

เปรียบเทียบผลการรักษาของฟันแท้ที่มีปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต
โดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิด
หรือการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์



นางสาวจิตาภา ศิลุจจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาเอ็นโดดอนต์ ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPARISON OF TREATMENT OUTCOMES OF
NON-VITAL IMMATURE PERMANENT TEETH TREATED
WITH EITHER APEXIFICATION OR REGENERATIVE ENDODONTICS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Endodontology

Department of Operative Dentistry

Faculty of Dentistry

Chulalongkorn University

Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เปรียบเทียบผลการรักษาของฟันแท้ที่มีปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต โดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิด หรือการรักษาโดยรีเจนเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์
โดย	นางสาวจิตาภา ศิลุจจัย
สาขาวิชา	วิทยาเอ็นโดดอนต์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันทแพทย์ ดร. ไพโรจน์ หลินศุวนนท์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันทแพทย์ ดร.สุจิต พูลทอง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันทแพทย์หญิง ปิยาณี พาณิชยวิสัย)
.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันทแพทย์ ดร. ไพโรจน์ หลินศุวนนท์)
.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันทแพทย์หญิง ดร. อังสนา ใจแน่น)

จิตาภา ศิลุจจัย : เปรียบเทียบผลการรักษาของฟันแท้ที่มีปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต โดย
กระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิด หรือการรักษาโดยรีเจนเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์
(COMPARISON OF TREATMENT OUTCOMES OF NON-VITAL IMMATURE
PERMANENT TEETH TREATED WITH EITHER APEXIFICATION OR REGENERATIVE
ENDODONTICS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ทพ. ดร. ไพโรจน์ หลินศุวนนท์, หน้า.

Introduction : The purposes of this retrospective study were to compare the clinical and radiographic outcomes of mineral trioxide aggregate apexification and regenerative endodontics in non-vital immature permanent teeth, and to analyze factors influencing treatment outcomes. Method : Forty six cases were recruited into this study. Patients' preoperative and postoperative information was analyzed. Treatment outcomes were categorized as success or failure, and functional retention. Further root development was assessed in terms of the percentage changes in root length and root width. Results : The success rate of mineral trioxide aggregate apexification and regenerative endodontics were 80.77% and 76.47% and functional retention was 82.76% and 88.24% respectively. Regenerative endodontics provided significant greater percentage changes in root width (13.75%) in comparison to MTA apexification (-3.30%). The mean percentage change of increased root length was 9.51% in regenerative endodontics group and 8.55% in MTA apexification group. Interestingly, regenerative endodontics showed various degree of increased root length ranging from -4 to 58%. Fracture was the main cause of failure in MTA apexified teeth. All failed regenerative endodontic teeth presented with signs and symptoms of apical periodontitis caused by persistent infection. Conclusion : MTA apexification and revascularization provide reliable outcome in the aspects of resolution of the disease and tooth functional retention. None of these treatments provides satisfactory predictable further root development.

ภาควิชา ทันตกรรมหัตถการ

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา วิทยาเอ็นโดดอนต์

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2559

5775802432 : MAJOR ENDODONTOLOGY

KEYWORDS: IMMATURE TEETH / APEXIFICATION / MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE / REGENERATIVE ENDODONTICS / CLINICAL OUTCOME

JIDAPA SILUJJAI: COMPARISON OF TREATMENT OUTCOMES OF NON-VITAL IMMATURE PERMANENT TEETH TREATED WITH EITHER APEXIFICATION OR REGENERATIVE ENDODONTICS. ADVISOR: ASST. PROF. PAIROJ LINSUWANONT, Ph.D., pp.

บทนำ การศึกษาแบบย้อนหลังนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลการรักษาทางคลินิก และทางภาพรังสีของฟันแท้ที่มีปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต (non-vital immature tooth) โดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิด หรือการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ และวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการรักษา วิจัย เก็บรวบรวมข้อมูลจากฟันที่ได้รับการรักษาจำนวน 46 ซี่ วิเคราะห์ข้อมูลก่อนและหลังการรักษา ผลสำเร็จของการรักษาจะแบ่งเป็นประสบความสำเร็จหรือความล้มเหลว และการคงอยู่ สำหรับการเจริญต่อของรากฟันประเมินจากร้อยละของความยาวและความหนาของผนังคลองรากฟันที่เปลี่ยนแปลง ผลการวิจัย การรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ และการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์มีอัตราความสำเร็จร้อยละ 80.77 และ 76.47 ตามลำดับ และมีอัตราคงอยู่ในช่องปากร้อยละ 82.76 และ 88.24 ตามลำดับ การรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์มีความหนาของผนังคลองรากฟันที่เปลี่ยนแปลงไป (ร้อยละ 13.75) มากกว่าการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ (ร้อยละ -3.30) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความยาวรากที่เปลี่ยนแปลงไปเฉลี่ยร้อยละ 9.51 สำหรับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ และร้อยละ 8.55 สำหรับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ โดยการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์มีความหลากหลายของความยาวรากที่เปลี่ยนแปลงไปตั้งแต่ร้อยละ -4 ถึง 58 สำหรับสาเหตุของความล้มเหลว การแตกจะเป็นสาเหตุหลักในฟันที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ ในขณะที่ฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์จะมีอาการและอาการแสดงของการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบปลายราก ซึ่งเกิดจากการติดเชื้อที่คงอยู่ สรุปผลการวิจัย การรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ และการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ให้ผลการรักษาที่น่าเชื่อถือในแง่ของการหายของรอยโรครอบปลายรากและการคงอยู่ แต่ในแง่ของการเจริญต่อของรากฟันไม่มีการรักษาใดให้ผลที่สามารถคาดการณ์ได้อย่างน่าพึงพอใจ

Department: Operative Dentistry Student's Signature

Field of Study: Endodontology Advisor's Signature

Academic Year: 2016

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.ไพโรจน์ หลินสุวรรณนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาถ่ายทอดความรู้ ให้คำปรึกษา ชี้แนะ และความช่วยเหลือต่างๆ ในการทำวิจัย จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงมาได้โดยสมบูรณ์

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิงปิยาณี พาณิชย์วิสัย ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.อังสนา ใจแน่น กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และชี้แนะข้อบกพร่องในวิทยานิพนธ์ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คณาจารย์ในสาขาวิชาเอ็นโดครินต์ ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ รวมถึงคณาจารย์ทุกท่านในคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาและปลูกฝังคุณธรรม ทำให้ข้าพเจ้ามีวิชาชีพและมีความสามารถในการทำประโยชน์แก่สังคมต่อไปได้

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ทันตแพทย์หญิงสรินทร์ รัตนาชิราสุทธิ์ ที่ช่วยอ่านภาพรังสีประกอบการทำวิจัย ด้วยความตั้งใจและเต็มใจเสมอมา

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ ผู้ช่วยทันตแพทย์คลินิก บัณฑิตศึกษาวิทยาเอ็นโดครินต์ รวมถึงเจ้าหน้าที่ฝ่ายบัณฑิตศึกษา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลืออย่างดีเสมอมา

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ นิสิตบัณฑิตศึกษาในสาขาวิชาเอ็นโดครินต์และเพื่อนๆทุกคน สำหรับการรับฟังและกำลังใจที่ให้ตลอดมา

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ โรงพยาบาลองค์รักษ์ จังหวัดนครนายก ที่ให้ข้าพเจ้าได้มีโอกาสลาศึกษาต่อในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้ทุกอย่างแก่ลูกเสมอมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญรูปภาพ.....	ญ
สารบัญตาราง.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานงานวิจัย.....	2
1.4 ข้อยกเว้นการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	3
1.7 ข้อพิจารณาทางจริยธรรม.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 การสร้างรากฟันในฟันแท้.....	4
2.2 กระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิด.....	7
2.2.1 ผลการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ.....	7
2.2.2 ลักษณะของฟันที่ประสบความสำเร็จของการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ.....	10
2.2.3 ปัจจัยที่อาจมีผลต่อผลสำเร็จของการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ.....	10
2.3 การรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์.....	12

2.3.1 ผลการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์	14
2.3.2 การเปลี่ยนสีของฟันภายหลังการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์	16
2.3.3 ลักษณะของฟันที่ไม่ประสบความสำเร็จในการรักษา	17
2.3.4 ปัจจัยที่อาจมีผลต่อผลสำเร็จของการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์	18
2.4 เปรียบเทียบผลการรักษาฟันแท้ที่ปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต โดยกระบวนการเหนี่ยวนำ ให้ปลายรากปิด หรือการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์	19
2.5 การประเมินการรังสีในแง่ของการเจริญต่อของรากฟัน	21
2.6 ผลการศึกษานำร่องที่คลินิกบัณฑิตศึกษาวิทยาเอ็นโดดอนต์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	29
3.1 ระเบียบวิธีวิจัย	29
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	36
บทที่ 4 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูล	37
4.1 การรวบรวมผู้ป่วยเพื่อเข้าร่วมงานวิจัย	37
4.2 ลักษณะของผู้ป่วยที่เข้าร่วมงานวิจัย	37
4.3 ความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมิน	38
4.4 การรักษาทางคลินิกและทางภาพรังสีในแง่ของการหายของรอยโรครอบปลายรากและการ คงอยู่ในช่องปาก	38
4.5 ลักษณะของฟันที่ประสบความสำเร็จล้มเหลว	39
4.6 ผลการรักษาในแง่ของการเจริญต่อของรากฟัน	40
4.7 ปัจจัยที่อาจมีผลต่อการรักษา	41
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	46
รายการอ้างอิง	50
ภาคผนวก	57

ตารางแสดงลักษณะของฟันที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วย เอ็มทีเอ.....	58
ตารางแสดงลักษณะของฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์	63
รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	66
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	78



สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1 แสดงการแบ่งระยะการสร้างรากฟันตาม Moorrees และคณะ ในปี ค.ศ. 1963.....	5
รูปที่ 2 แสดงการแบ่งระยะการเจริญของฟันตาม Cvek ในปี ค.ศ. 1992	6
รูปที่ 3 แสดงภาพผลลัพธ์จากการใช้เครื่องมือ TurboReg ซึ่งมีความแตกต่างกันจากการเลือกจุด สังเกตคนละจุด.....	24
รูปที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงของฟันข้างเคียงทำให้ไม่สามารถเลือกจุดสังเกตได้	25
รูปที่ 5 แสดงผลของระยะการวางฟิล์ม และระยะกระบอกรังสีต่อขนาดภาพที่ได้	25
รูปที่ 6 แสดงภาพรังสีที่ถ่ายจากฟันซี่เดียวกัน แต่ระยะห่างระหว่างกระบอกรังสีกับฟันต่างกัน.....	26
รูปที่ 7 แสดงผลของระยะห่างระหว่างกระบอกรังสีกับฟันที่แตกต่างกันต่อการวัดความยาวราก ฟัน	26
รูปที่ 8 แสดงการวัดความกว้างของคอฟันบริเวณรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน	27
รูปที่ 9 แสดงตัวอย่างภาพรังสีก่อนการรักษา และภาพรังสีขณะติดตามผลการรักษา	32
รูปที่ 10 แสดงการวัดความยาวของรากฟัน และความกว้างของคอฟันบริเวณรอยต่อเคลือบฟัน กับเคลือบรากฟัน	32
รูปที่ 11 แสดงตำแหน่งที่ใช้ในการวัดความหนาของผนังคลองรากฟัน	34
รูปที่ 12 แสดงการวัดความหนาของผนังคลองรากฟัน	35
รูปที่ 13 แสดงตัวอย่างฟันที่ได้รับการรักษาโดนกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มที เอ	38
รูปที่ 14 กราฟแคปแลน ไมเออร์ แสดงโอกาสในการประสบความสำเร็จตามช่วงเวลาติดตาม ผลการรักษาต่างๆ	39
รูปที่ 15 แสดงการหายของรอยโรครอบปลายราก และการเจริญต่อของรากจนสมบูรณ์ของฟันที่ ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์.....	40

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงผลการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ.....	9
ตารางที่ 2 แสดงผลการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์.....	15
ตารางที่ 3 แสดงลักษณะของฟันในการศึกษา.....	42
ตารางที่ 4 แสดงผลการรักษาและระยะเวลาในการติดตามผลการรักษา.....	43
ตารางที่ 5 แสดงลักษณะของฟันที่ประสบความสำเร็จ.....	44
ตารางที่ 6 แสดงลักษณะของฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์.....	45



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ปัญหาสุขภาพช่องปากที่พบบ่อยในประเทศไทย คือ โรคฟันผุ ซึ่งรายงานผลการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากระดับประเทศ ครั้งที่ 7 พ.ศ.2555 พบว่าในเด็กและเยาวชน มีประสบการณ์โรคฟันผุในฟันแท้ ร้อยละ 52.3 และเป็นฟันผุที่ยังไม่ได้รับการรักษาร้อยละ 29.1 ซึ่งโรคฟันผุ หากไม่ได้รับการรักษา จะทำให้ลุกลามถึงเนื้อเยื่อใน ทำให้เกิดการตายของเนื้อเยื่อใน นอกจากนี้การตายของเนื้อเยื่อในอาจเกิดจากการได้รับอุบัติเหตุต่อฟัน โดยมักพบในเด็กอายุ 8-10 ปี (1) เมื่อเนื้อเยื่อในตาย การรักษาเพื่อให้ฟันสามารถคงอยู่ได้ในช่องปาก และไม่ก่อให้เกิดพยาธิสภาพต่อเนื้อเยื่อรอบปลายราก คือการรักษาคลองรากฟัน

ฟันแท้เริ่มขึ้นในช่องปากเมื่ออายุประมาณ 6 ปี คือฟันตัดแท้ซี่ที่ 1 และฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 และทยอยขึ้น จนครบ 28 ซี่ เมื่อเด็กอายุ 12 ปี โดยรากฟันจะเจริญสมบูรณ์หลังฟันขึ้นในช่องปากประมาณ 3 ปี หากฟันได้รับภัยอันตราย จนเกิดการตายของเนื้อเยื่อใน และต้องได้รับการรักษาคลองรากฟันก่อนรากฟันจะเจริญสมบูรณ์ เป็นสิ่งที่ทำหายนต์ต่อทันตแพทย์ เนื่องจากรากฟันจะมีผนังคลองรากฟันบาง ปลายรากกว้าง ทำให้การทำความสะอาดคลองรากฟัน และการอุดคลองรากฟันให้แนบสนิทโดยวิธีการรักษาคลองรากฟันปกติทำได้ยาก โดยวิธีการรักษาที่ได้รับความนิยม คือ กระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิด (apexification) ซึ่งแต่ดั้งเดิมใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ในการกระตุ้นให้เกิดแนวกันเนื้อเยื่อแข็งบริเวณปลายราก และทำการอุดคลองรากฟันด้วยกัตตาเปอร์ชา มีรายงานความสำเร็จสูง (2-5) แต่มีข้อเสียคือ ต้องใช้เวลาในการรักษานาน ซึ่งผู้ป่วยต้องสามารถกลับมารับการรักษากลับมาอีก อีกทั้งการใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ไว้ในคลองรากฟันเป็นเวลานาน มีผลต่อความแข็งแรงของฟัน (6) ในปัจจุบันจึงนิยมใช้เอ็มทีเอ หรือมิเนอรัลไตรออกไซด์แอกกรีเกต ซึ่งสามารถอุดคลองรากฟัน และทำการบูรณะฟันต่อได้ โดยไม่ต้องรอให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อแข็ง ซึ่งมีรายงานความสำเร็จที่ค่อนข้างสูงเช่นเดียวกัน (7-17) นอกจากนี้ในปัจจุบันยังนิยมการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อในและเนื้อฟันขึ้นทดแทน และสร้างรากจนสมบูรณ์ (18)

ในปัจจุบันการศึกษาที่เปรียบเทียบการรักษาฟันแท้ที่ปลายรากเปิด และไม่มีชีวิตโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิด หรือการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์มีเพียงการศึกษาของ Jeeruphan และคณะในปี ค.ศ. 2012 (19) และการศึกษาของ Alobaid และคณะ ใน

ปี ค.ศ. 2014 (20) ซึ่งผลการศึกษาทั้ง 2 ให้ผลไม่สอดคล้องกัน คือผลการศึกษาของ Jeeruphan และคณะในปี ค.ศ. 2012 (19) พบว่า การรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ ทำให้มีการสร้างรากต่อ โดยมีความหนาของผนังคลองรากฟัน และความยาวของรากฟันที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในขณะที่การศึกษาของ Alobaid และคณะ ในปี ค.ศ. 2014 (20) พบว่า ความหนาของผนังคลองรากฟัน และความยาวของรากฟันที่เพิ่มขึ้น ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ ก่อให้เกิดผลไม่พึงประสงค์ เช่น ฟันแตก เกิดการติดเชื้อที่ตัวฟัน เกิดการติดเชื้อซ้ำ มากกว่าการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิด

ดังนั้น การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลการรักษาของการรักษาฟันแท้ที่มีปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต (non-vital immature tooth) รวมถึงความยาว และความหนาของผนังคลองรากฟันที่เปลี่ยนแปลง และวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อผลสำเร็จของการรักษา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะช่วยประกอบการตัดสินใจในการเลือกวิธีการรักษาที่เหมาะสม ส่งผลให้ผู้ป่วยมีฟันไว้ใช้งาน มีคุณภาพชีวิตที่ดีต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลการรักษาของฟันแท้ที่มีปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต โดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ และการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ และหาปัจจัยที่มีผลต่อผลสำเร็จของการรักษา

1.3 สมมติฐานงานวิจัย

H_0 : ผลการรักษาของฟันแท้ที่มีปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต โดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ และการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ ไม่มีความแตกต่าง

H_1 : ผลการรักษาของฟันแท้ที่มีปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต โดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ และการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ มีความแตกต่าง

1.4 ข้อยกเว้นการวิจัย

เนื่องจากการศึกษาแบบย้อนหลัง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเวชระเบียน ทำให้ไม่สามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ในแต่ละกลุ่มให้เหมือนกัน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเลือกการรักษาที่เหมาะสมให้กับผู้ป่วยที่มีฟันแท้ปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต
2. ทราบว่าปัจจัยใดจะมีผลต่อความสำเร็จในการรักษา ซึ่งส่งผลต่อการวางแผนการรักษา

1.6 วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาแบบย้อนหลัง

1.7 ข้อพิจารณาทางจริยธรรม

โครงการวิจัยได้รับพิจารณาและอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการ
ศึกษาวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อวันที่ 5 เมษายน พ.ศ.
2559 (หมายเลขใบอนุญาตที่ 030/2016)



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสร้างรากฟันในฟันแท้

การสร้างรากฟันจะเริ่มเมื่อการสร้างเคลือบฟันเสร็จสมบูรณ์ โดยเยื่อผิวเคลือบฟันด้านใน (inner enamel epithelium) และ เยื่อผิวเคลือบฟันด้านนอก (outer enamel epithelium) จะกลายเป็นเยื่อผิวหุ้มรากเฮิร์ตวิก (hertwig's epithelial root sheath) ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดจำนวนและรูปร่างของรากฟัน โดยเริ่มจากมีการเหนี่ยวนำให้เซลล์ต้นกำเนิดชนิดมีเซนไคมอล (mesenchymal stem cells) ในเนื้อเยื่อในเปลี่ยนเป็นเซลล์สร้างเนื้อฟัน (odontoblasts) เพื่อสร้างเนื้อฟัน หลังจากนั้นจะเกิดช่องว่างระหว่างเซลล์เยื่อผิวหุ้มรากเฮิร์ตวิก ทำให้เซลล์ต้นตอชนิดมีเซนไคมอล จากถุงหุ้มฟัน (dental sac) สัมผัสกับเนื้อฟัน เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์สร้างเคลือบรากฟัน (cementoblast) สร้างเคลือบรากฟันบนเนื้อฟัน โดยการสร้างรากฟันจะเสร็จสมบูรณ์หลังฟันขึ้นในช่องปากประมาณ 3 ปี ได้มีการแบ่งระยะการสร้างรากฟัน โดย Moorrees และคณะ ในปี ค.ศ. 1963 แบ่งเป็น 7 ระยะ ดังนี้ (21)

การสร้างรากฟัน (Root formation)

R_i = การสร้างรากขั้นต้น (Initial root formation)

$R_{1/4}$ = 1 ใน 4 ของความยาวราก (Root length $\frac{1}{4}$)

$R_{1/2}$ = 1 ใน 2 ของความยาวราก (Root length $\frac{1}{2}$)

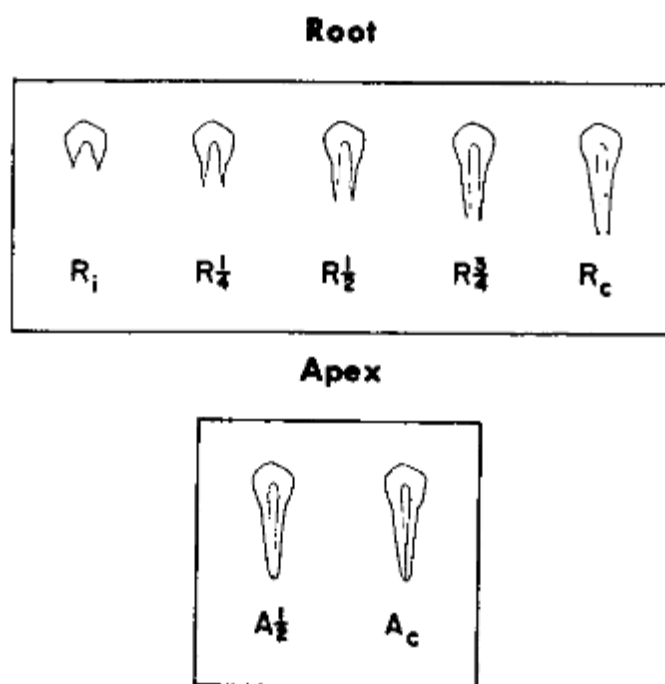
$R_{3/4}$ = 3 ใน 4 ของความยาวราก (Root length $\frac{3}{4}$)

R_C = ความยาวรากสมบูรณ์ (Root length complete)

การสร้างปลายรากฟัน (Apex formation)

$A_{1/2}$ = 1 ใน 2 ของปลายรากปิด (Apex $\frac{1}{2}$ closed)

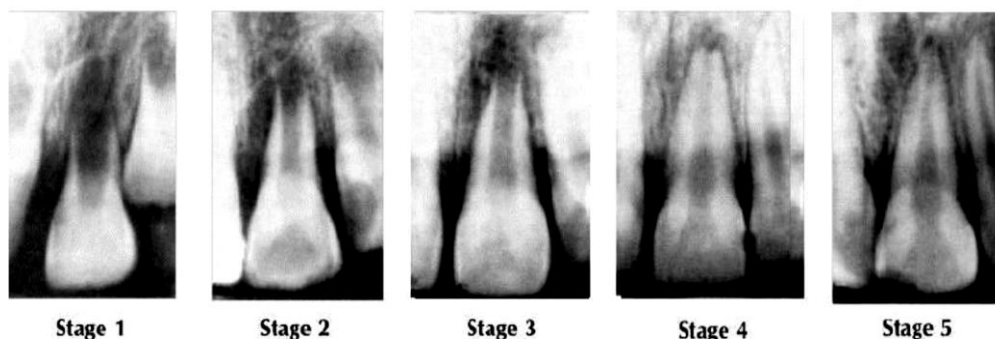
A_C = ปลายรากปิดสมบูรณ์ (Apical closure complete)



รูปที่ 1 แสดงการแบ่งระยะการสร้างรากฟันตาม Moorrees และคณะ ในปี ค.ศ. 1963

นอกจากนี้ Cvek ในปี ค.ศ. 1992 ได้แบ่งระยะการสร้างรากฟัน ตามความยาวของรากฟัน และความกว้างของรูเปิดปลายราก (apical foramen) โดยแบ่งออกเป็น 5 ระยะ ดังนี้ (22)

1. การเปิดปลายรากฟันลุ่อก ความยาวรากฟันน้อยกว่า 1 ใน 2 ของความยาวรากฟัน (Divergent apical opening, less than 1/2 root length)
2. การเปิดปลายรากฟันลุ่อก ความยาวรากฟันประมาณ 1 ใน 2 ของความยาวรากฟัน (Divergent apical opening, approximate 1/2 root length)
3. การเปิดปลายรากฟันลุ่อก ความยาวรากฟันน้อยกว่า 2 ใน 3 ของความยาวรากฟัน (Divergent apical opening, less than 2/3 root length)
4. รูเปิดปลายรากฟันกว้าง ความยาวรากฟันเกือบสมบูรณ์ (Wide open apical foramen, nearly complete root length)
5. รากฟันสร้างสมบูรณ์ (Complete root development)



รูปที่ 2 แสดงการแบ่งระยะการเจริญของฟันตาม Cvek ในปี ค.ศ. 1992

การรักษาคลองรากฟันที่การสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์ (Open apex)

ในการรักษาคลองรากฟันที่การสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์ จะมีปัญหาดังต่อไปนี้ (23) ไม่สามารถกำจัดการติดเชื้อในคลองรากฟันโดยวิธีปกติ ซึ่งมีการใช้เครื่องมือตะไบเนื้อฟันที่ผนังคลองรากฟัน การอุดคลองรากฟันทำได้ยาก เนื่องจากไม่มีตัวกันบริเวณปลายราก ไม่ให้วัสดุอุดคลองรากฟันออกสู่เนื้อเยื่อปริทันต์ ผนังคลองรากฟันบาง เสี่ยงต่อการแตกหัก

ในอดีตจะทำการรักษาคลองรากฟันโดย การใช้วัสดุอุดคลองรากฟันที่ป็นให้พอดีกับปลายรากฟัน การอุดด้วยวัสดุที่มีลักษณะเหนียว (paste) หรือการผ่าตัดปลายรากฟัน (24)

การใช้วัสดุอุดคลองรากฟันที่ป็นให้พอดีกับปลายรากฟัน ทำไม่ได้ในกรณีฟันที่บริเวณปลายรากมีโพรงประสาทฟันกว้างกว่าบริเวณคอฟัน หากทำการขยายส่วนต้นของคลองรากฟันให้มีขนาดใหญ่กว่าปลายราก ผนังคลองรากฟันจะยิ่งบาง เสี่ยงต่อการแตกหักมากขึ้น (24)

การอุดด้วยวัสดุที่มีลักษณะเหนียว (paste) การจะอุดให้แน่นเต็มนั้นทำได้ยาก เนื่องจากปลายรากมีขนาดใหญ่ ต้องใช้วัสดุจำนวนมาก (24)

การผ่าตัดปลายรากฟัน อาจเกิดการแตกของผนังคลองรากฟันส่วนปลายซึ่งบางและเปราะขณะทำการเตรียมและอุดย้อนปลายรากฟันได้ และการตัดปลายรากฟันจะทำให้ฟันมีอัตราส่วนตัวฟันต่อรากฟันไม่เหมาะสม เนื่องจากฟันที่การสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์ จะมีรากฟันสั้นอยู่แล้ว (24)

การรักษาโดยกระบวนการเหนียวนำไปปลายรากปิดด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ แม้ว่าจะมีผลสำเร็จสูง (2-5, 25) แต่ต้องใช้เวลาในการรักษานาน ต้องการความร่วมมือของผู้ป่วยในการมารับการรักษาหลายครั้ง และการใส่ยาแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันเป็นระยะเวลานาน มีผลต่อคุณสมบัติด้านทานการแตกหักของเนื้อฟัน (6)

จากปัญหาที่กล่าวมาในปัจจุบันจึงนิยมรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วย เอ็มทีเอ หรือมิเนอร์ลไตรออกไซด์แอตกรีเกต หรือการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์

2.2 กระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิด

กระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิด (apexification) คือการเหนี่ยวนำให้เกิดแนวกันเนื้อเยื่อแข็งบริเวณปลายราก (calcified apical barrier) ในฟันที่มีปลายรากเปิด หรือส่งเสริมให้เกิดการสร้างปลายรากฟันต่อ ในรากฟันที่ยังสร้างไม่สมบูรณ์ และมีการตายของเนื้อเยื่อในโพรงฟัน (26) โดยวิธีการที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน คือ การใช้วัสดุมิเนอร์ลไตรออกไซด์แอตกรีเกต หรือเอ็มทีเอ

กระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอเกต (MTA apexification)

เนื่องจากการใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในการเหนี่ยวนำให้เกิดแนวกันเนื้อเยื่อแข็งบริเวณปลายราก ต้องใช้เวลานาน ซึ่งมีผลต่อความแข็งแรงของฟัน หรือในระหว่างนี้ฟันอาจแตกหัก หรือวัสดุอุดชั่วคราวอาจรั่วทำให้การรักษาล้มเหลว ในปัจจุบันจึงนิยมให้การรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ หรือมิเนอร์ลไตรออกไซด์แอตกรีเกต ซึ่งสามารถอุดคลองรากฟัน หรือบูรณะฟันต่อได้ทันที

ในปี ค.ศ. 1999 shabahang และคณะทำการศึกษาในสุนัข พบว่าเอ็มทีเอสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อแข็งบริเวณปลายรากได้มากกว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (27) โดยเอ็มทีเอจะมีการปลดปล่อยแคลเซียมไอออน ซึ่งจะกระตุ้นให้เซลล์มายึดเกาะ และแบ่งตัว มีความเป็นกรด-ด่างที่สูงทำให้ต่อต้านแบคทีเรีย ควบคุมการผลิตไซโตไคน์ และสนับสนุนเซลล์สร้างเนื้อเยื่อแข็ง เกิดการสร้างไฮดรอกซีอะพาไทต์ บนพื้นผิวของเอ็มทีเอได้ (28)

2.2.1 ผลการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ

มีการศึกษาที่ประเมินผลสำเร็จของการรักษา โดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วย เอ็มทีเอ โดยประเมินจากลักษณะทางคลินิก และภาพถ่ายรังสี โดยวัดขนาดของรอยโรครอบปลายราก หรือใช้คะแนนพีเอไอ (PAI score) เป็นเกณฑ์ ซึ่งในแต่ละการศึกษาจะมีระยะเวลาในการติดตามผลการรักษาที่แตกต่างกันไป และได้ผลการรักษาที่แสดงในตารางที่ 1

การศึกษา	จำนวนฟัน(ซี่)	ระยะเวลาในการติดตามผลการรักษาเฉลี่ย/ช่วง	ผลสำเร็จทางคลินิก	ผลสำเร็จทางภาพถ่ายรังสี (healed)
Sarris และคณะ ในปี ค.ศ. 2007(7)	17	11.94/ 6-16 เดือน	ร้อยละ 94.1	ร้อยละ 76.5
Pace และคณะ ในปี ค.ศ. 2007(15)	11	24 เดือน	ร้อยละ 100	ร้อยละ 90.9
Holden และคณะ ในปี ค.ศ. 2008(8)	20	24.45/ 12-44 เดือน	ร้อยละ 100	ร้อยละ 85
Witherspoon และคณะ ในปี ค.ศ. 2008(11)	52(เฉพาะที่ติดตามผลตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป)	ไม่มีข้อมูล/ 1-4.87 ปี	ไม่มีข้อมูล	ร้อยละ 92.3
Simon และคณะ ในปี ค.ศ. 2007(9)	43	ไม่มีข้อมูล/ 12-40 เดือน	ไม่มีข้อมูล	ร้อยละ 77
Mente และคณะ ในปี ค.ศ. 2009(12)	78	30.9 (ค่ามัธยฐาน) /12-68 เดือน	ร้อยละ 95	ร้อยละ 84
Moore และคณะ ในปี ค.ศ. 2011(10)	22	23.4/ ตั้งแต่ 18 เดือน	ร้อยละ 95.5	ร้อยละ 90.9
Annamalai และคณะ ในปี ค.ศ. 2011(17)	30	12 เดือน	ร้อยละ 100	ร้อยละ 100
Jeeruphan และคณะ ในปี ค.ศ. 2012 (19)	19	14.21 เดือน	ร้อยละ 94.70	ร้อยละ 94.70
Mente และคณะ ในปี ค.ศ. 2013(13)	252	21(ค่ามัธยฐาน) /12-128 เดือน	ร้อยละ 96	ร้อยละ 90

การศึกษา	จำนวนฟัน(ซี่)	ระยะเวลาในการติดตามผลการรักษาเฉลี่ย/ช่วง	ผลสำเร็จทางคลินิก	ผลสำเร็จทางภาพถ่ายรังสี (healed)
Pace และคณะ ในปี ค.ศ. 2014(14)	17	1, 5, 10 ปี	ร้อยละ 94	ร้อยละ 94
Alobaid และคณะ ในปี ค.ศ. 2014 (20)	5	21.8 เดือน	ร้อยละ 100	ร้อยละ 100

ตารางที่ 1 แสดงผลการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ (MTA apexification)

การศึกษาของ Sarris และคณะ ในปี ค.ศ. 2007 ทำการศึกษาในฟันหน้าจำนวน 17 ซี่ มีระยะเวลาติดตามผลการรักษาเฉลี่ย 11.94 เดือน พบว่ามีผลสำเร็จทางภาพรังสี คือ รอยโรครอบปลายรากมีขนาดเล็กลงหรือช่องเอ็นยึดปริทันต์มีลักษณะปกติ และไม่พบการละลายของรากฟัน ร้อยละ 76.5 และรอยโรครอบปลายรากฟันมีขนาดไม่เปลี่ยนแปลงร้อยละ 17.6 โดยพบว่าฟันส่วนมากที่คุณภาพการอุดเอ็มทีเอไม่เหมาะสม เมื่อติดตามผลการรักษาจะพบรอยโรครอบปลายรากมีขนาดไม่เปลี่ยนแปลง แต่ไม่พบความสัมพันธ์ทางสถิติ ซึ่งผู้วิจัยได้อภิปรายไว้ว่าอาจเกิดจากจำนวนตัวอย่างที่น้อยเกินไป

การศึกษาของ Moore และคณะ ในปี ค.ศ. 2011(10) ทำการศึกษาในฟันหน้าจำนวน 22 ซี่ พบการหายของรอยโรคปลายรากอย่างสมบูรณ์ร้อยละ 90.9 โดยในฟันที่มีการหายของรอยโรครอบปลายรากนี้ร้อยละ 76.5 เกิดการสร้างเนื้อเยื่อแข็งบริเวณปลายราก นั่นคือไม่ใช่ฟันทุกซี่ที่มีการหายของรอยโรครอบปลายรากจะต้องมีการสร้างเนื้อเยื่อแข็ง

การศึกษาของ Pace และคณะในปี ค.ศ. 2014 (14) ทำการศึกษาในฟันรากเดี่ยวจำนวน 12 ซี่ ติดตามผลการรักษาที่เวลา 1 ปี 5 ปี และ 10 ปี พิจารณาจากคะแนนพีเอไอ พบว่าที่ 5 ปี ซึ่งมีการหายของรอยโรครอบปลายรากร้อยละ 81 และขณะที่ 10 ปี มีการหายของรอยโรครอบปลายรากร้อยละ 94 โดยมี 1 ซี่ (ร้อยละ 6) ถูกถอนไปเนื่องจากมีการแตกของรากฟัน ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าก่อนการรักษาและขณะติดตามผลการรักษาที่เวลา 1 ปี และขณะติดตามผลการรักษาที่เวลา 5 ปี คะแนนพีเอไอลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่เมื่อเปรียบเทียบคะแนนพีเอไอขณะติดตามผลการรักษาที่

เวลา 5 ปี และ 10 ปี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าควรมีการติดตามผลการรักษานานกว่า 1 ปี อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มีกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

2.2.2 ลักษณะของฟันที่ประสบความล้มเหลวในการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ

มีเพียงการศึกษาของ Moore และคณะ ในปี ค.ศ. 2011 (10) และการศึกษาของ Pace และคณะในปี ค.ศ. 2014 (14) ที่กล่าวถึงสาเหตุที่ประสบความล้มเหลวในการรักษา โดยในการศึกษาของ Moore และคณะกล่าวว่าเกิดจากการติดเชื้อซ้ำ (10) และการศึกษาของ Pace และคณะ พบการแตกตามแนวตั้งที่รากฟัน (vertical root fracture) เมื่อติดตามผลการรักษาเป็นเวลา 10 ปี (14) อย่างไรก็ตามเนื่องจากการศึกษาที่รายงานลักษณะของฟันที่ประสบความล้มเหลวมีน้อย จึงยังไม่สามารถสรุปสาเหตุที่ทำให้เกิดความล้มเหลว ในการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอได้

2.2.3 ปัจจัยที่อาจมีผลต่อผลสำเร็จของการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ

คุณภาพของการอุดเอ็มทีเอ โดยการศึกษาของ Sarris และคณะ ในปี ค.ศ. 2007 พบว่าอาจมีผลต่อผลสำเร็จของการรักษา (7) โดยต่อมาได้มีการศึกษาของ Mente และคณะในปี ค.ศ. 2013 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น จึงพบว่ามีความสำคัญทางสถิติ (13)

การอักเสบของเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันก่อนการรักษา การศึกษาของ Holden และคณะในปี ค.ศ. 2008 และการศึกษาของ Nayar และคณะ ในปี ค.ศ. 2009 ไม่พบว่าการมีรอยโรครอบปลายรากก่อนการรักษา จะมีผลต่อผลสำเร็จของการรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การศึกษาทั้งสองนี้มีกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก (8, 16) ซึ่งการศึกษาของ Mente และคณะในปี ค.ศ. 2013 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น พบว่า Apical periodontitis ก่อนการรักษา มีผลต่อผลสำเร็จของการรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (13)

ประสบการณ์ของผู้ให้การรักษา โดย Mente และคณะในปี ค.ศ. 2013 พบว่าหากผู้ให้การรักษา เป็นทันตแพทย์ที่ปฏิบัติงานเฉพาะทางเอนโดดอนต์ จะมีผลสำเร็จที่สูงกว่า ทันตแพทย์ทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (13)

จำนวนครั้งที่ผู้ป่วยมารับการรักษา โดย Mente และคณะในปี ค.ศ. 2013 พบว่ากลุ่มผู้ป่วยที่มารับการรักษา น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ครั้ง จะมีผลสำเร็จที่สูงกว่า กลุ่มที่มารับการรักษามากกว่า 2 ครั้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (13)

ระยะเวลาที่มารับการติดตามผลการรักษา โดย Holden และคณะในปี ค.ศ. 2008 พบว่าการที่ผู้ป่วยมาติดตามผลการรักษาในช่วง 12-23 เดือน กับมากกว่า 24 เดือน ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(8) ในขณะที่ Mente และคณะในปี ค.ศ. 2013 ได้พบแนวโน้มว่า การแสดงว่าเป็นโรคภายหลังการรักษาจะแสดงในช่วง 1-3 ปี เป็นส่วนมาก (13)

ในแง่ของการสร้างเนื้อเยื่อแข็งบริเวณปลายราก การศึกษาของ Simon และคณะในปี ค.ศ. 2007 สังเกตจากภาพถ่ายรังสี พบการปิดของรูเปิดปลายรากได้ร้อยละ 26 (9) และการศึกษาของ Annamalai และคณะในปี ค.ศ. 2011 พบการสร้างเนื้อเยื่อแข็งบริเวณปลายรากได้ร้อยละ 86.6 และพบการเจริญของรากได้ร้อยละ 30 (17) และการศึกษาของ Moore และคณะในปี ค.ศ. 2011 พบการสร้างเนื้อเยื่อแข็งบริเวณปลายราก ได้ร้อยละ 63.6 โดยได้พบความสัมพันธ์กับรูปร่างของรากฟันก่อนการรักษา คือร้อยละ 92.9 เป็นฟันที่มีรูปร่างของรากฟันก่อนการรักษาแบบสบเข้าหรือขนาน (10)

สำหรับความสัมพันธ์ของการเกิดการสร้างเนื้อเยื่อแข็งบริเวณปลายราก กับผลสำเร็จของการรักษา จากการศึกษาของ Moore และคณะในปี ค.ศ. 2011 พบว่า ร้อยละ 92.9 ของฟันที่พบการสร้างเนื้อเยื่อแข็งบริเวณปลายรากจะจัดอยู่ในกลุ่มประสบความสำเร็จในการรักษา (10) แต่จากการศึกษาของ Simon และคณะ ในปี ค.ศ. 2007 พบว่ามี 1 ซี่ที่พบการปิดของรูเปิดปลายรากฟัน ซึ่งเป็นผลจากการสร้างเนื้อเยื่อแข็งบริเวณปลายราก จัดอยู่ในกลุ่มที่ไม่ประสบความสำเร็จในการรักษา เนื่องจากคะแนนพีเอไอ เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามฟันซี่นี้ไม่มีรอยโรคปลายราก และอาการทางคลินิก (9) ดังนั้นการเกิดการสร้างเนื้อเยื่อแข็งบริเวณปลายราก อาจมีความสัมพันธ์กับการประสบความสำเร็จของการรักษา

นอกจากนี้มียางานถึงการติดสีที่ตัวฟัน จากการศึกษาของ Sarris และคณะในปี ค.ศ. 2007 พบฟัน 2 ซี่ จาก 17 ซี่ ซึ่งในการศึกษานี้ใช้ เอ็มทีเอสไอทา (7) ต่อมาการศึกษาของ Moore และคณะในปี ค.ศ. 2011 ได้ใช้ เอ็มทีเอสไอขาว แต่ยังคงพบการติดสี 5 ซี่จาก 22 ซี่ ซึ่งอาจเนื่องมาจากการศึกษานี้ใช้น้ำยาคลอโรเฮกซิดีนกลูโคเนตเป็นน้ำยาล้างคลองรากฟัน ซึ่งไม่มีคุณสมบัติละลายเนื้อเยื่อ หรืออาจเกิดจากองค์ประกอบทางเคมีของเอ็มทีเอที่ผ่านเข้าสู่เนื้อฟัน (10)

2.3 การรักษาโดยรีเจนเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์

รีเจนเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ (regenerative endodontics) เป็นกระบวนการพื้นฐานทางชีววิทยา เพื่อให้เกิดการแทนที่โครงสร้างของฟันที่ถูกทำลายประกอบด้วยเนื้อฟัน โครงสร้างของรากฟัน และโครงสร้างเชิงซ้อนเนื้อฟัน-เนื้อเยื่อใน (pulp-dentin complex) (26) โดยมีหลักการในการรักษาคือการกำจัดส่วนที่ติดเชื้อมาก่อนโดยการใช้ยาฆ่าเชื้อในคลองรากฟัน และการใส่ยาภายในคลองรากฟัน การทำให้เกิดโครงเลี้ยงเซลล์ (scaffold) ซึ่งโครงเลี้ยงเซลล์จะมีปัจจัยที่จะกระตุ้นให้เซลล์เกิดการเจริญเติบโต และเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์ที่มีคุณสมบัติเฉพาะ (differentiation) และการอุดปิดส่วนตัวฟันให้เกิดความแนบสนิท เพื่อไม่ให้แบคทีเรียสามารถกลับเข้าสู่คลองรากฟันได้อีก ซึ่งวัสดุที่นิยมใช้ คือเอ็มทีเอ (29)

การรักษาโดยรีเจนเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ ได้มีรายงานผลการรักษาครั้งแรกโดย Iwaya ในปี ค.ศ. 2001 ผู้ป่วยเพศหญิงอายุ 13 ปี มาด้วยอาการบวม มีหนองไหลที่เหงือกด้านแก้มของฟันกรามล่างด้านขวา จากประวัติพบว่า เคยมีอาการปวด บวมและเคยทำการเจาะระบายหนอง เมื่อปี ค.ศ. 1995 ต่อมากลับมีอาการบวมอีกครั้ง จากภาพรังสี พบว่า ฟันซี่ 45 มีการสร้างรากฟันไม่สมบูรณ์ และมีเงาที่ปลายรากฟันขนาด 10 มิลลิเมตร จากการทำซีทีสแกน พบว่ามีหนองสะสมที่ปลายรากฟัน ได้ให้การรักษาด้วยการกรอเปิดโพรงประสาทฟัน ล้างเอาหนองและเนื้อเยื่อที่ตายแล้วออกมาให้ได้มากที่สุด ด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 5 (5% Sodium hypochlorite) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 3 (3% Hydrogen peroxide) โดยใส่ยาปฏิชีวนะ 2 ชนิด คือเมโทรนิดาโซล และไซโปรฟลอกซาซิน ไว้ในคลองรากฟัน หลังจากนั้นรีวิวดูบูรณะชั่วคราว ออกพบว่าเนื้อเยื่ออยู่ต่ำกว่าทางเปิดสู่คลองรากฟัน (orifice) 5 มิลลิเมตร ทำการปิดด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และปิดทับด้านบนด้วยกลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์ และเรซินคอมโพสิต หลังการรักษา 15 เดือนพบว่าไม่มีเดนทินบริดจ์ และฟันตอบสนองต่อเครื่องวัดความมีชีวิตของฟันด้วยไฟฟ้า (electric pulp test) และหลังการรักษา 30 เดือน พบมีการสร้างรากฟันและผนังคลองรากฟันตามปกติ (30)

ต่อมาได้มีรายงานผู้ป่วยของ Banchs และ Trope ในปี ค.ศ. 2004 (31) ผู้ป่วยเด็กอายุ 11 ปี ฟันกรามน้อยล่างด้านขวามีการแตกของปุ่มฟันจนเนื้อเยื่อในตาย มีรูเปิดทางหนองไหลและบวมที่เหงือกด้านลิ้น ซึ่งฟันซี่นี้ยังมีการเจริญไม่สมบูรณ์ ปลายรากเปิดกว้าง 4 มิลลิเมตรและมีผนังคลองรากฟันบาง จึงให้การรักษาโดยการกรอเปิดโพรงประสาทฟัน ล้างคลองรากด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 (5.25 % Sodium hypochlorite) และคลอร์เฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 0.12 (chlorhexidine gluconate 0.12%) และใส่ยาปฏิชีวนะ 3 ชนิด คือเมโทรนิดาโซล ไซโปรฟลอกซาซิน และมิโนไซคลิน หลังจากนั้น 26 วัน ผู้ป่วยไม่มีอาการใดๆ ไม่พบรูเปิดทางหนองไหล ให้

การรักษาต่อโดยหลังจากล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 ทำการกระตุ้นให้มีเลือดไหลเข้ามาในคลองรากต่ำกว่ารอยต่อของเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน 3 มิลลิเมตร แล้วทิ้งไว้ 15 นาทีเพื่อให้เกิดการแข็งตัวของเลือด แล้วจึงอุดปิดส่วนบนด้วยเอ็มทีเอ และบูรณะชั่วคราว หลังจากนั้น 2 สัปดาห์ จึงทำการบูรณะส่วนตัวฟันด้วยเรซินคอมโพสิต เมื่อติดตามผลการรักษาที่ 6 เดือนผู้ป่วยไม่มีอาการใดๆ พบการหายของรอยโรครอบปลายราก เมื่อติดตามผลการรักษาที่ 1 ปี และ 18 เดือนพบว่ามี การสร้างรากฟันต่อ และที่ 2 ปี พบปลายรากปิด ผนังคลองรากหนาขึ้น และตอบสนองต่อการทดสอบด้วยความเย็น จากรายงานผู้ป่วยนี้ทำให้การรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ได้รับความนิยมต่อมา

สำหรับผลสำเร็จในการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ สามารถแบ่งได้ 3 ระดับ คือ ระดับปฐมภูมิทุติยภูมิ และตติยภูมิ (32) ดังนี้

ระดับปฐมภูมิ คือ ผู้ป่วยไม่มีอาการ และมีการหายของรอยโรครอบปลายราก

ระดับทุติยภูมิ คือ ผนังคลองรากฟันมีความหนา และความยาวเพิ่มขึ้น

ระดับตติยภูมิ คือ ตอบสนองต่อการทดสอบความมีชีวิตของฟัน

ผลการรักษาในแง่ที่ผนังคลองรากฟันมีความหนา และความยาวรากฟันเพิ่มขึ้นนั้น ได้มีการศึกษาของ Chen และคณะ (33) ในปี ค.ศ. 2012 ซึ่งได้ติดตามผลการรักษาฟันปลายรากเปิด ที่เกิดการตายของเนื้อเยื่อในร่วมกับมีการอักเสบหรือมีหนองที่ปลายราก ในผู้ป่วยจำนวน 20 คน เป็นเวลา 6-26 เดือน พบการแสดงผลจากภาพรังสี 5 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. มีการสร้างรากฟันต่อ โดยผนังคลองรากฟันหนาขึ้น รากฟันยาวขึ้น มีปลายรากฟันปิด
2. ไม่มีการสร้างรากฟันต่อ ปลายรากทู่และมีปลายรากปิด (blunt and close)
3. มีการสร้างรากฟันต่อ แต่ปลายรากยังคงเปิดกว้าง
4. ไม่เห็นคลองรากฟันจากภาพถ่ายรังสี (canal obliteration)
5. เกิดแนวกันเนื้อเยื่อแข็งขึ้นภายในคลองราก ระหว่างเอ็มทีเอกับปลายรากฟัน

สำหรับลักษณะทางมิถุวิทยา (histology) ของเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นใหม่ภายในคลองรากฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ จากการศึกษาทั้งในฟันมนุษย์ และในสัตว์ ให้ผลสอดคล้องกัน คือพบว่าเป็นเนื้อเยื่อคล้ายเคลือบรากฟัน (cementum-liked tissue) เนื้อเยื่อคล้ายกระดูก (bone-liked tissue) และเนื้อเยื่อคล้ายเอ็นยึดปริทันต์ (periodontal-ligament liked tissue) (34-37) โดยความยาวและความหนาของผนังคลองรากที่เพิ่มขึ้น รวมถึงการเกิดการปิดของ

ปลายรากเกิดจากการสะสมของเนื้อเยื่อคล้ายเคลือบรากฟัน (38) โดยไม่พบการสร้างใหม่ (regeneration) ของโครงสร้างเชิงซ้อนเนื้อฟัน-เนื้อเยื่อใน (pulp-dentin complex)

2.3.1 ผลการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์

สำหรับการศึกษาถึงความสำเร็จในการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ ส่วนมากเป็นการรายงานผู้ป่วย มีเพียงการศึกษาของ Saoud และคณะในปี ค.ศ. 2014 และ Kahler และคณะในปี ค.ศ. 2014 ที่เป็นการศึกษาแบบไปข้างหน้า ซึ่งพอจะสรุปผลการศึกษาได้ดังตารางที่ 2

การศึกษา	จำนวนซี่ฟัน	ระยะเวลาติดตามผล (เดือน)	ผลการรักษา		
			การหายของรอยโรครอบปลายราก	ความยาวรากที่เพิ่มขึ้น	ความหนาของผนังคลองรากที่เพิ่มขึ้น
Shah และคณะ ในปี ค.ศ. 2008(39)	14	6 – 42	ร้อยละ 78.6	10 ซี่มีความยาวเพิ่มขึ้น	8 ซี่มีความหนาเพิ่มขึ้น
Jung และคณะ ในปี ค.ศ. 2008(40)	9	10 – 24	ร้อยละ 100	ไม่มีข้อมูล	8 ซี่มีความหนาเพิ่มขึ้น
Chueh และคณะ ในปี ค.ศ. 2009(41)	23	6 – 108	ร้อยละ 100	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
Petrino และคณะ ในปี ค.ศ. 2010(42)	6	12	ร้อยละ 100	3 ซี่มีความยาวเพิ่มขึ้น	4 ซี่มีความหนาเพิ่มขึ้น
Cehreli และคณะ ในปี ค.ศ. 2011(43)	6	9-10	ร้อยละ 100	ร้อยละ 7.71	ร้อยละ 26.5
Chen และคณะ ในปี ค.ศ. 2012(44)	40	6-26	ร้อยละ 100	15 ซี่มีความยาวเพิ่มขึ้น	20 ซี่มีความหนาเพิ่มขึ้น

การศึกษา	จำนวนซี่ฟัน	ระยะเวลาติดตามผล (เดือน)	ผลการรักษา		
			การหายของรอยโรครอบปลายราก	ความยาวรากที่เพิ่มขึ้น	ความหนาของผนังคลองรากที่เพิ่มขึ้น
Jeeruphan และคณะ ในปี ค.ศ. 2012 (19)	20	21.15 (เฉลี่ย)	ร้อยละ 100	ร้อยละ 14.9	ร้อยละ 28.2
Saoud และคณะ ในปี ค.ศ. 2014(45)	20	12	ร้อยละ 90	ร้อยละ 5	ร้อยละ 21
Kahler และคณะ ในปี ค.ศ. 2014(46)	16	18	ร้อยละ 90.3	ร้อยละ 2.7-25.3	ร้อยละ 1.9-72.6
Alobaid และคณะ ในปี ค.ศ. 2014 (20)	19	14.5 (เฉลี่ย)	ร้อยละ 78.95	น้อยกว่าร้อยละ 5	ร้อยละ 10.2

ตารางที่ 2 แสดงผลการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์

การศึกษาของ Souad และคณะในปี ค.ศ. 2014 (45) ได้ติดตามผลการรักษาในฟันปลายรากเปิด และไม่มีชีวิต จำนวน 20 ซี่ ซึ่งมีรอยโรครอบปลายรากฟัน 17 ซี่ เป็นเวลา 12 เดือน และในการถ่ายภาพรังสี ได้มีการบันทึกตำแหน่งจากการกัด (bite registration) ของผู้ป่วยแต่ละคน เพื่อให้ได้ภาพถ่ายรังสีที่มุมเดิม ได้ผลสำเร็จทางคลินิกร้อยละ 100 คือฟันทุกซี่ไม่มีอาการใดๆ แม้ว่า 2 ซี่ จะยังคงมีรอยโรคปลายราก โดยฟันทุกซี่มีความยาว และความหนาของผนังคลองรากฟันเพิ่มขึ้น จากการวัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เฉลี่ยร้อยละ 5 และร้อยละ 21 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามส่วนมากเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตา นอกจากนี้ยังพบว่าฟันทุกซี่มีขนาดรูเปิดปลายรากลดลง

สำหรับการศึกษาของ Kahler และคณะในปี ค.ศ. 2014 (46) ได้ติดตามผลการรักษาในฟันปลายรากเปิด และไม่มีชีวิต จำนวน 16 ซี่ ซึ่งมีรอยโรครอบปลายรากฟันร้อยละ 84.7 เป็นเวลา 18 เดือน ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการวัดผลการรักษา 2 แบบ คือ วัดเชิงคุณภาพ ได้แก่ จำนวนซี่ฟันที่มีรอย

โรคปลายราก หลังการรักษา 18 เดือน มีจำนวนลดลงเหลือร้อยละ 9.7 และพบฟันมีปลายรากปิดแบบไม่สมบูรณ์ร้อยละ 47.2 และปลายรากปิดแบบสมบูรณ์ร้อยละ 19.4 และการวัดผลเชิงปริมาณ ได้แก่ ความยาวและความหนาของผนังคลองรากฟันเพิ่มขึ้น ดังแสดงในตาราง ซึ่งมีฟัน 2 ซี่ที่ได้ติดตามผลการรักษาต่อถึง 36 เดือน พบว่ามีการเจริญต่อของรากฟันเพิ่มขึ้น แสดงว่าควรจะมีการศึกษาที่ทำการติดตามผลในระยะยาวต่อไป นอกจากนี้ยังพบฟัน 10 ซี่ เกิดการเปลี่ยนสีที่ตัวฟัน ซึ่งในการศึกษานี้ใช้ยาใส่ในคลองรากฟันเป็นปฏิชีวนะ 3 ชนิดแบบดัดแปลง คือ ใช้อะม็อกซิซิลลิน แพนมิโนไซคลิน ดังนั้นน่าจะเกิดจากการอุดปิดส่วนตัวฟันด้วยเอนท์เอสีขาว ซึ่งมีการศึกษาเคยรายงานว่าเอนท์เอสีขาว สามารถก่อให้เกิดการเปลี่ยนสีที่ตัวฟันได้ (42)

2.3.2 การเปลี่ยนสีของฟันภายหลังการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์

เกิดจากการใช้ยาปฏิชีวนะผสม 3 ชนิด (triple antibiotic paste) ที่มีส่วนประกอบของยา มิโนไซคลิน (47-49) โดยการศึกษาของ Kim และคณะในปี ค.ศ. 2010 (47) ได้รายงานผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ในฟันหน้าบน และได้รับการใส่ยาปฏิชีวนะผสม 3 ชนิด คือ ไฮโปรฟลอกซาซิน เมโทรนิดาโซล และมิโนไซคลิน พบเกิดการเปลี่ยนสีของตัวฟัน และได้ทำการทดลองเพื่อหาว่ายาปฏิชีวนะตัวใด ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของตัวฟัน โดยได้ทำการทดลองในฟันมนุษย์ที่ถูกถอน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือกลุ่มที่ใส่ยาปฏิชีวนะผสมทั้ง 3 ชนิด กลุ่มที่ใส่ยาไฮโปรฟลอกซาซินเพียงชนิดเดียว กลุ่มที่ใส่ยาเมโทรนิดาโซลเพียงชนิดเดียว และกลุ่มที่ใส่ยา มิโนไซคลินเพียงชนิดเดียว แล้ววัดการเปลี่ยนสีของฟัน ด้วยเครื่องวัดสี (chromameter) พบว่ากลุ่มที่ใส่ยา มิโนไซคลินเพียงชนิดเดียว ทำให้เกิดการเปลี่ยนสี เช่นเดียวกับกลุ่มที่ใส่ยาปฏิชีวนะผสมทั้ง 3 ชนิด จากการทดลองนี้ จึงสรุปว่ายา มิโนไซคลิน เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของฟัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Akcay และคณะในปี ค.ศ. 2014 (48) ที่ทำการทดลองในฟันวัว พบว่ากลุ่มที่ใส่ยาปฏิชีวนะผสม 3 ชนิด ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของฟัน ในขณะที่กลุ่มที่ใส่ยาแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และกลุ่มที่ใส่ยาปฏิชีวนะผสม 2 ชนิด (ไฮโปรฟลอกซาซินและเมโทรนิดาโซล) ไม่พบการเปลี่ยนสีของฟัน สอดคล้องกับการศึกษาทางคลินิกของ Nagata และคณะในปี ค.ศ. 2014 (49) ที่ทำการศึกษาในฟันหน้าบนของผู้ป่วยเด็ก ซึ่งได้รับอุบัติเหตุ ทำให้ฟันซึ่งยังสร้างรากไม่สมบูรณ์ไม่มีชีวิต และจะได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ โดยแบ่งผู้ป่วยเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ได้รับการใส่ยาในคลองรากฟันเป็นยาปฏิชีวนะผสม 3 ชนิด จำนวน 12 ซี่ และกลุ่มที่ได้รับการใส่ยาในคลองรากฟันเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมกับคลอเฮกซิดีนจำนวน 11 ซี่ พบว่ากลุ่มที่ได้รับการใส่ยาในคลองรากฟันเป็นยาปฏิชีวนะผสม 3 ชนิด เกิดการเปลี่ยนสีของฟันร้อยละ 83.3 มากกว่ากลุ่มที่ได้รับการใส่ยาในคลองรากฟันเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมกับคลอเฮกซิดีน ซึ่งเกิดการเปลี่ยนสีของฟันร้อยละ 27.3 นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Saoud และคณะในปี ค.ศ. 2014 (45) ที่ทำการศึกษาในฟัน 20 ซี่

รายงานว่ามีฟันหลายซี่มีการเปลี่ยนสีของฟัน ภายหลังจากได้รับการรักษารีเจนเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ โดยใช้ยาปฏิชีวนะผสม 3 ชนิดเป็นยาใส่ในคลองรากฟัน

การใช้เอ็มทีเอเป็นวัสดุอุดในคลองรากฟันบริเวณคอฟัน เป็นอีกสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของฟัน (44, 50) โดยการศึกษาของ Ioannidis และคณะในปี ค.ศ. 2013 (50) ทำการทดลองในฟันถอน โดยใช้เครื่องวัดความเข้มของแสง (spectrophotometry) พบว่าทั้งเอ็มทีเอสีขาวยุคใหม่ และเอ็มทีเอสีเทา สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของฟันได้ โดยเอ็มทีเอสีเทาจะพบการเปลี่ยนสีได้มากกว่า สอดคล้องกับการศึกษาทางคลินิกของ Kahler และคณะในปี ค.ศ. 2014 (46) ที่รายงานว่าพบการเปลี่ยนสีของฟัน 10 ซี่ จาก 16 ซี่ แม้ว่าจะใช้ยาปฏิชีวนะที่ไม่มีส่วนผสมของมิโนไซคลิน และการศึกษาของ Chen และคณะในปี ค.ศ. 2012 (44) ซึ่งใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นยาใส่ในคลองรากฟัน พบการเปลี่ยนสีของฟัน 2 ซี่ จาก 20 ซี่ และการศึกษาของ Nagata และคณะในปี ค.ศ. 2014 (49) ในกลุ่มที่ใส่ยาในคลองรากฟันเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมกับคลอเฮกซิดีน พบการเปลี่ยนสีได้ 3 ซี่ จาก 11 ซี่ โดยทุกการศึกษาที่กล่าวมาใช้เอ็มทีเอเป็นวัสดุอุดในคลองรากฟันส่วนคอฟัน

2.3.3 ลักษณะของฟันที่ไม่ประสบความสำเร็จในการรักษา

การศึกษาของ Alobaid และคณะในปี ค.ศ. 2014 (20) พบฟัน 4 ซี่ จาก 19 ซี่ ที่ได้รับการรักษาโดยรีเจนเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ ไม่ประสบความสำเร็จในการรักษา โดย 3 ซี่ ซึ่งติดตามผลเป็นเวลา 8, 9 และ 37 เดือน เกิดการติดเชื้อซ้ำ ซึ่งจะได้รับการรักษาคคลองรากฟันต่อไป และอีก 1 ซี่ ได้รับอุบัติเหตุ จนเกิดการแตกหักจนต้องถอนฟันไป

รายงานผู้ป่วยของ Lin และคณะในปี ค.ศ. 2014 (36) พบฟันหน้าบนที่ได้รับการรักษาโดยรีเจนเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ เมื่อติดตามผลการรักษาเป็นเวลา 16 เดือน ผู้ป่วยมีอาการปวดและบวมเมื่อก่อนฟัน แล้วนำมาศึกษาทางจุลวิทยา พบแบคทีเรียอยู่ในท่อเนื้อฟัน และพบแผ่นคราบชีวภาพ (biofilms) อยู่ที่ผนังคลองรากฟัน จึงสรุปว่าเป็นความล้มเหลวจากการไม่สามารถกำจัดเชื้อได้หมด (persistent infection) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Žizka และคณะในปี ค.ศ. 2016 (51) รายงานผู้ป่วยที่มีฟันที่ประสบความสำเร็จในการรักษาโดยรีเจนเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์เช่นกัน โดยเป็นฟันหน้าบน เมื่อติดตามผลการรักษาเป็นเวลา 9 เดือน พบรอยโรครอบปลายรากมีขนาดเล็ก และพบการเจริญต่อของรากฟัน แต่เมื่อติดตามผลการรักษาต่อเป็นเวลา 1 ปี พบรอยโรคมีขนาดใหญ่ขึ้น และพบการละลายของรากฟันภายในคลองรากฟัน (internal root resorption) โดยไม่พบการรั่วซึมของวัสดุบูรณะส่วนตัวฟัน จึงคาดว่าน่าจะเกิดจากการติดเชื้อที่หลงเหลืออยู่ภายในระบบคลองรากฟัน

จากการศึกษาที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า ฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ จะประสบความสำเร็จมากกว่าการติดเชื้อภายในคลองรากฟันเป็นสาเหตุหลัก อย่างไรก็ตามการศึกษาที่รายงานเกี่ยวกับลักษณะของฟันที่ประสบความสำเร็จในการรักษายังมีไม่มากนัก

2.3.4 ปัจจัยที่อาจมีผลต่อผลสำเร็จของการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์

น้ำยาล้างคลองรากฟัน น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่มีความเข้มข้นสูง อาจเป็นพิษต่อเซลล์ต้นกำเนิด (stem cell) โดย Martin และคณะ ในปี 2014 ได้แนะนำให้ใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เนื่องจากเซลล์ต้นกำเนิด จะสามารถแสดงโปรตีนที่เป็นเครื่องหมายของการจะเปลี่ยนสภาพเซลล์ (differentiation) ไปเป็นเซลล์สร้างเนื้อฟัน ได้มากกว่าโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 3 และพบว่ากรดเททราไฮโดรอะซีติก สามารถลดความเป็นพิษของน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ได้ ซึ่งจะช่วยให้เซลล์ต้นกำเนิดที่มีชีวิต และแสดงโปรตีนที่เป็นเครื่องหมายของการจะเปลี่ยนสภาพเซลล์ (differentiation) ไปเป็นเซลล์สร้างเนื้อฟัน (52) สำหรับน้ำยาคลอโรฟอร์ม นั้น มีการทดลองของ Trevino และคณะ ในปี ค.ศ. 2011 พบว่าทำให้เซลล์ต้นกำเนิดสูญเสียความมีชีวิต (53)

ยาที่ใช้ในคลองรากฟัน ในรายงานผู้ป่วยในช่วงแรก มักจะใช้ยาปฏิชีวนะ 3 ชนิด คือ เมโทรนิดาโซล ไซโปรฟลอกซาซิน และมีโนไซคลิน ซึ่งมีความเป็นพิษต่อเซลล์ โดยขึ้นกับความเข้มข้น โดยจากการศึกษาของ Ruparel และคณะในปี ค.ศ. 2012 (54) พบว่าที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ทำให้เซลล์ต้นกำเนิดสูญเสียความมีชีวิต ในขณะที่ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ไม่มีผลต่อความมีชีวิตของเซลล์ต้นกำเนิด ในขณะที่การศึกษาของ Althumairy และคณะ ในปี ค.ศ. 2014 พบว่าความเข้มข้นที่นิยมใช้ทางคลินิก คือ 1,000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ทำให้เซลล์ต้นกำเนิดสูญเสียความมีชีวิต ในขณะที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ไม่มีผลต่อความมีชีวิตของเซลล์ต้นกำเนิด ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ Ruparel และคณะในปี ค.ศ. 2012 (54) และพบว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์สามารถคงความมีชีวิตของเซลล์ต้นกำเนิด และส่งเสริมให้เกิดการเพิ่มจำนวน (proliferation) ของเซลล์อีกด้วย (55) ซึ่ง Cheumsombat และคณะในปี ค.ศ. 2013 แนะนำให้ใช้ความเข้มข้น 0.39 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งยังคงความสามารถในการลดแบคทีเรีย และมีผลในการลดความมีชีวิตของเซลล์น้อย (56)

อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาทางคลินิก ที่ทำการวิเคราะห์ผลของชนิดและความเข้มข้นของน้ำยาล้างคลองรากฟัน และยาที่ใช้ในคลองรากฟันระหว่างการรักษาต่อผลการรักษา โดยมีเพียงการศึกษาในห้องทดลองเท่านั้น

ระดับความรุนแรงของการได้รับอุบัติเหตุต่อฟัน การได้รับอุบัติเหตุอาจส่งผลกระทบต่อเซลล์บริเวณปลายราก และต่อเยื่อหุ้มรากเหง้า ซึ่งอาจส่งผลต่อการซ่อมแซมของเนื้อเยื่อ และการเจริญต่อของรากฟัน (49)

ระยะเวลาที่เกิดการติดเชื้อของคลองรากฟัน หากเกิดการติดเชื้อมาเป็นระยะเวลานาน อาจส่งผลให้จำนวนเซลล์ต้นกำเนิดที่มีชีวิตลดลง (57) อย่างไรก็ตามการศึกษาทางคลินิกส่วนมากไม่สามารถบอกระยะเวลาการติดเชื้อก่อนมารับการรักษาที่แน่นอนได้ หากพิจารณาจากระยะเวลาที่ฟันได้รับอุบัติเหตุหรือผู้ป่วยเริ่มมีอาการ จนกระทั่งได้รับการรักษา จะพบว่ายาวนาน การเกิดการเจริญต่อของรากจะลดลง (58)

อายุของผู้ป่วย เนื่องจากเมื่ออายุมากขึ้น จำนวนเซลล์ต้นกำเนิดชนิดมีเซนไคม์ จะมีจำนวนลดลง ดังนั้นอายุของผู้ป่วยอาจมีผลต่อผลการรักษาโดยรีเจนเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ (59) จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ Kontakiotis ในปี ค.ศ. 2014 พบว่าส่วนมากผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาจะเป็นผู้ป่วยอายุน้อยโดยมากที่สุด คืออายุ 28 ปี และได้มีการศึกษาของ Wang และคณะ ในปี ค.ศ. 2015 ได้รายงานผู้ป่วยอายุ 39 ปี ซึ่งฟันกรามน้อยล่างซี่ที่ 2 มีปลายรากที่ยังเจริญไม่สมบูรณ์และไม่มีชีวิต พบว่าเมื่อติดตามผลการรักษาเป็นเวลา 30 เดือน พบการหายของรอยโรครอบปลายราก แต่ไม่พบการเจริญต่อของรากฟัน อย่างไรก็ตามผู้เขียนได้อธิบายว่าอาจเกิดจากการที่ฟันติดเชื้อมาเป็นระยะเวลานาน (เนื่องจากยังมีการเจริญของรากไม่สมบูรณ์ แสดงว่าต้องเกิดการติดเชื้อมาก่อนอายุประมาณ 12 ปี) (59) และยังไม่มีการศึกษาอื่นๆ ที่พบความสัมพันธ์ จึงยังไม่อาจสรุปได้ว่าอายุเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการรักษาหรือไม่

2.4 เปรียบเทียบผลการรักษาฟันแท้ที่ปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต โดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิด หรือการรักษาโดยรีเจนเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์

มีการศึกษาแบบย้อนหลัง 2 การศึกษา คือการศึกษาของ Jeeruphan และคณะในปี ค.ศ. 2012 (19) และการศึกษาของ Alobaid และคณะ ในปี ค.ศ. 2014 (20) โดยการศึกษาของ Jeeruphan และคณะ ในปี ค.ศ. 2012 มีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในการเหนี่ยวนำให้เกิดแนวกันเนื้อเยื่อแข็งบริเวณปลายราก จำนวน 22 ซี่ มีระยะเวลาติดตามผลเฉลี่ย 21 เดือน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เอ็มทีเอในการเหนี่ยวนำให้เกิดแนวกันเนื้อเยื่อแข็งบริเวณปลายราก จำนวน 19 ซี่ มีระยะเวลาติดตามผลเฉลี่ย 14 เดือน และมีกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการรักษาโดยรีเจนเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ จำนวน 20 ซี่ มีระยะเวลาติดตามผลเฉลี่ย 27 เดือน พบว่าการหายของรอยโรครอบปลายรากของทั้ง 3 วิธีการรักษาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่มีการคงอยู่แตกต่างกัน โดยกลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ มีอัตราการคงอยู่ร้อยละ 77.2 น้อยกว่ากลุ่ม

เอ็มทีเอ ซึ่งมีอัตราการคงอยู่ร้อยละ 95 และกลุ่มที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ซึ่งมีอัตราการคงอยู่ร้อยละ 100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในแง่ของความยาวของรากและความหนาของผนังคลองรากที่เพิ่มขึ้น กลุ่มที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ พบว่ามีความยาวของรากเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.9 และความหนาของผนังคลองรากที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 28.2 ซึ่งมากกว่ากลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และกลุ่มเอ็มทีเอ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นอกจากนี้ ได้มีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอายุ และเพศของผู้ป่วยแต่ไม่พบความสัมพันธ์ (19) ซึ่งอาจต้องหาข้อสรุปจากการศึกษาอื่นๆ ในอนาคต

การศึกษาของ Alobaid และคณะ ในปี ค.ศ. 2014 (20) ได้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ จำนวน 19 ซี่ มีระยะเวลาติดตามผลเฉลี่ย 14.5 เดือน และกลุ่มที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ หรือมีเนอรัลไตรออกไซด์แอกกรีเกต จำนวน 12 ซี่ มีระยะเวลาติดตามผลเฉลี่ย 21.8 เดือน พบว่าทั้ง 2 กลุ่มมีอัตราการคงอยู่ และอัตราความสำเร็จทางคลินิก คือ ฟันยังคงอยู่ในช่องปาก และไม่ต้องได้รับการรักษาใดๆเพิ่ม และความยาวของราก และความหนาของผนังคลองรากที่เพิ่มขึ้น ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Jeeruphan และคณะ ในปี ค.ศ. 2012 ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างของสาเหตุที่ทำให้ฟันตาย โดยการศึกษาของ Alobaid และคณะ ในปี ค.ศ. 2014 ในกลุ่มที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์มีฟันตายจากการได้รับอุบัติเหตุถึงร้อยละ 79 ในขณะที่การศึกษาของ Jeeruphan และคณะในปี ค.ศ. 2012 มีเพียงร้อยละ 35 เนื่องจากอุบัติเหตุต่อฟันที่รุนแรงจะทำลายเยื่อหุ้มรากเฮิร์ตวิก จึงอาจมีผลให้การเจริญของรากต่อไปลดน้อยลง (45) นอกจากนี้การศึกษาของ Alobaid และคณะในปี ค.ศ. 2014 พบว่าคือกลุ่มที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ เกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ถึง 8 ซี่ หรือร้อยละ 42 โดยเกิดการติดสีที่ตัวฟัน เกิดอุบัติเหตุซ้ำ เกิดการติดเชื้อซ้ำ และมี 1 ซี่ที่ฟันแตก จนต้องถอนฟันซี่นั้น ซึ่งมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งมีเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ คือเกิดอุบัติเหตุซ้ำ เพียง 4 ซี่

นอกจากนี้มีการศึกษาของ Nagy และคณะในปี ค.ศ.2014 ทาการศึกษาแบบไปข้างหน้า โดยจะมีกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาโดยการใช้มีเนอรัลไตรออกไซด์แอกกรีเกตเป็นแนวกันบริเวณปลายราก และกลุ่มที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ ติดตามผลการรักษานาน 18 เดือน พบว่าในแง่ของการหายของรอยโรครอบปลายรากไม่แตกต่างกัน สำหรับกลุ่มที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์จะพบความยาวของราก และความหนาของผนังคลองรากที่เพิ่มขึ้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของปลายรากมีขนาดลดลง ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับการรักษาโดยการใช้มีเนอรัล

ไทรออกไซด์แอกกรีเกตเป็นแนวกันบริเวณปลายราก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จะเห็นว่า การศึกษาที่เปรียบเทียบผลการรักษาฟันแท้ที่มีปลายรากเปิด และไม่มีชีวิตโดยการเหนี่ยวนำให้เกิดแนวกันเนื้อเยื่อแข็งบริเวณปลายราก หรือการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ ให้ผลการรักษาที่ไม่สอดคล้องกัน อีกทั้งยังไม่มีการศึกษาใดที่สามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการรักษาได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษา เปรียบเทียบผลการรักษาของฟันแท้ที่มีปลายรากเปิด และไม่มีชีวิต โดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิด หรือการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ รวมถึงวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลการรักษาเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกวิธีการรักษาที่เหมาะสมต่อไป

2.5 การประเมินภาระรังสีในแง่ของการเจริญต่อของรากฟัน

จากการศึกษาผลการรักษาทางภาพรังสี ของฟันแท้ที่มีปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต แบบย้อนหลังของ Bose และคณะในปี ค.ศ. 2009 (60) ซึ่งในการศึกษานี้ ได้แบ่งการรักษาเป็นกลุ่มที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ และกลุ่มควบคุม ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ และกลุ่มที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันแบบธรรมดา โดยได้นำเสนอวิธีการวัดเชิงปริมาณ ในการวัดการเปลี่ยนแปลงความยาว และความหนาของผนังคลองราก โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ image J ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- *ปรับการเปลี่ยนแปลงของภาพที่เกิดจากมุมในการถ่ายภาพรังสี ที่แตกต่างกันระหว่างภาพรังสีก่อนการรักษา และภาพรังสีติดตามผลการรักษา* โดยจะใช้เครื่องมือที่ติดตั้งในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ image J ชื่อว่า TurboReg โดยจะต้องเลือกจุดสังเกต 3 จุด ในภาพภาพรังสีก่อนการรักษา และภาพรังสีติดตามผลการรักษา ซึ่งเป็นจุดที่สามารถระบุได้ง่าย ชัดเจน และไม่เปลี่ยนตำแหน่ง เช่น รอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน (cemento-enamel junction) ขอบของวัสดุบูรณะ ปลายรากฟันซี่ข้างเคียงที่มีการพัฒนาสมบูรณ์แล้ว และไม่มี การเคลื่อนที่ เป็นต้น

- *ปรับเทียบให้เป็นหน่วยมิลลิเมตร* โดยเทียบกับขนาดของภาพรังสี เช่น หากใช้ภาพรังสีสำหรับถ่ายภาพรังสีในช่องปากขนาด 2 จะปรับเทียบกับขนาดภาพรังสีแนวนอนเท่ากับ 31 มิลลิเมตร หรือเทียบกับขนาดภาพรังสีแนวตั้งเท่ากับ 41 มิลลิเมตร

- *วัดความยาวของราก และความหนาของผนังคลองราก* โดยใช้เส้นตรง (straight line) ที่ลากจากรอยต่อระหว่างเคลือบฟัน กับเคลือบรากฟันไปยังบริเวณปลายรากของซี่ฟันที่ทำการวัด ทั้งด้านใกล้กลาง และไกลกลาง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้เป็นค่าความยาวราก สำหรับความหนาของผนังคลองรากวัดที่ตำแหน่ง 2 ใน 3 ของความยาวรากจากรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน ของ

ภาพรังสีก่อนการรักษา โดยจะวัดความกว้างของราก และความกว้างของคลองราก ณ ตำแหน่งนั้น มาลบกัน รายงานข้อมูลเป็นร้อยละของความยาวราก และความกว้างที่เปลี่ยนแปลง โดยในการศึกษานี้จะทำการวัด 2 ครั้ง ห่างกัน 1 สัปดาห์ และนำมาหาค่าเฉลี่ย

ในการศึกษาของ Bose และคณะในปี ค.ศ. 2009 (60) ได้ทำการประเมินความเที่ยงตรงของวิธีการวัดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ image J โดยทางผู้วิจัยทำนายว่า กลุ่มควบคุมจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงของความยาวและความหนาของผนังคลองราก ซึ่งผลการศึกษาพบว่าความยาวรากที่เปลี่ยนแปลง มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ และกลุ่มควบคุม ซึ่งพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงความยาวรากตามที่ทำนายไว้ เช่นเดียวกันกับความหนาของผนังคลองราก ที่พบว่ากลุ่มที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์จะมีความหนาของผนังคลองรากที่มากขึ้น แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ซึ่งพบความแตกต่างภายในกลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยกล่าวว่าอาจเกิดจากการขยายคลองรากฟัน ในกลุ่มที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันแบบธรรมดา ทำให้ความหนาของผนังคลองรากลดลง ซึ่งผลการศึกษา แสดงว่าการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ มีความสามารถในการวัดได้อย่างเที่ยงตรง วิธีวัดนี้จึงได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับผลการรักษาของฟันแท้ที่มีปลายรากเปิด และไม่มีชีวิตโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ (20, 43, 45)

ต่อมา Kahler และคณะในปี ค.ศ. 2014 (46) ได้ทำการศึกษาผลการรักษาของฟันแท้ที่มีปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต โดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ ซึ่งนอกจากจะมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลการรักษาแล้ว ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเที่ยงตรงของวิธีการวัดเชิงปริมาณ ในการวัดการเปลี่ยนแปลงความยาว และความหนาของผนังคลองราก โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามที่ Bose และคณะในปี 2009 ได้นำเสนอไว้ โดยจะนำผลที่ได้จากการวัดเชิงปริมาณ มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการวัดเชิงคุณภาพคือ มีการปิดของปลายรากหรือไม่ และการปิดของปลายรากเกิดขึ้นสมบูรณ์หรือไม่ โดยในการศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบไปข้างหน้า ติดตามผลการรักษาทุก 6 เดือนจนครบ 18 เดือน ในกลุ่มตัวอย่างจะมีฟันหน้าบนจำนวน 13 ซี่ และฟันกรามน้อยล่างจำนวน 3 ซี่ จากผลการศึกษาพบว่าในฟันทั้งหมด 16 ซี่มีเพียง 8 ซี่เท่านั้น ที่สามารถวัดเชิงปริมาณได้ เนื่องจากประสบปัญหาในการเลือกจุดสังเกต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฟันหน้า ซึ่งฟันซี่ข้างเคียงมักจะยังมีปลายรากที่กำลังพัฒนา และฟันมีการซ้อนเกทำให้ไม่สามารถระบุตำแหน่งของรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟันได้ชัดเจน แตกต่างจากในฟันกรามน้อย ที่ฟันกรามซี่ที่หนึ่งขึ้นสู่ช่องปากก่อน และมักมีการพัฒนาของรากที่สมบูรณ์แล้ว ซึ่งในการศึกษาของ Bose และคณะในปี ค.ศ. 2009 ฟันส่วนมากเป็นฟันกรามน้อย และมีฟันที่ถูกคัดออกจากการศึกษาเพียง 6 ซี่จาก 94 ซี่ นอกจากนี้ยังพบว่า แม้ว่าจะเลือกจุดสังเกตอย่างรอบคอบแล้ว แต่บางกรณีภาพที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงของฟันซี่ข้างเคียงที่ไม่ได้รับการรักษาเกินความเป็นไปได้ ในการศึกษานี้ได้ทำการวัดซ้ำ

หลังจากการวัดครั้งแรก 1 สัปดาห์ เมื่อนำมาทดสอบสถิติเพื่อดูความเที่ยงของเครื่องมือ พบว่าความเที่ยงอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งในการศึกษาของ Bose และคณะในปี ค.ศ.2009 ไม่ได้รายงานค่าความเที่ยงของเครื่องมือ (60)

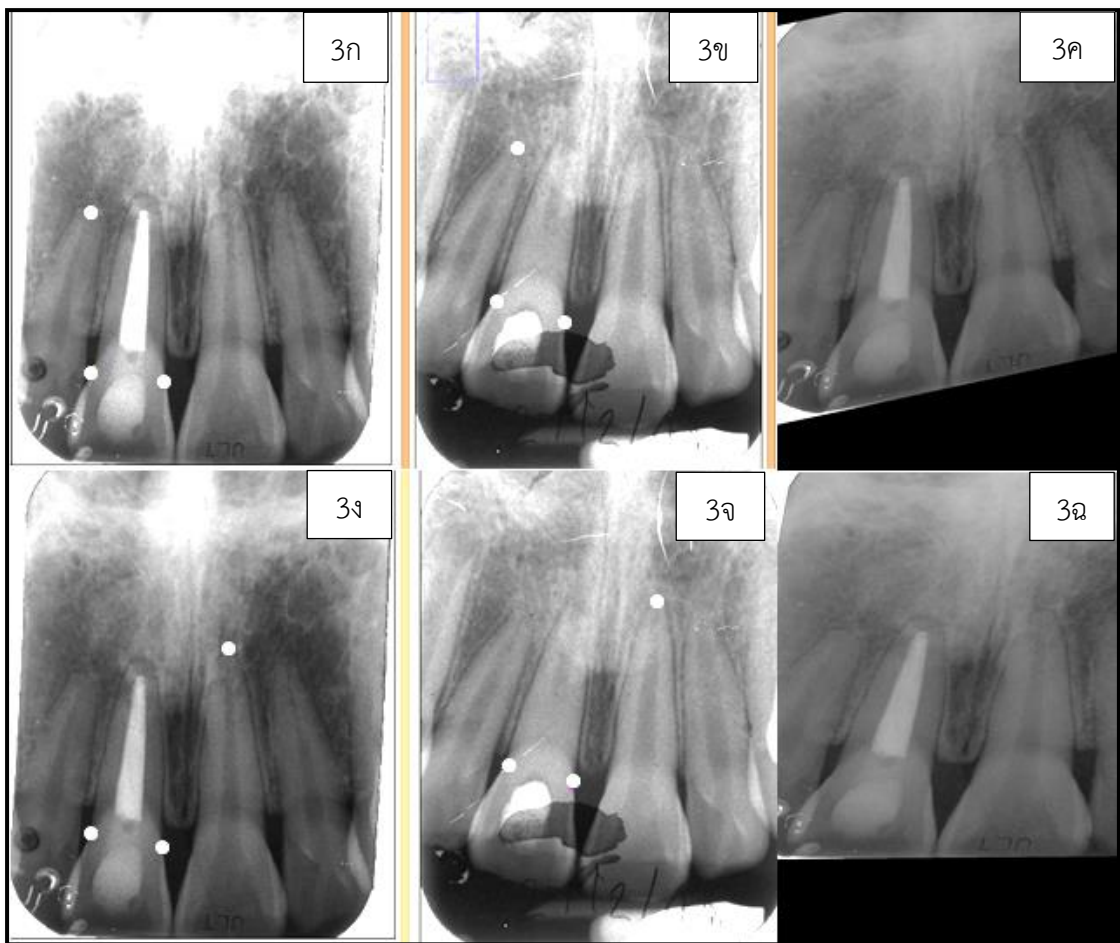
นอกจากนี้การศึกษาของ Kahler และคณะในปี ค.ศ.2014 (46) ได้รายงานกรณีที่ปลายรากมีการปิดมากขึ้น แต่พบความยาวรากลดลงร้อยละ 5 ซึ่งทางผู้วิจัยกล่าวว่าเป็นความผิดพลาดของวิธีการวัด (46)

2.6 ผลการศึกษานำร่องที่คลินิกบัณฑิตศึกษาวิทยาเอ็นโดดอนต์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พบว่าการประเมินภาพถ่ายรังสีในแง่ของการเจริญต่อของรากฟันเชิงปริมาณตามวิธีของ Bose และคณะในปี ค.ศ. 2009 (60) มีปัญหาดังนี้

1. ปัญหาจากการใช้เครื่องมือ TurboReg

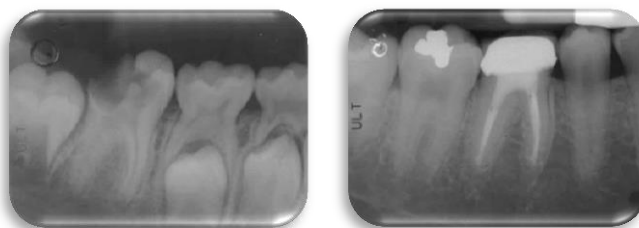
1.1 การใช้เครื่องมือ TurboReg ให้ภาพผลลัพธ์ที่มีขนาด และรูปร่างไม่น่าเชื่อถือ เนื่องจากเมื่อเปลี่ยนจุดสังเกต ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะแตกต่างกันไป ดังแสดงในรูปที่ 3ค และ 3ฉ



รูปที่ 3 แสดงภาพผลลัพธ์ (3ค และ 3ง) จากการใช้เครื่องมือ TurboReg ซึ่งมีความแตกต่างกัน จากการเลือกจุดสังเกตคนละจุด ดังนี้

- รูป 3ก และ 3ข คือภาพรังสีขณะติดตามผลการรักษา และภาพรังสีก่อนการรักษา ตามลำดับ ซึ่งเลือกจุดสังเกต คือรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟันด้านใกล้กลางและไกลกลาง และปลายรากฟันซี่ 12 โดยรูป 3ค คือภาพผลลัพธ์ที่ได้
- รูป 3ง และ 3จ คือภาพรังสีขณะติดตามผลการรักษา และภาพรังสีก่อนการรักษา ตามลำดับ ซึ่งเลือกจุดสังเกต คือรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟันด้านใกล้กลางและไกลกลาง และปลายรากฟันซี่ 21 โดยรูป 3ฉ คือภาพผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งพบว่าได้ภาพที่แตกต่างจากรูป 3ค โดยมีการบิดเบี้ยวของภาพมากกว่า และมีความกว้างในแนวใกล้กลางไกลกลางมากกว่า

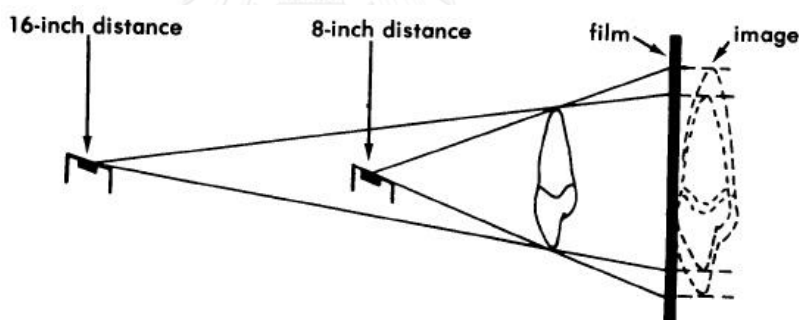
1.2 บางกรณีไม่สามารถเลือกจุดสังเกตได้ เนื่องจากผู้ป่วยเด็กจะมีการเจริญเติบโต และมีการเคลื่อนที่ของฟัน ดังแสดงในรูปที่ 4



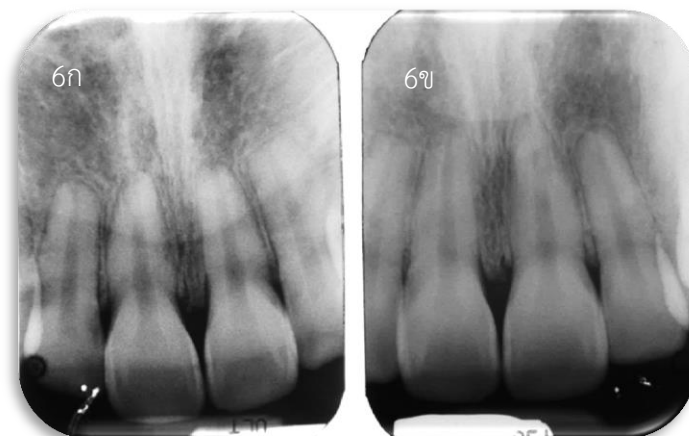
รูปที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงของฟันข้างเคียงทำให้ไม่สามารถเลือกจุดสังเกตได้ โดยภาพซ้ายคือก่อนการรักษา และภาพขวาคือขณะติดตามผลการรักษา

จากปัญหาจากการใช้เครื่องมือ TurboReg ดังที่กล่าวมาข้างต้น ในการศึกษานี้จึงทำการถ่ายภาพรังสีติดตามผลการรักษาให้มีมุมใกล้เคียงภาพรังสีก่อนการรักษามากที่สุดแทนการใช้เครื่องมือ TurboReg

2. ไม่สามารถใช้ขนาดของฟิล์ม มาปรับเทียบกับขนาดของฟันให้เป็นหน่วยมิลลิเมตรได้ เนื่องจากในการถ่ายภาพรังสี ขนาดของฟันที่ได้จะมีกำลังขยายแตกต่างกันขึ้นกับ ระยะของฟันกับฟิล์ม และระบอบรังสี ดังแสดงในรูปที่ 5

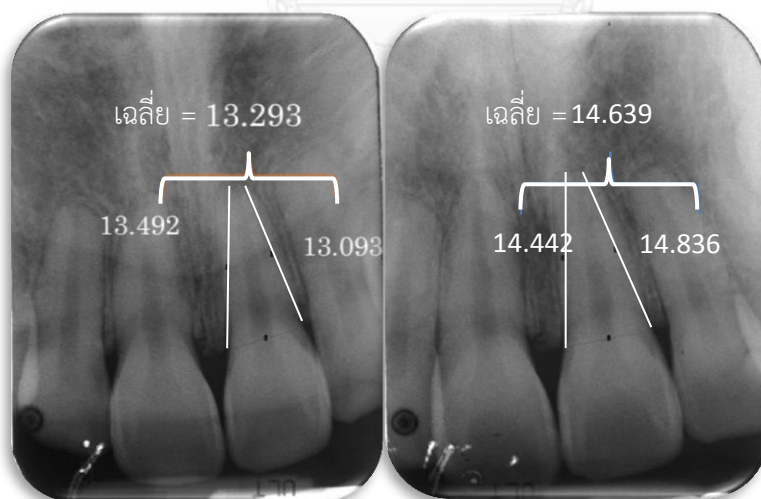


รูปที่ 5 แสดงผลของระยะการวางฟิล์ม และระยะระบอบรังสีต่อขนาดภาพที่ได้



รูปที่ 6 แสดงภาพรังสีที่ถ่ายจากฟันซี่เดียวกัน แต่ระยะห่างระหว่างกระดูกซี่กับฟันต่างกัน พบว่าฟันในภาพรังสี 6ก และ 6ข ฟันมีขนาดแตกต่างกัน โดยรูป 6ก กระดูกซี่จะมีระยะห่างจากฟันมากกว่า ภาพที่ได้จึงขยายน้อยกว่าภาพ 6ข

โดยเมื่อวัดความยาวรากฟันจากภาพรังสีในรูป 6ก และ 6ข พบว่ามีความยาวรากแตกต่างกัน ดังรูปที่ 7

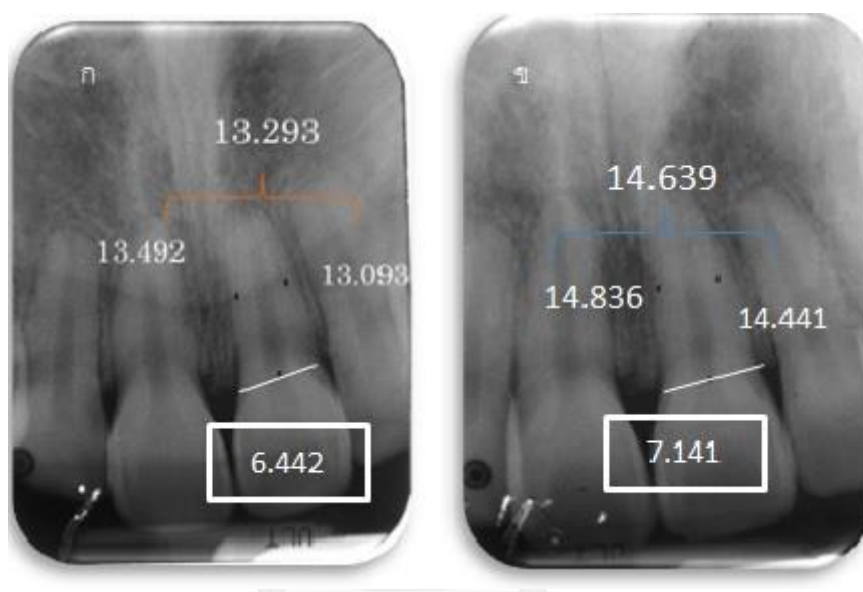


รูปที่ 7 แสดงผลของระยะห่างระหว่างกระดูกซี่กับฟันที่แตกต่างกันต่อการวัดความยาวรากฟัน โดยทำให้วัดความยาวรากของฟันซี่เดียวกันได้แตกต่างกัน

โดยคำนวณร้อยละของความยาวรากฟันที่แตกต่างกัน = $(14.639 - 13.293) / 14.639 \times 100 = 9.195$ แสดงว่าความยาวของรากฟันในภาพรังสี 2 ภาพที่มีระยะการวางกระดูกซี่กับฟันต่างกัน

จะมีความแตกต่างกันได้ถึงร้อยละ 9.195 (ทั้งที่ภาพรังสี 2 ภาพถ่ายจากฟันซี่เดียวกัน ดังนั้นความยาวของรากจะต้องเท่ากัน)

ดังนั้นจึงต้องมีการปรับกำลังขยายของภาพให้เท่ากัน โดยคำนวณจากระยะคงที่ คือ ความกว้างของคอฟันในแนวใกล้กลางไกลกลางบริเวณรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน (cemento-enamel junction) เนื่องจากฟันในการศึกษานี้ การสร้างส่วนของตัวฟัน (crown) เสร็จสมบูรณ์ตั้งแต่ก่อนการรักษา ดังนั้นความกว้างบริเวณคอฟันจึงไม่เปลี่ยนแปลง แม้มีการเจริญต่อของรากฟัน ความกว้างที่วัดได้แตกต่างกันจึงเกิดจากกำลังขยายของภาพที่ต่างกัน ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงการวัดความกว้างของคอฟันบริเวณรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน ซึ่งได้ค่าดังในกรอบสี่เหลี่ยม

นำความกว้างของคอฟันที่ได้มาคำนวณกำลังขยาย โดยภาพ ก. มีกำลังขยายเป็น $6.442 / 7.141 = 0.9$ เท่าของภาพ ข.

ปรับความยาวของรากที่วัดได้จากภาพรังสี ข. ให้มีกำลังขยายเท่าภาพรังสี ก. โดยการคูณกำลังขยาย = $14.639 * 0.9 = 13.175$

ดังนั้นค่าความยาวรากของภาพรังสี ข. (เมื่อปรับกำลังขยายให้เท่ากับภาพ ก. แล้ว) จะเท่ากับ 13.175

- คำนวณร้อยละของความยาวรากฟันที่แตกต่างกัน ดังนี้

$(13.293 - 13.175) / 13.293 \times 100 = 0.8$ แสดงว่าความยาวของรากแตกต่างกันเพียงร้อยละ 0.88

จากตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นว่าการคำนวณกำลังขยายของภาพช่วยลดความแตกต่างของความยาวรากฟัน ที่เกิดจากกระบวนการถ่ายภาพรังสี (ระยะของฟันกับฟิล์ม และกระบอกรังสี) ลงได้ ซึ่งจะมีประโยชน์ในการวิเคราะห์การเจริญต่อของรากฟันโดยการวัดความยาวและความหนาของผนังคลองรากฟันในภาพรังสีก่อนการรักษา และภาพรังสีติดตามผลการรักษาแล้วนำมาคำนวณร้อยละที่เปลี่ยนแปลงไป การคำนวณปรับกำลังขยายของภาพรังสีให้เท่ากันก่อนนี้ จะช่วยลดความแตกต่างของความยาวและความหนาของผนังคลองรากฟันที่เกิดจากกระบวนการถ่ายภาพรังสีลงได้



บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาย้อนหลัง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากระเบียนประวัติผู้ป่วย ที่ได้รับการรักษาฟันแท้ที่มีปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต (non-vital immature tooth) โดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ และการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ โดยนิสิตบัณฑิตศึกษา ภายใต้การควบคุมของอาจารย์ ที่คลินิกบัณฑิตศึกษาวิทยาเอ็นโดดอนต์ ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 เป็นต้นไป

เกณฑ์ในการคัดเลือกเข้า

- ฟันแท้ที่มีปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต (non-vital immature tooth) ที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอหรือการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์
- มีภาพรังสีก่อนการรักษาและภายหลังการรักษา ภาพรังสีมีคุณภาพดีสามารถเห็นปลายรากฟันชัดเจน
- มีข้อมูลประวัติการรักษาที่บันทึกครบถ้วน

เกณฑ์ในการคัดออก

- มีข้อมูลการรักษาและภาพรังสีไม่ครบหรือคุณภาพไม่ดี
- ภาพรังสีก่อนการรักษาแสดงว่า มีการละลายภายในหรือภายนอกคลองราก
- กระดูกรอบรากฟันและอวัยวะปริทันต์มีการสูญเสียอย่างมาก

ผู้ป่วยที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือกเข้าจะถูกติดต่อทางโทรศัพท์ หรือทางไปรษณีย์โดยจะมีการชี้แจงข้อมูลรายละเอียดของการศึกษา เพื่อการพิจารณายินยอมมารับการติดตามผล โดยผู้วิจัยสัญญาว่าจะทำการบันทึกข้อมูลผู้ป่วยในรูปแบบที่ไม่สามารถติดตามถึงตัวผู้ป่วยได้และจะเก็บข้อมูลของผู้ป่วยไว้เป็นความลับ หากผู้ป่วยยินยอมเข้าร่วมการศึกษาจะมีการลงนามยินยอมและชี้แจงรายละเอียดของการศึกษาเป็นลายลักษณ์อักษรอีกครั้ง ในวันที่มารับการตรวจเพื่อติดตามผลการรักษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection)

1. ข้อมูลก่อนการรักษา (preoperative data) ประกอบด้วย

- ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป ได้แก่ อายุ เพศ
- ข้อมูลเกี่ยวกับการรักษา ได้แก่ ซี่ฟันที่ทำการรักษา สาเหตุที่ทำให้เกิดฟันตาย ระดับการสร้างรากฟัน (Cvek's stage of root development) สถานะของเนื้อเยื่อรอบปลายรากก่อนได้รับการรักษา (periapical status)

2. ข้อมูลการติดตามผลการรักษา (recall examination)

ข้อมูลการติดตามผลการรักษา ได้แก่ อาการและอาการแสดง (clinical signs and symptoms) ชนิดและคุณภาพของวัสดุบูรณะฟัน สถานะของอวัยวะปริทันต์ (Periodontal status) สถานะของเนื้อเยื่อรอบปลายราก (periapical status)

การประเมินภาพรังสี (Radiographic Examination)

การประเมินภาพรังสีก่อนการรักษา และติดตามผลการรักษา ทำโดยตรงผ่านกล้องอ่านฟิล์มเอ็กซเรย์ภายใต้สถานะที่มีแสงสว่างผ่านน้อยที่สุด หลังจากนั้นนำภาพรังสี มาสแกนด้วย Epson Perfection 4490 Photo Scanner บันทึกภาพไฟล์เป็น JPEG format แสดงภาพด้วย Image J software (version 1.48; National Institutes of Health, Bethesda, MD) เพื่อให้สามารถวัดความยาวของราก (root length) ความหนาของผนังคลองราก และขนาดของรอยโรครอบปลายรากของแต่ละซี่ได้ การประเมินทำโดยนิสิตบัณฑิตศึกษาศาสาวิชาวิทยาเอ็นโดดอนต์ 2 คน ถ้าผลไม่ตรงกันก็จะตรวจซ้ำและนำมาหาข้อสรุปร่วมกัน แต่ถ้าหาข้อสรุปไม่ได้ก็จะไม่นำตัวอย่างนั้นเข้ามาศึกษา

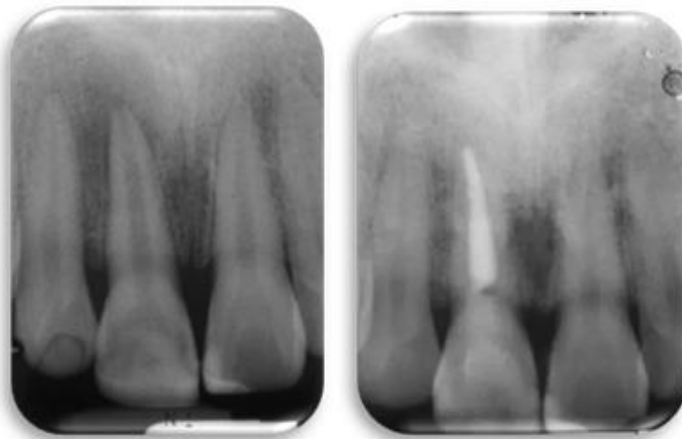
ปัจจัยที่ประเมินจากภาพรังสี (radiograph) ได้แก่

- ระดับการสร้างรากฟัน แบ่งตามการศึกษา Cvek ในปี ค.ศ. 1992 (Cvek 1992)
- รอยโรครอบปลายราก
- ร้อยละของความยาวของรากฟันที่เปลี่ยนแปลง โดยมีวิธีดังนี้
 - เลือกใช้ภาพรังสีก่อนการรักษาและติดตามผลการรักษา ที่มีมุมในการถ่ายภาพใกล้เคียงกันที่สุด
 - วัดความยาวของรากฟันโดยใช้เส้นตรง (straight line) ที่ลากจากรอยต่อระหว่างเคลือบฟันกับเคลือบรากฟันไปยังบริเวณปลายรากของซี่ฟันที่ทำการวัด ทั้งด้านใกล้กลางและไกลกลาง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้เป็นค่าความยาวราก

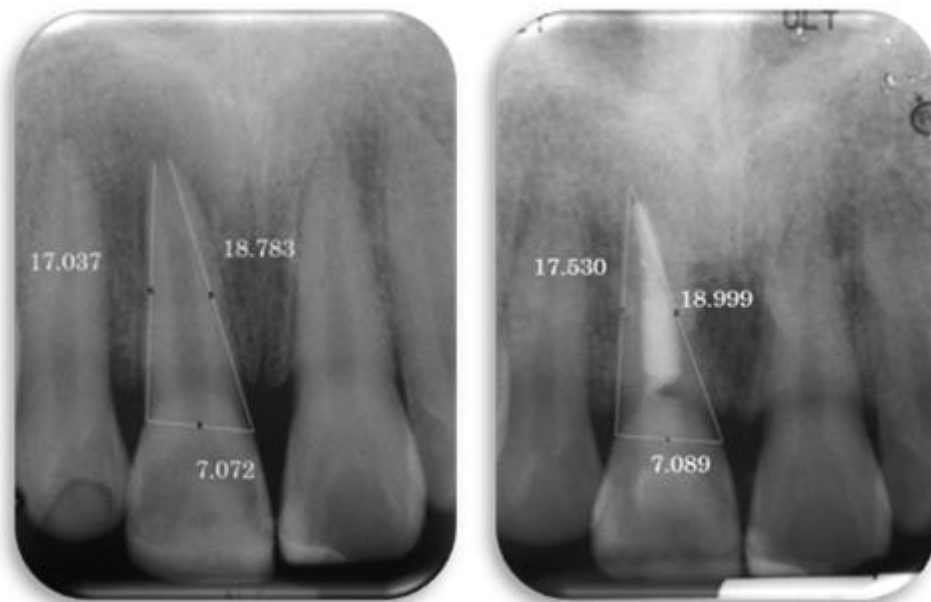
- คำนวณกำลังขยายที่แตกต่างกันของภาพรังสีก่อนการรักษา และภาพรังสีขณะติดตามผลการรักษา โดยใช้ความกว้างของคอฟันบริเวณรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน (cemento-enamel junction) ที่แตกต่างกันของทั้งสองภาพมาคำนวณ
 - นำค่าความยาวของรากฟันที่วัดได้ มาปรับกำลังขยายของภาพให้เท่ากัน
 - นำค่าที่ได้จากการปรับกำลังขยายแล้ว มาคำนวณหาร้อยละการเปลี่ยนแปลง
- ร้อยละของความหนาของผนังคลองรากฟันที่เปลี่ยนแปลง โดยมีวิธีดังนี้
- วัดความกว้างของคลองรากฟัน และความกว้างของรากฟัน ทั้งภาพรังสีก่อนการรักษา และภาพรังสีติดตามผลการรักษา ที่ตำแหน่ง 2 ใน 3 ของความยาวรากจากรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟันของภาพรังสีก่อนการรักษา
 - นำค่าความกว้างของคลองรากฟัน และความกว้างของรากฟันมาหักกลับกัน จะได้ค่าความหนาของผนังคลองรากฟัน
 - นำค่าความหนาของผนังคลองรากฟันที่ได้ มาปรับกำลังขยายของภาพให้เท่ากัน
 - นำค่าที่ได้จากการปรับกำลังขยายมาคำนวณหาร้อยละการเปลี่ยนแปลง

ตัวอย่าง

- หาร้อยละของความยาวรากฟันที่เปลี่ยนแปลง



รูปที่ 9 แสดงภาพรังสีก่อนการรักษา และภาพรังสีขณะติดตามผลการรักษา



รูปที่ 10 แสดงการวัดความยาวของรากฟัน และความกว้างของคอฟันบริเวณรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน (cemento-enamel junction)

- วัดความยาวของรากฟันโดยใช้เส้นตรง (straight line) ที่ลากจากรอยต่อระหว่างเคลือบฟัน กับเคลือบรากฟันไปยังบริเวณปลายรากของซี่ฟันที่ทำกรวัด ทั้งด้านใกล้กลาง และไกลกลาง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้เป็นค่าความยาวราก ซึ่งในตัวอย่างนี้

$$\text{ความยาวรากฟันก่อนการรักษา} = (17.037 + 18.783) / 2 = 17.91$$

$$\text{ความยาวรากฟันขณะติดตามผลการรักษา} = (17.530 + 18.999) / 2 = 18.265$$

- คำนวณกำลังขยายที่แตกต่างกัน โดยใช้ความกว้างของคอปที่แตกต่างกัน ดังนี้

กำลังขยายของภาพรังสีก่อนการรักษาเป็น $7.072/7.089 = 0.998$ เท่าของภาพรังสีติดตามผลการรักษา

- นำค่าความยาวรากฟันขณะติดตามผลการรักษา มาปรับกำลังขยายของภาพให้เท่ากับภาพรังสีก่อนการรักษา ดังนี้ $18.265 \times 0.998 = 18.221$ นั่นคือ ความยาวรากขณะติดตามผลการรักษาเมื่อปรับกำลังขยายของภาพให้เท่ากับภาพรังสีก่อนการรักษา จะเท่ากับ 18.228

- นำค่าที่ได้จากการปรับมาตราส่วนมาคำนวณหาร้อยละการเปลี่ยนแปลง คำนวณดังนี้

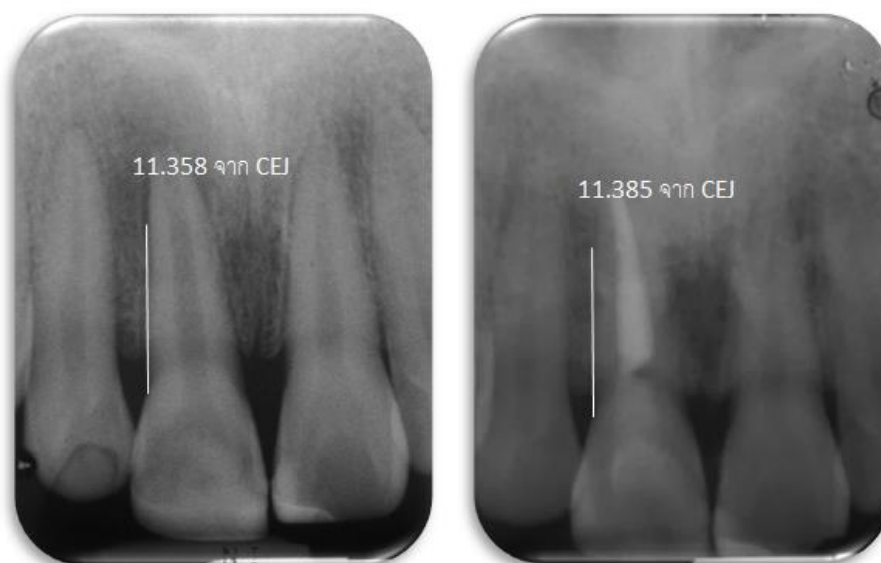
$$(18.228 - 17.91)/17.91 \times 100 = 1.776$$

ดังนั้นจะได้ร้อยละของความยาวรากที่เปลี่ยนแปลงเท่ากับ ร้อยละ 1.776

○ หาร้อยละของความหนาของผนังคลองรากฟันที่เปลี่ยนแปลง

- ทำการวัดความกว้างของคลองรากฟัน และความกว้างของรากฟัน ทั้งภาพรังสีก่อนการรักษา และภาพรังสีติดตามผลการรักษา ที่ตำแหน่ง 2 ใน 3 ของความยาวรากจากรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟันของภาพรังสีก่อนการรักษา โดยเริ่มจากหาตำแหน่งที่จะทำการวัด คือ 2 ใน 3 ของความยาวรากจากรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน ของภาพรังสีก่อนการรักษา ซึ่งในภาพรังสีขณะติดตามผลการรักษา จะต้องนำค่านี้นำมาคำนวณปรับกำลังขยายของภาพ เพื่อให้วัดในตำแหน่งเดียวกัน ดังรูปที่

11



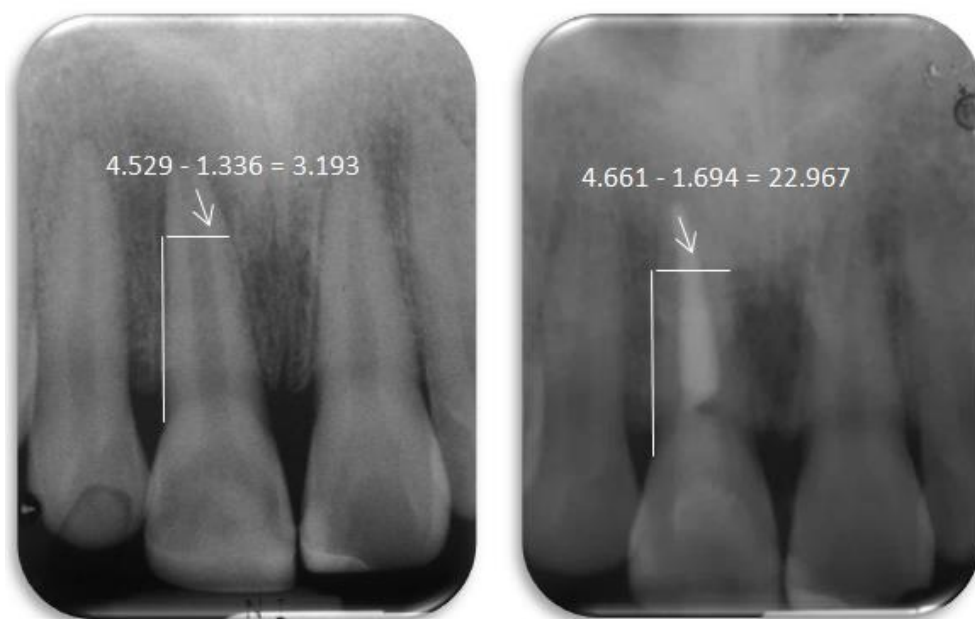
รูปที่ 11 แสดงตำแหน่งที่ใช้ในการวัดความหนาของผนังคลองรากฟัน

โดยต้องการให้ตำแหน่งที่ใช้วัดในภาพรังสีก่อนการรักษา และภาพรังสีติดตามผลการรักษาเป็นตำแหน่งเดียวกัน คือ 2/3 ของความยาวรากฟันก่อนการรักษา เพื่อให้สามารถนำมาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้

ตำแหน่งที่ใช้วัดในภาพรังสีก่อนการรักษา คือ 2/3 ของความยาวรากฟันก่อนการรักษา คือ $17.037 \times \frac{2}{3} = 11.358$

ตำแหน่งที่ใช้วัดในภาพรังสีติดตามผลการรักษา คือ ตำแหน่งเดียวกันกับภาพรังสีก่อนการรักษา ซึ่งนำมาคำนวณกำลังขยายของภาพ โดยใช้ความกว้างของคอฟันที่แตกต่างกัน ดังนี้ กำลังขยายของภาพรังสีติดตามผลการรักษาเป็น $7.089/7.072 = 1.002$ เท่าของภาพรังสีก่อนผลการรักษา ดังนั้นตำแหน่งที่ใช้วัดความหนาของผนังคลองรากฟันในภาพรังสีติดตามผลการรักษา คือ $11.358 \times 1.002 = 11.385$

วัดความหนาของผนังคลองรากฟัน โดยวัดความกว้างของรากฟันลบด้วยความกว้างของคลองรากฟันในตำแหน่งดังกล่าว ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 แสดงการวัดความหนาของผนังคลองรากฟัน

- นำค่าความหนาของผนังคลองรากฟันของภาพรังสีติดตามผลการรักษาที่ได้ มาปรับกำลังขยายของภาพให้เท่ากับภาพรังสีก่อนการรักษา ดังนี้ $2.967 * 0.998 = 2.961$

- นำค่าที่ได้มาคำนวณหาร้อยละการเปลี่ยนแปลง คำนวณดังนี้

$$((2.961 - 3.193) / 3.193) \times 100 = -7.266$$

ดังนั้นจะได้ร้อยละของความหนาของผนังคลองรากที่เปลี่ยนแปลงเท่ากับ ร้อยละ -7.266

การประเมินความสำเร็จของการรักษา (treatment outcomes)

1. ในแง่ของการหายของรอยโรครอบปลายราก และการคงอยู่ของฟันในช่องปาก ดัดแปลงจากการศึกษาของ Friedman และ Mor ในปี ค.ศ. 2004 (61) ดังนี้

- สำเร็จ (success) : ทั้งทางคลินิกและทางภาพรังสีแสดงลักษณะปกติ หรือลักษณะทางคลินิกปกติ ร่วมกับรอยโรครอบรากฟันมีขนาดเล็กลง

- ล้มเหลว (failure) : รอยโรครอบรากฟันขนาดไม่เปลี่ยนแปลง หรือรอยโรคเกิดขึ้นใหม่ ลักษณะทางคลินิกอาจปกติ หรือมีอาการหรืออาการแสดงทางคลินิก

- การคงอยู่ (functional retention) : ลักษณะทางคลินิกปกติ

2. ในแง่ของความยาวของราก และความหนาของผนังคลองรากที่เพิ่มขึ้น นำค่าความยาวราก และความหนาของผนังคลองรากที่วัดได้มาคำนวณร้อยละที่เปลี่ยนแปลง

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ความสำเร็จในแง่ของการหายของรอยโรครอบปลายราก และการคงอยู่ของฟันในช่องปาก ใช้การวิเคราะห์ระยะปลอดเหตุการณ์ (survival analysis) โดยใช้ log rank test ในการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ และการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ และวิเคราะห์ปัจจัยที่อาจมีผลต่อการรักษาโดย cox regression analysis สำหรับความสำเร็จในแง่ของความยาวของราก และความหนาของผนังคลองรากที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการแจกแจงของข้อมูลไม่ปกติ ใช้สถิติทดสอบมันน์-วิทนียู (mann-whitney U test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอสรุ่น 22.0 (SPSS for windows version 22) ในการคำนวณ



บทที่ 4

ผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การรวบรวมผู้ป่วยเพื่อเข้าร่วมงานวิจัย

จากการสืบค้นเวชระเบียนผู้ป่วยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึงปี พ.ศ. 2558 พบผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาฟันแท้ที่มีปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต (non-vital immature tooth) โดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ หรือการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ จำนวน 72 คน มีฟันที่ได้รับการรักษาทั้งหมด 75 ซึ่ง โดยสามารถติดต่อผู้ป่วยได้ 44 คน ผู้ป่วยทุกคนยินยอมเข้าร่วมการวิจัย โดยมีผู้ป่วย 42 คน ซึ่งมีฟันที่ได้รับการรักษา 43 ซึ่ง มารับการตรวจเพื่อติดตามผลการรักษา (อัตราการติดตามผลการรักษาร้อยละ 57.33) โดยเป็นฟันที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอจำนวน 26 ซึ่งมีระยะเวลาติดตามผลการรักษา 12-96 เดือน และเป็นฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์จำนวน 17 ซึ่งมีระยะเวลาติดตามผลการรักษา 25-93 เดือน นอกจากนี้มีผู้ป่วยอีก 2 คน ซึ่งมีฟันที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอจำนวน 3 ซึ่ง ไม่สะดวกมารับการตรวจเพื่อติดตามผลการรักษา โดยผู้ป่วยให้ข้อมูลว่าฟันที่ได้รับการรักษาสามารถใช้งานได้ดี และไม่มีอาการใดๆ

4.2 ลักษณะของผู้ป่วยที่เข้าร่วมงานวิจัย

สำหรับเพศ อายุขณะรับการรักษา สาเหตุที่ทำให้ฟันไม่มีชีวิต ระยะการสร้างรากฟันตามการแบ่งของ Cvek (22) สภาพของเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันก่อนการรักษา การบูรณะฟันภายหลังการรักษา แสดงในตารางที่ 3 โดยผู้ป่วยมีอายุขณะรับการรักษาทั้งกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ และรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ 8-46 ปี (ค่ามัธยฐาน 13 ปี) ฟันไม่มีชีวิตจากการได้รับอุบัติเหตุร้อยละ 46.51 จากการแตกของปุ่มฟันเกินร้อยละ 41.86 และจากฟันผุร้อยละ 11.63 ระดับการสร้างรากฟันตามการแบ่งของ Cvek ขณะรับการรักษาส่วนมากคือร้อยละ 72.09 เป็นระดับ 4 นอกจากนี้เป็นฟันที่มีการสร้างรากในระดับ 2 และ 3 ซึ่งมีทั้งหมด 12 ซึ่ง โดยส่วนมากคือ 8 ซึ่ง จะได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ สำหรับสภาพของเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันก่อนได้รับการรักษาส่วนมากคือ Asymptomatic apical periodontitis และ Chronic apical abscess ร้อยละ 46.51 และร้อยละ 39.53 ตามลำดับ สำหรับการบูรณะฟันที่ตรวจพบขณะติดตามผลการรักษา ในกลุ่มฟันที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ ได้รับการบูรณะด้วยครอบฟัน 3 ซึ่ง และวัสดุอุดเรซินคอมโพสิตจำนวน 23 ซึ่ง ในกลุ่มฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟ

เอ็นโดดอนติกส์ได้รับการบูรณะด้วยครอบฟัน 1 ซี่ และวัสดุอุดเรซินคอมโพสิตจำนวน 15 ซี่ และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน (ฟลูอิทุแอลซี) จำนวน 1 ซี่

4.3 ความน่าเชื่อถือภายในและระหว่างผู้ประเมิน

ในการวัดร้อยละความยาว และความหนาของผนังคลองรากที่เปลี่ยนแปลงไป พบว่าค่าความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้ประเมิน (intraclass correlation coefficient) อยู่ที่ 0.998 และ 0.981 ตามลำดับและระหว่างผู้ประเมินอยู่ที่ 0.996 และ 0.997 ตามลำดับ ซึ่งมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดี (excellent reliability) สำหรับการอ่านภาพรังสีเกี่ยวกับระยะเวลาสร้างรากฟันและการเปลี่ยนแปลงของขนาดของรอยโรครอบปลายราก เมื่อพิจารณาจากค่าแคปปา (Kappa) พบว่าอยู่ในระดับดี เช่นเดียวกัน (Kappa = 0.99; perfect agreement)

4.4 การรักษาทางคลินิกและทางภาพรังสีในแง่ของการหายของรอยโรครอบปลายรากและการคงอยู่ในช่องปาก

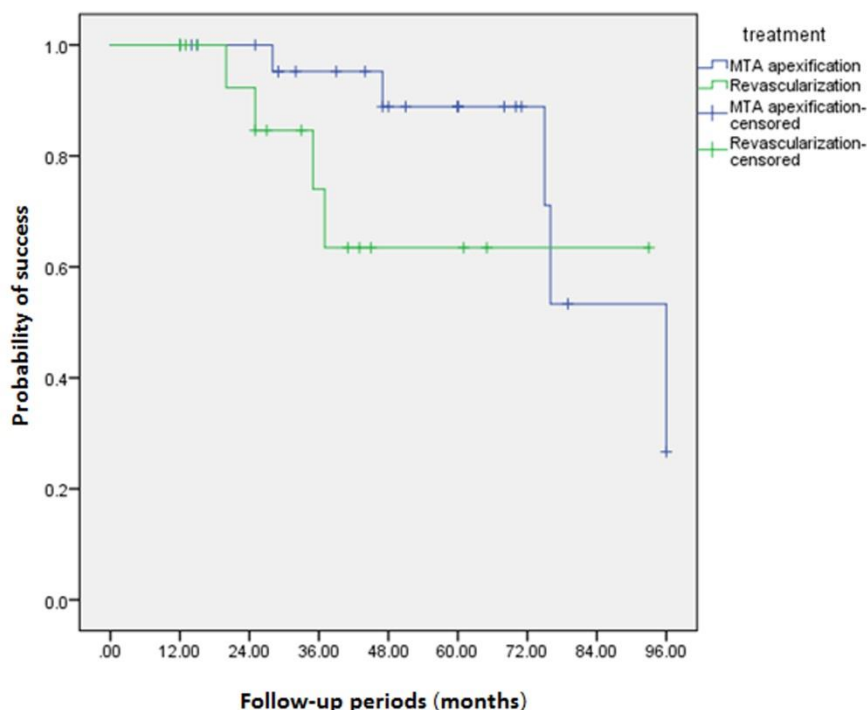
การรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ และการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์มีอัตราความสำเร็จร้อยละ 80.77 และ 76.47 ตามลำดับ และมีอัตราการคงอยู่ในช่องปากร้อยละ 82.76 และ 88.24 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 13 แสดงตัวอย่างฟันที่ได้รับการรักษาโดนกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ ฟันซี่ 45 ภาพซ้าย คือ ภาพรังสีก่อนการรักษา และภาพขวา คือ ภาพรังสีขณะติดตามผลการรักษาเป็นเวลา 68 เดือน โดยพบการหายของรอยโรคปลายราก และพบการปิดของปลายรากได้ต่อเอ็มทีเอ

4.5 ลักษณะของฟันที่ประสบความล้มเหลว

ฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ พบว่าประสบความล้มเหลว 4 ซี่ โดยเกิดจากการติดเชื้อภายหลังการรักษาคลองรากฟัน ซึ่ง 1 ซี่มีการรั่วซึมของวัสดุบูรณะส่วนตัวฟัน ที่อาจเป็นช่องทางให้เชื้อโรคซึมผ่านเข้าสู่คลองรากฟันและเนื้อเยื่อรอบปลายราก (reinfection) ในขณะที่อีก 3 ซี่ไม่พบการรั่วซึมของวัสดุบูรณะส่วนตัวฟัน ดังนั้นอาจเกิดจากการติดเชื้อที่คงอยู่เดิม (persistent infection) เมื่อพิจารณาจากกราฟแคปแลนไมเออร์ (Kaplan Meier plot) (รูปที่ 14) พบว่าจะพบความล้มเหลวได้ในช่วงก่อน 40 เดือนหลังการรักษา สำหรับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ พบว่าประสบความล้มเหลว 5 ซี่ โดย 2 ซี่ถูกถอนเนื่องจากตัวฟันและรากฟันเกิดการแตกหัก (crown-root fracture) จนไม่สามารถทำการบูรณะได้ อีก 1 ซี่เกิดการแตกของรากฟันในแนวขวาง (Horizontal root fracture) และอีก 2 ซี่เกิดการแตกของรากฟันในแนวตั้ง (vertical root fracture) ลักษณะของฟันที่ประสบความล้มเหลวในการรักษาแสดงในตารางที่ 5

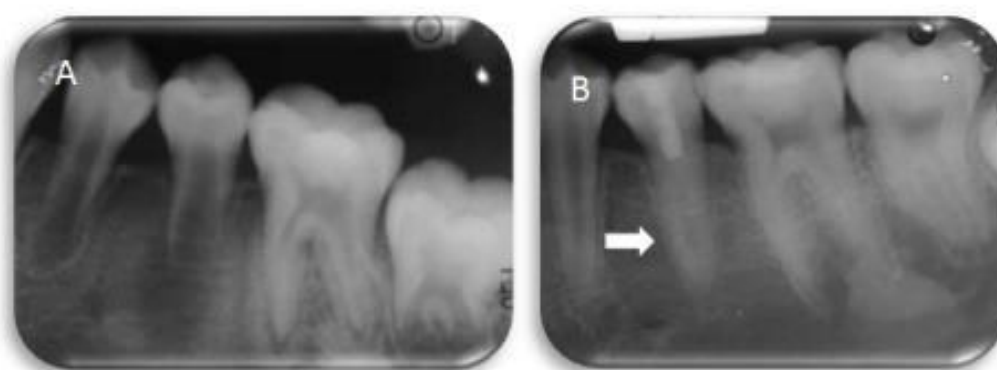


รูปที่ 14 กราฟแคปแลนไมเออร์ (Kaplan Meier plot) แสดงโอกาสในการประสบความสำเร็จตามช่วงเวลาติดตามผลการรักษาต่างๆ

4.6 ผลการรักษาในแง่ของการเจริญต่อของรากฟัน

ฟันที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ และการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ มีร้อยละของความหนาของผนังคลองรากฟันที่เปลี่ยนแปลงไปเฉลี่ย -3.30 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.14) และ 13.75 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 19.91) ตามลำดับ เนื่องจากข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติ จึงใช้สถิติทดสอบแมนวิทนี (Mann-whitney U test) พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.005$) สำหรับร้อยละของความยาวรากฟันที่เปลี่ยนแปลงไปเฉลี่ย 8.55 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.97) และ 9.51 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 18.14) ตามลำดับ โดยข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติ จึงใช้สถิติทดสอบแมนวิทนี (Mann-whitney U test) พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4

อย่างไรก็ตามในกลุ่มฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ พบว่ามีความหลากหลายของการเจริญต่อของรากฟัน ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยพบร้อยละของความยาวรากฟันที่เปลี่ยนแปลงไปตั้งแต่ -4.36 ถึง 57.69 โดยเฉพาะในกลุ่มฟันที่มีระดับการสร้างรากฟันก่อนการรักษา ระดับ 2 และ 3 ซึ่งมีทั้งหมด 8 ซี่ โดย 2 ซี่มีการเจริญต่อของรากฟันจนสมบูรณ์ (มีระดับการสร้างราก ระดับ 5) (รูปที่ 15) และมีร้อยละของความยาวรากฟันที่เปลี่ยนแปลงไป 57.69 และ 44.05 ในขณะที่อีก 6 ซี่มีร้อยละของความยาวรากฟันที่เปลี่ยนแปลงไป -2.97 ถึง 4.87 และไม่พบการเจริญต่อของรากฟันจนสมบูรณ์ นอกจากนี้ในกลุ่มฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ มีจำนวน 4 ซี่ ที่เกิดการเกาะของแคลเซียมภายในคลองรากฟัน (intracanal calcification) จนไม่สามารถเห็นคลองรากฟันจากภาพรังสีได้



รูปที่ 15 แสดงการหายของรอยโรครอบปลายราก และการเจริญต่อของรากจนสมบูรณ์ของฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์

4.7 ปัจจัยที่อาจมีผลต่อการรักษา

เมื่อทำการวิเคราะห์หาปัจจัยที่อาจมีผลต่อผลการรักษา ได้แก่ เพศ อายุ (แบ่งเป็นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 15 ปี และมากกว่า 15 ปี) สาเหตุที่ทำให้ฟันไม่มีชีวิต ระยะการสร้างรากฟันตาม Cvek (แบ่งเป็นระยะที่ 2, 3 และระยะที่ 4) สภาพของเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันก่อนรับการรักษา และการบูรณะภายหลังการรักษา โดยจากการวิเคราะห์ความถดถอยแบบคอกซ์ (cox regression) พบว่าไม่มีปัจจัยใด ที่มีผลต่อผลการรักษาอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 3



ตัวแปร	กระบวนการ เหนี่ยวนำ ให้ปลายรากปิด ด้วยเอ็มทีเอ ซี่ (ร้อยละ)	รีเจเนอเรทีฟ เอ็นโดดอนติกส์ ซี่ (ร้อยละ)	รวม ซี่ (ร้อยละ)	ประสบ ความสำเร็จ ซี่ (ร้อยละ)	P- value
เพศ					
ชาย	12 (46.15%)	7 (41.18%)	19 (44.19%)	16 (84.21%)	0.622
หญิง	14 (53.85%)	10 (58.82%)	24 (55.81%)	18 (75%)	
อายุ					
≤15	17 (65.38%)	14 (82.4%)	31 (72.09%)	25 (80.65%)	0.686
>15	9 (34.62%)	3 (17.6%)	12 (27.91%)	9 (75%)	
สาเหตุที่ทำให้ฟันไม่มีชีวิต					
อุบัติเหตุ	15 (57.69%)	5 (29.41%)	20 (46.51%)	17 (85%)	0.292
การแตกของปุ่มฟันเกิน	8 (30.77%)	10 (58.82%)	18 (41.86%)	13 (72.22%)	
ฟันผุ	3 (11.54%)	2 (11.76%)	5 (11.63%)	4 (80%)	
ระดับการสร้างรากตาม Cvek					
ระดับ 2,3	4 (15.38%)	8 (47.06%)	12 (27.91%)	10 (83.33%)	0.594
ระดับ 4	22 (84.62%)	9 (52.94%)	31 (72.09%)	24 (77.42%)	
สภาวะเนื้อเยื่อรอบปลายราก ก่อนการรักษา					
Asymptomatic apical periodontitis	15 (57.69%)	5 (29.41%)	20 (46.51%)	16 (80%)	0.908
Symptomatic apical periodontitis	2 (7.69%)	1 (5.88%)	3 (6.98%)	3 (100%)	
Acute apical abscess	2 (7.69%)	1 (5.88%)	3 (6.98%)	3 (100%)	
Chronic apical abscess	7 (26.92%)	10 (58.82%)	17 (39.53%)	12 (70.59%)	
การบูรณะภายหลังการรักษา					
อุดฟัน	23 (88.46%)	16 (94.12%)	39 (90.70%)	31 (79.49%)	0.453
ครอบฟัน	3 (11.54%)	1 (5.88%)	4 (9.30%)	3 (75%)	

ตารางที่ 3 แสดงลักษณะของฟันในการศึกษา

ตัวแปร	กระบวนการ		รวม
	เหนียวนำ ให้ปลายรากปิด ด้วยเอ็มทีเอ	รีเจเนอเรทีฟ เอ็นโดดอนติกส์	
ความสำเร็จ จำนวนซี่ (ร้อยละ)	21/26 (80.77)	13/17 (76.47)	34/43 (79.07)
ความล้มเหลว จำนวนซี่ (ร้อยละ)	5/26 (19.23)	4/17 (23.53)	9/43 (20.93)
การคงอยู่ในช่องปาก จำนวนซี่ (ร้อยละ)	24/29 (82.76)	15/17 (88.24)	39/46 (84.78)
ร้อยละของความยาวรากที่เปลี่ยนแปลง (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	8.55±8.97	9.51±18.14	9.05 ± 14.21
ร้อยละของความหนาของผนังคลองรากที่ เปลี่ยนแปลง * (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	-3.30±14.14	13.75±19.91	4.11 ±18.60
ระยะเวลาติดตามผลการรักษา (เดือน) (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	49±31.10	35±21.76	44±24.55

ตารางที่ 4 แสดงผลการรักษาและระยะเวลาในการติดตามผลการรักษา

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value = 0.005)

การรักษา	ซี่ฟัน	อายุ	ระดับการสร้างรากตาม Cvek		สถานะเนื้อเยื่อรอบปลายรากก่อนการรักษา	สาเหตุที่ทำให้ฟันไม่มีชีวิต	การบูรณะหลังการรักษา	ระยะเวลาติดตามผลการรักษา (เดือน)	สาเหตุของความล้มเหลว
			ก่อนการรักษา	ติดตามผล					
กระบวนกรเหนียวน้ำให้ปลายราก	11	9	4	4	Asymptomatic apical periodontitis	อุบัติเหตุ	อุดฟัน	96	ฟันแตกจนไม่สามารถบูรณะได้
ด้วยเอ็มทีโอ	35	46	4	4	Asymptomatic apical periodontitis	การแตกของปุ่มฟันเกิน	อุดฟัน	28	รากฟันแตกแนวตั้ง
	47	12	4	4	Asymptomatic apical periodontitis	ฟันผุ	อุดฟัน	75	ฟันแตกจนไม่สามารถบูรณะได้
	11	27	4	4	Asymptomatic apical periodontitis	อุบัติเหตุ	อุดฟัน	76	รากฟันแตกแนวขวาง
รีเจนอเร็ทีฟเอ็นโดดอนติกส์	45	34	4	4	Chronic apical abscess	การแตกของปุ่มฟันเกิน	อุดฟัน	47	รากฟันแตกแนวตั้ง
	21	11	4	4	Chronic apical abscess	อุบัติเหตุ	ครอบฟัน	20	การติดเชื้อ
	35	10	3	3	Chronic apical abscess	การแตกของปุ่มฟันเกิน	อุดฟัน (มีการวีซึ่ม)	25	การติดเชื้อ
	45	13	4	-	Chronic apical abscess	การแตกของปุ่มฟันเกิน	อุดฟัน	37	การติดเชื้อ
	35	13	3	-	Chronic apical abscess	การแตกของปุ่มฟันเกิน	อุดฟัน	35	การติดเชื้อ
									ภายในคลองรากฟัน

ตารางที่ 5 แสดงลักษณะของฟันที่ประสบความสำเร็จ

ลำดับ ผู้ป่วย	ซีฟัน	อายุ	สาเหตุที่ทำให้ฟัน ตาย	ระยะเวลา ติดตาม ผลการรักษา (เดือน)	ระยะการสร้งรากตาม Cvek			ร้อยละที่เปลี่ยนแปลง		ผลการ รักษา
					ก่อนการ รักษา	ขณะ ติดตามผล	ความยาว ราก	ความหนา ของผนัง คลองราก		
1	35	23	การแตกของ ปุ่มฟันเกิน	25	3	3	-2.97	10.69	สำเร็จ	
2	45	10	การแตกของ ปุ่มฟันเกิน	32	2	5	57.69	calcified	สำเร็จ	
3	35	13	การแตกของ ปุ่มฟันเกิน	93	3	5	44.05	66.77	สำเร็จ	
4	46	46	ฟันผุ	27	4	5	2.81	-0.42	สำเร็จ	
5	21	15	อุบัติเหตุ	43	3	3	0.12	2.97	สำเร็จ	
6	25	25	การแตกของ ปุ่มฟันเกิน	45	3	3	4.65	14.16	สำเร็จ	
7	35	13	การแตกของ ปุ่มฟันเกิน	65	4	5	3.16	calcified	สำเร็จ	
8	11	10	อุบัติเหตุ	33	4	4	-0.06	4.85	สำเร็จ	
9	21	11	อุบัติเหตุ	20	4	4	6.26	19.08	ล้มเหลว	
10	35	10	การแตกของ ปุ่มฟันเกิน	25	3	3	4.87	4.30	ล้มเหลว	
11	21	14	อุบัติเหตุ	12	4	4	-4.36	-1.31	สำเร็จ	
12	45	9	การแตกของ ปุ่มฟันเกิน	13	4	4	9.20	16.43	สำเร็จ	
13	46	8	ฟันผุ	61	4	5	7.82	calcified	สำเร็จ	
14	24	11	การแตกของ ปุ่มฟันเกิน	12	4	4	-0.12	calcified	สำเร็จ	
15	21	12	อุบัติเหตุ	15	3	3	-	-	สำเร็จ	
16	45	13	การแตกของ ปุ่มฟันเกิน	37	4	-	-	-	ล้มเหลว	
17	35	13	การแตกของ ปุ่มฟันเกิน	35	3	-	-	-	ล้มเหลว	

ตารางที่ 6 แสดงลักษณะของฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การรักษาฟันแท้ที่มีปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต โดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอมีรายงานผลสำเร็จในแง่ของการหายของอาการและอาการแสดงของผู้ป่วย และการหายของรอยโรครอบปลายรากสูง แต่ไม่สามารถทำให้เกิดการเจริญต่อของรากฟัน และไม่สามารถทำให้ผนังคลองรากฟันที่บางเสี่ยงต่อการแตก เกิดการหนาตัวขึ้นได้ การรักษาอีกชนิดหนึ่งที่มีความนิยมคือ การรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ ซึ่งจะทำให้เกิดเนื้อเยื่อที่มีชีวิตขึ้นมาใหม่ ในคลองรากฟันที่ได้รับการทำความสะอาด และเกิดการเจริญต่อของรากฟัน ทั้งความยาวและความหนาของผนังคลองรากฟัน โดยในการประเมินการเปลี่ยนแปลงของความยาวและความหนาของผนังคลองรากฟันนี้ ภาพรังสีก่อนการรักษาและภาพรังสีติดตามผลการรักษา ควรจะเป็นมุมเดียวกันซึ่ง Bose และคณะในปี ค.ศ. 2009 (60) ได้แนะนำให้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ Image J ร่วมกับเครื่องมือ TurboReg ซึ่งจะช่วยปรับมุมในการถ่ายภาพรังสีที่อาจแตกต่างกันระหว่างภาพรังสีก่อนการรักษาและภาพรังสีติดตามผลการรักษา อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษานำร่อง ได้พบปัญหาตั้งที่ได้กล่าวไปแล้ว ดังนั้นในการศึกษานี้ จึงใช้ภาพรังสีติดตามผลการรักษาที่มีมุมในการถ่ายภาพรังสีใกล้เคียงกับภาพรังสีก่อนการรักษา แทนการใช้เครื่องมือ TurboReg และทำการปรับกำลังขยายของภาพให้เท่ากัน ตามที่ได้อธิบายไว้ในระเบียบวิธีวิจัย

จากการศึกษาแบบย้อนหลังนี้พบว่าผลสำเร็จในแง่ของการหายของอาการและอาการแสดงของผู้ป่วย และการหายของรอยโรครอบปลายรากของการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ และการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์อยู่ที่ร้อยละ 80.77 และร้อยละ 76.47 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ ที่มีรายงานผลสำเร็จของการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเออยู่ที่ร้อยละ 76.5-100 (7-11, 13, 14, 17, 19, 20) และการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์อยู่ที่ร้อยละ 78-100 (19, 20, 39, 40, 42-46) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับอัตราการคงอยู่ในช่องปาก ที่ประเมินจากการที่ผู้ป่วยไม่มีอาการ สามารถใช้งานได้ดี ส่งผลให้ผู้ป่วยมีความพึงพอใจในผลการรักษา โดยการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเออยู่ที่ร้อยละ 82.76 และการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์อยู่ที่ร้อยละ 88.24 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Alobaid และคณะในปี ค.ศ. 2014 (20) และการศึกษาของ Jeeruphan และคณะในปี ค.ศ. 2012 (19)

การศึกษาแบบย้อนหลังนี้มีข้อจำกัด คือ ชนิดของการรักษาที่ให้กับผู้ป่วยแต่ละรายไม่ได้เกิดขึ้นจากการสุ่ม และจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มไม่เท่ากันอีกทั้งมีจำนวนค่อนข้างน้อย ซึ่งจากการศึกษานี้ไม่สามารถพบปัจจัยที่มีผลต่อผลการรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาแบบการทดลองแบบสุ่มที่มีกลุ่มตัวอย่างจำนวนมากขึ้นต่อไป

ในแง่ของความหนาของผนังคลองรากฟัน จากการศึกษาพบว่าฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ มีความหนาของผนังคลองรากเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 13.75 ซึ่งสัมพันธ์กับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่าความหนาของผนังคลองรากฟันเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 10.2 ถึง 28.2 (19, 20, 43, 45, 46, 62) โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ ที่ไม่พบการหนาของผนังคลองรากฟันเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ (19, 20, 62)

ในแง่ของความยาวของรากที่เปลี่ยนแปลง จากการศึกษาาก่อนหน้านี้พบว่าฟันที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ มีความยาวรากเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 6.1-7 (19, 20) และฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ มีความยาวรากเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 5-14.9 (19, 20, 43, 45, 46, 62) ซึ่งใกล้เคียงกับในการศึกษานี้ โดยแม้ว่าฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ จะมีความยาวรากเพิ่มขึ้นมากกว่าฟันที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างการรักษาทั้งสองชนิดอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับการศึกษาของ Alobaid และคณะในปี ค.ศ. 2014 (20) แต่ขัดแย้งกับการศึกษาของ Jeeruphan และคณะในปี ค.ศ. 2012 (19) ที่พบว่าฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ มีความยาวรากที่เพิ่มขึ้นมากกว่าฟันที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเออย่างมีนัยสำคัญ โดยในการศึกษาของ Alobaid และคณะได้วิจารณ์ว่าอาจเกิดจากความแตกต่างของสาเหตุของการไม่มีชีวิตของฟัน ซึ่งในการการศึกษาของ Alobaid และคณะมีฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์จากการได้รับอุบัติเหตุถึงร้อยละ 79 ในขณะที่ในการศึกษาของ Jeeruphan และคณะมีเพียงร้อยละ 35 อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้มีเพียงร้อยละ 29 เท่านั้น ดังนั้นอาจมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความยาวรากฟันซึ่งยังไม่เป็นที่ทราบได้

นอกจากนี้ในกลุ่มฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ พบว่ามีความยาวรากที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่ร้อยละ 0 ถึงร้อยละ 58 ดังแสดงในตารางที่ 6 โดยพบว่ามีฟันกรามน้อย 2 ซี่ ที่ไม่มีชีวิตจากการเกิดการแตกของปุ่มฟันเกิน ผู้ป่วยอายุ 10 และ 13 ปี พบการเพิ่มขึ้นของความยาวรากถึงร้อยละ 44 และ 58 ซึ่งในกลุ่มฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ยังมีฟันอีก 3 ซี่ ที่ไม่มีชีวิตจากการเกิดการแตกของปุ่มฟันเกิน และผู้ป่วยอายุน้อยเช่นเดียวกัน พบการเพิ่มขึ้นของ

ความยาวรากเพียงร้อยละ 0-4 เท่านั้น ซึ่งสามารถพบความหลากหลายของการเพิ่มขึ้นของความยาวรากได้ในการศึกษาอื่นๆ (19, 20, 46) โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญต่อของรากฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด

สำหรับความแข็งแรงของรากฟันหลังได้รับการรักษา ยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบความต้านทานต่อการแตกหักของฟันระหว่างการรักษา 2 ชนิดนี้ แม้ว่าจะมีการศึกษาการเจริญต่อของรากฟัน โดยประเมินจากการเพิ่มขึ้นของความยาวราก และความหนาของผนังคลองราก แต่ไม่ทราบได้ว่าต้องมีการเพิ่มขึ้นของความยาวรากและความหนาของผนังคลองรากเท่าใด จึงจะทำให้รากฟันแข็งแรงขึ้นได้ และแม้ว่าภายในคลองรากฟันของฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ ผลการศึกษาทางภูมิพยาธิวิทยาพบว่าเนื้อเยื่อคล้ายเคลือบรากฟัน (cementum-liked tissue) เนื้อเยื่อคล้ายกระดูก (bone-liked tissue) และเนื้อเยื่อคล้ายเอ็นยึดปริทันต์ (periodontal-ligament liked tissue) (34-37) อาจส่งผลให้รากฟันมีความแข็งแรงมากกว่าภายในคลองรากฟันของฟันที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอหรือไม่ จากการศึกษาพบว่าในฟันที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ พบรากฟันแตกได้ถึง 3 ซี่ โดยไม่พบในฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์เลย สอดคล้องกับการศึกษาของ Jeeruphan และคณะ (19) ที่พบการแตกของรากฟันในกลุ่มฟันที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิด แต่ไม่พบในกลุ่มฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่การรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์จะทำให้รากฟัน มีความแข็งแรงมากกว่าฟันที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ

การรักษาโดยกระบวนการรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ ต้องคำนึงถึงความสมดุลระหว่างการกำจัดเชื้อ และความเป็นพิษต่อเซลล์ต้นกำเนิด โดยได้มีคำแนะนำให้ใช้น้ำยาล้างคลองรากฟัน โซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และสารละลายกรดเอทิลีนไดอะมีนเตตราอะซีติกความเข้มข้นร้อยละ 17 และใส่ยาในคลองรากฟันด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ หรือยาปฏิชีวนะผสม 3 ชนิด ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร อย่างไรก็ตาม มีรายงานผู้ป่วยที่พบความล้มเหลวของการกำจัดเชื้อ โดยพบการติดเชื้อที่คงอยู่ภายหลังการรักษาคลองรากฟัน และไม่มี การรั่วซึมของวัสดุบูรณะ ส่วนตัวฟัน และผลการศึกษาทางจุลพยาธิวิทยาพบแผ่นคราบชีวภาพ (biofilms) อยู่ที่ผนังคลองรากฟัน และพบแบคทีเรียอยู่ในท่อเนื้อฟัน (36) ซึ่งในการศึกษานี้พบสาเหตุของความล้มเหลวของการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ เป็นการติดเชื้อที่คงอยู่ภายหลังการรักษาคลองรากฟัน (persistent infection) โดยไม่พบการรั่วซึมของวัสดุบูรณะส่วนตัวฟันถึง 3 ซี่ ดังนั้นวิธีการกำจัดเชื้อในการรักษาโดยกระบวนการรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ในปัจจุบัน อาจยังไม่เพียงพอ

นอกจากนี้ยังพบว่า ฟันที่ประสบความล้มเหลวในการรักษาโดยวิธีรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ จำนวน 2 ซี่ ซึ่งติดตามผลการรักษา เป็นระยะเวลา 20 และ 25 เดือน มีการเจริญต่อของรากฟัน โดยพบว่ามีทั้งความยาวราก และความหนาของผนังคลองรากที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับรายงานผู้ป่วยของ Žižka และคณะ (51) ที่ติดตามผู้ป่วยเป็นเวลา 12 เดือน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเจริญต่อของรากฟัน ขึ้นกับสถานะของเยื่อหุ้มรากเฮิร์ตวิก (hertwig's epithelial root sheath) (63) และในช่วงแรกแบคทีเรียที่อาจหลงเหลืออยู่ อยู่ในระยะคงที่ (stationary phase) และอยู่ในภาวะสมดุลกับกลไกการป้องกันตนเอง (defense mechanism) ของเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นมาใหม่ในระบบคลองรากฟัน (36) ซึ่งจากการศึกษาลักษณะทางมิวชีววิทยา พบการสะสมของเซลล์อักเสบ เกิดขึ้นควบคู่กับการสะสมของเนื้อเยื่อที่มีลักษณะคล้ายเคลือบรากฟันในระบบคลองรากฟัน ของสุนัขที่ได้รับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ (38) ซึ่งต่อมาเมื่อแบคทีเรียแบ่งตัวมีจำนวนมากขึ้น จนสามารถเอาชนะระบบป้องกันตนเองของเนื้อเยื่อในคลองรากฟัน จึงเกิดการทำลายของเนื้อเยื่อ (36) และปรากฏรอยโรคมีขนาดใหญ่ขึ้นได้

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การรักษาฟันแท้ที่มีปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต โดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ และการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ ให้ผลการรักษาที่ดีในแง่ของการหายของรอยโรครอบปลายราก การรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์มีแนวโน้มจะทำให้เกิดการเจริญต่อของรากฟันได้ในบางกรณี และอาจทำให้รากฟันมีความแข็งแรงมากกว่าการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ ซึ่งต้องทำการศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อไป

รายการอ้างอิง

1. Skaare AB, Jacobsen I. Dental injuries in Norwegians aged 7-18 years. *Dental traumatology*. 2003;19(2):67-71.
2. Kleier DJ, Barr ES. A study of endodontically apexified teeth. *Endodontics & dental traumatology*. 1991;7(3):112-7.
3. Lee LW, Hsiao SH, Chang CC, Chen LK. Duration for apical barrier formation in necrotic immature permanent incisors treated with calcium hydroxide apexification using ultrasonic or hand filing. *Journal of the Formosan Medical Association*. 2010;109(8):596-602.
4. Mendoza AM, Reina ES, Garcia-Godoy F. Evolution of apical formation on immature necrotic permanent teeth. *American journal of dentistry*. 2010;23(5):269-74.
5. Dominguez Reyes A, Munoz Munoz L, Aznar Martin T. Study of calcium hydroxide apexification in 26 young permanent incisors. *Dental traumatology*. 2005;21(3):141-5.
6. Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dental traumatology*. 2002;18(3):134-7.
7. Sarris S, Tahmassebi JF, Duggal MS, Cross IA. A clinical evaluation of mineral trioxide aggregate for root-end closure of non-vital immature permanent incisors in children-a pilot study. *Dental traumatology*. 2008;24(1):79-85.
8. Holden DT, Schwartz SA, Kirkpatrick TC, Schindler WG. Clinical outcomes of artificial root-end barriers with mineral trioxide aggregate in teeth with immature apices. *Journal of Endodontics*. 2008;34(7):812-7.
9. Simon S, Rilliard F, Berdal A, Machtou P. The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. *International endodontic journal*. 2007;40(3):186-97.

10. Moore A, Howley MF, O'Connell AC. Treatment of open apex teeth using two types of white mineral trioxide aggregate after initial dressing with calcium hydroxide in children. *Dental traumatology*. 2011;27(3):166-73.
11. Witherspoon DE, Small JC, Regan JD, Nunn M. Retrospective analysis of open apex teeth obturated with mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*. 2008;34(10):1171-6.
12. Mente J, Hage N, Pfefferle T, Koch MJ, Dreyhaupt J, Staehle HJ, et al. Mineral trioxide aggregate apical plugs in teeth with open apical foramina: a retrospective analysis of treatment outcome. *Journal of Endodontics*. 2009;35(10):1354-8.
13. Mente J, Leo M, Panagidis D, Ohle M, Schneider S, Lorenzo Bermejo J, et al. Treatment outcome of mineral trioxide aggregate in open apex teeth. *Journal of Endodontics*. 2013;39(1):20-6.
14. Pace R, Giuliani V, Nieri M, Di Nasso L, Pagavino G. Mineral trioxide aggregate as apical plug in teeth with necrotic pulp and immature apices: a 10-year case series. *Journal of Endodontics*. 2014;40(8):1250-4.
15. Pace R, Giuliani V, Pini Prato L, Baccetti T, Pagavino G. Apical plug technique using mineral trioxide aggregate: results from a case series. *International endodontic journal*. 2007;40(6):478-84.
16. Nayar S, Bishop K, Alani A. A report on the clinical and radiographic outcomes of 38 cases of apexification with mineral trioxide aggregate. *The European journal of prosthodontics and restorative dentistry*. 2009;17(4):150-6.
17. Annamalai S, Mungara J. Efficacy of mineral trioxide aggregate as an apical plug in non-vital young permanent teeth: preliminary results. *The Journal of clinical pediatric dentistry*. 2010;35(2):149-55.
18. Murray PE, Garcia-Godoy F, Hargreaves KM. Regenerative endodontics: a review of current status and a call for action. *Journal of Endodontics*. 2007;33(4):377-90.
19. Jeeruphan T, Jantararat J, Yanpiset K, Suwannapan L, Khewsawai P, Hargreaves KM. Mahidol study 1: comparison of radiographic and survival outcomes of

- immature teeth treated with either regenerative endodontic or apexification methods: a retrospective study. *Journal of Endodontics*. 2012;38(10):1330-6.
20. Alobaid AS, Cortes LM, Lo J, Nguyen TT, Albert J, Abu-Melha AS, et al. Radiographic and Clinical Outcomes of the Treatment of Immature Permanent Teeth by Revascularization or Apexification: A Pilot Retrospective Cohort Study. *Journal of Endodontics*. 2014;40(8):1063-70.
 21. Moorrees CF, Fanning EA, Hunt EE, Jr. AGE VARIATION OF FORMATION STAGES FOR TEN PERMANENT TEETH. *Journal of dental research*. 1963;42:1490-502.
 22. Cvek M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endodontics & dental traumatology*. 1992;8(2):45-55.
 23. Trope M. Treatment of the Immature Tooth with a Non-Vital Pulp and Apical Periodontitis. *Dental Clinics of North America*. 2010;54(2):313-24.
 24. Rafter M. Apexification: a review. *Dental traumatology*. 2005;21(1):1-8.
 25. Ghose LJ, Baghdady VS, Hikmat YM. Apexification of immature apices of pulpless permanent anterior teeth with calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*. 1987;13(6):285-90.
 26. glossary of endodontic terms Available from: <http://www.nxtbook.com/nxtbooks/aae/endodonticglossary2016/>. accessed September 20, 2016.
 27. Shabahang S, Torabinejad M, Boyne PP, Abedi H, McMillan P. A comparative study of root-end induction using osteogenic protein-1, calcium hydroxide, and mineral trioxide aggregate in dogs. *Journal of Endodontics*. 1999;25(1):1-5.
 28. Bakland LK, Andreasen JO. Will mineral trioxide aggregate replace calcium hydroxide in treating pulpal and periodontal healing complications subsequent to dental trauma? A review. *Dental traumatology*. 2012;28(1):25-32.
 29. Bezgin T, Sonmez H. Review of current concepts of revascularization/revitalization. *Dental traumatology*. 2015;31(4):267-273

30. Iwaya SI, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract. *Dental traumatology*. 2001;17(4):185-7.
31. Banchs F, Trope M. Revascularization of Immature Permanent Teeth With Apical Periodontitis: New Treatment Protocol? *Journal of Endodontics*. 2004;30(4):196-200.
32. AAE Clinical Considerations for a Regenerative Procedure. Revised 4-12-15. Available from: https://www.aae.org/uploadedfiles/publications_and_research/research/currentregenerativeendodonticconsiderations.pdf. accessed Jan 27, 2016
33. Chen MY, Chen KL, Chen CA, Tayebaty F, Rosenberg PA, Lin LM. Responses of immature permanent teeth with infected necrotic pulp tissue and apical periodontitis/abscess to revascularization procedures. *International endodontic journal*. 2012;45(3):294-305.
34. Martin G, Ricucci D, Gibbs JL, Lin LM. Histological Findings of Revascularized/Revitalized Immature Permanent Molar with Apical Periodontitis Using Platelet-rich Plasma. *Journal of Endodontics*. 2013;39(1):138-44.
35. Thibodeau B, Teixeira F, Yamauchi M, Caplan DJ, Trope M. Pulp Revascularization of Immature Dog Teeth With Apical Periodontitis. *Journal of Endodontics*. 2007;33(6):680-9.
36. Lin LM, Shimizu E, Gibbs JL, Loghin S, Ricucci D. Histologic and histobacteriologic observations of failed revascularization/revitalization therapy: a case report. *Journal of Endodontics*. 2014;40(2):291-5.
37. Becerra P, Ricucci D, Loghin S, Gibbs JL, Lin LM. Histologic study of a human immature permanent premolar with chronic apical abscess after revascularization/revitalization. *Journal of Endodontics*.. 2014;40(1):133-9.
38. Wang X, Thibodeau B, Trope M, Lin LM, Huang GT. Histologic characterization of regenerated tissues in canal space after the revitalization/revascularization procedure of immature dog teeth with apical periodontitis. *Journal of Endodontics*. 2010;36(1):56-63.

39. Shah N, Logani A, Bhaskar U, Aggarwal V. Efficacy of revascularization to induce apexification/apexogenesis in infected, nonvital, immature teeth: a pilot clinical study. *Journal of Endodontics*. 2008;34(8):919-25; Discussion 1157.
40. Jung I-Y, Lee S-J, Hargreaves KM. Biologically Based Treatment of Immature Permanent Teeth with Pulpal Necrosis: A Case Series. *Journal of Endodontics*. 2008;34(7):876-87.
41. Chueh L-H, Ho Y-C, Kuo T-C, Lai W-H, Chen Y-HM, Chiang C-P. Regenerative Endodontic Treatment for Necrotic Immature Permanent Teeth. *Journal of Endodontics*. 2009;35(2):160-4.
42. Petrino JA, Boda KK, Shambarger S, Bowles WR, McClanahan SB. Challenges in Regenerative Endodontics: A Case Series. *Journal of Endodontics*. 2010;36(3):536-41.
43. Cehreli ZC, Isbitiren B, Sara S, Erbas G. Regenerative Endodontic Treatment (Revascularization) of Immature Necrotic Molars Medicated with Calcium Hydroxide: A Case Series. *Journal of Endodontics*. 2011;37(9):1327-30.
44. Chen MYH, Chen KL, Chen CA, Tayebaty F, Rosenberg PA, Lin LM. Responses of immature permanent teeth with infected necrotic pulp tissue and apical periodontitis/abscess to revascularization procedures. *International endodontic journal*. 2012;45(3):294-305.
45. Saoud TMA, Zaazou A, Nabil A, Moussa S, Lin LM, Gibbs JL. Clinical and Radiographic Outcomes of Traumatized Immature Permanent Necrotic Teeth after Revascularization/Revitalization Therapy. *Journal of Endodontics*. 2014;40(12):1946-52.
46. Kahler B, Mistry S, Moule A, Ringsmuth AK, Case P, Thomson A, et al. Revascularization Outcomes: A Prospective Analysis of 16 Consecutive Cases. *Journal of Endodontics*. 2014;40(3):333-8.
47. Kim J-H, Kim Y, Shin S-J, Park J-W, Jung I-Y. Tooth Discoloration of Immature Permanent Incisor Associated with Triple Antibiotic Therapy: A Case Report. *Journal of Endodontics*. 2010;36(6):1086-91.

48. Akcay M, Arslan H, Yasa B, Kavrik F, Yasa E. Spectrophotometric Analysis of Crown Discoloration Induced by Various Antibiotic Pastes Used in Revascularization. *Journal of Endodontics*. 2014;40(6):845-8.
49. Nagata JY, Figueiredo de Almeida Gomes BP, Rocha Lima TF, Murakami LS, de Faria DE, Campos GR, et al. Traumatized Immature Teeth Treated with 2 Protocols of Pulp Revascularization. *Journal of Endodontics*. 2014;40(5):606-12.
50. Ioannidis K, Mistakidis I, Beltes P, Karagiannis V. Spectrophotometric analysis of coronal discoloration induced by grey and white MTA. *International endodontic journal*. 2013;46(2):137-44.
51. Zizka R, Buchta T, Voborna I, Harvan L, Sedy J. Root Maturation in Teeth Treated by Unsuccessful Revitalization: 2 Case Reports. *Journal of Endodontics*. 2016;42(5):724-9.
52. Martin DE, De Almeida JFA, Henry MA, Khaing ZZ, Schmidt CE, Teixeira FB, et al. Concentration-dependent Effect of Sodium Hypochlorite on Stem Cells of Apical Papilla Survival and Differentiation. *Journal of Endodontics*. 2014;40(1):51-5.
53. Trevino EG, Patwardhan AN, Henry MA, Perry G, Dybdal-Hargreaves N, Hargreaves KM, et al. Effect of Irrigants on the Survival of Human Stem Cells of the Apical Papilla in a Platelet-rich Plasma Scaffold in Human Root Tips. *Journal of Endodontics*. 2011;37(8):1109-15.
54. Ruparel NB, Teixeira FB, Ferraz CC, Diogenes A. Direct effect of intracanal medicaments on survival of stem cells of the apical papilla. *Journal of Endodontics*. 2012;38(10):1372-5.
55. Althumairy RI, Teixeira FB, Diogenes A. Effect of Dentin Conditioning with Intracanal Medicaments on Survival of Stem Cells of Apical Papilla. *Journal of Endodontics*. 2014;40(4):521-5.
56. Chuensombat S, Khemaleelakul S, Chattipakorn S, Srisuwan T. Cytotoxic Effects and Antibacterial Efficacy of a 3-Antibiotic Combination: An In Vitro Study. *Journal of Endodontics*. 2013;39(6):813-9.

57. Zhang W, Yelick PC. Vital Pulp Therapy—Current Progress of Dental Pulp Regeneration and Revascularization. *International Journal of Dentistry*. 2010;2010.
58. Nosrat A, Homayounfar N, Oloomi K. Drawbacks and Unfavorable Outcomes of Regenerative Endodontic Treatments of Necrotic Immature Teeth: A Literature Review and Report of a Case. *Journal of Endodontics*. 2012;38(10):1428-34.
59. Wang Y, Zhu X, Zhang C. Pulp Revascularization on Permanent Teeth with Open Apices in a Middle-aged Patient. *Journal of Endodontics*. 2015;41(9):1571-5.
60. Bose R, Nummikoski P, Hargreaves K. A Retrospective Evaluation of Radiographic Outcomes in Immature Teeth With Necrotic Root Canal Systems Treated With Regenerative Endodontic Procedures. *Journal of Endodontics*. 2009;35(10):1343-9.
61. Friedman S, Mor C. The success of endodontic therapy--healing and functionality. *Journal of the California Dental Association*. 2004;32(6):493-503.
62. Nagy MM, Tawfik HE, Hashem AA, Abu-Seida AM. Regenerative potential of immature permanent teeth with necrotic pulps after different regenerative protocols. *Journal of Endodontics*. 2014;40(2):192-8.
63. Nosrat A, Li KL, Vir K, Hicks ML, Fouad AF. Is Pulp Regeneration Necessary for Root Maturation? *Journal of Endodontics*. 2013;39(10):1291-5.



ตารางแสดงลักษณะของฟันที่ได้รับการรักษาโดยกระบวนกรเหนยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีโอ

no.	Tooth	Age	Sex	Cvek's stage of root development	PA status ^a	Etiology	Follow up period (months)	Functional retention	Outcomes	Restoration	Coronal leakage	% increase in root length	% increase in root width
1	11	9	female	4	AAP	trauma	96	no	failure	composite filling	no	b ₋	b ₋
2	16	10	male	4	AAP	caries	79	yes	success	composite filling	no	b ₋	b ₋
3	11	9	male	3	CAA	trauma	96	yes	success	composite filling	no	21.70701	4.182059
4	45	12	male	4	CAA	dens evaginatiusinatus	68	yes	success	composite filling	no	13.01699	0.403301
5	11	9	female	4	CAA	trauma	32	yes	success	composite filling	no	5.920278	0.013852
6	35	46	female	4	AAP	dens evaginatiusinatus	28	no	failure	composite filling	no	5.274733	-6.45673

7	47	12	male	4	AAP	caries	75	no	failure	composite filling	no	b_	b_
8	11	20	female	4	CAA	trauma	48	yes	success	composite filling	no	b_	b_
9	25	12	male	4	SAP	dens evaginatus/inatus	47	yes	success	composite filling	no	15.25199	3.081865
10	36	8	female	4	AAP	caries	44	yes	success	composite filling	no	12.94358	-3.49904
11	11	13	female	5	AAP	trauma	39	yes	success	composite filling	no	b_	b_
12	21	8	male	4	AAP	trauma	29	yes	success	composite filling	no	1.167592	-1.02723
13	45	24	female	4	AAP	dens evaginatus/inatus	60	yes	success	crown	no	b_	b_
14	35	25	female	4	CAA	dens evaginatus/inatus	60	yes	success	composite filling	no	5.242413	-0.76687

15	11	21	female	4	AAP	trauma	60	yes	success	crown	no	b -	b -
16	11	8	male	2	CAA	trauma	12	yes	success	composite filling	no	b -	b -
17	21	20	male	4	AAP	trauma	15	yes	success	crown	no	b -	b -
18	11	13	female	2	AAP	trauma	29	yes	success	composite filling	no	18.12811	27.37753
19	11	27	female	4	AAP	trauma	76	no	failure	composite filling	no	b -	b -
20	45	34	female	4	CAA	dens evaginatousinatus	47	no	failure	composite filling	yes	-11.8246	-14.2874
21	45	13	male	4	AAA	dens evaginatousinatus	12	yes	success	composite filling	no	b -	b -
22	21	28	male	4	AAP	trauma	51	yes	success	composite filling	no	0.017613	-6.63952
23	45	13	female	4	AAA	dens evaginatousinatus	14	yes	success	composite filling	no	b -	b -

24	21	8	male	4	SAP	trauma	25	yes	success	composite filling	no	8.998455	-7.90685
25	21	12	male	4	AAP	trauma	70	yes	success	composite filling	no	15.24643	-37.4104
26	11	14	female	4	AAP	trauma	71	yes	success	composite filling	no	b _	b _
27 ^f	21	11	male	2	SAP	trauma	40	yes	-	composite filling	-	b _	b _
28 ^f	11	11	male	2	SAP	trauma	40	yes	-	composite filling	-	b _	b _
29 ^f	21	10	male	3	AAP	trauma	158	yes	-	composite filling	-	b _	b _

^a PA status คือ periapical status ก่อนรับการรักษา, AAP ย่อมาจาก Asymptomatic apical periodontitis, SAP ย่อมาจาก Symptomatic apical periodontitis, CAA ย่อมาจาก Chronic apical abscess, AAA ย่อมาจาก Acute apical abscess

^b % increase in root length and root width ไม่สามารถวัดได้ในกรณีที่ รอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน มีการซ้อนทับกับฟันซี่ข้างเคียง หรือไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ชัดในภาพรังสี

^c ผู้ป่วยยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย แต่ไม่สะดวกมารับการตรวจเพื่อติดตามผลการรักษา โดยให้ข้อมูลว่าฟันยังอยู่ในช่องปาก และไม่มีอาการใด



ตารางแสดงลักษณะของฟันที่ได้รับการรักษาโดยรีเจนเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์

no.	Tooth	Age	Sex	Cvek's stage of root development	PA status ^a	Etiology	Follow up period (months)	Functional retention	Outcomes	Restoration	Coronal leakage	% increase in root length ^b	% increase in root width ^b
1	35	23	male	3	AAP	dens evaginatus	25	yes	success	composite filling	no	-2.965981372	10.68993169
2	45	10	female	2	AAA	dens evaginatus	41	yes	success	composite filling	no	57.6879679	calcified
3	35	13	female	3	CAA	dens evaginatus	93	yes	success	composite filling	no	44.04622693	66.77252076
4	46	46	female	4	SAP	caries	27	yes	success	composite filling	no	2.810918374	-0.418329346
5	21	15	female	3	CAA	trauma	43	yes	success	composite filling	no	0.124371054	2.967700641

6	25	25	female	3	CAA	dens evaginatus	45	yes	success	composite filling	no	4.649730562	14.16276431
7	35	13	male	4	CAA	dens evaginatus	65	yes	success	composite filling	no	3.159332973	calcified
8	11	10	male	4	AAP	trauma	33	yes	success	composite filling	no	-0.057108195	4.84663143
9	21	11	male	4	CAA	trauma	20	yes	failure	crown	no	6.259328608	19.08156443
10	35	10	female	3	CAA	dens evaginatus	25	yes	failure	composite filling	yes	4.871474522	4.29930515
11	21	14	male	4	AAP	trauma	12	yes	success	composite filling	no	-4.359818	-1.3056771
12	45	9	female	4	AAP	dens evaginatus	13	yes	success	composite filling	no	9.199725528	16.43369121
13	46	8	female	4	AAP	caries	61	yes	success	composite filling	no	7.816089813	calcified

14	24	11	female	4	CAA	dens evaginatus	12	yes	success	composite filling	no	57.6879679	calcified
15	21	12	male	3	CAA	trauma	15	yes	success	composite filling	no	^b -	^b -
16	45	13	male	4	CAA	dens evaginatus	37	no	failure	composite filling	no	^b -	^b -
17	35	13	female	3	CAA	dens evaginatus	35	no	failure	composite filling	no	^b -	^b -

a PA status คือ periapical status ก่อนรับการรักษารักษา, AAP ย่อมาจาก Asymptomatic apical periodontitis, SAP ย่อมาจาก Symptomatic apical periodontitis, CAA ย่อมาจาก Chronic apical abscess, AAA ย่อมาจาก Acute apical abscess

b % increase in root length and root width ไม่สามารถวัดได้ในกรณีนี้ รอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน มีการเชื่อมทับกับฟันขึ้นข้างเคียง หรือไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ชัดในภาพรังสี

รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้ประเมิน ของการวัดร้อยละของความยาวรากที่เปลี่ยนแปลง

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	.995 ^a	.992	.997	430.081	53	53	.000
Average Measures	.998 ^c	.996	.999	430.081	53	53	.000

Two-way mixed effects model where people effects are random and measures effects are fixed.

- The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.
- Type C intraclass correlation coefficients using a consistency definition. The between-measure variance is excluded from the denominator variance.
- This estimate is computed assuming the interaction effect is absent, because it is not estimable otherwise.

ความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้ประเมิน ของการวัดร้อยละของความหนาของผนังคลองรากที่เปลี่ยนแปลง

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	.963 ^a	.934	.979	52.628	45	45	.000
Average Measures	.981 ^c	.966	.989	52.628	45	45	.000

Two-way mixed effects model where people effects are random and measures effects are fixed.

- The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.
- Type C intraclass correlation coefficients using a consistency definition. The between-measure variance is excluded from the denominator variance.
- This estimate is computed assuming the interaction effect is absent, because it is not estimable otherwise.

WUOLALUNGRUKN UNIVERSITY

ความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน ของการวัดร้อยละของความยาวรากที่เปลี่ยนแปลง

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig

Single Measures	.992 ^a	.983	.996	249.46 5	26	26	.000
Average Measures	.996 ^c	.991	.998	249.46 5	26	26	.000

Two-way mixed effects model where people effects are random and measures effects are fixed.

- The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.
- Type C intraclass correlation coefficients using a consistency definition. The between-measure variance is excluded from the denominator variance.
- This estimate is computed assuming the interaction effect is absent, because it is not estimable otherwise.

ความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน ของการวัดร้อยละของความหนาของผนังคลองรากที่เปลี่ยนแปลง

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	.994 ^a	.987	.997	336.8 53	24	24	.000
Average Measures	.997 ^c	.993	.999	336.8 53	24	24	.000

Two-way mixed effects model where people effects are random and measures effects are fixed.

- The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.
- Type C intraclass correlation coefficients using a consistency definition. The between-measure variance is excluded from the denominator variance.

c. This estimate is computed assuming the interaction effect is absent, because it is not estimable otherwise.

ความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน ของการอ่านภาพรังสีเกี่ยวกับระยะเวลาสร้างรากฟัน

Symmetric Measures

	Value	Asymptotic Standardized Error ^a	Approximate T ^b	Approximate Significance
Measure of Agreement Kappa	1.000	.000	6.557	.000
N of Valid Cases	43			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

ความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน ของการอ่านภาพรังสีเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของขนาดรอยโรครอบปลายราก

Symmetric Measures

	Value	Asymptotic Standardized Error ^a	Approximate T ^b	Approximate Significance
Measure of Agreement Kappa	1.000	.000	6.557	.000
N of Valid Cases	43			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

การวิเคราะห์ความแตกต่างของผลสำเร็จการรักษา ระหว่างการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ หรือการรักษาโดยริเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ โดยใช้การทดสอบ ล็อก-แรนจ์

Survival Table

treatment	Time	Status	Cumulative Proportion Surviving at the Time		N of Cumulative Events	N of Remaining Cases	
			Estimate	Std. Error			
MTA apexification	1	12.000	1.00	.	0	25	
	2	12.000	1.00	.	0	24	
	3	14.000	2.00	.	.	0	23
	4	15.000	1.00	.	.	0	22
	5	25.000	2.00	.	.	0	21
	6	28.000	.00	.952	.046	1	20
	7	29.000	2.00	.	.	1	19
	8	29.000	1.00	.	.	1	18
	9	32.000	2.00	.	.	1	17
	10	39.000	1.00	.	.	1	16
	11	44.000	2.00	.	.	1	15
	12	47.000	.00	.889	.075	2	14
	13	47.000	2.00	.	.	2	13
	14	48.000	1.00	.	.	2	12
	15	51.000	2.00	.	.	2	11
	16	60.000	2.00	.	.	2	10
	17	60.000	1.00	.	.	2	9
	18	60.000	2.00	.	.	2	8

	1	68.000	2.00	.	.	2	7
	9						
	2	70.000	2.00	.	.	2	6
	0						
	2	71.000	2.00	.	.	2	5
	1						
	2	75.000	.00	.711	.170	3	4
	2						
	3	76.000	.00	.533	.200	4	3
	2						
	4	79.000	2.00	.	.	4	2
	2						
	5	96.000	.00	.267	.213	5	1
	2						
	6	96.000	2.00	.	.	5	0
	6						
Revascularization	1	12.000	1.00	.	.	0	16
	2	12.000	2.00	.	.	0	15
	3	13.000	1.00	.	.	0	14
	4	15.000	1.00	.	.	0	13
	5	20.000	.00	.923	.074	1	12
	6	25.000	.00	.846	.100	2	11
	7	25.000	1.00	.	.	2	10
	8	27.000	2.00	.	.	2	9
	9	33.000	2.00	.	.	2	8
	1						
	0	35.000	.00	.740	.132	3	7
	1						
	1	37.000	.00	.635	.150	4	6
	1						
	2	41.000	2.00	.	.	4	5
	1						
	3	43.000	1.00	.	.	4	4
	1						
	4	45.000	1.00	.	.	4	3
	1						
	5	61.000	2.00	.	.	4	2

.	93.000	2.00	.	.	4	0
7						

overall Comparisons

	Chi-Square	df	Sig.
Log Rank (Mantel-Cox)	2.185	1	.139

Test of equality of survival distributions for the different levels of treatment.

การวิเคราะห์ความแตกต่างของการคงอยู่ในช่องปาก ระหว่างการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ หรือการรักษาโดยริเจนเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ โดยใช้การทดสอบ ล็อก-แรนจ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Survival Table

treatment		Time	Status	Cumulative Proportion Surviving at the Time		N of Cumulative Events	N of Remaining Cases
				Estimate	Std. Error		
				MTA apexification	1	12.000	1.00
	2	12.000	1.00	.	.	0	27
	3	14.000	1.00	.	.	0	26
	4	15.000	1.00	.	.	0	25
	5	25.000	1.00	.	.	0	24
	6	28.000	.00	.958	.041	1	23
	7	29.000	1.00	.	.	1	22
	8	29.000	1.00	.	.	1	21

	9	32.000	1.00	.	.	1	20
	10	39.000	1.00	.	.	1	19
	11	40.000	1.00	.	.	1	18
	12	40.000	1.00	.	.	1	17
	13	44.000	1.00	.	.	1	16
	14	47.000	.00	.898	.069	2	15
	15	47.000	1.00	.	.	2	14
	16	48.000	1.00	.	.	2	13
	17	51.000	1.00	.	.	2	12
	18	60.000	1.00	.	.	2	11
	19	60.000	1.00	.	.	2	10
	20	60.000	1.00	.	.	2	9
	21	68.000	1.00	.	.	2	8
	22	70.000	1.00	.	.	2	7
	23	71.000	1.00	.	.	2	6
	24	75.000	.00	.749	.148	3	5
	25	76.000	.00	.599	.179	4	4
	26	79.000	1.00	.	.	4	3
	27	96.000	.00	.399	.202	5	2
	28	96.000	1.00	.	.	5	1
	29	158.000	1.00	.	.	5	0
Revascularization	1	12.000	1.00	.	.	0	16
	2	12.000	1.00	.	.	0	15
	3	13.000	1.00	.	.	0	14
	4	15.000	1.00	.	.	0	13
	5	20.000	1.00	.	.	0	12
	6	25.000	1.00	.	.	0	11
	7	25.000	1.00	.	.	0	10
	8	27.000	1.00	.	.	0	9
	9	33.000	1.00	.	.	0	8
	10	35.000	.00	.875	.117	1	7
	11	37.000	.00	.750	.153	2	6
	12	41.000	1.00	.	.	2	5
	13	43.000	1.00	.	.	2	4
	14	45.000	1.00	.	.	2	3
	15	61.000	1.00	.	.	2	2

16	65.000	1.00	.	.	2	1
17	93.000	1.00	.	.	2	0

Overall Comparisons

	Chi-Square	df	Sig.
Log Rank (Mantel-Cox)	.517	1	.472

Test of equality of survival distributions for the different levels of treatment.



การวิเคราะห์ความแตกต่างของร้อยละความยาว และความหนาของผนังคลองรากที่เปลี่ยนแปลงไป ระหว่างการรักษาโดยกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิดด้วยเอ็มทีเอ กับการรักษาโดยรีเจเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์ด้วยสถิติทดสอบมันน์-วิทนียู

Mann-Whitney Test

Ranks

	treatment	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Percentage change in root length	MTA apexification	13	16.15	210.00
	Revascularization	14	12.00	168.00
	Total	27		
Percentage change in root width	MTA apexification	13	8.62	112.00
	Revascularization	10	16.40	164.00
	Total	23		

CHULALONGKORN UNIVERSITY

Test Statistics^a

	Percentage change in root length	Percentage change in root width
Mann-Whitney U	63.000	21.000
Wilcoxon W	168.000	112.000
Z	-1.359	-2.729
Asymp. Sig. (2-tailed)	.174	.006

Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.185 ^b	.005 ^b
--------------------------------	-------------------	-------------------

a. Grouping Variable: treatment

b. Not corrected for ties.

การวิเคราะห์ทางสถิติของปัจจัยที่อาจมีผล ต่อผลการรักษาฟันแท้ที่มีปลายรากเปิดและไม่มีชีวิต โดยการวิเคราะห์ความถดถอยแบบคอกซ์

Variables in the Equation

	B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)
sex	.351	.711	.243	1	.622	1.420

Variables in the Equation

	B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)
age15	-.378	.740	.260	1	.686	.685

Categorical Variable Codings^a

	Frequency	(1)	(2)
etiology ^b 1.00=trauma	20	1	0
2.00=dens evag	18	0	1
3.00=caries	5	0	0

a. Category variable: etiology

b. Indicator Parameter Coding

Variables in the Equation

	B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)
etiology			2.462	2	.292	
etiology(1)	-.227	1.231	.034	1	.854	.797
etiology(2)	1.022	1.124	.827	1	.363	2.778

Variables in the Equation

	B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Cvek's stage of root development	.436	.818	.283	1	.594	1.546

Categorical Variable Codings^a

		Frequency	(1)	(2)	(3)
periapical status ^b	1.00=asyp AP	20	1	0	0
	2.00=symp AP	3	0	1	0
	3.00=AAA	3	0	0	1
	4.00=CAA	17	0	0	0

a. Category variable: periapical status (periapical)

b. Indicator Parameter Coding



Variables in the Equation

	B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)
periapical status			.550	3	.908	
periapical status(1)	-.500	.674	.550	1	.458	.607
periapical status(2)	-13.439	1186.712	.000	1	.991	.000
periapical status(3)	-13.429	1673.343	.000	1	.994	.000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Variables in the Equation

	B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)
restoration	.824	1.099	.563	1	.453	2.281

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

น.ส. จิตาภา ศิลุจจัย เกิดเมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2531 สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนบดินทร์เดชา (สิงห์ สิงหเสนีย์) ๒ เมื่อปี พ.ศ. 2548 และเข้ารับการศึกษาคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำเร็จการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2554 หลังจากนั้นเข้ารับราชการเป็นทันตแพทย์ สังกัดโรงพยาบาลองค์กรักษ์ จังหวัดนครนายกเป็นเวลา 2 ปี แล้วจึงลาศึกษาต่อในสาขาวิชาวิทยาเอ็นโด-ดอนต์ ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จนถึงปัจจุบัน

