



ประสิทธิภาพของเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์เมื่อใช้ร่วมกับโปรเทเปอร์เน็กซ์ในการรื้อกัตตาเปอร์ชา
ออกจากคลองรากฟันรูปวงรี

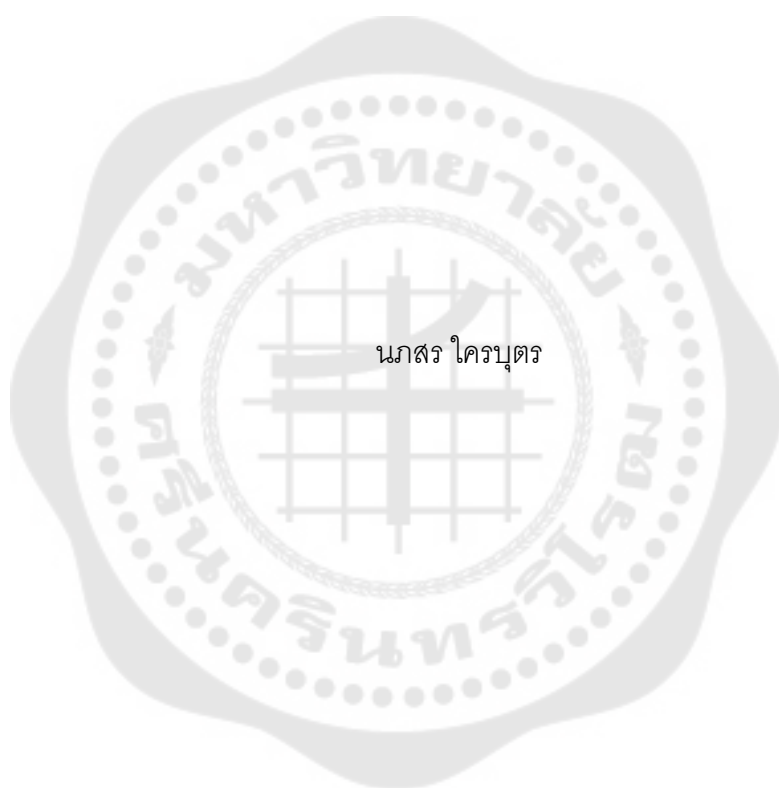
EFFECTIVENESS OF XP-ENDO FINISHER R AS A SUPPLEMENT TO PROTAPER NEXT
IN GUTTA-PERCHA REMOVAL FROM THE OVOID ROOT CANALS

นภสร ไควบุตร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2566

ประสิทธิภาพของเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์เมอี่ใช้ร่วมกับโปรเทเปอร์เน็กซ์ในการรื้อกัตาเปอร์ซา
ออกจากคลองรากฟันรูปวงรี



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมคลินิก
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

EFFECTIVENESS OF XP-ENDO FINISHER R AS A SUPPLEMENT TO PROTAPER NEXT
IN GUTTA-PERCHA REMOVAL FROM THE OVOID ROOT CANALS



NAPHASORN KRIBUTRA

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF SCIENCE
(Clinical Dentistry)

Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University

2023

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญาโท

เรื่อง

ประสิทธิภาพของเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิซเซอร์อาร์เมื่อใช้ร่วมกับโปรเทปเปอร์เน็กซ์ในการรื้อกัตาเปอร์ซาออกจากคลองรากฟัน

รูปวงรี

ของ

นภสร ไครบุตร

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมคลินิก

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์จัตตชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญาโท

ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทพญ.ชินาลัย ปิยะชน)

ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทพ.วีระ เลิศจิราการ)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ทพ.วิบูลย์ไพศาลกอบฤทธิ)

ชื่อเรื่อง	ประสิทธิภาพของอิเล็กซ์พีเอ็นโดฟินิซเซอร์อาร์เมื่อใช้ร่วมกับโปรเทเปอร์เน็กซ์ในการ รื้อกัตตาเปอร์ซาออกจากคลองรากฟันรูปวงรี
ผู้วิจัย	นภสร ไครบุตร
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทพญ. ชินาลัย ปิยะชน

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการล้างคลองรากฟันเสริมในการ
กำจัดกัตตาเปอร์ซาที่หลงเหลือในคลองรากฟันรูปวงรี ภายหลังจากการรื้อด้วยไฟลินิกเกิลไทเทเนียมโปรเทเปอร์เน็กซ์
ทำการล้างคลองรากฟันด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งต่อไป นี้ ล้างร่วมกับใช้ไฟลินิกเกิลไทเทเนียมโปรเทเปอร์เน็กซ์ อัลตราโซนิคแบบ
ไร้แรงเอริเซฟ และการใช้เข็มล้างปกติ ทำการศึกษาในฟันกรามน้อยล่างของมนุษย์ที่ถูกถอนที่มีคลองรากฟันรูป
วงรี จำนวน 36 ซี่ ทำการเตรียมคลองรากฟันและอุดคลองรากฟันด้วยกัตตาเปอร์ซาแท่งหลักร่วมกับซีลเลอร์เอ
เอชพลัสด้วยวิธีวอร์มเวดดิคัลคอนเดนเซชันเก็บชิ้นงานเป็นเวลา 7 วัน แล้วจึงรื้อกัตตาเปอร์ซาออกจากคลองราก
ฟันด้วยไฟลินิกเกิลไทเทเนียมโปรเทเปอร์เน็กซ์ จากนั้นสุ่มชิ้นงานเข้ากลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม (กลุ่มละ 12 ซี่)
ถ่ายภาพรังสีด้านแก้ม-ลิ้น และด้านใกล้กลาง-ไกลกลางของแบบจำลอง ก่อนและหลังการล้างคลองรากฟันเสริม
วัดปริมาณกัตตาเปอร์ซาที่ลดลงในภาพรังสีโดยใช้โปรแกรมอิมเมจเจ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติการวิเคราะห์
ความแปรปรวนทางเดียว และทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยการทดสอบดันทันซีแคค ผลการศึกษาพบว่า ที่
ระดับใกล้ปลายรากฟันกลุ่มอิเล็กซ์พีเอ็นโดฟินิซเซอร์อาร์มีพื้นที่กัตตาเปอร์ซาที่หลงเหลือลดลงมากกว่ากลุ่มอัล
ตราโซนิคแบบไร้แรงเอริเซฟและการใช้เข็มล้างปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P < 0.01$) ส่วนที่ระดับใกล้คอฟัน
ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างวิธีการล้างทั้ง 3 วิธี เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ระดับของคลอง
รากฟัน พบว่ากลุ่มอิเล็กซ์พีเอ็นโดฟินิซเซอร์อาร์มีพื้นที่กัตตาเปอร์ซาหลงเหลือน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ($P < 0.01$)
ภายใต้สภาวะการทดลองในครั้งนี้ สรุปได้ว่า การล้างทำความสะอาดคลองรากฟันด้วยวิธีที่แตกต่างกันภายหลัง
การรื้อกัตตาเปอร์ซาด้วยไฟลินิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องโปรเทเปอร์เน็กซ์ มีประสิทธิภาพแตกต่างกัน
โดยไฟลินิกเกิลไทเทเนียมโปรเทเปอร์เน็กซ์สามารถกำจัดกัตตาเปอร์ซาที่หลงเหลือบนผนังคลองรากฟันหลังการรื้อกั
ตตาเปอร์ซาเพื่อรักษาคลองรากฟันซ้ำด้วยไฟลินิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องโปรเทเปอร์เน็กซ์ได้อย่างมี
ประสิทธิภาพที่สุด

คำสำคัญ : อิเล็กซ์พีเอ็นโดฟินิซเซอร์อาร์, โปรเทเปอร์เน็กซ์, การรักษาคองรากฟันซ้ำ, การรื้อกัตตาเปอร์ซา,
คลองรากฟันรูปวงรี

Title	EFFECTIVENESS OF XP-ENDO FINISHER R AS A SUPPLEMENT TO PROTAPER NEXT IN GUTTA-PERCHA REMOVAL FROM THE OVOID ROOT CANALS
Author	NAPHASORN KRIBUTRA
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2023
Thesis Advisor	Assistant Professor Chinalai Piyachon

The purpose of this study is to compare the efficacy of three different supplementary cleaning techniques, between conventional syringe irrigation, passive ultrasonic irrigation with Irrisafe, and XP-endo Finisher R, in reducing the residual volume of gutta-percha from oval root canals. The 36 (n=12) human mandibular premolars were instrumented and obturated with gutta-percha and AH plus sealer, using the warm vertical condensation technique. The Protaper Next system was used to treat and retreat those samples. Then, the specimens were randomly assigned into three groups. Periapical radiographs were taken, before and after supplementary cleaning of both the Bucco-lingual and Proximal view of the model. The residual volumes of filling material were quantified using the radiographic images through ImageJ programs. The data of gutta-percha removal were statistically analyzed by One-Way ANOVA and Sidak Dunn tests, with the level of significance set to $p < 0.05$. The XP-endo Finisher R show significantly reduced gutta-percha removal at the level of apical third as well as total root canal ($p < 0.05$). On the contrary, the results of the others two groups were not significantly different. The XP-endo Finisher R demonstrated greater effectiveness in removing gutta-percha than conventional syringe irrigation and passive ultrasonic irrigation with Irrisafe in removing gutta-percha in mandibular premolars with oval canals. No significant difference was observed between the syringe irrigation and passive ultrasonic irrigation with Irrisafe. However, none of the tested supplementary cleaning techniques completely removed the residual filling material.

Keyword : XP-endo Finisher R, Protaper Next, Root canal retreatment, Gutta-percha removal, Ovoid root canals

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้นั้นผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ทพญ.ชินาลย์ ปิยะชน ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เพื่อการปรับปรุงแก้ไขปริญญาโทฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วง มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ สาขาวิชาเอ็นโดดอนต์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษา

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ผู้ช่วยทันตแพทย์ประจำคลินิกคลินิกบัณฑิตศึกษา ที่เอื้อเฟื้อและให้ความช่วยในการดำเนินการวิจัยต่างๆ อย่างดี

สุดท้ายขอขอบคุณคุณแม่ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนเรื่องต่างๆ เสมอมา ตลอดจนเพื่อนนิสิตทันตแพทย์มหาบัณฑิตทุกคนที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือ จนสามารถแก้ไขปัญหาและผ่านพ้นอุปสรรคต่างๆ จนปริญญาโทเล่มนี้สำเร็จลุล่วง

นภสร ไครบุตร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
คำถามงานวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
จุดมุ่งหมายของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
ตัวแปรที่ศึกษา	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดการวิจัย	5
สมมุติฐานการวิจัย.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 ความล้มเหลวในการรักษาคลองรากฟัน	7
2.2 คลองรากรูปวงรี.....	8
2.3 วิธีการรีดวัสดุกัดตาเปอร์ธา	8
2.3.1 การใช้ไฟล์หมุนด้วยมือ	9

2.3.2 เครื่องมืออัลตราโซนิกส์.....	10
2.2.3 การใช้ฟิล์มเกิลไทเทเนียมที่หมุ่นด้วยเครื่องกล	11
2.4 วิธีการทำความสะอาดคลองรากฟัน	12
2.4.1 การทำความสะอาดคลองรากฟันด้วยเครื่องอัลตราโซนิกส์	12
2.4.2 การทำความสะอาดคลองรากฟันด้วยเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์	14
2.5 วิธีการประเมินผลการเหลือของวัสดุอุดภายในคลองรากฟัน.....	15
2.5.1 การถ่ายภาพรังสีระบบดิจิทัล(digital radiographs)	15
2.5.2 การใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงสเตอริโอ(stereomicroscope).....	16
2.5.3 การตัดแบ่งครึ่งรากฟันในแนวดิ่ง(Longitudinal tooth sections)	16
2.5.4 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด(SEM ,scanning electron microscope)16	
2.5.5 การประเมินผลด้วยเครื่องไมโครซีที (Micro-computed tomography)	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	18
3.1 วัสดุและอุปกรณ์.....	18
3.1.1 อุปกรณ์เตรียมคลองรากฟัน	18
3.1.2 อุปกรณ์ล้างคลองรากฟัน.....	18
3.1.3 อุปกรณ์อุดคลองรากฟัน	19
3.2 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง.....	19
3.3 การเตรียมกลุ่มตัวอย่าง.....	19
3.4 ขั้นตอนการทดลอง.....	20
การเตรียมฟันเพื่อทดลอง	20
การอุดคลองรากฟัน	21
การรีอวัสดุอุดคลองรากฟัน	21
การล้างวัสดุอุดคลองรากฟันด้วยวิธีเสริม	23

กลุ่มที่ 1 ไฟลีนิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบโปรเทปเปอร์เน็กซ์ร่วมกับเอ็กซ์พี เอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์	23
กลุ่มที่ 2 ไฟลีนิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบโปรเทปเปอร์เน็กซ์ร่วมกับเครื่องอัล ตราโซนิกแบบไร้แรงเออร์เซฟ	24
กลุ่มที่ 3 ไฟลีนิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบโปรเทปเปอร์เน็กซ์ร่วมกับเข็มล้าง คลองรากฟัน	24
3.5 การประเมินปริมาณของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือในคลองรากฟัน	25
3.6 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล	26
บทที่ 4	27
ผลการศึกษา	27
บทที่ 5	32
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	32
สรุปผลการวิจัย	32
อภิปรายผล	32
ข้อเสนอแนะ	38
บรรณานุกรม	39
ภาคผนวก	49
ประวัติผู้เขียน	62

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงรวมทุกระดับในคลองรากฟัน ภายหลังจากการใช้วิธีการล้างที่แตกต่างกัน ด้านแก้ม-ลิ้น	27
ตาราง 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงในคลองรากฟันแต่ละระดับ ภายหลังจากการใช้วิธีการล้างที่แตกต่างกัน ด้านแก้ม-ลิ้น	28
ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงรวมทุกระดับในคลองรากฟัน ภายหลังจากการใช้วิธีการล้างที่แตกต่างกัน ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง	30
ตาราง 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงในคลองรากฟันแต่ละระดับ ภายหลังจากการใช้วิธีการล้างที่แตกต่างกัน ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง	31
ตาราง 5 ปริมาณร้อยละของพื้นที่กัตตาเปอร์ชาที่เหลือหลังการล้างคลองรากฟัน กลุ่มเข็มล้างปกติ ด้านแก้ม-ลิ้น	50
ตาราง 6 ปริมาณร้อยละของพื้นที่กัตตาเปอร์ชาที่เหลือหลังการล้างคลองรากฟัน กลุ่มเข็มล้างปกติ ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง	51
ตาราง 7 ปริมาณร้อยละของพื้นที่กัตตาเปอร์ชาที่เหลือหลังการล้างคลองรากฟัน กลุ่มเอริเซฟ ด้านแก้ม-ลิ้น	52
ตาราง 8 ปริมาณร้อยละของพื้นที่กัตตาเปอร์ชาที่เหลือหลังการล้างคลองรากฟัน กลุ่มเอริเซฟ ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง	53
ตาราง 9 ปริมาณร้อยละของพื้นที่กัตตาเปอร์ชาที่เหลือหลังการล้างคลองรากฟัน กลุ่มล้างเอ็กซ์พีเอ็นไดฟิเนสเซอร์อา ด้านแก้ม-ลิ้น	54
ตาราง 10 ปริมาณร้อยละของพื้นที่กัตตาเปอร์ชาที่เหลือหลังการล้างคลองรากฟัน กลุ่มล้างเอ็กซ์พีเอ็นไดฟิเนสเซอร์อา ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง	55
ตาราง 11 การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงในคลองรากฟันของแต่ละด้านภายหลังจากการทดสอบด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว	56

ตาราง 12 การแจกแจงของข้อมูลในแต่ละกลุ่มวิธีการล้างที่แตกต่างกัน ในแต่ละระดับของคลอง รากฟัน ด้านแก้ม-ลิ้น ทดสอบด้วยสถิติชาปิโร-วิลค์(Shapiro-Wilk Test)	57
ตาราง 13 การแจกแจงของข้อมูลในแต่ละกลุ่มวิธีการล้างที่แตกต่างกัน ในแต่ละระดับของคลอง รากฟัน ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง ทดสอบด้วยสถิติชาปิโร-วิลค์(Shapiro-Wilk Test).....	58
ตาราง 14 วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของร้อยละปริมาณกัตตาเปอร์เซาที่ลดลงใน คลองรากฟัน ด้านแก้ม-ลิ้น และ ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง รวมทุกระดับของคลองรากฟันด้วยสถิติ ดันซีเดก(Dunn-Sidak test)	59
ตาราง 15 วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของร้อยละปริมาณกัตตาเปอร์เซาที่ลดลงใน คลองรากฟัน ด้านแก้ม-ลิ้น แต่ละระดับของคลองรากฟันด้วยสถิติดันซีเดก(Dunn-Sidak test) ..	60
ตาราง 16 วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของร้อยละปริมาณกัตตาเปอร์เซาที่ลดลงใน คลองรากฟัน ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง แต่ละระดับของคลองรากฟันด้วยสถิติดันซีเดก(Dunn- Sidak test)	61

สารบัญรูป

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดวิจัย	5
ภาพประกอบ 2 บน คือ เอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์ ล่าง คือเอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์.....	12
ภาพประกอบ 3 แสดงเครื่องมือเอริเซฟ	13
ภาพประกอบ 4 การเตรียมฟันในการทดลอง	20
ภาพประกอบ 5 ภาพซ้าย แสดงแผ่นแบบอะคริลิกที่ประดิษฐ์ขึ้นมา ภาพขวา แสดงการวางฟิล์มขนาด 2 ในแท่นแบบในตำแหน่งกึ่งกลางโดยไม่มีการขยับ	22
ภาพประกอบ 6 การล้างคลองรากฟันด้วยด้วยเอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์	24
ภาพประกอบ 7 ภาพซ้ายมือ แสดงการถ่ายภาพรังสีเพื่อนำภาพไปใช้วัดผลด้วยโปรแกรมอิมเมจเจ ภาพขวามือ แสดงชิ้นงานในแม่พิมพ์ซิลิโคนวางบนฟิล์มขนาด 2 ให้คงอยู่ตำแหน่งเดิมเสมอ.....	25
ภาพประกอบ 8 พื้นที่สีขาวของวัสดุอุดภายในผนังคลองรากฟันที่หลงเหลือภายหลังการล้าง	26
ภาพประกอบ 9 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ซาทาลดลงรวมทุกระดับในคลองรากฟัน ภายหลังการใช้วิธีการล้างที่แตกต่างกัน ด้านแก้ม-ลิ้น	28
ภาพประกอบ 10 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่กัตตาเปอร์ซาทาลดลงในคลองรากฟันแต่ละระดับ ด้านแก้ม-ลิ้น	29
ภาพประกอบ 11 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่กัตตาเปอร์ซาทาลดลงรวมทุกระดับในคลองรากฟัน ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง	30
ภาพประกอบ 12 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่กัตตาเปอร์ซาทาลดลงในคลองรากฟันแต่ละระดับ ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง	31

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การรักษาคลองรากฟันซ้ำด้วยวิธีอนุรักษ์ คือการรักษาคลองรากฟันที่เคยผ่านการรักษาคลองรากฟันมาแล้ว แต่ไม่ตอบสนองต่อการรักษา ซึ่งส่วนใหญ่แล้วความล้มเหลวเกิดจากการที่ยังคงมีเชื้อแบคทีเรียภายในคลองรากฟัน^(1, 2) บางกรณีเกิดจากหาคลองรากฟันไม่ครบ(Missed canal) กระบวนการทำความสะอาดไม่มีประสิทธิภาพ หรือการรั่วซึมของวัสดุบูรณะตัวฟันทำให้เชื้อแบคทีเรียซึมผ่านเข้าสู่คลองรากฟันได้ เป้าหมายของการรักษาคลองรากฟันซ้ำด้วยวิธีอนุรักษ์ ทำเพื่อกำจัดเชื้อที่ยังคงค้างในคลองรากฟัน ปิดผนึกส่วนตัวฟันและคลองรากฟันไม่ให้มีการติดเชื้อใหม่ป้องกันไม่ให้เกิดรอยโรครอบปลายรากฟัน⁽³⁾ สาเหตุที่ทำให้การรักษาคลองรากฟันล้มเหลวเกิดได้ทั้งจากปัจจัยภายในและภายนอกคลองรากฟัน หากเป็นการติดเชื้อภายในคลองรากฟัน แม้ว่าจะผ่านการทำความสะอาดมาอย่างมีประสิทธิภาพแล้วก็อาจจะยังคงเหลือเชื้อก่อโรคในคลองรากฟันได้ ซึ่งเชื้อที่พบได้บ่อยจะเป็นกลุ่มของแบคทีเรียแกรมบวก คือ *Enterococcus faecalis*⁽⁴⁾ สามารถทนต่อสภาวะความเป็นด่างได้สูง ทำให้ถูกรื้อได้ยาก⁽⁵⁾ หรือเป็นผลจากความซับซ้อนภายในคลองรากฟัน เช่น การมีส่วนคอดภายในรากฟัน(isthmus) การหาคลองรากฟันไม่ครบ ทำให้การทำความสะอาดคลองรากฟันไม่ทั่วถึงเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคงยังอยู่ โดยวิธีการรื้อวัสดุอุดภายในคลองรากฟันมีด้วยกันหลายวิธี^(6, 7) เช่น การใช้ความร้อนบริเวณส่วนต้นของคลองรากฟัน การใช้สารละลาย(solvents) เพื่อให้กัดตาเปอร์ซอร์ออกไซด์ การใช้ไฟล์หมุนด้วยมือ การใช้เครื่องอัลตราโซนิคส์แบบไร้แรง และการใช้ไฟล์ที่หมุนด้วยเครื่องกล อย่างไรก็ตามยังไม่มีวิธีใดที่จะสามารถรื้อวัสดุอุดภายในคลองรากฟันได้หมด ซึ่งบริเวณที่ยังคงเหลือวัสดุอุดบนผนังคลองรากฟันภายหลังการใช้เครื่องมือพบมากที่บริเวณส่วนปลายรากฟัน(apical third) และส่วนคอดภายในคลองรากฟัน⁽⁸⁻¹⁰⁾

ลักษณะคลองรากฟันที่มีหน้าตัดเป็นรูปวงรี จะมีส่วนของคลองรากฟันที่แคบหรือความคอดที่เชื่อมระหว่างคลองรากฟัน ซึ่งในขั้นตอนการทำความสะอาดคลองรากฟันทำให้เครื่องมือสัมผัสกับผนังคลองรากฟันได้ไม่ทั่วถึง ทำให้การขยายและตกแต่งรูปร่างคลองรากฟันตลอดจนการอุดคลองรากฟันทำได้ยาก⁽¹¹⁾ ลักษณะคลองรากฟันรูปวงรี พบได้ร้อยละ 25⁽¹²⁾ โดยพบมากในฟันกรามน้อยล่างร้อยละ 87.15⁽¹³⁾ ฟันตัดหน้าล่างร้อยละ 42⁽¹⁴⁾ ฟันกรามน้อยบนร้อยละ 50 และรากด้านไกลกลางของฟันกรามล่างร้อยละ 30⁽¹²⁾ มีการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องมือในการรักษาคลองรากฟันซ้ำในคลองรากฟันรูปวงรี Crozeta และคณะ⁽¹⁵⁾ พบว่าภายหลังการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันรูปวงรีในรากไกลกลางของฟันกรามล่างจะ

เหลือปริมาณของวัสดุอุดคลองรากฟันร้อยละ 43 และบริเวณส่วนปลายรากฟันเหลือวัสดุอุดคลองรากฟันได้ร้อยละ 70 อีกทั้ง Bernardes และคณะ⁽¹⁶⁾ ศึกษาปริมาณของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือบนผนังคลองรากฟันรูปวงรีภายหลังการรีร้อยวัสดุอุดคลองรากฟันด้วยไฟลินิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่อง พบว่าการที่ใช้ไฟลินิกเกิลไทเทเนียมรีร้อยวัสดุอุดคลองรากฟันเพียงอย่างเดียวมีประสิทธิภาพรีร้อยวัสดุอุดภายในคลองรากฟันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการรีร้อยวัสดุด้วยไฟลินิกเกิลไทเทเนียมร่วมกับการล้างเสริมด้วยเครื่องอัลตราโซนิกแบบไร้แรง และยังคงเหลือวัสดุอุดคลองรากฟันที่ส่วนปลายราก แสดงให้เห็นว่าคลองรากฟันรูปวงรีเป็นสิ่งท้าทายต่อการเข้าทำความสะอาดและจัดการได้ยากขณะทำการรักษาคลองรากฟัน เนื่องจากบริเวณที่เป็นส่วนคอของคลองรากฟันไม่ได้สัมผัสกับเครื่องมือ⁽¹¹⁾

เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์ (XP- Endo Finisher, FKG Dentaire, Switzerland) และเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ (XP-endo finisher R, FKG Dentaire, Switzerland) ถูกคิดค้นมาเพื่อทำความสะอาดผนังคลองรากฟันในขั้นตอนสุดท้ายหลังการขยายคลองรากฟัน ผลิตจากโลหะผสมแมกซ์ไวร์(MaxWire alloy) ทำให้มีความอ่อนตัวสูงและมีคุณสมบัติพิเศษคือเมื่อเครื่องมืออยู่ในอุณหภูมิจึงจะเป็นเส้นตรง แต่เมื่ออยู่ในคลองรากฟันที่อุณหภูมิร่างกายจะมีลักษณะโค้งงอ ขณะที่ไฟลิ่งหมุนในคลองรากฟันส่วนโค้งของไฟลิ่งจะสับตัดภายในคลองรากฟัน ไฟลิ่งจึงเข้าทำความสะอาดในจุดที่เข้าถึงได้ยากภายในคลองรากฟัน สามารถรีร้อยวัสดุคงค้างหรือช่วยในการทำทำความสะอาดได้มากขึ้น เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ใช้สำหรับการรีร้อยวัสดุอุดภายในคลองรากฟัน การศึกษาของ Alves และคณะ⁽¹⁷⁾ พบว่าการใช้เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์เป็นเครื่องมือเสริมในการรีร้อยวัสดุอุดคลองรากฟันหลังการใช้ไฟลินิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องนำก่อนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการรีร้อยวัสดุอุดภายในคลองรากฟันได้ดีกว่าการใช้ไฟลิ่งนำเพียงตัวเดียว Alzuabi และคณะ⁽¹⁸⁾ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ไฟลิ่งเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์และเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ พบว่าเครื่องมือสองชนิดมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้ง De-Deus และคณะ⁽¹⁹⁾ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรีร้อยวัสดุอุดคลองรากฟันโดยใช้ไฟลินิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องเรซีหรือคบลูเสริมการล้างด้วยเครื่องอัลตราโซนิกแบบไร้แรงเปรียบเทียบกับไฟลิ่งเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์พบว่ากลุ่มที่ใช้ไฟลิ่งเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์มีประสิทธิภาพมากกว่ากลุ่มที่ใช้อัลตราโซนิกแบบไร้แรงอย่างมีนัยสำคัญ และจากการศึกษาของ Aksel และคณะ⁽²⁰⁾ พบว่าการใช้ไฟลิ่งไฟลินิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องชนิดโปรเทปเปอร์ยูนิเวอร์ ซอลรีทรีทเมนต์รีร้อยวัสดุอุดคลองรากฟันตามด้วยการใช้เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์เป็นเครื่องมือเสริม พบว่ามีปริมาณกัตาเปอร์ซาลที่เหลือบนผนังคลองรากฟันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุป

ได้ว่าการใช้เ็กซ์พีเอ็นโดฟินิซเซอร์อาร์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำความสะอาดบนผนังคลอง รากฟันภายหลังการรีอัสตูดคลองรากฟันได้มากกว่าการไม่ใช้

ภายหลังการรีอัสตูดคลองรากฟันอุปกรณ์ที่ใช้ในการล้างคลองรากฟันโดยทั่วไปคือ กระบอกฉีดยาและเข็มล้าง ในขณะที่เดียวกันการใช้เครื่องอัลตราโซนิคส์แบบไร้แรง (Passive ultrasonic irrigation) ในการล้างคลองรากฟันเป็นที่นิยมเนื่องจากช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำความสะอาดคลองรากฟันได้ดีกว่าเข็มล้าง⁽²¹⁾ การศึกษาของ Mozo และคณะ⁽²²⁾ ได้เปรียบเทียบ ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติและเครื่องอัลตราโซนิคส์แบบไร้ แรงเอริเซฟ (Irrisafe, Satelec Acteon Group, Merignac, France) พบว่าการล้างคลองรากฟัน ด้วยเครื่องอัลตราโซนิคส์แบบไร้แรงเอริเซฟมีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดและรีอัสตูด คลองรากฟันมากกว่าการใช้เข็มล้างปกติ

จากการศึกษาที่ผ่านมายังไม่มีวิธีใดที่สามารถรีอัสตูดคลองรากฟันออกได้อย่าง สมบูรณ์⁽²³⁻²⁵⁾ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำความสะอาดในพื้นที่มีคลองรากฟันรูปวงรี ทางผู้วิจัยจึง จึง มีความสนใจที่จะเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการล้างคลองรากฟันที่แตกต่างกันเมื่อใช้เ็กซ์พี เอ็นโดฟินิซเซอร์อาร์ อัลตราโซนิคส์แบบไร้แรงเอริเซฟและการใช้เข็มล้างปกติ ภายหลังการรีอัสตูด คลองรากฟันด้วยไฟลินิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องโปรเทเปอร์เน็กซ์

คำถามงานวิจัย

การใช้ไฟลินิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องโปรเทเปอร์เน็กซ์ การล้างด้วยอัลตราโซนิคส์แบบไร้แรงเอริเซฟ และ การล้างด้วยเข็มล้างปกติ เพื่อการทำความสะอาดในคลองรากฟันรูปวงรีหลังการรีอัสตูดคลอง รากฟันด้วยไฟลินิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องมือมีประสิทธิภาพแตกต่างกันหรือไม่

ความสำคัญของการวิจัย

กรณีพบความล้มเหลวในการรักษาคลองรากฟัน สาเหตุหลักคือการที่ยังเหลือเชื้อก่อโรค ภายในคลองรากฟัน⁽²⁶⁾ ในการรักษาคลองรากฟันจำเป็นต้องรีอัสตูดภายในคลองรากฟันออกเพื่อให้ ได้ช่องทางที่น้ำยาล้างคลองรากฟันเข้าทำความสะอาดได้ อย่างไรก็ตามการรีอัสตูดภายใน คลองรากฟันด้วยการใช้ไฟลินิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องมือไม่สามารถรีอัสตูดได้หมด⁽²⁷⁾ โดยเฉพาะ คลองรากฟันที่มีลักษณะกายวิภาคที่ซับซ้อนหรือคลองรากฟันที่มีภาพตัดขวางรูปวงรี การรีอัสตูด คลองรากฟันมีหลายวิธี ในอดีตมีการศึกษาที่พบว่าการใช้ไฟลินิกเกิลไทเทเนียมชนิด หมุนด้วยมือเปรียบเทียบกับไฟลินิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องมือพบว่าไฟลินิกเกิลไทเทเนียมชนิด หมุนด้วยเครื่องมือมีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดมากกว่ากลุ่มที่ใช้ไฟลินิกเกิลไทเทเนียมด้วยมืออย่างมี

นัยสำคัญ⁽²⁸⁾ ปัจจุบันจึงมีการผลิตเครื่องมือในการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันออกมามากมาย ซึ่งไฟล์ เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์เป็นไฟล์ที่ยังใหม่และยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพมากนักในประเทศไทย การศึกษาของ Silva และคณะ⁽²⁹⁾ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องเอกซพีเอ็นโดฟินิชเซอร์และเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ล้างคลองรากฟันเสริมภายหลังการรื้อกัตตาเปอร์ชาด้วยไฟล์ที่หมุนด้วยเครื่อง พบว่าไฟล์ทั้งสองชนิดสามารถลดปริมาณของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือบนผนังคลองรากฟันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้ง Volponi และคณะ⁽³⁰⁾ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการล้างคลองรากฟันภายหลังการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันในคลองรากที่มีลักษณะรูปร่างด้วยวิธีแตกต่างกัน พบว่าไฟล์เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์มีประสิทธิภาพในการทำความสะดวกคลองรากฟันมากกว่าการใช้อัลตราโซนิก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีในการล้างคลองรากฟันด้วยวิธีที่ต่างกัน โดยรื้อวัสดุอุดบนผนังคลองรากฟันก่อนด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมโปรเทเปอร์เน็กซ์ในคลองรากฟันรูปร่างรีเสริมด้วยการล้างทำความสะอาดด้วยใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ การใช้อัลตราโซนิกแบบไร้แรงเออร์เซฟ และการล้างด้วยเข็มล้างปกติ มีประสิทธิภาพแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้ในทางคลินิกและเลือกวิธีที่เหมาะสม สำหรับการทำความสะอาดคลองรากฟันในกรณีการรักษาคลองรากฟันซ้ำ

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการล้างคลองรากฟันเสริมในคลองรากฟันรูปร่างรีสามวิธี คือ เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ การใช้อัลตราโซนิกแบบไร้แรงเออร์เซฟ และการล้างด้วยเข็มล้างปกติ ภายหลังการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่อง

ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ วิธีการทำความสะอาดคลองรากฟันด้วยเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ ระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงเออร์เซฟ การล้างด้วยเข็มล้างปกติ

ตัวแปรตาม ได้แก่ ร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงในคลองรากฟัน

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ขนาดของคลองรากฟัน ความยาวคลองรากฟัน ปริมาณสารละลายชนิดของวัสดุ และวิธีการอุดคลองรากฟัน ขั้นตอนการรื้อกัตตาเปอร์ชา และไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดโปรเทเปอร์เน็กซ์ที่ใช้รื้อกัตตาเปอร์ชาก่อนล้างคลองรากฟัน

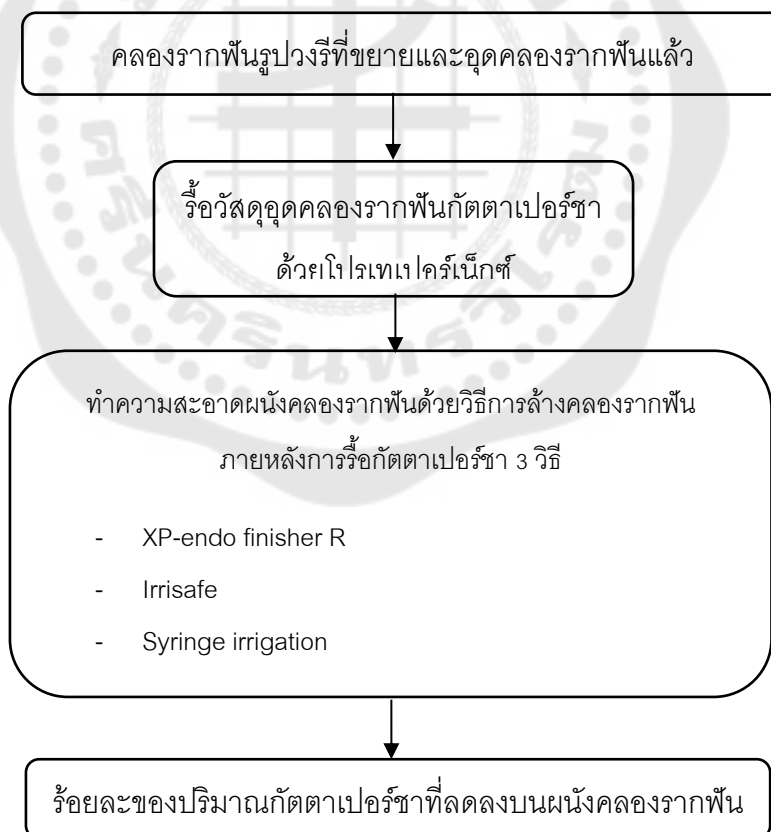
นิยามศัพท์เฉพาะ

วิธีการล้างคลองรากฟันเสริม หมายถึง การล้างคลองรากฟันหลังรื้อกัตตาเปอร์ชาซึ่งในการศึกษานี้ใช้ 3 วิธี คือไฟลินิกเกลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องเอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ การใช้อัลตราโซนิกแบบไร้แรงเออริเซฟ หรือการล้างด้วยเข็มล้างปกติร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5

ปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงในคลองรากฟัน (Δ gutta-percha removed) หมายถึง ปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ถูกชะล้างออกจากผนังคลองรากฟัน ด้วยวิธีการล้างคลองรากฟันเสริม ภายหลังจากการรื้อด้วยไฟลินิกเกลไทเทเนียมแล้ว

คลองรากฟันรูปวงรี (Ovoid canal) หมายถึงคลองรากฟันที่มีระยะความกว้างหน้าตัดแนวแก้มดิ่งมากกว่าระยะแนวใกล้กลางไกลกลางเป็น 2 เท่าหรือมากกว่า

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดวิจัย

สมมุติฐานการวิจัย

ทดสอบวิธีการล้างคลองรากฟันที่แตกต่างกัน มีผลต่อปริมาณของกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงในคลองรากฟันแตกต่างกันหรือไม่

H_0 : ร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงในคลองรากฟัน เมื่อล้างด้วยเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ การใช้อัลตราโซนิกแบบไร้แรงเอริเซฟ และการล้างด้วยเข็มล้างปกติ ภายหลังการรื้อด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมโปรเทเปอร์เน็กซ์ไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงในคลองรากฟัน เมื่อล้างด้วยเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ การใช้อัลตราโซนิกแบบไร้แรงเอริเซฟ และการล้างด้วยเข็มล้างปกติ ภายหลังการรื้อด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมโปรเทเปอร์เน็กซ์มีความแตกต่างกัน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความล้มเหลวในการรักษาคลองรากฟัน

เชื้อจุลชีพเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคของเนื้อเยื่อในโพรงฟันและเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน ซึ่งปัจจัยที่จะทำให้การรักษาคลองรากฟันประสบความสำเร็จขึ้นกับหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นการทำความสะอาดคลองรากฟัน การฆ่าเชื้อภายในคลองรากฟัน การอุดคลองรากฟัน และการบูรณะในส่วนตัวฟันให้สมบูรณ์ Chevigny และคณะ⁽³¹⁾ พบว่าภายหลังจากการรักษาคลองรากฟัน 4-6 ปี ฟันจะมีอัตราความสำเร็จของการรักษาคลองรากฟันอยู่ที่ร้อยละ 86 และความสำเร็จของการรักษาคลองรากฟันซ้ำอยู่ที่ร้อยละ 82⁽³²⁾ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จ ได้แก่ สภาพของเนื้อเยื่อใน และเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน (Periradicular tissue) ก่อนการรักษา และระดับของวัสดุอุดคลองรากฟัน หากเป็นฟันที่มีรอยโรคปลายรากฟัน (Periapical lesion) หรือมีคุณภาพของวัสดุอุดคลองรากฟันไม่ดี จะส่งผลต่ออัตราความสำเร็จของการรักษาคลองรากฟันลดลงอย่างมีนัยสำคัญ⁽³³⁾ ปัจจัยเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการรู้เชื้อโรคในการรักษาคลองรากฟัน ดังนั้น คุณภาพของการอุดคลองรากฟันรวมถึงการมีวัสดุบูรณะส่วนตัวฟันที่ดี ทั้งสองปัจจัยนี้เป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการรักษาคลองรากฟัน⁽³⁴⁾

สาเหตุหนึ่งที่ทำให้การรักษาคลองรากฟันเดิมล้มเหลวคือการที่มีเชื้อโรคเหลืออยู่ภายหลังจากการรักษาคลองรากฟัน (Persistent apical periodontitis) อันเกิดจากการทำความสะอาดไม่เพียงพอหรือฟันมีความซับซ้อนทางกายวิภาคทำให้เครื่องมือหรือสารละลายไม่สามารถเข้าไปทำความสะอาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ⁽³⁵⁾ เช่น ฟันมีความคอด (Isthmus), แขนงของคลองรากฟัน (Apical ramification), ความซับซ้อนของคลองรากฟัน (Root canal irregularities), หาคคลองรากฟันไม่พบ (Missed canal) หรือการมีเครื่องมือหัก (Broken instrument) ภายในคลองรากฟัน เหล่านี้ทำให้มีความยากในการทำความสะอาดคลองรากฟันส่งผลให้เชื้อภายในคลองรากฟันยังคงอยู่ อีกทั้งกรณีฟันมีการรั่วซึมในส่วนตัวฟัน (Coronal leakage) หรือมีรอยทะลุ (Perforation) จะเป็นการสร้างช่องทางติดต่อระหว่างภายนอกและในคลองรากฟัน เกิดการรั่วซึมของของเหลวภายในช่องปากเข้าไปในส่วนของคลองรากฟัน เป็นแหล่งอาหารให้เชื้อจุลชีพเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนขึ้นได้^(36, 37)

2.2 คลองรากรูปวงรี

ลักษณะคลองรากพื้นหน้าตัดรูปวงรี จะมีอัตราส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางที่สั้นแนวใกล้กลาง-ไกลกลางที่สั้นกว่ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 เท่าของแนวแกมลิน เป็นเรื่องยากที่จะใช้เครื่องมือเข้าไปทำความสะอาดผนังคลองรากพื้นรูปวงรีได้อย่างสมบูรณ์และในบางจุดที่แคบ เมื่อทำการอุดคลองรากฟันส่งผลให้กัตตาเปอร์ชาเข้าไปเติมเต็มพื้นที่ไม่ได้ จึงต้องอาศัยซีลเลอร์ช่วยในการปิดผนึกบริเวณผนังคลองรากที่⁽¹²⁾ Wu และคณะ⁽³⁸⁾ เปรียบเทียบการเตรียมคลองรากฟันในคลองรากรูปวงรีด้วยไฟล์ที่หมุนด้วยมือชนิดเฟิร์คโอไฟล์ (Flex-O files) ขยายด้วยวิธีสเตปแบค (step back) ตัดฟันตามขวางที่ 3 และ 5 มิลลิเมตรจากปลายราก พบว่าที่ระยะ 3 จากปลายรากฟันมีบริเวณที่เครื่องมือไม่ได้สัมผัสผนังคลองรากฟันร้อยละ 45 น้อยกว่าที่ระยะ 5 มิลลิเมตรจากปลายรากฟันพบร้อยละ 65 Sinsarekul และ Hiran-Us⁽³⁹⁾ เปรียบเทียบการทำความสะอาดในฟันกรามน้อยล่างที่มีคลองรากพื้นรูปวงรีที่แตกต่างกัน 3 วิธีคือการล้างด้วยเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ การใช้อัลตราโซนิกแบบไร้แรงเอริเซฟ และการล้างด้วยเข็มล้างปกติ ภายหลังจากการรื้อด้วยไฟล์ निकเกิดไทเทเนียมโปรเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทรีตเมนต์พบว่าการใช้เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์และการใช้อัลตราโซนิกแบบไร้แรงเอริเซฟสามารถลดปริมาตรกัตตาเปอร์ชาและซีลเลอร์ลดลงอย่างมีนัยยะสำคัญภายหลังจากการรื้อด้วยโปรเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทรีตเมนต์ อย่างไรก็ตามบนผนังคลองรากพื้นรูปวงรียังคงเหลือวัสดุอุดคลองรากฟันอยู่และไม่มียวิธีหรือเทคนิคไหนที่สามารถรื้อวัสดุเหล่านั้นออกได้หมด เนื่องจากส่วนคอดภายในคลองรากฟันเป็นตำแหน่งที่เครื่องมือเข้าไม่ถึงส่งผลให้การรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันมีความยากมากขึ้น

2.3 วิธีการรื้อวัสดุกัตตาเปอร์ชา

กัตตาเปอร์ชาเป็นวัสดุอุดคลองรากฟันที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เป็นสารประกอบพอลิเมอร์มีรูปแบบผลึก(crystalline form) 2 แบบ คืออัลฟาและเบตา⁽⁴⁰⁾ ซึ่งเบตาเฟสจะมีลักษณะเป็นของแข็ง เมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนแปลงเป็นอัลฟาเฟส ซึ่งจะมีความยืดหยุ่นและเหนียวสามารถไหลแผ่ได้เมื่อได้รับแรงดัน ไม่สามารถยึดติดกับผนังภายในคลองรากฟันได้ จึงต้องอาศัยซีลเลอร์ในการอุดคลองรากฟัน⁽⁴¹⁾

ในการรักษาคลองรากฟันซ้ำ เพื่อให้ได้ช่องทางเข้าสู่คลองรากฟันเพื่อทำความสะอาดและรื้อเชื้อภายในคลองรากฟัน ต้องรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันเดิมออกก่อน โดยก่อนที่จะรื้อกัตตาเปอร์ชาควรประเมินสภาพของวัสดุอุดคลองรากฟันจากภาพรังสีก่อนทุกครั้ง หรือเมื่อเปิดโพรงฟันเข้าไปแล้วมีข้อพิจารณาในการทำ^(6, 42) ดังนี้

1. ความแน่นของวัสดุอุดคลองรากฟัน ถ้าวัสดุอุดภายในคลองรากฟันไม่แน่นเต็ม สามารถใช้เทคนิคโดยไฟล์มือ(Hand file)ดึงออกด้วยได้ แต่ถ้ากัตตาเปอร์ซาลัดแน่นเต็มคลองรากฟัน ควรใช้ความร้อนหรือการใช้หัวกรอเกตส์กลิตเดนดริลล์ (Gates glidden drill) รื้อบริเวณส่วนต้นของคลองรากฟันก่อน หรือสร้างเป็นแนวนำทางเมื่อถึงบริเวณกึ่งกลางคลองรากฟัน การใช้ไฟล์ที่หมุนด้วยมือหรือเครื่องกลร่วมกับใช้สารละลายเพื่อให้อัตตาเปอร์ซาล่อนตัว จะช่วยให้เครื่องมือสามารถแทรกผ่านกัตตาเปอร์ซาลงไปยังรากฟันได้

2. รูปร่างของคลองรากฟัน การที่รากมีลักษณะที่โค้งมาก การใช้เครื่องมือชนิดไฟล์อย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ เพื่อป้องกันแรงต้านจากวัสดุอุดคลองรากฟันกระทำต่อเครื่องมือในการหาช่องทางเข้าสู่ปลายรากฟันอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในระหว่างการทำงานได้ เช่น เกิดชั้น(Ledge) รอยทะลุ (Perforate) หรือเครื่องมือหัก (Broken instrument) ถ้าคลองรากฟันใหญ่และตรงอาจใช้เครื่องมือประเภทหัวกรอเกตส์กลิตเดนดริลล์หรือพีโซดริลในการรื้อ แต่ต้องระวังไม่ให้เครื่องมือตัดผนังคลองรากฟันมากเกินไป

3. ความยาวของวัสดุอุด ถ้าคลองรากฟันเดิมอุดสั้นกว่าปลายรากจากภาพรังสี อาจมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจากการอุดก่อนหน้าได้ เพราะอาจมีชั้นหรืออุปกรณ์หักอยู่ภายในคลองรากฟัน ทำให้อุดไม่ได้เท่าความยาวการทำงาน ในการรื้ออาจพิจารณาใช้สารละลายกัตตาเปอร์ซาล่วมกับการใช้ไฟล์มือช่วยในการรื้อ เพื่อลดแรงต้านทานจากการที่กัตตาเปอร์ซาลแข็งแล้วไม่กดเครื่องมือแรงเกินไป จะเสี่ยงทำให้เกิดชั้นหรือเครื่องมือหักภายในคลองรากฟันได้ อีกทั้งถ้าวัสดุอุดคลองรากฟันเกินออกนอกปลายราก ไม่ควรใช้สารละลายเพราะจะเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน⁽⁴³⁾

การรื้อกัตตาเปอร์ซาลสามารถประเมินเบื้องต้นได้จากภาพถ่ายรังสีเพื่อวางแผนในการรักษา ดูระดับของวัสดุอุดคลองรากฟัน ความซับซ้อนของคลองรากฟัน คุณภาพของวัสดุอุดคลองรากฟันที่ไม่ดีจะเห็นเงาโปร่งรังสี(Radiolucent)ระหว่างวัสดุอุดคลองรากฟันกับผนังคลองรากฟันได้ ปัจจุบันมีวิธีการรื้อหลายวิธี เช่น การใช้ไฟล์หมุนด้วยมืออย่างเดียวหรือร่วมกับสารละลาย การใช้ความร้อน การใช้เครื่องมืออัลตราโซนิคส์ หรือการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมที่หมุนด้วยเครื่อง

2.3.1 การใช้ไฟล์หมุนด้วยมือ

ทำได้โดยใช้ไฟล์หมุนด้วยมือสอดผ่านวัสดุด้านข้างของผนังคลองรากฟันด้านใดด้านหนึ่งแล้วดึงขึ้นหรือการใช้เฮดสโตรมไฟล์(Hedstrom file) จิกเข้าไปในกัตตาเปอร์ซาลแล้วดึงออกมาเป็นชั้นเดียว⁽⁴⁴⁾ การศึกษาของ Imura และคณะ⁽²⁸⁾ เปรียบเทียบวิธีการรื้อกัตตาเปอร์ซาลด้วยการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมที่หมุนด้วยเครื่องกับการใช้ไฟล์ที่หมุนชนิด เคและเฮดสโตรมไฟล์ ภายหลังจากการรื้อพบว่าในส่วนของปลายรากฟันทุกวิธียังคงเหลือกัตตาเปอร์ซาลตามผนังคลองราก

ฟันไม่แตกต่างกัน ต่อมา Sae-Lim และคณะ⁽⁴⁵⁾ เปรียบเทียบการใช้เฮดสตรอมไฟล์กับไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมที่หมุนด้วยเครื่องกลระบบโปรไฟล์ร่วมกับการใช้สารละลาย พบว่าการใช้โปรไฟล์เพียงอย่างเดียว มีประสิทธิภาพในการรื้อกัตตาเปอร์ซาดำกว่าการใช้เฮดสตรอมไฟล์ร่วมกับสารละลาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ชัดแย้งกับ Barrieshi และคณะ⁽⁴⁶⁾ เปรียบเทียบผลของการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมที่หมุนด้วยเครื่องชนิดโปรไฟล์และเคแฟริกไฟล์ในการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันพบว่าการใช้เคแฟริกและไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Somma และคณะ⁽⁴⁷⁾ เปรียบเทียบระยะเวลาการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันระหว่างการใช้เกตส์กลิตเดนดริลล์ร่วมกับเฮดสตรอมไฟล์ ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องชนิดโปรเทปเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทริทเมนต์และเอ็มทูรีทริทเมนต์ พบว่าทั้งสามวิธีใช้เวลา 297, 228 และ 176 วินาทีตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้เฮดสตรอมไฟล์จะมีเวลาในการทำงานที่มากกว่าการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง อีกทั้งการศึกษาของ Mollo และคณะ⁽⁴⁸⁾ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรื้อกัตตาเปอร์ซาดของไฟล์ระบบเอ็มทูรีทริทเมนต์ อาเอ็นโด ไฟล์ชนิดเค และเกตส์กลิตเดนดริลล์ พบว่าการใช้ไฟล์ที่หมุนด้วยเครื่องมีประสิทธิภาพในการรื้อกัตตาเปอร์ซาดมากกว่าการใช้ไฟล์ชนิดเคแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสถิติ และทุกกลุ่มไม่สามารถรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันได้อย่างสมบูรณ์

จากการศึกษาที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าไม่ว่าจะรื้อกัตตาเปอร์ซาดด้วยไฟล์หมุนด้วยมือหรือหมุนด้วยเครื่องกล ก็ยังคงมีกัตตาเปอร์ซาดเหลือภายในคลองรากฟันได้ ในแง่ของระยะเวลาการรื้อแตกต่างกันไปในแต่ละการศึกษา พบว่าการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมที่หมุนด้วยเครื่องกลจะใช้เวลาสั้นกว่าการใช้ไฟล์หมุนด้วยมือ

2.3.2 เครื่องมืออัลตราโซนิคส์

ในปัจจุบันมีการนำเครื่องมืออัลตราโซนิคมาใช้ร่วมกับสารละลายเป็นตัวเสริมในการกำจัดกัตตาเปอร์ซาดและซีลเลอร์ที่เหลือในคลองรากฟัน วิธีนี้เป็นการอาศัยการเคลื่อนที่ของเหลวร่วมกับการสั่นสะเทือนด้วยคลื่นอัลตราโซนิคโดยไฟล์ไม่มีการตัดหรือสัมผัสกับผนังคลองรากฟัน ทำให้วัสดุอุดคลองรากฟันหรือซีลเลอร์ลอยเคลื่อนที่ขึ้นมาอยู่บนโพรงฟัน ทั้งยังลดความเสี่ยงที่เครื่องมือจะแตกหักในคลองรากฟันได้⁽⁴⁹⁾ Cavenago และคณะ⁽⁵⁰⁾ พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยเครื่องมืออัลตราโซนิคส์ เป็นตัวเสริมช่วยให้ปริมาณกัตตาเปอร์ซาดในคลองรากฟันเหลือลดลงโดยเฉพาะส่วนปลายรากฟันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ชัดแย้งกับการศึกษาของ Baretto และคณะ⁽⁵¹⁾ เปรียบเทียบการล้างคลองรากฟันด้วยเครื่องมืออัลตราโซนิคส์ กับการล้างด้วยเข็มล้างปกติ พบว่าประสิทธิภาพในการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันในส่วนคอดของคลองรากฟันไม่

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้ง Bueno และคณะ⁽⁵²⁾ เปรียบเทียบการรื้อกัตตาเปอร์ซาในพื้นหน้า รากเดี่ยวด้วยไฟลนิกเกิลไทเทเนียมที่หมุนด้วยเครื่องชนิดเรซีพรีอค เวฟวัน และโปรเทเปอร์ยูนิเวอ ซอลรีทรีตเมนต์เสริมการทำความสะดวกด้วยเครื่องอัลตราโซนิคส์แบบไร้แรง พบว่าทุกกลุ่มทดลอง มีปริมาณกัตตาเปอร์ซาที่เหลือไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2.3 การใช้ไฟลนิกเกิลไทเทเนียมที่หมุนด้วยเครื่องกล

การใช้ไฟลนิกเกิลไทเทเนียมชนิดที่หมุนด้วยเครื่องในการรื้อกัตตาเปอร์ซา มีข้อดี คือ ลดระยะเวลาในการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟัน คงรูปร่างเดิมของคลองรากฟันได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับ การใช้ไฟลมือ⁽⁴⁶⁾ นอกจากนั้นการใช้ไฟลนิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องยังทำให้กัตตา เปอร์ซาอ่อนตัวลงจากการเกิดความร้อนในบริเวณที่มีแรงเสียดทานของเครื่องมือทำให้เครื่องมือลง ไปถึงปลายรากฟันได้ง่ายขึ้นโดยไม่ต้องใช้สาร ละลาย อีกทั้งลักษณะการออกแบบของเครื่องมือ เช่น รูปร่างหน้าตัด และ ความผายของเครื่องมือ โดยเครื่องมือที่มีขนาดใหญ่เพียงพอจะสัมผัส คลองรากฟันได้ดีช่วยส่งเสริมให้วัสดุภายในคลองรากฟันได้มากขึ้น ลักษณะปลายไฟลที่มีความ คม(cutting tip)จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดเนื้อวัสดุอุดภายในคลองรากฟันได้ดี ลดเวลา การทำงาน^(28, 53, 54) แต่ก็ยังมีข้อเสียคือเกิดการหักของเครื่องมือได้ และไม่สามารถเข้าไปยังส่วน คอดภายในคลองรากฟันได้ทำให้เหลือวัสดุอุดคลองรากฟัน และยังไม่มียเครื่องมือใดที่สามารถรื้อ วัสดุอุดคลองรากฟันได้หมด^(29, 54, 55) การศึกษาของ Silva และคณะ⁽⁵³⁾ เปรียบเทียบประสิทธิภาพ ของดีเรซ โปรเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีตเมนต์และเอ็มทูรีทรีตเมนต์ในการรื้อวัสดุอุดกัตตาเปอร์ซา และซิลเลอร์ชนิดเอเซพลัสในพื้นกรามน้อยรากเดี่ยว พบว่าโปรเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีตเมนต์ที่มี วัสดุอุดคลองรากฟันเหลือน้อยกว่าดีเรซอย่างมีนัยสำคัญ Meyappan และคณะ⁽⁵⁶⁾ เปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของการใช้ไฟลโปรเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีตเมนต์ อาร์เอนโด จีพีเอ็กซ์ และเฮดสตรอมไฟล รื้อวัสดุอุดคลองรากฟัน ประเมินผลด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด(SEM) พบว่าโปรเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีตเมนต์ที่มีประสิทธิภาพในการรื้อวัสดุอุดภายในคลองรากฟัน มากที่สุดตามด้วยอาร์เอนโด จีพีเอ็กซ์ และเฮดสตรอมไฟลตามลำดับ ซึ่งทุกวิธียังมีเศษวัสดุอุด เหลืออยู่ในคลองรากฟันโดยเฉพาะที่บริเวณปลายรากฟัน

การศึกษาของ Rodig และคณะ⁽⁵⁷⁾ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟัน ในคลองรากฟันโค้ง ด้วยไฟลระบบดีเรซ โปรเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีตเมนต์และเฮดสตรอมไฟล ประเมินผลด้วยไมโครซีที พบว่าดีเรซมีประสิทธิภาพในการรื้อกัตตาเปอร์ซามากกว่าโปรเทเปอร์ยูนิ เวอซอลรีทรีตเมนต์ ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Silva และคณะ⁽⁵³⁾ ที่พบว่าโปรเทเปอร์ยูนิเวอ ซอลรีทรีตเมนต์มีประสิทธิภาพในการรื้อกัตตาเปอร์ซามากกว่าดีเรซอย่างมีนัยสำคัญ ต่อมา

Ibrahim และคณะ⁽⁵⁸⁾ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรื้อวัสดุอุดกัตาเปอร์ชาในไฟล์ชนิดโปรเทปเปอร์ยูนิเวอซอลรีทริตเมนต์ ดีเรซ และเฮดสตรอมไฟล์ร่วมกับหัวกรอเกตส์กลิตเดนดริลล์ ทดลองในฟันรากที่มีเดียว พบว่าโปรเทปเปอร์ยูนิเวอซอลรีทริตเมนต์และดีเรซมีค่าเฉลี่ยของปริมาณกัตาเปอร์ชาที่เหลืออยู่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่ลดลงมากกว่าการใช้ไฟล์มีอร่วมกับหัวกรออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เนื่องจากการรื้อวัสดุอุดภายในคลองรากฟัน ทุกวิธีจะยังคงเหลือวัสดุคงค้างอยู่ภายในคลองรากฟันได้ จึงมีความพยายามที่จะนำเครื่องมืออื่นมาเสริมเพื่อใช้ในการทำความสะอาดคลองรากฟัน ปัจจุบันก็มีการพัฒนาปรับปรุงไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องกลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันอยู่เสมอ หนึ่งในนั้นคือไฟล์เอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์ และเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์(ภาพประกอบ 2) ไฟล์สองตัวนี้แตกต่างกันที่ขนาดของหน้าตัด โดยเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ปลาย 30 มีความสอบเป็นศูนย์ เมื่ออยู่ในอุณหภูมิจึงจะเป็นเส้นตรงและเมื่อเข้าสู่อุณหภูมิร่างกายไฟล์จะมีการโค้งงอได้ ออกแบบมาเพื่อใช้ในการทำความสะอาดคลองรากฟันโดยเฉพาะ



ภาพประกอบ 2 บน คือ เอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์ ล่าง คือเอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์

2.4 วิธีการทำความสะอาดคลองรากฟัน

การรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันพบว่ายังไม่มีวิธีหรือเทคนิคใดที่ทำให้ผนังคลองรากฟันสะอาดได้อย่างสมบูรณ์ แต่การทำความสะอาดเสริมภายหลังการรื้อช่วยให้ผนังคลองรากฟันสะอาดยิ่งขึ้นได้ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมที่หมุนด้วยเครื่องกลสำหรับทำความสะอาดคลองรากฟันโดยไม่ตัดเนื้อฟัน เครื่องมืออัลตราโซนิคส์หรือเข็มล้าง เป็นต้น

2.4.1 การทำความสะอาดคลองรากฟันด้วยเครื่องอัลตราโซนิคส์

คลื่นอัลตราโซนิคส์ (Ultrasonic) คือพลังงานเสียงที่มีความถี่มากกว่าที่มนุษย์จะสามารถได้ยิน โดยมีช่วงความถี่ 25-50 กิโลเฮิรท์ซ(kHz)⁽⁵⁹⁾ การสั่นสะเทือนของอัลตราโซนิคส์สามารถทำให้เกิดปรากฏการณ์อะคูสติกสตรีมมิง (Acoustic microstreaming) และเควิตชัน (Cavitation)

Acoustic microstreaming คือ การเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วของอนุภาคของฟองอากาศจำนวนมากซึ่งเกิดจากการสั่นสะเทือน จนทำให้เกิดเป็นกระแสน้ำหมุนวน (Vortex like motion) อยู่รอบ ๆ ฟองอากาศที่เกิดขึ้น เกิดแรงเฉือนของของเหลว (Hydrodynamic shear stresses) ซึ่งส่งผลให้เกิดการแตกตัวของแบคทีเรีย รื้อเศษสิ่งสกปรกและเชื้อโรคออกจากผนังคลองรากฟัน ปრაกฏการณ์นี้จะเกิดได้เครื่องมือต้องไม่สัมผัสกับผนังคลองรากฟัน⁽⁶⁰⁾

Cavitation คือ เกิดจากการสั่นสะเทือนทั้งแบบเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรงในตัวกลางหรือสารละลายที่ได้รับคลื่นอัลตราโซนิคส์โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีและทางกายภาพจากแรงกล เนื่องมาจากฟองอากาศ (bubbles) ที่เกิดขึ้นซึ่งการที่ฟองอากาศเกิดขึ้นภายในของเหลวนี้จะสัมผัสกับแรงสั่นที่เกิดจากคลื่นอัลตราโซนิคส์เป็นระยะและเกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างกันเป็นผลให้ฟองอากาศมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งแตกออกในที่สุด ทำให้เศษสิ่งสกปรกเล็กๆในสารละลายเกิดการแตกกระจายตัวออกได้ ประสิทธิภาพในการล้างคลองรากฟัน ต้องอาศัยทั้งการล้างเชิงกล (mechanical flushing action) และความสามารถทางเคมีของสารละลาย ซึ่งการล้างเชิงกลประสิทธิภาพจะขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายวิภาคของคลองรากฟัน ความลึกในการสอดเข็ม รวมไปถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเข็ม⁽⁶¹⁾ ทำให้การเข้าไปทำความสะอาดบริเวณคลองรากที่แตกแขนงและส่วนคريبหรือคอดของคลองรากฟันได้ไม่ทั่วถึง จึงมีการนำเครื่องอัลตราโซนิคส์มาใช้ร่วมกับการล้างคลองรากฟัน เพื่อให้สารละลายสามารถเข้าไปยังตำแหน่งที่เข้าถึงยากได้

ตัวอย่างเครื่องมืออัลตราโซนิคส์ที่ใช้ในการทำความสะดวกคลองรากฟัน เช่น

เออริเซฟ (Irrisafe) รูปร่างเหมือนไฟล์ผลิตมาจากโลหะเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีความขนาน (parallel stainless-steel files) ปลายไฟล์เป็นแบบ non-end cutting tip มี 2 ขนาดคือเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.20 และ 0.25 มิลลิเมตร (ภาพประกอบ 3) การใช้งานใส่ไฟล์ลงไปในคลองรากฟัน ห่างจากปลายรากฟัน 1 มิลลิเมตร หรือกับความยาวทำงาน (working length) เวลาที่ใช้กระตุ้นยังไม่สรุปแน่ชัดแต่มีการศึกษาที่พบว่ากระตุ้นไฟล์เป็นเวลา 1 นาทีทำให้คลองรากฟันสะอาดได้อย่างมีนัยสำคัญ⁽⁶²⁾



ภาพประกอบ 3 แสดงเครื่องมือเออริเซฟ

การศึกษาของ Song และคณะ⁽⁶³⁾ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการล้างคลองรากฟันด้วยไฟล์หมุนด้วยมือ ระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง และเข็มล้างปกติ พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงมีปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์เหลือในคลองรากฟันน้อยกว่ากลุ่มที่ใช้เข็มล้างปกติและไฟล์มืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Grischke และคณะ⁽⁶⁴⁾ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการล้างคลองรากฟันต่อการรื้อซิลเลอร์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติ การล้างด้วยอัลตราโซนิกส์แบบไร้แรง เอ็นโดแอกติเวเตอร์ และรินส์เอ็นโด(RinsEndo) พบว่าการล้างด้วยอัลตราโซนิกส์แบบไร้แรงสามารถรื้อซิลเลอร์ได้มากกว่าวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

2.4.2 การทำความสะอาดคลองรากฟันด้วยเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์

Machado และคณะ⁽⁶⁵⁾ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมที่แตกต่างกันสามระบบ คือ Self-Adjusting File, TRUShape และ XP-endo Shaper ในการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันที่บริเวณปลายราก 5 มิลลิเมตรเสริมด้วยการใช้หรือไม่ใช้เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ ประเมินผลด้วยเครื่องมือโครซีที พบว่าการใช้ไฟล์เสริมนั้นจะช่วยลดปริมาณกัตตาเปอร์ซาลที่เหลือเพิ่มได้ถึงร้อยละ 38 ของปริมาณที่เหลือจากการรื้อขั้นต้น De-deus และคณะ⁽¹⁹⁾ ศึกษาประสิทธิภาพการรื้อกัตตาเปอร์ซาลด้วยนิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนระบบเรซีพรีคในคลองรากฟันรีตามด้วยเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์เทียบกับการใช้อัลตราโซนิกประเมินผลด้วยไมโครซีที พบว่าเมื่อกลุ่มที่ใช้เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์จะมีปริมาณกัตตาเปอร์ซาลหลง เหลือน้อยกว่ากลุ่มที่ใช้อัลตราโซนิกอย่างมีนัยสำคัญ โดยกัตตาเปอร์ซาลลดลงร้อยละ 32 และ 12 ตามลำดับอีกทั้ง Campello และคณะ⁽⁶⁶⁾ ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ไฟล์เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ร่วมกับการใช้หรือไม่ใช้สารละลายยูคาลิปตอลต่อการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟัน ในฟันกรามล่างของมนุษย์ โดยการทดสอบจะมีการนำร่องด้วยไฟล์ชนิดเอ็มทูรีเทรทเมนต์ก่อนการรื้อตามด้วยเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ วัดปริมาณกัตตาเปอร์ซาลหลังรื้อที่บริเวณปลายรากฟัน 5 มิลลิเมตรด้วยเครื่องมือโครซีที พบว่าการใช้หรือไม่ใช้สารละลายยูคาลิปตอลไม่ได้ส่งผลต่อการรื้อวัสดุอุดภายในคลองรากฟันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่การใช้เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์เสริมสามารถช่วยลดปริมาณวัสดุอุดที่เหลือภายในคลองรากฟันได้อย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับ Tavares และคณะ⁽⁶⁷⁾ ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้เครื่องมือเสริมในการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันด้วยเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์และอัลตราโซนิกอาร์วัน ภายหลังการใช้เครื่องมือนำร่องด้วยไฟล์เรซีพรีคในฟันกรามน้อยที่มีคลองรากฟันลักษณะรูปร่างรีวัดผลด้วยเครื่องมือโครซีที พบว่าภายหลังการใช้เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์และอัลตราโซนิกอาร์วัน ในส่วนของปลายรากฟันมีกัตตาเปอร์ซาลเหลือร้อยละ 47.9 และ 52.2 ตามลำดับซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่ถ้าคิดปริมาตรทั้งหมดภายในคลองรากฟันนั้นเอ็กซ์พีเอ็นโดฟี

นิซเซอร์อาร์ช่วยรีดวัสดุอุดคลองรากฟันได้มากกว่าการใช้อัลตราโซนิคอาร์วัน และในปีเดียวกัน Volponi และคณะ⁽³⁰⁾ ศึกษาปริมาณที่เหลือของวัสดุอุดคลองรากฟันและซีลเลอร์ในฟันกรามน้อยล่างที่มีคลองรากฟันรูปรี 36 ซี่ โดยใช้โปรเทเปอร์เนกนาร่องในการรีดก่อน จากนั้นแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ล้างคลองรากฟันเสริมด้วยการใช้เครื่องอัลตราโซนิค เอ็นโดแอคติเวเตอร์และเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิซเซอร์อาร์ วัดผลด้วยเครื่องมือโครซีที พบว่าการใช้วิธีเสริมต่างๆสามารถช่วยลดปริมาณวัสดุอุดภายในคลองรากฟันได้ โดยเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิซเซอร์อาร์ช่วยลดได้มากถึงร้อยละ 47.5 รองลงมาคือ เอ็นโดแอคติเวเตอร์ (EndoActivator) และอัลตราโซนิค ร้อยละ 22.6 และ 16.6 ตามลำดับ

จากงานวิจัยข้างต้นกล่าวได้ว่า เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิซเซอร์อาร์สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการรีดวัสดุอุดคลองรากฟันได้เพิ่มขึ้น^(30, 65, 67) เพื่อให้การรักษาคลองรากฟันซ้ำทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ การหาเครื่องมือที่เหมาะสม นำมาช่วยในการรีดวัสดุอุดคลองรากฟันมีความจำเป็น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การเปรียบเทียบประสิทธิผลของการรีดกัตาเปอร์ซาร์ ระหว่างการใช้ไฟลีนิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องกล 3 ระบบร่วมกับการใช้เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิซเซอร์อาร์เป็นตัวเสริมในการรีดจะมีความแตกต่างกับการไม่ใช้หรือไม่

2.5 วิธีการประเมินผลการเหลือของวัสดุอุดภายในคลองรากฟัน

วิธีการประเมินปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือทำได้หลายวิธี เช่น การถ่ายภาพรังสีระบบดิจิตอลบันทึกภาพและประเมินผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ การใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงสเตอริโอ(stereo microscope) การแบ่งครึ่งรากในแนวตั้งแล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยภาพถ่ายผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด(scanning electron microscope) และการใช้เครื่องเอ็กซ์เรย์ไมโครซีที(micro-computed tomography) เป็นต้น

2.5.1 การถ่ายภาพรังสีระบบดิจิตอล(digital radiographs)

นำมาใช้ประเมินการหลงเหลือของกัตาเปอร์ซาร์ในคลองรากฟันได้ โดยสามารถประเมินวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือ แสดงผลเป็นปริมาณความทึบรังสีของวัสดุอุดภายในคลองรากฟัน ซึ่งแสดงภาพ 2 มิติ มีข้อดีคือ ไม่ทำลายชิ้นงานให้เกิดความเสียหาย ขั้นตอนไม่ซับซ้อน นำภาพรังสีที่ได้เข้าโปรแกรมที่สามารถคำนวณพื้นที่ของสิ่งที่สนใจได้โดยวิธีการแยกความแตกต่างของสี เช่น AutoCAD หรือ ImageJ วิธีนี้มีข้อเสียหากตอนถ่ายภาพชิ้นงานก่อนนำมาประเมินผลเกิดความคลาดเคลื่อนของภาพ ส่งผลให้การวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบก่อนและหลังการรีดกัตาเปอร์ซาร์เกิดการบิดเบือนของข้อมูลได้ อีกทั้งการถ่ายภาพรังสีระบบดิจิตอลไม่สามารถแยกความ

แตกต่างของกัตตารเปอร์ชาหรือซีลเลอร์ออกจากกันได้ จึงไม่สามารถบอกปริมาณของกัตตารเปอร์ชาที่เหลือในคลองรากฟันแท้ที่จริงได้

2.5.2 การใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงสเตอริโอ(stereomicroscope)

การใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงสเตอริโอ(stereomicroscope) นำมาใช้ประเมินพื้นผิวของชิ้นงาน สามารถมองความตื้นลึกของพื้นผิวได้ กล้องจุลทรรศน์ชนิดนี้มีกำลังขยายไม่เกิน 100 เท่า จากการศึกษาของ Chauhan และ คณะในปี 2012⁽⁶⁸⁾ เปรียบเทียบความสามารถในการประเมินการเหลือของวัสดุอุดคลองรากฟันภายหลังการรื้อในฟันตัดบน โดยใช้กล้อง จุลทรรศน์แบบใช้แสงสเตอริโอเทียบกับกล้องไมโครสโคป(dental microscope) ภายหลังการรื้อเตรียมชิ้นงานให้พื้นมีลักษณะใส จากนั้นนำมาตรวจด้วยกล้องไมโครสโคปที่กำลังขยาย 5.1 เท่า และกล้อง จุลทรรศน์แบบใช้แสงสเตอริโอที่กำลังขยาย 6.5 เท่า พบว่าการใช้ กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงสเตอริโอเทียบมีประสิทธิภาพในการประเมินปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือบนผนังคลองรากฟันได้มากกว่ากับกล้องไมโครสโคปก้องไมโครสโคป

2.5.3 การตัดแบ่งครึ่งรากฟันในแนวตั้ง(Longitudinal tooth sections)

การตัดแบ่งครึ่งรากฟันในแนวตั้ง เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ตรวจสอบปริมาณวัสดุอุดภายในคลองรากฟัน โดยสามารถตรวจสอบปริมาณของวัสดุอุดคลองรากฟันได้โดยตรง ซึ่งต้องใช้ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการประเมินกัตตารเปอร์ชาที่เหลือ⁽⁶⁹⁾ ข้อดีคือตัวซอฟต์แวร์มีความแม่นยำในการหาตำแหน่งวัตถุหรือสิ่งที่เรานำมาทดสอบ⁽⁷⁰⁾ แต่การตัดแบ่งครึ่งรากฟันในแนวตั้งมีข้อเสียคือ ต้องอาศัยความชำนาญในตัดฟันเพื่อเตรียมชิ้นงาน โดยระหว่างการเตรียมชิ้นงาน อาจทำให้ชิ้นงานเสียหายได้ และในการตัดแบ่งแนวฟันจะไปรบกวนวัสดุอุดภายในคลองรากฟันทำให้สูญเสียปริมาณที่แท้จริง ที่อยู่ภายในคลองรากฟัน อีกทั้งการประเมินสามารถบอกปริมาณของภาพในมิติเดียวได้เท่านั้น ไม่สามารถบอกความหนาของปริมาณกัตตารเปอร์ชาที่เหลือภายในคลองรากฟันได้⁽⁷¹⁾

2.5.4 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด(SEM ,scanning electron microscope)

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเป็นวิธีการสร้างภาพโดยการตรวจวัดอิเล็กตรอนที่สะท้อนจากพื้นผิวหน้าของตัวอย่างที่ทำการทดสอบ ซึ่งภาพที่ได้จะเป็นภาพลักษณะสองมิติ ให้ความละเอียดที่สูง สามารถปรับกำลังขยายได้และมีกำลังขยายถึง 620,000 เท่า⁽⁶³⁾ จึงถูกนำมาใช้ในการศึกษาพื้นฐานและรายละเอียดของลักษณะพื้นผิวของตัวอย่างที่ศึกษา เช่น ลักษณะพื้นผิวด้านนอกของเนื้อเยื่อ หน้าตัดของโลหะ พื้นผิวภายในคลองรากฟัน ความพรุนของวัสดุ หรือการเหลือของวัสดุในคลองรากฟัน เป็นต้น วิธีนี้มีการเตรียมชิ้นงานค่อนข้างซับซ้อน

แสดงผลออกมาเป็นภาพสีขาวดำ และขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานยุ่งยาก หากจะใช้วัดการเหลือของวัสดุอุดภายในคลองรากฟันอาจเกิดการคลาดเคลื่อน จึงไม่สามารถวัดปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลืออยู่ในคลองรากฟันได้อย่างแท้จริง แต่สามารถใช้ประเมินสิ่งที่เหลือหรืออุดตันอยู่ในพื้นผิวท่อเนื้อฟันได้⁽⁷²⁾

2.5.5 การประเมินผลด้วยเครื่องไมโครซีที (Micro-computed tomography)

ไมโครซีที เป็นเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ส่วนตัดขวางระดับไมโครเมตร ใช้สำหรับศึกษาโครงสร้างและรายละเอียดภายในของชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก สามารถถ่ายภาพชิ้นงานซ้ำได้โดยไม่สร้างความเสียหายให้กับชิ้นงาน แสดงภาพ 3 มิติและดูภาพในแนวตัดต่างๆ ได้ทั้งก่อนการทดลอง ระหว่างหรือตลอดจนขั้นตอนสุดท้ายของการทดลอง ลดขั้นตอนของการเตรียมชิ้นงานโดยไม่ทำให้ชิ้นงานเกิดความเสียหาย การใช้เครื่องทดสอบต้องมีขนาดของตัวอย่างเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ควรเกิน 140 มิลลิเมตร ความยาวไม่เกิน 200 มิลลิเมตร การแสดงผลจะแสดงออกมาในรูปของปริมาตรน้อยย่อยลักษณะลูกบาศก์ที่เป็นสามมิติ ซึ่งเป็นปริมาตรที่เล็กที่สุดที่รวมตัวกันเป็นภาพ (Voxel) ประกอบมาจากตารางหน่วยย่อยที่เป็นการสร้างภาพมาจากจุดภาพ (Pixel) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะมีขนาด 5-50 ไมโครเมตร เครื่องนี้ให้ภาพข้อมูลมีความละเอียดสูงมากกว่าการถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วไปและกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงสเตอริโออีกทั้งลดความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นจากวิธีการตัดฟันได้⁽⁷³⁾ De-Deus และคณะ⁽¹⁹⁾ ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องมือเอกซเรย์พีเอ็นดีฟิไนซ์เซอร์อาร์และอัลตราโซนิกแบบไร้แรงในการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันที่มีคลองรากฟันรูปรีในฟันหน้าบน ประเมินวัสดุที่เหลือในคลองรากฟันด้วยเครื่องไมโครซีที พบว่าการใช้เอกซเรย์พีเอ็นดีฟิไนซ์เซอร์อาร์เป็นตัวเสริมในการรื้อวัสดุคงค้างในคลองรากฟันจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการใช้อัลตราโซนิกแบบไร้แรงสอดคล้องกับ Tavares และคณะ⁽⁶⁷⁾ ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้เครื่องมือเสริมในการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันด้วยเอกซเรย์พีเอ็นดีฟิไนซ์เซอร์อาร์และอัลตราโซนิกอาร์วัน ในฟันกรามน้อยที่มีคลองรากฟันรูปรี ประเมินผลด้วยเครื่องไมโครซีที พบว่าในส่วนปลายรากฟันจะเหลือปริมาณกัตตารเปอร์ซาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัย สำคัญ แต่ถ้าคิดปริมาตรทั้งหมดภายในคลองรากฟันกลุ่มที่เอกซเรย์พีเอ็นดีฟิไนซ์เซอร์อาร์จะช่วยรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันได้มากกว่าการใช้อัลตราโซนิกอาร์วัน แต่อย่างไรก็ตามการใช้ไมโครซีทียังมีข้อเสีย เป็นวิธีที่มีต้นทุนสูง หากต้องการความละเอียดของภาพมากเท่าไร ยิ่งใช้เวลาในสแกนประมวลผลวิเคราะห์นานขึ้น และรวมทั้งเป็นวิธีที่ต้องใช้เวลาในการเรียนรู้ทำความเข้าใจโปรแกรมเฉพาะของเครื่อง เพื่อให้สามารถนำข้อมูลออกมาวิเคราะห์ผลได้⁽⁷⁴⁾

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 อุปกรณ์เตรียมคลองรากฟัน

3.1.1.1 ไฟล์ชนิดเค (Kerr Endodontics, Scafati, Italy) ขนาด 15

3.1.1.2 ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมหมุนด้วยเครื่องระบบโปรแทเปอร์เน็กซ์ (Protaper Next, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ขนาดเอ็กส์ 1 (X1:17/.04) ขนาดเอ็กส์ 2 (X2:25/.06) และขนาดเอ็กส์ 3 (X3:30/.07)

3.1.1.3 หัวทิปเออริเซฟ (0.20/0.00) (Irrisafe, Satelec Acteon Group, Merignac, France)

3.1.1.4 ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมหมุนด้วยเครื่องเอ็กส์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ (XP-endo finisher R, FKG Dentaire, La-Chaux-de-Fonds, Switzerland)

3.1.1.5 เครื่องอัลตราโซนิคส์พีไฟว์ (P5 Newtron, Satelec Acteon Group, Merignac, France)

3.1.1.6 มอเตอร์เอกซ์สแมร์ทพลัส (X-Smart Plus motor, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland)

3.1.1.7 สารหล่อลื่นอาร์ซีเพิร์บ (RC -Prep, Premier Dental Products Co., Norristown, PA)

3.1.1.8 กระดาษซับรูปกรวยแหลม (Paper points)

3.1.1.9 วัสดุบูรณะชั่วคราวเควิตอน (Cavition, GC, Tokyo, Japan)

3.1.1.10 फिल्मถ่ายภาพรังสี ขนาด 2

3.1.2 อุปกรณ์ล้างคลองรากฟัน

3.1.2.1 กระบอกเข็มฉีดยาและเข็มล้างคลองรากฟันขนาดเกจ 27 (Ultradent, South Jordan, USA)

3.1.2.2 สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5

3.1.2.3 วัสดุพิมพ์ปากชนิดซิลิโคน (Silagum-Putty, DMG, Cheshire, UK)

3.1.2.4 สารละลายกรดเอทิลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกหรืออีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 (Ethylenediaminetetraacetic acid; EDTA)

3.1.3 อุปกรณ์อุดคลองรากฟัน

3.1.3.1 กัดตาเปอร์ชาแห่งหลักขนาดเอ็กซ์ 3 (X3, ProTaper Next Conform Fit Gutta-Percha Points, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland)

3.1.3.2 หัวฉีดกัดตาเปอร์ชาบีฟีลล์ (BeeFill Cartridges, VDW, Munich, Germany)

3.1.3.2 ซีลเลอร์โอเอสพลัส (AH plus, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland)

3.1.3.3 เครื่องอุดคลองรากฟันบีฟีลล์ ทูอินวัน (BeeFill[®] 2in1, VDW, Munich, Germany)

3.2 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

คัดเลือกฟันกรามน้อยล่างแท้รากเดียวของมนุษย์ที่ถอนทิ้งแล้ว จำนวน 36 ซี่ เก็บฟันในสารละลายไทมอลความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่อุณหภูมิห้อง 37 องศาเซลเซียส โดยแบ่งเป็นกลุ่มละ 12 ซี่ จำนวน 3 กลุ่ม คำนวณกลุ่มตัวอย่างจากโปรแกรม G*power เวอร์ชัน 3.1.9.2 โดยใช้ขนาดของผล (Effect Size) 0.551 จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่คล้ายคลึงกันของ Volponi และคณะ⁽³⁰⁾ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

3.3 การเตรียมกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ รหัสโครงการ คือ SWUEC-304/2565X เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทำการคัดเลือกฟันกรามน้อยล่างแท้ที่มีรากฟันเดี่ยวหน้าตัดรูปวงรี ซึ่งไม่สามารถระบุตัวตนของผู้เป็นเจ้าของฟันได้ นำฟันมาถ่ายภาพรังสีดีจิตอลในแนวแก้ม-ลิ้น และแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง มีเกณฑ์ในการเลือกฟันดังนี้

1. เป็นฟันรากเดียวที่มีการเจริญของรากสมบูรณ์ รากตรงหรือมีความโค้งของรากฟันไม่เกิน 5 องศา ตามเกณฑ์ของ Schneider⁽⁷⁵⁾

2. รากฟันไม่มีรอยผุหรือรอยร้าว และไม่เคยรับการรักษาคคลองรากฟันมาก่อน

3. รากฟันไม่อุดตันด้วยก้อนแคลเซียม

4. มีคลองรากฟันเดียว

5. ถ่ายภาพรังสีดีจิตอล 2 ภาพ คือด้านแก้มลิ้น (bucco-lingual) และด้านใกล้กลางไกลกลาง (mesio-distal) นำมาซ้อนทับกันด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop 2022 และวัดระยะที่ 5 มิลลิเมตรจากปลายรากฟัน⁽¹²⁾ ต้องมีอัตราส่วนความกว้างของคลองรากฟันในด้านแก้มลิ้น

มากกว่าหรือเท่ากับสองเท่าต่อความกว้างของคลองรากฟันด้านใกล้กลางไกลกลางจึงจะจัดว่าเป็นคลองรากฟันรูปวงรีที่จะนำเข้ามาในการศึกษานี้

จากนั้นนำฟันทุกซี่มาทำความสะอาด กำจัดเนื้อเยื่อและหินน้ำลายที่ติดอยู่ตามผิวรากฟันออกด้วยเครื่องอัลตราโซนิก เตรียมฟันโดยกรอตัดส่วนตัวฟันด้วยหัวกรอเร็วเคลือบกากเพชรดีเปด (D8) และหัวกรอรูปจานเคลือบกากเพชร (Double-sided diamond disk) ให้ได้ความยาวฟัน 17 มิลลิเมตร⁽³⁰⁾ วัดความยาวฟันด้วยดิจิตอลเวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier caliper) ใส่ไฟล์ชนิดเค ขนาด 15 ลงในคลองรากฟันจนกระทั่งไฟล์สอดผ่านรูปลายรากฟัน (Apical foramen) โดยไม่มีสิ่งอุดตัน หากรูปลายรากฟันมีขนาดใหญ่กว่าไฟล์ขนาด 15 จะถูกคัดออก ทำการแบ่งฟันเป็น 4 ส่วน โดยวัดระยะจากขอบฟันส่วนตัวฟันมาปลายรากฟันช่วงละ 4 มิลลิเมตร ทำการบากที่ผิวรากฟันโดยรอบ ลึกไม่เกิน 1 มิลลิเมตร ด้วยหัวกรอคาร์ไบด์เคลือบกากเพชรที่ระดับของคลองรากฟัน แบ่งออกได้เป็น ส่วนต้น กลาง และปลายรากฟัน (ภาพประกอบ 4) จากนั้นเก็บฟันในน้ำเกลือก่อนนำไปขยายคลองรากฟัน



ภาพประกอบ 4 การเตรียมฟันในการทดลอง

3.4 ขั้นตอนการทดลอง

การเตรียมฟันเพื่อทดลอง

ทำการขยายคลองรากฟันด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมหมุนด้วยเครื่องโปรเทเปอร์เน็กซ์ ขนาดเอ็กซ์ 1 (X1;17/.04), เอ็กซ์ 2 (X2;25/.06) และ เอ็กซ์ 3 (X3;30/.07) ตามลำดับร่วมกับการใช้สารหล่อลื่นอาร์ซีเพริบ (RC -Prep, Premier Dental Products Co., Norristown, PA) ระหว่างขยายคลองรากฟัน ปรับความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที ทอร์ก 2 นิวตันเซนติเมตรตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ และเตรียมคลองรากฟันที่ความยาวทำงาน (working length) 16 มิลลิเมตร ทำการขยายคลองรากฟันโดยเคลือบเครื่องมือเข้าและออกซ้ำๆ จนกระทั่งถึงความยาวทำงาน ขยับเข้าออกระยะสั้นๆ ไม่เกิน 3 มิลลิเมตรต่อครั้ง เมื่อทำครบ 3 ครั้งให้นำไฟล์ออกจากคลองรากฟัน เช็ดด้วยผ้าก๊อชชุบแอลกอฮอล์ และล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายฟีนโซเดียมไฮโปคลอไรต์

ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร ร่วมกับทำการสอดไฟลซ์ชนิดเคขนาด 15 ให้ถึงรูปลายรากฟันเพื่อกำจัดเนื้อเยื่อที่ตกค้างภายในคลองรากฟันออก จากนั้นเปลี่ยนขนาดไฟลซ์เป็น เอ็กซ์ 2 และ เอ็กซ์ 3 โดยทำซ้ำตามขั้นตอนเดิม ใช้ไฟลซ์ชนิดเคขนาด 30 ตรวจสอบต้องมีจุดหยุดบริเวณปลายรากฟัน (apical stop) ที่ความยาวทำงานพอดี จึงถือว่าการเตรียมคลองรากฟันเสร็จสมบูรณ์ จากนั้นล้างขั้นตอนสุดท้ายด้วยสารละลายอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ตามด้วยสารละลายไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร ต่อคลองรากฟันด้วยเข็มล้างขนาดเกจ 27 ห่างจากความยาวทำงาน 2 มิลลิเมตร⁽⁶⁶⁾ ตรวจสอบความสะอาดของคลองรากฟันจนถึงรูปลายรากฟันด้วยไฟลซ์ชนิดเคขนาด 15 จึงถือว่าการเตรียมคลองรากฟันเสร็จสิ้นและขับคลองรากฟันด้วยกระดาษขับคลองรากฟันให้แห้ง โดยในขั้นตอนการเตรียมคลองรากฟันกำหนดให้ฟลิ้นิกเกิลไทเทเนียม 1 ตัว ใช้ขยายคลองรากฟันซ้ำ 3 คลองรากฟันเท่านั้น

การอุดคลองรากฟัน

นำกัตตาเปอร์ชาแห่งหลักขนาดเอ็กซ์ 3 ใส่ในคลองรากฟันให้ได้ความยาวที่เตรียมไว้และมีแรงต้าน (tug-back) บริเวณปลายรากฟัน ทำการอุดคลองรากฟันด้วยกัตตาเปอร์ชาแห่งหลัก ร่วมกับซีลเลอร์เอเอชพลัส (AH Plus sealer) ด้วยวิธีวอร์มเวติคัลคอนเดนเซชัน (Warm vertical condensation)⁽³⁰⁾ ตัดกัตตาเปอร์ชาแห่งหลักด้วยเครื่องมือนำความร้อน (heat carrier) ที่ระยะ 4 มิลลิเมตรห่างจากความยาวทำงาน กดอัดกัตตาเปอร์ชาให้แน่นเต็มส่วนปลายรากฟัน 4 มิลลิเมตรและฉีดกัตตาเปอร์ชาให้เต็มคลองรากฟันด้วยเครื่องบีฟลูอิดอินวัน ทำการกดอัดกัตตาเปอร์ชาให้แนบไปตามผนังคลองรากฟันจนเต็ม และอุดปิดโพรงฟันชั่วคราวด้วยวัสดุบูรณะชั่วคราวควิตอน (Cavition) ลึก 4 มิลลิเมตร นำไปถ่ายภาพรังสีดีจิตอลในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง เพื่อตรวจสอบคุณภาพของวัสดุอุดคลองรากฟันแน่นเต็ม ไม่มีรูพรุน (void) หากพบให้ทำการตัดกัตตาเปอร์ชาด้วยความร้อนอุณหภูมิใหม่จนกระทั่งแน่นเต็ม นำกลุ่มตัวอย่างมาเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 7 วันเพื่อรอซีลเลอร์แข็งตัวสมบูรณ์ ก่อนนำไปรีอวัสดุอุดคลองรากฟันในขั้นตอนต่อไป

การรีอวัสดุอุดคลองรากฟัน

รีอวัสดุอุดชั่วคราวควิตอนด้วยหัวกรอเหล็กรูปกลม จากนั้นใช้หัวกรอช้าเกดส์กลิตเดนดริลล์ ขนาด 2 รีอวัสดุอุดคลองรากฟันในคลองรากฟันส่วนต้น 3 มิลลิเมตร จากจุดอ้างอิง คือ ขอบฟันส่วนตัวฟัน นำไฟลซ์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบโปรเทเปอร์เน็กซ์ ต่อเข้ากับมอเตอร์ ตั้งค่าตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำใช้ความเร็วในการหมุน 500 รอบต่อนาที ทอร์กขนาด 3 นิวตันเซนติเมตร⁽⁷⁶⁾ จากนั้นใช้ไฟลซ์โปรเทเปอร์เน็กซ์ขนาดเอ็กซ์ 2 (X2;25/.06) และขนาดเอ็กซ์ 3

(X3;30/07) เคลื่อนเครื่องมือเข้าออกซ้ำๆ ออกแรงกดที่ไฟล์เล็กน้อย จนถึงความยาวทำงาน จากนั้นขยับเข้าออก 3 ครั้งไม่เกินระยะ 3 มิลลิเมตรต่อครั้ง เป็นเวลาไม่เกิน 30 วินาที จากนั้นล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ใช้ไฟล์โปรเทเปอร์เน็กซ์ขนาดเอ็กซ์ 3(X3;30/07) ขยายคลองรากฟันซ้ำตามวิธีเดิม 3 รอบโดยกำหนดแต่ละคลองรากฟันล้างโซเดียมไฮโปคลอไรด์ไม่เกิน 15 มิลลิลิตร จะเป็นการสิ้นสุดการรี้อวัสดุอุดคลองรากฟันด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบโปรเทเปอร์เน็กซ์ ล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ตามด้วยน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร⁽²⁰⁾ ทุกขั้นตอนในการเตรียมฟันเพื่อทดลองและรี้อวัสดุอุดคลองรากฟันจะทำโดยผู้ประเมินเพียงคนเดียวโดยกำหนดเวลาในการรี้อไม่เกิน 10 นาทีต่อคลองรากฟัน

ตรวจสอบปริมาณกัตาเปอร์ซาทที่เหลือในคลองรากฟันโดยใช้ภาพรังสีระบบดิจิตอลในแนวแกม-ลีน และแนวใกล้กลาง-ไกลกลางด้วยฟิล์มขนาด 2 กำหนดให้ระยะของปากกระบอกเครื่องถ่ายภาพรังสีกับฟิล์มมีระยะห่าง 5 เซนติเมตร โดยนำแผ่นแบบอะคริลิกที่ประดิษฐ์ขึ้นมาตามภาพประกอบที่ 5 ใช้เป็นแม่แบบยึดแผ่นฟิล์มให้มั่นคงเพื่อให้สามารถถ่ายภาพรังสีซ้ำได้ในตำแหน่งเดิมทุกครั้ง วัดปริมาณกัตาเปอร์ซาทที่เหลือภายในคลองรากฟันด้วยโปรแกรม อิมเมจเจ (Image J, National Institute of Health, USA) ทำการแปลงหน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร (mm²) กำหนดขอบเขตของผนังคลองรากฟันทั้งหมดและวัสดุที่เหลือบนผนังคลองรากฟัน การประเมินผลทำโดยผู้วิเคราะห์เพียงคนเดียวผู้ประเมินจะไม่ทราบว่าเป็นตัวอย่างอยู่กลุ่มไหน และประเมินความเที่ยงภายในตัวผู้ประเมิน (Intra-rater Reliability) โดยการอ่านชิ้นงานสุ่มจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 3 ชิ้นแต่ละชิ้นอ่านผลเป็นจำนวน 2 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์ โปรแกรมจะคำนวณพื้นที่ออกมาเป็นร้อยละของปริมาณกัตาเปอร์ซาทที่เหลือนบนผนังคลองรากฟันต่อปริมาณกัตาเปอร์ซาททั้งหมดภายในคลองรากฟัน



ภาพประกอบ 5 ภาพซ้าย แสดงแผ่นแบบอะคริลิกที่ประดิษฐ์ขึ้นมา
ภาพขวา แสดงการวางฟิล์มขนาด 2 ในแท่นแบบในตำแหน่งกึ่งกลางโดยไม่มีกรวยขยับ

ในการทดลองนี้ได้ทำการศึกษานำร่องและควบคุมปริมาณของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือหลังจากการรีดวัสดุอุดคลองรากฟันด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมหมุนด้วยเครื่องโปรเทเปอร์เน็กซ์ คัดเลือกเฉพาะคลองรากฟันที่มีปริมาตรกัตตาเปอร์ซาลือร้อยละ 20-30 ต่อปริมาณทั้งหมดของคลองรากฟัน หากมีกัตตาเปอร์ซาลือมากหรือน้อยกว่านี้จะถูกคัดออกจากการศึกษาและแบ่งกลุ่มทดลองเป็น 3 กลุ่ม โดยทำการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (stratified random sampling) เพื่อให้มีปริมาณที่เหลือภายหลังการรีดวัสดุอุดคลองรากฟันมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด จากนั้นทำการเลือกสุ่มตัวอย่างเข้าสู่งการทดลอง 3 กลุ่มด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยการจับฉลาก (lottery) แบบหยิบครั้งเดียวให้ครบตามกลุ่มที่ต้องการจะได้กลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 12 ตัวอย่าง จากนั้นนำไปล้างคลองรากฟันด้วยวิธีเสริมต่อไป

การล้างวัสดุอุดคลองรากฟันด้วยวิธีเสริม

กลุ่มที่ 1 ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบโปรเทเปอร์เน็กซ์ร่วมกับเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์

ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ปลาย 30 มีความชอบเป็นศูนย์ (30/00) ตั้งค่าความเร็วในการหมุน 1000 รอบต่อนาที และทอร์ก ขนาด 1 นิวตันเซนติเมตร เคลื่อนเครื่องมือขึ้นลงช้าๆ เป็นระยะ 7-8 มิลลิเมตร จนถึงความยาวทำงาน⁽²⁹⁾ ร่วมกับล้างด้วยสารละลายไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ ปริมาณ 5 มิลลิตร ในระยะเวลา 20 วินาที⁽¹⁷⁾ ร่วมกับใช้ไฟล์ชนิดเคขนาด 15 ใสได้ถึง ความยาวทำงาน ทำซ้ำขั้นตอนเดิมทั้งหมด 3 ครั้ง ใช้การกระตุ้นต่อหนึ่งคลองรากฟันเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 1 นาที ทุกขั้นตอนการรีดและใช้เครื่องมือขึ้นงานจะจุ่มอยู่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ภายใต้อุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส โดยให้ส่วนของโพรงฟัน 4 มิลลิเมตรอยู่เหนือน้ำ⁽³⁰⁾ จากนั้นขับคลองรากฟันด้วยกระดาษขับคลองรากฟัน นำชิ้นงานมาถ่ายภาพรังสีระบบดิจิตอลในแนวแกม-ลัน และแนวใกล้กลาง-ไกลกลางด้วยระยะห่างกระบอกเครื่องถ่ายภาพรังสีกับฟิล์ม 5 เซนติเมตร และวางบนแบบพิมพ์ซิลิโคนขึ้นเดิมที่ใช้ถ่ายภาพรังสีหลังรีดกัตตาเปอร์ซาลือ ทำการส่งภาพรังสีเข้าโปรแกรมอิมเมจเพื่อหาปริมาณกัตตาเปอร์ซาลือบนผนังคลองรากฟัน ภายหลังจากการล้างด้วยเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ กำหนดให้ไฟล์เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์แต่ละตัวใช้ 3 คลองรากฟัน



ภาพประกอบ 6 การล้างคลองรากฟันด้วยด้วยเลเซอร์ไฟเบอร์อินโดฟิซิซเซอร์อาร์

กลุ่มที่ 2 ไฟลนิกเกิดไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบโปรเทเปอร์เน็กซ์ร่วมกับเครื่องอัลตราโซนิกแบบไร้แรงเออร์ซิเฟ

ใช้อัลตราโซนิกแบบไร้แรงร่วมกับหัวเออร์ซิเฟ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ปลาย 25 มีความสอเป็นศูนย์(0.25/0.00) ยาว 21 มิลลิเมตร ให้ปลายเครื่องมือห่างความยาวทำงาน 2 มิลลิเมตร ร่วมกับน้ำยาไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปรับขนาดความแรงของเครื่องอัลตราโซนิกที่ความแรงเท่ากับร้อยละ 40 ของเครื่องอัลตราโซนิกชนิดไฟไฟว์ (P5 Newtron, Satekac Acteon Group, Merignac, France) (ตรงกับระดับ 6) ตามบริษัทผู้ผลิตแนะนำ จากนั้นทำการกระตุ้นเป็นเวลา 20 วินาที ร่วมกับล้างคลองรากฟันด้วยไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ร่วมกับใช้ไฟล์ชนิดเคขนาด 15 ใสได้ถึงความยาวทำงาน ทำซ้ำขั้นตอนเดิมทั้งหมด 3 รอบ ใช้การกระตุ้นต่อหนึ่งคลองรากฟันเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 1 นาที ทุกขั้นตอนในการใช้เครื่องมือรื้อและล้างคลองรากฟัน ชิ้นงานจะแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส⁽³⁰⁾ เช่นเดียวกับกลุ่มที่ 1 จากนั้นขับคลองรากฟันด้วยกระดาศขับคลองรากฟัน นำชิ้นงานมาถ่ายภาพรังสีระบบดิจิตอลในแนวแก้ม-ลิ้น และแนวใกล้กลาง-ไกลกลางเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 1

กลุ่มที่ 3 ไฟลนิกเกิดไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบโปรเทเปอร์เน็กซ์ร่วมกับเข็มล้างคลองรากฟัน

ล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ด้วยเข็มขนาดเกจ 27 ให้ตำแหน่งปลายเข็มอยู่ห่างจากความยาวทำงาน 2 มิลลิเมตร โดยเคลื่อนขึ้นลงซ้ำๆ ในระยะไม่เกิน 3 มิลลิเมตร เป็นเวลา 20 วินาทีต่อหนึ่งรอบ ทำซ้ำขั้นตอนเดิม 3 รอบ ใช้ไฟล์ชนิดเคขนาด 15 ใสได้ถึงความยาวทำงาน ทุกขั้นตอนในการใช้เครื่องมือจะทำภายใต้อุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียสในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)⁽³⁰⁾ จากนั้นนำชิ้นงานมาถ่ายภาพรังสีระบบดิจิตอลในแนวแก้ม-ลิ้น และแนวใกล้กลาง-ไกลกลางขั้นตอนเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 1

3.5 การประเมินปริมาณของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือในคลองรากฟัน

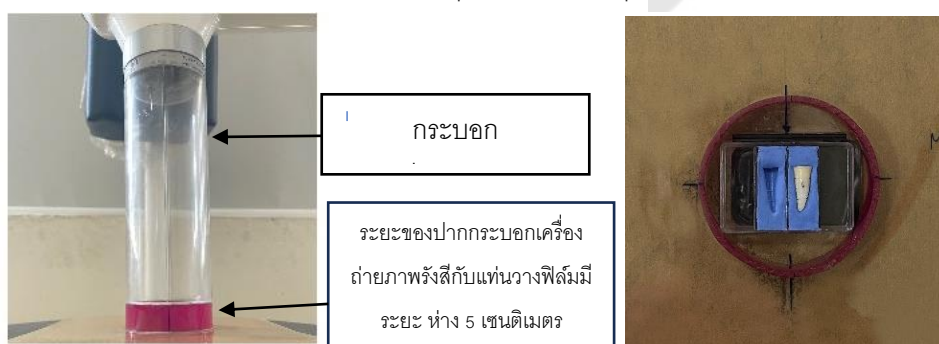
หลังจากล้างคลองรากฟันด้วยวิธีเสริมแล้ว นำฟันไปถ่ายภาพรังสีระบบดิจิตอลด้วยเครื่องถ่ายภาพรังสีเอกซ์ไมด์ (X-Mind Unity, Acteon, France) ที่ค่าพลังงาน 70 กิโลโวลท์ 2.5 มิลลิแอมป์⁽⁷¹⁾ ในแนวแก้ม-ลิ้น และแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง ด้วยระยะห่างและตำแหน่งเดียวกับภาพรังสีหลังรื้อกัตตาเปอร์ซาดด้วยฟิล์มิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบโปรเทเปอร์เน็กซ์ ตามภาพประกอบที่ภาพประกอบ 7 นำไฟล์ภาพเข้าโปรแกรมอิมเมจเจ ลากเส้นกำหนดขอบเขตพื้นที่ของคลองรากฟันและวัสดุที่เหลือบนผนังคลองรากฟัน (ภาพประกอบที่ 8) โปรแกรมจะคำนวณพื้นที่ที่ได้เลือกไว้ทั้งหมด นำภาพที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบพื้นที่ปริมาณกัตตาเปอร์ซาดก่อนและหลังการล้างด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 3 วิธี มีหน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร อีกทั้งวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของปริมาณกัตตาเปอร์ซาดที่เหลือในคลองรากฟันแต่ละระดับ คือ ส่วนใกล้ตัวฟัน ส่วนกลาง และส่วนใกล้ปลายรากฟัน⁽¹⁹⁾ ระหว่างกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม โดยมีวิธีคำนวณดังนี้

ร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ซาดที่เหลือในคลองรากฟันหลังการล้าง =

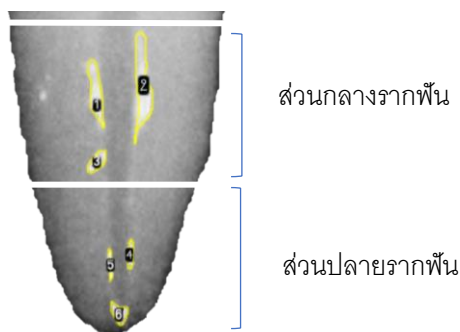
$$\frac{[\text{ปริมาณกัตตาเปอร์ซาดที่เหลือในคลองรากฟันหลังการล้าง}]}{[\text{ปริมาณคลองรากฟันทั้งหมด}]} \times 100$$

[ปริมาณคลองรากฟันทั้งหมด]

บันทึกค่าร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ซาดที่เหลือในคลองรากฟันก่อนการล้าง หลังการล้างและคำนวณร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ซาดที่ลดลง เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ซาดที่ลดลงรวมทุกระดับของคลองรากฟันและแต่ละระดับของคลองรากฟันคือส่วนต้น กลาง และปลายรากฟันระหว่างกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม



ภาพประกอบ 7 ภาพซ้ายมือ แสดงการถ่ายภาพรังสีเพื่อนำภาพไปใช้วัดผลด้วยโปรแกรมอิมเมจเจ ภาพขวามือ แสดงชิ้นงานในแม่พิมพ์ซิลิโคนวางบนฟิล์มขนาด 2 ให้คงอยู่ตำแหน่งเดิมเสมอ



ภาพประกอบ 8 พื้นที่สีขาของวัสดุอุดภายในผนังคลองรากฟันที่หลงเหลืออยู่ภายหลังการล้าง

3.6 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

วัดความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินโดยใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intra class Correlation Coefficient; ICC) ทดสอบโดยการวัดพื้นที่ของวัสดุอุดที่เหลือในคลองรากฟันก่อนและหลังการล้างคลองรากฟันด้วยวิธีเสริม สุ่มชิ้นงานในแต่ละกลุ่ม 3 ชิ้น วัดเป็นจำนวน 2 ครั้ง โดยห่างกันเป็นระยะเวลา 7 วัน ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นเท่ากับ 1 แสดงว่าข้อมูลที่ได้มีความสอดคล้องกันของผู้ประเมินโดยผู้วิจัยเพียงคนเดียว

วิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 21.0 (IBM, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) ทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยการทดสอบเชปปีโรวิลค์ (Shapiro-Wilk test) ข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงปกติ ใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) สำหรับเปรียบเทียบความแตกต่างของร้อยละปริมาณกัตตาเปอร์ซาลที่ลดลงในคลองรากฟันจากการล้างคลองรากฟันที่แตกต่างกัน 3 วิธี พบว่าข้อมูลมีความแตกต่างอย่างน้อยหนึ่งคู่ จึงทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยการทดสอบดันทันซีแดค (Dunn-sidak test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

บทที่ 4

ผลการศึกษา

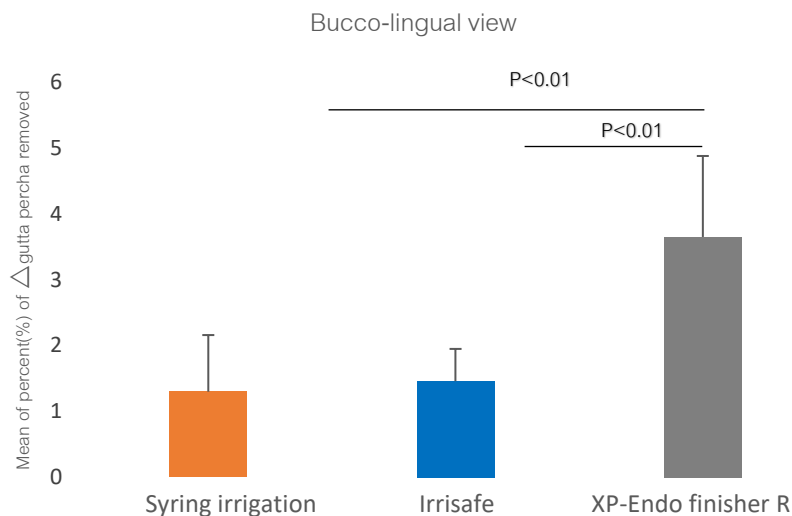
ผลการวัดความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินจากการสุ่มชิ้นงาน 3 ชิ้นในแต่ละกลุ่มตัวอย่างพบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในขั้นของการวัดพื้นที่ของวัสดุอุดที่เหลือในคลองรากฟันก่อนและหลังการล้างคลองรากฟันด้วยวิธีเสริม มีค่าเท่ากับ 1 แสดงความน่าเชื่อถือของผู้ประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก

จากการสุ่มตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มการทดลอง 3 กลุ่ม และทดสอบเปรียบเทียบปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่เหลือในคลองรากฟันด้วยสถิติ Shapiro-Wilk Test (Shapiro-Wilk Test) ผลพบว่าค่าเฉลี่ยพื้นที่ของกัตตาเปอร์ชาในกลุ่มตัวอย่างก่อนล้างคลองรากฟันด้วยวิธีเสริมมีการกระจายตัวของข้อมูลปกติ (Normal distribution) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตาราง 1 แสดงข้อมูลร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่เหลือในคลองรากฟันจากการล้างคลองรากฟัน 3 วิธี ด้านแก้ม-ลิ้น พบว่าทุกกลุ่มยังมีกัตตาเปอร์ชาเหลือภายในคลองรากฟัน โดยไม่มีกลุ่มใดที่ล้างกัตตาเปอร์ชาออกจากคลองรากฟันรูปร่างได้หมด เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงรวมทุกระดับในคลองรากฟันพบว่ากลุ่มเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์มีค่าเฉลี่ยของกัตตาเปอร์ชาที่กำจัดออกได้มากกว่ากลุ่มเออร์เซฟและเข็มล้างปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มที่ล้างด้วยเออร์เซฟและเข็มล้างปกติ (ภาพประกอบ 9)

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงรวมทุกระดับในคลองรากฟัน ภายหลังการใช้วิธีการล้างที่แตกต่างกัน ด้านแก้ม-ลิ้น

กลุ่ม (n=12)	remaining gutta percha (Mean±SD)		
	before	after	△ gutta percha removed
เข็มล้างปกติ	24.51 ± 2.02	23.21 ± 2.08	1.30 ± 0.86 ^A
เออร์เซฟ	21.86 ± 1.83	20.40 ± 2.04	1.46 ± 0.49 ^A
เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์	22.58 ± 2.06	18.93 ± 2.44	3.65 ± 1.23 ^B

A, B อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงในคลองรากฟันหลังล้างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($P < 0.05$)



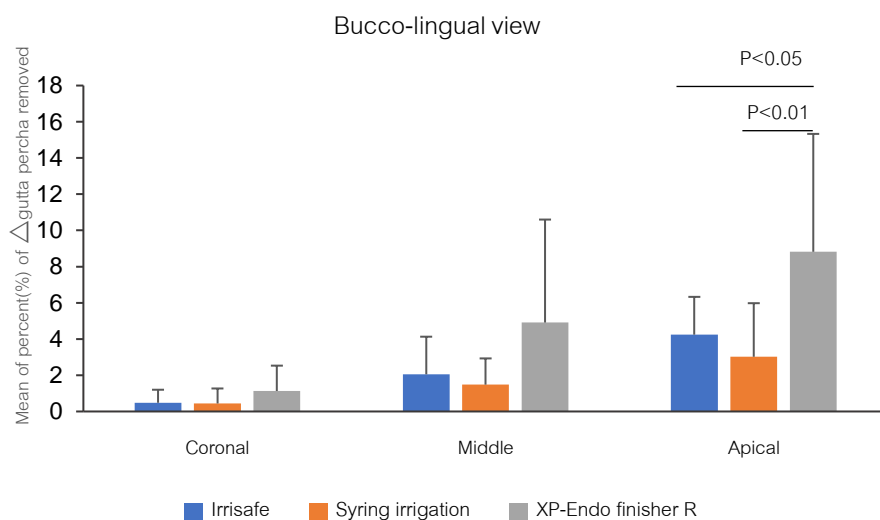
ภาพประกอบ 9 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงรวมทุกระดับในคลองรากฟัน ภายหลังจากใช้วิธีการล้างที่แตกต่างกัน ด้านแก้ม-ลิ้น

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่กัตตาเปอร์ชาที่ลดลงในแต่ละระดับ ภายหลังจากการล้างคลองรากฟันทั้ง 3 กลุ่ม ด้านแก้ม-ลิ้น พบว่าไม่มีกลุ่มใดที่สามารถรื้อกัตตาเปอร์ชาออกได้หมด แต่ที่ระดับปลายรากฟัน (apical part) กลุ่มที่ล้างด้วยเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์มีค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงมากที่สุดแตกต่างกับกลุ่มเข็มล้างปกติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) และเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์รื้อกัตตาเปอร์ชาออกได้มากกว่ากลุ่มเออร์เซฟอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ตามตารางที่ 2 และภาพประกอบที่ 10

ตาราง 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงในคลองรากฟันแต่ละระดับ ภายหลังจากใช้วิธีการล้างที่แตกต่างกัน ด้านแก้ม-ลิ้น

กลุ่ม	Coronal (Mean \pm SD)	Middle (Mean \pm SD)	Apical (Mean \pm SD)
n=12	Δ of gutta percha removed	Δ of gutta percha removed	Δ of gutta percha removed
เข็มล้างปกติ	0.44 \pm 0.72 ^A	2.05 \pm 1.45 ^A	3.02 \pm 2.99 ^A
เออร์เซฟ	0.48 \pm 0.83 ^A	1.48 \pm 2.08 ^A	4.24 \pm 2.06 ^A
เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์	1.13 \pm 1.4 ^A	4.91 \pm 5.69 ^A	8.82 \pm 6.51 ^B

A,B อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันหมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละของ ปริมาณกัตาเปอร์ชาที่ลดลงหลังล้างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($P<0.05$)



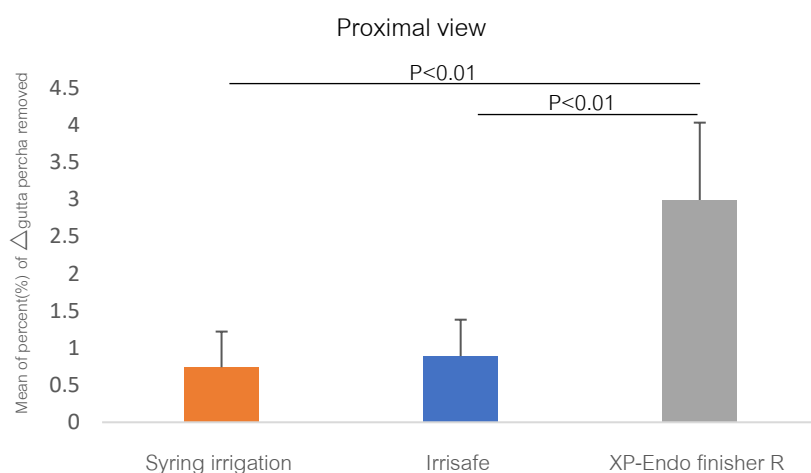
ภาพประกอบ 10 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่กัตาเปอร์ชาที่ลดลงในคลอง รากฟันแต่ละระดับ ด้านแก้ม-ลิ้น

ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณกัตาเปอร์ชาในคลองรากรูปวงรีทุกระดับภายหลังการล้าง ใน ภาพรังสีด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง กลุ่มที่ล้างด้วยเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์มีร้อยละพื้นที่ของกัตา เปอร์ชาที่ลดลงมากกว่าทั้ง 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.01$) ดังแสดงในตาราง 3 และ ภาพประกอบ 11 เมื่อพิจารณาเฉพาะบริเวณส่วนปลายรากฟัน ค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่กัตา เปอร์ชาที่ลดลงภายหลังการล้างคลองรากฟันด้วยวิธีเสริม ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง พบว่ากลุ่มที่ ล้างด้วยเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์สามารถการล้างกัตาเปอร์ชาออกจากผนังคลองรากฟันมาก ที่สุดแตกต่างกับเออร์ซิเฟและเข็มล้างปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.01$) และส่วนกลางราก ฟันกลุ่มเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์สามารถล้างกัตาเปอร์ชาออกจากผนังคลองรากฟันได้มาก กว่าและแตกต่างกับกลุ่มเออร์ซิเฟและเข็มล้างปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.01$) ดังแสดงใน ตาราง 4 และภาพประกอบ 12

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงรวมทุกระดับในคลองรากฟัน ภายหลังจากการใช้วิธีการล้างที่แตกต่างกัน ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง

กลุ่ม (n=12)	remaining gutta percha (Mean±SD)		
	before	after	△ gutta percha removed
เข็มล้างปกติ	19.20 ± 4.31	18.46 ± 4.30	0.74 ± 0.48 ^A
เออร์ซิเฟ	11.43 ± 3.16	10.53 ± 3.30	0.89 ± 0.49 ^A
เอ็กซ์พีเอ็นโด ฟินิชเซอร์อาร์	14.18 ± 3.05	11.19 ± 2.84	2.99 ± 1.04 ^B

A, B อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($P < 0.05$)

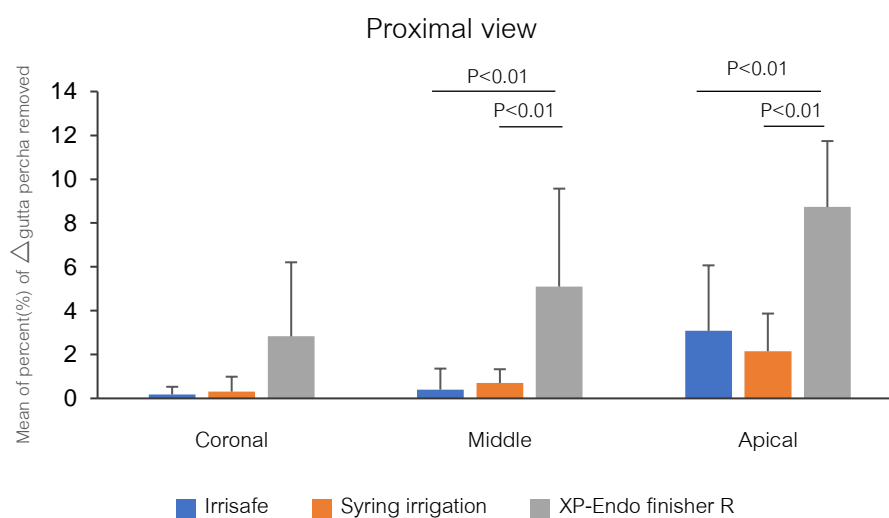


ภาพประกอบ 11 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่กัตตาเปอร์ชาที่ลดลงรวมทุกระดับในคลองรากฟัน ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง

ตาราง 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงในคลองรากฟันแต่ละระดับ ภายหลังจากใช้วิธีการล้างที่แตกต่างกัน ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง

กลุ่ม	Coronal (Mean±SD)	Middle (Mean±SD)	Apical (Mean±SD)
n=12	△of gutta percha removed	△of gutta percha removed	△of gutta percha removed
เข็มล้างปกติ	0.31±0.68 ^A	0.7±0.63 ^A	2.15±1.72 ^A
เออร์ซิเฟ	0.17±0.35 ^A	0.4±0.96 ^A	3.08±2.99 ^A
เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์	2.83±3.38 ^A	5.1±4.47 ^B	8.73±3.01 ^B

A,B อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละของ ปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่ลดลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติ (P<0.05)



ภาพประกอบ 12 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่กัตตาเปอร์ชาที่ลดลงในคลอง รากฟันแต่ละระดับ ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

วิธีล้างคลองรากฟันเสริมที่ต่างกันภายหลังการร้อยกัตตาเปอร์ชาในคลองรากฟันรูปวงรี ส่งผลต่อปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่เหลือบนผนังคลองรากฟันแตกต่างกัน โดยไฟล์เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิช เซอร์อาร์มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดภายในผนังคลองรากฟันรูปวงรีรวมทุกระดับของคลองรากฟันและส่วนปลายรากฟัน ที่ด้านแก้ม-ลิ้น และใกล้กลาง-ไกลกลาง ได้มีประสิทธิภาพดี ที่สุดเมื่อเทียบกับการล้างด้วยอัลตราโซนิกแบบไร้แรงร่วมกับหัวทิปเออร์ซิเฟและเข็มล้างปกติ ในขณะที่กลุ่มที่ล้างด้วยเข็มล้างปกติและกลุ่มที่ล้างด้วยอัลตราโซนิกแบบไร้แรงร่วมกับหัวทิปเออร์ซิเฟมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน การทดลองนี้ไม่มีวิธีการล้างคลองรากฟันเสริมที่สามารถล้างกัตตาเปอร์ชาออกจากคลองรากฟันได้ทั้งหมด

อภิปรายผล

การศึกษานี้เลือกใช้ฟันกรามน้อยล่างที่มีลักษณะคลองรากฟันรูปวงรี เนื่องจากคลองรากฟันรูปวงรีจะมีความคอดทำให้การเข้าทำความสะอาดของเครื่องมือเข้าได้ไม่ทั่วถึง การขยายและตกแต่งผนังคลองรากฟันทำได้ยาก โดยลักษณะคลองรากฟันรูปวงรีพบมากในฟันกรามน้อยล่าง ร้อยละ 87.15⁽¹³⁾ ฟันตัดหน้าล่างร้อยละ 42⁽¹⁴⁾ และฟันกรามน้อยบนร้อยละ 50 การร้อยวัสดุอุดคลองรากฟันในคลองรากรูปวงรี พบว่ายิ่งเหลือวัสดุอุดคลองรากฟันในบริเวณปลายรากฟันได้ถึง ร้อยละ 70⁽¹⁵⁾ Apiwattanasevee และ Suratanasurang⁽⁷⁷⁾ ศึกษาลักษณะทางกายวิภาคคลองรากฟันในฟันกรามน้อยของประชากรชาวไทยพบว่าฟันกรามน้อยล่างซี่ที่หนึ่งและฟันกรามน้อยล่างซี่ที่สอง พบหนึ่งคลองรากฟันร้อยละ 56 และ 76 ตามลำดับ อีกทั้งอุบัติการณ์ของฟันกรามน้อยล่างซี่ที่หนึ่งและสองในประชากรชาวไทยพบหนึ่งคลองรากฟันร้อยละ 63.1 และ 98⁽⁷⁸⁾ แสดงให้เห็นว่าฟันกรามน้อยล่างซี่ที่หนึ่งและสองมีโอกาสพบหนึ่งคลองรากฟันได้มากกว่าร้อยละ 50 และโอกาสพบคลองรากฟันรูปวงรีในฟันกรามน้อยล่างมีมากกว่าฟันซี่อื่น การนำเครื่องมือเข้าไปทำความสะอาดบริเวณปลายรากฟันให้ร้อยกัตตาเปอร์ชาออกได้มากที่สุดทำได้ยาก จึงสนใจศึกษาวิธีการร้อยวัสดุอุดคลองรากฟันในกรามน้อยล่างในการทดลองครั้งนี้

การรักษาคลองรากฟันซ้ำให้ประสบผลสำเร็จจำเป็นต้องทำความสะอาด เตรียมคลองรากฟันและอุดคลองรากฟันให้แน่นและเต็ม เพื่อป้องกันการติดเชื้อซ้ำในคลองรากฟัน จำเป็นต้องมีการทำความสะอาดที่มีประสิทธิภาพ ฟันกรามน้อยล่างของมนุษย์เป็นหนึ่งในฟันที่มีความยุ่งยาก

ในการรักษาเนื่องจากพบว่ามีความผันแปรของคลองรากฟันสูง⁽⁷⁹⁾ และพบว่าลักษณะรูปร่างของคลองรากฟันเมื่อดูจากภาพหน้าตัดขวาง มีส่วนของคลองรากฟันที่อาจไม่ได้รับการเตรียมคลองรากฟันด้วยไฟลีนิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องกลทำให้เครื่องมือสัมผัสกับผนังคลองรากฟันไม่ทั่วถึง⁽⁸⁰⁾ Wu และคณะ⁽¹²⁾ ศึกษาอุบัติการณ์ของคลองรากฟันรูปร่างรีในระดับปลายรากฟันของมนุษย์ที่ระยะ 1,2,3,4 และ 5 มิลลิเมตร พบว่าคลองรากฟันที่มีลักษณะวงรีนั้นจะมีระยะความยาวของภาพตัดขวางมากกว่าหรือเท่ากับสองเท่าของแนวยาว และเส้นผ่านศูนย์กลางจะค่อยๆ ลดลงจนไปถึงส่วนปลายรากฟัน โดยภาพตัดแนวขวางที่ระยะ 5 มิลลิเมตรพบลักษณะของคลองรากฟันรูปร่างรี ได้ร้อยละ 50 ถึง 92 ดังนั้นในการศึกษานี้จึงเลือกใช้ฟันกรามน้อยล่างแท้ของมนุษย์ที่ถูกถอนโดยคัดลักษณะของคลองรากฟันรูปร่างรีที่ระยะ 5 มิลลิเมตรจากปลายรากฟันเป็นเกณฑ์คัดเลือกชิ้นงานเข้ามาทดสอบ เพื่อจำลองการทดลองให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากที่สุด การที่จะทำให้กลุ่มทดลองมีขนาดคลองรากฟันเท่ากันทุกซี่ไม่สามารถทำได้ การทดลองนี้จึงใช้วิธีกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มทดลองเพื่อลดความแปรปรวนของขนาดคลองรากฟันก่อนจัดเข้ากลุ่มทดลองคือ เลือกใช้ฟันกรามน้อยล่างแท้ที่มีคลองรากฟันเดียว โค้งไม่เกิน 5 องศา นำฟันมาถ่ายภาพรังสี เลือกคลองรากฟันที่มีลักษณะรูปร่างรีจากการนำภาพรังสีด้านแก้ม-ลิ้นมาซ้อนทับกับด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง และวัดระยะที่ 5 มิลลิเมตรจากปลายรากฟัน⁽¹²⁾ จะต้องมีอัตราส่วนความกว้างในด้านแก้ม-ลิ้นมากกว่าหรือเท่ากับสองเท่าต่อความกว้างด้านใกล้กลาง-ไกลกลางจึงจัดว่าเป็นคลองรากฟันรูปร่างรีที่จะนำเข้ามาในการศึกษา จากนั้นทำการทดสอบนำร่อง (Pilot test) โดยผู้ประเมินคนเดียวทำให้ทราบได้ว่าปริมาณของกัตตาเปอร์ชาภายหลังการรื้อกัตตาเปอร์ชาด้วยโปรเทเปอร์เน็กซ์เหลือปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 10-30 เพื่อลดความแปรปรวนของข้อมูลลง จึงพิจารณาคัดเลือกเฉพาะคลองรากฟันที่มีปริมาตรกัตตาเปอร์ชาเหลือร้อยละ 20-30 ต่อปริมาณทั้งหมดของคลองรากฟันเมื่อประเมินจากภาพรังสีแนวแก้มลิ้นเนื่องจากเป็นมุมการถ่ายภาพรังสีในคลินิกจริง จากนั้นคัดเข้ากลุ่มตัวอย่างโดยเฉลี่ยเท่ากันและทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลว่ามีการแจกแจงปกติ จากนั้นสุ่มกลุ่มตัวอย่างอีกครั้งเพื่อป้องกันความเอนเอียง(Bias)

ในการศึกษานี้เลือกใช้ไฟลีนิกเกิลไทเทเนียมชนิดโปรเทเปอร์เน็กซ์นำร่องในการรื้อกัตตาเปอร์ชาออกจากคลองรากฟันก่อนการล้างด้วยวิธีเสริม เนื่องจากเป็นไฟลีนิกเกิลที่ผลิตจากเทคโนโลยีเอ็มไวร์ (M-Wire) มีการปรับปรุงคุณสมบัติของโลหะจึงเพิ่มความต้านทานการฉีกของโลหะจากการหมุน มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขณะเครื่องมือหมุนจะมีตำแหน่งกึ่งกลางหน้าตัดอยู่นอกแกนไฟลีนิกเกิล(off-centered rotation)⁽⁸¹⁾ มีคมหน้าตัดสัมผัสผนังคลองรากฟัน 2 จุด ทำให้สามารถกักเก็บเศษเนื้อฟันหรือกัตตาเปอร์ชาออกมาได้มากเนื่องจากความผายของเครื่องมือไม่คงที่

การศึกษาของ Özyürek และ Demiryürek⁽⁸²⁾ และ Martins และคณะ⁽²⁷⁾ พบว่าโปรเทเปอร์เน็กซ์ และโปรเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทริทเมนต์กับเรซิพลิค สามารถใช้รื้อกัตตาเปอร์ซาออกจากคลองรากฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาที่กล่าวข้างต้นแม้โปรเทเปอร์เน็กซ์ไม่ใช่เครื่องมือที่ผลิตมาสำหรับการรักษาคลองรากฟันซ้ำแต่สามารถนำมาปรับใช้โดยเพิ่มความเร็วยกขึ้นในการรื้อกัตตาเปอร์ซาได้ มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างจากเครื่องมือชนิดอื่นที่ผลิตมาสำหรับงานรักษาคลองรากฟันซ้ำ⁽⁸²⁾ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ในการทดลองเพื่อรื้อกัตตาเปอร์ซา และในประเทศไทยโปรเทเปอร์เน็กซ์เป็นเครื่องมือที่สามารถหาได้ง่าย

การทำความสะอาดคลองรากฟันภายหลังการรื้อกัตตาเปอร์ซาออกจากคลองรากฟันมีหลายวิธี การศึกษานี้เลือกใช้วิธีล้างคลองรากฟันเสริม 3 วิธีคือ การล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติ ซึ่งการล้างเชิงกลด้วยเข็มและกระบอกฉีดนั้นประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายวิภาคของคลองรากฟัน ความลึกในการสอดเข็ม ลักษณะของปลายเข็ม รวมไปถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเข็ม⁽⁸³⁾ เข็มล้างปกติที่ใช้ในงานทันตกรรมทั่วไปจะมีลักษณะปลายเป็นรอยบาก (notched needle) มีแรงดันและแรงเฉือนที่ปลายรากต่ำกว่าเข็มที่มีปลายลักษณะหน้าตัดตรง (flat needle) หรือรูเปิดด้านข้าง (side-vented needle)⁽⁸⁴⁾ ในการศึกษาี้เลือกใช้เข็มล้างลักษณะรอยบาก ขนาดเกจ 27 เป็นกลุ่มควบคุมเนื่องจากการนำมาใช้อย่างแพร่หลายในงานรักษาคลองรากฟัน⁽⁸⁵⁾ เป็นที่นิยมหาได้ง่ายและมีราคาไม่สูง สามารถควบคุมความลึกของเข็มได้ แต่การใช้เข็มล้างคลองรากฟันก็มีข้อควรระวังหากดันแรงเกินไปอาจทำให้น้ำยาล้างคลองรากฟันออกไปนอกปลาย หรือการเกิดฟองอากาศบริเวณปลายรากฟัน (vapor lock) ทำให้น้ำยาล้างคลองรากฟันไม่สามารถไหลไปยังส่วนปลายของคลองรากฟันเพื่อทำความสะอาดได้⁽⁸⁶⁾

การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงเป็นวิธีการล้างคลองรากฟันวิธีหนึ่งที่สามารถทำความสะอาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเครื่องมือจะไม่มีสัมผัสกับผนังคลองรากฟันทำให้เกิดการสั่นของหัวทึบสร้างปรากฏการณ์กระแสน้ำหมุนวน (acoustic microstreaming) ซึ่งการใช้เข็มล้างปกติไม่สามารถทำความสะอาดได้ทั่วถึงโดยเฉพาะบริเวณคลองรากที่แตกแขนง และส่วนคريبหรือคอดของคลองรากฟัน จึงได้มีการนำวิธีล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงมาใช้ร่วมกับสารละลายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำความสะอาดคลองรากฟันซึ่งดีกว่าการใช้เข็มล้างเพียงอย่างเดียว⁽⁸⁵⁾ ทำให้เศษสิ่งสกปรกต่างๆ (debris) หลุดออกจากผนังคลองรากฟันเกิดการชะล้างทำความสะอาดผนังคลองรากฟันได้

จากผลการศึกษานี้พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงร่วมกับหัวทึบเออร์เซฟเมื่อกระตุ้นร่วมกับน้ำยาไฮโดรเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ด้วย

คลื่นอัลตราโซนิกส์รอบละ 20 วินาทีเป็นเวลาทั้งสิ้น 1 นาที โดยมีการเปลี่ยนสารละลายใหม่เป็นระยะ เรียกกระบวนการนี้ว่าการชะล้างเป็นระยะ (intermittent flush) สามารถล้างคลองรากฟัน ภายหลังจากการรื้อกั๊กตาเปอร์ซาในคลองรากฟันลักษณะรูปร่างวี ด้านแก้ม-ลิ้น และใกล้กลาง-ไกลกลาง ได้ไม่แตกต่างกันกับการใช้เข็มล้างปกติ แม้ว่าเอริเซฟจะมีความสอเป็นแบบขนาน (parallel files) หน้าตัดเรียบ (non-end cutting tip) สามารถใส่ลงไปได้ถึงความยาวทำงานของฟัน แต่ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดมีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง ได้แก่ ความแรงของการสั่นสะท้อนของไฟล์จะทำให้ไฟล์เคลื่อนที่เพิ่มขึ้นทั้งในด้านกว้างและลึกเกิดเป็นวงรีมากขึ้น กระแสน้ำหมุนวนเร็วขึ้น จึงส่งผลให้การทำความสะอาดคลองรากฟันมีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่หากการสั่นของเครื่องมืออัลตราโซนิกแบบไร้แรงเกิดขึ้นในที่แคบอาจจะลดประสิทธิภาพของปรากฏการณ์อะคูสติกสตรีมมิงได้ เพราะขนาดและความกว้างของกระแสน้ำวนจะเกิดขึ้นได้น้อย และแคบลง⁽⁸⁷⁾ การศึกษานี้เมื่อพิจารณาที่ระดับปลายรากฟันพบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกั๊กตาเปอร์ซาที่รื้อได้มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสถิติกับกลุ่มเข็มล้างปกติ อาจเนื่องมาจากขนาดของหัวทึบเอริเซฟที่ใช้ทดลองมีขนาด 25(0.25/0.00) ซึ่งใกล้เคียงกับขนาดคลองรากฟัน ภายหลังจากการรื้อกั๊กตาเปอร์ซาด้วยไฟล์โปรเทเปอร์เน็กซ์ขนาดเอ็กซ์สาม(.30/0.07) จึงทำให้การสั่นของเครื่องมืออัลตราโซนิกแบบไร้แรงร่วมกับหัวทึบเอริเซฟอยู่ในที่แคบการเกิดปรากฏการณ์อะคูสติกสตรีมมิงและควาเวชัน จึงเกิดได้น้อยลง ประสิทธิภาพในการล้างจึงไม่แตกต่างจากการใช้เข็มล้างตามปกติอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับ Baretto และคณะ⁽⁵¹⁾ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการล้างคลองรากฟันด้วยอัลตราโซนิกแบบไร้แรงกับเข็มล้างปกติ ในรากฟันด้านใกล้กลางของฟันกรามล่างที่มีส่วนคอดวัดผลด้วยเครื่องมือโครซีที พบว่าประสิทธิภาพในการทำความสะอาดวัสดุอุดคลองรากฟันที่หลงเหลือในส่วนคอดของฟันกรามไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับเข็มล้างปกติ โดยผลการศึกษาในครั้งนี้เป็นไปในทางเดียวกันกับการศึกษาข้างต้น แต่ต่างกันที่วิธีการวัดผลด้วยเครื่องมือโครซีทีเป็นวิธีที่ให้รายละเอียดในคลองรากฟันแม่นยำกว่าการถ่ายภาพรังสีสองมิติสามารถแยกความแตกต่างของซีลเลอร์และกั๊กตาเปอร์ซา แต่เครื่องมือโครซีทีมีวิธีการประมวลผลนานและค่าใช้จ่ายสูง ต้องอาศัยความชำนาญในการใช้เครื่อง

ในการศึกษาครั้งนี้มีการหักของหัวทึบเอริเซฟเกิดขึ้นแม้ว่าปลายเครื่องมือจะห่างจากความยาวทำงาน 2 มิลลิเมตรอาจเนื่องมาจากขณะที่เครื่องมือมีการสั่นอิสระอยู่ในบริเวณที่แคบภายในคลองรากฟันส่วนปลายรากมีกั๊กตาเปอร์ซาหลงเหลือมากจึงทำให้เครื่องมือไม่มีพื้นที่ให้เคลื่อนในแนวอย่างอิสระ จึงเกิดการหักของหัวทึบเอริเซฟ ทันตแพทย์จึงควรระมัดระวังการใช้เอริเซฟสำหรับคลองรากฟันแคบและระวังการตั้งค่าการสั่นของเครื่องมือให้มีความแรงที่เหมาะสม

การล้างคลองรากฟันด้วยฟิสิกส์เทเลเมเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง เพื่อให้เกิดการทำความสะอาดได้ทั่วถึงไปยังบริเวณที่เข็มล้างปกติหรืออัลตราโซนิกแบบไร้แรงไม่สามารถเข้าไปทำความสะอาดได้ เช่น คลองรากฟันที่มีลักษณะรูปร่างรี หรือการมีส่วนคอดในคลองรากฟัน เพื่อให้การทำความสะอาดคลองรากฟันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในการศึกษาที่เลือกใช้เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาเพราะเป็นเครื่องมือชนิดใหม่ที่ผลิตมาเพื่อใช้เสริมในการทำ ความสะอาดคลองรากฟันร่วมกับน้ำยาล้างคลองรากฟัน ผลิตจากอัลลอยชนิดแมกซ์ไวร์ทำให้เครื่องมือมีการจำรูปร่างโค้งคล้ายเคียว ขณะอยู่ในอุณหภูมิจากเครื่องมือมีลักษณะเป็นเส้นตรง เมื่อเครื่องมือหมุนภายในคลองรากฟันที่อุณหภูมิร่างกาย เครื่องมือจะกลับมีรูปร่างเดิม คือมีลักษณะคล้ายเคียว เมื่อเครื่องมือขยับขึ้นลงส่วนโค้งของไฟล์จะมีการสับัดเหมือนข้อต่อในคลองรากฟัน ทำให้สามารถทำความสะอาดผนังคลองรากฟันได้ในบริเวณที่กว้างขึ้นและเข้าสู่บริเวณที่ไฟล์ปกติหรือเข็มล้างไม่สามารถเข้าไปทำความสะอาดได้โดยไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของคลองรากฟันเดิม นอกจากนี้เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์จะใช้สำหรับทำความสะอาดในขั้นตอนสุดท้าย ยังมีการนำมาใช้รื้อกัตตาเปอร์ซาทาที่หลงเหลือที่ผนังในคลองรากฟันได้^(17, 19)

ผลการศึกษาที่พบว่าการล้างคลองรากฟันเสริมกลุ่มเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ ทุกระดับของคลองรากฟัน เมื่อประเมินด้านแก้ม-ลิ้น และด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง มีค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณกัตตาเปอร์ซาทาที่ลดลงมากที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มเออร์เซฟและเข็มล้างปกติ โดยเฉพาะบริเวณคลองรากฟันส่วนปลาย ด้านแก้ม-ลิ้น และด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์กำจัดกัตตาเปอร์ซาทาได้มากกว่ากลุ่มเข็มล้างปกติและเออร์เซฟอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากไฟล์เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์มีสมบัติความยืดหยุ่นสูงขณะขยับขึ้นลง จะมีการสับัดของส่วนปลายเครื่องมือไปสัมผัสกับผนังคลองรากฟันโดยตรง และความเร็รรอบในการหมุน 800 รอบต่อนาที เป็นความเร็รรอบที่มากกว่าฟิสิกส์เทเลเมเนียมทั่วไปทำให้สามารถสัมผัสกับผนังคลองรากฟันได้ทั่วถึงกระตุ้นให้น้ำยาล้างคลองรากฟันไหลเวียนภายในคลองรากฟัน จึงทำความสะอาดผนังคลองรากฟันได้ดีกว่าเข็มล้างปกติ แต่กลุ่มอัลตราโซนิกแบบไร้แรงเออร์เซฟอาศัยการสั่นสะเทือนของไฟล์ในน้ำยาล้างคลองรากฟันเกิดการทำความสะอาดด้วยคลื่นความถี่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ acoustic streaming และ cavitation ผลักน้ำยาล้างคลองรากฟันไปสัมผัสกับผนังคลองรากฟัน จึงไม่มีการสัมผัสของเครื่องมือกับผนังคลองรากฟันโดยตรงทำให้ออกกัตตาเปอร์ซาทาออกได้น้อย⁽⁸³⁾ เมื่อพิจารณาส่วนกลางรากฟันพบว่า ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง กลุ่มเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์มีประสิทธิภาพในการล้างกัตตาเปอร์ซาทาได้มากกว่ากลุ่มเข็มล้างปกติและเออร์เซฟแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องมาจากมุมในการประเมินกัตตาเปอร์ซาทาที่หลงเหลือในคลอง

รากฟันเมื่อมองด้านแก้ม-ลิ้นจะมีการซ้อนทับของกัตตาเปอร์ซาลที่เหลือเป็นครีบบางๆ บนผนังคลองรากฟันทำให้การประเมินไม่ได้ปริมาณตามความเป็นจริง หากประเมินภาพรังสีด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง จะเห็นชัดกว่าพบว่ามีกัตตาเปอร์ซาลหลงเหลือบนผนังคลองรากฟันได้มาก จึงมีข้อเสนอแนะว่าหากต้องการจะทราบปริมาณกัตตาเปอร์ซาลที่หลงเหลือจริงการประเมินด้วยไมโครซีทีอาจช่วยประเมินได้แม่นยำกว่าภาพรังสีปกติ

สอดคล้องกับการศึกษาของ Volponi และคณะ⁽³⁰⁾ ทดสอบประสิทธิภาพการล้างคลองรากฟันด้วยเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์ภายหลังการรื้อกัตตาเปอร์ซาลด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องเรซีพล็อคในคลองรากฟันกรามน้อยที่มีลักษณะคลองรากรูปวงรี ประเมินผลด้วยไมโครซีที พบว่าเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์สามารถลดปริมาตรของกัตตาเปอร์ซาลในคลองรากฟันได้มากกว่าเซมล้างปกติและอัลตราโซนิคแบบไร้แรงเอ็นโดแคคติเวเตอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ De-deus และคณะ⁽¹⁹⁾ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการล้างคลองรากฟันเสริมภายหลังการรื้อกัตตาเปอร์ซาลที่อุดด้วยวิธี single cone ในฟันหน้าล่างที่มีลักษณะคลองรากฟันรูปวงรีด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องเรซีพล็อคบลู พบว่าเอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อาร์สามารถลดปริมาณของวัสดุอุดภายในคลองรากฟันได้มากกว่าการล้างด้วยวิธีอัลตราโซนิคแบบไร้แรงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามการศึกษาข้างต้นพบว่าสามารถรื้อกัตตาเปอร์ซาลได้ปริมาตรร้อยละ 47.5⁽³⁰⁾ และ 32⁽¹⁹⁾ ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาอื่นที่รื้อกัตตาเปอร์ซาลได้เพียงร้อยละ 2-8 อาจเป็นเพราะเทคนิคการรื้อกัตตาเปอร์ซาลในคลองรากฟันลักษณะรูปวงรีและการประเมินผลแตกต่างกัน การศึกษาของ Ma และคณะ⁽²⁵⁾ พบว่าการรื้อกัตตาเปอร์ซาลในคลองรากฟัน ที่อุดด้วยเทคนิคการอุดแตกต่างกันในคลองรากฟันลักษณะรูปวงรี ทำให้มีความยากง่ายของการกำจัดวัสดุอุดออกจากคลองรากฟันแตกต่างกัน การอุดคลองรากฟันด้วยวิธี warm vertical condensation จะมีปริมาณของกัตตาเปอร์ซาลในคลองรากฟันหลงเหลือภายหลังการรื้อมากกว่าวิธีการอุดแบบอื่น โดยเฉพาะส่วนปลายรากฟันจะเหลือกัตตาเปอร์ซาลมากกว่าทุกระดับของคลองรากฟัน เนื่องจากเทคนิคการอุดคลองรากฟันด้วยวิธี warm vertical condensation ทำให้กัตตาเปอร์ซาลไหลแผ่และแนบสนิทกับผนังคลองรากฟันได้มาก⁽⁸⁹⁾ ทำให้กัตตาเปอร์ซาลอัดแน่นไม่สามารถรื้อออกได้ง่ายหากเครื่องมือที่นำมาล้างไม่มีการสัมผัสโดยตรงกับผนังคลองรากฟัน อีกทั้งการวัดผลที่แตกต่างกันการใช้ภาพถ่ายรังสีสองมิติวัดผลอาจไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุดหรือให้ความละเอียดกว่าการตัดฟันหรือการใช้เครื่องมือโครซีทีซึ่งคลองรากฟันจริงเป็นลักษณะของภาพ 3 มิติ จึงสามารถประเมินกัตตาเปอร์ซาลที่หลงเหลือในคลองรากฟันได้แม่นยำ อย่างไรก็ตามการใช้ภาพรังสีสองมิติเป็นวิธีที่ใช้ปฏิบัติจริงในทาง

คลินิกที่ทันตแพทย์ใช้ประเมินคุณภาพของการอุดคลองรากฟันและคุณภาพการรีดักตาเปอร์ชา
ได้

ข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้จำลองสถานการณ์รักษาคลองรากฟันซ้ำในคลองรากฟันลักษณะรูปร่าง
ของมนุษย์ที่ถูกถอนเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการล้างคลองรากฟันเสริม 3 วิธี พบว่า
ชิ้นงานส่วนใหญ่ในทุกกลุ่มทดลองยังคงมีปริมาณของวัสดุอุดคลองรากฟันหลงเหลือในคลองราก
ฟันร้อยละ 10-20 ในทางคลินิกการรักษาคลองรากฟันซ้ำ ทันตแพทย์จำเป็นต้องรีดักตาเปอร์ชา
ออกจากคลองรากฟันให้ได้มากที่สุดก่อนทำการอุดคลองรากฟันใหม่ เพื่อให้เกิดการทำ ความ
สะอาดและกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการศึกษาพบว่า การล้างคลองรากฟันด้วย
เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์มีประสิทธิภาพลดปริมาณกัตาเปอร์ชาที่เหลือในคลองรากฟัน
โดยเฉพาะส่วนปลายรากฟันได้มากกว่ากลุ่มอื่น เนื่องจากขณะที่ไฟล์หมุนเกิดการสัมผัสกับผนัง
คลองรากฟันโดยตรง ทำให้เศษของวัสดุอุดที่ผนังคลองรากฟันที่เหลือหลุดออกได้ ในทางคลินิก
หากต้องการทำความสะอาดบริเวณปลายรากฟัน การใช้เอ็กซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์เป็นอีก
ทางเลือกหนึ่งของทันตแพทย์ที่สามารถช่วยให้การทำ ความสะอาดคลองรากฟันหลังการรีดักตาเปอร์ชา
อุดคลองรากฟันแล้วทำได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

บรรณานุกรม

1. Lin LM, Skribner JE, Gaengler P. Factors associated with endodontic treatment failures. J Endod. 1992;18(12):625-7.
2. Nair PN, Sjögren U, Krey G, Kahnberg KE, Sundqvist G. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: A long-term light and electron microscopic follow-up study. J Endod. 1990;16(12):580-8.
3. Trope M, Chow E, Nissan R. In vitro endotoxin penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. Endod Dent Traumatol. 1995;11(2):90-4.
4. Siqueira JF, Jr., de Uzeda M. Disinfection by calcium hydroxide pastes of dentinal tubules infected with two obligate and one facultative anaerobic bacteria. J Endod. 1996;22(12):674-6.
5. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. Enterococcus faecalis: Its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. J Endod. 2006;32(2):93-8.
6. Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment--case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. J Endod. 1988;14(12):607-14.
7. Ruddle CJ. Non-surgical endodontic retreatment. J Calif Dent Assoc. 2002;25(11):769-75, 77, 79-86
8. N Imura MLZ, M O Ferreira, N F Novo. Effectiveness of the canal finder and hand instrumentation in removal of gutta-percha root fillings during root canal retreatment. Int Endod J. 1996;29(6):283-6.
9. M J Roggendorf ML, J Ebert, E Fillery, R Frankenberger, S Friedman. Micro-ct evaluation of residual material in canals filled with activ gp or guttaflow following removal with niti instruments. Int Endod J. 2010;43(4):200-9.
10. Reddy N, Admala SR, Dinapadu S, Pasari S, Reddy MP, Rao MS. Comparative analysis of efficacy and cleaning ability of hand and rotary devices for gutta-percha removal in root canal retreatment: An in vitro study. J Contemp Dent Pract.

- 2013;14(4):635-43.
11. Versiani MA, Pécora JD, de Sousa-Neto MD. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: A micro-computed tomography study. *J Endod.* 2011;37(7):1002-7.
 12. Wu MK, R'Oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;89(6):739-43.
 13. Boschetti E, Silva-Sousa YTC, Mazzi-Chaves JF, Leoni GB, Versiani MA, Pécora JD, et al. Micro-ct evaluation of root and canal morphology of mandibular first premolars with radicular grooves. *Braz Dent J.* 2017;28(5):597-603.
 14. Mauger MJ, Schindler WG, Walker WA, 3rd. An evaluation of canal morphology at different levels of root resection in mandibular incisors. *J Endod.* 1998;24(9):607-9.
 15. Crozeta BM, Silva-Sousa YT, Leoni GB, Mazzi-Chaves JF, Fantinato T, Baratto-Filho F, et al. Micro-computed tomography study of filling material removal from oval-shaped canals by using rotary, reciprocating, and adaptive motion systems. *J Endod.* 2016;42(5):793-7.
 16. Bernardes RA, Duarte MAH, Vivan RR, Alcalde MP, Vasconcelos BC, Bramante CM. Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *Int Endod J.* 2016;49(9):890-7.
 17. Alves FR, Marceliano-Alves MF, Sousa JC, Silveira SB, Provenzano JC, Siqueira JF, Jr. Removal of root canal fillings in curved canals using either reciprocating single- or rotary multi-instrument systems and a supplementary step with the xp-endo finisher. *J Endod.* 2016;42(7):1114-9.
 18. Alzuabi MA, Abiad R. Ability of xp-endo finisher and xp-endo finisher-r in removal of debris from the root canal walls after retreatment: An in-vitro study. *Int. Arab J. Dent;* 2018. 9. 60-4.
 19. De-Deus G, Belladonna FG, Zuolo AS, Cavalcante DM, Carvalho JCA, Simoes-Carvalho M, et al. Xp-endo finisher r instrument optimizes the removal of root filling

- remnants in oval-shaped canals. *Int Endod J.* 2019;52(6):899-907.
20. Aksel H, Kucukkaya Eren S, Askerbeyli Örs S, Serper A, Ocak M, Celik HH. Micro-ct evaluation of the removal of root fillings using the protaper universal retreatment system supplemented by the xp-endo finisher file. *Int Endod J.* 2019;52(7):1070-6.
21. Haupt F, Meinel M, Gunawardana A, Hülsmann M. Effectiveness of different activated irrigation techniques on debris and smear layer removal from curved root canals: A sem evaluation. *Aust Endod J.* 2020;46(1):40-6.
22. Mozo S, Llena C, Chieffi N, Forner L, Ferrari M. Effectiveness of passive ultrasonic irrigation in improving elimination of smear layer and opening dentinal tubules. *J Clin Exp Dent.* 2014;6(1):e47-e52.
23. Keles A, Alcin H, Kamalak A, Versiani MA. Oval-shaped canal retreatment with self-adjusting file: A micro-computed tomography study. *Clin Oral Investig.* 2014;18(4):1147-53.
24. Keles A, Simsek N, Alcin H, Ahmetoglu F, Yologlu S. Retreatment of flat-oval root canals with a self-adjusting file: An sem study. *Dent Mater J.* 2014;33(6):786-91.
25. Ma J, Al-Ashaw AJ, Shen Y, Gao Y, Yang Y, Zhang C, et al. Efficacy of protaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from oval root canals: A micro-computed tomography study. *J Endod.* 2012;38(11):1516-20.
26. Tabassum S, Khan FR. Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *Eur J Dent.* 2016;10(1):144-7.
27. Martins MP, Duarte MA, Cavenago BC, Kato AS, da Silveira Bueno CE. Effectiveness of the protaper next and reciproc systems in removing root canal filling material with sonic or ultrasonic irrigation: A micro-computed tomographic study. *J Endod.* 2017;43(3):467-71.
28. Imura N, Kato AS, Hata GI, Uemura M, Toda T, Weine F. A comparison of the relative efficacies of four hand and rotary instrumentation techniques during endodontic retreatment. *Int Endod J.* 2000;33(4):361-6.
29. Silva E, Belladonna FG, Zuolo AS, Rodrigues E, Ehrhardt IC, Souza EM, et al. Effectiveness of xp-endo finisher and xp-endo finisher r in removing root filling

- remnants: A micro-ct study. *Int Endod J.* 2018;51(1):86-91.
30. Volponi A, Pelegri RA, Kato AS, Stringheta CP, Lopes RT, Silva ASS, et al. Micro-computed tomographic assessment of supplementary cleaning techniques for removing bioceramic sealer and gutta-percha in oval canals. *J Endod.* 2020;46(12):1901-6.
31. 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. *J Endod.* 2008;34(3):258-63.
32. de Chevigny C, Dao TT, Basrani BR, Marquis V, Farzaneh M, Abitbol S, et al. Treatment outcome in endodontics: The toronto study--phases 3 and 4: Orthograde retreatment. *J Endod.* 2008;34(2):131-7.
33. Hommez GM, Coppens CR, De Moor RJ. Periapical health related to the quality of coronal restorations and root fillings. *Int Endod J.* 2002;35(8):680-9.
34. Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J.* 1995;28(1):12-8.
35. Rocas IN, Hülsmann M, Siqueira JF, Jr. Microorganisms in root canal-treated teeth from a german population. *J Endod.* 2008;34(8):926-31.
36. Magura ME, Kafrawy AH, Brown CE, Jr., Newton CW. Human saliva coronal microleakage in obturated root canals: An in vitro study. *J Endod.* 1991;17(7):324-31.
37. Torabinejad M, Ung B, Kettering JD. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J Endod.* 1990;16(12):566-9.
38. Wu MK, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J.* 2001;34(2):137-41.
39. Sinsareekul C, Hiran-Us S. Comparison of the efficacy of three different supplementary cleaning protocols in root-filled teeth with a bioceramic sealer after retreatment-a micro-computed tomographic study. *Clin Oral Investig.* 2022;26(4):3515-21.
40. Goodman A, Schilder H, Aldrich W. The thermomechanical properties of gutta-percha.

- Part iv. A thermal profile of the warm gutta-percha packing procedure. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1981;51(5):544-51.
41. Friedman CE, Sandrik JL, Heuer MA, Rapp GW. Composition and physical properties of gutta-percha endodontic filling materials. *J Endod.* 1977;3(8):304-8.
 42. Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic retreatment--case selection and technique. 3. Retreatment techniques. *J Endod.* 1990;16(11):543-9.
 43. McDonald MN, Vire DE. Chloroform in the endodontic operator. *J Endod.* 1992;18(6):301-3.
 44. DUNCAN HF, & CHONG, B. S. . Removal of root filling materials. *Endodontic Topics.* 2008;19(1):33-57.
 45. Lim VS, Rajamanickam I, K. Lim, Lee L. Effectiveness of profile .04 taper rotary instruments in endodontic retreatment. *J Endod.* 2000;26(2):100-4.
 46. Barrieshi-Nusair KM. Gutta-percha retreatment: Effectiveness of nickel-titanium rotary instruments versus stainless steel hand files. *J Endod.* 2002;28(6):454-6.
 47. Somma F, Cammarota G, Plotino G, Grande NM, Pameijer CH. The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials. *J Endod.* 2008;34(4):466-9.
 48. Mollo A, Botti G, Principi Goldoni N, Randellini E, Paragliola R, Chazine M, et al. Efficacy of two ni-ti systems and hand files for removing gutta-percha from root canals. *Int Endod J.* 2012;45(1):1-6.
 49. Hansen MG. Relative efficiency of solvents used in endodontics. *J Endod.* 1998;24(1):38-40.
 50. Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, Duarte MA, del Carpio-Perochena AE, Villas-Bôas MH, Marciano MA, et al. Efficacy of xylene and passive ultrasonic irrigation on remaining root filling material during retreatment of anatomically complex teeth. *Int Endod J.* 2014;47(11):1078-83.
 51. Barreto MS, Rosa RA, Santini MF, Cavenago BC, Duarte MA, Bier CA, et al. Efficacy of ultrasonic activation of naocl and orange oil in removing filling material from mesial canals of mandibular molars with and without isthmus. *J Appl Oral Sci.*

- 2016;24(1):37-44.
52. Bueno C, Rios MA, Coelho MS, Villela AM, de Martin AS, Kato AS, et al. Influence of passive ultrasonic irrigation on the removal of root canal filling material in straight root canals. *Eur Endod J.* 2017;2(1):1-5.
53. Marques da Silva B, Baratto-Filho F, Leonardi DP, Henrique Borges A, Volpato L, Branco Barletta F. Effectiveness of protaper, d-race, and mtwo retreatment files with and without supplementary instruments in the removal of root canal filling material. *Int Endod J.* 2012;45(10):927-32.
54. Marfisi K, Mercade M, Plotino G, Duran-Sindreu F, Bueno R, Roig M. Efficacy of three different rotary files to remove gutta-percha and resilon from root canals. *Int Endod J.* 2010;43(11):1022-8.
55. Tasdemir T, Er K, Yildirim T, Celik D. Efficacy of three rotary niti instruments in removing gutta-percha from root canals. *Int Endod J.* 2008;41(3):191-6.
56. Meyappan R NS, Kannan K, Ahamed AS, Deepa VK, Kulandaivelu A. Effectiveness of conventional and three different rotary retreatment techniques in canals obturated with gutta percha- a scanning electron microscopic study. *Endodontology.* 2014;26(2):259-65.
57. Rodig T, Hausdorfer T, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M. Efficacy of d-race and protaper universal retreatment niti instruments and hand files in removing gutta-percha from curved root canals - a micro-computed tomography study. *Int Endod J.* 2012;45(6):580-9.
58. Ibrahim LA, Negm AM, Kataia MM. Efficacy of different techniques used for root canal retreatment. *Futur Dent J.* 2018;4(2):170-4.
59. Walmsley AD. Ultrasound and root canal treatment: The need for scientific evaluation. *Int Endod J.* 1987;20(3):105-11.
60. Lumley PJ, Walmsley AD, Walton RE, Rippin JW. Cleaning of oval canals using ultrasonic or sonic instrumentation. *J Endod.* 1993;19(9):453-7.
61. Abou-Rass M, Piccinino MV. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1982;54(3):323-8.

62. Castelo-Baz P, Martín-Biedma B, Cantatore G, Ruíz-Piñón M, Bahillo J, Rivas-Mundiña B, et al. In vitro comparison of passive and continuous ultrasonic irrigation in simulated lateral canals of extracted teeth. *J Endod.* 2012;38(5):688-91.
63. Song Y, Ma J-z, Wang R-y, Zhou X-d, Zou L, Gao Y. Calcium hydroxide removal in curved root canals with apical transportation in vitro. *Journal of Huazhong University of Science and Technology [Medical Sciences].* 2014;34(4):608-11.
64. Grischke J, Müller-Heine A, Hülsmann M. The effect of four different irrigation systems in the removal of a root canal sealer. *Clin Oral Investig.* 2014;18(7):1845-51.
65. Machado AG, Guilherme BPS, Provenzano JC, Marceliano-Alves MF, Gonçalves LS, Siqueira JF, Jr., et al. Effects of preparation with the self-adjusting file, trushape and xp-endo shaper systems, and a supplementary step with xp-endo finisher r on filling material removal during retreatment of mandibular molar canals. *Int Endod J.* 2019;52(5):709-15.
66. Campello AF, Almeida BM, Franzoni MA, Alves FRF, Marceliano-Alves MF, Rôças IN, et al. Influence of solvent and a supplementary step with a finishing instrument on filling material removal from canals connected by an isthmus. *Int Endod J.* 2019;52(5):716-24.
67. Tavares S, Gomes, C, Marceliano-Alves, M. F, Guimarães, L., Provenzano, J , Amoroso-Silva, P, Machado, A G, Siqueira, J. F., Jr, & Alves, F. Supplementing filling material removal with xp-endo finisher r or r1-clearsonic ultrasonic insert during retreatment of oval canals from contralateral teeth. *Aust Endod J.* 2021;47(2):188-94.
68. Chauhan R, Tikku A, Chandra A. Detection of residual obturation material after root canal retreatment with three different techniques using a dental operating microscope and a stereomicroscope: An in vitro comparative evaluation. *J Conserv Dent.* 2012;15(3):218-22.
69. Rios Mde A, Villela AM, Cunha RS, Velasco RC, De Martin AS, Kato AS, et al. Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. *J Endod.* 2014;40(4):543-6.

70. Karamifar K, Mehrasa N, Pardis P, Saghiri MA. Cleanliness of canal walls following gutta-percha removal with hand files, race and race plus xp-endo finisher instruments: A photographic in vitro analysis. *Iran Endod J.* 2017;12(2):242-47.
71. Ferreira JJ, Rhodes JS, Ford TR. The efficacy of gutta-percha removal using profiles. *Int Endod J.* 2001;34(4):267-74.
72. Oksan T, Aktener BO, Sen BH, Tezel H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 1993;26(5):301-5.
73. Simsek N, Keles A, Ahmetoglu F, Ocak MS, Yologlu S. Comparison of different retreatment techniques and root canal sealers: A scanning electron microscopic study. *Braz Oral Res.* 2014;28.
74. De-Deus G, Marins J, Neves Ade A, Reis C, Fidel S, Versiani MA, et al. Assessing accumulated hard-tissue debris using micro-computed tomography and free software for image processing and analysis. *J Endod.* 2014;40(2):271-6.
75. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971;32(2):271-5.
76. Nevares G, de Albuquerque DS, Freire LG, Romeiro K, Fogel HM, Dos Santos M, et al. Efficacy of protaper next compared with reciproc in removing obturation material from severely curved root canals: A micro-computed tomography study. *J Endod.* 2016;42(5):803-8.
77. Apiwattanasevee N, Suratanasurang O. Root canal morphology of premolars in a thai population. *Mahidol Dental Journal.* 2020;40(3):243-56.
78. Thanaruengrong P, Kulvitit S, Navachinda M, Charoenlarp P. Prevalence of complex root canal morphology in the mandibular first and second premolars in thai population: Cbct analysis. *BMC Oral Health.* 2021 21(1):449.
79. Baisden MK, Kulild JC, Weller RN. Root canal configuration of the mandibular first premolar. *J Endod.* 1992;18(10):505-8.
80. Siqueira Junior JF, Rôças IDN, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Ricucci D. Unprepared root canal surface areas: Causes, clinical implications, and therapeutic strategies.

- Braz Oral Res. 2018;32(suppl 1):e65.
81. Martins JNR, Silva E, Marques D, Belladonna F, Simões-Carvalho M, Camacho E, et al. Comparison of design, metallurgy, mechanical performance and shaping ability of replica-like and counterfeit instruments of the protaper next system. *Int Endod J.* 2021;54(5):780-92.
82. Özyürek T, Demiryürek E. Efficacy of different nickel-titanium instruments in removing gutta-percha during root canal retreatment. *J Endod.* 2016;42(4):646-9. eng.
83. Boutsoukis C, Kastrinakis E, Lambrianidis T, Verhaagen B, Versluis M, van der Sluis LW. Formation and removal of apical vapor lock during syringe irrigation: A combined experimental and computational fluid dynamics approach. *Int Endod J.* 2014;47(2):191-201.
84. Loroño G, Zaldivar JR, Arias A, Cisneros R, Dorado S, Jimenez-Octavio JR. Positive and negative pressure irrigation in oval root canals with apical ramifications: A computational fluid dynamics evaluation in micro-ct scanned real teeth. *Int Endod J.* 2020;53(5):671-9.
85. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod.* 2009;35(6):791-804.
86. Kumar RS, Ankola A, Peerzade M, Sankeshwari R, Hampiholi V, Pai Khot A, et al. Comparative efficacy of different irrigant activation techniques for irrigant delivery up to the working length of mature permanent teeth: A systematic review and meta-analysis. *Eur Endod J.* 2023;8(1):1-19.
87. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA, Walton AJ. Ultrasonic debridement of root canals: Acoustic cavitation and its relevance. 1988. *Int Endod J.* 2009;42(5):391-8.
88. Uzunoglu-Özyürek E, Küçükkaya Eren S, Karahan S. Contribution of xp-endo files to the root canal filling removal: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Australian Endodontic Journal.* 2021;47(3):703-14.
89. Keskin NB, Ince Yusufoglu S. Evaluation of the efficacy of rotary and reciprocating systems for the removal of filling material for various root canal filling techniques. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2023;17(2):96-100.





ตาราง 5 ปริมาณร้อยละของพื้นที่ก้นตลิ่งที่กัดตลิ่งที่เหลือหลังการล้างคลองรากฟัน กลุ่มเข็มล้างปกติ
ด้านแก้ม-ลิ้น

Number (n = 12)	คลองรากฟันส่วนต้น			คลองรากฟันส่วนกลาง			คลองรากฟันส่วนปลาย		
	พื้นที่ canal	Volume	%	พื้นที่ canal	Volume	%	พื้นที่ canal	Volume	%
1	7.13	0	0.00	5.17	2.85	55.12	3.30	0.76	23.05
2	6.05	0	0.00	3.62	1.59	43.90	2.36	1.16	49.26
3	6.55	0.85	12.98	4.49	1.74	38.73	2.39	0.64	26.81
4	5.25	1.01	19.14	4.16	1.1	26.44	2.02	0.71	35.15
5	5.56	0.40	7.23	3.73	1.01	27.07	2.68	1.02	38.13
6	6.69	0	0.00	5.41	1.88	34.72	3.02	1.63	54.04
7	6.63	0.68	10.26	4.63	0.76	16.48	2.86	1.56	54.55
8	6.22	0.86	13.79	4.25	1.78	41.88	2.40	0.53	21.88
9	7.42	0.15	2.02	6.03	2.15	35.66	3.44	1.58	45.89
10	6.52	0.284	4.36	4.73	1.4	29.62	2.82	1.2	42.49
11	7.25	0.28	3.86	3.79	2.07	54.63	2.07	1.28	61.73
12	7.05	0.53	7.51	5.81	2.52	43.37	3.26	0.8	24.55
Average		0.42	6.76		1.74	37.30		1.07	39.79
SD			6.24			11.46			13.69

ตาราง 6 ปริมาณร้อยละของพื้นที่กักตุนเปอร์เซ็นต์ที่เหลือหลังการล้างคลองรากฟัน กลุ่มเข็มล้างปกติ
ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง

Number (n = 12)	คลองรากฟันส่วนต้น			คลองรากฟันส่วนกลาง			คลองรากฟันส่วนปลาย		
	พื้นที่ canal	Volume	%	พื้นที่ canal	Volume	%	พื้นที่ canal	Volume	%
1	12.76	0	0	7.82	3.1	39.64	3.76	1.49	39.66
2	13.83	0	0	7.98	2.63	32.95	3.62	1.92	53.01
3	13.02	0.72	5.53	7.60	2.62	34.46	3.97	0.98	24.70
4	11.19	1.58	14.12	6.57	2.10	31.98	4.85	1.82	37.56
5	12.48	0.31	2.52	8.20	1.68	20.49	3.00	1.75	58.43
6	15.04	0	0.00	11.75	2.19	18.64	6.09	1.92	31.55
7	9.65	0.73	7.56	6.4	1.22	18.98	3.71	2.09	56.30
8	12.64	1.18	9.34	7.13	0.91	12.77	4.08	0.61	14.99
9	11.05	0.36	3.26	6.38	2.73	42.79	5.47	1.81	33.11
10	10.85	0	0.00	6.11	1.63	26.70	3.32	1.66	50.08
11	11.07	0.28	2.53	6.77	2.49	36.81	2.92	1.42	48.66
12	13.13	1.11	8.47	7.62	3.7	48.53	4.96	1.05	21.17
Average		0.52	4.44		2.25	30.40		1.54	39.10
SD			4.60			10.98			14.40

ตาราง 7 ปริมาณร้อยละของพื้นที่กักตุนเปอร์เซ็นต์ที่เหลือหลังการล้างคลองรากฟัน กลุ่มเอชไอวี
ด้านแก้ม-ลิ้น

Number (n = 12)	คลองรากฟันส่วนต้น			คลองรากฟันส่วนกลาง			คลองรากฟันส่วนปลาย		
	พื้นที่ canal	Volume	%	พื้นที่ canal	Volume	%	พื้นที่ canal	Volume	%
1	6.09	0.71	11.65	4.435	0.75	16.91	1.94	0.54	28.06
2	6.94	0.75	10.82	3.533	1.31	37.08	1.95	0.61	31.35
3	7.29	0.90	12.28	4.096	0.79	19.29	3.28	1.42	43.29
4	5.17	0.00	0.00	4.819	0.82	17.04	2.49	1.50	60.24
5	5.81	0.48	8.28	3.514	1.61	45.85	2.39	0.71	29.66
6	6.61	0.87	13.16	4.115	1.03	25.03	1.43	1.02	71.48
7	5.97	0.62	10.40	4.589	0.85	18.50	2.34	1.41	60.12
8	6.43	0.60	9.34	4.454	1.14	25.64	2.33	0.78	33.48
9	7.06	0.00	0.00	4.934	1.71	34.66	2.96	1.35	45.65
10	6.27	0.31	4.94	5.939	1.98	33.37	3.09	0.59	19.09
11	5.75	0.42	7.31	3.008	0.52	17.29	1.72	1.46	85.13
12	7.70	0.89	11.56	3.398	0.66	19.42	3.33	1.10	33.08
Average		0.55	8.31		1.10	25.84		1.04	45.05
SD			4.50			9.68			20.07

ตาราง 8 ปริมาณร้อยละของพื้นที่กัตตาเปอร์ชาที่เหลือหลังการล้างคลองรากฟัน กลุ่มเอชริเซฟ
ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง

Number (n = 12)	คลองรากฟันส่วนต้น			คลองรากฟันส่วนกลาง			คลองรากฟันส่วนปลาย		
	พื้นที่ canal	Volume	%	พื้นที่ canal	Volume	%	พื้นที่ canal	Volume	%
1	8.54	0.21	2.46	7.29	0.84	11.52	2.80	0.79	28.39
2	18.09	0.92	5.09	9.22	1.48	16.06	3.15	1.51	47.95
3	8.97	1.14	12.73	7.95	0.39	4.91	4.35	0.41	9.43
4	18.28	0.00	0.00	14.48	0.83	5.71	6.50	1.92	29.53
5	11.23	0.75	6.68	7.48	0.29	3.93	3.14	0.56	17.92
6	11.01	0.34	3.09	17.74	0.54	3.05	3.81	1.01	26.52
7	16.91	1.27	7.49	9.42	0.72	7.61	4.94	0.75	15.18
8	12.19	1.40	11.51	6.74	0.73	10.83	3.71	0.63	16.89
9	13.02	0.00	0.00	10.28	1.42	13.82	5.03	1.67	33.20
10	15.05	0.49	3.26	7.90	1.31	16.57	3.61	0.12	3.32
11	14.14	0.21	1.48	7.70	0.86	11.17	3.42	1.73	50.61
12	16.91	0.61	3.61	9.98	1.12	11.22	5.47	1.51	27.60
Average		0.61	4.78		0.88	9.70		1.05	25.55
SD			4.13			4.62			14.18

ตาราง 9 ปริมาณร้อยละของพื้นที่กัตตาเปอร์ชาที่เหลือหลังการล้างคลองรากฟัน กลุ่มล่างเอ็กซ์พี
เอ็นโดฟินิชเซอร์อา ด้านแก้ม-ลิ้น

Number (n = 12)	คลองรากฟันส่วนต้น			คลองรากฟันส่วนกลาง			คลองรากฟันส่วนปลาย		
	พื้นที่ canal	Volume	%	พื้นที่ canal	Volume	%	พื้นที่ canal	Volume	%
1	7.13	0.98	13.74	5.17	1.04	20.11	3.30	0.97	29.38
2	6.05	1.14	18.88	3.62	1.02	28.16	2.36	1.10	46.71
3	6.55	0.00	0.00	4.49	1.63	36.28	2.39	1.18	49.35
4	5.25	0.76	14.48	4.16	0.86	20.67	2.02	0.84	41.73
5	5.56	0.00	0.00	3.73	0.86	23.05	2.68	0.77	28.79
6	6.69	0.49	7.32	5.41	1.21	22.42	3.02	0.42	13.91
7	6.63	1.04	15.69	4.63	2.18	46.98	2.86	1.15	40.21
8	6.22	0.00	0.00	4.25	1.21	28.47	2.40	0.98	40.83
9	7.42	0.35	4.77	6.03	1.48	24.48	3.44	0.96	27.94
10	6.52	0.00	0.00	4.73	2.12	44.86	2.82	0.75	26.56
11	7.25	1.12	15.50	3.79	1.48	39.14	2.07	0.43	20.85
12	7.05	1.1	15.60	5.81	0.53	9.12	3.26	0.76	23.39
Average		0.58	8.83		1.30	28.65		0.86	32.47
SD			7.54			11.17			11.05

ตาราง 10 ปริมาณร้อยละของพื้นที่กัตตาเปอร์ชาที่เหลือหลังการล้างคลองรากฟัน กลุ่มล่างเอ็กซ์พี
เอ็นโดฟินิชเซอร์อา ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง

Number (n = 12)	คลองรากฟันส่วนต้น			คลองรากฟันส่วนกลาง			คลองรากฟันส่วนปลาย		
	พื้นที่ canal	Volume	%	พื้นที่ canal	Volume	%	พื้นที่ canal	Volume	%
1	7.13	1.14	15.99	5.17	0.73	14.12	3.30	0.91	27.53
2	6.05	1.04	17.15	3.62	1.13	31.20	2.36	0.92	39.19
3	6.55	0.00	0.00	4.49	1.42	31.67	2.39	1.81	75.83
4	5.25	0.49	9.28	4.16	0.74	17.67	2.02	0.72	35.64
5	5.56	0.00	0.00	3.73	0.61	16.46	2.68	1.47	55.03
6	6.69	0.00	0.00	5.41	1.50	27.78	3.02	0.86	28.38
7	6.63	0.84	12.70	4.63	2.85	61.58	2.86	1.32	46.19
8	6.22	0.00	0.00	4.25	1.09	25.65	2.40	0.61	25.54
9	7.42	0.47	6.29	6.03	1.75	29.04	3.44	0.95	27.45
10	6.52	0.00	0.00	4.73	1.55	32.78	2.82	0.82	29.07
11	7.25	1.20	16.56	3.79	1.57	41.54	2.07	1.26	61.01
12	7.05	0.63	8.96	5.81	0.29	4.99	3.26	0.97	29.71
Average		0.48	7.24		1.27	27.87		1.05	40.05
SD			7.14			14.54			16.21

ตาราง 11 การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกัตาเปอร์ชาที่ลดลงในคลองรากฟันของแต่ละด้านภายหลังการทดสอบด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
△ gutta percha removed of Bucco-lingual view	Between Groups	41.265	2	20.633	24.787	0.000
	Within Groups	27.470	33	0.832		
	Total	68.735	35			
△ gutta percha removed of Proximal view	Between Groups	37.779	2	18.889	36.408	0.000
	Within Groups	17.121	33	0.519		
	Total	54.900	35			

ตาราง 12 การแจกแจงของข้อมูลในแต่ละกลุ่มวิธีการล้างที่แตกต่างกัน ในแต่ละระดับของคลองรากฟัน ด้านแก้ม-ลิ้น ทดสอบด้วยสถิติชาปิโร-วิลค์(Shapiro-Wilk Test)

Proximal view	Group	Static	df	Sig.
Before gutta percha removed of total canal	Syringe irrigation	0.903	12	0.174
	XP-endo finisher R	0.872	12	0.069
	Irrisafe	0.876	12	0.079
After gutta percha removed of total canal	Syringe irrigation	0.956	12	0.730
	XP-endo finisher R	0.919	12	0.277
	Irrisafe	0.920	12	0.285
Δ of gutta percha removed of total canal	Syringe irrigation	0.931	12	0.394
	XP-endo finisher R	0.983	12	0.993
	Irrisafe	0.943	12	0.532
Before gutta percha removed of Coronal third	Syringe irrigation	0.933	12	0.410
	XP-endo finisher R	0.855	12	0.043
	Irrisafe	0.875	12	0.075
After gutta percha removed of Coronal third	Syringe irrigation	0.920	12	0.282
	XP-endo finisher R	0.829	12	0.021
	Irrisafe	0.854	12	0.041
Before gutta percha removed of Middle third	Syringe irrigation	0.973	12	0.941
	XP-endo finisher R	0.931	12	0.389
	Irrisafe	0.914	12	0.242
After gutta percha removed of Middle third	Syringe irrigation	0.968	12	0.892
	XP-endo finisher R	0.949	12	0.629
	Irrisafe	0.856	12	0.044
Before gutta percha removed of Apical third	Syringe irrigation	0.920	12	0.287
	XP-endo finisher R	0.961	12	0.797
	Irrisafe	0.893	12	0.129
After gutta percha removed of Apical third	Syringe irrigation	0.934	12	0.430
	XP-endo finisher R	0.950	12	0.631
	Irrisafe	0.919	12	0.275

ตาราง 13 การแจกแจงของข้อมูลในแต่ละกลุ่มวิธีการล้างที่แตกต่างกัน ในแต่ละระดับของคลองรากฟัน ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง ทดสอบด้วยสถิติชาปิโร-วิลค์(Shapiro-Wilk Test)

Proximal view	Group	Static	df	Sig.
Before gutta percha removed of total canal	Syringe irrigation	0.962	12	0.814
	XP-endo finisher R	0.869	12	0.064
	Irrisafe	0.927	12	0.348
After gutta percha removed of total canal	Syringe irrigation	0.969	12	0.903
	XP-endo finisher R	0.951	12	0.038
	Irrisafe	0.900	12	0.157
Δ of gutta percha removed of total canal	Syringe irrigation	0.869	12	0.064
	XP-endo finisher R	0.900	12	0.158
	Irrisafe	0.971	12	0.922
Before gutta percha removed of Coronal third	Syringe irrigation	0.898	12	0.147
	XP-endo finisher R	0.772	12	0.005
	Irrisafe	0.912	12	0.230
After gutta percha removed of Coronal third	Syringe irrigation	0.883	12	0.094
	XP-endo finisher R	0.831	12	0.022
	Irrisafe	0.909	12	0.205
Before gutta percha removed of Middle third	Syringe irrigation	0.961	12	0.798
	XP-endo finisher R	0.922	12	0.306
	Irrisafe	0.922	12	0.302
After gutta percha removed of Middle third	Syringe irrigation	0.966	12	0.871
	XP-endo finisher R	0.938	12	0.469
	Irrisafe	0.933	12	0.418
Before gutta percha removed of Apical third	Syringe irrigation	0.930	12	0.379
	XP-endo finisher R	0.839	12	0.027
	Irrisafe	0.949	12	0.622
After gutta percha removed of Apical third	Syringe irrigation	0.950	12	0.639
	XP-endo finisher R	0.833	12	0.023
	Irrisafe	0.954	12	0.693

ตาราง 14 วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของร้อยละปริมาณกัตาเปอร์ชาที่ลดลงในคลองรากฟัน ด้านแก้ม-ลิ้น และ ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง รวมทุกระดับของคลองรากฟันด้วยสถิติขั้นที่แตก(Dunn-Sidak test)

Dependent Variable	(I) Group	(J) Group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
△gutta percha removed Bucco-lingual view	Syringe irrigation	XP-endo finisher R	-2.35	.37	.000	-3.28	-1.41
		Irrisafe	-.16	.37	.966	-1.09	.78
	XP-endo finisher R	Syringe irrigation	2.35*	.37	.000	1.41	3.28
		Irrisafe	2.19*	.37	.000	1.25	3.13
	Irrisafe	Syringe irrigation	.16	.37	.966	-.78	1.09
		XP-endo finisher R	-2.19*	.37	.000	-3.13	-1.25
△gutta percha removed Proximal view	Syringe irrigation	XP-endo finisher R	-2.25*	.29	.000	-2.98	-1.51
		Irrisafe	-.15	.29	.940	-.89	.59
	XP-endo finisher R	Syringe irrigation	2.25*	.29	.000	1.51	2.98
		Irrisafe	2.09*	.29	.000	1.35	2.83
	Irrisafe	Syringe irrigation	.15	.29	.940	-.59	.89
		XP-endo finisher R	-2.09*	.29	.000	-2.83	-1.35

*The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตาราง 15 วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของร้อยละปริมาณกัตาเปอร์ชาที่ลดลงในคลองรากฟัน ด้านแก้ม-ลิ้น แต่ระดับของคลองรากฟันด้วยสถิติต้นซี้เดก(Dunn-Sidak test)

Site	(I) Group	(J) Group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
△ gutta percha removed at Coronal	Syringe irrigation	XP-endo finisher R	-0.69	.42	0.286	-1.74	0.36
		Irrisafe	-0.04	.42	1	-1.09	1.01
	XP-endo finisher R	Syringe irrigation	0.69	.42	0.286	-0.3575	1.75
		Irrisafe	0.65	.42	0.335	-0.3977	1.70
	Irrisafe	Syringe irrigation	0.04	.42	1	-1.01	1.09
		XP-endo finisher R	-0.65	.42	.335	-1.70	0.39
△ gutta percha removed at Middle	Syringe irrigation	XP-endo finisher R	-3.42	1.46	0.075	-7.12	0.26
		Irrisafe	-0.56	1.46	0.974	-4.25	3.13
	XP-endo finisher R	Syringe irrigation	3.42	1.46	.007	-0.26	7.12
		Irrisafe	2.86	1.46	0.16	-0.82	6.56
	Irrisafe	Syringe irrigation	0.56	1.46	0.97	-3.13	4.25
		XP-endo finisher R	-2.86	1.46	0.168	-6.56	0.82
△ gutta percha removed at Apical	Syringe irrigation	XP-endo finisher R	-5.79*	1.75	0.007	-10.21	-1.38
		Irrisafe	-1.22	1.75	0.868	-5.63	3.19
	XP-endo finisher R	Syringe irrigation	5.79*	1.75	0.007	1.38	10.21
		Irrisafe	4.57*	1.75	0.04	0.16	8.99
	Irrisafe	Syringe irrigation	1.22	1.75	0.86	-3.19	5.63
		XP-endo finisher R	-4.57*	1.75	0.04	-8.99	-0.16

*The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตาราง 16 วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของร้อยละปริมาณกัตาเปอร์ชาที่ลดลงในคลองรากฟัน ด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง แต่ระดับของคลองรากฟันด้วยสถิติต้นซี้เดก(Dunn-Sidak test)

Site	(I) Group	(J) Group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
△gutta percha removed At Coronal	Syringe irrigation	XP-endo finisher R	-2.51*	0.82	0.012	-4.56	-0.46
		Irrisafe	0.12	0.82	0.998	-1.92	2.17
	XP-endo finisher R	Syringe irrigation	2.51*	0.82	0.012	0.46	4.56
		Irrisafe	2.64	0.82	0.008	0.58	4.69
	Irrisafe	Syringe irrigation	-0.12	0.82	0.998	-2.17	1.92
		XP-endo finisher R	-2.64	0.82	0.008	-4.69	-0.58
△gutta percha removed At Middle	Syringe irrigation	XP-endo finisher R	-4.39*	1.08	0.001	-7.13	-1.65
		Irrisafe	0.29	1.08	0.990	-2.44	3.04
	XP-endo finisher R	Syringe irrigation	4.39*	1.08	0.001	1.65	7.13
		Irrisafe	4.69*	1.08	0.000	1.95	7.43
	Irrisafe	Syringe irrigation	-0.29	1.08	0.990	-3.04	2.44
		XP-endo finisher R	-4.69	1.08	0.000	-7.43	-1.95
△gutta percha removed At Apical	Syringe irrigation	XP-endo finisher R	-6.58*	1.08	0.000	-9.30	-3.86
		Irrisafe	-0.93	1.08	0.778	-3.64	1.78
	XP-endo finisher R	Syringe irrigation	6.58*	1.08	0.000	3.86	9.30
		Irrisafe	5.65*	1.08	0.000	2.93	8.37
	Irrisafe	Syringe irrigation	0.93	1.08	0.778	-1.78	3.64
		XP-endo finisher R	-5.65*	1.08	0.000	-8.37	-2.93

*The mean difference is significant at the 0.05 level.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นภสร ไครบุตร
วัน เดือน ปี เกิด	21 ตุลาคม 2534
สถานที่เกิด	สกลนคร
วุฒิการศึกษา	พ.ศ.2560 ทันตแพทยศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิต
ที่อยู่ปัจจุบัน	18 ถ.สุขเกษม ต.ธาตุเชิงชุม อ.เมือง จ.สกลนคร 47000

