

## การรักษาคลองรากฟัน ในฟันกรามล่างซี่ที่ 2 ที่มีลักษณะคลองรากฟันระบบซี่

อนุพงศ์ เปรมใจ ท.บ.

กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลพัสสนิคม

### บทคัดย่อ

การรักษาคลองรากฟัน เป็นวิธีการรักษาฟันที่มีการติดเชื้อของโพรงประสาทฟันและคลองรากฟัน อันมีสาเหตุได้แก่ ฟันผุทะลุโพรงประสาทฟัน, ฟันได้รับอุบัติเหตุ หรือฟันร้าว คลองรากฟันระบบซี่ คือ ระบบคลองรากฟันที่มีผิดปกติ ทำให้มีความซับซ้อนมากกว่าคลองรากฟันทั่วไป ซึ่งพบมากในคนเอเชีย โดยคนไทยพบได้ถึงร้อยละ 10 ตำแหน่งที่พบมากที่สุดคือในฟันกรามล่างซี่ที่สอง การรักษาคลองรากฟัน จำเป็นต้องอาศัยความเข้าใจในลักษณะกายวิภาคของรากฟันและรากฟัน อันจะนำไปสู่วิธีการรักษาที่มีความเฉพาะมากกว่าการรักษาทั่วไป

บทความนี้เป็นรายงานผู้ป่วยฟันผุทะลุโพรงประสาทฟันตำแหน่งฟันกรามล่างซี่ที่สองที่มีลักษณะคลองรากฟันระบบซี่ ได้รับการรักษารากฟันด้วยการล้างและขยายคลองรากฟันร่วมกับเครื่องมืออัลตราโซนิค อุดคลองรากฟันด้วยเทคนิคออร์มเวอร์ติคัลคอมแพคชันร่วมกับวิธีเทอร์โมพลาสติกไซส์อินเจ็คชัน และการบูรณะฟันด้วยการก่อแกนฟันและครอบฟัน จากการติดตามผลการรักษาเป็นเวลา 1 ปี พบว่าผลการรักษาเป็นที่น่าพอใจ

คำสำคัญ : การรักษาคลองรากฟัน,คลองรากฟันระบบซี่

## **C-shaped root canal treatment in second mandibular molar**

*Anupong Premjai D.D.S.*

### **Abstract**

Root canal treatment is the treatment of a tooth that has infected pulpal and periapical tissue, resulting from dental caries exposed pulp, traumatic tooth or cracked tooth. The c-shaped root canal is the abnormality of the root canal system, which is more complicated than others. It is mostly found in Asians, especially Thais found in 10 percent. The most common tooth is the mandibular second molar. Understanding the anatomy of the c-shaped root canal is needed for the treatment due to a more specific treatment than a normal root canal.

This paper reported the treatment of dental caries exposed pulp in c-shaped mandibular second molar. The root canals were cleaned and shaped by rotary instrument and passive ultrasonic irrigation technique, obturated by a warm vertical and thermoplasticized-injection technique, and restored with a composite core build-up and crown. After 1 year follow-up of treatment, the outcome was satisfactory.

Keywords : root canal treatment, C-shaped root canal system, passive ultrasonic irrigation, thermoplasticized-injection technique

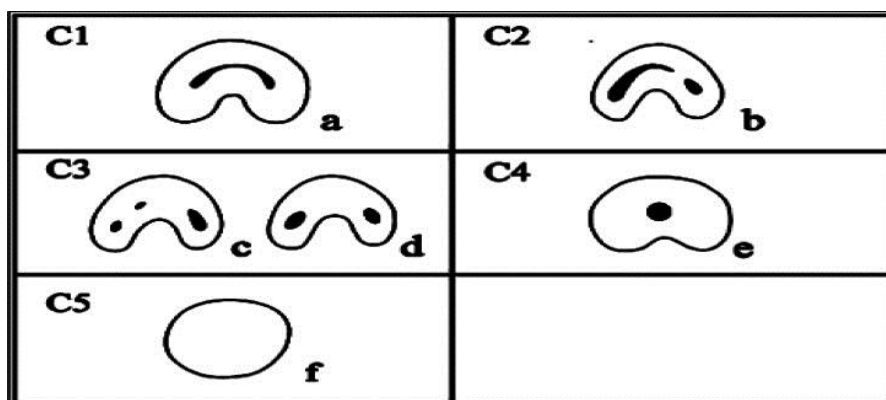
## บทนำ

คลองรากฟันระบบซี (C- shaped root canal system) คือคลองรากฟันที่มีภาพตัวขวางเป็นลักษณะคล้ายตัวอักษรซี คือมีรอยคอดหรือคريبบางๆ เชื่อมต่อกันระหว่างคลองรากฟัน และพบลักษณะของรูเปิดคลองรากฟันเป็นแถบโค้งมีมุมของรัศมีมากกว่า 180 องศา ลงไปตลอดคลองรากฟันในรูปแบบสามมิติ (1) ซึ่งความซับซ้อนของลักษณะคลองรากฟันนี้ จะส่งผลให้การล้างทำความสะอาดและการอุดคลองรากฟันเป็นไปได้ยากยิ่งขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อการพยากรณ์โรคของการรักษาได้ (2)

Cooke และ Cox (3) ได้รายงานการศึกษาคลองรากฟันระบบซีครั้งแรกในปี 1797 โดยได้รายงานลักษณะคลองรากฟันระบบซีในฟันกรามล่างซี่ที่ 2 จำนวน 3 เคส สาเหตุการเกิดคลองรากฟันระบบซีว่าเกิดจากความล้มเหลวของการเชื่อมกันของ เยื่อหุ้มผิวรากฟันเฮิร์ตวิก (Hertwig's epithelial root sheath) ซึ่งเป็นตัวกำหนดรูปร่างและจำนวนคลองรากฟันในขั้นตอนการเจริญของรากฟัน (4)

อุบัติการณ์ในการเกิดคลองรากฟันระบบซี พบได้ในฟันหลายซี่ เช่น ฟันกรามน้อยล่างซี่ที่1, ฟันกรามล่างซี่ที่2, ฟันกรามซี่ที่3 และฟันกรามบนซี่ที่1 ตำแหน่งฟันที่พบมากที่สุดคือ ฟันกรามล่างซี่ที่ 2 โดยส่วนใหญ่่มักพบทั้ง 2 ข้าง มักพบในคนมองไกลอดค้มมากกว่าเชื้อชาติอื่น(5, 6) และในคนไทยสามารถพบได้ประมาณร้อยละ10 (7)

การศึกษาของ Fan และคณะ (1) ได้ศึกษาลักษณะกายวิภาคและแบ่งลักษณะของคลองรากฟันระบบซี ได้เป็น 5 แบบดังนี้ C1 interrupted C, C2 semi colon, C3 seperated canal, C4 only one round or oval canal, C5 no canal



รูปที่ 1 แสดงลักษณะกายวิภาคของคลองรากฟันระบบซี ในแต่ละประเภท

จากการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคแล้วจะสรุปได้ว่าฟันที่มีลักษณะคลองรากฟันระบบซีจะมีลักษณะที่เหมือนกันคือ มีรากที่รวบ, มีร่องตามแนวยาวที่รากฟัน, และมีลักษณะของคลองรากฟันเป็นแบบ C1, C2 หรือ C3

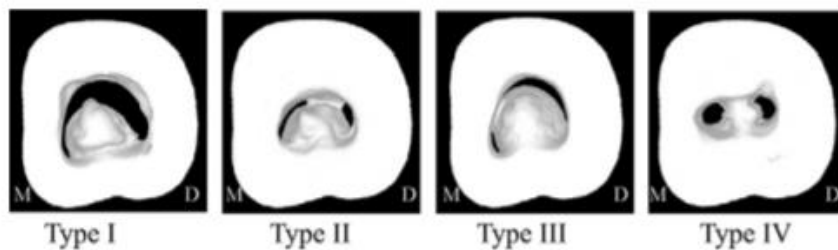
การศึกษาภาพถ่ายรังสีจะพบลักษณะของคลองรากฟันระบบซีดังนี้ มีรากฟันรวบเข้าหากันที่ปลายราก, มี คลองรากฟันด้าน ไกลกลาง โดและมีคลองรากฟันด้านใกล้กลางเล็ก ร่วมกับมีเส้นเงาโปร่งรังสีรังสีที่ไม่ชัดอยู่ตรงกลางรากฟัน แต่อย่างไรก็ตามการประเมินลักษณะคลองรากฟันระบบซีจากภาพรังสีก่อนการรักษายังมีความไม่แน่นอน ซึ่งต้องอาศัยการยืนยันหลังจากการกรอเปิดเข้าไปรักษารากฟันอีกครั้ง(8) ซึ่งลักษณะของพื้น โพรงประสาทฟัน(pulpal floor) ในคลองรากฟันระบบซี อาจพบได้ 4 ลักษณะดังนี้(9)

Type I : peninsular-like floor (continuous c-shaped)

Type II : separated M,D orifice

Type III : small MLI orifice and large MB-D

Type IV : non C-haped floor



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะของพื้น โพรงประสาทฟันของคลองรากฟันระบบซี

จากลักษณะทางกายวิภาคที่กล่าวมา ก่อนการรักษาจึงมีข้อควรคำนึงถึงได้แก่ คลองรากฟันสามารถมีรูปร่างและจำนวนคลองรากเปลี่ยนไปได้ตลอดความยาวของรากฟัน, คลองรากฟันมีลักษณะสลับซับซ้อนเป็นที่สะสมของเศษเนื้อเยื่อ โพรงประสาทและสิ่งสกปรกได้ง่าย, ในบางบริเวณมีเนื้อฟันบาง มีโอกาสเกิดรอยทะลุระหว่างขยายคลองรากฟันได้, การขยาย ล้าง และอุดคลองรากฟันทำได้ยาก

ในขั้นตอนการขยายคลองรากฟัน แนะนำให้ขยายคลองรากฟันส่วนที่คลองรากฟันหลักด้วยเครื่องโรตารี และในเป็นร่องแคบควรขยายด้วยเคไฟล์งอปลายไม่เกินขนาด 25 (precurve k-file #25) และล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (sodium hypochlorite) ร่วมกับการใช้เครื่องมืออัลตราโซนิคช่วยในการทำความสะอาด(6, 10, 11)

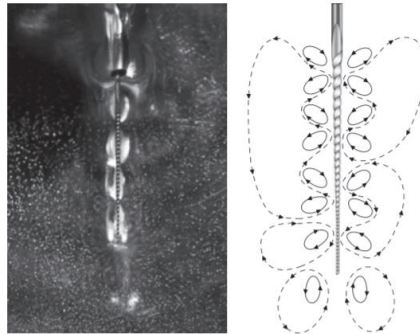
การใช้เครื่องมืออัลตราโซนิคช่วยในการล้างคลองรากฟัน เรียกว่าเทคนิคพาสซีฟอัลตราโซนิค (passive ultrasonic irrigation) ทำโดยการใช้อัลตราโซนิคไฟล์ (ultrasonic file) ขนาดเบอร์ 15 หรือ 20

ที่ต่อกับเครื่องอัลตราโซนิก ใส่ไปในคลองรากฟันโดยไม่ให้ไฟล์สัมผัสกับผนังคลองรากฟัน กลไกการทำ  
ความสะอาดประกอบด้วย 2 ประการได้แก่

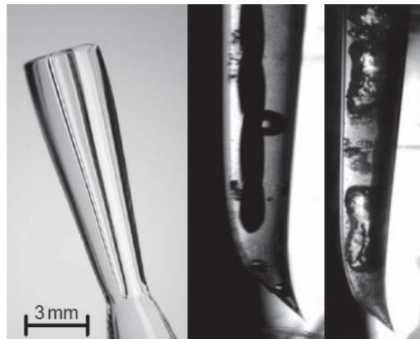
1. Acoustic streaming คือการเกิดกระแสหมุนวนเป็นรูปวงรีรอบๆไฟล์ ทำให้เกิดแรงเฉือน  
(shear force)

2. Cavitation คือการเกิดฟองอากาศจากการสั่น โดยฟองอากาศนี้จะเกิดขึ้นและแตกออกอย่างรวดเร็ว

จากการศึกษาพบว่าการทำเทคนิคพาสซีฟอัลตราโซนิกร่วมกับน้ำยาล้างคลองรากฟันโซเดียมไฮโปคลอไรต์จะช่วยให้การจัดเศษสิ่งสกปรก, ไบโอฟิล์ม และแบคทีเรียได้เป็นอย่างดี (12)



รูปที่ 4 แสดงการเกิดปรากฏการณ์ Acoustic streaming



รูปที่ 5 แสดงการเกิดปรากฏการณ์ Cavitation



รูปที่ 6 แสดงอัลตราโซนิกไฟล์

ในการอุดคลองรากฟันต้องคำนึงถึงความหนาของคลองรากฟัน เนื่องจากในบางตำแหน่งของคลองรากฟันมีขนาดบางกว่า 0.3 มิลลิเมตร ซึ่งอาจจะไม่แข็งแรงเพียงพอในการทนต่อแรงอุดคลองรากฟัน จึงแนะนำให้เทคนิคไฮบริด (hybrid technique) คืออุดรากฟันด้วยวิธีแลเทอรอลคอมแพ็คชัน (lateral compaction) แล้วจึงตัดด้วยความร้อนทำการ down packing และทำการ back filling ด้วยวิธีเทอร์โมพลาสติกไฮสตีอินเจ็คชัน (Thermoplasticized-injection technique) (6, 10)

การบูรณะฟันแนะนำให้ก่อแกนฟันด้วยวัสดุอะมัลกัม หรือเรซินคอมโพสิตและทำครอบฟัน เนื่องจากลักษณะกายวิภาคของรากฟันที่มีโพรงประสาทฟันใหญ่ มีง่ามรากฟันต่ำ จึงทำให้เพียงแค่การก่อแกนฟันก็แข็งแรงเพียงพอโดยไม่ต้องใส่เดือยฟัน ไม่แนะนำให้ใส่เดือยฟันเพราะการใส่เดือยฟันต้องมีความหนาของของเนื้อฟันอย่างน้อย 1 มิลลิเมตร แต่หากมีความจำเป็นควรใส่ในคลองรากฟันไกลกลาง และเลือกเดือยฟันที่มีขนาดเล็กที่สุด เพื่อป้องกันการเกิดรากฟันแตก และการเกิดรอยทะลุรากฟัน (10) ซึ่งหากได้ทำตามหลักการที่กล่าวมาครบถ้วนแล้วจะพบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของการรักษาอยู่ที่ 84-93%(13)

## รายงานผู้ป่วย

### ข้อมูลทั่วไป

ผู้ป่วยชายไทย อายุ 18 ปี ประกอบอาชีพนักเรียน

### อาการสำคัญและประวัติการเจ็บป่วยปัจจุบัน

มีฟันกรามล่างซ้ายผุสึก โดยไม่มีอาการใดๆ

### ประวัติทางการแพทย์

ผู้ป่วยปฏิเสธโรคประจำตัว และปฏิเสธประวัติการแพ้ยา

### ประวัติทางทันตกรรม

ผู้ป่วยเคยได้รับการรักษาทางทันตกรรม เช่น อุดฟัน ขูดหินปูน

### การตรวจสภาพร่างกาย

การตรวจร่างกายโดยทั่วไป พบว่า ปกติ

### การตรวจสภาพช่องปาก

#### ภายนอกช่องปาก

ไม่พบความผิดปกติของสีริมฝีและบริเวณลำคอ ข้อต่อขากรรไกรและกล้ามเนื้อบดเคี้ยวทำหน้าที่ได้ปกติ

#### ภายในช่องปาก

ฟันซี่ 37 ฟันผุทะลุโพรงประสาทฟัน ฟันทุกซี่ไม่โยก ความลึกร่องปริทันต์ปกติ คลำเนื้อเยื่อปกติ ไม่พบรูเปิดระบายหนอง เคาะไม่เจ็บ

### ภาพถ่ายรังสี

ฟันซี่ 37 ส่วนตัวฟันพบเงาโปร่งรังสีขนาดใหญ่เชื่อมต่อกับโพรงประสาทฟัน ไม่มีรอยโรคปลายรากฟัน มีช่องเอ็นยึดปริทันต์ปกติ

## การวินิจฉัย

ฟันซี่ 37 irreversible pulpitis with normal periapical tissue

## การวางแผนการรักษา

ฟันซี่ 37 รักษารากฟัน โดยไม่ใช้วิธีศัลยกรรม ร่วมกับการบูรณะด้วยวิธีก่อกเนนฟันและครอบฟัน

## บันทึกการรักษา

- การรักษาครั้งที่ 1

ซักประวัติ ตรวจช่องปาก ถ่ายภาพรังสีฟัน โดยพบว่าฟันซี่ 37 เป็นฟันผุทะลุโพรงประสาทฟัน โดยมีลักษณะคลองรากฟันระบซี่ ผู้ป่วยไม่มีปวด ไม่มีอาการบวม เคาะไม่เจ็บ จึงทำการวางแผนการรักษา ร่วมผู้ป่วย และทำการรักษารากฟันโดย ทำการฉีดยาชา 2% mepivacaine with epinephrine 1:100,000 ด้วยวิธี inferior alveolar nerve block 1.8 มิลลิลิตร ใส่แผ่นยางกั้นน้ำลาย มาเชื่อบริเวณตัวฟันและรอบๆด้วย ทิงเจอร์ไอโอดีน และแอลกอฮอล์กรอเปิดเข้าสู่คลองรากฟัน หาความยาวรากฟันด้วย Apexlocator (Root ZX™, J. MORITA, Japan) ขยายคลองรากฟันโดยใช้โรตารีไฟล์ (ProTaper Next™, Dentsply sirona, Switzerland) ขนาด X3, ถ้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 2.5% (2.5% sodium hypochlorite) ร่วมกับการทำพาสซีฟอุลตราโซนิคด้วยอุลตราโซนิคไฟล์ (Irrisafe™, Acteon, USA) และเครื่องอุลตราโซนิค (Newtron P5XS, Acteon, USA) ถ้างต่อด้วยน้ำยาอีดีทีเอความเข้มข้น 17% (17% EDTA) ชั้บคลองรากฟัน อุดคลองรากฟันด้วยวิธี down packing และ back filling ด้วยวิธีเทอร์โมพลาสติกไซส์อินเจกชัน (Thermopasticized-injection technique) และอุดฟันด้วยวัสดุอุดชั่วคราว (Cavition, GC, USA)



รูปที่ 7 แสดงภาพถ่ายรังสีก่อนรักษารากฟันซี่ 37





รูปที่ 8 แสดงพื้นโพรงประสาทฟันของฟันซี่ 37



รูปที่ 9 แสดงภาพถ่ายรังสีขึ้นตอนวัดความยาวรากฟัน



รูปที่ 10 แสดงภาพถ่ายรังสีขึ้นตอนการอุดคลองรากฟัน

- การรักษาครั้งที่ 2

ติดตามผลการรักษา 2 สัปดาห์ ผู้ป่วยไม่มีอาการปวด ไม่มีอาการบวม เคาะไม่เจ็บ วัสดุอุดชั่วคราวอยู่ในสภาพดี ทำการนัดยาชา ใส่น้ำยาฆ่าเชื้อ น้ำยาฟอกสี ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อบริเวณฟันและรอบๆ ทำการรื้อวัสดุอุดชั่วคราวออก และทำการก่อกันฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิต



รูปที่ 11 แสดงภาพถ่ายรังสีหลังการรักษา 2 สัปดาห์

- การรักษาครั้งที่ 3

ติดตามผลการรักษา 1 เดือน ผู้ป่วยไม่มีอาการปวด ไม่มีอาการบวม เคาะไม่เจ็บ วัสดุอุดฟันอยู่ในสภาพดี จึงทำการกรอเพื่อทำครอบฟัน พิมพ์ครอบฟัน และใส่ครอบฟันชั่วคราว



รูปที่ 12 แสดงภาพถ่ายรังสีหลังการรักษา 1 เดือน

- การรักษาครั้งที่ 4

ผู้ป่วยไม่มีอาการปวด ไม่มีอาการบวม เคาะไม่เจ็บ ครอบฟันชั่วคราวอยู่ในสภาพดี จึงทำการใส่ครอบฟันถาวรให้ผู้ป่วย

- การรักษาครั้งที่ 5

ติดตามผลการรักษา 6 เดือนผู้ป่วยไม่มีอาการปวด ไม่มีอาการบวม เคาะไม่เจ็บ ครอบฟันอยู่ในสภาพดี จากภาพถ่ายรังสีไม่พบรอบ โรคปลายราก



รูปที่ 13 แสดงภาพถ่ายรังสีหลังการรักษา 6 เดือน

- การรักษาครั้งที่ 6

ติดตามผลการรักษา 1 ปีผู้ป่วยไม่มีอาการปวด ไม่มีอาการบวม เคาะไม่เจ็บ ครอบฟันอยู่ในสภาพดี จากภาพถ่ายรังสีไม่พบรอบโรคปลายราก



รูปที่ 14 แสดงภาพถ่ายรังสีหลังการรักษา 1 ปี

## บทวิจารณ์

ก่อนการทำการรักษาในฟันซี่นี้ สามารถประเมินลักษณะคลองรากฟันระบบซีได้จากภาพรังสีก่อนการรักษารากฟัน ซึ่งตรงตามลักษณะทั้งหมดได้แก่ มีรากฟันรวบ มีคลองรากฟันไกลกลางใหญ่กว่าด้านใกล้กลางและมีลักษณะเงาโปร่งรังสีไม่ชัดเจนอยู่ตรงกลางยาวตลอดรากฟัน(8) เมื่อเปิดรักษารากฟันแล้วพบลักษณะพื้นโพรงฟันของคลองรากฟันระบบซี เป็นแบบ Type I (9)

ในขั้นตอนการขยายคลองรากฟันคลองรากฟันหลักเลือกใช้โรตารีไฟล์ (ProTaper Next™, Dentsplysirona, Switzerland) ขนาด X3 ตามการขยายคลองรากฟันแบบปกติ, และในส่วนรอยคอดระหว่างคลองรากฟัน ใช้เคไฟล์ขนาดเบอร์25ขยายโดยออกแรงในแนวด้านแก้ม เพื่อป้องกันการเกิดรอยทะลุจากการขยายคลองรากฟันเนื่องจากผนังคลองรากฟันด้านลิ้นมีความบาง (6, 10) ทำการการล้างคลองรากฟันใช้น้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 2.5% ร่วมกับเทคนิคพาสซีฟอัลตราซาวด์ (passive ultrasonic irrigation) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการล้างทำความสะอาดคลองรากฟัน โดยเฉพาะรากฟันที่มีความซับซ้อนซึ่งอาจมีเศษสิ่งสกปรกและแบคทีเรียสะสมอยู่(12)

การอุดคลองรากฟันเลือกใช้เทคนิคการอุดแบบ down pack และ back fill เพื่อให้วัสดุแน่นและเต็มคลองรากฟันโดยตลอด โดยใช้ แท่งกัตตาเปอร์ซาลหลัก(main cone)ที่มีขนาดเท่ากับขนาดของโรตารีไฟล์ใส่ในคลองรากฟันหลัก ทำการตัดด้วยความร้อนและใช้พลังเทอร์มอลให้กัตตากระจายไปรอบๆ ตามแนวตัดของราก แล้วจึงฉีควัสดุอุดคลองรากด้วยวิธีเทอร์โมพลาสติกไซส์อินเจ็คชันจนเต็มคลองรากฟัน(6, 10) ซึ่งจากภาพถ่ายรังสีพบว่าวัสดุอุดคลองรากฟันมีความแนบสนิทและเต็มคลองรากฟันทั้งสามมิติ

การรักษาครั้งนี้ใช้วิธีการรักษาแบบ single visit เนื่องจากก่อนการรักษาไม่พบอาการปวด บวม อักเสบ และจากการวางแผนการรักษาร่วมกับผู้ป่วย พบว่าผู้ป่วยไม่สะดวกที่จะมาทำการรักษาหลายครั้ง เนื่องจากติดภาระกิจทางการศึกษา และผู้ป่วยไม่มีปัญหาทางเศรษฐกิจสถานะ ซึ่งจากผลการรักษาแล้วไม่พบความแตกต่างของอัตราความสำเร็จของการรักษาระหว่าง single visit และ multiple visit(14)

## บทสรุป

คลองรากฟันระบบซีเป็นกายวิภาคของรากฟันที่มีความซับซ้อนกว่าฟันทั่วไป โดยจะพบรอยเชื่อมต่อระหว่างรากฟันมีลักษณะเป็นแถบบางๆเชื่อมระหว่างคลองรากฟันหลัก การพบอุบัติเหตุการเกิดคลองรากฟันระบบซีที่สูงในคนเอเชีย ทำให้การศึกษาคลองรากฟันลักษณะนี้มีความสำคัญ โดยทันตแพทย์ต้องมีความรู้ความเข้าใจในลักษณะกายวิภาคอันซับซ้อนของรากฟันนี้ อันจะนำไปสู่การวางแผนการรักษา การเลือกใช้เทคนิคในการรักษารากฟัน และการบูรณะที่เหมาะสม ซึ่งหากมีความเข้าใจในลักษณะกายวิภาค และใช้เทคนิคการรักษาและบูรณะที่ถูกต้องแล้ว จะทำให้ผลสำเร็จในการรักษาไม่แตกต่างจากฟันทั่วไป

## กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาทันตกรรมหัตถการและวิทยาเอนโดดอนต์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้ครับ

## เอกสารอ้างอิง

1. Fan B, Cheung GS, Fan M, Gutmann JL, Bian Z. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part I--Anatomical features. *Journal of endodontics*. 2004;30(12):899-903.
2. Amoroso-Silva PA, Ordinola-Zapata R, Duarte MA, Gutmann JL, del Carpio-Perochena A, Bramante CM, et al. Micro-computed Tomographic Analysis of Mandibular Second Molars with C-shaped Root Canals. *Journal of endodontics*. 2015;41(6):890-5.
3. Cooke HG, 3rd, Cox FL. C-shaped canal configurations in mandibular molars. *Journal of the American Dental Association (1939)*. 1979;99(5):836-9.
4. MANNING SA. Root canal anatomy of mandibular second molars. *International Endodontic Journal*. 1990;23(1):40-5.
5. Sabala CL, Benenati FW, Neas BR. Bilateral root or root canal aberrations in a dental school patient population. *Journal of endodontics*. 1994;20(1):38-42.
6. Jafarzadeh H, Wu YN. The C-shaped root canal configuration: a review. *Journal of endodontics*. 2007;33(5):517-23.
7. Gulabivala K, Opananon A, Ng Y-L, Alavi A. Root and canal morphology of Thai mandibular molars. *International Endodontic Journal*. 2002;35(1):56-62.
8. Haddad GY, Nehme WB, Ounsi HF. Diagnosis, classification, and frequency of C-shaped canals in mandibular second molars in the Lebanese population. *Journal of endodontics*. 1999;25(4):268-71.
9. Min Y, Fan B, Cheung GSP, Gutmann JL, Fan M. C-shaped Canal System in Mandibular Second Molars Part III: The Morphology of the Pulp Chamber Floor. *Journal of endodontics*. 2006;32(12):1155-9.
10. Jerome CE. C-shaped root canal systems: diagnosis, treatment, and restoration. *General dentistry*. 1994;42(5):424-7; quiz 33-4.
11. Yin X, Cheung GS, Zhang C, Masuda YM, Kimura Y, Matsumoto K. Micro-computed tomographic comparison of nickel-titanium rotary versus traditional instruments in C-shaped root canal system. *Journal of endodontics*. 2010;36(4):708-12.
12. Van Der Sluis LWM, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International Endodontic Journal*. 2007;40(6):415-26.

13. de Chevigny C, Dao TT, Basrani BR, Marquis V, Farzaneh M, Abitbol S, et al. Treatment outcome in endodontics: the Toronto study--phase 4: initial treatment. *Journal of endodontics*. 2008;34(3):258-63.
14. Sathorn C, Parashos P, Messer HH. Effectiveness of single- versus multiple-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J*. 2005;38(6):347-55.