

การตอบสนองของเนื้อเยื่อในเมื่อใช้สารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอ
และซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมเป็นวัสดุปิดทับในฟันสุนัข



นายกฤตภาส ธนกุลวัฒนา

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

สาขาวิชาวิทยาเอ็นโอดอนต์ ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PULPAL RESPONSE WHEN ACEMANNAN ,MTA AND
CONVENTIONAL GLASS IONOMER CEMENT WERE USED
AS PULP DRESSING MATERIAL IN DOG TEETH

Mr. Krittapas Tanakulwattana



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 2014

Copyright of Chulalongkorn University

กฤตภาส ธนกุลวัฒนา : การตอบสนองของเนื้อเยื่อในเมื่อใช้สารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอและซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมเป็นวัสดุปิดทับในฟันสุนัข (PULPAL RESPONSE WHEN ACEMANNAN ,MTA AND CONVENTIONAL GLASS IONOMER CEMENT WERE USED AS PULP DRESSING MATERIAL IN DOG TEETH) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ทพ. ดร. ไพโรจน์ หลินศุวรรณท์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. น.สพ. ชนินทร์ กัลป์ประวิทย์, 99 หน้า.

วัตถุประสงค์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองของเนื้อเยื่อในฟันสุนัขที่ได้รับการรักษาด้วยวิธีพลีโทมีบางส่วนโดยใช้สารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอ หรือซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมเป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อใน วิธีการทดลอง เตรียมโพรงฟันในฟันสุนัขจำนวน 45 ซี่ (แบ่งเป็นฟันกรามน้อยจำนวน 33 ซี่และฟันหน้าจำนวน 12 ซี่) ให้มีการเผยเนื้อเยื่อในและกำจัดเนื้อเยื่อในลึกลงไป 1 มิลลิเมตร ปิดทับเนื้อเยื่อในโดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 6 กลุ่ม ได้แก่ 1) สารอะซีแมนแนนศึกษาที่ระยะเวลา 7 วัน 2) เอ็มทีเอ 7 วัน 3) ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิม 7 วัน 4) สารอะซีแมนแนน 70 วัน 5) เอ็มทีเอ 70 วัน 6) ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิม 70 วัน บุรณะส่วนโพรงฟันด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิม ทำการถอนฟันที่ระยะเวลา 7 วันและ 70 วันเพื่อศึกษาลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาและวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองด้วยสถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิสและมันน์-วิทนี้อยู่ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ผลการทดลอง ได้คัดฟันจำนวน 2 ซี่ออกไปเนื่องจากวัสดุบุรณะแตกก่อนถึงช่วงเวลาถอนฟัน เหลือฟันสำหรับวิเคราะห์ผลทางสถิติจำนวน 43 ซี่ พบว่าที่ระยะเวลา 7 วัน กลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยเอ็มทีเอให้การตอบสนองที่ดีที่สุดในเรื่องความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อในโดยแตกต่างจากกลุ่มอะซีแมนแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างในเรื่องความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อในระหว่างกลุ่มอะซีแมนแนนกับกลุ่มซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์และกลุ่มเอ็มทีเอกับกลุ่มซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ ในขณะที่ระยะเวลา 70 วัน กลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยเอ็มทีเอให้การตอบสนองที่ดีที่สุดโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอะซีแมนแนนและกลุ่มซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอะซีแมนแนนกับกลุ่มซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ปิดทับด้วยวัสดุชนิดเดียวกันที่ระยะเวลาต่างกันไม่พบความแตกต่างในการตอบสนองของเนื้อเยื่อในอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปผลการทดลอง ภายใต้ข้อจำกัดของการทดลอง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเอ็มทีเอให้การตอบสนองของเนื้อเยื่อในของฟันสุนัขได้ดีที่สุดในแง่ความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อในและดีกว่าสารอะซีแมนแนนและซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิม

ภาควิชา ทันตกรรมหัตถการ

สาขาวิชา วิทยาเอ็นโดดอนต์

ปีการศึกษา 2557

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

5475801532 : MAJOR ENDODONTOLOGY

KEYWORDS: DOG TEETH / PARTIAL PULPOTOMY / ALOE VERA / ACEMANNAN / CONVENTIONAL GLASS IONOMER / HISTOPATHOLOGY

KRITTAPAS TANAKULWATTANA: PULPAL RESPONSE WHEN ACEMANNAN ,MTA AND CONVENTIONAL GLASS IONOMER CEMENT WERE USED AS PULP DRESSING MATERIAL IN DOG TEETH. ADVISOR: ASST. PROF. PAIROJ LINSUWANONT, D.D.S., Ph.D., CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. CHANIN KALPRAVIDH, D.V.M., 99 pp.

Objective : This research aimed to study the pulpal responses in dog teeth when either acemannan , MTA or conventional glass ionomer (conventional GIC) were used as pulp dressing materials in partial pulpotomized teeth. Methods : Cavity preparations were performed on 45 dog teeth (33 premolars and 12 anterior teeth) until pulpal exposure was observed. The pulp were removed at the depth of 1 mm at the exposure sites. Teeth were randomly assigned into six groups; namely 1) acemannan 7 days 2) MTA 7 days 3) conventional GIC 7 days 4) acemannan 70 days 5) MTA 70 days 6) conventional GIC 70 days. All pulpotomized teeth were restored with conventional GIC. At the periods of 7 and 70 days, the teeth were surgically extracted for histopathologic evaluation. Statistical analysis was performed by Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U test (p-value < 0.05 was considered statistically significant). Results : Two teeth were excluded because of dislodgement of restoration before extraction times. 43 teeth were included for statistical analysis. At 7 days period, MTA group had the most desirable pulpal response in term of pulpal biocompatibility and was statistically significantly different from acemannan group. Results showed no statistically significant difference in term of tissue compatibility between acemannan and conventional GIC groups and MTA and conventional GIC groups. At 70 days period, MTA group demonstrated more desirable pulpal response when compared to acemannan and GIC group, but there was no statistically significant difference between acemannan and GIC group. There was no statistically significant difference in pulpal response when compared the same material groups between 7 and 70 days periods. Conclusion : Within the limitations of the experiment, MTA showed the most desirable pulpal response in term of pulpal biocompatibility in comparison to acemannan and conventional GIC.

Department: Operative Dentistry

Student's Signature

Field of Study: Endodontology

Advisor's Signature

Academic Year: 2014

Co-Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ไพโรจน์ หลินศุวนนท์ และ รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ชรินทร์ กัลล์ประวิทย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาถ่ายทอดความรู้อันเป็นประโยชน์ และให้ความช่วยเหลือในทุกขั้นตอนของงานวิจัยจนกระทั่งวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงโดยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ชรินทร์ กัลล์ประวิทย์ อาจารย์ภาควิชา ศัลยศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ สำหรับคำแนะนำ การให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกเป็นอย่างดีในการปฏิบัติงานวิจัย ณ คณะสัตวแพทยศาสตร์ ซึ่งทำให้การวิจัยในสัตว์ทดลองในครั้งนี้สามารถเกิดขึ้นและดำเนินต่อมาได้จนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. พสุธา ธีรฤกษ์กิจไพศาล นิสิตบัณฑิตศึกษาและเจ้าหน้าที่ประจำหน่วยปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาสมุนไพรและสารจากธรรมชาติเพื่อการประยุกต์ใช้ในทางทันตกรรมทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในขั้นตอนการทำวิจัย โดยเฉพาะความรู้และการเตรียมสารและวัสดุที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. สมพร สวัสดิ์สรรพ ภาควิชาทันตพยาธิวิทยา ที่กรุณาเสียสละให้คำสอนแนะนำและการประเมินผลทางจุลพยาธิวิทยา

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์และสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านสำหรับคำแนะนำ ซึ่งข้อบกพร่องและแนวทางการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในสาขาวิชาเอ็นโดดอนต์ ภาควิชาทันตกรรมหัตถการทุกท่านที่ให้ความกรุณาประสิทธิ์ประสาทความรู้ และปลูกฝังจริยธรรมรวมถึงการปฏิบัติตัวที่เหมาะสมแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ ทุกท่านที่มีส่วนในการช่วยเหลือในขั้นตอนการวิจัยในสัตว์ทดลองทุกครั้ง

ขอขอบพระคุณ คุณระเวียง ปากมูล เจ้าหน้าที่ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ ที่เสียสละเวลาและความทุ่มเทอย่างสูงในการดูแลสัตว์ทดลองตลอดระยะเวลาการวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณสมชาย ยอดสง่า และ คุณบุญรักษา กัสยากร เจ้าหน้าที่ศูนย์ทดสอบชีววัสดุ ที่ให้คำแนะนำ เตรียมชิ้นส่วนงาน และอำนวยความสะดวกสำหรับการประเมินผลทางพยาธิวิทยา

ขอขอบคุณทุนส่งเสริมการวิจัยของคณาจารย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับการสนับสนุนเงินทุนในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ ทุกคนในครอบครัว และเพื่อนๆ สำหรับการให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจในยามที่ข้าพเจ้ารู้สึกเหนื่อยและท้อกับการทำวิจัย ซึ่งทำให้ข้าพเจ้ามีกำลังใจในการดำเนินการวิจัยจนเสร็จสิ้นลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
คำถามการวิจัย	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
คำสำคัญที่ใช้ในการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	7
ข้อจำกัดของการวิจัย	7
ข้อพิจารณาทางจริยธรรม	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
ภยันตรายต่อเนื้อเยื่อในฟันและการตอบสนอง.....	8
แนวทางการรักษาฟันแท้ที่มีชีวิตที่มีการเผยเนื้อเยื่อใน.....	8
วัสดุสำหรับปิดทับเนื้อเยื่อในในการทำไวท์ลพัลพ์เทอร์ราพี	10
แคลเซียมไฮดรอกไซด์.....	11

เอ็มทีเอ (มีเนอรัลไตรออกไซด์แอกกริเกต) (MTA : Mineral Trioxide Aggregate).....	12
ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์	14
ว่านหางจระเข้	16
คุณสมบัติส่วนร่วนของว่านหางจระเข้.....	16
สารอะซีแมนแนน	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	22
ประชากรและตัวอย่าง	22
การสังเกตและการวัด	22
สัตว์ทดลอง วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	22
วิธีการศึกษา	23
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	30
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย.....	31
ลักษณะทางภาพรังสีของฟันสุนัขทดลอง	32
ลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อใน	35
การวิเคราะห์ผลทางสถิติ.....	58
บทที่ 5 สรุปผลงานวิจัย ข้ออภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	64
รายการอ้างอิง	71
ภาคผนวก.....	84
ภาคผนวก ก ใบอนุญาตสำหรับการทำวิจัยในสัตว์ทดลอง.....	85
ภาคผนวก ข การประเมินผลทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อใน	86
ภาคผนวก ค รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	88
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	99

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 สรุปจำนวนชี้ฟันในแต่ละกลุ่มการทดลอง.....	25
ตารางที่ 2 แสดงจำนวนฟันที่นำมาประเมินลักษณะทางจุลพยาธิวิทยา	31
ตารางที่ 3 แสดงสรุปผลทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อใน	57



สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ 1 แสดงการเปิดแผ่นเหงือกเพื่อกรอกระดูกก่อนการถอนฟัน	28
ภาพที่ 2 แสดงฟันที่ถอนและกรอดัดปลายรากฟันแช่อยู่ในสารละลายนิวทรัลบัฟเฟอร์ฟอร์มาลิน ร้อยละ 10.....	28
ภาพที่ 3 แสดงสภาพวัสดุบูรณะฟันในช่องปากที่ระยะเวลา 70 วันก่อนการถอนฟันซึ่งยังอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์.....	32
ภาพที่ 4 แสดงภาพรังสีของฟันในกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยสารอะซีแมนแนนที่ระยะเวลา 7 วัน.....	32
ภาพที่ 5 แสดงภาพรังสีของฟันในกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยเอ็มทีเอที่ระยะเวลา 7 วัน.....	33
ภาพที่ 6 แสดงภาพรังสีของฟันในกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ที่ระยะเวลา 7 วัน	33
ภาพที่ 7 แสดงภาพรังสีของฟันในกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยสารอะซีแมนแนนที่ระยะเวลา 70 วัน.....	34
ภาพที่ 8 แสดงภาพรังสีของฟันในกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยสารเอ็มทีเอที่ระยะเวลา 70 วัน.....	34
ภาพที่ 9 แสดงภาพรังสีของฟันในกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ที่ระยะเวลา 70 วัน.....	35
ภาพที่ 10 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้รับการทดลอง	37
ภาพที่ 11 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในฟันที่ปิดทับด้วยอะซีแมนแนนที่ระยะเวลา 7 วันซึ่งมีการตอบสนองที่ปกติและมีส่วนที่มีการตายของเนื้อเยื่อในในซี่เดียวกัน.....	39
ภาพที่ 12 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในฟันที่ปิดทับด้วยอะซีแมนแนนที่ระยะเวลา 7 วันที่มีการตายของเนื้อเยื่อในทั้งซี่ฟัน.....	41
ภาพที่ 13 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในฟันที่ปิดทับด้วยเอ็มทีเอที่ระยะเวลา 7 วัน.....	43
ภาพที่ 14 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในฟันที่ปิดทับด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมที่ระยะเวลา 7 วันซึ่งมีการตอบสนองของเนื้อเยื่อในที่ปกติ.....	45

ภาพที่ 15 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในในที่ปิดทับด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมที่ระยะเวลา 7 วันซึ่งมีการตอบสนองของเนื้อเยื่อในโดยมีการสร้างถุงหนอง	47
ภาพที่ 16 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในในที่ปิดทับด้วยอะซีแมนแนนที่ระยะเวลา 70 วันซึ่งมีการตอบสนองของเนื้อเยื่อในที่ปกติ	49
ภาพที่ 17 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในในที่ปิดทับด้วยอะซีแมนแนนที่ระยะเวลา 70 วันซึ่งมีการตายของเนื้อเยื่อในทั้งซี่ฟัน	51
ภาพที่ 18 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในในฟันที่ปิดทับด้วยเอ็มทีเอที่ระยะเวลา 70 วัน	53
ภาพที่ 19 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในในที่ปิดทับด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมที่ระยะเวลา 70 วันซึ่งมีลักษณะการตอบสนองของเนื้อเยื่อในปกติ	55
ภาพที่ 20 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในในที่ปิดทับด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมที่ระยะเวลา 70 วันซึ่งมีการตายของเนื้อเยื่อในทั้งซี่ฟัน	57
ภาพที่ 21 แผนภูมิแสดงร้อยละของลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของความรุนแรงของระดับการตอบสนองของเซลล์อักเสบในกลุ่มต่างๆ	60
ภาพที่ 22 แผนภูมิแสดงร้อยละของลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของขอบเขตการอักเสบในกลุ่มต่างๆ	61
ภาพที่ 23 แผนภูมิแสดงร้อยละของลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของการจัดเรียงเนื้อเยื่อในในกลุ่มต่างๆ	62
ภาพที่ 24 แผนภูมิแสดงร้อยละของลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของการสร้างสะพานเนื้อฟันในกลุ่มต่างๆ	63

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเผยของเนื้อเยื่อในฟันหากไม่ได้รับการรักษาสามารถนำไปสู่การอักเสบของเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน (Kakehashi และคณะ, 1965; Moller และคณะ, 1981) ซึ่งสาเหตุสำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดการเผยเนื้อเยื่อในมาจากฟันผุ (Holland และ Davis, 2008) แม้ว่าการทำพัลเพ็กโทมี (pulpectomy) ในฟันแท้ที่มีชีวิตที่มีการเผยเนื้อเยื่อในซึ่งเป็นการรักษาที่มีการกำจัดเนื้อเยื่อในออกทั้งหมดจะเป็นวิธีที่ให้ ผลสำเร็จสูงในการป้องกันการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบรากฟัน (Cotton และคณะ, 2008; Imura และคณะ, 2007; Kojima และคณะ, 2004; Ng และคณะ, 2008; Spangberg, 2008) อย่างไรก็ตาม อัตราการคงอยู่ของฟันที่ได้รับการรักษาลงรากฟันแล้วจะต่ำกว่าฟันที่ไม่ได้รักษาลงรากฟันอย่างมีนัยสำคัญ (Caplan และคณะ, 2005) เนื่องจากการสูญเสียเนื้อเยื่อในทำให้ความสามารถในการรับรู้แรงที่ลงมายังตัวฟันและอวัยวะรอบรากฟันลดลง (Ou และคณะ, 2009; Randow และ Glantz, 1986) นอกจากนี้ ปัจจัยเกี่ยวกับตัวผู้ป่วย เช่น เวลาหรือค่าใช้จ่ายในการรักษา ทำให้ผู้ป่วยจำนวนหนึ่งปฏิเสธการรักษาด้วยการทำพัลเพ็กโทมี ทางเลือกหนึ่งในการรักษาฟันแท้ที่มีชีวิตที่มีการเผยของเนื้อเยื่อใน ได้แก่ การทำไวทัลพัลพ์เทอราพี (vital pulp therapy) ซึ่งเป็นแนวทางการรักษาที่พยายามอนุรักษ์เนื้อเยื่อในเพื่อคงความมีชีวิตของฟัน (Bogen และ Chandler, 2008) ในกรณีที่การเผยของเนื้อเยื่อในมีสาเหตุมาจากการบาดเจ็บหรือจากการให้การรักษาโดยทันตแพทย์ การทำไวทัลพัลพ์เทอราพีให้ผลสำเร็จที่สูงเช่นเดียวกับการทำพัลเพ็กโทมี (Cvek, 1978; Stockton, 1999) ส่วนในกรณีที่มีการเผยเนื้อเยื่อในจากฟันผุนั้น มีความเชื่อว่าไม่ควรได้รับการรักษาด้วยไวทัลพัลพ์เทอราพีเนื่องจากไม่สามารถประเมินสภาวะการอักเสบของเนื้อเยื่อในได้อย่างชัดเจน และผลการรักษาที่ไม่แน่นอน (Al-Hiyasat และคณะ, 2006; Miles และคณะ, 2010; Sigurdsson, 2003; Spangberg, 2008) อย่างไรก็ตามจากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบโดย Aguilar และ Linsuwanont (2011) พบว่า การรักษาด้วยวิธีไวทัลพัลพ์เทอราพีในฟันแท้ชีวิตที่มีการเผยเนื้อเยื่อในด้วยการทำพัลโพโทมีบางส่วน (partial pulpotomy) และพัลโพโทมี (full pulpotomy) เป็นการรักษาที่ให้ผลสำเร็จในการรักษาที่สูงเช่นเดียวกัน

วัสดุที่มีการนำมาศึกษาเพื่อใช้ในปิดทับเนื้อเยื่อในสำหรับการรักษาด้วยไวทัลพลัฟท์เทอร์ราฟี่มีหลายชนิด วัสดุที่ได้รับความนิยมมาเป็นเวลานาน ได้แก่ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (calcium hydroxide) แต่พบปัญหา คือ มีการอักเสบของเนื้อเยื่อในในระยะยาวและสะพานเนื้อฟัน (dentin bridge) ที่สร้างขึ้นมักพบรูพรุนซึ่งสามารถเป็นทางให้เชื้อโรคจากในช่องปากเข้าไปสู่โพรงเนื้อเยื่อในได้ (Cox และคณะ, 1987; Holland และคณะ, 1979; Nair และคณะ, 2008) ต่อมาได้มีการนำมิเนอร์ล ไตรออกไซด์ แอกริเกตหรือเอ็มทีเอ (Mineral Trioxide Aggregate : MTA) มาใช้ในการทำไวทัลพลัฟท์เทอร์ราฟี่ ซึ่งข้อดีของเอ็มทีเอที่เหนือกว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์เมื่อใช้เป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อใน ได้แก่ มีการอักเสบของเนื้อเยื่อในน้อยกว่า สะพานเนื้อฟันที่มีการสร้างขึ้นมามีคุณภาพที่ดีกว่า และมีความคงตัวของวัสดุในระยะยาวที่ดีกว่า (Eghbal และคณะ, 2009; Nair และคณะ, 2008; Witherspoon, 2008) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการในการใช้ปิดทับเนื้อเยื่อในงานไวทัลพลัฟท์เทอร์ราฟี่ แต่เอ็มทีเอที่ใช้ในปัจจุบันยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศทำให้มีราคาค่อนข้างสูงซึ่งทำให้เป็นอุปสรรค ต่อการใช้งานในวงกว้างสำหรับประเทศกำลังพัฒนาเช่นประเทศไทย จึงควรมีการหาวัสดุชนิดอื่นที่มีราคาถูกเพื่อสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในทดแทนเอ็มทีเอในงานไวทัลพลัฟท์เทอร์ราฟี่

วัสดุชนิดหนึ่งที่มีการใช้งานทั่วไปในคลินิกทันตกรรม ได้แก่ ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ (glass ionomer cement) คุณสมบัติที่ดีของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ ได้แก่ การยึดติดกับเนื้อฟันด้วยพันธะเคมี ให้การผนึกกับเนื้อฟันได้ดี สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์จากตัววัสดุมาที่ผิวฟันที่สัมผัสกัน ได้ ให้ความสวยงามที่ดีพอสมควร ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์เป็นวัสดุอีกชนิดหนึ่งที่มีการนำมาศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในสำหรับงานไวทัลพลัฟท์เทอร์ราฟี่ทั้งในห้องปฏิบัติการ และในสัตว์ทดลอง ในแง่ความเป็นพิษของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ ส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน ซึ่งพบว่ามีความเป็นพิษต่อเซลล์และต่อเนื้อเยื่อในฟันของสัตว์ทดลองโดยทำให้เกิดการอักเสบและเกิดการตายของเนื้อเยื่อในได้ (Costa และคณะ, 2003; do Nascimento และคณะ, 2000; Lan และคณะ, 2003; Sasanaluckit และคณะ, 1993; Stanislawski และคณะ, 1999) ในขณะที่ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมนั้น แม้ว่าการศึกษาเมื่อใช้วัสดุชนิดนี้ในยุคแรกๆเป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในจะทำให้เกิดการอักเสบอย่างรุนแรงและเกิดการตายของเนื้อเยื่อในฟันหนูทดลอง (Paterson และ Watts, 1981) แต่จากการสืบค้นทางวรรณกรรม ยังไม่พบการศึกษาที่ใช้ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมในช่วงต่อมาที่มีการปรับปรุง

คุณสมบัติทางกายภาพให้มีคุณสมบัติทางการภาพที่ดีขึ้นในแง่ของการเป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อใน โดยตรงแม้ว่าจะเป็นวัสดุที่มีการใช้งานมากในคลินิกทันตกรรมโดยทั่วไป ดังนั้นซีเมนต์กลาสไอโอโน-เมอร์ชนิดดั้งเดิมจึงอาจเป็นวัสดุอีกชนิดหนึ่งที่น่าจะนำมาศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เป็นวัสดุปิด ทับเนื้อเยื่อในการทำไวทัลพลัพธ์เธรราพี

นอกจากวัสดุทางทันตกรรมที่มีใช้ในปัจจุบันดังข้างต้นแล้ว ยังมีสารจากธรรมชาติอีกชนิด หนึ่งที่มีความน่าสนใจนำมาศึกษา ได้แก่ สารอะซีแมนแนน โดยสารอะซีแมนแนนเป็นสารพอลิแซ็ก- คาไรด์หลักที่สกัดได้จากส่วนเจลของว่านหางจระเข้ (*Aloe vera : Aloe Barbadensis MILLER*) ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรที่มีการนำมาใช้ทางการแพทย์เพื่อการรักษาอาการอักเสบที่เกิดขึ้นกับร่างกายจาก คุณสมบัติการมีฤทธิ์ต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย (immunomodulatory properties) (Reynolds และ Dweck, 1999) การศึกษาที่ผ่านมาในห้องปฏิบัติการพบว่า สารอะซีแมนแนนช่วยให้มีการ เพิ่มขึ้นของจำนวนเซลล์ มีการทำงานของโบนอมอร์โฟเจนิคโปรตีน (Bone Morphogenetic Protein-2 : BMP-2) และแอลคาไลน์ฟอสฟาเตส (Alkaline Phosphatase : ALP) พบการแสดงออกของเดน- ทินไฮอะโลโปรตีน (Dentin Sialoprotein : DSP) และมีการสะสมแร่ธาตุ (mineralization) เกิดขึ้น (Jittapiromsak และคณะ, 2007; Jittapiromsak และคณะ, 2010; ศิริพร ส่งศิริประดับบุญ, 2556) และการศึกษาในสัตว์ทดลองทั้งในฟันหนู (Jittapiromsak และคณะ, 2010) และฟันน้ำนมสุนัข (ศรัณ- ยา กลัดแก้ว, 2556) รวมถึงการใช้ปิดทับเนื้อเยื่อในฟันน้ำนมมนุษย์ (ศิริพร ส่งศิริประดับบุญ, 2556) พบว่า ฟันที่ได้รับการปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยสารอะซีแมนแนนให้การตอบสนองของเนื้อเยื่อในที่ ดีมาก อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาที่ทดลองโดยใช้สารอะซีแมนแนนเป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในใน ฟันแท้ของสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ตามคำแนะนำในการทดสอบความเข้ากันได้ของวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อใน ของ ISO-7405 จึงมีความน่าสนใจในการศึกษาการตอบสนองของเนื้อเยื่อในเมื่อใช้สารอะซีแมนแนน ในสัตว์ ทดลองที่ใหญ่ขึ้น เช่น สุนัข ซึ่งมีความใกล้เคียงกับในมนุษย์อันจะเป็นขั้นตอนหนึ่งในการ พัฒนาวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในชนิดใหม่ก่อนเริ่มมีใช้ในมนุษย์ต่อไป

คำถามการวิจัย

ลักษณะทางจุลพยาธิวิทยา (histopathology) ของการตอบสนองของเนื้อเยื่อในฟันสุนัขเมื่อ ใช้สารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอ และซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมเป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในฟัน สุนัขในการทำพลัพธ์โธมีบางส่วนที่ช่วงเวลา 7 วันและ 70 วันเป็นอย่างไรและมีความแตกต่างกัน หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ทั่วไป เพื่อศึกษาลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของการตอบสนองของเนื้อเยื่อในฟันสุนัขเมื่อใช้สารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอ และซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมเป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในฟันสุนัขในการทำพัลโพโทมีบางส่วน

วัตถุประสงค์เฉพาะ

1. เพื่อศึกษาลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของการตอบสนองของเซลล์อักเสบของเนื้อเยื่อในฟันสุนัขเมื่อใช้สารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอ และซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมเป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในในการทำพัลโพโทมีบางส่วน
2. เพื่อศึกษาลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของขอบเขตการอักเสบของเนื้อเยื่อในฟันสุนัขเมื่อใช้สารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอ และซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมเป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในในการทำพัลโพโทมีบางส่วน
3. เพื่อศึกษาลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของการจัดเรียงเนื้อเยื่อในฟันสุนัขเมื่อใช้สารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอ และซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมเป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในในการทำพัลโพโทมีบางส่วน
4. เพื่อศึกษาลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของสะพานเนื้อฟันที่มีการสร้างขึ้นในฟันสุนัขเมื่อใช้สารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอ และซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมเป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในในการทำพัลโพโทมีบางส่วน
5. เพื่อเปรียบเทียบลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในระหว่างที่ระยะเวลา 7 วันและ 70 วันในกลุ่มที่ปิดทับด้วยวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในชนิดเดียวกัน (อะซีแมนแนน เอ็มทีเอ หรือซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิม) ในการทำพัลโพโทมีบางส่วน

สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานที่ 1

สมมติฐานว่าง (H_0) : ลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของการตอบสนองของเซลล์อักเสบของเนื้อเยื่อในฟันสุนัขที่ได้รับการทำพัลโพโทมีบางส่วนโดยสารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอ และซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมไม่มีความแตกต่างกัน

สมมติฐานแย้ง (H_1) : ลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของการตอบสนองของเซลล์อักเสบของเนื้อเยื่อในของเนื้อเยื่อในฟันสุนัขที่ได้รับการทำฟัลโฟโทมีบางส่วนโดยสารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอ และซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมมีความแตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 2

สมมติฐานว่าง (H_0) : ลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของขอบเขตการอักเสบของเนื้อเยื่อในฟันสุนัขที่ได้รับการทำฟัลโฟโทมีบางส่วนโดยสารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอ และซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมไม่มีความแตกต่างกัน

สมมติฐานแย้ง (H_1) : ลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของขอบเขตของการอักเสบของเนื้อเยื่อในฟันสุนัขที่ได้รับการทำฟัลโฟโทมีบางส่วนโดยสารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอ และซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ ชนิดดั้งเดิมมีความแตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 3

สมมติฐานว่าง (H_0) : ลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของการจัดเรียงของเนื้อเยื่อในฟันสุนัขที่ได้รับการทำฟัลโฟโทมีบางส่วนโดยสารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอ และซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมไม่มีความแตกต่างกัน

สมมติฐานแย้ง (H_1) : ลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของการจัดเรียงของเนื้อเยื่อในฟันสุนัขที่ได้รับการทำฟัลโฟโทมีบางส่วนโดยสารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอ และซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมมีความแตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 4

สมมติฐานว่าง (H_0) : ลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของสะพานเนื้อฟันที่มีการสร้างขึ้นในฟันสุนัขที่ได้รับการทำฟัลโฟโทมีบางส่วนโดยสารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอ และซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมไม่มีความแตกต่างกัน

สมมติฐานแย้ง (H_1) : ลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของสะพานเนื้อฟันที่มีการสร้างขึ้นในฟันสุนัขที่ได้รับการทำฟัลโฟโทมีบางส่วนโดยสารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอ และซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมมีความแตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 5

สมมติฐานว่าง (H_0): ลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในระหว่างที่ระยะเวลา 7 วัน และ 70 วันในกลุ่มที่ปิดทับด้วยวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในชนิดเดียวกัน (อะซีแมนแนน เอ็มทีเอ หรือ ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดตั้งเดิม) ในการทำพัลโพโทมีบางส่วน**ไม่มีความแตกต่างกัน**

สมมติฐานแย้ง (H_1): ลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในระหว่างที่ระยะเวลา 7 วัน และ 70 วันในกลุ่มที่ปิดทับด้วยวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในชนิดเดียวกัน (อะซีแมนแนน เอ็มทีเอ หรือ ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดตั้งเดิม) ในการทำพัลโพโทมีบางส่วน**มีความแตกต่างกัน**

ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการเปรียบเทียบลักษณะการตอบสนองทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในฟันที่มีลักษณะปกติในสุนัขที่ได้รับการทำพัลโพโทมีบางส่วนระหว่างสารอะซีแมนแนน เอ็มทีเอ และซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดตั้งเดิม

คำสำคัญที่ใช้ในการวิจัย

- ฟันสุนัข
- พัลโพโทมีบางส่วน
- วานทางจระเข้
- สารอะซีแมนแนน
- ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดตั้งเดิม
- ลักษณะทางจุลพยาธิวิทยา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบผลของสารอะซีแมนแนนที่มีต่อเนื้อเยื่อในเมื่อนำมาใช้ในการทำพัลโพโทมีบางส่วนเปรียบเทียบกับการใช้เอ็มทีเอซึ่งเป็นวัสดุที่มีประสิทธิภาพสูงและนิยมใช้ในปัจจุบันและซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดตั้งเดิมซึ่งเป็นวัสดุที่มีการใช้งานทั่วไปในคลินิกทันตกรรม
2. เป็นขั้นตอนหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางทันตกรรมก่อนที่จะนำไปศึกษาและใช้ในมนุษย์ต่อไป ซึ่งหากสามารถพัฒนาเพื่อผลิตเป็นวัสดุทางทันตกรรมในการรักษาฟันที่มีชีวิตที่มีการผุของเนื้อเยื่อในสำหรับมนุษย์ได้ จะช่วยส่งเสริมการพัฒนาด้านการเกษตรและประหยัดค่าใช้จ่ายในการนำเข้าวัสดุทางทันตกรรมที่มีราคาแพงจากต่างประเทศ

3. เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับว่านหางจระเข้

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ฟันสุนัขในการวิจัยครั้งนี้เป็นฟันแท้ชนิดฟันหน้าและฟันกรามน้อยที่มีลักษณะฟันทางคลินิกและทางภาพรังสีปกติก่อนการทดลอง
2. การบูรณะฟันและการถอนฟันกระทำโดยทันตแพทย์และสัตวแพทย์ผู้วิจัยเพียงกลุ่มเดียว และวัสดุที่ใช้ในการบูรณะฟันมาจากรอบการผลิตเดียวกัน
3. การอ่านผลทางจุลพยาธิวิทยาของชิ้นส่วนฟันกระทำภายใต้กล้องจุลทรรศน์ระบบแสงขาวโดยทันตแพทย์ผู้เชี่ยวชาญสาขาพยาธิวิทยาช่องปากซึ่งไม่มีส่วนในการทดลองนี้

ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาในสัตว์ทดลอง (in vivo) และฟันที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นฟันที่ไม่มีพยาธิสภาพ ซึ่งอาจได้ผลที่แตกต่างออกไปหากนำไปใช้รักษาในฟันของมนุษย์ซึ่งมีการเผยของเนื้อเยื่อในมาระยะหนึ่งแล้ว ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาทางคลินิกก่อนนำไปใช้รักษาผู้ป่วยจริงต่อไป

ข้อพิจารณาทางจริยธรรม

โครงการวิจัยได้รับการพิจารณาและอนุมัติจากคณะกรรมการควบคุมดูแลการเลี้ยงและการใช้สัตว์เพื่อการใช้งานทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 9/2555 คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อวันที่ 28 กันยายน 2555 (หมายเลขใบอนุญาตที่ 12310095)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภัยอันตรายต่อเนื้อเยื่อในฟันและการตอบสนอง

เนื้อเยื่อในฟันอาจได้รับภัยอันตรายจากสิ่งกระตุ้นซึ่งมีผลต่อการไหลเวียนเลือดภายในโพรงเนื้อเยื่อใน สิ่งกระตุ้นดังกล่าวอาจเป็นสิ่งกระตุ้นที่กระตุ้นในระยะสั้น ระยะยาว หรือเกิดเนื่องจากการบาดเจ็บ โดยสิ่งกระตุ้นในระยะสั้นมักก่อให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อในแบบเฉียบพลัน และตามด้วยการหายและการซ่อมแซมของเนื้อเยื่อในฟัน เช่น การกรอแต่งหรือการเป่าเนื้อฟันในขั้นตอนของการเตรียมโพรงฟัน หรือการบาดเจ็บของฟันที่ไม่มีการเคลื่อนของฟัน สิ่งกระตุ้นระยะยาวมักทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อในแบบเรื้อรังและหากไม่ได้รับการรักษาก็จะสามารถนำไปสู่การตายของเนื้อเยื่อในได้ สาเหตุที่ทำให้มีการกระตุ้นเนื้อเยื่อในในระยะยาว เช่น ฟันผุ รอยร้าวบนตัวฟัน วัสดุบูรณะฟันที่มีการแตกหัก การสึกกร่อนของฟัน การเกิดวิกลสภาพของฟัน (เช่น ภาวะฟันในฟัน หรือการมีร่องดำกลิ่นที่ลึก) หรือการที่เคลือบรากฟันถูกทำลาย เป็นต้น ในขณะที่การบาดเจ็บที่ทำให้มีการเคลื่อนของฟันจะมีผลต่อการไหลเวียนเลือดของเนื้อเยื่อในฟัน โดยฟันที่มีการเจริญของรากที่สมบูรณ์จะเกิดการตายของเนื้อเยื่อในแบบทันที (Yu และ Abbott, 2007) ซึ่งหากเนื้อเยื่อในได้รับสิ่งกระตุ้นดังที่กล่าวมาและไม่ได้ได้รับการรักษาที่เหมาะสม จะนำไปสู่การตายของเนื้อเยื่อในและเกิดการติดเชื้อของระบบคลองรากฟันและการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันในเวลาต่อมา (Kakehashi และคณะ, 1965; Moller และคณะ, 1981; Yu และ Abbott, 2007) จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าช่องทางที่ทำให้เกิดการติดเชื้อในระบบคลองรากฟันดังกล่าวนี้มีหลายช่องทาง ช่องทางหนึ่งที่สำคัญที่จะกล่าวถึงในการศึกษาคั้งนี้ ได้แก่ การเผยของเนื้อเยื่อในโดยตรงที่ตัวฟันต่อแบคทีเรียทั้งจากฟันผุ การเกิดอุบัติเหตุ หรือจากการรักษาโดยทันตแพทย์เอง

แนวทางการรักษาฟันแท้ที่มีชีวิตที่มีการเผยเนื้อเยื่อใน

การให้การรักษาฟันแท้ที่มีชีวิตที่มีการเผยเนื้อเยื่อในมีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดการหายหรือเพื่อป้องกันการเกิดโรคของเนื้อเยื่อที่อยู่ข้างใต้ ซึ่งความสำเร็จในการรักษาจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อเนื้อเยื่อในปราศจากการติดเชื้อ (Hasselgren, 2008) จากการสำรวจของ Bjorndal และคณะ (2006) พบว่าทันตแพทย์ร้อยละ 52 ให้การรักษาฟันที่มีชีวิตที่มีการอักเสบของเนื้อเยื่อในโดยการทำให้ฟันเป็นโพรง (pulpotomy) ซึ่งการรักษาฟันที่มีชีวิตที่มีการเผยของเนื้อเยื่อในด้วยการทำให้ฟันเป็นโพรงเป็นการ

รักษาที่มีการกำจัดเนื้อเยื่อในทั้งหมด และให้ผลสำเร็จสูงในการป้องกันการเกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน (Cotton และคณะ, 2008; Imura และคณะ, 2007; Kojima และคณะ, 2004; Ng และคณะ, 2008; Spangberg, 2008) อย่างไรก็ตาม ฟันที่ผ่านการรักษาคลองรากฟันมาแล้วจะมีอัตราการอยู่รอดต่ำกว่าฟันที่ไม่ได้รักษาคลองรากฟันอย่างมีนัยสำคัญ (Caplan และคณะ, 2005) เนื่องจากการรักษาซึ่งมีการดึงเนื้อเยื่อในออกทั้งหมด ทำให้ฟันชิ้นนั้นสูญเสียความสามารถในการรับรู้ปริมาณแรงที่มากกระทำต่อตัวฟัน (Ou และคณะ, 2009; Randow และ Glantz, 1986) นอกจากนี้ผู้ป่วยบางรายปฏิเสธการรักษาด้วยการทำพัลเพ็กโทมีเนื่องจากปัจจัยของตัวผู้ป่วยเอง เช่น ค่าใช้จ่ายในการรักษาหรือเวลาที่จะเข้ารับการรักษา แนวทางการรักษาอื่นที่อาจเป็นไปได้ ได้แก่ การทำไวทัลพัลพ์เทอราพี (vital pulp therapy) ซึ่งประกอบไปด้วย การปิดทับเนื้อเยื่อในโดยตรง (direct pulp capping) การทำพัลโพโทมีบางส่วน (partial pulpotomy) และการทำพัลโพโทมี (full pulpotomy)

การรักษาด้วยการทำไวทัลพัลพ์เทอราพีเป็นการรักษาที่มีการอนุรักษ์เนื้อเยื่อในเพื่อคงความมีชีวิตและการทำหน้าที่ของเนื้อเยื่อในฟันไว้เพื่อเป็นการส่งเสริมให้เกิดการหายของเนื้อเยื่อใน ซึ่งข้อดีของการอนุรักษ์เนื้อเยื่อในไว้ ได้แก่ มีการคงอยู่ของระบบภูมิคุ้มกันในฟันชิ้นนั้นๆ (Faoud, 2002) ลดโอกาสการเกิดการแตกหักของฟันจากการรับรู้ปริมาณแรงที่กระทำต่อตัวฟัน (Ou และคณะ, 2009; Randow และ Glantz, 1986) สามารถรับรู้ความรู้สึกของสิ่งที่มากระตุ้นต่อตัวฟัน ช่วยให้มีการเจริญต่อของรากฟันในกรณีที่ฟันซึ่งมีการเจริญของรากฟันไม่สมบูรณ์ และนอกจากนี้ การคงความมีชีวิตของเนื้อเยื่อในยังช่วยป้องกันการเกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน (apical periodontitis) ซึ่งเป็นจุดประสงค์สำคัญในการรักษาทางเอ็นโดดอนติกส์ (Trope, 2008)

ในการบูรณะฟันที่มีการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อในเพื่อให้ประสบความสำเร็จในระยะยาว ควรมีการตอบสนองของเนื้อเยื่อในในลักษณะ 3 ประการดังต่อไปนี้ (Tziafas และคณะ, 2001)

1. มีการสร้างเนื้อเยื่อแข็งอย่างรวดเร็วภายหลังจากการปิดทับเนื้อเยื่อในในช่วงแรก เพื่อเป็นการป้องกันเนื้อเยื่อในจากภัยอันตรายภายนอกและเป็นการสร้างสภาวะที่เอื้อต่อการหายของเนื้อเยื่อใน
2. มีการสร้างเนื้อฟันซ่อมเสริมเพื่อป้องกันการติดเชื้อของเนื้อเยื่อในกรณีที่เกิดการรั่วซึมของแบคทีเรียที่ขอบของวัสดุบูรณะฟัน

3. มีการเหนี่ยวนำให้เกิดการสร้างเนื้อฟันซ่อมเสริมที่บริเวณรอยต่อของเนื้อเยื่อในกับเนื้อฟัน (pulp-dentin interface) และมีการควบคุมขอบเขตการสร้างเนื้อฟันซ่อมเสริมเพื่อไม่ให้เกิดการอุดกั้นของโพรงเนื้อเยื่อใน

การรักษาด้วยการทำไวทัลพลัฟท์เทอร์ราพีในฟันที่มีการเผยเนื้อเยื่อในจากอุบัติเหตุหรือจากขั้นตอนการรักษาของทันตแพทย์มีอัตราความสำเร็จอยู่ในระดับสูง (Cvek, 1978; Stockton, 1999) สำหรับกรณีที่มีการเผยเนื้อเยื่อในจากฟันผุนั้น แม้จะมีความเชื่อว่าไม่ควรได้รับการรักษาด้วยไวทัลพลัฟท์เทอร์ราพีเนื่องจากไม่สามารถประเมินสภาวะการอักเสบของเนื้อเยื่อในได้อย่างชัดเจนและได้ผลการรักษาที่ไม่แน่นอน (Al-Hiyasat และคณะ, 2006; Miles และคณะ, 2010; Sigurdsson., 2003; Spangberg, 2008) แต่จากรายงานผู้ป่วยจำนวนมากแสดงให้เห็นว่าแม้การเผยของเนื้อเยื่อในจะมีสาเหตุมาจากฟันผุก็ตาม การรักษาด้วยการทำไวทัลพลัฟท์เทอร์ราพีก็ประสบความสำเร็จได้เช่นกัน (Caliskan, 1993; Eghbal และคณะ, 2009; El-Meligy และ Avery, 2006; Witherspoon และคณะ, 2006) และการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบโดย Aguilar และ Linsuwanont (2011) พบว่า การรักษาด้วยวิธีไวทัลพลัฟท์เทอร์ราพีในฟันแท้ชีวิตที่มีการเผยเนื้อเยื่อใน หากมีเกณฑ์การคัดเลือกผู้ป่วยอย่างเคร่งครัดและมีขั้นตอนการรักษาที่เหมาะสมก็สามารถให้ผลสำเร็จในการรักษาที่สูงได้เช่นเดียวกัน

ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการรักษาด้วยการทำไวทัลพลัฟท์เทอร์ราพี ได้แก่ การมีเกณฑ์การคัดเลือกผู้ป่วยอย่างเคร่งครัด และขั้นตอนในการให้การรักษา ซึ่งประกอบไปด้วย การห้ามเลือดด้วยวิธีที่เหมาะสม การป้องกันการเกิดลิ่มเลือด วัสดุที่ใช้ในการปิดทับเนื้อเยื่อใน และ การบูรณะฟันที่ป้องกันการรั่วซึมของแบคทีเรีย (Aguilar และ Linsuwanont, 2011; Swift และคณะ, 2003)

สำหรับในการศึกษาคั้งนี้มุ่งที่จะศึกษาปัจจัยด้านวัสดุที่ใช้ในการปิดทับเนื้อเยื่อในในการรักษาฟันแท้ที่มีชีวิตที่มีการเผยเนื้อเยื่อใน

วัสดุสำหรับปิดทับเนื้อเยื่อในในการทำไวทัลพลัฟท์เทอร์ราพี

ที่ผ่านมา มีความพยายามในการศึกษาเพื่อหาวัสดุที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการทำไวทัลพลัฟท์เทอร์ราพีหลายชนิด ซึ่งคุณสมบัติที่ดีของวัสดุที่จะนำมาใช้ คือ สามารถป้องกันการรุกรานจากแบคทีเรียได้ในระยะยาว กระตุ้นให้เกิดการหายของเนื้อเยื่อในที่เหลืออยู่ และ ส่งเสริมให้เกิดการสร้างเนื้อฟันขึ้นมาใหม่ (Witherspoon, 2008) วัสดุที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในการทำไวทัลพลัฟท์เทอร์ราพีมาเป็นเวลานาน ได้แก่ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (calcium hydroxide) และสารที่

ได้รับความนิยมในช่วงหลัง ได้แก่ มิเนอร์รัลไตรออกไซด์แอกกรีเกตหรือเอ็มทีเอ (Mineral Trioxide Aggregate : MTA) นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาที่นำซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์มาใช้สำหรับปิดทับเนื้อเยื่อในด้วย

แคลเซียมไฮดรอกไซด์

แคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้รับการนำมาใช้ในงานเอ็นโดดอนติกส์ครั้งแรกโดย Hermann ในปี ค.ศ. 1920 โดยใช้เป็นสารสำหรับปิดทับเนื้อเยื่อในโดยตรง จากนั้นจนถึงปัจจุบัน ได้มีการนำแคลเซียมไฮดรอกไซด์มาใช้ในงานเอ็นโดดอนติกส์อีกหลายด้าน ดังนี้ (Mohammadi และ Dummer, 2011)

1. ใช้เป็นยาสำหรับใส่ในคลองรากฟันในระหว่างการนัดรักษาคคลองรากฟันแต่ละครั้ง เพื่อช่วยในการกำจัดเชื้อจุลชีพ ผลผลิตพลอยได้จากเชื้อจุลชีพ และเศษเนื้อเยื่อในที่ยังเหลืออยู่ภายในคลองรากฟัน นอกเหนือไปจากการทำความสะอาดโดยใช้เครื่องมือและการใช้สารล้างในคลองรากฟัน
2. เป็นส่วนประกอบในซีลเลอร์สำหรับอุดคลองรากฟัน (root canal sealer) จากคุณสมบัติในการต่อต้านแบคทีเรีย (antibacterial effect) และส่งเสริมให้เกิดการซ่อมแซมเนื้อเยื่อ
3. ใช้ในกรณีที่ฟันและเนื้อเยื่อรองรับได้รับอันตรายจากการบาดเจ็บ โดยเมื่อใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นยาที่ใส่ในคลองรากฟันเพื่อควบคุมการสูญเสียภายใน (internal resorption) หรือในกรณีการสูญเสียของปลายรากฟันที่มาจากการอักเสบ (inflammatory apical root resorption) นอกจากนี้ ยังใช้เป็นยาสำหรับใส่ในคลองรากฟันในฟันที่หลุดออกจากเบ้าฟันที่ได้รับการยึดกลับเข้าที่เบ้าฟัน (tooth replantation)
4. ในกรณีฟันที่ไม่มีชีวิตที่ยังมีการเจริญของปลายรากฟันไม่สมบูรณ์จะมีปลายรากฟันที่เปิดกว้าง ทำให้การการอุดคลองรากฟันให้ดีขึ้นได้ยาก การใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ใส่ในคลองรากฟันจะช่วยให้มีการสร้างเนื้อเยื่อแข็งที่ปลายรากฟันซึ่งจะช่วยให้สามารถอุดคลองรากฟันได้ดีขึ้น
5. ใช้ในการทำไวทัลพัลพ์เทอราพีรวมไปถึงการปิดทับเนื้อเยื่อในโดยอ้อม (indirect pulp capping)

แคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นสารที่มีลักษณะเป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น มีสูตรทางเคมี คือ Ca(OH)_2 มีมวลโมเลกุล 74.08 ละลายน้ำได้น้อยและจะละลายได้น้อยลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่สูงคือประมาณ 12.5-12.8 และไม่ละลายในแอลกอฮอล์ เมื่อละลายในตัวทำละลายจะแตกตัวให้ประจุบวกของแคลเซียมไอออน (Calcium ion ; Ca^{++}) และประจุลบของไฮดรอกซิลไอออน (Hydroxyl ion ; OH^-) ในอดีตเคยมีความเชื่อว่าแคลเซียมไอออนจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็น

องค์ประกอบอยู่ในสะพานเนื้อฟันที่สร้างขึ้น อย่างไรก็ตามจากการศึกษาในสุนัขโดยมีการใช้สารแคลเซียมกัมมันตรังสี (radioactive calcium) โดย Sciaky และ Pisanti (1960) และ Pisanti และ Sciaky (1964) ได้แสดงให้เห็นว่าแคลเซียมที่อยู่ในสะพานเนื้อฟันที่ถูกสร้างขึ้นไม่ได้มาจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์แต่มาจากกระแสเลือดในร่างกาย โดยแคลเซียมไฮดรอกไซด์จะทำให้เกิดภาวะคายเคืองอย่างอ่อนต่อนเนื้อเยื่อใน เมื่อเนื้อเยื่อในมีการสัมผัสกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์จะเริ่มเกิดภัยอันตรายต่อหลอดเลือดที่อยู่ใกล้กับบริเวณนั้น และทำให้เกิดการตายของเนื้อเยื่อแบบโคอะกูเลชัน (coagulation necrosis) ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างแนวกันที่เป็นเนื้อเยื่อแข็ง (hard tissue barrier) (Cvek และคณะ, 1987) ใต้ต่อบริเวณที่เกิดการตายแบบโคอะกูเลชันจะมีแคลเซียมไอออนอย่างหนาแน่นซึ่งเซลล์ของเนื้อเยื่อในที่อยู่ข้างใต้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์คล้ายเซลล์สร้างเนื้อฟัน (odontoblast-like cell) และมีการสะสมเมทริกซ์ต่อไป (Farhad และ Mohammadi, 2005) อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกิดจากการใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นสารปิดทับเนื้อเยื่อใน คือพบว่าสะพานเนื้อฟันที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นรูพรุนอยู่ภายใน นอกจากนั้นแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีการยึดเกาะกับเนื้อฟันได้ไม่ดีและไม่สามารถป้องกันการรั่วซึมจากแบคทีเรียในระยะยาวได้ ส่งผลให้แบคทีเรียสามารถรุกรานเข้าไปในโพรงเนื้อเยื่อในนำไปสู่การอักเสบและการตายของเนื้อเยื่อในและเกิดการติดเชื้อในระบบคลองรากฟันได้ (Cox และคณะ, 1985) ในช่วงหลังมีการพัฒนาวัสดุชนิดต่างๆ ในทางทันตกรรมมากขึ้น วัสดุชนิดหนึ่งที่ได้รับคามนิยมในปัจจุบันคือเอ็มทีเอหรือมินเอร์ลไตรออกไซด์แอกกรีเกต

เอ็มทีเอ (มินเอร์ลไตรออกไซด์แอกกรีเกต) (MTA : Mineral Trioxide Aggregate)

เอ็มทีเอเป็นวัสดุซึ่งมีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ พอร์ตแลนด์ซีเมนต์ (Portland cement) และบิสมัทออกไซด์ (bismuth oxide) โดยในพอร์ตแลนด์ซีเมนต์นั้นมีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ไดแคลเซียมซิลิเกต (dicalcium silicate) ไตรแคลเซียมซิลิเกต (tricalcium silicate) ไตรแคลเซียมอะลูมิเนต (tricalcium aluminate) ยิปซัม (gypsum) และเตตราแคลเซียมอะลูมิโนเฟอร์ไรต์ (tetracalcium aluminoferrite) มีระยะเวลาแข็งตัวเริ่มต้น (initial setting time) ประมาณ 3-4 ชั่วโมง (Torabinejad และคณะ, 1995) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 10.5 ภายหลังการผสมในช่วงแรก และมีค่าสูงขึ้นเป็น 12.5 ภายหลังจากผสมเป็นเวลา 3 ชั่วโมง (Camilieri และคณะ, 2005; Torabinejad และคณะ, 1995) คุณสมบัติเด่นของเอ็มทีเอ คือ เป็นวัสดุที่สามารถป้องกันการรั่วซึมได้ดี สามารถต้านต่อแบคทีเรียและเชื้อรา (antibacterial and antifungal) และมีความเข้ากันได้ทาง

ชีวภาพ (biocompatibility) ต่อเนื้อเยื่อของเนื้อเยื่อของร่างกาย (Parirokh และ Torabinejad, 2010a; Roberts และคณะ, 2008; Torabinejad และ Parirokh, 2010) ที่ผ่านมามีการนำเอเอ็มทีเอมาใช้ในงานเอ็นโดดอนติกส์ที่หลากหลาย เช่น การซ่อมรอยทะลุของรากฟันและจุดแยกรากฟัน (furcation) เป็นแนวกันที่ปลายรากในฟันที่ไม่มีชีวิตที่มีการสร้างรากยังไม่สมบูรณ์ (apical barrier) เป็นวัสดุอุดย้อนปลายราก (retrograde filling) ในงานศัลยกรรมเอ็นโดดอนติกส์ และใช้เป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในในการทำไวทัลพัลฟ์เทอราพี (Parirokh และ Torabinejad, 2010b; Torabinejad และ Chivian, 1999)

เอเอ็มทีเอเป็นสารที่ออกออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive compound) โดยเมื่อเอเอ็มทีเอสัมผัสกับของเหลวจากเนื้อเยื่อในร่างกายจะเกิดสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งมีการปลดปล่อยแคลเซียมไอออน และนำไปสู่การตกตะกอนไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxyapatite : HA) ดังสมการ



ไฮดรอกซีอะพาไทต์จากปฏิกิริยาดังกล่าวจะปลดปล่อยแคลเซียมและฟอสฟอรัสออกมาอย่างต่อเนื่องซึ่งจะช่วยเพิ่มความสามารถในการป้องกันการรั่วซึมของวัสดุและส่งเสริมให้เกิดการสะสมแร่ธาตุของเนื้อเยื่อแข็ง (Sarkar และคณะ, 2005) นอกจากนี้เอเอ็มทีเอยังสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ต้นกำเนิดไปเป็นเซลล์สร้างเนื้อเยื่อแข็ง เช่น เซลล์คล้ายเซลล์สร้างเนื้อฟันซึ่งมีส่วนสำคัญในกระบวนการสร้างเนื้อฟันซ่อมเสริม (reparative dentinogenesis) เมื่อเกิดการผุของเนื้อเยื่อในฟันขึ้น (Kuratate และคณะ, 2008)

การศึกษาในสัตว์ทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างเอเอ็มทีเอและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในการใช้เป็นการปิดทับเนื้อเยื่อโดยตรงภายหลังการเตรียมโพรงฟันประเภทที่ห้าในฟันสุนัขให้เกิดการผุเนื้อเยื่อในและศึกษาลักษณะทางพยาธิวิทยาใน 60 วันต่อมา พบว่า ในกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยเอเอ็มทีเอเกิดสะพานเนื้อฟันที่สมบูรณ์ทุกซี่ (15 ซี่) และไม่พบการอักเสบและเชื้อจุลชีพในส่วนของเนื้อเยื่อในในฟันซี่ใดเลย ในขณะที่กลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีการสร้างสะพานเนื้อฟันที่สมบูรณ์เพียง 5 ซี่จากทั้งหมด 15 ซี่และพบการอักเสบของเนื้อเยื่อในที่มีความรุนแรงต่าง ๆ กัน 12 จาก 15 ซี่ (Faraco และ Holland, 2001) ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษานี้เป็นไปในทางเดียวกับที่การศึกษาในสุนัขและลิงที่มีมาก่อนหน้า (Abedi และคณะ, 1996; Ford และคณะ, 1996; Junn และคณะ, 1998) สำหรับการศึกษาในทางคลินิกนั้น การศึกษาแรกๆที่มีการรายงานออกมาเป็นการศึกษาโดย Ainechi และคณะ (2003) โดยการเตรียมโพรงฟันประเภทที่หนึ่งบนฟันกรามซี่ที่สาม

ที่มีสภาพปกติภายใต้แผ่นยางกันน้ำลายให้มีการเผยเนื้อเยื่อในขนาดมาตรฐาน (0.5 มิลลิเมตร) ทำการปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยเอมทิเอที่ฟันข้างหนึ่งและปิดทับด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ฟันซี่ตรงข้าม (ในผู้ป่วยรายเดียวกัน) และบูรณะฟัน จากนั้นทำการถอนฟันที่ระยะเวลาตั้งแต่ 1 สัปดาห์จนถึง 6 เดือนเพื่อนำมาศึกษาลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาเปรียบเทียบระหว่างวัสดุทั้งสองชนิด พบว่า ฟันซี่ที่มีการปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยเอมทิเอจะมีการอักเสบของเนื้อเยื่อในที่น้อยกว่าและมีการสร้างสะพานเนื้อฟันที่หนากว่าซี่ที่ปิดทับด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อมาการศึกษาโดย Nair และคณะ (2008) ซึ่งได้ทำการศึกษาในลักษณะการวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (randomized controlled trial : RCT) พบว่า กลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยเอมทิเอจะเริ่มมีการสร้างสะพานเนื้อฟันขึ้นภายในสัปดาห์แรกและจะหนาตัวขึ้นและมีความสมบูรณ์ในช่วง 3 เดือนที่ทำการศึกษา และฟันส่วนมากไม่พบการอักเสบของเนื้อเยื่อใน ในขณะที่กลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์จะมีการสร้างสะพานเนื้อฟันที่น้อยกว่าและมีรูพรุนอยู่ภายในสะพานเนื้อฟันที่มีการสร้างขึ้น และพบการอักเสบของเนื้อเยื่อในตลอดช่วงเวลา 3 เดือนที่ทำการศึกษา แม้ว่าเอมทิเอจะมีคุณสมบัติที่ดีสำหรับนำมาใช้ในงานไวทัลพัลพ์เทอราพี แต่เนื่องจากเอมทิเอที่ใช้ภายในประเทศในปัจจุบันยังต้องอาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งทำให้มีราคาของวัสดุค่อนข้างสูง จึงทำให้การเข้าถึงของประชาชนทั่วไปยังไม่กว้างมากนัก ดังนั้นจึงมีความพยายามในการคิดค้นวัสดุชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติที่ดีและมีราคาถูก เพื่อสามารถนำมาใช้ทดแทนเอมทิเอ วัสดุอีกชนิดหนึ่งที่มีการใช้งานในคลินิกทันตกรรมทั่วไป ได้แก่ ซิเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ ซึ่งมีคุณสมบัติที่น่าสนใจ คือ เป็นวัสดุที่ให้การผนึกกับเนื้อฟันได้ดี แต่ยังไม่มีการศึกษาสำหรับงานไวทัลพัลพ์เทอราพีมากนัก

ซิเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์

ซิเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ (glass ionomer cement) เป็นวัสดุอีกชนิดหนึ่งที่มีการนำมาศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในสำหรับงานไวทัลพัลพ์เทอราพีทั้งในห้องปฏิบัติการและในสัตว์ทดลอง มีสองชนิดหลักๆ ได้แก่ ซิเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิม (conventional glass ionomer cement) และซิเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน (resin modified glass ionomer cement) ซิเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์เป็นวัสดุทางทันตกรรมบูรณะที่มีสีเหมือนฟันประเภทหนึ่ง ได้รับการพัฒนาขึ้นในช่วงทศวรรษ 1970 โดย Wilson และ Kent (Wilson และ Kent, 1972) ซิเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมเป็นวัสดุซึ่งมีปฏิกิริยาการแข็งตัวระหว่างส่วนที่เป็นแก้วและส่วนที่เป็นกรดเมื่อมีการนำทั้งสองส่วนผสมกัน โดยซิเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ในช่วงแรกที่มีการใช้

งาน (ASPA, De Trey, Dentsply) มีการใช้พอลิเมอร์ของกรดอะคริลิกเป็นหลัก ซึ่งพบข้อเสียที่วัสดุเกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวช้ามากและมีความไวต่อความชื้นสูง ซึ่งในวัสดุรุ่นต่อๆมา ได้มีการพัฒนาองค์ประกอบเพื่อให้มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีขึ้น เช่น การใช้กรดเป็นพอลิเมอร์ของกรดอะคริลกร่วมกับกรดชนิดอื่น และมีการเติมกรดทาร์ทาริก (tartaric acid) เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวที่ดีขึ้นจากการที่กรดทาร์ทาริกไปทำให้มีการปลดปล่อยไอออนจากส่วนแก้วมาทำให้เกิดปฏิกิริยามากขึ้น องค์ประกอบส่วนที่เป็นกรดเป็นองค์ประกอบหลักของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมในปัจจุบัน ได้แก่ กรดโพลีคาร์บอกซิลิก (polycarboxylic acid) แก้วฟลูออโรลูมิเนียมซิลิเกต (fluoroaluminosilicate glass) น้ำ และกรดทาร์ทาริก คุณสมบัติเด่นของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ ได้แก่ การยึดติดกับเนื้อฟันด้วยพันธะเคมี ให้การผนึกกับเนื้อฟันได้ดี สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์จากตัววัสดุมาที่ผิวฟันที่สัมผัสกันได้ ให้ความสวยงามที่ดีขึ้น ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินมีการเติมมอนอเมอร์เพิ่มลงไปในซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่มีการต่อกันของมอนอเมอร์เมทาไครเลตเมื่อมีการกระตุ้นด้วยแสงทำให้วัสดุมีความแข็งแรงมากขึ้น (van Nootr, 2013)

ในแง่ความเป็นพิษของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ ส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน ซึ่งพบว่ามีความเป็นพิษต่อเซลล์และต่อเนื้อเยื่อในฟันของสัตว์ทดลองโดยทำให้เกิดการอักเสบและเกิดการตายของเนื้อเยื่อในฟันได้ (Costa และคณะ, 2003; do Nascimento และคณะ, 2000; Lan และคณะ, 2003; Sasanaluckit และคณะ, 1993; Stanislawski และคณะ, 1999) อย่างไรก็ตามการศึกษาโดยใช้ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมเป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในฟันโดยตรงยังมีไม่มากนักโดยพบว่าซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมในช่วงแรกๆ (ASPA) ทำให้เกิดการอักเสบและการตายของเนื้อเยื่อในฟันของหนูทดลอง (Paterson และ Watts, 1981; 1987) ซึ่งในเวลาต่อมาได้มีการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุให้ดีขึ้น ซึ่งช่วยให้มีปฏิกิริยาการแข็งตัวของวัสดุดีขึ้นและเร็วขึ้น การศึกษาความเป็นพิษของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมที่ปรับปรุงหลังจากช่วงของ ASPA นั้น พบว่า ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมมีความเป็นพิษน้อยกว่าชนิดดัดแปลงด้วยเรซินเมื่อวัสดุสัมผัสกับเซลล์ไฟโบรบลาสต์หนูและการฝังวัสดุเข้าไปสัมผัสกับกระดูกของหนู (Sasanaluckit และคณะ, 1993)

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่า ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการยึดกับเนื้อฟันได้ดีจากการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับเนื้อฟัน มีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ และวัสดุชนิดดั้งเดิมมีความ

เป็นพิษต่อเนื้อเยื่อในพืชน้อยกว่าชนิดที่ดัดแปลงด้วยเรซิน อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบการศึกษาเมื่อนำซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมที่มีการใช้ในช่วงปัจจุบันมาใช้เป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อใน

ว่านหางจระเข้

ว่านหางจระเข้ (Aloe vera) มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Aloe barbadensis* Mill. มีชื่อพ้องคือ *Aloevera* Linn. เป็นพืชล้มลุกในวงศ์ Liliaceae ในปัจจุบันมีการนำว่านหางจระเข้มาเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเครื่องสำอางจำนวนมาก สารสกัดจากส่วนใบของว่านหางจระเข้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน (Reynolds และ Dweck, 1999) คือ

1. สารสกัดจากส่วนยาง (exudates compounds) เป็นส่วนของเหลวสีเหลืองข้นไหลออกมาจากขอบนอกของใบ มีรสขม ประกอบด้วยสารกลุ่มแอนทราควิโนน (anthraquinone) ได้แก่ อีโมดิน (emodin) บาร์บาโลอิน (barbaloin) และ อะโลอีโมดิน (aloe-emodin) เนื่องจากสารสกัดส่วนยางมีส่วนประกอบเป็นสารกลุ่มฟีนอล (phenol) ซึ่งมีผลข้างเคียงในการก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังและเนื้อเยื่อ จึงไม่นิยมนำมาใช้กับร่างกาย
2. สารสกัดจากส่วนวุ้น (gel compounds) ลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสีหรือมีสีเหลืองอ่อน สีนํามีรส ค่าความเป็นกรดต่างประมาณ 5-6 องศาประกอบด้วยน้ำประมาณร้อยละ 99.5 โดยมีคาร์โบไฮเดรตเป็นสารองค์ประกอบหลักของส่วนวุ้น และสารอื่นๆ ได้แก่ โพรตีน สเตอรอล วิตามิน และเกลือแร่ คาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่ที่พบจะอยู่ในรูปโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide) สามารถแบ่งเป็นกลุ่มย่อยๆ ได้ 2 กลุ่ม คือ กลูโคแมนแนน (glucomannan) และ อะซีแมนแนน (acemannan) นอกจากนี้ยังพบบน้ำตาลกลุ่มอื่นๆ เช่น กาแลคโทส (galactose) ไคโอส (xylose) อะราบินอส (arabinose) แรมโนส (rhamnose) และเซลลูโลส (cellulose)

คุณสมบัติส่วนวุ้นของว่านหางจระเข้

ส่วนประกอบต่างๆในส่วนวุ้นของว่านหางจระเข้มีการทำงานร่วมกันซึ่งมีคุณสมบัติสำคัญในการต้านการอักเสบและกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย การศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่าสารสกัดจากส่วนวุ้นของว่านหางจระเข้ช่วยให้แผลที่บริเวณผิวหนังหายเร็วขึ้นจากความสามารถในการกระตุ้นให้เพิ่มการสร้างไกลโคสะมิโนไกลแคน (glycosaminoglycan) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในเนื้อพื้น (ground substance) (Chithra และคณะ, 1998) และเพิ่มการสร้างคอลลาเจนซึ่งมีส่วนในการเพิ่มความแข็งแรงให้กับแผลที่กำลังหาย (Chithra และคณะ, 1998) สารสกัดจากส่วนวุ้นของว่านหาง

จระเข้สามารถยับยั้งการอักเสบ (Strickland และคณะ, 1994; Vazquez และคณะ, 1996) โดยกระตุ้นการทำงานของเซลล์แมโครฟาจ (macrophage) และเม็ดเลือดขาว ยับยั้งการเคลื่อนที่ของแมสต์เซลล์ (mast cell) มาถึงบริเวณบาดแผล โดยพบเอนไซม์เปปติเดส (peptidase) (แบรดีไคเนส : bradykinase) ซึ่งสามารถย่อยสลายสารแบรดีไคนิน (bradykinin) ซึ่งเกี่ยวข้องกับขบวนการอักเสบ นอกจากนี้ว่านหางจระเข้มีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไซโคลออกซีจีเนส (cyclooxygenase) ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมการสร้างสารพรอสตาแกลนดินอีทู (prostaglandin E-2) ซึ่งเป็นสารที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอาการปวดและอักเสบ ที่ผ่านมามีการนำว่านหางจระเข้มาใช้ในทางการแพทย์อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้ทาแผลไฟไหม้หรือแผลจากสัตว์กัดต่อยจากการที่มีคุณสมบัติช่วยให้การหายของแผลได้ดีขึ้น ว่านหางจระเข้ในรูปแบบครีมสำหรับทาผิวสำหรับผู้ที่ต้องล้างมือบ่อยๆ หรือต้องใส่ถุงมือยาง ว่านหางจระเข้ในรูปแบบสเปรย์สำหรับพ่นในรายที่มีการติดเชื้อที่ลำคอ หรือในกรณีโรคลำไส้อักเสบเรื้อรัง (inflammatory bowel disease) รวมไปถึงการใช้ในผู้ป่วยเบาหวาน

นอกจากนี้ สารจากส่วนรากของว่านหางจระเข้ยังมีคุณสมบัติในการต้านแบคทีเรีย เชื้อรา (*Candida albicans*) ซึ่งเป็นสาเหตุของปากอักเสบเหตุฟันปลอม (denture stomatitis) และมีคุณสมบัติต้านไวรัส (Herpes simplex และ Herpes zoster)

สำหรับการนำว่านหางจระเข้มาใช้ในงานทันตกรรมที่ผ่านมา มีดังนี้ (Taheri และคณะ, 2011)

1. ใช้ทาโดยตรงในบริเวณที่มีการทำศัลยกรรมปริทันต์
2. ใช้ทาที่เหงือกในกรณีที่เกิดแผลจากการบาดเจ็บหรือจากกิจกรรมต่างๆ เช่น การแปรงฟัน การรับประทานอาหาร
3. บรรเทาอาการแผลไหม้จากสารเคมี
4. ใช้ในแผลถอนฟันซึ่งพบว่าการตอบสนองที่ดี และสามารถป้องกันการเกิดกระดูกงอกที่ฟันอักเสบ (alveolar osteitis) ภายหลังการถอนฟัน
5. ใช้ทาโดยตรงกับแผลเฉียบพลัน เช่น แผลริม แผลร้อนใน แผลแตกที่ริมฝีปาก นอกจากนี้ยังใช้บรรเทาอาการจากหนองที่บริเวณเหงือกอีกด้วย
6. ใช้รักษาแผลเรื้อรังภายในช่องปากในผู้ป่วยที่มีรอยโรคไลเคนแพลานัส (lichen planus) โดย Choonhakarn และคณะ (2008) ได้ทำการศึกษาเชิงทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม พบว่าผู้ป่วยไลเคนแพลานัสที่ได้รับสารสกัดจากส่วนรากของว่านหางจระเข้มีการลดลงของอาการจากรอย

โรคดังกล่าวได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับยาหลอก (placebo) นอกจากนี้ สารสกัดจากส่วนหัวของว่านหางจระเข้ยังนำไปใช้กับผู้ป่วยที่มีรอยโรคบีโนนน์เพมฟิกัส (benign pemphigus) โรคเหงือกซึ่งมีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาการภูมิคุ้มกันเสื่อม (AIDS) และมะเร็งเม็ดเลือดขาว และช่วยบรรเทาอาการในผู้ป่วยลิ้นลายแผนที่ (geographic tongue) และกลุ่มอาการปากแสบร้อน (burning mouth syndrome)

7. ในผู้ป่วยที่ใส่ฟันเทียมซึ่งมีการกดเจ็บหรือมีฟันเทียมหลวม สารจากว่านหางจระเข้สามารถลดการอักเสบที่เกิดขึ้นจากฟันเทียมรวมถึงมีคุณสมบัติในการต้านแบคทีเรียและเชื้อราด้วย
8. ใช้ควบคุมการอักเสบรอบรากฟันเทียม (dental implant) ที่มีสาเหตุจากแบคทีเรีย

จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าการนำสารสกัดจากส่วนหัวของว่านหางจระเข้มาใช้ในทางการแพทย์และทางทันตกรรมอย่างแพร่หลาย ซึ่งสารออกฤทธิ์ตัวที่ได้รับความสนใจนำมาศึกษาในหลายการศึกษาที่ผ่านมา ได้แก่ สารอะซีแมนแนน

สารอะซีแมนแนน

สารอะซีแมนแนนเป็นคาร์โบไฮเดรตหลักที่พบในส่วนหัวของว่านหางจระเข้ สารอะซีแมนแนนเป็นกลุ่มน้ำตาลโพลีแซคคาไรด์ มีโครงสร้างโมเลกุลทางเคมีเป็น β -(1,4)-acetylated polymannose องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลแมนโนสและกลูโคส และมีมวลโมเลกุลประมาณ 800-1,000 kDa สารอะซีแมนแนนมีส่วนในกระบวนการหายของแผลในหลายขั้นตอน เช่น กระตุ้นให้มีการเพิ่มจำนวนของเซลล์สร้างเส้นใย (fibroblast) การสร้างเมทริกซ์นอกเซลล์ และการหดตัวของแผล (Reynolds และ Dweck, 1999) สารอะซีแมนแนนสามารถกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน เช่น กระตุ้นเซลล์แมคโครฟาจในกระบวนการอักเสบซึ่งมีส่วนช่วยเร่งการหายของแผล (Zhang และ Tizard, 1996)

การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับในทางทันตกรรมที่ผ่านมา ในห้องปฏิบัติการและในสัตว์ทดลองพบว่า สารอะซีแมนแนนมีคุณสมบัติในการเร่งการหายของเนื้อเยื่อในช่องปากดังนี้

1. เร่งการหายของเนื้อเยื่ออ่อนโดยกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มจำนวนเซลล์สร้างเส้นใยของเหงือก (gingival fibroblast) และเพิ่มการหลั่งเคราตินไฮโปไซโตโกรตแฟคเตอร์ (keratinocyte growth factor-1 : KGF-1) วาสคูลาร์เอ็นโดทีเลียลโกรตแฟคเตอร์ (vascular endothelial growth factor : VEGF) และคอลลาเจนชนิดที่ 1 (type I collagen) ซึ่งช่วยให้เกิดการหายของแผลที่

เพดานปากของหนูเร็วขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้ยาหลอกอย่างมีนัยสำคัญ

(Jettanacheawchankit และคณะ, 2009; Jittapiromsak และคณะ, 2007)

2. กระตุ้นให้มีการเพิ่มจำนวนเซลล์เอ็นไดยด์ปริทันต์ (periodontal ligament cell) และการสะสมแร่ธาตุ (mineralization) ทำให้มีการเร่งการสร้างกระดูกเข้าฟัน เคลือบรากฟัน (cementum) และเอ็นไดยด์ปริทันต์ในสุนัขทดลองที่มีความพิการของกระดูกง่ามรากฟันประเภทที่ 2 (class II furcation defect) (Chantarawaratit และคณะ, 2014)
3. กระตุ้นสโตรมาลเซลล์ของไขกระดูก (bone marrow stromal cell) ให้มีการเปลี่ยนสภาพไปเป็นเซลล์สร้างกระดูกซึ่งทำให้มีการสร้างกระดูกภายในแผลถอนฟันได้รวดเร็วยิ่งขึ้น (Boonyagul และคณะ, 2014)
4. เร่งการหายเนื้อเยื่อในฟันและการสร้างเนื้อฟันซ่อมเสริมโดยกระตุ้นการเพิ่มจำนวนเซลล์เนื้อเยื่อใน เพิ่มการทำหน้าที่ของเอ็นไซม์อัลคาไลน์ฟอสฟาเตส (alkaline phosphatase : ALP) เพิ่มการผลิตสารเดนทีนไฮดรอกซีโปรตีน (dentin sialoprotein : DSP) และโบนมอร์โฟเจเนติกโปรตีนทู (bone morphogenic protein-2 : BMP-2) ซึ่งมีส่วนในขั้นตอนการเปลี่ยนสภาพ จากเซลล์เนื้อเยื่อในไปเป็นเซลล์คล้ายเซลล์สร้างเนื้อฟัน และการสะสมแร่ธาตุเพื่อสร้างเนื้อฟันซ่อมเสริม (Jittapiromsak และคณะ, 2007; Jittapiromsak และคณะ, 2010) โดยพบการหายของเนื้อเยื่อในของหนูทดลองในกลุ่มที่ได้รับการปิดทับด้วยสารอะซีแมนแนนโดยมีการอักเสบในระดับเล็กน้อยและมีการสร้างสะพานเนื้อฟันปิดบริเวณที่มีการเผยเนื้อเยื่ออย่างสมบูรณ์และดีกว่าการปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่พบการอักเสบอย่างมากของเนื้อเยื่อใน และมีรูพรุนในสะพานเนื้อฟันที่มีการสร้างขึ้น (Jittapiromsak และคณะ, 2010) ในขณะที่การศึกษาในฟันน้ำนมสุนัขที่ได้รับการทำพัลโพโทมีบางส่วน พบว่า ฟันที่ได้รับการปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยสารอะซีแมนแนนให้การตอบสนองของเนื้อเยื่อในที่ดีเทียบเท่ากับการใช้เอ็มทีเอและดีกว่าการทำพัลโพโทมีด้วยฟอร์โมครีซอล (ศรัณยา กลัดแก้ว, 2556)

สำหรับการศึกษาทางคลินิก ที่ผ่านมามีการนำสารอะซีแมนแนนสำเร็จรูป (SaliCept Patch (Carrington Laboratories, Irving, TX)) มาใช้กับแผลถอนฟัน พบว่า สารอะซีแมนแนนช่วยลดโอกาสการเกิดเข้าฟันอักเสบ (alveolar osteitis) (Poor และคณะ, 2002) และให้ผลที่เทียบเท่ากับการใช้อัลโลจีล (alvogyL) ในการรักษาเข้าฟันอักเสบหลังการถอนฟัน (Kaya และคณะ, 2011) นอกจากนี้ สารอะซีแมนแนนในรูปแบบเจลสามารถลดขนาดและความเจ็บปวดของแผลร้อนในใน

ผู้ป่วยได้และไม่พบผลข้างเคียงจากการใช้สารดังกล่าว (Bhalang และคณะ, 2013) ในขณะที่การปิดทับเนื้อเยื่อในโดยตรงในฟันน้ำนมผู้ป่วยเด็กที่มีการผุเนื้อเยื่อใน พบว่า ประสบความสำเร็จในการรักษาอย่างดีทั้งในทางคลินิกและภาพรังสี และให้การตอบสนองของเนื้อเยื่อในที่ดีโดยมีเนื้อเยื่อในปกติหรือมีการอักเสบน้อยมากและมีการสร้างสะพานเนื้อฟันปิดรูผุเนื้อเยื่อในโดยสมบูรณ์ (ศิริพร ส่งศิริ ประดับบุญ, 2556)

สำหรับการพัฒนาวัสดุในทางทันตกรรมจากสารอะซีแมนแนนภายในคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ผ่านมา ได้มีการศึกษาในห้องปฏิบัติการถึงผลของสารอะซีแมนแนนต่อการเพิ่มจำนวนและการแสดงออกของเซลล์ และการศึกษาในสัตว์ทดลองในด้านความสามารถของสารอะซีแมนแนนในการกระตุ้นการหายของเนื้อเยื่อในช่องปากหลายชนิด (Jettanacheawchankit และคณะ, 2009; Jittapiromsak และคณะ, 2007; Jittapiromsak และคณะ, 2010; ศรัณยา กลัดแก้ว, 2556) รวมไปถึงการนำมาใช้รักษาบรรเทาอาการจากแผลร้อนในของผู้ป่วย (Bhalang และคณะ, 2013) และการใช้เป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในในฟันน้ำนมผู้ป่วยเด็กที่มีการผุเนื้อเยื่อใน (ศิริพร ส่งศิริ ประดับบุญ, 2556) การศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นให้ผลเป็นน่าพอใจและมีแนวโน้มที่ดีในการพัฒนาวัสดุเพื่อนำมาใช้ในการรักษาโรคทางทันตกรรมในมนุษย์ ซึ่งการทดสอบประสิทธิภาพของสารอะซีแมนแนนที่มีต่อเนื้อเยื่อในฟันที่ได้มีการศึกษาก่อนหน้านี้เป็นการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ในหนูทดลอง ฟันน้ำนมสุนัข และฟันน้ำนมมนุษย์ ซึ่งให้ผลการศึกษาเป็นที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาในฟันแท้ของสัตว์ทดลองที่มีขนาดใหญ่ ขั้นตอนต่อไปก่อนที่จะมีการทดลองในทางคลินิกจึงจำเป็นต้องมีการทดลองในสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยตามมาตรฐาน ISO-7405 ได้แนะนำสัตว์ทดลองที่เหมาะสมซึ่งได้แก่ สุนัข ลิง และหนูตะเภา (guinea pig) ซึ่งมีลักษณะเนื้อเยื่อในร่างกายใกล้เคียงกับมนุษย์ สามารถทำการทดลองและให้ผลที่ใกล้เคียงกับที่เกิดขึ้นจริงในมนุษย์ (Yildirim และคณะ, 2011) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาในฟันแท้ของสุนัข หากผลการศึกษาเป็นที่น่าพอใจ จะเป็นขั้นตอนสำคัญก่อนการศึกษาเพื่อใช้เป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในในมนุษย์ต่อไป

จากข้อมูลข้างต้น แสดงให้เห็นว่า แม้ในปัจจุบันจะมีเอ็มทีเอเป็นวัสดุทางทันตกรรมที่มีคุณสมบัติที่ดีสำหรับการรักษาด้วยการทำไวทัลพัลฟ์เทอราพี แต่เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีราคาค่อนข้างแพง ทำให้การเข้าถึงของประชาชนทั่วไปยังมีไม่มากนัก วัสดุทันตกรรมอีกชนิดหนึ่งที่มีใช้มากในคลินิกทันตกรรม ได้แก่ ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ ซึ่งเป็นวัสดุที่ให้การผนึกกับเนื้อฟันที่ดีแต่ยังมีการศึกษาสำหรับใช้เป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในในการทำไวทัลพัลฟ์เทอราพีค่อนข้างน้อยโดยเฉพาะซีเมนต์กลาส-

ไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิม นอกจากนี้ แนวโน้มในปัจจุบันมีการศึกษาเพื่อนำสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้มากขึ้น (Little, 2004) สารชนิดหนึ่งที่กำลังได้รับการศึกษาภายในคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คือ สารอะซีแมนแนนจากว่านหางจระเข้ สารอะซีแมนแนนเป็นสารที่มีทั้งประสิทธิภาพและความปลอดภัย มีราคาไม่สูง ซึ่งมีแนวโน้มที่ดีในการนำมาศึกษาเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการรักษาทางทันตกรรมที่ผลิตใช้ได้ในประเทศต่อไป



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและตัวอย่าง

ฟันกรามน้อยจำนวน 33 ซี่และฟันหน้าจำนวน 12 ซี่ที่มีสภาพปกติ (รวม 45 ซี่) ในช่องปากของสุนัขพันธุ์ทางที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สามขึ้นครบทุกซี่ ไม่จำกัดเพศและน้ำหนัก จำนวน 4 ตัว

การสังเกตและการวัด

สัตว์ทดลอง วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. สุนัขพันธุ์ทางที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สามขึ้นครบทุกซี่ ไม่จำกัดเพศและน้ำหนักตัว จำนวน 4 ตัว
2. ชุดอุปกรณ์สำหรับวางยาสลบสุนัขทดลอง (โดยสัตวแพทย์)
3. เครื่องถ่ายภาพรังสีในช่องปาก
4. ฟิล์มถ่ายภาพรังสีในช่องปากขนาดเบอร์ 2 (Size 2 Ultra-speed films, Carestream Dental, New York, USA)
5. ตู้ล้างฟิล์ม
6. น้ำยาสร้างภาพและฟิกเซอร์ (Carestream® Kodak® Processing chemicals, New York, USA)
7. ชุดอุปกรณ์แผ่นยางกั้นน้ำลาย
8. สารละลายไอโอดีน
9. เอทิลแอลกอฮอล์
10. ยูนิททำฟันเคลื่อนที่พร้อมด้วยชุดด้ามกรอความเร็วสูง ด้ามกรอชนิดหักมุม และเครื่องดูดน้ำลาย
11. หัวกรอเร็วกากเพชรรูปทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร รูปทรงพิซเซอร์ และรูปทรงสอบ
12. น้ำเกลือปลอดเชื้อ
13. กระบอกฉีดยาพลาสติกและเข็มฉีดยาขนาด 27
14. สำลีปลอดเชื้อ

15. สารอะซีแมนแนนในรูปแบบผงน้ำ
16. ไวท์โปรรูทเอ็มทีเอ (ProRoot MTA[®] Lot No. 12002493, DENTSPLY Tulsa Dental, USA)
17. ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดตั้งเดิม (Ketac[™] Fil Plus Aplicap[™] Lot No. 535170, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA)
18. เครื่องปั่นอมัลกัม (Capmix[™] amalgamator, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA)
19. หัวขัดเร็วสโตนสีขาวรูปกลม
20. ชุดอุปกรณ์สำหรับการผ่าตัดเปิดแผ่นเหงือกและกรอกระดูกเข้าฟัน (โดยสัตวแพทย์)
21. ชุดอุปกรณ์สำหรับถอนฟัน (โดยสัตวแพทย์)
22. ชุดอุปกรณ์สำหรับเย็บแผลถอนฟัน (โดยสัตวแพทย์)
23. สารละลายนิวทรัลบัฟเฟอร์ฟอร์มลินความเข้มข้นร้อยละ 10

วิธีการศึกษา

การเตรียมสารอะซีแมนแนนสำหรับใช้ในการวิจัย

สารอะซีแมนแนนในรูปแบบผงซึ่งสกัดจากส่วนหัวของว่านหางจระเข้ตามวิธีการที่มีการศึกษาก่อนหน้า (Jettanacheawchankit และคณะ, 2009; Jittapiromsak และคณะ, 2007; Jittapiromsak และคณะ, 2010; Ni และคณะ, 2004) ได้รับความอนุเคราะห์จากหน่วยปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาสมุนไพรและสารจากธรรมชาติเพื่อการประยุกต์ใช้ในทางทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งขั้นตอนโดยสรุปในการเตรียมสารอะซีแมนแนนสกัดในรูปแบบผง นำว่านหางจระเข้ (*Aloe barbadensis* Miller) โดยเลือกใช้ใบที่สดและโตเต็มที่นำมาปอกเปลือกออก นำส่วนหัวไปล้างผ่านน้ำประปาเป็นเวลา 30 นาทีถึง 1 ชั่วโมง จากนั้น ล้างต่อด้วยน้ำกลั่นอีก 30 นาทีเพื่อกำจัดส่วนยางสีเหลืองที่ด้านนอก นำส่วนหัวที่ใสไม่มีสีไปปั่นละเอียดด้วยเครื่องปั่นที่อุณหภูมิระดับเยือกแข็งและเหวี่ยงแยกส่วนที่ความแรง 10,000Xg เป็นเวลา 20 นาทีที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำส่วนที่ลอยด้านบน (supernatant) ไปผ่านกระบวนการทำให้ตกตะกอน (precipitation) ด้วยแอลกอฮอล์บริสุทธิ์เพื่อให้ได้สารโพลีแซคคาไรด์ จากนั้นทำการเหวี่ยงแยกส่วนที่ความแรง 10,000Xg เป็นเวลา 2 นาทีที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อให้ได้สารสีขาวทึบ นำมาระเหย

แห้ง (lyophilization) และบดให้เป็นผง นำไปวิเคราะห์โดยใช้วิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography : HPLC) แก๊สโครมาโทกราฟี (gas chromatography) และคาร์บอน-13 นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรสโคปี (C-13 NMR spectroscopy) ข้อมูลที่ได้ยืนยันว่าโพลีแซคคาไรด์ที่สกัดได้จากวุ้นหางจระเข้เป็นสารอะซีแมนแนนจริง

ขั้นตอนการเตรียมสารอะซีแมนแนนในรูปฟองน้ำ นำสารอะซีแมนแนนในรูปผง 4 มิลลิกรัม ผสมกับน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร ให้ได้สารละลายอะซีแมนแนนที่ ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำสารละลายแช่ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส และผ่านกระบวนการระเหยแห้งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง สารละลายอะซีแมนแนนในรูปฟองน้ำที่จะนำไปทำให้ปราศจากเชื้อโดยการฉายรังสีแกมมาและทดสอบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อนนำไปใช้สำหรับทดลองในสุนัข

การจัดเตรียมสัตว์ทดลอง

สุนัขพันธุ์ทางที่มีฟันกรามแท้ซี่ที่สามขึ้นครบทุกซี่ ไม่จำกัดเพศและน้ำหนักตัว จำนวน 4 ตัว ทำการประเมินสุขภาพและฉีดวัคซีนป้องกันโรคติดต่อให้กับสัตว์ทดลองทุกตัวโดยสัตวแพทย์ นำมาเลี้ยงให้คุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมของตึกที่ทำการทดลองเป็นเวลาล่วงหน้าอย่างน้อย 7 วัน โดยสุนัขจะอาศัยอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีการควบคุมการระบายอากาศ มีอุณหภูมิห้องเท่ากับสิ่งแวดล้อมภายนอก ได้รับอาหารวันละ 1 ครั้ง มีการดูแลความสะอาดทุกวันเช้า-เย็น

เกณฑ์การคัดเลือกของกลุ่มตัวอย่าง

ฟันแท้ชนิดฟันหน้าและฟันกรามน้อยของสุนัขทดลองซึ่งมีลักษณะปกติ กล่าวคือ

1. สุนัขทดลองมีสุขภาพร่างกายแข็งแรงจากการประเมินโดยสัตวแพทย์
2. ลักษณะทางคลินิก ฟันไม่มีรอยโรคฟันผุหรือมีลักษณะของโรคปริทันต์อักเสบ เช่น ฟันโยกหรือมีตุ่มหนองที่เหงือก และมีฟันกรามซี่ที่สามขึ้นครบทุกซี่แล้ว
3. ลักษณะทางภาพรังสีรอบปลายรากฟัน มีความต่อเนื่องของผิวกระดูกเบ้าฟัน (lamina dura) มีความกว้างของช่องเอ็นยึดปริทันต์ (periodontal ligament space) ปกติ ไม่พบพยาธิสภาพของกระดูกเบ้าฟันหรือกระดูกขากรรไกรและไม่พบการละลายของรากฟัน

เกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง

จะทำการคัดออกเมื่อสุนัขทดลองมีสุขภาพไม่แข็งแรง ตรวจพบพยาธิของฟันทั้งในทางคลินิกหรือทางภาพรังสีก่อนการทดลอง พบการสูญเสียวัสดุบูรณะฟันในช่วงใดช่วงหนึ่งของการทดลอง และฟันแตกระหว่างกระบวนการเตรียมเพื่อการศึกษาทางจุลพยาธิวิทยาจนไม่สามารถใช้ศึกษาได้

การแบ่งกลุ่มการศึกษา

แบ่งฟันฟันกรามน้อยและฟันหน้าออกเป็น 6 กลุ่มการศึกษา ดังนี้

- สำหรับประเมินลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่ 7 ± 2 วันหลังจากทำฟัลโฟโทมีบางส่วน จำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่
 - สารอะซีแมนแนน (acemannan) ในรูปฟองน้ำ จำนวน 11 ซี่
 - ไวท์โปรรูทเอ็มทีเอ (ProRoot MTA[®], DENTSPLY Tulsa Dental, USA) จำนวน 6 ซี่
 - ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดตั้งเดิม (Ketac[™] Fil Plus Aplicap[™], 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) จำนวน 5 ซี่
 - สำหรับประเมินลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่ 70 ± 5 วันหลังจากทำฟัลโฟโทมีบางส่วน จำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่
 - สารอะซีแมนแนนในรูปฟองน้ำ จำนวน 10 ซี่
 - ไวท์โปรรูทเอ็มทีเอ จำนวน 6 ซี่
 - ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดตั้งเดิม จำนวน 7 ซี่
- นอกจากนี้ ยังกำหนดให้มีการประเมินลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้ทำการทดลองใดๆ อีกจำนวน 9 ซี่

ตารางที่ 1 สรุปจำนวนซี่ฟันในแต่ละกลุ่มการทดลอง

สารทดลอง/ ระยะเวลา	อะซีแมน แนน	เอ็มทีเอ	ซีเมนต์กลาสไอ โอโนเมอร์	กลุ่มควบคุม
7 วัน	11	6	5	9
70 วัน	10	6	7	

การวางยาสลบก่อนการทำพัลโพโทมีบางส่วน

1. สุนัขทดลองทุกตัวได้รับการงดอาหารและน้ำก่อนการวางยาสลบเป็นเวลา 12 ชั่วโมง
2. สุนัขทดลองได้รับยาอะซีโพรมาซีนมาลีเอต (Acepromazine maleate) ขนาด 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัวและมอร์ฟีนซัลเฟต (Morphine sulphate) ขนาด 0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของ น้ำหนักตัวก่อนการทำพัลโพโทมีบางส่วน 10 นาทีโดยการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ
3. ทำให้สุนัขปราศจากความรู้สึกภายใต้การวางยาสลบด้วยโพรโพออล (Propofol) ขนาด 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัวโดยการฉีดเข้าทางหลอดเลือดดำ (IV) และ ควบคุมการสลบตลอดเวลาการทำพัลโพโทมีบางส่วนโดยให้สุนัขทดลองดมก๊าซไอโซฟิวเรน (Isoflurane) ร่วมกับก๊าซออกซิเจน (Oxygen)
4. ฉีดสะกดประสาทแม็กซิลลารี (Maxillary nerve block) และประสาทอินฟีเรียร์อัลวีโอลาร์ (Inferior alveolar nerve block) โดยใช้ยาชาบูพิวาเคน (Bupivacaine)

ขั้นตอนการทำพัลโพโทมีบางส่วน

1. ถ่ายภาพรังสีฟันรอบปลายรากฟันก่อนทำการทดลอง
2. กำจัดหินน้ำลายด้วยเครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิคส์
3. ใส่แผ่นยางกันน้ำลายทำการฆ่าเชื้อบริเวณฟันและแผ่นยางกันน้ำลายโดยการเช็ดที่ฟันและแผ่นยางกันน้ำลายด้วยสำลีชุบสารละลายไฮโอดีนและตามด้วยเอธิลแอลกอฮอล์
4. ขั้นตอนการเตรียมโพรงฟันและกำจัดเนื้อเยื่อใน จะใช้วิธีการของ Yildirim และคณะ (2011) โดยมีการดัดแปลงบางส่วน ดังนี้
 - 4.1 ใช้หัวกรอเร็วจากเพชรรูปกลมที่มีน้ำหล่อเลี้ยงอย่างเพียงพอ กรอเป็นโพรงฟันบริเวณคอพันท้านใกล้ริมฝีปากของฟันหน้าหรือบริเวณหลุมไกล-กลางบนด้านบดเคี้ยวของฟันกรามน้อย เมื่อพบลักษณะฟันโพรงฟันมีสีแดง จะกรอให้ทะลุโพรงเนื้อเยื่อใน
 - 4.2 กำจัดเนื้อเยื่อในฟันโพรงฟันด้วยหัวกรอเร็วจากเพชรรูปกลมโดยมีความลึกของหัวกรอลงไปโพรงเนื้อเยื่อในทั้งหัวกรอ (ประมาณ 1 มิลลิเมตรจากตำแหน่งรูทะลุ)
5. ทำการห้ามเลือดด้วยการล้างด้วยน้ำเกลือปลอดเชื้อร่วมกับการใช้สำลีกัด หากไม่สามารถหยุดเลือดได้ภายใน 10 นาที พิจารณารักษาคลองรากฟันต่อไป

6. การใส่วัสดุปิดทับเนื้อเยื่อใน

- กลุ่มทดลองที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยสารอะซีแมนแนน ใช้ในรูปแบบฟองน้ำขนาดประมาณ 2X2 มิลลิเมตร คิดเป็นปริมาณอะซีแมนแนนประมาณ 1.3 มิลลิกรัมต่อฟัน 1 ซี่ โดยใส่ให้สัมผัสกับเนื้อเยื่อในระดับที่ตัดไว้แล้ว
- กลุ่มทดลองที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยเอ็มทีเอ (ProRoot MTA[®], DENTSPLY Tulsa Dental, USA) ทำการผสมโดยใช้อัตราส่วนผง 3 ส่วนต่อน้ำ 1 ส่วนโดยปริมาตร เมื่อผสมเรียบร้อยแล้วนำไปใส่ให้สัมผัสกับเนื้อเยื่อในระดับที่ตัดไว้แล้ว
- กลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดตั้งเดิม (Ketac[™] Fil Plus Aplicap[™], 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) ทำการปั้นแคปซูลสำเร็จรูปของวัสดุด้วยเครื่องปั้นอมัลกัม (Capmix[™]) เป็นเวลา 10 วินาทีตามคำแนะนำของผู้ผลิต

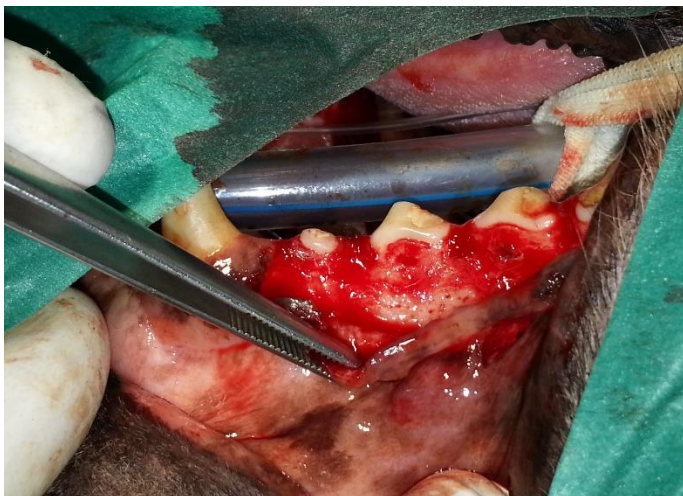
7. บำรุงโพรงฟันด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ (Ketac[™] Fil Plus Aplicap[™], 3M ESPE, St. Paul, MN, USA)

8. ถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากฟันทันทีหลังการบูรณะฟัน

การดูแลหลังจากการทำฟัลโพลีโหมมีบางส่วน

1. ให้อาบกัปวตทอลฟีดีน (Tolfedine) ขนาด 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัววันละ 1 ครั้ง
 2. ให้อาหารอ่อน 1 วันหลังการทำฟัลโพลีโหมมีบางส่วน หลังจากนั้นให้เป็นอาหารปกติ
- การเตรียมชิ้นส่วนฟันเพื่อศึกษาลักษณะทางจุลพยาธิวิทยา

1. วันที่ 7(±2) และ 70(±5) หลังการทำฟัลโพลีโหมมีบางส่วน ถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากฟันของฟันทดลองก่อนถอนฟัน จากนั้นทำการถอนฟันภายใต้ยาสลบด้วยขั้นตอนเช่นเดียวกับในขั้นตอนการทำฟัลโพลีโหมมีบางส่วน โดยทำการเปิดแผ่นเหงือกแยกชั้นเยื่อหุ้มกระดูกออกจากกระดูกเบ้าฟัน (full thickness flap) (ภาพที่ 1) และกรอกระดูกเบ้าฟันด้วยหัวกรอเร็วจากเพชรรูปทรงกลมที่มีน้ำหล่อเลี้ยงเพียงพอให้มีระดับต่ำลงถึงประมาณกึ่งกลางรากฟันและทำการถอนฟันออกมาทั้งซี่ด้วยเอเลเวเตอร์และคีมถอนฟัน หลังจากถอนฟันแล้ว ตรวจสอบความเรียบร้อยและเย็บแผลถอนฟัน



ภาพที่ 1 แสดงการเปิดแผ่นเหงือกเพื่อกรอกระดูกก่อนการถอนฟัน

2. กรอตัดปลายรากฟันด้วยหัวกรอกากเพชรเร็วรูปทรงสอบและทำการตรึงเนื้อเยื่อด้วยการแช่ฟันในสารละลายนิวทรัลบัฟเฟอร์ฟอร์มาลินความเข้มข้นร้อยละ 10 ทันที (ภาพที่ 2) แช่ทิ้งไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 1 คืน



ภาพที่ 2 แสดงฟันที่ถอนและกรอตัดปลายรากฟันแช่อยู่ในสารละลายนิวทรัลบัฟเฟอร์ฟอร์มาลิน ร้อยละ 10

3. หลังจากถอนฟันจะมีขั้นตอนการดูแลสุนัขทดลองเช่นเดียวกับหลังจากการทำฟัลโพนีมีบางส่วน แต่เพิ่มการให้ยาปฏิชีวนะเซฟาโซลิน (Cefazolin) ขนาด 20-25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัว โดยการฉีดเข้ากล้ามเนื้อวันละ 1 ครั้งนาน 3 วัน

4. หลังจากกระบวนการตรึงเนื้อเยื่อของชิ้นส่วนฟันแล้ว ทำการขจัดแร่ธาตุออกด้วยสารละลายกรดฟอรั่มิกต่อเป็นเวลาประมาณ 1 สัปดาห์
5. นำฟันที่ขจัดแร่ธาตุแล้วไปฝังฟันในพาราฟินเพื่อเตรียมการตัดฟัน
6. ตัดฟันในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางของฟันกรามน้อยและในแนวใกล้ริมฝีปาก-ใกล้ลิ้นของฟันหน้าออกเป็นแผ่นแบบเรียงตามลำดับ (serial section) ความหนาแผ่นละ 5 ไมครอน
7. นำชิ้นฟันที่ตัดแล้ววางลงบนแก้วไลต์และย้อมด้วยสีย้อมฮีมาทอกซีลิน-อีโอซิน (hematoxylin-eosin; H&E)

การประเมินลักษณะทางจุลพยาธิวิทยา

การประเมินลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อใน จะใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามการศึกษาของ Tarim และคณะ (1998) Faraco และ Holland (2004) และ Jittapiromsak และคณะ (2010) ดังนี้

- การตอบสนองของเซลล์อักเสบ แบ่งระดับคะแนนเป็น 1-5 ดังนี้
 - 1 - ไม่พบการอักเสบหรือพบเซลล์อักเสบเพียงเล็กน้อยของเนื้อเยื่อในบริเวณที่อยู่ติดต่อสะพานเนื้อฟันที่สร้างขึ้นหรือบริเวณที่มีการเผยเนื้อเยื่อใน (<10 cells/high-power field [HPF])
 - 2 - มีการอักเสบในระดับอ่อนของเนื้อเยื่อในบริเวณที่อยู่ติดต่อสะพานเนื้อฟันที่สร้างขึ้นหรือบริเวณที่มีการเผยเนื้อเยื่อใน โดยพบเซลล์อักเสบจำนวนน้อย (10-50 cells/HPF)
 - 3 - มีการอักเสบในระดับปานกลางของเนื้อเยื่อในบริเวณที่อยู่ติดต่อสะพานเนื้อฟันที่สร้างขึ้นหรือบริเวณที่มีการเผยเนื้อเยื่อใน โดยพบเซลล์อักเสบเพิ่มมากขึ้น (>50 cells/HPF)
 - 4 - มีการสร้างถุงหนองบริเวณเนื้อเยื่อในที่อยู่ติดต่อสะพานเนื้อฟันที่สร้างขึ้นหรือบริเวณที่มีการเผยเนื้อเยื่อใน และพบเซลล์อักเสบกระจายทั่วไป
 - 5 - มีการตายของเนื้อเยื่อใน
- * การนับจำนวนเซลล์จะทำภายใต้กำลังขยายเลนส์ใกล้วัตถุ 40X (1 HPF)
- ขอบเขตการอักเสบของเนื้อเยื่อใน แบ่งระดับคะแนนเป็น 1-3 ดังนี้
 - 1 - การอักเสบจำกัดอยู่ที่ระดับติดต่อบริเวณที่มีการเผยเนื้อเยื่อในหรือสะพานเนื้อฟัน
 - 2 - การอักเสบจำกัดอยู่ในส่วนโพรงในตัวฟัน
 - 3 - การอักเสบลงมาถึงส่วนรากฟัน

- **ลักษณะการจัดเรียงของเนื้อเยื่อใน** แบ่งระดับคะแนนเป็น 1-3 ดังนี้

- 1 - เนื้อเยื่อในมีลักษณะปกติ พบลักษณะปกติของเซลล์คล้ายเซลล์สร้างเนื้อฟันที่มีการสร้างขึ้นใหม่ (new odontoblast-like cell) และเส้นใยคอลลาเจน
- 2 - เนื้อเยื่อในมีการจัดเรียงไม่เป็นระเบียบ พบเซลล์คล้ายเซลล์สร้างเนื้อฟันที่มีการสร้างขึ้นใหม่ (new odontoblast-like cell) จำนวนน้อยและพบคอลลาเจนบางส่วนมีลักษณะต่างไปจากปกติ
- 3 - สูญเสียลักษณะของเนื้อเยื่อในและการจัดเรียงตัวของเซลล์ พบช่องว่างในบางตำแหน่ง

- **การสร้างสะพานเนื้อฟัน** แบ่งระดับคะแนนเป็น 1-3 ดังนี้

- 1 - มีสะพานเนื้อฟันที่สมบูรณ์ปกคลุมบริเวณที่มีการเผยเนื้อเยื่อใน
- 2 - มีสะพานเนื้อฟันปกคลุมบริเวณที่มีการเผยเนื้อเยื่อในแต่ไม่สมบูรณ์
- 3 - ไม่พบการสร้างสะพานเนื้อฟัน

การอ่านผลทางจุลพยาธิวิทยากระทำโดยผู้เชี่ยวชาญสาขาจุลพยาธิวิทยาช่องปากซึ่งไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทดลองภายใต้กล้องจุลทรรศน์ระบบใช้แสงขาว ทำการอ่านทุก section ประเมินลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาโดยให้คะแนนตามเกณฑ์ข้างต้น โดยเบื้องต้นจะประเมินลักษณะพยาธิสภาพของฟันซี่นั้นเป็นสามบริเวณหลักได้แก่ บริเวณใต้ต่อวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อใน/สะพานเนื้อฟัน เนื้อเยื่อในส่วนตัวฟัน และ เนื้อเยื่อในส่วนรากฟัน จากนั้นจึงมุ่งไปที่บริเวณที่สนใจคือบริเวณใต้ต่อวัสดุอุดปิดทับเนื้อเยื่อใน/สะพานเนื้อฟัน โดยจะมีการอ่านผลทุก section และประเมินลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาโดยนำคะแนนที่ได้ทั้งหมดมาประมวลผล เลือกคะแนนที่พบจำนวนมากที่สุดเป็นตัวแทนของฟันซี่นั้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้การทดสอบครัสคัล-วอลลิส (Kruskal-Wallis test) และการทดสอบมันน์-วิทนียู (Mann-Whitney U test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอสรุ่นที่ 17.0 (SPSS version 17.0) ในการคำนวณ

บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

เมื่อครบระยะเวลาการวิจัยที่ 70 วัน สุนัขทุกตัวมีสุขภาพแข็งแรงตลอดทั้งช่วงระยะเวลาการศึกษา และมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น สามารถใช้ชีวิตได้เป็นปกติทั้งช่วงหลังจากทำพัลโพโทมีบางส่วนและหลังการถอนฟัน ซึ่งเมื่อพักฟื้นและตรวจสอบแผลถอนฟันเรียบร้อยแล้ว ได้ทำการแจกจ่ายสุนัขทดลองทั้งหมดให้กับผู้ที่ต้องการรับอุปการะเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ที่ระยะ 7 วันและ 70 วันภายหลังการทำพัลโพโทมีบางส่วน เมื่อตรวจในช่องปาก พบว่าเนื้อเยื่ออ่อนในช่องปากมีลักษณะปกติ ไม่มีลักษณะของโรคปริทันต์ มีฟันอยู่ครบทุกซี่ วัสดุบูรณะของฟันทดลองเกือบทุกซี่อยู่ในสภาพสมบูรณ์ (ภาพที่ 3) ยกเว้นจำนวน 2 ซี่ที่มีการสูญเสียวัสดุบูรณะฟัน โดยเป็นฟันในกลุ่มซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ 7 วัน มีการสูญเสียวัสดุบูรณะฟันบางส่วน จำนวน 1 ซี่ และฟันในกลุ่มเอ็มทีเอ 7 วัน มีการสูญเสียวัสดุบูรณะฟันส่วนที่เป็นซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ทั้งหมด จำนวน 1 ซี่ ซึ่งฟันทั้งสองซี่ดังกล่าวถูกคัดออกจากการประเมินลักษณะทางจุลพยาธิวิทยา ซึ่งทำให้เหลือจำนวนฟันที่นำมาประเมินลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนฟันที่นำมาประเมินลักษณะทางจุลพยาธิวิทยา

สารทดลอง/ ระยะเวลา	อะซีแมนแนน	เอ็มทีเอ	ซีเมนต์กลาสไอ โอโนเมอร์	กลุ่มควบคุม
7 วัน	11	6	4	9
70 วัน	10	5	7	

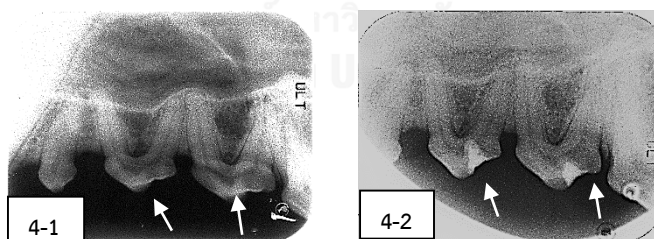


ภาพที่ 3 แสดงสภาพวัสดุบูรณะฟันในช่องปากที่ระยะเวลา 70 วันก่อนการถอนฟันซึ่งยังอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์

ลักษณะทางภาพรังสีของฟันสุนัขทดลอง

ภาพรังสีรอบปลายรากฟันโดยรวมของทุกกลุ่มมีลักษณะปกติ มีความต่อเนื่องของผิวกระดูกเบ้าฟัน ช่องเอ็นยึดปริทันต์มีความกว้างปกติ ยอดของกระดูกเบ้าฟันมีลักษณะสมบูรณ์ ไม่พบลักษณะของการสร้างสะพานเนื้อฟันใต้ตัววัสดุบูรณะฟัน ไม่พบการละลายตัวทั้งภายในและภายนอกรากฟัน

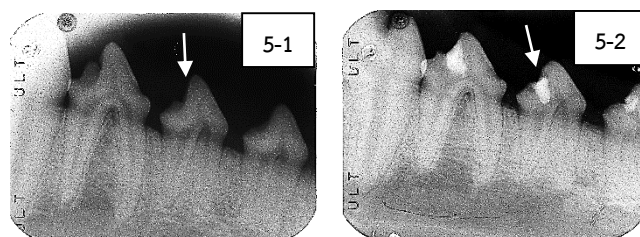
กลุ่มที่ 1 อะซีแมนแนน 7 วัน



ภาพที่ 4 แสดงภาพรังสีของฟันในกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยสารอะซีแมนแนนที่ระยะเวลา 7 วัน

โดยภาพที่ 4-1 เป็นภาพรังสีก่อนทำ และภาพที่ 4-2 เป็นภาพรังสีที่ระยะเวลา 7 วัน ศรีชี้แสดงฟันที่ทำการทดลอง ซึ่งแสดงลักษณะฟันและเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันที่ปกติทั้งก่อนและหลังทำ

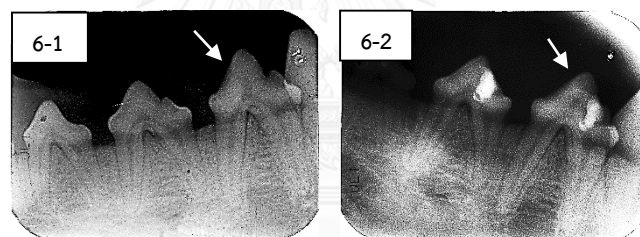
กลุ่มที่ 2 เอ็มทีเอ 7 วัน



ภาพที่ 5 แสดงภาพรังสีของฟันในกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยเอ็มทีเอที่ระยะเวลา 7 วัน

โดยภาพที่ 5-1 เป็นภาพรังสีก่อนทำ และภาพที่ 5-2 เป็นภาพรังสีที่ระยะเวลา 7 วัน ครรชี่แสดงฟันที่ทำการทดลอง ซึ่งแสดงลักษณะฟันและเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันที่ปกติทั้งก่อนและหลังทำ

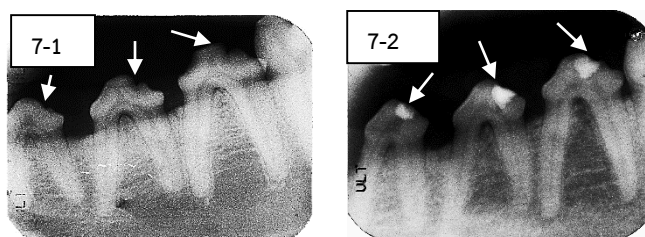
กลุ่มที่ 3 ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ 7 วัน



ภาพที่ 6 แสดงภาพรังสีของฟันในกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ที่ระยะเวลา 7 วัน

ภาพที่ 6-1 เป็นภาพรังสีก่อนทำ และภาพที่ 6-2 เป็นภาพรังสีที่ระยะเวลา 7 วัน ครรชี่แสดงฟันที่ทำการทดลอง ซึ่งแสดงลักษณะฟันและเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันที่ปกติทั้งก่อนและหลังทำ

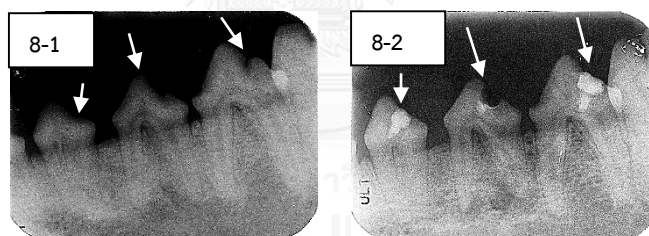
กลุ่มที่ 4 อะซีแมนแนน 70 วัน



ภาพที่ 7 แสดงภาพรังสีของฟันในกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยสารอะซีแมนแนนที่ระยะเวลา 70 วัน

โดยภาพที่ 7-1 เป็นภาพรังสีก่อนทำ และภาพที่ 7-2 เป็นภาพรังสีที่ระยะเวลา 70 วัน ครรชี่ แสดงฟันที่ทำการทดลอง โดยฟันสองซี่ทางด้านซ้ายของภาพรังสีแสดงลักษณะฟันและเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันที่ปกติทั้งก่อนและหลังทำ ในขณะที่ซี่ฟันด้านขวาที่ครรชี่มีการเปลี่ยนแปลงโดยเงาโปร่งรังสีของกระดูกรอบปลายรากฟันใกล้กลาง

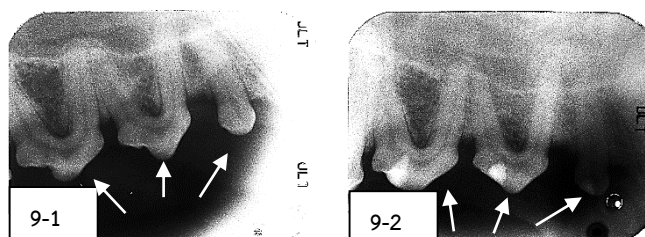
กลุ่มที่ 5 เอ็มทีเอ 70 วัน



ภาพที่ 8 แสดงภาพรังสีของฟันในกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยสารเอ็มทีเอที่ระยะเวลา 70 วัน

โดยภาพที่ 8-1 เป็นภาพรังสีก่อนทำ และภาพที่ 8-2 เป็นภาพรังสีที่ระยะเวลา 70 วัน ครรชี่ แสดงฟันที่ทำการทดลอง ซึ่งฟันสองซี่ทางด้านซ้ายและขวาของภาพรังสีแสดงลักษณะฟันและเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันที่ปกติทั้งก่อนและหลังทำ ในขณะที่ฟันซี่กลางมีเงาโปร่งรังสีของกระดูกรอบปลายรากฟันทั้งรากใกล้กลางและรากไกลกลางในภาพรังสีที่ 70 วัน ซึ่งสัมพันธ์กับการสูญเสียวัสดุบูรณะฟันด้านบน

กลุ่มที่ 6 ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ 70 วัน

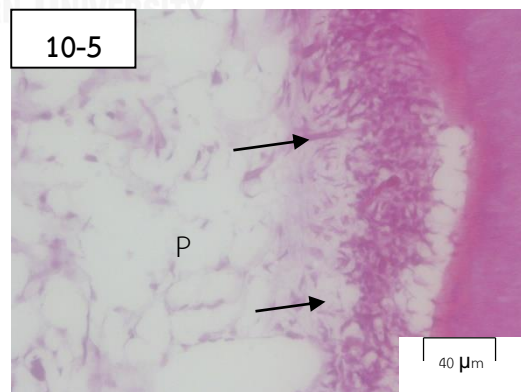
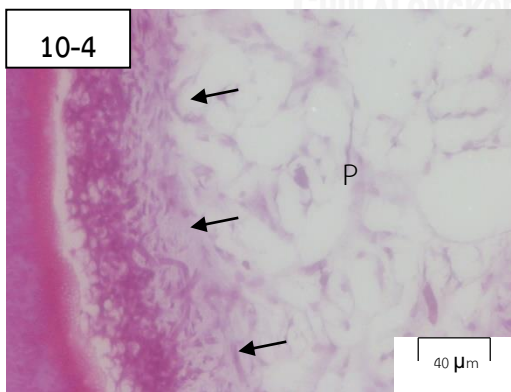
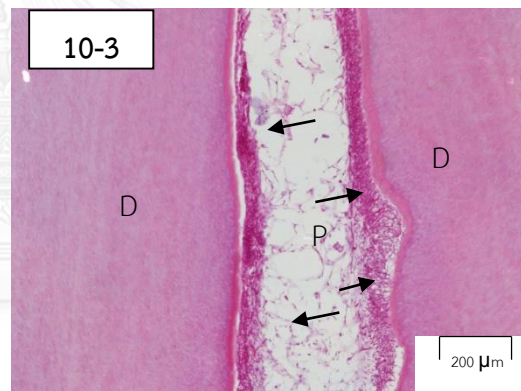


ภาพที่ 9 แสดงภาพรังสีของฟันในกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ที่ระยะเวลา 70 วัน

โดยภาพที่ 9-1 เป็นภาพรังสีก่อนทำ และภาพที่ 9-2 เป็นภาพรังสีที่ระยะเวลา 70 วัน ครรชี้แสดงฟันที่ทำการทดลอง ซึ่งแสดงลักษณะฟันและเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันที่ปกติทั้งก่อนและหลังทำ

ลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อใน
กลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้ทำการทดลองใดๆ

ฟันในกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้ทำการทดลองใดๆมีลักษณะของเนื้อเยื่อในปกติ โดยไม่พบการอักเสบของเนื้อเยื่อใน มีการจัดเรียงของเนื้อเยื่อในเป็นปกติ มีการเรียงตัวของชั้นเซลล์สร้างเนื้อฟันอย่างต่อเนื่อง (ภาพที่ 10)

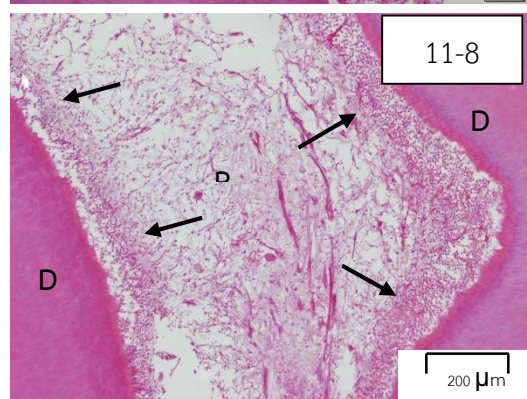
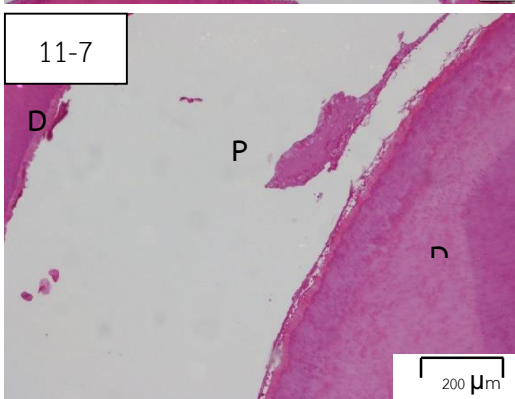
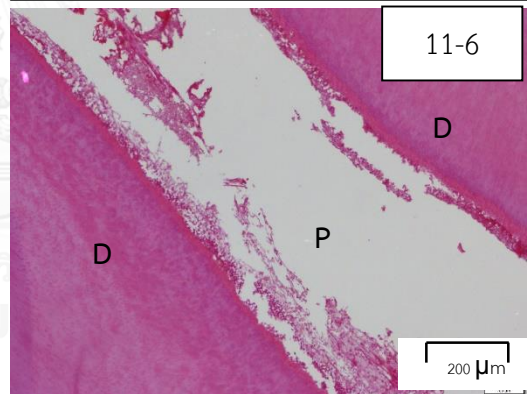
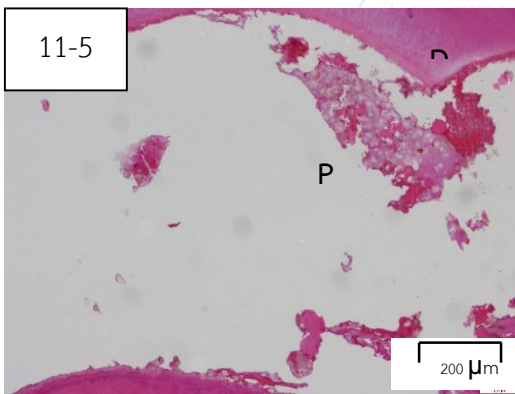
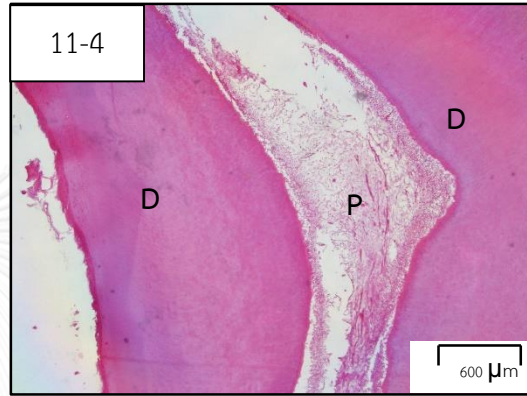
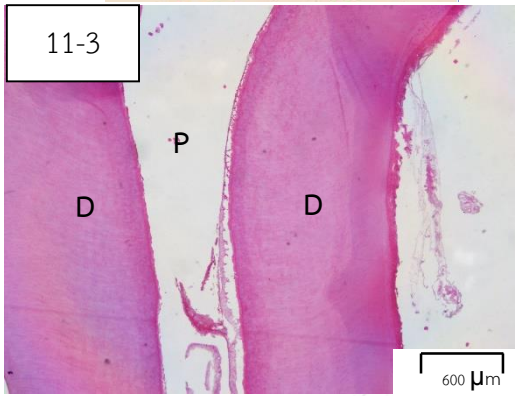
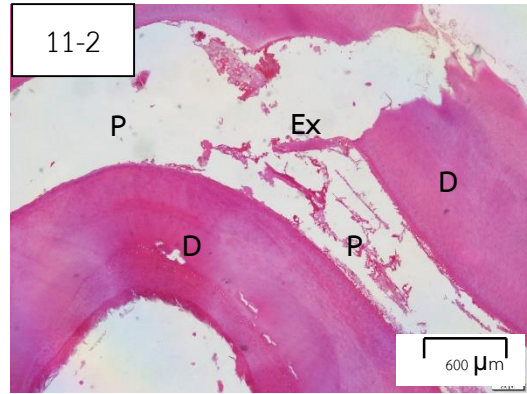
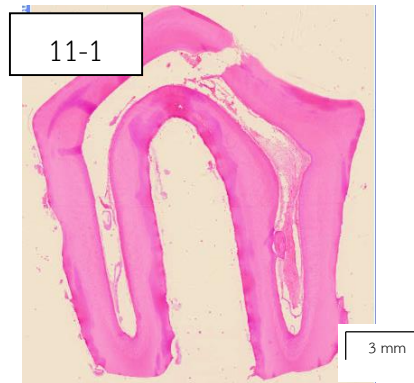


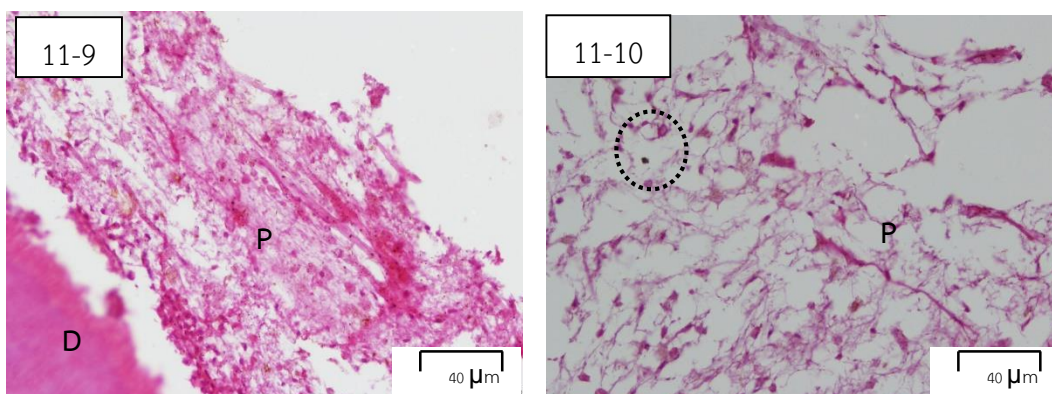
ภาพที่ 10 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้รับการทดลอง

ภาพในหน้าที่แล้วแสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อใน (P) ในฟันกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้รับการทดลองใดๆ โดยตัวอย่างฟันในภาพไม่พบการอักเสบของเนื้อเยื่อใน มีการจัดเรียงเนื้อเยื่อในเป็นปกติ โดยพบความต่อเนื่องของชั้นเซลล์สร้างเนื้อฟัน (odontoblast cell layer) ตลอดแนวของโพรงฟันและคลองรากฟัน (บริเวณศรชี้) และ D หมายถึงเนื้อฟัน (ภาพที่ 10-1 เป็นชิ้นส่วนฟันในภาพรวม ภาพที่ 10-2 กำลังขยาย 4X ภาพที่ 10-3 กำลังขยาย 10X ภาพที่ 10-4 และ 10-5 กำลังขยาย 40X)

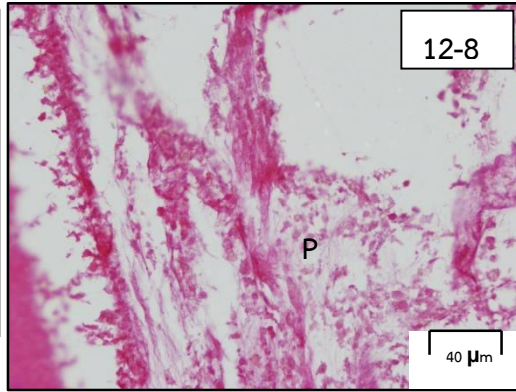
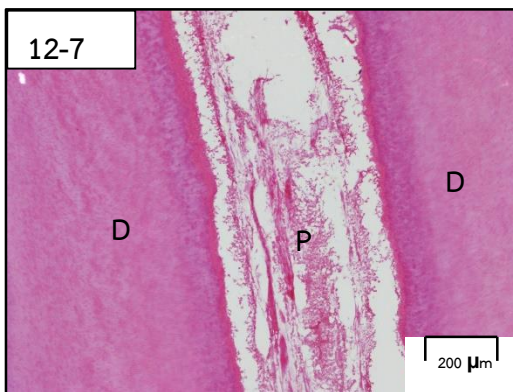
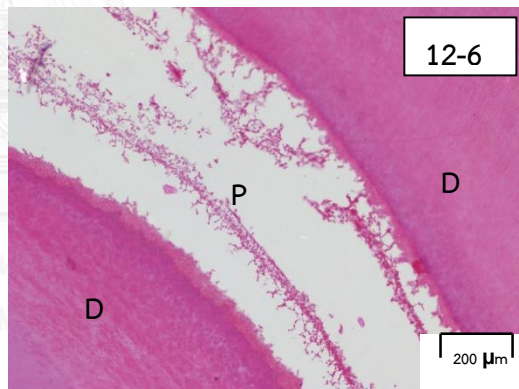
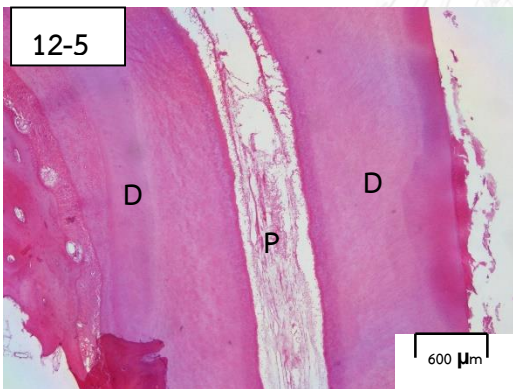
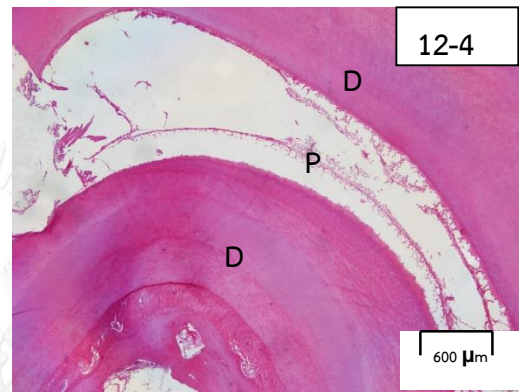
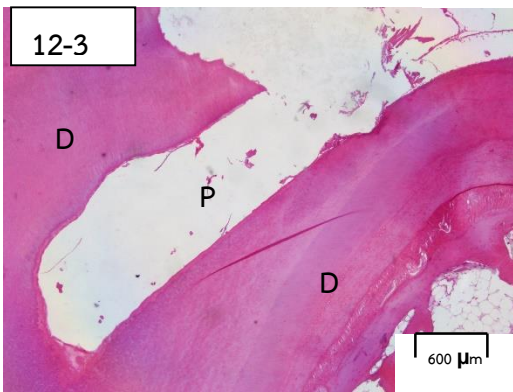
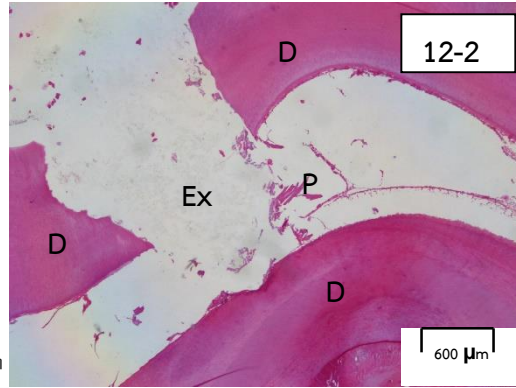
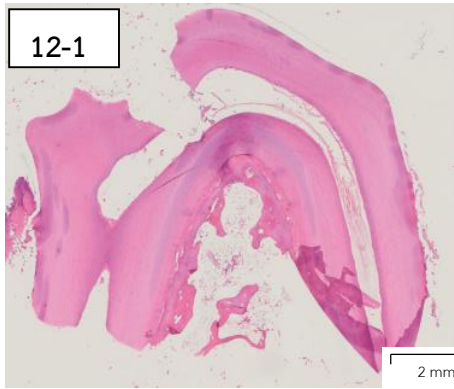
กลุ่มที่ 1 อะซีแมนแนน 7 วัน

มีการอักเสบของเนื้อเยื่อในในระดับเล็กน้อยจำนวน 3 ซี่ (ร้อยละ 27.27) ระดับปานกลาง 1 ซี่ (ร้อยละ 9.09) พบเกิดถุงหนอง (abscess) 1 ซี่ (ร้อยละ 9.09) และเกิดการตายของเนื้อเยื่อในทั้งหมด 6 ซี่ (ร้อยละ 54.55) ซึ่งทั้งห้าซี่ที่ยังมีชีวิตอยู่มีขอบเขตการอักเสบของเนื้อเยื่อในจำกัดอยู่บริเวณใต้ต่อวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อใน (ร้อยละ 45.45) เซลล์อักเสบที่พบส่วนใหญ่เป็นเซลล์อักเสบชนิดเฉียบพลันซึ่งได้แก่ พอลีมอร์โฟนิวเคลียร์นิวโทรฟิล และในกลุ่มนี้ไม่พบการสร้างสะพานเนื้อฟัน (ภาพที่ 11 และ 12)





ภาพที่ 11 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในฟันที่ปิดทับด้วยอะซิแมนแนนที่ระยะเวลา 7 วันซึ่งมีการตอบสนองที่ปกติและมีส่วนที่มีการตายของเนื้อเยื่อในเนื้อเดียวกัน ภาพในหน้าที่แล้วและหน้านี้นี้แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่ระยะเวลา 7 วันของเนื้อเยื่อใน (P) ในฟันที่ได้รับการทำพัลโพโทมีบางส่วนและปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยสารอะซิแมนแนน (AC) ซึ่งตัวอย่างฟันในภาพส่วนด้านไกลกลาง (distal) (ภาพที่ 11-4 11-6 11-8 ถึง 11-10) มีการอักเสบของเนื้อเยื่อในเพียงเล็กน้อย โดยพบเซลล์อักเสบเพียงเล็กน้อย (วงกลมประในภาพ 11-10) และมีการจัดเรียงเนื้อเยื่อในใต้บริเวณที่มีการเผยเนื้อเยื่อใน (Ex) เกือบเป็นปกติ โดยพบว่าชั้นเซลล์สร้างเนื้อฟัน (odontoblast cell layer) ในบริเวณที่ถัดลงมาทางด้านข้างที่ติดกับผนังคลองรากฟัน (D) ยังมีลักษณะปกติ (บริเวณศรชี้) และมีการจัดเรียงเนื้อเยื่อในเป็นปกติ ในขณะที่ส่วนด้านใกล้กลาง (mesial) (ภาพที่ 11-3 11-5 และ 11-7) มีการตายของเนื้อเยื่อในทั้งหมด (ภาพที่ 11-1 เป็นชิ้นส่วนฟันในภาพรวม ภาพที่ 11-2 ถึง 11-4 กำลังขยาย 4X ภาพที่ 11-5 ถึง 11-8 กำลังขยาย 11X ภาพที่ 11-9 และ 11-10 กำลังขยาย 40X)

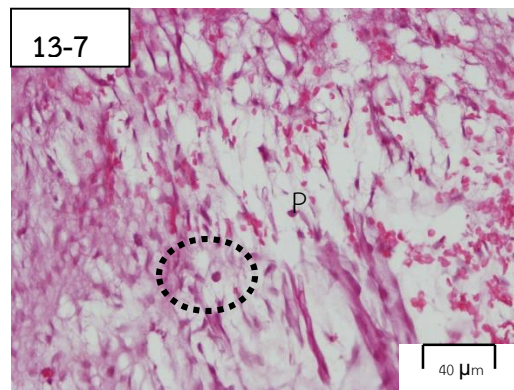
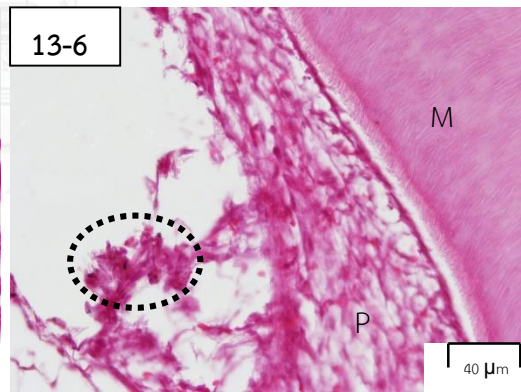
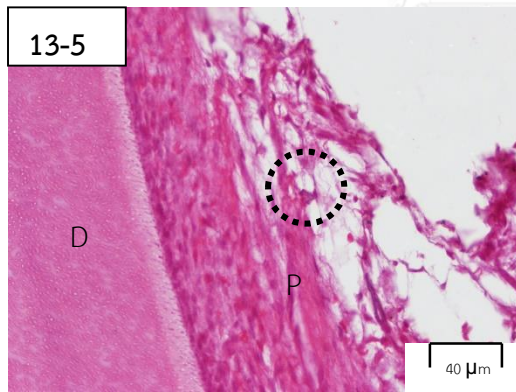
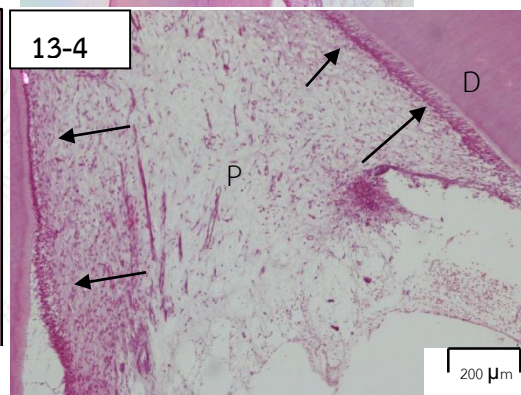
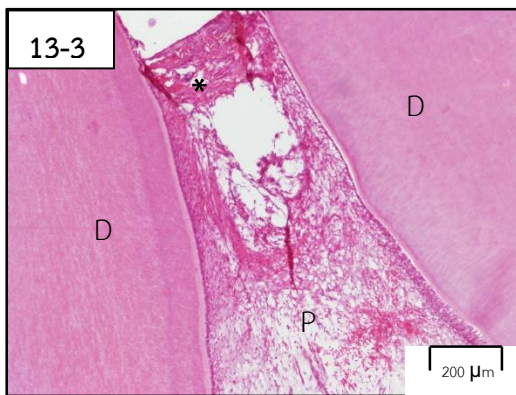
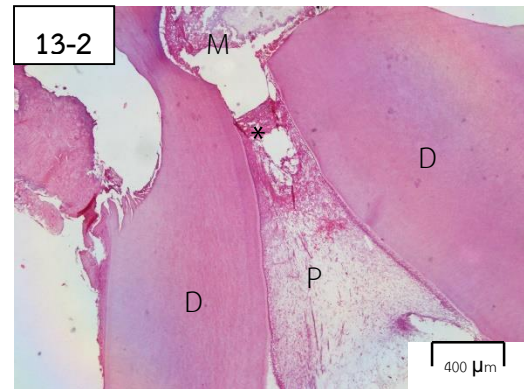
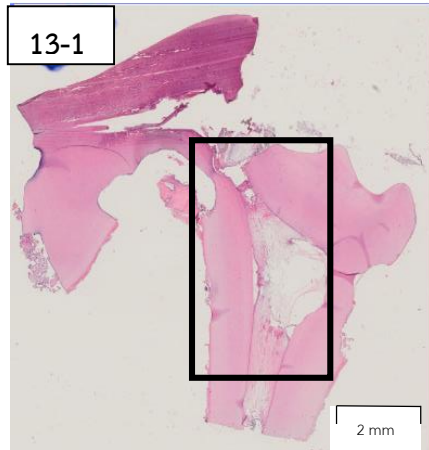


ภาพที่ 12 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในในฟันที่ปิดทับด้วยอะซีแมนแนนที่ระยะเวลา 7 วันที่มีการตายของเนื้อเยื่อในทั้งซี่ฟัน

ภาพในหน้าที่แล้วแสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่ระยะเวลา 7 วันของเนื้อเยื่อใน (P) ในฟันที่ได้รับการทำพัลโพโทมีบางส่วนและปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยสารอะซีแมนแนน (AC) ซึ่งตัวอย่างฟันในภาพมีการตายของเนื้อเยื่อในตลอดทั้งซี่ฟันตั้งแต่ส่วนตัวฟันลงมาจนตลอดคลองรากฟัน (ภาพที่ 12-1 เป็นชิ้นส่วนฟันในภาพรวม ภาพที่ 12-2 ถึง 12-5 กำลังขยาย 4X ภาพที่ 12-6 และ 12-7 กำลังขยาย 10X ภาพที่ 12-8 กำลังขยาย 40X)

กลุ่มที่ 2 เอ็มทีเอ 7 วัน

ในกลุ่มนี้ มีฟันที่ไม่พบการอักเสบของเนื้อเยื่อในจำนวน 2 ซี่ (ร้อยละ 33.33) มีการอักเสบในระดับเล็กน้อยที่ระดับใต้ต่อเอ็มทีเอกับเนื้อเยื่อในจำนวน 3 ซี่ (ร้อยละ 50) มีเพียงซี่เดียวที่มีการอักเสบในระดับปานกลาง (ร้อยละ 16.67) เซลล์อักเสบที่พบส่วนใหญ่เป็นเซลล์อักเสบชนิดเฉียบพลัน ซึ่งได้แก่ พอลิมอร์โฟนิวเคลียร์นิวโทรฟิล การอักเสบของทุกซี่จำกัดอยู่เฉพาะที่บริเวณใต้ต่อวัสดุอุดกับเนื้อเยื่อใน การจัดเรียงของเนื้อเยื่อในโดยทั่วไปเป็นปกติ 1 ซี่ (ร้อยละ 16.67) และมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย 2 ซี่ (ร้อยละ 33.33) ไม่พบการสร้างสะพานเนื้อฟันในกลุ่มนี้ (ภาพที่ 13)

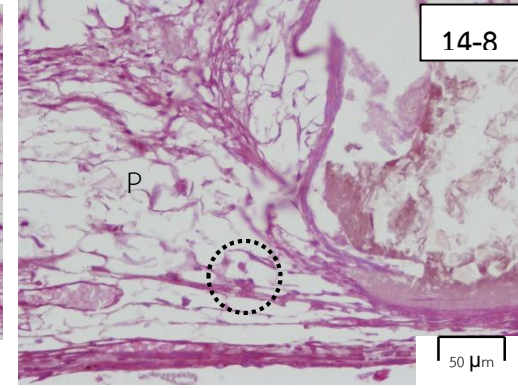
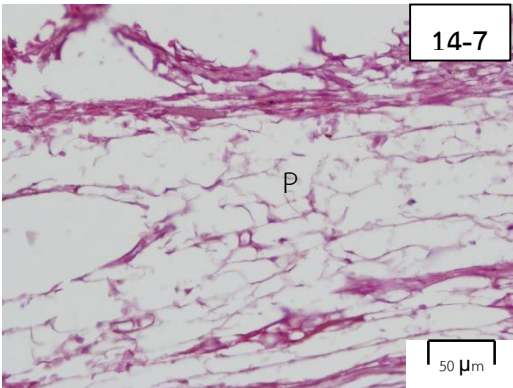
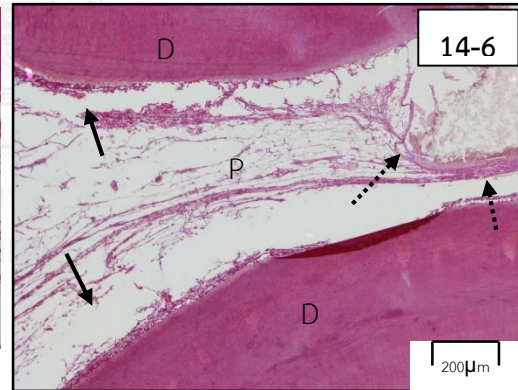
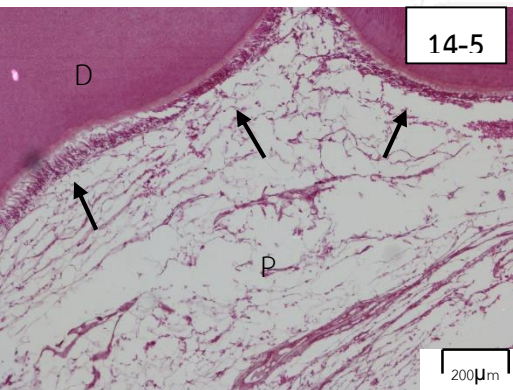
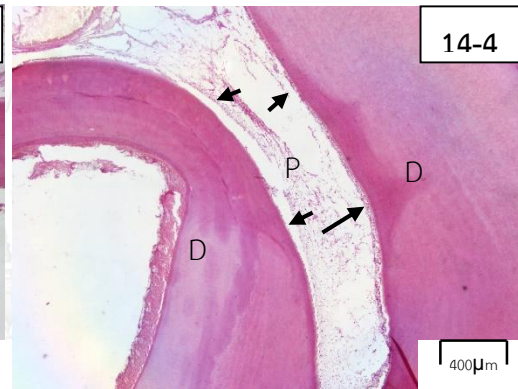
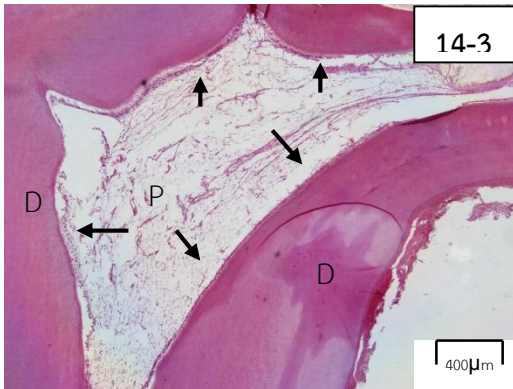
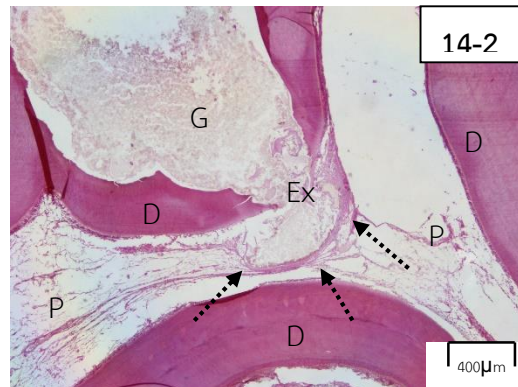


ภาพที่ 13 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในในที่ปิดทับด้วยเอ็มทีเอที่ระยะเวลา 7 วัน

ภาพในหน้าที่แล้วแสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่ระยะเวลา 7 วันของเนื้อเยื่อใน (P) ในฟันที่ได้รับการทำพัลโพโทมียบางส่วนและปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยเอ็มทีเอ (M) ซึ่งตัวอย่างฟันในภาพบริเวณเนื้อเยื่อใน (ในกรอบสี่เหลี่ยมภาพที่ 13-1) พบการอักเสบของเนื้อเยื่อในเล็กน้อย โดยมีเซลล์อักเสบเล็กน้อย (วงรีประในภาพที่ 13-5 ถึง 13-7) และมีการจัดเรียงเนื้อเยื่อในบริเวณที่ถดถอยมาเป็นปกติ ไม่พบชั้นของเซลล์คล้ายเซลล์สร้างเนื้อฟันใหม่ (odontoblast-like cell layer) ที่เนื้อเยื่อในส่วนใต้ต่อบริเวณที่มีการเผยเนื้อเยื่อในแต่พบว่าชั้นเซลล์สร้างเนื้อฟัน (odontoblast cell layer) (ครซี่) ในบริเวณที่ถดถอยมาทางด้านข้างที่ติดกับผนังคลองรากฟัน (D) ยังมีลักษณะปกติ ดอกจัน (*) ด้านบนในภาพที่ 13-2 และ 13-3 เป็นเนื้อเยื่อในใต้ต่อเอ็มทีเอที่มีการพบเข้ามาจากกระบวนการเตรียมสไลด์ (ภาพที่ 13-1 เป็นภาพชิ้นส่วนฟันในภาพรวม ภาพที่ 13-2 กำลังขยาย 4X ภาพที่ 13-3 และ 13-4 กำลังขยาย 10X ภาพที่ 13-5 ถึง 13-7 กำลังขยาย 40X)

กลุ่มที่ 3 ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ 7 วัน

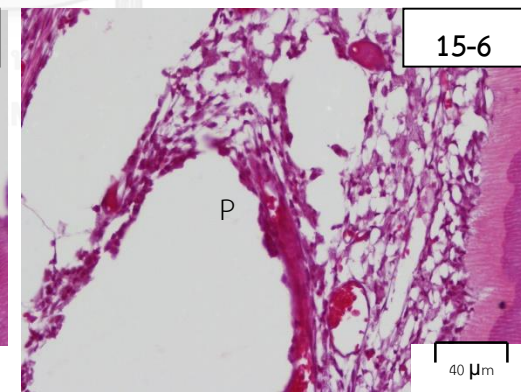
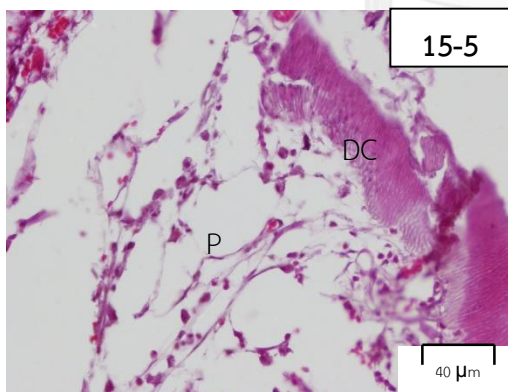
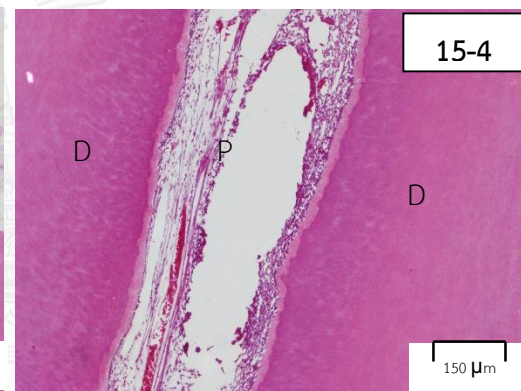
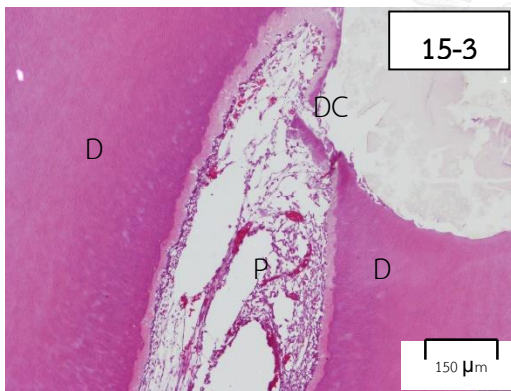
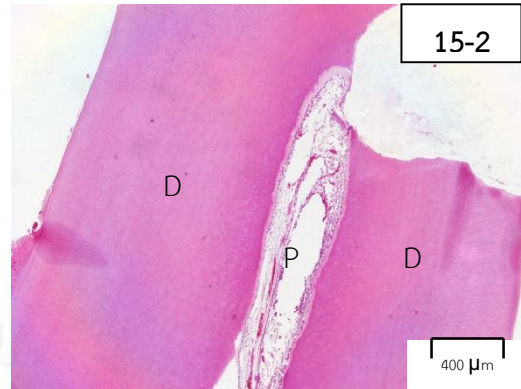
ในกลุ่มนี้มีฟัน 1 ซี่ที่ไม่พบการอักเสบของเนื้อเยื่อใน (ร้อยละ 25) พบการอักเสบในระดับเล็กน้อย 2 ซี่ (ร้อยละ 50) พบการสร้างถุงหนอง 1 ซี่ (ร้อยละ 25) โดย 3 ซี่ที่มีการอักเสบจำกัดอยู่ในบริเวณใต้ต่อวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อใน (ร้อยละ 75) และ 1 ซี่ซึ่งมีการสร้างถุงหนองมีการอักเสบของเนื้อเยื่อในลึกลงไปถึงระดับตัวฟัน เซลล์อักเสบที่พบส่วนใหญ่เป็นโพลีมอร์โฟนิวเคลียร์นิวโทรฟิล (polymorphonuclear neutrophil) การจัดเรียงของเนื้อเยื่อมีลักษณะของเนื้อเยื่อในปกติ 1 ซี่ และเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย 3 ซี่ ไม่พบการสร้างสะพานเนื้อฟันในกลุ่มนี้ (ภาพที่ 14 และ 15)



ภาพที่ 14 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในในที่ปิดทับด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดตั้งเดิมที่ระยะเวลา 7 วันซึ่งมีการตอบสนองของเนื้อเยื่อในที่ปกติ

ภาพในหน้าที่แล้วแสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่ระยะเวลา 7 วันของเนื้อเยื่อใน (P) ในฟันที่ได้รับการทำพัลโพโทมีบางส่วนและปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ (GI) ซึ่งตัวอย่างฟันในภาพแทบไม่พบการอักเสบของเนื้อเยื่อใน โดยพบเซลล์อักเสบชนิดพอลีมอร์โฟนิวเคลียร์นิวโทรฟิล (วงกลมประในภาพ 14-8) และมีการจัดเรียงเนื้อเยื่อในเป็นปกติ ในภาพพบว่ามีการสร้างเนื้อเยื่อเส้นใย (fibrous tissue) ล้อมรอบซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ที่เกินเข้ามายังโพรงเนื้อเยื่อใน (Ex) (ครเส้นประ) ส่วนชั้นเซลล์สร้างเนื้อฟัน (odontoblast cell layer) (ครเส้นทึบ) บริเวณที่ถัดลงมาทางด้านข้างที่ติดกับผนังคลองรากฟัน (D) ยังมีลักษณะปกติ (ภาพที่ 14-1 เป็นภาพชิ้นส่วนฟันในภาพรวม ภาพที่ 14-2 ถึง 14-4 กำลังขยาย 4X ภาพที่ 14-5 และ 14-6 กำลังขยาย 10X ภาพที่ 14-7 และ 14-8 กำลังขยาย 40X)



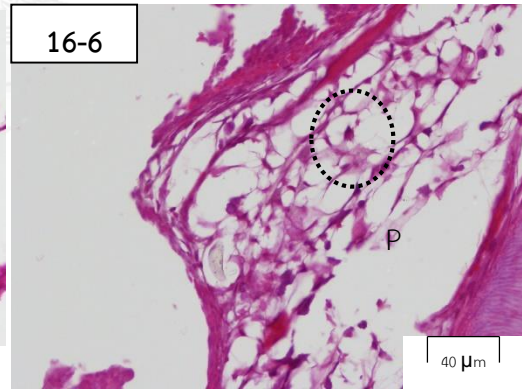
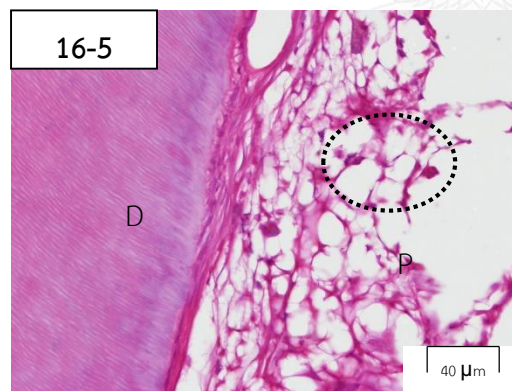
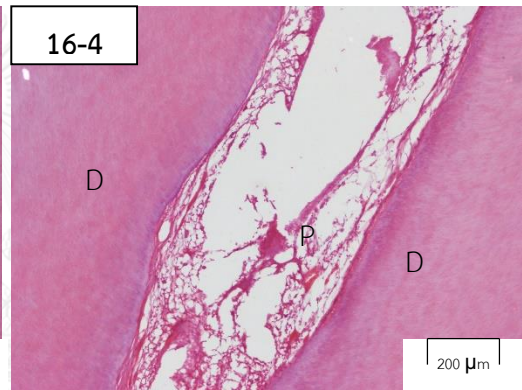
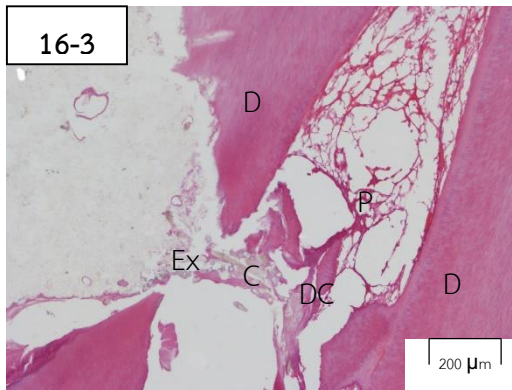
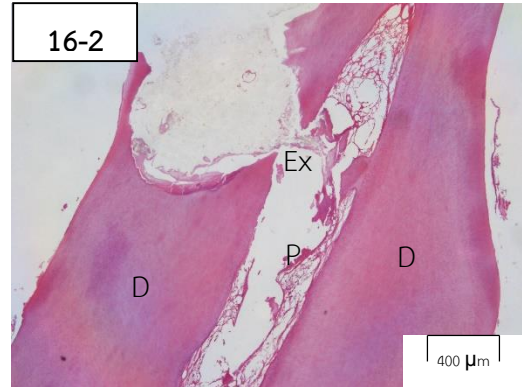


ภาพที่ 15 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในในที่ปิดทับด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมที่ระยะเวลา 7 วันซึ่งมีการตอบสนองของเนื้อเยื่อในโดยมีการสร้างถุงหนอง

ภาพในหน้าที่แล้วแสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่ระยะเวลา 7 วันของเนื้อเยื่อใน (P) ในฟันที่ได้รับการทำฟัลโฟโทมีบางส่วนและปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ (GI) ซึ่งตัวอย่างฟันในภาพพบการกระจายของเซลล์โมโนนิวเคลียร์โดยทั่วไปตลอดเนื้อเยื่อในจนถึงระดับตัวฟัน มีการคั่งของหลอดเลือดของเนื้อเยื่อใน และพบเศษเนื้อฟันจากการเตรียมโพรงฟันที่บริเวณที่มีการเผยเนื้อเยื่อใน (ภาพที่ 15-1 เป็นภาพชิ้นส่วนฟันในภาพรวม ภาพที่ 15-2 กำลังขยาย 4X ภาพที่ 15-3 และ 15-4 กำลังขยาย 10X ภาพที่ 15-5 และ 15-6 กำลังขยาย 40X)

กลุ่มที่ 4 อะซีแมนแนน 70 วัน

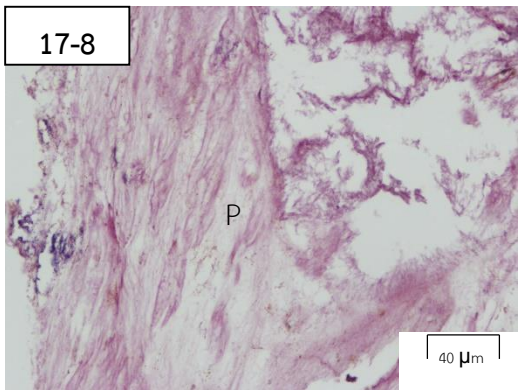
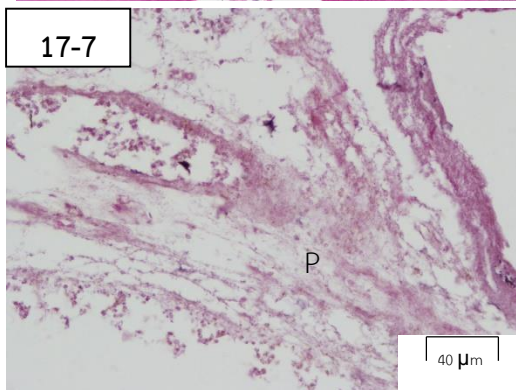
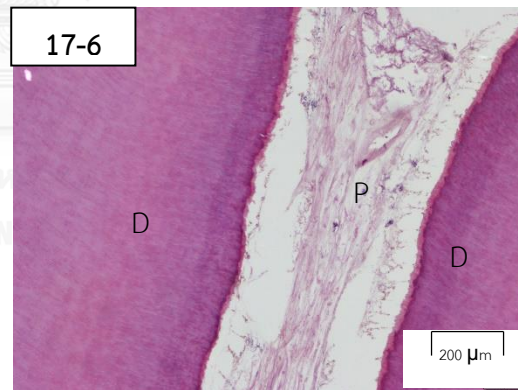
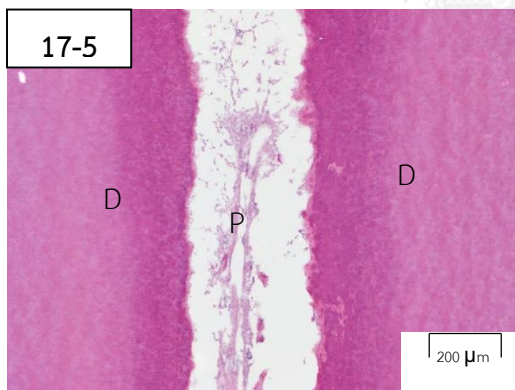
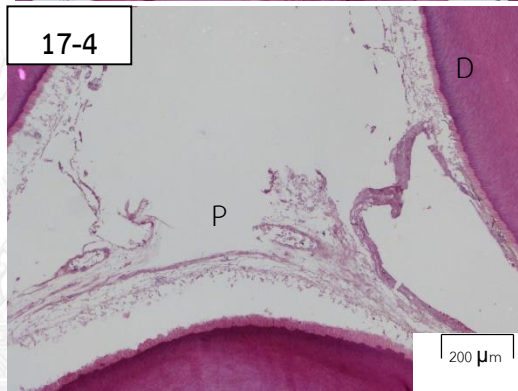
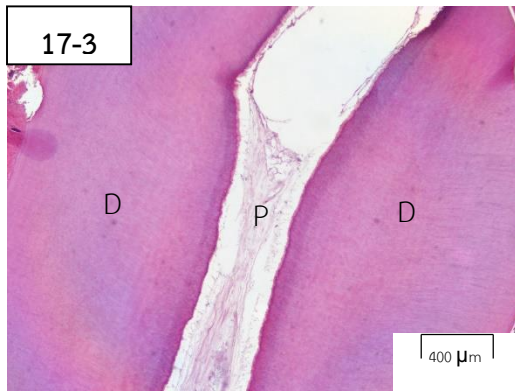
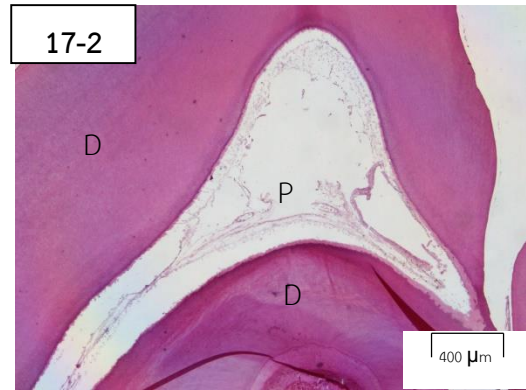
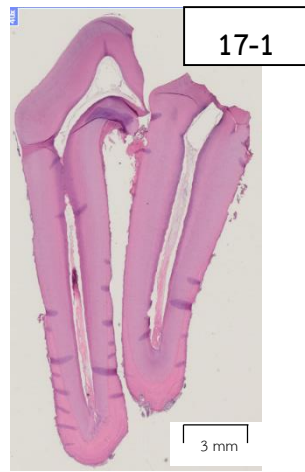
ฟันในกลุ่มนี้ ไม่พบการอักเสบของเนื้อเยื่อในจำนวน 1 ซี่ (ร้อยละ 10) มีการอักเสบในระดับเล็กน้อยจำนวน 1 ซี่ (ร้อยละ 10) ระดับปานกลางจำนวน 1 ซี่ (ร้อยละ 10) และมีการตายของเนื้อเยื่อทั้งหมด 7 ซี่ (ร้อยละ 70) เซลล์อักเสบที่พบส่วนใหญ่เป็นเซลล์อักเสบชนิดเซลล์โมโนนิวเคลียร์ (mononuclear cell) การอักเสบของทั้งสามซี่ที่เนื้อเยื่อในยังมีชีวิตจำกัดอยู่เฉพาะที่บริเวณใต้ต่อวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อใน โดยมีการจัดเรียงของเนื้อเยื่อในโดยทั่วไปเป็นปกติจำนวน 1 ซี่ (ร้อยละ 10) และมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย 2 ซี่ (ร้อยละ 20) พบการสร้างสะพานเนื้อฟันที่ยังไม่สมบูรณ์ในกลุ่มนี้จำนวน 2 ซี่ (ร้อยละ 20) และอีก 8 ซี่ไม่พบการสร้างสะพานเนื้อฟัน (ร้อยละ 80) (ภาพที่ 16 และ 17)



ภาพที่ 16 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในในที่ปิดทับด้วยอะซีแมนแนนที่ระยะเวลา 70 วันซึ่งมีการตอบสนองของเนื้อเยื่อในที่ปกติ

ภาพในหน้าที่แล้วแสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่ระยะเวลา 70 วันของเนื้อเยื่อใน (P) ในฟันที่ได้รับการทำพัลโพโทมีบางส่วนและปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยสารอะซีแมนแนน (AC) ซึ่งตัวอย่างฟันในภาพพบการอักเสบของเนื้อเยื่อในเล็กน้อย โดยพบเซลล์อักเสบชนิดเซลล์ โมโนนิวเคลียร์ (วงรีประในภาพ 16-5 และ 16-6) และมีการจัดเรียงเนื้อเยื่อในเป็นปกติ พบการสะสมแร่ธาตุที่ได้ต่อวัสดุปิดทับ (C) อยู่ใกล้กับเศษเนื้อฟันจากการเตรียมโพรงฟัน (DC) D หมายถึงเนื้อฟัน (ภาพที่ 16-1 เป็นภาพชิ้นส่วนฟันในภาพรวม ภาพที่ 16-2 กำลังขยาย 4X ภาพที่ 16-3 และ 16-4 กำลังขยาย 10X ภาพที่ 16-5 ถึง 16-6 กำลังขยาย 40X)



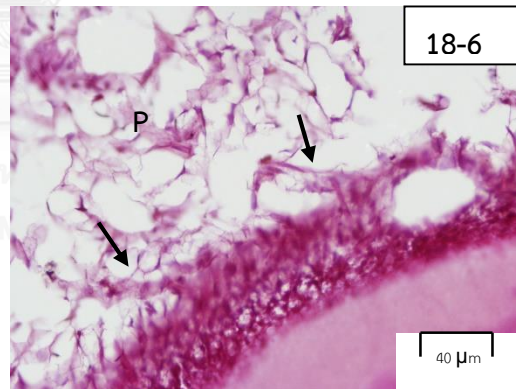
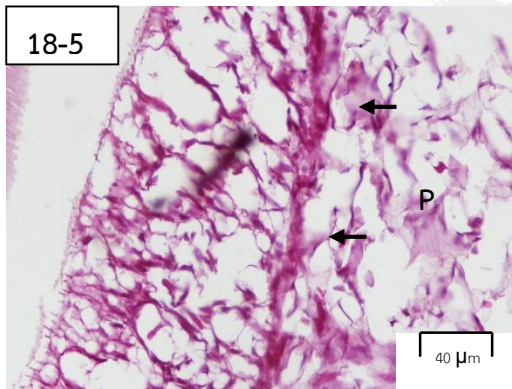
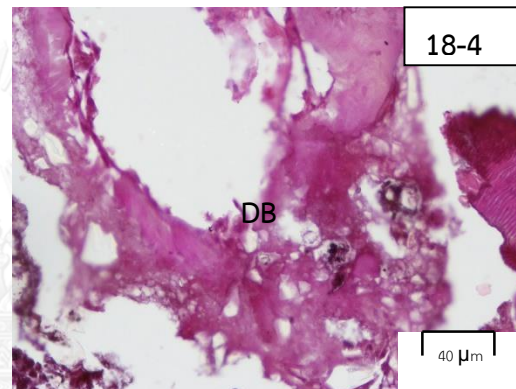
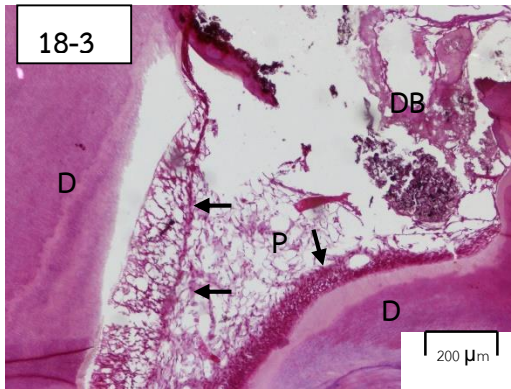
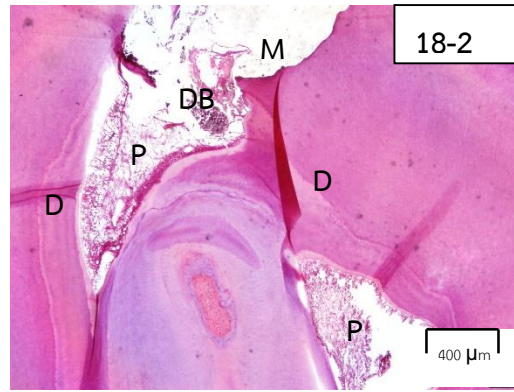
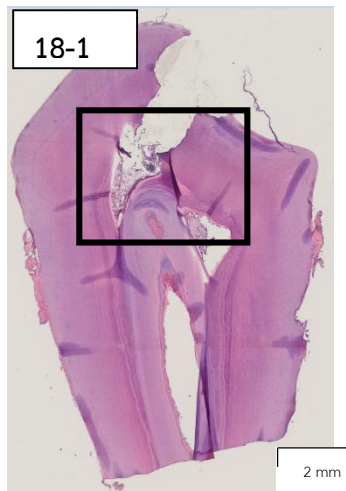


ภาพที่ 17 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในในที่ปิดทับด้วยอะซิแมนแนนที่ระยะเวลา 70 วันซึ่งมีการตายของเนื้อเยื่อในทั้งซี่ฟัน

ภาพในหน้าที่แล้วแสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่ระยะเวลา 70 วันของเนื้อเยื่อใน (P) ในฟันที่ได้รับการทำพัลโพโทมีบางส่วนและปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยสารอะซิแมนแนน (AC) ซึ่งตัวอย่างฟันในภาพมีการตายของเนื้อเยื่อในตลอดทั้งซี่ฟันตั้งแต่ส่วนตัวฟันลงมาจนตลอดคลองรากฟัน (ภาพที่ 17-1 เป็นชิ้นส่วนฟันในภาพรวม ภาพที่ 17-2 และ 17-3 กำลังขยาย 4X ภาพที่ 17-4 ถึง 17-6 กำลังขยาย 10X ภาพที่ 17-7 และ 17-8 กำลังขยาย 40X)

กลุ่มที่ 5 เอ็มทีเอ 70 วัน

ในกลุ่มนี้ ไม่พบการอักเสบของเนื้อเยื่อในจำนวน 2 ซี่ (ร้อยละ 40) มีการอักเสบของเนื้อเยื่อในระดับเล็กน้อยจำนวน 2 ซี่ (ร้อยละ 40) และระดับปานกลางจำนวน 1 ซี่ (ร้อยละ 20) การอักเสบทุกซี่จำกัดอยู่เฉพาะในบริเวณใต้ต่อวัสดุอุดกับเนื้อเยื่อใน (ร้อยละ 100) เซลล์อักเสบที่พบมากเป็นเซลล์โมโนนิวเคลียร์ การจัดเรียงของเนื้อเยื่อในเป็นปกติ 3 ซี่ (ร้อยละ 60) และมีการเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยจำนวน 4 ซี่ (ร้อยละ 40) พบการสร้างสะพานเนื้อฟันอย่างสมบูรณ์ 1 ซี่ (ร้อยละ 20) แต่มีลักษณะเป็นรูพรุนบางตำแหน่ง และพบการสร้างสะพานเนื้อฟันที่ยังไม่สมบูรณ์ 2 ซี่ (ร้อยละ 40) ในขณะที่อีก 2 ซี่ไม่พบการสร้างสะพานเนื้อฟัน (ร้อยละ 40) (ภาพที่ 18)

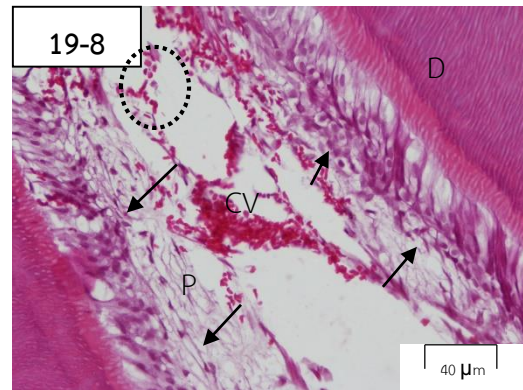
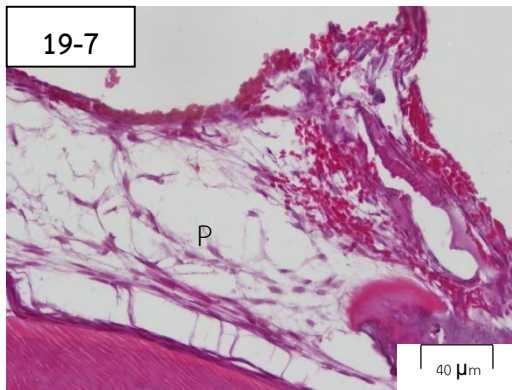
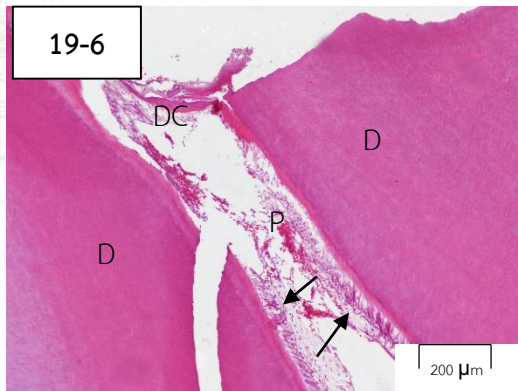
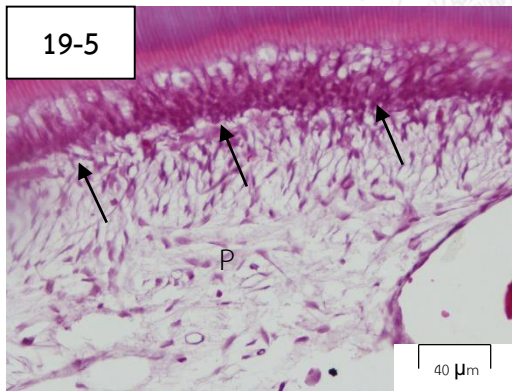
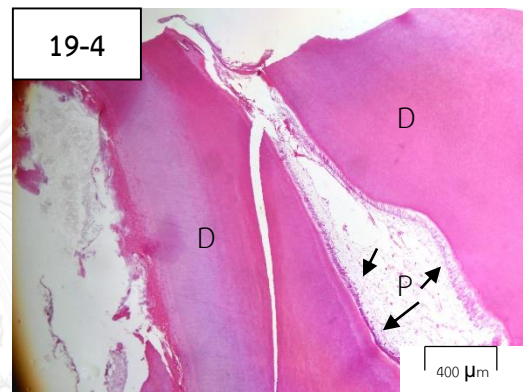
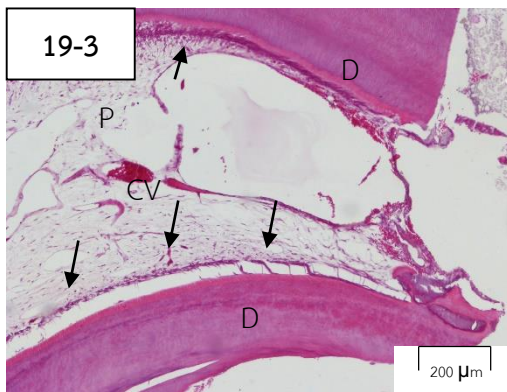
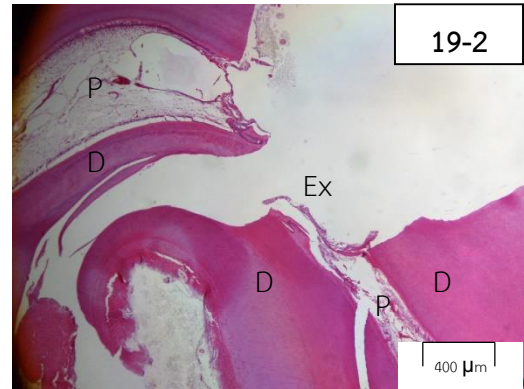
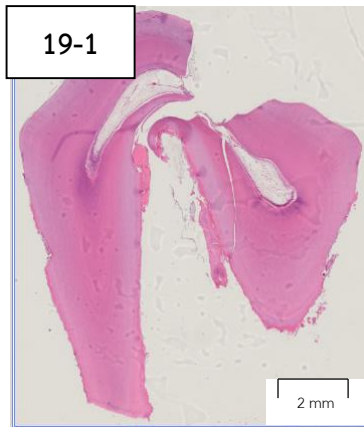


ภาพที่ 18 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในฟันที่ปิดทับด้วยเอ็มทีเอที่ระยะเวลา 70 วัน

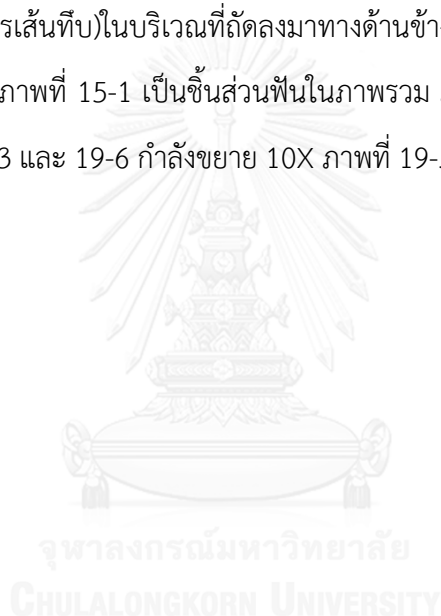
ภาพในหน้าที่แล้วแสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่ระยะเวลา 70 วันของเนื้อเยื่อใน (P) ในฟันที่ได้รับการทำพัลโพโทมีบางส่วนและปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยเอ็มทีเอ (M) ซึ่งตัวอย่างฟันในภาพ (บริเวณสีเหลี่ยมในภาพที่ 18-1) ไม่พบการอักเสบของเนื้อเยื่อใน และมีการจัดเรียงเนื้อเยื่อในเป็นปกติ แต่ยังไม่พบชั้นของเซลล์คล้ายเซลล์สร้างเนื้อฟันใหม่ (odontoblast-like cell layer) ใต้สะพานเนื้อฟัน (DB) ซึ่งยังไม่สมบูรณ์และพบว่ามีรูพรุนชั้นเซลล์สร้างเนื้อฟัน (odontoblast cell layer) (ครซึ่) ในบริเวณที่ถัดลงมาทางด้านข้างที่ติดกับผนังคลองรากฟัน (D) ยังมีลักษณะปกติ (ภาพที่ 18-1 เป็นชิ้นส่วนฟันในภาพรวม ภาพที่ 18-2 กำลังขยาย 4X ภาพที่ 18-3 กำลังขยาย 10X ภาพที่ 18-4 ถึง 18-6 กำลังขยาย 40X)

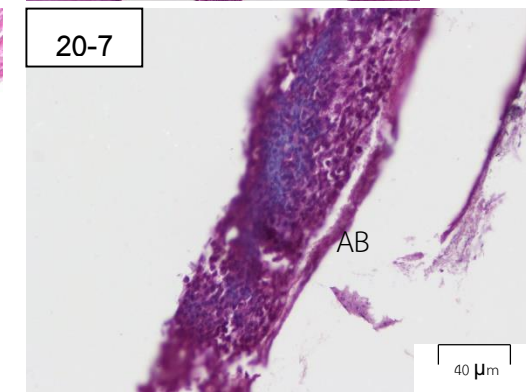
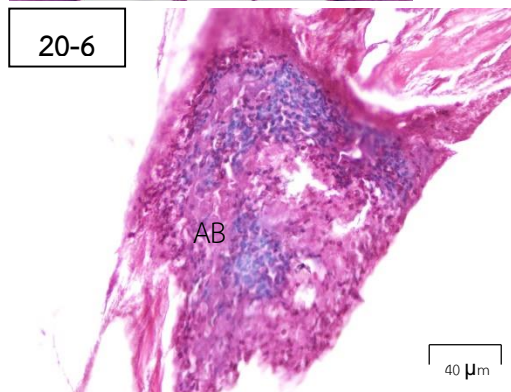
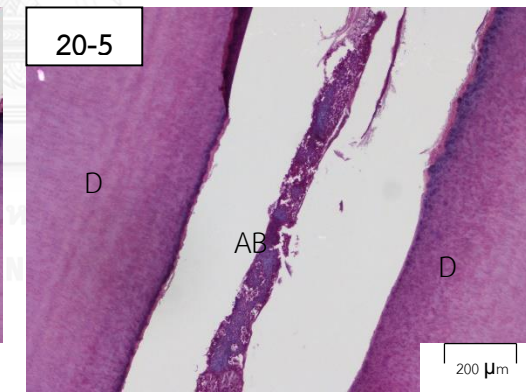
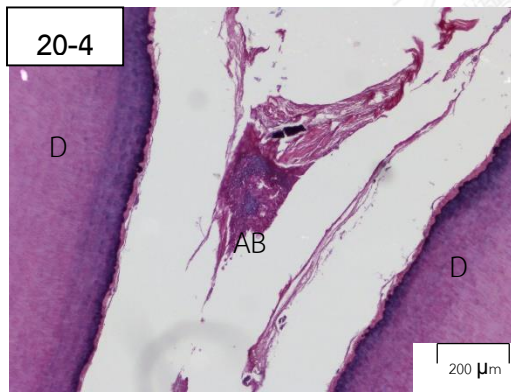
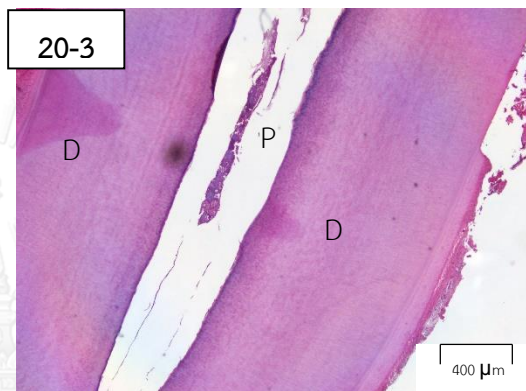
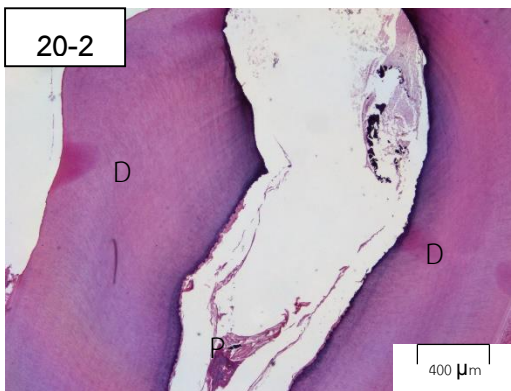
กลุ่มที่ 6 ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ 70 วัน

มีการอักเสบของเนื้อเยื่อในระดับเล็กน้อยได้ต่อวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในจำนวน 2 ซี่ (ร้อยละ 28.57) และระดับปานกลางจำนวน 3 ซี่ (ร้อยละ 42.86) และพบการตายของเนื้อเยื่อในทั้งซี่ฟัน 2 ซี่ (ร้อยละ 28.57) เซลล์อักเสบที่พบส่วนใหญ่เป็นเซลล์โมโนนิวเคลียร์ การจัดเรียงของเนื้อเยื่อในของห้าซี่ที่ยังมีชีวิตอยู่มีลักษณะของเนื้อเยื่อในมีการเปลี่ยนแปลงจากปกติเล็กน้อย (ร้อยละ 71.43) และในกลุ่มนี้ทั้ง 7 ซี่ไม่พบการสร้างสะพานเนื้อฟัน (ร้อยละ 100) (ภาพที่ 19 และ 20)



ภาพที่ 19 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในในที่ปิดทับด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมที่ระยะเวลา 70 วันซึ่งมีลักษณะการตอบสนองของเนื้อเยื่อในปกติ ภาพในหน้าที่แล้วแสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่ระยะเวลา 70 วันของเนื้อเยื่อใน (P) ในพื้นที่ได้รับการทำฟัลโฟโทมีบางส่วนและปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ (GI) ซึ่งตัวอย่างฟันในภาพพบการอักเสบของเนื้อเยื่อในเล็กน้อยได้ต่อบริเวณที่มีการเผยเนื้อเยื่อใน (Ex) และพบเศษเนื้อฟันจากการกรอพรงฟัน (DC) เซลล์อักเสบที่พบเป็นชนิดเซลล์โมโนนิวเคลียร์ (วงรีประในภาพ 19-8) บริเวณใกล้เคียงพบการคั่งของเม็ดเลือดแดงในหลอดเลือด (CV) การจัดเรียงเนื้อเยื่อในเป็นปกติ ส่วนชั้นเซลล์สร้างเนื้อฟัน (odontoblast cell layer) (ครุเส้นทึบ) ในบริเวณที่ถัดลงมาทางด้านข้างที่ติดกับผนังคลองรากฟัน (D) ยังมีลักษณะปกติ (ภาพที่ 15-1 เป็นชิ้นส่วนฟันในภาพรวม ภาพที่ 19-2 และ 19-4 กำลังขยาย 4X ภาพที่ 19-3 และ 19-6 กำลังขยาย 10X ภาพที่ 19-5 19-7 และ 19-8 กำลังขยาย 40X)





ภาพที่ 20 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในในที่ปิดทับด้วยซีเมนต์กาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมที่ระยะเวลา 70 วันซึ่งมีการตายของเนื้อเยื่อในทั้งซี่ฟัน ภาพในหน้าที่แล้วแสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่ระยะเวลา 70 วันของเนื้อเยื่อใน (P) ในฟันที่ได้รับการทำฟัลโฟโทมีบางส่วนและปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยซีเมนต์กาสไอโอโนเมอร์ (GI) ซึ่งตัวอย่างฟันในภาพมีการตายของเนื้อเยื่อในตลอดทั้งซี่ฟันตั้งแต่ส่วนตัวฟันลงมาจนตลอดคลองรากฟัน และนอกจากนี้ยังพบการสะสมของเซลล์โมโนนิวเคลียร์ในลักษณะการสร้างถุงหนอง (AB) (ภาพที่ 20-1 เป็นชิ้นส่วนฟันในภาพรวม ภาพที่ 20-2 และ 20-3 กำลังขยาย 4X ภาพที่ 20-4 และ 20-5 กำลังขยาย 10X ภาพที่ 20-6 และ 20-7 กำลังขยาย 40X)

ตารางที่ 3 แสดงสรุปผลทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อใน

ระยะเวลา	สารปิดทับเนื้อเยื่อใน	จำนวน	การตอบสนองของเซลล์อักเสบ					ขอบเขตการอักเสบ			การจัดเรียงเนื้อเยื่อใน			การสร้างสะพานเนื้อฟัน		
			1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	1	2	3
7 วัน	อะซีแมนแนน	11	-	3	1	1	6	5	-	6	-	5	6	-	-	11
	เอ็มทีเอ	6	(0)	(27)	(9)	(9)	(55)	(45)	(0)	(55)	(0)	(45)	(55)	(0)	(0)	(100)
	ซีเมนต์กาสไอโอโนเมอร์	4	2	3	1	-	-	6	-	-	1	5	-	-	-	6
70 วัน	อะซีแมนแนน	10	1	2	-	1	-	3	1	-	1	3	-	-	-	4
	เอ็มทีเอ	5	(25)	(50)	(0)	(25)	(0)	(75)	(25)	(0)	(25)	(75)	(0)	(0)	(0)	(100)
	ซีเมนต์กาสไอโอโนเมอร์	7	1	1	1	-	7	3	-	7	1	2	7	-	2	8
70 วัน	อะซีแมนแนน	10	(10)	(10)	(10)	(0)	(70)	(30)	(0)	(70)	(10)	(20)	(70)	(0)	(20)	(80)
	เอ็มทีเอ	5	2	2	1	-	-	5	-	-	3	2	-	1	2	2
	ซีเมนต์กาสไอโอโนเมอร์	7	(40)	(40)	(20)	(0)	(0)	(100)	(0)	(0)	(60)	(40)	(0)	(20)	(40)	(40)
70 วัน	อะซีแมนแนน	10	-	2	3	-	2	5	-	2	-	5	2	-	-	7
	เอ็มทีเอ	5	(0)	(29)	(42)	(0)	(29)	(71)	(0)	(29)	(0)	(71)	(29)	(0)	(0)	(100)
	ซีเมนต์กาสไอโอโนเมอร์	7	(0)	(29)	(42)	(0)	(29)	(71)	(0)	(29)	(0)	(71)	(29)	(0)	(0)	(100)

* หน่วยที่ใช้ในตารางเป็น “จำนวนซี่ฟัน (จำนวนคิดเป็นร้อยละ)”

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่ระยะเวลา 7 วัน

การวิเคราะห์ผลทางสถิติเปรียบเทียบลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่มที่ระยะเวลา 7 วัน โดยใช้สถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิส พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแง่ความรุนแรงของการตอบสนองของเซลล์อักเสบของเนื้อเยื่อใน ($p=0.014$) และการจัดเรียงตัวของเนื้อเยื่อใน ($p=0.016$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแง่ขอบเขตของการอักเสบของเนื้อเยื่อใน ($p=0.054$) และการสร้างสะพานเนื้อฟัน ($p=1.000$)

เมื่อทำการเปรียบเทียบเพื่อหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มวัสดุด้วยสถิติทดสอบมันน์-วิทนียู

- ระหว่างกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยสารอะซีแมนแนนและเอ็มทีเอ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแง่ความรุนแรงของการตอบสนองของเซลล์อักเสบของเนื้อเยื่อใน ($p=0.01$) และการจัดเรียงของเนื้อเยื่อใน ($p=0.037$) แต่ไม่พบความแตกต่างในแง่ของขอบเขตของการอักเสบของเนื้อเยื่อใน ($p=0.078$) และการสร้างสะพานเนื้อฟันระหว่างทั้งสองกลุ่ม ($p=1.000$)
- ระหว่างกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยสารอะซีแมนแนนและซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ และระหว่างกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยเอ็มทีเอและซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทั้งในแง่ของความรุนแรงของการตอบสนองของเซลล์อักเสบของเนื้อเยื่อใน ขอบเขตของการอักเสบของเนื้อเยื่อใน การจัดเรียงตัวของเนื้อเยื่อใน และการสร้างสะพานเนื้อฟัน

การวิเคราะห์ผลทางสถิติลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่ระยะเวลา 70 วัน

การวิเคราะห์ทางสถิติของลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของกลุ่มทดลองที่ระยะเวลา 70 วัน เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่มที่ระยะเวลาดังกล่าวโดยใช้สถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิส พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแง่ความรุนแรงของการตอบสนองของเซลล์อักเสบของเนื้อเยื่อใน ($p=0.027$) ขอบเขตของการอักเสบของเนื้อเยื่อใน ($p=0.029$) และการจัดเรียงตัวของเนื้อเยื่อใน ($p=0.015$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแง่ของการสร้างสะพานเนื้อฟัน ($p=0.141$)

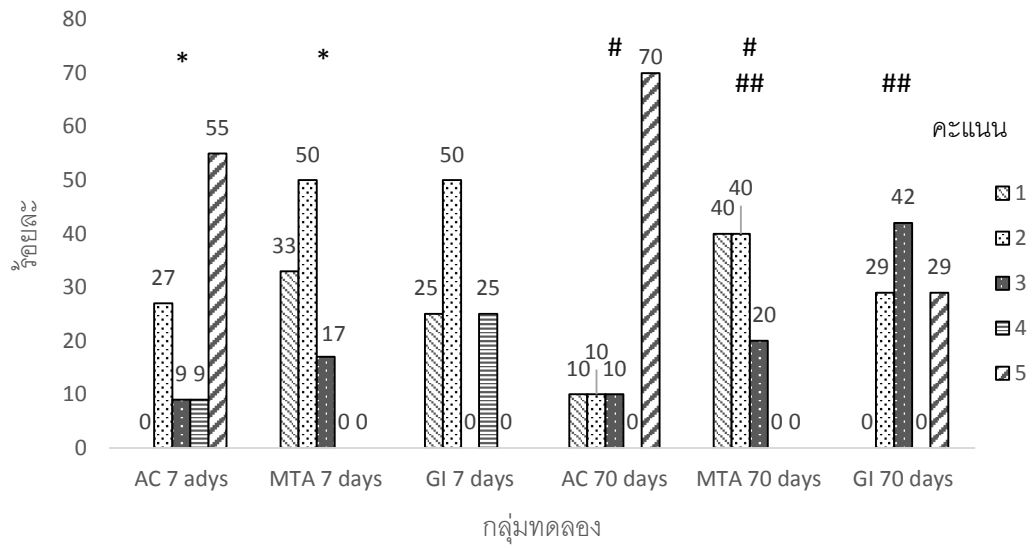
เมื่อทำการเปรียบเทียบเพื่อหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติทดสอบมันน์-วิทนียู

- ระหว่างกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยสารอะซีแมนแนนและเอ็มทีเอพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในแง่ความรุนแรงของการตอบสนองของเซลล์อักเสบของเนื้อเยื่อใน ($p=0.019$) ขอบเขตของการอักเสบของเนื้อเยื่อใน ($p=0.028$) และการจัดเรียงของเนื้อเยื่อใน ($p=0.013$) แต่ไม่พบความแตกต่างในแง่การสร้างสะพานเนื้อฟัน ($p=0.206$)

- ระหว่างกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยสารอะซีแมนแนนและซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในแง่ของความรุนแรงของการตอบสนองของเซลล์อักเสบของเนื้อเยื่อใน ขอบเขตของการอักเสบของเนื้อเยื่อใน การจัดเรียงตัวของเนื้อเยื่อใน และการสร้างสะพานเนื้อฟัน
- ระหว่างกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยเอ็มทีเอและซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแง่ของความรุนแรงของการตอบสนองของเซลล์อักเสบของเนื้อเยื่อใน ($p=0.048$) และการจัดเรียงตัวของเนื้อเยื่อใน ($p=0.048$) แต่ไม่พบความแตกต่างในแง่ของขอบเขตของการอักเสบของเนื้อเยื่อใน ($p=0.432$) และการสร้างสะพานเนื้อฟัน ($p=0.202$)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติเปรียบเทียบลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาระหว่างกลุ่ม 7 วันและ 70 วัน

เมื่อเปรียบเทียบผลทางจุลพยาธิวิทยาทั้งสองช่วงเวลาของกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม 7 วันและ 70 วันของวัสดุทั้งสามชนิด อย่างไรก็ตาม เป็นที่สังเกตว่าในกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ ชนิดดั้งเดิมมีแนวโน้มของการตอบสนองของเนื้อเยื่อในที่รุนแรงขึ้น โดย 1) ในแง่ความรุนแรงของการตอบสนองของเซลล์อักเสบ ที่ระยะเวลา 7 วัน มีอัตราส่วนของจำนวนพื้นที่มีการตอบสนองของเซลล์อักเสบที่ระดับน้อย (ปกติและอักเสบเล็กน้อย) ต่อระดับรุนแรง (อักเสบปานกลางจนถึงเนื้อเยื่อในตาย) เป็น 75 ต่อ 25 ในขณะที่ระยะเวลา 70 วัน อัตราส่วนดังกล่าวเปลี่ยนเป็น 30 ต่อ 70 2) ในแง่ของขอบเขตการอักเสบของเนื้อเยื่อใน ที่ระยะเวลา 7 วัน มีอัตราส่วนของจำนวนพื้นที่มีการอักเสบจำกัดอยู่ใต้บริเวณที่มีการเผยเนื้อเยื่อในต่อบริเวณที่ลึกลงไปเป็น 75 ต่อ 25 ในขณะที่ระยะเวลา 70 วันมีอัตราส่วนเป็น 70 ต่อ 30 3) ในแง่การจัดเรียงเนื้อเยื่อในที่ระยะเวลา 7 วันมีอัตราส่วนของจำนวนพื้นที่มีการจัดเรียงเนื้อเยื่อในค่อนข้างปกติ (ปกติหรือเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย) ต่อการจัดเรียงที่เปลี่ยนไปมาก (สูญเสียการจัดเรียงของเนื้อเยื่อในที่ปกติ) เป็น 100 ต่อ 0 ในขณะที่ระยะเวลา 70 วัน อัตราส่วนนี้เปลี่ยนไปเป็น 70 ต่อ 30 4) ในแง่ของการสร้างสะพานเนื้อฟัน ไม่มีการสร้างสะพานเนื้อฟันทั้งที่ระยะเวลา 7 วันและ 70 วัน



ภาพที่ 21 แผนภูมิแสดงร้อยละของลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของความรุนแรงของระดับการตอบสนองของเซลล์อักเสบในกลุ่มต่างๆ

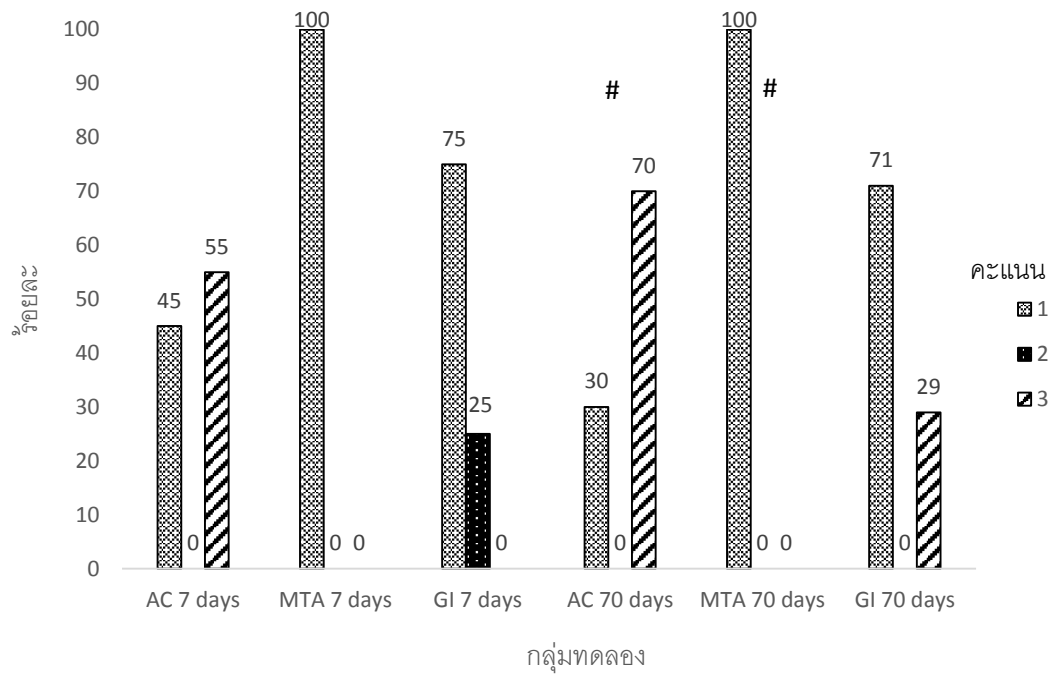
มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง

* กลุ่มอะซีแมนแนน 7 วันกับกลุ่มเอ็มทีเอ 7 วัน

กลุ่มอะซีแมนแนน 70 วันกับกลุ่มเอ็มทีเอ 70 วัน

และ ## กลุ่มเอ็มทีเอ 70 วันกับกลุ่มซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ 70 วัน

ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยวัสดุชนิดเดียวกันที่ระยะเวลา 7 วันและ 70 วัน



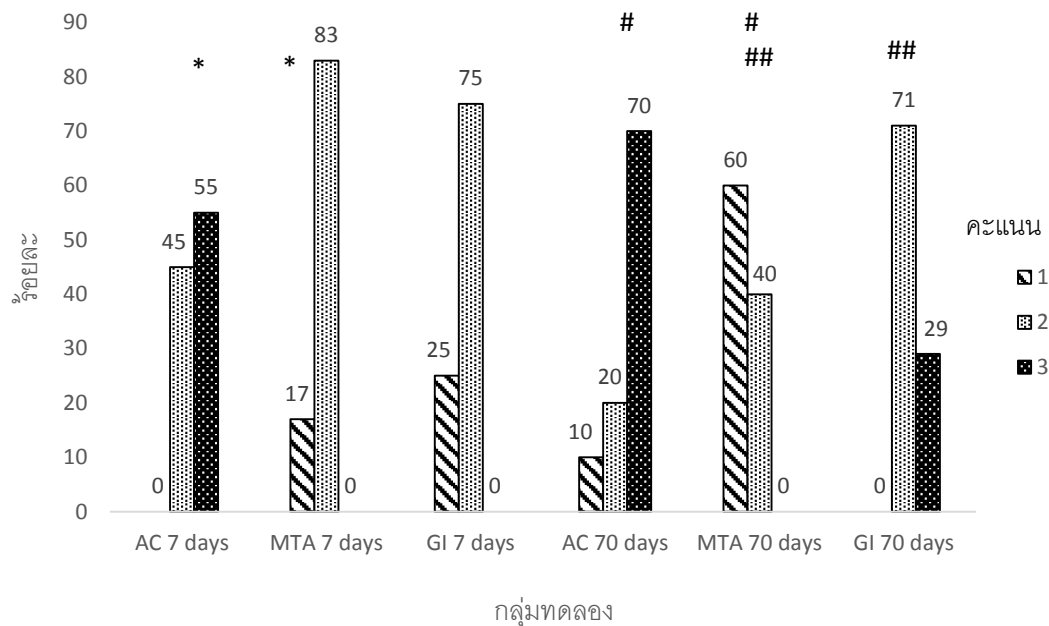
ภาพที่ 22 แผนภูมิแสดงร้อยละของลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของขอบเขตการอักเสบในกลุ่มต่างๆ

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง

กลุ่มอะซีแมนแนน 70 วันกับกลุ่มเอ็มทีเอ 70 วัน

ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อใน

ด้วยวัสดุชนิดเดียวกันที่ระยะเวลา 7 วันและ 70 วัน



ภาพที่ 23 แผนภูมิแสดงร้อยละของลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของการจัดเรียงเนื้อเยื่อในในกลุ่มต่างๆ

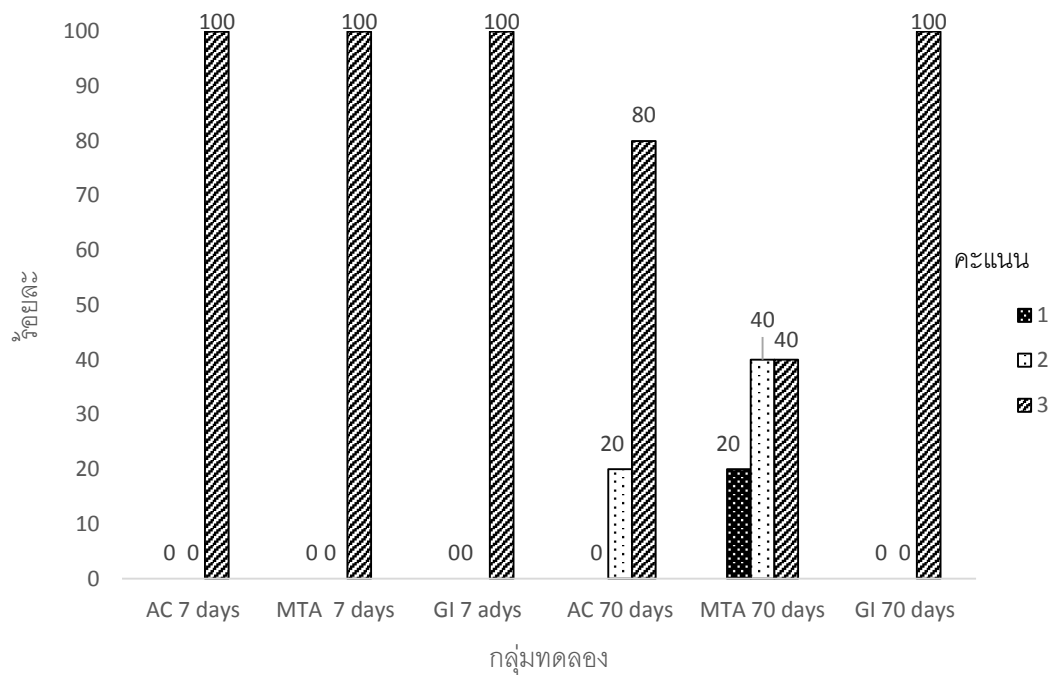
มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง

* กลุ่มอะซีแมนแนน 7 วันกับกลุ่มเอ็มทีเอ 7 วัน

กลุ่มอะซีแมนแนน 70 วันกับกลุ่มเอ็มทีเอ 70 วัน

และ ## กลุ่มเอ็มทีเอ 70 วันกับกลุ่มซิเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ 70 วัน

ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยวัสดุชนิดเดียวกันที่ระยะเวลา 7 วันและ 70 วัน



ภาพที่ 24 แผนภูมิแสดงร้อยละของลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของการสร้างสะพานเนื้อฟันในกลุ่มต่างๆ

ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างแต่ละกลุ่ม

ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วย

วัสดุชนิดเดียวกันที่ระยะเวลา 7 วันและ 70 วัน

บทที่ 5

สรุปผลงานวิจัย ข้ออภิปราย และข้อเสนอแนะ

การรักษาด้วยการทำไวทัลพัลพ์เทอร์ราฟีเป็นการรักษาที่มีการอนุรักษ์เนื้อเยื่อในเพื่อคงความมีชีวิตและการทำหน้าที่ของเนื้อเยื่อในฟันไว้เพื่อเป็นการส่งเสริมให้เกิดการหายของเนื้อเยื่อใน โดยหากสามารถกำจัดเนื้อเยื่อในส่วนต้นซึ่งมีการอักเสบออกไปได้ทั้งหมด มีการปิดทับและบูรณะส่วนตัวฟันด้วยวัสดุที่เหมาะสมจะทำให้มีโอกาสประสบผลสำเร็จในการรักษาที่สูงในระยะยาวเมื่อเทียบกับการปิดทับเนื้อเยื่อในโดยตรงที่ไม่ได้มีการกำจัดเนื้อเยื่อในที่อักเสบออกไป (Aguilar และ Linsuwanont, 2011; Swift และคณะ, 2003) ปัจจัยหนึ่งซึ่งมีผลต่อการรักษาแบบไวทัลพัลพ์เทอร์ราฟี คือ ชนิดของวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อใน โดยตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน มีวัสดุจำนวนมากหลายชนิดที่มีการนำมาใช้ปิดทับเนื้อเยื่อในซึ่งวัสดุที่เป็นที่ยอมรับว่าให้ผลการรักษาที่ดีมากในปัจจุบัน ได้แก่ มิเนอร์อัลไดรออกไซด์แอกกรีเกตหรือเอ็มทีเอ อย่างไรก็ตามเนื่องจากเอ็มทีเอที่มีการใช้งานในปัจจุบันยังมีราคาที่สูงซึ่งเป็นอุปสรรคในการเข้าถึงใช้งานของประชาชนทั่วไป ดังนั้นจึงมีความพยายามในการคิดค้นวัสดุชนิดอื่นที่มีราคาถูกลง จากการสืบค้นทางวรรณกรรมพบว่าสารอะซีแมนแนนจากว่านหางจระเข้เป็นวัสดุอีกชนิดหนึ่งที่มีการตอบสนองของเนื้อเยื่อในที่ดีทั้งในหนู (Jittapiromsak และคณะ, 2010) ฟันน้ำนมสุนัข (ศรัณยา กลัดแก้ว, 2556) และในฟันน้ำนมในผู้ป่วยเด็ก (ศิริพร ส่งศิริประดับบุญ, 2556) ในขณะที่วัสดุอีกชนิดหนึ่งที่มีการใช้งานมากในคลินิกทันตกรรม ได้แก่ ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิม ซึ่งได้รับการปรับปรุงให้มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีขึ้น โดยพบว่ามีความเป็นพิษต่อเซลล์ลดลงและมีความเข้ากับเนื้อเยื่อกระดูกของหนูได้ดี (Sasanaluckit และคณะ, 1993) อย่างไรก็ตามการสืบค้นทางวรรณกรรมยังไม่พบการศึกษาใดที่นำซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมมาใช้เป็นวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในโดยตรง จึงเป็นเหตุผลที่การทดลองนี้ใช้ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมเป็นวัสดุสำหรับปิดทับเนื้อเยื่อใน

วัสดุที่ใช้ในทางทันตกรรมจำเป็นต้องได้รับการทดสอบความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (biocompatibility) เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นก่อนที่จะมีการนำวัสดุไปใช้กับมนุษย์ (Schmalz, 2009) ซึ่งรวมถึงวัสดุที่ใช้ปิดทับเนื้อเยื่อใน โดยการวิจัยในครั้งนี้เลือกศึกษาผลทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในที่ 7 วัน 70 วันในสุนัขซึ่งเป็นไปตามคำแนะนำของมาตรฐาน ISO-7405 เพื่อเป็นการศึกษาการตอบสนองของเนื้อเยื่อในทั้งในระยะสั้นและระยะยาวในสัตว์ทดลองที่มีลักษณะทางร่าง-

กายที่คล้ายกับมนุษย์ ในการทดลองครั้งนี้มีจุดประสงค์ที่จะทดสอบการตอบสนองของเนื้อเยื่อในต่ออะซีแมนแนนเป็นหลัก ดังนั้นจำนวนซี่ฟันของกลุ่มทดลองนี้จึงมีจำนวนโดยประมาณสองเท่าของกลุ่มเอ็มทีเอและกลุ่มซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมซึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นกลุ่มควบคุมด้วย ซึ่งเป็นไปตามจำนวนขั้นต่ำของมาตรฐาน ISO-7405 ที่ต้องการให้ลดจำนวนการใช้สัตว์ทดลองโดยมีการใช้จำนวนน้อยที่สุดโดยใช้เท่าที่จำเป็น (ISO-7405 ได้กำหนดจำนวนซี่ฟันอย่างน้อย 10 ซี่สำหรับกลุ่มทดลองและ 5 ซี่สำหรับกลุ่มควบคุมในการทดสอบสำหรับวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อใน) สำหรับเกณฑ์การพิจารณาการตอบสนองของเนื้อเยื่อในที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีการดัดแปลงมาจากการศึกษาการตอบสนองของเนื้อเยื่อในในสัตว์ทดลองที่เคยมีก่อนหน้า (Faraco และ Holland, 2004; Jittapiromsak และคณะ, 2010; Tarim และคณะ, 1998)

โดยผลทางจุลพยาธิวิทยาในกลุ่มเอ็มทีเอทั้งสองช่วงเวลาพบว่า มีความรุนแรงในการตอบสนองของเนื้อเยื่อในระดับเล็กน้อย กล่าวคือมีการอักเสบในระดับเล็กน้อยเกือบทุกซี่ การอักเสบจำกัดอยู่ในบริเวณใต้ต่อเอ็มทีเอ/สะพานเนื้อฟันกับเนื้อเยื่อใน การตอบสนองของเนื้อเยื่อในระดับเล็กน้อยดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าที่เคยมีมา (Abedi และคณะ, 1996; Faraco และ Holland, 2001; Ford และคณะ, 1996; Junn และคณะ, 1998) อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองของกลุ่มนี้ในแง่ของการสร้างสะพานเนื้อฟันมีความแตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้าที่มีการสร้างสะพานเนื้อฟันปิดรูเผยเนื้อเยื่อในโดยสมบูรณ์ โดยในการทดลองครั้งนี้ ฟันที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยเอ็มทีเอที่ระยะเวลา 70 วันพบการสร้างสะพานเนื้อฟันที่สมบูรณ์เพียงร้อยละ 20 ในขณะที่มีการสร้างโดยไม่สมบูรณ์และที่ไม่พบการสร้างสะพานเนื้อฟันเท่ากันคือร้อยละ 40 เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทดลองในการศึกษาที่มีมาก่อนหน้าพบว่ามักเป็นการศึกษาที่มีการปิดทับเนื้อเยื่อในโดยตรง (direct pulp capping) ซึ่งมีขนาดของรูเผยเนื้อเยื่อในที่เล็กมากและไม่ได้มีการกำจัดเนื้อเยื่อในส่วนต้นที่ทำให้เกิดการฉีกขาดของเนื้อเยื่อในส่วนดังกล่าวออก และนอกจากนี้ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาที่พบการสร้างสะพานเนื้อฟันที่สมบูรณ์ในสัตว์ทดลองในแต่ละการศึกษายังมีความแตกต่างกันตั้งแต่ 1 เดือน (Junn และคณะ, 1998) ไปจนถึง 5 เดือน (Ford และคณะ, 1996) ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ยากว่าสะพานเนื้อฟันที่พบการสร้างไม่สมบูรณ์หรือยังไม่พบการสร้างในการทดลองนี้ยังอยู่ในระหว่างขั้นตอนการสร้างสะพานเนื้อฟันหรือไม่ แต่หากพิจารณาลักษณะการตอบสนองที่ดีของเนื้อเยื่อในที่มีต่อเอ็มทีเอในแง่อื่นๆในการทดลองนี้ (ความรุนแรงในการตอบสนองของเซลล์อักเสบ ขอบเขตของการอักเสบและการ

จัดเรียงเนื้อเยื่อใน) อาจเป็นการยืนยันถึงความเข้ากันได้ดีของวัสดุกับเนื้อเยื่อในและเหมาะสมที่จะใช้ เอ็มทีเอเป็นวัสดุตัวมาตรฐานในการเปรียบเทียบกับวัสดุชนิดใหม่ๆที่มีการคิดค้นขึ้นมา

ในกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมนั้น โดยภาพรวมการอักเสบของเนื้อเยื่อในในฟันซี่ที่มีชีวิตทั้งสองช่วงเวลาจำกัดอยู่เฉพาะใต้ต่อบริเวณวัสดุปิดทับ/สะพาน เนื้อฟันกับเนื้อเยื่อใน ในขณะที่ส่วนที่อยู่ถัดออกมาทางตัวฟันและรากฟันมีลักษณะเนื้อเยื่อในที่ปกติ อย่างไรก็ตาม ในแง่ระดับความรุนแรงของการตอบสนองของเซลล์อักเสบที่ระยะเวลา 7 วัน มีเนื้อเยื่อในที่ปกติและที่มีการอักเสบระดับเล็กน้อยร้อยละ 75 และมีการสร้างถุงหนองร้อยละ 25 (คิดเป็น อัตราส่วน 3 ต่อ 1) และที่ 70 วันพบมีการอักเสบระดับเล็กน้อยร้อยละ 29 ระดับปานกลางร้อยละ 42 และเกิดการตายของเนื้อเยื่อในร้อยละ 29 (คิดเป็นอัตราส่วนโดยประมาณ 3 ต่อ 4 ต่อ 3) เป็นที่สังเกตได้ว่าที่ระยะเวลา 7 วันมีการตอบสนองทางจุลพยาธิวิทยาค่อนข้างดีอาจเนื่องมาจากซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมมีแนวโน้มที่มีความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อในดังการศึกษาในห้องปฏิบัติการ และการฝังในกระดูกหนู (Sasanaluckit และคณะ, 1993) ซึ่งคาดว่า การปรับปรุงองค์ประกอบของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุชนิดนี้ในช่วงหลังดีขึ้น โดยทำให้เกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวของวัสดุเกิดได้สมบูรณ์ขึ้นและเร็วขึ้น อาจทำให้สภาวะความเป็นกรดของวัสดุและบริเวณเนื้อเยื่อในใกล้เคียงกลับสู่สภาพเป็นกลางเร็วขึ้นซึ่งเอื้อต่อการหายของเนื้อเยื่อในได้ดีขึ้น ในขณะที่ระยะเวลา 70 วัน มีความแปรปรวนของลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาค่อนข้างมาก ในอนาคตควรมีการเพิ่มขนาดกลุ่มการทดลองให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้สามารถสรุปผลการตอบสนองของเนื้อเยื่อในได้ชัดเจนขึ้น อีกประการหนึ่งที่น่าจะเป็นสาเหตุของผลที่มีความแปรปรวน อาจมาจากการรื้อซึมตามขอบของวัสดุบูรณะโพรงฟันเมื่อมีการใช้งานที่ระยะเวลานานขึ้นทั้งนี้อาจเนื่องจากซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์แม้จะให้การผนึกกับเนื้อฟันได้ดี แต่การยึดอยู่กับเนื้อฟันมีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับเรซินคอมโพสิต การศึกษาในอนาคตอาจมีการเปลี่ยนชนิดของวัสดุบูรณะฟันเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงและให้การยึดอยู่กับโพรงฟันได้ดี เช่น เรซินคอมโพสิต เพื่อป้องกันการรื้อซึมและแตกหักจากการใช้งานในระยะยาวของวัสดุ

สำหรับกลุ่มที่ปิดทับด้วยสารอะซีแมนแนน ที่ระยะเวลา 7 วันมีความรุนแรงในการตอบสนองของเซลล์อักเสบในระดับที่หลากหลายตั้งแต่แทบไม่พบการอักเสบหรือมีการอักเสบในระดับเล็กน้อยของเนื้อเยื่อในไปจนถึงเกิดการตายของเนื้อเยื่อในซึ่งมีอัตราส่วนมากที่สุด (อัตราส่วนฟันที่ยังมีชีวิตต่อฟันตายเป็น 45 ต่อ 55) โดยพบว่าในฟันซี่ที่ยังมีชีวิต การอักเสบจำกัดอยู่เฉพาะใต้ต่อวัสดุปิดทับ/

สะพานเนื้อฟันกับเนื้อเยื่อใน การจัดเรียงเนื้อเยื่อส่วนที่ถุดออกมายังเป็นปกติ ในขณะที่ระยะเวลา 70 วัน ฟันมีการตอบสนองของเนื้อเยื่อในที่หลากหลายเช่นเดียวกับที่ 7 วัน โดยที่มีอัตราส่วนฟันที่เนื้อเยื่อในยังมีชีวิตเทียบกับฟันที่เกิดการตายของเนื้อเยื่อในเป็น 30 ต่อ 70 และฟันที่มีชีวิตที่ระยะเวลานี้มีการสร้างสะพานเนื้อฟันบางส่วนคิดเป็นร้อยละ 67 ของฟันที่มีชีวิตหรือคิดเป็นร้อยละ 20 ของจำนวนฟันทั้งหมดในกลุ่มนี้ ซึ่งผลการตอบสนองของเนื้อเยื่อในที่หลากหลายแตกต่างจากผลการศึกษาที่ได้ผลที่ดีในการศึกษาก่อนหน้า (Jittapiromsak และคณะ, 2010; ศรีณยา กลัดแก้ว, 2556; ศิริพร ส่งศิริประดับบุญ, 2556) อาจเนื่องมาจากเทคนิคการทำไวท์พัลพ์เทอร์ราพีที่อ่อนไหว ดังนี้ 1) เทคนิคการทำที่ต้องปราศจากเชื้อจุลชีพ ซึ่งการทำให้ปราศจากเชื้อของสารอะซีแมนแนนที่อยู่ในรูปฟองน้ำในช่วงการศึกษานำร่องก่อนหน้านี้โดยการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet rays) ไม่เพียงพอที่ทำให้เกิดการปราศจากเชื้อนำไปสู่ความล้มเหลวในการทดลอง การทดลองในครั้งนี้จึงทำให้ฟองน้ำของสารอะซีแมนแนนปราศจากเชื้อโดยการฉายรังสีแกมมา (gamma rays) ก่อนนำมาใช้ซึ่งพบว่าทำให้เกิดการปราศจากเชื้อได้ทั้งหมดซึ่งได้รับการยืนยันการปราศจากเชื้อจากผลการเพาะเชื้อของฟองน้ำอะซีแมนแนน 2) เทคนิคการใช้งานฟองน้ำอะซีแมนแนนที่ต้องมีการเตรียมให้ขนาดพอดีกับรูเผยเนื้อเยื่อในเพื่อความสะดวกในการใช้งาน จึงทำให้ในการควบคุมปริมาณสารอะซีแมนแนนที่ใช้ในฟันแต่ละซี่ให้เท่ากันทำได้ยากซึ่งอาจมีผลต่อการตอบสนองของเนื้อเยื่อในได้ 3) วิธีการกำจัดเนื้อเยื่อในซึ่งทำให้เกิดการฉีกขาดของเนื้อเยื่อใน และการห้ามเลือดหลังจากกำจัดเนื้อ เยื่อในส่วนต้นแล้ว การทดลองในครั้งนี้ปรับปรุงจากวิธีการที่ได้รับการแนะนำโดย Granath และ Hagman (1971) โดยได้ทำการกำจัดเนื้อเยื่อในส่วนต้นด้วยหัวกรอเร็วกากเพชรและห้ามเลือดโดยการล้างด้วยน้ำเกลือปราศจากเชื้อร่วมกับการกดห้ามเลือด โดยการทดลองครั้งนี้ไม่ได้ใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ในการล้างแม้ว่าจะจะเป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการห้ามเลือดและฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ดี แต่เนื่องจากความเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อของสารละลาย (Young และคณะ, 2007) และทดลองครั้งนี้กระทำในฟันที่ปกติ ไม่มีรอยโรคต่างๆ ดังนั้น จึงใช้น้ำเกลือสำหรับการล้างโพรงฟันและบริเวณที่เผยเนื้อเยื่อในแทน ซึ่งพบว่าการห้ามเลือดในระหว่างการทดลองของฟันบางซี่ต้องใช้เวลาค่อนข้างนานกว่าปกติอาจเนื่องมาจากเกิดการบาดเจ็บโดยการฉีกขาดของเนื้อเยื่อในในขั้นตอนการจัดเนื้อเยื่อในและการล้างด้วยน้ำเกลือซึ่งไม่มีฤทธิ์เสริมในการห้ามเลือดเช่นในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์

นอกจากนี้สาเหตุที่การศึกษาในครั้งนี้ได้ผลการทดลองในกลุ่มอะซีแมนแนนแตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้า อาจเกิดจากความแตกต่างในแง่วิธีการดำเนินการทดลอง กล่าวคือ 1) สภาพของเนื้อเยื่อในก่อนการทดลอง ในการศึกษาครั้งนี้เป็นฟันสุนัขที่มีสภาพของเนื้อเยื่อในที่เป็นปกติ ในขณะที่การศึกษาก่อนหน้านี้นับจำนวนสองการศึกษาเป็นการศึกษาโดยการทำให้ฟัลโฟโทมีบางส่วนในฟันน้ำนมสุนัขที่มีการเหนียวทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อใน (ศรัณยา กลัดแก้ว, 2556) และการศึกษาโดยการปิดทับเนื้อเยื่อในโดยตรงในฟันน้ำนมมนุษย์ที่มีการผุเนื้อเยื่อใน (ศิริพร ส่งศิริประดับบุญ, 2556) ซึ่งปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างของผลการทดลองอาจมาจากรายละเอียดในวิธีการทดลองที่ต่างกันในแต่ละการศึกษา 2) ในแง่การบูรณะฟันที่เหมาะสมกับระยะเวลาที่ฟันอยู่ในช่องปาก โดย การศึกษาในฟันหนูทดลองได้บูรณะโพรงฟันด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์โดยมีระยะเวลาทดลองเพียง 28 วัน (Jittapiromsak และคณะ, 2010) ในขณะที่การศึกษ่อีกสองการศึกษาที่มีระยะเวลาการทดลองที่นานขึ้นมีการใช้วัสดุบูรณะโพรงฟันด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรงมากกว่า กล่าวคือ มีการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตในฟันน้ำนมสุนัขที่ระยะเวลา 70 วัน (ศรัณยา กลัดแก้ว, 2556) และบูรณะด้วยครอบฟันเหล็กไร้สนิม (stainless steel crown) ในฟันน้ำนมผู้ป่วยเด็ก (ศิริพร ส่งศิริประดับบุญ, 2556) ซึ่งการบูรณะด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรงที่เหมาะสมเมื่อเทียบกับช่วงเวลาฟันอยู่ในช่องปากจะช่วยให้รั้วซึมหรือการแตกหักของวัสดุบูรณะฟันและนำไปสู่ความสำเร็จในการรักษาได้

เนื่องจากลักษณะของอะซีแมนแนนที่ใช้อยู่ในรูปแบบฟองน้ำซึ่งมีจุดประสงค์ที่ออกแบบเพื่อให้เป็นโครงร่างสำหรับเซลล์เนื้อเยื่อในและสารอื่นๆที่จำเป็นต่อการหายของเนื้อเยื่อในเข้ามายึดเกาะ (ศิริพร ส่งศิริประดับบุญ, 2556) อย่างไรก็ตาม ลักษณะของอะซีแมนแนนที่มีการดูดซับของเหลวจากเนื้อเยื่อในซึ่งอาจมีการซึมไปสัมผัสกับซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ด้านบนได้รวมถึงอาจเกิดจากการซึมขององค์ประกอบของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ผ่านลงไปโพรงเนื้อเยื่อในในขณะที่ฉีดตัววัสดุลงไปปิด โดยจากการศึกษานำร่องก่อนการทดลองในครั้งนี้ ได้มีการทดลองปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน (Vitrebond™ liner/base, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) พบว่าการนำวัสดุลงไปปิดทับโดยตรงบนเนื้อเยื่อในทำได้ค่อนข้างยากแม้จะสามารถห้ามเลือดได้แล้วจากการที่วัสดุมีความค่อนข้างเหลวรวมถึงการผสมวัสดุต้องมีการตวงส่วนผงกับของเหลวเองซึ่งอาจทำให้มีความคลาดเคลื่อนของอัตราส่วนที่ใช้ผสมและทำให้เกิดการอักเสบอย่างรุนแรงและการตายของเนื้อเยื่อในฟันสุนัข จึงเป็นที่น่าสนใจว่าการตอบสนองของเนื้อเยื่อในที่เกิดขึ้นเกิดจากอิทธิพล

ของสารอะซีแมนแนนเท่านั้นหรือเกิดจากองค์ประกอบของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ร่วมกับสารอะซีแมนแนนที่ทำให้เกิดการตอบสนองของเนื้อเยื่อในเกิดการอักเสบที่รุนแรงกว่า ซึ่งการศึกษาในอนาคตอาจมีการปรับรูปแบบของสารอะซีแมนแนนสำหรับปิดทับเนื้อเยื่อในให้มีลักษณะของซีเมนต์ที่มีปฏิกิริยาการแข็งตัวดังเช่นซีเมนต์ชนิดอื่นที่มีการใช้ในปัจจุบันเพื่อให้มีการฉนวนระหว่างวัสดุปิดทับเนื้อเยื่อในกับเนื้อฟันและสามารถสรุปผลจากการตอบสนองของเนื้อเยื่อในต่อวัสดุปิดทับได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

การบูรณะฟันในการทดลองครั้งนี้ได้ใช้ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมเป็นวัสดุบูรณะเนื่องจากเป็นวัสดุที่ทำให้การผนึกกับเนื้อฟันได้ดี เทคนิคการบูรณะไม่ยุ่งยากเท่ากับการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต และระยะเวลาที่วัสดุบูรณะอยู่ในช่องปากสั้นไม่นานมาก (ไม่เกิน 70 วัน) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์เป็นวัสดุที่ทำให้การผนึกกับเนื้อฟันที่ดี แต่แรงยึดติดกับเนื้อฟันรวมถึงความแข็งแรงของตัววัสดุยังต่ำกว่าวัสดุประเภทเรซินคอมโพสิต การสูญเสียวัสดุบูรณะฟันในกรณีดังกล่าวอาจมาจากการใช้ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์เป็นวัสดุบูรณะบนด้านบดเคี้ยวซึ่งเป็นด้านที่รับแรงบดเคี้ยวสูง ซึ่งการใช้เป็นวัสดุบูรณะที่รับแรงโดยตรงบริเวณดังกล่าวมีโอกาสที่จะเกิดการสูญเสียวัสดุบูรณะเมื่อเวลาผ่านไปได้สูงกว่าการใช้วัสดุประเภทอื่นที่มีความแข็งแรงมากกว่า (Kilpatrick, 1993; Welbury และคณะ, 1991) นอกจากนี้ การสูญเสียวัสดุบูรณะยังอาจเกิดจากการที่เราไม่อาจทราบปริมาณแรงและลักษณะการบดเคี้ยวอาหารของสุนัขที่จะบอกได้ว่าความหนาของวัสดุบูรณะที่เหมาะสมสำหรับรับแรงบดเคี้ยวในสุนัขควรเป็นเท่าใด และแม้จะพบว่าซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ที่ใช้บูรณะจะมีสภาพสมบูรณ์ในวันที่ทำการถอนฟัน แต่ไม่สามารถทราบได้ว่าเกิดการรั่วซึมตามขอบของวัสดุเป็นทางให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าไปยังเนื้อเยื่อในหรือไม่ และข้อต่ออีกประการของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน คือ ใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวในระยะเริ่มต้น (initial setting time) ที่นานกว่าซึ่งอาจมีผลต่อความสามารถในการรับแรงบดเคี้ยวจากการใช้งานในระยะแรกหลังการบูรณะ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการวิจัยครั้งนี้ที่ต่างจากการปฏิบัติในทางคลินิกที่มีการบูรณะด้านนอกด้วยวัสดุที่แข็งแรงและมีการยึดอยู่กับเนื้อฟันที่ดีกว่า เช่น เรซินคอมโพสิต เป็นต้น

การวิจัยในครั้งนี้กระทำในฟันซึ่งมีตัวฟันที่มีสภาพสมบูรณ์ ไม่มีลักษณะของโรคของเนื้อเยื่อในหรือเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน ซึ่งการตอบสนองของเนื้อเยื่อในที่เกิดในการวิจัยครั้งนี้อาจมีความแตกต่างจากที่เกิดขึ้นจริงในทางคลินิก เนื่องจากผู้ป่วยจะมีการเผยของเนื้อเยื่อในมาจากสาเหตุและ

ระยะเวลาที่ต่างกัน จึงอาจพบการอักเสบของเนื้อเยื่อในที่ระดับความรุนแรงและขอบเขตที่ต่างกันออกไป หากไม่สามารถกำจัดเนื้อเยื่อในส่วนที่อักเสบออกไปได้หมด โอกาสประสบความสำเร็จก็จะลดลง ดังนั้นการนำข้อมูลจากการวิจัยนี้ไปใช้จึงต้องมีความระมัดระวังในแง่ดังกล่าวด้วย

ภายใต้ข้อจำกัดของการทดลอง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการทำพัลส์โพโทมีบางส่วนโดยปิดทับเนื้อเยื่อในฟันสุนัขด้วยสารเอนิเมทีเอให้ผลการตอบสนองของเนื้อเยื่อในที่ดีกว่าสารอะซีแมนแนนและซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิม เมื่อเปรียบเทียบการตอบสนองของเนื้อเยื่อในเมื่อปิดทับด้วยวัสดุชนิดเดียวกันระหว่างระยะเวลา 7 วันและ 70 วันไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการตอบสนองระหว่างทั้งสองช่วงเวลาในวัสดุทั้งสามชนิด

ซึ่งก่อนที่จะนำสารอะซีแมนแนนหรือซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมมาใช้เป็นวัสดุปิดทับในการทำไวทัลพัลท์เทอร์ราพีในคลินิก ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้สามารถเห็นความแตกต่างของผลการทดลองได้ชัดเจนขึ้น อาจพิจารณาปรับปรุงรูปแบบของสารอะซีแมนแนนที่ใช้ให้คล้ายกับซีเมนต์ในทางทันตกรรมชนิดอื่นที่มีปฏิริยาการแข็งตัวเพื่อให้เกิดการผนึกกับเนื้อฟันและป้องกันการรั่วซึมจากเชื้อจุลชีพในช่องปาก ปรับปรุงเทคนิคการทดลอง เช่น การล้างโพรงฟันด้วยสารละลายไฮโปคลอไรต์ซึ่งมีความสามารถในการห้ามเลือด และสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียในช่องปากได้ เปลี่ยนแปลงชนิดของวัสดุที่ใช้ในการบูรณะตัวฟันโดยใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงมากขึ้นและให้การยึดกับโพรงฟันได้ดีขึ้น เช่น เรซินคอมโพสิต นอกจากนี้ อาจมีการศึกษาในฟันที่มีการเหนียวทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อในเพื่อเลียนแบบลักษณะการอักเสบที่พบในฟันของผู้ป่วยที่มีการเผยเนื้อเยื่อในจากสาเหตุต่างๆกันต่อไป

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ศรัณยา กัดแก้ว (2556). การตอบสนองทางจุลพยาธิวิทยาภายหลังการทำพาร์เซียลพัลโพโทมีด้วยมิเนอรัลไตรออกไซด์แอ็กกริเกรทและอะซีแมนแนนในฟันน้ำนมสุนัข (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต), ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

ศิริพร ส่งศิริประดับบุญ (2556). ผลของสารอะซีแมนแนนต่อการซ่อมแซมเนื้อเยื่อในของฟันน้ำนมที่ผุ ทะลุเนื้อเยื่อใน (วิทยานิพนธ์ปริญญาคุณวุฒิปบัณฑิต), สาขาวิชาทันตชีววัสดุศาสตร์ (สห สาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Abedi HR, Torabinejad M, TR. P-F, Bakland L (1996). The use of Mineral Tri-oxide Aggregate cement (MTA) as a direct pulp capping agent [Abstract]. *J Endod* 22:199.

Aeinehchi M, Eslami B, Ghanbariha M, Saffar AS (2003). Mineral trioxide aggregate (MTA) and calcium hydroxide as pulp-capping agents in human teeth: a preliminary report. *Int Endod J* 36(3):225-231.

Aguilar P, Linsuwanont P (2011). Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: a systematic review. *J Endod* 37(5):581-587.

Al-Hiyasat AS, Barrieshi-Nusair KM, Al-Omari MA (2006). The radiographic outcomes of direct pulp-capping procedures performed by dental students: a retrospective study. *J Am Dent Assoc* 137(12):1699-1705.

- Bhalang K, Thunyakitpisal P, Rungsirisatean N (2013). Acemannan, a polysaccharide extracted from Aloe vera, is effective in the treatment of oral aphthous ulceration. *J Altern Complement Med* 19(5):429-434.
- Bjorndal L, Laustsen MH, Reit C (2006). Root canal treatment in Denmark is most often carried out in carious vital molar teeth and retreatments are rare. *Int Endod J* 39(10):785-790.
- Bogen G, Chandler NP (2008). Vital pulp therapy. In: Ingle's endodontics 6. JI Ingle, LK Bakland and JC Baumgartner editors. Hamilton, Ontario: BC Decker, pp. 1310-1329.
- Boonyagul S, Banlunara W, Sangvanich P, Thunyakitpisal P (2014). Effect of acemannan, an extracted polysaccharide from Aloe vera, on BMSCs proliferation, differentiation, extracellular matrix synthesis, mineralization, and bone formation in a tooth extraction model. *Odontology* 102(2):310-317.
- Caliskan MK (1993). Success of pulpotomy in the management of hyperplastic pulpitis. *Int Endod J* 26(2):142-148.
- Camilleri J, Montesin FE, Brady K, Sweeney R, Curtis RV, Ford TR (2005). The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dent Mater* 21(4):297-303.
- Caplan DJ, Cai J, Yin G, White BA (2005). Root canal filled versus non-root canal filled teeth: a retrospective comparison of survival times. *J Public Health Dent* 65(2):90-96.

Chantarawatit P, Sangvanich P, Banlunara W, Soontornvipart K, Thunyakitpisal P (2014). Acemannan sponges stimulate alveolar bone, cementum and periodontal ligament regeneration in a canine class II furcation defect model. *J Periodontal Res* 49(2):164-178.

Chithra P, Sajithlal GB, Chandrakasan G (1998). Influence of Aloe vera on collagen characteristics in healing dermal wounds in rats. *Mol Cell Biochem* 181(1-2):71-76.

Choonhakarn C, Busaracome P, Sripanidkulchai B, Sarakarn P (2008). The efficacy of aloe vera gel in the treatment of oral lichen planus: a randomized controlled trial. *Br J Dermatol* 158(3):573-577.

Costa CA, Oliveira MF, Giro EM, Hebling J (2003). Biocompatibility of resin-based materials used as pulp-capping agents. *Int Endod J* 36(12):831-839.

Cotton TP, Schindler WG, Schwartz SA, Watson WR, Hargreaves KM (2008). A retrospective study comparing clinical outcomes after obturation with Resilon/Epiphany or Gutta-Percha/Kerr sealer. *J Endod* 34(7):789-797.

Cox CF, Bergenholtz G, Heys DR, Syed SA, Fitzgerald M, Heys RJ (1985). Pulp capping of dental pulp mechanically exposed to oral microflora: a 1-2 year observation of wound healing in the monkey. *J Oral Pathol* 14(2):156-168.

Cox CF, Keall CL, Keall HJ, Ostro E, Bergenholtz G (1987). Biocompatibility of surface-sealed dental materials against exposed pulps. *J Prosthet Dent* 57(1):1-8.

- Cvek M (1978). A clinical report on partial pulpotomy and capping with calcium hydroxide in permanent incisors with complicated crown fracture. *J Endod* 4(8):232-237.
- Cvek M, Granath L, Cleaton-Jones P, Austin J (1987). Hard tissue barrier formation in pulpotomized monkey teeth capped with cyanoacrylate or calcium hydroxide for 10 and 60 minutes. *J Dent Res* 66(6):1166-1174.
- do Nascimento AB, Fontana UF, Teixeira HM, Costa CA (2000). Biocompatibility of a resin-modified glass-ionomer cement applied as pulp capping in human teeth. *Am J Dent* 13(1):28-34.
- Eghbal MJ, Asgary S, Baglue RA, Parirokh M, Ghoddusi J (2009). MTA pulpotomy of human permanent molars with irreversible pulpitis. *Aust Endod J* 35(1):4-8.
- El-Meligy OA, Avery DR (2006). Comparison of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide as pulpotomy agents in young permanent teeth (apexogenesis). *Pediatr Dent* 28(5):399-404.
- Faoud A (2002). Molecular mediators for pulpal inflammation. In: Seltzer and Bender's Dental Pulp. K Hagreaves and H Goodis editors. Chicaco: Quintessence Publishing
- Faraco IM, Jr., Holland R (2001). Response of the pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. *Dent Traumatol* 17(4):163-166.

- Faraco IM, Jr., Holland R (2004). Histomorphological response of dogs' dental pulp capped with white mineral trioxide aggregate. *Braz Dent J* 15(2):104-108.
- Farhad A, Mohammadi Z (2005). Calcium hydroxide: a review. *Int Dent J* 55(5):293-301.
- Ford TR, Torabinejad M, Abedi HR, Bakland LK, Kariyawasam SP (1996). Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. *J Am Dent Assoc* 127(10):1491-1494.
- Granath LE, Hagman G (1971). Experimental pulpotomy in human bicuspid with reference to cutting technique. *Acta Odontol Scand* 29(2):155-163.
- Hasselgren G (2008). Treatment of the exposed pulp-dentin complex. In: Essential endodontology : prevention and treatment of apical periodontitis. D Orstavik and T Pitt Ford editors. Oxford: Blackwell Munksgaard, pp. 297-315.
- Holland GR, Davis SB (2008). Pulpal pathosis. In: Ingle's endodontics 6. JI Ingle, LK Bakland and JC Baumgartner editors. Hamilton, Ontario: BC Decker, pp. 468-493.
- Holland R, de Souza V, de Mello W, Nery MJ, Bernabe PF, Otoboni Filho JA (1979). Permeability of the hard tissue bridge formed after pulpotomy with calcium hydroxide: a histologic study. *J Am Dent Assoc* 99(3):472-475.

- Imura N, Pinheiro ET, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC, Souza-Filho FJ (2007). The outcome of endodontic treatment: a retrospective study of 2000 cases performed by a specialist. *J Endod* 33(11):1278-1282.
- ISO 7405. Dentistry - Preclinical evaluation of biocompatibility of medical devices used in dentistry - Test methods for dental materials (2008). International Standards Organization.
- Jettanacheawchankit S, Sasithanasate S, Sangvanich P, Banlunara W, Thunyakitpisal P (2009). Acemannan stimulates gingival fibroblast proliferation; expressions of keratinocyte growth factor-1, vascular endothelial growth factor, and type I collagen; and wound healing. *J Pharmacol Sci* 109(4):525-531.
- Jittapiromsak N, S. J, Lardungdee P, Sangvanich P, Thunyakitpisal P (2007). Effect of acemannan on BMP-2 expression in primary pulpal fibroblasts and periodontal fibroblasts, in vitro study. *J Oral Tissue Engin* 4(3):149-154.
- Jittapiromsak N, Sahawat D, Banlunara W, Sangvanich P, Thunyakitpisal P (2010). Acemannan, an extracted product from Aloe vera, stimulates dental pulp cell proliferation, differentiation, mineralization, and dentin formation. *Tissue Eng Part A* 16(6):1997-2006.
- Junn DJ, Mcmillan PL, Bakland LK, Torabinejad M (1998). Quantitative assessment of dentin bridge formation following pulp capping with Mineral Trioxide Aggregate (MTA)[Abstract]. *J Endod* 24:278.

- Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ (1965). The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 20(3):340-349.
- Kaya GS, Yapici G, Savas Z, Gungormus M (2011). Comparison of alvogyl, SaliCept patch, and low-level laser therapy in the management of alveolar osteitis. *J Oral Maxillofac Surg* 69(6):1571-1577.
- Kilpatrick NM (1993). Durability of restorations in primary molars. *J Dent* 21(2):67-73.
- Kojima K, Inamoto K, Nagamatsu K, Hara A, Nakata K, Morita I *et al.* (2004). Success rate of endodontic treatment of teeth with vital and nonvital pulps. A meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 97(1):95-99.
- Kuratate M, Yoshiba K, Shigetani Y, Yoshiba N, Ohshima H, Okiji T (2008). Immunohistochemical analysis of nestin, osteopontin, and proliferating cells in the reparative process of exposed dental pulp capped with mineral trioxide aggregate. *J Endod* 34(8):970-974.
- Lan WH, Lan WC, Wang TM, Lee YL, Tseng WY, Lin CP *et al.* (2003). Cytotoxicity of conventional and modified glass ionomer cements. *Oper Dent* 28(3):251-259.
- Little JW (2004). Complementary and alternative medicine: impact on dentistry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 98(2):137-145.

- Miles JP, Gluskin AH, Chambers D, Peters OA (2010). Pulp capping with mineral trioxide aggregate (MTA): a retrospective analysis of carious pulp exposures treated by undergraduate dental students. *Oper Dent* 35(1):20-28.
- Mohammadi Z, Dummer PM (2011). Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J* 44(8):697-730.
- Moller AJ, Fabricius L, Dahlen G, Ohman AE, Heyden G (1981). Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. *Scand J Dent Res* 89(6):475-484.
- Nair PN, Duncan HF, Pitt Ford TR, Luder HU (2008). Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of healthy human pulps to experimental capping with mineral trioxide aggregate: a randomized controlled trial. *Int Endod J* 41(2):128-150.
- Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K (2008). Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature -- Part 2. Influence of clinical factors. *Int Endod J* 41(1):6-31.
- Ni Y, Turner D, Yates KM, Tizard I (2004). Isolation and characterization of structural components of Aloe vera L. leaf pulp. *Int Immunopharmacol* 4(14):1745-1755.
- Ou KL, Chang CC, Chang WJ, Lin CT, Chang KJ, Huang HM (2009). Effect of damping properties on fracture resistance of root filled premolar teeth: a dynamic finite element analysis. *Int Endod J* 42(8):694-704.

- Parirokh M, Torabinejad M (2010a). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod* 36(1):16-27.
- Parirokh M, Torabinejad M (2010b). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J Endod* 36(3):400-413.
- Paterson RC, Watts A (1981). The response of the rat molar pulp to a glass ionomer cement. *Br Dent J* 151(7):228-230.
- Paterson RC, Watts A (1987). Toxicity to the pulp of a glass-ionomer cement. *Br Dent J* 162(3):110-112.
- Pisanti S, Sciaky I (1964). Origin of Calcium in the Repair Wall after Pulp Exposure in the Dog. *J Dent Res* 43(5):641-644.
- Poor MR, Hall JE, Poor AS (2002). Reduction in the incidence of alveolar osteitis in patients treated with the SaliCept patch, containing Acemannan hydrogel. *J Oral Maxillofac Surg* 60(4):374-379.
- Randow K, Glantz PO (1986). On cantilever loading of vital and non-vital teeth. An experimental clinical study. *Acta Odontol Scand* 44(5):271-277.
- Reynolds T, Dweck AC (1999). Aloe vera leaf gel: a review update. *J Ethnopharmacol* 68(1-3):3-37.

- Roberts HW, Toth JM, Berzins DW, Charlton DG (2008). Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. *Dent Mater* 24(2):149-164.
- Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I (2005). Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 31(2):97-100.
- Sasanaluckit P, Albustany KR, Doherty PJ, Williams DF (1993). Biocompatibility of glass ionomer cements. *Biomaterials* 14(12):906-916.
- Schmalz G (2009). Determination of biocompatibility. In: Biocompatibility of dental materials. G Schmalz and D Arenholt-Bindslev editors. Berlin: Springer, pp. 13-43.
- Sciaky I, Pisanti S (1960). Localization of calcium placed over amputated pulps in dogs' teeth. *J Dent Res* 39(6):1128-1132.
- Sigurdsson. A (2003). Pulpal diagnosis. *Endo Topics* 5:12-25.
- Spangberg LS (2008). Is endodontic treatment passe? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 106(4):465-466.
- Stanislowski L, Daniau X, Lauti A, Goldberg M (1999). Factors responsible for pulp cell cytotoxicity induced by resin-modified glass ionomer cements. *J Biomed Mater Res* 48(3):277-288.

Stockton LW (1999). Vital pulp capping: a worthwhile procedure. *J Can Dent Assoc* 65(6):328-331.

Strickland FM, Pelley RP, Kripke ML (1994). Prevention of ultraviolet radiation-induced suppression of contact and delayed hypersensitivity by *Aloe barbadensis* gel extract. *J Invest Dermatol* 102(2):197-204.

Swift E, JR, Trope M, Ritter A (2003). Vital pulp therapy for the mature tooth - can it work? *Endod Topics* 5:49-56.

Taheri JB, Azimi S, Rafieian N, Zanjani HA (2011). Herbs in dentistry. *Int Dent J* 61(6):287-296.

Tarim B, Hafez AA, Cox CF (1998). Pulpal response to a resin-modified glass-ionomer material on nonexposed and exposed monkey pulps. *Quintessence Int* 29(8):535-542.

Torabinejad M, Hong CU, Lee SJ, Monsef M, Pitt Ford TR (1995). Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. *J Endod* 21(12):603-608.

Torabinejad M, Chivian N (1999). Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 25(3):197-205.

Torabinejad M, Parirokh M (2010). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod* 36(2):190-202.

- Trope M (2008). Regenerative potential of dental pulp. *J Endod* 34(7 Suppl):S13-17.
- Tziafas D, Belibasakis G, Veis A, Papadimitriou S (2001). Dentin regeneration in vital pulp therapy: design principles. *Adv Dent Res* 15(1):96-100.
- van Nootr R (2013). Glass-ionomer cements and resin-modified glass ionomer cements. In: Introduction to Dental Materials R van Nootr editor. Edinburgh: Mosby Elsevier, pp. 95-106.
- Vazquez B, Avila G, Segura D, Escalante B (1996). Antiinflammatory activity of extracts from Aloe vera gel. *J Ethnopharmacol* 55(1):69-75.
- Welbury RR, Walls AW, Murray JJ, McCabe JF (1991). The 5-year results of a clinical trial comparing a glass polyalkenoate (ionomer) cement restoration with an amalgam restoration. *Br Dent J* 170(5):177-181.
- Wilson AD, Kent BE (1972). A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Br Dent J* 132(4):133-135.
- Witherspoon DE, Small JC, Harris GZ (2006). Mineral trioxide aggregate pulpotomies: a case series outcomes assessment. *J Am Dent Assoc* 137(5):610-618.
- Witherspoon DE (2008). Vital pulp therapy with new materials: new directions and treatment perspectives--permanent teeth. *J Endod* 34(7 Suppl):S25-28.
- Yildirim S, Can A, Arican M, Embree MC, Mao JJ (2011). Characterization of dental pulp defect and repair in a canine model. *Am J Dent* 24(6):331-335.

Young GR, Parashos P, Messer HH (2007). The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J* 52(1 Suppl):S52-63.

Yu C, Abbott PV (2007). An overview of the dental pulp: its functions and responses to injury. *Aust Dent J* 52(1 Suppl):S4-16.

Zhang L, Tizard IR (1996). Activation of a mouse macrophage cell line by acemannan: the major carbohydrate fraction from Aloe vera gel. *Immunopharmacology* 35(2):119-128.





ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก ใบอนุญาตสำหรับการทำวิจัยในสัตว์ทดลอง



Chulalongkorn University Animal Care and Use Committee

Certificate of Project Approval		<input checked="" type="checkbox"/> Original	<input type="checkbox"/> Renew
Animal Use Protocol No.	Approval No.		
12310095	12310095		
Protocol Title			
Pulpal response when acemannan used as pulp dressing material in dog teeth.			
Principal Investigator			
Assoc.Prof.Chanin Kalpravidh Instructor Dr. Pairoj Linsuvanon			
Certification of Institutional Animal Care and Use Committee (IACUC)			
This project has been reviewed and approved by the IACUC in accordance with university regulations and policies governing the care and use of laboratory animals. The review has followed guidelines documented in Ethical Principles and Guidelines for the Use of Animals for Scientific Purposes edited by the National Research Council of Thailand.			
Date of Approval		Date of Expiration	
September 28, 2012		September 28, 2013	
Applicant Faculty/Institution			
Faculty of Veterinary Science			
Signature of Chairperson		Signature of Authorized Official	
Name and Title		Name and Title	
Asst. Prof. Dr. Thanis Damrongwatanapokin Chairman		Asst. Prof. Dr. Benjamas Patamalai Associate Dean (Research and Academic Service)	
The official signing above certifies that the information provided on this form is correct. The institution assumes that investigators will take responsibility, and follow university regulations and policies for the care and use of animals.			
This approval is subjected to assurance given in the animal use protocol and may be required for future investigations and reviews.			

ภาคผนวก ข การประเมินผลทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อใน

ผลทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในของกลุ่มทดลองที่ระยะ 7 วัน

กลุ่มทดลอง	พื้นที่ที่	การตอบสนอง ของเซลล์อักเสบ	ขอบเขตการ อักเสบ	การจัดเรียง เนื้อเยื่อใน	การสร้าง สะพานเนื้อ พัน
อะซีแมนแนน 7 วัน	AC7-1	2	1	2	3
	AC7-2	4	1	2	3
	AC7-3	5	3	3	3
	AC7-4	5	3	3	3
	AC7-5	2	1	2	3
	AC7-6	5	3	3	3
	AC7-7	3	1	2	3
	AC7-8	5	3	3	3
	AC7-9	5	3	3	3
	AC7-10	5	3	3	3
	AC7-11	2	1	2	3
เอ็มทีเอ 7 วัน	MTA7-1	2	1	2	3
	MTA7-2	2	1	2	3
	MTA7-3	3	1	2	3
	MTA7-4	1	1	1	3
	MTA7-5	1	1	2	3
	MTA7-6	2	1	2	3
ซีเมนต์กลาสไอ- โอโนเมอร์ 7 วัน	GIC7-1	2	1	2	3
	GIC7-2	2	1	2	3
	GIC7-3	4	2	2	3
	GIC7-4	1	1	1	3

ผลทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในของกลุ่มทดลองที่ระยะ 70 วัน

กลุ่มทดลอง	พื้นที่ที่	การตอบสนอง ของเซลล์ อักเสบ	ขอบเขตการ อักเสบ	การจัดเรียง เนื้อเยื่อใน	การสร้าง สะพานเนื้อ ฟัน
อะซีแมนแนน 70 วัน	AC70-1	5	3	3	3
	AC70-2	3	1	2	2
	AC70-3	1	1	1	3
	AC70-4	2	1	2	2
	AC70-5	5	3	3	3
	AC70-6	5	3	3	3
	AC70-7	5	3	3	3
	AC70-8	5	3	3	3
	AC70-9	5	3	3	3
	AC70-10	5	3	3	3
เอ็มทีเอ 70 วัน	MTA70-1	1	1	1	2
	MTA70-2	3	1	2	2
	MTA70-3	2	1	1	1
	MTA70-4	2	1	2	3
	MTA70-5	1	1	1	3
ซีเมนต์กลาสไอ- โอโนเมอร์ 70 วัน	GIC70-1	5	3	3	3
	GIC70-2	2	1	2	3
	GIC70-3	2	1	2	3
	GIC70-4	3	1	2	2
	GIC70-5	3	1	2	3
	GIC70-6	5	3	3	3
	GIC70-7	3	1	2	3

ภาคผนวก ค รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติลักษณะของจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในของกลุ่มทดลองที่ระยะเวลา 7 วัน

โดยใช้สถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิส

Ranks			
	Group	N	Mean Rank
Inflammatory cell response	Acemannan 7 days	11	14.59
	MTA 7 days	6	6.50
	GI 7 days	4	7.88
	Total	21	
Inflammatoion level	Acemannan 7 days	11	13.50
	MTA 7 days	6	7.50
	GI 7 days	4	9.38
	Total	21	
Tissue arrangement	Acemannan 7 days	11	14.18
	MTA 7 days	6	7.75
	GI 7 days	4	7.13
	Total	21	
Dentin bridge formation	Acemannan 7 days	11	11.00
	MTA 7 days	6	11.00
	GI 7 days	4	11.00
	Total	21	

Test Statistics ^{a,b}				
	Inflammatory cell response	Inflammatoion level	Tissue arrangement	Dentin bridge formation
Chi-Square	8.549	5.821	8.239	.000
Df	2	2	2	2
Asymp. Sig.	.014	.054	.016	1.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Group

การวิเคราะห์ทางสถิติลักษณะของจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในของกลุ่มทดลองที่ระยะเวลา 7 วัน ระหว่างกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยอะซีแมนแนนและเอ็มทีเอ โดยใช้สถิติทดสอบมันน์-วิทนียู

Ranks

	Group	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Inflammatory cell response	Acemannan 7 days	11	11.27	124.00
	MTA 7 days	6	4.83	29.00
	Total	17		
Inflammation level	Acemannan 7 days	11	10.64	117.00
	MTA 7 days	6	6.00	36.00
	Total	17		
Tissue arrangement	Acemannan 7 days	11	10.86	119.50
	MTA 7 days	6	5.58	33.50
	Total	17		
Dentin bridge formation	Acemannan 7 days	11	9.50	99.00
	MTA 7 days	6	8.08	54.00
	Total	17		

Test Statistics^b

	Inflammatory cell response	Inflammation level	Tissue arrangement	Dentin bridge formation
Mann-Whitney U	8.000	15.000	12.500	33.000
Wilcoxon W	29.000	36.000	33.500	54.000
Z	-2.631	-2.182	-2.371	.000
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009	.029	.018	1.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.010 ^a	.078 ^a	.037 ^a	1.000 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Group

การวิเคราะห์ทางสถิติลักษณะของจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในของกลุ่มทดลองที่ระยะเวลา 7 วัน

ระหว่างกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยอะซีแมนแนนและซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์

โดยใช้สถิติทดสอบมันน์-วิทนียู

Ranks

	Group	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Inflammatory cell response	Acemannan 7 days	11	9.32	102.50
	GI 7 days	4	4.38	17.50
	Total	15		
Inflammation level	Acemannan 7 days	11	8.86	97.50
	GI 7 days	4	5.63	22.50
	Total	15		
Tissue arrangement	Acemannan 7 days	11	9.32	102.50
	GI 7 days	4	4.38	17.50
	Total	15		
Dentin bridge formation	Acemannan 7 days	11	8.50	88.00
	GI 7 days	4	6.63	32.00
	Total	15		

Test Statistics^b

	Inflammatory cell response	Inflammation level	Tissue arrangement	Dentin bridge formation
Mann-Whitney U	7.500	12.500	7.500	22.000
Wilcoxon W	17.500	22.500	17.500	32.000
Z	-1.995	-1.398	-2.133	.000
Asymp. Sig. (2-tailed)	.046	.162	.033	1.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.056 ^a	.226 ^a	.056 ^a	1.000 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Group

การวิเคราะห์ทางสถิติลักษณะของจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในของกลุ่มทดลองที่ระยะเวลา 7 วัน
ระหว่างกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยเอ็มทีเอและซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์
โดยใช้สถิติทดสอบมันน์-วิทนียู

Ranks				
	Group	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Inflammatory cell response	MTA 7 days	6	5.17	31.00
	GI 7 days	4	6.00	24.00
	Total	10		
Inflammation level	MTA 7 days	6	5.00	30.00
	GI 7 days	4	6.25	25.00
	Total	10		
Tissue arrangement	MTA 7 days	6	5.67	34.00
	GI 7 days	4	5.25	21.00
	Total	10		
Dentin bridge formation	MTA 7 days	6	5.67	33.00
	GI 7 days	4	5.25	22.00
	Total	10		

Test Statistics ^b				
	Inflammatory cell response	Inflammation level	Tissue arrangement	Dentin bridge formation
Mann-Whitney U	10.000	9.000	11.000	12.000
Wilcoxon W	31.000	30.000	21.000	22.000
Z	-.461	-1.225	-.306	.000
Asymp. Sig. (2-tailed)	.645	.221	.759	1.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.762 ^a	.610 ^a	.914 ^a	1.000 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Group

การวิเคราะห์ทางสถิติลักษณะของจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในของกลุ่มทดลองที่ระยะเวลา 70 วัน

โดยใช้สถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิส

Ranks

	Group	N	Mean Rank
Inflammatory cell response	Acemannan 70 days	10	14.50
	MTA 70 days	5	5.40
	GI 70 days	7	11.57
	Total	22	
Inflammation level	Acemannan 70 days	10	14.70
	MTA 70 days	5	7.00
	GI 70 days	7	10.14
	Total	22	
Tissue arrangement	Acemannan 70 days	10	14.65
	MTA 70 days	5	5.10
	GI 70 days	7	11.57
	Total	22	
Dentin bridge formation	Acemannan 70 days	10	12.40
	MTA 70 days	5	7.60
	GI 70 days	7	13.00
	Total	22	

Test Statistics^{a,b}

	Inflammatory cell response	Inflammation level	Tissue arrangement	Dentin bridge formation
Chi-Square	7.216	7.067	8.396	3.918
Df	2	2	2	2
Asymp. Sig.	.027	.029	.015	.141

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Group

การวิเคราะห์ทางสถิติลักษณะของจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในของกลุ่มทดลองที่ระยะเวลา 70 วัน
ระหว่างกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยอะซีแมนแนนและเอ็มทีเอ โดยใช้สถิติทดสอบมันน์-วิทนียู

Ranks

	Group	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Inflammatory cell response	Acemannan 70 days	10	9.85	98.50
	MTA 70 days	5	4.30	21.50
	Total	15		
Inflammation level	Acemannan 70 days	10	9.75	97.50
	MTA 70 days	5	4.50	22.50
	Total	15		
Tissue arrangement	Acemannan 70 days	10	9.95	99.50
	MTA 70 days	5	4.10	20.50
	Total	15		
Dentin bridge formation	Acemannan 70 days	10	9.10	91.00
	MTA 70 days	5	5.80	29.00
	Total	15		

Test Statistics^b

	Inflammatory cell response	Inflammation level	Tissue arrangement	Dentin bridge formation
Mann-Whitney U	6.500	7.500	5.500	14.000
Wilcoxon W	21.500	22.500	20.500	29.000
Z	-2.410	-2.475	-2.569	-1.625
Asymp. Sig. (2-tailed)	.016	.013	.010	.104
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.019 ^a	.028 ^a	.013 ^a	.206 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Group

การวิเคราะห์ทางสถิติลักษณะของจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในของกลุ่มทดลองที่ระยะเวลา 70 วัน

ระหว่างกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยอะซีแมนแนนและซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์

โดยใช้สถิติทดสอบมันน์-วิทนียู

Ranks

	Group	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Inflammatory cell response	Acemannan 70 days	10	10.15	101.50
	GI 70 days	7	7.36	51.50
	Total	17		
Inflammation level	Acemannan 70 days	10	10.45	104.50
	GI 70 days	7	6.93	48.50
	Total	17		
Tissue arrangement	Acemannan 70 days	10	10.20	102.00
	GI 70 days	7	7.29	51.00
	Total	17		
Dentin bridge formation	Acemannan 70 days	10	8.80	91.50
	GI 70 days	7	9.29	61.50
	Total	17		

Test Statistics^b

	Inflammatory cell response	Inflammation level	Tissue arrangement	Dentin bridge formation
Mann-Whitney U	23.500	20.500	23.000	33.000
Wilcoxon W	51.500	48.500	51.000	88.000
Z	-1.228	-1.634	-1.322	-.295
Asymp. Sig. (2-tailed)	.220	.102	.186	.768
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.270 ^a	.161 ^a	.270 ^a	.887 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Group

การวิเคราะห์ทางสถิติลักษณะของจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในของกลุ่มทดลองที่ระยะเวลา 70 วัน

ระหว่างกลุ่มที่ปิดทับเนื้อเยื่อในด้วยเอ็มทีเอและซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์

โดยใช้สถิติทดสอบมันน์-วิทนียู

Ranks				
	Group	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Inflammatory cell response	MTA 70 days	5	4.10	20.50
	GI 70 days	7	8.21	57.50
	Total	12		
Inflammation level	MTA 70 days	5	5.50	27.50
	GI 70 days	7	7.21	50.50
	Total	12		
Tissue arrangement	MTA 70 days	5	4.00	20.00
	GI 70 days	7	8.29	58.00
	Total	12		
Dentin bridge formation	MTA 70 days	5	4.80	24.00
	GI 70 days	7	7.71	54.00
	Total	12		

Test Statistics ^b				
	Inflammatory cell response	Inflammation level	Tissue arrangement	Dentin bridge formation
Mann-Whitney U	5.500	12.500	5.000	9.000
Wilcoxon W	20.500	27.500	20.000	24.000
Z	-2.028	-1.254	-2.289	-1.659
Asymp. Sig. (2-tailed)	.043	.210	.022	.097
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.048 ^a	.432 ^a	.048 ^a	.202 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Group

การวิเคราะห์ทางสถิติลักษณะของจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในของกลุ่มทดลองที่ปิดทับ
ด้วยอะซีแมนแนนที่ระยะเวลา 7 วันและ 70 วัน โดยใช้สถิติทดสอบมันน์-วิทนียู

Ranks

group	N	Mean Rank	Sum of Ranks	
Inflammatory cell response	Acemannan 7 days	11	10.45	115.00
	Acemannan 70 days	10	11.60	116.00
	Total	21		
Inflammation level	Acemannan 7 days	11	10.23	112.50
	Acemannan 70 days	10	11.85	118.50
	Total	21		
Tissue arrangement	Acemannan 7 days	11	10.45	115.00
	Acemannan 70 days	10	11.60	116.00
	Total	21		
Dentin bridge formation	Acemannan 7 days	11	12.00	132.00
	Acemannan 70 days	10	9.90	99.00
	Total	21		

Test Statistics^b

	Inflammatory cell response	Inflammation level	Tissue arrangement	Dentin bridge formation
Mann-Whitney U	49.000	46.500	49.000	44.000
Wilcoxon W	115.000	112.500	115.000	99.000
Z	-.486	-.711	-.495	-1.522
Asymp. Sig. (2-tailed)	.627	.477	.620	.128
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.705 ^a	.557 ^a	.705 ^a	.468 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: group

การวิเคราะห์ทางสถิติลักษณะของจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในของกลุ่มทดลองที่ปิดทับ

ด้วยเอมที่เอที่ระยะเวลา 7 วันและ 70 วัน โดยใช้สถิติทดสอบมันน์-วิทนียู

Ranks				
group		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Inflammatory cell response	MTA 7 days	6	6.75	40.50
	MTA 70 days	5	5.10	25.50
	Total	11		
Inflammation level	MTA 7 days	6	6.00	36.00
	MTA 70 days	5	6.00	30.00
	Total	11		
Tissue arrangement	MTA 7 days	6	7.08	42.50
	MTA 70 days	5	4.70	23.50
	Total	11		
Dentin bridge formation	MTA 7 days	6	7.17	45.00
	MTA 70 days	5	4.60	21.00
	Total	11		

Test Statistics ^b				
	Inflammatory cell response	Inflammation level	Tissue arrangement	Dentin bridge formation
Mann-Whitney U	10.500	15.000	8.500	6.000
Wilcoxon W	25.500	30.000	23.500	21.000
Z	-.873	.000	-1.418	-2.098
Asymp. Sig. (2-tailed)	.383	1.000	.156	.036
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.429 ^a	1.000 ^a	.247 ^a	.126 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: group

การวิเคราะห์ทางสถิติลักษณะของจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อในของกลุ่มทดลองที่ปิดทับ
ด้วยซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ที่ระยะเวลา 7 วันและ 70 วัน โดยใช้สถิติทดสอบมันน์-วิทนีย์ยู

group	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Inflammatory cell response	GI 7 days	4.25	17.00
	GI 70 days	7.00	49.00
	Total	11	
Inflammation level	GI 7 days	5.63	22.50
	GI 70 days	6.21	43.50
	Total	11	
Tissue arrangement	GI 7 days	4.38	17.50
	GI 70 days	6.93	48.50
	Total	11	
Dentin bridge formation	GI 7 days	5.63	26.00
	GI 70 days	6.21	40.00
	Total	11	

	Inflammatory cell response	Inflammation level	Tissue arrangement	Dentin bridge formation
Mann-Whitney U	7.000	12.500	7.500	12.000
Wilcoxon W	17.000	22.500	17.500	40.000
Z	-1.370	-.362	-1.568	-.756
Asymp. Sig. (2-tailed)	.171	.717	.117	.450
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.230 ^a	.788 ^a	.230 ^a	.788 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: group

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายกฤตภาส ธนกุลวัฒนาเกิดเมื่อวันที่ 17 ธันวาคม พ.ศ. 2525 ณ กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาเมื่อ พ.ศ. 2545 และปริญญาทันตแพทยศาสตรบัณฑิตจากมหาวิทยาลัยมหิดลเมื่อ พ.ศ. 2551 ภายหลังจากสำเร็จการศึกษา ได้เข้ารับราชการในตำแหน่งทันตแพทย์ประจำโรงพยาบาลภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2551-2552 และโรงพยาบาลพล จังหวัดขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2552-2554

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ได้ลาศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาเอ็นโตดอนต์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จนถึงปัจจุบัน

