



การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องในการกำจัดกัตทา
เพอร์ชาเพื่อการรักษาคคลองรากฟันซ้ำ

COMPARISON OF EFFICACY OF NI-TI INSTRUMENTS IN REMOVING GUTTA-PERCHA
FOR ROOT CANAL RETREATMENT

ชุตติมา แก้วกำไร

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2561

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องในการ
กำจัดกัตทา
เพอร์ชาเพื่อการรักษาคลองรากฟันซ้ำ



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมคลินิก
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

COMPARISON OF EFFICACY OF NI-TI INSTRUMENTS IN REMOVING
GUTTA-PERCHA FOR ROOT CANAL RETREATMENT



CHUTIMA KAEWKAMRAI

A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for MASTER OF SCIENCE (Clinical Dentistry)
Faculty of Dentistry Srinakharinwirot University

2018

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของไฟลิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องในการกำจัดกัตา
เพอร์ชาเพื่อการรักษาคลองรากฟันซ้ำ

ของ

ชุติมา แก้วกำไร

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมคลินิก

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ที่ปรึกษาหลัก

(ทพญ. ดร.จารุมา ศักดิ์ดี)

ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ทพญ.ปิยาณี พาณิชย์
วิสัย)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทพญ.ดร.ศิริจันทร์
เจียรพุฒิ)

ชื่อเรื่อง	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของไฟลินิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องในการกำจัดกัตาเพอร์ชาเพื่อการรักษาคคลองรากฟันซ้ำ
ผู้วิจัย	ชุติมา แก้วกำไร
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	ทพญ. ดร. จารุมา ศักดิ์ดี

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการรื้อกัตาเพอร์ชาออกจากคลองรากฟันระหว่างการใช้ไฟลินิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบดีเรช ระบบโพรเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทริทเมนต์ ระบบโพรเทเปอร์เน็กซ์ และระบบโพรเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอล วิธีการศึกษา: ใช้ฟันถอนกรามน้อยล่าง 80 ซี่ ทำการตัดตัวฟันให้ได้ความยาวเฉพาะรากขนาด 13 มิลลิเมตร ขยายคลองรากฟันด้วยไฟลินิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องชนิดเรซจนถึงขนาด 25/02 แล้วทำการอุดคลองรากฟันด้วยกัตาเพอร์ชาและซีลเลอร์เอเอชพลัสด้วยวิธีเวดดิคัลคอนเดนเซชัน นำขึ้นฟันตัวอย่างมาแบ่งกลุ่มแบบสุ่มเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 20 ซี่ สำหรับเครื่องมือ 4 ระบบ ขณะรื้อกัตาเพอร์ชาล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 และล้างครั้งสุดท้ายด้วยสารละลายอีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 แบ่งรากฟันเป็น 2 ส่วนตามแนวยาวและถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงสเตอริโอกำลังขยาย 20 เท่า เพื่อบันทึกพื้นที่ของวัสดุอุดที่เหลือบนผนังคลองรากฟัน วิเคราะห์ความแตกต่างของร้อยละของพื้นที่ของกัตาเพอร์ชาที่หลงเหลือโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและการทดสอบของเซฟเฟสที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สุ่มเลือกขึ้นตัวอย่างจำนวน 2 ซี่ จากแต่ละกลุ่มทดลองมาประเมินลักษณะของชั้นสเมียร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ผลการศึกษาพบว่าไม่มีคลองรากฟันใดที่สามารถกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันได้สะอาดทั้งหมด ปริมาตรร้อยละพื้นที่ของวัสดุอุดที่เหลือในคลองรากฟันของกลุ่มโพรเทเปอร์เน็กซ์ ($2.20 + 0.99$) และกลุ่มโพรเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทริทเมนต์ ($2.62 + 1.12$) เหลือวัสดุอุดคลองรากฟันน้อยสุด กลุ่มดีเรช ($10.63 + 1.50$) เหลือปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปผล: ภายใต้อำนาจจำกัดของการศึกษานี้ไฟลินิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบโพรเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทริทเมนต์และโพรเทเปอร์เน็กซ์สามารถกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันได้ดีที่สุด ระบบดีเรชเหลือปริมาณของวัสดุอุดคลองรากฟันมากกว่าระบบอื่นโดยเฉพาะบริเวณใกล้ปลายรากฟัน

คำสำคัญ : ไฟลินิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่อง, การรักษาคคลองรากฟันซ้ำ, การรื้อกัตาเพอร์ชา

Title	COMPARISON OF EFFICACY OF NI-TI INSTRUMENTS IN REMOVING GUTTA-PERCHA FOR ROOT CANAL RETREATMENT
Author	CHUTIMA KAEWKAMRAI
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2018
Thesis Advisor	D.D.S., D.M.Sc. Jaruma Sakdee

The aim of this study was to compare the efficiency of gutta-percha removal from the obturated root canals between the following instruments: D-RaCe, ProTaper Universal Retreatment, ProTaper Next and ProTaper Universal. Materials and methods: Eighty extracted mandibular premolars. All teeth were decoronated to reduce the specimens to a uniform length of 13 mm. Canals were instrumented up to size 25/.02 with RaCe NiTi rotary instruments. Root canal obturation was performed with gutta-percha and AH-Plus sealer by vertical condensation technique. Specimens were randomly divided into four groups of twenty each and assigned to one of four NiTi systems. 2.5% NaOCl was used as irrigating solution while removing gutta-percha and 17% EDTA was finally flushed after the retreatment procedure was completed. Roots were split longitudinally. Photographs of root canals were taken under light stereomicroscope at 20X and calculated the percentage area of remaining root canal filling. Statistical analysis was performed by One-way ANOVA and the Sheffe's test at $P < 0.05$. Two specimens from each group were observed under scanning electron microscope to evaluate the smear layer. Results: None of specimens showed totally cleaned root canal walls. The percentage of area with residual root canal filling materials in ProTaper Next and ProTaper universal retreatment groups were the least, indicated by the result of $2.20 \pm 0.99\%$ and 2.62 ± 1.12 . D-RaCe left the area of filling material 10.63 ± 1.50 which was statistically common among most groups. Conclusion: Within the limitations of this study, NiTi rotary ProTaper Next and ProTaper universal retreatment effectively removed gutta-percha from root canals. D-RaCe left more gutta-percha remnants than other systems, especially in the apical third.

Keyword : Ni-Ti rotary system Root canal retreatment Gutta percha removal



กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้นั้นผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ทพญ.ชินาลัย ปิยะชน ทพญ.ดร.จารุมา ศักดิ์ดี และ ผศ.ดร.ทพญ.ปรมาภรณ์ จิวพัฒนกุล แก้วมณี ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เพื่อการปรับปรุงแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้เหมาะสม มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ บุคลากรประจำภาควิชาทุกท่านที่ให้คำแนะนำ และให้ความช่วยในการดำเนินการต่างๆ อย่างดียิ่ง ตลอดจนเพื่อนๆ นิสิตทันตแพทยมหาบัณฑิตทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ และกระตุ้นให้เกิดความพยายามในการแก้ไขปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่างๆ

ขอขอบคุณนางกนกพร สุขยานันท์ และนายศิริพงศ์ ตั้งประเสริฐ เจ้าหน้าที่คณะทันตแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่ให้ความช่วยเหลือในขั้นตอนของการทดลองรวมถึงอำนวยความสะดวกในทุกๆ เรื่อง เพื่อให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วง

สุดท้ายขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่ และบุคคลรอบข้างทุกคนที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนในเรื่องต่างๆ แก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา และเข้าใจในอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างวิจัย จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

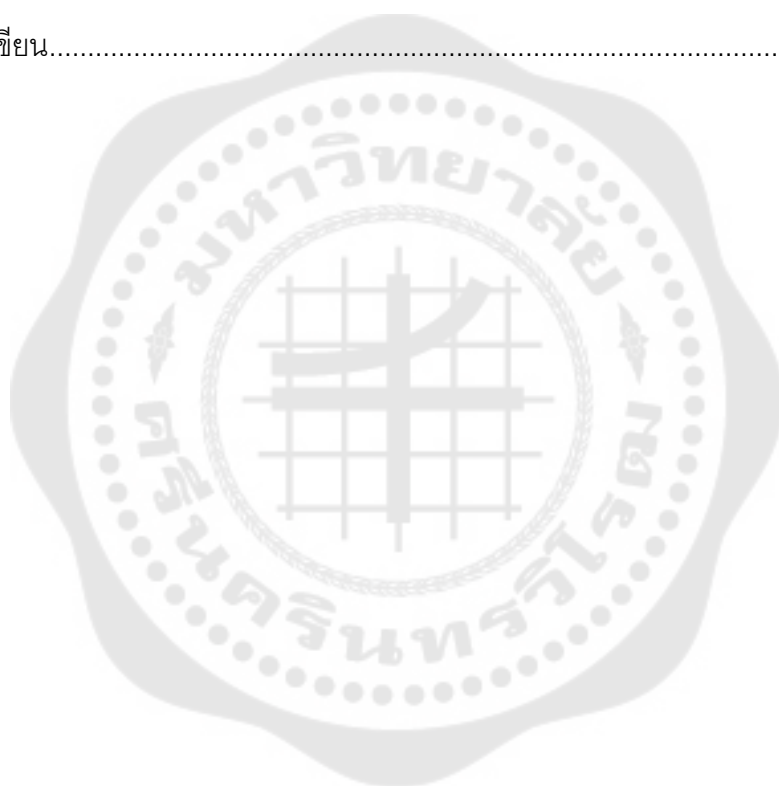
ชุตีมา แก้วกำไร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
คำถามการวิจัย.....	2
ความสำคัญของการวิจัย	2
จุดมุ่งหมายของงานวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
ตัวแปรที่ศึกษา	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
กรอบแนวคิดวิจัย	4
สมมติฐานการวิจัย	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
ชนิดของวัสดุอุดคลองรากฟัน.....	7
วิธีการรื้อกัทยาเพอร์ชาจากคลองรากฟัน	7
การรื้อกัทยาเพอร์ชาด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่อง.....	7
ประเภทไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่อง	8

ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบดีเรช	8
ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอรฺยูนิเวอซอลรีทรีตเมนต์	9
ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอรฺเน็กซ์	10
ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอรฺยูนิเวอซอล	11
การรื้อกัตทาเพอร์ชาด้วยไฟล์ที่หมุนด้วยเครื่องโดยไม่ใช่ตัวทำละลาย	12
วิธีการรื้อกัตทาเพอร์ชาด้วยไฟล์ที่หมุนด้วยเครื่องร่วมกับการใช้ตัวทำละลาย	14
วิธีการประเมินประสิทธิภาพการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟัน	15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	17
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	17
3.1.1 อุปกรณ์เตรียมคลองรากฟัน	17
3.1.2. อุปกรณ์ล้างคลองรากฟัน	17
3.1.3. วัสดุและอุปกรณ์อุดคลองรากฟัน	17
3.2 การเลือกฟัน	18
3.3 การเตรียมฟัน	18
3.4 การเตรียมคลองรากฟัน	18
3.5 การอุดคลองรากฟัน	19
3.6 ขั้นตอนการรื้อกัตทาเพอร์ชา	19
กลุ่มที่ 1 ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบดีเรช	19
กลุ่มที่ 2 ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอรฺยูนิเวอซอลรีทรีตเมนต์	20
กลุ่มที่ 3 ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอรฺเน็กซ์	20
กลุ่มที่ 4 ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอรฺยูนิเวอซอล	20
3.7 การประเมินปริมาณวัสดุที่เหลือภายในคลองรากฟัน	21

3.9 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล	22
บทที่ 4 ผลการศึกษา	23
บทที่ 5 อภิปรายผลและสรุปผล	29
สรุปผล.....	35
ภาคผนวก.....	36
บรรณานุกรม	44
ประวัติผู้เขียน.....	51



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ผ่นังคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือ	23
ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ผ่นังคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือแยกตามระดับ ของคลองรากฟัน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	24
ตาราง 3 ปริมาณร้อยละของพื้นที่ผ่นังคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือของกลุ่มโพรเท เปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีทเม้นท์	37
ตาราง 4 ปริมาณร้อยละของพื้นที่ผ่นังคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือของกลุ่มโพรเท เปอร์เน็กซ์	38
ตาราง 5 ปริมาณร้อยละของพื้นที่ผ่นังคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือของกลุ่มโพรเท เปอร์ยูนิเวอซอล	39
ตาราง 6 การวิเคราะห์ด้วยสถิติโดยใช้ One-Way ANOVA และ Sheffe's test เพื่อเปรียบเทียบ ปริมาณร้อยละของพื้นที่ผ่นังคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือที่ตำแหน่งคลองรากฟัน ส่วนต้น	40
ตาราง 7 การวิเคราะห์ด้วยสถิติโดยใช้ One-Way ANOVA และ Sheffe's test เพื่อเปรียบเทียบ ปริมาณร้อยละของพื้นที่ผ่นังคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือที่ตำแหน่งคลองรากฟัน ส่วนกลาง	41
ตาราง 8 การวิเคราะห์ด้วยสถิติโดยใช้ One-Way ANOVA และ Sheffe's test เพื่อเปรียบเทียบ ปริมาณร้อยละของพื้นที่ผ่นังคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือที่ตำแหน่งคลองรากฟัน ส่วนปลาย	42
ตาราง 9 การวิเคราะห์ด้วยสถิติโดยใช้ One-Way ANOVA และ Sheffe's test เพื่อเปรียบเทียบ ผลรวมค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ผ่นังคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือของแต่ละกลุ่ม ตัวอย่าง	43

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 ไฟล์ดีเรช ขนาดดีอาร์ 1 และดีอาร์ 2 ⁽²⁸⁾	9
ภาพประกอบ 2 ไฟล์โพเทปเปอร์ยูนิเวซอลรีทริตเมนต์ ขนาดดี 1 ดี 2 และดี3 ⁽³⁰⁾	10
ภาพประกอบ 3 ไฟล์โพเทปเปอร์เน็กซ์ ขนาดเอ็กซ์ 1-5 ⁽³²⁾	11
ภาพประกอบ 4 ไฟล์โพเทปเปอร์ยูนิเวซอล ขนาด เอฟ 1-3 ⁽³³⁾	11
ภาพประกอบ 5 พันตัวอย่างในแบบหล่อปูน	19
ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการแบ่งรากฟันในแนวยาว	21
ภาพประกอบ 7 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ผนังคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือ	23
ภาพประกอบ 8 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ผนังคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือ แยกตามระดับของคลองรากฟัน	25
ภาพประกอบ 9 ลักษณะกัทยาเพอร์ซาที่เหลือจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงสเตอริโอกำลังขยาย 20 เท่า ของกลุ่มดีเรช โพเทปเปอร์ยูนิเวซอลรีทริตเมนต์ โพเทปเปอร์เน็กซ์และโพเทปเปอร์ยูนิเวซอล	26
ภาพประกอบ 10 ลักษณะชั้นสเมียร์จากภาพของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 1000 เท่าของกลุ่มดีเรช และโพเทปเปอร์ยูนิเวซอลรีทริตเมนต์	27
ภาพประกอบ 11 ลักษณะชั้นสเมียร์จากภาพของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 1000 เท่าของกลุ่มโพเทปเปอร์เน็กซ์และโพเทปเปอร์ยูนิเวซอล	28
ภาพประกอบ 12 (ก) ลักษณะหน้าตัดเป็นแบบคอนเวกซ์ไตรแองกิวเลอร์ และ (ข) แบบออฟเซนต์เตอร์เรคแทงกิวเลอร์ ⁽³²⁾	32

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

แม้ว่าจากการศึกษาที่ผ่านมาการรักษาคลองรากฟันเป็นหัตถการที่มีอัตราความสำเร็จในการรักษาที่สูง^(1,2) แต่อย่างไรก็ตามโอกาสเกิดความล้มเหลวภายหลังการรักษาก็สามารถเกิดขึ้นได้เช่นกัน^(3,4) หากเกิดความล้มเหลวขึ้นจากการรักษาที่ไม่ประสิทธิภาพในครั้งก่อนหรือการติดเชื้อซ้ำอีกครั้งหลังจากทำการอุดคลองรากฟันเนื่องจากเกิดการรั่วซึม (leakage) ซึ่งจำเป็นต้องรักษาคลองรากฟันซ้ำ (root canal retreatment) จุดมุ่งหมายการรักษาคลองรากฟันซ้ำเพื่อกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันเดิมออก ทำความสะอาดคลองรากฟัน ขยายคลองรากฟันให้มีรูปร่างที่เหมาะสมและทำการอุดคลองรากฟันใหม่ให้มีประสิทธิภาพ ในบางกรณีที่ไม่สามารถรักษาคลองรากฟันซ้ำได้หรือรักษาแล้วไม่หายจำเป็นต้องพิจารณาทำการรักษาโดยการผ่าตัดปลายรากร่วมด้วย⁽⁵⁾

ปัจจัยหลักที่มีผลต่ออัตราความสำเร็จของการรักษาคลองรากฟันซ้ำ คือ การรื้อวัสดุอุดคลองรากฟัน หรือกำจัดสิ่งอุดตันคลองรากฟันออกให้มากที่สุด เพื่อให้สามารถเข้าไปทำความสะอาดคลองรากฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิธีที่ใช้ในการกำจัดวัสดุอุดออกจากคลองรากฟันมีหลากหลายวิธี เช่น การใช้ความร้อน การใช้ไฟล์มือ (hand file) หรือการใช้ไฟล์มือร่วมกับตัวทำละลาย (solvents) การใช้เครื่องมืออัลตราโซนิก (ultrasonics) และการใช้เครื่องกล เช่น ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่อง (nickel–titanium rotary file)⁽⁶⁾ เป็นต้น ก่อนหน้านี้มีการศึกษาที่พบว่าแม้จะทำการกำจัดวัสดุอุดออกจากคลองรากฟันจนไม่พบวัสดุอุดคลองรากฟันติดเครื่องมือขณะทำการรื้อแล้วก็ตาม ก็ยังสามารถพบปริมาณวัสดุอุดหลงเหลือถึงร้อยละ 11-26 ตามบริเวณพื้นผิวด้านในของคลองรากฟันเมื่อตรวจดูด้วยการตัดแบ่งครึ่งรากฟันในแนวดิ่งแล้วดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ทางทันตกรรม^(7,8)

ปัจจุบันมีไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องหลายระบบทั้งที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเตรียมคลองรากฟันและไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดที่ออกแบบมาสำหรับรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันโดยเฉพาะ ซึ่งมีหลายการศึกษาได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันด้วยการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่อง เช่น การศึกษาของ Akhavan และคณะ⁽³⁾ พบว่าดีเรซ (D-RaCe) มีประสิทธิภาพในการกำจัดกัททาเพอร์ชาไม่แตกต่างจากเอ็มทู (Mtwo) ขณะที่ Marques da Silva และคณะ⁽⁹⁾ พบว่าโปรเทเปอรัยูนีเวอซอลรีทรีตเมนต์ (Protaper Universal Retreatment) มีประสิทธิภาพมากกว่าดีเรซและเอ็มทูรีทรีตเมนต์ (Mtwo Retreatment) และการศึกษาของ Rios และคณะ⁽¹⁰⁾ พบว่าระบบเรซิพรอก (Reciproc) เวกวัน

(WaveOne) และโพเทเปอริยูนิเวอซอลรีทรีตเมนต์ มีประสิทธิภาพในการกำจัดกัตทาเพอร์ชาไม่แตกต่างกันและยังไม่มีวิธีใดสามารถกำจัดกัตทาเพอร์ชาและซีลเลอร์ได้ทั้งหมดซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bramante และคณะ⁽¹¹⁾ และการศึกษาของ Ozyurek และ Demiryurek⁽¹²⁾ แม้ว่าการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องจะสามารถกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพและทำได้รวดเร็ว แต่จากการศึกษาที่ผ่านมายังไม่สามารถสรุปได้ว่าการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องทั้งระบบที่ใช้สำหรับเตรียมคลองรากฟันและระบบที่ใช้สำหรับการรักษาคคลองรากฟันซ้ำ ว่าระบบใดมีประสิทธิภาพในการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันได้ดีที่สุด ทางคณะผู้ทำการวิจัยจึงมีความสนใจทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องแต่ละระบบโดยเลือกจากระบบที่มีจำหน่ายในท้องตลาดในประเทศไทย

คำถามการวิจัย

การรื้อกัตทาเพอร์ชาในพื้นที่ได้รับการรักษาคคลองรากฟันซ้ำโดยใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องด้วยไฟล์ระบบที่ใช้สำหรับเตรียมคลองรากฟันและไฟล์ระบบที่ใช้สำหรับรักษาคคลองรากฟันซ้ำมีประสิทธิภาพแตกต่างกันหรือไม่

ความสำคัญของการวิจัย

การกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันมีหลายวิธี ได้แก่ การใช้ไฟล์มืออย่างเดียวหรือการใช้ร่วมกับตัวทำลาย การใช้เครื่องมือด้วยความร้อน การใช้เครื่องมืออัลตราโซนิก หรือการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่อง จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการรื้อด้วยไฟล์มือมีประสิทธิภาพต่ำและใช้เวลานานกว่าเมื่อเทียบกับการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่อง แต่อย่างไรก็ตามปัญหาที่พบได้จากขั้นตอนนี้คือยังไม่มีวิธีการใดที่สามารถกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันได้ทั้งหมด ในประเทศไทยมีไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องเมื่อแบ่งตามจุดประสงค์การใช้งานแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบที่ใช้สำหรับเตรียมคลองรากฟันและระบบที่ใช้สำหรับรักษาคคลองรากฟันซ้ำ (retreatment file) ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบที่ใช้สำหรับเตรียมคลองรากฟันที่ได้รับความนิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย คือ ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอริเน็กซ์ (ProTaper Next, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) และระบบโพเทเปอริยูนิเวอซอล (ProTaper Universal, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) และปัจจุบันมีไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องที่ใช้สำหรับรักษาคคลองรากฟันซ้ำออกมาใหม่ 2 ระบบ

คือ ไฟลีนิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบดีเรซ (D-RaCe, FKG, La-Chaux-de-Fonds, Switzerland) และระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทรีตเมนต์ (ProTaper Universal Retreatment, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) จึงเป็นที่น่าสนใจว่าประสิทธิภาพของไฟลีนิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบดีเรซ ระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทรีตเมนต์ ระบบโพเทเปอร์เน็กซ์และระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอล เมื่อใช้ในการรื้อกัศทาเพอร์ชา มีความแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟัน และเพิ่มอัตราความสำเร็จในการรักษาคลองรากฟันซ้ำ หากไฟลีนิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องทั้งสองระบบมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน จะเป็นทางเลือกให้กับทันตแพทย์ในการเลือกใช้ไฟลีนิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบที่ใช้สำหรับเตรียมคลองรากฟันในการรื้อวัสดุอุดออกจากคลองรากฟันได้ ซึ่งจะช่วยให้ลดการซื้อไฟลีนิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องที่ใช้สำหรับรักษาคลองรากฟันซ้ำและช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้

จุดมุ่งหมายของงานวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรื้อกัศทาเพอร์ชา ระหว่างการใช้ไฟลีนิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบดีเรซ ระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทรีตเมนต์ ระบบโพเทเปอร์เน็กซ์ และระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอล

ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยจำลองสถานการณ์การใช้ไฟลีนิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบดีเรซ ระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทรีตเมนต์ ระบบโพเทเปอร์เน็กซ์และระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลในการกำจัดกัศทาเพอร์ชาจากคลองรากฟัน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ ชนิดไฟลีนิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่อง
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ปริมาณกัศทาเพอร์ชาที่เหลือภายในคลองรากฟัน

นิยามศัพท์เฉพาะ

ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่อง (Nickel–titanium rotary file) หมายถึง ไฟล์ที่ทำจากโลหะผสมนิกเกิลไทเทเนียมและต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อหมุนไฟล์

การรักษาคลองรากฟันซ้ำ (Root canal retreatment) หมายถึง การรักษาคลองรากฟันในฟันที่เคยรักษาคลองรากฟันมาก่อนแล้ว

กัฏทาเพอร์ชา (Gutta-percha) หมายถึง วัสดุอุดคลองรากฟันที่ทำมาจากยางไม้ชนิดหนึ่ง มีส่วนประกอบของซิงค์ออกไซด์ (zinc-oxide) กัฏทาเพอร์ชา สารทึบแสง และสารที่ทำให้เกิดสี มีลักษณะเป็นแท่งเรียวยาว

ชั้นสเมียร์ (Smear layer) หมายถึง การสะสมของเศษผงเนื้อฟันบนผนังคลองรากฟันที่เกิดขึ้นระหว่างการขยายคลองรากฟัน มีลักษณะเป็นชั้นบางๆ ประมาณ 1-2 ไมครอน

กรอบแนวคิดวิจัย

ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วย
เครื่องระบบ

- D-RaCe
- ProTaper Universal
Retreatment
- ProTaper Next
- ProTaper Universal

ในการรื้อกัฏทาเพอร์ชาในคลองรากฟัน



เปรียบเทียบปริมาณกัฏทาเพอร์ชาที่
เหลือภายในคลองรากฟัน

- ปริมาณร้อยละของ
พื้นที่ผนังคลองรากฟัน
ที่มีวัสดุอุดคลองราก

- ปริมาณชั้นสเมียร์ที่
สะสมบนผนังคลอง
รากฟัน

สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานหลัก : ปริมาณกัตทาเพอร์ชาที่เหลื่อโดยการใชัไฟลัณิกเกิลไทเทเนี่ยมชนิดหมุ่นด้วยเครื่องระบบดีเรซ ระบบโพรเทเปอรืยูนีเวอชอลรีทรีตเมนต์ ระบบโพรเทเปอรืเน็กซ์ และระบบโพรเทเปอรืยูนีเวอชอลไม่มีความแตกต่างกัน

สมมติฐานรอง : ปริมาณกัตทาเพอร์ชาที่เหลื่อโดยการใชัไฟลัณิกเกิลไทเทเนี่ยมชนิดหมุ่นด้วยเครื่องระบบดีเรซ ระบบโพรเทเปอรืยูนีเวอชอลรีทรีตเมนต์ ระบบโพรเทเปอรืเน็กซ์ และระบบโพรเทเปอรืยูนีเวอชอลมีความแตกต่างกัน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วัตถุประสงค์การรักษาคลองรากฟัน คือ การรักษาการติดเชื้อที่ทำให้เกิดโรคของเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน (periapical diseases) และทำให้เนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันกลับมาสู่ภาวะปกติ โดยผ่านการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟัน เศษผง และเชื้อจุลชีพ ซึ่งการติดเชื้ออาจมีสาเหตุจากการติดเชื้อยืดเยื้อ (persistent infection) หรือการติดเชื้อทุติยภูมิ (secondary infection) ก็ได้⁽¹³⁾ โดยการติดเชื้อยืดเยื้อที่พบภายหลังการรักษาคลองรากฟัน มักเกิดเนื่องจากเชื้อจุลชีพสามารถดำรงชีพโดยหลบซ่อนอยู่ในส่วนต่างๆ ของระบบคลองรากฟันที่ไม่สามารถทำความสะอาดได้อย่างทั่วถึง หรืออาจเกิดจากเชื้ออื่นๆ มีศักยภาพก่อโรค (virulence) รวมไปถึงมีความสามารถในการก่อตัวอยู่ในรูปแบบของแผ่นชีวภาพ (biofilm)⁽¹⁴⁾ ส่วนการติดเชื้อทุติยภูมิเป็นการติดเชื้อภายหลังการเริ่มรักษาคลองรากฟันไปแล้ว ซึ่งเชื้อจุลชีพอาจเข้าสู่คลองรากฟันขณะรักษา ระหว่างการนัดแต่ละครั้ง หรือภายหลังการอุดคลองรากฟันไปแล้ว เช่น แผ่นยางกันน้ำลายรั่ว การมีเชื้อหลงเหลืออยู่ในรอยฟันผุ วัสดุอุดแตกหรือร้าว เกิดฟันผุซ้ำหรือฟันแตกหัก เป็นต้นสาเหตุของความล้มเหลวหลังการรักษาคลองรากฟัน ได้แก่ การทำความสะอาดคลองรากฟันที่ไม่เพียงพอ การหาคลองรากฟันไม่ครบ (missed canals) การเกิดรอยทะลุ (perforations) การหักของเครื่องมือ การอุดคลองรากฟันไม่แน่น หรือเกิดการรั่วซึม^(15, 16) ซึ่งเมื่อนำฟันที่เกิดความล้มเหลวมาทำการตรวจพยาธิวิทยาเนื้อเยื่อมักจะพบว่าเชื้อจุลชีพส่วนใหญ่อยู่ภายในคลองรากฟันทั้งในคลองรากฟันหลักและส่วนอื่นๆ ของระบบคลองรากฟันที่มีความซับซ้อน เช่น แขนงคลองรากฟัน (lateral canals) การแตกแขนงคลองรากฟันส่วนปลาย (apical ramifications) ส่วนคอด (isthmus) และท่อเนื้อฟัน (dentinal tubules) เป็นต้น⁽¹⁷⁾

ขั้นตอนของการรักษาคลองรากฟันซ้ำ คือ การกำจัดวัสดุอุดออกจากคลองรากฟัน ทำความสะอาด ทำการปรับแต่งรูปร่างคลองรากฟันให้เหมาะสม (shaping) และทำการอุดคลองรากฟัน⁽⁸⁾ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการรั่วซึมของสารคัดหลั่งหรือแบคทีเรีย อัตราความสำเร็จของการรักษาคลองรากฟันซ้ำอาจอยู่ที่ร้อยละ 65-90^(16, 18) ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการกำจัดเนื้อเยื่อตาย (necrotic tissue) เชื้อแบคทีเรียและวัสดุอุดคลองรากฟันที่ติดเชื้อ เช่น กัดทาเพอร์ชาและซิลเลอร์ออกจากคลองรากฟัน⁽¹⁶⁾ โดยเนื้อเยื่อตายหรือเชื้อแบคทีเรียที่ถูกปิดทับด้วยกัดทาเพอร์ชาหรือซิลเลอร์สามารถทำให้เกิดการตอบสนองให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบปลายรากหรืออาการปวดได้⁽⁸⁾ ดังนั้นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จของการรักษาคลองรากฟันซ้ำส่วนหนึ่ง

ขึ้นอยู่กับความสามารถในการรีดวัสดุอุดเก่าออกจากคลองรากฟันได้หมดในฟันที่จะทำการรักษา
คลองรากฟันซ้ำ

ชนิดของวัสดุอุดคลองรากฟัน

วัสดุที่ถูกใช้ในการอุดคลองรากฟันมีหลายชนิด เช่น ซีเมนต์ เรซิลอน (Resilon) แพ่งเงิน (Silver cone) กัดทาเพอร์ชา เป็นต้น โดยวัสดุอุดคลองรากฟันที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือ การใช้กัดทาเพอร์ชาพร้อมกับซีลเลอร์ เนื่องจากกัดทาเพอร์ชามีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ เช่น มีความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อ สามารถอุดให้แน่นและแนบสนิทกับคลองรากฟันได้ง่าย มีความทึบรังสี ความเป็นเนื้อเดียวกันไม่มีรูพรุน มีมิติคงที่ภายหลังการอุด อ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน ละลายตัวในตัวทำละลายบางชนิดทำให้สามารถรีดออกได้ง่ายเมื่อจำเป็น เป็นต้น^(13, 19) แต่อย่างไรก็ตามกัดทาเพอร์ชาก็ยังมีข้อด้อย คือ ไม่ยึดติดกับคลองรากฟัน ดังนั้นจึงต้องใช้กัดทาเพอร์ชาพร้อมกับซีลเลอร์ในการอุดคลองรากฟันเพื่อให้เกิดความแนบสนิทของกัดทาเพอร์ชากับผนังคลองรากฟัน

วิธีการรีดกัดทาเพอร์ชาจากคลองรากฟัน

ปัจจุบันมีวิธีที่ใช้ในการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันออกจากคลองรากฟันหลากหลายวิธี ได้แก่ การใช้ไฟล์มือ ชนิดเค (K-file) ไฟล์ชนิดเฮส (Hedström files) อย่างเดียวหรือการใช้ร่วมกับตัวทำละลาย เช่น คลอโรฟอร์ม (chloroform) ยูคาลิปตอล (eucalyptol) และน้ำมันส้ม (orange oil) เป็นต้น การใช้เกตส์กลิดเดนดริลล์ (Gates Glidden drills) การใช้เครื่องมือทำความร้อน การใช้เครื่องมืออัลตราโซนิก หรือการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่อง^(8, 20-22)

การรีดกัดทาเพอร์ชาด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่อง

การใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้ไฟล์มือ เนื่องจากไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องมีความยืดหยุ่นมากกว่าซึ่งช่วยในการคงรูปร่างของคลองรากฟันและลดเวลาในการทำงานเมื่อเทียบกับไฟล์มือ⁽⁵⁾ โดยปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง ได้แก่ ความร้อนจากการหมุนของเครื่องกลทำให้กัดทาเพอร์ชาอ่อนตัวช่วยให้ไฟล์เครื่องมือและกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันได้ง่ายขึ้น รวมถึงลักษณะการออกแบบของเครื่องมือ เช่น ลักษณะหน้าตัดและความผายของเครื่องมือ โดยเครื่องมือที่มีขนาดใหญ่เพียงพอสามารถสัมผัสคลองรากฟันได้จะช่วยส่งเสริมให้กำจัดวัสดุอุดได้มากขึ้น ลักษณะปลายไฟล์ที่มีความคม (cutting tip) จะช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพในการตัดเนื้อวัสดุอุดคลองรากฟันออกได้^(5, 7, 23) อีกทั้งทำให้ลดเวลาที่ใช้ใน

การทำงานและลดความเมื่อยล้าของทันตแพทย์และผู้ป่วย^(9, 16) แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีวิธีการใดที่สามารถกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันได้สะอาดทั้งหมด^(5, 12, 13, 24-26)

ประเภทไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่อง

ในปัจจุบันมีไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องหลายระบบที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป ถูกพัฒนาเพื่อทำให้มีประสิทธิภาพและอัตราความสำเร็จในการรักษาคคลองรากฟันที่ดีขึ้น บางชนิดถูกออกแบบมาเพื่อเตรียมคลองรากฟัน และบางชนิดถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในช่วงขั้นตอนการรื้อวัสดุอุดออกจากคลองรากฟัน^(9, 22)

ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบดีเรซ

ไฟล์ชนิดนี้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟัน ในแต่ละชุดประกอบด้วยไฟล์ 2 ตัว ซึ่งไฟล์ทั้งหมดถูกพัฒนาให้มีลักษณะอลเทอร์เนติงคัททิงเอจส์ (alternating cutting edges) คือ มีมุมเกลียว (helical angle) แคบและกว้างสลับกันซึ่งจะช่วยลดแรงที่ไฟล์จะถูกดึงลงไปนในคลองรากฟันขณะใช้งาน (screw-in effect) หน้าตัดไฟล์รูปสามเหลี่ยม (triangular) และผลิตโดยผ่านกระบวนการอิเล็กโตรเคมีคอล ทรีตเมนต์ (electrochemical treatment) ทำให้เครื่องมือมีความคม ทนต่อการแตกหักและเพิ่มความต้านทานต่อความล้าของเครื่องมือ⁽²⁷⁾ โดยชุดเครื่องมือประกอบด้วย (ภาพประกอบ 1)

ดีอาร์ 1 (DR 1) ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง ที่ปลายไฟล์มีความคม (active tip) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายไฟล์เท่ากับขนาด 30 ความเร็วรอบ 0.10 (#30/.10) ความยาว 15 มิลลิเมตร ความยาวส่วนตัด 8 มิลลิเมตร ใช้สำหรับกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันส่วนต้น แนะนำความเร็วในการหมุน 1000 รอบต่อนาที (rpm) และค่าแรงบิด (torque) 1.5 นิวตัน เซนติเมตร (Ncm)

ดีอาร์ 2 (DR 2) ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง ปลายไฟล์ไม่มีความคม (safety tip) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายไฟล์เท่ากับขนาด 25 ความเร็วรอบ 0.04 (#25 /.04) ยาว 25 มิลลิเมตร ความยาวส่วนตัด 16 มิลลิเมตร ใช้สำหรับกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันจนถึงความยาวทำงาน แนะนำความเร็วในการหมุน 600 รอบต่อนาที และค่าแรงบิด 1 นิวตัน เซนติเมตร



ภาพประกอบ 1 ไฟล์ดีเรช ขนาดดีอาร์ 1 และดีอาร์ 2⁽²⁸⁾

ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพรทอปเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทริตเมนต์

ไฟล์ชนิดนี้ถูกออกแบบมาสำหรับการรีดวัสดุอุดคลองรากฟัน ในแต่ละชุดประกอบด้วยไฟล์ 3 ตัว โดยมีหน้าตัดลักษณะคอนเวกซ์ไตรแองกูลาร์ (convex triangular) ซึ่งลักษณะหน้าตัดเช่นนี้ทำให้เครื่องมือนำเศษที่เกิดจากการตัดผนังคลองรากฟันออกทางด้านคอฟัน (cervical portion) ง่ายขึ้น⁽²⁹⁾ มีความยาวด้ามไฟล์สั้น 11 มิลลิเมตร เพื่อเพิ่มการมองเห็นขณะทำงาน โดยชุดเครื่องมือประกอบด้วย (ภาพประกอบ 2)

ดี 1 (D1) คือไฟล์ที่มีปลายไฟล์มีความคม (cutting tip) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายไฟล์เท่ากับขนาด 30 ความเร็วรอบ 0.09 (#30/.09) และมีความยาว 16 มิลลิเมตร ใช้ในการรีดวัสดุอุดคลองรากฟันในส่วนต้นของคลองรากฟัน

ดี 2 (D2) คือไฟล์ที่มีปลายไฟล์ไม่มีความคม (non-cutting tip) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายไฟล์เท่ากับขนาด 25 ความเร็วรอบ 0.08 (#25/.08) และมีความยาว 18 มิลลิเมตร ใช้ในการรีดวัสดุอุดคลองรากฟันในส่วนกลางของคลองรากฟัน

ดี 3 (D3) คือไฟล์ที่มีปลายไฟล์ไม่มีความคม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายไฟล์เท่ากับขนาด 20 ความเร็วรอบ 0.07 (#20/.07) และมีความยาว 22 มิลลิเมตร ใช้ในการรีดวัสดุอุดคลองรากฟันในส่วนปลายของคลองรากฟัน

บริษัทผู้ผลิตแนะนำความเร็วในการหมุน 500-700 รอบต่อนาที และค่าแรงบิด 3 นิวตันเซนติเมตร สำหรับรีดกัทยาเพอร์ชา โดยหัวดี 1 ปลายของเครื่องมือมีความคมทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการตัดและเจาะผ่านกัทยาเพอร์ชาในส่วนต้นได้ง่าย⁽³⁰⁾



ภาพประกอบ 2 ไฟล์โพเทเปอรัญนิเวซอลรีทรีตเมนต์ ขนาดดี 1 ดี 2 และดี3⁽³⁰⁾

ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอรัญนิ

ไฟล์ชนิดนี้ถูกออกแบบมาสำหรับการเตรียมคลองรากฟัน ผลิตโดยการใช้เทคโนโลยีเอ็มไวร์ (M-wire) เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น (flexibility) และเพิ่มความต้านทานต่อความล้าจากการหมุนรอบ (cyclic fatigue resistance)^(13, 31) ลักษณะหน้าตัดเป็นแบบออฟเซนเตอร์เรคแทงกิวเลอร์ (off-centered rectangular) มีประโยชน์ในการกำจัดเศษผงและเศษเนื้อฟันออกจากคลองรากฟันได้ง่ายขึ้น และถูกออกแบบให้ช่วยลดแรงที่ไฟล์จะถูกดึงลงไป ในคลองรากฟันขณะใช้งาน มีความยาวด้ามไฟล์สั้น 11 มิลลิเมตร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการมองเห็นขณะทำงานใช้ความเร็วในการหมุน 300 รอบต่อนาที และค่าแรงบิดอยู่ในช่วง 2-5.2 นิวตันเซนติเมตร⁽³²⁾ โดยชุดเครื่องมือประกอบด้วย (ภาพประกอบ 3)

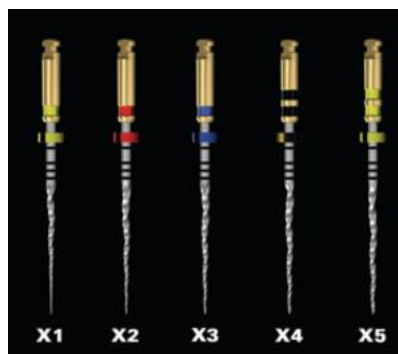
เอ็กซ์ 1 (X1) = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายไฟล์เท่ากับขนาด 17 ความเร็วสอบ 0.04 (#17/.04)

เอ็กซ์ 2 (X2) = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายไฟล์เท่ากับขนาด 25 ความเร็วสอบ 0.06 (#25/.06)

เอ็กซ์ 3 (X3) = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายไฟล์เท่ากับขนาด 30 ความเร็วสอบ 0.07 (#30/.07)

เอ็กซ์ 4 (X4) = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายไฟล์เท่ากับขนาด 40 ความเร็วสอบ 0.06 (#40/.06)

เอ็กซ์ 5 (X5) = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายไฟล์เท่ากับขนาด 50 ความเร็วสอบ 0.06 (#50/.06)



ภาพประกอบ 3 ไฟล์โพเทปเปอร์เน็กซ์ ขนาดเล็กซ์ 1-5⁽³²⁾

ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทปเปอร์ยูนิเวอร์ซอล

ไฟล์ชนิดนี้ถูกออกแบบมาสำหรับการเตรียมคลองรากฟัน ลักษณะหน้าตัดเป็นแบบคอนเวกไตรแองกูลาร์ (convex triangular) ทำให้มีความคมและตัดเนื้อฟันได้รวดเร็ว มีการเปลี่ยนความสอตลอดความยาวของหน้าตัด (cutting blades) จึงช่วยลดแรงที่ไฟล์จะถูกดึงลงไป ในคลองรากฟันขณะใช้งาน ใช้ความเร็วในการหมุน 150-350 รอบต่อนาที และค่าแรงบิดอยู่ในช่วง 2-3.5 นิวตันเซนติเมตร (33) โดยชุดเครื่องมือประกอบด้วย

เอฟ 1 (F1) = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายไฟล์เท่ากับขนาด 20 ความเร็วสอ 0.07 (#20/.07)

เอฟ 2 (F2) = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายไฟล์เท่ากับขนาด 25 ความเร็วสอ 0.08 (#25/.08)

เอฟ 3 (F3) = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายไฟล์เท่ากับขนาด 30 ความเร็วสอ 0.09 (#30/.09)



ภาพประกอบ 4 ไฟล์โพเทปเปอร์ยูนิเวอร์ซอล ขนาด เอฟ 1-3⁽³³⁾

การรื้อกัตทาเพอร์ชาด้วยไฟล์ที่หมุนด้วยเครื่องโดยไม่ใช้ตัวทำละลาย

มีการศึกษาที่ผ่านมาทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องแต่ละระบบ ได้แก่ การศึกษาของ Schirrmeister และคณะในปี 2006⁽⁸⁾ ทำการศึกษาประสิทธิภาพของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบเฟล็กซ์มาสเตอร์ (FlexMaster) โปรเทเปอร์ (ProTaper) และเรซ (RaCe) เปรียบเทียบกับไฟล์มือชนิดเฮกซ์ในการกำจัดกัตทาเพอร์ชาออกจากคลองรากฟัน โดยทำในฟันกรามน้อยรากเดี่ยว 60 ซี่ ที่อุดคลองรากฟันด้วยกัตทาเพอร์ชาและซีลเลอร์ชนิดเอเอชพลัส (AHPlus) ทำการประเมินผลการศึกษาโดยวัดปริมาณของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลืออยู่ตามผนังคลองรากฟันโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงสเตอริโอ (stereo microscope) ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มเรซเหลือวัสดุอุดอยู่ในคลองรากฟันน้อยกว่ากลุ่มโปรเทเปอร์และไฟล์ชนิดเฮกซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาของ Marques da Silva และคณะในปี 2012⁽⁹⁾ ทำการศึกษาประสิทธิภาพของดีเรซ โปรเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทรีตเมนต์ และเอ็มทูรีทรีตเมนต์ (Mtwo Retreatment) ที่มีการเพิ่มการขยายคลองรากฟันถึงขนาด 40 และไม่มีการขยายคลองรากฟันเพิ่ม ในการกำจัดวัสดุอุดกัตทาเพอร์ชาและซีลเลอร์ชนิดเอเอชพลัสออกจากคลองรากฟัน โดยทำในฟันกรามน้อยรากเดี่ยว 90 ซี่ ทำการประเมินผลการศึกษาโดยวัดปริมาณของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลืออยู่ตามผนังคลองรากฟันโดยการสแกนภาพ แล้วส่งภาพเข้าสู่โปรแกรมคำนวณเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยของวัสดุอุดที่เหลืออยู่ต่อพื้นที่ในบริเวณส่วนต้น 1 ใน 3 (coronal third) ส่วนกลาง 1 ใน 3 (middle third) และส่วนปลาย 1 ใน 3 (apical third) ของคลองรากฟัน และพื้นที่ทั้งหมด ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่มีการขยายคลองรากฟันเพิ่มมีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มที่ไม่มีการขยายคลองรากฟันเพิ่มพบว่ากลุ่มโปรเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทรีตเมนต์เหลือวัสดุอุดคลองรากฟันน้อยที่สุดและเหลือน้อยกว่ากลุ่มดีเรซอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาของ Rios และคณะในปี 2014⁽¹⁰⁾ ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบเรซิพรอก (Reciproc) เวฟวัน (WaveOne) และโปรเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทรีตเมนต์ ในการกำจัดวัสดุอุดในคลองรากฟัน โดยทำในฟันตัดบนซี่กลาง 60 ซี่ ทำการประเมินผลการศึกษาโดยวัดปริมาณของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลืออยู่ตามผนังคลองรากฟันโดยการถ่ายภาพดิจิทัลอลกายใต้กล้องไมโครสโคป แล้วส่งภาพเข้าสู่โปรแกรมคำนวณเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยของวัสดุอุดที่เหลืออยู่ ผลการศึกษาพบว่าฟันทุกซี่ยังเหลือวัสดุอุดภายในคลองรากฟัน โดยแต่ละระบบเหลือปริมาณวัสดุอุดร้อยละ 4.30 ในระบบเรซิพรอกร้อยละ 2.98 ในระบบ

เวฟวัน และร้อยละ 3.14 ในระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีตเมนต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาของ Obeid และ Elgendy ในปี 2015⁽¹³⁾ ทำการศึกษาประสิทธิภาพของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอร์เน็กซ์ โพเทเปอร์ยูนิเวอซอล และโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีตเมนต์ ในการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟัน โดยทำในฟันรากเดี่ยว 60 ซี่ ที่อุดคลองรากฟันด้วยกัททาเพอร์ชาและเอ็มทีเอฟิลาเพ็กซ์ (MTA Fillapex) ซीलเลอร์ ประเมินผลการศึกษาโดยวัดปริมาณของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลืออยู่ตามผนังคลองรากฟันโดยการถ่ายภาพดิจิทัลทอลกายได้กล้องไมโครสโคป แล้วส่งภาพเข้าสู่โปรแกรมคำนวณเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยของวัสดุอุดที่เหลืออยู่ต่อพื้นที่ในส่วนบริเวณส่วนต้น 1 ใน 3 ส่วนกลาง 1 ใน 3 และส่วนปลาย 1 ใน 3 ของคลองรากฟันและพื้นที่ทั้งหมด โดยใช้โปรแกรมอิมเมจเจ ผลการศึกษาพบว่าระบบโพเทเปอร์เน็กซ์ใช้เวลาน้อยที่สุดในการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันและพบว่ามีปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือน้อยกว่าอีกสองกลุ่มที่บริเวณส่วนกลาง 1 ใน 3 และส่วนปลาย 1 ใน 3 ของคลองรากฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาของ Simsek และคณะ ในปี 2014⁽³⁴⁾ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันด้วยเครื่องอัลตราโซนิกและไฟล์ชนิดอาร์เอนโด (R-Endo) ประเมินผลด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ผลการศึกษาพบว่าไม่มีวิธีใดที่สามารถกำจัดเศษตกค้างออกจากคลองรากฟันได้หมด แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบที่ระดับต่างๆของคลองรากฟันพบว่าที่บริเวณส่วนปลาย 1 ใน 3 ของคลองรากฟันมีการเปิดออกของท่อเนื้อฟันน้อยกว่าที่บริเวณส่วนต้น 1 ใน 3 ของคลองรากฟัน

การศึกษาของ Meyappan และคณะ ในปี 2014⁽¹⁶⁾ เปรียบเทียบประสิทธิภาพ ของการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีตเมนต์ อาร์เอนโด จีพีเอ็กซ์ (GPX) และไฟล์ชนิดเอช ในการกำจัดวัสดุอุดและซีลเลอร์ในคลองรากฟัน ประเมินผลด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดเศษตกค้างและชั้นสเมียร์ (smear layer) ที่บริเวณส่วนต้น 1 ใน 3 และส่วนกลาง 1 ใน 3 ของคลองรากฟัน ของกลุ่มโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีตเมนต์ดีที่สุด ตามด้วยกลุ่มอาร์เอนโด จีพีเอ็กซ์ และไฟล์ชนิดเอช ตามลำดับ ซึ่งทุกวิธียังมีเศษวัสดุอุดเหลืออยู่ในคลองรากฟันโดยเฉพาะที่บริเวณใกล้ปลายรากฟัน และทุกกลุ่มมีลักษณะของพื้นผิวหลังกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันที่คล้ายคลึงกัน

วิธีการรื้อกัทยาเพอร์ชาด้วยไฟล์ที่หมุนด้วยเครื่องร่วมกับการใช้ตัวทำละลาย

การใช้ตัวทำละลายทำให้เกิดการอ่อนตัวของกัทยาเพอร์ชาและทำให้กัทยาเพอร์ชามีความเหนียวและเหนียวมากขึ้น จากการศึกษาของ Dadresanfar และคณะในปี 2011⁽³⁵⁾ ศึกษาประสิทธิภาพการรื้อกัทยาเพอร์ชาและซีลเลอร์ออกจากคลองรากฟันโดยใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็มทูรี ทรีตเมนต์ และโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีตเมนต์ ที่มีการใช้ร่วมกับตัวทำละลายคลอโรฟอร์มและไม่ใช้ตัวทำละลาย ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ใช้ไฟล์ระบบเอ็มทูรีทรีตเมนต์ที่ไม่ใช้ตัวทำละลายมีประสิทธิภาพในการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันได้ดีกว่ากลุ่มโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ใช้ตัวทำละลายและไม่ใช้ตัวทำละลายพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Kfir และคณะ⁽⁷⁾ และ Bhagavalas และคณะ⁽³⁶⁾ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้ตัวทำละลายร่วมในการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันร่วมกับไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง เนื่องจากความร้อนจากเครื่องกลสามารถทำให้กัทยาเพอร์ชาอ่อนตัวได้ นอกจากนี้กัทยาเพอร์ชาที่อ่อนตัวเมื่อสัมผัสกับตัวทำละลายจะมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มติดตามผนังคลองรากฟัน ทำให้กำจัดออกได้ยากขึ้น จึงต้องใช้เวลาในการทำความสะดวกคลองรากฟันนานขึ้น⁽³⁷⁾ และอาจทำให้กัทยาเพอร์ชาถูกดันเข้าสู่ตำแหน่งของคลองรากฟัน ที่มีความซับซ้อน เช่น ส่วนคอดหรือแขนงคลองรากฟัน ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เครื่องมือเข้าไม่ถึง ส่งผลให้การกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันมีความยุ่งยากขึ้น^(3, 7) แต่อย่างไรก็ตามมีหลายการศึกษาได้นำตัวทำละลายมาช่วยในการกำจัดกัทยาเพอร์ชาออกจากคลองรากฟัน เช่น การศึกษาของ Akhavan และคณะในปี 2012⁽³⁾ ศึกษาประสิทธิภาพการรื้อกัทยาเพอร์ชาและซีลเลอร์ออกจากคลองรากฟันโดยใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็มทู และดีเรชที่มีการใช้ร่วมกับตัวทำละลายคลอโรฟอร์มและไม่ใช้ตัวทำละลาย ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มเอ็มทูและกลุ่มดีเรชที่ไม่ใช้ตัวทำละลายมีประสิทธิภาพในการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันได้ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ใช้ตัวทำละลาย ผู้ศึกษาจึงสรุปว่าไม่แนะนำให้ใช้ตัวทำละลายคลอโรฟอร์มในการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟัน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Takahashi และคณะในปี 2009⁽⁶⁾ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องและไฟล์มือที่มีการใช้และไม่ใช้ตัวทำละลายชนิดคลอโรฟอร์มร่วมด้วย พบว่าการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องและไฟล์มือร่วมกับคลอโรฟอร์มมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างจากการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องหรือไฟล์มือเพียงอย่างเดียว แต่กลับใช้เวลากำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันนานกว่า

วิธีการประเมินประสิทธิภาพการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟัน

วิธีการประเมินปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลืออยู่สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การถ่ายภาพรังสี การใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงสเตอริโอ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด การตัดแบ่งครึ่งรากในแนวดิ่งแล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยภาพถ่าย และการใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตรหรือไมโคร-ซีที (micro-computed tomography : micro-CT) เป็นต้น⁽²²⁾

การใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงสเตอริโอมีคุณสมบัติที่สามารถประเมินพื้นผิวให้ภาพที่เป็นภาพเสมือนหัวตั้งไม่กลับซ้ายขวา สามารถมองความตื้นลึกของพื้นผิวรวมถึงการมองแบบ 3 มิติได้ ซึ่งกล้องจุลทรรศน์ชนิดนี้มีกำลังขยายไม่เกิน 100 เท่า จากการศึกษาของ Shauhan และคณะ⁽³⁸⁾ ซึ่งเปรียบเทียบความสามารถในการประเมินปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลืออยู่ภายหลังขั้นตอนการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันโดยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอและกล้องจุลทรรศน์ทางทันตกรรม พบว่ากล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอสามารถให้ความละเอียดของภาพวัสดุอุดคลองรากฟันได้มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

วิธีการตัดแบ่งครึ่งรากฟันในแนวดิ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ตรวจสอบปริมาณวัสดุอุดภายในคลองรากฟันที่ได้รับความนิยม โดยสามารถตรวจสอบปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันได้โดยตรง มีความแม่นยำมากกว่าการตรวจสอบโดยภาพถ่ายรังสีซึ่งเห็นภาพลักษณะ 2 มิติเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ยังมีข้อด้อยคืออาจทำให้วัสดุอุดคลองรากฟันหลุดหายหรือฉีกขาดขณะทำการแบ่งฟัน ถ้าทำการแบ่งไม่ถูกวิธีหรือมีการทำให้เครื่องมือไปสัมผัสผนังคลองรากฟันขณะแบ่งฟัน^(6, 10)

ในปัจจุบันการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดได้รับความนิยมใช้ในงานวิจัยทางด้านทันตกรรม เนื่องจากสามารถใช้ตรวจสอบการเกิดคราบจุลินทรีย์หรือการรั่วซึมของแบคทีเรียในคลองรากฟัน หรือการตรวจสอบลักษณะของชั้นสเมียร์หลังจากการเตรียมคลองรากฟันได้ สามารถระบุลักษณะโครงสร้างของเนื้อฟันหรือคลองรากฟันที่ระดับต่างๆได้ รวมทั้งจะสามารถช่วยให้เห็นถึงการเปิดหรือปิดของท่อเนื้อฟันได้ว่าการอุดตันด้วยเศษหรือไม่ เนื่องจากกล้องชนิดนี้สามารถให้ความละเอียดของภาพที่สูงและสามารถปรับกำลังขยายได้หลายเท่า⁽³⁴⁾ แต่อย่างไรก็ตามภาพที่แสดงโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดจะเป็นสีขาว-ดำจึงอาจทำให้การจำแนกพื้นผิวเกิดความคลาดเคลื่อนได้

การใช้ไมโคร-ซีทีมาใช้ในการประเมินผลการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟัน มีข้อดีเนื่องจากเป็นการประเมินผลแบบไม่ทำลายตัวอย่างชิ้นงาน (non-destructive) ซึ่งสามารถวัดการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของคลองรากฟัน เปรียบเทียบก่อนและหลังการรื้อวัสดุอุดคลองรากฟัน นอกจากนี้ยัง

สามารถจำลองข้อมูลของคลองรากฟันแบบ 3 มิติ และสามารถทำซ้ำได้ ข้อมูลที่ได้มีคุณภาพมากกว่าการถ่ายภาพรังสี แต่อย่างไรก็ตามการใช้ไมโคร-ซีทียังมีข้อด้อยคือเป็นวิธีที่มีต้นทุนสูง รวมทั้งเป็นวิธีที่ต้องใช้เวลาในการเรียนรู้ทำความเข้าใจเพื่อให้สามารถนำข้อมูลออกมาใช้ได้ถูกต้องและแม่นยำ และต้องอาศัยความเชี่ยวชาญในการประเมินผล⁽³⁹⁾



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 อุปกรณ์เตรียมคลองรากฟัน

3.1.1.1 ไฟล์ชนิดเค (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ขนาด 10 และ 15

3.1.1.2 ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบโพรเทเปอร์เน็กซ์ (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ขนาดเอ็กซ์ 2 (X2: 25/.06) เอ็กซ์ 3 (X3: 30/.07)

3.1.1.3 ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพรเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทรีตเมนต์ (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ขนาดดี 1 (D1: 30/.09) ดี 2 (D2: 25/.08)

3.1.1.4 ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบดีเรซ (FKG, La-Chaux-de-Fonds, Switzerland) ขนาดดีอาร์ 1 (DR1: 30/.10) ดีอาร์ 2 (DR2: 25 /.04)

3.1.1.5 ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพรเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอล (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ขนาดเอฟ 2 (F2: 25/.08) ขนาดเอฟ 3 (F3: 30/.09)

3.1.1.6 ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเรซ (RaCe, FKG, La-Chaux-de-Fonds, Switzerland) ขนาด 20/.02 และขนาด 25/.02

3.1.1.7 หัวกรอเร็วปลายสอบเคลือบกากเพชรดี 16 (D16: Taper Diamond bur)

3.1.1.8 หัวกรอช้าเหล็กกล้าไร้สนิมรูปกลม

3.1.1.9 กระดาษซับรูปกรวยแหลม (paper points)

3.1.1.10 ฟิล์มเอ็กซเรย์ ขนาด 2

3.1.2. อุปกรณ์ล้างคลองรากฟัน

3.1.2.1 กระบอฉีดยาและเข็มเกจ 30 (Ultradent, South Jordan, UT, USA)

3.1.2.2 สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5

3.1.2.3 สารละลายอีดีทีเอ (EDTA) ความเข้มข้นร้อยละ 17

3.1.3. วัสดุและอุปกรณ์อุดคลองรากฟัน

3.1.3.1 กัดทาเพอร์ชา (FKG, La-Chaux-de-Fonds, Switzerland)

3.1.3.2 ซีลเลอร์เอเอสพลัส (AH Plus; Dentsply, DeTrey, Konstanz, Germany)

3.1.3.3 เควิต (CavitTM; DeTrey Dentsply, Konstanz, Germany)

3.1.3.4 เครื่องอุดคลองรากฟันอบทุราทุ (Obtura II; Kerr, Fenton, USA)

3.2 การเลือกฟัน

ฟันกรามน้อยล่างถอนของมนุษย์จำนวน 80 ซี่ เมื่อถูกถอนแล้วจะถูกเก็บในสารละลายฟอร์มาลิน ความเข้มข้น 10% ที่อุณหภูมิห้อง นำฟันกรามน้อยล่างถอนที่เตรียมไว้มาจัดหินปูนและเนื้อเยื่ออ่อน ฟันทุกซี่ถูกนำไปถ่ายภาพรังสีเพื่อเช็คลักษณะของคลองรากฟันให้ตรงเกณฑ์การเลือกฟัน โดยมีเกณฑ์การเลือกดังนี้

1. เป็นฟันรากเดี่ยว ลักษณะรากตรง หรือโค้งไม่เกิน 5 องศา เมื่อประเมินด้วยวิธีของ Schneider (40)
2. ฟันมีการเจริญของรากสมบูรณ์
3. ไม่มีรอยร้าวที่ตัวฟันหรือรากฟัน
4. คลองรากฟันไม่แคบหรือตีตัน และไม่เคยได้รับการรักษารากคลองรากฟัน

3.3 การเตรียมฟัน

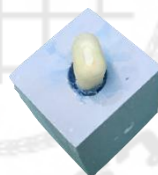
นำฟันกรามน้อยล่างถอนที่ตรงเกณฑ์การเลือกฟัน ตัดตัวฟันให้ได้ความยาวเฉพาะราก 13 มิลลิเมตร ด้วยหัวกรอเร็วปลายสอบเคลือบปากเพชรขนาดดี 16 หลังจากนั้นกำจัดเนื้อเยื่อในออก แล้วกำหนดความยาวทำงาน คือระยะที่ใส่ไฟล์ชนิดเคขนาดเบอร์ 10 จากจุดอ้างอิงถึงตำแหน่งที่พบปลายไฟล์บริเวณปลายรากฟันลบออก 1 มิลลิเมตร เป็นค่าความยาวการทำงาน (working length)

3.4 การเตรียมคลองรากฟัน

ทำการขยายคลองรากฟันด้วยไฟล์ชนิดเคขนาด 10 จนหลวม แล้วจึงเปลี่ยนมาใช้ไฟล์ชนิดเคขนาด 15 หลังจากนั้นจึงขยายคลองรากฟันด้วยวิธีคราวน์ดาวน์ (crown-down)⁽⁴¹⁾ โดยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเรเซอร์ร่วมกับเครื่องขยายเอ็กซ์สมาร์ทพลัส (X-SMART® PLUS, Dentsply Maillefer) กำหนดความเร็ว 300 รอบต่อนาที ค่าแรงบิด 2 นิวตัน เซนติเมตร ขนาด 20/02 และ 25/02 ตามลำดับ ระหว่างการเปลี่ยนเครื่องมือขยายคลองรากจะทำการล้างคลองรากฟันด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร และล้างครั้งสุดท้ายด้วยอีทีอีความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ก่อนทำการอุดคลองรากฟัน⁽²⁰⁾

3.5 การอุดคลองรากฟัน

ขับคลองรากฟันให้แห้งด้วยกระดาษซับรูปกรวยแหลม และอุดคลองรากฟันด้วยกัทยาเพอร์ชาแท่งหลักขนาด 25/.02 และทำการตรวจซ้ำให้มีแรงต้าน (tug-back) บริเวณปลายรากฟันเมื่อดึงแท่งกัทยาเพอร์ชาออกที่ความยาวรากที่กำหนด ร่วมกับการใช้ซีลเลอร์เอเอชพลัส โดยผสมตามคำแนะนำบริษัท ทำการอุดด้วยวิธีเวอติคัลคอนเดนเซชัน (Vertical condensation) นำกัทยาเพอร์ชาแท่งหลักเคลือบด้วยซีลเลอร์เอเอชพลัสแล้วนำไปใส่ลงในคลองรากฟัน และใช้เครื่องมือนำความร้อน (heat carrier) ตัดกัทยาเพอร์ชาลงไป ทำซ้ำจนได้กัทยาเพอร์ชาเต็มส่วนปลายรากฟัน 4 มิลลิเมตร จากนั้นทำการฉีดกัทยาเพอร์ชาในคลองรากฟันจนเต็ม (back fill) ด้วยเครื่องอบทุราทุ อุดรูเปิดเข้าคลองรากฟันด้วยวัสดุอุดชั่วคราวครีวิต นำไปถ่ายภาพรังสีทั้งในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้น และแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง เพื่อเช็คคุณภาพการอุดคลองรากฟันทุกซี่ ขึ้นฟันตัวอย่างที่มีรูพรุน (void) ในวัสดุอุดคลองรากฟันจะถูกคัดออกจากการศึกษา จากนั้นจึงเก็บฟันตัวอย่างทั้งหมดเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้ซีลเลอร์แข็งตัวสมบูรณ์⁽⁹⁾ หลังจากนั้นนำฟันตัวอย่างมาใส่ในแบบหล่อปูนขนาด 25x25x25 ลูกบาศก์มิลลิเมตร เพื่อความสะดวกในการทำงาน (ภาพประกอบ 5)



ภาพประกอบ 5 ฟันตัวอย่างในแบบหล่อปูน

3.6 ขั้นตอนการรื้อกัทยาเพอร์ชา

นำฟันตัวอย่างมาแบ่งกลุ่มแบบสุ่มเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 20 ซี่ รื้อครีวิตออกด้วยหัวกรอเข้าเหล็กกล้าไร้สนิมรูปกลม แล้วจึงเริ่มขั้นตอนการรื้อกัทยาเพอร์ชาด้วยวิธีตามกลุ่มทดลองดังนี้

กลุ่มที่ 1 ไฟลีนิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบดีเรช

ใช้ไฟลีนิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบดีเรชขนาดดีอาร์ 1 (#30/.10) ดีอาร์ 2 (#25/.04) ด้วยวิธีคราเวนดาวน์ โดยเริ่มจากใช้ไฟล์ดีอาร์ 1 กำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันส่วนต้น ความเร็วในการหมุน 1000 รอบต่อนาที และค่าแรงบิด 1.5 นิวตันเซนติเมตร ไฟล์ดีอาร์ 2 กำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันจนถึงความยาวทำงาน ความเร็วในการหมุน 600 รอบต่อนาที และค่าแรงบิด 1 นิวตันเซนติเมตร

กลุ่มที่ 2 ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอรัญนิเวซอลรีทริทเมนต์

ใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอรัญนิเวซอลรีทริทเมนต์ ขนาดดี 1 (30/.09) และดี 2 (25/.08) ด้วยวิธีควรรันดาวน์ ความเร็วในการหมุน 700 รอบต่อนาที และค่าแรงบิด 3 นิวตันเซนติเมตร โดยเริ่มจากใช้ไฟล์ดี 1 รื้อวัสดุอุดคลองรากฟันในส่วนต้นของคลองรากฟัน ใช้ไฟล์ดี 2 รื้อวัสดุอุดคลองรากฟันจนถึงความยาวทำงาน

กลุ่มที่ 3 ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอร์เน็กซ์

ใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอร์เน็กซ์ขนาดเอ็กซ์ 2 (25/.06) และ เอ็กซ์ 3 (30/.07) ด้วยวิธีควรรันดาวน์ ความเร็วในการหมุนที่ 700 รอบต่อนาที และค่าแรงบิด 3 นิวตันเซนติเมตร โดยเริ่มจากการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอร์เน็กซ์ขนาดเอ็กซ์ 3 (30/.07) รื้อวัสดุอุดคลองรากฟันในส่วนต้นของคลองรากฟันและจึงใช้เอ็กซ์ 2 (25/.06) รื้อจนถึงความยาวทำงาน

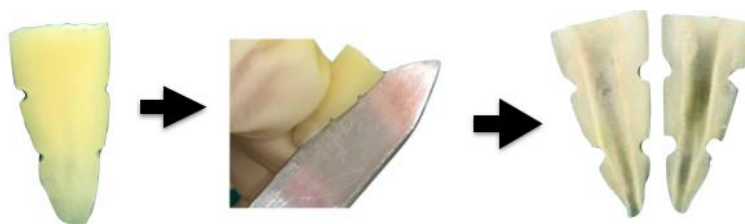
กลุ่มที่ 4 ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอรัญนิเวซอล

ใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอรัญนิเวซอล ขนาดเอฟ 2 (25/.08) เอฟ 3 (30/.09) ด้วยวิธีควรรันดาวน์ ความเร็วในการหมุน 700 รอบต่อนาที และค่าแรงบิด 3 นิวตันเซนติเมตร โดยเริ่มจากใช้ไฟล์เอฟ 3 รื้อวัสดุอุดคลองรากฟันในส่วนต้นของคลองรากฟัน ใช้ไฟล์เอฟ 2 รื้อจนถึงความยาวทำงาน

ไฟล์แต่ละชุดถูกใช้ 3 คลองรากฟัน หลังจากใช้งานทุกครั้งให้เช็ดด้วยผ้าก๊อชเพื่อกำจัดเศษวัสดุอุดและเศษเนื้อฟันและทำการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร ทำการรื้อจนกว่าไม่มีกั๊กตาเพอร์ชาหรือซิลิโคนติดอยู่บนเครื่องมือ หลังจากนั้นล้างครั้งสุดท้ายด้วยสารละลายอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ตามด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร เพื่อกำจัดเศษฝังบริเวณปลายราก⁽²⁰⁾ และขับคลองรากฟันให้แห้งด้วยกระดาศับรูปกรวยแหลม ซึ่งทุกคลองรากฟันถูกเตรียม อุดและกำจัดวัสดุอุดด้วยผู้ทำหัตถการคนเดียวกัน และการกำจัดวัสดุอุดจะใช้เวลาในการรื้อทั้งหมดไม่เกิน 10 นาที

3.7 การประเมินปริมาณวัสดุที่เหลือภายในคลองรากฟัน

1. แบ่งรากฟันในแนวยาว (longitudinal) โดยใช้หัวกรอเร็วปลายสอเคลือบกากเพชร กรอร่องด้านแก้มและร่องด้านหลังโดยไม่กรอลึกถึงวัสดุอุดคลองรากฟัน หลังจากนั้นใช้หัวกรอบากร่อง (groove) ที่ด้านแก้มและด้านหลังเพื่อกำหนดระดับของรากออกเป็น 3 ส่วน คือ บริเวณคลองรากฟันส่วนต้น ส่วนกลางและส่วนปลาย แล้วจึงใช้มีดตัดซีผึ้ง (wax knife) สอดเข้าไปในร่องด้านแก้มหรือด้านหลังเพื่อเปิดให้ฟันแตกออกจากกันเป็น 2 ส่วน ตามภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการแบ่งรากฟันในแนวยาว

2. ถ่ายรูปชิ้นงานแต่ละครั้งจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงสเตอริโอกำลังขยาย 20 เท่า (Olympus, Tokyo, Japan) ด้วยโปรแกรมโมติคิมเมจพลัส (Motic images plus) จากนั้นนำภาพเข้าสู่โปรแกรมอิมเมจเจ (ImageJ : National Institutes of Health Bethesda, Bethesda, MD) เพื่อประเมินปริมาณวัสดุที่เหลือภายในคลองรากฟันทีละครั้งรากฟัน แต่ละครั้งของรากฟันจะแบ่งการคำนวณพื้นที่เป็น 3 ส่วน ได้แก่ คลองรากฟันส่วนต้น ส่วนกลางและส่วนปลาย คำนวณปริมาณของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือบนผนังคลองรากฟันเป็นค่าร้อยละของพื้นที่แต่ละส่วน และคำนวณร้อยละของพื้นที่ที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือของแต่ละชิ้นตัวอย่าง โดยคำนวณค่าเฉลี่ยของคลองรากฟันทั้งส่วนต้น ส่วนกลางและส่วนปลายของทั้ง 2 ครั้งรวมกัน

3. ทำการสุมตัวอย่างจากกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 2 ชิ้น มาทำการคงสภาพชิ้นงาน (fixation) โดยใช้สารละลายกลูตารัลดีไฮด์ (glutaraldehyde) ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

4. นำฟันมาผ่านกระบวนการกำจัดน้ำ (dehydration) โดยแช่ในเอทานอล (ethanol) ความเข้มข้นร้อยละ 30 50 80 และ 100 (Tousimis®, Rockville, Maryland) อย่างละ 1 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที ตามลำดับที่อุณหภูมิห้อง

5. นำชิ้นตัวอย่างมาฉาบผิวด้วยทอง (Gold-Sputter coated) หนา 12.5 นาโนเมตร ด้วยเครื่องฉาบทองที่ 2.2 กิโลโวลต์ , 20 มิลลิแอมป์ เป็นเวลา 3 นาที แล้วนำไปตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (JSM-6610 series, Joel, Tokyo, Japan) กำลังขยาย 1000

เท่า เพื่อประเมินลักษณะของชั้นสเมียร์ที่ระดับคลองรากฟันส่วนต้น ส่วนกลางและส่วนปลาย ตามวิธีการของ Hulsman และคณะ⁽⁴²⁾ ทำการประเมินผลด้วยผู้อ่านคนเดียว โดยผู้ประเมินจะไม่ทราบว่ชิ้นงานตัวอย่างอยู่กลุ่มไหน และประเมินความเที่ยงภายในตัวผู้ประเมิน (Intra-rater Reliability) โดยการให้อ่านชิ้นงานตัวอย่างแต่ละชิ้นเป็นจำนวน 2 ครั้ง แต่ละคร้ังห่างกัน 1 สัปดาห์

3.9 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลจะได้รับการแจกแจงเป็นหมวดหมู่โดยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 23 ทำการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวปกติและมีความแปรปรวนเท่ากันจึงเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลความแตกต่างของร้อยละของพื้นที่ของกัตทาเพอร์ชาที่หลงเหลือภายในคลองรากฟัน โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) เมื่อพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะทำการทดสอบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้วยการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison Procedure) โดยวิธีการทดสอบของเซฟเฟ้ส์ (The Sheffe's test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และประเมินลักษณะของชั้นสเมียร์ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มโดยนำชิ้นตัวอย่างไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ทำการรายงานผลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics)

บทที่ 4

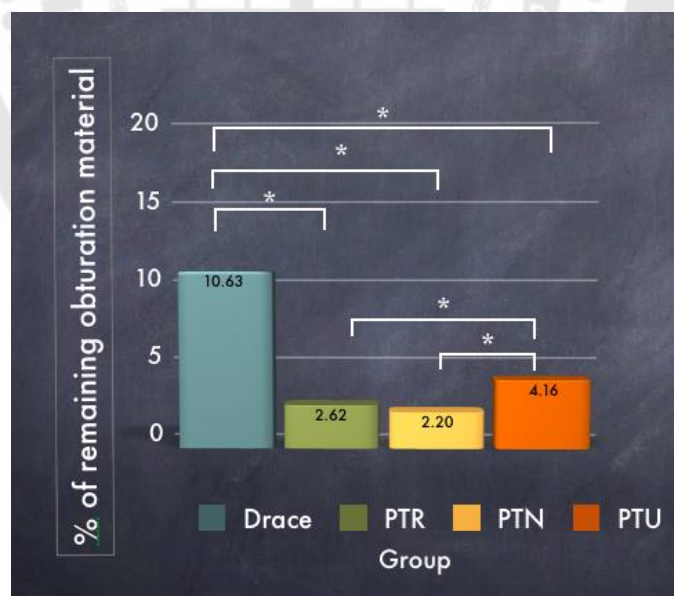
ผลการศึกษา

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ผนังคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือ

กลุ่ม	จำนวน	ค่าเฉลี่ยร้อยละ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
D-RaCe	20	10.63 ± 1.50
PTR	20	2.62 ± 1.12^A
PTN	20	2.20 ± 0.99^A
PTU	20	4.16 ± 0.95

A อักษรเหมือนกันหมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

D-RaCe หมายถึง ดีเรซ; PTR หมายถึง โพรเทเปอร์ยูนิเวซอลรีทริเมนท์; PTN หมายถึง โพรเทเปอร์เน็กซ์; PTU หมายถึง โพรเทเปอร์ยูนิเวซอล



ภาพประกอบ 7 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ผนังคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือ

เครื่องหมาย * แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 1 และภาพประกอบที่ 7 แสดงข้อมูลปริมาณร้อยละของวัสดุอุดที่เหลืออยู่ในคลองรากฟันของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าทุกคลองรากฟันมีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลืออยู่ กลุ่มโพรเทเปอร์เน็กซ์ (2.20 ± 0.99) และกลุ่มโพรเทเปอร์ยูนิเวซอลรีทริทเมนต์ (2.62 ± 1.12) เหลือวัสดุอุดคลองรากฟันน้อยสุด ตามด้วยกลุ่มโพรเทเปอร์ยูนิเวซอล (4.16 ± 0.95) และกลุ่มดีเรซ (10.63 ± 1.50) เหลือปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันมากที่สุด โดยกลุ่มดีเรซเหลือปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มโพรเทเปอร์ยูนิเวซอลเหลือปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันมากกว่ากลุ่มโพรเทเปอร์ยูนิเวซอลรีทริทเมนต์และกลุ่มโพรเทเปอร์เน็กซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มโพรเทเปอร์ยูนิเวซอลรีทริทเมนต์และกลุ่มโพรเทเปอร์เน็กซ์เหลือปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

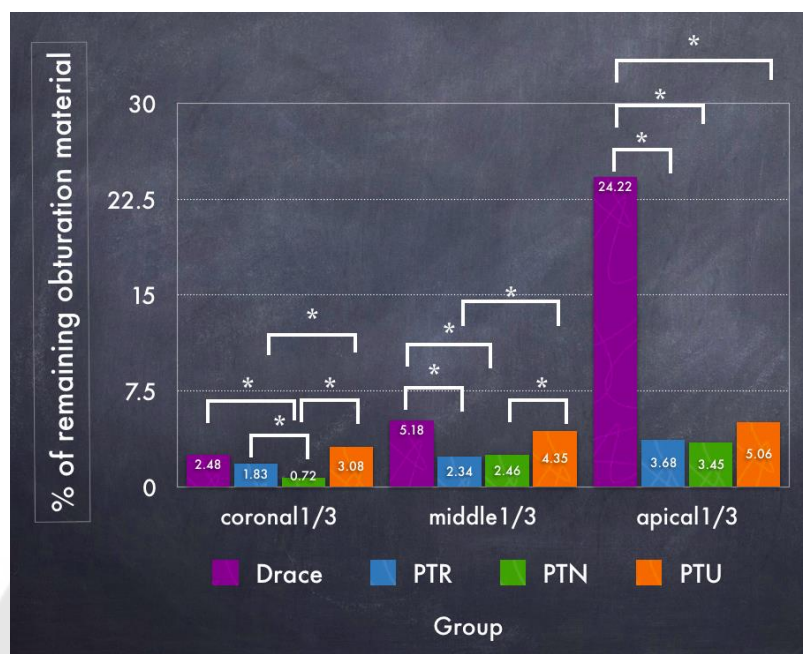
ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ผนังคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือแยกตามระดับของคลองรากฟัน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

กลุ่ม	คลองรากฟันส่วนต้น	คลองรากฟันส่วนกลาง	คลองรากฟันส่วนปลาย
D-RaCe	2.48 ± 0.92	5.18 ± 1.08	24.22 ± 4.4
PTR	1.83 ± 1.11^a	2.34 ± 1.01^a	3.68 ± 1.45
PTN	0.72 ± 0.54	2.46 ± 1.23	3.45 ± 1.45
PTU	3.08 ± 1.52	4.35 ± 0.91^b	5.06 ± 0.85^b

a,b อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันหมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือหลังการรื้อด้วยไฟล์แต่ละระบบในระหว่าง 3 ระดับของคลองรากฟัน (ตารางที่ 2) พบว่าระบบดีเรซและโพรเทเปอร์เน็กซ์สามารถรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันออกจากคลองรากฟันส่วนต้นได้มากกว่าคลองรากฟันส่วนกลางและส่วนปลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกะดับของคลองรากฟัน ส่วนระบบโพรเทเปอร์ยูนิเวซอลรีทริทเมนต์มีปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันที่หลงเหลือในคลองรากฟันส่วนต้นและส่วนกลางไม่มีแตกต่างกัน แต่มีวัสดุหลงเหลือในคลองรากฟันส่วนปลายมากกว่าระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระบบโพรเทเปอร์ยูนิเวซอลมีปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันหลงเหลือในคลอง

รากฟันส่วนกลางและส่วนปลายไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สามารถรีตัววัสดุอุดคลองรากฟันในคลองรากฟันส่วนต้นได้มากกว่าระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



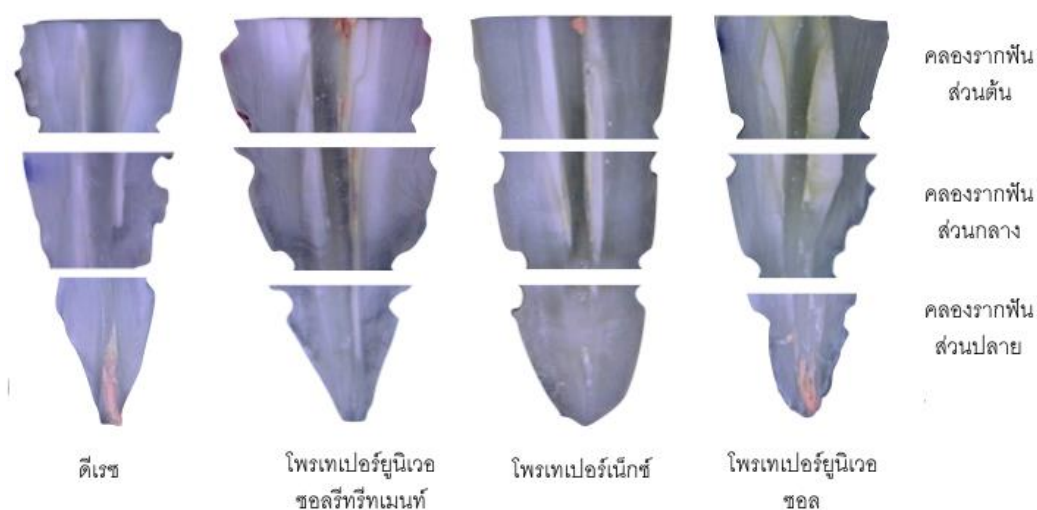
ภาพประกอบ 8 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ผนังคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือ แยกตามระดับของคลองรากฟัน

เครื่องหมาย * แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดกัตาเพอร์ชาในแต่ละระดับของคลองรากฟันระหว่างไฟล์แต่ละระบบ (ภาพประกอบ 8) พบว่าปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันที่บริเวณคลองรากฟันส่วนต้นของระบบโพเทเปอร์เน็กซ์เหลือน้อยกว่าอีก 3 ระบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลเหลือวัสดุอุดมากกว่าระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทริทเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระบบดีเรชกับโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทริทเมนต์และโพเทเปอร์ยูนิเวอซอล

บริเวณคลองรากฟันส่วนกลางพบว่าระบบดีเรชและระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลเหลือวัสดุอุดคลองรากฟันไม่แตกต่างกันแต่เหลือมากกว่าระบบโพเทเปอร์เน็กซ์และโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทริทเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระบบโพเทเปอร์เน็กซ์กับโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทริทเมนต์

บริเวณคลองรากฟันส่วนปลายพบว่าระบบดีเรชเหลือปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันมากกว่าระบบอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างระบบโพเทเปอร์ยูนิเวซอลรีทริทเมนต์ ระบบโพเทเปอร์เน็กซ์ และระบบโพเทเปอร์ยูนิเวซอล (ภาพประกอบ 9)



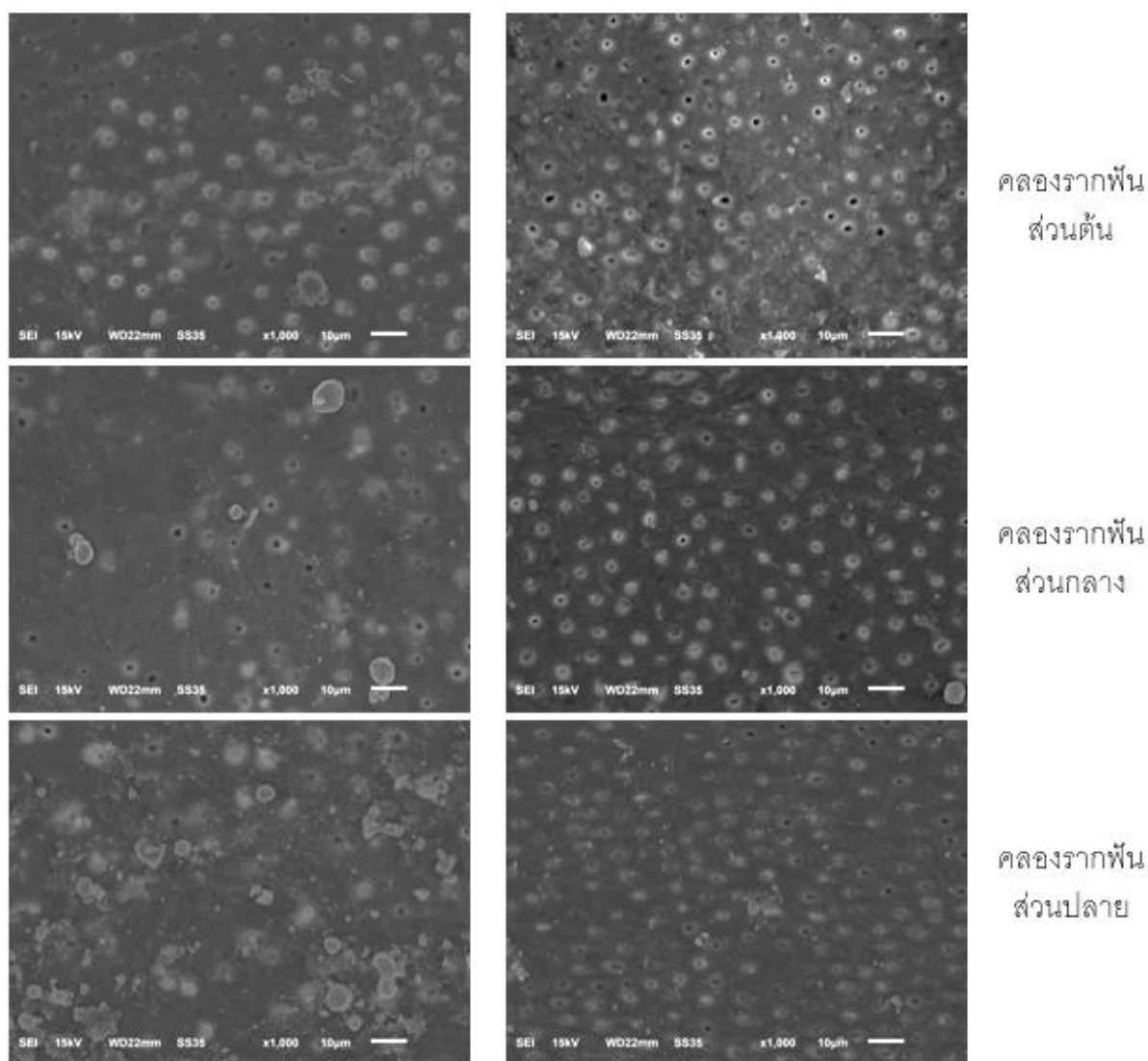
ภาพประกอบ 9 ลักษณะกัตาเพอร์ชาที่เหลือจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงสเตอริโอกำลังขยาย 20 เท่า ของกลุ่มดีเรช โพเทเปอร์ยูนิเวซอลรีทริทเมนต์ โพเทเปอร์เน็กซ์และโพเทเปอร์ยูนิเวซอล

ผลการประเมินชั้นสเมียร์จากภาพของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงผลดังภาพประกอบ 10 และ 11 พบว่า

ระบบดีเรช บริเวณคลองรากฟันส่วนต้นและส่วนกลาง พื้นที่ส่วนใหญ่มีปริมาณชั้นสเมียร์ปกคลุมผนังคลองรากฟันมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน มีการเปิดช่องท่อเนื้อฟันเล็กน้อย บริเวณคลองรากฟันส่วนปลายจะพบผนังคลองรากฟันถูกปกคลุมด้วยชั้นสเมียร์ทั้งหมด และไม่มี การเปิดช่องท่อเนื้อฟัน (ภาพประกอบ 10)

ระบบโพเทเปอร์ยูนิเวซอลรีทริทเมนต์ พบว่าที่บริเวณคลองรากฟันส่วนต้นและส่วนกลาง ส่วนใหญ่มีปริมาณชั้นสเมียร์ที่ปกคลุมผนังคลองรากฟันเล็กน้อย มีการเปิดช่องท่อเนื้อฟันบางส่วน และบริเวณคลองรากฟันส่วนปลาย มีปริมาณชั้นสเมียร์ปกคลุมผนังคลองรากฟันเป็นเนื้อเดียวกัน มีการเปิดช่องท่อเนื้อฟันเล็กน้อย (ภาพประกอบ 10)

ระบบโพรเทปเปอร์เน็กซ์และโพรเทปเปอร์ยูนิเวอร์ซอล พบว่าที่บริเวณคลองรากฟันส่วนต้น ส่วนใหญ่มีปริมาณชั้นสเมียร์ที่ปกคลุมผนังคลองรากฟันน้อยเล็กน้อย มีการเปิดของท่อเนื้อฟัน บางส่วน บริเวณคลองรากฟันส่วนกลางและส่วนปลายมีปริมาณชั้นสเมียร์ปกคลุมผนังคลองรากฟันเป็นเนื้อเดียวกัน มีการเปิดของท่อเนื้อฟันเล็กน้อย (ภาพประกอบ 11)

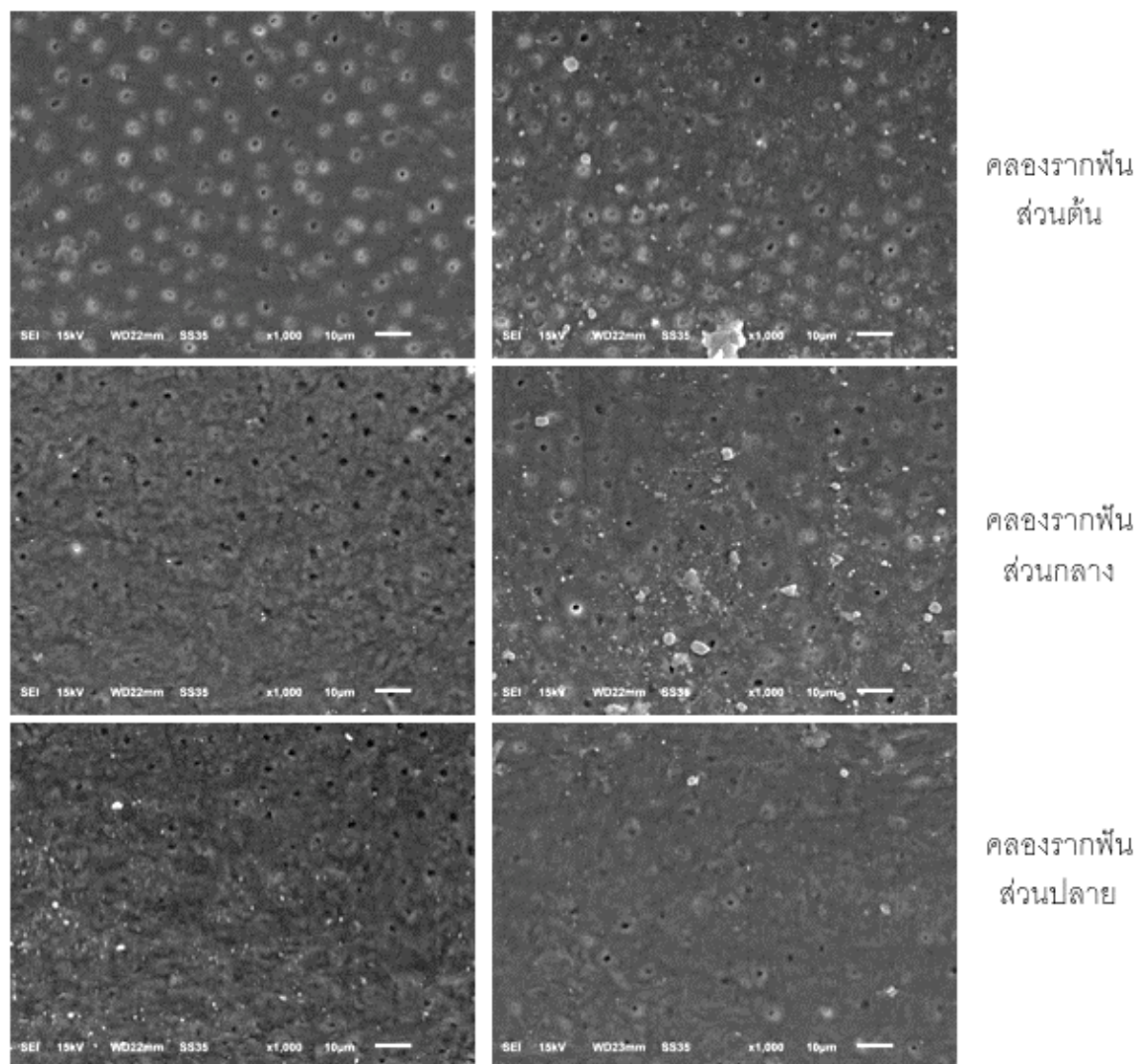


ดีเรซ

โพรเทปเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทริทเมนต์

ภาพประกอบ 10 ลักษณะชั้นสเมียร์จากภาพของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

กำลังขยาย 1000 เท่าของกลุ่มดีเรซ และโพรเทปเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทริทเมนต์



ภาพประกอบ 11 ลักษณะชั้นสเมียร์จากภาพของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
กำลังขยาย 1000 เท่าของกลุ่มโพเทเปอร์เน็กซ์และโพเทเปอร์ยูนิเวซอล

บทที่ 5

อภิปรายผลและสรุปผล

จุดมุ่งหมายของการรักษาคลองรากฟันซ้ำเพื่อกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันเดิมออก ทำความสะอาดคลองรากฟัน ขยายคลองรากฟันให้มีรูปร่างที่เหมาะสมและทำการอุดคลองรากฟันใหม่ให้มีประสิทธิภาพ^(4, 43) ซึ่งการกำจัดวัสดุอุดออกจากคลองรากฟันได้ทั้งหมดเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จของการรักษาคลองรากฟันซ้ำ การมีเศษเนื้อเยื่อตาย เชื้อแบคทีเรียหรือเศษวัสดุอุดคลองรากฟันเก่าที่ผนังคลองรากฟันอยู่อาจเป็นแหล่งสะสมของการติดเชื้อซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้การรักษาคลองรากฟันซ้ำล้มเหลวได้ ในปัจจุบันยังไม่มีผู้ค้นพบว่าวิธีใดที่สามารถกำจัดวัสดุอุดออกได้ทั้งหมดอย่างสมบูรณ์ แต่อย่างไรก็ตามควรที่จะกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันออกให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อทำให้คลองรากฟันปราศจากเชื้อมากที่สุดและส่งเสริมให้เกิดการหายของเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน^(9, 12, 44)

การศึกษานี้เลือกใช้ฟันกรามน้อยล่างรากเดี่ยวที่มีลักษณะรากตรง ทำการตัดตัวฟันเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างมีมาตรฐานเดียวกัน^(10, 12) และใช้วิธีการอุดคลองรากฟันด้วยวิธีเวดติคัลคอนเดนเซชัน เนื่องจากสามารถทำให้กัททาเพอร์ชาแนบสนิทกับคลองรากฟันได้มากกว่าวิธีแลทเทอรัลคอนเดนเซชัน (lateral condensation)^(6, 45)

การศึกษาก่อนหน้านี้มีการใช้วิธีการประเมินวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือนด้วยวิธีที่แตกต่างกัน^(7, 12, 22) ในการศึกษาที่ใช้วิธีการตัดแบ่งครึ่งรากฟันในแนวดิ่งร่วมกับการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงสเตอริโอ เพื่อประเมินวัสดุอุดคลองรากฟัน สามารถตรวจสอบวัสดุอุดที่เหลือนได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับการถ่ายภาพรังสีที่เห็นภาพสองมิติ⁽¹²⁾ ซึ่งวิธีนี้อาจไม่ใช่วิธีที่ละเอียดที่สุดในการประเมินปริมาณวัสดุอุดในคลองรากฟันแต่เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถให้ข้อมูลที่เพียงพอสำหรับการเปรียบเทียบวัสดุอุดที่เหลือนภายในคลองรากฟันได้ แต่อย่างไรก็ตามการตัดแบ่งฟันต้องทำด้วยความระมัดระวังเพราะอาจทำให้เกิดการหลุดออกของชิ้นส่วนกัททาเพอร์ชาได้ ซึ่งในการศึกษานี้ไม่พบการหลุดออกของชิ้นส่วนกัททาเพอร์ชา

วิธีที่ใช้ในการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันมีหลายวิธี⁽⁹⁾ ได้แก่ การใช้ความร้อน การใช้ไฟล์มือ หรือการใช้ไฟล์มือร่วมกับตัวทำละลาย การใช้เครื่องมืออัลตราโซนิค และการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องซึ่งมีข้อได้เปรียบคือช่วยลดเวลาการทำงานและลดความเมื่อยล้าของทันตแพทย์และผู้ป่วยได้ อย่างไรก็ตามไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องมีข้อพึงระวังในการใช้งาน คือหลังการใช้งานไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องอาจมีการเสื่อมสภาพ ได้แก่ การสึก การบิดเบือน (distortion) การเกิดรอยร้าว (microcrack) ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพใน

การตัดลดลงและมีโอกาสเกิดการหักของเครื่องมือง่ายขึ้น ดังนั้นในการศึกษานี้จึงใช้เครื่องมือ 1 ชุด ต่อ 3 คลองรากฟัน แล้วทำการเปลี่ยนเครื่องมือชุดใหม่ซึ่งสอดคล้องกับคำแนะนำจากการศึกษาก่อนหน้านี้^(12, 26) สำหรับในการศึกษานี้หลังการใช้งานพบว่าไฟล์ระบบดีเรซและโพรเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทริทเมนต์มีการบิดเบือนโดยมีการคลายเกลียวของเครื่องมือเกิดขึ้น แต่ไม่พบการหักของเครื่องมือ และในการศึกษานี้ทำการขยายคลองรากฟันถึงขนาด 25/.02 เนื่องจากไฟล์ระบบดีเรซมีขนาดของเครื่องมือที่ใช้ในการกำจัดวัสดุอุดออกจากคลองรากฟันส่วนปลายมีขนาด 25/.04 ซึ่งหากใช้ไฟล์ทำการขยายคลองรากฟันที่มีขนาดมากกว่านี้อาจทำให้ไฟล์ระบบดีเรซไม่สามารถกำจัดวัสดุอุดออกจากคลองรากฟันได้หมด

ในการศึกษานี้ใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องทั้งหมด 4 ระบบ ผลการศึกษพบว่าไฟล์ ระบบโพรเทเปอร์เน็กซ์และระบบโพรเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทริทเมนต์เหลือปริมาณกัทยาเพอร์ชาน้อยสุด ตามด้วยระบบโพรเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลและระบบดีเรซที่เหลือปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันมากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Ozyurek และ Demiryurek⁽¹²⁾ ที่พบว่าไฟล์ระบบโพรเทเปอร์เน็กซ์และระบบโพรเทเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทริทเมนต์สามารถกำจัดกัทยาเพอร์ชาได้ไม่ต่างกัน และไม่มีไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบใดสามารถกำจัดวัสดุอุดได้ทั้งหมดซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้^(7, 9, 12, 13, 46)

การที่ไม่มีไฟล์ระบบใดสามารถกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันได้อย่างสมบูรณ์อาจเนื่องมาจากลักษณะกายวิภาคของคลองรากฟันอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟัน เนื่องจากฟันที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นฟันกรามน้อยที่คลองรากฟันมีลักษณะเป็นวงรีคือคลองรากฟันในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้นมีความกว้างมากกว่าแนวใกล้กลาง-ใกล้กลาง ทำให้เครื่องมือเข้าทำความสะอาดตำแหน่งต่างๆได้ไม่ทั่วถึง ไม่สามารถสัมผัสวัสดุอุดคลองรากฟันได้ทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ใช้ฟันกรามน้อยและไม่สามารถกำจัดวัสดุอุดออกได้หมดเช่นเดียวกัน^(9, 13, 47) อย่างไรก็ตามการออกแบบวิธีการทดลองในครั้งนี้เลือกใช้คลองรากฟันหน้าตัดวงรี ซึ่งมีความคาดหวังว่าการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องในการรื้อกัทยาเพอร์ชาโดยไม่ใช้ตัวทำละลายร่วมด้วยอาจสามารถกำจัดกัทยาเพอร์ชาโดยดึงมวลของกัทยาเพอร์ชาออกเป็นชิ้นใหญ่ออกจากเกลียวของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องซึ่งอาจทำให้มวลกัทยาเพอร์ชาในคลองรากฟันวงรีสามารถถูกกำจัดออกได้ทั้งหมด จากการศึกษาที่ก่อนหน้านี้^(7, 8) พบว่ามีปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันเหลืออยู่ถึงร้อยละ 11-26 แต่ผลการศึกษานี้เหลือวัสดุอุดเฉลี่ยเพียงร้อยละ 2.2-10.6 แสดงว่าการรื้อวัสดุด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องกลตามวิธีที่ใช้ในการศึกษานี้มีประสิทธิภาพดีในการกำจัดวัสดุอุดออกจากคลองรากฟัน

นอกจากนี้เนื่องมาจากการศึกษาก่อนหน้านี้ใช้ตัวทำละลายร่วมด้วยในการรี้อัดอุดคลองรากฟันจึงอาจทำให้การกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันมีความยากมากขึ้น เนื่องจากการใช้ตัวทำละลายทำให้กัตทาเพอร์ชาละลายเป็นแผ่นบางปกคลุมผนังคลองรากฟัน และกัตทาเพอร์ชาที่ละลายตัวจะไหลได้ง่ายจึงอาจถูกเครื่องมือดันเข้าสู่ตำแหน่งของคลองรากฟันที่มีความซับซ้อนซึ่งยากแก่การรี้อัดหรืออาจถูกดันออกนอกปลายรากฟันได้^(6, 7, 13)

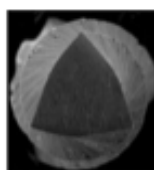
ไฟล์ระบบโพเทเปอร์ยูนิเวซอลรีทรีทเมนต์ ระบบโพเทเปอร์เน็กซ์ และระบบโพเทเปอร์ยูนิเวซอลเหลือวัสดุอุดคลองรากฟันน้อยกว่าระบบดีเรซอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของการศึกษาของ Marques da Silva และคณะ⁽⁹⁾ ที่พบว่ากลุ่มโพเทเปอร์ยูนิเวซอลรีทรีทเมนต์เหลือวัสดุอุดคลองรากฟันน้อยกว่ากลุ่มดีเรซอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบดีเรซมีขนาดของความสอของเครื่องมือที่น้อยกว่าระบบอื่นจึงทำให้เหลือวัสดุอุดคลองรากฟันมากกว่าระบบอื่น และการที่ไฟล์ระบบโพเทเปอร์ยูนิเวซอลรีทรีทเมนต์ โพเทเปอร์เน็กซ์และโพเทเปอร์ยูนิเวซอลมีความผายมากกว่าระบบดีเรซทำให้มีการขยายคลองรากฟันส่วนใกล้ตัวฟันมากกว่าจะช่วยให้น้ำยาล้างคลองรากฟันลงไปถึงส่วนปลายของคลองรากฟันได้ง่ายกว่าซึ่งช่วยทำความสะอาดคลองรากฟันส่วนปลายได้ดีกว่าระบบดีเรซ⁽⁴⁸⁾

การที่ไฟล์ระบบโพเทเปอร์ยูนิเวซอลรีทรีทเมนต์ และระบบโพเทเปอร์เน็กซ์สามารถกำจัดวัสดุอุดออกจากคลองรากฟันได้มากที่สุด เนื่องมาจากไฟล์มีลักษณะความผายแบบไม่คงที่ (progressive taper) โดยไฟล์ที่มีความผายไม่คงที่ จะตัดคลองรากฟันเฉพาะจุด ลดการสัมผัสของไฟล์และเนื้อฟันทำให้เพิ่มช่องว่างระหว่างเกลียวไฟล์ทำให้การนำวัสดุอุดหรือเศษผงออกจากคลองรากฟันได้ง่ายขึ้น และยังทำให้เครื่องมือสามารถตัดได้ทั้งกัตทาเพอร์ชาและผนังคลองรากฟันผิว (superficial layer of dentine) ขณะทำการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟัน⁽⁴⁹⁾

ไฟล์โพเทเปอร์เน็กซ์มีความผายน้อยกว่าโพเทเปอร์ยูนิเวซอลรีทรีทเมนต์แต่สามารถทำความสะอาดได้ไม่แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากไฟล์ระบบโพเทเปอร์เน็กซ์มีการออกแบบให้มีหน้าตัดเป็นแบบออฟเซนเตอร์เรดแทนกิวเลอร์ ทำให้มีตำแหน่งที่สัมผัสผนังคลองรากฟันเพียงสองจุดเท่านั้นขณะที่เครื่องมือหมุน ทำให้เพิ่มพื้นที่บริเวณโดยรอบช่องว่างเกลียว ซึ่งสามารถนำเศษผงเนื้อฟันหรือวัสดุอุดออกจากคลองรากฟันได้ง่ายขึ้น^(12, 50, 51) อีกทั้งไฟล์โพเทเปอร์เน็กซ์มีการเคลื่อนที่แบบไม่สมมาตร (asymmetric motion) ทำให้ไฟล์มีความสามารถในการตัดที่มากกว่าไฟล์ชนิดอื่นที่มีขนาดเดียวกันแต่มีการเคลื่อนที่แบบสมมาตร⁽⁵¹⁾

ไฟล์ระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีทเมนต์ และโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลมีความผายเท่ากันแต่ไฟล์ระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีทเมนต์เหลือปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันที่น้อยกว่า อาจเนื่องมาจากไฟล์ระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีทเมนต์ได้ออกแบบลักษณะช่องระหว่างเกลียว (flute) ที่พิเศษทำให้สามารถดึงกัตทาเพอร์ชาเข้ามาในช่องระหว่างเกลียวและกำจัดออกทางรูเปิดคลองรากฟันได้ง่ายขึ้น อีกทั้งลักษณะของไฟล์ระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีทเมนต์ที่มีการออกแบบปลายไฟล์มีความคมของดี 1 ซึ่งใช้ร้อยละ 10 ของตัวฟันเป็นตัวแรกทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการเจาะเข้าไปในกัตทาเพอร์ชา ทำให้ไฟล์ตัวถัดมาคือดี 2 สามารถเจาะเข้าไปร้อยละ 100 ได้ง่ายขึ้น อีกทั้งมีช่วงระยะห่างของเกลียวที่มากซึ่งช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการตัดให้ดีขึ้นและช่วยส่งเสริมการกำจัดเศษผงเนื้อฟันหรือวัสดุออกจากคลองรากฟันได้ง่ายขึ้นด้วย^(52, 53)

จากการศึกษาของ Hülsmann และ Bluhm⁽⁵⁴⁾ พบว่าประสิทธิภาพในการทำความสะอาดของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องขึ้นอยู่กับลักษณะรูปร่างหน้าตัดของของเครื่องมือ ซึ่งไฟล์ระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีทเมนต์และไฟล์ระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลมีหน้าตัดลักษณะคอนเวกซ์ไตรแองกูลเลอร์ (ภาพประกอบ 12 ก.) จะมีประสิทธิภาพการตัดที่ดีเนื่องจากหน้าตัดลักษณะนี้สามารถกระตุ้นให้เกิดความร้อนได้ง่ายจากการมีมวลภายใน (internal mass) ที่มีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับหน้าตัดที่มีลักษณะสามเหลี่ยม ซึ่งช่วยทำให้กำจัดวัสดุได้ดีง่ายขึ้น^(9, 55) โดยประสิทธิภาพของไฟล์ระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีทเมนต์ในการกำจัดกัตทาเพอร์ชาสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้⁽¹²⁻¹⁴⁾ และไฟล์ระบบโพเทเปอร์เน็กซ์ที่มีการออกแบบมาให้มีหน้าตัดเป็นแบบออฟเซตเตอร์เรคแทงกูลเลอร์ (ภาพประกอบ 12 ข.) ซึ่งช่วยส่งเสริมให้มีการสัมผัสระหว่างไฟล์และเนื้อฟันหรือกัตทาเพอร์ชาที่น้อย ทำให้ง่ายต่อการนำเศษวัสดุหรือเนื้อฟันออกจากคลองรากฟัน⁽⁵⁰⁾



ก



ข

ภาพประกอบ 12 (ก) ลักษณะหน้าตัดเป็นแบบคอนเวกซ์ไตรแองกูลเลอร์ และ (ข) แบบออฟเซตเตอร์เรคแทงกูลเลอร์⁽³²⁾

จากการสังเกตพบว่าขณะที่ทำการรีดวัสดุอุดคลองรากฟัน ลักษณะของกัตทาเพอร์ชาที่ออกจากคลองรากฟันของระบบโพเทเปอร์ยูนิเวอซอลรีทรีทเมนต์และระบบโพเทเปอร์เน็กซ์มีลักษณะเป็นก้อนหนาๆ ที่หลุดออกมาและติดรอบเกลียวไฟล์ ส่วนกลุ่มดีเรซ กัตทาเพอร์ชาออกมา

เป็นเส้นบางๆปนกับลักษณะของผงขึ้นเล็กไม่ติดตามรอบเกลียวเครื่องมือ ส่วนกลุ่มโพเทเปอรัญนิเวอซอล กัดทาเพอร์ชาจะมีลักษณะเป็นเส้นบางร่วมกับเป็นขึ้นหนา ซึ่งลักษณะที่ต่างกันอาจเกิดจากการออกแบบเครื่องมือที่ต่างกันของแต่ละระบบ

ความเร็วในการหมุนของไฟล์ที่ใช้พบว่าไฟล์ดีอาร์ 1 ในระบบดีเรชมีความเร็วในการหมุน 1000 รอบต่อนาที ร่วมกับลักษณะของปลายไฟล์ที่มีความคมใช้ในการรีดวัสดุอุดคลองรากฟันส่วนต้น และดีอาร์ 2 ในระบบดีเรชมีความเร็วในการหมุน 600 รอบต่อนาที ในการรีดวัสดุอุดคลองรากฟันส่วนปลาย ทำให้การรีดวัสดุอุดคลองรากฟันช่วงแรกสามารถรีดออกมาได้รวดเร็ว เนื่องจากเครื่องมือมีความเร็วในการหมุนมากเกิดความร้อนจากการเสียดทาน (frictional heat) ได้ง่ายเกิดการพลาสติไซส์ (plasticize) ของกัดทาเพอร์ชา ทำให้ลดความต้านทานของกัดทาเพอร์ชาและกัดทาเพอร์ชานิ่มลง ซึ่งสามารถกำจัดกัดทาเพอร์ชาได้ง่ายขึ้น⁽⁵⁶⁾ และในอีก 3 ระบบใช้ความเร็วในการหมุน 700 รอบต่อนาที สามารถกำจัดกัดทาเพอร์ชาได้เช่นกันแต่ช้ากว่ากลุ่มดีเรชในช่วงแรก ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าการใช้ความเร็วในการหมุน 700 รอบต่อนาที สามารถกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันได้จึงอาจไม่มีความจำเป็นต้องใช้ความเร็วสูงถึง 1000 รอบต่อนาที เนื่องจากการใช้ความเร็วในการหมุนที่มากยิ่งขึ้นเพิ่มโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดการหักของเครื่องมือเพิ่มมากขึ้น⁽⁵⁷⁾

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าส่วนใหญ่มีปริมาณของวัสดุอุดคลองรากฟันหลงเหลือประมาณร้อยละ 2-5 ซึ่งในทางคลินิกหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการทำความสะอาดสามารถใช้วิธีการล้างด้วยระบบอัลตราโซนิคส์แบบไร้แรง (passive ultrasonic irrigation) กับน้ำยาไฮเดียมไฮโปคลอไรต์ภายหลังการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่อง⁽⁵⁸⁾ ร่วมกับการใส่ยาในคลองรากฟันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อที่อาจหลงเหลืออยู่ใต้วัสดุอุดคลองรากฟันได้

จากผลการศึกษาพบว่าไฟล์ระบบโพเทเปอรัญนิเวอซอลรีทริทเมนต์ ระบบโพเทเปอรัเน็กซ์ และระบบโพเทเปอรัญนิเวอซอลมีการเปิดออกของท่อเนื้อฟันที่ใกล้เคียงกัน โดยพบการเปิดออกของท่อเนื้อฟันส่วนใหญ่ที่ระดับคลองรากฟันส่วนต้นและส่วนกลาง และพบการเปิดออกของท่อเนื้อฟันบางส่วนที่บริเวณคลองรากฟันส่วนปลายซึ่งแสดงว่าสามารถกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันได้ดีซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Keles และคณะ⁽⁵⁹⁾ ส่วนระบบดีเรชที่บริเวณผนังคลองรากฟันถูกปกคลุมด้วยชั้นสเมียร์เกือบทั้งหมดมีการเปิดท่อเนื้อฟันเล็กน้อยซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงสเตอริโอที่พบว่ากลุ่มดีเรชมีปริมาณกัดทาเพอร์ชาเหลือมากกว่าระบบอื่น โดยเฉพาะบริเวณคลองรากฟันส่วนปลาย ซึ่งการที่บริเวณส่วนปลายของคลองรากฟัน

ทุกระบบมีปริมาณกัตาเพอร์ซาหรือการเปิดออกของท่อเนื้อพืชน้อยกว่าบริเวณอื่นเนื่องจากบริเวณคลองรากฟันส่วนปลายเป็นตำแหน่งที่ยากต่อการทำความสะอาดทั้งการใช้น้ำยาล้างคลองรากฟันและการใช้เครื่องมือ⁽⁶⁰⁾

ทั้งนี้ผลการศึกษาที่พบว่าหลังทำการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันและล้างด้วยน้ำยาแล้วยังพบชั้นเสมียร์ที่หนาแน่นโดยเฉพาะบริเวณส่วนปลายรากอาจเกิดจากหลังจากทำการรื้อแล้วไม่ได้มีการทำการขยายคลองรากฟันซ้ำ (repreparation) ซึ่งหลังรื้อวัสดุอุดคลองรากฟันโดยทั่วไปมักมีจะวัสดุอุดเหลืออยู่บ้าง ซึ่งมีหลายการศึกษาแนะนำให้ทำการขยายคลองรากฟันเพิ่มให้มากกว่าขนาดของการขยายครั้งแรก^(8, 45, 54) โดย Hassanloo และคณะ⁽⁶¹⁾ และ Roggendorf และคณะ⁽⁶²⁾ แนะนำว่าควรมีการขยายคลองรากฟันครั้งสุดท้าย (final preparation) ให้มากกว่าการขยายคลองรากฟันครั้งแรก (initial preparation) 2 ขนาด เพื่อลดปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันให้น้อยลง อีกทั้งการขยายคลองรากฟันเพิ่มยังช่วยให้มีพื้นที่ในคลองรากฟันที่เพียงพอที่ทำให้ น้ำยาล้างคลองรากฟันสามารถลงไปทำความสะอาดได้ทั่วถึงโดยเฉพาะส่วนปลายรากฟัน⁽⁶³⁾ ซึ่งการศึกษานี้ไม่ได้มีการเพิ่มการขยายคลองรากฟันซ้ำเพื่อเป็นการตัดปัจจัยก่อกวน (confounding factor) ออก การที่นำไฟล์มาทำขยายคลองรากฟันซ้ำอาจมีผลต่อการศึกษาได้เพราะอาจทำให้เกิดความสับสนว่าประสิทธิภาพการรื้อวัสดุอุดออกจากคลองรากฟันเกิดจากการไฟล์ที่ใช้ในการรื้อกัตาเพอร์ซาหรือไฟล์ที่ใช้ทำขยายคลองรากฟันซ้ำ โดยที่ระดับคลองรากฟันส่วนต้นและคลองรากฟันส่วนกลางอาจจะได้รับการขยายคลองรากฟันซ้ำเนื่องจากขนาดของไฟล์ที่มีความผายที่มากกว่าขนาดของไฟล์ที่ใช้ในการเตรียมคลองรากฟัน ส่วนคลองรากฟันส่วนปลายไม่ได้รับการทำขยายคลองรากฟันซ้ำ และการที่คลองรากฟันส่วนปลายไม่ได้มีการเพิ่มการขยายคลองรากฟันซ้ำจึงอาจทำให้ยังมีการสะสมของชั้นเสมียร์ที่หนาอยู่ แม้จะทำการล้างครั้งสุดท้ายด้วยสารละลายไฮโดรฟลูออริกและโซเดียมไฮโปคลอไรต์แล้วก็ตาม

จากการศึกษานี้พบว่าปัจจัยของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องมือที่มีผลต่อการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟัน คือ ลักษณะหน้าตัด ลักษณะของปลายไฟล์ ความผาย และความเร็ว โดยปัจจัยที่อาจมีผลมากที่สุดคือการออกแบบเครื่องมือที่มีหน้าตัดแตกต่างกัน จึงทำให้ไฟล์โพเทเปอร์เน็กซ์สามารถทำความสะอาดได้ดีที่สุดจากการออกแบบให้มีหน้าตัดเป็นแบบออฟเซเตอร์ เรคแทงกิวเลอร์ดังเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น อย่างไรก็ตามการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องมือในการกำจัดกัตาเพอร์ซาควรใช้ด้วยความระมัดระวัง ใช้แรงกดเพียงเล็กน้อยเพื่อให้ไฟล์เข้าไปในกัตาเพอร์ซา สรรวสภาพไฟล์และกำจัดเศษวัสดุอุดหรือเนื้อพืชนที่เข้าไปอยู่

ในช่องเกลียวอย่างสม่ำเสมอและควรมีการขยับไฟล์ขึ้นลงในคลองรากฟันอย่างต่อเนื่องขณะขยายคลองรากฟัน ไม่ทิ้งไฟล์ไว้ตำแหน่งเดิมเป็นเวลานานเพื่อลดโอกาสหักของเครื่องมือ

สรุปผล

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษานี้ สรุปได้ว่าการกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมชนิดหมุนด้วยเครื่องระบบโพรทอปเปอร์ยูนิเวอร์ซอลรีทริทเมนต์และโพรทอปเปอร์เน็กซ์สามารถกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันได้ดีที่สุด ระบบดีเรชเหลือปริมาณของวัสดุอุดคลองรากฟันมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่มีไฟล์ระบบใดสามารถกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันได้ทั้งหมด โดยเฉพาะส่วนใกล้ปลายรากฟัน ในทางคลินิกจึงยังมีความจำเป็นต้องใช้สารที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อทั้งน้ำยาล้างคลองรากฟันและยาใส่ในคลองรากฟัน เพื่อลดโอกาสการหลงเหลือเชื้อในวัสดุอุดคลองรากฟันที่ตกค้างบนผนังคลองรากฟัน และส่งเสริมความสำเร็จของการรักษารากฟันซ้ำ





ตาราง 3 ปริมาณร้อยละของพื้นที่นํ้าคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือของกลุ่มโพรเทเปอรฺยูนิเวอซอลรีทรีทเม้นท์

จำนวน	คลองรากฟันส่วน ต้น	คลองรากฟัน ส่วนกลาง	คลองรากฟัน ส่วนปลาย	ค่าเฉลี่ย
1	2.042	2.648	4.031	2.907
2	2.022	3.156	4.864	3.347
3	2.144	2.062	4.207	2.804
4	1.282	2.126	3.682	2.363
5	2.002	2.364	4.286	2.884
6	2.634	3.056	4.754	3.481
7	2.014	3.012	3.622	2.883
8	3.412	3.112	4.685	3.736
9	2.701	3.685	4.021	3.469
10	3.021	2.087	5.043	3.384
11	0.842	2.276	3.462	2.193
12	0	1.086	2.062	1.049
13	0	1.968	3.014	1.661
14	1.968	2.064	4.467	2.833
15	0	0	0	0
16	3.211	2.862	3.641	3.238
17	2.046	3.032	5.034	3.371
18	3.034	3.65	4.095	3.593
19	2.183	2.482	4.705	3.123
20	0	0	0	0
ค่าเฉลี่ย	1.828	2.336	3.684	2.616

ตาราง 4 ปริมาณร้อยละของพื้นที่นํ้าคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือของกลุ่มโพรเทเปอรัเน็กซ์

จำนวน	คลองรากฟันส่วน ต้น	คลองรากฟัน ส่วนกลาง	คลองรากฟันส่วน ปลาย	ค่าเฉลี่ย
1	1.578	3.612	4.058	3.083
2	0.462	1.862	2.862	1.729
3	0.869	2.136	3.259	2.088
4	0.576	3.486	4.209	2.757
5	0.682	2.485	4.105	2.424
6	1.483	2.89	3.223	2.532
7	1.032	3.542	5.496	3.357
8	0.462	3.314	4.971	2.916
9	0.341	2.788	5.027	2.719
10	0.682	3.312	4.368	2.787
11	0	0	0	0
12	1.468	2.184	3.217	2.29
13	1.064	3.008	4.024	2.699
14	0	1.984	2.962	1.649
15	0.764	3.055	4.056	2.625
16	1.328	3.874	4.364	3.189
17	0	0	2.062	0.687
18	0	0	0	0
19	0	2.024	2.862	1.629
20	1.242	3.708	3.987	2.979
ค่าเฉลี่ย	0.702	2.463	3.456	2.207

ตาราง 5 ปริมาณร้อยละของพื้นที่ผืนนังคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือของกลุ่มโพรเทเปอรียูนิเวอร์ซอล

จำนวน	คลองรากฟัน ส่วนต้น	คลองรากฟัน ส่วนกลาง	คลองรากฟันส่วน ปลาย	ค่าเฉลี่ย
1	2.864	3.681	4.896	3.814
2	4.086	4.592	5.102	4.593
3	2.962	4.082	4.673	3.906
4	3.122	5.012	5.987	4.707
5	4.533	4.585	5.243	4.787
6	5.087	5.145	5.823	5.352
7	3.529	5.102	6.003	4.878
8	3.302	5.071	4.136	4.17
9	2.441	5.132	5.524	4.366
10	2.034	4.97	5.073	4.026
11	3.749	4.591	5.036	4.459
12	3.024	4.089	4.63	3.914
13	0	2.026	3.062	1.696
14	4.246	4.694	6.316	5.085
15	4.094	5.359	5.405	4.953
16	4.202	4.354	5.41	4.655
17	0	2.052	3.453	1.835
18	4.214	4.264	4.217	4.232
19	4.118	4.027	5.251	4.465
20	0	4.314	5.863	3.392
ค่าเฉลี่ย	3.08035	4.3571	5.05515	4.1642

ตาราง 6 การวิเคราะห์ด้วยสถิติโดยใช้ One-Way ANOVA และ Sheffe's test เพื่อเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของพื้นที่ผิวน้ำคลองรากฟันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือที่ตำแหน่งคลองรากฟันส่วนต้น

One-Way ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	62.259	3	20.753	17.630	.000
Within Groups	89.463	76	1.177		
Total	151.721	79			

Sheffe's test

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
drace	PTR	.65435	.34309	.311	-.3266	1.6353
	PTN	1.78060 [*]	.34309	.000	.7996	2.7616
	PTU	-.59810	.34309	.392	-1.5791	.3829
PTR	drace	-.65435	.34309	.311	-1.6353	.3266
	PTN	1.12625 [*]	.34309	.017	.1453	2.1072
	PTU	-1.25245 [*]	.34309	.006	-2.2334	-.2715
PTN	drace	-1.78060 [*]	.34309	.000	-2.7616	-.7996
	PTR	-1.12625 [*]	.34309	.017	-2.1072	-.1453
	PTU	-2.37870 [*]	.34309	.000	-3.3597	-1.3977
PTU	drace	.59810	.34309	.392	-.3829	1.5791
	PTR	1.25245 [*]	.34309	.006	.2715	2.2334
	PTN	2.37870 [*]	.34309	.000	1.3977	3.3597

ตาราง 7 การวิเคราะห์ด้วยสถิติโดยใช้ One-Way ANOVA และ Sheffe's test เพื่อเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของพื้นที่ผ่นังคลองรากพันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือที่ตำแหน่งคลองรากฟันส่วนกลาง

One-Way ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	119.539	3	39.846	35.140	.000
Within Groups	86.178	76	1.134		
Total	205.716	79			

Sheffe's test

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
drace	PTR	2.84965 [*]	.33674	.000	1.8869	3.8124
	PTN	2.72285 [*]	.33674	.000	1.7601	3.6856
	PTU	.82895	.33674	.118	-.1338	1.7917
PTR	drace	-2.84965 [*]	.33674	.000	-3.8124	-1.8869
	PTN	-.12680	.33674	.986	-1.0896	.8360
	PTU	-2.02070 [*]	.33674	.000	-2.9835	-1.0579
PTN	drace	-2.72285 [*]	.33674	.000	-3.6856	-1.7601
	PTR	.12680	.33674	.986	-.8360	1.0896
	PTU	-1.89390 [*]	.33674	.000	-2.8567	-.9311
PTU	drace	-.82895	.33674	.118	-1.7917	.1338
	PTR	2.02070 [*]	.33674	.000	1.0579	2.9835
	PTN	1.89390 [*]	.33674	.000	.9311	2.8567

ตาราง 8 การวิเคราะห์ด้วยสถิติโดยใช้ One-Way ANOVA และ Sheffe's test เพื่อเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของพื้นที่ผ่นังคลองรากพันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือที่ตำแหน่งคลองรากฟันส่วนปลาย

One-Way ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6123.162	3	2041.054	335.860	.000
Within Groups	461.860	76	6.077		
Total	6585.021	79			

Sheffe's test

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
drace	PTR	20.53585 [*]	.77956	.000	18.3070	22.7647
	PTN	20.76400 [*]	.77956	.000	18.5351	22.9929
	PTU	19.16445 [*]	.77956	.000	16.9356	21.3933
PTR	drace	-20.53585 [*]	.77956	.000	-22.7647	-18.3070
	PTN	.22815	.77956	.993	-2.0007	2.4570
	PTU	-1.37140	.77956	.383	-3.6003	.8575
PTN	drace	-20.76400 [*]	.77956	.000	-22.9929	-18.5351
	PTR	-.22815	.77956	.993	-2.4570	2.0007
	PTU	-1.59955	.77956	.248	-3.8284	.6293
PTU	drace	-19.16445 [*]	.77956	.000	-21.3933	-16.9356
	PTR	1.37140	.77956	.383	-.8575	3.6003
	PTN	1.59955	.77956	.248	-.6293	3.8284

ตาราง 9 การวิเคราะห์ด้วยสถิติโดยใช้ One-Way ANOVA และ Sheffe's test เพื่อเปรียบเทียบผลรวมค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ผ่นังคลองรากพันที่มีวัสดุอุดคลองรากฟันเหลือของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

One-Way ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	916.721	3	305.574	226.387	.000
Within Groups	102.584	76	1.350		
Total	1019.304	79			

Sheffe's test

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
drace	PTR	8.01328 [*]	.36739	.000	6.9628	9.0637
	PTN	8.42248 [*]	.36739	.000	7.3720	9.4729
	PTU	6.46510 [*]	.36739	.000	5.4147	7.5155
PTR	drace	-8.01328 [*]	.36739	.000	-9.0637	-6.9628
	PTN	.40920	.36739	.744	-.6412	1.4596
	PTU	-1.54818 [*]	.36739	.001	-2.5986	-.4977
PTN	drace	-8.42248 [*]	.36739	.000	-9.4729	-7.3720
	PTR	-.40920	.36739	.744	-1.4596	.6412
	PTU	-1.95738 [*]	.36739	.000	-3.0078	-.9069
PTU	drace	-6.46510 [*]	.36739	.000	-7.5155	-5.4147
	PTR	1.54818 [*]	.36739	.001	.4977	2.5986
	PTN	1.95738 [*]	.36739	.000	.9069	3.0078

บรรณานุกรม

1. Kim S, Kratchman S. Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. J Endod. 2006;32(7):601-23.
2. Hulsmann M, Stotz S. Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. Int Endod J. 1997;30:227-33.
3. Akhavan H, Azdadi KY, Azimi S, Dadresanfar B, Ahmadi A. Comparing the Efficacy of Mtwo and D-Race Retreatment Systems in Removing Residual Gutta-Percha and Sealer in the Root Canal. Iran Endod J. 2012;7(3):122-6.
4. Paik S, Sechrist C, Torabinejad M. Levels of Evidence for the Outcome of Endodontic Retreatment. J Endod. 2004;30(11):745-50.
5. Barrieshi-Nusair KM. Gutta-percha retreatment: effectiveness of nickel-titanium rotary instruments versus stainless steel hand files. J Endod. 2002;28(6):454-6.
6. Takahashi CM, Cunha RS, Martin AS, Fontana CE, Silveira CF, Bueno CE. In vitro evaluation of the effectiveness of ProTaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal with or without a solvent. J Endod. 2009;35(11):1580-3.
7. Kfir A, Tsesis I, Yakirevich E, Matalon S, Abramovitz I. The efficacy of five techniques for removing root filling material: microscopic versus radiographic evaluation. Int Endod J. 2012;45(1):35-41.
8. Schirrmeister JF, Wrbas KT, Meyer KM, Altenburger MJ, Hellwig E. Efficacy of different rotary instruments for gutta-percha removal in root canal retreatment. J Endod. 2006;32(5):469-72.
9. Marques da Silva B, Baratto-Filho F, Leonardi DP, Henrique BA, Volpato L, Branco BF. 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.
10. Rios MA, Villela AM, Cunha RS, Velasco RC, Martin AS, Kato AS, et al. Efficacy of 2 Reciprocating Systems Compared with a Rotary Retreatment System for Gutta-percha Removal. J Endod. 2014;40:543-6.

11. Bramante CM, Fidelis NS, Assumpcao TS, Bernardineli N, Garcia RB, Bramante AS, et al. Heat release, time required, and cleaning ability of MTwo R and ProTaper universal retreatment systems in the removal of filling material. *J Endod*. 2010;36(11):1870-3.
12. Ozyurek T, Demiryurek EO. Efficacy of Different Nickel-Titanium Instruments in Removing Gutta-percha during Root Canal Retreatment. *J Endod*. 2016;42(4):646-9.
13. Obeid MF, Elgendy AA. Efficacy of three Ni-Ti rotary systems for removal of filling materials from root canal system of extracted teeth. *Tanta Dent J*. 2015;12(4):259-64.
14. Bodrumlu E, Uzun O, Topuz O, Semiz M. Efficacy of 3 techniques in removing root canal filling material. *J Can Dent Assoc* 2008;74:721.
15. Siqueira JF. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J* 2001;34:1–10.
16. Meyappan R, Narayana SS, 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.
17. Masiero AV, Barletta FB. . Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. *Int Endod J* 2005;38:2–7.
18. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. . *J Endod*. 1990;16:498-504.
19. Friedman CM, Sandrik JM, Heuer MA, Rapp GW. Composition and Mechanical Properties of Gutta-Percha Endodontic Points. *J DENT RES*. 1975;54(5):921-5.
20. 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.
21. Topcuoglu HS, Demirbuga S, Tuncay O, Pala K, Arslan H, Karata E. The Effects of Mtwo, R-Endo, and D-RaCe Retreatment Instruments on the Incidence of Dentinal Defects during the Removal of Root Canal Filling Material. *J Endod*. 2014;40:266–70.
22. Rodig T, Hausdorfer T, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, Hulsmann 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.
23. Aslan T, Sagsen B. A comparative evaluation of the retreatment efficiency of the Self-Adjusting File system and other root canal instrumentation techniques. *Turk Endod J*. 2016.
24. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N Three-dimesional evaluation of effectiveness of hand and rotary instrumentation for retreatment of canals filled with different materials. *J Endod* 2008;34:1370–3.
25. Wilcox LR, Krell KV, Madison S, Rittman B Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. *J Endod*. 1987;13: 453–7.
26. Zuolo AS, Mello JE, Cunha RS, Zuolo ML, Bueno CE. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *Int Endod J*. 2013;46(10):947-53.
27. Garg A, Nagpal A, Shetty S, Kumar S, Singh KK, Garg A. Comparison of Time Required by D-RaCe, R-Endo and Mtwo Instruments for Retreatment: An in vitro Study. *J Clin Diagn Res*. 2015;9(2):ZC47-9.
28. DIRECTIONS FOR USE D-RaCe 2010 [Available from: <https://www.fkg.ch/products/endodontics/retreatment/d-race>.
29. Rios MA, Villela AM, Cunha RS, Velasco RC, Martin AS, Kato AS, et al. Efficacy of 2 Reciprocating Systems Compared with a Rotary Retreatment System for Gutta-percha Removal. *J Endod* 2014;40:543–6.
30. RETREATMENT TECHNIQUE Retreatment Tips ENDO SYSTEM 2007 [Available from: <http://pdf.medicalexpo.com/pdf/dentsply-tulsa-dental/protaper-universal-retreatment-technique-tips-card/100402-135627.html>.
31. Elnaghy AM. Cyclic fatigue resistance of ProTaper Next nickel-titanium rotary files. *Int Endod J*. 2014;47(11):1034-9.
32. Peet JV, Michael JS. Clinical guidelines for the use of ProTaper Next instruments (Part I). *DENTAL TRIBUNE*. 2014;7:12-6.
33. DIRECTIONS FOR USE Protaper universal system 2000 [Available from:

https://www.dentsply.com/content/dam/dentsply/pim/manufacture/Endodontics/Obturation/Obturation/Carrier_based/ProTaper_Universal_Obturators/ProTaper%20Universal_Brochure_EN.pdf.

34. 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(1):1-7.
35. Dadresanfar B, Mehrvarzfar P, Saghiri MA, Ghafari S, Khalilak Z, Vatanpour M. Efficacy of Two Rotary Systems in Removing Gutta- Percha and Sealer from the Root Canal Walls. *Iran Endod J.* 2011;6(2):69-73.
36. Bhagavaldas MC, Diwan A, Kusumvalli S, Pasha S, Devale M, Chava DC. Efficacy of two rotary retreatment systems in removing Gutta-percha and sealer during endodontic retreatment with or without solvent: A comparative in vitro study. *J Conserv Dent.* 2017;20(1):12-6.
37. Betti LV, Bramante CM, Moraes IG, Bernardineli N, Garcia RB. Comparison of GPX with or without solvent and hand files in removing filling materials from root canals--an ex vivo study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;110(5):675-80.
38. 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(2):218-22.
39. De-Deus G, Marins J, Almeida N, Aline R, Claudia F, Sandra V, 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.
40. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1971;32:271-5.
41. Morgan L, Montgomery S. An Evaluation of the Crown-down Pressureless Technique. *J Endod* 1984;10(10):491-8.
42. Hulsmann M, Rimmel C, Schifers F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: A comparative SEM investigation.

J Endod. 1997;23:301-6.

43. Farzaneh M, Abitol S, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Tronto studydphases I and II: orthograde retreatment. J Endod. 2004;30:627-33.

44. Schirrmeister JF, Thomas WK, Schneider FH, Altenburger MJ, Hellwig E. Effectiveness of a hand file and three nickel-titanium rotary instruments for removing gutta-percha in curved root canals during retreatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006;101(4):542-7.

45. Gergi R, Sabbagh C. Effectiveness of two nickel-titanium rotary instruments and a hand file for removing gutta-percha in severely curved root canals during retreatment: an ex vivo study. Int Endod J. 2007;40(7):532-7.

46. Saad AY Al-Hadlaq SM, Al-Katheeri NH. Efficacy of two rotary NiTi instruments in the removal of Gutta-Percha during root canal retreatment. J Endod. 2007;33(1):38-41.

47. Colombo AP, Fontana CE, Godoy A, De Martin AS, Kato AS, Rocha DG, et al. Effectiveness of the waveone and ProTaper D systems for removing gutta-percha with or without a solvent. Acta Odontol Latinoam. 2016;29(3):262-7.

48. Sam JE, Kumar AA, Maheswari SU, Raja J, Seelan RG, Balaji TR. Comparison of shaping ability of three different rotary instruments in simulated root canals using computer image analysis: An in vitro study. J Indian Acad Dent Spec Res. 2015;2(1):8-12.

49. Shrivastava N, Shrivastava A, Bhandari M, Mishra S. Efficacy of three different instruments for gutta-percha removal in root canal retreatment. Int J Appl Dent Sci. 2018;4(2):72-5.

50. Haapasalo M, Shen Y. Evolution of nickel–titanium instruments: from past to future. Endod Topics. 2013;29:3–17.

51. Peet JV, Michael JS. Clinical guidelines for the use of Protaper Next instruments: part two. ENDODONTIC PRACTIC. 2014;FEBRUARY.

52. Fariniuk LF, Azevedo MD, Carneiro E, Westphalen VP, Piasecki L, da Silva Neto UX. . Efficacy of protaper instruments during endodontic retreatment. Indian J Dent Res. 2017;28:400-5.

53. Hegde V, Murkey L. Evaluation of residual root canal filling material after retreatment of

canals filled with hydrophilic and hydrophobic obturating system: An in vitro scanning electron microscopy study. *Endodontology*. 2017;29:47-52.

54. Hülsmann M, Bluhm V. Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. *Int Endod J*. 2004;37:468 –76.

55. Mohamed MK, Engy MK. Cutting efficiency of different cross sectional design protaperrotary instruments - in-vitro study. *JIPBS*. 2016;3(1):116-22.

56. Betti LV, Bramante CM. Quantec SC rotary instruments versus hand files for gutta-percha removal in root canal retreatment. *International. J Endod*. 2001;34:514–9.

57. Parashos P, Gordon I, Messer H. Factors Influencing Defects of Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments After Clinical Use. *J Endod*. 2004;30(10):722-5.

58. AL-Naal K, Rekab M. Effect of passive ultrasonic irrigation on the removal of root canal filling during retreatment procedure. *Int Arab J Dent*. 2013;4(2):65-73.

59. Keles A, Simsek N, Alcin H, Ahmetoglu F, Yologlu S. Retreatment of root canal at-oval root canals with a self-adjusting file- An SEM study. *Dent Mater J* 2014;33(6):786–91.

60. Dohaithem AJ, Tovar N, Coelho PG, Alnazhan S, Almansouri S, Bafail A. A scanning electron microscopy evaluation of the cleanliness of un-instrumented areas of canal walls after root canal preparation. *Saudi Endod J*. 2015;5(2).

61. Hassanloo A, Watson P, Finer Y, Friedman S. Retreatment efficacy of the Epiphany soft resin obturation system. *Int Endod J*. 2007;40(8):633-43.

62. Roggendorf MJ, Legner M, Ebert J, Fillery E, Frankenberger R, Friedman S. Micro-CT evaluation of residual material in canals filled with Activ GP or GuttaFlow following removal with NiTi instruments. *Int Endod J* 2010;43(3):200-9

63. Hülsmann M, Drebenstedt S, Holscher C. Shaping and filling root canals during root canal re-treatment. *Endod Topics*. 2011;19:74–124.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล ทพญ.ชุตีมา แก้วกำไร
วัน เดือน ปี เกิด 21 สิงหาคม 2533
สถานที่เกิด จังหวัดอุบลราชธานี
วุฒิการศึกษา พ.ศ. 2556
ทันตแพทยศาสตรบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2556
ปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาทันตกรรมคลินิก
(วิทยาเข็นไดodont) คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิ
โรฒ ปีการศึกษา 2561
ที่อยู่ปัจจุบัน 69/55 ซอยสุขุมวิท 64 ถนนสุขุมวิท แขวงบางจาก เขตพระโขนง
จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10260