

ความต้านทานการแตกหักในพืนคลองรากไม้กลม
ที่บูรณะด้วยระบบเดือยพืนคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่แตกต่างกัน



นางสาว วีรณัฐ ทองงาม

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FRACTURE RESISTANCE OF NON-CIRCULAR ROOT CANAL TEETH
RESTORED WITH DIFFERENT FIBER-REINFORCED COMPOSITE POST SYSTEMS



Miss Weeranuch Thong-ngarm

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 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ความต้านทานการแตกหักในพินคองรากไม้กลมที่บูรณะ
ด้วยระบบเดือยพินคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่แตกต่างกัน

โดย

นางสาววิรุณช ทองงาม

สาขาวิชา

ทันตกรรมประดิษฐ์


อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

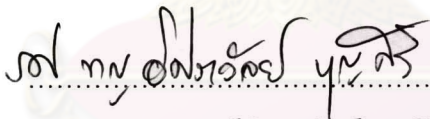
รองศาสตราจารย์ อิศราวลัย บุญศิริ

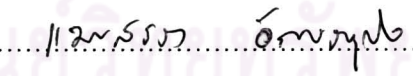
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

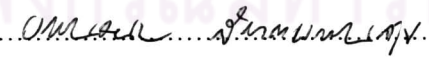

..... คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ วิชราภรณ์ ทัจจันทร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยวัฒน์ พันธุ์โกศล)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ อิศราวลัย บุญศิริ)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.แมนสรวง อักษรนุกิจ)


..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.วรรณธนะ สัตตบรรณสุข)

วีรณูช ทองงาม : ความต้านทานการแตกหักในฟันคลองรากไม่กลมที่บูรณะด้วยระบบ
เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่แตกต่างกัน. (Fracture resistance of non-circular
root canal teeth restored with different fiber-reinforced composite post
systems) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.อิศราวัลย์ บุญศิริ, 81 หน้า.

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบความต้านทานการแตกหักและตำแหน่งที่เกิดการแตกหักของ
ฟันกรามน้อยที่มีรูปร่างคลองรากฟันไม่กลมหลังการบูรณะด้วยระบบเดือยฟันสำเร็จรูปเสริม
เส้นใยที่แตกต่างกัน **วิธีดำเนินการวิจัย:** นำฟันมนุษย์ซี่กรามน้อยคลองรากฟันเดี่ยวที่มีรูปร่าง
หน้าตัดไม่กลมจำนวน 50 ซี่ แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ โดยการสุ่ม ตัดส่วนตัวฟันที่
ตำแหน่งเหนือรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน 2 มิลลิเมตร ขึ้นตัวอย่างกลุ่มที่ 1-3 เตรียม
คลองรากฟันด้วยหัวเจาะไฟเบอร์เคลียร์ กลุ่มที่ 1 บูรณะด้วยเดือยฟันไฟเบอร์เคลียร์ กลุ่มที่ 2 ใช้
เดือยฟันไฟเบอร์เคลียร์ร่วมกับเดือยฟันขนาดเล็กรีฟอร์พิน กลุ่มที่ 3 เสริมเดือยฟันไฟเบอร์เคลียร์
ด้วยวัสดุแกนฟันเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแม่ได้ให้มีรูปร่างเหมือนคลองรากฟัน ขึ้นตัวอย่างกลุ่ม
ที่ 4 และ 5 เตรียมคลองรากฟันด้วยหัวเจาะอีโวลูชัน กลุ่มที่ 4 บูรณะฟันด้วยวิธีการเหมือนกลุ่ม
ที่ 3 กลุ่มที่ 5 บูรณะฟันด้วยแกนเดือยฟันเสริมเส้นใยแก้วอีโวลูชัน ยึดแกนเดือยฟันและครอบ
ฟันโลหะบนฟันทุกซี่ด้วยแวริโอลิงค์ยู นำขึ้นตัวอย่างทั้งหมดทดสอบแรงกดด้วยเครื่องทดสอบ
สากลชนิดอินสตรอน นำค่าแรงเฉลี่ยที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันกลุ่มที่ 1-3 มาวิเคราะห์
ความแปรปรวนแบบทางเดียว และเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทู่ก็ย กลุ่มที่ 4 และ 5 ใช้สถิติ
ทดสอบค่าทีของสตีวเดนที่กำหนดระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ และนำกลุ่มการทดสอบทั้งหมดมา
วิเคราะห์ตำแหน่งการแตกหักของฟัน **ผลการวิจัย:** ค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของฟัน
กลุ่มที่ 1 ต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ระหว่างกลุ่มที่ 2 และ 3 มี
ค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนระหว่างกลุ่มที่ 4 และ 5 ความต้านทานการ
แตกหักของฟันมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และพบการแตกหักของ
ฟันที่สามารถบูรณะฟันใหม่ได้ในกลุ่มที่ 1-5 ร้อยละ 60, 70, 70, 60 และ 60 ตามลำดับ
สรุปผลการวิจัย: ความต้านทานการแตกหักของฟันที่มีคลองรากไม่กลมที่บูรณะด้วยเดือยฟัน
คอมโพสิตเสริมเส้นใยที่ยึดด้วยเรซินซีเมนต์มีค่าต่ำกว่าการบูรณะด้วยแกนเดือยฟันระบบอื่นๆ
แต่การบูรณะด้วยแกนเดือยฟันทุกระบบส่วนใหญ่เกิดการแตกหักของฟันที่สามารถบูรณะใหม่
ได้

ภาควิชา...ทันตกรรมประดิษฐ์...ลายมือชื่อนิสิต.....วัน...ทองงาม
สาขาวิชา...ทันตกรรมประดิษฐ์...ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ปีการศึกษา.....2553.....

5176131632 : MAJOR PROSTHODONTICS

KEYWORDS : FRACTURE RESISTANCE / NON-CIRCULAR ROOT CANAL TEETH / FIBER-REINFORCED COMPOSITE POST SYSTEMS

WEERANUCH THONG-NGARM : FRACTURE RESISTANCE OF NON-CIRCULAR ROOT CANAL TEETH RESTORED WITH DIFFERENT FIBER-REINFORCED COMPOSITE POST SYSTEMS. THESIS ADVISOR :

ASSOCIATE PROFESSOR ISSARAWAN BOONSIRI, 81 pp.

Purpose: To compare the fracture resistance and fracture mode of non-circular root canal premolars restored with different fiber-reinforced composite post systems.

Materials and methods: Fifty non-circular single root canal premolars were randomly assigned to five groups (n=10). Coronal portions of the teeth were removed at a level 2 mm above the CEJ. The samples in group 1-3 were prepared by using FibreKleer[®] drill; group 1 was restored with FibreKleer[®] posts; group 2, FibreKleer[®] posts and Reforpin[®]; group 3, FibreKleer[®] posts were relined with Multicore[®] flow (anatomical post). The samples in group 4 and 5 were prepared by using Evolution[®] drill; group 4 used the same method with group 3, group 5 was restored with Evolution[®] post and core. All posts and cores and metallic crowns were cemented with Variolink[®] II. The samples were loaded in universal testing machine (Instron[®]). Mean fracture loads of group 1-3 were analyzed using the one-way ANOVA, Tukey multiple comparison test (p<0.05). Those of group 4 and 5 were analyzed using the Student's T-test. The fracture modes of all experimental groups were analyzed. *Results:* Mean fracture resistance of group 1 was statistically significant lower than group 2 and 3 (p<0.05) and these two groups were not significantly different. No statistically significant difference was found between group 4 and 5 (p>0.05). Restorable failures were found in group 1-5 were 60, 70, 70, 60 and 60 percents, respectively. *Conclusion:* Fracture resistances of non-circular root canal teeth restored with fiber-reinforced composite posts cemented with resin cement were lower than other systems. Teeth restored with all systems most showed restorable failures.

Department : Prosthodontics

Student's Signature

Field of Study : Prosthodontics

Advisor's Signature

Academic Year : 2010

Signature of Student: [Handwritten Signature]
Signature of Advisor: [Handwritten Signature]

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ทนตแพทย์หญิงอิศราวัลย์ บุญศิริ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาแนะนำ ดูแลเอาใจใส่ ให้กำลังใจ และชี้แนะแนวทางและอำนวยความสะดวกการทำงานให้ทุกขั้นตอนของการวิจัยดำเนินไปอย่างสะดวกเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ

ขอกราบขอบพระคุณหัวหน้าภาควิชาและอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาทันตกรรม บำรุงและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่กรุณาให้การสนับสนุนการทำงานวิจัย และเป็นกำลังใจอันสำคัญให้การวิจัยดำเนินไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณบริษัท เอส ดี เอส เคอร์ จำกัด ที่ได้เอื้อเฟื้อเตี๋ยพินคอมโพสิตเสริมเส้นใยไฟบริเคิลียร์ และห้างหุ้นส่วนจำกัด บุญชู-อารียา (บ.อ.) เต็นตั้แลบ ที่ได้ลดราคาครอบฟันโลหะหล่อผสมที่ใช้ในการศึกษานี้ รวมทั้งขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านในศูนย์วิจัยทันตวัสดุ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้คำแนะนำการใช้อุปกรณ์และอำนวยความสะดวกตลอดการทำงานวิจัย

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและสำเร็จลุล่วง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	3
ข้อจำกัดในการวิจัย.....	3
การออกแบบการวิจัย.....	3
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	3
สมมติฐานการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
ปัจจัยที่มีผลต่อการบูรณะพื้นที่ที่ได้รับการรักษาคลองรากด้วยเดือยฟัน.....	6
- ความยาวของเดือยฟัน.....	6
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเดือยฟัน.....	7
- ชนิดของเดือยฟัน.....	7
- ชนิดของวัสดุแกนฟัน.....	11
- ซีเมนต์ฉาบยึด.....	13
- การบูรณะในส่วนตัวฟัน.....	20
วิธีบูรณะพื้นที่รักษาคลองรากที่มีขนาดใหญ่ ผายกว่าปกติ หรือไม่กลม.....	21

3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	23
วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	23
วิธีการทดลอง.....	27
- ตอนที่ 1 เตรียมคอลลอยด์รากฟันด้วยหัวเจาะไฟปริเคลียร์.....	28
- ตอนที่ 2 เตรียมคอลลอยด์รากฟันด้วยหัวเจาะอีโวลูชั่น.....	30
- การทดสอบความต้านทานการแตกหัก.....	35
- การวิเคราะห์ตำแหน่งการแตกหัก.....	36
- การวิเคราะห์ทางสถิติ.....	37
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	38
ตอนที่ 1 เตรียมคอลลอยด์รากฟันด้วยหัวเจาะไฟปริเคลียร์.....	38
ตอนที่ 2 เตรียมคอลลอยด์รากฟันด้วยหัวเจาะอีโวลูชั่น.....	42
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	45
อภิปรายผลการวิจัย.....	45
ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ.....	50
สรุปผลการวิจัย.....	51
รายการอ้างอิง.....	52
ภาคผนวก.....	65
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	81

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนประกอบและคุณสมบัติเชิงกลของเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยบางชนิด Compositions and mechanical properties of some fiber-reinforced composite posts.....	9
2	การเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุแกนฟัน Comparison of core materials properties.....	12
3	การเปรียบเทียบคุณสมบัติของซีเมนต์ฉาบยึด Comparison of luting cements properties.....	13
4	ส่วนประกอบและผู้ผลิตเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่ใช้ในการทดลอง Compositions and manufacturers of experimental fiber-reinforced composite posts.....	24
5	ส่วนประกอบและผู้ผลิตของสารยึดติด เรซินซีเมนต์ และวัสดุแกนฟันที่ใช้ในการทดลอง Compositions and manufacturers of experimental adhesive bonding, resin cement and core material.....	24
6	ระบบแกนเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่ใช้ในแต่ละกลุ่ม Fiber-reinforced composite post and core systems used in each group.	28
7	ค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟัน ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดลองตอนที่ 1 Maximum fracture load, mean and standard deviation of part 1 experiment.....	38
8	การแตกหักของฟันในการทดลองตอนที่ 1 Fracture mode of part 1 experiment.....	39
9	ค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟัน ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดลองตอนที่ 2 Maximum fracture load, mean and standard deviation of part 2 experiment.....	42

ตารางที่		ญ หน้า
10	การแตกหักของฟันในการทดลองตอนที่ 2 Fracture mode of part 2 experiment.....	43



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 หัวเจาะและเดือยฟันไฟบรีเคลียร์ Fibrekleer [®] drill and post.....	25
2 หัวเจาะและแกนเดือยฟันอีโวลูชัน Evolution [®] drill and post.....	25
3 เดือยฟันขนาดเล็กเสริมเส้นใยแก้วรีฟอร์พิน Reforpin [®] accessory glass fiber-reinforced posts.....	25
4 สารยึดติดเอ็กไซต์ดีเอสซี Excite [®] DSC adhesive bonding.....	26
5 เรซินซีเมนต์ชนิดแวลิวออลิงค์ทู Variolink [®] II resin cement.....	26
6 เรซินคอมโพสิตมัลติคอร์ชนิดไหลแผ่ได้ Multicore [®] flow resin composite.....	26
7 การตัดส่วนตัวฟันที่ตำแหน่งเหนือต่อรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟันด้าน ใกล้กลาง-ไกลกลาง 2 มิลลิเมตร Coronal portions of the teeth were removed 2 mm above to the mesio- distal cemento-enamel junction.....	27
8 ความยาวของเดือยฟันจากตำแหน่งของฟันที่ตัดไว้ Posts length which measuring from the cutting level.....	27
9 เครื่องฉายแสงในห้องปฏิบัติการ รุ่น Labolight LV-III Laboratory curing light unit (Labolight LV-III).....	30
10 ระบบแกนเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่ใช้ในแต่ละกลุ่ม; (A) กลุ่มที่ 1 (บูรณะฟันโดยตรง), (B) กลุ่มที่ 2 (บูรณะฟันโดยตรง), (C) กลุ่มที่ 3 (บูรณะ ด้วยแกนเดือยฟันที่มีรูปร่างเหมือนคลองรากฟัน), (D) กลุ่มที่ 4 (บูรณะด้วย แกนเดือยฟันที่มีรูปร่างเหมือนคลองรากฟัน), (E) กลุ่มที่ 5 (บูรณะฟันโดยตรง) Fiber-reinforced composite post and core systems used in each group; (A) group 1 (direct technique), (B) group 2 (direct technique), (C) group 3 (anatomical post technique), (D) group 4 (anatomical post technique), (E) group 5 (direct technique).....	32

ภาพที่		๘ หน้า
11	การกรอตัดฟันส่วนตัวฟัน Coronal tooth preparation.....	33
12	รูปร่างและขนาดแบบขี้ผึ้งสำหรับครอบฟันที่มีการเตรียมตำแหน่งที่วางของหัว กุดที่บริเวณกึ่งกลางฟันเอียงด้านใกล้ลิ้นของปุ่มฟันด้านใกล้แก้ม Shape and size of crown wax pattern with loading site on the center of lingual inclined plane of buccal cusp.....	33
13	ครอบฟันโลหะเหรียญที่ใช้ในการทดลอง; (A) ด้านสบฟันของครอบฟันที่มีการ เตรียมตำแหน่งรับหัวกุดทดสอบ, (B) พื้นผิวด้านในของครอบฟันโลหะ, (C) ครอบฟันที่ยึดบนฟันหลักด้วยเรซินซีเมนต์แบริโวลิงค์ทู Cast metal crown used in the experiment. (A) Occlusal view of the crown with loading site. (B) Internal surface of the metal crown. (C) Crowns were cementated with Variolink® II resin cement.....	33
14	การฝังส่วนรากฟันของชิ้นตัวอย่างลงในเรซินอะคริลิก; (A) ทำเครื่องหมายบน ฟันที่ตำแหน่งต่ำกว่ารอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน 2 มิลลิเมตร, (B) ใช้เครื่องสำรวจความขนานในการจัดตำแหน่งฟัน, (C) เทอะคริลิกลงในท่อ พลาสติกถึงขอบบนของท่อและเท่ากับเครื่องหมายที่รากฟัน และ (D) นำฟัน ออกจากอะคริลิกเรซินก่อนเกิดการแข็งตัว Root of samples were embedded in acrylic resin. (A) The teeth were marked on a level 2 mm apical to the CEJ. (B) A surveyor aided in the alignment of the teeth. (C) Acrylic resin was pour into plastic tube until at the same level of upper rim of tube and the marking on teeth. (D) Removed the tooth from acrylic resin before setting.....	34
15	ตำแหน่งของฟันที่เคลือบด้วยซิลิโคนและฝังอยู่ในแท่งอะคริลิก Position of silicone-coated tooth in acrylic block.....	35
16	เครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอน รุ่น 5566 Instron® universal testing machine (model 5566).....	36
17	แสดงตำแหน่งการวางหัวกุดที่ตำแหน่งกึ่งกลางฟันเอียงด้านใกล้ลิ้นของปุ่มฟัน ด้านใกล้แก้ม โดยมีแนวแรงทำมุม 45° กับแนวแกนฟัน Show the loading site on the center of lingual inclined plane of buccal cusp at a 45° angle to long axis of the tooth.....	36

18	ค่าแรงเฉลี่ยที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดลองกลุ่มที่ 1-3 Mean fracture load and standard deviation of experimental group 1-3.	39
19	การแตกของฟันที่เกิดขึ้นในการทดลอง; (A) ครอบฟันหลุด, (B) แกนฟันแตก, (C) รากฟันแตกส่วนใกล้ตัวฟัน, (D) รากฟันแตกส่วนกึ่งกลางราก, (E) รากฟันแตกส่วนใกล้ปลายราก Fracture modes occurred after loading tested; (A) crown dislodgement, (B) core fracture, (C) coronal root fracture, (D) middle root fracture, (E) apical root fracture.....	40
20	การแตกส่วนใหญ่ของกลุ่มที่ 1 เกิดขึ้นที่กึ่งกลางรากฟัน Most fracture modes of group 1 occurred in the middle of roots.....	41
21	การแตกของฟันที่เกิดขึ้นในกลุ่มที่ 2; (A) การแตกส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่รากฟันส่วนใกล้ตัวฟัน, (B) การแตกของรากฟันส่วนใกล้ปลายราก Fracture modes occurred in group 2; (A) Most fracture modes were coronal root fractures, (B) apical root fractures.....	41
22	การแตกของฟันที่เกิดขึ้นในกลุ่มที่ 3; (A) การแตกส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่รากฟันส่วนใกล้ตัวฟัน, (B) การแตกของรากฟันส่วนใกล้ปลายราก Fracture modes occurred in group 3; (A) Most fracture modes were coronal root fractures, (B) apical root fractures.....	41
23	ค่าแรงเฉลี่ยที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดลองกลุ่มที่ 4 และ 5 Mean fracture load and standard deviation of experimental group 4-5.	43
24	การแตกส่วนใหญ่ของกลุ่มที่ 4 เกิดขึ้นที่กึ่งกลางรากฟัน Most fracture modes of group 4 occurred in the middle of roots.....	44
25	การแตกของฟันที่เกิดขึ้นในกลุ่มที่ 5; (A) การแตกส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่กึ่งกลางรากฟัน, (B) การแตกของรากฟันส่วนใกล้ปลายราก Fracture modes occurred in group 5; (A) Most fracture modes were middle root fractures, (B) apical root fractures.....	44

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันมาแล้วมักมีความแข็งแรงลดลงเนื่องจากเนื้อฟันส่วนตัว ฟันถูกทำลายจากฟันผุ ฟันแตก การเปิดทางเพื่อรักษาคลองรากฟัน และการกรอเตรียมฟันหลัก เพื่อการบูรณะ (Fernandes และ Dessai, 2001) มักส่งผลให้ฟันที่รักษาคลองรากมาแล้วเกิดการแตกหักของตัวฟัน รากฟัน หรือวัสดุบูรณะภายใต้แรงบดเคี้ยวของผู้ป่วยตามมา ความสำเร็จในการบูรณะฟันที่รักษาคลองรากฟันขึ้นกับผลของการรักษาคลองราก และการเลือกวัสดุและวิธีการบูรณะฟันอย่างเหมาะสม

บางการศึกษาพบว่า การบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากมาแล้วด้วยเดือยฟันเป็นการเพิ่มความแข็งแรงหรือเสริมแรงให้กับรากฟัน (Caputo และ Standlee, 1976; Hajizadeh และคณะ, 2009; Hayashi และคณะ, 2006) แต่อย่างไรก็ตามมีการศึกษาอีกมากมายพบว่า การบูรณะโดยใช้เดือยฟันทำให้รากฟันอ่อนแอลงเนื่องมาจากเกิดการสูญเสียเนื้อฟันขณะกรอเตรียมคลองรากฟันเพื่อเป็นที่อยู่ของเดือยฟันเป็นสาเหตุให้เกิดการแตกหักของรากฟันตามมาได้ (Heydecke และคณะ, 2001; Lang และคณะ, 2006; Reeh และคณะ, 1989) จึงแนะนำให้ใช้เดือยฟันในกรณีที่ฟันรักษาคลองรากแล้วเหลือเนื้อฟันส่วนตัวฟันไม่เพียงพอสำหรับรองรับครอบฟันบนตัวฟันได้ (Cheung, 2005) ดังนั้นหน้าที่หลักของเดือยฟันคือทำให้เกิดการยึดติดกับแกนฟัน (core) เพื่อรองรับครอบฟันในส่วนตัวฟัน

การศึกษาของ Cheung (2005) พบว่าฟันกรามน้อย (premolar) ที่ได้รับการรักษารากฟันมาแล้วเป็นฟันที่มีเนื้อฟันน้อยกว่าและมีโพรงเนื้อเยื่อในตัวฟันเล็กกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับฟันกราม ดังนั้นจึงไม่เพียงพอในการให้การยึดติดของครอบฟัน นอกจากนี้ยังมีความชันของปุ่มฟัน (cusp angle) มากจึงรับแรงเฉือน (shear force) ที่มากระทำขณะบดเคี้ยวมาก มีความเสี่ยงต่อการเกิดการแตกหักของฟันได้ จึงมักพิจารณาใช้เดือยฟันในการบูรณะฟันกรามน้อยเสมอ

ปัจจุบันแนวโน้มในการบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากที่เหลือเนื้อฟันมากด้วยเดือยฟันเสริมเส้นใย (fiber post) แทนแกนเดือยฟันโลหะเหวี่ยง (cast metal post and core) มากขึ้น เนื่องจากเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยมีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่น (elastic modulus) ใกล้เคียงกับเนื้อฟันจึงเกิดการกระจายแรงจากเดือยฟันไปสู่เนื้อฟันได้ดี ซึ่งแตกต่างกับเดือยฟันโลหะเหวี่ยงที่มีมอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นน้อยกว่า เมื่อมีแรงมากระทำจึงเกิดความเครียดสะสมบริเวณรอยต่อระหว่างเดือยกับเนื้อฟันเป็นอย่างมากทำให้เกิดการแตกหักของรากฟันได้

(Pegoretti และคณะ, 2002) และจากการศึกษาทางคลินิกพบว่า การใช้เดือยฟันคอมโพสิตเสริม

เส้นใยไม่ทำให้เกิดการแตกหักของรากฟัน จึงมีความสำเร็จในการบูรณะสูง (Ferrari และคณะ, 2000)

ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความต้านทานต่อการหลุดของเดือยฟัน นอกเหนือไปจากความแข็งแรงในการยึดติด (bond strength) ระหว่างเรซินซีเมนต์กับเดือยฟันและเนื้อฟันในคลองรากแล้วความหนาของชั้นซีเมนต์มีความสำคัญเช่นกัน (D'Arcangelo และคณะ, 2007) ชั้นของซีเมนต์ที่หนามีความแข็งแรงน้อย และอาจเกิดการกักเก็บฟองอากาศเอาไว้ภายในจึงเป็นจุดอ่อนที่มักเกิดการแตกหักในชั้นซีเมนต์ซึ่งเสี่ยงต่อการสูญเสียการยึดติดได้ (Grandini และคณะ, 2005)

จากข้อพิจารณาดังกล่าวข้างต้น ฟันที่มีรูปร่างของคลองรากฟันไม่กลม เช่น ฟันกรามน้อยหรือฟันตัดบนซี่ข้าง การใช้เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับแกนฟันเรซินคอมโพสิตมักทำให้เกิดชั้นซีเมนต์ที่หนาโดยเฉพาะในแนวแก้ม-ลิ้นของคลองรากฟัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นหาวิธีการยึดเดือยฟันคอมโพสิตในฟันที่มีคลองรากไม่กลม เพื่อลดความหนาของชั้นซีเมนต์ และลดโอกาสเกิดความล้มเหลวของการบูรณะฟัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการต้านทานการแตกหัก (Fracture resistance) และตำแหน่งที่เกิดการแตกหักของฟันกรามน้อยที่มีรูปร่างคลองรากฟันไม่กลมหลังการบูรณะด้วยระบบเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (experimental research) ในห้องปฏิบัติการ
2. ฟันที่ใช้ในการทดลองเป็นฟันมนุษย์ซี่กรามน้อย มีคลองรากฟันเดี่ยวและตรง ไม่มีรอยผุ วัสดุอุดหรือการแตกหักใดๆ โดยมีความยาว รูปร่าง และขนาดในแนวแก้ม-ลิ้น และในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางแตกต่างกันไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร
3. เดือยฟันคอมโพสิตที่ใช้คือ
 - เดือยฟันเสริมเส้นใยแก้วไฟเบอร์เคลียร์ (FibreKleer[®], Pentron, Wallingford, CT, USA)
 - เดือยฟันขนาดเล็กเสริมเส้นใยแก้วรีฟอร์พิน (Reforpin[®], Angelus, Londrina, Brazil)
 - แกนเดือยฟันเสริมเส้นใยแก้วอีโวลูชัน (Evolution[®], Innotech, Robbio, Italy)

4. วัสดุแกนฟันที่ใช้ คือ เรซินคอมโพสิตมัลติคอร์ชนิดไหลแม่ได้ (Multicore[®] Flow, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ชนิดเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ด้วยตัวเอง ร่วมกับแสง
5. ซีเมนต์ที่ใช้ยึดเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยและครอบฟัน คือ แวริโอลิงค์เรซิน ซีเมนต์ (Variolink[®] II, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) วิธีการใช้ตามบริษัทผู้ผลิตกำหนด
6. วัสดุทำครอบฟัน คือ โลหะหล่อผสมนิเกิลโครเมียม (Classic vision[™] Pisces, William, Texas, USA)

ข้อตกลงเบื้องต้น

การทดลองนี้ทำในห้องปฏิบัติการ ตลอดกระบวนการดำเนินการโดยผู้ทำการทดลองคนเดียว และใช้อุปกรณ์เดียวกันตลอดการทดลองที่ห้องทันตวัสดุศาสตร์ อาคารสมเด็จย่า ชั้น 9 คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อุณหภูมิประมาณ 22-28 องศาเซลเซียส

ข้อจำกัดในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการไม่สามารถควบคุมปัจจัยบางอย่างให้เหมือนกับสภาวะช่องปากได้ทุกประการ ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นเพียงการนำผลการทดลองในห้องปฏิบัติการอ้างอิงถึงการทดลองในสิ่งมีชีวิต ซึ่งควรมีการศึกษาติดตามผลระยะยาวทางคลินิกต่อไป

การออกแบบการวิจัย

วิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ (experimental research)

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้คำว่า “ความต้านทานการแตกหัก” แปลจาก fracture resistance
 “มอดุลัสของสภาพยืดหยุ่น” แปลจาก modulus of elasticity
 “ตำแหน่งการแตกหัก” แปลจาก fracture mode

สมมติฐานการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยของแรงที่ทำให้เกิดการแตกหักของการบูรณะฟันแต่ละระบบไม่แตกต่างกัน
2. ตำแหน่งที่เกิดการแตกหักของการบูรณะฟันแต่ละระบบไม่แตกต่างกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงค่าความต้านทานการแตกหักของพื้นที่มีรูปร่างคดงอฉากไม่กลมเมื่อบุงนระด้วยระบบเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่แตกต่างกัน
2. เป็นแนวทางในการศึกษาต่อไปเพื่อเลือกวิธีการ และวัสดุในการบุงนระพื้นที่ได้รับการรักษาคดงอฉากพื้นที่มีรูปร่างไม่กลมให้เหมาะสมที่สุด



ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การบูรณะฟันภายหลังการรักษาคลองรากมักเกิดการแตกหักของตัวฟันและราก หรือวัสดุบูรณะภายใต้แรงบดเคี้ยวของผู้ป่วย เนื่องจากเนื้อฟันส่วนตัวฟันถูกทำลายไปมากจากฟันผุ ฟันแตก การเปิดทางรักษาคลองรากฟัน และการกรอเตรียมฟันหลักเพื่อการบูรณะ (Fernandes และ Dessai, 2001) ดังนั้นความสำเร็จในการบูรณะฟันที่รักษาคลองรากฟันที่เนื้อฟันส่วนตัวฟันถูกทำลายไปมากมักขึ้นกับผลของการรักษาคลองรากฟัน และการบูรณะฟันจำเป็นต้องเลือกวัสดุบูรณะและวิธีการอย่างถูกต้องและเหมาะสม

การศึกษาของ Hayashi และคณะ (2006) พบว่าการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคลองรากฟันมาแล้วด้วยเดือยฟันสำเร็จรูปเสริมเส้นใยและแกนฟันเรซินคอมโพสิตร่วมกับครอบฟันนั้นเป็นการป้องกันแตกหักและรักษาเนื้อฟันส่วนตัวฟันที่เหลืออยู่ไว้ได้มากกว่าการบูรณะด้วยครอบฟันที่ไม่ใส่แกนเดือยฟัน และการศึกษาของ Hajizadeh และคณะ (2009) พบว่าฟันที่รักษาคลองรากฟันมาแล้วได้รับการกรอเตรียมโพรงฟันจากด้านใกล้กลาง-ด้านบดเคี้ยว-ด้านไกลกลาง (MOD cavity) แล้วอุดด้วยเรซินคอมโพสิตนั้นมีความต้านทานต่อการแตกหักต่ำกว่ากลุ่มที่บูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับแกนฟันเรซินคอมโพสิตอย่างมีนัยสำคัญ

อย่างไรก็ตามมีการศึกษามากมายเกี่ยวกับการบูรณะฟันหลังการรักษารากฟันพบว่าการบูรณะโดยใช้เดือยฟันทำให้รากฟันอ่อนแอลงเนื่องมาจากการสูญเสียเนื้อฟันขณะกรอเตรียมคลองรากฟันเพื่อเป็นที่อยู่ของเดือยฟันเป็นสาเหตุให้เกิดการแตกหักของรากฟันตามมาได้ (Heydecke และคณะ, 2001; Reeh และคณะ, 1989) การศึกษาของ Lang และคณะ (2006) พบว่าการกำจัดเนื้อฟันภายในคลองรากฟันด้วยการกรอเตรียมฟันที่สำหรับเดือยฟันทำให้รากฟันเกิดการผิดรูป (deformability of the root) ได้มากขึ้น จึงแนะนำให้ใช้เดือยฟันในกรณีที่ฟันรักษาคลองรากแล้วมีเนื้อฟันส่วนตัวฟันเหลือไม่เพียงพอเพื่อการรองรับครอบฟันบนตัวฟันได้ (Cheung, 2005) ดังนั้นหน้าที่หลักของเดือยฟันคือทำให้เกิดการยึดติดกับแกนฟันเพื่อรองรับครอบฟันในส่วนตัวฟัน

Peroz และคณะ (2005) เสนอวิธีการประเมินความจำเป็นในการบูรณะฟันที่รักษาคลองรากด้วยเดือยฟันโดยขึ้นกับปริมาณของเนื้อฟันส่วนตัวฟันที่เหลืออยู่ ในฟันที่รักษาคลองรากเหลือเนื้อฟันส่วนตัวฟันมากกว่า 2 ด้านและมีความหนาของผนังเนื้อฟันที่เหลือภายหลังการกรอเตรียมครอบฟันมากกว่า 1 มิลลิเมตร ไม่จำเป็นต้องใส่เดือยฟันในกรณีที่เหลือความสูงของเนื้อฟันมากกว่า 2 มิลลิเมตร แต่ถ้าเหลือความสูงของเนื้อฟันน้อยกว่า 2 มิลลิเมตรควรทำศัลยกรรมเพิ่มความยาวตัวฟันแต่ต้องพิจารณาถึงความยาวของรากฟันที่เหลืออยู่ด้วย เนื่องจากเนื้อฟันในส่วนตัวฟันที่มีเฟอร์รูล (ferrule) 2 มิลลิเมตรช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดการแตกหักของรากฟันได้

การพิจารณาแยกตามประเภทการบูรณะฟันที่รักษาคลองราก พบว่าในฟันหน้าเนื่องจากตำแหน่งของฟันทำให้แรงบดเคี้ยวไม่ถ่ายทอดลงตามแนวแกนฟันจึงมีความเสี่ยงต่อการแตกหักของฟันได้ (Mentink และคณะ, 1993) ดังนั้นในขั้นตอนการกรอเตรียมฟันหลักและรักษาคลองรากต้องพยายามเก็บรักษาเนื้อฟันไว้ให้มากที่สุด เพราะถ้าเหลือเนื้อฟันในส่วนตัวฟันอยู่มากร่วมกับการพิจารณาการสบฟันที่ไม่รุนแรง ไม่จำเป็นต้องบูรณะด้วยเดือยฟัน (Sorensen และ Martinoff, 1984) แต่ถ้าเนื้อฟันในส่วนตัวฟันเหลืออยู่น้อยไม่เพียงพอต่อการยึดอยู่กับแกนฟันร่วมกับการพิจารณาชนิดของการสบฟันที่รุนแรงแล้วมีความจำเป็นต้องใช้เดือยฟันในการบูรณะ ในกรณีของฟันกราม (molar) บางซี่ไม่จำเป็นต้องใช้เดือยฟันในการบูรณะ เช่นในรายที่ฟันกรามมีปริมาณเนื้อฟันเหลืออยู่ค่อนข้างมากและมีที่อยู่ของโพรงประสาทฟัน (pulp chamber) ขนาดใหญ่และสูงเพียงพอในการให้การยึดติดกับแกนฟันที่สร้างขึ้นแทนที่เนื้อฟันที่สูญเสียไป ถ้าเกิดการสูญเสียเนื้อฟันไปมากจำเป็นต้องใช้เดือยและแกนฟันเพื่อให้การยึดอยู่แก่ครอบฟันหรือชิ้นงานบูรณะ (Kane และ Burgess, 1991) ส่วนในฟันกรามน้อย (premolar) เมื่อเปรียบเทียบกับฟันกรามแล้วพบว่าฟันกรามน้อยเป็นฟันที่มีเนื้อฟันน้อยกว่าและมีโพรงประสาทฟันเล็กกว่าจึงไม่เพียงพอในการให้การยึดอยู่แก่แกนฟัน และยังมีมุมชันของปุ่มฟัน (cusp angle) มาก ร่วมกับตำแหน่งของฟันกรามน้อยในขากรรไกรเป็นฟันที่รับแรงเฉือนจากการบดเคี้ยวมาก มีความเสี่ยงต่อการเกิดการแตกหักของฟันได้ จึงมักพิจารณาใช้เดือยฟันในการบูรณะฟันกรามน้อยเสมอ (Cheung, 2005)

การบูรณะฟันกรามน้อยที่ได้รับการรักษาคลองรากด้วยเดือยฟันอาจพบปัญหาได้หลายประการอันเนื่องมาจากผนังรากฟันที่มีความบาง รูปร่างของรากฟันที่มีการสบลงสู่ส่วนปลายรากอย่างมาก และปลายรากฟันมักมีความโค้งไปสู่ด้านไกลกลาง (Gutmann, 1992) นอกจากนี้อาจพบส่วนคอดของรากฟันในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางทำให้รูปร่างของคลองรากไม่กลม (Cheung, 2005) หรือคลองรากรูปตัวซี (C-shaped root canal) ได้ ดังนั้นการกรอเตรียมฟันที่สำหรับเดือยฟันโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่เป็นรูปร่างกลมอาจทำให้เกิดการเกิดรูทะลุ (perforation) ของผนังคลองรากฟันได้

ปัจจัยที่มีผลต่อการบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากด้วยเดือยฟัน

1. ความยาวของเดือยฟัน

ความยาวของเดือยฟันมีผลต่อแรงยึดติดระหว่างเดือยฟันกับรากฟัน เดือยฟันที่ยาวมักให้แรงยึดติดกับคลองรากฟันได้มากกว่าเดือยฟันที่สั้น เดือยฟันที่สั้นมีความเสี่ยงต่อการหลุดของเดือยและครอบฟันได้ง่าย และยังมีผลต่อการกระจายแรงเค้นลงสู่รากฟันโดยมีขอบของกระดูกครอบรากฟันเป็นจุดหมุนและเกิดแรงเค้นสะสมที่ปลายของเดือยฟันที่สั้น จึงเกิดการแตกหักของรากฟันบริเวณ

ปลายเดือยฟันได้ มีผู้เสนอความยาวของเดือยฟันที่เหมาะสมไว้ต่างๆ กัน ได้แก่ (Goodacre และ Spolnik, 1995; Sivers และ Johnson, 1992) [1] ความยาวของเดือยฟันควรเท่ากับ $2/3$ ของความยาวรากฟัน และ [2] ความยาวของเดือยฟันควรเท่ากับความยาวของตัวฟันที่สร้างขึ้นใหม่ และไม่ว่าเดือยฟันจะยาวเท่าไรจะต้องเหลือความยาววัสดุอุดคลองรากฟันจากปลายรากฟันถึงปลายเดือยฟันประมาณ 4-6 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันการเกิดการรั่วซึมบริเวณปลายราก (Abramovitz และคณะ, 2001; Wu และคณะ, 1998)

2. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเดือยฟัน

เดือยฟันควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เหมาะสมกับคลองรากฟัน ถ้าเดือยฟันมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กเกินไป ความแข็งแรงของเดือยฟันจะลดลงทำให้เกิดการหักหรือบดงของเดือยฟันได้ แต่ถ้าทำเดือยฟันขนาดใหญ่เกินไปทำให้เกิดการสูญเสียเนื้อฟันส่วนผนังคลองรากฟันไปมากและลดความแข็งแรงของรากฟันลง

Stern และ Hirshfeld (1973) และ Tilk และคณะ (1979) แนะนำให้เดือยฟันมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ $1/3$ ของเส้นผ่านศูนย์กลางของรากฟัน หรือมีความหนาของเนื้อฟันรอบเดือยอย่างน้อย 1 มิลลิเมตร (Lloyd และ Palik, 1993)

3. ชนิดของเดือยฟัน

3.1 เดือยฟันที่สร้างขึ้นเฉพาะราย (*custom post and core*) มักทำด้วยโลหะหล่อผสมหรือคอมโพสิตเสริมเส้นใย กรณีที่ทำด้วยโลหะหล่อผสมพบว่าเดือยฟันที่ทำจากโลหะผสมเจือทองมีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่น ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อน (*coefficient of thermal expansion*) มีค่าใกล้เคียงกับเคลือบฟัน และมีค่าความทนแรงอัด (*compressive strength*) ภายใต้งบดเคี้ยวได้ดี (Bergman และคณะ, 1989) ส่วนเดือยฟันที่ทำจากโลหะผสมพื้นฐาน (*base metal alloy*) นั้นมีความแข็งแรงมากกว่าเนื้อฟันส่วนรากฟัน (Cheung, 2005) รูปร่างเดือยฟันชนิดนี้มีปลายเรียวและสอบลงไปทางปลายรากเหมือนกับรูปร่างของคลองรากฟันทำให้เกิดสภาวะลิ่ม (*wedging effect*) กับรากฟันได้ (Rolf และคณะ, 1992; Rosenstiel และคณะ, 1995; Trabert และ Conney, 1984) ดังนั้นเมื่อได้รับแรงบดเคี้ยวอย่างรุนแรงจึงมีโอกาสเกิดการแตกหักของรากฟันได้สูง และการสร้างเดือยชนิดนี้ต้องใช้เวลาในการส่งงานให้ห้องปฏิบัติการทันตกรรมจึงไม่สามารถทำให้เสร็จได้ภายในครั้งเดียว แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากการสร้างเดือยชนิดนี้มีการใช้โลหะผสมเหวี่ยงเดือยและแกนฟันเป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้เดือยฟันชนิดนี้มีความแข็งแรงและมีการเชื่อมต่อระหว่างเดือยและแกนฟันได้ดีจึงไม่ค่อยพบการแตกหักของแกนเดือยฟัน

3.2 เดือยฟันสำเร็จรูป (*prefabricated post*) เป็นเดือยฟันที่บริษัทผลิตขึ้นสำเร็จรูปมีหลายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและหลายรูปร่าง

รูปร่างของเดือยฟันสำเร็จรูป เดือยฟันสำเร็จรูปมีการผลิตออกมาหลายรูปร่างได้แก่ รูปร่างขนานและสอบเข้า มีพื้นผิวเรียบ เป็นเกลียว ฯลฯ เดือยฟันสำเร็จรูปที่มีรูปร่างขนานและพื้นผิวเรียบทำให้เกิดการกระจายแรงบิดเคี้ยวสู่นอพื้นโดยรอบได้ดีและเกิดแรงเค้น (stress) กับรากฟันน้อยแต่มีการยึดติดกับผนังคลองรากฟันน้อยที่สุด ในทางกลับกันเดือยที่มีลักษณะปลายเรียวและพื้นผิวเป็นเกลียวให้การยึดติดที่ดีกว่าแต่เกิดแรงเค้นกับรากฟันมากกว่าเนื่องจากส่วนที่เป็นเกลียวมีการหมุนลึกเข้าไปในส่วนเนื้อฟันโดยรอบ และยังมีโอกาสทำให้เกิดสภาวะลิ้มได้สูงขณะได้รับแรงบิดเคี้ยว (Rolf และคณะ, 1992; Rosenstiel และคณะ, 1995; Trabert และ Conney, 1984)

ถ้ามองในแง่ของการอนุรักษ์เนื้อฟันแล้ว การใช้เดือยฟันรูปร่างปลายเรียวมีการตัดเนื้อฟันในคลองรากฟันออกน้อยกว่าเดือยฟันรูปร่างเกลียวหรือขนาน ซึ่งการเตรียมฟันที่สำหรับเดือยฟันรูปร่างขนานเกิดการสูญเสียเนื้อฟันส่วนปลายของรากฟันไปมากกว่าปลายเรียว ทำให้เนื้อฟันส่วนนี้มีความบางและอ่อนแอ (Cheung, 2005)

วัสดุที่ใช้ทำเดือยฟันสำเร็จรูป มีหลายชนิดคือ

- เดือยฟันโลหะสำเร็จรูป ได้แก่ โลหะกล้าไร้สนิม (stainless steel), ไทเทเนียม (titanium), โลหะผสมไทเทเนียม (titanium alloy), โลหะผสมแพลตินัมทองพัลเลเดียม (platinum-gold-palladium alloy), โลหะผสมโครเมียม (chromium-containing alloy) และทองเหลือง (brass) แต่พบว่าเดือยฟันโลหะมีปัญหาในเรื่องของการมีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นที่สูงกว่าเนื้อฟันมากจนเกินไป ทำให้เกิดการแตกหักของรากฟันได้ และมักเกิดการกัดกร่อนบริเวณพื้นผิวของเดือยฟัน (Kane และ Burgess, 1991; Rosenstiel และคณะ, 1995; Sivers และ Johnson, 1992) จากการศึกษาของ Newman และคณะ (2003) และ Al-Wahadni และคณะ (2008) พบว่าเดือยฟันโลหะสำเร็จรูปที่ผลิตจากโลหะกล้าไร้สนิม และไทเทเนียมทำให้เกิดรูปแบบการแตกหักของฟันที่ไม่สามารถบูรณะใหม่ได้

- เดือยฟันสำเร็จรูปที่ทำจากสารพวกกระเบื้องหรือเซอโรโคเนีย เดือยฟันชนิดนี้ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ในกรณีที่ต้องการความสวยงามสูง พบว่าเป็นวัสดุที่มีความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (biocompatibility) มีค่าความทนแรงดัด (flexural strength) มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่น และการทนความเค้นต่อการแตกหัก (fracture toughness) สูง (Ichikawa และคณะ, 1992) แต่อย่างไรก็ตามเดือยฟันชนิดนี้ยังคงต้องมีการศึกษาถึงผลของการใช้งานในระยะยาวต่อไป

- เดือยฟันสำเร็จรูปคอมโพสิตเสริมเส้นใย เส้นใยที่นำมาเสริมความแข็งแรงได้แก่ เส้นใยของคาร์บอน ควอทซ์ หรือแก้วที่ฝังลงในเรซินอีพ็อกซี (epoxy) หรือเมทาไครเลตเรซิน (methacrylate resin) (Heydecke และคณะ, 2001) เส้นใยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 7 ถึง

10 ไมโครเมตร และมีความแตกต่างกันของปริมาณของเส้นใย เดือยฟันชนิดนี้มีค่ามอดุลัสสภาพยืดหยุ่นต่ำ ซึ่งมีความใกล้เคียงกับเนื้อฟัน (ตารางที่1) จึงมีความเสี่ยงที่ทำให้เกิดการแตกหักของรากฟันลดลง (Freedman, 2001; Sirimai และคณะ, 1999; Torbjorner และ Fransson, 2004) และเมื่อเกิดความล้มเหลวในการรักษาสามารถรื้อเดือยฟันชนิดนี้เพื่อทำการรักษาใหม่ได้ง่าย (Cormier และคณะ, 2001)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบและคุณสมบัติเชิงกลของเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยบางชนิด

(Moosavi และคณะ, 2008; Plotino และคณะ, 2007; Torbjorner และ Fransson, 2004; Watanabe และคณะ, 2004)

Table 1 Compositions and mechanical properties of some fiber-reinforced composite posts. (Moosavi, et. al, 2008; Plotino, et. al, 2007; Torbjorner and Fransson, 2004; Watanabe, et. al, 2004)

Post	Content (% by weight)	Flextural modulus (GPa)	Flextural strength (MPa)	Elastic modulus(GPa)
Dentin		17.5 ± 3.8	212.9 ± 41.9	17.4-18
D.T. LIGHT-POST [®] , RTD	Quartz fiber 60%, epoxy	46	1,400	32.1 ± 2
Luscent [®] , Dentatus	Quartz fiber 70%, polyester	40	890	22.41
ParaPost Fiber White, Coltene/Whaledent	Glass fiber 42%, filler 29%, methacrylate resin 29%	29	990	20-30
FRC Postec [®] , Ivoclar Vivadent	Glass fiber 61.6%, urethane dimethacrylate 18.3%, triethylene glycol dimeth- acrylate 7.6%	45	1,390	*
Fibrekleer [®] , Pentron	Glass fiber 81-84%, resin 16-19%	23	1,423	*
Reforpin [®] , Angelus	Glass fiber 87%, epoxy	*	856	40
Evolution Fiber Post, Innotech	Glass fiber, *	*	*	*

* Data not found

Martinez-Insua และคณะ (1998) พบว่าฟันกรามน้อยที่บูรณะด้วยแกนเดือยฟันโลหะเหวี่ยงมีความต้านทานต่อการแตกหักสูงกว่าฟันที่บูรณะด้วยเดือยฟันสำเร็จรูปคอมโพสิตเสริมเส้นใยคาร์บอนร่วมกับแกนฟันเรซินคอมโพสิต แต่ปริมาณแรงที่ทำให้ฟันในกลุ่มที่ใช้แกนเดือยฟันโลหะเหวี่ยงเกิดการแตกหักได้นั้นมีค่ามากกว่าแรงบิดเคี้ยวที่เกิดขึ้นจริงในช่องปาก ในขณะที่ฟันในกลุ่มที่ใช้เดือยฟันสำเร็จรูปเสริมด้วยเส้นใยคาร์บอนร่วมกับแกนฟันเรซิน คอมโพสิตเกิดการหลุดหรือแตกหักระหว่างรอยต่อของเดือยและแกนฟันก่อนการแตกหักของรากฟัน

Fokkinga และคณะ (2006) ศึกษาลักษณะการแตกหักของฟันกรามน้อยบนที่เนื้อฟันส่วนตัวฟันถูกทำลายไปมากและบูรณะด้วยครอบฟันโลหะร่วมกับแกนเดือยฟันระบบต่างๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการใช้แกนเดือยฟันโลหะเหวี่ยงที่สร้างขึ้นให้พอดีกับคลองรากของฟันแต่ละซี่ (cast post-and-cores) เดือยฟันโลหะสำเร็จรูป (prefabricated metal posts) เดือยฟันสำเร็จรูปเสริมเส้นใยแก้ว (prefabricated glass fiber posts) และเดือยฟันเสริมเส้นใยที่สร้างขึ้นให้พอดีกับคลองรากของฟันแต่ละซี่ (custom-made glass fiber posts)

การยึดติดระหว่างเดือยฟันสำเร็จรูปคอมโพสิตกับแกนฟันเรซินคอมโพสิตเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่ง จากการศึกษาของ Coelho Santos และคณะ (2004) พบว่ากลุ่มที่ใช้เดือยฟันสำเร็จรูปคอมโพสิตเสริมเส้นใยให้ค่าความทนแรงดึงในแนวเส้นผ่านศูนย์กลาง (diametral tensile strength) มากกว่ากลุ่มที่ใช้เดือยฟันโลหะสำเร็จรูป และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นของกลุ่มเดือยฟันสำเร็จรูปคอมโพสิตเสริมเส้นใยเป็นการเชื่อมแน่นล้มเหลว (cohesive failure) ภายในเนื้อคอมโพสิต ในขณะที่กลุ่มเดือยฟันโลหะสำเร็จรูปเป็นการยึดไม่ติด (adhesive failure) ระหว่างพื้นผิวเดือยฟันและเรซินซีเมนต์

ในฟันที่มีคลองรากฟันขนาดใหญ่หรือคลองรากฟันผายมากกว่าปกติ เช่น ฟันหน้าบนซี่กลาง หรือในฟันเด็กที่เจริญไม่เต็มที่ รวมไปถึงฟันที่มีรูปร่างของคลองรากฟันไม่เป็นรูปกลม (Moosavi และคณะ, 2008) เช่น ฟันกรามน้อย หรือฟันตัดบนซี่ข้าง จึงมีการผลิตเดือยฟันสำเร็จรูปคอมโพสิตเสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้วในรูปแบบของเดือยฟันขนาดเล็ก (accessory post) ใช้ร่วมกับเดือยฟันขนาดปกติเป็นการเสริมความแข็งแรงให้กับเดือยฟัน ช่วยลดความเสี่ยงต่อการแตกหักของฟัน (Peters, 2004) และลดความหนาของชั้นซีเมนต์

นอกจากนี้มีการผลิตเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยชนิดเอลลิปส์ (ELLIPSON POST™, RTD, France) ซึ่งมีรูปร่างหน้าตัดของเดือยฟันเป็นรูปรี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางความกว้าง 1.8 มิลลิเมตร หนา 1.1 มิลลิเมตร โดยประกอบไปด้วยเส้นใยควอทซ์ร้อยละ 60 ฝังอยู่ในอีพ็อกซีเรซินเหมือนกับเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยชนิดดีไลท์ (DT Light-post, RTD, France) และส่วนของหัวกรอเตรียมคลองรากฟันมีลักษณะการทำงานที่เป็นระบบอัลตราโซนิคส์ซึ่งผู้ผลิตกล่าวว่าไม่ก่อให้เกิดการสูญเสียเนื้อฟันมากเกินไป ลดความผิดพลาดในการกรอเตรียมคลองรากฟัน

ปัจจุบันมีการผลิตเดือยฟันสำเร็จรูปคอมโพสิตเสริมเส้นใยแก้วในรูปแบบที่มีเดือยและแกนฟันเป็นชิ้นเดียวกัน (Evolution fiber post, Innotech) เหมาะสำหรับฟันหน้าหรือฟันกรามน้อยที่มีคลองรากฟันเดี่ยวและเหลือเนื้อฟันส่วนตัวฟันน้อย มีการผลิตรูปร่างส่วนแกนฟันสำหรับฟันหน้า 3 ขนาด ได้แก่ ขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ ความยาวส่วนเดือยฟัน 8-11 มิลลิเมตร และรูปร่างส่วนแกนฟันสำหรับฟันกรามน้อย 3 ขนาดเช่นกัน และมีความยาวส่วนเดือยฟัน 9 มิลลิเมตร ผู้ผลิตกล่าวว่าเดือยฟันและแกนฟันเสริมเส้นใยทั้งแท่งเป็นแกนเดือยฟันที่มีค่ามอดุลัสของสภาพ

ยึดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟัน และมีรูปร่างที่ทำให้เกิดการยึดอยู่ที่ดี แต่ยังไม่พบการศึกษาทดสอบความแข็งแรงเชิงกล และความสำเร็จในการใช้งานทางคลินิกของแกนเดือยฟันชนิดนี้

4. ชนิดของวัสดุแกนฟัน (core material) วัสดุแกนฟันแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันดังนี้ (ตารางที่ 2)

4.1 แกนฟันโลหะหล่อผสม (cast post and core) แกนฟันที่ทำจากโลหะเหนียวนั้นนำมาเป็นเวลานาน มักใช้ในกรณีที่มีเนื้อฟันในส่วนตัวฟันเหลืออยู่น้อย แกนฟันชนิดนี้สร้างขึ้นมาเป็นอย่างดี เดือยฟันมีการเชื่อมยึดระหว่างกันดีมากและให้การรองรับครอบฟันได้ดี แต่เป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงมากกว่าเนื้อฟันจึงมีความเสี่ยงที่ทำให้เกิดการแตกหักของรากฟันได้

4.2 แกนฟันอะมัลกัม (amalgam core) อะมัลกัมเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงสูง มีการละลายตัวต่ำ และมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนใกล้เคียงกับฟัน แต่ใช้เวลาในการแข็งตัวนานจึงไม่สามารถรอเตรียมฟันได้ทันทีหลังการสร้างแกนฟันเสร็จ การใช้แกนฟันอะมัลกัมจึงไม่เหมาะสมในกรณีที่เนื้อฟันมีการถูกทำลายไปมากและกรณีที่ต้องการความสวยงาม (Cheung, 2005)

4.3 แกนฟันพลาสติกไอโอโนเมอร์ หรือเรซินโมดิฟายด์พลาสติกไอโอโนเมอร์ (GI or RMGI core) พลาสติกไอโอโนเมอร์เป็นวัสดุที่สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุแกนฟันได้เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดี คือ การเกิดการยึดทางเคมีได้กับเนื้อฟันและเคลือบฟัน สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้ และมีการขยายตัวจากความร้อนใกล้เคียงกับเนื้อฟัน แต่มีข้อด้อยของวัสดุชนิดนี้คือความทนแรงอัดและแรงดึงต่ำ และเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัสดุขณะปฏิบัติการแข็งตัวในบริเวณที่มีความชื้น (Wilson และคณะ, 2003) พลาสติกไอโอโนเมอร์เป็นวัสดุที่เกิดการขยายตัวจากการดูดซึมความชื้น (Chutinan และคณะ, 2004) ซึ่งอาจทำให้เกิดการแตกหักของครอบฟันเซรามิกทั้งซี่ (Azer และคณะ, 2001)

4.4 แกนฟันเรซินคอมโพสิต (resin composite core) แกนฟันเรซินคอมโพสิตมีข้อดีที่ความสวยงาม (Suzuki, 2001) มีการยึดติดกับเนื้อฟันได้แข็งแรงเมื่อใช้ร่วมกับสารยึดติด เรซินคอมโพสิตมีความแข็งแรงทนต่อการแตกหักสูงเมื่อเทียบกับอะมัลกัมและพลาสติกไอโอโนเมอร์ (Cohen และคณะ, 1994; Cohen และคณะ, 2000; Coltak และคณะ, 2007; Gu และคณะ, 2007, Zalkind และคณะ, 2000) สามารถนำมาใช้ยึดเดือยและแกนฟันให้ติดกัน และรอเตรียมฟันหลักได้ในครั้งเดียว (Ricketts และคณะ, 2005) ปัจจุบันมีการผลิตเรซินคอมโพสิตขึ้นมาหลายรูปแบบสำหรับใช้เป็นวัสดุแกนฟันโดยเฉพาะ หรือมีการเติมสารจำพวกโลหะเข้าไปเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ได้แก่ Ti core รวมไปถึงการผลิตในรูปแบบที่มีการไหลแผ่ได้ (flowable composite core) ซึ่งการใช้งานทำได้โดยการฉีดวัสดุจากกระบอกฉีด Monticelli และคณะ (2005) พบว่าแกนฟันที่

ทำจากเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแต่เกิดความเหมาะสมกับเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเรซินคอมโพสิตแกนฟันชนิดอื่น นอกจากนี้แกนฟันเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแต่ได้สามารถใช้ยึดเดือยฟันกับผนังคลองรากฟันและก่อกันฟันขึ้นมาเป็นชั้นเดียวกัน หรือเกิดสภาวะที่เรียกว่า “โมโนบล็อก” (Monobloc) การบูรณะฟันที่รักษาคคลองรากฟันแล้วแบบโมโนบล็อก เป็นการรวมส่วนฟันผิวคลองรากฟันกับวัสดุบูรณะเดือยฟันและแกนฟันร่วมกับการใช้สารเชื่อมยึดเข้าเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน (Duret และคณะ, 1996) โดยวัสดุที่ใช้มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่น ที่ใกล้เคียงกับเนื้อฟันเพื่อให้แรงบิดเคี้ยวสามารถถ่ายทอดและกระจายผ่านส่วนประกอบต่างๆ ของโมโนบล็อกได้เป็นอย่างดี (Tay และ Pashley, 2007) คือเมื่อฟันได้รับแรงบิดเคี้ยวเดือยฟันทำหน้าที่ในการดูดซับความเครียดเอาไว้แทนเป็นการลดความเสี่ยงต่อการเกิดการแตกหักของรากฟัน (Newman และคณะ, 2003)

4.5 แกนฟันเรซินคอมโพสิตเสริมเส้นใย (fiber-reinforced resin composite core) ได้แก่ แกนฟันเรซินเสริมเส้นใยรีฟอร์คอร์ (Reforcore, Angelus) เป็นการฝังเส้นใยแก้วร้อยละ 80 ในอีพ็อกซีเรซินเมทริกซ์ร้อยละ 19 และสารทำให้เกิดสี (pigment) ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก เป็นแกนเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยสีเหมือนฟันธรรมชาติ ซึ่งแกนฟันชนิดนี้มีความทนแรงสูง ค่ามอดุลัสสภาพยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟัน ใช้งานง่ายและประหยัดเวลา แต่ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาถึงผลการใช้งานของแกนฟันชนิดนี้

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุแกนฟัน (Wilson และคณะ, 2003)

Table 2 Comparison of core materials properties. (Wilson, et. al, 2003)

Property	Amalgam	composite	GI	RMGI
Cariostatic	-	-	++	++
Bonds to tooth	-	++	++	++
Compressive strength	++	++	-	+
Flexural strength	++	++	-	+
Tensile strength	++	++	-	+
Coefficient thermal expansion	-	-	++	++
Thermal diffusivity	-	+	++	++
Dimensional stability	-	+	-	+

(-) poor; (+) satisfactory; (++) good

5. ซีเมนต์ฉาบยึด (luting cement)

ซีเมนต์ฉาบยึดมีหน้าที่ยึดชิ้นงานบูรณะที่ทำขึ้นจากห้องปฏิบัติการทันตกรรมกับฟันหลัก เพื่อให้คงอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องตลอดอายุการใช้งาน และทำหน้าที่เป็นสารเติมเต็มภายในช่องว่างเล็กๆ ระหว่างวัสดุบูรณะกับฟัน (Hill, 2007) กระบวนการยึดอยู่ของซีเมนต์มีหลายรูปแบบ ได้แก่ การยึดติดทางเคมี (chemical) การยึดติดทางกลศาสตร์ และการยึดติดทางจุลกลศาสตร์ ซึ่งการยึดอยู่ของวัสดุบูรณะมักเกิดจากการรวม 2-3 กระบวนการเข้าด้วยกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของซีเมนต์และวัสดุบูรณะที่ใช้ (Pegoraro และคณะ, 2007) ชนิดของซีเมนต์ฉาบยึดจำแนกตามวิวัฒนาการของซีเมนต์ และคุณสมบัติของซีเมนต์แต่ละชนิด ได้แก่ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของซีเมนต์ฉาบยึด (Rosenstiel และคณะ, 1998)

Table 3 Comparison of luting cements properties. (Rosenstiel, et. al, 1998)

Property	Ideal material	Zinc phosphate	Poly-carboxylate	Glass Ionomer	Resin ionomer	Composite	Adhesive resin
Film thickness (µm)	Low	<25	<25	<25	>25	>25	>25
Working time (min)	Long	1.5-5	1.75-2.5	2-3.5	2-4	3-10	0.5-5
Setting time (min)	Short	5-14	6-9	6-9	2	3-7	1-15
Compressive strength (MPa)	High	62-101	67-91	122-162	40-141	194-200	179-255
Elastic modulus (GPa)	Dentin = 13.7 Enamel = 84-130	13.2	Not test	11.2	Not test	17	4.5-9.8
Pulp irritation	Low	Moderate	Low	High	High	High	High
Solubility	Very low	High	High	Low	Very low	Very low	Very low
Microleakage	Very low	High	High to very high	Low to very high	Very low	High to very high	Very low to low
Removal of excess	Easy	Easy	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium
Retention	High	Moderate	Low/moderate	Moderate to High	Not test	Moderate	High

5.1 ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ (zinc phosphate cement) เป็นซีเมนต์ที่มีการใช้กันมานาน มีการยึดติดเชิงกลกับเนื้อฟันและวัสดุบูรณะ คุณสมบัติเชิงกล ซีเมนต์ชนิดนี้มีค่ากำลังแรงอัดสูง (high compressive strength) แต่มีค่ากำลังแรงดึงต่ำ (low tensile strength) (Hill, 2007)

คุณสมบัติเชิงเคมี ถือได้ว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์เป็นซีเมนต์ชนิดแรกที่มีคุณสมบัติเป็นกรดกัดด้วยตนเอง (self-etch cement) ส่วนผสมของส่วนผงและส่วนเหลวมีความเป็นกรดทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ (demineralizing) ของเนื้อฟัน (Nakabayashi และ Pashley, 1998) โดยความเป็น

กรดต่าง (pH) หลังผสม 1 ชั่วโมงแรกมีค่าต่ำกว่า 4 แต่จะกลับมาเป็นกลางได้ภายใน 48 ชั่วโมง (Hill, 2007)

คุณสมบัติเชิงชีวภาพ เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยากรด-ต่างของซีเมนต์ชนิดนี้จึงไม่แนะนำให้ใช้ในกรณีที่มีการเตรียมโพรงฟันที่ลึกหรือมีความเสี่ยงที่ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อโพรงประสาทฟัน และอาจเกิดการละลายตัวภายในช่องปากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะแรกหลังการแข็งตัวของซีเมนต์

แต่อย่างไรก็ตามจุดเด่นของซีเมนต์ชนิดนี้คือการเกิดความแข็งแรงสูงได้ในเวลารวดเร็ว หลังการผสม ราคาถูก และขั้นตอนการทำงานไม่ยุ่งยาก ทำให้ซิงค์ฟอสเฟตยังคงเป็นซีเมนต์ที่มักถูกเลือกใช้ทางคลินิก โดยเฉพาะในกรณีของการยึดวัสดุบูรณะชนิดโลหะล้วน (full metal restoration) หรือชนิดผสมระหว่างโลหะและเซรามิก (metal-ceramic restoration) ฟันปลอมติดแน่นบางส่วน (fixed partial denture) และแกนเดือยฟันโลหะเหวี่ยง (cast post and core) (Donovan และ Cho, 1999)

5.2 ซิงค์โพลีคาร์บอกซิเลตซีเมนต์ (zinc polycarboxylate cement) เป็นซีเมนต์ชนิดแรก ที่เกิดการยึดติดทางเคมีกับเนื้อฟัน (Smith, 1968)

คุณสมบัติเชิงกล ซิงค์โพลีคาร์บอกซิเลตมีค่ากำลังแรงดึงสูง แต่ค่ากำลังแรงอัดน้อยกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ และยังมีค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่นต่ำ ทำให้เกิดการสูญเสียสภาพพลาสติกได้เมื่อมีแรงบิดเคี้ยว (Power และ Sakaguchi, 2002)

คุณสมบัติเชิงเคมี การทำปฏิกิริยาในระหว่างการผสมซิงค์โพลีคาร์บอกซิเลตมีความเป็นกรดสูงกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ แต่พบว่าค่าความเป็นกรดต่างของซิงค์โพลีคาร์บอกซิเลตจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังผสม (Power และ Sakaguchi, 2002)

คุณสมบัติเชิงชีวภาพ การละลายตัวของซิงค์โพลีคาร์บอกซิเลตภายในช่องปากเกิดขึ้นได้มากกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ นอกจากนี้แม้ว่าการเกิดปฏิกิริยาของซีเมนต์จะทำให้เกิดความเป็นกรดสูง แต่โมเลกุลของกรดมีขนาดใหญ่จึงผ่านท่อเนื้อฟันเข้าไปได้น้อยมาก ทำให้เกิดการตอบสนองของโพรงประสาทฟันน้อยกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ (Smith, 1968)

อย่างไรก็ตามด้วยเหตุที่ซิงค์โพลีคาร์บอกซิเลตมีคุณสมบัติเชิงกลที่ไม่ดีนักจึงไม่แนะนำให้ใช้ยึดฟันปลอมบางส่วนแบบติดแน่นที่มีช่วงความยาวมาก หรืออยู่ในตำแหน่งที่มีแรงบิดเคี้ยวมาก (Diaz-Arnold และคณะ, 1999)

5.3 กลาสไอโอโนเมอร์ หรือเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (GI or RMGI cement) เป็นซีเมนต์ที่เกิดการยึดติดกับเนื้อฟันได้ทั้งทางกลและทางเคมี สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้

คุณสมบัติเชิงกล จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการพบว่ากลาสไอโอโนเมอร์มีค่ากำลังแรงอัดมาก แต่ค่ามอดุลัสสภาพยืดหยุ่นกลับน้อยกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ (Rosenstiel และคณะ, 1998) จึงไม่แนะนำให้ใช้ในการยึดฟันปลอมบางส่วนแบบติดแน่นที่มีช่วงความยาวมาก หรืออยู่ในตำแหน่งที่มีแรงบิดเคี้ยวมาก (Diaz-Arnold และคณะ, 1999)

คุณสมบัติเชิงเคมี การผสมกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นปฏิกิริยากรดต่าง ซึ่งควบคุมเวลาแข็งตัวและป้องกันการดูดความชื้นได้ยาก เมื่อมีการพัฒนาเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ขึ้นมาจึงเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ร่วมด้วย สามารถควบคุมเวลาแข็งตัวของซีเมนต์ได้โดยการฉายแสง และเมื่อซีเมนต์แข็งตัวเร็วจึงดูดความชื้นน้อยลง

คุณสมบัติเชิงชีวภาพ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีการละลายตัวสูงในระยะแรกหลังผสม ซึ่งสามารถป้องกันได้โดยการใช้ปิโตรเลียมเจลปิดทับบริเวณซีเมนต์ไว้ 10 นาที แต่สำหรับเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์เกิดปัญหานี้ลดน้อยลง (Cho และคณะ, 1995) นอกจากนี้ซีเมนต์ชนิดนี้มีคุณสมบัติดูดน้ำทำให้เกิดการขยายตัว มีการคงเสถียรภาพเชิงมิติต่ำ และลดความแข็งแรงของชั้นซีเมนต์ ดังนั้นจึงไม่ควรใช้ยึดครอบฟันเซรามิคล้วน และยึดแกนเดือยฟันเพราะการขยายตัวของซีเมนต์เมื่อดูดน้ำมีผลทำให้เกิดความล้มเหลวในการบูรณะฟัน (Diaz-Arnold และคณะ, 1999)

5.4 เรซินซีเมนต์ (resin cement) เป็นซีเมนต์ที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน เนื่องจากมีความแข็งแรงสูง การละลายตัวภายในช่องปากต่ำ และมีสีเหมือนฟันธรรมชาติให้สวยงาม เรซินซีเมนต์สามารถแบ่งกลุ่มได้อย่างหลากหลายตามเกณฑ์ที่ใช้จัดจำแนก

- การจำแนกกลุ่มเรซินซีเมนต์ตามส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่
 - กลุ่มไดเมทาโครเลตเรซินซีเมนต์ (dimethacrylate resin cement) ประกอบไปด้วยสารเมทาโครเลต บีส จีเอ็มเอ (Bis-GMA) ไดเมทาโครเลต หรือยูรีเทนไดเมทาโครเลต (urethane dimethacrylate) ร่วมกับวัสดุอุดแทรก (filler) เช่น ซิลิกาหรือแก้วในปริมาณร้อยละ 20 ถึง 80 โดยน้ำหนัก (O'Brien, 2008)
 - ส่วนกลุ่มของอะคริลิกเรซินซีเมนต์ประกอบไปด้วยเมทิลเมทาโครเลตพอลิเมอร์ (methylmethacrylate) และเมทิลเมทาโครเลตโมโนเมอร์ที่มีการเติมสารโพร์เมทาโครโลซีเอทิล ไตรมิลลิตเทท แอนไฮไดรด์ (4-methacryloxyethyl - trimellitate anhydride) หรือโพร์เมตา (4-META) และสารไตรเอินบิวทิลบอเรน (tri-n-butylborane) หรือทีบีบี (TBB) ลงไป

- การจำแนกกลุ่มเรซินซีเมนต์ตามรูปแบบปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ ได้แก่ การเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ด้วยตัวเอง (auto-cured) การเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ด้วยแสง (light-cured) และการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ด้วยตัวเองร่วมกับแสง (dual-cured)
- การจำแนกกลุ่มเรซินซีเมนต์ตามลักษณะการใช้งาน ได้แก่ เรซินซีเมนต์ในรูปแบบแยกส่วนผงและส่วนของเหลว แบบแคปซูล หรือแบบแยกเป็นสารป้าย 2 หลอด (paste/paste) คือ ส่วนพื้นฐาน (base) และส่วนเร่งปฏิกิริยา (catalyst)
- การจำแนกกลุ่มเรซินซีเมนต์ตามระบบและขั้นตอนการใช้สารยึดติด ได้แก่ ระบบโททัลเอชท์ (total-etch) ระบบเซลฟ์เอชท์ (self-etch) และเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ (self adhesive resin cement) ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อการยึดติดระหว่างเรซินซีเมนต์กับโครงสร้างฟันต่อไป

คุณสมบัติของเรซินซีเมนต์

■ *คุณสมบัติเชิงชีวภาพ* ความเข้ากันได้ทางชีวภาพของเรซินซีเมนต์มีความสัมพันธ์กับอัตราการเกิดพอลิเมอร์ (degree of conversion) (Caughman และคณะ, 1990; Darr และ Jacobsen, 1995) ในกรณีที่ใช้เรซินซีเมนต์ยึดชิ้นงานในตำแหน่งความลึกที่แสงไม่สามารถส่งผ่านถึงควรใช้เรซินซีเมนต์ที่เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ด้วยตัวเอง หรือเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ด้วยตัวเองร่วมกับแสงเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์อย่างสมบูรณ์ จากการศึกษาของ Breeding และคณะ (1991) พบว่า เมื่อยึดชิ้นงานที่มีความหนามากกว่า 2 มิลลิเมตรด้วยเรซินซีเมนต์ที่เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ด้วยแสงนั้นทำให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ได้ไม่สมบูรณ์แม้ว่าจะฉายแสงนานกว่า 90 วินาทีก็ตาม นอกจากนี้ White และคณะ (1994, 1995) ศึกษาการรั่วซึมขนาดเล็ก (microleakage) บริเวณขอบของครอบฟัน ซึ่งเป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการ (in vitro) และศึกษาในร่างกายมนุษย์ (in vivo) พบว่ากลุ่มที่ใช้เรซินซีเมนต์ยึดครอบฟันพบการรั่วซึมขนาดเล็กน้อยกว่ากลุ่มที่ใช้ซิงค์ฟอสเฟต และซิงค์โพลีคาร์บอกซิเลตซีเมนต์

■ *คุณสมบัติเชิงกล* พบว่าเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีการเติมวัสดุอัดแทรก มีค่าความทนแรงดัด ความทนแรงดึงในแนวเส้นผ่านศูนย์กลาง (diametral tensile strength) โมดูลัสของสภาพยืดหยุ่น การทนความเค้นต่อการแตกหัก และความแข็ง (hardness) สูงกว่าเรซินซีเมนต์ชนิดที่ไม่มีวัสดุอัดแทรก และซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมซึ่งได้แก่ ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ซิงค์โพลีคาร์บอกซิเลตซีเมนต์ และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Nakabayashi และ Pashley, 1998) Mezzomo และคณะ (2003) พบว่าค่าความทนพันธะแรงเฉือน (shear bond strength) ของพื้นที่ไม่มีเฟออร์รูลและยึดแกนเดือยฟันโลหะเหวี่ยงด้วยเรซินซีเมนต์มีค่ามากกว่ากลุ่มที่ยึดด้วยซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

นอกจากนี้ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จของการใช้เรซินซีเมนต์ขึ้นกับกระบวนการยึดติดของเรซินซีเมนต์กับโครงสร้างของฟันและวัสดุบูรณะ (Pegoraro และคณะ, 2007)

การยึดติดระหว่างเรซินซีเมนต์กับโครงสร้างฟัน

การใช้เรซินซีเมนต์ยึดชิ้นงานบูรณะเข้ากับเนื้อฟันต้องใช้ร่วมกับสารยึดติด (ยกเว้นเรซินซีเมนต์กลุ่มเซลฟ์แอตชีฟ) ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็นสองระบบ (Van Landuyt และคณะ, 2007) ได้แก่ [1] ระบบโททัลเอทช์ มีการผลิตออกมาในสองรูปแบบ ได้แก่ โททัลเอทช์สามขั้นตอน (3 steps total-etch) ประกอบด้วยขั้นตอนการใช้กรดฟอสฟอริกกัดพื้นผิวของฟัน (etching) เพื่อเป็นการเอาแร่ธาตุออก (demineralization) ทำให้เกิดความขรุขระที่พื้นผิวและมีการล้างกำจัดชั้นสเมียร์ออกไป การทาสารไพรเมอร์ (primer) เพื่อเป็นการควบคุมความชื้นให้เส้นใยคอลลาเจนอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแทรกซึมของสารยึดติด (bonding) ซึ่งเป็นสารตัวกลางที่ทำหน้าที่ยึดระหว่างพื้นผิวของฟันกับเรซินซีเมนต์หรือเรซินคอมโพสิตต่อไป การแทรกซึมของเรซินเข้าไปบริเวณพื้นผิวฟันทำให้เกิดชั้นที่มีลักษณะการผสมผสานระหว่างเรซินกับเนื้อเยื่อฟันที่มีแร่ธาตุพอกพูน (mineralized tissue) เรียกว่า “ชั้นไฮบริด” (hybrid layer) (Nakabayashi และ Pashley, 1998) นอกจากนี้ยังมีการผลิตระบบโททัลเอทช์สองขั้นตอน (2 steps total-etch) ซึ่งรวมการทำสารไพรเมอร์และสารยึดติดเป็นขั้นตอนเดียว เป็นการลดขั้นตอนการทำงานและลดความเสี่ยงของการเกิดความล้มเหลวของการยึดติดอันเนื่องมาจากขั้นตอนการทำงานที่ยุ่งยาก (technique sensitive) [2] ระบบเซลฟ์เอทช์ มีการผลิตออกมาในสองรูปแบบ ได้แก่ เซลฟ์เอทช์สองขั้นตอน (2 steps self-etch) เป็นการรวมขั้นตอนของการใช้กรดกัดพื้นผิวและการทาสารไพรเมอร์เป็นขั้นตอนเดียวแล้วแยกสารยึดติดออกมา และเซลฟ์เอทช์หนึ่งขั้นตอน (1 step self-etch) เป็นการรวมทั้งสามขั้นตอนของการใช้กรดกัดพื้นผิว การทาสารไพรเมอร์ และสารยึดติดเป็นขั้นตอนเดียว สารยึดติดในระบบนี้จะมีความเป็นกรดสามารถกัดพื้นผิวฟันให้มีความขรุขระได้แต่ไม่มีการกำจัดชั้นสเมียร์ (Pegoraro และคณะ, 2007)

การยึดติดของเรซินกับเคลือบฟันและเนื้อฟันเป็นการยึดติดทางจุลกลศาสตร์และทางเคมีบนผิวฟันที่ถูกกัดด้วยกรด ซึ่งกลไกการยึดติดในชั้นเนื้อฟันมีความซับซ้อนมากกว่าชั้นเคลือบฟัน ต้องการการเตรียมการยึดติดหลายขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการกำจัดชั้นสเมียร์ และการละลายแร่ธาตุออกจากผิวเนื้อฟัน ตามด้วยการทาสารไพรเมอร์และสารยึดติด การติดตามผลของการรักษาทางคลินิกพบว่าสารยึดติดระบบโททัลเอทช์ที่มีการกำจัดชั้นสเมียร์ออกไปทำให้เกิดภาวะเสียวฟันภายหลังการรักษา (postoperative sensitivity) ได้บ่อยครั้ง (Christensen, 2006) จึงมีการเลือกใช้ระบบเซลฟ์เอทช์มากขึ้นเพื่อเป็นการลดความรุนแรงของการถูกกรดกัดบริเวณผิวเนื้อฟันลง ทำให้ยังคงเหลือชั้นสเมียร์ปกคลุมบริเวณท่อนเนื้อฟันอยู่ ส่วนเซลฟ์แอตชีฟเรซินซีเมนต์ (self adhesive resin cement) เป็นเรซินซีเมนต์ที่ไม่ต้องเตรียมพื้นผิวฟันก่อนการยึดชิ้นงานบูรณะ

ขั้นตอนการทำงานมีเพียงขั้นตอนเดียว การใช้งานไม่ยุ่งยากเช่นเดียวกันกับซิงค์ฟอสเฟตและซิงค์โพลีคาร์บอกซิเลตซีเมนต์ ซีเมนต์ในกลุ่มนี้ไม่มีขั้นตอนกำจัดชั้นสเมียร์จึงไม่ทำให้เกิดอาการเสียวฟันภายหลังจากการรักษา (Radovic และคณะ, 2008) เซลฟ์แอตตีซีฟเรซินซีเมนต์ประกอบไปด้วยโมโนเมอร์ที่มีความเป็นกรดจึงสามารถนำแร่ธาตุออกจากผิวฟันและเรซินแทรกเข้าสู่ชั้นเคลือบฟันและเนื้อฟันที่มีความขรุขระได้ แต่จากหลายการศึกษาพบว่าความแข็งแรงในการยึดติด (bond strength) ทั้งในชั้นเคลือบฟันและเนื้อฟันของเซลฟ์แอตตีซีฟเรซินซีเมนต์มีค่าต่ำกว่าเรซินซีเมนต์ที่ต้องใช้ร่วมกับการกัดผิวฟันด้วยกรดฟอสฟอริก (De Munck และคณะ, 2004; Hikita และคณะ, 2007)

การตกค้างของยูจินอลซึ่งเป็นส่วนประกอบในซีเมนต์ชั่วคราวเป็นสารที่ขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของเรซิน (Rosenstiel และ Gegauff, 1988) ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ซีเมนต์ชั่วคราวที่ปราศจากยูจินอลในกรณีที่ใช้เรซินซีเมนต์เป็นซีเมนต์ฉาบยึดถาวรต่อไป

การยึดติดระหว่างเรซินซีเมนต์กับชิ้นงานบูรณะ

■ การยึดติดกับชิ้นงานบูรณะที่ทำด้วยโลหะ พบว่าบริเวณพื้นผิวของโลหะผสมพื้นฐาน (base metal alloys) มีชั้นออกไซด์ของโลหะที่หนาจึงเกิดปฏิกิริยาการยึดติดกับเรซินซีเมนต์ได้ดีกว่าโลหะผสมมีสกุล (noble alloys) (Power และ Sakagichi, 2002) ชั้นออกไซด์นี้มีลักษณะพื้นผิวที่ขรุขระเล็กน้อยจึงทำให้เกิดการยึดติดทางจุลกลศาสตร์ และการทาสารยึดติดทำให้เกิดการยึดติดทางเคมีกับเรซินซีเมนต์ได้ (Caughman และคณะ, 1992) การเตรียมพื้นผิวโลหะก่อนยึดติดด้วยเรซินซีเมนต์นั้นได้มีการศึกษาแนะนำหลายวิธีการ วิธีเพิ่มการยึดติดทางจุลกลศาสตร์ได้แก่ การกัดพื้นผิวโลหะด้วยสารเคมี (chemical gel etching) การเป่าทราย (airborne-particle abrasion) วิธีเพิ่มการยึดติดทางจุลกลศาสตร์ร่วมกับทางเคมี เช่น การเคลือบพื้นผิวด้วยดีบุก (tin plating) การเคลือบพื้นผิวด้วยผงซิลิกอน (silicoating) และวิธีเพิ่มการยึดติดทางเคมีและเพิ่มการซึมผ่านของเรซินซีเมนต์บนผิวของโลหะ ได้แก่ การใช้กาวไพรเมอร์ (metal primer) โครงสร้างของกาวไพรเมอร์มีปลายข้างหนึ่งเป็นกลุ่มทำงานที่ยึดกับพื้นผิวโลหะ และปลายอีกข้างหนึ่งมีกลุ่มทำงานที่เชื่อมกับเรซินซีเมนต์ กาวไพรเมอร์จึงทำหน้าที่ปรับสภาพพื้นผิวของโลหะให้มีความเหมาะสมและเพิ่มการยึดติดกับเรซินซีเมนต์ (Sen และคณะ, 2000)

■ การยึดติดกับเซรามิก ควรเตรียมพื้นผิวของชิ้นงานบูรณะให้เกิดความขรุขระโดยเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมกับชนิดขององค์ประกอบในเซรามิก ถ้าชิ้นงานบูรณะนั้นทำด้วยกลุ่มอะลูมินาออกไซด์เซรามิกควรใช้วิธีการเป่าทราย ถ้าชิ้นงานบูรณะทำด้วยกลุ่มกลาสเซรามิกควรใช้กรดไฮโดรฟลูออริก (hydrofluoric acid) กัดบริเวณพื้นผิวร่วมกับใช้สารคู่ควบไซเลน (silane coupling agent) ซึ่งเป็นสารที่มีโครงสร้างที่ปลายข้างหนึ่งสามารถจับกับกลุ่มไฮดรอกซี (OH group) บน

พื้นผิวของเซรามิกและปลายอีกข้างหนึ่งมีกลุ่มทำงานที่เชื่อมสารยึดติดหรือเรซินซีเมนต์ได้ (Pegoraro และคณะ, 2007)

■ การยึดติดกับเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยแก้ว มีการศึกษาแนะนำวิธีเตรียมผิวของเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยแก้วเพื่อเพิ่มการยึดติดกับเรซินซีเมนต์หลายวิธี ได้แก่

- การกัดผิวเดือยฟันด้วยสารเคมี เช่น กรดไฮโดรฟลูออริก ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide) โซเดียมเอท็อกไซด์ (sodium ethoxide) โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (potassium permanganate) เพียงอย่างเดียว หรือโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตร่วมกับกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid)

- การเป่าทรายบริเวณพื้นผิวเดือยฟัน หรือเคลือบผิวเดือยฟันด้วยวิธีไตรโบเคมีคอล (tribochemical coating) ตามด้วยการทาสารคู้ควบไซเลน (Bitter และ Kielbassa, 2007; Monticelli และคณะ, 2008)

- การทาผิวเดือยฟันด้วยสารเคมี โดยการใช้สารคู้ควบไซเลน ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้ อย่างไรก็ตามปัจจุบันมีการผลิตเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยมากมายหลายชนิดและมีความแตกต่างกันทั้งเส้นใยและเมทริกซ์ รวมถึงความขรุขระบริเวณพื้นผิวดังนั้นผลของการใช้สารคู้ควบไซเลนจึงมีความแตกต่างกัน จากการศึกษาที่ผ่านมายังไม่มีความชัดเจนถึงผลของการเพิ่มความสามารถในการยึดติดกับเรซินซีเมนต์ของเดือยฟันเสริมเส้นใยแก้วที่ทาด้วยสารคู้ควบไซเลน หลายการศึกษาพบว่าการใช้สารคู้ควบไซเลนมีผลในการเพิ่มความแข็งแรงของการยึดติดระหว่างเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยแก้วกับเรซินซีเมนต์ (Aksornmuang และคณะ, 2004; Goracci และคณะ, 2005) แต่ก็มีอีกหลายการศึกษาที่ไม่พบความแตกต่างของการใช้และไม่ใช้สารคู้ควบไซเลน (Bitter และคณะ, 2006; Perdigao และคณะ, 2006; Sahafi และคณะ, 2003)

ความหนาของชั้นซีเมนต์

ความหนาของชั้นซีเมนต์ที่ใช้ยึดเดือยฟันให้ติดกับผนังคลองรากฟันเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานต่อการหลุดของเดือยฟัน (D'Arcangelo และคณะ, 2007) เนื่องจากซีเมนต์ที่ใช้ยึดเดือยฟันควรมีความหนาเป็นไมครอนจึงทำให้เกิดแรงยึดเดือยฟันกับผนังคลองรากฟันที่ดี ชั้นของซีเมนต์ที่หนาเป็นจุดอ่อนที่มักเกิดการแตกหักในชั้นซีเมนต์ซึ่งเสี่ยงต่อการสูญเสียการยึดติด เพราะนอกจากตัวซีเมนต์ที่หนามีความแข็งแรงน้อยแล้วก็อาจเกิดฟองอากาศไว้ภายในชั้นของซีเมนต์ได้นอกจากนี้การมีชั้นซีเมนต์ที่บางยังช่วยลดความเครียดที่เกิดจากการหดตัวในระหว่างการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ (polymerization stress) (Grandini และคณะ, 2005) จากการศึกษาทางคลินิกพบการสูญเสียการยึดติดของเรซินซีเมนต์เมื่อมีความหนาของชั้นซีเมนต์มากเกินไป

(Fredriksson และคณะ, 1998; Ferrari และคณะ, 2000) การมีชั้นซีเมนต์ที่บางช่วยเพิ่มความแข็งแรงของการยึดติดได้ (Grandini และคณะ, 2005; Valandro และคณะ, 2005)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดความเครียดระหว่างการทำปฏิกิริยาพอลิเมอร์ของเรซินคอมโพสิตคือรูปร่างภายนอกของวัสดุบูรณะ (Configuration factor; C-factor) เป็นค่าสัดส่วนระหว่างพื้นที่ผิวของวัสดุบูรณะที่เกิดการยึดติด (bond) ต่อพื้นที่ผิวที่ไม่เกิดการยึดติด ในกรณีที่มีค่า C-factor ต่ำ ความเครียดที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิกิริยาพอลิเมอร์จะค่อยๆ ปลดปล่อยออกไปโดยการไหล (flow) ของเรซินคอมโพสิตไปสู่บริเวณที่ไม่เกิดการยึดติด ดังนั้นในกรณีที่มีพื้นที่ผิวที่ไม่เกิดการยึดติดน้อยหรือค่า C-factor สูง การปลดปล่อยความเครียดระหว่างการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์จึงเกิดขึ้นได้น้อย อาจเกิดความล้มเหลวด้วยตัวเอง (spontaneous failure) ซึ่งเกิดได้ทั้งการเชื่อมแน่นล้มเหลว (cohesive failure) และการยึดไม่ติด (adhesive failure) (Feilzer และคณะ, 1987) การยึดติดด้วยฟันด้วยเรซินซีเมนต์เป็นกรณีที่มีค่า C-factor สูงถึง 200 (Bouillaguet และคณะ, 2003) ดังนั้นการลดความหนาของชั้นซีเมนต์จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยลดความเครียดและการหดตัวของเรซินซีเมนต์ จึงลดความเสี่ยงต่อการเกิดความล้มเหลวในการบูรณะฟัน

6. การบูรณะในส่วนตัวฟัน

ในฟันหน้าที่รักษาคอลงรากฟันมาแล้วเหลือเนื้อฟันส่วนตัวฟันอยู่มากอาจบูรณะโดยการอุดปิดช่องเปิดของโพรงประสาทฟันด้วยวัสดุที่มีการยึดติดที่ดี ในฟันที่มีการสูญเสียเนื้อฟันส่วนตัวฟันไปมากจำเป็นต้องได้รับการบูรณะด้วยแกนเดือยฟันและครอบฟัน (Heydecke และคณะ, 2001; Kane และ Burgess, 1991) Oliveira และคณะ (1987) สรุปว่าปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความแข็งแรงของฟันที่ได้รับการรักษาคอลงรากมาแล้วคือปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่

ข้อบ่งชี้ในการบูรณะฟันที่รักษาคอลงรากฟันมาแล้วด้วยเดือยฟันนั้นไม่เพียงแต่ขึ้นอยู่กับปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่เท่านั้นแต่ต้องพิจารณาถึงแผนการรักษาทางทันตกรรมประดิษฐ์ทั้งหมดด้วย (Peroz และคณะ, 2005) ในกรณีที่จะต้องใช้เป็นฟันหลักของฟันเทียมบางส่วนถอดได้ การใส่แกนเดือยฟันเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้ประสบความสำเร็จในการรักษา (Sorensen และ Martinoff, 1985)

วิธีบูรณะฟันที่รักษาคลองรากที่มีขนาดใหญ่ ผายกว่าปกติ หรือไม่กลม

ฟันที่รักษาคลองรากฟันมาแล้วและมีคลองรากฟันขนาดใหญ่หรือผายมากกว่าปกติ เช่น ฟันหน้าบนซี่กลาง หรือในฟันเด็กที่ยังเจริญไม่เต็มที่ รวมไปถึงฟันที่มีรูปร่างของคลองรากฟันไม่เป็นรูปกลม (Cheung, 2005) เช่น ฟันกรามน้อย หรือฟันเขี้ยว การใช้เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับแกนฟันเรซินคอมโพสิตนั้นมักทำให้เกิดชั้นของเรซินซีเมนต์ที่หนาจึงเกิดความอ่อนแอในชั้นนี้ได้ ดังนั้นในกรณีนี้เนื้อฟันบริเวณผนังคลองรากมักจะถูกกรอแต่งออกมากเกินไปจนความจำเป็นเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับเดือยฟันที่มีขนาดใหญ่และแนบสนิทกับคลองรากฟันมากขึ้น (Boudrias และคณะ, 2001) มีการศึกษาถึงวิธีการต่างๆ เพื่อหลีกเลี่ยงการกรอเตรียมคลองรากฟันมากเกินไป ช่วยลดความหนาของชั้นซีเมนต์ และอาจช่วยเพิ่มความแข็งแรงยึดให้กับเดือยฟันและรากฟัน (Caputo และ Standlee, 1976; Hajizadeh และคณะ, 2009; Hayashi และคณะ, 2006) ดังนี้

Lui และคณะ (1994) เสนอวิธีการเพิ่มความแข็งแรงให้กับรากฟันโดยใช้เรซินคอมโพสิต ฉาบเสริมผนังคลองรากฟันแล้วฉายแสงผ่านเดือยฟันพลาสติกที่นำแสงได้เพื่อทำให้เรซินคอมโพสิตแข็งตัวก่อนยึดเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยด้วยเรซินซีเมนต์

Grandini และคณะ (2003, 2005) เสนอรายงานผู้ป่วยที่ได้รับการบูรณะฟันด้วยเดือยฟันที่ลอกเลียนรูปร่างของคลองราก (anatomic post) โดยทาสารคั่นกลางในคลองรากฟันและเสริมเรซินคอมโพสิตบริเวณด้านข้างของเดือยฟันสำเร็จรูปเสริมเส้นใยที่นำแสงได้ เพื่อให้มีรูปร่างเหมือนคลองรากฟัน ฉายแสง นำเดือยฟันออกจากคลองราก และยึดเดือยฟันกับผนังคลองรากด้วยเรซินซีเมนต์ และพบว่าการบูรณะฟันด้วยเดือยฟันที่ลอกเลียนรูปร่างของคลองรากทำให้เกิดชั้นซีเมนต์ที่บางกว่าการบูรณะด้วยเดือยฟันสำเร็จรูปเสริมเส้นใย

Bonfante และคณะ (2007) ศึกษาในฟันเขี้ยวที่มีคลองรากฟันผายและไม่มีเฟอร์รูล พบว่าความทนต่อการแตกหักไม่มีความแตกต่างกันในกลุ่มของเดือยฟันโลหะหุ้มที่ยึดด้วยเรซินซีเมนต์ กลุ่มที่ใช้เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยขนาดเล็ก และกลุ่มที่ใช้เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแม่ได้

Porciani และคณะ (2008) ศึกษาในคลองรากฟันจำลองที่มีขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาด พบว่าฟันที่มีคลองรากฟันขนาดเล็กและขนาดกลาง การใช้เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยขนาดเล็กช่วยเพิ่มค่าความต้านทานการแตกหักของฟันได้ แต่ในฟันที่มีคลองรากฟันขนาดใหญ่ การใช้เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยขนาดเล็กกลับไม่ได้ช่วยเพิ่มค่าความต้านทานการแตกหักของฟัน

Martelli Jr. และคณะ (2008) ศึกษาในพันธุ์ที่มีการทำลายเนื้อฟืนไปมาก เหลือผนังคลอโรพลาสต์บางส่วน และมีคลอโรพลาสต์มากกว่าปกติ พบว่าค่าความต้านทานการแตกหักของฟืนที่ใช้เตื่อยฟืนคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเตื่อยฟืนคอมโพสิตเสริมเส้นใยขนาดเล็กไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เตื่อยฟืนโลหะหริ่งที่ทำขึ้นพอดีกับคลอโรพลาสต์และการใช้เตื่อยฟืนคอมโพสิตเสริมเส้นใย แต่กลุ่มที่ใช้เตื่อยฟืนคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเตื่อยฟืนคอมโพสิตเสริมเส้นใยขนาดเล็กมีลักษณะการแตกหักของฟืนที่สามารถซ่อมแซมได้มากกว่ากลุ่มอื่นๆ โดยร้อยละ 90 มีตำแหน่งของการแตกหักอยู่ที่ส่วนตัวฟืน

Moosavi และคณะ (2008) ศึกษาในพันธุ์ที่รักษาคลอโรพลาสต์แล้วและไม่มีเฟอร์รูล พบว่าการเสริมความแข็งแรงด้วยเตื่อยฟืนคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเตื่อยฟืนคอมโพสิตเสริมเส้นใยขนาดเล็กเพิ่มความต้านทานต่อการแตกหักของฟืนเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการเสริมความแข็งแรงด้วยเรซินคอมโพสิต แต่ทั้งสองวิธีนี้มีความต้านทานต่อการแตกหักของฟืนสูงกว่าการใช้เรซินซีเมนต์ฉาบยึดเตื่อยฟืนอย่างมีนัยสำคัญ

Kivanç และคณะ (2009) ศึกษาในพันธุ์ที่มีคลอโรพลาสต์ผนังและเหลือเนื้อฟืนบางส่วน พบว่าการบูรณะฟืนด้วยเตื่อยฟืนโลหะหริ่งมีค่าความต้านทานการแตกหักสูงกว่าระบบเตื่อยฟืนคอมโพสิตเสริมเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ แต่ความต้านทานการแตกหักของฟืนมีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างการบูรณะฟืนด้วยเตื่อยฟืนคอมโพสิตเสริมเส้นใยชนิดต่างๆ และการบูรณะด้วยเตื่อยฟืนคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเรซินคอมโพสิตที่เสริมในคลอโรพลาสต์

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

1. หัวรถความเร็วสูง 330,000 รอบ/นาที (high speed airotor, 798 W&H, Australia)
2. หัวรถความเร็วต่ำ (micro-motor รุ่น Marathon-3, Marathon, Korea)
3. ด้ามกรอพื้นแบบเร็ว (high speed handpiece รุ่น Super-Torque 640C, Kavo, Germany)
4. เครื่องตัดพื้นความเร็วต่ำ (low speed cutting machine รุ่น ISOMET™ 1000, Buehler, Illinois, USA)
5. เครื่องฉายแสง (Elipar Trilight, 3M, USA)
6. เครื่องฉายแสงในห้องปฏิบัติการ (Labolight LV-III, GC, Japan)
7. อุปกรณ์ในการรักษารากฟัน (Dentsply International, NY, USA)

วัสดุที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

1. กัดตาเปอร์ชา (Gutta percha point, Dentsply International, NY, USA)
2. ซีเมนต์ฉาบยึดในโพรงประสาทฟัน (AH-plus®, Dentsply International, NY, USA)
3. สารควบไซเลน (Silano®, Angelus Dental Industry Products, Londrina, Brazil)
4. เดือยฟันสำเร็จรูปคอมโพสิตเสริมเส้นใย 3 ชนิด (ตารางที่ 4) ได้แก่
 - 2.1 เดือยฟันเสริมเส้นใยแก้วไฟเบอร์เคลียร์ เบอร์ 2 (ภาพที่ 1)
 - 2.2 แกนเดือยฟันเสริมเส้นใยแก้วอีโวลูชัน สำหรับฟันกรามน้อยขนาดใหญ่ (ภาพที่ 2)
 - 2.3 เดือยฟันขนาดเล็กเสริมเส้นใยแก้ววีฟอ์ฟัน (ภาพที่ 3)
5. สารยึดติดอี๊กไซต์ดีเอสซี (ตารางที่ 5 และภาพที่ 4)
6. แวริโอดิงค์เรซินซีเมนต์ (ตารางที่ 5 และภาพที่ 5)
7. เรซินคอมโพสิตมัลติคอร์ชนิดไหลแผ่ได้ (ตารางที่ 5 และภาพที่ 6)
8. ครอบฟันโลหะหล่อผสมนิเกิลโครเมียม (Classic vision™ Pisces, William, Texas, USA)
9. วัสดุพิมพ์แบบชนิดซิลิโคน (Elite® HD+, Zhermack, Badia Polesine, Italy)
10. อะคริลิกเรซินชนิดบ่มด้วยตัวเอง (Formatray®, Kerr, CA, USA)

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบและผู้ผลิตเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่ใช้ในการทดลอง

Table 4 Compositions and manufacturers of experimental fiber-reinforced composite posts

Product name	Fiber content (% by weight)	Resin Matrix (% by weight)	Manufacturer
Fibrekleer [®]	Glass fiber 81-84%	Bis-GMA, UDMA 16-19%	Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, USA
Reforpin [®]	Glass fiber 87%	Epoxy resin 13%	Angelus Dental Industry Products, Londrina, Brazil
Evolution [®]	Glass fiber *	*	Innotech, Robbio, Italy

* Data not found

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบและผู้ผลิตของสารยึดติด เรซินซีเมนต์ และวัสดุแกนฟันที่ใช้ในการทดลอง

Table 5 Compositions and manufacturers of experimental adhesive bonding, resin cement and core material

Product name	Composition	Manufacturer
Excite [®] DSC	HEMA, dimethacrylates, phosphonic acid acrylate, highly dispersed silicon dioxide, initiators and stabilizers in an alcohol solution. The ExcITE DSC Brush is coated with initiators.	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Variolink [®] II	Bis-GMA, triethylene glycoldimethacrylate, urethane dimethacrylate, benzoylperoxide, dimethacrylates, inorganic fillers, ytterbiumtrifluoride, initiators, stabilizers and pigments.	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Multicore [®] flow	Bis-GMA, urethane dimethacrylate and triethylene glycol dimethacrylate ,inorganic fillers are barium glass, ytterbiumtrifluoride, Ba-Al-fluorosilicate glass and highly dispersed silicon dioxide, catalysts, stabilizers and pigments.	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein



ภาพที่ 1 หัวเจาะและเดือยฟันไฟเบรเคิลียร์
Figure 1 Fibrekleer® drill and post



ภาพที่ 2 หัวเจาะและเดือยฟันอีโวลูชัน
Figure 2 Evolution® drill and post



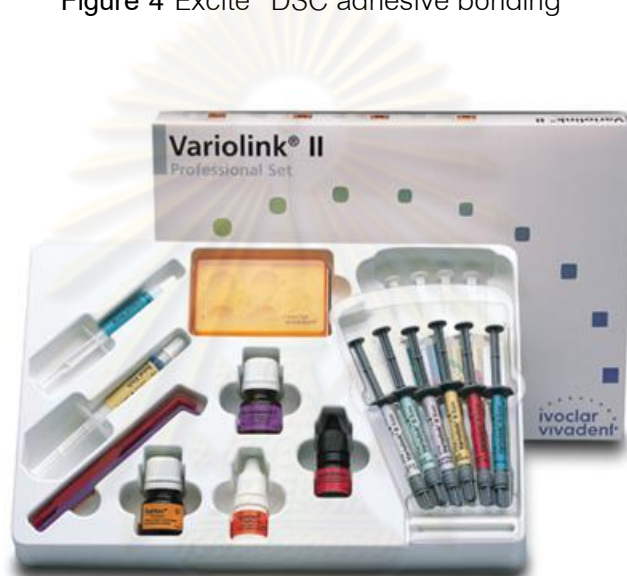
ภาพที่ 3 เดือยฟันขนาดเล็กเสริมเส้นใยแก้วรีฟอร์พิน

Figure 3 Reforpin® accessory glass fiber-reinforced posts



ภาพที่ 4 สารยึดติดอิเล็กทรอนิกส์ดีเอสซี

Figure 4 Excite® DSC adhesive bonding



ภาพที่ 5 เรซินซีเมนต์ชนิดแวลิวอลิงค์ทู

Figure 5 Variolink® II resin cement



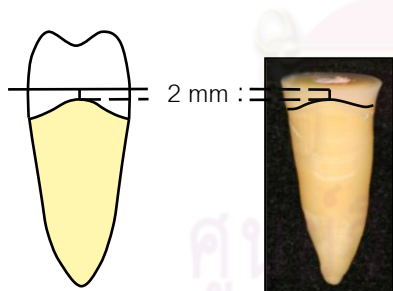
ภาพที่ 6 เรซินคอมโพสิตมัลติคอร์ชนิดไหลแผ่ได้

Figure 6 Multicore® flow resin composite

วิธีการทดลอง

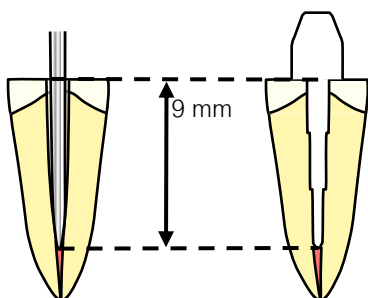
ฟันที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นฟันมนุษย์ซี่กรามน้อย ปลายรากฟันปิดเรียบร้อยละ มีคลองรากฟันเดียวและรากตรง ไม่มีรอยผุ วัสดุอุดหรือการแตกหักใดๆ รากฟันมีขนาดในแนวแก้ม-ลิ้น 7 ± 0.5 มิลลิเมตร และในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง 5 ± 0.5 มิลลิเมตร ความยาวรากฟันวัดจากรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟันด้านใกล้กลางยาว 13-14 มิลลิเมตร จำนวน 50 ซี่ นำฟันทั้งหมดมาทำความสะอาดและเก็บในสารละลายไฮมอลความเข้มข้น 0.1% ที่อุณหภูมิห้อง (Heydecke และคณะ, 2001; Moosavi และคณะ, 2008; Naumann และคณะ, 2006)

นำฟันมาตัดส่วนตัวฟันที่ตำแหน่งเหนือต่อรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน (cemento-enamel junction: CEJ) ทางด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง 2 มิลลิเมตร (ภาพที่ 7) ด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ รุ่น ISOMET™ 1000 (Buehler, Illinois, USA) จากนั้นรักษาคคลองรากฟันด้วยวิธีคราวน์ดาวน์ (crown-down technique) (Hajizadeh และคณะ, 2009) และใช้สารละลายไฮเดียมไฮโปคลอไรต์ล้างคลองรากฟัน ขยายคลองรากฟันทุกซี่จนถึงไฟล์เบอร์ 35 (Hajizadeh และคณะ, 2009) อุดคลองรากฟันด้วยกัตตา-เปอร์ชาด้วยวิธีอัดด้านข้างให้แน่น (lateral condensation technique) และใช้ซีเมนต์ฟันนี้คลองรากฟัน (root canal sealer) ที่ปราศจากยูจินอล (AH Plus®, Dentsply International, NY, USA) รากฟันทั้งหมดแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ โดยการสุ่ม เตรียมคลองรากฟันเพื่อรองรับเดือยฟันให้เหลือกัตตา-เปอร์ชาส่วนปลายของคลองรากฟันไว้ 4-5 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันการเกิดการรั่วซึมบริเวณปลายราก



ภาพที่ 7 การตัดส่วนตัวฟันที่ตำแหน่งเหนือต่อรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟันด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง 2 มิลลิเมตร

Figure 7 Coronal portions of the teeth were removed 2 mm above to the mesio-distal cemento-enamel junction



ภาพที่ 8 ความยาวของเดือยฟันจากตำแหน่งของฟันที่ตัดไว้

Figure 8 Posts length which measuring from the cutting level.

ตารางที่ 6 ระบบแกนเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่ใช้ในแต่ละกลุ่ม

Table 6 Fiber-reinforced composite post and core systems used in each group.

Group	Fiber-reinforced composite post systems	Core systems	Resin cement + bonding
Part 1			
1	FibreKleer [®]	Multicore [®] flow	Variolink [®] II + Excite [®] DSC
2	FibreKleer [®] + REFORPIN [®]	Multicore [®] flow	Variolink [®] II + Excite [®] DSC
3	FibreKleer [®] (<i>FibreKleer[®] drill</i>) + Multicore [®] flow (anatomical post)	Multicore [®] flow	Variolink [®] II + Excite [®] DSC
Part 2			
4	FibreKleer [®] (<i>Evolution[®] drill</i>) + Multicore [®] flow (anatomical post)	Multicore [®] flow	Variolink [®] II + Excite [®] DSC
5	Evolution [®]	Evolution [®]	Variolink [®] II + Excite [®] DSC

ตอนที่ 1 เตรียมคลองรากฟันด้วยหัวเจาะไฟเบอร์เคลียร์

ชิ้นงานทดลองกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เตรียมคลองรากฟันด้วยหัวเจาะไฟเบอร์เคลียร์ เบอร์ 2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.375 มิลลิเมตร ยาว 9 มิลลิเมตรจากขอบบนของฟันที่ตัดไว้ ลองเดือยฟันไฟเบอร์เคลียร์ในคลองรากฟันจนถึงความยาวที่ทำเครื่องหมายไว้ (ภาพที่ 8) และควบคุมขนาดของคลองรากฟันให้มีช่องว่างเพียงพอสำหรับใส่เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยขนาดเล็กรีฟอร์พิน เบอร์ 1 ยาว 5 มิลลิเมตร ด้านแก้มและลิ้นด้านละ 1 แท่ง จากนั้นบูรณะฟันทั้ง 3 กลุ่มตามระบบของแกนเดือยฟันที่ต่างกัน (ระบบแกนเดือยฟันที่ใช้ในแต่ละกลุ่มแสดงไว้ในตารางที่ 6 และภาพที่ 10)

กลุ่มที่ 1 บูรณะฟันด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยแก้วไฟเบอร์เคลียร์ ด้วยวิธีการใช้เรซิน

ซีเมนต์ยึดกับฟันโดยตรง

เตรียมคลองรากฟันโดยใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 กัดในคลองรากฟันและผิวด้านบนของฟันที่ตัดไว้ นาน 15 วินาที ล้างน้ำเป็นเวลา 1 นาที เป่าลม 5 วินาที ใช้แท่งกระดาษซับจำนวน 4 แท่ง ซับน้ำในคลองรากฟันจนหมด ทาสารยึดติด (Excite[®] DSC) ในคลองรากฟันและผิวด้านบนของฟันที่ตัดไว้ 10 วินาที เป่าลม 5 วินาที ซับสารส่วนเกินด้วยแท่งกระดาษ 2 แท่ง เตรียมเดือยฟันไฟเบอร์เคลียร์ตามวิธีที่บริษัทผลิตกำหนด คือล้างพื้นผิวเดือยฟันด้วยแอลกอฮอล์

เป่าให้แห้ง ทาสารคู่ควบไซเลน (Silano®) ทิ้งไว้ 1 นาที เป่าด้วยลมให้แห้งผสมแวลิวอลิงค์เรซิน ซีเมนต์ชนิดเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ด้วยตัวเองร่วมกับแสง (Variolink® II) ส่วนเบส (base) และ ตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) หนัก 5 กรัมเท่ากัน ผสมทั้งสองส่วนเข้าด้วยกันแล้วใช้เกลียวนาสาร (lentulo spiral) ปั่นส่วนผสมของเรซินซีเมนต์ใส่ในคลองรากฟันจนเต็ม ป้ายส่วนผสมเรซินซีเมนต์ บริเวณพื้นผิวเดือยฟันให้ทั่ว แล้วใส่เดือยฟันลงในคลองรากฟันที่เตรียมไว้ให้ถึงความยาวที่ทำให้ เครื่องหมายไว้ กำจัดซีเมนต์ส่วนเกินจนถึงรูเปิดของคลองรากฟัน ฉายแสงผ่านเดือยฟันนาน 40 วินาที วางหน้าตัดของปลายเครื่องฉายแสงที่ปลายเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยโดยให้ตั้งฉาก กับหน้าตัดของเดือยฟัน วางแม่แบบพลาสติกใสที่มีรูปร่างและขนาดเท่ากับแกนฟันคอมโพสิต เสริมเส้นใยรีฟอร์คอร์ (Reforcore®, Angelus, Londrina, PR, Brazil) สำหรับฟันกรามน้อยขนาดใหญ่ ต่อขึ้นมาจากตำแหน่งฟันที่ตัดไว้และยึดด้วยซี่ผึ้งให้อยู่กึ่งกลางซี่ฟัน ก่อแกนฟันโดยฉีด ส่วนผสมของวัสดุแกนฟันเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ (Multicore® flow) ด้วยหลอดผสม อัดโน้มติลงในแม่แบบ ฉายแสง 40 วินาที

กลุ่มที่ 2 บุรณะฟันด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยแก้วไฟบริเคลียร์ร่วมกับเดือยฟันขนาด เล็กรีฟอร์พิน ด้วยวิธีการใช้เรซินซีเมนต์ยึดกับฟันโดยตรง

เตรียมคลองรากฟันด้วยวิธีการเหมือนกลุ่มที่ 1 เตรียมเดือยฟันไฟบริเคลียร์และเดือยฟัน คอมโพสิตเสริมเส้นใยขนาดเล็กรีฟอร์พินตามวิธีที่บริษัทผลิตกำหนด คือล้างพื้นผิวเดือยฟันด้วย แอลกอฮอล์เป่าให้แห้งแล้วทาสารคู่ควบไซเลนทิ้งไว้ 1 นาที เป่าด้วยลมให้แห้ง ผสมและนำแวลิวอลิงค์เรซินซีเมนต์ลงในคลองรากฟันด้วยวิธีการเหมือนกลุ่มที่ 1 ใส่เดือยฟันไฟบริเคลียร์ที่เคลือบด้วยเรซิน ซีเมนต์ลงในคลองรากฟัน ใส่รีฟอร์พินลงในคลองรากฟันด้านแก้มและลิ้นด้านละ 1 แท่ง กำจัด ซีเมนต์ส่วนเกินจนถึงรูเปิดของคลองรากฟัน ฉายแสง 40 วินาที และก่อกแกนฟันด้วยวัสดุและ วิธีการเหมือนกลุ่มที่ 1

กลุ่มที่ 3 บุรณะฟันด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยแก้วไฟบริเคลียร์ ด้วยวิธีการเสริมวัสดุ

แกนฟันเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ให้มีรูปร่างเหมือนคลองรากฟัน (anatomical post) และยึดกับฟันด้วยเรซินซีเมนต์

ทาเจลเหลว (K-Y Gel, Johnson & Johnson, USA) ลงในคลองรากฟัน เพื่อเป็นตัวกลาง ป้องกันไม่ให้เรซินคอมโพสิตติดกับผนังคลองราก ทิ้งไว้ให้แห้ง (Bonfante และคณะ, 2007) วาง แม่แบบพลาสติกใสที่เตรียมไว้สำหรับการก่อกแกนฟันต่อขึ้นมาจากตำแหน่งฟันที่ตัดไว้และยึดด้วย ซี่ผึ้งให้อยู่กึ่งกลางซี่ฟัน เตรียมเดือยฟันไฟบริเคลียร์ด้วยวิธีการเหมือนกลุ่มที่ 1 ฉีดอัดส่วนผสมของ วัสดุแกนฟันเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ลงในคลองรากฟันโดยปลายเข็มฉีดอยู่ที่ส่วนปลายของ

คลองรากฟันแล้วค่อยๆ ถอยปลายหลอดฉีดขึ้นมาทางด้านตัวฟันเพื่อให้ส่วนผสมของวัสดุแกนฟันมัลติคอร์ชนิดไหลแห้งได้เต็มคลองรากฟัน (ไม่แนะนำให้ใช้เกลียวนำสารนำวัสดุแกนฟันชนิดไหลแห้งสู่คลองราก เพราะทำให้เวลาทำงานลดลง วัสดุแกนฟันเกิดการแข็งตัวเร็วขึ้น) ฉีดส่วนผสมวัสดุแกนฟันลงบนเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยและนำเดือยฟันใส่ลงตำแหน่งและความยาวที่วัดไว้ ออกแรงกดเดือยฟันเล็กน้อยให้เดือยฟันอยู่ในตำแหน่งเดิม และฉีดส่วนผสมวัสดุแกนฟันชนิดไหลแห้งในลงในแม่แบบพลาสติกใสจนเต็มความสูง ฉายแสงจากด้านบนต่อเนื่องนาน 30 วินาที เพื่อให้เกิดการบ่มเบื้องต้น (pre-cured) วางหน้าตัดของปลายเครื่องฉายแสงที่ปลายเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยโดยให้ตั้งฉากกับหน้าตัดของเดือยฟัน นำแกนเดือยฟันที่เสริมด้วยเรซินคอมโพสิตออกจากคลองรากไปเข้าเครื่องฉายแสงในห้องปฏิบัติการ รุ่น Labolight LV-III (ภาพที่ 9) นาน 60 วินาที เพื่อให้วัสดุแกนฟันเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์อย่างสมบูรณ์ ผสมแบริโอดิงค์ทูและยัดแกนเดือยฟันเข้ากับคลองรากด้วยวิธีการเหมือนกลุ่มที่ 1 ฉายแสงจากด้านบนต่อเนื่องผ่านเดือยฟันนาน 40 วินาที และฉายแสงที่ขอบของแกนเดือยฟันทั้ง 4 ด้าน ด้านละ 40 วินาที



ภาพที่ 9 เครื่องฉายแสงในห้องปฏิบัติการ รุ่น Labolight LV-III

Figure 9 Laboratory curing light unit (Labolight LV-III)

ตอนที่ 2 เตรียมคลองรากฟันด้วยหัวเจาะอีโวลูชัน

ชิ้นงานทดลองกลุ่มที่ 4 และ 5 เตรียมคลองรากฟันด้วยหัวเจาะอีโวลูชัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0 มิลลิเมตร ยาว 9 มิลลิเมตรจากขอบบนของฟัน ล่องแกนเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยแก้วอีโวลูชันรูปร่างส่วนแกนฟันสำหรับฟันกรามน้อยขนาดใหญ่ จนถึงตำแหน่งส่วนล่างสุดของส่วนแกนฟัน (ภาพที่ 8) บุรณะฟันทั้ง 2 กลุ่มตามระบบของแกนเดือยฟันที่ต่างกันดังต่อไปนี้

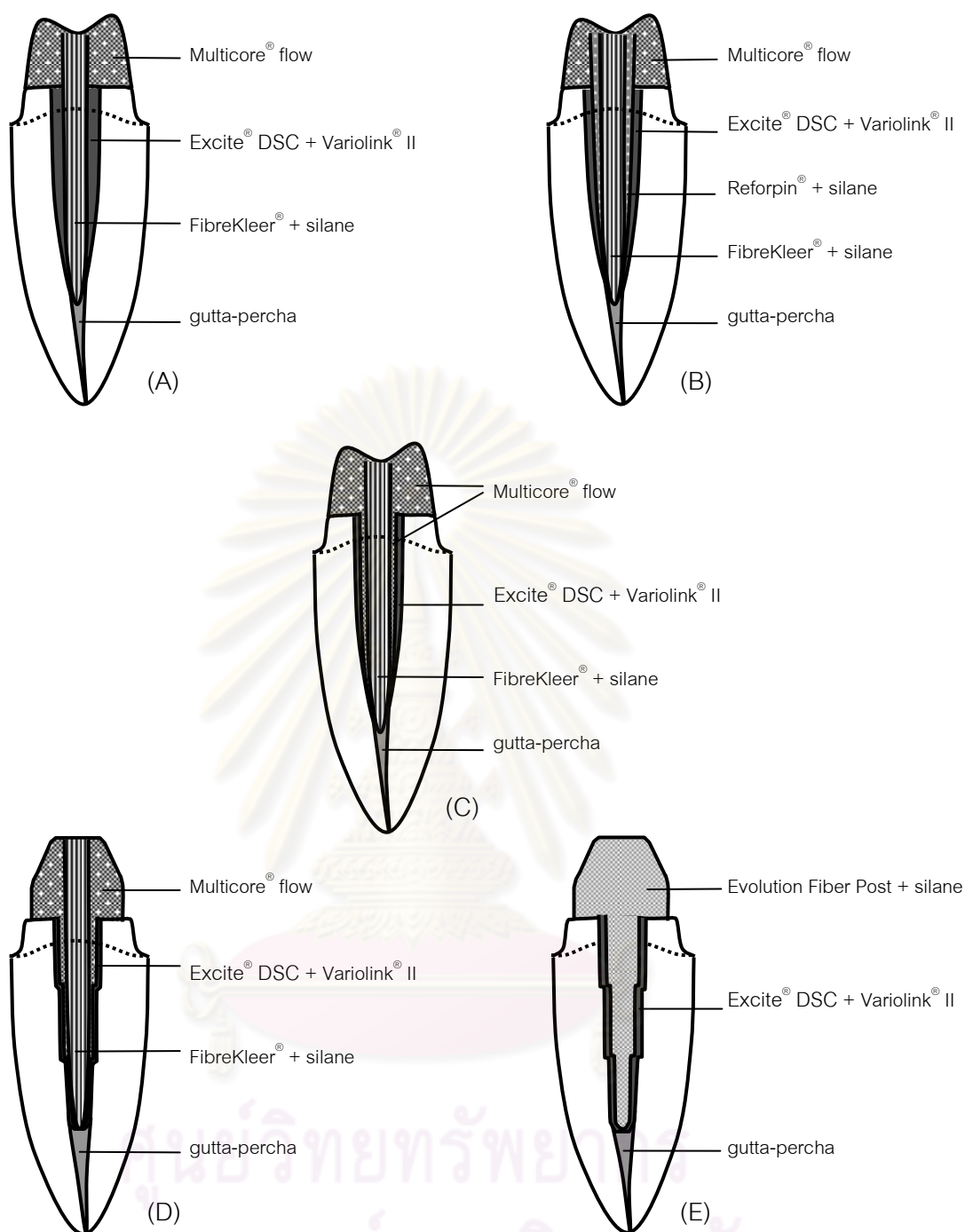
กลุ่มที่ 4 บรูณะฟันด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยแก้วไฟเบอร์เคลียร์ ด้วยวิธีการเสริมวัสดุ
แกนฟันเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ให้มีรูปร่างเหมือนคลองรากฟัน (anatomical
post) และยึดกับฟันด้วยเรซินซีเมนต์

วัสดุและวิธีการที่ใช้ในการบรูณะฟันในกลุ่มนี้เหมือนกับกลุ่มที่ 3 แต่มีความแตกต่างกันที่
รูปร่างของหัวเจาะที่ใช้ในการเตรียมคลองรากฟันและรูปร่างของแกนฟัน โดยเตรียมแม่แบบ
พลาสติกใสที่มีรูปร่างและขนาดเท่ากับส่วนแกนฟันของแกนเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยอีโวลู
ชันเพื่อใช้ในการก่อแกนฟัน

กลุ่มที่ 5 บรูณะฟันด้วยแกนเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยแก้วอีโวลูชัน ด้วยวิธีการใช้เรซิน
ซีเมนต์ยึดกับฟันโดยตรง

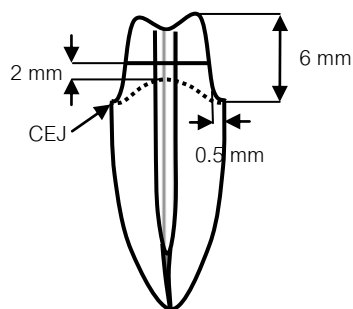
เตรียมคลองรากฟันด้วยวิธีการเหมือนกลุ่มที่ 1 เตรียมแกนเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย
แก้วอีโวลูชันตามวิธีที่บริษัทผลิตกำหนด คือล้างด้วยแอลกอฮอล์เป่าให้แห้ง ทาสารคูควบไซเลนทิ้ง
ไว้ 1 นาที เป่าลมให้แห้ง ผสมและนำแบริโอลิงค์ทูใส่ในคลองรากฟันด้วยวิธีการเหมือนกลุ่มที่ 1
ใส่แกนเดือยฟันอีโวลูชันที่เคลือบด้วยเรซินซีเมนต์แล้วลงในคลองรากฟันให้ถึงตำแหน่งส่วนล่างสุด
ของส่วนแกนฟัน กำจัดซีเมนต์ส่วนเกินบริเวณขอบของแกนฟัน ฉายแสงที่ขอบของแกนเดือยฟันทั้ง
4 ด้าน ด้านละ 40 วินาที

นำชิ้นงานทดลองทั้งหมดกรอแต่งให้เส้นสิ้นสุดเป็นรอยตัดเฉียงโค้ง (chamfer finishing
line) ลึก 0.5 มิลลิเมตรโดยรอบ โดยให้เส้นสิ้นสุดของครอบฟันอยู่พอดีกับรอยต่อระหว่างเคลือบ
ฟันและเคลือบรากฟันเกิดเป็นเฟอร์รูลสูง 2 มิลลิเมตรวัดจากรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน
ทางด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง (ภาพที่ 11) จากนั้นสร้างแบบขี้ผึ้ง (wax pattern) สำหรับครอบฟัน
ให้มีรูปร่างเหมือนฟันกรามน้อยบนที่บริเวณกึ่งกลางฟันเอียงด้านใกล้ลิ้นของปุ่มฟันด้านใกล้แก้ม
(lingual inclined plane of buccal cusp) มีลักษณะเป็นหลุมกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร
ลึก 1 มิลลิเมตร เพื่อเป็นที่วางของหัวกดทดสอบความต้านทานต่อการแตกหัก (ภาพที่ 12) ใช้
ซิลิโคนชนิดพัตตี (putty type silicone) ลอกเลียนรูปร่างของแบบขี้ผึ้งออกมาเพื่อควบคุมขนาด
และรูปร่างของครอบฟันให้เท่ากันทุกซี่ เปลี่ยนแบบขี้ผึ้งเป็นครอบฟันโลหะด้วยโลหะหล่อผสม
นิกเกิล-โครเมียม (Classic vision™ Pisces) (ภาพที่ 13) ลองและยึดครอบฟันด้วยเรซินซีเมนต์แบริ
โอลิงค์ทู โดยเตรียมพื้นผิวฟันและอัตราส่วนผสมเช่นเดียวกับการยึดเดือยฟัน เคลือบแบริโอลิงค์ทู
ที่ผิวด้านในของครอบฟันให้ทั่ว กดครอบฟันให้เข้าที่ด้วยแรง 3 กิโลกรัม กำจัดซีเมนต์ส่วนเกินและ
ฉายแสงที่ขอบของครอบฟันทั้ง 4 ด้าน ด้านละ 40 วินาที



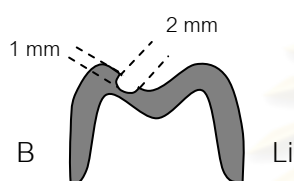
ภาพที่ 10 ระบบแกนเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่ใช้ในแต่ละกลุ่ม; (A) กลุ่มที่ 1 (บูรณะฟันโดยตรง), (B) กลุ่มที่ 2 (บูรณะฟันโดยตรง), (C) กลุ่มที่ 3 (บูรณะด้วยแกนเดือยฟันที่มีรูปร่างเหมือนคลองรากฟัน), (D) กลุ่มที่ 4 (บูรณะด้วยแกนเดือยฟันที่มีรูปร่างเหมือนคลองรากฟัน), (E) กลุ่มที่ 5 (บูรณะฟันโดยตรง)

Figure 10 Fiber-reinforced composite post and core systems used in each group; (A) group 1 (direct technique), (B) group 2 (direct technique), (C) group 3 (anatomical post technique), (D) group 4 (anatomical post technique), (E) group 5 (direct technique)



ภาพที่ 11 การกรอตัดฟันส่วนตัวฟัน

Figure 11 Coronal tooth preparation.



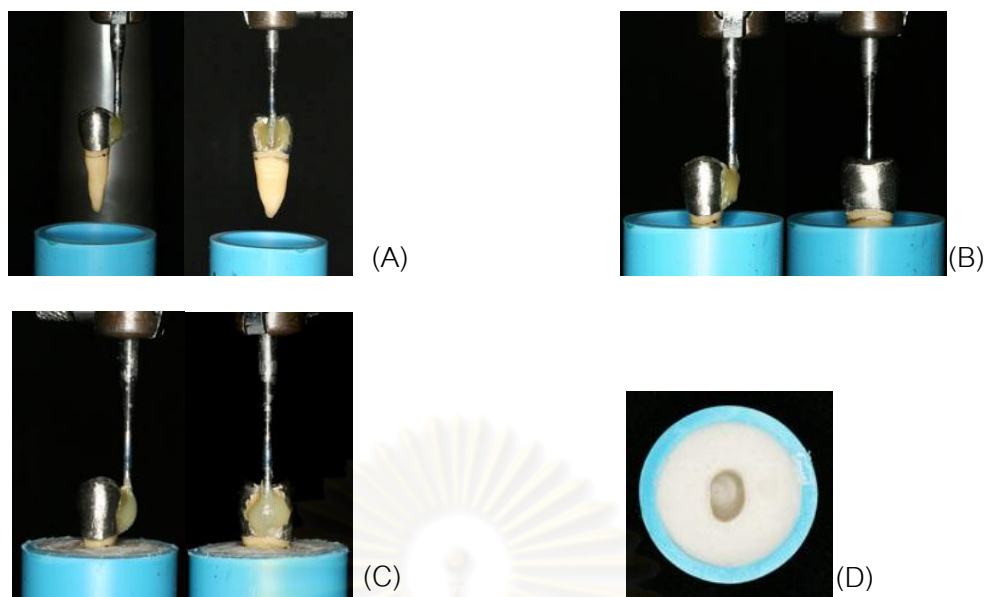
ภาพที่ 12 รูปร่างและขนาดแบบขี้ผึ้งสำหรับครอบฟันที่มีการเตรียมตำแหน่งที่วางของหัวกดที่บริเวณกึ่งกลางพื้นเอียงด้านใกล้ลิ้นของปุ่มฟันด้านใกล้แก้ม

Figure 12 Shape and size of crown wax pattern with loading site on the center of lingual inclined plane of buccal cusp



ภาพที่ 13 ครอบฟันโลหะเหรียญที่ใช้ในการทดลอง; (A) ด้านสบฟันของครอบฟันที่มีการเตรียมตำแหน่งรับหัวกดทดสอบ, (B) พื้นผิวด้านในของครอบฟันโลหะ, (C) ครอบฟันที่ยึดบนฟันหลักด้วยเรซินซีเมนต์วาริโอลิงค์ทู

Figure 13 Cast metal crown used in the experiment. (A) Occlusal view of the crown with loading site. (B) Internal surface of the metal crown. (C) Crowns were cemented with Variolink[®] II resin cement.

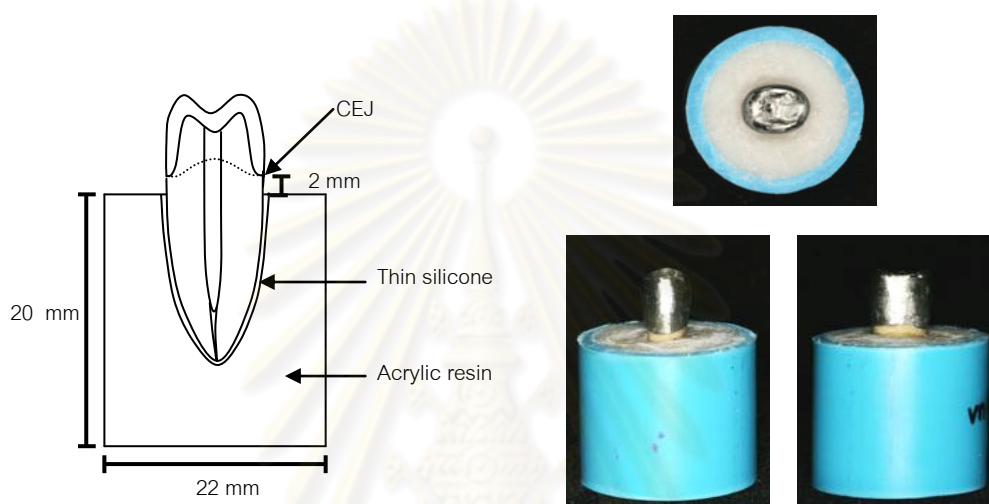


ภาพที่ 14 การฝังส่วนรากฟันของชิ้นตัวอย่างลงในอะคริลิกเรซิน; (A) ทำเครื่องหมายบนฟันที่ตำแหน่งต่ำกว่ารอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน 2 มิลลิเมตร, (B) ใช้เครื่องสำรวจความขนานในการจัดตำแหน่งฟัน, (C) เทอะคริลิกเรซินลงในท่อพลาสติกถึงขอบบนของท่อและเท่ากับเครื่องหมายที่รากฟัน และ (D) นำฟันออกจากอะคริลิกเรซินก่อนเกิดการแข็งตัว

Figure 14 Root of samples were embedded in acrylic resin. (A) The teeth were marked on a level 2 mm apical to the CEJ. (B) A surveyor aided in the alignment of the teeth. (C) Acrylic resin was pour into plastic tube until at the same level of upper rim of tube and the marking on teeth. (D) Removed the tooth from acrylic resin before setting.

ทำเครื่องหมายที่ฟันทุกซี่ที่ตำแหน่งต่ำกว่ารอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน 2 มิลลิเมตร (ภาพที่ 14A) ทาปิโตรเลียมเจล (Vaseline[®]) เพื่อเป็นสารคั่นกลางที่ผิวรากฟันเพื่อป้องกันไม่ให้ยึดติดกับอะคริลิกเรซิน นำฟันฝังลงอะคริลิกเรซินชนิดบ่มด้วยตัวเอง (Formatray[®]) ในท่อพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 มิลลิเมตร สูง 20 มิลลิเมตร ใช้เครื่องสำรวจความขนานจัดตำแหน่งฟันให้อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลาง ตั้งฉาก และเส้นทำเครื่องหมายอยู่พอดีกับขอบด้านบนของท่อ (Al-Wahadni และคณะ, 2008) (ภาพที่ 14B) ผสมอะคริลิกเรซินเทลงในท่อพลาสติกถึงขอบบนของท่อและเท่ากับเครื่องหมายที่รากฟัน (ภาพที่ 14C) นำฟันออกจากอะคริลิกเรซินก่อนเกิดการแข็งตัว และทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงเพื่อให้เกิดการแข็งตัวอย่างเต็มที่ (ภาพที่ 14D)

นำฟันทั้งหมดมาเคลือบบริเวณผิวรากฟันตั้งแต่ตำแหน่งต่ำกว่ารอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟันลงมา 2 มิลลิเมตรด้วยซิลิโคนชนิดเหลว กัดฟันลงในอะคริลิกเรซินด้วยแรง 3 กิโลกรัม ให้ซิลิโคนเป็นฟิล์มบางๆ เพื่อจำลองเอ็นยึดปริทันต์ (Moosavi และคณะ, 2008; Newman และคณะ, 2003) (ภาพที่ 15) ดังนั้นขอบของอะคริลิกเรซินมีความสูงพอดีกับขอบของซิลิโคนเพื่อจำลองตำแหน่งของกระดูกครอบรากฟันและระยะของความกว้างทางชีวภาพ (biological width) จากนั้นนำชิ้นงานทดลองทดสอบหาค่าความต้านทานการแตกหัก



ภาพที่ 15 ตำแหน่งของฟันที่เคลือบด้วยซิลิโคนและฝังอยู่ในแท่งอะคริลิก

Figure 15 Position of silicone-coated tooth in acrylic block.

การทดสอบความต้านทานการแตกหัก

นำกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดทดสอบความต้านทานต่อการแตกหักด้วยเครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอน (Instron® universal testing machine รุ่น 5566, Canton, MA, USA) (ภาพที่ 16) ใช้หัวกดปลายมนเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร (Hajizadeh และคณะ, 2009) เพื่อจำลองรูปร่างของปุ่มฟันคู่สบ โดยวางหัวกดที่ตำแหน่งกึ่งกลางปุ่มฟันด้านใกล้แก้ม และมีแนวแรงทำมุม 45° กับแนวแกนฟัน (ภาพที่ 17) เพื่อจำลองมุมที่เกิดขึ้นในการบดเคี้ยวของฟันกรามน้อย (Hayashi และคณะ, 2006; Moosavi และคณะ, 2008) และความเร็วหัวกด 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที (Bonfante และคณะ, 2007; Hayashi และคณะ, 2006; Sirimai และคณะ, 1999) จนกว่าจะเกิดความล้มเหลว เช่น ฟันแตกหัก เดือยฟัน แกนฟัน หรือครอบฟันหลุด โดยค่าแรงสูงสุดที่เริ่มเกิดความล้มเหลวจะถูกบันทึกไว้



ภาพที่ 16 เครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอน รุ่น 5566

Figure 16 Instron® universal testing machine (model 5566)



ภาพที่ 17 แสดงตำแหน่งการวางหัวกดที่ตำแหน่งกึ่งกลางพื้นเอียงด้านใกล้ลิ้นของปุ่มฟัน ด้านใกล้แก้ม โดยมีแนวแรงทำมุม 45° กับแนวแกนฟัน

Figure 17 Show the loading site on the center of lingual inclined plane of buccal cusp at a 45° angle to long axis of the tooth.

การวิเคราะห์ตำแหน่งการแตกหัก

นำฟันออกจากแท่งอะคริลิกเพื่อนำไปวิเคราะห์ตำแหน่งการแตกหัก (mode of failure) ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 20 เท่า (Hajizadeh และคณะ, 2009; Moosavi และคณะ, 2008) การแตกหักที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งต่ำกว่าขอบบนของอะคริลิกเรซินซึ่งเป็นตัวแทนของกระดูกอบราก ฟันถือว่าการแตกหักที่ไม่สามารถบูรณะฟันใหม่ได้ (non-restorable failure) (Bonfante และคณะ, 2007; Fokkinga และคณะ, 2006)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical package for the social sciences plus) ในการประมวลผลข้อมูลที่ใช้สถิติวิเคราะห์ โดยนำค่าแรงที่ทำให้เกิดการแตกหักจากแต่ละกลุ่มตัวอย่างนำมาวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลทางสถิติ

ตอนที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าแรงสูงสุดเฉลี่ยที่ได้จากแต่ละกลุ่มตัวอย่างหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (multiple comparison) ชนิดทูกีย์ (Tukey) กำหนดระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$

ตอนที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ 4 และ 5 ใช้สถิติ Student's T-test กำหนดระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 เตรียมทดลองรากฟันด้วยหัวเจาะไฟบริเคลียร์

ค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เกิดการแตกหักของชิ้นงานทดลองกลุ่มที่ 1-3 แสดงไว้ในตารางที่ 7 และค่าแรงเฉลี่ยที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดลองทั้งสามกลุ่มแสดงไว้ในภาพที่ 18 จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทูก็ย์พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ระหว่างกลุ่มการทดลองที่ 1 กับกลุ่มที่ 2 และ 3 แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มการทดลองที่ 2 และ 3

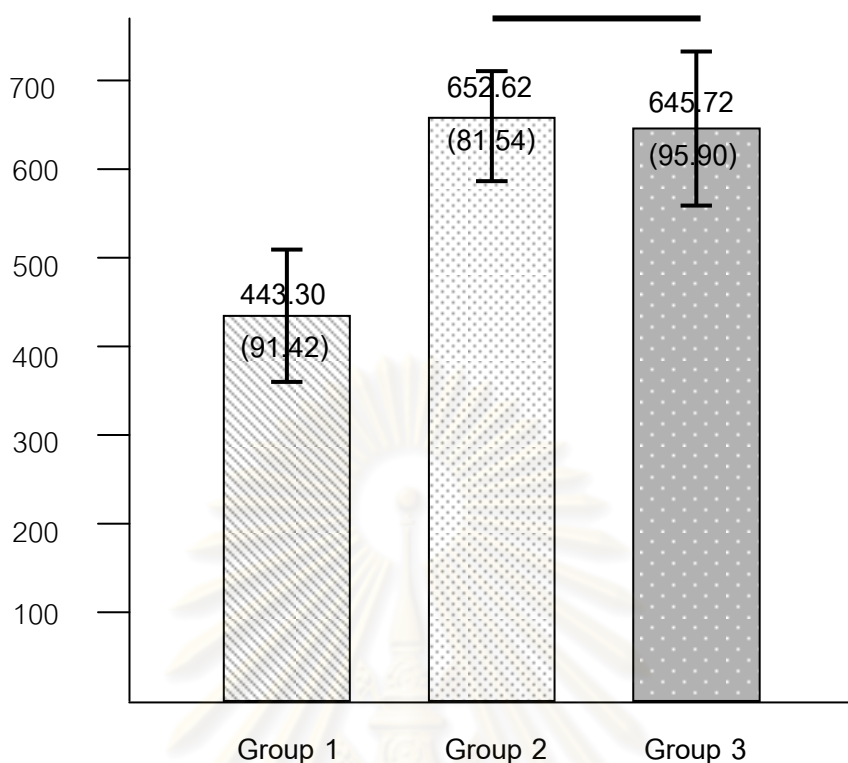
ตารางที่ 7 ค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟัน ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดลองตอนที่ 1

Table 7 Maximum fracture load, mean and standard deviation of part 1 experiment.

Specimens	Group 1	Group 2	Group 3
1	392.601	737.097	553.320
2	566.308	669.443	740.734
3	331.679	532.228	628.147
4	545.369	773.817	732.062
5	463.634	568.877	689.586
6	502.180	664.421	567.302
7	509.999	720.381	492.015
8	458.341	643.735	598.003
9	354.610	669.180	798.452
10	308.301	547.028	657.590
Mean fracture load (N)	443.30*	652.62	645.72
SD	91.42	81.54	95.90

* Statistical difference ($p < 0.05$)

Mean fracture load (N)



* Groups connected with horizontal line were not statistically different ($p>0.05$)

ภาพที่ 18 ค่าแรงเฉลี่ยที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดลองกลุ่มที่ 1-3

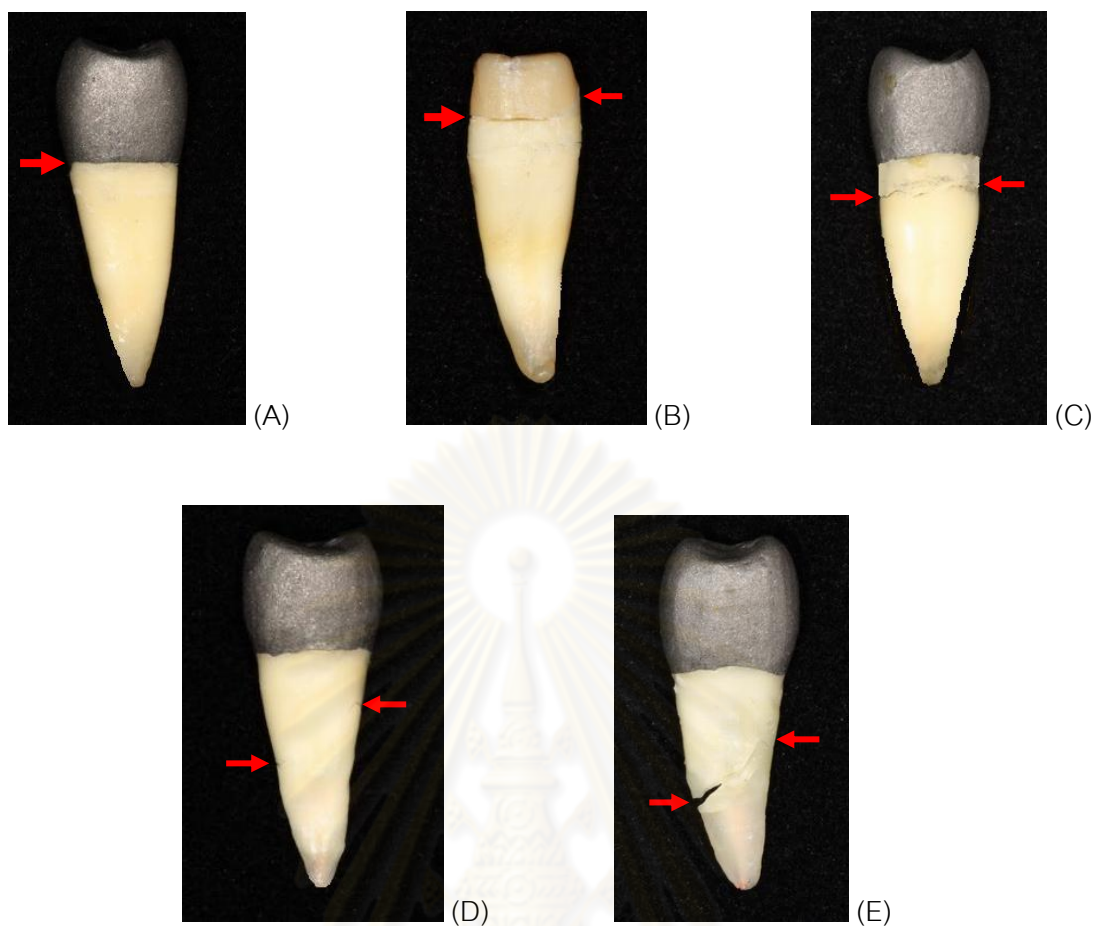
Figure 18 Mean fracture load and standard deviation of experimental group 1-3.

ตารางที่ 8 การแตกหักของฟันในการทดลองตอนที่ 1

Table 8 Fracture mode of part 1 experiment.

Group	Samples size	Restorable failure				Non-restorable failure		
		Crown dislodgement	Core Fracture	Coronal root fracture	Total	Middle root fracture	Apical root fracture	Total
1	10	0	3	3	6	4	0	4
2	10	0	3	4	7	2	1	3
3	10	0	0	7	7	2	1	3

ตำแหน่งการแตกหักของฟันในการทดลองตอนที่ 1 (ตารางที่ 8) พบการแตกหักที่สามารถบูรณะฟันใหม่ได้ในกลุ่ม 1, 2, และ 3 เท่ากับร้อยละ 60, 70 และ 70 ตามลำดับ



ภาพที่ 19 การแตกของฟันที่เกิดขึ้นในการทดลอง; (A) ครอบฟันหลุด, (B) แกนฟันแตก, (C) รากฟันแตกส่วนใกล้ตัวฟัน, (D) รากฟันแตกส่วนกึ่งกลางราก, (E) รากฟันแตกส่วนใกล้ปลายราก

Figure 19 Fracture modes occurred after loading tested; (A) crown dislodgement, (B) core fracture, (C) coronal root fracture, (D) middle root fracture, (E) apical root fracture

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 20 การแตกส่วนใหญ่ของกลุ่มที่ 1 เกิดขึ้นที่กึ่งกลางรากฟัน

Figure 20 Most fracture modes of group 1 occurred in the middle of roots



(A)



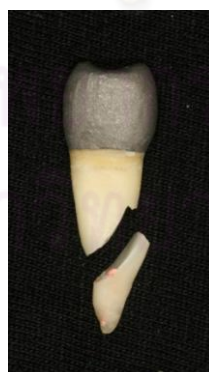
(B)

ภาพที่ 21 การแตกของฟันที่เกิดขึ้นในกลุ่มที่ 2; (A) การแตกส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่รากฟันส่วนใกล้ตัวฟัน, (B) การแตกของรากฟันส่วนใกล้ปลายราก

Figure 21 Fracture modes occurred in group 2; (A) Most fracture modes were coronal root fractures, (B) apical root fractures



(A)



(B)

ภาพที่ 22 การแตกของฟันที่เกิดขึ้นในกลุ่มที่ 3; (A) การแตกส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่รากฟันส่วนใกล้ตัวฟัน, (B) การแตกของรากฟันส่วนใกล้ปลายราก

Figure 22 Fracture modes occurred in group 3; (A) Most fracture modes were coronal root fractures, (B) apical root fractures

ตอนที่ 2 เตรียมคอลลอราฟฟันด้วยหัวเจาะอีโวลูชัน

ค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เกิดการแตกหักของชิ้นงานทดลองกลุ่มที่ 4 และ 5 แสดงในตารางที่ 9 ค่าแรงเฉลี่ยที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้งสองกลุ่มการทดลองแสดงไว้ในภาพที่ 23 ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ระหว่างทั้งสองกลุ่มการทดลอง และพบการแตกหักที่สามารถบูรณะฟันใหม่ได้ในกลุ่ม 4 และ 5 เท่ากับร้อยละ 60 ทั้งสองกลุ่มการทดลอง (ตารางที่ 10)

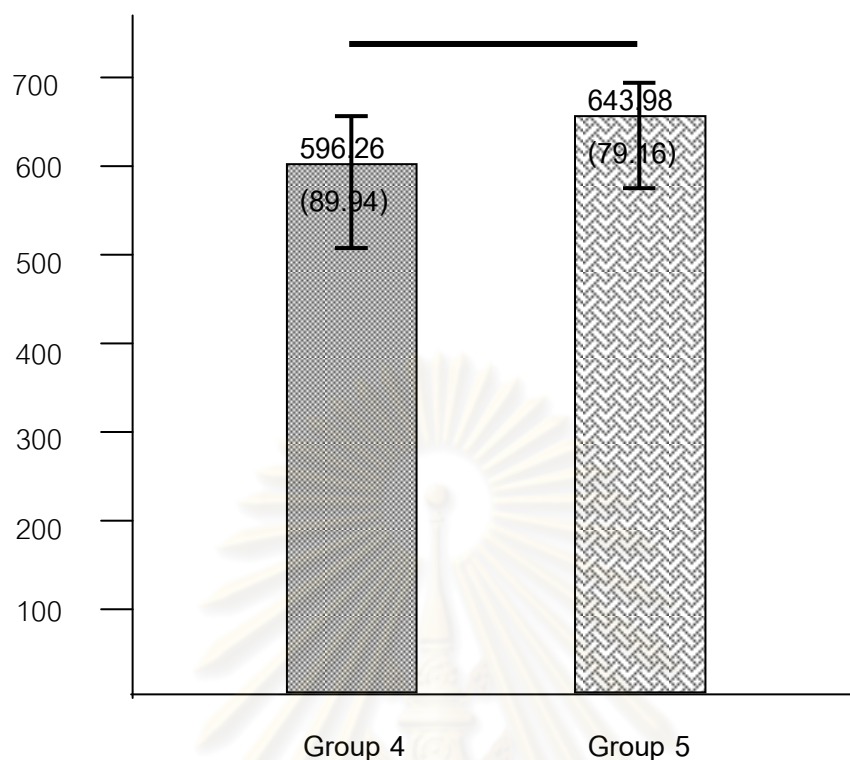
ตารางที่ 9 ค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟัน ค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดลองตอนที่ 2

Table 9 Maximum fracture load, mean and standard deviation of part 2 experiment.

Specimens	Group 4	Group 5
1	613.586	668.118
2	542.302	782.136
3	504.175	658.074
4	770.133	718.959
5	642.245	685.543
6	522.572	663.840
7	531.764	574.387
8	623.426	580.069
9	701.742	510.819
10	510.675	597.860
Mean fracture load (N)	596.26	643.98
SD	89.94	79.16

ศูนย์วิทยุทันตกรรม
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Mean fracture load (N)



* Groups connected with horizontal line were not statistically different ($p > 0.05$)

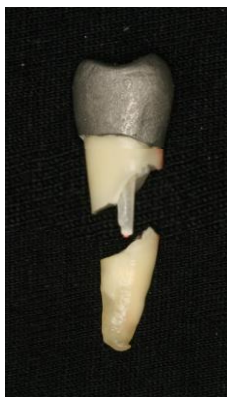
ภาพที่ 23 ค่าแรงเฉลี่ยที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดลองกลุ่มที่ 4 และ 5

Figure 23 Mean fracture load and standard deviation of experimental group 4-5.

ตารางที่ 10 การแตกหักของฟันในการทดลองตอนที่ 2

Table 10 Fracture mode of part 2 experiment.

Group	Samples size	Restorable failure				Non-restorable failure		
		Crown dislodgement	Core fracture	Coronal root fracture	Total	Middle root fracture	Apical root fracture	Total
4	10	4	0	2	6	4	0	4
5	10	3	0	3	6	3	1	4

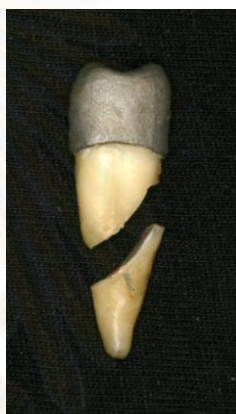


ภาพที่ 24 การแตกส่วนใหญ่ของกลุ่มที่ 4 เกิดขึ้นที่กึ่งกลางรากฟัน

Figure 24 Most fracture modes of group 4 occurred in the middle of roots



(A)



(B)

ภาพที่ 25 การแตกของฟันที่เกิดขึ้นในกลุ่มที่ 5; (A) การแตกส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่กึ่งกลางรากฟัน,
(B) การแตกของรากฟันส่วนใกล้ปลายราก

Figure 25 Fracture modes occurred in group 5; (A) Most fracture modes were middle root fractures, (B) apical root fractures

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้ใช้ฟันธรรมชาติ (natural teeth) ในการทดลองเพื่อจำลองสภาวะให้ใกล้เคียงกับทางคลินิกมากที่สุด แม้ว่าการทดลองในฟันธรรมชาติทำให้ผลที่ได้มีค่าความแปรปรวนสูงกว่าการทดลองในฟันเทียม (artificially manufactured teeth) ก็ตาม (Fokkinga และคณะ, 2006; Krejci และคณะ, 2003; Ottl และคณะ, 2002) เนื่องจากสภาวะจริงทางคลินิกมีปัจจัยหลายประการที่ไม่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ ความแตกต่างของปริมาณแคลเซียมพอกพูน (calcification) ความแตกต่างกันของขนาด รูปร่าง และตำแหน่งของโพรงประสาทฟัน สภาวะของเนื้อเยื่อในโพรงประสาทก่อนถอนฟัน อายุของผู้ป่วย การเกิดรอยแตกขนาดเล็ก (microfracture) ในเนื้อฟัน รวมถึงปัจจัยอื่นๆ ที่ยากแก่การตรวจพบ (Heydecke และคณะ, 2001; Newman และคณะ, 2003; Ottl และคณะ, 2002) แต่อย่างไรก็ตามการใช้ฟันเทียมมีข้อด้อยที่สำคัญคือไม่สามารถลอกเลียนคุณลักษณะต่างๆ ของเนื้อฟันตามธรรมชาติได้ การยึดติดระหว่างเนื้อฟันกับเรซินซีเมนต์และเดือยฟันจึงแตกต่างจากฟันจริง (Mendoza และคณะ, 1997) ผลที่ได้จากการทดลองจึงนำมาแปลผลอ้างอิงให้ใกล้เคียงกับผลการศึกษาทางคลินิกได้ยาก

การทดลองเลือกฟันกรามน้อยเนื่องจากเป็นฟันที่อยู่ในตำแหน่งใกล้กับการยึดเกาะ (insertion) ของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวจึงเป็นตำแหน่งที่ได้รับแรงจากการบดเคี้ยวมากกว่าฟันหน้า (Fernandes และ Dessai, 2001) และยังมีมุมชันของปุ่มฟัน (cusp angle) มาก เมื่อฟันได้รับแรงเคี้ยวจากการบดเคี้ยวทำให้เกิดการแยกห่างจากกันของปุ่มฟันด้านใกล้แก้มและใกล้ลิ้นมีความเสี่ยงต่อการเกิดการแตกหักของฟันได้ จึงมักพิจารณาใช้เดือยฟันและครอบฟันในการบูรณะฟันกรามน้อยเสมอ (Cheung, 2005)

การตัดตัวฟันที่ใช้ในการทดลองออกเป็นการจำลองลักษณะของฟันที่ถูกทำลายเนื้อฟันส่วนตัวฟันไปทั้งสิ้นด้านแต่ยังคงเหลือความสูงของเนื้อฟันเหนือคอฟัน คือ เฟอรัล (ferrule) 2 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นความสูงที่เพียงพอในการลดความเสี่ยงต่อการเกิดการแตกหักของฟัน (Mezzomo และคณะ, 2003; Peroz และคณะ, 2005)

คุณสมบัติการนำแสงของเดือยฟันเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเลือกใช้ซีเมนต์ฉาบยึด เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยไฟเบอร์เคลียร์ที่ใช้ในการศึกษานี้ นำแสงได้น้อย (Goracci และคณะ, 2008) เหมาะกับการใช้กับเรซินซีเมนต์ชนิดเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ด้วยตัวเองร่วมกับแสง (dual-cured) เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์อย่างสมบูรณ์

การศึกษานี้บูรณะพื้นด้วยแกนเดือยพื้นและครอบพื้นก่อนนำไปทดสอบการแตกหักเพื่อจำลองสภาวะทางคลินิกในการถ่ายทอดแรงบดเคี้ยวลงสู่ครอบพื้น ผลการทดลองที่ได้แตกต่างไปจากการทดสอบการแตกหักที่ให้แรงกดโดยตรงลงสู่แกนพื้นที่ไม่มีครอบพื้น เนื่องจากการบูรณะพื้นด้วยครอบพื้นทำให้เกิดการกระจายแรงลงสู่เดือยพื้นและรากฟันที่แตกต่างออกไป (Morgano, 2001) ส่งผลให้อัตราความสำเร็จของการรักษาทางคลินิกในฟันกรามน้อยบนและล่างเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sorensen และ Martinoff, 1984) และการศึกษานี้พยายามจำลองลักษณะของเอ็นยึดปริทันต์และกระดูกครอบรากฟันโดยการเคลือบรากฟันด้วยซิลิโคนชนิดเหลวชั้นบางๆ ก่อนฝังรากฟันลงในอะคริลิกเรซิน เนื่องจากการฝังรากฟันลงในอะคริลิกเรซินโดยตรงนั้นเป็นการเสริมแรงด้านนอก (external reinforcement) ให้กับรากฟันด้วยความแข็งแรงของอะคริลิกเรซิน ทำให้รากฟันมีความแข็งแรงมากขึ้นและตำแหน่งของการแตกหักอาจเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งการเสริมแรงลักษณะนี้ไม่สามารถพบได้จริงในฟันธรรมชาติ (Sirimai และคณะ, 1999)

การบูรณะพื้นด้วยเดือยพื้นคอมโพสิตเสริมเส้นใยระบบต่างๆ ที่เลือกใช้ในการศึกษานี้มาจากหลักการลดความหนาของชั้นซีเมนต์ที่ใช้ยึดเดือยพื้นกับผนังคลองรากฟันโดยใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงมากกว่าเรซินซีเมนต์เข้าไปทดแทน และเป็นการทดสอบการใช้งานของแกนเดือยพื้นชนิดใหม่ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้กับฟันกรามน้อยโดยเฉพาะ

การทดลองตอนที่ 1

พบว่ากลุ่มการทดลองที่ 1 มีค่าแรงเฉลี่ยที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันต่ำกว่ากลุ่มการทดลองที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างกันระหว่างค่าแรงเฉลี่ยของกลุ่มการทดลองที่ 2 และ 3

กลุ่มการทดลองที่ 1 ใช้เรซินซีเมนต์ในการยึดเดือยพื้นคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่มีรูปร่างไม่พอดีกับคลองรากฟัน ทำให้เกิดชั้นซีเมนต์ที่หนาและไม่แข็งแรง ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา (D'Arcangelo และคณะ, 2007; Moosavi gf และคณะ, 2009; Naumann และคณะ, 2006; Porciani และคณะ, 2008) พบว่าความหนาของชั้นซีเมนต์เป็นจุดอ่อนที่มักเกิดการแตกหักในชั้นซีเมนต์เสี่ยงต่อการสูญเสียการยึดติด เพราะชั้นซีเมนต์ที่หนามีความแข็งแรงน้อย ซึ่งค่าความทนแรงดัด (flexural strength) ของเวริโอลิงค์เรซินซีเมนต์เท่ากับ 85 เมกะพาสคาล (Mpa) และมักเกิดฟองอากาศภายในชั้นของซีเมนต์ที่หนา มีผลลดความแข็งแรงในเนื้อซีเมนต์เอง (cohesive strength) ทำให้เกิดการแตกหักภายในเนื้อของซีเมนต์ได้ง่ายและเกิดความเครียดสะสมบริเวณรอยต่อระหว่างซีเมนต์กับเนื้อฟันเนื่องจากการหดตัวสูงในระหว่างการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ (polymerization shrinkage) (Bonfante และคณะ, 2007; D'Arcangelo และคณะ, 2007)

กลุ่มการทดลองที่ 2 ใช้เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยขนาดเล็กเพิ่มเติมด้านแก้มและลิ้นของคลองรากฟัน เป็นการเสริมความแข็งแรงให้กับฟันโดยการแทนที่ชั้นซีเมนต์ที่หนาด้วยกลุ่มของเส้นใยแก้วรีฟอร์พินที่มีค่าความทนแรงดัด 856 เมกะพาสคาล และการเพิ่มสัดส่วนระหว่างเส้นใยแก้วกับเรซินให้มากขึ้นมีผลให้ค่าความทนแรงดัดของฟันสูงขึ้นด้วย (Newman และคณะ, 2003) เดือยฟันไฟบริเคิลรีฟอร์พินมีปริมาณเส้นใยแก้วร้อยละ 81-84 และเดือยฟันขนาดเล็กรีฟอร์พินมีปริมาณเส้นใยแก้วร้อยละ 87 การมีปริมาณของเส้นใยแก้วมากส่งผลให้ค่ามอดุลัสสภาพยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น ฟันจึงสามารถรองรับแรงบดเคี้ยวได้มากขึ้นด้วย ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Moosavi และคณะ (2008) และ Porciani และคณะ (2008) พบว่าการใช้เดือยฟันขนาดเล็กเข้าไปแทนที่ชั้นซีเมนต์ที่มีความหนาทำให้ค่าความต้านทานการแตกหักของฟันเพิ่มสูงขึ้น และเดือยฟันขนาดเล็กเหมาะสมในกรณีที่เดือยฟันหลักไม่พอดีกับคลองรากฟัน ได้แก่ คลองรากฟันที่มีความผายหรือคลองรากฟันที่มีรูปร่างไม่กลม

กลุ่มการทดลองที่ 3 ใช้วัสดุแกนฟันคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ ซึ่งค่าความทนแรงดัดของเรซินคอมโพสิตมัลติคอร์ชนิดไหลแผ่ได้เท่ากับ 135 เมกะพาสคาล เสริมด้านแก้มและลิ้นของเดือยฟันให้มีรูปร่างและความแนบสนิทไปกับผนังคลองรากฟัน (anatomic post) และยึดกับคลองรากฟันด้วยเรซินซีเมนต์ เป็นการใช้เรซินคอมโพสิตที่มีความแข็งแรงแทนที่ช่องว่างระหว่างเดือยฟันกับผนังคลองรากและลดความหนาของชั้นเรซินซีเมนต์ (Grandini และคณะ, 2005) และหลีกเลี่ยงการรบกวนเนื้อฟันบริเวณผนังคลองรากมากเกินไปเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับเดือยฟันสำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้มีขนาดพอดีกับคลองรากฟัน (Boudrias และคณะ, 2001) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Newman และคณะ (2003) และ Bonfante และคณะ (2007) พบว่าการบูรณะฟันด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเรซินคอมโพสิตที่มีความพอดีกับขนาดและรูปร่างของคลองรากฟันช่วยเพิ่มความต้านทานการแตกหักให้กับฟันและป้องกันความล้มเหลวของการยึดอยู่ (adhesive failure) ของเดือยฟัน (Grandini และคณะ, 2003)

ถึงแม้ว่าเดือยฟันรีฟอร์พินมีความทนแรงดัดมากกว่าเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ แต่อาจเนื่องมาจากการมีรอยต่อ (interface) หลายบริเวณ และการเกิดแรงเสียดทาน (frictional force) ระหว่างเดือยฟันแต่ละแท่ง (Moosavi และคณะ, 2008) ของกลุ่มการทดลองที่ 2 จึงทำให้ความต้านทานการแตกหักของกลุ่มการทดลองที่ 2 และ 3 มีค่าไม่แตกต่างกัน

ตำแหน่งการแตกหักที่สามารถบูรณะฟันใหม่ได้ในกลุ่มการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันมากนัก การแตกหักส่วนใหญ่เกิดในส่วนรากฟันที่อยู่เหนือระดับกระดูกอบรากฟันร้อยละ 60, 70 และ 70 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษาก่อนหน้า (Bonfante และคณะ, 2007; Hayashi และคณะ, 2006; Martelli และคณะ, 2008; Moosavi และคณะ, 2008; Newman และคณะ, 2003) ในกลุ่มที่ 1 และ 2 พบการแตกหักที่รอยต่อระหว่างผิวหน้าตัดของฟัน

และวัสดุแกนพื้น เนื่องจากความไม่เป็นเนื้อเดียวกันของวัสดุจึงเกิดเป็นจุดเสี่ยงต่อการแตกหักในบริเวณรอยต่อนี้ได้ การแตกของพื้นลักษณะนี้ลดความเสี่ยงของการแตกหักที่เนื้อพื้น การบูรณะพื้นใหม่สามารถทำได้ไม่ยุ่งยาก แตกต่างจากกลุ่มที่ 3 ซึ่งมีการเสริมด้านข้างของเดือยพื้นและก่อแกนพื้นขึ้นมาเป็นชั้นเดียวกันด้วยเรซินคอมโพสิตจึงไม่เกิดรอยต่อระหว่างส่วนเดือยและแกนพื้น ลดความเสี่ยงต่อการแตกหักในบริเวณนี้ แต่กลับเพิ่มการแตกที่เนื้อพื้นส่วนรากฟันมากขึ้น อย่างไรก็ตามตำแหน่งการแตกยังคงอยู่ที่ส่วนต้นของรากฟันซึ่งการบูรณะพื้นใหม่สามารถทำได้แต่ต้องทำศัลยกรรมปริทันต์หรือจัดฟันเพื่อเพิ่มความยาวส่วนตัวฟันก่อนการบูรณะ

ตำแหน่งการแตกหักที่ไม่สามารถบูรณะใหม่ได้ในกลุ่มการทดลองที่ 1 เกิดที่บริเวณกึ่งกลางรากฟัน โดยพบลักษณะความล้มเหลวส่วนใหญ่เป็นการแตกในชั้นซีเมนต์ (cohesive failure) เนื่องจากอาจเกิดฟองอากาศภายในและการมีค่าความทนแรงดัดต่ำของเรซินซีเมนต์ และพบการแตกหักบางส่วนของกลุ่มที่ 1 เกิดการแตกระหว่างเดือยฟันกับผนังคลองรากฟัน อาจเนื่องจากการหดตัวในระหว่างการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ของเรซินซีเมนต์ซึ่งมีความหนา

จากผลการทดลองตอนที่ 1 พบว่าการบูรณะฟันด้วยระบบแกนเดือยฟันในกลุ่มการทดลองที่ 2 และ 3 นั้นช่วยเพิ่มความต้านทานการแตกหักของฟันได้ทั้งสองระบบ แต่ลักษณะการแตกในกลุ่มที่ 2 สามารถบูรณะฟันใหม่ได้ดีกว่า และขั้นตอนการทำงานน้อยกว่า เนื่องจากสามารถยึดเดือยฟันหลักและเดือยฟันเสริมขนาดเล็กเข้ากับผนังคลองรากฟันด้วยเรซินซีเมนต์ได้โดยตรง แต่วิธีการสร้างระบบแกนเดือยฟันในกลุ่ม 3 นั้นต้องมีการเสริมเรซินคอมโพสิตด้านข้างของเดือยฟันเพื่อให้ได้รูปร่างแนบพอดีกับผนังคลองรากฟันแล้วนำออกมาฉายแสงให้เกิดการแข็งตัวสมบูรณ์ก่อนการยึดด้วยเรซินซีเมนต์ต่อไป ซึ่งยุ่งยากและต้องใช้เวลาในการรักษามากขึ้น และไม่สามารถทำได้โดยตรงในตำแหน่งฟันกรามและฟันกรามน้อยจึงต้องใช้วิธีการบูรณะโดยอ้อม ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดได้จากขั้นตอนการทำงานที่มากขึ้น

การทดลองตอนที่ 2

จากผลการทดลองตอนที่ 1 การบูรณะฟันด้วยระบบแกนเดือยฟันในกลุ่มที่ 3 สามารถใช้เป็นตัวแทนวิธีการบูรณะที่ช่วยเพิ่มความต้านทานการแตกหักให้กับฟันที่มีคลองรากไม่กลมได้ ดังนั้นกลุ่มการทดลองที่ 4 จึงเตรียมคลองรากฟันด้วยหัวเจาะอีโวลูชัน และใช้ระบบแกนเดือยฟันเหมือนกับกลุ่มการทดลองที่ 3 โดยเสริมด้านข้างของเดือยฟันไฟเบอร์เคลียร์ด้วยเรซินคอมโพสิตเพื่อสร้างแกนเดือยฟันที่มีรูปร่างและขนาดเหมือนกับเดือยฟันอีโวลูชันในกลุ่มที่ 5 เป็นการควบคุมรูปร่างและความหนาของเนื้อฟันส่วนรากฟัน และความหนาของเรซินซีเมนต์ที่ใช้ยึดระหว่างกลุ่มการทดลองที่ 4 และ 5 ให้เท่ากัน ซึ่งมีผลต่อค่าความต้านทานการแตกหักที่เกิดขึ้น

ผลการทดลองตอนที่ 2 พบว่าค่าแรงเฉื่อยที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันในกลุ่มการทดลองที่ 4 ต่ำกว่ากลุ่มการทดลองที่ 5 แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อาจเนื่องมาจากระบบการบูรณะฟันในกลุ่มที่ 4 มีรอยต่อระหว่างผิวเคลือบฟันกับเรซินคอมโพสิต ซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดความล้มเหลวของการยึดอยู่ในบริเวณนี้ได้

กลุ่มการทดลองที่ 5 ใช้แกนเคลือบฟันสำเร็จรูปคอมโพสิตเสริมเส้นใยอีโวลูชันที่มีเส้นใยต่อเนื่องในส่วนแกนและเคลือบฟันเป็นชั้นเดียวกันคล้ายกับแกนเคลือบฟันโลหะเหวี่ยง ซึ่งความเป็นเนื้อเดียวกันของเคลือบและแกนฟันนี้ทำให้ค่าความต้านทานการแตกหักของฟันเพิ่มสูงขึ้น

(Cormier และคณะ, 2001) และรูปร่างของเคลือบฟันชนิดนี้มีลักษณะคล้ายชั้นบันไดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ในส่วนใกล้ตัวฟันและลดขนาดลงมาเป็นชั้นๆ ส่วนใกล้ปลายรากฟัน โดยแต่ละชั้นนั้นมีรูปร่างด้านข้างของเคลือบฟันขนานกันจึงให้การยึดอยู่มากกว่ารูปร่างสอบ และทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับผนังคลองรากฟันมากขึ้น (Peroz และคณะ, 2005; Trabert และ Cooney, 1984) แต่อย่างไรก็ตามการที่แกนเคลือบฟันอีโวลูชันมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเคลือบฟันขนาดใหญ่ คือ 2.0, 2.2 และ 2.5 มิลลิเมตร ทำให้เกิดการสูญเสียเนื้อฟันขณะกรอเตรียมพื้นที่สำหรับเคลือบฟันมากกว่าปกติ ซึ่งเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดการเปลี่ยนรูป (deformity) ของรากฟันได้ (Lang และคณะ, 2006) นอกจากนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงค่าความทนแรงดัดและผลของการใช้งานในทางคลินิกของแกนเคลือบฟันชนิดนี้ต่อไป

ตำแหน่งการแตกหักของฟันในกลุ่มที่ 4 และ 5 ร้อยละ 60 เกิดในบริเวณที่สามารถบูรณะใหม่ได้ แต่พบว่าทั้งสองกลุ่มการทดลองเกิดการหลุดของครอบฟันมากถึงร้อยละ 30-40 เนื่องจากส่วนแกนฟันของแกนเคลือบฟันอีโวลูชันมีรูปร่างหน้าตัดกลม และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนฟันใกล้เคียงกับความกว้างของฟันกรามน้อยในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง แต่ในแนวแก้ม-ลิ้นนั้นแกนฟันมีขนาดเล็กกว่าความกว้างของฟัน เนื่องจากฟันที่มีขนาดเล็กมีพื้นที่ผิวน้อยจึงให้การยึดติดกับซีเมนต์ได้น้อยกว่าฟันที่มีขนาดใหญ่ (Shillingburg และคณะ, 1997) ดังนั้นฟันในกลุ่มที่ 4 และ 5 จึงมีการยึดอยู่ของครอบฟันน้อย

ส่วนตำแหน่งการแตกหักที่ไม่สามารถบูรณะใหม่ได้ของทั้งสองกลุ่มการทดลอง ส่วนมากพบที่บริเวณกึ่งกลางรากฟัน เนื่องจากเคลือบฟันมีรูปร่างคล้ายชั้นบันได จึงมีลักษณะของมุมเกิดขึ้นในแต่ละชั้นตลอดความยาวของเคลือบฟัน ทำให้เกิดความเครียดสะสมที่เนื้อฟันบริเวณมุมของชั้นต่างๆ ของเคลือบฟัน เกิดเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้เกิดการแตกหักของรากฟัน นอกจากนี้ในกลุ่มที่ 5 พบการแตกหักบริเวณใกล้ปลายรากซึ่งตรงกับส่วนปลายของเคลือบฟัน คล้ายกับการแตกหักของฟันที่บูรณะด้วยเคลือบฟันโลหะเหวี่ยง เนื่องจากแกนเคลือบฟันโลหะเหวี่ยงมีค่ามอดุลัสสภาพยืดหยุ่นสูงกว่าเนื้อฟันมาก เมื่อได้รับแรงบิดเคี้ยวจึงเกิดความเครียดสะสมบริเวณส่วนปลายของเคลือบฟัน

และเกิดการแตกหักของรากฟันในบริเวณนี้ได้ (Fokkinga และคณะ, 2006; Hayashi และคณะ, 2006)

ค่าแรงเฉื่อยที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันที่ได้จากการศึกษานี้อยู่ในช่วง 443.30 ถึง 652.62 นิวตัน ซึ่งต่ำกว่าผลที่ได้จากการศึกษาของ Bonfante และคณะ (2007), Fokkinga และคณะ (2006) และ Kivanç และคณะ (2009) แต่มีค่าสูงกว่าหลายการศึกษาก่อนหน้า (Al-Wahadni และคณะ, 2008; Moosavi และคณะ, 2008; Naumann และคณะ, 2006; Newman และคณะ, 2003) ค่าแรงเฉื่อยที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันที่มีความแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของค่าความทนแรงดัดที่แตกต่างกันของเดือยฟัน วัสดุที่เสริมในคลองรากฟัน และเรซินซีเมนต์ที่ใช้ในแต่ละการศึกษา แต่อย่างไรก็ตามค่าแรงเฉื่อยที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันที่ได้จากการศึกษานี้มีค่าสูงกว่าแรงบิดเคี้ยวที่ตำแหน่งของฟันกรามน้อยซึ่งอยู่ในช่วง 222.0 ถึง 445.0 นิวตัน (Anusavice, 2003)

ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

ข้อจำกัดของการศึกษานี้คือการใช้เครื่องทดสอบสากลในการให้แรงกดลงบนฟันที่เล็ก ๆ บนครอบฟัน โดยการให้แรงที่มีแนวแรงทำมุมคงที่กับแนวแกนฟันและเป็นการให้แรงเพียงครั้งเดียว โดยมีค่าแรงมากขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งเกิดการแตกหักของฟัน ซึ่งแตกต่างไปจากลักษณะการบิดเคี้ยวที่แท้จริงที่มีแรงกระทำลงบนฟันแบบซ้ำๆ แนวแรงบิดเคี้ยวที่ทำมุมกับฟันหลายแนวและมีการสัมผัสกันของฟันเป็นบริเวณกว้าง (Fernandes และ Dessai, 2001) การศึกษานี้เตรียมตำแหน่งรับแรงที่กึ่งกลางฟันเอียงด้านใกล้ลิ้นของปุ่มฟันด้านใกล้แก้ม โดยมีแนวแรงทำมุม 45° กับแนวแกนฟัน เพื่อเป็นการจำลองแนวแรงที่ตำแหน่งนอกศูนย์กลาง (eccentric position) ซึ่งทำให้เกิดแรงเฉือนในแนวเฉียงกับฟัน (oblique shearing force) จึงเป็นที่น่าสนใจศึกษาต่อไปถึงการทดสอบความต้านทานการแตกหักของฟันโดยการให้แรงแบบวัฏจักร (cyclic load) เพื่อให้มีความใกล้เคียงกับการบิดเคี้ยวตามธรรมชาติมากยิ่งขึ้น และควรมีการทดสอบค่ามอดุลัสสภาพยืดหยุ่นของระบบเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยเปรียบเทียบกับเนื้อฟัน เพื่ออธิบายลักษณะการแตกที่รากฟันคล้ายกับการใช้แกนเดือยฟันโลหะเหวี่ยง

สรุปผลการวิจัย

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษาสามารถสรุปผลที่ได้จากการศึกษาดังนี้
การทดลองตอนที่ 1

1. ความต้านทานการแตกหักของพื้นคลองรากไม้กลมที่บุงระด้วยครอบพื้นและเดือยพื้นคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเดือยพื้นขนาดเล็ก และเดือยพื้นคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับวัสดุแกนพื้นเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแฉ่ได้มีค่าไม่แตกต่างกัน แต่ทั้งสองกลุ่มการทดลองพบค่าความต้านทานการแตกหักของพื้นสูงกว่าการบุงระพื้นด้วยเดือยพื้นคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่ยึดด้วยเรซินซีเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. การบุงระพื้นด้วยครอบพื้นและเดือยพื้นคอมโพสิตเสริมเส้นใยทั้งสามระบบ พบการแตกหักส่วนใหญ่เกิดขึ้นในตำแหน่งที่สามารถบุงระพื้นใหม่ได้

การทดลองตอนที่ 2

1. ความต้านทานการแตกหักของพื้นคลองรากไม้กลมที่บุงระด้วยครอบพื้นและแกนเดือยพื้นเสริมเส้นใยแก้วอีโวลูชัน และเดือยพื้นคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับวัสดุแกนพื้นเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแฉ่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

2. ตำแหน่งการแตกหักของพื้นทั้งสองกลุ่มส่วนใหญ่เกิดในบริเวณที่สามารถบุงระใหม่ได้ แต่พบว่าทั้งสองกลุ่มการทดลองเกิดการหลุดของครอบพื้นร่วมด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

- [1] Abramovitz, L., Lev, R., Fuss, Z., Metzger, Z. The unpredictability of seal after post space preparation: a fluid transport study. J Endod 27(2001) : 292-295.
- [2] Aksornmuang, J., Foxton, R.M., Nakajima, M., Tagami, J. Microtensile bond strength of a dual-cure resin core material to glass and quartz fibre posts. J Dent 32(2004) : 443-450.
- [3] Al-Wahadni, A.M., Hamdan, S., Al-Omiri, M., Hammad, M.M., Hatamleh, M.M. Fracture resistance of teeth restored with different post systems: in vitro study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 106(2008) : e77-e83.
- [4] Anusavice, K.J. Phillips' Science of dental materials. 11th edition. Philadelphia : Saunder, 2003.
- [5] Azer, S.S., Drummond, J.L., Campbell, S.D., El Moneim Zaki, A. Influence of core buildup material on the fatigue strength of an all-ceramic crown. J Prosthet Dent 86(2001) : 624-631.
- [6] Bergman, B., Lundquist, P., Sjogren, U., Sundquist, G. Restorative and endodontic results after treatment with cast posts and cores. J Prosthet Dent 61(1989) : 10-15.
- [7] Bitter, K., Kielbassa, A.M. Post-endodontic restorations with adhesively luted fiber-reinforced composite post systems: a review. Am J Dent 20(2007) : 353-360.
- [8] Bitter, K., Meyer-Lueckel, H., Priehn, K., Martus, P., Kielbassa, A.M. Bond strengths of resin cements to fiber-reinforced composite posts. Am J Dent 19(2006) : 138-142.

- [9] Bonfante, G., Kaizer, O.B., Pegoraro, L.F., do Valle, A.L. Fracture strength of teeth with flared root canals restored with glass fiber posts. Int Dent J 57(2007) : 153-160.
- [10] Boudrias, P., Sakkal, S., Petrova, Y. Anatomical post design meets quartz fiber technology: rationale and case report. Compend Contin Educ Dent 22(2001) : 337-348.
- [11] Bouillaguet, S., Troesch, S., Wataha, J.C., Krejci, I., Meyer, J.M., Pashley, D.H. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. Dent Mater 19(2003) : 199-205.
- [12] Breeding, L.C., Dixon, D.L., Caughman, W.F. The curing potential of light-activated composite resin luting agents. J Prosthet Dent 65(1991) : 512-518.
- [13] Caputo, A.A., Standlee, J.P. Pins and posts--why, when and how. Dent Clin North Am 20(1976) : 299-311.
- [14] Caughman, W.F., Caughman, G.B., Dominy, W.T., Schuster, G.S. Glass ionomer and composite resin cements: effects on oral cells. J Prosthet Dent 63(1990) : 513-521.
- [15] Caughman, W.F., O'Connor, R.P., Williams, H.A., Rueggeberg, F.A. Retention strengths of three cements using full crown preparations restored with amalgam. Am J Dent 5(1992) : 61-63.
- [16] Cheung, W. A review of the management of endodontically treated teeth: post, core and the final restoration. J Am Dent Assoc 136(2005) : 611-619.
- [17] Cho, E., Kopel, H., White, S.N. Moisture susceptibility of resin-modified glass-ionomer materials. Quintessence Int 26(1995) : 351-358.

- [18] Christensen, G.L. Has the “total-etch” concept disappeared? J Am Dent Assoc 137(2006) : 817-820.
- [19] Chutinan, S., Platt, J.A., Cochran, M.A., Moore, B.K. Volumetric dimensional change of six direct core materials. Dent Mater 20(2004) : 345-351.
- [20] Coelho Santos, G. Jr., El-Mowafy, O., Rubo, J.H. Diametral tensile strength of a resin composite core with nonmetallic prefabricated posts: an in vitro study. J Prosthet Dent 91(2004) : 335-341.
- [21] Cohen, B.I., Condos, S., Deutsch, A.S., Musikant, B.L. Fracture strength of three different core materials in combination with three different endodontic posts. Int J Prosthodont 7(1994) : 178-182.
- [22] Cohen, B.I., Pagnillo, M.K., Newman, I., Musikant, B.L., Deutsch, A.S. Retention of a core material supported by three post head designs. J Prosthet Dent 83(2000) : 624-628.
- [23] Coltak, K.M., Yanikoglu, N.D., Bayindir, F. A comparison of the fracture resistance of core materials using different types of posts. Quintessence Int 38(2007) : e511-516.
- [24] Cormier, C.J., Burns, D.R., 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(2001) : 26-36.
- [25] D’Arcangelo, C., Cinelli, M., De Angelis, F., D’Amario, M. The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber-reinforced post system. J Prosthet Dent 98(2007) : 193-198.

- [26] Darr, A.H., Jacobsen, P.H. Conversion of dual cure luting cements. J Oral Rehabil 22(1995) : 43-47.
- [27] De Munck, J., Vargas, M., Van Landuyt, K.L., Hikita, K., Lambrechts, P., Van Meerbeek, B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. Dent Mater 20(2004) : 963-971.
- [28] Diaz-Arnold, A.M., Vargas, M.A., Haselton, D.R. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. J Prosthet Dent 81(1999) : 135-141.
- [29] Donovan, T.E., Cho, G.C. Contemporary evaluation of dental cements. Compend Contin Educ Dent 20(1999) : 197-219.
- [30] Duret, B., Duret, F., Reynaud, M. Long-life physical property preservation and postendodontic rehabilitation with the Composipost. Compend Contin Educ Dent Suppl 20(1996) : s50-s56.
- [31] Feilzer, A.J., De Gee, A.J., Davidson, C.L. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. J Dent Res 66(1987) : 1636-1639.
- [32] Fernandes, A.S., Dessai, G.S. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. Int J Prosthodont 14(2001) : 355-363.
- [33] Ferrari, M., Vichi, A., Garcia-Godoy, F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. Am J Dent 13(2000) : 15B-18B.
- [34] Fokkinga, W.A., Kreulen, C.M., Le Bell-Rönnlöf, A.M., Lassila, L.V., Vallittu, P.K., Creugers, N.H. In vitro fracture behavior of maxillary premolars with metal crowns and several post-and-core systems. Eur J Oral Sci 114(2006) : 250-256.

- [35] Fredriksson, M., Astbäck, J., Pamenius, M., Arvidson, K. A retrospective study of 236 patients with teeth restored by carbon fiber-reinforced epoxy resin posts. J Prosthet Dent 80(1998) : 151-157.
- [36] Freedman, G.A. Esthetic post-and-core treatment. Dent Clin North Am 45(2001) : 103-116.
- [37] Goodacre, C.J., Spolnik, K.J. The prosthodontic management of endodontically treated teeth: a literature review. part II. Maintaining the apical seal. J Prosthodont 4(1995) : 51-53.
- [38] Goracci, C., Corciolani, G., Vichi, A., Ferrari, M. Light-transmitting ability of marketed fiber posts. J Dent Res 87(2008) : 1122-1126.
- [39] Goracci, C., Raffaelli, O., Monticelli, F., Balleri, B., Bertelli, E., Ferrari, M. The adhesion between prefabricated FRC posts and composite resin cores: microtensile bond strength with and without post-silanization. Dent Mater 21(2005) : 437-444.
- [40] Grandini, S., Goracci, C., Monticelli, F., Borracchini, A., Ferrari, M. SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. J Adhes Dent 7(2005) : 235-240.
- [41] Grandini, S., Sapio, S., Simonetti, M. Use of anatomic post and core for reconstructing an endodontically treated tooth: a case report. J Adhes Dent 5(2003) : 243-247.
- [42] Gu, S., Rasimick, B.J., Deutsch, A.S., Musikant, B.L. In vitro evaluation of five core materials. J Prosthodont 16(2007) : 25-30.

- [43] Gutmann, J.L. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. J Prosthet Dent 67(1992) : 458-467.
- [44] Hajizadeh, H., Namazikhah, M.S., Moghaddas, M.J., Ghavamnasiri, M., Majidinia, S. Effect of posts on the fracture resistance of load-cycled endodontically-treated premolars restored with direct composite resin. J Contemp Dent Pract 10(2009) : 10-17.
- [45] Hayashi, M., Takahashi, Y., Imazato, S., Ebisu, S. Fracture resistance of pulpless teeth restored with post-cores and crowns. Dent Mater 22(2006) : 477-485.
- [46] Heydecke, G., Butz, F., Strub, J.R. Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in-vitro study. J Dent 29(2001) : 427-433.
- [47] Hikita, K., Van Meerbeek, B., De Munck, J., Ikeda, T., Van Landuyt, K., Maida, T., Lambrechts, P., Peumans, M. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. Dent Mater 23(2007) : 71-80.
- [48] Hill, E.E. Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. Dent Clin North Am 51(2007) : 643-658.
- [49] Ichikawa, Y., Akagawa, Y., Nikai, H., Tsuru, H. Tissue compatibility and stability of a new zirconia ceramic in vivo. J Prosthet Dent 68(1992) : 322-326.
- [50] Kane, J.J., Burgess, J.O. Modification of the resistance form of amalgam coronal-radicular restorations. J Prosthet Dent 65(1991) : 470-474.

- [51] Kivanç, B.H., Alaçam, T., Ulusoy, O.I., Genç, O., Görgül, G. Fracture resistance of thin-walled roots restored with different post systems. Int Endod J 11(2009) : 997-1003.
- [52] Krejci, I., Duc, O., Dietschi, D., de Campos, E. Marginal adaptation, retention and fracture resistance of adhesive composite restorations on devital teeth with and without posts. Oper Dent 28(2003) : 127-135.
- [53] Lang, H., Korkmaz, Y., Schneider, K., Raab, W.H. Impact of endodontic treatments on the rigidity of the root. J Dent Res 85(2006) : 364-368.
- [54] Lloyd, P.M., Palik, J.F. The philosophies of dowel diameter preparation: a literature review. J Prosthet Dent 69(1993) : 32-36.
- [55] Lui, J.L. Composite resin reinforcement of flared canals using light-transmitting plastic posts. Quintessence Int 25(1994) : 313-319.
- [56] Martelli, H.Jr., Pellizzer, E.P., Rosa, B.T., Lopes, M.B., Gonini, A.Jr. Fracture resistance of structurally compromised root filled bovine teeth restored with accessory glass fibre posts. Int Endod J 41(2008) : 685-692.
- [57] Martinez-Insua, A., da Silva, L., Rito, B., Santana, U. Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. J Prosthet Dent 80(1998) : 527-532.
- [58] Mendoza, D.B., Eakle, W.S., Kahl, E.A., Ho, R. Root reinforcement with a resin-bonded preformed post. J Prosthet Dent 78(1997) : 10-14.
- [59] Mentink, A., Meeuwissen, R., Käyser, A., Mulder, J. Survival rate and failure characteristics of the all metal post and core restoration. J Oral Rehabil 20(1993) : 455-461.

- [60] Mezzomo, E., Massa, F., Libera, S.D. Fracture resistance of teeth restored with two different post-and-core designs cemented with two different cements: an in vitro study. Part I. Quintessence Int 34(2003) : 301-306.
- [61] Monticelli, F., Goracci, C., Grandini, S., Garcia-Godoy, F., Ferrari, M. Scanning electron microscopic evaluation of fiber post-resin core units built up with different resin composites. Am J Dent 18(2005) : 61-65.
- [62] Monticelli, F., Osorio, R., Sadek, F.T., Radovic, I., Toledano, M., Ferrari, M. Surface treatments for improving bond strength to prefabricated fiber posts: a literature review. Oper Dent 33(2008) : 346-355.
- [63] Moosavi, H., Maleknejad, F., Kimyai, S. Fracture resistance of endodontically-treated teeth restored using three root-reinforcement methods. J Contemp Dent Pract 9(2008) : 30-37.
- [64] Morgano, S.M. Restoration of pulpless teeth: application of traditional principles in present and future contexts. J Prosthet Dent 85(2001) : 96-98.
- [65] Nakabayashi, N., Pashley, D.H. Hybridization of dental hard tissues. Chicago: Quintessence, 1998.
- [66] Naumann, M., Preuss, A., Frankenberger, R. Load capability of excessively flared teeth restored with fiber-reinforced composite posts and all-ceramic crowns. Oper Dent 31(2006) : 699-704.
- [67] Newman, M.P., Yaman, P., Dennison, J., Rafter, M., Billy, E. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite posts. J Prosthet Dent 89(2003) : 360-367.

- [68] O'Brien, W. Dental materials and their selection. 4th edition. Chicago : Quintessence, 2008.
- [69] Oliveira, F. de C., Denehy, G.E., Boyer, D.B. Fracture resistance of endodontically prepared teeth using various restorative materials. J Am Dent Assoc 115(1987) : 57-60.
- [70] Ottl, P., Hahn, L., Lauer, H.C.H., Fay, M. Fracture characteristics of carbon fibre, ceramic and non-palladium endodontic post systems at monotonously increasing loads. J Oral Rehabil 29(2002) : 175-183.
- [71] Pegoraro, T.A., da Silva, N.R., Carvalho, R.M. Cements for use in esthetic dentistry. Dent Clin North Am 51(2007) : 453-471.
- [72] Pegoretti, A., Fambri, L., Zappini, G., Bianchetti, M. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. Biomaterials 23(2002) : 2667-2682.
- [73] Perdigão, J., Gomes, G., Lee, I.K. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. Dent Mater 22(2006) : 752-758.
- [74] Peroz, I., Blankenstein, F., Lange, K.P., Naumann, M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores--a review. Quintessence Int 36(2005) : 737-746.
- [75] Peters, O.A. Current challengers and concepts in the preparation of root canal systems: a review. J Endod 30(2004) : 559-567.
- [76] Plotino, G., Grande, N.M., Bedini, R., Pameijer, C.H., Somma, F. Flexural properties of endodontic posts and human root dentin. Dent Mater 23(2007) : 1129-35.

- [77] Porciani, P.F., Vano, M., Radovic, I., Goracci, C., Grandini, S., Garcia-Godoy, F., Ferrari, M. Fracture resistance of fiber posts: combinations of several small posts vs. standardized single post. Am J Dent 21(2008) : 373-376.
- [78] Power, J.M., Sakaguchi, R.L. Craig's Restorative dental materials. 12th edition. St Louis : Mosby, 2002.
- [79] Radovic, I., Monticelli, F., Goracci, C., Vulicevic, Z.R., Ferrari, M. Self-adhesive resin cements: a literature review. J Adhes Dent 10(2008) : 251-258.
- [80] Reeh, E.S., Douglas, W.H., Messer, H.H. Stiffness of endodontically-treated teeth related to restoration technique. J Dent Res 68(1989) : 1540-1544.
- [81] Ricketts, D.N.L., Tait, C.M., Higgins, A.J. Post and core systems, refinements to tooth preparation and cementation. Br Dent J 198(2005) : 533-541.
- [82] Rolf, K.C., Parker, M.W., Pelleu, G.B. Stress analysis of five prefabricated endodontic dowel designs: a photoelastic study. Oper Dent 17(1992) : 86-92.
- [83] Rosenstiel, S.F., Gegauff, A.G. Effect of provisional cementing agents on provisional resins. J Prosthet Dent 59(1988) : 29-33.
- [84] Rosenstiel, S.F., Land, M.F., Crispin, B.J. Dental luting agents: a review of the current literature. J Prosthet Dent 80(1998) : 280-301.
- [85] Rosenstiel, S.F., Land, M.F., Fujimoto, J. Contemporary fixed prosthodontics. 2nd edition. St Louis : Mosby, 1995.
- [86] Sahafi, A., Peutzfeldt, A., Asmussen, E. Gotfredsen K. Bond strength of resin cement to dentin and to surface-treated posts of titanium alloy, glass fiber, and zirconia. J Adhes Dent 5(2003) : 153-162.

- [87] Sen, D., Nayir, E., Pamuk, S. Comparison of the tensile bond strength of high-noble, noble, and base metal alloys bonded to enamel. J Prosthet Dent 84(2000) : 561-566.
- [88] Shillingburg, H.T.Jr., Hobo, S., Whitsett, L.D., Jacobi, R., Brackett, S.E. Fundamentals of fixed prosthodontics. 3rd edition. Chicago : Quintessence, 1997.
- [89] Sirimai, S., Riis, D.N., 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(1999) : 262-269.
- [90] Sivers, J.E., Johnson, W.T. Restoration of endodontically treated teeth. Dent Clin North Am 36(1992) : 631-650.
- [91] Smith, D.C. A new dental cement. Br Dent J 125(1968) : 381-384.
- [92] Sorensen, J.A., Martinoff, J.T. Intracoronal reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. J Prosthet Dent 51(1984) : 780-784.
- [93] Sorensen, J.A., Martinoff, J.T. Endodontically treated teeth as abutments. J Prosthet Dent 53(1985) : 631-636.
- [94] Stern, N., Hirshfeld, Z. Principles of preparing endodontically treated teeth for dowel and core restorations. J Prosthet Dent 30(1973) : 162-165.
- [95] Suzuki, M.M. Recent commercial composite formulations. Oper Dent Suppl 6(2001) :145-151.
- [96] Tay, F.R., Pashley, D.H. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. J Endod 33(2007) : 391-398.

- [97] Tilk, M.A., Lommel, T.J., Gerstein, H. A study of mandibular and maxillary root widths to determine dowel size. J Endod 5(1979) : 79-82.
- [98] Torbjörner, A., Fransson, B. A literature review on the prosthetic treatment of structurally compromised teeth. Int J Prosthodont 17(2004) : 369-376.
- [99] Trabert, K.C., Cooney, J.P. The endodontically treated tooth. Restorative concepts and techniques. Dent Clin North Am 28(1984) : 923-951.
- [100] Valandro, L.F., Filho, O.D., Valera, M.C., de Araujo, M.A. The effect of adhesive systems on the pullout strength of a fiberglass-reinforced composite post system in bovine teeth. J Adhes Dent 7(2005) : 331-336.
- [101] Van Landuyt, K.L., Snauwaert, J., De Munck, J., Peumans, M., Yoshida, Y., Poitevin, A., Coutinho, E., Suzuki, K., Lambrechts, P., Van Meerbeek, B. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. Biomaterials 28(2007) : 3757-3785.
- [102] Watanabe, T., Miyazaki, M., Inage, H., Kurokawa, H. Determination of elastic modulus of the components at dentin-resin interface using the ultrasonic device. Dent Mater J 23(2004) : 361-367.
- [103] White, S.N., Furuichi, R., Kyomen, S.M. Microleakage through dentin after crown cementation. J Endod 21(1995) : 9-12.
- [104] White, S.N., Yu, Z., Tom, J.F., Sangsurasak, S. In vivo microleakage of luting cements for cast crowns. J Prosthet Dent 71(1994) : 333-338.
- [105] Wilson, P.H.R., Fisher, N.L., Bartlett, D.W. Direct core materials. Dent Update 30(2003) : 362-368.

- [106] Wu, M.K., Pehlivan, Y., Kontakiotis, E.G., Wesselink, P.R. Microleakage along apical root fillings and cemented posts. J Prosthet Dent 79(1998) : 264-269.
- [107] Zalkind, M., Shkury, S., Stern, N., Heling, I. Effect of prefabricated metal post-head design on the retention of various core materials. J Oral Rehabil 27(2000) : 483-487.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทความส่งตีพิมพ์
(Manuscript for publication)

เรื่อง

ความต้านทานการแตกหักในฟันคลองรากไม่กลม
ที่บูรณะด้วยระบบเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่แตกต่างกัน

Fracture resistance of non-circular root canal teeth
restored with different fiber-reinforced composite post systems

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วีรนุช ทองงาม¹, อิศราวัดย์ บุญศิริ²

¹นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

²ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Weeranuch Thong-ngarm¹, Issarawan Boonsiri²

¹Master degree student (Prosthodontics), ²Department of Prosthodontic, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University.

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการต้านทานการแตกหักและรูปแบบที่เกิดการแตกหักของพื้กรามน้อยที่มีรูปร่างคลองรากไม่กลมหลังการบูรณะด้วยระบบเดือยพื้คอมโพสิตเสริมเส้นใยที่แตกต่างกัน **วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ:** พื้มนุษย์ซี่กรามน้อยคลองรากพื้เดียวที่มีรูปร่างหน้าตัดไม่กลมจำนวน 40 ซี่ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ โดยการสุ่ม ตัดส่วนตัวพื้ที่รูปแบบเหนือรอยต่อเคลือบพื้และเคลือบรากพื้ 2 มิลลิเมตร กลุ่มที่ 1 (Var) ยึดเดือยพื้ไฟเบอร์เคลียร์ด้วยเวรีโอดิงค์ทูเรซินซีเมนต์ กลุ่มที่ 2 (Ref) ใช้เดือยพื้ไฟเบอร์เคลียร์ร่วมกับเดือยพื้ขนาดเล็กรีฟอร์พื้และยึดด้วยเวรีโอดิงค์ทูเรซินซีเมนต์ กลุ่มที่ 3 (Mul) ยึดเดือยพื้ไฟเบอร์เคลียร์ด้วยวัสดุแกนพื้เรซินคอมโพสิตมัลติคอร์โพลีเมอร์ และกลุ่มที่ 4 (Evo) บูรณะพื้ด้วยแกนเดือยพื้อีโวลูชันยึดด้วยเวรีโอดิงค์ทูเรซินซีเมนต์ ยึดครอบพื้โลหะบนพื้ทุกซี่ด้วยเวรีโอดิงค์ทูเรซินซีเมนต์ นำขึ้นทดสอบทั้งหมดทดสอบแรงกดด้วยเครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอน ความเร็วหัวกด 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที ทำมุม 45° กับแนวแกนพื้ นำค่าแรงเฉลี่ยที่ทำให้เกิดการแตกหักของพื้แต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทูกี๋ กำหนดระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ และวิเคราะห์รูปแบบการแตกหักที่เกิดขึ้นของทุกกลุ่มการทดลอง **ผลการศึกษา:** ค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักของพื้กลุ่ม Var ต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ความต้านทานการแตกหักของพื้กลุ่ม Ref, Mul และ Evo มีค่าไม่แตกต่างกัน และกลุ่ม Ref พบการแตกหักในรูปแบบที่สามารถบูรณะพื้ใหม่ได้มากที่สุด (ร้อยละ 70) **บทสรุป:** การใช้มัลติคอร์โพลีเมอร์แทนชั้นของเรซินซีเมนต์ที่หนาช่วยเพิ่มความต้านทานการแตกหักในพื้ที่มีคลองรากไม่กลมได้ การใช้เดือยพื้คอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเดือยพื้ขนาดเล็กรีฟอร์พื้ หรือการใช้เดือยพื้อีโวลูชันร่วมกับเวรีโอดิงค์ทูเรซินซีเมนต์เป็นอีกทางเลือกที่ใช้ในการบูรณะพื้คลองรากไม่กลม

คำไ้รหัส: ความต้านทานการแตกหัก พื้คลองรากไม่กลม ระบบเดือยพื้คอมโพสิตเสริมเส้นใย

Abstract

Purpose: To compare the fracture resistance and fracture mode of non-circular root canal premolars restored with different fiber-reinforced composite post systems.

Materials and methods: Forty non-circular single root canal premolars were randomly assigned to four groups (n=10). Coronal portions of the teeth were removed at a level 2 mm incisal to the cemento-enamel junction (CEJ). Group 1 (Var), FibreKleer[®] posts were cemented with Variolink[®] II; group 2 (Ref), FibreKleer[®] posts and REFORPIN were cemented with Variolink[®] II; group 3 (Mul), FibreKleer[®] posts were cemented with Multicore[®] flow. Group 4 (Evo), Variolink[®] II was used for cementation of Evolution post and core. Metallic crowns were cemented with Variolink[®] II in all teeth. The samples were loaded in Instron[®] universal testing machine with a crosshead speed 0.5 mm/min at a 45° angle to long axis of the tooth. Mean fracture load of each group were analyzed using the one-way ANOVA, Tukey multiple comparison test (p<0.05). The fracture modes of all experimental groups were analyzed. *Results:* Mean fracture resistance of Var group was statistically significant lower than others (p<0.05). No statistically significant difference was found between Ref, Mul and Evo groups. Restorable failures were most found in Ref group (70%). *Conclusion:* The use of Multicore[®] flow instead of the high thickness of resin cement layer can increase fracture resistance of the non-circular root canal teeth. Using of fiber-reinforced composite post and REFORPIN accessory posts or Evolution post and core with Variolink[®] II can be used as an alternative treatment of non-circular root canal teeth.

Key words: fracture resistance, non-circular root canal teeth, fiber-reinforced composite post systems

บทนำ

ความสำเร็จของการบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันแล้วด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ความหนาของชั้นซีเมนต์เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อความต้านทานการหลุดของเดือยฟัน⁽¹⁾ ชั้นซีเมนต์ที่หนาเป็นจุดอ่อนที่ทำให้เกิดการแตกหักในชั้นซีเมนต์ซึ่งเสี่ยงต่อการสูญเสียการยึดติดของเดือยฟัน⁽²⁾ และฟันที่มีคลองรากรูปร่างไม่กลม เช่น ฟันตัดบนซี่ข้าง หรือฟันกรามน้อย⁽³⁾ เมื่อบูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยซึ่งมีหน้าตัดกลมจึงไม่พอดีกับรูปร่างของคลองรากฟัน และทำให้เกิดชั้นซีเมนต์ที่หนา ดังนั้นควรหาวิธียึดเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่สามารถลดความหนาของชั้นซีเมนต์ เพื่อลดโอกาสเกิดความล้มเหลวของการบูรณะ

จากการศึกษาวิธีบูรณะฟันที่รักษาคลองรากที่มีขนาดใหญ่ ผายกว่าปกติ หรือไม่กลม การศึกษาของ Lui และคณะ⁽⁴⁾ เสนอวิธีเสริมความแข็งแรงให้กับรากฟันโดยใช้เรซินคอมโพสิตฉาบเสริมผนังคลองรากฟันแล้วฉายแสงผ่านเดือยฟันพลาสติกที่นำแสงได้เพื่อทำให้เรซินคอมโพสิตแข็งตัวก่อนยึดกับเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยด้วยเรซินซีเมนต์ มีหลายการศึกษาทดลองใช้เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยขนาดเล็ก พบว่าสามารถเพิ่มความต้านทานต่อการแตกหักของฟันได้^(5,6) แต่บางการศึกษาพบว่าค่าความต้านทานการแตกหักของการบูรณะด้วยวิธีนี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่ยึดด้วยเรซินซีเมนต์กับการใช้เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้^(6,7) โดยกลุ่มที่ใช้เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยขนาดเล็กมีลักษณะการแตกหักของฟันที่สามารถซ่อมแซมได้มากกว่ากลุ่มอื่นๆ⁽⁸⁾

ปัจจุบันมีการผลิตเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยในรูปแบบที่มีเดือยและแกนฟันเป็นชั้นเดียวกัน เช่น อีโวลูชัน (Evolution fiber post, Innotech) เหมาะสำหรับฟันที่มีคลองรากฟันเดี่ยวและเหลือเนื้อฟันส่วนตัวฟันน้อย มีการผลิตรูปร่างส่วนแกนฟันสำหรับฟันหน้า 3 ขนาด ได้แก่ ขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ ความยาวส่วนเดือยฟัน 8-11 มิลลิเมตร และรูปร่างส่วนแกนฟันสำหรับฟันกรามน้อย 3 ขนาดเช่นกัน และมีความยาวส่วนเดือยฟัน 9 มิลลิเมตร ผู้ผลิตกล่าวว่าแกนเดือยฟันอีโวลูชันมีคามอดดูล์สภาพยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟันมากที่สุดและมีรูปร่างที่ทำให้เกิดการยึดอยู่ที่ดี แต่ยังไม่พบการศึกษาทดสอบความแข็งแรงเชิงกลและความสำเร็จในการใช้งานทางคลินิกของแกนเดือยฟันชนิดนี้

จากการศึกษาที่ผ่านมายังไม่พบวิธีบูรณะฟันที่มีคลองรากไม่กลมด้วยระบบหรือวิธีที่ทำให้เกิดความแข็งแรงของฟันได้ดีที่สุด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความต้านทานการแตกหักและรูปแบบที่เกิดการแตกหักของฟันกรามน้อยที่มีรูปร่างคลองรากฟันไม่กลมหลังการบูรณะด้วยระบบเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่แตกต่างกัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ฟันที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นฟันมนุษย์ที่กรามน้อย คลองรากฟันเดี่ยวและรากตรง ไม่มีรอยผุ วัสดุอุดหรือการแตกหักใดๆ รากฟันมีขนาดในแนวแก้ม-ลิ้น 5 ± 0.5 มิลลิเมตร และในแนวใกล้-ไกลกลาง 7 ± 0.5 มิลลิเมตร ความยาวรากวัดจากรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบราก ฟันด้านใกล้กลาง 13-14 มิลลิเมตร จำนวน 40 ซี่ นำฟันทั้งหมดมาทำความสะอาดและเก็บในสารละลายไฮมอลความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่อุณหภูมิห้อง^(5,9)

นำฟันมาตัดส่วนตัวฟันที่รูปแบบเหนือรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟันทางด้านใกล้-ไกลกลาง 2 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำรุ่น ISOMET™ 1000 (Buehler, USA) จากนั้นรักษาคลองรากฟันโดยขยายคลองรากทุกซี่จนถึงไฟล์เบอร์ 35⁽¹⁰⁾ อุดคลองรากฟันด้วยกัตา-เปอร์ชาและใช้ซีเมนต์ฟันกรามคลองรากฟันที่ปราศจากยูจินอลชนิดเอชพลัส (AH Plus®, Densply International, USA)

แบ่งฟันออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ โดยการสุ่ม ชั่งงานทดลองกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เตรียมคลองรากฟันด้วยหัวเจาะไฟเบอร์เคลียร์ (FibreKleer®) เบอร์ 2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.375 มิลลิเมตร ลองเตื่อยฟันในคลองรากให้มีความยาว 9 มิลลิเมตรจากขอบบนของฟันที่ตัดไว้ และควบคุมขนาดของคลองรากฟันให้มีช่องว่างเพียงพอสำหรับใส่เตื่อยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย ขนาดเล็กรีฟอร์พิน เบอร์ 1 ยาว 5 มิลลิเมตร ด้านแก้มและลิ้นด้านละ 1 แท่ง ส่วนกลุ่มที่ 4 เตรียมคลองรากฟันด้วยหัวเจาะอีโวลูชั่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ลองแกนเตื่อยฟันอีโวลูชั่น รูปร่างส่วนแกนฟันสำหรับฟันกรามน้อยและความยาวส่วนเตื่อยฟัน 9 มิลลิเมตร แล้วบูรณะตามกลุ่มทดลองดังนี้ (วัสดุที่ใช้บูรณะฟันแสดงไว้ในตารางที่ 1 และระบบแกนเตื่อยฟันที่ใช้ในแต่ละกลุ่มแสดงไว้ในภาพที่ 1)

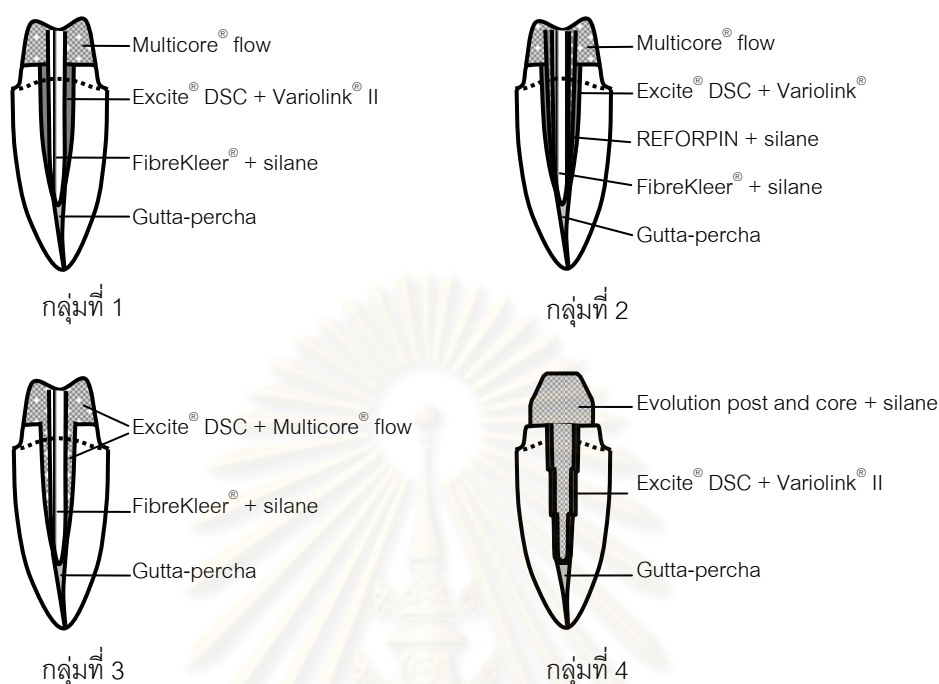
ตารางที่ 1 แสดงวัสดุที่ใช้ในการบูรณะฟัน

Table 1 Materials used in the restorative procedure

Brand name	Manufacturer
FibreKleer®	Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, USA
REFORPIN	Angelus Dental Industry Products, Londrina, PR, Brazil
Evolution Fiber Post	Innotech, Robbio, PV, Italy
Silano	Angelus Dental Industry Products, Londrina, PR, Brazil
Excite® DSC	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Variolink® II	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Multicore® flow	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein

ภาพที่ 1 แสดงชนิดของเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยและแกนฟันที่ใช้ในแต่ละกลุ่ม

Figure 1 Diagram of fiber-reinforced composite post and core used in each group



กลุ่มที่ 1 ใช้เดือยฟันไฟเบอร์เคลียร์

เตรียมคลองรากฟันและผิวด้านบนของฟันที่ตัดไว้ด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้น 37% นาน 15 วินาที ล้างน้ำ ซับน้ำด้วยแท่งกระดาษจนหมาด ทาสารยึดติด (Excite[®] DSC) ซับสารส่วนเกิน เตรียมเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยชนิดไฟเบอร์เคลียร์ตามวิธีที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด คือ เช็ดพื้นผิวเดือยฟันด้วยแอลกอฮอล์เป่าให้แห้ง ทาสารคู่ควบไซเลนชนิดไซลาโน (Silano) ทิ้งไว้ 1 นาที เป่าลมให้แห้ง ผสมเรซินซีเมนต์ชนิดเวริโอลิงค์ทู (Variolink[®] II) ส่วนเบส (base) และตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) เข้าด้วยกันตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตแล้วใช้เกลียวนำสาร (lentulo spiral) ปั่นส่วนผสมของเรซินซีเมนต์ใส่ในคลองรากฟันจนเต็ม ป้ายส่วนผสมเรซินซีเมนต์บริเวณพื้นผิวเดือยฟันส่วนปลายให้ทั่ว ใส่ในคลองรากฟันที่เตรียมไว้ กำจัดซีเมนต์ส่วนเกิน ฉายแสงผ่านเดือยฟันนาน 40 วินาที วางแม่แบบพลาสติกใสที่มีรูปร่างและขนาดเท่ากับแกนฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยรีฟอร์คอร์ (Reforcore[®], Angelus, Brazil) สำหรับฟันกรามน้อยขนาดใหญ่ ต่อขึ้นมาจากตำแหน่งฟันที่ตัดไว้และยึดด้วยขี้ผึ้งให้อยู่กึ่งกลางซี่ฟัน ก่อแกนฟันโดยฉีควัสดุแกนฟัน เรซินคอมโพสิตชนิดมัลติคอร์โฟลว์ (Multicore[®] flow) ฉายแสงจากด้านบนดเคี่ยวนาน 40 วินาที

กลุ่มที่ 2 ใช้เดือยฟันไฟเบอร์เคลียร์ร่วมกับรีฟอร์พิน

เตรียมคลองรากฟัน เตรียมเดือยฟันไฟ بريเคลียร์ เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยขนาดเล็ก รีฟอร์พิน เบอร์ 1 และผสมแวริโอดิงค์ทูไฮในคลองรากฟันด้วยวิธีการเหมือนกลุ่มที่ 1 ใส่เดือยฟันไฟ بريเคลียร์ที่เคลือบด้วยเรซินซีเมนต์ลงในคลองรากฟัน ใส่รีฟอร์พินลงในคลองรากฟันด้านแก้มและลิ้นด้านละ 1 แท่ง กำจัดซีเมนต์ส่วนเกิน ฉายแสง 40 วินาที และก่อแกนฟันด้วยวิธีการเหมือนกลุ่มที่ 1

กลุ่มที่ 3 ใช้เดือยฟันไฟ بريเคลียร์ร่วมกับมัลติคอร์โพลัวร์

เตรียมคลองรากฟันและเดือยฟันไฟ بريเคลียร์ด้วยวิธีการเหมือนกลุ่มที่ 1 วางแม่แบบพลาสติกใสที่เตรียมไว้สำหรับการก่อแกนฟันต่อขึ้นมาจากรูปแบบฟันที่ตัดไว้และยึดด้วยซีเมนต์ อัดวัสดุแกนฟันเรซินคอมโพสิตมัลติคอร์โพลัวร์ลงในคลองรากฟันและเคลือบบนเดือยฟัน นำเดือยฟันใส่ลงในคลองราก ฉายแสงจากด้านบนโดยเว้นระยะ 60 วินาทีตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด และฉีดมัลติคอร์โพลัวร์ลงในแม่แบบพลาสติกใสจนเต็ม ฉายแสงจากด้านบนโดยเว้นระยะ 40 วินาที

กลุ่มที่ 4 ใช้แกนเดือยฟันอีโวลูชั่น

เตรียมคลองรากฟัน แกนเดือยฟันอีโวลูชั่น และผสมส่วนผสมของแวริโอดิงค์ทูไฮในคลองรากฟันด้วยวิธีการเหมือนกลุ่มที่ 1 ใส่แกนเดือยฟันอีโวลูชั่นที่เคลือบด้วยเรซินซีเมนต์แล้วลงในคลองรากฟันให้ถึงรูปแบบส่วนกลางสุดของส่วนแกนฟัน กำจัดซีเมนต์ส่วนเกิน ฉายแสงที่ขอบของแกนเดือยฟันทั้ง 4 ด้าน ด้านละ 40 วินาทีตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

นำฟันมากรอแต่งให้เกิดเส้นสิ้นสุดมีรูปร่างเป็นรอยตัดเฉียงโค้ง (chamfer finishing line) ลึก 0.5 มิลลิเมตรโดยรอบที่รอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน สร้างครอบฟันโลหะด้วยโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม (Classic vision™ Pisces, William, USA) ให้มีรูปร่างเหมือนฟันกรามน้อยบนและขนาดเท่ากันทุกซี่ บริเวณกึ่งกลางพื้นเอียงด้านลิ้นของปุ่มฟันด้านแก้ม (lingual inclined plane of buccal cusp) มีลักษณะเป็นหลุมกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ลึก 1 มิลลิเมตร เพื่อเป็นที่วางหัวกดทดสอบความต้านทานการแตกหัก ยึดครอบฟันด้วยแวริโอดิงค์ทูไฮ โดยเตรียมพื้นผิวฟันและอัตราส่วนผสมเช่นเดียวกับการยึดเดือยฟัน กดครอบฟันให้เข้าที่ด้วยแรง 3 กิโลกรัม ฉายแสงที่ขอบของครอบฟันเพื่อกำจัดซีเมนต์ส่วนเกินและฉายแสงซ้ำที่ขอบของครอบฟันทั้ง 4 ด้าน ด้านละ 40 วินาที

ทาสารคั่นกลางที่ผิวรากฟัน นำรากฟันฝังในท่อพลาสติกด้วยอะคริลิกเรซินชนิดบ่มด้วยตัวเอง (Formatray®, Kerr, USA) ที่รูปแบบต่ำกว่ารอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน 2 มิลลิเมตร ใช้เครื่องสำรวจความขนานจัดรูปแบบฟันให้อยู่ในรูปแบบกึ่งกลางและตั้งฉากกับขอบด้านบนของแท่งอะคริลิกเรซิน⁽¹¹⁾ นำฟันออกจากอะคริลิกเรซินเมื่อเริ่มเกิดการแข็งตัว ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงเพื่อให้อะคริลิกเรซินเกิดการแข็งตัวอย่างเต็มที่ นำฟันมาเคลือบบริเวณผิวรากฟันด้วย

ซิลิโคนชนิดเหลว กดฟันลงในแท่งอะคริลิกเรซินด้วยแรง 3 กิโลกรัม ให้ซิลิโคนเป็นฟิล์มบางๆ เพื่อจำลองเอ็นยึดปริทันต์^(5,12) จากนั้นนำชิ้นงานไปทดสอบความต้านทานการแตกหัก

การทดสอบความต้านทานต่อการแตกหัก

ทดสอบความต้านทานการแตกหักด้วยเครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอน (Instron® universal testing machine รุ่น 5566, Canton, MA, USA) โดยใช้หัวกดปลายมนเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร⁽¹⁰⁾ เพื่อจำลองรูปร่างของปุ่มฟันคู่สบ โดยวางหัวกดที่รูปแบบที่เตรียมไว้บนครอบฟัน แนวแรงทำมุม 45° กับแนวแกนฟัน^(13,14) (รูปที่ 2) ด้วยความเร็วหัวกด 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที^(7,13,15) จนเกิดการแตกหัก บันทึกค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เกิดการแตกหัก

ภาพที่ 2 แสดงรูปแบบการวางหัวกดที่รูปแบบกึ่งกลางพื้นเอียงด้านใกล้ลิ้นของปุ่มฟันด้านใกล้แก้ม โดยมีแนวแรงทำมุม 45° กับแนวแกนฟัน

Figure 2 The site of loading was the center of lingual incline plane of buccal cusp and at an angle of 45 degrees to the long axis of the tooth



การวิเคราะห์รูปแบบการแตกหัก

นำฟันออกจากอะคริลิกเรซินในท่อพลาสติกมาวิเคราะห์รูปแบบการแตกหัก (mode of failure) ด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (stereo microscope) รุ่น ML 9300 (MEIJI, Japan) กำลังขยาย 20 เท่า^(5,10) การแตกหักที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งเหนือขอบบนของอะคริลิกเรซินซึ่งเป็นตัวแทนของกระดูกครอบฟันถือว่าการแตกหักที่สามารถบูรณะฟันใหม่ได้ (restorable failure) ส่วนการแตกหักที่เกิดต่ำกว่าขอบบนของอะคริลิกเรซินถือเป็นการแตกหักที่ไม่สามารถบูรณะฟันได้ (non-restorable failure)^(7,14)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำค่าแรงที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันในแต่ละกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) และทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (multiple comparison) ชนิดทูกีย์ (Tukey) ที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

ค่าแรงเฉลี่ยที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟัน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และรูปแบบการแตกหักของฟันแต่ละกลุ่มแสดงไว้ในตารางที่ 2 จากการศึกษาวิเคราะห์ทางสถิติ พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ 1 (Var) กับกลุ่มที่ 2 (Ref) 3 (Mul) และ 4 (Evo) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มการทดลองที่ 2 3 และ 4 และพบการแตกหักที่สามารถบูรณะฟันใหม่ได้ในกลุ่ม Var Ref Mul และ Evo เท่ากับร้อยละ 60 ร้อยละ 70 ร้อยละ 50 และร้อยละ 60 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่าแรงเฉลี่ยที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟัน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และรูปแบบการแตกหักของฟันของแต่ละกลุ่มการทดลอง

Table 2 Mean fracture load, standard deviation and fracture mode of each experimental group

Group (n=10)	Mean fracture load (N)	SD	Restorable failure				Non-restorable failure		
			Crown dislodgement	Core fracture	Coronal root fracture	Total	Middle root fracture	Apical root fracture	Total
Var	443.30*	91.42	0	3	3	6 (60%)	4	0	4 (40%)
Ref	652.62	81.54	0	3	4	7 (70%)	2	1	3 (30%)
Mul	648.81	83.16	0	0	5	5 (50%)	3	2	5 (50%)
Evo	643.98	79.16	3	0	3	6 (60%)	3	1	4 (40%)

* Statistical different ($p < 0.05$)

บทวิจารณ์

การศึกษานี้ใช้ฟันธรรมชาติ (natural teeth) ในการทดลองเพื่อจำลองสภาวะให้ใกล้เคียงกับทางคลินิกมากที่สุด แม้ว่าผลการทดลองที่ได้มีค่าความแปรปรวนสูงกว่าการทดลองในฟันเทียม (artificially manufactured teeth)^(16,17,18) เนื่องจากสภาวะจริงทางคลินิกมีปัจจัยหลายประการที่ไม่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ ความแตกต่างด้านปริมาณการมีแคลเซียมพอกพูน (calcification) ขนาด รูปร่าง และรูปแบบของโพรงประสาทฟัน สภาวะของเนื้อเยื่อในโพรงประสาทก่อนถอนฟัน

อายุของผู้ป่วย การเกิดรอยแตกขนาดเล็ก (microcrack) ในเนื้อฟัน รวมถึงปัจจัยอื่นๆ ที่ยากแก่การตรวจพบ^(12,18,19) แต่อย่างไรก็ตามการใช้ฟันเทียมมีข้อด้อยที่สำคัญคือไม่สามารถลอกเลียนคุณลักษณะต่างๆ ของเนื้อฟันธรรมชาติได้ การยึดติดระหว่างเนื้อฟันกับเรซินซีเมนต์จึงแตกต่างจากฟันจริง⁽²⁰⁾ ผลที่ได้จากการทดลองจึงนำมาแปลผลอ้างอิงให้ใกล้เคียงกับผลการศึกษาทางคลินิกได้ยาก

การศึกษานี้บูรณะฟันด้วยเดือยและครอบฟันก่อนนำไปทดสอบการแตกหักเพื่อจำลองสภาวะทางคลินิกในการถ่ายทอดแรงบดเคี้ยวลงสู่ครอบฟัน ผลการทดลองที่ได้แตกต่างจากการทดสอบที่ไม่มีครอบฟันเนื่องจากการบูรณะฟันด้วยครอบฟันทำให้เกิดการกระจายแรงลงสู่เดือยและรากฟันที่แตกต่างออกไป⁽²¹⁾ ส่งผลให้อัตราความสำเร็จของการรักษาทางคลินิกในฟันกรามน้อยบนและล่างเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁽²²⁾ การศึกษานี้พยายามจำลองลักษณะของเอ็นยึดปริทันต์และกระดูกครอบรากฟันโดยการเคลือบรากฟันด้วยซิลิโคนชนิดเหลวชั้นบางๆ ก่อนฝังรากฟันลงในแท่งอะคริลิกเรซิน เนื่องจากการฝังรากฟันลงในอะคริลิกเรซินโดยตรงนั้นเป็นการเสริมความแข็งแรงแก่พื้นด้านนอกให้กับรากฟันด้วยความแข็งแรงของแท่งอะคริลิกเรซิน ทำให้รากฟันมีความแข็งแรงมากขึ้นและรูปแบบของการแตกหักอาจเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งการเสริมแรงลักษณะนี้ไม่พบในฟันธรรมชาติ⁽¹⁵⁾

การบูรณะฟันด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยระบบต่างๆ ที่เลือกใช้ในการศึกษานี้มาจากหลักการลดความหนาของชั้นซีเมนต์โดยใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงมากกว่าเรซินซีเมนต์เข้าไปทดแทน และเป็นการทดสอบการใช้งานของแกนเดือยฟันชนิดใหม่ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้กับฟันกรามน้อยและฟันหน้า

จากผลการทดลองพบว่าในกลุ่มที่ 1 (Var) ใช้เรซินซีเมนต์ในการยึดเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยมีค่าแรงเฉลี่ยที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันต่ำกว่าสามกลุ่ม (Ref, Mul, Evo) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา^(1,2,6,9,10) พบว่าชั้นของซีเมนต์ที่หนาเป็นจุดอ่อนที่ทำให้เกิดการแตกหักในชั้นซีเมนต์และสูญเสียการยึดติดเพราะชั้นซีเมนต์ที่หนามักเกิดฟองอากาศภายในชั้นของซีเมนต์ และเรซินซีเมนต์เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเชิงกลต่ำ เนื่องจากมีค่าความทนแรงดัด (flexural strength) เท่ากับ 85 เมกะพาสคาล มีผลลดความแข็งแรงของความเชื่อมแน่น (cohesive strength) จึงเกิดการแตกหักภายในเนื้อของซีเมนต์ได้ง่าย นอกจากนี้อาจเกิดความเครียดสะสมบริเวณรอยต่อระหว่างซีเมนต์กับเนื้อฟันเนื่องจากการหดตัวสูงระหว่างปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization shrinkage)^(1,7)

กลุ่มที่ 2 (Ref) ใช้เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยขนาดเล็กกรีฟอร์พินที่ด้านแก้มและลิ้นของคลองรากฟัน เพื่อแทนที่ชั้นซีเมนต์ที่หนาด้วยเดือยฟันเสริมเส้นใยแก้วที่มีค่าความทนแรงดัดเท่ากับ 856 เมกะพาสคาล และในกลุ่มที่ 3 (Mul) ใช้วัสดุแกนฟันเรซินคอมโพสิตชนิดมัลติคอร์

โพลีเมอร์ซึ่งมีค่าความทนแรงดัดเท่ากับ 135 เมกะพาสคาลยึดเดือยฟันแทนเรซินซีเมนต์ ซึ่งวัสดุทั้งสองชนิดมีค่าความทนแรงดัดมากกว่าเรซินซีเมนต์ จึงอาจส่งผลให้ค่าแรงเฉื่อยที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันทั้งสองกลุ่มการทดลองนี้ไม่แตกต่างกันแต่มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ถึงแม้ว่าเดือยฟันไฟรฟอริฟีนมีความทนแรงดัดมากกว่าเรซินคอมโพสิตชนิดมัลติคอร์โพลีเมอร์ แต่อาจเนื่องมาจากการมีรอยต่อ (interface) หลายบริเวณ การเกิดแรงเสียดทาน (frictional force) ระหว่างเดือยฟันแต่ละแห่ง⁽⁵⁾ และอาจเกิดฟองอากาศระฟว้างผิวเดือยฟันและเรซินซีเมนต์ในกลุ่ม Ref จึงทำให้ความต้านทานการแตกหักของสองกลุ่มนี้มีค่าไม่แตกต่างกัน

ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Moosavi และคณะ⁽⁵⁾ และ Porciani และคณะ⁽⁶⁾ พบว่าการใช้เรซินคอมโพสิตและเดือยฟันขนาดเล็กเข้าไปแทนที่ชั้นซีเมนต์ที่มีความหนาทำให้ค่าความต้านทานการแตกหักของฟันเพิ่มสูงขึ้น และเดือยฟันขนาดเล็กเหมาะสมในกรณีที่เดือยฟันหลักไม่พอดีกับคลองรากฟัน ได้แก่ คลองรากฟันที่มีความผายหรือคลองรากฟันที่มีรูปร่างไม่กลม

วัสดุแกนฟันชนิดไหลแผ่ได้ที่ใช้ในการศึกษานี้ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้เป็นซีเมนต์ฉาบยึดและวัสดุแกนฟัน ข้อดีของผลิตภัณฑ์นี้คือขั้นตอนการทำงานรวดเร็วและไม่ยุ่งยาก ลดรอยต่อระหว่างซีเมนต์ฉาบยึดและวัสดุแกนฟันที่เป็นวัสดุต่างชนิดกันช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดความล้มเหลวของการบูรณะฟัน⁽²³⁾ และทำให้เกิดสภาวะโมโนบล็อก (monoblock) คือใช้สารเชื่อมยึดในการยึดเนื้อฟัน เดือยฟัน และแกนฟันเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดการกระจายแรงบิดเคี้ยวไปตามรากฟันได้ดีขึ้น คือเมื่อฟันได้รับแรงบิดเคี้ยวเดือยฟันทำหน้าที่ในการดูดซับความเครียดลดความเสี่ยงต่อการเกิดการแตกหักของรากฟัน⁽¹²⁾

กลุ่มที่ 4 (Evo) มีค่าแรงเฉื่อยที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันสูงกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ 2 และ 3 แกนเดือยฟันอีโวลูชันมีลักษณะของแกนและเดือยฟันที่ต่อเนื่องกันคล้ายกับแกนเดือยฟันโลหะเหวี่ยง ซึ่งความเป็นเนื้อเดียวกันของเดือยและแกนฟันอาจทำให้ค่าความต้านทานการแตกหักของฟันเพิ่มสูงขึ้น⁽²⁴⁾ ถึงแม้ว่าส่วนเดือยฟันของแกนเดือยฟันอีโวลูชันมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ทำให้สูญเสียเนื้อฟันในขณะกรอเตรียมคลองรากฟันมากเกินความจำเป็น แต่ค่าความต้านทานการแตกหักที่ได้กลับไม่แตกต่างจากกลุ่ม Ref และ Mul อาจเนื่องมาจากฟันที่ใช้ในการทดลองมีขนาดใหญ่และมีความหนาของเนื้อฟันหลังจากการกรอเตรียมคลองรากฟันเพียงพอที่จะไม่ทำให้เกิดความอ่อนแอ นอกจากนี้รูปร่างของเดือยฟันชนิดนี้มีลักษณะคล้ายชั้นบันไดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ในส่วนใกล้ตัวฟันและลดขนาดลงมาเป็นชั้นๆ ส่วนใกล้ปลายรากฟัน โดยแต่ละชั้นมีรูปร่างด้านข้างของเดือยฟันที่มีความขนานกันซึ่งให้ความยึดอยู่มากกว่ารูปร่างสอบและมีพื้นที่ผิวมากจึงให้การยึดติดกับผนังคลองรากฟันมากขึ้น^(25,26)

รูปแบบการแตกหักที่สามารถบรูณะฟันใหม่ได้ในกลุ่มการทดลองทั้งสี่กลุ่มไม่แตกต่างกันมากนัก การแตกหักส่วนใหญ่เกิดขึ้นในตำแหน่งที่สามารถบรูณะฟันใหม่ได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา^(5,7,8,12,13) เนื่องจากเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย เดือยฟันขนาดเล็กคอมโพสิตเรซิน และเรซินซีเมนต์เป็นวัสดุที่มีความอดุลล์สภาพยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟัน สามารถถ่ายทอดและกระจายแรงบิดเคี้ยวไปสู่เนื้อฟันได้ดี ไม่มีความเครียดสะสมเกิดขึ้นที่ปลายเดือยฟันเหมือนเดือยฟันโลหะเหวี่ยง^(13,16) จึงลดความเสี่ยงของการแตกหักบริเวณรากฟันซึ่งไม่สามารถบรูณะฟันใหม่ได้ และในกลุ่ม Var และ Ref พบการแตกหักบริเวณรอยต่อระหว่างผิวหน้าตัดของฟันและวัสดุแกนฟัน เนื่องจากซีเมนต์และแกนฟันเป็นวัสดุต่างชนิดกันจึงเกิดเป็นจุดเสี่ยงต่อการแตกหักในบริเวณรอยต่อนี้ได้ ลักษณะการแตกหักของสองกลุ่มนี้มีความสอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา^(5,7,8,13) นอกจากนี้พบว่าในกลุ่ม Evo เกิดการหลุดของครอบฟันมากถึง 3 ซี่ เนื่องจากส่วนแกนฟันของแกนเดือยฟันอีโวลูชันมีรูปร่างหน้าตัดกลม และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนฟันใกล้เคียงกับความกว้างของฟันกรามน้อยในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง แต่ในแนวแก้ม-ลิ้นนั้นแกนฟันมีขนาดเล็กกว่าความกว้างของฟัน เนื่องจากฟันที่มีขนาดเล็กมีพื้นที่ผิวน้อยจึงให้การยึดติดกับซีเมนต์ได้น้อยกว่าฟันที่มีขนาดใหญ่⁽²⁷⁾ ดังนั้นการยึดอยู่ของครอบฟันในกลุ่ม Evo จึงน้อยกว่าสามกลุ่มแรกซึ่งหลังจากการกรอเตรียมฟันแล้วมีขนาดของฟันใหญ่

ข้อจำกัดของการศึกษานี้คือการใช้เครื่องทดสอบสากลในการให้แรงกดลงบนพื้นที่เล็ก ๆ บนครอบฟัน โดยการให้แรงที่มีแนวแรงทำมุมคงที่กับแนวแกนฟันและเป็นการให้แรงเพียงครั้งเดียวโดยมีค่าแรงมากขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งเกิดการแตกหักของฟัน ซึ่งแตกต่างไปจากลักษณะการบิดเคี้ยวที่แท้จริงที่มีแรงกระทำลงบนฟันแบบซ้ำๆ แนวแรงบิดเคี้ยวที่ทำมุมกับฟันหลายแนวและมีการสัมผัสกันของฟันเป็นบริเวณกว้าง⁽²⁸⁾ การศึกษานี้เตรียมรูปแบบการรับแรงที่กึ่งกลางฟันเพียงด้านใกล้ลิ้นของปุ่มฟันด้านใกล้แก้ม โดยมีแนวแรงทำมุม 45° กับแนวแกนฟัน เพื่อเป็นการจำลองแนวแรงที่ตำแหน่งนอกศูนย์กลาง (eccentric position) ซึ่งทำให้เกิดแรงเฉือนในแนวเฉียงกับฟัน (oblique shearing force) จึงเป็นที่น่าสนใจศึกษาต่อไปถึงการทดสอบความต้านทานการแตกหักของฟันโดยการให้แรงแบบเป็นวัฏจักร (cyclic load) เพื่อให้มีความใกล้เคียงกับการบิดเคี้ยวตามธรรมชาติมากขึ้น และควรมีการทดสอบค่ามอดุลล์สภาพยืดหยุ่น (elastic modulus) ของระบบเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยเปรียบเทียบกับเนื้อฟัน เพื่ออธิบายลักษณะการแตกที่รากฟันได้

บทสรุป

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษาสามารถสรุปผลที่ได้จากการศึกษาดังนี้

1. ความต้านทานการแตกหักของฟันคลองรากไม่กลมที่บูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเดือยฟันขนาดเล็ก (Ref) เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับวัสดุแกนฟันเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ (Mul) และแกนเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยแก้ว (Evo) มีค่าไม่แตกต่างกัน แต่ทั้งสามกลุ่มการทดลองพบค่าความต้านทานการแตกหักของฟันสูงกว่าการบูรณะฟันด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่ยึดด้วยเรซินซีเมนต์ (Var) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

2. การบูรณะฟันด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยทั้ง 4 กลุ่มส่วนใหญ่ทำให้เกิดการแตกหักในรูปแบบที่สามารถบูรณะฟันใหม่ได้ โดยการบูรณะด้วยแกนเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยแก้ว (Evo) พบการหลุดของครอบฟันเกิดขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบริษัท เอส ดี เอส เคอร์ จำกัด ที่ได้เชื้อเพื่อเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยไฟเบอร์เคลียร์ และห้างหุ้นส่วนจำกัด บุญชู-อารียา (บ.อ.) เด็นทัลแล็บ ที่ได้ลดราคาครอบฟันโลหะหล่อผสมที่ใช้ในการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

1. D'Arcangelo C, Cinelli M, De Angelis F, D'Amario M. The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber-reinforced post system. *J Prosthet Dent* 2007; 98: 193-198.
2. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Borracchini A, Ferrari M. SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. *J Adhes Dent* 2005; 7: 235-240.
3. Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth: post, core and the final restoration. *J Am Dent Assoc* 2005; 136: 611-619.
4. Lui JL. Composite resin reinforcement of flared canals using light-transmitting plastic posts. *Quintessence Int* 1994; 25: 313-319.
5. Moosavi H, Maleknejad F, Kimyai S. Fracture resistance of endodontically-treated teeth restored using three root-reinforcement methods. *J Contemp Dent Pract* 2008; 9: 30-37.

6. Porciani PF, Vano M, Radovic I, et al. Fracture resistance of fiber posts: combinations of several small posts vs. standardized single post. *Am J Dent* 2008; 21: 373-376.
7. Bonfante G, Kaizer OB, Pegoraro LF, do Valle AL. Fracture strength of teeth with flared root canals restored with glass fiber posts. *Int Dent J* 2007; 57: 153-160.
8. Martelli H Jr, Pellizzer EP, Rosa BT, Lopes MB, Gonini A Jr. Fracture resistance of structurally compromised root filled bovine teeth restored with accessory glass fibre posts. *Int Endod J* 2008; 41: 685-692.
9. Naumann M, Preuss A, Frankenberger R. Load capability of excessively flared teeth restored with fiber-reinforced composite posts and all-ceramic crowns. *Oper Dent* 2006; 31: 699-704.
10. Hajizadeh H, Namazikhah MS, Moghaddas MJ, Ghavamnasiri M, Majidinia S. Effect of posts on the fracture resistance of load-cycled endodontically-treated premolars restored with direct composite resin. *J Contemp Dent Pract* 2009; 10: 10-17.
11. Al-Wahadni AM, Hamdan S, Al-Omiri M, Hammad MM, Hatamleh MM. Fracture resistance of teeth restored with different post systems: in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008; 106: e77-e83.
12. Newman MP, Yaman P, Dennison J, Rafter M, Billy E. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite posts. *J Prosthet Dent* 2003; 89: 360-367.
13. Hayashi M, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S. Fracture resistance of pulpless teeth restored with post-cores and crowns. *Dent Mater* 2006; 22: 477-485.
14. Martinez-Insua A, da Silva L, Rito B, Santana U. Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. *J Prosthet Dent* 1998; 80: 527-532.
15. Sirimai S, Riis DN, Morgano SM. 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* 1999; 81: 262-269.
16. Fokkinga WA, Kreulen CM, Le Bell-Rönnlöf AM, Lassila LV, Vallittu PK, Creugers NH. In vitro fracture behavior of maxillary premolars with metal crowns and several post-and-core systems. *Eur J Oral Sci* 2006; 114: 250-256.

17. Krejci I, Duc O, Dietschi D, de Campos E. Marginal adaptation, retention and fracture resistance of adhesive composite restorations on devital teeth with and without posts. *Oper Dent* 2003; 28: 127-135.
18. Ottl P, Hahn L, Lauer HCH, Fay M. Fracture characteristics of carbon fibre, ceramic and non-palladium endodontic post systems at monotonously increasing loads. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 175-183.
19. Heydecke G, Butz F, Strub JR. Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in-vitro study. *J Dent* 2001; 29: 427-433.
20. Mendoza DB, Eakle WS, Kahl EA, Ho R. Root reinforcement with a resin-bonded preformed post. *J Prosthet Dent* 1997; 78: 10-14.
21. Goracci C, Corciolani G, Vichi A, Ferrari M. Light-transmitting ability of marketed fiber posts. *J Dent Res* 2008; 87: 1122-1126.
22. Sorensen JA, Martinoff JT. Intracoronal reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1984;51:780-784.
23. Radovic I, Mazzitelli C, Chieffi N, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts cemented using different adhesive approaches. *Eur J Oral Sci* 2008; 116: 557-563.
24. Cormier CJ, Burns DR, 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* 2001; 10: 26-36.
25. Trabert KC, Cooney JP. The endodontically treated tooth. Restorative concepts and techniques. *Dent Clin North Am* 1984; 28: 923-951.
26. Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores: a review. *Quintessence Int* 2005; 36: 737-746.
27. Shillingburg HT Jr, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE. *Fundamentals of fixed prosthodontics*. 3th ed. Chicago: Quintessence; 1997: 120.
28. Fernandes AS, Dessai GS. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. *Int J Prosthodont* 2001; 14: 355-363.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววีรณัฐ ทองงาม เกิดเมื่อวันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2526 ที่จังหวัดเชียงใหม่

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ.2543 จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- พ.ศ.2549 จบปริญญาตรีทันตแพทยศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ2) จากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ประวัติการทำงาน

- เมษายน-กรกฎาคม พ.ศ.2550 รับราชการในตำแหน่งทันตแพทย์ประจำโรงพยาบาล ลำพูน จ.ลำพูน
- สิงหาคม พ.ศ.2550-ปัจจุบัน รับตำแหน่งอาจารย์ประจำหน่วยวิชาครอบฟันและฟันปลอมติดแน่น ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผลงานทางวิชาการ

- บทความปริทัศน์ เรื่อง “วัสดุบันทึกรอยสบฟันสำหรับงานครอบและสะพานฟัน (Interocclusal recording materials for crown and bridge prosthesis)” ตีพิมพ์ใน เชียงใหม่ทันตแพทยสาร ปีที่ 29 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2551 หน้า 27-34

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย