ความต้านการแตกในฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่แตกต่างกันหลังจากเสริมผนังคลองรากฟันด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับการบูรณะด้วยเดือยสำเร็จรูปและชนิดของเรซินคอมโพสิตที่แตกต่างกัน

นางสาว สิริลักษณ์ เจริญวิริยะกุล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FRACTURE RESISTANCE OF ENDODONTICALLY TREATED TEETH WITH VARIOUS THICKNESS OF DENTINAL WALL RESTORED WITH DIFFERENT RESIN COMPOSITES

Miss Siriluk Charoenwiriyakul

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Prosthodontics

Department of Prosthodontics

Faculty of Dentistry

Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความต้านการแตกในฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่แตกต่างกันหลังจากเสริมผนังคลองรากฟันด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับการบูรณะด้วยเดือยสำเร็จรูปและชนิดของเรซินคอมโพสิตที่แตกต่างกัน
โดย	นางสาว สิริลักษณ์ เจริญวิริยะกุล
สาขาวิชา	ทันตกรรมประดิษฐ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. แมนสรวง อักษรนุกิจ

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง วัชราภรณ์ ทัศจันทร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ สรรพัชญ์ นามะโน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. แมนสรวง อักษรนุกิจ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ศุภบูรณ์ บุรณเวช)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง สุภิดา อนุสสรนิติสาร)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.ณปภา เอี่ยมจิรกุล)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สิริลักษณ์ เจริญวิริยะกุล: ความต้านการแตกในฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่แตกต่างกันหลังจากเสริมผนังคลองรากฟันด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับการบูรณะด้วยเดือยสำเร็จรูปและชนิดของเรซินคอมโพสิตที่แตกต่างกัน. (FRACTURE RESISTANCE OF ENDODONTICALLY TREATED TEETH WITH VARIOUS THICKNESS OF DENTINAL WALL RESTORED WITH DIFFERENT RESIN COMPOSITES) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ทพ. ดร. แมนสรวง อักษรนุกิจ, 62 หน้า.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบแรงต้านการแตกและรูปแบบการแตกในแนวดิ่งของฟันที่ผ่านการรักษาคลองรากฟันและมีปริมาณเนื้อฟันเหลือโดยรอบแตกต่างกันหลังจากที่บูรณะด้วยเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอทซ์โดยใช้เรซินซีเมนต์เป็นตัวยึดร่วมกับการสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิต รวมทั้งเปรียบเทียบชนิดของเรซินคอมโพสิตและเรซินซีเมนต์ที่ต่างชนิดกัน วิธีการโดยนำฟันกรามน้อยล่างซี่ที่สองจำนวน 70 ซี่ ตัดส่วนตัวฟันออกให้เหลือความยาวราก 15 มม. รักษารากฟันและอุดด้วยวิธีแลเทอรอลคอนเดนเซชัน การศึกษานี้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ตอน ตอนที่1 เปรียบเทียบปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่แตกต่างกัน โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่มที่ปริมาณเนื้อฟันพอดีกับเดือยสำเร็จรูปและมีปริมาณเนื้อฟันโดยรอบ 2 1.5 และ 1 มม.ตามลำดับ ทำการบูรณะด้วยเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอทซ์ดีทีไลท์โพสต์ เบอร์ 1 ร่วมกับการใช้ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์ในการยึดและสร้างแกนฟันด้วยมัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต ตอนที่ 2 ศึกษาในฟันที่ปริมาณเนื้อฟันเหลือโดยรอบ 1 มม. เท่ากัน เปรียบเทียบระหว่างมัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิตและเรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลอง ตอนที่ 3 เปรียบเทียบการไม่ใช้เรซินซีเมนต์ และใช้ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์และพานาเวียร์เอฟทูเรซินซีเมนต์ ในฟันที่ปริมาณเนื้อฟันเหลือโดยรอบ 1 มม.เท่ากันและสร้างแกนฟันด้วยมัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต โดยให้มีขนาดแกนฟันเท่ากันทุกกลุ่ม ทดสอบแรงต้านการแตกในแนวดิ่งด้วยเครื่องทดสอบแรงสากล บันทึกแรงที่ทำให้เกิดการแตกมีหน่วยเป็นนิวตัน และสังเกตรูปแบบการแตกหักที่เกิดขึ้น ผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของแรงที่ทำให้เกิดการแตกของชิ้นตัวอย่างและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ที่เปรียบเทียบปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่แตกต่างกันและชนิดของเรซินคอมโพสิตที่ต่างชนิดกันพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่าแรงต้านการแตกของการใช้เรซินซีเมนต์พบว่า กลุ่มที่ไม่ใช้เรซินซีเมนต์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)เมื่อเปรียบเทียบกับซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์ และเมื่อเปรียบเทียบเรซินซีเมนต์ทั้งสองชนิดพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$) และรูปแบบการแตกหักประมาณร้อยละ 50-80 ของรูปแบบการแตกทั้งหมดเกิดที่แกนฟันบริเวณรอยต่อของเดือยและแกนฟัน ยกเว้น กลุ่มที่ไม่ใช้เรซินซีเมนต์มีรูปแบบการแตกอยู่ที่ภายในแกนฟันเพียงอย่างเดียว จึงสรุปได้ว่า แรงต้านการแตกในแนวดิ่งของฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่โดยรอบแตกต่างกันและการใช้เรซินคอมโพสิตและเรซินซีเมนต์ที่ต่างชนิดกันมีความแตกแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) ส่วนการบูรณะโดยไม่ใช้เรซินซีเมนต์จะทำให้ค่าแรงต้านการแตกในแนวดิ่งต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์($p<0.05$) และรูปแบบการแตกที่เกิดขึ้นเป็นลักษณะที่สามารถกระทำการซ่อมแซมและบูรณะได้

ภาควิชา..... ทันตกรรมประดิษฐ์ ..... ลายมือชื่อนิสิต สิริลักษณ์ เจริญวิริยะกุล

สาขาวิชา .....ทันตกรรมประดิษฐ์ ..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก แมนสรวง อักษรนุกิจ

ปีการศึกษา ..... 2551 .....

4976125332 : MAJOR PROSTHODONTICS

KEYWORDS: FRACTURE MODE/ FRACTURE RESISTANCE/
ENDODONTICALLY TREATED TEETH/ THICKNESS DENTINAL WALL

SIRILUK CHAROENWIRIYAKUL : FRACTURE RESISTANCE OF ENDODONTICALLY TREATED TEETH WITH VARIOUS THICKNESS OF DENTINAL WALL RESTORED WITH DIFFERENT RESIN COMPOSITES. ADVISOR: ASSOC.PROF.MANSUANG ARKSORNNUKIT, Ph.D., 62 pp.

This objective of this study was to compare the fracture resistance of endodontically treated teeth which had various dentinal wall thickness restored with fiber reinforced post and different resin composites and different resin cements. Endodontic preparation was performed on seventy mandibular second premolars. The tooth was decoronated and divided into 7 groups (n=10). Group 1 : dentinal wall was prepared correspond to D.T.Light post No.1. Group2, 3, and 4 had remaining dentinal wall thickness about 2 mm, 1.5mm and 1mm, respectively. All of the groups were restored with No.1, D.T.Light post and Multicore flow resin composite and Super-Bond C&B resin cement as luting agent. Group 5: remaining dentinal wall was about 1 mm and restored as group 1-4, except resin composite foundation used was experimental composite. Group 6 and 7: remaining dentinal wall was about 1 mm and restored as group 1-4 except Panavia F2 and no resin cement were used, respectively. Specimens were mounted in acrylic blocks with a 0.2 mm layer of silicone sealant covering the root. The vertical load was applied on the top of the specimen with cross head speed of 2 mm/min. Fracture resistance was measured on a universal testing machine. The fracture load in N of all groups were analyzed using ANOVA at $p<0.05$ to compare group 1-4 and Independent samples test was used to compare between group 4 and 5. Robust test of quality of mean (Welch) at $p<0.05$ was used to compare group 4, 6, 7. Various dentinal wall thickness, different resin composites and resin cement did not affect fracture resistance. Group 7 was statistically significant lower than group 4 ($p<0.05$). Fracture mode were similar among groups 1 to 4 and 6. Fracture mode was commonly found within core and between resin composite and dentin about 50-80%. In group 7 fracture mode was found only within core. The present study concluded that fracture resistance of endodontically treated teeth with various thickness of dentinal wall restored with different resin composites were not statistically significant difference.

Department: ... Prosthodontics ... Student's Signature: Siriluk Charoenwiriyakul

Field of Study:... Prosthodontics ... Advisor's Signature: ..M..

Academic Year:.....2008.....

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ. ทพ. ดร. แมนสรวง อักษรนุกิจ ที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะที่ดีมาก และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนความช่วยเหลือในทุกด้าน ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดีและขอขอบพระคุณอาจารย์ ไพพรรณ พิทยานนท์ ที่ได้ให้ความรู้และคำปรึกษาทางด้านสถิติในการวิจัย

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านในศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ และบัณฑิตวิทยาลัย คณะทันตแพทยศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกเป็นอย่างดีในทุก ๆ ด้านและขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

และสุดท้ายผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และขอขอบพระคุณทุกคนในครอบครัว รวมทั้งเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมาทำให้ผู้เขียนสามารถทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ……..……..ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ……..……จ
กิตติกรรมประกาศ……ฉ
สารบัญ……ช
สารบัญตาราง ……..…ฌ
สารบัญภาพ ……..……ญ

บทที่ 1 บทนำ ……..……1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……...1
คำถามการวิจัย ……..……2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย ……2
สมมติฐานการวิจัย ……..…...3
ขอบเขตของการวิจัย ……..…...4
ข้อตกลงเบื้องต้น ……4
ข้อจำกัดของการวิจัย ……..…...4
คำสำคัญ ……..5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ……5
การออกแบบการวิจัย ……..…..5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ……..…..6
วิธีการบูรณะฟันที่รักษารากฟัน……..……7
ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการบูรณะฟันที่รักษาคลองรากฟัน……8
เดือยฟัน……8
แกนฟัน……13
ซีเมนต์ที่ใช้ในการยึด……..……14
การศึกษาการบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันและ
มีผนังคลองรากฟันส่วนต้นน้อยหรือมีปริมาณเนื้อฟันเหลืออยู่ไม่เท่ากัน……...16

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย ……..... 19
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง……19

หน้า

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ……20
ระเบียบวิธีการวิจัย …….. 21
วิธีการเตรียมชิ้นตัวอย่าง ……..24
การคัดเลือกฟัน..... ……..…….24
การเตรียมคลองรากฟัน……..……..25
การบูรณะฟัน…….....…..…….……27
การเตรียมฟันลงบล็อกยึด….....31
การทดสอบแรงต้านทานการแตก ……..……..……33
การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล.....33

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล……34

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ……..39
อภิปรายวัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง …….....39
อภิปรายผลการทดลอง……42
สรุปผลการวิจัย ……..47
ข้อเสนอแนะ ……..48

รายการอ้างอิง ……..…49

ภาคผนวก ……....57

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ ……...62

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่1 ค่าเฉลี่ยแรงที่ทำให้เกิดการแตกของชิ้นตัวอย่างและ
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละกลุ่ม.....34

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณร้อยละรูปแบบการแตกในแต่ละกลุ่ม.....36

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แสดงค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นของวัสดุต่างๆที่ใช้ทำเดือย เปรียบเทียบกับของเนื้อฟัน.....……..……...11

ภาพที่ 2 แสดงปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่โดยรอบแตกต่างกันในกลุ่ม 1 ถึง 4.....…...22

ภาพที่ 3 แสดงการบูรณะฟันในกลุ่มที่ 1 ถึง 4……....22

ภาพที่ 4 แสดงการบูรณะฟันเปรียบเทียบกลุ่มที่ใช้เรซินคอมโพสิตต่างชนิดกันในกลุ่มที่ 4 และ 5……..……..……...23

ภาพที่ 5 แสดงการบูรณะฟันเปรียบเทียบกลุ่มที่ไม่ใช้เรซินซีเมนต์และใช้เรซินซีเมนต์ต่างชนิดกันในกลุ่มที่ 4 6 และ 7 ……..…...24

ภาพที่ 6 แสดงการตัดฟันด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ……...25

ภาพที่ 7 แสดงลักษณะรากฟันที่ใช้ทดสอบและลักษณะการใช้ผ้าก๊อซหุ้มรอบรากฟันขณะรักษารากฟัน(ก)และแผนภาพความยาวของช่องว่างสำหรับใส่เดือยฟัน(ข)……...25

ภาพที่ 8 แสดงวัสดุที่ใช้ในการศึกษาตอนที่ 1 คือ เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอทซ์ D.T. light-post เบอร์1 (ก) Super-Bond C&B resin cement (ข) Multicore Flow resin composite (ค)…….……. ….27

ภาพที่ 9 แสดงปริมาณเนื้อฟันที่เหลือโดยรอบแตกต่างกันของกลุ่มที่ 1 ถึง 4…… 28

ภาพที่ 10 แสดงการวัดปริมาณเนื้อฟันโดยวิธีใช้เครื่องวัดความหนาเวอร์เนียร์คาลิเปอร์.....28

ภาพที่ 11 แสดงการเก็บรักษาชิ้นตัวอย่าง……..28

ภาพที่ 12 แสดงภาพถ่ายรังสีทั้งในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้นและในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางก่อนและหลังการบูรณะโดยมีปริมาณเนื้อฟันที่เหลือโดยรอบแตกต่างกันของกลุ่มที่ 1ถึง 4……...29

ภาพที่ 13 แสดงเรซินซีเมนต์ยี่ห้อพานาเวียร์เอฟทู……...30

ภาพที่ 14 แสดงภาพถ่ายรังสีทั้งในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้นและในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางก่อนและหลังการบูรณะโดยใช้เรซินคอมโพสิตและเรซินซีเมนต์ต่างชนิดกันของกลุ่มที่ 5 ถึง 7……..……31

หน้า

ภาพที่ 15 แสดงลักษณะชิ้นงานก่อนเคลือบขี้ผึ้ง(ก) การเคลือบรากฟันด้วยขี้ผึ้ง (ข) การลงบล็อกยึดฟันโดยใช้เครื่องวัดความขนาน(Surveyer)(ค)……..32
ภาพที่ 16 แสดงการทำแม่แบบซิลิโคน (ก และข) ซิลิโคนเหลวใสนีโอบอนด์เบอร์ 4 (ค)……..…32
ภาพที่ 17 แสดงชิ้นตัวอย่างที่พร้อมนำไปทดสอบความต้านทานการแตก……....33
ภาพที่ 18 แสดงการจำลองแนวการวางชิ้นงาน ขณะใช้หัวกดทดสอบ……33
ภาพที่ 19 แสดงรูปแบบการแตกในแต่ละแบบ……37
ภาพที่ 20 แสดงรูปแบบการแตกในแต่ละแบบของกลุ่มที่ 5 ขณะชิ้นงานอยู่ในบล็อก…..…37
ภาพที่ 21 แสดงรูปแบบการแตกในแต่ละแบบของกลุ่มที่ 5……38

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการรักษาทางทันตกรรมมักจะพบปัญหาในการบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันและมีปริมาณเนื้อฟันภายในคลองรากฟันน้อย ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุต่างๆ เช่นฟันผุที่บริเวณคอฟันหรือบริเวณใต้ขอบของครอบฟัน ฟันหักจากการได้รับการกระแทก หรือจากการรื้อครอบฟันและเดือยฟันเดิมออกเพื่อรับการรักษาคลองรากฟันซ้ำใหม่ ทำให้มีการสูญเสียเนื้อฟันที่ผนังคลองรากฟันส่วนต้นออกไปเป็นจำนวนมาก หรือเกิดจากความผิดพลาดในขั้นตอนการรักษาของทันตแพทย์ เช่น การเตรียมขยายคลองรากฟันมากเกินไปทั้งจากขั้นตอนการรักษาคลองรากฟันและการเตรียมช่องว่างสำหรับเดือยฟัน สาเหตุต่างๆเหล่านี้ ทำให้มีการสูญเสียเนื้อฟันที่ผนังคลองรากฟันโดยรอบออกไปเป็นจำนวนมากส่งผลให้เนื้อฟันภายในคลองรากฟันบางโดยรอบ แต่ในขณะที่ส่วนรากฟันและอวัยวะปริทันต์รวมทั้งกระดูกที่รองรับรากฟันยังคงอยู่ในสภาพที่ดี จึงทำให้มีการศึกษาถึงวิธีการบูรณะฟันลักษณะดังกล่าวมากมาย เพื่อยืดอายุการใช้งานของฟันให้นานขึ้น ทั้งโดยการใช้เดือยโลหะหล่อหรือการใช้เดือยสำเร็จรูปร่วมกับการสร้างแกนฟันด้วยวัสดุต่างๆเช่น เรซินคอมโพสิต แก้วไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ และอื่นๆ ร่วมกับการทำครอบฟัน แต่ยังไม่มีข้อมูลใดชี้แน่ชัดถึงวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการที่จะทำให้ฟันลักษณะนี้มีความสามารถในการต้านทานการแตกหักได้ดี ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษารากฟัน คือทิศทางของแรง วัสดุที่ใช้ทำเดือยฟัน แกนฟัน ซีเมนต์ที่ใช้ยึด และปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่โดยรอบ[1-3] มีหลายการศึกษาแสดงถึงความสำคัญของปริมาณเนื้อฟันบริเวณคอฟันต่อการรับแรงทั้งแรงกด (Compression) แรงดึง (Tension) และแรงบิด (Torsion) รวมทั้งบริเวณคอฟันยังเป็นจุดหมุนทำให้บริเวณนี้ได้รับแรงมากและเกิดการแตกได้ง่าย[1,4,5] ความสำคัญของปริมาณเนื้อฟันรอบๆเดือยฟันมีผลต่อการส่งผ่านแรงจากเดือยฟันไปสู่รากฟัน เพิ่มการยึดอยู่ของวัสดุสร้างแกนฟัน และลดแรงที่ส่งผ่านไปยังรากฟัน[5] แสดงให้เห็นว่าปัจจัยของปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่มีความสำคัญมากต่อความสามารถในการต้านทานการแตกหักของฟัน แต่การศึกษาในแง่ของแรงต้านการแตกในแนวดิ่งต่อปริมาณเนื้อฟันที่ต่างกันหลังจากบูรณะด้วยเดือยสำเร็จรูปร่วมกับการสร้างแกนฟันด้วยชนิดของเรซินคอมโพสิตและยึดด้วยชนิดของเรซินซีเมนต์ที่แตกต่างกันยังมีการศึกษาไม่มากนัก

คำถามการวิจัย

1. ค่าแรงต้านการแตกในแนวดิ่งและรูปแบบการแตกของฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันเหลือโดยรอบแตกต่างกันหลังจากที่บูรณะด้วยเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอทซ์ดีทีไลท์โพสต์ (DT Light post, R.T.D., St. Egreve, France) เบอร์ 1 ร่วมกับการสร้างแกนฟันด้วยกันมัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต (Multicore Flow resin composite, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) โดยมีปริมาณเนื้อฟันโดยรอบเหลือแตกต่างกัน คือ มีปริมาณเนื้อฟันพอดีกับเดือยสำเร็จรูป และมีปริมาณเนื้อฟันเหลือโดยรอบ 2 1.5 และ 1 มิลลิเมตร ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่
2. ค่าแรงต้านการแตกในแนวดิ่งและรูปแบบการแตกของฟันเมื่อทำการสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตต่างชนิดกัน คือ มัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต และเรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลอง ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่
3. ค่าแรงต้านการแตกในแนวดิ่งและรูปแบบการแตกของฟันเมื่อทำการบูรณะด้วยการไม่ใช้เรซินซีเมนต์และใช้เรซินซีเมนต์ต่างชนิดกัน คือ เรซินซีเมนต์ยี่ห้อซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์ (Super-Bond C&B resin cement, Sun Medical, Moriyama, Shiga, Japan) และพานาเวียร์เอฟทูเรซินซีเมนต์ (Panavia F 2.0, Kuraray, Osaka, Japan) ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบแรงต้านการแตกในแนวดิ่งและรูปแบบการแตกของฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันเหลือโดยรอบแตกต่างกันหลังจากบูรณะด้วยเดือยสำเร็จรูปร่วมกับการสร้างแกนฟันด้วยชนิดของเรซินคอมโพสิตและยึดด้วยชนิดของเรซินซีเมนต์ที่แตกต่างกัน

สมมติฐานการวิจัย

ในการบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันเหลือโดยรอบแตกต่างกัน

1. เปรียบเทียบค่าแรงต้านการแตกในแนวดิ่งของฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันที่เหลือโดยรอบแตกต่างกันหลังจากที่บูรณะด้วยเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอทซ์ดีทีไลท์โพสต์เบอร์ 1 ร่วมกับการสร้างแกนฟันด้วยมัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต โดยมีปริมาณเนื้อฟันเหลือแตกต่างกันคือ ปริมาณเนื้อฟันพอดีกับเดือยสำเร็จรูปและมีปริมาณเนื้อฟันเหลือโดยรอบ 2 1.5 และ 1 มิลลิเมตร

H_0 : ค่าเฉลี่ยแรงต้านการแตกในแนวดิ่งของกลุ่มควบคุมและกลุ่มปริมาณเนื้อฟันที่เหลือต่างกันหลังจากที่บูรณะด้วยเดือยสำเร็จรูปร่วมกับการสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดเดียวกันมีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

H_a : ค่าเฉลี่ยแรงต้านการแตกในแนวดิ่งของกลุ่มควบคุมและกลุ่มปริมาณเนื้อฟันที่เหลือต่างกันหลังจากที่บูรณะด้วยเดือยสำเร็จรูปร่วมกับการสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดเดียวกันมีค่าแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2. เปรียบเทียบค่าแรงต้านการแตกในแนวดิ่งของฟันเมื่อทำการสร้างแกนฟันด้วย เรซินคอมโพสิตต่างชนิดกัน คือ มัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต และเรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลอง

H_0 : ค่าเฉลี่ยแรงต้านการแตกในแนวดิ่งของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

H_a : ค่าเฉลี่ยแรงต้านการแตกในแนวดิ่งของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลองมีค่าแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. เปรียบเทียบค่าแรงต้านการแตกของฟันเมื่อทำการบูรณะโดยไม่ใช้เรซินซีเมนต์และการใช้เรซินซีเมนต์ต่างชนิดกัน คือ เรซินซีเมนต์ยี่ห้อซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์ และพานาเวียร์เอฟทูเรซินซีเมนต์

H_0 : ค่าเฉลี่ยแรงต้านการแตกในแนวดิ่งของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ทำการบูรณะด้วยเรซินซีเมนต์ต่างชนิดกันมีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

H_a : ค่าเฉลี่ยแรงต้านการแตกในแนวดิ่งของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ทำการบูรณะด้วยเรซินซีเมนต์ต่างชนิดกันมีค่าแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ สามารถนำผลการทดลองไปอ้างอิงเพื่อบอกแนวโน้มที่จะเกิดในทางคลินิก โดยทำการเปรียบเทียบแรงต้านการแตกในแนวดิ่งของฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันที่เหลือโดยรอบแตกต่างกันและใช้เรซินคอมโพสิตและเรซินซีเมนต์ต่างชนิดกัน โดยฟันที่ใช้ในการทดลองเป็นฟันมนุษย์ซี่กรามน้อยล่าง ปลายรากฟันปิดเรียบร้อย มีคลองรากฟันเดียวและตรง ไม่มีร่องรอยผุ วัสดุอุดหรือการแตกหักใดๆ โดยมีความยาว รูปร่าง ขนาดและความหนาของปริมาณเนื้อฟันที่ใกล้เคียงกันที่ในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้นและในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางแตกต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิเมตร เดือยฟันสำเร็จรูปที่ใช้คือ เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอทซ์ดีทีไลท์โพสต์ เบอร์ 1 เรซินคอมโพสิตที่ใช้มี 2 ชนิดคือ มัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต ชนิดบ่มตัวสองระบบ และเรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลอง ชนิดบ่มตัวด้วยแสง เรซินซีเมนต์ที่ใช้มี 2 ชนิดคือ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์ และพานาเวียร์เอฟทูเรซินซีเมนต์

ข้อตกลงเบื้องต้น

การทดลองนี้ทำในห้องปฏิบัติการ ซึ่งใช้อ้างอิงถึงการทดลองในสิ่งมีชีวิต ตลอดกระบวนการทดลองดำเนินการโดยผู้ทำการทดลองคนเดียวและใช้อุปกรณ์เดียวกันตลอดการศึกษาที่ห้องทันตวัสดุศาสตร์ อาคารสมเด็จย่า ชั้น 9 คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อุณหภูมิประมาณ 22-28 องศาเซลเซียส

ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการไม่สามารถควบคุมปัจจัยบางอย่างให้เหมือนกับ สภาวะช่องปากได้ทุกประการ เช่น การรักษาสภาพของฟันไม่ให้เสียความชื้น แรงที่ใช้ในการทดสอบซึ่งเป็นแรงทิศทางเดียว แต่ในสภาวะช่องปากจริงจะมีแรงหลายทิศทาง และขั้นตอนอื่นๆที่อาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนของงานวิจัย ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นเพียงการนำผลการทดลองในห้องปฏิบัติการอ้างอิงถึงการทดลองในสิ่งมีชีวิต ซึ่งควรมีการศึกษาติดตามผลระยะยาวทางคลินิกต่อไป

คำสำคัญ

“Endodontically treated tooth”	ฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟัน
“Fracture mode”	รูปแบบการแตก
“Fiber reinforced composite post”	เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใย
“Fracture resistance”	ความต้านทานการแตก
“Modulus of elasticity (E)”	มอดูลัสของสภาพยืดหยุ่น
“Post and core”	เดือยฟันและแกนฟัน
“Thickness of dentinal wall”	ความหนาของเนื้อฟัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงค่าแรงต้านการแตกในแนวดิ่งของฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันเหลือแตกต่างกันเมื่อได้รับบูรณะด้วยเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอทซ์ดีทีไลท์โพสต์เบอร์ 1 ร่วมกับการสร้างแกนฟันด้วยมัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต
2. ทราบถึงคุณสมบัติของเรซินคอมโพสิตทั้งสองชนิดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้และพัฒนาวัสดุเรซินคอมโพสิตที่ผลิตขึ้นที่คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยต่อไป
3. ทราบถึงค่าแรงต้านการแตกในแนวดิ่งของการใช้และไม่ใช้เรซินซีเมนต์ รวมทั้งทราบถึงคุณสมบัติของเรซินซีเมนต์ทั้งสองชนิดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้ในการบูรณะฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันเหลือโดยรอบน้อย
4. เป็นแนวทางในการศึกษาต่อถึงวิธีการและวัสดุในการบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันและมีปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่มากน้อยแตกต่างกัน

การออกแบบการวิจัย

การวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory experimental research)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันแล้วนั้นมีความแตกต่างจากฟันที่อยู่ในสภาวะปกติเนื่องจากฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันนั้นมีความเปราะ และความแข็งแรงน้อยกว่าฟันในสภาวะปกติทำให้เกิดการแตกหักได้ง่าย ฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันมีการสูญเสียเนื้อฟันก่อนและระหว่างการรักษาคลองรากฟัน ทั้งจากการกรอเปิดโพรงประสาทฟัน การเตรียมคลองรากฟันเพื่อการรักษาและเพื่อการใส่เดือยฟัน ซึ่งขั้นตอนต่างๆเหล่านี้ทำให้มีการสูญเสียเนื้อฟันส่วนคลองรากฟันมากทำให้รากฟันเกิดความอ่อนแอ และร่วมกับในฟันที่รักษาคลองรากฟันนั้นมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในเนื้อฟันคือ มีการเปลี่ยนแปลงในส่วนของคอลลาเจนและการสูญเสียความชุ่มชื้นในเนื้อฟัน[6] การลดลงของปริมาณน้ำในเนื้อฟันอาจเป็นสาเหตุทำให้เนื้อฟันหดตัวก่อให้เกิดความเค้นและเกิดเป็นรอยร้าวของเนื้อฟันในที่สุด และพบว่าฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันจะมีความแข็งแรงลดลงร้อยละ 14 นอกจากนี้ยังมีการสูญเสียเส้นประสาททำให้ความสามารถในการความทนต่อความเจ็บปวด (Level of pain threshold) ของฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันมีระดับความทนต่อความเจ็บปวดมากกว่าฟันที่ไม่ได้รับการรักษาคลองรากฟันประมาณ 2 เท่า ทำให้การตอบสนองของประสาทสัมผัสการรับแรงบดเคี้ยว (Proprioception) ลดลงซึ่งเป็นกลไกการป้องกันตัวเองตามธรรมชาติของฟันซี่นั้นลดลงด้วย ทำให้ฟันนั้นมีโอกาสแตกหักได้ง่าย[7,8] ด้วยเหตุผลเหล่านี้ความสำเร็จในการบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันนั้นจะขึ้นอยู่กับทั้งในส่วนของการรักษาคลองรากฟันและการบูรณะภายหลังการรักษาคลองรากฟัน

การบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคลองรากฟันนั้นสามารถทำได้หลายวิธีทั้งการรักษาโดยตรงทางคลินิก (Direct restoration) การรักษาที่ต้องผ่านทางห้องปฏิบัติการ (Indirect restoration) และสามารถบูรณะได้โดยการใส่เดือยฟันและไม่ใส่เดือยฟัน แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของเนื้อฟันส่วนที่เหลืออยู่รวมทั้งส่วนรากฟัน ไม่ให้เกิดการแตกหัก และการบูรณะฟันให้วัสดุบูรณะยึดติดกับเนื้อฟันจะทำให้วัสดุไม่หลุดและช่วยยึดเนื้อฟันที่เหลือทั้งหมดไว้เป็นหน่วยเดียวกัน (Monoblock) ทำให้เกิดความแข็งแรงของฟันและเป็นการลดการรั่วซึมของแบคทีเรียในช่องปาก[9]

การบูรณะด้วยวิธีโดยตรงทางคลินิก (Direct restoration)

การบูรณะด้วยวิธีโดยตรงทางคลินิกพิจารณาใช้ในกรณีที่เนื้อฟันเหลืออยู่มาก ขอบของโพรงฟันอยู่ในชั้นเคลือบฟัน และสามารถควบคุมความชื้นได้ขณะอุด มีการสูญเสียเนื้อฟันน้อย เช่นฟันที่มีส่วนที่หายไปเฉพาะทางการเปิดเข้าไปเพื่อทำการรักษาคลองรากฟัน แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาร่วมกับตำแหน่งของฟันและการใช้งานของฟันซี่นั้นด้วย วัสดุที่สามารถนำมาบูรณะคือการใช้เรซินคอมโพสิตร่วมกับระบบสารยึดติด วิธีนี้เหมาะสมในกรณีที่การบูรณะฟันซี่ที่ยังไม่พร้อมที่จะทำเดือยฟัน เช่น ในฟันเด็กที่ยังมีพัฒนาการต่อไป[9]

การบูรณะด้วยวิธีที่ผ่านทางห้องปฏิบัติการ (Indirect restoration)

การบูรณะด้วยวิธีที่ผ่านทางห้องปฏิบัติการพิจารณาใช้ในกรณีที่ฟันนั้นมีการถูกทำลายเนื้อฟันออกไปมากจนมีผลต่อความแข็งแรงของฟัน เช่นมีการสูญเสียสันนูนริมของฟัน (Marginal ridge) ซึ่งสามารถบูรณะได้โดย

- **การทำออนเลย์** คือ การบูรณะที่วัสดุบูรณะคลุมปุ่มฟันทั้งหมดเพื่อช่วยป้องกันเนื้อฟันส่วนที่เหลืออยู่ให้เกิดความแข็งแรง ซึ่งวัสดุสามารถเป็นได้ทั้งโลหะ เซรามิก และเรซินคอมโพสิต การบูรณะลักษณะนี้จะทำในกรณีที่ยังมีปริมาณเนื้อฟันเหลืออยู่หนามากพอควรแต่มีปุ่มฟันที่เหลืออยู่บางไม่แข็งแรง จึงมีความจำเป็นต้องตัดลงและแทนที่ด้วยวัสดุบูรณะที่มีความแข็งแรงกว่า
- **การทำครอบฟัน** คือ การบูรณะที่มีการคลุมเนื้อฟันทั้งหมดไว้เพื่อป้องกันเนื้อฟันส่วนที่เหลือไม่ให้มีการแตกหัก ลดการรั่วซึม และสวยงาม
- **การทำเดือยฟัน แกนฟัน ร่วมกับการทำครอบฟัน** วิธีนี้จะเลือกใช้ในกรณีที่เนื้อฟันเหลือน้อยจนไม่สามารถบูรณะได้ด้วยการทำครอบฟันปกติได้ จึงต้องมีการใส่เดือยและแกนฟันเพื่อทำหน้าที่เป็นที่ยึดของครอบฟัน[5,6,9]

วิธีการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคลองรากฟันแล้วโดยวิธีการใส่เดือยได้มีผู้ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบไว้มากมายทั้งในแง่ของการใส่เดือยฟันหรือไม่ใส่เดือยฟัน การใช้เดือยที่มีรูปร่าง ขนาดของเดือยฟันที่แตกต่างกัน การใช้เดือยในระบบที่แตกต่างกัน และซีเมนต์ที่ใช้ยึด ซึ่งทั้งนี้ก็แตกต่างกันในแง่ของวิธีการทดลอง

การบูรณะด้วยการใส่เดือยฟันเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เดือยฟัน

ความสามารถในการต้านทานการแตกหักของฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันเปรียบเทียบทั้งการใส่เดือยฟันและไม่ใส่เดือยฟัน พบว่าแรงต้านการแตกหักของฟันไม่มีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รูปแบบการแตกหักของการใส่เดือยฟันจะมีรูปแบบการแตกหักแบบรากแตกทั้งบริเวณกลางรากฟันและปลายรากฟัน การบูรณะที่ไม่ใส่เดือยฟันมีรูปแบบการแตกที่บริเวณคอฟันและกึ่งกลางฟันไม่มีการแตกที่บริเวณปลายรากฟัน[6,10] และพบว่าการใส่เดือยฟันไม่ช่วยเพิ่มความแข็งแรงและไม่เพิ่มความสามารถในการต้านทานการแตกหักฟันได้ แต่เดือยฟันจะเป็นตัวช่วยในการเพิ่มความสามารถของการยึดอยู่ของแกนฟันในกรณีที่ฟันซี่นั้นมีการสูญเสียเนื้อฟันไปมากจนไม่สามารถทำการบูรณะด้วยครอบฟันปกติได้[11-13]

ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการบูรณะฟันที่รักษาคลองรากฟัน

ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษารากฟัน คือ วัสดุที่ใช้ทำเดือยฟัน แกนฟัน ซีเมนต์ที่ใช้ยึด และปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่โดยรอบ

ชนิดของเดือย สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ เดือยโลหะหล่อและเดือยสำเร็จรูป

- เดือยโลหะหล่อ

เดือยฟันและแกนฟันเป็นโลหะรวมเป็นชิ้นเดียวกัน มีความแนบสนิทไปกับคลองรากฟัน เนื่องจากสร้างตามลักษณะของคลองรากฟัน มีความแข็งแรงสูง ซึ่งแตกต่างจากเนื้อฟันมากและเมื่อได้รับแรงจากการบดเคี้ยวก็สามารถรับแรงได้มากโดยที่ไม่เกิดการบิดเบี้ยว ซึ่งแรงบดเคี้ยวที่มากนั้นก็จะถูกถ่ายทอดลงสู่เนื้อฟันที่มีความแข็งน้อยกว่าทำให้เกิดปัญหารากแตกหักซึ่งนำไปสู่การถอนฟัน เนื่องจากค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) ของเนื้อฟันแตกต่างจากเดือยฟันมาก[14,15] และพบว่ามีการกัดกร่อนซึ่งจะส่งผลต่อสีของเนื้อฟัน โดยเกิดอนุมูลอิสระของการกัดกร่อนและเมื่อสะสมในเนื้อฟันทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของรากฟันและเหงือกเป็นสีดำ นอกจากนี้ขั้นตอนการผลิตใช้เวลานานเนื่องจากต้องผ่านขั้นตอนในห้องปฏิบัติการ ราคาสูง ถ้าต้องการทำการรื้อออกจะทำได้ยาก และมีการศึกษาเกี่ยวกับความสำเร็จในการบูรณะด้วยเดือยโลหะหล่อพบว่าความสำเร็จของฟันหน้าที่บูรณะด้วยเดือยโลหะหล่อมีถึงร้อยละ 82 และสามารถอยู่รอดได้ถึง10 ปี[16]

- เดือยสำเร็จรูป

เป็นส่วนที่อยู่ในคลองรากฟันและก่อแกนต่อขึ้นมาด้วยวัสดุบูรณะฟัน เช่น อมัลกัม เรซินคอมโพสิต แก้วไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และอื่นๆ เดือยมีรูปร่างหลายแบบทั้งทรงขนานและทรงสอบ เดือยชนิดนี้ไม่สามารถทำให้เกิดความแนบสนิทกับผนังของคลองรากฟันโดยตลอดจึงต้องมีวัสดุบูรณะช่วยเสริมผนังคลองรากฟัน เดือยสำเร็จรูปนั้นทำมาจากวัสดุหลากหลายชนิด เช่นโลหะ เหล็กกล้าไร้สนิม ไททาเนียม เซรามิก โพลิเมอร์ เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใย เดือยเส้นใยคาร์บอน เดือยเส้นใยแก้ว เดือยเส้นใยควอทซ์ และลักษณะพื้นผิวก็มีแตกต่างกันไปคือมีทั้งแบบเกลียวและ

แบบเรียบ นอกจากนี้เดือยชนิดนี้สามารถใช้ได้กับฟันที่มีคลองรากฟันแบบคอดทำให้ไม่ต้องเสียเนื้อฟันในการกำจัดความคอดนั้น มีการศึกษาพบว่าข้อดีของเดือยชนิดนี้ทำให้โอกาสเกิดรากฟันแตกได้น้อยกว่าเดือยโลหะหล่อ โดยที่แกนฟันมักมีการแตกหรือหักที่รอยต่อตรงบริเวณคอฟันมากกว่าทำให้เดือยฟันหลุดหรือรากฟันแตก[11,14]

วัสดุที่นำมาทำใช้ทำเดือย

1. **เดือยโลหะ** ได้แก่ โลหะผสมแพลทตินัม-พัลลาเดียม-ทอง นิเกิล-โครเมียม โคบอลต์-โครเมียม สเตนเลสสตีล ทองเหลือง โลหะผสมไททาเนียม เดือยกลุ่มนี้มีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) และความแข็งมากกว่าเนื้อฟันมาก มีสีของโลหะซึ่งสะท้อนผ่านรากฟัน กระดูกและเหงือกที่บางทำให้มีผลต่อความสวยงามโดยเฉพาะฟันหน้า ซึ่งเดือยที่ทำจากนิเกิล-โครเมียม นิเกิล-เงิน-สแตนเลสสตีล จะมีการกัดกร่อนของโลหะ (Corrosion products) สะสมในเนื้อฟันภายในคลองรากฟัน แต่เดือยที่ทำมาจากโลหะผสมทอง โลหะไททาเนียม-เงิน-พัลลาเดียม จะไม่ถูกกัดกร่อน[16,17] และถ้าใช้อมัลกัมเป็นวัสดุทำแกนก็จะมีการกัดกร่อนของสารประกอบโลหะได้เช่นกัน[17]

2. **เดือยอโลหะ** คือเดือยที่ทำจากสารที่ไม่ใช่โลหะ ได้แก่ เดือยเซรามิกและเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใย (Fiber reinforce composite, FRC post) เช่นเดือยเส้นใยคาร์บอน เดือยเส้นใยแก้ว เดือยเส้นใยควอทซ์ เดือยชนิดนี้จะให้ความสวยงามมากกว่าเดือยโลหะเนื่องจากการมีสะท้อนแสงของเดือยฟันใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ

เดือยเซรามิกหรือเดือยเซอร์โคเนีย ประกอบด้วยผลึกเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ ซึ่งมีพลังงานแตกหัก (Fracture toughness) และค่ากำลังดัดขวางสูง (Flexural strength) ทึบรังสี มีความโปร่งแสงสามารถให้แสงผ่านจากเดือยไปสู่เหงือกได้ ไม่เกิดการกัดกร่อนของวัสดุ มีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นสูงประมาณ 200 กิกะปาสคาล จึงทำให้มีการถ่ายทอดแรงไปยังบริเวณรอยต่อของเดือยกับเนื้อฟันโดยไม่มีการดูดซับความเค้น ทำให้ความเค้นนั้นถ่ายทอดไปยังเนื้อฟันเกิดเป็นความเค้นเฉพาะที่ภายในคลองรากฟันทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของการยึดติด เกิดการหลวมหลุดของเดือยฟัน และเกิดการแตกหักของฟัน[18,19]

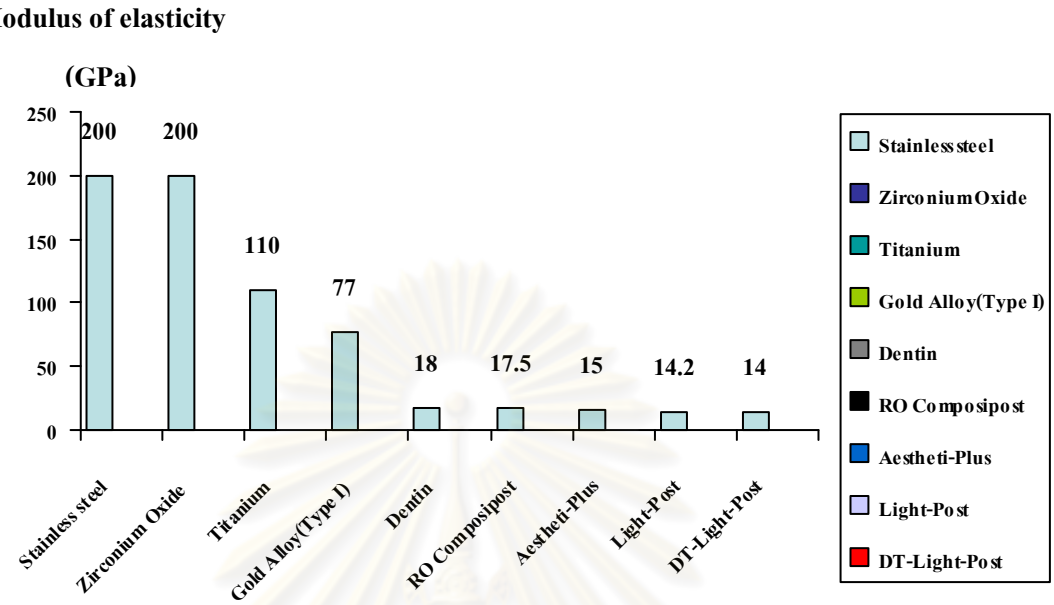
เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยคือ เดือยที่ทำจากวัสดุเรซินคอมโพสิตที่เสริมความแข็งแรงโดยการใส่เส้นใยลงไป ประกอบด้วยสองส่วนคือเมทริกซ์ (Matrix) เป็นตัวช่วยพยุงและรองรับส่วนที่ให้ความแข็งแรง และส่วนที่สองคือส่วนที่ให้ความแข็งแรง (Filler) ซึ่งมีทั้งเส้นใยแก้ว เส้นใยคาร์บอนและเส้นใยควอทซ์

เดือยเส้นใยคาร์บอน เป็นการนำเอาเส้นใยคาร์บอนที่เรียงตัวทางเดียวตามแนวยาวฝังอยู่ในอีพอกซีเรซิน (Epoxy resin) เดือยชนิดนี้มีคุณสมบัติเข้าได้ดีกับเนื้อเยื่อ กำจัดเดือยออกจากคลองรากฟันได้ง่าย มีค่ากำลังอัดเท่ากับ 440 เมกะปาสคาล กำลังเฉือนเท่ากับ 170 เมกะปาสคาล กำลังดึงเท่ากับ 1,600 เมกะปาสคาล กำลังดัดขวางเท่ากับ 1,400-1,600 เมกะปาสคาล ไม่เกิดการกัดกร่อน สามารถเชื่อมยึดติดทางเคมีกับเรซินคอมโพสิตและเรซินซีเมนต์ได้ ค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นสูงประมาณ 18-44 กิกะปาสคาลใกล้เคียงกับเนื้อฟัน[18,19] มีการศึกษาพบว่าฟันที่ทำการบูรณะด้วยเดือยชนิดนี้ร่วมกับการใช้เรซินซีเมนต์สามารถสร้างให้เกิดเป็นชิ้นเดียวกันทั้งระบบ (Monoblock) ซึ่งเป็นการลดความเค้นที่เกิดขึ้น ป้องกันการเกิดความเค้นเฉพาะจุด ลดการแยกตัวของเดือยฟัน เส้นใยที่อยู่ในเดือยจะช่วยรองรับความเค้นที่เกิดขึ้นกับฟัน ทำให้เกิดการกระจายแรงในเนื้อฟันได้ดีขึ้น[20] แต่เดือยเส้นใยคาร์บอนมีสีดำจึงอาจมีผลต่อการสะท้อนแสงเมื่อบูรณะด้วยครอบฟันเซรามิก

เดือยเส้นใยควอทซ์มีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟัน ไม่เกิดการกัดกร่อน สามารถกำจัดเดือยเส้นใยออกจากคลองรากฟันได้ง่าย มีกำลังดัดขวางและความต้านทานต่อการล้าสูง โดยเดือยเส้นใยนี้มีทั้งทึบและโปร่งแสง ซึ่งลักษณะโปร่งแสงของเดือยเสมือนเป็นเส้นใยช่วยนำแสงไปตามความยาวของเดือยเส้นใย ทำให้เกิดโพลิเมอไรเซชันของเรซินซีเมนต์ในคลองรากฟันได้สมบูรณ์มากขึ้น และการแตกหักของฟันที่บูรณะด้วยเดือยเส้นใยนี้มักเกิดภายในแกนฟันและบริเวณส่วนต้นของรากฟัน ไม่มีการแตกในส่วนกึ่งกลางหรือปลายรากฟัน ซึ่งเมื่อเกิดความล้มเหลวจึงสามารถบูรณะซ้ำใหม่ได้ [18-21]

เดือยเส้นใยเหล่านี้เป็นการประกอบกันขึ้นด้วยวัสดุหลายชนิด (Composite) ดังนั้นอาจมีความล้มเหลวที่เกิดขึ้นได้จากการกะเทาะออกของส่วนเมทริกซ์ การเสื่อมสภาพของสารยึดติดบริเวณรอยต่อก่อให้เกิดการแยกตัวของส่วนเมทริกซ์กับเส้นใย (Delamination) โดยจำนวนเส้นใยนั้นมีผลต่อความแข็งแรงของเดือย และเดือยชนิดนี้มีขบวนการผลิตที่ค่อนข้างสมบูรณ์ จึงทำให้เหลืออนุมูลอิสระในการเกิดพันธะเคมีน้อย ซึ่งอาจส่งผลให้การยึดติดระหว่างส่วนเรซินในเมทริกซ์ของเดือยกับเรซินซีเมนต์ไม่ดีนัก และยังพบว่าเรซินส่วนที่ใกล้เดือยมีปฏิกิริยาการเกิดโพลิเมอไรเซชันก่อนเรซินส่วนที่ไกลเดือยออกไป จึงส่งผลให้เกิดความล้มเหลวในการยึดติดที่รอยต่อของเนื้อฟันกับเรซินซีเมนต์ แต่อย่างไรก็ตามคุณสมบัติของเดือยเส้นใยที่มีค่ากำลังดัดขวางสูงและค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟันจะถูกทำลายได้เมื่อมีการแทรกซึมของน้ำเข้าไปในส่วนของเมทริกซ์ ของเดือยเส้นใย[21]

จากการศึกษาของ Akkayan และคณะปีค.ศ. 2002[19] ถึงค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นของเดือยฟันแต่ละชนิดเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อฟัน แสดงในแผนภูมิรูปที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นของวัสดุต่างๆที่ใช้ทำเดือยเปรียบเทียบกับของเนื้อฟัน

ที่มาของแผนภูมิ : http://www.rtd.fr./Sources/03mechanical/elastic.htm

เมื่อเปรียบเทียบค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นระหว่างเดือยโลหะ เดือยเซรามิกและเดือยเส้นใย พบว่าเดือยเส้นใยมีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟันมากกว่าเดือยโลหะและเซรามิก และเดือยที่มีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟันสามารถสร้างให้เกิดเป็นชิ้นเดียวกันทั้งระบบส่วนเนื้อฟัน เดือยและแกนฟัน (Monoblock) โดยอาศัยสารยึดติด (Dentin bonding agent) ทำให้ช่วยกระจายแรงในรากฟัน[21-24]

ในส่วนของเดือยมีการศึกษาเปรียบเทียบแรงต้านการแตกของเดือยฟันทั้งแบบเดือยโลหะหล่อและเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใย พบว่าเดือยโลหะหล่อมีความแข็งแรงมากกว่าให้ค่าแรงต้านการแตกที่สูงกว่า แต่มีรูปแบบการแตกที่รากฟันเนื่องจากมีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นที่สูงกว่าเนื้อฟันมาก[25] ทำให้เมื่อได้รับแรงจะเกิดการสะสมความเค้นและมีการถ่ายทอดแรงไปสู่รอยต่อระหว่างเดือยฟันและเนื้อฟัน ส่งผลให้เนื้อฟันซึ่งมีความแข็งแรงที่ต่ำกว่าเกิดการแตกที่บริเวณรากฟัน และการแตกที่เกิดมักเกิดที่บริเวณปลายสุดของเดือยโลหะซึ่งเป็นการแตกที่ไม่สามารถซ่อมแซมได้[26,27] แต่ในเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยมีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟันเมื่อได้รับแรงสามารถส่งผ่านแรงไปตามรากฟันได้อย่างสม่ำเสมอและเมื่อมีการแตกจะให้ลักษณะการแตกที่สามารถแก้ไขได้คือแตกที่บริเวณแกนฟันหรือส่วนคอฟันไม่มีการแตกที่รากฟันและเป็นการแตกที่สามารถบูรณะใหม่ได้[23,24,26-28]

ขนาดของเดือย

ขนาดของเดือยฟันที่เหมาะสมคือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเดือยควรมีขนาดเล็กที่สุดเท่าที่ให้ความแข็งแรงเพียงพอ และไม่ควรมีขนาดใหญ่กว่า 1 ใน 3 ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรากฟัน ความหนาของผนังคลองรากฟันเหลือไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร[16,29] และปลายสุดของเดือยควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1 มิลลิเมตร เดือยที่มีขนาดใหญ่จะก่อให้เกิดความเค้นภายในคลองรากฟัน (Internal stress) เป็นเหตุให้เกิดการแตกหักของรากฟันได้มากกว่าเดือยที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากปริมาณเนื้อฟันที่เหลือน้อยทำให้ความต้านทานในการแตกหักลดลง และการเพิ่มขนาดของเดือยไม่ทำให้แรงยึดอยู่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ทำให้สูญเสียเนื้อฟันมากขึ้นจึงก่อให้เกิดการหักของรากฟัน [6,13,14,27]

ลักษณะและรูปร่างของเดือย

ลักษณะของเดือยทรงขนานจะทำให้การยึดอยู่ที่ดีกว่าเดือยทรงสอบ เดือยทรงขนานให้การกระจายความเค้นได้ทั่วรากฟัน แต่เดือยทรงสอบจะมีความเค้นมากในบางบริเวณ[13] เดือยทรงขนานจะมีความเค้นมากโดยเฉพาะที่พื้นผิวด้านนอกของรากฟันที่ระดับปลายเดือยเพราะการใช้เดือยทรงขนานจำเป็นต้องเตรียมคลองรากฟันบริเวณปลายเดือย จึงทำให้เนื้อฟันบริเวณนั้นบางลง[9] และเดือยทรงสอบจะทำให้เกิดผลกระทบแบบลิ่มต่อตัวฟัน (Wedging effect) คือมีความเค้นมากที่ใกล้คอฟันทำให้รากฟันแตกตามแนวแกนฟัน[30] นอกจากนี้ลักษณะพื้นผิวของเดือยก็มีความสำคัญเช่นกัน พบว่าเดือยที่มีผิวขรุขระให้การยึดอยู่ที่ดีกว่าผิวเรียบ[7,9,16]

ความยาวของเดือย

ความยาวของเดือยฟันมีผลโดยตรงต่อการยึดอยู่[31] มีผู้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความยาวที่เหมาะสมของเดือยจำนวนมาก โดยแนะนำว่าเดือยควรมีความยาวมากสุดที่จะไม่รบกวนต่อวัสดุอุดคลองรากฟันและควรมีความยาวอย่างน้อยเท่ากับตัวฟันในทางคลินิกหรือมากกว่าหรือเท่ากับครึ่งหนึ่งหรือ 2 ใน 3 ของความยาวของรากฟันในกระดูก ควรมีกัตตาเปอร์ชาส่วนปลายรากฟันเหลือประมาณ 3- 5 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันการรั่วซึมบริเวณปลายรากฟัน[16,29] และพบว่าเดือยที่สั้นจะก่อให้เกิดความเครียดของแรงที่บริเวณปลายสุดของเดือยเมื่อมีการรับแรง ในขณะที่เดือยที่มีความยาวมากกว่าจะมีการกระจายแรงไปที่ปลายรากฟันได้มากกว่า[32] มีการเปรียบเทียบความยาวของเดือยต่อความต้านทานการแตกหัก พบว่าความยาวของเดือยมีผลต่อการยึดอยู่ การกระจายแรงและอัตราการอยู่รอด (Survival rate) แต่ทั้งนี้ความยาวของเดือยถูกจำกัดด้วยความโค้ง ความยาวและความหนาของรากฟัน จึงแนะนำว่าเดือยควรมีรูปร่างเหมือนคลองรากฟันคือมีลักษณะเป็นสอบ

น้อยๆ มีแกนอยู่บนบ่ารองรับ เพื่อป้องกันการเกิดลิ่มตอก แต่ทั้งนี้ความยาวของเดือยก็ต้องคำนึงถึงกัตตาเปอร์ชาส่วนปลายรากฟันที่เหลืออยู่ด้วย[33,34]

วัสดุที่ใช้ในการทำแกนฟัน

วัสดุที่นิยมใช้ในการทำแกนร่วมกับเดือยสำเร็จรูปได้แก่ อมัลกัม เรซินคอมโพสิต และแก้วไอโอโนเมอร์

- **อมัลกัม** เป็นวัสดุที่มีความแข็งแรง มีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นและความมีเสถียรทางมิติมากกว่าเรซินคอมโพสิตและแก้วไอโอโนเมอร์ แต่ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนมากกว่าฟัน 2-3 เท่า ดังนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอาจทำให้เกิดการแตกของซีเมนต์ทำให้เกิดการรั่วซึมได้ และเป็นวัสดุที่ไม่ยึดติดกับเนื้อฟัน สีไม่สวยงามและอาจเกิดการกร่อนทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของเหงือกได้
- **แก้วไอโอโนเมอร์** เป็นวัสดุที่สามารถปล่อยฟลูออไรด์ได้ มีการยึดติดทางเคมีกับโครงสร้างฟันและมีความสวยงาม มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ต่ำ และเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อในฟัน แต่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในวัสดุ และมีความแข็งแรงด้อยกว่าวัสดุชนิดอื่นๆ คุณสมบัติเชิงกลค่อนข้างต่ำและเปราะ แต่ในปัจจุบันมีการพัฒนาโดยการใส่สารประกอบโลหะเข้าไปเพื่อเพิ่มความแข็งแรง เช่น เซอร์เม็ต (Cermet) แต่อย่างไรก็ตามไม่นิยมนำมาเป็นวัสดุแกนฟันเนื่องจากความต้านทานต่อการล้าต่ำ จึงไม่เหมาะในการรับแรง
- **เรซินคอมโพสิต** มีทั้งการบ่มตัวด้วยแสง ด้วยปฏิกิริยาทางเคมีด้วยตัวเอง และทั้งสองระบบ มีข้อดีคือมีการยึดติดกับเนื้อฟัน ไม่เกิดการกัดกร่อน สวยงาม และมีความแข็งแรง Cohen และคณะในปีค.ศ.1996[35] พบว่าเรซินคอมโพสิตมีความแข็งแรงแต่มีการหดตัวเมื่อเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชันทำให้เกิดการรั่วซึม มีความเสถียรทางมิติต่ำ ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนมากกว่าฟัน 3 เท่า ดังนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอาจทำให้เกิดช่องว่างระหว่างแกนและครอบฟันทำให้เกิดการรั่วซึม รวมทั้งมีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นต่ำกว่าเนื้อฟันทำให้เสียรูปร่างได้เมื่อได้รับแรงแต่อาจช่วยในแง่ของการดูดซับแรงในการบดเคี้ยวได้ และปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชันจะถูกขัดขวางการเมื่อสัมผัสกับสารที่มีองค์ประกอบของน้ำมันกานพลู (Eugenol)

มีการศึกษาเกี่ยวกับความแข็ง (Stiffness) ของวัสดุทำแกนต่อแรงต้านการแตกหักของฟัน พบว่า การใช้วัสดุที่ทำแกนที่มีความแข็งมากนั้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทิศทางของแรง (Shifting of the stress) จากปลายรากฟันไปสู่บริเวณคอฟันเป็นผลทำให้เนื้อฟันที่บางเกิดการแตกหักได้[36] แต่บางการทดลองพบว่า ความแข็งของวัสดุทำแกนที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อแรงต้านการแตกเมื่อมี

การทำครอบฟัน เนื่องจากครอบฟันทำให้มีการกระจายแรงจากตัวฟันลงสู่รากฟันทำให้ผลของความแข็งของวัสดุทำแกนไม่มีความแตกต่างกัน[37] ส่วนรูปแบบการแตกในกรณีที่ใช้เรซินคอมโพสิตเป็นแกนจะมีการแตกที่สามารถซ่อมแซมและบูรณะซ้ำใหม่ได้ มีการศึกษาเปรียบเทียบเรซินคอมโพสิตหลายชนิดทั้งแบบไฮบริดและแบบฉีดของหลายบริษัทพบว่า มัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิตให้ค่าแรงยึดและแรงต้านการแตกมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเรซินคอมโพสิตของหลายบริษัท โดยให้เหตุผลว่าเป็นเรซินคอมโพสิตที่มีลักษณะไหลแผ่ได้ทำให้ลดการเกิดช่องว่างและรูพรุนระหว่างเดือยและภายในคลองรากฟัน ทำให้เกิดความแนบสนิทของวัสดุบูรณะและเนื้อฟัน[38]

มีหลายการศึกษาแนะนำว่าควรใช้วัสดุที่สามารถยึดติดได้ดีทั้งเดือยและเนื้อฟันและมีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟัน มีความแข็งแรงเพียงพอ สามารถไหลแผ่ได้ดีเพื่อลดการเกิดช่องว่างและรูพรุนระหว่างเดือยและผนังคลองรากฟันโดยรอบและสามารถบ่มตัวได้ด้วยตัวเองหรือแบบบ่มตัวสองระบบเพื่อให้เกิดการแข็งตัวของวัสดุที่สมบูรณ์เต็มที่ทั้งในส่วนต้นและปลายรากฟัน[14,22,38]

ซีเมนต์ที่ใช้ในการยึด[39-41]

ซีเมนต์ที่ใช้ในการยึดนั้นทำหน้าที่เป็นเหมือนตัวดูดซับความเค้นซึ่งควรมีลักษณะดังนี้ คือ มีการละลายตัวต่ำ สามารถต้านทานต่อน้ำและกรดได้ดี การรั่วซึมต่ำ ใช้งานง่าย ความหนาของฟิล์มซีเมนต์น้อย (Low film thickness) ยึดติดกับฟันและวัสดุบูรณะได้[29] ความหนืดต่ำ ระยะเวลาในการทำงานนานแต่เกิดการแข็งตัวอย่างรวดเร็ว มีกำลังดึงและกำลังการแตกหักสูง เข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อทึบรังสี มีความสวยงาม ซึ่งซีเมนต์ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันมีดังนี้

ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ มีส่วนประกอบคือผงซิงค์ออกไซด์ ส่วนเหลวคือ กรดฟอสฟอริก มีข้อดีคือใช้ง่าย ระยะเวลาในการแข็งตัวของวัสดุดี มีความแข็งแรง กำลังแรงอัดค่อนข้างสูงประมาณ 40-140 เมกะปาสคาล ซึ่งมากเพียงพอที่ใช้รองรับแรงบดเคี้ยว แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนผงต่อส่วนเหลว มีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่น 13 กิกะปาสคาล ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับเนื้อฟัน มีการไหลแผ่ดีเป็นฟิล์มบาง 25 ไมโครเมตร กำจัดส่วนเกินได้ง่าย แต่มีข้อเสียคือขาดการยึดติดทางเคมีกับฟัน การยึดติดของซีเมนต์ชนิดนี้เป็นกลไกการยึดติดทางกล (Mechanical interlock) มีความเป็นกรดสูง pH ประมาณ 2 และสูงขึ้นเป็น 5.5 ภายใน 24 ชั่วโมง และเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน จึงง่ายต่อการเกิดการระคายเคืองต่อประสาทฟัน มีการละลายตัวในสภาวะช่องปาก[29]

ซิงค์โพลิคาร์บอกซีเลตซีเมนต์ มีส่วนประกอบคือ ส่วนผงซิงค์ออกไซด์กับแมกนีเซียมออกไซด์และส่วนเหลวคือ กรดโพลิอะคริลิกเป็นซีเมนต์ที่มีการไหลแผ่ดี และเกิดการยึดติดทางเคมีกับฟัน เป็นฟิล์มที่มีความบางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 25 ไมโครเมตร แต่มีความแข็งแรงกดและค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นน้อยกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ให้ค่าการยึดติดน้อยกว่าซิงค์ฟอสเฟตและแก้วไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ และระยะเวลาการแข็งตัวสั้นกว่าทำให้มีเวลาในการทำงานสั้นกว่ากำจัดซีเมนต์ส่วนเกินออกยากกว่า มีความเป็นกรดสูงแต่ระคายเคืองต่อประสาทฟันน้อยกว่าซิงค์ฟอสเฟสซีเมนต์เนื่องจากโมเลกุลของกรดโพลิอะคริลิกมีขนาดค่อนข้างใหญ่ไม่สามารถแทรกซึมสู่ท่อเนื้อฟันได้

แก้วไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ประกอบด้วยส่วนผงแก้วฟลูออโรอลูมิโนซิลิเกต และส่วนเหลวคือกรดโพลิอัลคิโนอิก เป็นซีเมนต์ที่มีการไหลแผ่ดี และเกิดการยึดติดทางเคมีกับฟัน เป็นฟิล์มที่มีความบางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 25 ไมโครเมตร เข้าได้ดีกับเนื้อเยื่อ และมีการปล่อยฟลูออไรด์ แต่มีข้อเสียคือมีความแข็งแรงกดและค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นน้อยกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ใช้งานยากกว่าและไวต่อความชื้น ไม่เหมาะในการยึดเดือย

แก้วไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผสมเรซิน เป็นซีเมนต์ที่มีการผสมระหว่างแก้วไอโอโนเมอร์กับเรซินคอมโพสิต ทำให้คุณสมบัติจะอยู่ระหว่างวัสดุทั้งสอง มีค่าความแข็งแรงดี มีการรั่วซึมน้อย และเกิดการยึดติดทางเคมีกับฟันและเรซินคอมโพสิต ซีเมนต์ชนิดนี้ไม่เหมาะในการนำมายึดเดือยหรือครอบฟันเซรามิกบางประเภท เนื่องจากจะทำให้ครอบฟันเซรามิกแตกและรากฟันแตกหักในแนวดิ่งได้ เพราะมีการขยายตัวของซีเมนต์

เรซินซีเมนต์ เป็นซีเมนต์ที่มีส่วนประกอบคล้ายเรซินคอมโพสิตและมีทั้งแบบบ่มตัวด้วยตัวเองและการใช้แสง เกิดการยึดติดทางเคมีกับเนื้อฟันเกิดเป็นชั้นไฮบริด (Hybrid layer) โดยสารละลายที่ก่อให้เกิดการแทรกซึมและยึดติดจะซึมผ่านเข้าไปในท่อเนื้อฟันที่ถูกเปิด[42,43] และเรซินซีเมนต์ยึดติดกับวัสดุบูรณะอื่นด้วยการยึดติดทางกลระดับจุลภาคและทางเคมี ซีเมนต์ชนิดนี้ให้ผลค่าการยึดติดสูงกว่าซิงค์ฟอสเฟสซีเมนต์ 6 เท่าและ 2 เท่าของแก้วไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ และต้านทานต่อการล้าได้ดีกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ การยึดติดเดือยกับผนังคลองรากฟันด้วยเรซินซีเมนต์เกิดการยึดติดที่แข็งแรงเพิ่มการยึดอยู่ของเดือยและต้านทานต่อการแตกหักได้ กำลังแรงอัดและกำลังแรงดึงสูง มีการละลายตัวต่ำ[29,34] การรั่วซึมน้อยกว่าซีเมนต์ชนิดอื่นๆ[44,45] แต่ทั้งนี้ปฏิกิริยาจะถูกยับยั้งโดยสารประกอบฟีนอล เนื่องจากฟีนอลจะขัดขวางอนุมูลอิสระในการเกิดปฏิกิริยาการเกิดโพลิเมอไรเซชั่น ดังนั้นต้องคำนึงถึงซีเมนต์ที่ใช้ในการอุดคลองรากฟันหรือวัสดุอุดชั่วคราวด้วย ดังนั้นเมื่อนำมาใช้ในการยึดเดือยฟันต้องล้างทำความสะอาดผิวคลองรากฟันให้ดีไม่ให้มียูจีนอลตกค้างอยู่

มีการศึกษาเกี่ยวกับความหนาของฟิล์มซีเมนต์พบว่าฟิล์มที่บางกว่าให้ผลการต้านทานต่อแรงด้านข้างได้ดีกว่าและความหนาของซีเมนต์มากจะทำให้ความต้านต่อความล้าลดลง[46] และเดือยที่ไม่มีความแนบสนิทกับคลองรากฟันจะก่อให้เกิดช่องว่างเมื่อทำการยึดด้วยซีเมนต์ทำให้ปริมาณของซีเมนต์รอบๆเดือยมากมีผลทำให้เพิ่มความเค้น (Stress) ในคลองรากฟัน การกระจายแรงไม่สม่ำเสมอและเพิ่มโอกาสการเกิดความล้มเหลว[47]

ดังนั้นการเลือกใช้ซีเมนต์ถ้ามีการใช้ซีเมนต์ที่มีค่าความแข็งสูง (High rigidity) ความยืดหยุ่นต่ำ (Low elasticity) และค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นสูง (High coefficient of elasticity) จะทำให้เกิดความเค้นสะสม (Stress concentration) มากที่บริเวณรอยต่อระหว่างเดือยและฟัน (Dentin-cement-dowel interface) จึงแนะนำให้ใช้เรซินซีเมนต์เพราะค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นของเรซินซีเมนต์ใกล้เคียงกับเนื้อฟัน[27]

การศึกษาการบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันและมีผนังคลองรากฟันส่วนต้นน้อยหรือมีปริมาณเนื้อฟันเหลืออยู่ไม่เท่ากัน

การศึกษาในแง่ของฟันที่มีผนังคลองรากฟันส่วนต้นน้อยนั้นทำเพื่อจำลองสภาพทางคลินิกที่สูญเสียเนื้อฟันมากจากฟันการผุลุกลามขนาดใหญ่ รื้อวัสดุอุดเดิม การรักษาคลองรากฟันซ้ำ และอาจเกิดจากขั้นตอนการรักษารากฟันที่มีการกำจัดเนื้อฟันออกมากเกินไป (Overinstrumentation) จนทำให้คลองรากฟันส่วนต้นผายออก (Flared canal) ปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่น้อย ซึ่งลักษณะนี้ส่งผลต่อความสำเร็จในระยะยาวได้

มีการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการต้านทานการแตกหักในฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันแตกต่างกัน พบว่าฟันที่รักษาคลองรากฟันแล้วได้รับการบูรณะโดยการอุดปิดทางเข้าสู่คลองรากฟันและมีเนื้อฟันเหลืออยู่ครบสามารถต้านทานต่อการแตกได้มากกว่าการบูรณะด้วยเดือยและแกนที่ทำจาก อมัลกัม ดังนั้นในการบูรณะควรคำนึงถึงปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่หลังจากกรอแต่งและแรงที่ได้รับจากการบดเคี้ยว ซึ่งพบว่าในฟันหน้าแรงจากการบดเคี้ยวจะถ่ายทอดสู่ฟันในแนวราบมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับฟันหลังซึ่งจะรับแรงในแนวดิ่ง[48] และการใช้เดือยโลหะหล่อในฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันส่วนต้นน้อยจะมีรูปแบบการแตกแบบรากฟันแตก แต่เดือยเส้นใยแก้วและเดือยเส้นใยควอทซ์ให้ลักษณะการแตกที่สามารถแก้ไขได้ คือแตกที่บริเวณแกนฟันหรือส่วนคอฟันไม่มีการแตกที่รากฟัน[49] และได้มีผู้เสนอแนะวิธีการบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันและมีปริมาณเนื้อฟันโดยรอบน้อย คือการบูรณะด้วยการใช้เดือยฟันสำเร็จรูปที่มีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟัน ร่วมกับการใช้เรซินซีเมนต์ในการยึดและสร้างแกนฟันด้วย

เรซินคอมโพสิต เนื่องจากการสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตจะช่วยกระจายแรง ลดปริมาณความเค้น (Strain values) บริเวณคอฟัน (Cervical region of root surface)[36] และพบว่าการใช้วัสดุที่ทำแกนที่มีความแข็งมากเกินไปนั้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทิศทางของแรงจากปลายรากฟันไปสู่บริเวณคอฟันเป็นผลทำให้เนื้อฟันที่บางเกิดการแตกหักได้ ในบางการศึกษาแนะนำให้ใช้เดือยพลาสติกเพื่อช่วยส่งผ่านแสงทำให้วัสดุแข็งตัวเต็มที่ (ระบบLuminex 2000 SLTP) ทำให้เกิดการบ่มตัวของเรซินคอมโพสิตสมบูรณ์ขึ้น ลดช่องว่างและรูพรุนระหว่างเดือยและเรซินคอมโพสิตที่เสริมผนังคลองรากฟัน[50] และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณเนื้อฟันที่ผนังคลองรากฟันส่วนต้นน้อยต่างกันต่อแรงต้านทานการแตกหัก พบว่าค่าแรงต้านการแตกหักสัมพันธ์กับปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือปริมาณเนื้อฟันมากจะทำให้ค่าแรงต้านการแตกสูงกว่าปริมาณเนื้อฟันน้อย และพบว่าวัสดุทำแกนที่ต่างกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อมีปริมาณเนื้อฟันส่วนต้นเท่ากัน[51] แต่บางการศึกษากลับพบว่าความหนาของเนื้อฟันไม่สัมพันธ์กับระดับความล้มเหลวของความ สามารถในการต้านการแตกของฟัน(Failure threshold) แต่คลองรากฟันที่มีทรงสอบ(Taper) จะทำให้เกิดลักษณะลิ่ม (Wedging effect) แก่รากฟันได้และแนะนำว่าควรทำเฟอร์รูลสูงอย่างน้อย 1 มิลลิเมตรและไม่จำเป็นต้องทำการปาดเฉียงบนเนื้อฟัน(Contrabevel) เนื่องจากไม่เพิ่มความสามารถในการต้านการแตกของฟัน[52]

จากการศึกษาที่ผ่านมาเห็นได้ว่า เดือยและแกนฟันทำหน้าที่เป็นหลักยึดให้กับครอบฟันและทดแทนโครงสร้างของฟันที่สูญเสียไป และการทำครอบฟันทำให้ลักษณะการกระจายแรงสู่รากฟันเปลี่ยนแปลงไป เกิดการสะสมความเค้นที่บริเวณขอบของครอบฟันขณะมีการบดเคี้ยว

ปัจจุบันจึงนิยมใช้เดือยสำเร็จรูปร่วมกับการก่อแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากผลสำเร็จในการบูรณะเป็นที่น่าพอใจและประหยัดเวลาในการทำงาน ประกอบกับมีการพัฒนาวัสดุที่ใช้ทำเดือยให้มีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟันทำให้เกิดการดูดซับความเค้นและกระจายแรงสู่เนื้อฟันดีขึ้น ลดความเค้นภายในคลองรากฟัน ร่วมกับการพัฒนาสารยึดติดเพื่อเกิดการเชื่อมติดระหว่างวัสดุกับเนื้อฟันอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ก่อให้เกิดการรวมโครงสร้างของวัสดุบูรณะและเนื้อฟันให้เป็นหนึ่งเดียว ทำให้การกระจายแรงไปตามรากฟันดีขึ้น ลดโอกาสการเกิดการแตกหักของรากฟัน

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาต่างๆพบว่ามีผู้ได้นำเสนอวิธีการบูรณะแบบต่างๆและอธิบายในแง่ของปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่ แต่มีปัจจัยควบคุมที่แตกต่างกันไปในแต่ละการทดลอง แต่ยังไม่มีงานวิจัยใดที่ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการต้านการแตกของฟันที่ผ่านการรักษารากฟันมาแล้วแต่มีปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่แตกต่างกันภายหลังผ่านการบูรณะด้วยเดือยสำเร็จรูปร่วมกับก่อแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิต และเปรียบเทียบคุณสมบัติของเรซินคอมโพสิตและเรซินซีเมนต์ทั้ง

สองชนิด ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงทำการเปรียบเทียบความสามารถในการต้านการแตกในแนวดิ่งและรูปแบบการแตกของฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันที่เหลือต่างกันและการใช้เรซินคอมโพสิตและเรซินซีเมนต์ที่ต่างชนิดกันเพื่อเป็นประโยชน์และแนวทางให้ทันตแพทย์ทราบและเป็นประโยชน์ในการพัฒนาเรซินคอมโพสิตต่อไปในอนาคต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ศึกษา

1. ซี่ฟันกรามน้อยล่างแท้ซี่ที่สองของมนุษย์
2. เรซินคอมโพสิตทั้ง 2 ชนิดคือ มัลติคอร์โฟลว์ ชนิดบ่มตัวสองระบบและเรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลองจากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชนิดบ่มตัวด้วยแสง
3. เรซินซีเมนต์ทั้ง 2 ชนิดคือ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี เรซินซีเมนต์ และพานาเวียร์เอฟทูเรซินซีเมนต์

กลุ่มตัวอย่าง

1. ฟันกรามน้อยล่างแท้ซี่ที่สองของมนุษย์ปลายรากปิดเรียบร้อย มีคลองรากฟันเดียวและตรง ไม่มีร่องรอยผุ วัสดุอุดหรือการแตกหักใดๆ โดยมีความยาว รูปร่าง ขนาดและความหนาของปริมาณเนื้อฟันที่ใกล้เคียงกันที่ในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้น(Bucco-lingual)และในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง(Mesio-distal) ต้องไม่แตกต่างกันเกิน 1มม.[53] จำนวน 70 ซี่ นำมาทำความสะอาดฟันด้วยเครื่องขูดหินปูนและเก็บแช่ฟันด้วยสารละลายไทมอล (Thymol solution) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 [54] และเตรียมขนาดโพรงฟันให้มีความแตกต่างกันของปริมาณเนื้อฟันคือ 2 1.5 และ 1 มิลลิเมตร
2. เรซินคอมโพสิตทั้ง 2 ชนิดคือ
    - มัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต ชนิดบ่มตัวสองระบบ
    - เรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลองจากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชนิดบ่มตัวด้วยแสง
3. เรซินซีเมนต์ทั้ง 2 ชนิดคือ
    - ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์
    - พานาเวียร์เอฟทูเรซินซีเมนต์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. <u>วัสดุที่ใช้ในการวิจัย</u>
   1.1 มัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต ชนิดบ่มตัวสองระบบ
   1.2 เรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลองจากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชนิดบ่มตัวด้วยแสง (ส่วนประกอบ:ซิลิกาไดออกไซด์ (SiO_2) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.5 ไมครอน ร้อยละ 70.91, ซิลิกาไดออกไซด์ (SiO_2) ที่มีรูปร่างหลายเหลี่ยมขรุขระ ร้อยละ 1.82)
   1.3 เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอทซ์ดีทีไลท์โพสต์ เบอร์ 1
   1.4 ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์
   1.5 พานาเวียร์เอฟทูเรซินซีเมนต์
   1.6 ซิลิโคนชนิดพุตตี้ (Reprosil, Dentsply, York, PA , USA)
   1.7 ซิลิโคนเหลวใส (Neobond No.4 Silicone Sealant, Bangkruy, Nonthaburi, Thailand)
   1.8 อะคริลิกชนิดบ่มด้วยตัวเอง (Formatray acrylic resin, Kerr Corp., Romulus, CA, USA)
   1.9 ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอบนอก 22 มม.
2. <u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย</u>
   2.1 หัวกรอความเร็วสูง 330,000 รอบ/นาที (W&H Co., Bürmoos, Austria)
   2.2 หัวกรอความเร็วต่ำ (Micro-motor รุ่น Marathon-3, Marathon, Korea)
   2.3 เครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ (Isomet Low speed, Buehler, Lake Bluff, IL., USA)
   2.4 เครื่องฉายแสงอีลิปาร์ไตรไลท์ (Elipar Trilight, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA.) ความเข้มของแสง 800 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร
   2.5 เครื่องวัดความหนาเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ (Vernier Caliper)
   2.6 กล้องถ่ายภาพดิจิตัล (Fuji Finepix 9500, Fuji Photo Film Co., Ltd., Tokyo, Japan)
   2.7 หัวกรอกากเพชร No 524 (Flat ended taper diamond bur No. 524, Edenta AG, Switzerland)
   2.8 หัวขัดคอมโพเชพ No.4205L(Intensiv SA, Grancia, Switzerland)

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการทดสอบแรงต้านการแตกหักในแนวดิ่งของฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่โดยรอบแตกต่างกันและเปรียบเทียบชนิดของเรซินคอมโพสิต และเรซินซีเมนต์ที่แตกต่างกันเมื่อบูรณะด้วยเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอทซ์และสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิต

โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

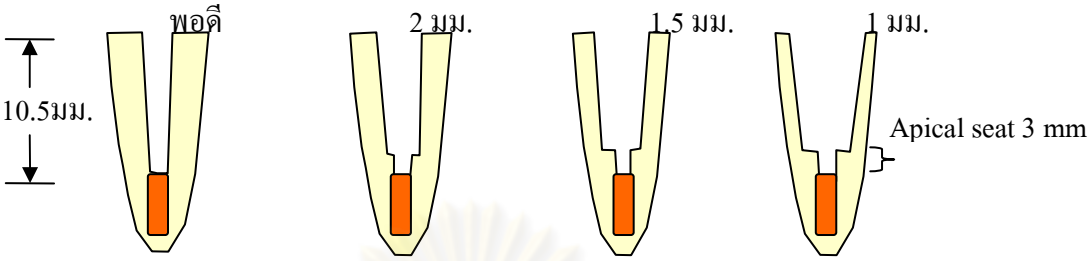
ตอนที่ 1 : ทดสอบความต้านทานการแตกหักในแนวดิ่งของฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่โดยรอบแตกต่างกัน

ตัวแปรต้น คือ ปริมาณเนื้อฟันโดยรอบที่แตกต่างกัน

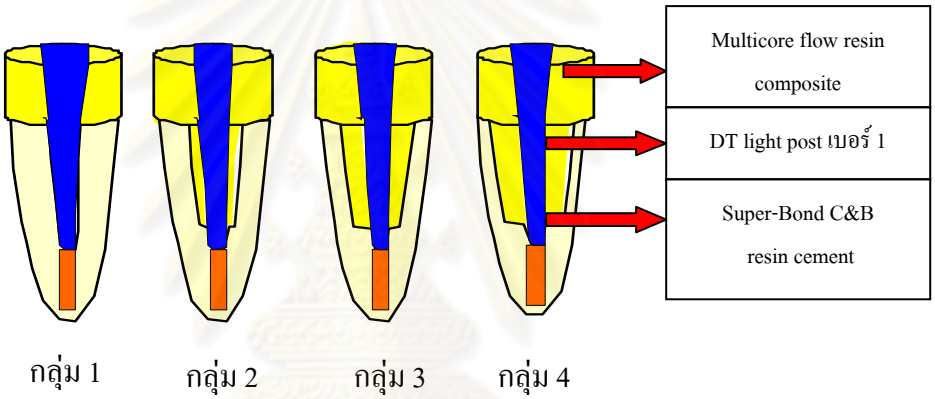
ตัวแปรตาม คือ แรงต้านการแตกและรูปแบบการแตก

ตัวแปรควบคุม คือ
- เดือยเส้นใยควอทซ์ดีทีไลท์โพสต์ เบอร์ 1
- มัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต ชนิดบ่มตัวสองระบบ
- เรซินซีเมนต์ที่ใช้คือ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์

- กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุมฟันกลุ่มนี้เป็นฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันโดยที่มีผนังคลองรากฟันปกติและเตรียมให้พอดีกับเดือยสำเร็จรูปและสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตและยึดด้วยซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์
- กลุ่มที่ 2 ฟันกลุ่มนี้เป็นฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันโดยเตรียมผนังคลองรากฟันให้ปริมาณเนื้อฟันมีความหนาโดยรอบ 2 มม. และบูรณะโดยใส่เดือยสำเร็จรูปและสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตและยึดด้วยซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์
- กลุ่มที่ 3 ฟันกลุ่มนี้เป็นฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันโดยเตรียมผนังคลองรากฟันให้ปริมาณเนื้อฟันมีความหนาโดยรอบ 1.5 มม. และบูรณะโดยใส่เดือยสำเร็จรูปและสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตและยึดด้วยซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์
- กลุ่มที่ 4 ฟันกลุ่มนี้เป็นฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันโดยเตรียมผนังคลองรากฟันให้ปริมาณเนื้อฟันมีความหนาโดยรอบ 1 มม. และบูรณะโดยใส่เดือยสำเร็จรูปและสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตและยึดด้วยซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่โดยรอบแตกต่างกันในกลุ่ม 1ถึง 4



ภาพที่ 3 แสดงการบูรณะฟันในกลุ่มที่ 1 ถึง 4

ตอนที่ 2: ทดสอบความต้านทานการแตกหักในแนวดิ่งของฟันที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตต่างชนิดกัน

ตัวแปรต้น คือ ชนิดของเรซินคอมโพสิต2 ชนิดที่แตกต่างกัน คือ

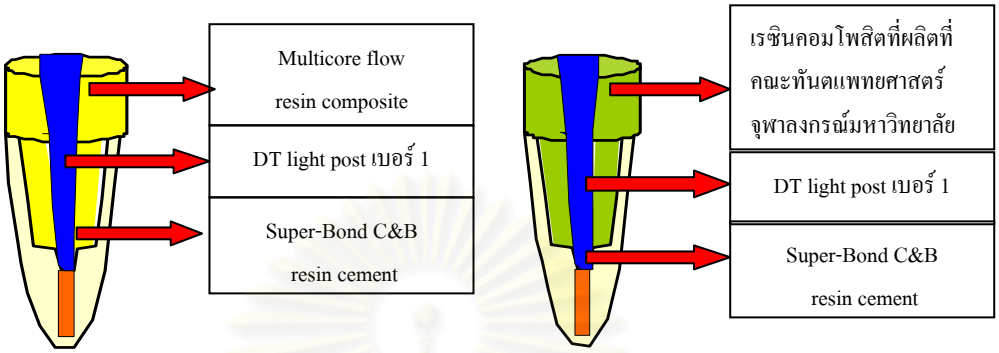
- มัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต ชนิดบ่มตัวสองระบบ
- เรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลองจากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยชนิดบ่มตัวด้วยแสง

ตัวแปรตาม คือ แรงต้านการแตกและรูปแบบการแตก

ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่โดยรอบ 1 มิลลิเมตร เดือยเส้นใยควอทซ์ดีทีไลท์โพสต์ เบอร์ 1และเรซินซีเมนต์ที่ใช้คือ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์

- กลุ่มที่ 5 ฟันกลุ่มนี้เป็นฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันโดยเตรียมผนังคลองรากฟันให้ปริมาณเนื้อฟันมีความหนาโดยรอบ 1 มม. และบูรณะโดยใส่เดือยสำเร็จรูปและ

สร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลองจากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



กลุ่ม 4 กลุ่ม 5

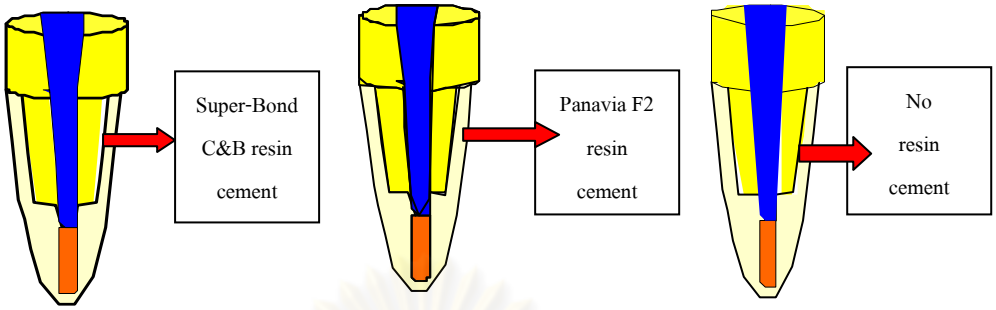
ภาพที่ 4 แสดงการบูรณะฟันเปรียบเทียบกลุ่มที่ใช้เรซินคอมโพสิตต่างชนิดกัน ในกลุ่มที่ 4 และ 5

ตอนที่ 3 : ทดสอบแรงต้านการแตกหักในแนวดิ่งของการบูรณะฟันที่ไม่ใช้เรซินซีเมนต์และใช้เรซินซีเมนต์ต่างชนิดกัน คือ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์ และ พานาเวียร์เอฟทู เรซินซีเมนต์

ตัวแปรตาม คือ แรงต้านการแตกและรูปแบบการแตก

ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่โดยรอบ 1 มิลลิเมตร เดือยเส้นใยควอทซ์ดีทีไลท์โพสต์เบอร์ 1 และมัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต ชนิดบ่มตัวสองระบบ

- กลุ่มที่ 6 ฟันกลุ่มนี้เป็นฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟัน โดยเตรียมผนังคลองรากฟันให้ปริมาณเนื้อฟันมีความหนาโดยรอบ 1 มม.และบูรณะโดยใส่เดือยสำเร็จรูปและสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิต โดยใช้พานาเวียร์เอฟทูเรซินซีเมนต์เป็นตัวยึด
- กลุ่มที่ 7 ฟันกลุ่มนี้เป็นฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟัน โดยเตรียมผนังคลองรากฟันให้ปริมาณเนื้อฟันมีความหนาโดยรอบ 1 มม.และบูรณะโดยใส่เดือยสำเร็จรูปและสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิต โดยไม่ใช้เรซินซีเมนต์เป็นตัวยึด



กลุ่ม 4 กลุ่ม 6 กลุ่ม 7

ภาพที่ 5 แสดงการบูรณะฟันเปรียบเทียบกลุ่มที่ไม่ใช้เรซินซีเมนต์ในกลุ่มที่ 7 และใช้เรซินซีเมนต์ต่างชนิดกันในกลุ่มที่ 4 และ 6

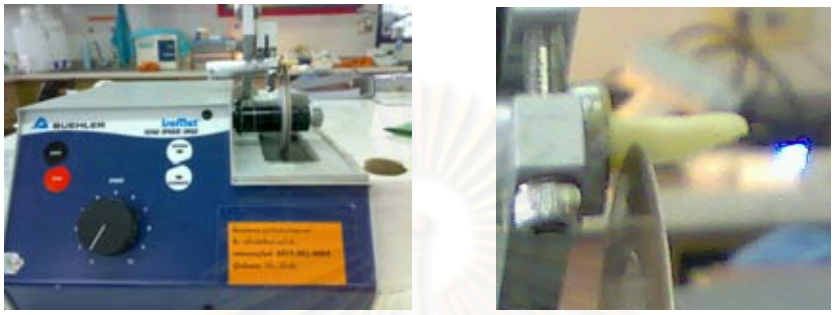
วิธีการเตรียมชิ้นตัวอย่าง

การคัดเลือกฟัน

ใช้ฟันถอนของมนุษย์ซี่ฟันกรามน้อยล่างแท้ของมนุษย์ปลายรากปิดเรียบร้อย มีคลองรากฟันเดียวและตรง ซึ่งที่ไม่มีร่องรอยผุ วัสดุอุดหรือการแตกหักใดๆ โดยมีความยาว รูปร่าง ขนาดและความหนาของปริมาณเนื้อฟันที่ใกล้เคียงกันที่ในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้นและในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางต้องไม่แตกต่างกันเกิน 1มม.[53] จำนวน 70 ซี่ นำมาทำความสะอาดฟันด้วยเครื่องขูดหินปูนและเก็บแช่ฟันด้วยสารละลายไทมอลความเข้มข้นร้อยละ 0.1[54] หลังจากนั้นทำการแบ่งฟันออกเป็น 7 กลุ่มกลุ่มละ 10 ซี่ ตามที่กล่าวไว้ข้างต้น โดยวิธีสุ่ม

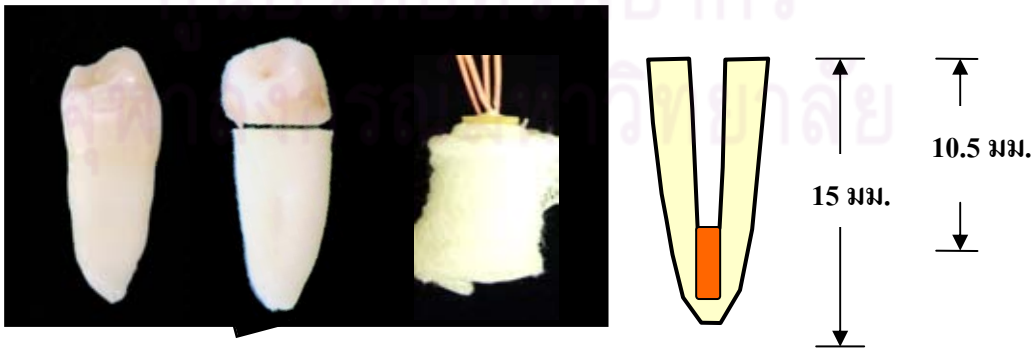
การเตรียมคลองรากฟัน

1. ตัดส่วนตัวฟันออกด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ ที่บริเวณพอดีระหว่างรอยต่อของเคลือบฟันและเคลือบรากฟันให้ได้ผิวเรียบเสมอแนวราบและตั้งฉากกับแนวแกนฟันและรากฟันมีความยาว 15 มม.



ภาพที่ 6 แสดงการตัดฟันด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ

2. รักษาคลองรากฟันโดยให้ความยาวของ working length ยาว14.5 มิลลิเมตรและขยายคลองรากฟันจนถึงเบอร์ 40 แล้วทำการสเตปแบ็ก (Step-back) ขึ้นมา 3 ขนาด ล้างและทำความสะอาดด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 และระหว่างการรักษาคลองรากฟันใช้ผ้าก๊อซชุบน้ำเกลือหมาดๆหุ้มรอบฟัน เพื่อให้ฟันมีความชุ่มชื้น ป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากฟัน จากนั้นทำการซับคลองรากฟันให้แห้งและอุดด้วยวิธีแลเทอรัลคอนเดนเซชั่น (Lateral condensation)
3. การเตรียมคลองรากฟันโดยใช้หัวกรอของเดือยเส้นใยควอทซ์ D.T. Light-Post เบอร์ 1 กรอลงไปลึก 10.5 มิลลิเมตร



ก ข

ภาพที่ 7 แสดงลักษณะรากฟันที่ใช้ทดสอบและลักษณะการใช้ผ้าก๊อซหุ้มรอบรากฟันขณะรักษารากฟัน(ก)และแผนภาพความยาวของช่องว่างสำหรับใส่เดือยฟัน(ข)

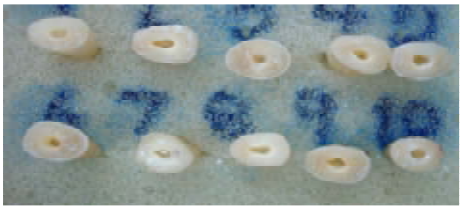
4. ทำการเตรียมโพรงฟันโดยกลุ่มที่ 1 มีปริมาณเนื้อฟันเหลือโดยรอบหลังจากเตรียมด้วยหัวกรอของดีทีไลท์โพสต์ เบอร์ 1 ส่วนกลุ่มที่ 2 3 และ 4 มีเนื้อฟันเหลือโดยรอบขนาดความหนา 2 1.5 และ 1 มม. ตามลำดับ ทุกกลุ่มใช้หัวกรอของดีทีไลท์โพสต์ เบอร์ 1 กรอลงไปลึก 10.5 มม.และใช้หัวกรอกากเพชร เบอร์ 524 เตรียมขนาดภายในคลองรากฟันให้มีความหนาของเนื้อฟันเหลืออยู่แตกต่างกันคือ 2 1.5 และ 1 มม. ตามแต่ละกลุ่ม โดยกรอให้มีความลึก 7.5 มม.จากส่วนต้นของรากฟัน โดยให้เหลือส่วนปลาย 3 มม. เป็นช่องให้ใส่เดือยเพื่อกำหนดตำแหน่ง (Apical seat) ของเดือยสำเร็จรูปให้ตรงตำแหน่งเดิมซึ่งจะทำให้เดือยสำเร็จรูปมีส่วนแนบขนานกับคลองราก (ดังภาพที่ 7) ขนาดของฟันภายหลังการเตรียมโพรงฟันควบคุมให้มีขนาดใกล้เคียงกันแตกต่างไม่เกิน 0.05 มม. ด้วยเครื่องวัดความหนาเวอร์เนียร์คาลิเปอร์และภาพถ่ายรังสีทั้งในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้นและในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง เพื่อตรวจความหนาของเนื้อฟันหลังจากการเตรียมโพรงฟันอีกครั้ง เพื่อให้มีความหนาที่เท่ากันในทุกๆด้าน โดยการวัดความหนาของเนื้อฟันจะวัด 3 ระดับ โดยแต่ละระดับห่างกัน 2.5 มิลลิเมตร[49,51,55]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

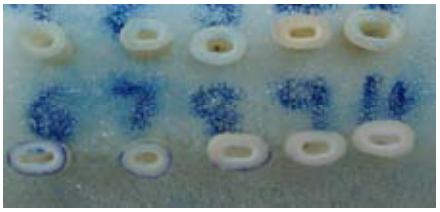
ตอนที่ 1 ทดสอบแรงต้านการแตกหักในแนวดิ่งของฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่โดยรอบแตกต่างกัน โดยเปรียบเทียบกลุ่มที่ 1 ถึงกลุ่มที่ 4 ฟันกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมฟันกลุ่มนี้เป็นฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันโดยที่มีผนังคลองรากฟันปกติ และเตรียมฟันให้พอดีกับเดือยสำเร็จรูป ส่วนกลุ่มที่ 2 ถึงกลุ่มที่ 4 เป็นที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันโดยที่เตรียมผนังคลองรากฟันส่วนต้นให้มีความหนาโดยรอบ 2 1.5 และ 1 มม.ตามลำดับ ทำการเตรียมผิวภายในคลองรากฟันด้วยสารละลายที่ประกอบด้วยกรดซิตริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 และ เฟอริกคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 จากนั้นยึดเดือยด้วยซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ทำการทาภายในคลองรากฟันให้ทั่วพร้อมทั้งทารอบเดือยสำเร็จรูปและใส่เดือยเส้นใยควอทซ์ดีทีไลท์โพสต์ เบอร์ 1 ลงในคลองรากฟันตามที่ได้เตรียมไว้ และฉีดมัลติคอร์โฟลว์ เรซินคอมโพสิตให้เต็ม โดยมีแบบพลาสติกใสในการกำหนดรูปร่างและขนาดของส่วนแกนที่สร้างด้วยเรซินคอมโพสิตและทำให้วัสดุแข็งตัวโดยการฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงอีลิปาร์ไทรไลท์ ที่มีความเข้มของแสง 800 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตรเป็นเวลา 40 วินาทีทุกด้านภายหลังวัสดุแข็งตัวแล้วทำการแต่งแกน เรซินคอมโพสิตที่ก่อขึ้นมานั้นให้มีรูปร่างทรงกระบอกขนาดความสูง 5 มม.เท่ากันทุกชิ้นงาน[56-58] โดยใช้หัวกรอกากเพชรความเร็วสูงชนิดละเอียด หัวขัดคอมโพเชพ เบอร์4205L แต่งรูปร่างแกนฟันให้เรียบ ดังรูปที่ 2 หลังจากนั้นนำชิ้นงานที่ได้ไปตรวจด้วยภาพรังสีอีกครั้งเพื่อตรวจการไหลแผ่ของซีเมนต์และความแน่นเต็มของวัสดุเพื่อไม่ให้มีรูพรุนภายในเนื้อวัสดุ

ก ข ค

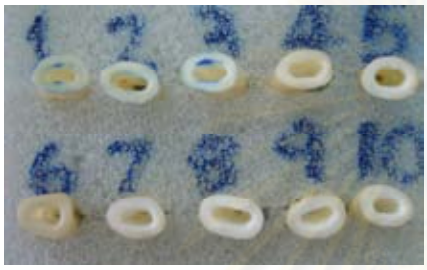
ภาพที่ 8 แสดงวัสดุที่ใช้ในการศึกษาตอนที่ 1 คือ เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอทซ์ (D.T. light-post เบอร์1 (ก), Super-Bond C&B resin cement (ข), Multicore Flow resin composite (ค)



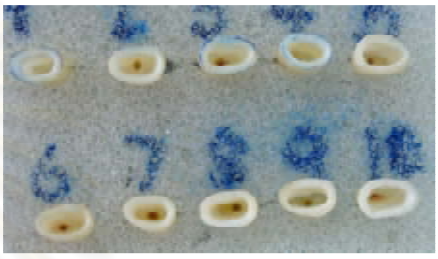
กลุ่มที่ 1



กลุ่มที่ 2



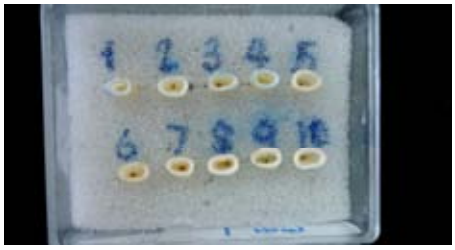
กลุ่มที่ 3



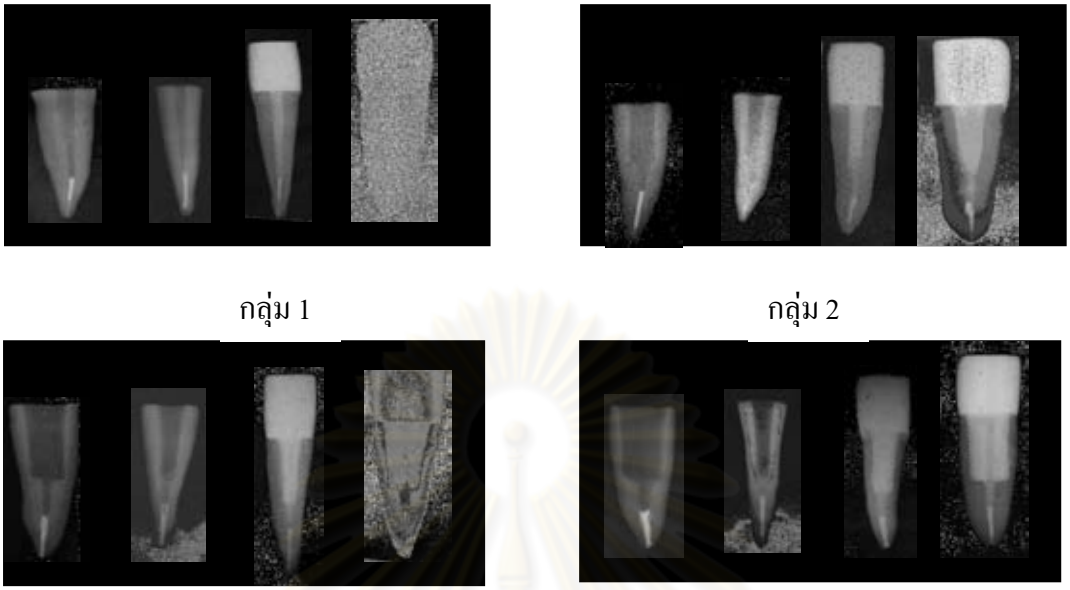
กลุ่มที่ 4

ภาพที่ 9 แสดงปริมาณเนื้อฟันที่เหลือโดยรอบแตกต่างกันของกลุ่มที่ 1 ถึง 4

ภาพที่ 10 แสดงการวัดปริมาณเนื้อฟันโดยวิธีใช้เครื่องวัดความหนาเวอร์เนียร์คาลิเปอร์



ภาพที่ 11 แสดงการเก็บรักษาชิ้นตัวอย่างภายใต้ความชื้นโดยใส่กล่องที่ข้างใต้มีฟองน้ำและ ปิดฝาเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำของฟัน



กลุ่ม 1 กลุ่ม 2

กลุ่ม 3 กลุ่ม 4

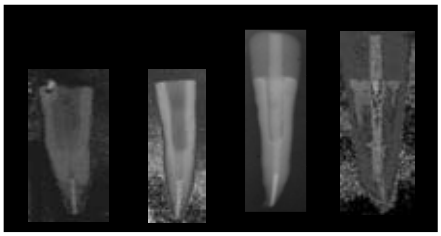
ภาพที่ 12 แสดงภาพถ่ายรังสีทั้งในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้นและในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางก่อนและหลังการบูรณะโดยมีปริมาณเนื้อฟันที่เหลือโดยรอบแตกต่างกันของกลุ่มที่ 1ถึง 4

ตอนที่ 2 ทดสอบแรงต้านการแตกหักในแนวดิ่งของฟันที่สร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตที่แตกต่างกัน โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ 4 และกลุ่มที่ 5 ทำการเตรียมโพรงฟันเหมือนกันทั้งสองกลุ่มให้มีปริมาณเนื้อฟันเหลืออยู่โดยรอบ 1 มม. แตกต่างกันที่ กลุ่มที่ 4 ใช้มัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต กลุ่มที่ 5 ใช้เรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลองจากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวทางเคมี การบูรณะกลุ่มที่ 5 ทำการเตรียมผิวภายในคลองรากฟันด้วยสารละลายที่ประกอบด้วยกรดซิตริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 และเฟอริกคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 จากนั้นยึดเดือยด้วยซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ทำการทาภายในคลองรากฟันให้ทั่วพร้อมทั้งทารอบเดือยสำเร็จรูปและใส่เดือยเส้นใยควอทซ์ดีทีไลท์โพสต์ เบอร์ 1 ลงในคลองรากฟันตามที่ได้เตรียมไว้ และค่อย ๆ หมุนเดือยฟันตามทิศทางเข็มนาฬิกาเข้าไปในคลองรากฟัน กำจัดซีเมนต์ส่วนเกินออก สร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตให้เต็มโดยมีแม่แบบพลาสติกใสเป็นแบบในการกำหนดรูปร่างหลังจากนั้นนำชิ้นงานที่ได้ไปตรวจด้วยภาพรังสี

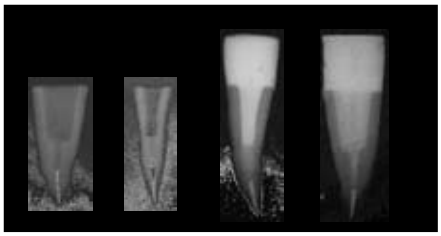
ตอนที่ 3 ทดสอบแรงต้านทานการแตกหักในแนวดิ่งของการบูรณะฟันที่ไม่ใช้เรซินซีเมนต์และใช้เรซินซีเมนต์ต่างชนิดกัน คือ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์ และพานาเวียร์เอฟทูเรซินซีเมนต์ โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ 4 6 และ 7 โดยที่การเตรียมลักษณะคลองรากฟันเหมือนกันทั้งสามกลุ่ม ให้มีปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่โดยรอบ 1 มม. แตกต่างกันที่การใช้เรซินซีเมนต์ต่างชนิดกัน โดยที่กลุ่มที่ 4 ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์ ทำการบูรณะโดยใส่เดือยสำเร็จรูปและฉีดมัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิตให้เต็มแบบพลาสติกใส ส่วนกลุ่มที่ 6 ใช้พานาเวียร์เอฟทูเรซินซีเมนต์ โดยทา ED primer ให้ทั่วผิวคลองรากฟัน ทิ้งไว้ 30 วินาที เป่าลมเบา ๆ จากนั้นผสมเรซินซีเมนต์และทำการทาภายในคลองรากฟันให้ทั่วพร้อมทั้งทารอบเดือยสำเร็จรูป และค่อย ๆ หมุนเดือยฟันตามทิศทางเข็มนาฬิกาเข้าไปในคลองรากฟันและทำการฉีดมัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิตทำขั้นตอนเหมือนกับตอนที่ 1 ส่วนกลุ่มที่ 7 ทำการบูรณะเช่นเดียวกับตอนที่ 1 แต่ไม่ใช้เรซินซีเมนต์

ภาพที่ 13 แสดงเรซินซีเมนต์ยี่ห้อพานาเวียร์เอฟทู.

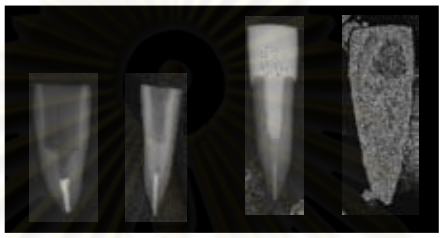
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



กลุ่มที่ 5



กลุ่มที่ 6



กลุ่มที่ 7

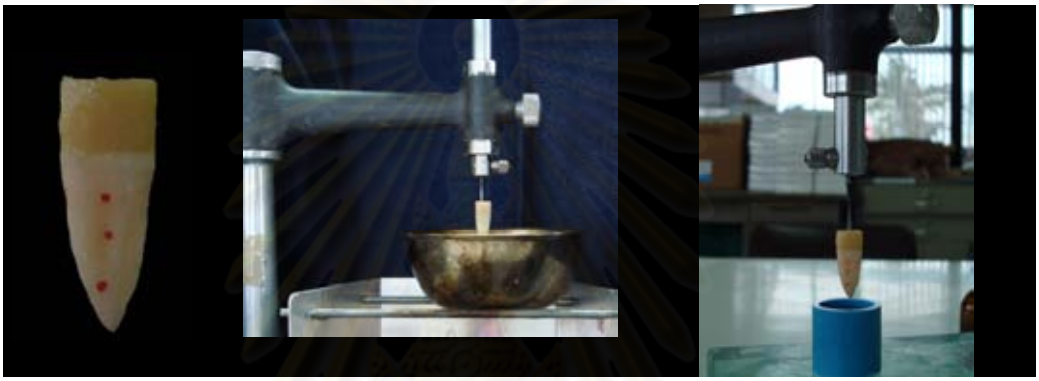
ภาพที่ 14 แสดงภาพถ่ายรังสีทั้งในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้นและในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางก่อนและหลังการบูรณะโดยใช้เรซินคอมโพสิตและเรซินซีเมนต์ต่างชนิดกันของกลุ่มที่ 5 ถึง 7

การเตรียมฟันลงบล็อก

1. ใช้บล็อกท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอบนอก 22 มิลลิเมตร สูง 2 เซนติเมตร
2. นำฟันที่เตรียมไว้นำมาเคลือบด้วยขี้ผึ้งสีชมพู โดยให้แนวแกนฟันตั้งฉากกับพื้นราบโดยใช้เครื่องกำหนดความขนานยึดกับฟันและจุ่มรากฟันลงในขี้ผึ้งเหลวให้มีความหนาโดยรอบ 0.2 มิลลิเมตรเพื่อใช้เป็นพื้นที่สำหรับทำเอ็นยึดปริทันต์เทียม[52] โดยกำหนดจุดวัดความหนาของขี้ผึ้งที่เคลือบรากฟัน 3 จุดเพื่อให้ขี้ผึ้งมีความหนาเท่ากัน แล้วจึงนำไปฝังในอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยตนเอง โดยให้ขอบของรากฟันสูงจากขอบขึ้นมา 2 มิลลิเมตร เมื่ออะคริลิกเรซินเริ่มแข็งตัวให้นำไปแช่ในน้ำเพื่อลดความร้อนจากการบ่มตัวของอะคริลิกเรซินซึ่งอาจทำลายคุณสมบัติของเนื้อฟัน[59] เมื่ออะคริลิกเริ่มแข็งตัวก็ดึงรากฟันออกมาเพื่อป้องกันความร้อนจากการแข็งตัวของอะคริลิก แล้วก็นำใส่กลับเข้าไปในบล็อก หลังจากนั้นใช้ซิลิโคนชนิดพุตตี้ พิมพ์บล็อกฟันที่เพื่อเป็นแบบในการนำรากฟันกลับเข้าสู่ตำแหน่งเดิม[24,60,61]

3. ทำเอ็นยึดปริทันต์จำลองโดยการนำฟันออกจากบล็อกแล้วกำจัดขี้ผึ้งออกจากนั้นนำซิลิโคนใส และนำฟันใส่ในบล็อกอะคริลิกโดยใช้แบบซิลิโคนเป็นตัวกำหนดตำแหน่งให้ฟันแนบสนิทและอยู่ในตำแหน่งเดิม ทิ้งไว้รอจนซิลิโคนแข็งตัวและตัดแต่งซิลิโคนส่วนเกินออก [24,60,61]

เก็บชิ้นงานทดสอบไว้ในกล่องที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากฟันและให้ซีเมนต์มีการแข็งตัว



ก ข ค

ภาพที่ 15 แสดงลักษณะชิ้นงานก่อนเคลือบขี้ผึ้ง (ก), การเคลือบรากฟันด้วยขี้ผึ้ง (ข), การลงบล็อกยึดฟันโดยใช้เครื่องวัดความขนาน (Surveyer) (ค)

ก ข ค

ภาพที่ 16 แสดงการทำแม่แบบซิลิโคน (ก และข), ซิลิโคนเหลวใสนีโอบอนด์เบอร์ 4 (ค)

ภาพที่ 17 แสดงชิ้นตัวอย่างที่พร้อมนำไปทดสอบความต้านทานการแตก

การทดสอบแรงต้านการแตก (Fracture resistance test)

นำชิ้นงานที่ได้ไปทดสอบแรงต้านการแตกด้วยเครื่องทดสอบแรงสากล (Instron 8872, Instron, Fareham, UK.) กดหัวทดสอบโดยใช้ความเร็วหัวกด (Cross head speed) 2 มม./นาที ในแนวดิ่งบนกึ่งกลางฟัน กดจนรากฟันหรือเดือยฟันหรือตัวแกนฟันแตก ซึ่งจะสามารถสังเกตจากการที่ค่าของแรงกดลดลงทันที บันทึกแรงสูงสุดที่ทำให้เกิดการแตกมีหน่วยเป็นนิวตัน และสังเกตรูปแบบการแตกหักที่เกิดขึ้นด้วยตาเปล่า

ภาพที่ 18 แสดงการจำลองแนวการวางชิ้นงาน ขณะใช้หัวกดทดสอบแรงต้านทานการแตก

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาตอนที่ 1 และ 3 นำผลค่าเฉลี่ยของแรงที่ทำให้เกิดการแตกของรากฟันหรือเดือยฟันหรือแกนฟันมาเปรียบเทียบทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเอส พี เอส เอส รุ่น 11.5 (SPSS, Chicago, Ill., USA) กำหนดค่านัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ตอนที่ 2 นำผลค่าเฉลี่ยของแรงที่ทำให้เกิดการแตกของรากฟันหรือเดือยฟันหรือแกนฟันมาเปรียบเทียบทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ Independent Samples Test รวมทั้งสังเกตรูปแบบการแตกของชิ้นตัวอย่างที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่ม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการทดสอบความต้านทานการแตกของฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันเหลือภายในคลองรากฟันโดยรอบแตกต่างกันหลังจากบูรณะด้วยเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอทซ์โดยใช้เรซินซีเมนต์เป็นตัวยึดร่วมกับการสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิต แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยแรงที่ทำให้เกิดการแตกของชิ้นตัวอย่างและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละกลุ่ม

กลุ่ม	แรงต้านการแตก (Mean ± S.D.)
1. เนื้อฟันพอดีกับเดือยสำเร็จรูป	1141.72 ±176.8
2. เนื้อฟันโดยรอบ 2 มม.	1080.38±90.0
3. เนื้อฟันโดยรอบ 1.5 มม.	1086.41±55.0
4. เนื้อฟันโดยรอบ 1 มม.	1040.52±58.4 *
5. เนื้อฟันโดยรอบ 1 มม. (คอมโพสิตจากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาฯ)	1101.53±199.3
6. เนื้อฟันโดยรอบ 1 มม. (พานาเวียร์ เอฟทู เรซินซีเมนต์)	1017.73±167.1
7. เนื้อฟันโดยรอบ 1 มม. (ไม่ใช้เรซินซีเมนต์)	903.15±122.9 *

* แสดงกลุ่มที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตอนที่1 เมื่อนำค่าแรงทั้งหมดในแต่ละกลุ่มไปทดสอบการกระจายตัวพบว่าข้อมูลมีการกระจายเป็นปกติ และเมื่อทดสอบความแปรปรวนด้วยการทดสอบแบบลีวีน (Levene's Test) พบว่า ข้อมูลทั้ง 4 กลุ่มมีค่าความแปรปรวนเท่ากัน (ภาคผนวก)

เปรียบเทียบปริมาณเนื้อฟันที่เหลือโดยรอบพบว่า กลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีปริมาณเนื้อฟันพอดีกับเดือยสำเร็จรูป จะมีค่าแรงต้านการแตกเฉลี่ยสูงที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบค่าแรงต้านการแตกในกลุ่มที่ 1 ถึงกลุ่มที่ 4 จะมีค่าตั้งแต่ 1040.52 จนถึง 1141.72 นิวตัน เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์การแปรปรวนทางเดียว (One way ANOVA) พบว่า ทุกกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) (ภาคผนวก)

จึงสรุปได้ว่า แรงต้านการแตกของฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันที่แตกต่างกันหลังจากได้รับการบูรณะด้วยเดือยสำเร็จรูปและสร้างแกนฟันด้วยมัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต ร่วมกับการใช้สารยึดติดคือซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี เรซินซีเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตอนที่2 เปรียบเทียบกลุ่มที่ 4 และกลุ่มที่ 5 ที่มีปริมาณเนื้อฟันโดยรอบเท่ากันคือ 1 มิลลิเมตร บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตต่างชนิดกัน พบว่าจะมีค่าตั้งแต่ 1040.52 นิวตันและ 1101.53 นิวตัน ตามลำดับ ค่าแรงต้านการแตกของเรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลองจากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยให้ค่าที่สูงกว่ามัลคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยสถิติทีเทสต์ (Independent Samples Test) พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ภาคผนวก)

ตอนที่3 เปรียบเทียบกลุ่มที่4 6 และ 7 ที่มีปริมาณเนื้อฟันโดยรอบเท่ากันคือ 1 มิลลิเมตร บูรณะด้วยการไม่ใช้เรซินซีเมนต์และใช้เรซินซีเมนต์ต่างชนิดกัน พบว่ามีค่าตั้งแต่ 903.15 จนถึง 1040.52 นิวตัน เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ค่าการแปรปรวนพบว่า มีค่าความแปรปรวนไม่เท่ากัน จึงใช้การวิเคราะห์ Robust Tests of Equality of Means (Welch) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) และทำการทดสอบเปรียบเทียบเชิงซ้อนแบบแทมเฮน (Tamhane) เพื่อวิเคราะห์ความต่างของกลุ่มศึกษาพบว่า กลุ่มที่ 4 มีค่าแรงที่ทำให้เกิดการแตกของชิ้นตัวอย่างแตกต่างกับกลุ่มที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปแบบการแตก

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณร้อยละรูปแบบการแตกในแต่ละกลุ่ม

ร้อยละรูปแบบการแตก (ตำแหน่ง)				
กลุ่ม	**ภายในแกนฟัน**	**รอยต่อระหว่างแกนฟันและเนื้อฟัน**	**รากฟันเสมอขอบของอะคริลิกบล็อก**	**รากฟันใต้ต่ออะคริลิกบล็อก 1-1.5มม.**
1. เนื้อฟันพอดีกับเดือยสำเร็จรูป	70	20	0	10
2. เนื้อฟันโดยรอบ 2 มม.	70	30	0	0
3. เนื้อฟันโดยรอบ 1.5 มม.	60	10	20	10
4. เนื้อฟันโดยรอบ 1 มม.	60	20	20	0
5.เนื้อฟันโดยรอบ 1 มม. (คอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลอง)	50	0	30	20
6. เนื้อฟันโดยรอบ 1 มม. (พานาเวียร์ เอฟทู เรซินซีเมนต์)	60	30	10	0
7. เนื้อฟันโดยรอบ 1 มม. (ไม่ใช้เรซินซีเมนต์)	100	0	0	0

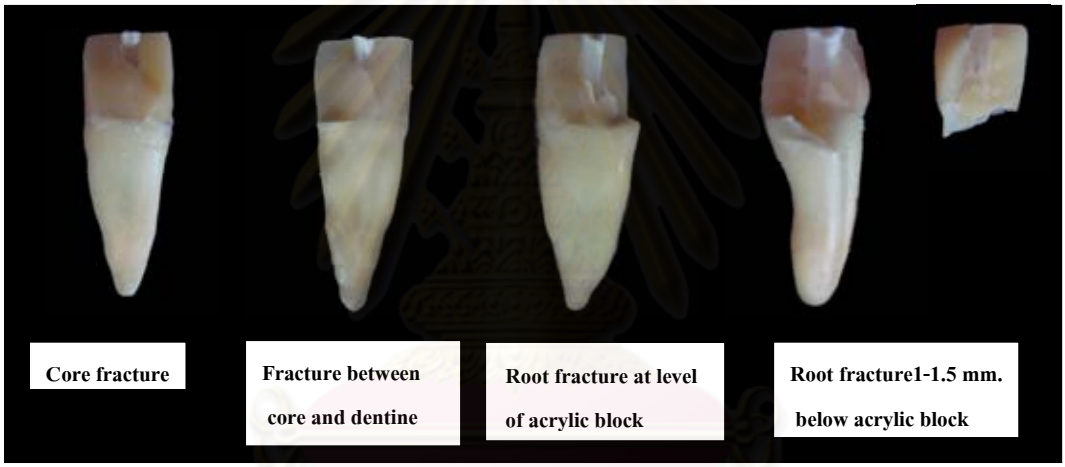
จากรูปที่ 19-21 แสดงลักษณะการแตกหักแบบต่างๆ เมื่อพิจารณาถึงความถี่ของรูปแบบการแตกหักของทุกกลุ่ม ซึ่งแสดงในตารางที่ 2 พบว่า

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณเนื้อฟันที่แตกต่างกันของกลุ่มที่ 1 ถึงกลุ่มที่ 4 พบว่า ความถี่ของรูปแบบการแตกหักที่เกิดบริเวณภายในวัสดุสร้างแกนฟันและบริเวณรอยต่อของฟันและวัสดุสร้างแกนฟันสูงถึงร้อยละ 80 โดยมีประมาณร้อยละ 10-20 ที่มีรูปแบบการแตกอยู่บริเวณรากฟันทั้งในส่วนที่แตกพอดีบริเวณขอบของอะคริลิกบล็อกและแตกใต้ต่อขอบของอะคริลิกบล็อกประมาณ 1-1.5 มม.

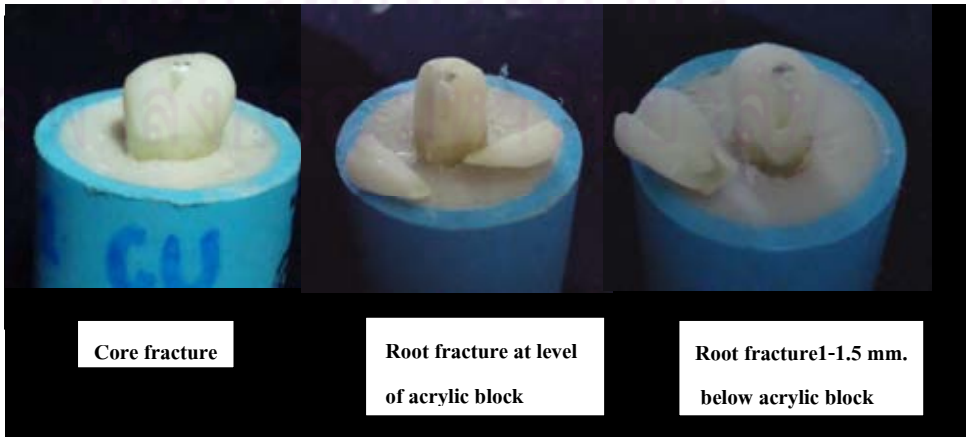
ตอนที่ 2 เปรียบเทียบเรซินคอมโพสิตที่แตกต่างกันในกลุ่มที่ 4 และ 5 พบว่ามีความแตกต่างกันคือร้อยละ 50 ของรูปแบบการแตกหักในกลุ่มที่ใช้เรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลองจากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจะอยู่ภายในแกนฟัน ไม่มีการแตกที่บริเวณรอยต่อระหว่างแกนฟันและเนื้อฟัน

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบการไม่ใช้เรซินซีเมนต์และใช้เรซินซีเมนต์ต่างชนิดกันในกลุ่มที่ 4 6 และ 7 พบว่า ในกลุ่มที่ 4 และ 6 มีความถี่ของรูปแบบการแตกหักที่เกิดบริเวณภายในวัสดุสร้างแกนฟันและบริเวณรอยต่อของฟันและวัสดุสร้างแกนฟันสูงถึงร้อยละ 80 โดยมีประมาณร้อยละ 10-20 ที่มีรูปแบบการแตกอยู่บริเวณรากฟันทั้งในส่วนที่แตกพอดีบริเวณขอบของอะคริลิกบล็อกและแตกใต้ต่อขอบของอะคริลิกบล็อกประมาณ 1-1.5 มม. ในขณะที่กลุ่มที่ 7 ที่ไม่ใช้เรซินซีเมนต์ มีรูปแบบการแตกหักอยู่ที่แกนฟันเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ไม่มีการแตกที่ตำแหน่งอื่น

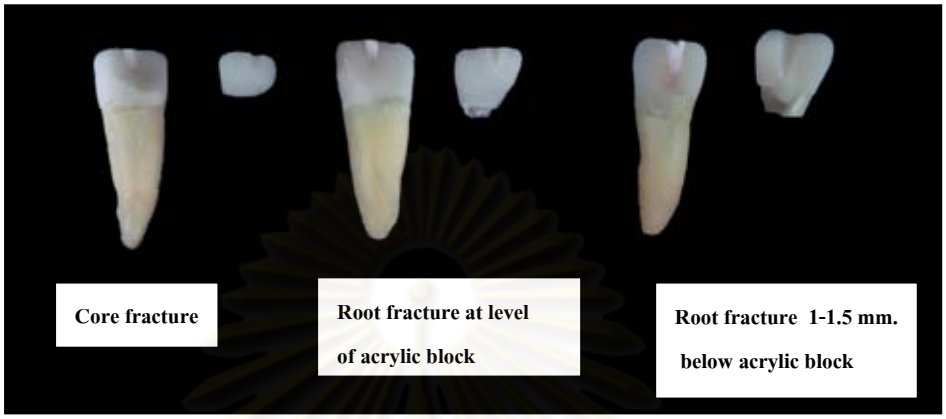
แต่ทั้งนี้รูปแบบการแตกหักของทุกกลุ่มไม่พบการการแตกหักของรากฟันในแนวดิ่งและแนวนอน (Vertical or horizontal root fracture) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับสภาวะที่เกิดในช่องปากจะพบว่าการแตกลักษณะนี้สามารถที่จะบูรณะซ่อมแซมได้



ภาพที่19 แสดงรูปแบบการแตกในแต่ละแบบ



ภาพที่20 แสดงรูปแบบการแตกในแต่ละแบบของกลุ่มที่ 5 ขณะชิ้นงานอยู่ในบล็อก



ภาพที่21 แสดงรูปแบบการแตกในแต่ละแบบของกลุ่มที่ 5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

อภิปรายผล สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

อภิปรายวัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองภายในห้องปฏิบัติการ เพื่อทดสอบแรงต้านการแตกของการบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันโดยที่มีปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่โดยรอบแตกต่างกัน และร่วมกับการการสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตและยึดด้วยเรซินซีเมนต์ที่ต่างชนิดกัน ซึ่งการทดลองครั้งนี้ทำในฟันมนุษย์ซี่ฟันกรามน้อยล่างซี่ที่สอง โดยการสร้างเลียนแบบฟันที่มีผนังคลองรากฟันมีปริมาณที่แตกต่างกันนั้น ทำโดยการเตรียมคลองรากฟันให้มีขนาดพอดีกับเดือยฟันและมีเนื้อฟันโดยรอบเหลืออยู่ 2 1.5 และ 1 มิลลิเมตร รูปร่างของคลองรากฟันที่ได้อาจมีขนาดไม่เท่ากันทุกซี่ แต่การวิจัยในครั้งนี้เน้นที่ความหนาของเนื้อฟันโดยรอบให้มีปริมาณที่เท่ากันทุกซี่ในแต่ละกลุ่มการทดลอง เพราะถ้าทำให้คลองรากฟันมีรูปร่างเหมือนกันทุกซี่เนื้อฟันส่วนที่เหลือโดยรอบจะไม่เท่ากัน ทำให้มีผลต่อความแข็งแรงของฟันและค่าแรงต้านการแตกอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ เพื่อให้ปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่ในแต่ละกลุ่มเท่ากัน ได้ทำการเตรียมโพรงฟันโดยใช้หัวกรอแบบเดียวกัน โดยมีการวัดความหนาของปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่ด้วยเครื่องมือวัดความหนาเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ร่วมกับการถ่ายภาพรังสีทั้งในขั้นตอนการเตรียมโพรงฟันและขั้นตอนหลังการบูรณะชิ้นงานโดยถ่ายภาพรังสีทั้งในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางและแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้น[36,49,51,55]

ในส่วนของการเก็บฟันนั้นไม่สามารถทำการรักษาสภาพฟันให้เหมือนกับในช่องปากได้ แต่ทุกขั้นตอนในการทดลองนั้นได้พยายามป้องกันไม่ให้เกิดการสูญเสียความชื้น เนื่องจากการสูญเสียความชื้นจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในเนื้อฟันทำให้เนื้อฟันหดตัวก่อให้เกิดความเค้นและเกิดเป็นรอยร้าวของเนื้อฟันส่งผลทำให้ฟันอ่อนแอลง[6] ดังนั้นในการศึกษานี้ได้ทำการห่อฟันด้วยผ้าก๊อซชุปน้ำเกลือ และเก็บฟันในกล่องที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำและเก็บในตู้อบอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิของร่างกายคนปกติเป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ

ในการบูรณะฟันทุกซี่ที่ใช้ในงานวิจัยไม่ได้มีการทำครอบฟันและไม่มีการทำเฟอร์รูล ทำการทดสอบโดยให้แรงลงในแนวดิ่งบนกึ่งกลางฟันที่ไม่มีครอบฟัน เหตุผลที่เป็นเช่นนี้เพราะต้องการดู

ผลจากแรงที่เกิดขึ้นโดยตรง ไม่มีปัจจัยมุมของแรงที่มาเกี่ยวข้องเพื่อให้ได้ค่าแรงต้านการแตกที่ได้มาจากตัวแปรที่ต้องการศึกษาโดยตรง ในที่นี้คือปริมาณเนื้อฟันที่แตกต่างกัน ชนิดของเรซินคอมโพสิตและชนิดของเรซินซีเมนต์ โดยไม่มีตัวแปรอื่นๆมาเกี่ยวข้อง ซึ่งมีผู้ทำการทดลองถึงค่าแรงและค่ามุมที่ทดสอบต่างกัน พบว่าเมื่อมุมในการทดสอบเปลี่ยนแปลงไปจะมีผลทำให้ค่าแรงต้านการแตกเปลี่ยนแปลงไปด้วยคือพบว่า มุมที่แรงลงใกล้เคียงกับแนวแกนฟัน (Long axis) จะให้ค่าแรงที่มากกว่ามุมที่แรงลงต่างไปจากแนวแกนฟัน[61] ประกอบกับฟันที่ใช้ในการศึกษาเป็นฟันกรามน้อยล่างซี่ที่สอง แรงที่ลงส่วนใหญ่จะเป็นแรงแนวดิ่ง เนื่องจากมีการศึกษาของที่ผ่านมา[62] พบว่าประชากรส่วนมากมีลักษณะการสบฟันแบบ Canine protection ซึ่งการสบฟันลักษณะนี้ฟันกรามน้อยล่างซี่ที่สองจะได้รับแรงส่วนใหญ่มาทางแนวดิ่งเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับแรงในแนวดิ่งที่ใช้ในการกดฟันให้แตก

เช่นเดียวกับการใส่ครอบฟัน มีการศึกษามากมาย[10,37,60,63] ที่มีการใส่ครอบฟันก่อนนำไปทดสอบแรงต้านการแตกโดยให้เหตุผลว่าเลียนแบบสภาพให้ใกล้เคียงกับทางคลินิกมากที่สุดแต่มักพบว่าผลที่ได้มักจะไม่แตกต่างกัน เนื่องจากแรงต้านการแตกจะมากขึ้นหลังจากมีการทำครอบฟัน ทำให้เมื่อต้องการเปรียบเทียบผลการทดลองจะทำให้ได้ค่าที่ไม่ต่างกัน ดังเช่นการทดลองของ Gelfand Martin ในปี 1984[63] ซึ่งพบว่าค่าแรงกดจะแตกต่างกันมากในกรณีที่การทำการบูรณะด้วยเดือยและแกนฟันต่างระบบกันโดยไม่ได้ทำครอบฟันแต่ค่าแรงกดจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทำครอบฟัน สอดคล้องกับผลการทดลองของหลายการศึกษา[10,60]คือ รูปร่างของเดือยไม่มีผลกับแรงต้านการแตกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อทำครอบฟันโดยให้เหตุผลว่าการใส่ครอบฟันนั้นจะเปลี่ยนแปลงรูปแบบการกระจายแรงโดยแรงที่เกิดขึ้นจะมีแรงสะสมอยู่ที่รอบขอบของครอบฟันทำให้ค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันและมีผู้ทำการศึกษาบางท่าน[37] ได้อธิบายว่าการทำครอบฟันทำให้มีการกระจายแรงจากตัวฟันลงสู่รากฟันทำให้ผลของความแข็งของวัสดุที่ต้องการทดสอบไม่มีความแตกต่างเมื่อมีการทำครอบฟัน ทำให้หลายการศึกษาที่ผ่านมา[15] ไม่ได้ทำครอบฟันโดยได้ให้เหตุผลของการที่ไม่ใส่ครอบฟันเพราะได้มีการทำส่วนแกนฟันทุกกลุ่มให้ขยายออกมาถึงตำแหน่งขอบของคอฟัน (Cervical margin) โดยที่ครอบคลุมส่วนรากฟันทั้งหมดแล้ว ดังนั้นก็น่าจะให้การกระจายแรงที่เหมือนกับการทำครอบฟันและจะแสดงผลการทดลองออกมาได้ชัดเจนกว่า เพื่อลดจำนวนตัวแปรและต้องการศึกษาเฉพาะแรงต้านการแตกในแนวดิ่งต่อความหนาของเนื้อฟันที่เหลือในคลองรากฟันเท่านั้น จึงใช้แรงในแนวดิ่งและไม่ใส่ครอบฟัน

ส่วนของความเร็วหัวกดที่ใช้ในการศึกษานี้คือ 2 มม./นาที พบว่าหลายการทดลองซึ่งทำการศึกษาแรงต้านการแตกของการบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันจะใช้ความเร็วระดับนี้[10,27,64] แรงที่เกิดจากหัวกดที่มีความเร็ว2 มม./นาที จะทำให้เกิดแรงที่มีลักษณะคล้ายแรงกระแทก

(Impact force) ซึ่งเหมาะแก่การทดสอบในฟันกรามน้อยที่มักจะพบว่ามีการแตกของฟันผ่านกึ่งกลางฟัน แต่อย่างไรก็ตามถ้าทำการเปลี่ยนความเร็วหัวกดให้ช้าลงค่าแรงต้านการแตกที่ได้ในแต่ละกลุ่มอาจมีการเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเนื้อฟันประกอบด้วยสารอินทรีย์เช่นคอลลาเจนไฟเบอร์เป็นส่วนใหญ่[4] จึงมีคุณสมบัติยืดหยุ่นเมื่อได้รับแรงในความเร็วหัวกดที่ต่ำ เนื้อฟันจะมีการดูดซับแรงไว้บางส่วนและมีการคืนกลับสู่สภาพเดิม ส่งผลทำให้ค่าแรงต้านการแตกที่วัดได้สูงกว่าการใช้ความเร็วหัวกดที่มากกว่า[58]

ในการทดลองนี้เลือกใช้เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยชนิดเส้นใยควอทซ์ดีทีไลท์โพสต์ ในการทดสอบ เนื่องจากเส้นใยควอทซ์เป็นเส้นใยที่มีลักษณะโปร่งแสง สามารถช่วยนำแสงไปตามความยาวของเดือย ทำให้เพิ่มปฏิกิริยาการเกิดโพลิเมอไรเซชันของเรซินซีเมนต์[60,65-67] ในกรณีที่แสงไม่สามารถเข้าไปกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดโพลิเมอไรเซชันได้โดยตรง โดยเฉพาะที่บริเวณคลองรากฟันส่วนปลายราก เรซินคอมโพสิตที่เลือกใช้ในการศึกษานี้คือ มัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิตเนื่องจากมีการศึกษาก่อนหน้านี้[38] ได้ทำการเปรียบเทียบเรซินคอมโพสิตหลายชนิดเพื่อมาทำเป็นแกนฟันผลคือ มัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิตให้ค่าการยึดติดกับเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยและเนื้อฟันได้ดีที่สุด พร้อมทั้งอธิบายว่าเรซินคอมโพสิตที่นำมาสร้างแกนฟันนั้นควรมีลักษณะที่ไหลแผ่ได้ดี สามารถฉีดเข้าคลองรากฟันได้เพื่อลดรูพรุนที่เกิดระหว่างเดือยและผนังคลองรากฟัน[49]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อภิปรายผลการทดลอง

การศึกษาในแง่ของฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันในคลองรากฟันน้อยนั้นทำเพื่อจำลองสภาพทางคลินิกที่สูญเสียเนื้อฟันมากจากฟันการผุลุกลามขนาดใหญ่ รื้อเดือยเดิมออก การรักษาคลองรากฟันซ้ำ การละลายตัวภายในของราก (Internal resorption) และอาจเกิดจากขั้นตอนการรักษารากฟันที่มีการกำจัดเนื้อฟันออกมากเกินไป จนทำให้ปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่โดยรอบน้อย ซึ่งมีการศึกษามากมายได้แนะนำว่า ฟันที่มีลักษณะนี้ควรได้รับการบูรณะด้วยวิธีการเสริมผนังคลองรากฟันที่บางด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับการใช้เดือยสำเร็จรูป และระบบสารยึดติดที่มีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟันมากที่สุด ซึ่งจะสามารถทำให้รองรับแรงบดเคี้ยวได้ดี และเมื่อมีการแตกหักก็สามารถซ่อมแซมบูรณะใหม่ได้ โดย Saupe ในปี1996[27] ให้เหตุผลว่าการสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตนั้นจะช่วยกระจายความเค้นเพราะค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟัน (เดือยสำเร็จรูป44 กิกะปาสคาล, มัลติคอร์โฟร์เรซินคอมโพสิตมีค่า 9 กิกะปาสคาล, เรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลองมีค่า 17 กิกะปาสคาล) แต่ในเดือยโลหะ(200 กิกะปาสคาล) จะมีค่ามากกว่าเนื้อฟัน (13-15 กิกะปาสคาล) ทำให้เมื่อได้รับแรงจะส่งผ่านความเค้นมาที่ผนังรากฟันทำให้บริเวณที่เนื้อฟันบางเกิดการแตกหักได้และค่าความเค้นที่บริเวณคอฟันของรากฟัน เมื่อบูรณะด้วยเดือยโลหะจะมีค่ามากกว่าเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยและแนะนำให้ใช้เรซินซีเมนต์ในการยึด เนื่องจากมีค่ามอดูลัสของความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟัน เพราะการใช้ซีเมนต์ที่มีความแข็งสูง ความยืดหยุ่นต่ำ และมีค่ามอดูลัสความยืดหยุ่นที่ต่างจากเนื้อฟันมากนั้นจะทำให้เกิดแรงเครียดสะสมที่บริเวณรอยต่อระหว่างเดือยฟัน-แกนฟัน-เนื้อฟันได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา[36] ดังนั้นจึงได้แนะนำให้ใช้เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับการสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตและยึดด้วยเรซินซีเมต์ที่มีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟันในการบูรณะฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันเหลือโดยรอบน้อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่1 เปรียบเทียบแรงต้านการแตกและรูปแบบการแตกของปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่ต่างกัน กลุ่มที่ 1 ถึง 4

จากการศึกษาพบว่า ค่าแรงต้านการแตกในแนวดิ่งทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แสดงให้เห็นว่าปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่แตกต่างกันไม่มีผลต่อแรงต้านการแตกในแนวดิ่ง ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากการทดลองนี้บูรณะฟันด้วยเดือยคอมโพสิตเส้นใยควอทซ์ดีทีไลท์โพสต์ เบอร์ 1 ร่วมกับสร้างแกนฟันด้วยมัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต โดยใช้สารยึดติดชนิดซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์ ซึ่งวัสดุเหล่านี้มีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟันก่อให้เกิดการรวมโครงสร้างของวัสดุบูรณะและเนื้อฟันให้เป็นหนึ่งเดียว ดังนั้นเมื่อฟันได้รับแรงทำให้เกิดการดูดซับความเค้นและกระจายแรงสู่เนื้อฟันดีขึ้น ลดปริมาณความเค้นบริเวณคอฟัน ทำให้การกระจายแรงไปตามรากฟันได้สม่ำเสมอ ลดโอกาสการเกิดการแตกหักของรากฟันสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา[10-12,23,24] ซึ่งผลการทดลองนี้สนับสนุนโครงสร้างลักษณะของการรวมโครงสร้างของวัสดุบูรณะและเนื้อฟันให้เป็นหนึ่งเดียว ที่เกิดจากการใช้เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับการสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตโดยใช้เรซินซีเมนต์เป็นตัวยึด เนื่องจากวัสดุที่เหล่านี้มีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟันก่อให้เกิดการรวมโครงสร้างของวัสดุบูรณะและเนื้อฟันให้เป็นหนึ่งเดียว ทำให้เกิดการดูดซับความเค้นและสามารถกระจายแรงสู่เนื้อฟันได้อย่างสม่ำเสมอ ลดโอกาสการเกิดการแตกหักของรากฟัน

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบรูปแบบการแตกของฟันในแง่ของปริมาณเนื้อฟันที่แตกต่างกันในการศึกษานี้พบว่า ประมาณร้อยละ 80 ของการแตกทั้งหมด เกิดที่บริเวณแกนฟันและบริเวณรอยต่อของฟันและแกนฟันและร้อยละ 10-20 เกิดที่บริเวณรากฟัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา[23,68] พบว่ามีรูปแบบการแตกส่วนมากอยู่ที่แกนฟัน โดยสามารถอธิบายได้จากค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นของทั้งเนื้อฟัน เรซินซีเมนต์ เรซินคอมโพสิตและเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใย ซึ่งเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยนั้นมีคุณสมบัติคือมีความแข็งต่ำและสามารถถ่ายทอดแรงไปสู่ส่วนต่างๆได้ร่วมกับการใช้เรซินซีเมนต์ที่มีลักษณะเหมือนเป็นการดูดซับแรง (Stress absorption) เมื่อมีแรงในแนวดิ่ง แรงจะกระทำต่อเดือยและวัสดุสร้างแกนฟัน วัสดุทั้งสองซึ่งมีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นแตกต่างกัน ส่งผลให้เดือยสำเร็จรูปมีการถ่ายทอดแรงไปสู่รอยต่อระหว่างเดือยกับวัสดุสร้างแกนฟันทำให้เกิดรอยแยกของวัสดุทั้งสอง[69,70] ส่งผลให้ส่วนที่มีความแข็งแรงต่ำที่สุดเกิดการแตกที่บริเวณนั้น ดังเช่นในการศึกษานี้มัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิตมีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเดือยและเนื้อฟัน เมื่อได้รับแรงส่งผลทำให้วัสดุสร้างแกนฟันเกิด

การแตกมากที่สุด แต่ก็มีบางส่วนที่เดือยมีการถ่ายทอดแรงไปสู่เรซินคอมโพสิตที่เสริมภายในคลองรากฟันทำให้เกิดการถ่ายทอดแรงและเกิดการแตกที่บริเวณรากฟันส่วนต้นได้[19,21,23,71]

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่าแรงต้านการแตกของชนิดของเรซินคอมโพสิตในกลุ่มที่ 4 และกลุ่มที่ 5

จากการศึกษาพบว่า ค่าแรงต้านการแตกในแนวดิ่งทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงให้เห็นว่าชนิดของเรซินคอมโพสิตที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อแรงต้านการแตกในแนวดิ่ง ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัย สามารถอธิบายด้วยเหตุผลเดียวกันว่าค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นของเรซินคอมโพสิตทั้งสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกันและใกล้เคียงกับเนื้อฟันก่อให้เกิดการรวมโครงสร้างของวัสดุบูรณะและเนื้อฟันให้เป็นหนึ่งเดียว ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว มีผลทำให้ค่าแรงต้านการแตกใกล้เคียงกัน

รูปแบบการแตกของฟันเมื่อเปรียบเทียบในแง่ของความแตกต่างของเรซินคอมโพสิตในกลุ่มที่ 4 และ5 พบว่ารูปแบบการแตกในกลุ่มที่ 5 ไม่มีการแตกที่บริเวณระหว่างแกนฟันและเนื้อฟันจะมีการแตกบริเวณแกนฟันและส่วนรากฟันเท่านั้น ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องจากค่าความสามารถในการยึดติดของเรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลองจากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยกับเนื้อฟันนั้นมีค่าสูงกว่ามัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต ซึ่งการยึดติดที่ดีกว่าทำให้เมื่อได้รับแรงการส่งผ่านแรงก็สามารถส่งผ่านไปที่รากฟันทำให้รากฟันบริเวณส่วนต้นมีการแตกประกอบกับค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นของฟันมีค่าน้อยกว่าเรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลอง ทำให้เรซินคอมโพสิตสามารถรับแรงได้มากกว่า และการมีแรงในการยึดติดกับเนื้อฟันได้ดีกว่า ดังนั้นเมื่อได้รับแรงจึงสามารถส่งผ่านแรงไปที่รากฟันและทำให้บริเวณที่มีความแข็งแรงน้อยที่สุดเกิดการแตกหักได้

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่าแรงต้านการแตกของการไม่ใช้เรซินซีเมนต์และการใช้เรซินซีเมนต์ที่ต่างชนิดกัน ในกลุ่มที่ 4 6 และ7

จากการศึกษาพบว่า ค่าแรงต้านการแตกในแนวดิ่งทั้ง 3 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในกลุ่มที่ 4 และ 7 แสดงให้เห็นว่าการไม่ใช้เรซินซีเมนต์มีผลต่อแรงต้านการแตกในแนวดิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์ ซึ่งปฏิเสธสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากในกลุ่มที่ 7 ที่ไม่ใช้เรซินซีเมนต์ในการยึดจะให้ค่าแรงต้านการแตกต่ำที่สุดอธิบายด้วยเหตุผลว่า การบูรณะฟันโดยใช้เดือยร่วมกับการใช้เรซินซีเมนต์เป็นตัวยึดติดระหว่างเดือยฟัน แกนฟันและรากฟัน เรซินซีเมนต์จะเป็นตัวทำให้เกิดการยึดติดและช่วยในแง่ของการกระจายแรงและดูดซับแรงทำให้ฟันมีลักษณะเป็นหนึ่งเดียวกัน เมื่อได้รับแรงก็สามารถกระจายแรงผ่านจากเดือยฟันไปสู่ซีเมนต์ที่ทำการยึดและไปสู่รากฟันทำให้สามารถรองรับแรงได้สูงกว่าการ

ไม่ใช้เรซินซีเมนต์ และรูปแบบการแตกหักในแง่ของการไม่ใช้เรซินซีเมนต์จะมีรูปแบบการแตกหักที่เกิดเฉพาะภายในวัสดุสร้างแกนฟัน เนื่องจากเรซินคอมโพสิตไม่มีการยึดกับเดือยฟันและรากฟัน ประกอบกับค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นของมัลติคอร์โฟลว์เรซิน คอมโพสิตมีค่าต่ำที่สุดเมื่อได้รับแรงจึงไม่มีการถ่ายทอดไปที่ฟัน จึงเกิดการแตกเฉพาะภายในวัสดุสร้างแกนฟันเพียงอย่างเดียว

ส่วนการใช้เรซินซีเมนต์ที่ต่างชนิดกันนั้นค่าแรงต้านการแตกมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาจากค่าจริง พบว่า ค่าแรงต้านการแตกของซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์มีค่าสูงกว่า พานาเวียร์เอฟทูเรซินซีเมนต์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกรดที่ใช้ปรับสภาพผิวฟันของซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์ มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าพานาเวียร์เอฟทูเรซินซีเมนต์ที่ใช้ ED primer เป็นตัวปรับสภาพผิวภายในคลองรากฟัน[72] ซึ่งกรดของซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์ที่ใช้คือ สารละลายที่ประกอบด้วยกรดซิตริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 และ เฟอริกคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 ในการปรับสภาพผิวภายในคลองรากฟัน เพื่อกำจัดชั้นเสมียร์ออกไปและเปิดรูของท่อเนื้อฟัน (Dentinal tubule) โดยไม่ทำให้เกิดการยุบตัวของคอลลาเจน[73] เมื่อมีการทาสารยึดติดลงไปโมโนเมอร์เกิดการแทรกซึมเข้าไปในโครงสร้างของคอลลาเจนเกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวทำให้เกิดการสร้างเป็นชั้นไฮบริดขึ้น[43] ซึ่งให้ค่าการยึดติดที่สูงกว่าพานาเวียร์เอฟทู เรซินซีเมนต์

จากผลการศึกษาจึงสามารถอ้างอิงได้ว่าการยึดติดของซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์และพานาเวียร์เอฟทูเรซินซีเมนต์กับเนื้อฟันนั้นมีประสิทธิภาพดี และเรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลองจากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยสามารถยึดติดกับฟันได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะการแตกที่พบในการทดลองที่เกิดบริเวณรอยต่อระหว่างเดือยกับวัสดุสร้างแกนฟัน ไม่ได้เกิดที่รอยต่อระหว่างเนื้อฟันกับเดือยหรือวัสดุสร้างแกนฟัน

เมื่อนำผลการศึกษาครั้งนี้ไปอ้างอิงทางคลินิกได้ว่า สามารถบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคลองรากฟันมาแล้วและมีปริมาณเนื้อฟันที่เหลือภายในคลองรากฟันน้อยโดยการใช้เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับการสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตและใช้เรซินซีเมนต์เป็นตัวยึดได้ เนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำเดือยและสร้างแกนฟันมีค่ามอดูลัสของสภาพความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟัน ทำให้เกิดการดูดซับความเค้นและสามารถกระจายแรงสู่เนื้อฟันได้อย่างสม่ำเสมอ ร่วมกับการใช้เรซินซีเมนต์ในการยึดติด จะเพิ่มประสิทธิภาพการเชื่อมติดระหว่างวัสดุกับเนื้อฟัน ก่อให้เกิดการรวมโครงสร้างของวัสดุบูรณะและเนื้อฟันให้เป็นหนึ่งเดียว ทำให้การกระจายแรงไปตามรากฟันได้ดีขึ้น ลดโอกาสการเกิดการแตกหักของรากฟัน และรูปแบบการแตกหักที่เกิดขึ้นไม่พบการการแตกหักภายในรากฟัน และการแตกลักษณะนี้สามารถที่จะบูรณะได้

เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา คือแนะนำวัสดุที่นำมาทำเดือยและแกนฟันควรมีค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่นที่ใกล้เคียงกับเนื้อฟัน เพื่อจะช่วยในการกระจายแรงไปตามเดือยฟันและรากฟัน ซึ่งพบคุณสมบัติดังกล่าวในกรณีของเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยและแกนฟันที่ทำจากเรซินคอมโพสิต[74] ต่างกับเดือยที่ทำจากโลหะที่มีค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่นสูง ถือเป็นปัจจัยเสี่ยงที่จะเพิ่มอัตราการแตกของรากฟันได้[75] เดือยฟันที่มีค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่นที่ใกล้เคียงกับเนื้อฟัน จะไม่ก่อให้เกิดการสะสมของแรงที่บริเวณรอยต่อระหว่างผิวเดือยฟันและรากฟัน ซึ่งเป็นบริเวณที่ควรระมัดระวังอย่างยิ่ง เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยสามารถยืดหยุ่นภายใต้แรงที่กระทำต่อตัวฟัน และสามารถกระจายแรงจากเดือยฟันไปสู่รากฟันได้ ซึ่งหากวัสดุบูรณะฟันมีค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่นที่ใกล้เคียงกันและนำมาบูรณะร่วมกันจะก่อให้เกิดคุณสมบัติรวมโครงสร้างของวัสดุบูรณะและเนื้อฟันให้เป็นหนึ่งเดียว[76] ทำให้เกิดการกระจายแรงไปตามความยาวของรากได้ดี ซึ่งแม้มีแรงที่มากระทำมากแต่การบูรณะฟันโดยใช้เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเรซินซีเมนต์และเรซินคอมโพสิตในการสร้างแกนฟันก็ยังสามารถดูดซับแรงและกระจายแรงไปสู่เนื้อฟัน ทำให้สามารถป้องกันการเกิดรากแตกได้ และเมื่อการแตกก็มีรูปแบบการแตกที่สามารถซ่อมแซมและบูรณะได้[76,77]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการวิจัย

ภายใต้ข้อบังคับและข้อจำกัดของการวิจัยนี้จึงสรุปได้ว่า

1. ค่าแรงต้านการแตกเฉลี่ยในแนวดิ่งของฟันที่รักษารากฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันเหลืออยู่แตกต่างกันเมื่อบูรณะด้วยเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอทซ์ร่วมกับการใช้ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์และสร้างแกนฟันด้วยมัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิตมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
2. ค่าแรงต้านการแตกเฉลี่ยในแนวดิ่งของฟันที่รักษารากฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันเหลือโดยรอบน้อยเมื่อบูรณะด้วยเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอทซ์ร่วมกับการใช้ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์และสร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตต่างชนิดกันคือมัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิตและเรซินคอมโพสิตที่ผลิตเพื่อการทดลองจากคณะทันตแพทยศาตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
3. ค่าแรงต้านการแตกเฉลี่ยในแนวดิ่งของฟันที่รักษารากฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันเหลือโดยรอบน้อยเมื่อบูรณะด้วยเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอทซ์ร่วมกับการใช้เรซินซีเมนต์ต่างชนิดกันคือซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์และ พานาเวียร์เอฟทูเรซินซีเมนต์และสร้างแกนฟันด้วยมัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิตมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
4. ค่าแรงต้านการแตกเฉลี่ยในแนวดิ่งของฟันที่รักษารากฟันที่มีปริมาณเนื้อฟันเหลือโดยรอบน้อยเมื่อบูรณะด้วยเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอทซ์ร่วมกับการสร้างแกนฟันด้วยมัลติคอร์โฟลว์เรซินคอมโพสิต โดยไม่ใช้เรซินซีเมนต์ในการยึดติดจะให้ค่าแรงต้านการแตกต่ำที่สุด และค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์
5. การบูรณะฟันโดยไม่ใช้เรซินซีเมนต์จะทำให้มีค่าแรงต้านการแตกในแนวดิ่งต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ และรูปแบบการแตกก็แตกต่างกันคือจะเกิดการแตกเฉพาะที่แกนฟันเนื่องจากไม่มีการถ่ายทอดแรงไปสู่ส่วนต่างๆของรากฟัน

ข้อเสนอแนะ

ในทางคลินิกแรงบดเคี้ยวที่เกิดขึ้นในความเป็นจริงนั้น แรงที่มากระทำมิได้มีหลายแนวและเป็นแรงที่เกิดซ้ำๆกันเป็นวงจร(Cyclic load) ในการวิจัยครั้งนี้ชิ้นทดสอบในงานวิจัยถูกทดสอบด้วยแรงแบบสถิตที่มีเพียงทิศทางเดียว ดังนั้นถ้าจะให้มีความคล้ายคลึงกับสภาพช่องปากมากยิ่งขึ้นอาจเพิ่มขบวนการผ่านแรงซ้ำๆกันเป็นวงจร (Cyclic loading process) นอกจากนั้นแรงที่ใช้ในการทดสอบควรจะมีลักษณะเลียนแบบลักษณะแรงในช่องปากซึ่งเป็นแรงที่มีหลายทิศทาง ประกอบกับควรมีการเปรียบเทียบในแง่ของลักษณะอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงในช่องปากด้วย แต่อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นเพียงการทำนายแนวโน้มและเปรียบเทียบค่าแรงและรูปแบบการแตกของในแง่ของปริมาณเนื้อฟันที่ต่างกัน ชนิดของเรซินคอมโพสิตและเรซินซีเมนต์ต่างกัน โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดขึ้นในห้องปฏิบัติการ

ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลที่ใกล้เคียงความเป็นจริงต้องทำการศึกษาโดยทำการควบคุมสภาวะต่างๆให้เหมือนกับสภาพในช่องปากจริงๆ และศึกษาร่วมกับการติดตามผลการรักษาผู้ป่วยในระยะยาวด้วยเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาวัสดุทางทันตกรรมต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

(1) Tjan, H. L.; Anthony, H.; and Whang B. S. Resistance to root fracture of dowel channels with various thickness of buccal dentin walls. J Prosthet Dent. 53,4 (April 1985): 496-500.

(2) Hu, S.; Osada, T.; Shimizu, T.; Warita, K.; and Kawawa, T. Resistance to cyclic fatigue and fracture of structure compromised root restored with different post and core restoration. Dent Mater J. 24,2 (June 2005): 225-231.

(3) Morgano, S. M.; Rodrigues, H. C.; and Sabrosa, C. E. Restoration of endodontically treated teeth. Dent Clin N Am. 48,2 (April 2004): 397-416.

(4) Davy, D. T.; Dilley, G. L.; and Krejci, R. F. Determination of stress patterns in root filled teeth incorporating various dowel designs. J Dent Res. 60,7 (July 1981): 1301-1310.

(5) Huter A. J.; Feiglin B.; and Williams, J. F. Effect of post placement on endodontically treated teeth. J Prosthet Dent.62,2 (August 1989): 166-172.

(6) Sorensen, J. A.; and Martinoff, J. T. Clinically significant factors in dowel design. J Prosthet Dent. 52,1 (July 1984): 28-34.

(7) Gutmann, J.L. Preparation of endodontically treated teeth to receive a post-core restoration. J Prosthet dent. 38,4 (October 1977): 413-419.

(8) Morgano, S. M.; Hashem, A. F.; Fotoohi, K.; and Rose, L. A nationalwide survey of contemporary philosophies and techniques of restoring endodontically treated teeth. J Prosthet dent. 72,3 (September 1994): 259-267.

(9) Trope, M.; Maltz, D. O.; and Tronstad, L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. Endod Dent Traumatol. 1,3 (June 1985): 108-111.

(10) Assif, D.; Bitenski, A.; Pilo, R.; and Oren E. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treatedm teeth with complete crowns. J Prosthet Dent. 69,1 (January 1993): 36-40.

(11) Salameh, Z.; Sorrentino, R.; Papacchini, F.; Ounsi, H. F.; Tashkandi, E.; Goracci, C.; and Ferrari, M. Fracture resistance and failure patterns of endodontically treated

mandibular molars restored using resin composite with or without translucent glass fiber posts. J Endod. 32,8 (August 2006): 752-755.

(12) Guzy, G. E.; and Nicholls, J. I. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. J Prosthet Dent. 42,1 (July 1979): 39-44.

(13) Brandal, J. L.; Nicholls, J. I.; and Harrington, G. W. A comparison of three restoration techniques for endodontically treated anterior teeth. J Prosthet Dent. 58,2 (August 1987): 161-165.

(14) Sorensen, J. A.; and Engelman, M. J. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. J Prosthet Dent. 64,4 (October 1990): 419-424.

(15) Fraga, R. C. ; Chaves, B. T.; Mello, G. S.; and Siqueira, J. F. Fracture resistance of endodontically treated roots after restoration. J Oral Rehabil. 25,11 (November 1998): 809-813.

(16) Torbjorner, A.; Karisson, S.; and Odman, P. A. Survival rate and failure characteristic for two post designs. J Prosthet Dent. 73,5 (May 1995): 439-444.

(17) Engelman, M. J.; Sorensen, J. A.; Avera, S. P.; and Lew, D. Effect of luting agents on corrosion resistance of metal posts. J Dent Res. 69 (1990): 223-227.

(18) Ahmad, I. Yttrium partially stabilized zirconium dioxide post: An approach to restoring coronally compromised non vital teeth. Int J Periodont Rest Dent. 18,5 (1998): 455-465.

(19) Akkayan, B.; and Gulmez, T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. J Prosthet Dent. 87,4 (April 2002): 431-437.

(20) Dietschi, D.; Romelli, M.; and Goretti, A. Adaptation of adhesive posts and cores to dentin after fatique testing. Int J Prosthodont. 10,6 (November-December 1997): 498-507.

(21) Mannoci, F.; and Qualtrough, A. J. E. Tooth-Colored post systems : A review. Oper Dent. 28,1 (January-February 2003): 86-91.

(22) Seefeld, F.; Wenz, H. J.; Ludwig, K.; and Kern, M. Resistance to fracture and structural characteristics of different fiber reinforced post systems. Dent Mater. 23,3 (March 2007): 265-271.

(23) Newman, M. P.; Yaman, P.; Dennison, J.; Rafter, M.; and Billy, E. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite post. J Prosthet Dent. 89,4 (April 2003): 360-367.

(24) Sirimai, S.; Riis, D. N.; and Morgano, S. M. An in vitro study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-core systems. J Prosthet Dent. 81,3 (March 1999): 262-269.

(25) Reill, M. I.; Rosentritt, M.; Naumann, M.; and Handel, G. Influence of core material on fracture resistance and marginal adaptation of restored root filled teeth. Int Endod J. 41,5 (May 2008): 424-430.

(26) Sadek, F.; Monticelli, F.; Goracci, C.; Tay, F.; Cardoso, P.; and Ferrari, M. Bond strength performance of different resin composites used as core materials around fiber posts. Dent Mater. 23,1 (January 2007): 95–99.

(27) Saupe, W. A.; Gluskin, A. H.; and Radke, R. A. A comparative study of fracture resistance between morphologic dowel and cores and a resin-reinforced dowel system in the intraradicular restoration of structurally compromised root. Quintessence Int. 27,7 (July 1996): 483-491.

(28) Sorensen, J. A.; Engelman, M. J. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. J Prosthet Dent. 64,4 (October 1990): 419-424.

(29) Smith, C. T.; Schuman, N. J.; and Wasson, W. Biochemical criteria for evaluating prefabricated post and core system : A guide for restorative dentist. Quintessence Int. 29,5 (May 1998): 305-312.

(30) Peter, M. C.; Poort, H. W.; Farah, J. W.; and Craig, R. G. Stress analysis of a tooth restored with post and core. J Dent Res. 62,6 (June 1983): 760-763.

(31) Stockton, L. W. Factor affecting retention of post systems. A literature review. J Prosthet Dent. 81,4 (April 1999): 380-385.

(32) Holmes, D. C.; Diaz-Arnold, A. M.; and Leary, J. M. Influence of post dimension on stress distribution in dentin. J Prosthet Dent. 75,2 (February 1996): 140-147.

(33) Isidor, F.; Brøndum, K.; Ravnholt, G. The influence of post length and crown ferrule length on the resistance to cyclic loading of bovine teeth with prefabricated titanium posts. Int. J Prosthodont. 12,1 (January-February 1999): 78-82.

(34) Hew, Y. S.; Purton, D. G.; and Love, R. M. Evaluation of pre-fabricated root canal posts. J Oral Rehabil. 28,3 (March 2001): 207-211.

(35) Cohen, B. I.; Pagnillo, M. K.; Condos, S.; and Deutsch, A. S. Four different core materials measure for fracture strength in combination with five different design of endodontic post. J Prosthet Dent. 76,5 (November 1996): 487-495.

(36) Yoldas, O.; Akova, T.; and Uysal, H. An experimental analysis of stresses in simulated flared root canals subjected to various post-core applications. J Oral Rehabil. 32,6 (June 2005): 427-432.

(37) Pilo, R.; Harold, S.; Levin, E.; and Assif D. Effect of core stiffness on the in vitro fracture of crowned, endodontically treated teeth. J Prosthet Dent. 88,3 (September 2002): 302-306.

(38) Salameh, Z.; Papacchini, F.; Ounsi, HF.; Goracci, C.; Tashkandi, E.; and Ferrari, M. Adhesion between prefabricated fiber-reinforced posts and different composite resin cores: A microtensile bond strength evaluation. J Adhes Dent. 8,2 (April 2006): 113-117.

(39) Anusavice, K. J. Phillips' Science of Dental Material. 10th ed. Philadelphia: WB Saunders, 1996: 443-493.

(40) Rosenstial, S. F.; Land, M. F.; and Fujimoto, J. Contemporary Fixed Prosthodontics. 4th ed. St. Louis: C. V. Mosby, 2001: 181-210.

(41) Craig, R. G. Restorative Dental Materials. 11 th ed. St.Louis: C. V. Mosby, 2002: 367-389.

(42) Nakabayashi, N.; Nakamura, M.; Yasuda, N. Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. J Esthet Dent. 3,4 (July-August 1991): 133-138.

(43) Nakabayashi, N.; Ashizawa, M.; Nakamura, M. Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo: durable bonding to vital dentin. Quintessence Int. 23,2 (February 1992): 135-141.

(44) Aksornmuang, J.; Nakajima, M.; Foxton M. R.; and Tagami, J. Regional bond strength of four self-etching primer/adhesive systems to root canal dentin. Dent Mater J. 24,2 (June 2005): 261-267.

(45) Bachicha, W. S.; Difiore, P. M.; Miller, D. A.; Lautenschlager, E. P.; and Pashley, D. H. Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts. J Endod. 24,11 (November 1998): 703-708.

(46) Wiskott, H. W.; Belser, U. C.; and Scherrer, S. S. The effect of film thickness and surface texture on the resistance of cemented extracoronal restoration to lateral fatigue a loading. Int J Prosthodont. 12,3 (May-June 1999): 255-262.

(47) Musikant, B. L.; and Detsch, A.S. An endodontic post : part two design Flexi post. J Ala Dent Assoc. 69,4 (Fall 1985): 42-46.

(48) Lovdahl, P. E.; and Nicholls, J. I. Pin-retained amalgam core vs. cast gold dowel-cores. J Prosthet Dent. 38,5 (November 1977): 507-514.

(49) Maccari, P. C.; Cosme, D. C.; Oshima, H. M.; Burnett, L. H. Jr.; and Shinkai, R. S. Fracture strength of endodntically treated teeth with flared root canals and restored with different post systems. J Esthet Restor Dent. 19,1 (2007): 30-37.

(50) Godder, G.; Zhukovsky, L,; Bivona P. L.; and Epelboym, D. Rehabilitation of thin-walled roots with light activated composite resin : A case report. Compend Contin Educ Dent. 15,1 (1994): 52-57.

(51) Marchi, G. M.; Paulillo, M. S.; Pimenta, L. A.; and De Lima, F.A. Effect of different filling materials in combination intraradicular posts on the resistance to fracture of weakened roots. J Oral Rehabil. 30,6 (June 2003): 623-629.

(52) Sorensen, J. A.; and Engelman, M. J. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. J Prosthet Dent. 63,5 (May 1990): 529-536.

(53) Heydecke, G.; Butz, F.; Hussein, A.; and Strub, J. R. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post and core systems. J Prosthet Dent. 87,4 (April 2002): 438-445.

(54) McDonald, A. V.; King, P. A.; and Setchell, D. J. In vitro study to compare impact fracture resistance of intact root-treated teeth. Int Endod J. 23,6 (Nov 1990): 304-12.

(55) Zhi-Yue, L.; and Yu-Xing, Z. Effects of post-core design and ferrule on fracture resistance of endodontically treated maxillary central incisors. J Prosthet Dent. 89,4 (April 2003): 368-373.

(56) Al Wahadni, A.; and Gutteridge, D. L. An in vitro investigation into the effects of retained coronal dentine on the strength of a tooth restored with a cemented post and partial core restoration. Int Endod J. 35,11 (November 2002): 913-918.

(57) Al Omiri, M. K.; and Al Wahadni, A. M. An ex vivo study of the effects of retained coronal dentine on the strength of teeth restored with composite core and different post and core systems. Int Endod J. 39,11 (November 2006): 890-899.

(58) Dilmener, F. T.; Sipahi, C.; and Dalkiz, M. Resistance of three new esthetic post-and-core systems to compressive loading. J Prosthet Dent. 95,2 (February 2006): 130-136.

(59) Cormier, C. J.; Burns, D. R.; and Moon, P. In vitro comparison of the fracture resistance and failure mode of fiber, ceramic, and conventional post systems at various stages of restoration. J Prosthodont. 10,1 (Mar 2001): 26-36.

(60) Wiskott, H. W.; Meyer, M.; Perriard J.; and Scherrer, S. S. Rotational fatigue-resistance of seven post types anchored on natural teeth. Dent Mater. 23,11 (November 2007): 1412-1419.

(61) Loney, R. W.; Moulding, M. B.; Ritsco, R. G. The effect of load angulation on fracture resistance of teeth restored with cast post and cores and crowns. Int J Prosthodont. 8,3 (May-June 1995):247-251.

(62) D'Amico, A. Canine teeth-normal functional relation of the natural teeth of man. J South Calif Dent Assoc. 26 (1958): 6-24.

(63) Gelfand, M.; Goldman, M.; and Sunderman, E. J. Effect of complete veneer crowns on the compressive strength of endodontically treated posterior teeth. J Prosthet Dent. 52,5 (November 1984):635-638.

(64) Goodacre, C. J.; Bernal, G.; Rungcharassaeng, K.; and Kan, J. Y. Clinical complications in fixed prosthodontics. J Prosthet Dent. 90,1 (July 2003): 31-41.

(65) Nagase, D. Y.; Takemoto, S.; Hattori, M.; Yoshinari, M.; Kawada, E.; and Oda, Y. Resistance of tree new esthetic post-and-core systems to compressive loading. J Prosthet Dent. 95,2 (February 2006): 130-136.

(66) Aksornmuang, J.; Nakajima, M.; Foxton, R. M.; Panyayong, W.; and Tagami, J. Regional bond strengths and failure analysis of fiber posts bonded to root canal dentin. Oper Dent. 33,6 (November-December 2008): 636-643.

(67) Burgess, J. O.; Summit, J. B.; and Robin J. W. The resistance to tensile, compression, and torsion forces provided by four part system. J Prosthet Dent. 68,6 (December 1992): 899-903.

(68) Maccari, PC.; Conceicao, EN.; Nunes, MF. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with three different prefabricated esthetic posts. J Esthet Restor Dent. 15(1) (2003): 25-31.

(69) Wrbas, KT.; Schirrmeister, JF.; Altenburger, MJ.; Agrafioti, A.; and Hellwig, E. Bond strength between fiber posts and composite resin cores: effect of post surface silanization. Int Endod J. 40,7 (July 2007): 538-543.

(70) Pegoretti, A.; Fambri, L.; Zappini, G.; and Bianchetti, M. Finite element analysis of a glass fiber reinforced composite endodontic post. Biomaterials. 23,13 (July 2002): 2667-2682.

(71) Asmussen, E.; Peutzfeldt, A.; and Sahafi, A. Finite element analysis of stress in endodontcally treated, dowel-restored teeth. J Prosthet Dent. 94,4 (October 2005): 321-329.

(72) Goracci, C.; Sadek, F. T.; Fabianelli, A.; Tay, F. R.; and Ferrari, M. Ealuation of the adhesion of fiber posts to intraradicular dentin. Oper Dent. 30,5 (September-October 2005): 627-635.

(73) Hayashi, M.; and OkamuraK Wu, H. The Root canal bonding of chemical-cured total-etch resin cements. J Endod. 34,5 (May 2008): 583-586.

(74) Fokkinga, W. A.; Kreulen, C. M.; Vallittu, P. K.; and Creugers, N. H. A structured analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and-core systems. Int J Prosthodont. 17,4 (July-August 2004): 476-482.

(75) Pierrisnard, L.; Bohin, F.; Renault, P.; and Barquins, M. Corono-radicular reconstruction of pulpless teeth: a mechanical study using finite element analysis. J Prosthet Dent. 88,4 (October 2002): 442-448.

(76) Boschian, Pest, L.; Cavalli, G.; Bertani, P.; and Gagliani, M. Adhesive post endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. Dent Mater. 18,8 (December 2002): 596-602.

(77) Ukon, S.; Moroi, H.; Okimoto, K.; Fujita, M.; Ishikawa, M.; Terada, Y.; and Satoh, H. Influence of different elastic moduli of dowel and core on stress distribution in root. Dent Mater J. 19,1 (March 2000): 50-64.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก ค่าแรง (นิวตัน) ที่ทำให้เกิดการแตกของชิ้นตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม

Group / Sample	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6	Group 7
1	970.44	1146.7	1050.84	1074.79	1125.79	798.89	806.24
2	1125.28	1075.25	975.04	1024.03	1060.90	1200.18	824.30
3	1024.41	883.99	1025.04	924.80	1474.52	824.80	1088.56
4	1131.53	1126.12	1074.27	1000.31	1005.13	803.48	1224.60
5	1474.43	975.22	1098.91	1024.86	1072.85	974.84	947.90
6	1072.95	1175.01	1121.93	1049.75	1035.15	900.75	835.90
7	1432.72	1098.75	1125.16	1078.52	1002.08	915.79	973.64
8	1111.58	1148.33	1152.86	1025.42	1424.93	826.64	1276.09
9	950.43	1124.47	1125.76	1052.17	982.20	1016.70	1125.04
10	1123.47	1049.91	1114.30	1150.5	831.77	899.46	1075.05
$\overline{X}$	**1141.72**	**1080.38**	**1086.41**	**1040.52**	**1101.53**	**903.15**	**1017.73**
SD	**176.8**	**90.0**	**55.0**	**58.4**	**199.3**	**122.9**	**167.1**

ตาราง ข การวิเคราะห์ความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variance) ด้วยการใช้การทดสอบแบบลีวีน (Levene's Test) ของข้อมูลค่าเฉลี่ยของแรงที่ทำให้เกิดการแตกในชิ้นตัวอย่างในตอนที่ 1 (กลุ่ม 1ถึง4)

Test of Homogeneity of Variances

DENTIN

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.105	3	36	.069

ตาราง ค การทดสอบข้อมูลค่าเฉลี่ยของแรงที่ทำให้เกิดการแตกในชิ้นตัวอย่างในตอนที่ 1 (กลุ่มที่ 1 ถึง 4) ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One way ANOVA)

ANOVA

FRACTURE

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	51995.463	3	17331.821	1.513	.228
Within Groups	412270.092	36	11451.947		
Total	464265.555	39			

ตาราง ง การทดสอบข้อมูลเฉลี่ยของแรงที่ทำให้เกิดการแตกในชิ้นตัวอย่างในกลุ่มที่ 4 และ 5 วิเคราะห์ความแตกต่างด้วยทีเทสต์ (Students' T test) (เปรียบเทียบเรซินคอมโพสิตต่างชนิดกัน)

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
COMPOSITE	Equal variances assumed	5.885	.026	-.929	18	.365	-61.0170	65.66402	-198.9719	76.93799
	Equal variances not assumed			-.929	10.534	.374	-61.0170	65.66402	-206.3257	84.29175

ตาราง จ การวิเคราะห์ความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variance) ด้วยการใช้การทดสอบแบบลีวีน (Levene's Test) ของข้อมูลค่าเฉลี่ยของแรงที่ทำให้เกิดการแตกในชิ้นตัวอย่างในตอนที่ 3 (กลุ่ม 4 6 และ 7)พบว่าค่าที่มีค่าความแปรปรวนไม่เท่ากัน

Test of Homogeneity of Variances

CEMENT

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5.026	2	27	.014

ตาราง ฉ การทดสอบข้อมูลค่าเฉลี่ยของแรงที่ทำให้เกิดการแตกในชิ้นตัวอย่างในกลุ่มที่ 4 6 และ 7 ด้วยการวิเคราะห์ Robust Tests of Equality of Means เปรียบเทียบการไม่ใช้เรซินซีเมนต์และการใช้เรซินซีเมนต์ต่างชนิดกัน(ไม่สามารถใช้ ANOVA ได้เนื่องจากมีค่าความแปรปรวนไม่เท่ากัน)

Robust Tests of Equality of Means

CEMENT

	Statistic(a)	df1	df2	Sig.
Welch	4.879	2	15.125	.023
Brown-Forsythe	3.500	2	19.037	.051

a Asymptotically F distributed.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ช การทดสอบข้อมูลค่าเฉลี่ยแรงต้านการแตกในกลุ่มที่ 4 6 และ 7 ด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนแบบแทมเฮน (Tamhane)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: CEMENT

Tamhane

(I) GROUP	(J) GROUP	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
4.00	6.00	22.7830	55.98378	.971	-134.1574	179.7234
	7.00	137.3620(*)	43.03839	.021	19.3848	255.3392
6.00	4.00	-22.7830	55.98378	.971	-179.7234	134.1574
	7.00	114.5790	65.60891	.269	-59.6037	288.7617
7.00	4.00	-137.3620(*)	43.03839	.021	-255.3392	-19.3848
	6.00	-114.5790	65.60891	.269	-288.7617	59.6037

* The mean difference is significant at the .05 level.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสิริลักษณ์ เจริญวิริยะกุล เกิดที่กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2523 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ทันตแพทยศาสตร์บัณฑิต เกียรตินิยม จากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เมื่อปีพ.ศ. 2546 และเข้าทำงานในตำแหน่งอาจารย์ประจำ ที่ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ระหว่าง ปีพ.ศ. 2546 - 2549 ปัจจุบันได้ศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย