



ประสิทธิภาพของการล้างคลองรากฟัน 3 วิธีการ ในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 ชนิด
ออกจากคลองรากฟัน

EFFICACY OF THREE IRRIGATION PROTOCOLS FOR REMOVING THREE TYPES
OF CALCIUM HYDROXIDE FROM ROOT CANALS

พิมพิ์ธรา พิบูลทิพย์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2563

ประสิทธิภาพของการล้างคลองรากฟัน 3 วิธีการ ในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 ชนิด
ออกจากคลองรากฟัน



พิมพ์วิภา พิบูลทิพย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมคลินิก
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

EFFICACY OF THREE IRRIGATION PROTOCOLS FOR REMOVING THREE TYPES
OF CALCIUM HYDROXIDE FROM ROOT CANALS



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

Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University

2020

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ประสิทธิภาพของการล้างคลองรากฟัน 3 วิธีการ ในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 ชนิด

ออกจากคลองรากฟัน

ของ

พิมพ์วีรา พิบูลทิพย์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมคลินิก

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทพญ.ชินาลย์ ปิยะชน)

ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทพ.วรรณณะ
สัตตบรรณสุข)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ทพญ.จารุมา ศักดิ์ดี)

ชื่อเรื่อง	ประสิทธิภาพของการล้างคลองรากฟัน 3 วิธีการ ในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 ชนิด
	ออกจากคลองรากฟัน
ผู้วิจัย	พิมพ์ธิรา พิบูลทิพย์
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทพญ. ชินาลย์ ปิยะชน

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์สามชนิดในคลองรากฟันเมื่อใช้ฟลิคเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์พีเอ็นดีฟนิชเซอร์ การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง และการล้างด้วยเข็มล้าง ทำการศึกษาในฟันกรามน้อยล่างรากเดียว ที่มีรากตรง จำนวน 90 ซี่ กรอตัดส่วนตัวฟัน ขยายคลองรากฟันด้วยฟลิคเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอร์เน็กซ์ถึงขนาด 30/07 กรอแบ่งครึ่งรากฟันในแนวยาวและประกอบเข้าด้วยกันยึดด้วยซี่ผึ้ง แบ่งฟันแบบสุ่มเป็น 3 กลุ่ม ใส่ยาในคลองรากฟันด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมกับน้ำกลั่น แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส และไวตาเพ็กซ์ กลุ่มละ 30 ซี่ เก็บไว้เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำแต่ละกลุ่มมาแบ่งย่อยแบบสุ่มเป็น 3 กลุ่ม ล้างคลองรากฟันด้วยการใช้ฟลิคเกิลไทเทเนียมพีเอ็นดีฟนิชเซอร์ ระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง และเข็มล้าง กลุ่มละ 10 ซี่ โดยกระตุ้นเครื่องมือครั้งละ 30 วินาที ร่วมกับโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 จำนวน 3 มิลลิลิตร ทำซ้ำทั้งหมด 4 รอบ ประเมินปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันด้วยภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงสเตอริโอที่กำลังขยาย 20 เท่า คำนวณร้อยละพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟัน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง ทำการทดสอบรายคู่โดยใช้การทดสอบแซฟเฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นและอัลตราแคลเอกซ์เอส เมื่อล้างคลองรากฟันด้วยฟลิคเกิลไทเทเนียมพีเอ็นดีฟนิชเซอร์และระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงเหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเหลือปริมาณน้อยกว่ากลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มไวตาเพ็กซ์พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงเหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์น้อยกว่าการล้างวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ การศึกษานี้สรุปได้ว่า วิธีการล้างคลองรากฟันและชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ต่างกัน ส่งผลต่อปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือภายในคลองรากฟัน โดยการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงและฟลิคเกิลไทเทเนียมพีเอ็นดีฟนิชเซอร์สามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้มีประสิทธิภาพดีกว่าเข็มล้างปกติ และแคลเซียมไฮดรอกไซด์กลุ่มไวตาเพ็กซ์ถูกกำจัดออกจากคลองรากฟันได้ยากที่สุด

คำสำคัญ : แคลเซียมไฮดรอกไซด์, ระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง, เอ็กซ์พีเอ็นดีฟนิชเซอร์

Title	EFFICACY OF THREE IRRIGATION PROTOCOLS FOR REMOVING THREE TYPES OF CALCIUM HYDROXIDE FROM ROOT CANALS
Author	PIMTHEERA PIBULTIP
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2020
Thesis Advisor	Assistant Professor Chinalai Piyachon

The aim of this study was to compare the efficacy of XP-endo finisher, passive ultrasonic irrigation and conventional syringe and needle irrigation for removing three types of calcium hydroxide (CH) from root canals. The study used 90 human mandibular premolar teeth with single and straight root canals, which were decoronated and enlarged root canals using Protaper Next instruments up to size 30/.07. The roots were split longitudinally and the root halves were reassembled with sticky wax. The specimens were randomly divided into three groups according to type of CH medication (n=30): group A, CH powder mixed with distilled water; group B, UltraCal™XS; group C, Vitapex®. After seven days, the roots were divided into three subgroups according to the removal techniques (n=10): XP-endo finisher, passive ultrasonic irrigation and conventional syringe and needle irrigation. The activation consisted of four cycles of 30 seconds with 3 mL of 2.5% sodium hypochlorite. The photographs of root canals were taken under light stereomicroscope at 20x magnification. The percentage of calcium hydroxide coated the surface area in relation to the surface area was calculated. The data was analyzed with two-way ANOVA and a post-hoc Scheffe test. The results showed that the percent area of residual CH of CH powder mixed with distilled water group and UltraCal™XS group had no statistically significant differences when used XP-endo finisher and passive ultrasonic irrigation, but significantly less than conventional needle irrigation. In contrast, the Vitapex® group showed significantly less residual CH when using passive ultrasonic irrigation. In conclusion, different irrigation protocols and CH types affected the residual CH in root canal. XP-endo finisher and passive ultrasonic irrigation were more effective in the removal of CH than conventional needle irrigation. Vitapex® exhibited the most difficulty to remove from root canals.

Keyword : Calcium hydroxide, Passive ultrasonic irrigation, XP-endo finisher

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาของอาจารย์และบุคคลากรหลายท่าน ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทพญ. ชินาลัย ปิยะชน ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย รวมถึงการดูแลเอาใจใส่ของอาจารย์ทำให้งานวิจัยนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่านที่ได้กรุณาให้ความรู้ และความช่วยเหลือต่างๆ ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ผู้ช่วยคลินิกบัณฑิตศึกษาภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ ที่เชื้อเพื่อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ที่คอยอำนวยความสะดวกเรื่องเอกสาร

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทพ. วรณธนะ สัตตบรรณสุข ผู้กรุณาสละเวลามาเป็นประธานในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ นายศิริพงศ์ ตั้งประเสริฐ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สำหรับความช่วยเหลือแนะนำการใช้เครื่องมือและขั้นตอนในการทำวิจัย

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัว และเพื่อนๆทุกคน ที่คอยให้การสนับสนุนและกำลังใจ รวมทั้งให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือมาโดยตลอด ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

พิมพ์ธีรา พิบูลทิพย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
คำถามการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
จุดมุ่งหมายของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
ตัวแปรที่ศึกษา.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
กรอบแนวคิดวิจัย	5
สมมติฐานการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
ประเภทของกระสายยาที่ใช้ผสมกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์	8
ผลของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือในคลองรากฟันต่อความสำเร็จของการรักษาคคลองรากฟัน	12
วิธีการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟัน	14

การใช้ระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง	14
ฟิสิกส์กึ่งทฤษฎีแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์ไดฟิสิกส์เซอร์	18
วิธีการประเมินประสิทธิภาพการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟัน	21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	23
3.1.วัสดุและอุปกรณ์	23
3.1.1 อุปกรณ์เตรียมคลองรากฟัน	23
3.1.2 อุปกรณ์ล้างคลองรากฟัน	23
3.1.3 ยาที่ใส่ในคลองรากฟัน	24
3.2 การเลือกฟันและการเตรียมฟัน	24
3.3 การเตรียมคลองรากฟัน	24
3.4 การใส่ยาภายในคลองรากฟัน	25
3.5 วิธีการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์	26
3.5.1 กลุ่มที่ใช้ฟิสิกส์กึ่งทฤษฎีแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์ไดฟิสิกส์เซอร์ ..	27
3.5.2 กลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง	27
3.5.3 กลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติ	27
28	
3.6 การประเมินปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือภายในคลองรากฟัน	28
3.7 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล	29
.....	29
บทที่ 4 ผลการศึกษา	30
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	43
สรุปผลการวิจัย	43
อภิปรายผลการวิจัย	43

ข้อเสนอแนะ	50
บรรณานุกรม	51
ประวัติผู้เขียน.....	69



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ยร้อยละ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลืออยู่บนผนังคลองรากฟัน.....	30
ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยร้อยละ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลืออยู่บนผนังคลองรากฟันส่วนต้น	33
ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยร้อยละ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลืออยู่บนผนังคลองรากฟันส่วนกลาง	36
ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยร้อยละ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลืออยู่บนผนังคลองรากฟันส่วนปลาย	39
ตาราง 5 ปริมาณร้อยละของค่าเฉลี่ยของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟัน	57
ตาราง 6 การวิเคราะห์ด้วยสถิติ Two-Way ANOVA และ Scheffe's test เพื่อเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟัน	61
ตาราง 7 การวิเคราะห์ด้วยสถิติ Two-Way ANOVA และ Scheffe's test เพื่อเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันส่วนต้น (coronal)	63
ตาราง 8 การวิเคราะห์ด้วยสถิติ Two-Way ANOVA และ Scheffe's test เพื่อเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันส่วนกลาง (middle)	65
ตาราง 9 การวิเคราะห์ด้วยสถิติ Two-Way ANOVA และ Scheffe's test เพื่อเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันส่วนปลาย (apical)	67

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 แคลเซียมไฮดรอกไซด์แบบผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอ็กซ์เอส(28)	9
ภาพประกอบ 2 แคลเซียมไฮดรอกไซด์แบบผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์(29).....	9
ภาพประกอบ 3 ปรากฏการณ์อะคูสติคสทริมมิงที่เกิดขึ้นรอบไฟล์(45)	15
ภาพประกอบ 4 หัวอัลตราโซนิกสำหรับการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง ชนิดเอริเซฟ(46)	16
ภาพประกอบ 5 ลักษณะของไฟล์เอ็กซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์ ที่อุณหภูมิห้อง (A) และที่ 37 องศา เซลเซียส (B) (19)	18
ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการแบ่งฟันและยึดฟันเข้ากับแบบพิมพ์ซิลิโคนในหลอดไมโครเซนติฟิวส์25	
ภาพประกอบ 7 ล้างคลองรากฟันภายใต้ภาวะควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส.....	28
ภาพประกอบ 8 ภาพตัวอย่างพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เคลือบบนผนังคลองรากฟัน ด้วย โปรแกรมอิมเมจเจ พื้นที่สีแดง คือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และพื้นที่สีเทา คือ ผนังคลองรากฟัน ...	29
ภาพประกอบ 9 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ที่เคลือบ บนผนังคลองรากฟันจำแนกตามชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์	30
ภาพประกอบ 10 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ที่เคลือ บนผนังคลองรากฟันจำแนกตามวิธีการล้างคลองรากฟัน	31
ภาพประกอบ 11 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ที่เคลือ บนผนังคลองรากฟันส่วนต้นจำแนกตามชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์.....	33
ภาพประกอบ 12 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ที่เคลือ บนผนังคลองรากฟันส่วนต้นจำแนกตามวิธีการล้างคลองรากฟัน	34
ภาพประกอบ 13 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ที่เคลือ บนผนังคลองรากฟันส่วนกลางจำแนกตามชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์	36
ภาพประกอบ 14 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ที่เคลือ บนผนังคลองรากฟันส่วนกลางจำแนกตามวิธีการล้างคลองรากฟัน	37

ภาพประกอบ 15 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันส่วนปลายจำแนกตามชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์	39
ภาพประกอบ 16 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันส่วนกลางจำแนกตามวิธีการล้างคลองรากฟัน	40
ภาพประกอบ 17 แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 ชนิดที่เหลือบนผนังคลองรากฟันด้วยการล้างคลองรากฟัน 3 วิธีการ (สีแดง คือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และสีเทา คือผนังคลองรากฟัน)	42



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การใส่ยาในคลองรากฟันมีจุดประสงค์เพื่อกำจัดเชื้อที่คงเหลืออยู่ภายในคลองรากฟัน หลังจากการเตรียมคลองรากฟัน ซึ่งยาที่ใช้ในคลองรากฟันที่มีความนิยมน้อยกว่าหลายคือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Calcium hydroxide) (1) ซึ่งมีฤทธิ์ในการกำจัดเชื้อ ละลายเนื้อเยื่อ ด้านการละลายของรากฟันและชักนำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อแข็ง(2) รูปแบบของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้งานในคลินิกมีหลายรูปแบบขึ้นกับชนิดของกระสายยา (vehicles) ได้แก่ กระสายยาที่เป็นของเหลว (aqueous) เช่น น้ำกลั่น น้ำเกลือ กระสายยาที่มีลักษณะข้นหนืด (viscous) เช่น กิลเซอริน และกระสายยาที่เป็นน้ำมัน (oily) โดยความแตกต่างของกระสายยาที่ผสมกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อ(3)

การกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญก่อนทำการอุดคลองรากฟัน Riccuci และ Langeland (4) รายงานกรณีผู้ป่วยที่มีความล้มเหลวของการรักษาคคลองรากฟันหน้าบนที่ทำการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันได้ไม่สมบูรณ์ การหลงเหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในคลองรากฟันส่งผลต่อการผนึกบริเวณปลายรากฟัน (apical seal) และส่งผลต่อคุณสมบัติของซีลเลอร์(5) ทำให้มีการรั่วซึมจากบริเวณปลายรากฟันหลังการอุดคลองรากฟันได้ (6, 7) นอกจากนั้นยังส่งผลให้การแทรกซึมของซีลเลอร์ (sealer) เข้าไปในท่อเนื้อฟัน (dental tubule) ได้น้อยลง ทำให้เกิดการรั่วซึมที่มากขึ้น(8) แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ตกค้างภายในคลองรากฟันส่งผลต่อคุณสมบัติของซีลเลอร์อีกด้วย จากการศึกษาของ Margelos และคณะ(9) พบว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่หลงเหลือภายในคลองรากฟันส่งผลต่อการแข็งตัวของซีลเลอร์ชนิดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอล (Zinc oxide eugenol based sealer) Barbizam และคณะ(10) และ Ghabraei และคณะ(11) พบว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่หลงเหลือภายในคลองรากฟันส่งผลลดแรงในการยึดติดของซีลเลอร์ชนิดเรซิน (Resin based sealer)

ปัจจุบันมีอุปกรณ์เสริมในการล้างคลองรากฟันเพื่อกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันหลายระบบ ได้แก่ ระบบอัลตราโซนิก (ultrasonic activation) ระบบเอ็นโดแวกซ์ (EndoVac™ system, Discus Dental, Culver City, CA, USA) เอ็นโดแอคทีเวเตอร์ (EndoActivator®, Dentsply Sirona, York, PA, USA) แคนบรัช (CanalBrush, Coltene/Whaledent GmbH Co. KG, Lengenau, Germany) และ ไฟล์ชนิดเชลล์แอคทีฟ

(Self-adjusting file, Re-Dent-Mova, Ra'anana, Israel) เป็นต้น อย่างไรก็ตามจากการศึกษาที่ผ่านมา (12-16) พบว่าไม่มีวิธีใดสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันได้อย่างสมบูรณ์

การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง (passive ultrasonic irrigation; PUI) เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น (12, 13, 15, 17) จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ Yaylali และคณะ (18) พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันส่วนปลาย (apical third) ได้มีประสิทธิภาพกว่าการล้างคลองรากฟันด้วยวิธีปกติ ในปัจจุบันมีการนำไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์เซอร์ (XP-endo finisher, FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) มาใช้ในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟัน Hamdan และคณะ (19) พบว่าการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์เซอร์สามารถลดปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือภายในคลองรากฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับการศึกษาของ Silva และคณะ (20) ในขณะที่บางการศึกษา (21-23) พบว่าการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์เซอร์มีประสิทธิภาพในการกำจัดปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในคลองรากฟันได้ไม่ต่างจากการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง

อย่างไรก็ตามยังไม่มีผู้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในคลองรากฟันเมื่อใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์เซอร์กับการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง เมื่อใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่แตกต่างกันสามชนิดคือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่น แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส (UltraCal™XS, Ultradent products Inc, South Jordan, UT) และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์ (Vitapex®, Neo-Dental Int, Federal Way, WA) ทางคณะผู้ทำการวิจัยจึงมีความสนใจทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ทั้งสามชนิดภายในคลองรากฟัน ด้วยวิธีการล้างคลองรากฟันที่แตกต่างกัน

คำถามการวิจัย

1. การกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์โดยใช้ฟิสิกส์เทคนิกลูกเหล็กไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์เฟืองไดฟิสิกเซอร์ การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงและการล้างด้วยเข็มล้าง มีประสิทธิภาพแตกต่างกันหรือไม่
2. ชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่แตกต่างกันหรือไม่

ความสำคัญของการวิจัย

การกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันอย่างมีประสิทธิภาพส่งผลต่อการอุดคลองรากฟัน ทำให้ลดโอกาสเกิดการรั่วซึมบริเวณปลายรากฟัน ส่งผลต่อการฉีกปลายรากฟันที่ดี ไม่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของซีลเลอร์ซึ่งอาจทำให้ประสิทธิภาพการยึดติดของซีลเลอร์ลดลงได้ แต่วิธีการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟัน ด้วยวิธีการล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาล้างคลองรากฟันชนิดต่างๆ การใช้อุปกรณ์เสริมในการล้างคลองรากฟันไม่พบว่าวิธีใดที่จะกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้อย่างสมบูรณ์ จึงมีการพัฒนาวิธีการและอุปกรณ์การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงและการใช้ฟิสิกส์เทคนิกลูกเหล็กไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์เฟืองไดฟิสิกเซอร์เพื่อหวังผลในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือในคลองรากฟันได้ดีขึ้น

ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันเมื่อใช้ฟิสิกส์เทคนิกลูกเหล็กไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์เฟืองไดฟิสิกเซอร์กับการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง เมื่อใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่แตกต่างกันสามชนิดที่ได้กล่าวถึงข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ทั้งสามชนิดภายในคลองรากฟัน ด้วยวิธีล้างคลองรากฟันที่แตกต่างกัน เป็นแนวทางในการเลือกใช้วิธีการและเครื่องมือ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในคลองรากฟันและลดโอกาสเกิดการรั่วซึมบริเวณปลายรากฟันภายหลังการอุดคลองรากฟัน

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์สามชนิดออกจากคลองรากฟันเมื่อใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์พีเอ็นดีฟินีเซออร์ การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง และการล้างด้วยเข็มล้างปกติ

ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยจำลองสถานการณ์การใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์พีเอ็นดีฟินีเซออร์ การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง และการล้างด้วยเข็มล้างปกติ ในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดชนิดผงผสมน้ำกลั่น แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์ ที่เหลือภายในคลองรากฟัน

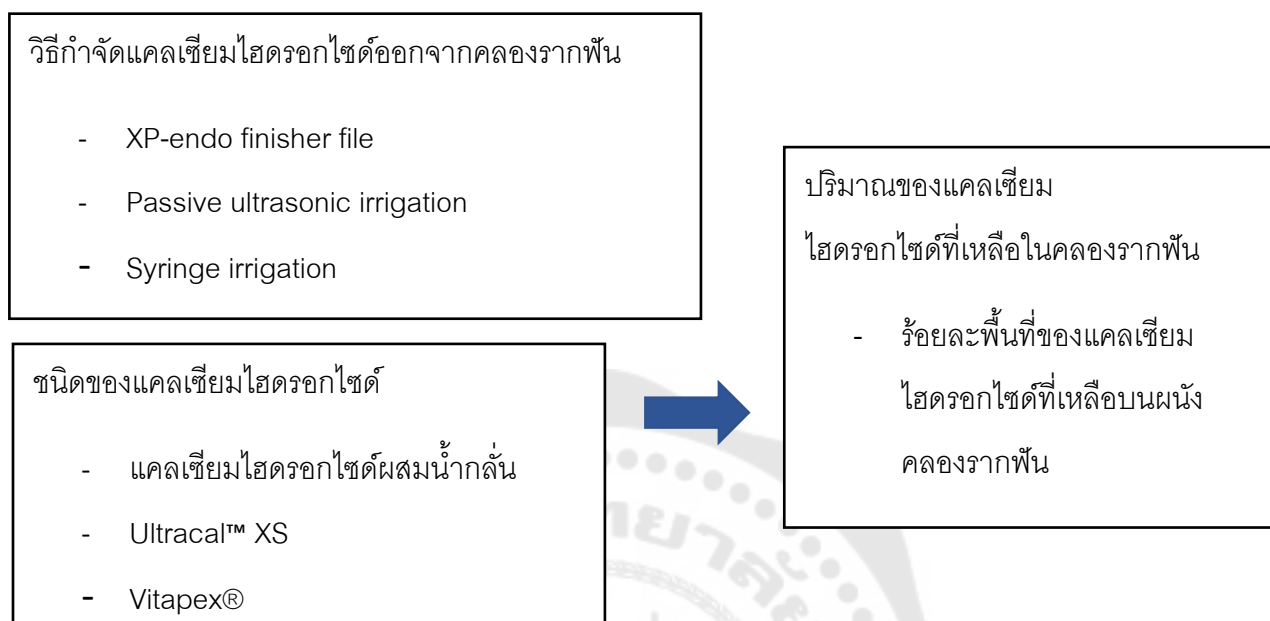
ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ วิธีกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟัน และ ชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ปริมาณร้อยละของพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟัน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง (Passive ultrasonic irrigation) หมายถึง การใช้เครื่องมือเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) รูปเรียวยาวปลายมนไม่มีความคม ใส่ในคลองรากฟันและสั่นด้วยระบบอัลตราโซนิกด้วยความถี่ 30 กิโลเฮิรตซ์ ในน้ำยาล้างคลองรากฟันโดยเครื่องมือไม่มีการสัมผัสกับผนังคลองรากฟัน
2. ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง (Nickel-titanium rotary file) หมายถึง ไฟล์ที่ทำจากโลหะผสมนิกเกิลไทเทเนียมโดยต่อกับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อหมุนไฟล์

กรอบแนวคิดวิจัย



สมมติฐานการวิจัย

1. กรณีสอบว่าวิธีการล้างมีผลให้ปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือแตกต่างกันหรือไม่

H_0 : ปริมาณร้อยละของพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันเมื่อใช้ไฟลิ่งเกลียวเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์เฟืองโดฟีนีเซอร์ การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงและการล้างด้วยเข็มล้างปกติไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ปริมาณร้อยละของพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันเมื่อใช้ไฟลิ่งเกลียวเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์เฟืองโดฟีนีเซอร์ การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงและการล้างด้วยเข็มล้างปกติมีความแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่

2. กรณีสอบว่าชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือในคลองรากฟันแตกต่างกันหรือไม่

H_0 : ปริมาณร้อยละของพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ทั้ง 3 ชนิดที่เหลือบนผนังคลองรากฟัน ไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ปริมาณร้อยละของพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ทั้ง 3 ชนิดที่เหลือบนผนังคลองรากฟันมีความแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่

3. กรณีทดสอบว่าวิธีการล้างและชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือในคลองรากฟันแตกต่างกันหรือไม่

H_0 : วิธีการล้างและชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อปริมาณร้อยละของพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันไม่แตกต่างกัน

H_1 : วิธีการล้างและชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อปริมาณร้อยละของพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุดมุ่งหมายหนึ่งของการรักษาคอลงรากฟันคือ การควบคุมและลดจำนวนเชื้อภายในคอลงรากฟัน ซึ่งการกำจัดเชื้อและควบคุมเชื้อภายในคอลงรากฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพส่งผลต่อผลสำเร็จของการรักษาคอลงรากฟัน(2) การเตรียมคอลงรากฟันและการล้างคอลงรากฟันเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการรักษาคอลงรากฟัน โดยส่งผลทำให้เกิดการลดเชื้อภายในคอลงรากฟัน(24) อย่างไรก็ตามขั้นตอนดังกล่าวไม่สามารถกำจัดเชื้อได้อย่างสมบูรณ์ การใส่ยาภายในคอลงรากฟันมีจุดประสงค์เพื่อลดเชื้อที่คงเหลืออยู่ภายในคอลงรากฟันหลังจากการเตรียมคอลงรากฟัน ซึ่งยาที่ใช้ภายในคอลงรากฟันที่มีความนิยมนั้นอย่างแพร่หลายคือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ โดยใส่ยาภายในคอลงรากฟันระหว่างครั้งของการรักษา(1, 2)

แคลเซียมไฮดรอกไซด์มีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ประมาณ 12.5-12.8 ซึ่งมีค่าความเป็นด่างสูง เมื่อผสมกับสารละลายที่เป็นของเหลว จะส่งผลให้แคลเซียมไฮดรอกไซด์แตกตัวเป็นแคลเซียมไอออน (calcium ions) และไฮดรอกซิลไอออน (hydroxyl ions) ซึ่งส่งผลทำให้เกิดคุณสมบัติในการลดเชื้อภายในคอลงรากฟัน ความสามารถในการละลายเนื้อเยื่อ การยับยั้งการเกิดการละลายของรากฟัน และการกระตุ้นให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อแข็ง(2, 5)

การใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในคอลงรากฟันทำให้สิ่งแวดล้อมภายในคอลงรากฟันมีสภาวะเป็นด่างสูง จากการแตกตัวของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ เป็นไฮดรอกซิลไอออนที่เป็นอนุมูลอิสระ (oxidant free radical) สูง ซึ่งทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรีย (cytoplasmic membrane) โดยเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด (lipid peroxidation) ทำให้เกิดการทำลายของฟอสโฟลิพิด (phospholipid) ซึ่งเป็นโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ นอกจากนั้นสภาวะความเป็นด่างของไฮดรอกซิลไอออนยังชักนำให้เกิดการเสื่อมสภาพของโปรตีน (protein denaturation) โดยทำลายพันธะไอออนิก (ionic bond) ซึ่งเป็นโครงสร้างของโปรตีน และทำให้เกิดการแยกของสายดีเอ็นเอ (2)

การชักนำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อแข็งเป็นผลมาจากการแตกตัวของแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นไฮดรอกซิลไอออน โดยในสภาวะแวดล้อมที่มีค่าความเป็นกรดต่างสูงจะมีการชักนำให้เกิดการซ่อมแซมและการสะสมแร่ธาตุของเนื้อเยื่อแข็ง ความเป็นด่างทำให้เกิดความเป็นกลางในบริเวณที่เกิดการทำลายเนื้อเยื่อแข็งจากกรดแลคติกที่หลั่งมาจากเซลล์สลายกระดูก (osteoclast) ทำให้ลดการละลายของแร่ธาตุออกจากเนื้อฟันหรือกระดูก นอกจากนั้นยังกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์อัลคาไลน์ฟอสฟาเตส (alkaline phosphatases) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสร้างเนื้อเยื่อแข็ง(5)

ประเภทของกระสายยาที่ใช้ผสมกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์

กระสายยาที่ใช้ผสมกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นส่วนสำคัญต่อประสิทธิภาพของแคลเซียมไฮดรอกไซด์เนื่องจากเป็นตัวกำหนดความเร็วของการแตกตัวของสาร และการละลายตัวของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในคลองรากฟันและบริเวณเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน โดยกระสายยาที่ดีควรปลดปล่อยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และไฮดรอกซิลไฮดรอกไซด์ออกมาอย่างช้าๆ ค่อยๆ แพร่เข้าสู่เนื้อเยื่อ และไม่รบกวนการชักนำให้เกิดเนื้อเยื่อแข็ง โดยแบ่งประเภทของกระสายยา ออกเป็น 3 ประเภท(3, 5) ดังนี้

1. กระสายยามีลักษณะเป็นของเหลว เช่น น้ำ น้ำเกลือ ยาชา เมทิลเซลลูโลส เป็นต้น เมื่อผสมแคลเซียมไฮดรอกไซด์กับกระสายยาเหล่านี้จะเกิดการแตกตัวของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และไฮดรอกซิลไฮดรอกไซด์อย่างรวดเร็ว มีการละลายตัวสูง เหมาะกับการใส่ยาในคลองรากฟันที่มีระยะเวลาสั้นๆ
2. กระสายยามีลักษณะข้นหนืด เช่น กลีเซอริน โพลีเอทิลีนไกลคอล และ โพรพิลีนไกลคอล มีความเร็วในการแตกตัวของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ช้าลง เหมาะกับการใส่ยาในคลองรากฟันที่มีระยะเวลายาวนานขึ้น ประมาณ 2-4 เดือน
3. กระสายยาที่เป็นน้ำมัน ไม่ละลายน้ำ มีการละลายตัวต่ำ

แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในคลินิกทันตกรรมมีหลายรูปแบบได้แก่ แคลเซียมไฮดรอกไซด์แบบผงผสมน้ำกลั่น แคลเซียมไฮดรอกไซด์แบบผสมสำเร็จที่ขายตามท้องตลาดบรรจุในหลอดเพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น ซึ่งแต่ละชนิดจะมีส่วนผสมและปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่แตกต่างกันไป เช่น อัลตราแคลเอกซ์เอส (UltraCal™XS, Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) (ภาพประกอบ 1) มีส่วนผสมของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 35 แบเรียมซัลเฟต (Barium sulfate) ร้อยละ 20 เป็นสารทึบรังสี และส่วนกระสายยาที่เป็นของเหลวคือเมทิลเซลลูโลส (aqueous methycellulose base) มีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 12.5 (25) ไวตาเพ็กซ์ (Vitapex®, Neo-Dental Int, Federal Way, WA) (ภาพประกอบ 2) ประกอบด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 30 ไอโอดิฟอร์ม (iodoform) ร้อยละ 40.4 เป็นสารทึบรังสี ส่วนกระสายยาที่เป็นน้ำมันซิลิโคน (silicone oil) ร้อยละ 22.4 และสารเฉื่อย (inert material) ร้อยละ 6.9 มีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 11.5 (26, 27) โดยแคลเซียมไฮดรอกไซด์แต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อ ค่าความเป็นกรดต่างและความสามารถในการชักนำการสร้างเนื้อเยื่อแข็งที่แตกต่างกันไป



ภาพประกอบ 1 แคลเซียมไฮดรอกไซด์แบบผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส(28)



ภาพประกอบ 2 แคลเซียมไฮดรอกไซด์แบบผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์(29)

Behnen และคณะ(30) ทำการศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อเอนเทอโรคอกคัส ฟีคาลิส (*Enterococcus faecalis*) ด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมน้ำกลั่นความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร (thick mixture) ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร (thin mixture) และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดพัลพ์เดนทเทมพ์คานัล (Pulpdent TempCanal™) ซึ่งเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมกระสายยาที่เป็นเมทิลเซลลูโลส โดยวัดจาก ปริมาณเชื้อในคลองรากฟันที่ลดลงหลังจากใส่ยาภายในคลองรากฟันเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมน้ำกลั่นความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร และพัลพ์เดนทเทมพ์คานัล มีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อได้ดีกว่ากลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมน้ำกลั่นความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เนื่องจากความสามารถในการแตกตัวเป็นไฮดรอกซิลไอออนและแทรกซึมเข้าไปภายในท่อเนื้อฟัน Blanscet และคณะ(26) ทำการศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อแบคทีเรียของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 40 50 และ 60 และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จ 2 ชนิดคือ อัลตราแคลเอกซ์เอส และไวตาเพ็กซ์ ทำการทดสอบความสามารถในการกำจัดเชื้อแบคทีเรีย 6 ชนิด ด้วยวิธีอะการดิฟฟิวชัน (agar diffusion method) ผลการศึกษาพบว่า อัลตราแคลเอกซ์เอสมีประสิทธิภาพในการกำจัดแบคทีเรียมากกว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 40 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีประสิทธิภาพใกล้เคียงแคลเซียมไฮดรอกไซด์

ชนิดผงผสมน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 50 และ 60 เป็นผลมาจากเมทิลเซลลูโลสช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการแพร่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ โดยไวตาเพ็กซ์มีประสิทธิภาพในการกำจัดแบคทีเรียต่ำกว่ากลุ่มอื่น เพราะมีส่วนกระสายยาที่เป็นน้ำมัน มีค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) ต่ำ ทำให้ลดประสิทธิภาพการทำงานของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้(31) ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ Cwikla และคณะ(32) ทำการศึกษาการกำจัดเชื้อเอนเทอโรคอคคัสฟีคาลิส โดยการใส่ยาในคลองรากฟันที่มีกระสายยาต่างชนิดกันคือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมน้ำกลั่น แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดเมตาเพกซ์ (Metapex, Meta Dental, Elmhurst, NY) และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมไอโอดีนโพแทสเซียมไอโอไดด์ (Iodine potassium iodide) เป็นเวลา 7 วัน พบว่าเมตาเพกซ์สามารถกำจัดเชื้อได้มากกว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมไอโอดีนโพแทสเซียมไอโอไดด์ โดยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมน้ำกลั่นกำจัดเชื้อได้น้อยที่สุด เนื่องจากไอโอดีนโพแทสเซียมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อและกระสายยาที่เป็นน้ำมันช่วยเพิ่มระยะเวลาการออกฤทธิ์ของยาได้นานมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Ordinola-Zapata และคณะ (33) ทำการศึกษาประสิทธิภาพของการกำจัดเชื้อเมื่อใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ผสมส่วนที่บดสีต่างชนิดกันคือ ไอโอดีนโพแทสเซียม ซิงค์ออกไซด์ และแบเรียมซัลเฟต โดยการนำฟันวัวที่ติดเชื้อมาแช่ในแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ผสมสารที่บดสีชนิดต่างๆเป็นเวลา 7 วัน และบันทึกจำนวนเชื้อมีชีวิตด้วยกล้องจุลทรรศน์คอนโฟคอล (confocal microscope) พบว่ากลุ่มที่แช่ในแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมไอโอดีนโพแทสเซียมมีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คุณสมบัติการกำจัดเชื้อและการกระตุ้นการสร้างเนื้อเยื่อแข็งของแคลเซียมไฮดรอกไซด์เกิดจากการแตกตัวของแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์และไฮดรอกไซด์ไอออน จึงทำให้เกิดสภาวะความเป็นด่างสูง (high pH) Zmener และคณะ(34) ทำการศึกษาค่าความเป็นกรดต่างของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 ชนิด คือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่น แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดคาลาเซป (Calasept, Nordiska Dental, Angelholm, Sweden) และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส โดยใส่ยาภายในหลอดแก้วที่มีรูเปิดขนาด 1 มิลลิเมตร แช่ในน้ำกลั่น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง 15 วัน และ 30 วัน และวัดค่าความเป็นกรดด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์ (pH meter) ผลการศึกษาพบว่าในช่วง 1 ชั่วโมงแรก แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นมีค่าความเป็นกรดต่างสูงกว่ากลุ่มอื่นมีค่า 10.93 และในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง 15 วัน และ 30 วัน กลุ่มอัลตราแคลมีค่าความเป็นกรดต่างสูงกว่ากลุ่มอื่นโดยมีค่าความเป็นกรดต่าง 11.26, 11.44 และ 11.82 ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Strom และคณะ(35) ทำการศึกษาค่าความเป็นกรดต่างและการ

ปลดปล่อยแคลเซียมไอออนจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 ชนิดคือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่น และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไมโครสเฟียร์ (calcium hydroxide microspheres) คือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมน้ำมันมะกอกและอัลจินเต ใสในคลองรากฟันที่ถูกถอน วัดค่าความเป็นกรดต่างเฉลี่ยเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าอัลตราแคลเอกซ์เอสและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นมีค่าความเป็นกรดต่างใกล้เคียงกันคือ 8.52 และ 8.10 ตามลำดับและไม่แตกต่างกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไมโครสเฟียร์ซึ่งมีค่าความเป็นกรดต่าง 7.80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพบว่าใน 6 เดือนแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไมโครสเฟียร์ปล่อยแคลเซียมไอออนออกมาร้อยละ 27.9 ซึ่งน้อยกว่าอีก 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Caicedo และคณะ (36) ทำการศึกษาการแพร่ของแคลเซียมไอออนผ่านเนื้อฟันส่วนรากฟัน (radicular dentine) เปรียบเทียบโดยใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 4 ชนิดคือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผง แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส ไวตาเพ็กซ์ และแท่งกัตตาเพอร์ชาฟสม แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Roeko, Langenau, Germany) ใสภายในคลองรากฟันเป็นเวลา 16 วัน วัดอัตราการปลดปล่อยแคลเซียมไอออนที่ 1,3,5 และ 16 วัน พบว่ากลุ่มอัลตราแคลเอกซ์เอสและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผง มีการปลดปล่อยแคลเซียมไอออนใกล้เคียงกันและมากกว่าไวตาเพ็กซ์ โดยแท่งกัตตาเพอร์ชาฟสมแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีการปลดปล่อยแคลเซียมไอออนน้อยที่สุด ซึ่งแคลเซียมไอออนส่งผลในการสร้างเนื้อเยื่อแข็ง กลุ่มอัลตราแคลเอกซ์เอสและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงสามารถปล่อยไอออนได้จำนวนมากในระยะเวลาที่รวดเร็ว ส่วนไวตาเพ็กซ์สามารถปล่อยแคลเซียมไอออนได้ปริมาณน้อยกว่า แต่สามารถปลดปล่อยได้เป็นเวลานานซึ่งก็มีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันขึ้นกับการเลือกใช้งานที่เหมาะสม

ส่วนของกระสวยยาที่แตกต่างกันส่งผลต่อการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันด้วยเช่นกัน จากการศึกษาของ Lambrianidis และคณะ(37) ทำการศึกษาการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 ชนิดคือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่น แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดแคลซิล (Calxyl, Dirmstein, Germany) และพัลพ์เดนท โดยดูจากร้อยละพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือภายในคลองรากฟัน พบว่าปริมาณร้อยละของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มไม่ส่งผลต่อการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟัน แต่กระสวยยาที่ต่างชนิดกันส่งผลต่อการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟัน โดยพัลพ์เดนทที่มีกระสวยยา คือ เมทิลเซลลูโลสมีปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์เหลือในคลองรากฟันมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Nandini และคณะ(38)

พบว่ากลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมน้ำกลั่นสามารถถูกกำจัดออกจากคลองรากฟันได้มีประสิทธิภาพว่ากลุ่มเมตาฟิซซึ่งเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมด้วยไอโอโดฟอร์มและน้ำมันซีลิโคนเมื่อประเมินปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือในคลองรากฟันด้วยการใช้สไปรัลซีที (spiral CT) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Lambrianidis และคณะ(39) ในปี 2006 พบว่ากลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมน้ำกลั่น และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมคลอร์เฮกซิดีน (chlorhexidine solution) ถูกกำจัดออกจากคลองรากฟันได้ง่ายว่ากลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมคลอร์เฮกซิดีนในรูปแบบเจล ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ Balvedi และคณะ(40) ศึกษาการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผง ชนิดผงผสมน้ำกลั่น ผสมโพลีเอทิลีนไกลคอล (polyethylene glycol) และผสมโพลีเอทิลีนไกลคอลและแคมฟอเรตพาราโมโนคลอโรฟีนอล (camphorated paramonochlorophenol) ด้วยการประเมินเป็นร้อยละของพื้นที่ภายในคลองรากฟันพบว่ากระสายยาที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์

ผลของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือในคลองรากฟันต่อความสำเร็จของการรักษาคลองรากฟัน

แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลืออยู่ในคลองรากฟันมีผลต่อการผนึกบริเวณปลายรากฟัน ส่งผลต่อความแนบสนิท ความแข็งแรงและคุณสมบัติของซีลเลอร์ และส่งผลต่อความแข็งแรงของรากฟัน จึงมีผลต่อความสำเร็จในการรักษาคลองรากฟัน จากรายงานผู้ป่วยของ Riccuci และ Lageland (4) พบว่าการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันอย่างไม่สมบูรณ์ เมื่อเวลาผ่านไปทำให้เกิดการละลายตัวของแคลเซียมไฮดรอกไซด์และเกิดช่องว่างขึ้นภายในคลองรากฟัน ส่งผลให้มีการผนึกปลายรากฟันที่ไม่สมบูรณ์จึงทำให้เกิดการหายของรอยโรคปลายรากฟัน

Kim และ Kim(6) ได้ทำการศึกษาการรั่วซึมบริเวณปลายรากฟันของวัสดุอุดคลองรากฟันในกลุ่มที่ไม่ได้ใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟัน เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟัน หลังจากมีการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ด้วยน้ำยาล้างคลองรากฟัน ร่วมกับการใช้ไฟล์ พบว่ากลุ่มที่ทำการใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันมีการรั่วซึมบริเวณปลายรากฟันมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Bottcher และคณะ(7) พบว่าในกลุ่มที่อุดคลองรากฟันหลังจากมีการใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันมีการรั่วซึมมากกว่ากลุ่มที่อุดคลองรากฟันโดยไม่มีการใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟัน

การคงเหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในคลองรากฟันส่งผลต่อความแนบสนิทของซีลเลอร์ จากการศึกษาของ Uzunoglu-Ozyurek และคณะ(8) ศึกษาเปรียบเทียบการแทรกซึมของซีลเลอร์สองชนิดคือ ชนิดเรซินเอเอช 26 (AH 26) และชนิดไบโอรูท (Bioroot RCS) เข้าไปภายในท่อเนื้อฟันของกลุ่มที่ใส่และไม่ได้ใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ผลการศึกษาพบว่า ในกลุ่มที่มีการใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันและอุดด้วยซีลเลอร์เอเอช 26 มีการแทรกซึมของซีลเลอร์เข้าไปในท่อเนื้อฟันน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษาของ Margelos และคณะ(9) พบว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือภายในคลองรากฟันมีผลต่อการแข็งตัวของซีลเลอร์ชนิดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอล ทำให้ซีลเลอร์มีลักษณะเปราะ และเป็นเม็ดอยู่ในโครงสร้างของซีลเลอร์ นอกจากนั้นยังพบว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือในคลองรากฟันทำให้ความแข็งแรงต่อพันธะด้านแรงกด (push out bond strength) ของซีลเลอร์ลดลงอีกด้วย จากการศึกษาของ Baroni และคณะ(10) พบว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือภายในคลองรากฟันมีผลต่อความแข็งแรงต่อพันธะด้านแรงกดของซีลเลอร์ชนิดอีพิฟานีเรซิน (Epiphany resin sealer) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ghabraei และคณะ(11) พบว่าความแข็งแรงต่อพันธะด้านแรงกดของซีลเลอร์ชนิดเอเอช 26 และซีลเลอร์ชนิดเอนโดซีเควนซ์ไบโอเซรามิค (EndoSequence Bioceramic sealer) ลดลงในกลุ่มที่มีแคลเซียมไฮดรอกไซด์อยู่ในคลองรากฟัน

นอกจากนั้นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือในคลองรากฟันมีผลทำให้ความแข็งแรงของรากฟันลดลง จากการศึกษาของ Andreasen และคณะ(41) ทำการศึกษาความต้านทานการแตกหัก (fracture strength) ในฟันหน้าล่างที่รากฟันเจริญไม่สมบูรณ์ที่ใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดคาลาเซป ที่เวลา 2 สัปดาห์ 1,2,3,6,9 และ 12 เดือน พบว่าเมื่อเวลาผ่านไปทำให้ความต้านทานการแตกหักลดลง โดยที่ระยะเวลา 12 เดือน ความต้านทานการแตกหักของรากฟันลดลงร้อยละ 50 สอดคล้องกับการศึกษาของ Rosenberg และคณะ(42) ศึกษาความต้านทานการแตกหักในฟันหน้าบนที่ได้รับการใส่ยาแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำเกลือที่ระยะเวลา 7,28 และ 84 วัน พบว่าความต้านทานการแตกหักที่ระยะเวลา 28 และ 84 วันลดลงมากกว่าจากระยะเวลา 7 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Batur และคณะ(43) ศึกษาความต้านทานการแตกหักในฟันหน้าล่างที่ได้รับการใส่ยาแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำเกลือที่ระยะเวลา 30, 90, 180, 270, 360 และ 540 วัน พบว่าที่ระยะเวลา 180 วันเป็นต้นไปมีค่าความต้านทานการแตกหักลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความต้านทานการแตกหักที่ลดลงมีสาเหตุความเป็นต่างจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไปทำลายความเป็นกรดของโปรตีนซึ่งเป็น

ส่วนประกอบของพันธะระหว่างผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxyapatite crystal) และร่างแหคอลลาเจน (collagen network) ในเนื้อฟัน ทำให้เนื้อฟันสูญเสียความแข็งแรง

วิธีการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟัน

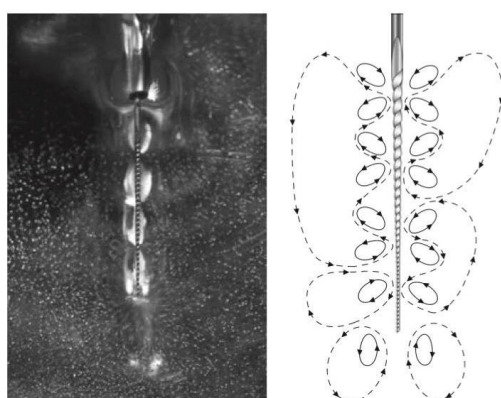
การกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันมีหลายวิธี ได้แก่ การล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาล้างคลองรากชนิดต่างๆ การใช้อุปกรณ์เสริมในการล้างคลองรากฟัน ได้แก่ การล้างคลองรากฟันด้วยระบบโซนิกส์ ระบบอัลตราโซนิกส์ ระบบเอ็นโดแควค เอนโดแอ็คทีเวเตอร์ แคนแนลบริช และ ไฟล์ชนิดเซลฟ์แอคทีฟตั้งแต่ปี (12-16) อย่างไรก็ตามพบว่าไม่มีวิธีใดสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันได้อย่างสมบูรณ์

วิธีดั้งเดิมในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันคือการล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ และอาจมีการล้างคลองรากฟันร่วมกับการใช้ไฟล์เพื่อให้การกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่พบว่าวิธีดังกล่าวไม่สามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันได้อย่างสมบูรณ์ ยังคงเหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในคลองรากฟัน(37) ต่อมาการใช้อุปกรณ์เสริมในการล้างคลองรากฟันเพื่อหวังผลในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยพบว่าการล้างคลองรากฟันร่วมกับการสั่นสะเทือนด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น(12, 13, 15, 17) จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ Yaylali และคณะ (18) พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันส่วนปลายได้มีประสิทธิภาพมากกว่าการล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การใช้ระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง

ในปี 1980 Weller(44) ได้ให้คำนิยามการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง โดยเครื่องอัลตราโซนิกจะเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นคลื่นอัลตราโซนิกซึ่งมีความถี่ 30 กิโลเฮิร์ต (KHz) ส่งผ่านพลังงานจากการสั่นผ่านไฟล์หรือหัวอัลตราโซนิก (ultrasonic tip) ไปยังน้ำยาล้างคลองรากฟัน โดยไม่มีการสัมผัสกับผนังคลองรากฟัน การสั่นของคลื่นทำให้เกิดปรากฏการณ์อะคูสติกสตรีมมิง (acoustic streaming) และปรากฏการณ์เควิเทชัน (cavitation)

ปรากฏการณ์อะคูสติกสตรีมมิง คือ ปรากฏการณ์การเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วของของเหลวเป็นกระแสน้ำวนรอบไฟล์หรือหัวอัลตราโซนิกที่มีการสั่น ทำให้เกิดแรงเฉือนของของเหลว (hydrodynamic shear force) ไปตามแนวของผนังคลองรากฟัน ทำให้เศษเนื้อฟัน เศษเนื้อเยื่อตายในคลองรากฟัน และเชื้อแบคทีเรียหลุดออกจากผนังคลองรากฟัน โดยการเกิดอะคูสติกสตรีมมิงขึ้นกับการสั่นของไฟล์หรือหัวอัลตราโซนิก ปรากฏการณ์นี้จะเกิดขึ้นเมื่อไฟล์เคลื่อนที่อย่างอิสระไม่สัมผัสกับคลองรากฟัน (free oscillation)(45) (ภาพประกอบ 3)



ภาพประกอบ 3 ปรากฏการณ์อะคูสติกสตรีมมิงที่เกิดขึ้นรอบไฟล์(45)

ปรากฏการณ์เควิตേഷัน คือ ปรากฏการณ์การเกิดฟองอากาศภายในของเหลวที่อยู่ล้อมรอบไฟล์สั่นสะเทือน โดยเมื่อฟองอากาศแตกจะเกิดพลังงาน และเมื่อพลังงานถ่ายทอดไปยังผนังคลองรากฟันจะสามารถกำจัดเศษเนื้อฟันและเศษเนื้อเยื่อตายที่ติดอยู่ตามผนังคลองรากฟันได้(45)

การเกิดปรากฏการณ์ทั้งสองสามารถกำจัดเศษเนื้อฟัน เชื้อแบคทีเรีย ไบโอฟิล์ม และเศษเนื้อเยื่อตายในคลองรากฟัน โดยเฉพาะบริเวณที่เครื่องมือขยายคลองรากฟันเข้าไปทำความสะอาดได้ไม่ถึงเช่นบริเวณส่วนคอดเชื่อมภายในคลองราก (isthmus) ทำให้การทำความสะอาดคลองรากฟันมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตัวอย่างหัวอัลตราโซนิกสำหรับการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง ได้แก่ เออริเซฟ (IrriSafe®, Setelec, Acteon, Merignac, France) (ภาพประกอบ 4) มีรูปร่างคล้ายไฟล์ขนาดเล็ก รูปร่างขนาน ปลายตัดทุ้ (blunt-ended) มี 2 ขนาดคือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.20 และ 0.25 มิลลิเมตร ความยาว 21 และ 25 มิลลิเมตร บริษัทผู้ผลิตกล่าวว่ามีประสิทธิภาพใน

การกำจัดเศษผง เศษเนื้อเยื่อใน และแบคทีเรีย ผลิตภัณฑ์จากสแตนเลสสตีลชนิดพิเศษช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเกิดอะคูสติคสตรีมมิ่งและคิวเทชั่น ปลายไม่มีความคมป้องกันการเกิดอันตรายต่อบริเวณปลายรากฟัน โดยแนะนำให้ใช้งานโดยการใส่เข้าไปภายในคลองรากฟันสั้นกว่าความยาวทำงาน 1 มิลลิเมตร(46)



ภาพประกอบ 4 หัวอัลตราโซนิกสำหรับการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง
ชนิดเอริเซฟ(46)

Kenee และคณะ(14) ศึกษาประสิทธิภาพของการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผสมสำเร็จชนิดคาลาเซปจากคลองรากฟันด้านใกล้กลางที่มีรากฟันโค้ง โดยเปรียบเทียบการล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างแบบทั่วไป ไฟลนิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพรไฟล์ (ProFile, Tulsa Dental product, Tulsa, OK) และการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง ผลการศึกษาโดยการประเมินร้อยละพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่หลงเหลือภายในคลองรากฟันพบว่ากลุ่มที่ใช้โพรไฟล์ และกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงมีประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ดีกว่ากลุ่มที่ใช้เข็มล้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับกับการศึกษาของ Tasdemir และคณะ(47) ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดแคลซิเคอ (CalciCur, Voco, Cuxhaven, Germany) ที่เหลือในคลองรากฟันกรามน้อยล่าง โดยล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้าง ระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง และแคลแนลบริช ประเมินร้อยละพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่หลงเหลือภายในคลองรากฟันพบว่า การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง และการล้างคลองรากฟันร่วมกับแคลแนลบริช มีปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์เหลือในคลองรากฟันน้อยกว่ากลุ่มที่ใช้เข็มล้างปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Van der Sluis และคณะ(15) ศึกษาปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอสที่คงเหลือภายในร่องขนาด 4x0.2x0.5 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ที่จำลองขึ้นที่ผนังคลองรากฟันส่วนปลายของฟันกรามน้อยล่าง ประเมินโดยการให้คะแนนจากภาพถ่ายที่กำลังขยาย 40 เท่า โดยให้คะแนน 0 เมื่อไม่พบแคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในร่อง คะแนน 1 เมื่อ

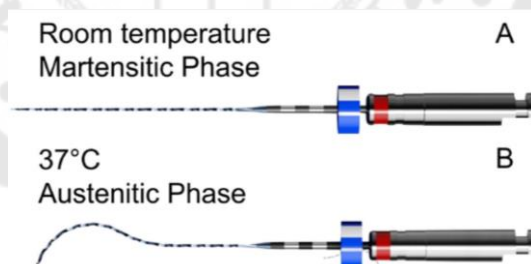
แคลเซียมไฮดรอกไซด์น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของร่อง คะแนน 2 เมื่อแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากกว่าครึ่งหนึ่งของร่อง และ คะแนน 3 เมื่อแคลเซียมไฮดรอกไซด์เต็มภายในร่อง พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงร่วมกับไฮโปคลอไรต์สามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้มีประสิทธิภาพดีกว่ากลุ่มที่ล้างด้วยเข็มล้าง และกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงร่วมกับน้ำกลั่น เช่นเดียวกับการศึกษาของ Capar และคณะ(13) ศึกษาปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราเมตาเพสท์ (Metapaste, Meta Biomed Co Ltd, Chunbuk, Korea) ที่คงเหลือภายในร่องขนาด 3x0.2x0.5 ลูกบาศก์มิลลิเมตรที่จำลองขึ้นที่ผนังคลองรากฟันส่วนปลายของฟันกรามน้อยล่างที่ล้างคลองรากฟันด้วยไฮโปคลอไรต์เพียงอย่างเดียว และกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยไฮโปคลอไรต์และอีดีทีเอ (EDTA) โดยเปรียบเทียบกลุ่มอุปกรณ์ที่ใช้ในการล้างคลองรากฟัน คือ เข็มล้างปกติ ระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง ระบบเอ็นโดแวกซ์ และ ไฟลซ์ชนิดเซลฟ์แอคทีฟจัดตั้ง ประเมินโดยการให้คะแนนจากภาพถ่ายที่กำลังขยาย 30 เท่า โดยให้คะแนนเป็น 0,1,2,3 จากการศึกษาพบว่าในกลุ่มที่ล้างด้วยไฮโปคลอไรต์เพียงอย่างเดียว การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงมีประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันได้ดีกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยไฮโปคลอไรต์และอีดีทีเอ พบว่ากลุ่มระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง และ ไฟลซ์ชนิดเซลฟ์แอคทีฟจัดตั้งสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันได้มีประสิทธิภาพดีกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนั้นมีการศึกษาของ Topcuoglu และคณะ(12) ทำการประเมินประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นในฟันหน้าบนที่จำลองการเกิดการสูญเสียรากฟันจากภายใน (Internal root resorption) โดยใช้หัวกรอกรอที่ผนังคลองรากฟันทั้งสองฝั่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.6 มิลลิเมตร ความลึก 0.8 มิลลิเมตรที่ ทำการล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างแบบทั่วไป ระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง ระบบเอ็นโดแวกซ์ เอนโดแอคทีฟเเตอร์ แคนดลรัช และไฟลซ์ชนิดเซลฟ์แอคทีฟจัดตั้ง ประเมินโดยการให้คะแนนจากภาพถ่ายที่กำลังขยาย 20 เท่า โดยให้คะแนนเป็น 0,1,2,3 จากการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง และการใช้ไฟลซ์ชนิดเซลฟ์แอคทีฟจัดตั้งสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันที่จำลองการเกิดการสูญเสียรากฟันจากภายในได้ดีกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กซ์พีเอ็นโดฟิโนเซอร์

อิเล็กซ์พีเอ็นโดฟิโนเซอร์ ผลิตจากอัลลอยชนิดแมกซ์ไวร์ (MaxWire alloy) เครื่องมือมีความยืดหยุ่นสูง ขณะที่เครื่องมืออยู่ในอุณหภูมิห้องเครื่องมือจะอยู่ในมาร์เทนไซต์เฟส (martensite phase) บริษัทผู้ผลิตกล่าวว่าเมื่อใส่เครื่องมือเข้าไปภายในคลองรากฟัน ที่อุณหภูมิร่างกายเครื่องมือจะเปลี่ยนไปอยู่ในออสทีไนท์เฟส (austenite phase) โดยเครื่องมือจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นรูปร่างคล้ายเคียว (sickle shape) (ภาพประกอบ 5) เมื่อขยับเครื่องมือขึ้นลงภายในคลองรากฟันทำให้ไฟล์สับัดเข้าไปทำความสะอาดบริเวณผนังคลองรากฟันที่ไฟล์ปกติไม่สามารถเข้าไปทำความสะอาดได้(48, 49)

บริษัทผู้ผลิตกล่าวว่าอิเล็กซ์พีเอ็นโดฟิโนเซอร์ สามารถใช้ในคลองรากฟันที่มีความซับซ้อน เนื่องจากมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายไฟล์ขนาด 25 ความเรียวสอบมีค่าเป็นศูนย์ (zero taper) (25/.00) โดยไฟล์จะสัมผัสกับผนังคลองรากฟัน โดยไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของคลองรากฟันเดิม(49) การใช้อิเล็กซ์พีเอ็นโดฟิโนเซอร์ ช่วยในการทำความสะอาดบริเวณคลองรากฟันที่มีความซับซ้อนได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเช่น ฟันที่มีคลองรากฟันเป็นรูปตัวซี (C-shaped canal) บริเวณส่วนคอดภายในคลองรากฟัน ในฟันที่มีการเกิดการสูญเสียรากฟันจากภายใน และในฟันปลายรากฟันเปิด(49)



ภาพประกอบ 5 ลักษณะของไฟล์อิเล็กซ์พีเอ็นโดฟิโนเซอร์
ที่อุณหภูมิห้อง (A) และที่ 37 องศาเซลเซียส (B) (19)

Wigler และคณะ(21) ทำการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำเกลือออกจากคลองรากฟันโดยใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กซ์พีเอ็นโดฟิโนเซอร์ เปรียบเทียบกับการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงและการใช้เข็มล้าง ภายในร่องที่มีขนาด 3x0.2x0.5 ลูกบาศก์มิลลิเมตร จำลองขึ้นที่ผนังคลองราก

พื้นส่วนปลายของพื้นหน้าล่าง ประเมินโดยการให้คะแนนจากภาพถ่ายที่กำลังขยาย 24 เท่า โดยให้คะแนนเป็น 0,1,2,3 ผลการศึกษาพบว่าปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่หลงเหลือภายในร่องของกลุ่มไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์พีเอนโดฟินิชเซอร์ และการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง มีประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่มีประสิทธิภาพดีกว่ากลุ่มที่มีการล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Uygun และคณะ(22) ทำการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นออกจากร่องขนาด 3x1x1 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ที่ทำขึ้นบริเวณส่วนต้นและส่วนปลายรากฟันในคลองรากฟันของฟันกรามน้อยของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบทูลเชพ (TRUshape 3D Coforming file, Dentsply Tulsa Dental Specialties; Johnson, WA, USA) อิเล็กทรอนิกส์พีเอนโดฟินิชเซอร์ การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง และการใช้เข็มล้างแบบทั่วไป ประเมินโดยการให้คะแนนจากภาพถ่ายที่กำลังขยาย 25 เท่า โดยให้คะแนนเป็น 0,1,2,3 ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบทูลเชพ อิเล็กทรอนิกส์พีเอนโดฟินิชเซอร์ และการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง มีประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ดีกว่าการล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้มีการศึกษาของ Keskin และคณะ(23) ทำการประเมินประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นในพื้นหน้าบนที่จำลองการเกิดการสูญเสียรากฟันจากภายในโดยใช้หัวกรอกรอที่ผนังคลองรากฟันทั้งสองฝั่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.6 มิลลิเมตร ความลึก 0.8 มิลลิเมตร เปรียบเทียบกลุ่มไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์พีเอนโดฟินิชเซอร์ การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง การล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างแบบทั่วไป แคนเนลบริช และเอนโดแอคทีเวเตอร์ ประเมินโดยการให้คะแนนจากภาพถ่ายที่กำลังขยาย 20 เท่า โดยให้คะแนนเป็น 0,1,2,3 ผลการศึกษาพบว่า ในกลุ่มไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์พีเอนโดฟินิชเซอร์ และการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงมีประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นขัดแย้งกับการศึกษาของ Hamdan และคณะ (19) ซึ่งทำการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่น ออกจากคลองรากฟันของพื้นหน้าล่าง เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบ

เอ็กซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์ และการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง ประเมินเป็นร้อยละพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลืออยู่ตลอดคลองรากฟันด้วยภาพถ่ายที่กำลังขยาย 6.4 เท่า และประเมินแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลืออยู่บริเวณปลายรากฟันโดยการให้คะแนนจากภาพถ่ายที่กำลังขยาย 16 เท่า โดยให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่พบแคลเซียมไฮดรอกไซด์บริเวณปลายรากฟัน 1 เมื่อแคลเซียมไฮดรอกไซด์น้อยกว่าร้อยละ 10 ของบริเวณปลายรากฟัน 2 เมื่อแคลเซียมไฮดรอกไซด์น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของบริเวณปลายรากฟัน 3 เมื่อแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากกว่าครึ่งหนึ่งของบริเวณปลายรากฟัน และ 4 เมื่อแคลเซียมไฮดรอกไซด์เต็มบริเวณปลายรากฟัน ผลการศึกษาพบว่าเมื่อประเมินแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือตลอดคลองรากฟัน กลุ่มเอ็กซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์ สามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันได้ดีกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ทำการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่บริเวณปลายรากฟันพบว่ากลุ่มเอ็กซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์ สามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้มีประสิทธิภาพกว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Marques-da-Silva และคณะ(20) ในปี 2019 ทำการประเมินประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอสในฟันที่จำลองการเกิดการสูญเสียรากฟันจากภายในในฟันหน้าบนโดยใช้หัวกรอที่ผนังคลองรากฟันทั้งสองฝั่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.6 มิลลิเมตร ความลึก 0.8 มิลลิเมตร เปรียบเทียบวิธีการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์โดยใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็กซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์ ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็กซ์พีเอนโดเซพเปอร์ (XP-endo shaper, FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง การล้างคลองรากฟันด้วยระบบโซนิกโดยใช้หัวเอ็ดดี้ (EDDY®tip, VDW GmbH, Munich, Germany) และเอนโดแอคทิเวเตอร์ ประเมินโดยการให้คะแนนจากภาพถ่ายที่กำลังขยาย 20 เท่า โดยให้คะแนนเป็น 0,1,2,3 ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็กซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์และกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบโซนิกโดยใช้หัวเอ็ดดี้ มีประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ดีกว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงและกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Goxturk และคณะ(17) ทำการศึกษากำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จ (Ammdent, Punjab, India) ออกจากร่องขนาด 3x0.2x0.5 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ที่สร้างขึ้นบริเวณผนังคลองรากฟันส่วนต้นและส่วนปลายรากฟันในคลองรากฟันของฟันหน้าบน โดยเปรียบเทียบกลุ่มที่ใช้เข็มล้างแบบทั่วไป เข็มล้างแบบมีรูเปิดสองด้าน (double side-vented needle

irrigation) แคนเนลบริช ไฟลินิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็กซ์พีเอนโดฟิสิกเซอร์ การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง และการใช้เลเซอร์ (Er:YAG laser activated irrigation) ประเมินโดยการให้คะแนนจากภาพถ่ายที่กำลังขยาย 20 เท่า โดยให้คะแนนเป็น 0,1,2,3 ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง และใช้เลเซอร์มีประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากกว่าการใช้เอ็กซ์พีเอนโดฟิสิกเซอร์ และกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Donnermeyar และคณะ(50) ทำการศึกษาการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำออกจากร่องขนาด 4x0.2x0.5 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ที่สร้างขึ้นบริเวณผนังคลองรากฟันส่วนต้นและส่วนปลายรากฟันในคลองรากฟันของฟันหน้าบน โดยเปรียบเทียบกลุ่มที่ใช้ไฟลินิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็กซ์พีเอนโดฟิสิกเซอร์ การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง การล้างด้วยเข็มล้างแบบทั่วไป และการล้างคลองรากฟันด้วยระบบโซนิกโดยใช้หัวเอคต์ ประเมินโดยการให้คะแนนจากภาพถ่ายที่กำลังขยาย 10 เท่า โดยให้คะแนนเป็น 0,1,2,3 ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง และกลุ่มที่ใช้ระบบโซนิกโดยใช้หัวเอคต์มีประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่มากกว่ากลุ่มเอ็กซ์พีเอนโดฟิสิกเซอร์และการล้างด้วยเข็มล้างแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิธีการประเมินประสิทธิภาพการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟัน

การประเมินประสิทธิภาพการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันโดยประเมินจากปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่หลงเหลืออยู่ภายในคลองรากฟันทำได้หลายวิธี เช่น การประเมินด้วยการคำนวณพื้นที่จากแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงสเตอริโอ การให้เป็นคะแนน 0-3 ตามจำนวนแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือภายในคลองรากฟัน การดูปริมาตรของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือภายในคลองรากฟันโดยใช้สไปรัลซีที (spiral CT) และการใช้ไมโครซีที (Micro CT) (17) โดยแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันออกไป

การประเมินด้วยการคำนวณพื้นที่จากแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือภายในผนังคลองรากฟันจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงสเตอริโอ โดยตัดแบ่งครึ่งรากฟันในแนวดิ่ง สามารถตรวจสอบแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือภายในคลองรากฟันได้โดยตรง แต่มีข้อด้อยคือเมื่อใช้โปรแกรมคำนวณร้อยละของจำนวนไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันอาจต้องใช้ความ

ระมัดระวังเนื่องจากสีขาของแคลเซียมไฮดรอกไซด์และผนังคลองรากฟันอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณได้(39)

การให้เป็นคะแนน 0-3 ตามปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือภายในร่องที่จำลองขึ้นที่ผนังคลองรากฟัน ให้คะแนน 0 เมื่อไม่พบแคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในร่อง คะแนน 1 เมื่อแคลเซียมไฮดรอกไซด์น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของร่อง คะแนน 2 เมื่อแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากกว่าครึ่งหนึ่งของร่อง และคะแนน 3 เมื่อแคลเซียมไฮดรอกไซด์เต็มภายในร่อง ซึ่งวิธีนี้มีความน่าเชื่อถือกว่าการประเมินจากคลองรากฟันโดยตลอดทั้งราก เนื่องจากการกำหนดขนาดพื้นที่ในการประเมินปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่แน่นอน สามารถดูปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือภายในร่องได้ง่าย แต่มีข้อเสียคือความน่าเชื่อถือของเกณฑ์การให้คะแนนขึ้นกับตัวบุคคลที่ทำการประเมิน ต้องมีการประเมินซ้ำหรือใช้ผู้ประเมินมากกว่าหนึ่งคน นอกจากนั้นข้อมูลที่ได้เป็นตัวแปรที่วัดในมาตรอันดับ (ordinal scale)(50)

การประเมินด้วยการใช้สไปรลชีทและไมโครชีท มีข้อดีเนื่องจากเป็นการประเมินผลโดยไม่ทำลายชิ้นงาน สามารถประเมินปริมาณการเปลี่ยนแปลงของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ก่อนและหลังทำการทดลองได้ออกมาเป็นปริมาตร นอกจากนี้ยังได้ข้อมูลที่เป็นสามมิติ แต่มีข้อเสียคือมีต้นทุนสูง และต้องอาศัยความเชี่ยวชาญในการประเมินผล (38)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1.วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 อุปกรณ์เตรียมคลองรากฟัน

- 3.1.1.1 หัวกรอเร็วปลายสอบเคลือบกากเพชรดี16 (D16:Taper Diamond bur)
- 3.1.1.2 ไฟล์ชนิดเค (Kerr Endodontics, Scafati, Italy) ขนาด 10 และ 15
- 3.1.1.3 ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอร์เน็กซ์ (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ขนาดเอ็กซ์ 1 (17/.04) เอ็กซ์ 2 (25/.06) และ เอ็กซ์ 3 (30/.07)
- 3.1.1.4 ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็กซ์พีเอนโดฟินิชเชอร์ (XP-endo finisher R, FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland)
- 3.1.1.5 เครื่องอัลตราโซนิค (P5 Newtron ultrasonic, Satelec Acteon Group, Merignac, France) และหัวอัลตราโซนิคชนิดเอริเซฟ (IrriSafe, Satelec Acteon Group, Merignac, France) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.20 มิลลิเมตร ยาว 21 มิลลิเมตร
- 3.1.1.6 มอเตอร์เอกซ์สแมร์ทพลัส (X-Smart Plus motor, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland)
- 3.1.1.7 สารหล่อลื่นอาร์ซีเพร็ป (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 หัวกรอดิสก์เคลือบกากเพชร (Diamond disc)
- 3.1.1.11 ฟิล์มเอ็กซ์เรย์ ขนาด 2
- 3.1.1.12 วัสดุพิมพ์ปากชนิดซิลิโคน (I-SiL premium putty, Spident, Korea)
- 3.1.1.14 หลอดไมโครเซนติฟิกซ์ขนาด 1.5 มิลลิตร

3.1.2 อุปกรณ์ล้างคลองรากฟัน

- 3.1.2.1 เข็มล้างคลองรากฟันชนิดปลายเปิด (opened-end) ขนาดเกจ 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 ยาที่ใช้ในคลองรากฟัน

3.1.3.1 แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผง (M Dent Shop By Faculty of Dentistry, Mahidol University) และน้ำกลั่น

3.1.3.2 แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคล เอกซ์ เอส (UltraCal™XS, Ultradent products Inc, South Jordan, UT)

3.1.3.3 แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์ (Vitapex®, Neo-Dental Int, Federal Way, WA)

3.2 การเลือกฟันและการเตรียมฟัน

การศึกษานี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (SWUEC-406/2563E) เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทำการคัดเลือกฟันกรามน้อยล่างรากเดียวจำนวน 90 ซี่ จากฟันแท้ของมนุษย์ที่ถอนทิ้งแล้ว ซึ่งโรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒเก็บรวบรวมไว้ในภาชนะก่อนที่ผู้วิจัยจะเริ่มทำการวิจัย โดยไม่สามารถระบุตัวตน เพศ อายุของบุคคลที่เป็นเจ้าของฟัน ไม่สามารถระบุสาเหตุของการถอนฟันซี่ และไม่สามารถระบุได้ว่าฟันเหล่านี้ถูกถอนมาจากผู้ป่วยที่ร้าย นำฟันมากำจัดเนื้อเยื่ออ่อนและหินน้ำลาย และถ่ายภาพรังสี โดยมีเกณฑ์ในการเลือกฟันดังนี้

1. ฟันรากเดียวที่มีการเจริญของรากฟันสมบูรณ์
2. ฟันที่มีรากตรง หรือมีความโค้งของรากฟันไม่เกิน 5 องศา เมื่อประเมินด้วยวิธีของ Schneider(51)
3. ไม่มีรอยร้าวที่ตัวฟันหรือรากฟัน
4. คลองรากฟันไม่แคบตีบตัน และไม่เคยได้รับการรักษาคคลองรากฟันมาก่อน

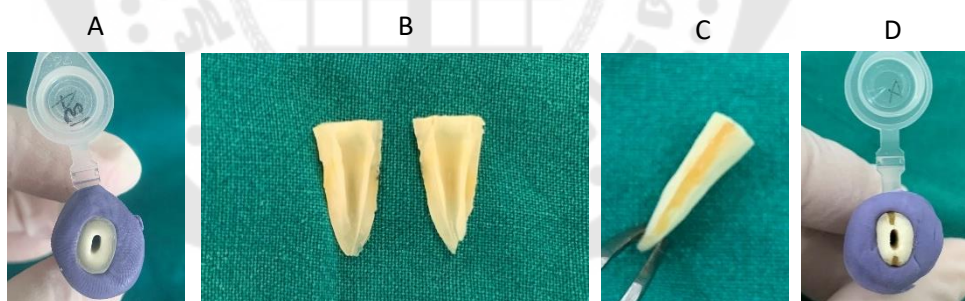
จากนั้นกรอตัดส่วนตัวฟันด้วยหัวกรอเร็วปลายสอบเคลือบปากเพชรขนาดดี 16 ให้ได้ความยาวฟัน 15 มิลลิเมตร วัดความยาวฟันโดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ (Vernier caliper)

3.3 การเตรียมคลองรากฟัน

กำหนดความยาวทำงาน (working length) ใช้ไฟล์ชนิดเคเบอร์ 10 ใส่เข้าไปในคลองรากฟันวัดความยาวจากจุดอ้างอิงให้สั้นกว่าบริเวณจุดสิ้นสุดปลายรากฟัน 1 มิลลิเมตร ขยายคลองรากฟันด้วยไฟล์ชนิดเคเบอร์ 10 จนหลวมแล้วจึงเปลี่ยนมาใช้ไฟล์ชนิดเคเบอร์ 15 จากนั้นขยายคลองรากฟันด้วยวิธีคราวน์ดาวน์ (crown-down) โดยฟลิ้นกเกลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบโพเทเปอร์เน็กซ์ต่อกับมอเตอร์อิเล็กทรอนิกส์มาร์ทพลัสกำหนด ความเร็ว 300 รอบต่อนาที ทอร์ก

ขนาด 2 นิ้วตันเซนติเมตร ขนาดเอ็กซ์ 1 (17/.04) เอ็กซ์ 2 (25/.06) และเอ็กซ์ 3 (30/.07) ตามลำดับ ร่วมกับการใช้สารหล่อลื่นอาร์ซีเพอร์ระหว่างขยายคลองรากฟัน ระหว่างเปลี่ยนเครื่องมือขณะขยายคลองรากฟันทำการล้างคลองรากฟันด้วยไซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร

นำฟันที่เตรียมคลองรากฟันเรียบร้อยแล้วมาติดกับซิลิโคนบรรจุในหลอดไมโครเซนติฟิก เพื่อทำเป็นแบบพิมพ์ (mold) ของรากฟันแต่ละซี่ (ภาพประกอบที่ 6A) นำฟันออกจากแบบพิมพ์ทำการกรอแบ่งรากฟันในแนวยาว (longitudinal) โดยใช้หัวกรอดิสก์เคลือบกากเพชรกรอร่องด้านแก้มและด้านลิ้นโดยกรอไม่ลึกถึงผนังคลองรากฟัน และใช้มีดตัดซี่ผึ้ง (wax knife) สอดเข้าบริเวณร่องด้านแก้มหรือร่องด้านลิ้น ทำการบิดให้ฟันแบ่งออกเป็นสองส่วน (ภาพประกอบที่ 6B) ทำความสะอาดเศษเนื้อฟันที่หลงเหลืออยู่บริเวณผิวคลองรากฟัน จากนั้นประกบฟันเข้าดังเดิม ยึดฟันทั้งสองส่วนเข้าด้วยซี่ผึ้งสีเหลือง (sticky wax) (ภาพประกอบที่ 6C) และนำกลับเข้าไปยึดในแบบพิมพ์ซิลิโคนในหลอดไมโครเซนติฟิก (ภาพประกอบที่ 6D) ล้างคลองรากฟันด้วยอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร และไซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ขับคลองรากฟันให้แห้งด้วยกระดาษซับรูปกรวย



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการแบ่งฟันและยึดฟันเข้ากับแบบพิมพ์ซิลิโคนในหลอดไมโครเซนติฟิก

3.4 การใส่ยาภายในคลองรากฟัน

นำฟันตัวอย่างจำนวน 90 ซี่ มาแบ่งกลุ่มแบบสุ่มเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 30 ซี่ ทำการใส่ยาเข้าไปภายในคลองรากฟัน โดยขณะใส่ยาในคลองรากฟันนำฟันออกมาจากหลอดไมโครเซนติฟิก ดังนี้

กลุ่ม A แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมกับน้ำกลั่น

ผสมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงเข้ากับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:1 โดยมวลต่อปริมาตร (weight/volumn) ลงบนแผ่นแก้ว (glass slab) ให้มีลักษณะเป็นเนื้อครีม จากนั้นใส่เข้าไปในคลองรากฟันด้วยเลนทูโลสไปรัล (Lentulo spiral) ขนาด 25 จนแคลเซียมไฮดรอกไซด์ถึงบริเวณรูเปิดปลายรากฟัน เช็ดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ส่วนเกินบริเวณรูเปิดปลายรากฟันด้วยผ้าก๊อช และใช้กระดาษซับรูปกรวยกดด้านบนให้แคลเซียมไฮดรอกไซด์แน่นเต็มภายในคลองรากฟัน

กลุ่ม B แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส

ฉีดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอสด้วยเข็มฉีดขนาดเกจ 30 เข้าไปในคลองรากฟันโดยใส่เข็มห่างจากรูเปิดปลายรากฟัน 1 มิลลิเมตร จนกระทั่งมีแคลเซียมไฮดรอกไซด์ถึงบริเวณรูเปิดปลายรากฟัน เช็ดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ส่วนเกินบริเวณรูเปิดปลายรากฟันด้วยผ้าก๊อช และใช้กระดาษซับรูปกรวยกดด้านบนให้แคลเซียมไฮดรอกไซด์แน่นเต็มภายในคลองรากฟัน

กลุ่ม C แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์

ฉีดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์ด้วยเข็มฉีดขนาดเกจ 30 เข้าไปในคลองรากฟันโดยใส่เข็มห่างจากรูเปิดปลายรากฟัน 1 มิลลิเมตร จนกระทั่งมีแคลเซียมไฮดรอกไซด์ถึงบริเวณรูเปิดปลายรากฟัน เช็ดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ส่วนเกินบริเวณรูเปิดปลายรากฟันด้วยผ้าก๊อช และใช้กระดาษซับรูปกรวยกดด้านบนให้แคลเซียมไฮดรอกไซด์แน่นเต็มภายในคลองรากฟัน

จากนั้นปิดรูเปิดด้านบนด้วยเควิตให้มีความหนา 4 มิลลิเมตร ปิดรูเปิดปลายรากฟันด้วยซีเมนต์ ตรวจสอบความแน่นเต็มของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใส่ภายในคลองรากฟันโดยการถ่ายภาพรังสีคลองรากฟัน 2 ด้าน คือด้านใกล้กลางไกลกลาง และ ด้านใกล้แก้มใกล้ลิ้น โดยคลองรากฟันที่มีแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไม่แน่นเต็มทำการรื้อและใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์จนกว่าจะแน่นเต็มภายในคลองรากฟัน จากนั้นนำฟันยึดกลับไปแบบพิมพ์ซิลิโคนในหลอดไมโครเซนต์ฟิวท์ และเก็บที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 7 วัน

3.5 วิธีการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์

นำฟันที่อยู่ในแบบพิมพ์ซิลิโคนในหลอดไมโครเซนต์ฟิวท์ แต่ละกลุ่มย่อยมาแบ่งแบบสุ่มเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ รื้อวัสดุอุดชั่วคราวออก แบ่งเป็นกลุ่มที่ใช้ฟลิ้นกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์เพ็นโดฟันเซอร์ กลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง และกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มน้ำล้างปกติ

3.5.1 กลุ่มที่ใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์เพิเอนโดฟิ นิชเซอร์

ล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ร่วมกับการใช้ไฟล์ชนิดเคเบอร์ 15 ใส่เข้าไปในคลองรากฟันถึงความยาวทำงานเพื่อทำให้มีพื้นที่ให้เครื่องมือและน้ำยาล้างคลองรากฟัน จากนั้นใส่ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์เพิเอนโดฟิ นิชเซอร์ ความเร็วในการหมุน 800 รอบต่อนาที และทอร์กขนาด 1 นิวตันเซนติเมตร โดยเคลื่อนเครื่องมือขึ้นลงซ้ำๆจนถึงความยาวทำงาน โดยเคลื่อนขึ้นลงซ้ำๆ เป็นระยะ 5 มิลลิเมตร ระยะเวลา 30 วินาที ล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ทำซ้ำทั้งหมด 4 รอบ ใช้ระยะเวลารวม 2 นาที โซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 รวม 15 มิลลิลิตร

3.5.2 กลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิคแบบไร้แรง

ล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ร่วมกับการใช้ไฟล์ชนิดเคเบอร์ 15 ใส่เข้าไปในคลองรากฟันถึงความยาวทำงาน จากนั้นใส่ลวดเออิเซฟ (IrriSafe) ให้ปลายลวดอยู่สูงกว่าตำแหน่งความยาวทำงาน 2 มิลลิเมตร โดยปรับขนาดความแรงของเครื่องอัลตราโซนิคที่ความแรงเท่ากับ 6 (46) ทำการกระตุ้นเป็นเวลา 30 วินาที ล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ทำซ้ำทั้งหมด 4 รอบ ใช้ระยะเวลารวม 2 นาที โซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 รวม 15 มิลลิลิตร

3.5.3 กลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติ

ล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ร่วมกับการใช้ไฟล์ชนิดเคเบอร์ 15 ใส่เข้าไปในคลองรากฟันถึงความยาวทำงาน จากนั้นล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 3 มิลลิลิตรโดยใช้กระบอกฉีดยาและเข็มเกจ 30 ให้ตำแหน่งปลายเข็มอยู่ห่างจากความยาวทำงาน 1 มิลลิเมตร โดยเคลื่อนขึ้นลงซ้ำๆเป็นระยะ 5 มิลลิเมตร เป็นเวลา 30 วินาที ทำซ้ำทั้งหมด 4 รอบ ใช้ระยะเวลารวม 2 นาที โซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 รวม 15 มิลลิลิตร

ระหว่างทำหัตถการของทั้ง 3 กลุ่ม ทำภายใต้สภาวะควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียสโดยจุ่มหลอดไมโครเซนติฟูกในอ่างน้ำอุ่น (water bath) ควบคุมอุณหภูมิ น้ำคงที่ 37 องศาเซลเซียส (ภาพประกอบที่ 7)



ภาพประกอบ 7 ล้างคลองรากฟันภายใต้สภาวะควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส

3.6 การประเมินปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือภายในคลองรากฟัน

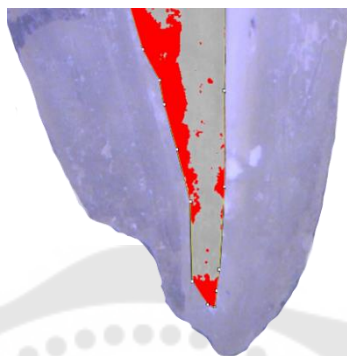
ทำการแบ่งรากฟันออกเป็น 2 ส่วนตามที่แบ่งไว้ข้างต้น ถ่ายรูปขึ้นงานทั้ง 2 ส่วนโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงสเตอริโอที่กำลังขยาย 20 เท่า ด้วยโปรแกรมโมติกอิมเมจพลัส (Motic images plus) จากนั้นนำภาพไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมอิมเมจเจ (ImageJ : National institutes of Health Bethesda, Bethesda, MD) (ภาพประกอบที่ 8) เพื่อประเมินแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟัน คำนวณปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันทั้งหมด และปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันส่วนต้น ส่วนกลาง และส่วนปลาย เป็นค่าร้อยละของพื้นที่ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟัน = $\left[\frac{\text{พื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือ (หลังรื้อ)}}{\text{พื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ทั้งหมดในคลองรากฟัน (ก่อนรื้อ)}} \right] \times 100$

ค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันส่วนต้น = $\left[\frac{\text{พื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันส่วนต้น (หลังรื้อ)}}{\text{พื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ทั้งหมดในคลองรากฟันส่วนต้น (ก่อนรื้อ)}} \right] \times 100$

ค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันส่วนกลาง = $\left[\frac{\text{พื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันส่วนกลาง (หลังรื้อ)}}{\text{พื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ทั้งหมดในคลองรากฟันส่วนกลาง (ก่อนรื้อ)}} \right] \times 100$

ค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่เคลือบไฮดรอกไซด์ที่เคลือบบนผนังคลองรากฟันส่วนปลาย = $\frac{\text{พื้นที่เคลือบไฮดรอกไซด์ที่เคลือบบนผนังคลองรากฟันส่วนปลาย (หลังรื้อ)}}{\text{พื้นที่เคลือบไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันส่วนปลาย (ก่อนรื้อ)}} \times 100$



ภาพประกอบ 8 ภาพตัวอย่างพื้นที่เคลือบไฮดรอกไซด์ที่เคลือบบนผนังคลองรากฟันด้วยโปรแกรมอิมเมจเจ พื้นที่สีแดง คือเคลือบไฮดรอกไซด์ และพื้นที่สีเทา คือ ผนังคลองรากฟัน

3.7 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ทางสถิติใช้โปรแกรม SPSS ทำการทดสอบการกระจายของข้อมูลสถิติด้วยการทดสอบแชปีโรวิลค์ (Shapiro-Wilk test) หากข้อมูลมีการกระจายตัวปกติ ทำการเปรียบเทียบร้อยละพื้นที่ของเคลือบไฮดรอกไซด์ที่เคลือบบนผนังคลองรากฟันระหว่างกลุ่มที่ใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์เอนโดฟิสิกเซอร์ กลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง กลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้าง โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (two-way ANOVA) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยทำการพิจารณาปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างชนิดของเคลือบไฮดรอกไซด์และวิธีการล้างคลองรากฟันก่อน เมื่อพบว่าปฏิสัมพันธ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติไม่ต้องพิจารณาอิทธิพลหลัก (main effect) และทำการทดสอบรายคู่ต่อไปโดยใช้การทดสอบแชเฟเฟ (Scheffe test)

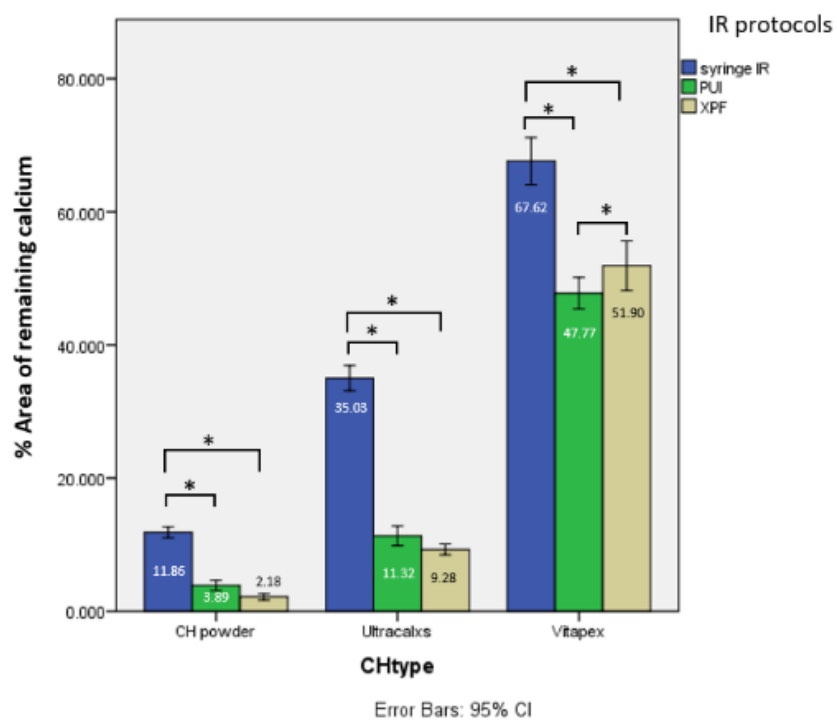
บทที่ 4

ผลการศึกษา

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ยร้อยละ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลืออยู่บนผนังคลองรากฟัน

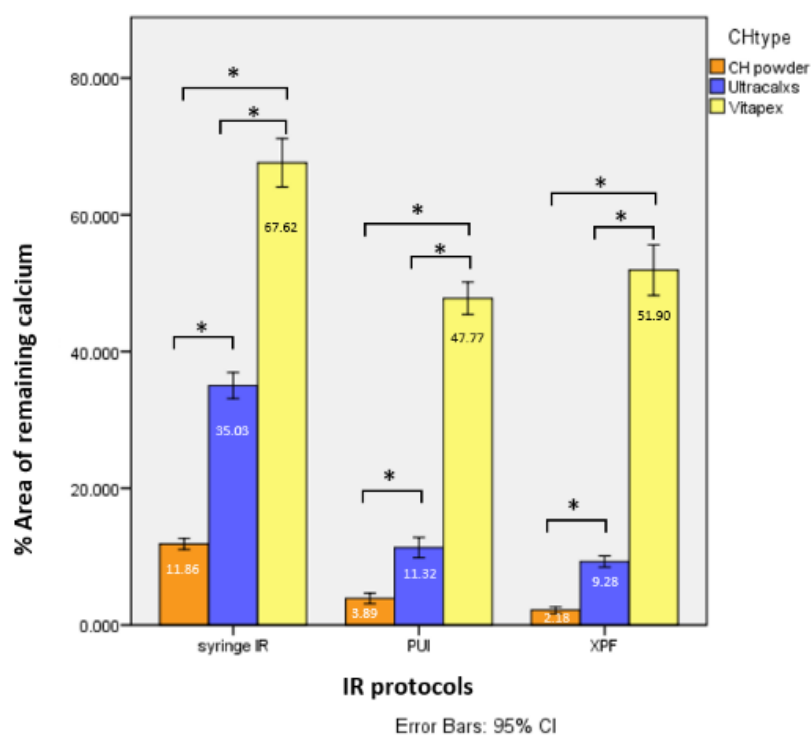
Type of calcium hydroxide (n=10)	Irrigation protocols		
	Syringe irrigation	PUI	XP endo finisher
Calcium hydroxide powder + distilled water	11.86±1.15	3.89±1.08 ^A	2.18±0.66 ^A
UltraCal™XS	35.03±2.66	11.32±2.07 ^B	9.28±1.14 ^B
Vitapex®	67.62±4.94	47.77±3.32	51.90±5.18

- สัญลักษณ์ A,B อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ไม่ระบุสัญลักษณ์ในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงทุกค่าเฉลี่ยในคอลัมน์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพประกอบ 9 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันจำแนกตามชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์

เครื่องหมาย * แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยร้อยละพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือนบนผนังคลองรากฟันเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพประกอบ 10 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือนบนผนังคลองรากฟันจำแนกตามวิธีการล้างคลองรากฟัน

เครื่องหมาย * แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยร้อยละพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือนบนผนังคลองรากฟันเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มวิธีล้างเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางพบว่า ปฏิสัมพันธ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลักข้อ 3 คือวิธีการล้างและชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีผลให้มีปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือนบนผนังคลองรากฟันไม่แตกต่างกัน และทำการทดสอบรายคู่ต่อไป โดยไม่พิจารณาอิทธิพลหลัก

ตาราง 1 และภาพประกอบ 9 แสดงข้อมูลปริมาณร้อยละของพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลืออยู่ในคลองรากฟันของกลุ่มทดลองทั้ง 9 กลุ่ม พบว่าทุกกลุ่มมีแคลเซียมไฮดรอกไซด์เหลืออยู่ภายในคลองรากฟัน (ภาพประกอบ 17)

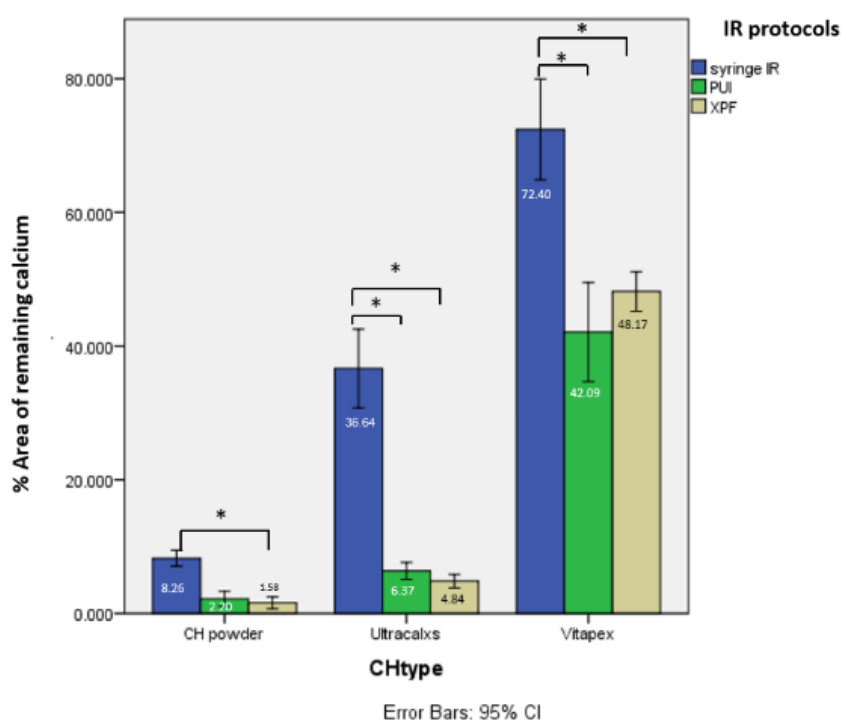
เมื่อพิจารณาผลของวิธีการล้างคลองรากฟันเมื่อใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดเดียวกัน ผลการทดลองของกลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นและผลการทดลองของกลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส มีทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นเมื่อใช้ไฟลินิกเกลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์ไดฟิโนเซอร์ (2.18 ± 0.66) เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในคลองรากฟันน้อยที่สุด ตามด้วยกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิคแบบไร้แรง (3.89 ± 1.08) โดยทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติ (11.86 ± 1.15) เหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับกลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส พบว่าภายหลังการใช้ไฟลินิกเกลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์ไดฟิโนเซอร์ (9.28 ± 1.14) เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลองรากฟันน้อยที่สุด ตามด้วยกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิคแบบไร้แรง (11.32 ± 2.07) โดยทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติ (35.03 ± 2.66) เหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดลองของกลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์มีทิศทางของผลการทดลองต่างไปจากกลุ่มแคลเซียมอีก 2 ชนิดคือกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิคแบบไร้แรง (47.77 ± 3.32) เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในคลองรากฟันน้อยที่สุด ตามด้วยกลุ่มที่ใช้ไฟลินิกเกลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์ไดฟิโนเซอร์ (51.90 ± 5.18) ส่วนกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติ (67.62 ± 4.94) เหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากที่สุด โดยทั้งสามกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยด้านชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ เมื่อล้างด้วยวิธีการเดียวกัน พบว่ามีผลการทดลองไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 3 วิธีการล้างคลองรากฟัน (ภาพประกอบ 10) คือกลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมกับน้ำกลั่นเหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลองรากฟันน้อยที่สุด ตามด้วยกลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส และกลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลองรากฟันมากที่สุด โดยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ทั้งสามชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยร้อยละ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลืออยู่บนผนังคลองรากฟันส่วนต้น

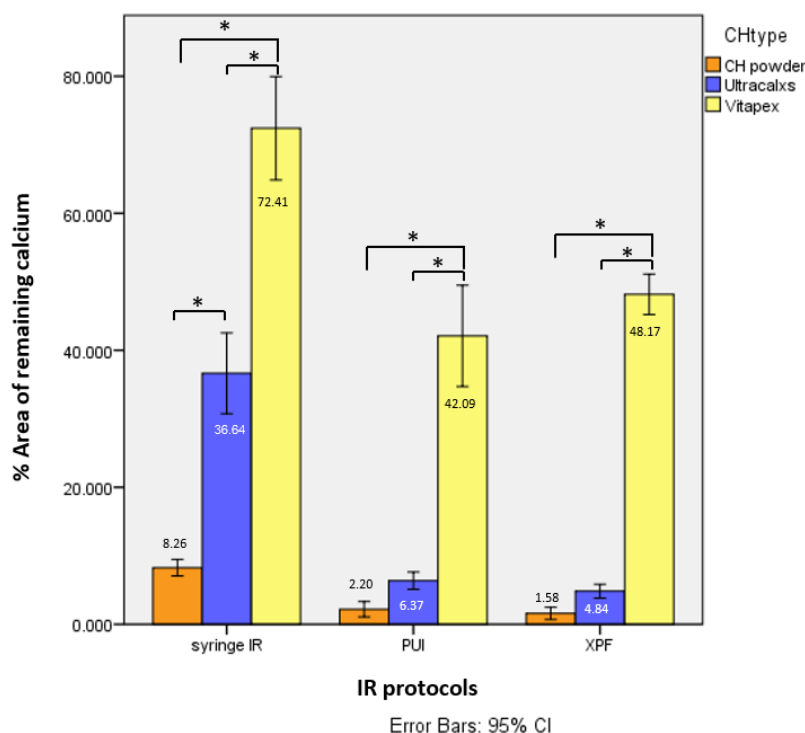
Type of calcium hydroxide (n=10)	Irrigation protocols		
	Syringe irrigation	PUI	XP endo finisher
Calcium hydroxide powder + distilled water	8.26±1.69 ^A	2.20±1.56 ^{A,B,1}	1.58±1.24 ^{B,2}
UltraCal™ XS	36.64±8.25	6.37±1.76 ^{C,1}	4.84±1.42 ^{C,2}
Vitapex®	72.41±10.55	42.09±10.33 ^D	48.17±4.12 ^D

- สัญลักษณ์ A,B,C,D อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ไม่ระบุสัญลักษณ์ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงทุกค่าเฉลี่ยในคอลัมน์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- สัญลักษณ์ 1,2 ตัวเลขเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพประกอบ 11 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันส่วนต้นจำแนกตามชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์

เครื่องหมาย * แสดงถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันส่วนต้นเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพประกอบ 12 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันส่วนต้นจำแนกตามวิธีการล้างคลองรากฟัน

เครื่องหมาย * แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยร้อยละพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มวิธีล้างเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เมื่อพิจารณาเฉพาะคลองรากฟันส่วนต้น (coronal) โดยพิจารณาปัจจัยวิธีการล้างคลองรากฟันเมื่อใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดเดียวกัน (ตาราง 2 และภาพประกอบ 11) กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่น พบว่าใช้ฟิสิกส์เกลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็กซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์ (1.58 ± 1.24) เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลองรากฟันน้อยที่สุด ตามด้วยกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง (2.20 ± 1.56) โดยทั้งสอง

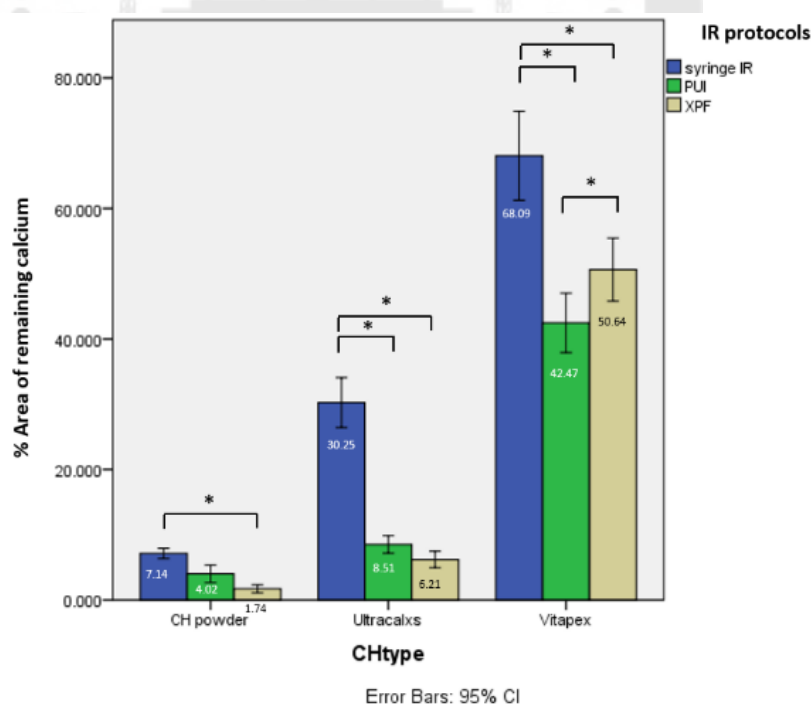
กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติ (8.26 ± 1.69) เหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากกว่ากลุ่มที่ใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์พีเอ็นโดพินิชเซอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส พบว่าไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์พีเอ็นโดพินิชเซอร์ (4.84 ± 1.42) เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลองรากฟันน้อยที่สุด ตามด้วยกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง (6.37 ± 1.76) โดยทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติ (36.64 ± 8.25) เหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์ พบว่ากลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง (42.09 ± 10.33) เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลองรากฟันน้อยที่สุด ตามด้วยกลุ่มที่ใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์พีเอ็นโดพินิชเซอร์ (48.17 ± 4.12) โดยทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติ (72.41 ± 10.55) เหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในคลองรากฟันส่วนต้น เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 แบบ เมื่อใช้วิธีล้างคลองรากฟันวิธีเดียวกันให้ผลดังนี้ (ภาพประกอบ 12) กลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติพบว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผสมน้ำกลั่นเหลือบนผนังคลองรากฟันน้อยที่สุด ตามด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส ส่วนแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์เหลือบนผนังคลองรากฟันมากที่สุด โดยทั้งสามกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงและกลุ่มที่ใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์พีเอ็นโดพินิชเซอร์ มีผลการทดลองในทางเดียวกันคือสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผสมน้ำกลั่นและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอสได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์ได้น้อยที่สุดแตกต่างกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์อีกสองชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยร้อยละ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลืออยู่บนผนังคลองรากฟันส่วนกลาง

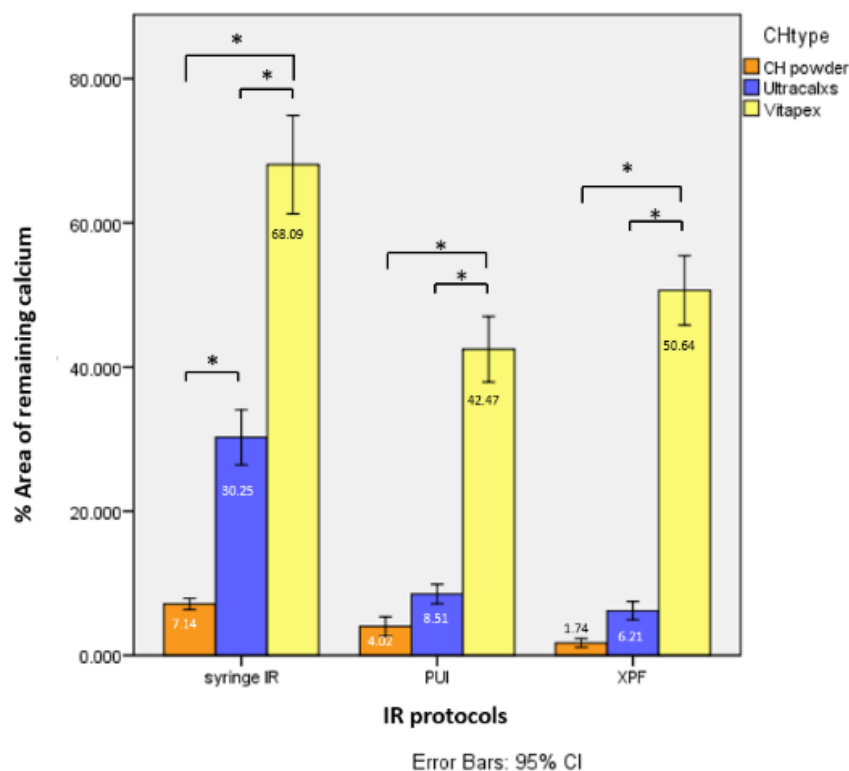
Type of calcium hydroxide (n=10)	Irrigation protocols		
	Syringe irrigation	PUI	XP endo finisher
Calcium hydroxide powder + distilled water	7.14±1.09 ^A	4.02±1.87 ^{A,B,1}	1.74±0.87 ^{B,2}
UltraCal™XS	30.25±5.34	8.51±1.88 ^{B,1}	6.21±1.76 ^{B,2}
Vitapex®	68.09±9.54	42.47±6.36	50.64±6.75

- สัญลักษณ์ A,B อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ไม่ระบุสัญลักษณ์ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงทุกค่าเฉลี่ยในคอลัมน์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- สัญลักษณ์ 1,2 ตัวเลขเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพประกอบ 13 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันส่วนกลางจำแนกตามชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์

เครื่องหมาย * แสดงถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือนบนผนังคลองรากฟันส่วนกลางเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพประกอบ 14 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือนบนผนังคลองรากฟันส่วนกลางจำแนกตามวิธีการล้างคลองรากฟัน
 เครื่องหมาย * แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยร้อยละพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือนบนผนังคลองรากฟันเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มวิธีล้างเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เมื่อพิจารณาเฉพาะคลองรากฟันส่วนกลาง (middle) โดยพิจารณาปัจจัยวิธีการล้างคลองรากฟันเมื่อใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดเดียวกัน (ตาราง 3 และภาพประกอบ 13) กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่น พบว่าใช้ฟิสิกส์เกลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็กซ์พีเอนโดฟิสิกซ์เซอร์ (1.74 ± 0.87) เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลองรากฟันน้อย

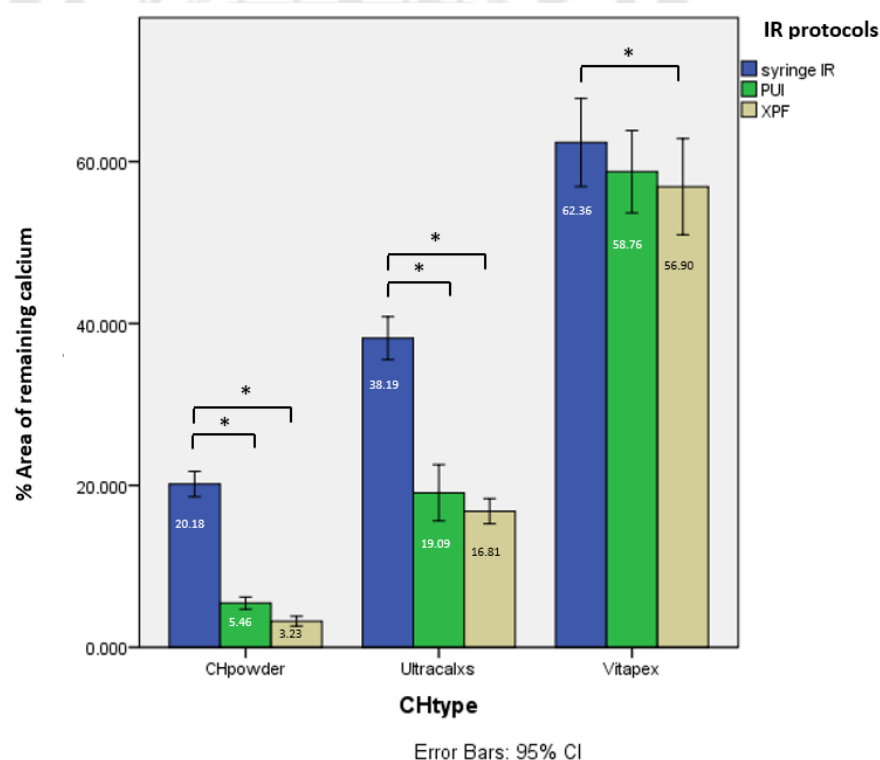
ที่สุด ตามด้วยกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง (4.02 ± 1.87) ส่วนกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติ (7.14 ± 1.09) เหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากที่สุด โดยกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติ มีความแตกต่างกับการใช้ไฟลนิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรีฟอนโดฟิสิกซ์เซอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส พบว่าไฟลนิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรีฟอนโดฟิสิกซ์เซอร์ (6.21 ± 1.76) เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลองรากฟันน้อยที่สุด ตามด้วยกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง (8.51 ± 1.88) โดยทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติ (30.25 ± 5.34) เหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์ พบว่ากลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง (42.47 ± 6.36) เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลองรากฟันน้อยที่สุด ตามด้วยกลุ่มที่ใช้ไฟลนิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรีฟอนโดฟิสิกซ์เซอร์ (50.64 ± 6.75) ส่วนกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติ (68.09 ± 9.54) เหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากที่สุด โดยทั้งสามกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในคลองรากฟันส่วนกลาง เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 แบบ เมื่อใช้วิธีล้างคลองรากฟันวิธีเดียวกันให้ผลดังนี้ (ภาพประกอบ 14) กลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติพบว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผสมน้ำกลั่นเหลือบนผนังคลองรากฟันน้อยที่สุด ตามด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส ส่วนแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์เหลือในคลองรากฟันมากที่สุด โดยทั้งสามกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงและกลุ่มที่ใช้ไฟลนิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรีฟอนโดฟิสิกซ์เซอร์ มีผลการทดลองไปในทิศทางเดียวกันคือสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผสมน้ำกลั่นและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอสได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์ได้น้อยที่สุดแตกต่างกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์อีกสองชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยร้อยละ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลืออยู่บนผนังคลองรากฟันส่วนปลาย

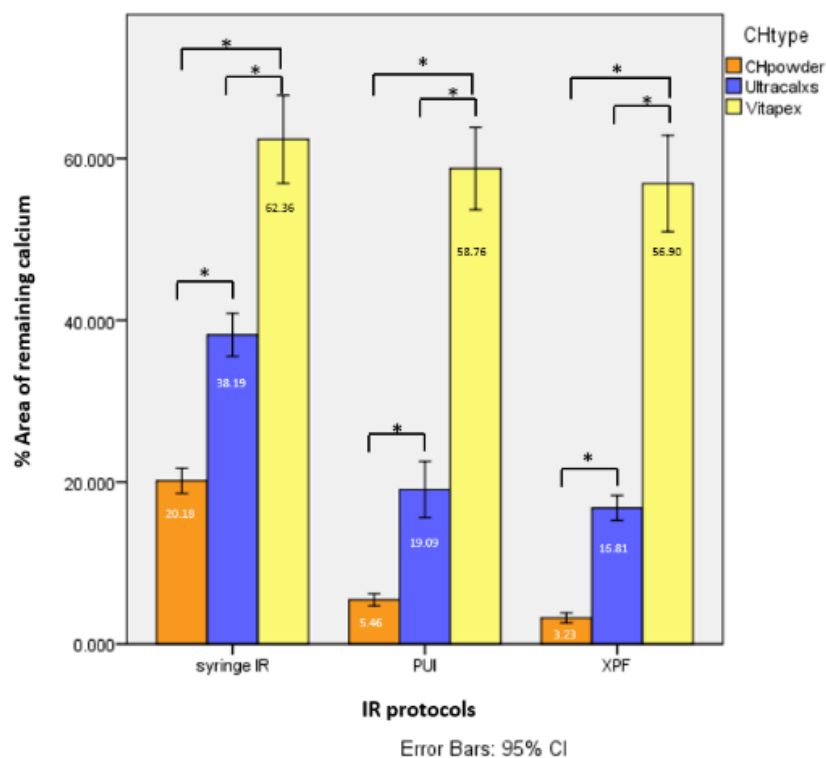
Type of calcium hydroxide (n=10)	Irrigation protocols		
	Syringe irrigation	PUI	XP endo finisher
Calcium hydroxide powder + distilled water	20.18±2.19	5.46±1.04 ^A	3.23±0.83 ^A
UltraCal™XS	38.19±3.71	19.09±4.87 ^B	16.81±2.18 ^B
Vitapex®	62.36±7.61 ^C	58.76±7.11 ^{C,D}	56.90±8.30 ^D

- สัญลักษณ์ A,B,C,D อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ไม่ระบุสัญลักษณ์ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงทุกค่าเฉลี่ยในคอลัมน์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพประกอบ 15 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันส่วนปลายจำแนกตามชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์

เครื่องหมาย * แสดงถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันส่วนกลางเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



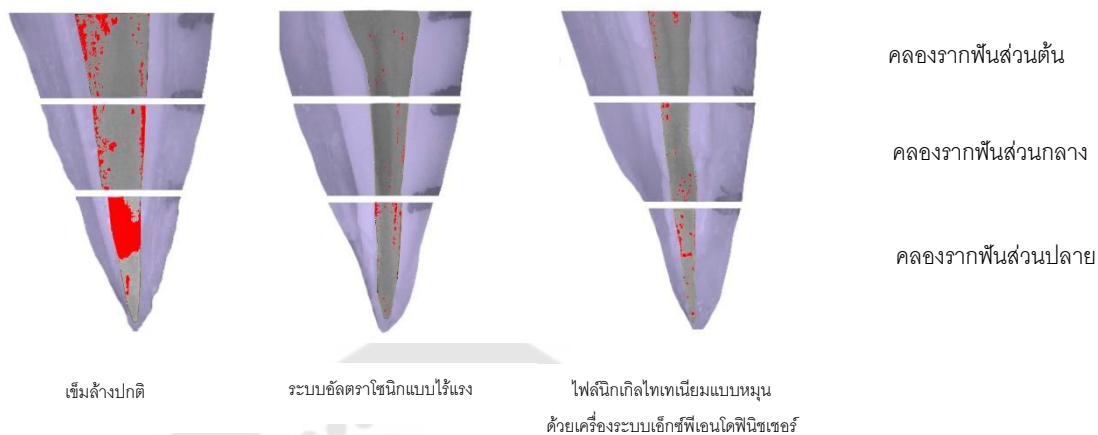
ภาพประกอบ 16 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันส่วนกลางจำแนกตามวิธีการล้างคลองรากฟัน

เมื่อพิจารณาเฉพาะคลองรากฟันส่วนปลาย (apical) โดยพิจารณาปัจจัยวิธีการล้างคลองรากฟันเมื่อใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดเดียวกัน (ตาราง 4 และภาพประกอบ 15) กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่น พบว่าฟิสิกส์เกลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์ไดฟิโนเซอร์ (3.23 ± 0.83) เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลองรากฟันน้อยที่สุดตามด้วยกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง (5.46 ± 1.04) โดยทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติ (20.18 ± 2.19) เหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส พบว่าฟิสิกส์เกลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์ไดฟิโนเซอร์ (16.81 ± 2.18) เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลอง

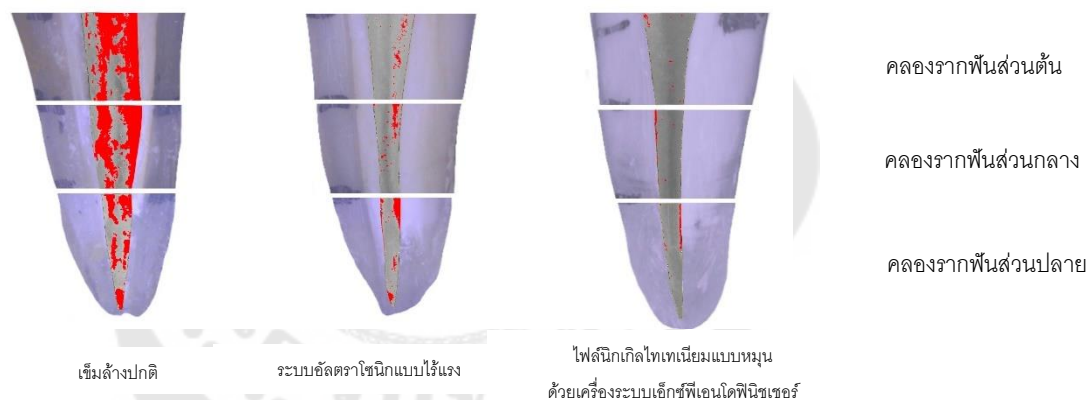
รากพืชน้อยที่สุด ตามด้วยกลุ่มที่ล้างคลองรากพืชนด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง (19.09 ± 4.87) โดยทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ล้างคลองรากพืชนด้วยเข็มล้างปกติ (38.19 ± 3.71) เหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์ พบว่ากลุ่มที่ใช้ไฟลินิกเกลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์ (56.90 ± 8.30) เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในคลองรากพืชน้อยที่สุด ตามด้วยกลุ่มที่ล้างคลองรากพืชนด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง (58.76 ± 7.11) โดยทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ล้างคลองรากพืชนด้วยเข็มล้างปกติ (62.36 ± 7.61) เหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากกว่ากลุ่มที่ใช้ไฟลินิกเกลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในคลองรากพืชนส่วนปลายเมื่อพิจารณาปัจจัยด้านชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 แบบ เมื่อใช้วิธีล้างคลองรากพืชนวิธีเดียวกันให้ผลไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 3 วิธีการล้างคลองรากพืชน (ภาพประกอบ 16) คือ กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมกับน้ำกลั่นเหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลองรากพืชน้อยที่สุด ตามด้วยกลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส และกลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลองรากพืชนมากที่สุด โดยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ทั้งสามชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

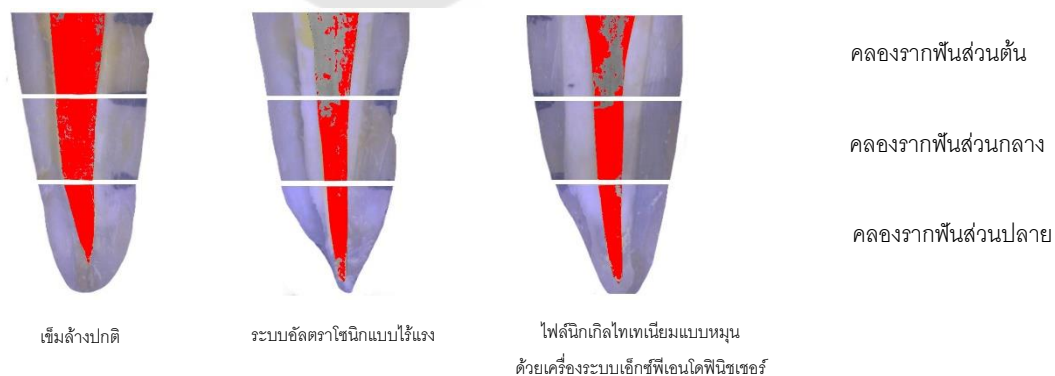
กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่น



กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์ไฮส



กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์



ภาพประกอบ 17 แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 ชนิดที่เหลือนบนผนังคลองรากฟันด้วยการล้างคลองรากฟัน 3 วิธีการ (สีแดง คือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และสีเทา คือผนังคลองรากฟัน)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

วิธีการล้างคลองรากฟันและชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ต่างกันส่งผลต่อปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันที่แตกต่างกัน เมื่อใส่ยาในคลองรากฟันด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นและอัลตราแคลเอกซ์เอส พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงและไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์พีเอนโดฟินิชเซอร์สามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้มีประสิทธิภาพดีไม่แตกต่างกัน โดยกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติเหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อใส่ยาในคลองรากฟันด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์ พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้ดีที่สุด ไม่มีการล้างคลองรากฟันวิธีใดสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันได้ทั้งหมด แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์เหลือภายในคลองรากฟันมากที่สุดโดยเฉพาะในคลองรากฟันส่วนปลาย

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้ใช้ฟันกรามน้อยล่างรากเดียว มีคลองรากฟันเดียว ลักษณะรากตรง กรอดัด ส่วนตัวฟันเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างเป็นมาตรฐานเดียวกัน(22) จากนั้นเตรียมคลองรากฟันให้มีขนาดคลองรากฟันส่วนปลายเท่ากับไฟล์ขนาด 30 ความเร็วสอของคลองรากฟัน 7% เพื่อให้มีขนาดกว้างและมีความผายเพียงพอที่เครื่องมือล้างคลองรากฟันสามารถเข้าไปทำงานได้อย่างสะดวก และมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการไหลเวียนของน้ำยาล้างคลองรากฟัน

การประเมินประสิทธิภาพการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟัน โดยประเมินจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลืออยู่ภายในคลองรากฟัน จากการศึกษาก่อนหน้านี้ใช้การประเมินที่แตกต่างกันหลายวิธี (16, 19, 38, 50) การศึกษานี้เลือกใช้การประเมินด้วยการคำนวณพื้นที่จากแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงสเตอริโอ โดยตัดแบ่งครึ่งรากฟันในแนวตั้ง ทำให้สามารถประเมินและวัดพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลองรากฟันได้โดยตรงตลอดทั้งคลองรากฟัน และทำให้มั่นใจได้ว่าไม่มีเศษเนื้อฟันติดอยู่บนผนังคลองรากฟันก่อนที่จะทำการใส่ยาภายในคลองรากฟัน(14) มีหลายการศึกษาก่อนหน้านี้(17, 21, 50, 52) เลือกใช้วิธีการให้คะแนน 0-3 ตามปริมาณแคลเซียม

ไฮดรอกไซด์ที่เหลือภายในร่องที่จำลองขึ้นบนผนังคลองรากฟัน เนื่องจากสามารถควบคุมขนาดของร่องและปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ของกลุ่มตัวอย่างให้เป็นมาตรฐานเดียวกันได้ แต่การศึกษานี้ไม่เลือกใช้วิธีนี้เนื่องจากการสร้างร่องบนผนังคลองรากฟันไม่สามารถจำลองความหลากหลายของลักษณะคลองรากฟันได้ (19) การศึกษานี้ควบคุมคุณภาพของการใส่ยาภายในคลองรากฟันโดยการถ่ายภาพรังสีในแนวใกล้แก้มใกล้ลิ้น และแนวใกล้กลางใกล้กลาง และการศึกษานี้ไม่เลือกการประเมินภายในใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope) เนื่องจากไม่สามารถบอกความแตกต่างของแคลเซียมไฮดรอกไซด์กับเศษเนื้อฟันได้(19)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการทดสอบความแปรปรวนแบบสองทาง การทดสอบปฏิสัมพันธ์ร่วม(interaction) ระหว่างตัวแปรต้นทั้งสองตัวคือ ชนิดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และวิธีการล้าง แล้วจึงทำการทดสอบอิทธิพลหลัก(main effect) เมื่อทำการทดสอบพบว่าปฏิสัมพันธ์ร่วมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลักข้อที่ 3 คือวิธีการล้างและชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือในคลองรากฟันไม่แตกต่างกัน และทำการทดสอบรายคู่ต่อไป โดยไม่ต้องพิจารณาอิทธิพลหลัก เนื่องจากทั้งชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์และวิธีการล้างส่งผลต่อปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่หลงเหลือภายในคลองรากฟัน

การกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันมีหลายวิธี การศึกษานี้เลือกใช้วิธีการล้างคลองรากฟัน 3 วิธีคือ การล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติเนื่องจากเป็นวิธีการล้างคลองรากฟันที่ใช้โดยทั่วไปในงานรักษาคคลองรากฟัน การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงเนื่องจากเป็นวิธีการล้างคลองรากฟันวิธีหนึ่งที่สามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ Yaylali และคณะ (18) พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันส่วนปลายได้มีประสิทธิภาพดีกว่าการล้างคลองรากฟันด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการล้างคลองรากฟันโดยใช้ไฟลีนิกเกลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็กซ์พีเอนโดฟิสิกซ์เนื่องจากเป็นเครื่องมือชนิดใหม่ที่น่าสนใจนำมาใช้ช่วยเสริมในการทำความสะดวกคลองรากฟัน(49) ผลการศึกษาพบว่าการล้างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส ออกจากคลองรากฟันโดยใช้ไฟลีนิกเกลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็กซ์พีเอนโดฟิสิกซ์และการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้อย่างมีประสิทธิภาพดีไม่

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้เข็มล้างปกติทำให้มีแคลเซียมไฮดรอกไซด์หลงเหลือที่ผนังคลองรากฟันมากกว่าอีก 2 วิธี ไม่ว่าจะใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดใด สอดคล้องกับการศึกษาของ Hamdan และคณะ(19) พบว่าเมื่อประเมินแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือตลอดคลองรากฟัน กลุ่มเอ็กซ์พีเอนโดฟินิเซอร์ สามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันได้ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ทำการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มที่ล้างด้วยเข็มล้างปกติพบแคลเซียมไฮดรอกไซด์เหลือภายในคลองรากฟันมากกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกัน

เมื่อพิจารณาตำแหน่งคลองรากฟันส่วนใกล้ปลายราก (apical third) ซึ่งเป็นบริเวณที่ทราบโดยทั่วไปว่าทำการล้างคลองรากฟันให้สะอาดได้ยากกว่าคลองรากฟันส่วนต้นและส่วนกลาง ซึ่งผลการศึกษานี้ก็สะท้อนให้ปรากฏความจริงข้อนี้เช่นกัน ไม่ว่าจะใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในรูปแบบใดและใช้วิธีล้างแบบใด การทำความสะอาดในคลองรากฟันส่วนปลายที่อยู่ห่างจากอุปกรณ์ทำความสะอาดและมีพื้นที่แคบไม่เอื้อต่อการไหลเวียนของน้ำยาเพื่อชะล้างผนังคลองรากฟัน จึงมีผู้พยายามทำการศึกษาประสิทธิภาพของการทำความสะอาดของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็กซ์พีเอนโดฟินิเซอร์ และระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงในบริเวณแคบๆ ได้แก่ การศึกษาของ Wigler และคณะ(21) ทำการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำเกลือออก จากร่องที่มีขนาด $3 \times 0.2 \times 0.5$ ลูกบาศก์มิลลิเมตร พบว่าปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือภายในร่องของกลุ่มไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็กซ์พีเอนโดฟินิเซอร์ และการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง มีประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีประสิทธิภาพดีกว่ากลุ่มที่มีการล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Uygun และคณะ(22) ทำการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นออกจากร่องขนาด $3 \times 1 \times 1$ ลูกบาศก์มิลลิเมตร ที่ทำขึ้นบริเวณส่วนต้นและส่วนปลายรากฟันในคลองรากฟันของฟันกรามน้อย พบว่าไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบทูลเซฟ เอ็กซ์พีเอนโดฟินิเซอร์ และการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง มีประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งดีกว่าการล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็กซ์พีเอนโดฟินิเซอร์และการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟัน พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอก

ไซต์ของไฟล์เอ็กซ์พีเอนโดฟิโนซิเตอร์และระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน (20, 50) ซึ่งมีระเบียบวิธีวิจัยที่แตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้ Silva และคณะ(20) ทำการประเมินประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอสในพื้นที่จำลองการเกิดการสูญเสียรากฟันจากภายในในฟันหน้าบน ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็กซ์พีเอนโดฟิโนซิเตอร์และกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบโซนิกโดยใช้หัวเอเดดี้ มีประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ดีกว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงและกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการศึกษาของ Donnermeyar และคณะ(50) ที่ทำการศึกษากำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำออกจากร่องขนาด 4x0.2x0.5 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ที่สร้างขึ้นบริเวณผนังคลองรากฟันส่วนต้นและส่วนปลายรากฟันในคลองรากฟันของฟันหน้าบน ทำการทดลองที่สภาวะอุณหภูมิห้อง ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง และกลุ่มที่ใช้ระบบโซนิกโดยใช้หัวเอเดดี้ มีประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่มากกว่ากลุ่มเอ็กซ์พีเอนโดฟิโนซิเตอร์และการล้างด้วยเข็มล้างแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแตกต่างจากผลของการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าประสิทธิภาพของการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ของไฟล์เอ็กซ์พีเอนโดฟิโนซิเตอร์และระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงไม่แตกต่างกัน

การล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างแบบปกติ ไม่สามารถทำให้น้ำยาล้างคลองรากฟันเข้าไปทำความสะอาดภายในบริเวณคลองรากฟันที่ซับซ้อนหรือบริเวณปลายรากฟันได้(40) เป็นดังผลการศึกษาที่พบว่ามีแคลเซียมไฮดรอกไซด์เหลือภายในคลองรากฟันและบริเวณปลายรากฟันมากกว่ากลุ่มอื่นที่มีการใช้เครื่องมือเสริม นอกจากนั้นการล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์อาจมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ เนื่องจากโซเดียมไฮโปคลอไรต์มีคุณสมบัติละลายสารอินทรีย์ได้ดี แต่ไม่สามารถละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ซึ่งเป็นสารอนินทรีย์ได้ (47, 53)

การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงส่งเสริมประสิทธิภาพการล้างคลองรากฟันทางเชิงกลและเชิงเคมี เชิงกลโดยเครื่องอัลตราโซนิกจะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นคลื่นอัลตราโซนิกส่งผ่านพลังงานจากการสั่นผ่านหัวอัลตราโซนิก ไปยังน้ำยาล้างคลองรากฟัน โดยไม่มีการสัมผัสกับผนังคลองรากฟัน การสั่นของคลื่นทำให้เกิดปรากฏการณ์อะคูสติกสตรีมมิง และปรากฏการณ์เควิตชัน ส่งผลให้เกิดแรงเฉือนของของเหลวไปที่ผนังคลองรากฟันซึ่งทำให้การทำความสะอาดคลองรากฟันมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น เชิงเคมีโดยพลังงานจลน์ส่งผ่านหัวอัลตราโซนิกไปยังน้ำยาล้างคลองรากฟันทำให้น้ำยาล้างคลองรากฟันมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นซึ่งช่วยเพิ่ม

ประสิทธิภาพของไฮเดียมไฮโปคลอไรต์ (45, 54) ในการศึกษาพบว่า การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงก้ำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยเช่นกัน จากการศึกษาของ van der Sluis และคณะ (15) พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงร่วมกับไฮเดียมไฮโปคลอไรต์ สามารถก้ำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันดีกว่า การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงร่วมกับน้ำ เนื่องจากไฮเดียมไฮโปคลอไรต์มีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกับน้ำ การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงร่วมกับไฮเดียมไฮโปคลอไรต์ซึ่งเป็นสารละลายเกลือทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมาก ส่งเสริมให้เกิดปรากฏการณ์อะคูสติกสตรีมมิ่งมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังทำให้เกิดก๊าซคลอรีน (chlorine gas) ละลายในฟองอากาศส่งผลให้เกิดการสั่นและส่งเสริมเกิดปรากฏการณ์อะคูสติกสตรีมมิ่ง นอกจากนั้นการล้างคลองรากฟันโดยให้น้ำยาล้างคลองรากฟันเข้าไปไหลเวียนต่อเนื่องในคลองรากฟันตลอดเวลา (continuous flushing) จะทำให้มีน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ใหม่ตลอดเวลาทำให้การล้างคลองรากฟันมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยการกระตุ้นน้ำยาเป็นระยะเวลาสั้นๆ ทำซ้ำหลายรอบจะดีกว่าการกระตุ้นเป็นระยะเวลายาวครั้งเดียว เนื่องจากการเริ่มกระตุ้นน้ำยาครั้งใหม่จะทำให้การล้างคลองรากฟันมีประสิทธิภาพที่มากกว่า (54) ในการศึกษาการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงด้วยวิธีการล้างแบบต่อเนื่อง โดยแบ่งเป็นรอบ รอบละ 30 วินาที รวม 4 รอบ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Tanomaro-Filho (55) พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงโดยวิธีการล้างแบบต่อเนื่อง มีประสิทธิภาพในการทำความสะดวกคลองรากฟันไม่แตกต่างกับวิธีล้างโดยแช่น้ำยาไว้ในคลองรากฟัน และเปลี่ยนน้ำยาล้างคลองรากฟันเป็นระยะ (intermittent flushing) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็กซ์พีเอนโดฟิซิเซอร์ ผลิตภัณฑ์จากอัลลอยชนิดแมกนีเซียม มีความยืดหยุ่นสูง ที่อุณหภูมิห้องเครื่องมือจะอยู่ในมาร์เทนไซต์เฟส เมื่อใส่เครื่องมือเข้าไปภายในคลองรากฟันที่อุณหภูมิร่างกายเครื่องมือจะเปลี่ยนไปอยู่ในออสทิไนต์เฟส จากคุณสมบัติการจดจำรูปร่าง (shape-memory effect) ของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียม โดยเครื่องมือจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นรูปร่างคล้ายเคียว เมื่อขยับเครื่องมือขึ้นลงภายในคลองรากฟันทำให้ไฟล์สับัดเข้าไปทำความสะอาดบริเวณผนังคลองรากฟันที่ไฟล์ปกติไม่สามารถเข้าไปทำความสะอาดได้ และไฟล์จะสัมผัสกับผนังคลองรากฟันโดยไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของคลองรากฟันเดิม (48, 49) นอกจากนั้นยังพบว่าการเคลื่อนที่ของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอ็กซ์พีเอนโดฟิซิเซอร์ ด้วยความเร็วในการหมุน 800 รอบต่อวินาทีส่งผลให้เกิดการกระตุ้นของน้ำยาล้างคลองรากฟันและเกิดการไหลเวียนภายในคลองรากฟันที่ดีช่วยส่งเสริมการก้ำจัด

แคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในรากฟันด้วยเช่นกัน(19) จากการศึกษาของ Gokturk และคณะ(17) พบว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ฟอสฟอริกเจลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กซ์พีเอนโดฟิสิกส์เซอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อทดสอบการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันภายใต้ตัวควบคุมอุณหภูมิที่ 21 และ 37 องศาเซลเซียส พบว่าที่สภาวะอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส สามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้อย่างมีประสิทธิภาพดีแตกต่างกับสภาวะอุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Donnermeyar และคณะ(50) พบว่ากลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง มีประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่มากกว่ากลุ่มอิเล็กซ์พีเอนโดฟิสิกส์เซอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการทดลองที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส ทำให้ฟอสฟอริกเจลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กซ์พีเอนโดฟิสิกส์เซอร์ทำงานได้อย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ การศึกษาในครั้งนี้จึงทำการทดลองภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเพื่อให้ฟอสฟอริกเจลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กซ์พีเอนโดฟิสิกส์เซอร์มีโครงสร้างผลึกออกสทิโนนซึ่งจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด นอกจากนี้ในการศึกษานี้ล้างคลองรากฟันด้วยฟอสฟอริกเจลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กซ์พีเอนโดฟิสิกส์เซอร์เป็นเวลารวมทั้งสิ้น 2 นาที โดยแบ่งเป็นรอบละ 30 วินาที 4 รอบ และใช้น้ำยาล้างคลองรากฟันรวม 15 มิลลิลิตร เนื่องจากการใช้ฟอสฟอริกเจลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กซ์พีเอนโดฟิสิกส์เซอร์เป็นเวลา 1 นาทีตามที่บริษัทแนะนำอาจไม่เพียงพอในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาของ Wigler และคณะ (21) แนะนำให้ทำการกระตุ้นเครื่องมือเป็นเวลามากกว่า 1 นาทีเพื่อประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์เพิ่มมากขึ้น

ในกรณีที่ใช้แคลเซียมผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์ใส่ในคลองรากฟัน พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยอัลตราโซนิกแบบไร้แรงมีความสามารถในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันได้ดีกว่าฟอสฟอริกเจลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กซ์พีเอนโดฟิสิกส์เซอร์และการใช้เข็มล้างปกติอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะบริเวณปลายรากฟันพบว่าการใช้อัลตราโซนิกแบบไร้แรงและการใช้ฟอสฟอริกเจลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กซ์พีเอนโดฟิสิกส์เซอร์กำจัดไวตาเพ็กซ์ได้ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์ ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันของการล้างทุกวิธีนั้นมีมากถึงร้อยละ 50-60 ซึ่งถือว่าค่อนข้างมาก อาจเป็นเพราะการความชื้นหนืดของกระสายยาที่เป็นน้ำมัน จึงไม่สามารถละลายน้ำได้(3) ทำให้เครื่องมือในการล้างคลองรากฟันทำงานได้ประสิทธิภาพไม่เต็มที่

จากการศึกษานี้การล้างคลองรากฟันทั้ง 3 วิธีการนั้นในทุกกลุ่มสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นได้มากที่สุด ตามด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส และกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์ได้น้อยที่สุด โดยทุกกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อประเมินจากพื้นที่ทั้งคลองรากฟันและบริเวณปลายรากฟัน ซึ่งจากผลการศึกษาแสดงถึงความแตกต่างของชนิดของกระสายยาที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟัน โดยในกลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นละลายได้ดีที่สุดเนื่องจากกระสายยาที่เป็นน้ำซึ่งมีการละลายตัวสูงสามารถกำจัดออกจากคลองรากฟันได้ง่าย กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอสมีกระสายยาเป็นของเหลวชนิดเมทิลเซลลูโลสซึ่งมีคุณสมบัติเพิ่มความหนืดจึงทำให้กำจัดออกจากคลองรากฟันได้ยากกว่า และกลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์ซึ่งมีส่วนกระสายยาเป็นน้ำมันซิลิโคน ทำให้กำจัดออกจากคลองรากฟันได้ยากเนื่องจากไม่ละลายน้ำ และมีการละลายตัวต่ำ(3, 5) สอดคล้องกับการศึกษาของ Lambrianidis และคณะ(37) ที่ทำการศึกษากำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 ชนิดคือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่น แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดแคลซิล และพัลพ์เดนท พบว่ากระสายยาที่ต่างชนิดกันส่งผลต่อการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟัน โดยพัลพ์เดนทที่มีกระสายยาคือเมทิลเซลลูโลสมีปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์เหลือในคลองรากฟันมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Nandini และคณะ(38) พบว่ากลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมน้ำกลั่นสามารถถูกกำจัดออกจากคลองรากฟันได้มีประสิทธิภาพว่ากลุ่มเมตาเพ็กซ์ซึ่งเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมด้วยไอโอโดฟอร์มและน้ำมันซิลิโคนเมื่อประเมินปริมาตรแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือในคลองรากฟันด้วยการใช้สไปรลชีที นอกจากนี้ยังพบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยกรดซิตริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 (10% citric) จะช่วยกำจัดเมตาเพ็กซ์ได้ดีขึ้น เนื่องจากกรดซิตริกสามารถแทรกซึมเข้าไปในน้ำมันซิลิโคนได้ดีทำให้ไปเคลือบจับตัวกับสารประกอบคือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งส่งผลทำให้กำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันได้ดีขึ้น

จากการศึกษานี้เห็นได้ว่าความสามารถในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันขึ้นกับปัจจัยทั้ง 2 อย่าง คือ วิธีการล้างคลองรากฟันและชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ดังนั้นควรเลือกชนิดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมกับจุดประสงค์ของการใส่ยาในคลองรากฟันที่ต้องการ และเลือกวิธีการล้างคลองรากฟันที่มีประสิทธิภาพเพื่อส่งผลดีต่อการอุดคลองรากฟันเนื่องจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่หลงเหลือภายในคลองรากฟันมีผลต่อการผนึกบริเวณปลายราก

ฟัน(4) ส่งผลต่อความแนบสนิท(7) การรั่วซึมบริเวณปลายรากฟัน(6) และส่งผลต่อคุณสมบัติของซีลเลอร์(8, 9) ซึ่งมีผลต่อความสำเร็จในการรักษาคลองรากฟัน ดังนั้นจึงควรกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันโดยการล้างคลองรากฟันให้สะอาดมากที่สุดก่อนทำการอุดคลองรากฟัน

แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์อาจไม่เหมาะสมในการใช้เป็นยาใส่ในคลองรากฟันที่ต้องการใส่ยาในช่วงสั้นๆเนื่องจากสามารถกำจัดออกจากคลองรากฟันได้ยาก อาจเหมาะกับการรักษาคลองรากฟันในฟันน้ำนม (pulpectomy) ซึ่งไม่ต้องการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากกว่า(5) หรือกรณีที่ต้องการใส่ยาเป็นระยะเวลานาน (long-term medication) เช่น การทำเอเพ็กซ์ฟิเคชัน (apexification) ในกรณีฟันปลายรากเปิดในฟันที่มีการเจริญของรากไม่สมบูรณ์และมีการตายของเนื้อเยื่อใน การเกิดรูทะลุ (perforation) การสูญเสียปลายของรากฟัน (root resorption) ฟันที่มีรอยโรคปลายรากขนาดใหญ่ (large periapical lesions) หรือคลองรากฟันที่มีสารน้ำและสารอักเสบจำนวนมาก (weeping canal) เป็นต้น (3, 32, 56) ในกรณีเหล่านี้ต้องการให้แคลเซียมไฮดรอกไซด์อยู่ในคลองรากฟันเป็นเวลานาน การเลือกใช้ไวตาเพ็กซ์ซึ่งมีส่วนกระสายยาเป็นน้ำมันซิลิโคน ทำให้แคลเซียมไฮดรอกไซด์มีการแตกตัวช้า ค่อยๆปลดปล่อยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไอออน และไฮดรอกไซด์ไอออน และมีการละลายตัวช้า ทำให้สามารถคงตัวอยู่ในคลองรากฟันได้นาน(3) การเปลี่ยนยาในคลองรากฟัน การล้างคลองรากฟันเพื่อใส่ยาตัวเดิมใหม่ ไม่มีความจำเป็นต้องล้างยาเดิมออกจากคลองรากฟันจนหมด จนกว่าจะทำการอุดคลองรากฟัน จึงล้างคลองรากฟันด้วยวิธีการที่เหมาะสม เพื่อกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันมากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ เช่น การกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์โดยการใช้การล้างคลองรากฟันด้วยอัลตราโซนิกแบบไร้แรงร่วมกับกรดซิตริกทำให้สามารถกำจัดไวตาเพ็กซ์ออกจากคลองรากฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการศึกษานี้ใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีรากฟันตรง จึงอาจทำให้ผลในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในการล้างคลองรากฟันด้วยอัลตราโซนิกแบบไร้แรงและการล้างคลองรากฟันด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์พีเอ็นดีฟีนิชเซอร์ไม่แตกต่างกันชัดเจน ดังนั้นการศึกษาต่อไปในอนาคตอาจเลือกใช้ฟันที่มีรากโค้ง หรือมีความซับซ้อนของลักษณะคลองรากฟันมากขึ้น เช่น คลองรากฟันรูปตัวซี เพื่อสามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ดียิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

1. Kim D, Kim E. Antimicrobial effect of calcium hydroxide as an intracanal medicament in root canal treatment: a literature review - Part I. In vitro studies. Restor Dent Endod. 2014;39(4):241-52.
2. Siqueira JF, Jr., Lopes HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. Int Endod J. 1999;32(5):361-9.
3. Fava LR, Saunders WP. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. Int Endod J. 1999;32(4):257-82.
4. Ricucci D, Langeland K. Incomplete calcium hydroxide removal from the root canal: a case report. Int Endod J. 1997;30(6):418-21.
5. Mohammadi Z, Dummer PM. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. Int Endod J. 2011;44(8):697-730.
6. Kim SK, Kim YO. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. Int Endod J. 2002;35(7):623-8.
7. Bottcher DE, Hirai VH, Da Silva Neto UX, Grecca FS. Effect of calcium hydroxide dressing on the long-term sealing ability of two different endodontic sealers: an in vitro study. Oral Surg, Oral Med, Oral Path, Oral Rad, and Endodontics. 2010;110(3):386-9.
8. Uzunoglu-Ozyurek E, Erdogan O, Aktemur Turker S. Effect of Calcium Hydroxide Dressing on the Dentinal Tubule Penetration of 2 Different Root Canal Sealers: A Confocal Laser Scanning Microscopic Study. J Endod. 2018;44(6):1018-23.
9. Margelos J, Eliades G, Verdelis C, Palaghias G. Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem. J Endod. 1997;23(1):43-8.
10. Barbizam JV, Trope M, Teixeira EC, Tanomaru-Filho M, Teixeira FB. Effect of calcium hydroxide intracanal dressing on the bond strength of a resin-based endodontic sealer. Braz Dent J. 2008;19(3):224-7.
11. Ghabraei S, Bolhari B, Yaghoobnejad F, Meraji N. Effect of Intra-Canal Calcium Hydroxide Remnants on the Push-Out Bond Strength of Two Endodontic Sealers. Iran

Endod J. 2017;12(2):168-72.

12. Topcuoglu HS, Duzgun S, Ceyhanli KT, Akti A, Pala K, Kesim B. Efficacy of different irrigation techniques in the removal of calcium hydroxide from a simulated internal root resorption cavity. *Int Endod J*. 2015;48(4):309-16.
13. Capar ID, Ozcan E, Arslan H, Ertas H, Aydinbelge HA. Effect of different final irrigation methods on the removal of calcium hydroxide from an artificial standardized groove in the apical third of root canals. *J Endod*. 2014;40(3):451-4.
14. Kenée DM, Allemang JD, Johnson JD, Hellstein J, Nichol BK. A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques. *J Endod*. 2006;32(6):563-5.
15. van der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR. The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. *Int Endod J*. 2007;40(1):52-7.
16. Alturaiki S, Lamphon H, Edrees H, Ahlquist M. Efficacy of 3 different irrigation systems on removal of calcium hydroxide from the root canal: a scanning electron microscopic study. *J Endod*. 2015;41(1):97-101.
17. Gokturk H, Ozkocak I, Buyukgebiz F, Demir O. Effectiveness of various irrigation protocols for the removal of calcium hydroxide from artificial standardized grooves. *J Appl Oral Sci : revista FOB*. 2017;25(3):290-8.
18. Yaylali IE, Kececi AD, Ureyen Kaya B. Ultrasonically Activated Irrigation to Remove Calcium Hydroxide from Apical Third of Human Root Canal System: A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod*. 2015;41(10):1589-99.
19. Hamdan R, Michetti J, Pinchon D, Diemer F, Georgelin-Gurgel M. The XP-Endo Finisher for the removal of calcium hydroxide paste from root canals and from the apical third. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(7):e855-e60.
20. Marques-da-Silva B, Alberton CS, Tomazinho FSF, Gabardo MCL, Duarte MAH, Vivan RR, et al. Effectiveness of five instruments when removing calcium hydroxide paste from simulated internal root resorption cavities in extracted maxillary central incisors. *Int Endod J*. 2019.

21. Wigler R, Dvir R, Weisman A, Matalon S, Kfir A. Efficacy of XP-endo finisher files in the removal of calcium hydroxide paste from artificial standardized grooves in the apical third of oval root canals. *Int Endod J*. 2017;50(7):700-5.
22. Uygun AD, Gundogdu EC, Arslan H, Ersoy I. Efficacy of XP-endo finisher and TRUShape 3D conforming file compared to conventional and ultrasonic irrigation in removing calcium hydroxide. *Aust Endod J*. 2017;43(2):89-93.
23. Keskin C, Sariyilmaz E, Sariyilmaz O. Efficacy of XP-endo Finisher File in Removing Calcium Hydroxide from Simulated Internal Resorption Cavity. *J Endod*. 2017;43(1):126-30.
24. Hülsmann M, Peters O, Dummer P. Mechanical preparation of root canals: Shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*. 2005;10:30-76.
25. Kahler S, Shetty S, Andreasen F, Kahler W. The Effect of Long-term Dressing With Calcium Hydroxide on the Fracture Susceptibility of Teeth. *J Endod*. 2017;44.
26. Blanscet ML, Tordik PA, Goodell GG. An agar diffusion comparison of the antimicrobial effect of calcium hydroxide at five different concentrations with three different vehicles. *J Endod*. 2008;34(10):1246-8.
27. Ledesma-Montes C. Calcium Release and pH of Three Endodontic Root Canal Sealers. *WebmedCentral DENTISTRY*. 2012;3:WMC003017.
28. UltracalXS - Instruction for use [Internet]. [cited <https://www.ultradent.com/products/categories/endodontics/irrigants-lubricants-medicaments/ultracal-xs>].
29. Vitapex - Instruction for use [Internet]. [cited <https://www.neodental-intl.com/vitapex.php>].
30. Behnen MJ, West LA, Liewehr FR, Buxton TB, McPherson JC, 3rd. Antimicrobial activity of several calcium hydroxide preparations in root canal dentin. *J Endod*. 2001;27(12):765-7.
31. Safavi K, Nakayama TA. Influence of mixing vehicle on dissociation of calcium hydroxide in solution. *J Endod*. 2000;26(11):649-51.
32. Cwikla SJ, Belanger M, Giguere S, Progulske-Fox A, Vertucci FJ. Dentinal tubule

disinfection using three calcium hydroxide formulations. *J Endod.* 2005;31(1):50-2.

33. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Garcia-Godoy F, Moldauer BI, Gagliardi Minotti P, Tercilia Grizzo L, et al. The effect of radiopacifiers agents on pH, calcium release, radiopacity, and antimicrobial properties of different calcium hydroxide dressings. *Micros Res Tech.* 2015;78(7):620-5.

34. Zmener O, Pameijer C, Banegas G. An in vitro study of the pH of three calcium hydroxide dressing materials. *Dent Traumatol.* 2007;23:21-5.

35. Strom TA, Arora A, Osborn B, Karim N, Komabayashi T, Liu X. Endodontic Release System for Apexification with Calcium Hydroxide Microspheres. *Journal of Dental Research.* 2012;91:1055-9.

36. Caicedo R, Mercante D, Alongi D. Calcium-Ion Diffusion of Four Calcium-Hydroxide-Based Materials : Ultracal XS, Vitapex, Roeko Calcium-Hydroxide Plus Points, and Pure Calcium Hydroxide Through Radicular Dentin. *International Journal of Oral-Medical Sciences.* 2004;3:75-82.

37. Lambrianidis T, Margelos J, Beltes P. Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. *J Endod.* 1999;25(2):85-8.

38. Nandini S, Velmurugan N, Kandaswamy D. Removal efficiency of calcium hydroxide intracanal medicament with two calcium chelators: volumetric analysis using spiral CT, an in vitro study. *J Endod.* 2006;32(11):1097-101.

39. Lambrianidis T, Kosti E, Boutsoukis C, Mazinis M. Removal efficacy of various calcium hydroxide/chlorhexidine medicaments from the root canal. *Int Endod J.* 2006;39(1):55-61.

40. Balvedi RP, Versiani MA, Manna FF, Biffi JC. A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. *Int Endod J.* 2010;43(9):763-8.

41. Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol.* 2002;18(3):134-7.

42. Rosenberg B, Murray P, Namerow K. The effect of calcium hydroxide root filling on dentin fracture strength. *Dental Traumatol.* 2007;23:26-9.

43. Batur YB, Erdemir U, Sancakli HS. The long-term effect of calcium hydroxide

application on dentin fracture strength of endodontically treated teeth. *Dent Traumatol.* 2013;29(6):461-4.

44. Weller RN, Brady JM, Bernier WE. Efficacy of ultrasonic cleaning. *J Endod.* 1980;6(9):740-3.

45. van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J.* 2007;40(6):415-26.

46. Acteon. Irrisafe passive ultrasonic irrigation [Available from: https://www.endoexperience.com/documents/IrriSafe_D43801_R2_Eng.pdf.

47. Tasdemir T, Celik D, Er K, Yildirim T, Ceyhanli KT, Yesilyurt C. Efficacy of several techniques for the removal of calcium hydroxide medicament from root canals. *Int Endod J.* 2011;44(6):505-9.

48. Gavini G, Santos MD, Caldeira CL, Machado MEL, Freire LG, Iglecias EF, et al. Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Research.* 2018;32(suppl 1):44-65.

49. XP-endo Finisher and Finisher R - Instructions for use [Internet]. [cited <https://www.fkg.ch/products/endodontics/canal-shaping-and-cleaning/xp-endo-finisher.>].

50. Donnermeyer D, Wyrsch H, Burklein S, Schafer E. Removal of Calcium Hydroxide from Artificial Grooves in Straight Root Canals: Sonic Activation Using EDDY Versus Passive Ultrasonic Irrigation and XPendo Finisher. *J Endod.* 2019;45(3):322-6.

51. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Sur, Oral Med, and Oral Path.* 1971;32(2):271-5.

52. Kfir A, Blau-Venezia N, Goldberger T, Abramovitz I, Wigler R. Efficacy of self-adjusting file, XP-endo finisher and passive ultrasonic irrigation on the removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove. *Aust Endod J.* 2018;44(1):26-31.

53. Bhuyan AC, Seal M, Pendharkar K. Effectiveness of four different techniques in removing intracanal medicament from the root canals: An in vitro study. *Contemporary Clinical Dentistry.* 2015;6(3):309-12.

54. Retsas A, Boutsoukis C. An update on ultrasonic irrigant activation. 2019;13:115-29.

55. Tanomaru FM, Torres FF, Chávez-Andrade GM, Miano LM, Guerreiro-Tanomaru JM. Intermittent or continuous ultrasonically activated irrigation: micro-computed tomographic evaluation of root canal system cleaning. *Clinical Oral Investigations*. 2016;20(7):1541-6.
56. Ba-Hattab R, Al-Jamie M, Aldreib H, Alessa L, Alonazi M. Calcium Hydroxide in Endodontics: An Overview. *Open Journal of Stomatology*. 2016;6(12):274-289.



ภาคผนวก

ตาราง 5 ปริมาตรร้อยละของค่าเฉลี่ยของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหล็บบนผนังคลองรากฟัน

Number	CH type	IR protocol	Coronal	Middle	Apical	Mean
1	CHpowder	Syringe IR	7.71	6.82	21.75	12.09
2	CHpowder	Syringe IR	7.22	8.75	19.45	11.81
3	CHpowder	Syringe IR	4.48	6.40	16.48	9.12
4	CHpowder	Syringe IR	10.02	7.97	18.08	12.02
5	CHpowder	Syringe IR	10.05	6.89	20.14	12.36
6	CHpowder	Syringe IR	7.66	6.19	21.03	11.63
7	CHpowder	Syringe IR	10.06	8.71	21.92	13.56
8	CHpowder	Syringe IR	8.30	5.75	24.26	12.77
9	CHpowder	Syringe IR	8.68	7.76	19.10	11.85
10	CHpowder	Syringe IR	8.47	6.21	19.57	11.42
11	CHpowder	PUI	2.99	6.96	4.76	4.91
12	CHpowder	PUI	4.39	5.59	6.68	5.56
13	CHpowder	PUI	3.51	2.37	5.95	3.94
14	CHpowder	PUI	1.14	3.34	4.33	2.94
15	CHpowder	PUI	0.56	3.33	5.01	2.97
16	CHpowder	PUI	4.16	6.61	5.69	5.49
17	CHpowder	PUI	2.21	0.98	4.35	2.51
18	CHpowder	PUI	0.62	4.08	6.51	3.74
19	CHpowder	PUI	0.04	3.21	6.97	3.41
20	CHpowder	PUI	2.32	3.76	4.33	3.47
21	CHpowder	XPF	2.16	0.33	2.02	1.50
22	CHpowder	XPF	0.34	0.90	3.10	1.45
23	CHpowder	XPF	3.39	2.33	3.22	2.98

ตาราง 5 (ต่อ)

Number	CH type	IR protocol	Coronal	Middle	Apical	Mean
24	CHpowder	XPF	1.74	2.20	3.72	2.55
25	CHpowder	XPF	0.39	0.59	3.84	1.61
26	CHpowder	XPF	0.86	2.50	4.48	2.61
27	CHpowder	XPF	0.37	1.36	2.67	1.47
28	CHpowder	XPF	3.30	2.80	2.02	2.71
29	CHpowder	XPF	2.73	2.35	4.12	3.07
30	CHpowder	XPF	0.54	2.00	3.10	1.88
31	UltracalXS	Syringe IR	26.05	33.07	43.44	34.19
32	UltracalXS	Syringe IR	27.66	26.13	44.52	32.77
33	UltracalXS	Syringe IR	32.40	27.94	39.03	33.12
34	UltracalXS	Syringe IR	43.50	36.97	32.02	37.50
35	UltracalXS	Syringe IR	33.85	34.50	36.64	35.00
36	UltracalXS	Syringe IR	32.89	24.34	35.24	30.82
37	UltracalXS	Syringe IR	47.62	26.51	39.56	37.90
38	UltracalXS	Syringe IR	41.30	39.00	36.79	39.03
39	UltracalXS	Syringe IR	49.48	24.08	36.65	36.74
40	UltracalXS	Syringe IR	31.63	30.02	38.03	33.22
41	UltracalXS	PUI	6.36	9.67	22.94	12.99
42	UltracalXS	PUI	4.33	9.63	24.45	12.80
43	UltracalXS	PUI	4.73	11.21	24.59	13.51
44	UltracalXS	PUI	6.63	10.33	17.82	11.60
45	UltracalXS	PUI	5.26	8.58	22.92	12.25
46	UltracalXS	PUI	9.02	8.35	17.35	11.57
47	UltracalXS	PUI	8.86	7.37	12.41	9.55
48	UltracalXS	PUI	5.12	4.96	13.21	7.76
49	UltracalXS	PUI	8.26	8.61	21.84	12.90

ตาราง 5 (ต่อ)

Number	CH type	IR protocol	Coronal	Middle	Apical	Mean
50	UltracalXS	PUI	5.17	6.34	13.32	8.28
51	UltracalXS	XPF	6.11	5.32	13.35	8.26
52	UltracalXS	XPF	4.27	7.93	15.79	9.33
53	UltracalXS	XPF	4.43	5.49	17.16	9.03
54	UltracalXS	XPF	6.44	7.01	15.88	9.78
55	UltracalXS	XPF	4.85	5.16	17.50	9.17
56	UltracalXS	XPF	2.84	4.05	19.07	8.65
57	UltracalXS	XPF	6.30	9.28	17.90	11.16
56	UltracalXS	XPF	5.36	4.40	13.48	7.75
59	UltracalXS	XPF	5.50	8.13	19.86	11.16
60	UltracalXS	XPF	2.26	5.32	18.08	8.55
61	Vitapex	Syringe IR	76.67	67.43	65.10	69.74
62	Vitapex	Syringe IR	87.95	74.80	57.43	73.39
63	Vitapex	Syringe IR	63.62	78.54	71.76	71.31
64	Vitapex	Syringe IR	60.64	54.06	61.63	58.77
65	Vitapex	Syringe IR	60.56	59.77	77.98	66.10
66	Vitapex	Syringe IR	62.61	72.30	61.20	65.37
67	Vitapex	Syringe IR	70.06	52.15	58.64	60.28
68	Vitapex	Syringe IR	84.43	77.91	51.61	71.31
69	Vitapex	Syringe IR	84.16	72.56	57.62	71.45
70	Vitapex	Syringe IR	73.37	71.35	60.67	68.46
71	Vitapex	PUI	52.63	35.77	61.90	50.10
72	Vitapex	PUI	43.02	47.02	42.76	44.27
73	Vitapex	PUI	47.75	49.92	63.51	53.73
74	Vitapex	PUI	53.32	44.29	52.08	49.90
75	Vitapex	PUI	29.29	47.54	67.17	48.00

ตาราง 5 (ต่อ)

Number	CH type	IR protocol	Coronal	Middle	Apical	Mean
76	Vitapex	PUI	54.99	38.30	59.45	50.91
77	Vitapex	PUI	36.02	46.18	58.18	46.79
78	Vitapex	PUI	30.37	35.66	65.31	43.78
79	Vitapex	PUI	28.70	47.90	60.47	45.69
80	Vitapex	PUI	44.80	32.14	56.73	44.55
81	Vitapex	XPF	51.43	46.07	45.40	47.63
82	Vitapex	XPF	42.40	52.76	54.70	49.95
83	Vitapex	XPF	53.55	58.76	59.78	57.36
85	Vitapex	XPF	51.36	58.20	68.14	59.23
85	Vitapex	XPF	42.54	57.33	57.39	52.42
86	Vitapex	XPF	49.89	51.04	62.13	54.35
87	Vitapex	XPF	51.25	53.60	68.61	57.82
88	Vitapex	XPF	49.69	47.08	49.77	48.85
89	Vitapex	XPF	45.10	40.51	57.70	47.77
90	Vitapex	XPF	44.50	41.02	45.38	43.63

ตาราง 6 การวิเคราะห์ด้วยสถิติ Two-Way ANOVA และ Scheffe's test เพื่อเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เคลือบบนผนังคลองรากฟัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	47041.420 ^a	8	5880.177	679.723	.000
Intercept	64460.256	1	64460.256	7451.330	.000
CHtype	40218.254	2	20109.127	2324.529	.000
IRtype	5855.523	2	2927.762	338.437	.000
CHtype * IRtype	967.643	4	241.911	27.964	.000
Error	700.718	81	8.651		
Total	112202.393	90			
Corrected Total	47742.138	89			

CHtype	(I) IRtype	(J) IRtype	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
CH powder	syringe IR	PUI	7.970 [*]	1.315	.000	4.763	11.177
		XPF	9.679 [*]	1.315	.000	6.472	12.886
	PUI	syringe IR	-7.970 [*]	1.315	.000	-11.177	-4.763
		XPF	1.709	1.315	.483	-1.498	4.916
	XPF	syringe IR	-9.679 [*]	1.315	.000	-12.886	-6.472
		PUI	-1.709	1.315	.483	-4.916	1.498
Ultracalxs	syringe IR	PUI	23.707 [*]	1.315	.000	20.500	26.914
		XPF	25.744 [*]	1.315	.000	22.537	28.951
	PUI	syringe IR	-23.707 [*]	1.315	.000	-26.914	-20.500
		XPF	2.037	1.315	.331	-1.170	5.244
	XPF	syringe IR	-25.744 [*]	1.315	.000	-28.951	-22.537
		PUI	-2.037	1.315	.331	-5.244	1.170
Vitapex	syringe IR	PUI	19.846 [*]	1.315	.000	16.639	23.053
		XPF	15.717 [*]	1.315	.000	12.510	18.924
	PUI	syringe IR	-19.846 [*]	1.315	.000	-23.053	-16.639
		XPF	-4.130 [*]	1.315	.007	-7.337	-.923
	XPF	syringe IR	-15.717 [*]	1.315	.000	-18.924	-12.510
		PUI	4.130 [*]	1.315	.007	.923	7.337

IRtype	(I) CHtype	(J) CHtype	Mean Differenc e (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
syringe IR	CH powder	Ultracalxs	-23.165 [*]	1.315	.000	-26.372	-19.958
		Vitapex	-55.757 [*]	1.315	.000	-58.964	-52.550
	Ultracalxs	CH powder	23.165 [*]	1.315	.000	19.958	26.372
		Vitapex	-32.591 [*]	1.315	.000	-35.798	-29.384
	Vitapex	CH powder	55.757 [*]	1.315	.000	52.550	58.964
		Ultracalxs	32.591 [*]	1.315	.000	29.384	35.798
PUI	CH powder	Ultracalxs	-7.429 [*]	1.315	.000	-10.636	-4.222
		Vitapex	-43.881 [*]	1.315	.000	-47.087	-40.674
	Ultracalxs	CH powder	7.429 [*]	1.315	.000	4.222	10.636
		Vitapex	-36.452 [*]	1.315	.000	-39.659	-33.245
	Vitapex	CH powder	43.881 [*]	1.315	.000	40.674	47.087
		Ultracalxs	36.452 [*]	1.315	.000	33.245	39.659
XPF	CH powder	Ultracalxs	-7.101 [*]	1.315	.000	-10.308	-3.894
		Vitapex	-49.719 [*]	1.315	.000	-52.926	-46.512
	Ultracalxs	CH powder	7.101 [*]	1.315	.000	3.894	10.308
		Vitapex	-42.618 [*]	1.315	.000	-45.825	-39.411
	Vitapex	CH powder	49.719 [*]	1.315	.000	46.512	52.926
		Ultracalxs	42.618 [*]	1.315	.000	39.411	45.825

ตาราง 7 การวิเคราะห์ด้วยสถิติ Two-Way ANOVA และ Scheffe's test เพื่อเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เคลือบบนผนังคลองรากฟันส่วนต้น (coronal)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	53131.728 ^a	8	6641.466	189.808	.000
Intercept	55031.966	1	55031.966	1572.771	.000
CHtype	41281.542	2	20640.771	589.897	.000
IRtype	9323.859	2	4661.929	133.234	.000
CHtype * IRtype	2526.327	4	631.582	18.050	.000
Error	2834.226	81	34.990		
Total	110997.920	90			
Corrected Total	55965.953	89			

CHtype	(I) IRtype	(J) IRtype	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
CH powder	syringe IR	PUI	6.068	2.645	.071	-.382	12.518
		XPF	6.681 [*]	2.645	.040	.231	13.131
	PUI	syringe IR	-6.068	2.645	.071	-12.518	.382
		XPF	.613	2.645	.994	-5.837	7.063
	XPF	syringe IR	-6.681 [*]	2.645	.040	-13.131	-.231
		PUI	-.613	2.645	.994	-7.063	5.837
Ultralx	syringe IR	PUI	30.267 [*]	2.645	.000	23.817	36.717
		XPF	31.802 [*]	2.645	.000	25.352	38.251
	PUI	syringe IR	-30.267 [*]	2.645	.000	-36.717	-23.817
		XPF	1.535	2.645	.917	-4.915	7.984
	XPF	syringe IR	-31.802 [*]	2.645	.000	-38.251	-25.352
		PUI	-1.535	2.645	.917	-7.984	4.915
Vitapex	syringe IR	PUI	30.316 [*]	2.645	.000	23.867	36.766
		XPF	24.236 [*]	2.645	.000	17.786	30.686
	PUI	syringe IR	-30.316 [*]	2.645	.000	-36.766	-23.867
		XPF	-6.080	2.645	.071	-12.530	.369
	XPF	syringe IR	-24.236 [*]	2.645	.000	-30.686	-17.786
		PUI	6.080	2.645	.071	-.369	12.530

IRtype	(I) CHtype	(J) CHtype	Mean Difference e (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
syringe IR	CH powder	Ultracalxs	-28.375 [*]	2.645	.000	-34.825	-21.925
		Vitapex	-64.143 [*]	2.645	.000	-70.592	-57.693
	Ultracalxs	CH powder	28.375 [*]	2.645	.000	21.925	34.825
		Vitapex	-35.768 [*]	2.645	.000	-42.218	-29.318
	Vitapex	CH powder	64.143 [*]	2.645	.000	57.693	70.592
		Ultracalxs	35.768 [*]	2.645	.000	29.318	42.218
PUI	CH powder	Ultracalxs	-4.176	2.645	.315	-10.626	2.274
		Vitapex	-39.894 [*]	2.645	.000	-46.344	-33.445
	Ultracalxs	CH powder	4.176	2.645	.315	-2.274	10.626
		Vitapex	-35.719 [*]	2.645	.000	-42.168	-29.269
	Vitapex	CH powder	39.894 [*]	2.645	.000	33.445	46.344
		Ultracalxs	35.719 [*]	2.645	.000	29.269	42.168
XPF	CH powder	Ultracalxs	-3.254	2.645	.530	-9.704	3.196
		Vitapex	-46.588 [*]	2.645	.000	-53.037	-40.138
	Ultracalxs	CH powder	3.254	2.645	.530	-3.196	9.704
		Vitapex	-43.334 [*]	2.645	.000	-49.783	-36.884
	Vitapex	CH powder	46.588 [*]	2.645	.000	40.138	53.037
		Ultracalxs	43.334 [*]	2.645	.000	36.884	49.783

ตาราง 8 การวิเคราะห์ด้วยสถิติ Two-Way ANOVA และ Scheffe's test เพื่อเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เคลือบบนผนังคลองรากฟันส่วนกลาง (middle)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	47678.392 ^a	8	5959.799	246.403	.000
Intercept	53321.833	1	53321.833	2204.545	.000
CHtype	40584.837	2	20292.419	838.972	.000
IRtype	5290.633	2	2645.317	109.368	.000
CHtype * IRtype	1802.922	4	450.730	18.635	.000
Error	1959.166	81	24.187		
Total	102959.391	90			
Corrected Total	49637.558	89			

CHtype	(I) IRtype	(J) IRtype	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
CH powder	syringe IR	PUI	3.121	2.199	.407	-2.241	8.483
		XPF	5.407 [*]	2.199	.047	.045	10.769
	PUI	syringe IR	-3.121	2.199	.407	-8.483	2.241
		XPF	2.286	2.199	.660	-3.076	7.648
	XPF	syringe IR	-5.407 [*]	2.199	.047	-10.769	-.045
		PUI	-2.286	2.199	.660	-7.648	3.076
Ultralcalxs	syringe IR	PUI	21.749 [*]	2.199	.000	16.386	27.111
		XPF	24.047 [*]	2.199	.000	18.685	29.409
	PUI	syringe IR	-21.749 [*]	2.199	.000	-27.111	-16.386
		XPF	2.298	2.199	.656	-3.064	7.661
	XPF	syringe IR	-24.047 [*]	2.199	.000	-29.409	-18.685
		PUI	-2.298	2.199	.656	-7.661	3.064
Vitapex	syringe IR	PUI	25.615 [*]	2.199	.000	20.253	30.978
		XPF	17.450 [*]	2.199	.000	12.088	22.813
	PUI	syringe IR	-25.615 [*]	2.199	.000	-30.978	-20.253
		XPF	-8.165 [*]	2.199	.001	-13.527	-2.802
	XPF	syringe IR	-17.450 [*]	2.199	.000	-22.813	-12.088
		PUI	8.165 [*]	2.199	.001	2.802	13.527

IRtype	(I) CHtype	(J) CHtype	Mean Difference e (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
syringe IR	CH powder	Ultracalxs	-23.110 [*]	2.199	.000	-28.473	-17.748
		Vitapex	-60.942 [*]	2.199	.000	-66.305	-55.580
	Ultracalxs	CH powder	23.110 [*]	2.199	.000	17.748	28.473
		Vitapex	-37.832 [*]	2.199	.000	-43.195	-32.470
	Vitapex	CH powder	60.942 [*]	2.199	.000	55.580	66.305
		Ultracalxs	37.832 [*]	2.199	.000	32.470	43.195
PUI	CH powder	Ultracalxs	-4.482	2.199	.129	-9.845	.880
		Vitapex	-38.448 [*]	2.199	.000	-43.811	-33.086
	Ultracalxs	CH powder	4.482	2.199	.129	-.880	9.845
		Vitapex	-33.966 [*]	2.199	.000	-39.328	-28.603
	Vitapex	CH powder	38.448 [*]	2.199	.000	33.086	43.811
		Ultracalxs	33.966 [*]	2.199	.000	28.603	39.328
XPF	CH powder	Ultracalxs	-4.470	2.199	.130	-9.833	.892
		Vitapex	-48.899 [*]	2.199	.000	-54.261	-43.536
	Ultracalxs	CH powder	4.470	2.199	.130	-.892	9.833
		Vitapex	-44.429 [*]	2.199	.000	-49.791	-39.066
	Vitapex	CH powder	48.899 [*]	2.199	.000	43.536	54.261
		Ultracalxs	44.429 [*]	2.199	.000	39.066	49.791

ตาราง 9 การวิเคราะห์ด้วยสถิติ Two-Way ANOVA และ Scheffe's test เพื่อเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือนบนผนังคลองรากฟันส่วนปลาย (apical)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	47678.392 ^a	8	5959.799	246.403	.000
Intercept	53321.833	1	53321.833	2204.545	.000
CHtype	40584.837	2	20292.419	838.972	.000
IRtype	5290.633	2	2645.317	109.368	.000
CHtype * IRtype	1802.922	4	450.730	18.635	.000
Error	1959.166	81	24.187		
Total	102959.391	90			
Corrected Total	49637.558	89			

CHtype	(I) IRtype	(J) IRtype	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
CH powder	syringe IR	PUI	14.721 [*]	2.241	.000	9.256	20.185
		XPF	16.950 [*]	2.241	.000	11.485	22.414
	PUI	syringe IR	-14.721 [*]	2.241	.000	-20.185	-9.256
		XPF	2.229	2.241	.690	-3.236	7.693
	XPF	syringe IR	-16.950 [*]	2.241	.000	-22.414	-11.485
		PUI	-2.229	2.241	.690	-7.693	3.236
Ultralcalxs	syringe IR	PUI	19.104 [*]	2.241	.000	13.640	24.569
		XPF	21.382 [*]	2.241	.000	15.917	26.846
	PUI	syringe IR	-19.104 [*]	2.241	.000	-24.569	-13.640
		XPF	2.277	2.241	.675	-3.187	7.742
	XPF	syringe IR	-21.382 [*]	2.241	.000	-26.846	-15.917
		PUI	-2.277	2.241	.675	-7.742	3.187
Vitapex	syringe IR	PUI	3.607	2.241	.298	-1.857	9.072
		XPF	5.464	2.241	.050	-.001	10.928
	PUI	syringe IR	-3.607	2.241	.298	-9.072	1.857
		XPF	1.857	2.241	.795	-3.608	7.321
	XPF	syringe IR	-5.464	2.241	.050	-10.928	.001
		PUI	-1.857	2.241	.795	-7.321	3.608

IRtype	(I) CHtype	(J) CHtype	Mean Difference e (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
syringe IR	CH powder	Ultracalxs	-18.011 [*]	2.241	.000	-23.476	-12.547
		Vitapex	-42.185 [*]	2.241	.000	-47.649	-36.721
	Ultracalxs	CH powder	18.011 [*]	2.241	.000	12.547	23.476
		Vitapex	-24.174 [*]	2.241	.000	-29.638	-18.709
	Vitapex	CH powder	42.185 [*]	2.241	.000	36.721	47.649
		Ultracalxs	24.174 [*]	2.241	.000	18.709	29.638
PUI	CH powder	Ultracalxs	-13.628 [*]	2.241	.000	-19.092	-8.163
		Vitapex	-53.299 [*]	2.241	.000	-58.763	-47.834
	Ultracalxs	CH powder	13.628 [*]	2.241	.000	8.163	19.092
		Vitapex	-39.671 [*]	2.241	.000	-45.135	-34.207
	Vitapex	CH powder	53.299 [*]	2.241	.000	47.834	58.763
		Ultracalxs	39.671 [*]	2.241	.000	34.207	45.135
XPF	CH powder	Ultracalxs	-13.579 [*]	2.241	.000	-19.043	-8.115
		Vitapex	-53.671 [*]	2.241	.000	-59.135	-48.207
	Ultracalxs	CH powder	13.579 [*]	2.241	.000	8.115	19.043
		Vitapex	-40.092 [*]	2.241	.000	-45.556	-34.627
	Vitapex	CH powder	53.671 [*]	2.241	.000	48.207	59.135
		Ultracalxs	40.092 [*]	2.241	.000	34.627	45.556

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	พิมพ์วิรา พิมพ์ทิพย์
วัน เดือน ปี เกิด	31 ตุลาคม 2532
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2557 ทันตแพทยศาสตรบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา 2557
ที่อยู่ปัจจุบัน	808 หมู่2 ถนนสุขุมวิท107 ตำบลสำโรงเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10270

