بتماس كتلة الكوتابيركا إلى احتكاك مولد للحرارة، مما يؤدي إلى تليين أجزاء الكوتابيركا وتحريكها بالاتجاه الذروي. طوّرت بعض المكثفات الدوارة المصنوعة من خلائط NiTi لزيادة المرونة والانثنائية. من هذه المكثفات:

- (SybronEndo) Microseal condensers

- (DENTSPLY) Gutta Condenser

### التطبيق السريري

- تثبيت القمع الرئيس أقصر من الطول العامل المحضر بمقدار 1-2 مم
- تطبيق الاسمنت الحاشي ضمن القناة
- اختيار المكثفة على أساس توافق قياسها مع قياس القناة المحضرة، بحيث تدخل على طول قمع الكوتابيركا الرئيس وتتوقف قبل 3-4 مم من نهاية التحضير الذروية.
- يؤدي تدوير الأداة بسرعة بطيئة إلى احتكاكها مع الكوتابيركا مولداً حرارة تؤدي إلى تليين أجزاء الكوتابيركا القريبة ودفعها بالاتجاه الذروي للقناة في نفس الوقت التي تنسحب بها الأداة الدوارة بالاتجاه التاجي أثناء دورانها (الشكل ٧-٤٧).
- يكتف القسم التاجي من الكوتابيركا المتلينة عمودياً.



الشكل (٧-٤٧): تقنية McSpadden لتكثيف الكوتابيركا ضمن القناة الجذرية بالاعتماد على تليينها الناجم عن حرارة الاحتكاك عند تدوير المكثفة مع عقارب الساعة.

## الايجابيات

- الأدوات بسيطة والتقنية سهلة التطبيق وسريعة الإنجاز
- تؤمن قدرة جيدة على ختم وملئ شذوذات القناة

## السلبات

- ارتفاع إمكانية التجاوز الذروي
- إمكانية انكسار أداة التكثيف الدوارة
- إمكانية حدوث انثقاب جذري
- عدم إمكانية التطبيق في الأقنية المنحنية
- إمكانية توليد حرارة زائدة ضمن القناة يمكن أن تؤثر على سلامة النسج حول السنية

## ٦-٨- الحشو القنوي المعتمد على تليين الكوتابيركا بالسوائل الحائلة Solvents

الخصائص العامة: يمكن الاستعانة بوسيلة أخرى غير الحرارة لتليين الكوتابيركا مثل السوائل الحائلة ومن أهمها: Chloroform، Eucalyptol، Xylol.

إلا أن هذه التقنية لا يمكن أن تحل محل الحرارة كوسيلة لتليين الكوتابيركا نظراً لسلباتها الكثيرة ومنها:

- تقلص حجم الحشوة الناجم عن تبخر السائل الحال
- الفراغات والمسامات في بنية الحشوة التي يتركها تبخر السائل الحال
- تخريش النسج حول الذروية الناجم عن تبخر السائل الحال
- عدم القدرة على ضبط طول حشوة القناة.

## تقنية Callahan & Johnston

تعتمد على حل الكوتابيركا باستخدام Chloroform وتطبيق المزيج ضمن القناة المحضرة باستخدام السيرنغ. بعد ذلك يلين قمع كوتابيركا من خلال غمره ضمن القناة، وعند تبخر المحل تتماسك هذه الكتلة ضمن القناة. تم العزوف عن تقنيات الحشو المعتمدة على المحل بسبب التقلص الحجمي الكبير والتخريش حول الذروي المرافق.

## ٦-٩- المعاجين الحاشية للقناة الجذرية Pastes

تحقق المعاجين الحاشية للقناة بعض المواصفات التي حددها Grossman ويمكن أن تتلاءم مع التشريح القنوي الداخلي المعقد. لا تصلح هذه المعاجين لحشو القناة الجذرية بمفردها إذ تقود خواص الانسيابية العالية إلى:

- عدم القدرة على ضبط طول الحشوة وبالتالي التجاوز الذروي

- الحشو غير الكامل والكتيم لمنظومة القناة الجذرية.

يمكن أن تتضمن بعض المعاجين في تركيبها عناصر دوائية أو كيميائية قابلة للانحلال والتحرر مثل:

- Dexamethasone أو Iodoform: تؤمن معالجة عرضية ملطفة وليس سببية لإصابة

النسج حول الذروية، يرافق ذلك فقدان جزء من كتلة الحشوة نتيجة انحلال العناصر الدوائية

- Paraformaldehyde: يتسبب بسمية شديدة للنسج حول الذروية.

## ٦-١٠- تقنية حشو القناة بالقمع المفرد Single Cone

تاريخياً: طُبقت فكرة القمع المفرد لحشو القناة الجذرية المحضرة منذ عقود وذلك لسهولة الاستخدام السريري وسرعة الإنجاز. إلا أنه لوحظ ارتفاع نسبة الفشل الناجم عن التسرب والتلوث الجرثومي بسبب:

- عدم توافق أبعاد القمع المفرد "غير القياسي"، من حيث القياس والقمعية، مع أبعاد القناة

المحضرة وخصوصاً في النهاية الذروية للقناة، نظراً لعدم قدرة طرائق التحضير اليدوية من

إنتاج شكل تحضير نهائي ثابت للقناة خصوصاً في الحالات الصعبة.

- تفرغ جزء من القناة المحشوة، لأهداف ترميمية أو تعويضية، يؤدي إلى تقلقل الجزء الذروي

من حشوة القناة وبالتالي فقدان الختم الذروي وهو العامل الحاسم في نجاح المعالجة اللبية.

بناءً عليه تم العزوف عن استخدام هذه الطريقة لعدم تلاؤمها مع متطلبات التشريح القنوي ذات

الخصوصية العالية من حيث درجة التعقيد التشريحي والتنوع الشكلي والتغير الديناميكي الوظيفي والمرضي

حديثاً: مع تطور تقنيات التحضير القنوي الآلية التي أفرزت أنماطاً من التحضير القنوي أكثر ثباتاً وتكرارية من حيث القياس والقمية خصوصاً في النهاية الذرية للقناة الجذرية، انتعشت من جديد فكرة القمع المفرد لحشو الفراغ القنوي المحضر. تغدو هذه التقنية ضرورة فعلية في حالات التشريح القنوي الصعبة كما في الأقنية المنحنية.

### السلبيات:

- لا يؤمن تطابق كامل بين أبعاد القمع المفرد وأبعاد القناة المحضرة في جميع أجزائها، ما يعني عدم تأمين ختم وسد محكم لكامل أجزاء منظومة القناة الجذرية. يقتصر تطابق الأبعاد بين القمع المفرد والقناة المحضرة آلياً عادة على المنطقة الذرية فقط.
- يسبب تفريغ جزء من حشوة القناة تقلقل الجزء الذروي منها وبالتالي فقدان الختم الذروي

### تقنية قمع الكوتايركا المفرد المعدلة

تعتمد على إضافة أقماع ثانوية لإكمال التوافق بين أبعاد القمع المفرد غير القياسي "الرئيس" وأبعاد القناة المحضرة في جميع أجزائها خصوصاً في الثلث المتوسط والتاجي من القناة. بناء عليه يمكن:

- تحقيق السد المحكم لكامل أجزاء القناة إضافة إلى المنطقة الذرية
- تفريغ جزء من القناة دون التأثير على جودة الختم الذروي

### ٧- الخاتمة

تفرض خصوصية المعالجة اللبية على الطبيب ضرورة التلاؤم مع المتغيرات الفردية لكل حالة. لا بد من اختيار التقنية والوسيلة الملائمة لحشو منظومة القناة الجذرية دون التقصير أو المبالغة في التحضير والتكثيف أثناء الحشو القنوي، فلكل إجراء حدود وهوامش يضمن الالتزام بها تحقيق المعالجة اللبية الصحيحة والمريحة والآمنة.

## الفصل الثامن

### العوامل المؤثرة في إندار المعالجة اللبية

#### Factors influencing Endodontic treatment Prognosis

١ - المقدمة

٢ - دور الختم التاجي والترميم النهائي في حشو منظومة القناة الجذرية

٣ - ردود فعل العضوية التالي لحشو منظومة القناة الجذرية

٤ - تأثير الجراثيم والتسرب المجهرى في إندار المعالجة اللبية

٥ - أخطاء واختلاطات حشو منظومة القناة الجذرية

٦ - الخاتمة

## ١ - المقدمة

تؤدي بعض العوامل دوراً جوهرياً في ديمومة الأداء الوظيفي للسن المعالجة لبياً. لا يمكن الحكم على المعالجة اللبية بأنها ناجحة ما لم تؤمن الأداء الوظيفي الثابت للسن على المدى البعيد مع المساهمة الفعالة في شفاء النسيج حول الذروية. سوف نستعرض في هذا الفصل الدور الحقيقي لبعض العوامل التي تؤسس لنجاح بعيد المدى للمعالجة اللبية.

## ٢ - دور الختم التاجي والترميم النهائي في حشو منظومة القناة الجذرية

ركزت الأبحاث في الماضي على أهمية الختم الذروي لمنظومة القناة الجذرية لمنع التسرب الذروي لسوائل النسيج حول الذروية إلى داخل القناة الجذرية بعد إنجاز الحشو القنوي في سبيل المحافظة على نجاح دائم للمعالجة اللبية. بيّنت الدراسات الحديثة فيما بعد أن الختم التاجي لا يقل أهمية عن الختم الذروي في منع التسرب المجهرى الذي سيؤدي بنجاح المعالجة في حال حدوثه سواء كان مصدره ذرياً أم تاجياً.

يمكن أن يحدث التسرب التاجي خلال مدة وجيزة خصوصاً في الأقنية الكتيمة ظاهرياً فقط، الأمر الذي سيؤدي إلى فشل المعالجة اللبية الحتمي ونشوء أو استمرار إلتان النسيج حول الذروية. بناءً عليه يؤمن الختم التاجي الصحيح:

- منع وصول ما يلزم لاستمرارية حياة الجراثيم المتبقية ضمن منظومة القناة الجذرية
- منع وصول زمر جرثومية جديدة تواز الجراثيم المتبقية ضمن منظومة القناة الجذرية.

## الختم التاجي لفوهة القناة اللبية

يتحقق الختم التاجي للقناة من خلال سد فوهة القناة بعد إنهاء الحشو القنوي بشكل ملائم وبأسرع وقت ممكن، ويمكن اعتماد أحد الخيارات التالية قبل تطبيق الترميم النهائي:

- تطبيق مادة رابطة فوق فوهات الأقنية وأرض الحجرة اللبية بعد إزالة زوائد الاسمنت الحاشي والكوتابيركا، ما يؤدي إلى تشكيل طبقة هجينة مع امتدادات مجهرية من الراتنج ضمن القنيات العاجية. يمكن استخدام مواد الارتباط إلى العاج ذاتية التخريش أو كاملة التخريش متبوعة بتطبيق الراتنج المركب السيلال.

- تطبيق الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج بشخانة 1 مم فوق فوهات الأفنية وأرض الحجرة اللبية وتحقيق التماثر الضوئي.

### تشكيل درجة الاسمنت

لابد من تطبيق أحد أنواع الاسمنتات لتشكيل طبقة وسيطة تقوم بدور الوسادة المستقبلية للترميم النهائي. تساهم درجة الاسمنت في عودة السن للوظيفة بالشكل الملائم من خلال:

- تأمين استقرار الترميم النهائي
- عدم تركز الجهود الإطباقية على منطقة مفترق الجذور وبالتالي تجنب الكسر العمودي للسن خلال الدورات الجهدية الإطباقية.

في حالات التهدم التاجي الكبير يمكن الاستعانة بالأوتاد الجذرية سواء المباشرة الذاتية التي تشكل جزء من الترميم النهائي أو غير المباشرة المصبوبة أو الجاهزة (الفاير) لتأمين التتويج الصحيح، عندها لا يمكن تطبيق مواد الختم التاجية أو الدرجة لضرورات تعويضية فرضتها طبيعة الحالة وسيقوم التاج التعويضي بدورها في تأمين الختم التاجي.

### الترميم التاجي النهائي

يؤدي التأخير في إنجاز الترميم النهائي الخاص بالمعالجة اللبية إلى تخفيض نسبة النجاح بشكل جوهري نتيجة ارتفاع نسبة التسرب المجهرى التاجي. بيّن بعض الباحثين أن مرور 15-20 يوماً على إنجاز الحشو القنوي دون تحقيق الترميم النهائي كافية لحصول تسرب مجهرى جوهري، الأمر الذي يستلزم إعادة المعالجة اللبية بشكل كامل. لابد من إنجاز الترميم النهائي بالشكل والتوقيت الصحيح، فهذا سيثبت نتائج الحشو القنوي الصحيح ويتأزر معها في سبيل تعزيز قدرة وسرعة شفاء النسج حول الذروية قد تبدي حشوة القناة السيئة نفس الآثار السلبية للترميم التاجي السيء فيما يتعلق بإعاقة شفاء النسج حول الذروية. بالنتيجة، إنجاز حشو قنوي ثلاثي الأبعاد هو شرط لازم وضروري لتحقيق معالجة لبية ناجحة على المدى القصير، إلا أنه غير كافٍ على المدى البعيد ولا بد أن يكون مشفوعاً بترميم نهائى تاجي جيد ليحافظ على جودة الحشو القنوي ويعيد التأهيل الوظيفي الدائم للسن.

### ٣- ردود فعل العضوية التالي لحشو منظومة القناة الجذرية

يجب على المريض أن يتجنب الاستخدام الوظيفي للسن قيد العلاج اللبي، فهو غير مؤهل لتلقي القوى الإطباقية بسبب اضطراب الرباط والنسج حول الذروية نتيجة:

- انقطاع الحزمة الوعائية العصبية اللبية في الحالات الحية
- الإصابة ذات الطبيعة الإنشائية في الحالات العفنة.

يؤدي تطبيق قوى المضغ على هذا السن إلى رض نسجه الداعمة المضطربة أصلاً، ما يعقد ردود فعل العضوية في مرحلة التندب والشفاء التالي للمعالجة. يجب التمييز بين ردود فعل العضوية المرتبطة بإجراءات الحشو الصحيحة وتلك المرافقة والناجمة عن أخطاء واختلاطات التحضير والحشو القنوي.

### ٣-١- ردود فعل العضوية المرافقة والتالية لإجراءات الحشو القنوي الصحيحة

تتصف بأنها عابرة، خفيفة الشدة، وهي واردة الحدوث في سياق رد فعل العضوية الطبيعي لإجراءات الحشو الميكانيكية، بل إنها تشير وتؤكد صحة التحضير والحشو القنوي، من أهمها:

- الألم اللحظي عند تطبيق القمع الرئيس المحمل بالاسمنت الحاشي في مكانه، فهذا دليل نفوذية القناة وعدم وجود أي تكس للبرادة العاجية في النهاية الذروية للقناة.
- الألم الناجم عن التهاب الرباط التالي مباشرة لإجراءات الدك والتكثيف. يتسم هذا العرض بكونه عابراً يزول تلقائياً إذا لم يسهم المريض في تفاقمه من خلال تطبيق جهود إطباقية مركزة ومتكررة غير مبررة.

عند التأكد من عدم وجود أخطاء إجرائية سواء في مرحلة التحضير أو الحشو القنوي يمكن تسريع زوال هذه الأعراض من خلال:

- تخفيف الإطباق على السن
- تطبيق المهيجات المعاكسة موضعياً
- إعطاء مضادات الودمة لمساعدة العضوية في ارتشاف عناصر الالتهاب



مع انتهاء المعالجة اللبية، يبدأ السن بالعودة تدريجياً إلى الحالة الوظيفية بشكل متزامن مع شفاء النسيج حول الذروية وهذه العودة تتطلب وقتاً أطول في الحالات العفنة المترافقة بآفة ذروية. لابد من الاعتماد على معطيات المراقبة السريرية والشعاعية لتأكيد صلاحية وكفاية المعالجة اللبية المحفوظة في إعادة التأهيل الوظيفي للسن وعدم ضرورة التداخل الجراحي التالي، كما في الحالات اللبية العفنة المترافقة بآفة ذروية كبيرة، التي لا تستجيب على المعالجة اللبية التقليدية.

### ٣-٢- ردود فعل العضوية الناجمة عن أخطاء و-أو اختلالات حشو القناة اللبية

عندما تصبح أعراض السن معنّدة لا تستجيب للتغطية الدوائية الاعتيادية، بل تبدي المراقبة السريرية إزمان الألم وظهور أعراض وعلامات إضافية مثل:

- القرع الإيجابي
  - الجس الإيجابي
  - التحريك الإيجابي
  - الودمة والتقيب الموافق لذروة الجذر
  - انفتاح فوهة ناسور أو عودة انفتاح فوهة ناسور سابقة
- عندها لابد من الشك بحدوث واحد أو أكثر من أخطاء واختلالات التحضير والحشو القنوي. تتفاوت شدة هذه الأعراض والعلامات حسب طبيعة وشدة العامل المسبب المرتبط بطبيعة الخطأ أو الاختلاط ومرحلة حدوثه وتسببه باختلالات ثانوية تالية.
- لتدبير مثل هذه الحالات لابد من تحديد هوية العامل المسبب أولاً، الأمر الذي سيسمح بتحديد وسيلة التدبير الملائمة والفعالة. بناء عليه قد تحتاج الحالة إلى:

#### إعادة المعالجة: وهذا يستطب مثلاً عند:

- الحشو قبل توفر الصلاحية الحيوية أي عدم تحقيق تطهير القناة الملائم أثناء التحضير والحشو
- نسيان إحدى الأقنية اللبية وتركها بدون معالجة
- الحشو القنوي الناقص الذي يترك النهاية الذروية مرتعاً خصباً للسوائل والجراثيم

التداخل الجراحي الملائم: على سبيل المثال:

- قطع الذروة: الذي يستطب في حالات مثل:
  - وجود أداة لبية مكسورة في المنطقة الذروية للقناة أو متجاوزة للذروة مع استمرار الألم و-أو استمرار الآفة الذروية وتفاقمها.
  - انثقاب في المنطقة الذروية مع استمرار الألم و-أو تطور آفة ذروية
- بتر الجذور أو التنصيف: الذي يستطب لإزالة الجذر غير القابل للعلاج أو تدبير آفات المفترق المرتبطة بخطأ إجرائي لبي مثل انثقابات المفترق القديمة كبيرة الأبعاد.
- قلع السن: الذي يستطب عند فشل كافة وسائل التداخل العلاجي ويعتبر فشلاً ذريعاً للطبيب.

#### ٤- تأثير الجراثيم والتسرب المجهري في إنذار المعالجة اللبية

بيّن Ingle وزملاؤه عام 1994 أن نسبة 58% من حالات المعالجة اللبية الفاشلة تنجم عن الحشو القنوي الناقص. في هذا السياق، تنجم أغلب حالات الحشو القنوي السيء، بما فيها الحشو الناقص، عن تحضير قنوي سيء. مثل هذه الحالات عادة ماتكون مترافقة بحدوث أخطاء إجرائية مثل فقدان الطول العامل، انتقال القناة، الانثقابات الجذرية، التسرب الحفافي التاجي، انكسار الجذر العمودي، الأمر الذي يؤثر على جودة الختم الذروي والحالة الصحية للنسج حول الذروية.

استُخدمت اختبارات عديدة لتقييم التسرب المجهري بعد الحشو القنوي من أهمها اختبارات:

- تسرب الأصبغة التقليدي
- ارتشاح السوائل المحوسب
- تسرب الجراثيم وذيّفاناتها
- تسرب البروتينات وجزيئات الغلوكون
- تسرب النظائر المشعة

استُخدمت هذه الطرائق في شروط مخبرية مختلفة وخلال فترات تجريبية متفاوتة، ما أعطى نتائج متضاربة وإسقاطات سريرية غير واضحة. بشكل عام لا يمكن التنبؤ بالنتائج السريرية انطلاقاً من مراقبة التسرب

مخبرياً لاسيما وأن دراسات التسرب الجرثومي شديدة الحساسية وترتبط بتصميم التجارب التي تفتقد عموماً لمنهجية محددة لضبط المتغيرات الخفية، هذا ما يجعل النتائج متناقضة غير قابلة للتطبيق السريري.

يعتبر معدل استمرار السن المعالج لبياً في الأداء الوظيفي مرتفعاً رغم تفاوت التشريح القنوي من حيث الصعوبة، والحالة الحيوية من حيث الوجود الجرثومي، والتحضير والحشو القنوي من حيث جودة الإنجاز وتنوع وتعدد التقنيات والوسائل والمواد المطبقة.

بينت بعض الدراسات أن إجراءات التنظيف والتشكيل القنوي الصحيحة تؤمن بيئة طاهرة، تكبح الآلية الأمراض اللازمة لتطور المرض، وبالتالي تغدو طريقة الحشو القنوي أقل حساسية لأخطاء التطبيق. هذا ما يمكن أن يفسر استمرار الأداء الوظيفي لأسنان ذات معالجة لبية غير جيدة حسب المعايير المتفق عليها، بدون ردود فعل مرضية للنسج حول الذروية أو مع بعض مظاهر تعايش العضوية Compromise مع معطيات الحالة كفرط تصلب العظم السنخي المحيط.

يمكن أن يستمر هذا النمط من التوازن والتكامل الذي أسسته العضوية مع منظومة القناة الجذرية طالما استمرت هذه المنظومة بمنأى عن أي تسرب وتلوث جرثومي تالٍ حتى ولو لم تكن جيدة الحشو تقنياً. بالنتيجة تحقيق منظومة قناة جذرية جيدة التنظيف والتشكيل والتطهير ومن ثم الحشو والختم لكافة أجزائها، يجعل دور العضوية أكثر سهولة وثباتاً وضماناً.

أظهرت دراسة Fabricius وزملاؤه عام 2006 أن الأسنان العفنة المترافقة بأفة ذروية لا تبدي شفاءً صريحاً بنسبة تصل حتى 28%، رغم اختفاء الجراثيم نتيجة التنظيف والتشكيل القنوي. بالمقابل يؤدي استمرار وجود الجراثيم، بعد التنظيف والتشكيل القنوي، إلى ارتفاع نسبة الفشل لتصل حتى 79%.

إذاً عند غياب الجراثيم، يمكن أن يحصل شفاء النسج حول الذروية حتى في حالات الحشو القنوي متوسطة الجودة، بالمقابل عند حدوث التلوث الجرثومي خلال إجراءات الحشو القنوي، ستنشأ علاقة ارتباط مباشرة بين جودة الحشو القنوي ودرجة واستمرارية شفاء النسج حول الذروية.

لا توجد طريقة عملية موثوقة وثابتة لتحديد توقيت انتهاء إجراءات التنظيف والتشكيل القنوي وكيفية التأكد من تحقق الأهداف الميكانيكية والحوية للتحضير القنوي. يساهم التشريح القنوي المتغير والحالة الحيوية لمنظومة القناة الجذرية في عدم التوصل لمعايير ثابتة لانتهاء إجراءات التنظيف والتشكيل القنوي.

إذا كان هناك اتفاق ضمني حول الحدود الذروية للتحضير القنوي، فالأمر أكثر تعقيداً فيما يتعلق بتحديد قياس وقمعية الشكل النهائي للقناة الجذرية المحضرة، وربما يكون هذا العامل الأكثر تأثيراً في نسبة نجاح وفشل المعالجة. تشير العديد من الدلائل إلى أن الأفضية غالباً ماتكون غير محضرة بشكل كافٍ في الثلث الذروي.

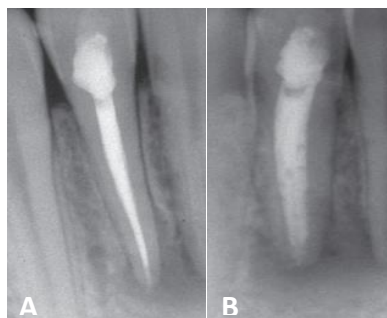
استخدم الزرع الجرثومي السلي كميّار أساسي لتحديد جاهزية القناة للحشو القنوي لفترة من الوقت، إلا أن المراقبة السريرية والشعاعية لحالات المعالجة اللبية الناجحة أثبتت أنه عامل غير لازم وضروري قبل الحشو القنوي. بناء عليه تم العزوف عن تحقيق الزرع الجرثومي السلي كشرط مسبق لتأكيد جاهزية القناة اللبية للحشو.

تعتبر الجراثيم العامل الممرض الرئيس للإصابات المرضية اللبية وحول الذروية. يمكن للبقايا اللبية الحية و-أو النسيج اللي المتعفن و-أو الجراثيم و-أو نواتج الاستقلاب الجرثومي المتبقية في مناطق المنظومة القنوية التي لم يتم الوصول إليها ميكانيكياً أو كيميائياً أثناء إجراءات التنظيف والتشكيل القنوي، أن تبدأ أو تكون سبب استمرار وإزمان الآفة الذروية، نظراً لعجز آليات دفاع العضوية عن تحييدها وإزالتها لأسباب مختلفة من أهمها الخصائص التشريحية لمناطق تواجد هذه العوامل الممرضة.

أثبتت التقنيات الجزيئية لكشف الأنماط الجرثومية، مثل PCR (Polymerase Chain Reaction) أنه من الصعب محاكاة التعايش الذي تظهره أنماط مختلفة من الجراثيم لتحقيق التكامل البيئي الغذائي Ecosystem في المزارع الجرثومية المخبرية. بناء عليه من الصعب معرفة واستنتاج دور كل نوع جرثومي في سياق الإصابة المرضية لللب أو النسيج حول الذروية. تنتمي هذه الجراثيم بشكل رئيس إلى اللاهوائيات المخيرة أو المجبرة وبالتالي يمكن ألا تنمو المزارع الجرثومية المخبرية إلا ضمن شروط خاصة.

هذا الأمر يزداد تعقيداً إذا أدركنا أنه لا يمكن الوصول إلى تنظيف وتطهير منظومة القناة الجذرية من الناحية الحيوية بشكل مطلق. بناء عليه يحتل الحشو القنوي دوراً رئيساً في الحالات العفنة ويغدو تحقيق السد والختم الكتيّم للفراغ القنوي لازماً وضرورياً لدفن ماتبقى من الجراثيم ضمن منظومة القناة الجذرية وقطع سبل نموها واستمرارية نشاطها.

رغم تعدد مواد وطرائق ووسائل وتقنيات الحشو القنوي إلا أنه لا يمكن لأي منها أن تضمن الانعدام المطلق للتسرب المجهرى. هناك علاقة ارتباط بين الحشو القنوي السيء والتسرب المجهرى، إلا أن التقييم الشعاعى لجودة الحشو القنوي لن يكون مفيداً في تقييم وجود تسرب مجهرى وتحديد مدى شدته وعمقه، فالمعطيات الجيدة للصورة الشعاعية ثنائية البعد لحشوة القناة لا تعني بالضرورة عدم وجود تسرب مجهرى، فقد يكون موجوداً في البعد الثالث الذي غيَّبتَه المراقبة الشعاعية (الشكل ٨-١).



الشكل (٨-١): يبين (A): صورة شعاعية بأشعة ناظمة تبدي حشوة قناة جيدة ومتجانسة الكثافة لثنية سفلية، (B): صورة شعاعية تؤكد وجود فراغات ضمن حشوة القناة السابقة عند تزوي الأشعة.

## ٥- أخطاء واختلاطات حشو منظومة القناة الجذرية

سنستعرض الأخطاء والاختلاطات المرتبطة بمرحلة الحشو القنوي والتي تعتبر أقل خطراً على إنذار المعالجة وأسهل تدبيراً عندما لا ترتبط بخطأ إجرائي طرأ خلال التحضير القنوي، علماً أن نسبة كبيرة من أخطاء واختلاطات الحشو القنوي يتأسس أو يرتبط بأخطاء التحضير القنوي بطبيعة الحال.

## ٥-١- التجاوز الذروي لمواد حشو منظومة القناة الجذرية

### السمات العامة

يمكن أن يحدث تجاوز مواد الحشو القنوي إلى ما بعد الثقبية الذروية، فتحتاج النسيج حول الذروية أثناء إجراءات حشو القناة اللبية أو أثناء تفريغ أجزاء حشوة لبية سيئة المواصفات. في الحقيقة يمكن أن يحدث التجاوز الذروي من قبل واحد أو أكثر من المواد والعناصر التالية:

- مواد الحشو القنوي: اسمنتات و-أو أقماغ حاشية (الشكل ٨-٢)

- النسيج اللبية: الملتهبة أو المتموته أو المصابة والمفعمة بالإنثان

- الجراثيم وظيفاتها

- المواد الدوائية

- سوائل الإرواء

غالباً ما يترافق هذا التجاوز باحتداد الحالة وتأخير عملية التندب والشفاء للنسج حول الذروية بدرجات متفاوتة، فقد ثبت من خلال الدراسات النسيجية أن أفضل نمط تندب وأسرع وتيرة شفاء للنسج حول الذروية تحصل عند توقف حشوة القناة الجذرية عند التضيق الذروي.



الشكل (٨-٢): يبين تجاوز القمع الحاشي لذروة الجذر الشعاعية.

لا بد من الإشارة إلى تفاوت ردود فعل العضوية تجاه التجاوز الذروي تبعاً للعديد من العوامل من أهمها:

- اختلاف طبيعة المادة المتجاوزة ومدى تقبلها الحيوي فيزيائياً وكيميائياً

- كمية التجاوز

- مدى التلوث الجرثومي للمادة المتجاوزة

- حالة الحشو للمنطقة الذروية من القناة فيما إذا كان كتيماً أو مسامياً

- الحالة المناعية والصحية للعضوية العامة والموضعية

عادة ما يثير تجاوز أقماع الكوتابيركا واسمنت أكسيد الزنك والأوجينول رد فعل التهابي معتبر، بينما يمكن للعضوية أن تتقبل تجاوز مادة MTA بدون ردود فعل التهابية ملموسة على سبيل المثال.

بينت الدراسات أن تقنيات التحضير القنوي بشكل عام تتسبب في دفع البرادة العاجية ذروباً لتجاوز الثقب الذروية، وهذا ينسحب على مواد الحشو القنوي التي غالباً ما تبدي تجاوزاً ذروباً محدوداً عند الالتزام بمبادئ وطرائق التحضير الصحيحة التي تتطلب استمرارية النفوذية الذروية للقناة الجذرية.

لا بد من التأكيد أن مواد الحشو القنوي مثل Gutta-percha و Resilon تغدو مفعمة بالجراثيم وظيفاتها في حالة استمرار فعالية الآفات حول الذروية بعد إجراء الحشو القنوي ومن أهمها *E. faecalis*

تتمتع زمرة الجراثيم *E. faecalis* بقدرة التصاق جيدة إلى الكوتابيركا مع أو بدون الاسمنت الحاشي، ما يعني تشكلاً سريعاً للويحة الجرثومية عند وجود تسرب مصلي مصدره النسيج حول الذروية باتجاه المنطقة الذروية غير الكتيمة لحشوة القناة الجذرية. بما أن التلوث الجرثومي هو السبب الرئيس لفشل المعالجة اللبية والإنتانات حول الذروية المزمنة والمعدنة والناكسة، من الضروري إبقاء مادة الكوتابيركا داخل الحيز الفراغي لمنظومة القناة الجذرية لتجنب إعاقه شفاء النسيج حول الذروية والمساهمة في رفع نسبة نجاح المعالجة بعيدة المدى.

الجدير بالإشارة، أن درجة pH المثالية للضماد الدوائي القنوي، يجب أن تكون قريبة من تلك الخاصة بسوائل الجسم وهي محدود (7.35). يؤدي افتراق درجة pH المواد العلاجية المطبقة ضمن العضوية الحية، بعيداً عن المستويات الاعتيادية لدرجة pH سوائل الجسم، إلى حصول الأذية النسيجية للعضوية عند التماس المباشر مع تلك المواد.

بالمقابل يمكن لدرجة pH القلوية لبعض الاسمنتات الحاشية للقناة اللبية أن تحيّد حمض اللبن الخاص بكاسرات العظم، فتمنع انحلال المكونات المتمعدنة للنسيج المتكلسة. لذلك يمكن للاسمنتات الحاشية ذات الأساس المشتق من سيليكات الكالسيوم أن تساهم في تشكل النسيج المتمعدنة من خلال تنشيط أنزيم الفوسفاتاز القلوية عند حصول التجاوز الذروي.

### أسباب التجاوز الذروي

يمكن أن يؤدي التجاوز الذروي إلى فشل المعالجة اللبية بسبب الألم المعند و-أو عدم عودة السن للأداء الوظيفي و-أو إعاقه تندب النسيج حول الذروية واستمرار نشاط الآفة حول الذروية. يعود سبب التجاوز الذروي غالباً لأخطاء حدثت أثناء تحضير القناة واستمرت تبعاتها خلال مرحلة الحشو، إلا أنه يمكن لسبب التجاوز أن يكون مرتبطاً بطريقة الحشو غير الملائمة فقط أو يتعلق بإجراءات إعادة المعالجة غير الصحيحة وغير الموقّعة. سنورد فيما يلي أهم أسباب التجاوز الذروي:

- التحديد غير الدقيق للطول العامل للقناة أو عدم الالتزام بالطول العامل المحدد أثناء التحضير القنوي، ما يؤدي إلى اختراق وتخريب التضيق الذروي وفقدان خاصية المسندة الطبيعية التي تمنع التجاوز الذروي لحشوة القناة.
- عدم تحقيق تحضير نهائي ملائم قياساً وقمعية بمجران قنوية انسيابية تؤمن شكلاً مقاوماً للتجاوز الذروي عند تطبيق الأقماع الحاشية للقناة.
- عادة ما تتسبب تقنيات تحضير القناة التي تعتمد على حركات الدفع- السحب المتكررة، بنشوء كميات أكبر من البرادة العاجية التي يمكن أن تتجاوز الذروة، مقارنة بالتقنيات المعتمدة على الحركات الدورانية.
- عدم تحقيق خاصية Tug Back نتيجة استخدام قمع حاشي رئيس أصغر قياساً من أبعاد النهاية الذروية للقناة المحضرة.
- الاستخدام غير الملائم والحذر لتقنيات الحشو وللمكثفات الجانبية أو المدكات العمودية خصوصاً في حال غياب التضيق الذروي.
- غياب التضيق العاجي الملاطي أصلاً كما هو الحال في الجذور ذات الذرا المفتوحة لأسباب:

○ تطورية: عدم اكتمال تشكل الجذور

○ مرضية: الامتصاص الذروي المرافق لآفات النسيج حول الذروية

- يمكن لمواد الحشو القنوي، عند إجراء إعادة المعالجة اللبية السيئة، أن تندفع متجاوزة الذروة فتشكل عوامل مخرشة إضافية للنسيج حول الذروية.

## التشخيص

- يجب إجراء الفحص السريري والشعاعي لتأكيد تشخيص التجاوز الذروي بصفته عاملاً سببياً رئيساً لاستمرار الأعراض التالية للحشو القنوي وتفاقمها.

## الفحص السريري

- لابد من تحديد الأعراض السريرية التي ترافقت بإجراءات الحشو القنوي في سبيل الوصول إلى طبيعة التجاوز الذروي من حيث الشدة والانتساع والاتجاه والمناطق التشريحية التي يشك بإصابتها. العرض



الرئيس هو الألم رباطي المنشأ الذي يتناسب من حيث الشدة والإزمان مع طبيعة وشدة التجاوز ووصوله إلى المناطق التشريحية المجاورة.

### الفحص والمراقبة الشعاعية

يُبين إجراء التصوير الشعاعي بطرائقه المختلفة تجاوز الاسمنت أو القمع الحاشي للنهاية الذروية للجذر، ويحدد مواصفاته من حيث الشدة والاتجاه والمناطق التشريحية المجاورة المصابة.

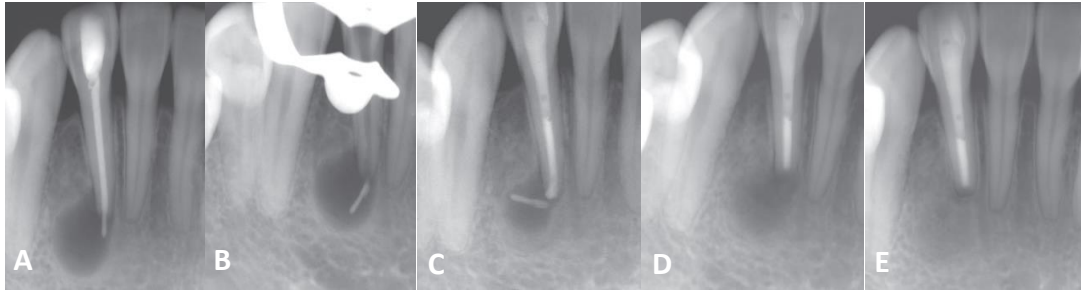
### تدبير التجاوز الذروي لمواد حشو منظومة القناة الجذرية

تُجرى إعادة المعالجة لإزالة مواد الحشو القنوي المكونة من الكوتابيركا باستخدام الأدوات الحاملة للحرارة، الأدوات فوق الصوتية، المحلّات، الأدوات اللبية اليدوية أو الآلية. تتصف الطرائق الآلية بأنها أسرع إلا أنها ليست بالضرورة أكثر كفاءة مقارنة بالطرائق اليدوية، إضافة إلى انخفاض مستوى الأمان.

يمكن أن تسبب الأدوات الحاملة للحرارة أذية النسيج حول الذروية إذا تجاوزت الثقبية الذروية، كذلك فإن الإزالة الكاملة للكوتابيركا من منظومة القناة الجذرية هي إجراء صعب التحقيق عملياً. يمكن إزالة حشوة الكوتابيركا غير الكثيفة بسهولة باستخدام مبرد H ومادة حالة مثل الكلوروفورم Chloroform بالمقابل غالباً ما يبقى جزء الكوتابيركا المتجاوز للذروة ضمن النسيج حول الذروية (الشكل ٨-٣).

يمكن أن نستدل من خلال الإزالة السهلة نسبياً للكوتابيركا، أن سبب فشل المعالجة اللبية يعود إلى:

- التشكيل غير الملائم لجدران للقناة فهو لم يؤمن شكلاً مقاوماً للتجاوز الذروي
  - أو التكثيف الضعيف للكوتابيركا الذي لم يؤمن ختماً قنويّاً كتيماً في وجه التسرب المجهري
- بالمقابل يمكن للأفنية اللبية ذات الحشوات الكثيفة الكتيمة المترافقة بتجاوز ذروي ألا تبدي ارتفاعاً ثابتاً في معدلات الفشل. في هذا السياق تؤثر طبيعة المادة المتجاوزة على رد الفعل النسيجي حول الذروي، فعند تجاوز مادة MTA على سبيل المثال، لن يتوافق ذلك بأي رد فعل موضعي للعضوية ولن يؤثر على عملية التندب والشفاء النسيجي بفضل التقبل الحيوي والخصائص المضادة للجراثيم التي تمتلكها الاسمنتات المعتمدة في تركيبها على سيليكات الكالسيوم مقارنة بالكوتابيركا.



الشكل (٨-٣): (A): التجاوز الذروي لحشوة القناة بعد إنجاز معالجة عفنة مترافقة بآفة ذروية، (B): لم تتمكن إعادة المعالجة من إزالة الجزء المتجاوز ضمن الآفة، (C): بعد 6 أشهر من حشو القناة باستخدام MTA، يلاحظ تناقص حجم الآفة، إلا أن تجاوز الكوتابيركا يمنع الشفاء ما يدل على تلوثه الجرثومي، (D): بعد 3 أشهر من التداخل الجراحي، يلاحظ بدء الشفاء، (E): بعد 12 شهراً يلاحظ حدوث الشفاء.

### التطبيق السريري

- إدخال مبرد H جديد بقياس #15 أو #20 ضمن حشوة القناة باستخدام حركة تدوير لطيفة مع عقارب الساعة تتجاوز التضيق الذروي بمسافة 0.5-1 مم.
- سحب المبرد ببطء وثبات بدون أي تدوير، ما يؤدي إلى اشتباك واندخال حشوة القناة بحلزونات المبرد ما يمكن أن يؤدي إلى استخراجها من القناة. هذه التقنية تعمل في كثير من الحالات ولا بد من الحرص على عدم المبالغة في دفع الأداة ذروباً، خصوصاً باتجاه بعض المناطق التشريحية الهامة مثل القناة السنية السفلية أو الجيب الفكّي، فهذا يمكن أن يسبب أذية عصبية غير ردودة، أو التسبب في زيادة تجاوز الكوتابيركا أو انكسار الأداة. لا يوصى بتليين القسم المتجاوز من الكوتابيركا بالحرارة أو المحلات فذلك سيضعف قدرة حلزونات مبرد H على الاشتباك معها وبالتالي انخفاض احتمال استخراجها.
- تبدي أدوات NiTi الدوارة المخصصة لإعادة المعالجة فعالية معتبرة في إزالة مادة الكوتابيركا مثل مبرد إعادة المعالجة ProTaper Universal. تجدر الإشارة إلى أن كافة طرائق إعادة المعالجة تسبب نسبة تجاوز ذروي معينة لنتائج إعادة المعالجة مثل البرادة العاجية وجزيئات الكوتابيركا.

- يمكن إشراك التقنية الآلية واليدوية للحصول على أداء أفضل، فيمكن الاستعانة بالأدوات الدوارة أولاً لاستخراج قطع الكوتابيركا الكبيرة ومن ثم تستخدم الأدوات اليدوية لإكمال وإنهاء العمل وتأكيد نظافة الجدران القنوية وخصوصاً في الثلث الذروي.
- التغطية الدوائية: يمكن تدبير الأذية النسيجية المعتدلة للمنطقة حول الذروية بوصف المضادات الحيوية، مضادات الوذمة، المسكنات، الكمادات الباردة.

## الوقاية

عادة ما يكون تدبير الانفتاح الذروي قبل الحشو القنوي أسهل وأكثر ضماناً من تدبير التجاوز الذروي لحشوة القناة. يمكن تجنب التجاوز الذروي في حالات الذروة المفتوحة، حسب السبب، كما يلي:

**تشكيل تضيق ذروي صناعي:** درجة محيطية مقصودة على حساب كافة جدران القناة قبل إنجاز الحشو القنوي وقد بحث بشكل مفصل في الفصل السادس.

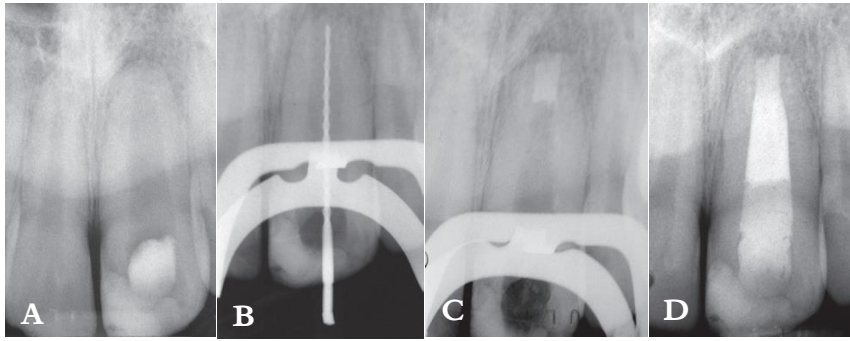
أو تشكيل حاجز ذروي باستخدام **MTA** قبل إنجاز الحشو القنوي.

تتصف **MTA** بأنها مادة عقيمة ومتقبلة حيوياً ومتلائمة مع البيئة الرطبة وقادرة على تحريض تشكل النسيج المتعدنة. يمكن أن تستخدم في حالات مختلفة من أهمها: التغطية اللبية المباشرة والانتقابات الجذرية والذرا المفتوحة. تتصف المادة بأنها سهلة التطبيق سريعاً مع انخفاض معدل التلوث الجرثومي.

يمكن إنجاز مراحل تشكيل الحاجز الذروي باستخدام مادة **MTA** كما يلي:

- إنهاء إجراءات التنظيف والتشكيل القنوي القمعي وتخفيف منظومة القناة الجذرية
- تحديد أبعاد كتلة **MTA** (طولاً وقطراً) بما يناسب المنطقة الذروية التي سيتم إشغالها وسدها. يمكن الاستعانة بالصور الشعاعية الذروية لتحديد الأبعاد بدقة.
- صنع قالب بالاستعانة بشمع الصف الأحمر وسنبلة شاقة قمعية ذات أبعاد تحاكي أبعاد المنطقة الذروية للقناة. ضغط السنبله ضمن الشمع لتؤمن سرير مستقبل لكتلة **MTA** بالأبعاد الفراغية المطلوبة.
- مزج مسحوق **MTA** مع الماء المقطر وتطبيق المزيج ضمن القالب حتى يتماسك

- تطبيق كتلة MTA المتماسكة ضمن القناة ودفعها باستخدام المدكات اليدوية الملائمة pluggers حتى الوصول إلى مكانها المحدد ضمن المنطقة الذروية للقناة. التأكد من توضع السدادة الذروية في مكانها شعاعياً. يسمح ذلك الكتلة بتكثيف بنيتها وتلاؤمها مع جدران القناة. يمكن للنسج حول الذروية أن تتقبل هذه المادة حتى عند تجاوزها للثقبية الذروية.
- بعد مرور 24 ساعة تكون كتلة MTA قد تصلبت بشكل كامل. يؤمن التوضع الذروي لكتلة MTA المتصلبة تشكيل حاجز ذروي، الأمر الذي يسمح باستخدام أي من تقنيات التلدين الحراري للكويتايركا ملئ ما تبقى من الفراغ القنوي دون الخشية من التجاوز الذروي (الشكل ٨-٤).



الشكل (٨-٤): الحشو القنوي في حالة الذروة المفتوحة عبر تشكيل الحاجز الذروي (A): تموت لبني في ثنية علوية يسرى نتيجة إصابة رضية بعمر مبكر، (B): تحديد الطول العامل والتحضير القنوي الملائم، (C): تطبيق كتلة MTA عند النهاية الذروية للقناة، (D): الحشو التقليدي لما تبقى من القناة الجذرية.

الإنذار: يتعلق بعوامل عديدة من أهمها:

- مقدار وطبيعة التجاوز
- جودة العزل والطهارة في أثناء المعالجة وخلال حشو القناة-التلوث الجرثومي للمواد المتجاوزة
- جودة وتجانس وكثافة وانسيابية وكتامة حشوة القناة
- فعالية وكفاءة ودقة إجراءات التدبير
- رد فعل العضوية: الموضعية والعامية

عندما يتناول التجاوز والأذية الجيب الفكي أو قناة العصب السنخي السفلي، لابد من اللجوء إلى طرائق تدبير ذات طبيعة جراحية.

## ٥-٢- تأثير التجاوز الذروي في المناطق التشريحية المجاورة

يمكن أن يسبب التحضير و-أو الحشو القنوي غير المنضبط تجاوز مادة الحشو للثقبه الذروية ووصولها إلى مناطق تشريحية حساسة مجاورة مثل الجيب الفكّي أو قناة العصب السنخي السفلي. يمكن أن تؤدي مثل هذه الأخطاء الإجرائية إلى اختلاطات جديّة مثل التهاب الجيب الفكّي، التّمنيل، اضطراب الإحساس، واختلاطات عصبية أخرى.

يمكن أن يحصل التّمنيل التالي للمعالجة اللبية نتيجة أذية ميكانيكية أو كيميائية الطبيعة ناجمة عن وصول مواد الحشو إلى الأعصاب الرئيسة، ولاسيما المواد التي تتضمن في تركيبها عناصر مخرشة أو سامة مثل سوائل الإرواء أو الاسمنتات الحاشية الحاوية على البارافورم ألدهيد. يسبب البارافورم ألدهيد استحالة كيميائية الطبيعة للمحور العصبي، لذلك لا يوصى باستعمال معاجين البارافورم ألدهيد للحشو القنوي. هناك العديد من الضّمادات الدوائية شائعة الاستعمال وبغض النظر عن مدى فعاليتها وموثوقية أدائها، يمكن أن يتسبب تطبيقها القنوي وتجاوزها الذروي بأذية عصبية دائمة مثل الخدر أو ألم ناجم عن اضطراب التعصيب الحسي. من هذه المواد:

- Formocresol : pH 12.45
- Sodium hypochlorite : pH 11 to 12
- Eugenol : pH 4. 4
- Iodoform paste : pH 2.9

يمكن أن يحدث ألم حجاجي أو صداع نتيجة الضغط الموضعي نحو الجيب الفكّي لمواد الحشو القنوي عند تجاوزها الذروي للأسنان الأمامية العلوية. يمكن أن يسبب التجاوز الذروي ضمن الجيب الفكّي للمواد الحاشية للقناة التي تستند في تركيبها على أكسيد الزنك والأوجينول أو الفورم ألدهيد، إلتان الجيب المترافق بنمو سريع لفطور الرشاشيات *Aspergillus* وهذه الإصابة نادرة عند الأشخاص سليمي المناعة، إلا أنّها ذات طبيعة انتهازية تظهر في حالة الأمراض المدفنة.

عند إصابة قناة العصب السنخي السفلي، يمكن أن يعاني المريض من ألمٍ حادٍ موضعٍ تالٍ للمعالجة، يمكن أن يشفى ويمكن أن يستمر ويتشعع إلى المناطق المجاورة حسب شدة الإصابة والحالة العامة للعضوية.

يعتقد بأن التنميل ينتج عن أذية ذات طبيعة ميكانيكية أو حرارية للعصبونات المتأثرة. يمكن للمواد المتجاوزة ألا تكون سامة، إلا أنها يمكن أن تسبب ارتكاس مناعياً باعتبارها جسماً أجنبياً. من المحتمل أن يستمر الالتهاب الناجم عن التخریش الميكانيكي حتى زوال وامتصاص المواد التي تجاوزت الذروة ويمكن أن يصبح دائماً نتيجة الأذية الميكانيكية أو الحرارية أو الكيميائية.

### انتقَاب الجيب الفكّي Maxillary Sinus Perforation

يمكن لذرا جذور الضواحك والأرجاء العلوية أن تكون قريبة جداً من قعر الجيب الفكّي، ويمكن عندها للتجاوز الذروي أن يصل إلى داخل الجيب الفكّي. يمكن للغشاء المبطن للجيب الفكّي أن يتجدد ليرمم الانتقَاب ويمكن أن يشفى خلال 5 أشهر شريطة عدم تلوثه الجرثومي وعدم وجود أجسام أجنبية، بالمقابل يمكن للأجسام الأجنبية التي تدخل لمعة الجيب الفكّي أن تؤدي إلى التهاب الجيب الفكّي. لا تزودنا الصور الشعاعية التقليدية بمعطيات دقيقة عن حالة الجيب الفكّي وعلاقته بذرا الأسنان المجاورة، بالمقابل يعتبر التصوير الطبقي المحوسب وسيلة قيّمة من حيث دقة وموثوقية المعطيات فيما يتعلق بشكل وحالة الجيب الفكّي وثخانة العظم الفاصل بين ذرا الجذور وقعر الجيب الفكّي.

تبدي نسبة 10% من حالات التهاب الجيب الفكّي المزمن إصابة بفتور الرشاشيات، ويمكن أن يكون تجاوز الاسمنت الحاشي لذروة القناة الجذرية إلى داخل الجيب الفكّي السبب الرئيس لهذه الإصابة. يستلزم اندخال المادة الحاشية ضمن الجيب الفكّي التحريف الجراحي لإزالة هذا الجسم الأجنبي والسماح بشفاء بشرة الجيب الفكّي (الشكل ٨-٥).



الشكل (٨-٥): التجاوز الذروي المفرط للاسمنت الحاشي لمنظومة القناة الجذرية للرحى الثانية العلوية، واجتياحه للجيب الفكّي.

## أذية العصب السنخي السفلي Inferior Alveolar Nerve Injury

### السمات العامة

لا يوجد طبقة قاسية للعظم القشري تحيط بالحزمة العصبية الوعائية في بعض الحالات وإنما عظم اسفنجي كثيف يبيد انتقابات عديدة لا تؤمن مقاومة حقيقية تجاه الاختراق الميكانيكي، الأمر الذي يسهل انتشار سوائل الإرواء ومواد الحشو القنوي المتجاوزة للذروة باتجاه الحزمة العصبية السنخية السفلية. يتراوح ابتعاد القناة العصبية السنخية السنية السفلية من 1-4 مم عن ذرا جذور الأرحاء السفلية. يؤدي ثقب الشريان الفكي السفلي ضمن القناة السنية السفلية إلى نزف داخلي يرافقه ارتفاع في الضغط ما يمكن أن يسبب التتميل بسبب فقر الدم الموضعي.

### الأسباب

تصادف النسبة الأعلى لأذية العصب السنخي السفلي واللساني مع إجراءات قلع الرحي الثالثة، والتخدير الناحي. يمكن أن تكون طبيعة سبب الأذية:

- ميكانيكية: بسبب اختراق رأس الإبرة للعصب أو النزف الضاغط على ألياف العصب.
- كيميائية: بسبب تركيب التخدير الموضعي كما هو حال المخدرات الموضعية عالية التركيز مثل 4% Prilocaine و 4% Articaine

يمكن أن تؤدي المعالجة اللبية غير الملتزمة بالطول العامل أثناء التحضير والحشو للأرحاء السفلية إلى أذية العصب السنخي السني السفلي، عندما تكون ذرا الأرحاء قريبة من موقع القناة السنية السنخية السفلية، وتختلف طبيعة العوامل المسببة في مثل هذه الحالات، فقد تكون:

- ميكانيكية: ناجمة عن التجاوز المتكرر لذرا الأدوات اللبية للثقبة الذروية نحو العصب السنخي السني السفلي والنسج المحيطة بسبب عدم الالتزام بالطول العامل للقناة الجذرية.
- كيميائية: ناجمة عن انتشار وتجاوز المواد السامة خلويًا المستخدمة أثناء التحضير مثل سوائل الإرواء، الضمادات الدوائية بين الجلسات أو مواد الحشو القنوي التي تتمكن من

الانتشار بسهولة بين الحجب العظمية عند عدم وجود التضيق الذروي وعدم الالتزام بالطول العامل للقناة الجذرية. يؤدي تركيب الاسمنت الحاشي دوراً رئيساً في تحديد شدة الأذية - حوارية: ناجمة عن التطبيق الحراري المطوّل غير الملائم لبعض تقنيات الحشو القنوي، فوجود طبقة من العظم بين ذرا الأسنان والعصب السنخي السفلي لا تؤمن حماية كاملة للعصب تجاه مثل هذا النمط من الأذية.

### التشخيص

تؤدي أذية العصب السنخي السفلي أو الأوعية المرافقة إلى اضطرابات حسية مؤقتة أو دائمة. سريرياً: يبدي المريض أعراض اضطرابات عصبية بعد زوال التخدير الموضعي يمكن أن تتضمن:

- حس الخدر أو التنميل
- حس الحرق
- فرط ألم أو فرط إثارة

شعاعياً: لابد من إجراء التصوير الشعاعي للتأكد من طبيعة العامل المسبب كما في حالة التجاوز الذروي لحشوة القناة الجذرية باتجاه قناة العصب السنخي السفلي (الشكل ٨-٦).



الشكل (٨-٦): التجاوز الذروي المفرط لحشوة منظومة القناة الجذرية للرحى الثانية السفلية، واجتياحها للقناة السنخية السنية السفلية (نقلاً عن Tilotta-Yasukawa F وزملاؤه، 2006).

التدبير: يجب إزالة المادة الحاشية المتجاوز خلال 24-48 ساعة جراحياً وغالباً ما يستلزم ذلك قلع السن للقيام بالتنضير الجراحي الملائم مع أقل الآثار الجانبية السلبية على العصب السنخي السفلي.



## الوقاية

- يوصى بإجراء التقييم الشعاعي قبل البدء بالمعالجة اللبية سواء من خلال الصورة البانورامية أو الذروية، ويمكن اللجوء إلى التصوير الطبقي المحوسب لتأمين معطيات أكثر دقة عن مدى قرب المناطق التشريحية من ذرا جذور الأسنان (الشكل ٨-٧).
- المحافظة على التضيق الذروي خلال إجراءات التحضير القنوي من خلال التحديد الدقيق للطول العامل للقناة الجذرية والالتزام به.
- حصر عمل الأدوات ومجال الإرواء ضمن حيز منظومة القناة الجذرية بشكل حتمي.
- الضبط الدوري لدقة العمل من خلال المراقبة الشعاعية المستمرة لمراحل المعالجة اللبية ومراقبة ردود فعل العضوية بشكل دائم.



الشكل (٨-٧): التصوير الطبقي المحوسب يبين مدى قرب ذرا الضاحك الثاني والأرجاء العلوية من قاع الجيب الفكي.

الإنذار: يعتمد إنذار أذية العصب السنخي السني السفلي على عدة عوامل من أهمها:

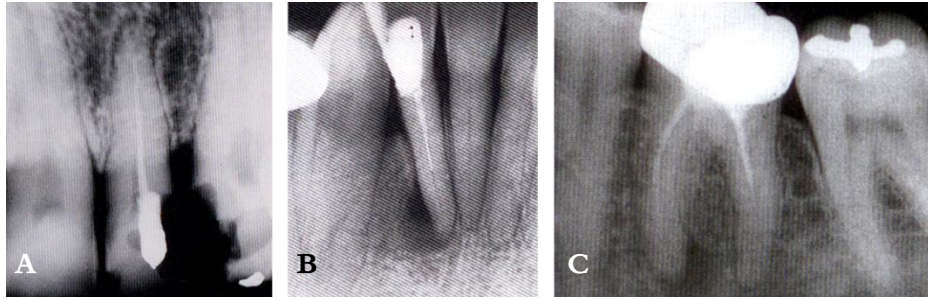
- شدة التخرب المباشر للعصب
  - مدى سمية العامل المخرش
  - سرعة امتصاص العامل المسبب
  - سرعة وكيفية الإزالة الجراحية للعامل المسبب.
- كلما طالت مدة التخريش، بغض النظر عن طبيعته سواء أكانت ميكانيكية أو كيميائية، زاد عدد الألياف العصبية التي ستصاب بالضمور، الأمر الذي يجعل من التئيم اختلاطاً دائماً.

عندما يثبت من خلال الأعراض السريرية العصبية والصور الشعاعية وجود التجاوز الذروي لحشوة القناة، لابد من إجراء التداخل الجراحي الفوري لإزالة المواد الحاشية الزائدة الضاغطة عدائية الوجود والتأثير. رغم التداخل الجراحي لإزالة العوامل السببية ميكانيكياً، يمكن أن تستمر الأعراض بسبب أذية العصب كيميائية الطبيعة.

عندما لا يطرأ تحسن ملحوظ خلال شهرين، بدون أو مع تداخل جراحي، فإن إنذار الشفاء سيكون ضعيفاً، والاختلاط دائماً ويمكن الاستعانة بالأدوية العرضية الملطفة لتخفيف الألم المزمن.

### ٥-٣- الحشو القنوي الناقص

**السمات العامة:** يتصف بعدم وصول الحدود الذروية لحشوة القناة إلى التضيق العاجي أو الملتقى العاجي الملاطي، ما يعني أن الجزء الذروي من القناة سيبقى خالياً من حشوة القناة (الشكل ٨-٨).



الشكل (٨-٨): حالات مختلفة للحشو القنوي الناقص وآثاره السلبية على إنذار المعالجة والحالة الصحية للنسج حول الذروية.

**الأسباب:** يمكن أن تختلف أسباب عدم وصول حشوة القناة إلى كامل الطول العامل ومن أهمها:

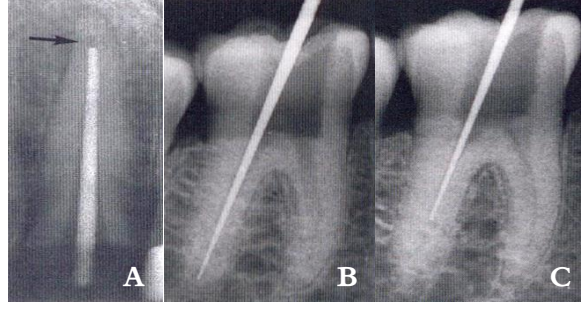
**الأسباب ذاتية المنشأ:** تنجم عن ترسب طبقات متتالية من العاج الثانوي أثناء الأداء الوظيفي لللب، ما يؤدي إلى تضيق القناة بدرجات متفاوتة يمكن أن تصل إلى درجة التكلس الكامل للفراغ القنوي. هذه الحالة تشكل عائقاً وتحدياً جدياً أثناء تحضير القناة وصعوبة واضحة أثناء حشوها ما يمكن أن يؤثر سلباً على إنذار المعالجة.

### الأسباب الإجرائية: تتعلق بأخطاء التحضير مثل:

- التحديد غير الدقيق للطول العامل أو عدم الالتزام بالطول المحدد، ما يؤدي إلى تقاصر الطول العامل تدريجياً مع تقدم مراحل التحضير.
- تشكل عائق طارئ عرضي مثل نقطة اصطدام أو انثقاب أو انكسار أداة يمنع الوصول للمنطقة الذروية للقناة
- عدم التسليك المتكرر للقناة للمحافظة على النفوذية الذروية، ما يؤدي إلى التكدس الذروي للبرادة العاجية التي تمنع وصول الاسمنت والقمع الحاشي إلى كامل الطول العامل للقناة.
- عدم إجراء المراقبة والمتابعة الدورية الشعاعية لضبط جودة إنجاز مراحل التحضير المتتابعة.

### أو أخطاء الحشو مثل:

- الاختيار غير الملائم للقمع الحاشي الرئيس: يؤدي تجاوز قياس القمع الرئيس للأبعاد النهائية للقناة اللبية إلى انحرافه في منطقة بعيدة عن التضيق الذروي (الشكل ٨-٩).
- الاختيار غير الملائم لقياس المدك أو المكثفة، الأمر الذي يمنع وصول الدك والتكثيف إلى المستوى الذروي المطلوب بغض النظر عن تقنية الحشو القنوي المتبعة (الشكل ٨-٩).
- عدم تأمين ساحة العمل الملائمة من حيث العزل والتكبير والإضاءة
- حشو أكثر من قناة بآن واحد
- انثناء ذروة أقماع الكوتابيركا نتيجة اصطدامها العرضي أثناء التطبيق ضمن القناة
- تقلقل كتلة أقماع الكوتابيركا وانزياحها بالاتجاه التاجي عند عدم تحرير أداة التكثيف الجانبي بالشكل الصحيح قبل إخراجها من القناة أثناء مراحل الحشو.
- عدم الإحماء الكافي لأداة إزالة زوائد الكوتابيركا التاجية، ما يسبب التصاق الأقماع بالأداة وبالتالي تقلقل كتلة الحشوة وانزياحها بالاتجاه التاجي بشكل عام.
- عدم إنجاز الدك الحراري الملائم أثناء تطبيق تقنية التكثيف العمودي أو عدم تحقيق الدك الحراري التاجي الملائم أثناء تطبيق تقنية التكثيف الجانبي لحشو القنة الجذرية.



الشكل (٨-٩): يبين (A): اختيار قياس القمم الحاشي الرئيس غير الملائم، (B): عمق الدخول الملائم لأداة التكثيف، (C): عمق الدخول غير الملائم لأداة التكثيف الذي سيؤدي إلى حشو قنوي لا يصل إلى كامل الطول العامل.

### التشخيص

سريرياً: التهاب الرباط المعند وعودة ظهور أعراض وعلامات الإصابة حول الذروية في حالات المعالجة اللبية العفنة.

شعاعياً: ظهور حشوة قناة منقوصة لاتصل الى الملتقى العاجي الملاطي الذي يبعد مسافة 1 مم وسطياً عن الذروة الشعاعية للجذر.

التدبير: يختلف أسلوب وطريقة التدبير باختلاف المعطيات الخاصة بكل حالة:

- عند عدم الحاجة لتفريغ جزء من حشوة القناة لأسباب تعويضية مع عدم ظهور أعراض سريرية أو شعاعية مرضية بعد مرور فترة مراقبة تتجاوز 12 شهراً، عندها يمكن القول أن العضوية توازنت وتلاءمت مع حالة منظومة القناة الجذرية الراهنة وبالتالي لا ضرورة لإعادة المعالجة. الجدير بالذكر أن حالة التوازن هذه مرتبطة بعوامل عديدة أهمها أبعاد الجزء غير المحشو وسبب عدم الحشو وعدم وجود تلوث جرثومي آني أو تالٍ لهذا الجزء. إن حصول تلوث جرثومي بغض النظر عن السبب سيؤدي بهذا التوازن وستتطور إحدى أنماط الآفات حول الذروية ما يتطلب إعادة المعالجة لذلك يستطب استمرار المراقبة والمتابعة الدورية.

- عند ظهور أعراض سريرية أو شعاعية: يُتخذ القرار بإعادة المعالجة مباشرة

- عند وجوب تفريغ جزء من القناة لأسباب تعويضية عندها يستطب إعادة المعالجة، فالجزء الذروي المتبقي من حشوة القناة الناقصة أصلاً، لن يكفي لتأمين سد منظومة القناة الجذرية وتأمين الشفاء والمحافظة على الحالة الصحية للنسج حول الذروية.

**الإنذار:** يتعلق بعوامل عديدة من أهمها:

- مقدار النقصان الذروي لحشوة القناة
- جودة عزل ساحة العمل ومدى طهارة منظومة القناة الجذرية أثناء المعالجة وخلال إجراءات حشو القناة.
- مدى جودة وتجانس وكثافة وانسيابية حشوة القناة الناقصة.
- رد فعل العضوية: المقاومة الموضعية والعامية للعضوية

#### ٥-٤- الحشو القنوي غير الكتيم

##### السمات العامة

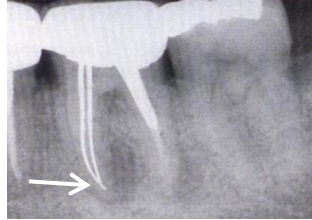
تبدي حشوة القناة، في حالة الحشو غير الكتيم، بنية مسامية مليئة بالفراغات في الجزء التاجي و-أو المتوسط و-أو الذروي. يمكن مصادفة فراغات مجهرية بين كتلة الحشوة من جهة وجدران القناة من جهة أخرى، ما يعني عدم تحقيق السد والختم المحكم ثلاثي الأبعاد لمختلف أجزاء منظومة القناة الجذرية بما فيها الأقنية الجانبية والثانوية (الشكل ٨-١٠). هذا الأمر يسمح بحدوث التسرب المجهرى وبالتالي فشل المعالجة اللبية وتطور إصابة النسج حول الذروية.



الشكل (٨-١٠): يبين الحشو القنوي غير الكتيم الأمر الذي سمح بالتسرب الحفافي ونشوء آفة ذروية.

**الأسباب:** يتضمن واحد أو أكثر من العوامل التالية:

- التحضير القنوي غير الملائم الذي لا يحقق:
  - الشكل القمعي الصريح للقناة
  - تمادي وانسيابية جدران القناة
- وجود عوائق تحضير محدثة مثل:
  - نقطة اصطدام
  - أداة مكسورة
- التكثيف غير الملائم والصحيح: الناجم عن
  - الاختيار غير الدقيق لقياس القمع الحاشي الرئيس
  - التحفيف غير الملائم للجدران العاجية للقناة قبل الحشو مباشرة
  - الاستخدام غير الصحيح والمتدرج لقياس الأقماع الثانوية والمكثفات-المدكات
  - عدم تحقيق الإنهاء التاجي الحراري الصحيح للحشو القنوي
  - استخدام أقماع حاشية لا تؤمن ولا تستجيب لإجراءات تحقيق الختم الكتيم للقناة مثل أقماع الريزين وأقماع الفضة (الشكل ٨-١١).



الشكل (٨-١١): يبين السهم نشوء آفة حول ذروية بسبب الحشو غير الكتيم نتيجة استخدام أقماع الفضة

### التشخيص

سريرياً: يمكن ملاحظة:

- حس انزعاج أو عدم ارتياح أو ألم مزمن تالٍ للحشو القنوي
- اندلاع أو استمرار إصابة النسج حول الذروية بسبب التسرب الديقاني و-أو الجرثومي

شعاعياً: يمكن ملاحظة حشوة قناة تتصف بواحد أو أكثر من الصفات التالية:

- غير كثيفة البنية
- غير انسيابية الامتداد
- غير قمعية الشكل
- غير متجانسة الكثافة

## التدبير

لا بد من إجراء محاكمة منطقية لمعطيات كل حالة على حدة حيث تؤخذ العوامل التالية بعين الاعتبار قبل اتخاذ القرار بإعادة المعالجة:

- الأعراض والعلامات السريرية: إن ظهور أو استمرار الأعراض والعلامات السريرية خلال المراقبة الدورية، سيعيق عودة السن إلى الوظيفة، الأمر الذي يستلزم إعادة المعالجة.
- المراقبة الشعاعية للمنطقة حول الذروية: إن استمرار العلامات الشعاعية وعدم مراقبة أية مظاهر تحسن وشفاء خلال فترات المراقبة الدورية يجعل إعادة المعالجة إجراءً ضرورياً.
- توضع وامتداد "تخلخل" الحشو القنوي: غالباً ما يصادف في الثلث الذروي، وهذا يستلزم إعادة المعالجة لتحقيق شفاء النسج حول الذروية خصوصاً في حالات المعالجة اللبية العفنة.
- الحالة الوظيفية: عندما تقتضي الضرورات الترميمية-التعويضية تفريغ جزء من القناة، لإعادة السن إلى الحالة الوظيفية، عندها لا بد من إعادة المعالجة فبقاء جزء ذروي كتيّم من القناة هو شرط لازم وضروري لتحقيق شفاء دائم للنسج حول الذروية.
- الفترة الزمنية المنقضية على المعالجة: كلما طالت هذه الفترة مع عدم وجود أعراض سريرية و-أو شعاعية وعدم ضرورة إجراء أي تدخل علاجي على السن، انخفضت ضرورة إعادة المعالجة وأصبح ما توصلت إليه العضوية من توازن مفضلاً مع استمرار مراقبة الحالة فقط.

## إعادة المعالجة: تتضمن:

- إعادة التحضير القنوي وتدبير العوائق الإجرائية إن وجدت
- الحشو القنوي الصحيح الكتيّم الانسيابي متجانس الكثافة

الإنذار: يتعلق بعوامل عديدة من أهمها:

- هوية العائق القنوي
- جودة تحضير وتشكيل الأتنية
- نظافة وطهارة المنظومة القنوية
- جودة العزل أثناء الحشو
- رد فعل العضوية: الموضعي والعام

يمكن للمراقبة الدورية أن تحدد طبيعة رد فعل العضوية:

- تطور ردود فعل خاصة للعضوية تعبر عن نشوء حالة توازن بين دفاعات العضوية والحالة الحيوية للمنظومة القنوية. تصادف مثل هذه الحالات عند عدم وجود تلوث جرثومي أثناء التحضير والحشو القنوي كما هو الحال في فرط تصلب العظم السنخي.
- تطور آفة ذروية ويحصل ذلك عند وجود تلوث جرثومي وتسرب مجهري ضمن منظومة القناة الجذرية مسامية الحشو، ما يستلزم إعادة المعالجة اللبية مع أو بدون تدخل جراحي تالٍ

## ٥-٥- الانكسار الشاقولي للجذر Vertical Fracture of Dental Root

### السمات العامة

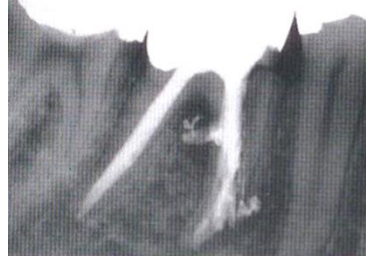
يمكن أن يحدث تفرق اتصال شاقولي جزئي أو تام لجدران القناة الجذرية، الأمر الذي سيخرج السن من الوظيفة ميكانيكياً وحيوياً من خلال عدم القدرة على تحمل القوى الإطباقية وحدوث التسرب المعزز لسوائل وجراثيم البيئة الفموية إلى منظومة القناة الجذرية والنسج حول الذروية.

### الأسباب

يمكن أن يحصل الانكسار الشاقولي بشكل آني أو تالٍ للمعالجة اللبية.

**الانكسار الآني:** ينجم عن تطبيق قوة تكثيف راضة مفرطة من حيث الشدة و- أو غير صحيحة من حيث الاتجاه و- أو غير ملائمة من حيث الاستمرارية، ما يؤدي إلى تجاوز عتبة تحمل جدران القناة اللبية الجذرية التي انخفضت مقاومتها الميكانيكية أصلاً نتيجة إجراءات التحضير (الشكل ٨-١٢).

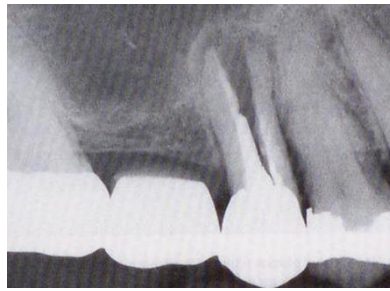




الشكل (٨-١٢): يبين الانكسار الشاقولي الآني للجذر نتيجة تطبيق القوى المفرطة أثناء تكثيف حشوة القناة ما أدى لخروج الاسمنت الحاشي إلى النسيج حول السنية.

الانكسار التالي: ينجم عن الجهود الإطباقية الدورية التي يتعرض لها السن المعالج لبياً، ما يؤدي إلى تجاوز عتبة تحمل جدران القناة اللبية الجذرية التي انخفضت مقاومتها الميكانيكية نتيجة إجراءات التحضير ونتيجة تغير خصائص النسيج السنية بعد فقدان حيوية اللب، ومن أهمها زيادة القصافة. من العوامل التي تساهم في تسريع حصول هذا النمط من الانكسار:

- عدم إنجاز الدرجة والترميم النهائي بالشكل الملائم ما يساهم في عدم التوزيع المتوازن للجهود الإطباقية وتركزها في منطقة المفترق أو على حساب أحد جدران الجذر.
- عدم إنجاز الأوتاد الجذرية المصبوبة بالشكل الملائم من حيث الطول والقطر والاتجاه ما يساهم في تركيز الجهود الإطباقية على حساب أحد جدران القناة مؤدياً إلى انفصاله الشاقولي تحت تأثير هذه الجهود الدورية تراكمية التأثير (الشكل ٨-١٣).



الشكل (٨-١٣): يبين الانكسار الشاقولي التالي للجذر نتيجة التطبيق غير الملائم للوتد الجذري ما سبب تركيز القوى بدلاً من توزيعها على حساب أحد الجدران ما أدى لانكساره التالي.

### التشخيص

سريرياً: يمكن تمييز واحد أو أكثر من الأعراض والعلامات التالية:

- سماع صوت فرقة مميز لحظة الانكسار (الآني)
- رؤية الامتداد التاجي لخط الكسر الجذري
- ملاحظة حركة طفيفة لإحدى قطعتي الكسر
- التهاب رباط مزمن مرتبط بحدوث الكسر
- انفتاح ناسور مزمن مرتبط بحدوث الكسر. يمكن أن يبقى سبب الناسور مجهولاً ويفيد رفع شريحة جراحية استقصائية في رؤية خط الكسر الجذري.

**شعاعياً:** يمكن تمييز واحد أو أكثر من العلامات التالية:

- رؤية خط الكسر
- متابعة وتمييز تسرب المادة الحاشية حسب امتداد خط الكسر
- تطور آفة حول سنية مرتبطة بتوضع وامتداد خط الكسر

**التدبير:** تتفاوت طبيعة التدبير وذلك حسب معطيات الحالة.

**تثبيت قطعتي الجذر:** كلما كان التشخيص مبكراً ودقيقاً كانت محاولة إنقاذ السن أكثر فعالية وتتمتع بفرص نجاح أكبر. يمكن تثبيت قطعتي الجذر من خلال إنجاز تاج تعويضي للتاج التشريحي للسن، للسماح لخلايا الرباط السنخي السني غير المتميزة والملاط الجذري أن يحققا تحملاً نسيجياً موجهاً يعمل على ترميم والتحام خط الكسر ولو بشكل سطحي على مستوى الرباط والملاط الجذري وهذا يمكن أن يمنع التسرب الجرثومي حول السني فيحافظ على وجود السن واستمرارية أدائه الوظيفي بشكل مقبول.

**قلع السن:** تحدد المراقبة الدورية لرد فعل العضوية تجاه إجراءات إنقاذ السن، المعتمدة على تثبيت قطعتي الجذر، مآل السن فإن استمرت أعراض وعلامات الكسر الشاقولي فهذا يعني فشل العضوية في تحقيق التحام قطعتي الكسر لأسباب مختلفة وحصول التلوث الجرثومي، ما يعني لزوم قلع السن في سبيل إيقاف الأعراض المرضية ومنع استمرار وتفاقم التسرب والتلوث الجرثومي.

**الإنذار:** سيء في كثير من الحالات

### السمات العامة

تنجم عن اندخال الهواء أو أي غاز آخر تحت الجلد أو تحت المخاطية، ما يؤدي إلى تمدد النسيج الرخوة. ذكرت أول حالة في الأدب الطبي من قبل Turnbull عام 1900 وتعلق بموسيقى استخدم آلة القُرب بعد قلع إحدى الأرحاء السفلية مباشرة، وقد زال التوذم خلال عدة أيام بعد توقفه عن استخدام تلك الآلة الموسيقية.

### الأسباب

غالباً ما يكون سبب هذه الإصابة، بعد قلع الأسنان، ممارسة نشاط يرتبط بارتفاع الضغط داخل الفم. رغم أن نسبة الإصابة بالودمة الهوائية تشيع بعد قلع الأرحاء الثالثة السفلية، إلا أنه يمكن للهواء أن يدخل إلى المسافات الوجهية في الحالات التالية:

- استخدام القبضات ذات السرعات العالية العاملة تحت تأثير ضغط الهواء خلال المعالجة اللبية أو الترميمية أو التعويضية أو الجراحة حول السنية.
- استخدام الليزر السني (Er:YAG) المترافق بالهواء المضغوط لتبريد الرأس العامل.
- وصول بيروكسيد الهيدروجين إلى النسيج حول السنية كما يحصل في حالة الانتقابات الجذرية أو التجاوز المتكرر للطول العامل للقناة من قبل أدوات التحضير القنوي.
- استخدام سيرنغ الهواء لتجفيف جدران القناة اللبية قبل الحشو القنوي. يزداد احتمال اندخال الهواء وتشكل الودمة الهوائية خلال المعالجة اللبية بازدياد قطر القناة اللبية والنهائية الذروية ومدى قرب رأس سيرنغ الهواء واتجاه تطبيق الهواء وشدته واستمراريته.

### التشخيص السريري

تظهر أغلب الحالات بشكل توذم جلدي طري دون احمرار يحدث خلال أو بعد فترة قصيرة جداً من التداخل السني. يترافق التوذم العنقي بحس "فرقة الثلج عند الجس" وهذا يمكن ألا يظهر مباشرة. تتمثل التظاهرات الخطيرة في استرواح المنصف الذي يتصف بزلة تنفسية، ألم في الصدر أو الظهر

وأصوات صدرية ناجمة عن وجود الهواء أثناء النبض القلبي. الاختلاطات الثانوية مثل التهاب المنصف القحي لا بد من أخذها على محمل الجد، حيث يجرى الزرع الدموي والتطبيق الوريدي للمضادات الحيوية واسعة الطيف في سبيل التهيئة للتدخل الجراحي اللازم.

### التشخيص التفريقي: يتضمن

- الارتكاس التحسسي: الأكثر مصادفة، حيث تسبق العلامات الجلدية الأعراض القلبية- التنفسية.
- الورم الدموي: تراكم سريع للسوائل بدون تلون أولي أو فرقة.
- الوذمة الوعائية العصبية: تكون محدودة الامتداد، غالباً ما تكون مسبقة بحس حرقه في الأغشية المخاطية أو الجلد.

**التدبير:** تعتمد طبيعة المعالجة على مدى امتداد الإصابة وتتضمن:

- المضادات الحيوية: توصف دائماً بسبب تلوث الهواء أو البرادة العاجية الملوثة، أو العضويات الدقيقة التي تخترق النسيج المحيطة.
- تطبيق الأكسجين 100% بواسطة القناع حيث يساهم في زوال الوذمة الهوائية فالأكسجين، الذي يحل محل الهواء المنحصر، أكثر قابلية للامتصاص.
- تتطلب التظاهرات الأكثر خطورة نقلاً إسعافياً إلى المشفى مع التطبيق الوريدي للمضادات الحيوية، حيث يمكن مراقبة تفاقم أو تراجع الوذمة الهوائية بشكل أكثر دقة باستخدام التصوير الطبقي المحوسب، لتدبير الاختلاطات الخطيرة بشكل مباشر.

عادة ما يكون الشفاء سريعاً نسبياً حيث يعود المريض إلى مظهره الطبيعي خلال 4 - 7 أيام. لا بد من تقييم وتقصي سبب حصول الوذمة الهوائية لتصحيحه قبل انتهاء المعالجة خصوصاً في حالات الانتقاب.

### الوقاية

لتجنب هذا الاختلاط خلال إجراءات المعالجة اللبية لا بد من الالتزام بما يلي:

- الانتباه لاتجاه الهواء المضغوط الصادر عن القبضات عالية السرعة خلال تحضير حفر الوصول اللبية والعمل بشكل متقطع مع توجيه القبضة باتجاهات مختلفة.
- عزل ساحة العمل باستخدام الحاجز المطاطي
- منع استخدام سيرنغ الهواء خلال التحضير أو التجفيف القنوي قبل الحشو.
- تجنب استخدام بيروكسيد الهيدروجين للإرواء خلال إجراءات التحضير القنوي، فهو يطلق الأكسجين الوليد الذي يمكن أن ينحصر ضمن النسج حول الذروية
- استخدام الأقماع الورقية لتجفيف الفراغ القنوي وجدران القناة
- استخدام أجهزة التحضير القنوي الآلية التي تعتمد على الطاقة الكهربائية وتجنب استخدام الميكروتور العادي المعتمد على ضغط الهواء، فهو يساهم في دفع الهواء ضمن الفراغ القنوي ومن ثم ضمن النسج حول الذروية.
- استخدام القبضات التي تعتمد على الطاقة الكهربائية لقطع ذروة الجذر أثناء الجراحة اللبية.

## ٦ - الخاتمة

تشكل الأسنان نماذج فريدة فيما يتعلق بكيفية نشوئها وتطورها ومن ثم أدائها الوظيفي. تحمل كل وحدة سنية عاملة هوية تشريحية مختلفة تعبر عن محصلة تمازج المخزون الوراثي والعوامل الموضعية المكتسبة. يمكن أن تؤثر الإصابات المرضية بمختلف طبائعها على حيوية لب السن، الأمر الذي يستلزم المعالجة اللبية للمحافظة على الأداء الوظيفي للسن. من متطلبات المعالجة اللبية الناجحة الإلمام العميق بتشريح كل وحدة سنية، والإفادة من المعطيات التشريحية الوصفية لأشكال الأسنان المختلفة، وربطها بالعوامل العامة والموضعية مثل العمر والجنس والعرق إضافة إلى العوامل التطورية والمرضية.

يرتبط التشريح التاجي-الجذري لكل سن بالتشريح الداخلي غير المرئي لمنظومة القناة الجذرية. يعد استحضار التشريح القنوي قبيل التداخل اللبي العلاجي عاملاً جوهرياً حاسماً في تحقيق معالجة لبية صحيحة وآمنة. لا يمكن الجزم بحقيقة التشريح القنوي وخصوصاً ما يتعلق بالنهاية الذروية بشكل مطلق، فاختصاصي المداواة اللبية يعتمد بشكل كبير على مقارنة الحقيقة بشكل غير مباشر، فهو لا يرى كل ما يتداخل عليه، لذلك لا يمكن ضمان نجاح أي معالجة لبية، مهما بدت سهلة، بنسبة 100 %.

من خلال المتابعة والمراقبة للحالات السريرية، يلاحظ أن الخطأ العلاجي الأكثر شيوعاً في حقل مداواة الأسنان اللبية هو الحشو الناقص للقناة، فالتدخل غير العميق أسهل للطبيب وأقل ألماً وأكثر راحة للمريض، إلا أن ارتكاس العضوية سيكشف هذه المعالجة **المنقوصة** سواء عاجلاً أو آجلاً. يمكن ترتيب درجة أذية أو تخريش النسج حول الذروية الناجم عن الحشو القنوي غير الصحيح من الأسوأ نحو الأقل سوءاً كما يلي:

- الحشو القنوي المتجاوز غير الكثيم
- الحشو القنوي الناقص غير الكثيم
- الحشو القنوي مناسب الطول غير الكثيم
- الحشو القنوي المتجاوز الكثيم
- الحشو القنوي الناقص الكثيم
- الحشو القنوي مناسب الطول الكثيم = لا ارتكاس سلبي بل شفاء وتندب سريع للنسج حول الذروية.

لابد من مؤازرة العضوية في عملية الشفاء والتندب النسيجي حول الذروي التالي للمعالجة اللبية، ويمكن تحقيق ذلك من خلال قيام الطبيب بما يترتب عليه من تكريس الوقت اللازم والكافي والانتباه والتركيز والحرص الشديد، وتأمين الإمكانيات التقنية المتطورة، والالتزام التام بقواعد التحضير والحشو الأساسية الراسخة سواء ما تعلق منها بالتقنيات اليدوية أو الآلية وخاصة في حالات التدخل اللبي الصعبة.

## المصطلحات الأجنبية

|                                                  |                                   |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------|
| American Dental Association (ADA)                | جمعية طب الأسنان الأمريكية        |
| American National Standards Institute (ANSI)     | معهد المعايير الوطني الأمريكي     |
| Active                                           | فعال                              |
| Access Cavity                                    | حفرة الوصول اللبية                |
| Alloys                                           | خلائط معدنية                      |
| Amalgam                                          | أملغم                             |
| American National Standards Institute (ANSI ADA) | معهد المقاييس الوطني الأمريكي ADA |
| Anatomic Apex                                    | الذروة التشريحية                  |
| Anticurvature Filing                             | البرد البعيد عن الانحناء          |
| Antinodes                                        | بطون الموجة                       |
| Apical Stop                                      | التوقف الذروي                     |
| Apical Seat                                      | المقعد الذروي                     |
| Apical Perforation                               | الانثقاب الذروي                   |
| Apical Constriction                              | التضييق الذروي                    |
| Apical Foramen                                   | الثقبة الذروية                    |
| <i>Aspergillus</i>                               | فطور الرشاشيات                    |
| Austenite NiTi                                   | الطور الأب لخلائط                 |
| Auto-reverse                                     | انعكاس الدوران الذاتي             |
| Barbed Broaches                                  | الإبر الشائكة                     |
| Balanced Forces                                  | حركة القوى المتوازنة              |
| <i>Bacillus subtilis</i>                         | العصيات الدقيقة                   |
| Binding Point                                    | نقطة الانخسار                     |
| Biological Objectives                            | الأهداف الحيوية                   |
| Bi-Trifurcation Perforation                      | انثقابات مفرق الجذور              |
| Brushing                                         | فعل البشر                         |
| Burs                                             | سنابل                             |
| Buccal                                           | دهليزي                            |
| Bypass                                           | التجاوز الجاني                    |
| Calcium hydroxide                                | ماءات الكالسيوم                   |

|                                      |                                             |
|--------------------------------------|---------------------------------------------|
| Canal Transportation                 | انتقال القناة                               |
| <i>Candida albicans</i>              | فطور المبيضات البيض                         |
| Cervical                             | عنقي                                        |
| Cervicofacial Subcutaneous Emphysema | الوذمة الهوائية تحت الجلدية الوجهية العنقية |
| Cementodentinal Junction             | الملتقى العاجي الملاطي                      |
| Centrality                           | المركزية                                    |
| Chelators                            | العوامل الخالبة                             |
| Core                                 | نواة الأداة المركزية                        |
| Clockwise movement                   | حركة دوران مع عقارب الساعة                  |
| Cleaning                             | التنظيف                                     |
| Counterclockwise movement            | حركة دوران بعكس عقارب الساعة                |
| Circumferential filing               | البرد الدائري                               |
| Color change                         | التباين اللوني                              |
| Compromise                           | تعايش العضوية                               |
| Complication                         | اختلاط                                      |
| Cone                                 | القمع الحاشي                                |
| Conecity                             | قمعية                                       |
| Concentricity                        | الاشتراك بالمركز                            |
| Continuous Wave Compaction           | تقنية التكثيف بالموجة المستمرة              |
| Coronal binding                      | الانحشار التاجي                             |
| Coronal Preflaring                   | التوسيع-الانفتاح التاجي المبكر              |
| Custom Cones                         | الأقماع الحاشية الخاصة                      |
| Cutting                              | قطع                                         |
| Cyclic fatigue                       | التعب الدوري                                |
| Demineralization                     | انحساف الأملاح المعدنية                     |
| Detergent                            | عنصر منظف                                   |
| Design                               | تصميم                                       |
| Distal                               | وحشي                                        |
| Disinfection                         | التطهير                                     |
| Double Flare                         | الانفتاح المضاعف                            |
| Dual-cured                           | ثنائي التصلب                                |
| External                             | خارجي                                       |



|                                          |                                        |
|------------------------------------------|----------------------------------------|
| Elastic limit                            | حد المرونة                             |
| Ecosystem                                | التوازن والتكامل البيئي الغذائي        |
| Elastic deformation                      | التغير المرن                           |
| Elastic Strain                           | الإجهاد المرن                          |
| Electropolishing                         | التلميع الكهربائي                      |
| Emphysema                                | الوذمة الهوائية                        |
| Enlargement                              | التوسيع                                |
| <i>Enterococcus faecalis</i>             | المكورات المعوية البرازية              |
| Error                                    | خطأ                                    |
| Failure                                  | الفشل                                  |
| Fenestration                             | نافذة عظمية                            |
| Fédération Dentaire Internationale (FDI) | اتحاد طب الأسنان العالمي               |
| File                                     | مبرد                                   |
| Fillers                                  | مالمات                                 |
| Film thickness                           | ثخانة الطبقة الدنيا للاسمنت            |
| Filing                                   | البرد                                  |
| Final File (FF)                          | المبرد النهائي                         |
| Finger spreader                          | مكثفة أصبعية                           |
| Flexural fracture                        | الانكسار من نمط الانثناء               |
| Flute                                    | الثلم (للأداة اللبية)                  |
| Gates-Glidden Drills                     | سنابل GG                               |
| Gauge                                    | عيار رأس السيرنغ                       |
| Glide Path                               | مجرى انسيابي                           |
| Gutta Percha (GP)                        | كوتابيركا                              |
| Thermoplastic Injection Gutta-percha     | حقن الكوتابيركا الملدنة بالحرارة       |
| Thermo- mechanical Compaction GP         | التكثيف الميكانيكي الحراري للكوتابيركا |
| Hedström File (H)                        | مبرد هيدستروم                          |
| Heat Carriers                            | حوامل حرارية                           |
| Helical angle                            | زاوية الحلزنة، الزاوية المروحية        |
| Hermetic sealing                         | ختم كتيب                               |
| Hybrid Techniques                        | الطرائق الهجينة                        |
| Hydrogen peroxide                        | الماء الأكسجيني                        |

|                                                  |                                      |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Hydrophilic                                      | محب للرطوبة                          |
| Iatrogenic                                       | خطأ علاجي المنشأ                     |
| Instruments                                      | أدوات                                |
| Instruments Separation                           | انفصال – انكسار الأداة اللبية        |
| Instrument Tip                                   | ذروة الأداة                          |
| <i>In vivo</i>                                   | في العضوية الحية                     |
| <i>In vitro</i>                                  | في المزارع الخلوية – مخبرياً         |
| Inferior Alveolar Nerve Injury                   | أذية العصب السنخي السني السفلي       |
| International Standardization Organization (ISO) | منظمة المقاييس الدولية               |
| Initial Apical File (IAF)                        | المبرد الذروي الأولي                 |
| Intratubular Dentin                              | العاج داخل القنيوي                   |
| Kerr Files (K)                                   | مبرد كير                             |
| Lateral Compaction                               | التكثيف الجانبي                      |
| Ledge Formation                                  | تشكل نقطة الاصطدام – الدرجة الجدارية |
| Ledge Bypass                                     | تجاوز الدرجة                         |
| Lingual                                          | لساني                                |
| Loading plateau                                  | عتبة التحميل                         |
| Mandibular Central Incisor                       | الثنية السفلية                       |
| Mandibular Lateral Incisor                       | الرباعية السفلية                     |
| Mandibular Canine                                | الناب السفلي                         |
| Mandibular First Premolar                        | الضاحك الأول السفلي                  |
| Mandibular second Premolar                       | الضاحك الثاني السفلي                 |
| Mandibular First molar                           | الرحى الأولى السفلية                 |
| Mandibular Second molar                          | الرحى الثانية السفلية                |
| Mandibular Third molar                           | الرحى الثالثة السفلية                |
| Manuel                                           | يدوي                                 |
| Martensite NiTi                                  | الطور الابن لخلائط NiTi              |
| Master Apical File (MAF)                         | المبرد الذروي الرئيس                 |
| Master Cone                                      | القمع الرئيس                         |
| Matrix                                           | قالب                                 |
| Materials                                        | مواد                                 |

|                                 |                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| Maxillary Sinus Perforation     | انثقاب الجيب الفكي                |
| Maxillary Central Incisor       | الثنية العلوية                    |
| Maxillary Lateral Incisor       | الرباعية العلوية                  |
| Maxillary Canine                | الناب العلوي                      |
| Maxillary First Premolar        | الضاحك الأول العلوي               |
| Maxillary Second Premolar       | الضاحك الثاني العلوي              |
| Maxillary First Molar           | الرحى الأولى العلوية              |
| Maxillary Second Molar          | الرحى الثانية العلوية             |
| Maxillary Third Molar           | الرحى الثالثة العلوية             |
| Mechanical Objectives           | الأهداف الميكانيكية               |
| Medicated Sealers               | الاسمنتات الحاشية الطبية          |
| Mesial                          | أنسي                              |
| Mesio-Buccal 2 :MB2             | القناة الأنسية الدهليزية الثانية  |
| Microexplorer                   | المسبر المجهرى                    |
| Micro tube                      | الأنبوب المجهرى                   |
| Mineral Trioxide Aggregate      | MTA                               |
| Monoclonal                      | سلالة خلوية واحدة                 |
| Monoblock                       | الكتلة الواحدة                    |
| NaOCl                           | هيبوكلوريت الصوديوم               |
| Necrotic Pulp Tissue            | النسيج اللبي الممتوت              |
| Negative                        | سليبي                             |
| Neutral                         | حيادي                             |
| Negotiating file                | مبرد البحث والاستكشاف والسبر      |
| NiTi Alloy                      | خليطة النيكل-تيتانيوم             |
| Nodes                           | عقد الموجة                        |
| Norms                           | معايير                            |
| Nonstandardized                 | غير قياسي                         |
| Obturation of Root Canal System | حشو منظومة القناة الجذرية         |
| Obturator                       | أدوات حاشية                       |
| Open Apex                       | الانفتاح الذروي - الذروة المفتوحة |
| Orifice location                | موقع فوهة القناة اللبية           |
| Osteomyelitis                   | التهاب العظم والنقي               |

|                               |                                       |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| Overinstrumentation           | التحضير المفرط للقناة                 |
| Overextension                 | زائد الامتداد                         |
| Palatal                       | حنكي                                  |
| Paper point Bleeding          | إدماء القمع الورقي                    |
| Pastes                        | معاجين                                |
| Patient Pain Reaction         | رد الفعل الألمي عند المريض            |
| Passive                       | منفعل، سلبي                           |
| Patency                       | نفوذية                                |
| Pacemaker                     | جهاز ناظم لضربات القلب                |
| Paresthesia                   | الخدرد                                |
| Path-finding                  | استكشاف - إيجاد (فوهة القناة)         |
| Pitch                         | الوحدة العاملة (للأداة اللبية)        |
| Plastic deformation           | التغير اللدن                          |
| Peso Drills                   | سنابل بيزو                            |
| Perforation                   | الانثقاب                              |
| Peritubular Dentin            | العاج حول القنيوي                     |
| Plastic limit                 | حد اللدونة                            |
| Plastic Strain                | الإجهاد اللدن                         |
| Polymerase Chain Reaction PCR | تفاعل التضاعف التسلسلي لـ DNA مخبرياً |
| Plugger                       | مدك مقطوع الرأس                       |
| Positive                      | إيجابي                                |
| Preparation                   | تحضير                                 |
| Proportional Limit (PL)       | حد التناسب                            |
| Prognosis                     | إنذار                                 |
| Puff                          | تجاوز ذروي طفيف للإسمنت الحاشي للقناة |
| Quarter-turn and pull         | حركة ربع دورة وسحب                    |
| Radial lands                  | السطح المحيطي المرشد                  |
| Rake angle                    | الزاوية العاملة، زاوية القطع          |
| Resilience                    | الانثنائية                            |
| Reamer                        | موسعة                                 |
| Reaming                       | التوسيع                               |
| Recapitulation                | تجميع المراحل                         |

|                                     |                                        |
|-------------------------------------|----------------------------------------|
| Reciproc                            | متناوب                                 |
| Relief                              | الغورور (للأداة اللبية)                |
| Resin                               | راتنج                                  |
| Root Canal System                   | منظومة القناة الجذرية                  |
| Root Canal Blockage                 | انسداد القناة الجذرية                  |
| Rotary                              | دوران آلي                              |
| Same Lingual Opposite Buccal (SLOB) | مماثل لللساني ومعاكس للدهليزي          |
| Self-Adjusting File (SAF)           | الأداة ذاتية المعايرة                  |
| Sealer                              | اسمنت حاشي                             |
| Self-etching                        | ذاتي التخريش                           |
| Self-adhesive                       | ذاتي الالتصاق                          |
| Single-bottle                       | العبوة الواحدة                         |
| Single Cone                         | القمع المفرد                           |
| Slope=Modulus of Elasticity         | الانحدار=معامل المرونة                 |
| Shape memory                        | الذاكرة الشكلية                        |
| Shaping                             | التشكيل                                |
| Single Length                       | الطول الواحد                           |
| Silver Cones                        | أقماع الفضة                            |
| Smooth Broaches                     | الإبر الملساء                          |
| Smear Layer                         | طبقة اللطاخة                           |
| Snake like movement                 | تشبه حركة الأفعى - حركة دوران أفعوانية |
| Sonic Waves                         | الأمواج الصوتية                        |
| Solvent                             | مادة حالّة                             |
| Spreader                            | مكثفة مدببة الذروة                     |
| stainless steel(SS)                 | الفولاذ غير القابل للصدأ               |
| Stress                              | الجهد                                  |
| Strain                              | الإجهاد                                |
| Stress concentration point          | نقطة تركيز الجهد                       |
| Standardized                        | قياسي                                  |
| Standardized Technique              | الطريقة التقليدية                      |
| Stripping                           | الانثقابات الشريطية                    |
| <i>Streptococcus mutans</i>         | المكورات العقدية الطافرة               |

|                                  |                                    |
|----------------------------------|------------------------------------|
| System Buchanan                  | System B                           |
| Symmetry                         | تناظر                              |
| Tactile Sensation                | حس اللمس الأصبعي                   |
| Taper lock                       | قفل القمعية                        |
| Taper                            | مقياس الاستدقاق                    |
| Tipping                          | تسليك الذروة                       |
| Touch-Retract                    | اللمس والانسحاب                    |
| Tolerance                        | التسامح                            |
| Tensile Stress                   | جهد الشد                           |
| Timing                           | توقيت                              |
| Toughness                        | المتانة                            |
| Torsional fracture               | الانكسار من نمط الفتل              |
| Thermodynamic Properties         | الخصائص الحركية الحرارية           |
| Transmetal Burs                  | السنايل القاطعة للمعدن             |
| Tug-back                         | خاصية الانخشار الذروي للقمع الحاشي |
| Ultimate Strength                | المقاومة العظمى                    |
| Underextension                   | ناقص الامتداد                      |
| Vital Pulp Tissue                | النسيج اللبي الحي                  |
| Vertical Compaction              | التكثيف العمودي                    |
| Verifiers                        | حوامل اختبار الحشو                 |
| Vertical Fracture of Dental Root | الانكسار الشاقولي لجذر السن        |
| Watch Winding                    | حركة نواس الساعة                   |
| Work hardening                   | التصلب الناجم عن العمل             |
| Warm Lateral Compaction          | التكثيف الجانبي الحراري            |
| Working Length Determination     | تحديد الطول العامل                 |
| Ultimate Tensile Strength (UTS)  | مقاومة الشد العظمى                 |
| Ultrasonic Waves                 | الأمواج فوق الصوتية                |
| Universal                        | عام                                |
| Yield Point                      | نقطة الاستجابة (التشوه)            |
| Zinc Oxide & Eugenol             | اسمنت أكسيد الزنك والأوجينول       |

## قائمة المراجع

- 1- Basrani B, Endodontic Irrigation, Springer, First Edition, 2015.
- 2- Bergen holtz G, Horsted-Bindsler P, Reit C, Textbook of Endodontology, Wiley-Black Well, Second Edition, 2010.
- 3- Chandra BS, Krishna VG, Grossman's Endodontic Practice, Lippincott Williams & Vilkins, 12<sup>th</sup> Edition, 2010.
- 4- Garg N, Garg A., Text book OF endodontics, Jaypee, Third Edition, 2014.
- 5- Garg N, Garg A., Text book OF endodontics, Jaypee, First Edition, 2007.
- 6- Goldberg M., Piette E., La Dent Normale et Pathologique, De Boeck Universite, First Edition, 2001.
- 7- Gulabivala K, Yuan-Ling NG, Endodontics, MOSBY, 4<sup>th</sup> Edition, 2014.
- 8- Hargreaves KM, Goodis HE, Seltzer and Bender's Dental Pulp, Quintessence Books, First Edition, 2002.
- 9- Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH, Cohen's Pathways of the pulp, Elsevier, 10<sup>th</sup> , 2011.
- 10- Hargreaves KM, Berman LH, Rotstein I, Cohen's Pathways of the pulp, Elsevier, 11<sup>th</sup> , 2016.
- 11- Ingles JI., Leif K B., Craig JB., Ingle's Endodontics 6, BC Decker , 6<sup>th</sup> Edition, 2008.
- 12- Ingles JI, Leif K B., Endodontics, BC Decker , 5<sup>th</sup> Edition, 2002.
- 13- Johnson WT., Color Atlas of Endodontics, Saunders, Mosby ,2010
- 14- Kishen A, Nanotechnology in Endodontics, Springer, First Edition, 2015.
- 15- Kohli A, Textbook of Endodontics, Elsevier, First Edition, 2009.

- 16– McSpadden JT., Mastering Endodontic Instrumentation, Arbor Books, First Edition, 2007.
- 17– Patel B, Endodontic Diagnosis, Pathology and Treatment Planning, Springer, First Edition, 2015.
- 18– Pitt Ford TR., Rhodes JS., Pitt Ford HE, Endodontics Problem– Solving in Clinical Practice, Martin Dunitz, First Edition, 2002.
- 19– Pitt Ford TR., Endodontics in Clinical Practice, Wright, 5<sup>th</sup> Edition, 2004.
- 20– Rhodes JS, Advanced Endodontics Clinical Retreatment and Surgery, Taylor & Francis, First Edition, 2006.
- 21– Tamse A, Tsesis I, Rosen E, Vertical Root Fracture in Dentistry, Springer, First Edition, 2015.
- 22– Tsesis I, Complications in Endodontic Surgery, Springer, First Edition, 2014.
- 23– Torabinejad M, Walton RE., Endodontics: Principles and Practice, Saunders, 4<sup>th</sup> Edition, 2009.
- 24– Weine FS, Endodontic Therapy, Mosby, 6<sup>th</sup> Edition, 2004.



### اللجنة العلمية:

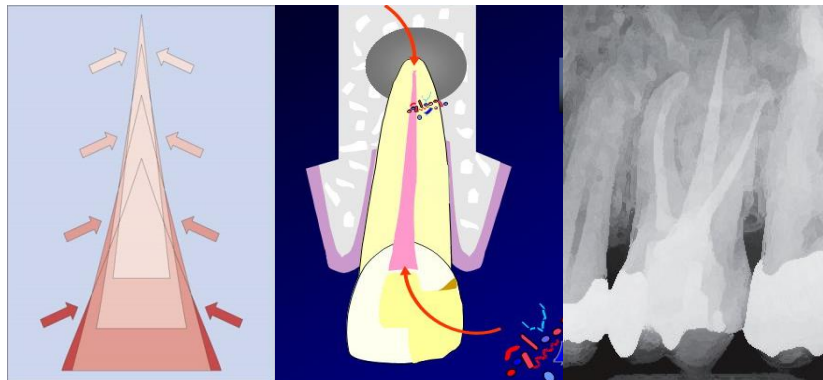
- أ.د. محمد زياد سلطان - جامعة حماه
- أ.د. رأفت خليل - جامعة تشرين
- أ.د. محمد أسامة الجبان - جامعة دمشق

### المدقق اللغوي:

- أ.د. وليد السراقبي

حقوق الطبع والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات - جامعة حماه

**Endodontics -1-**  
**Second Part**



**Dr. Hassan AL HALABIAH**

Assist. Prof., Head of Endodontic Dept.  
Dean of Faculty of Dentistry

**Dr. Khitam AL MAARAWI**

Assist. Prof., in Endodontic Dept.  
Vice Dean of Faculty of Pharmacology

**Academic Year**

**2017-2018**

سعر المبيع للطالب ( ) ل.س